



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월25일

(11) 등록번호 10-1642670

(24) 등록일자 2016년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G03F 7/70275 (2013.01)

G03F 7/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7020237(분할)

(22) 출원일자(국제) 2004년07월26일

심사청구일자 2015년08월20일

(85) 번역문제출일자 2015년07월24일

(65) 공개번호 10-2015-0092349

(43) 공개일자 2015년08월12일

(62) 원출원 특허 10-2014-7003636

원출원일자(국제) 2004년07월26일

심사청구일자 2014년02월14일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/010991

(87) 국제공개번호 WO 2005/010962

국제공개일자 2005년02월03일

(30) 우선권주장

JP-P-2003-281183 2003년07월28일 일본(JP)

JP-P-2004-045104 2004년02월20일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2002015978 A

W09949504 A1

(73) 특허권자

가부시키가이샤 니콘

일본국 도쿄도 미나토구 고난 2쵸메 15반 3고

(72) 발명자

마고메 노부타카

일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3쵸메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 나이

고바야시 나오유키

일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3쵸메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 나이
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인코리아나

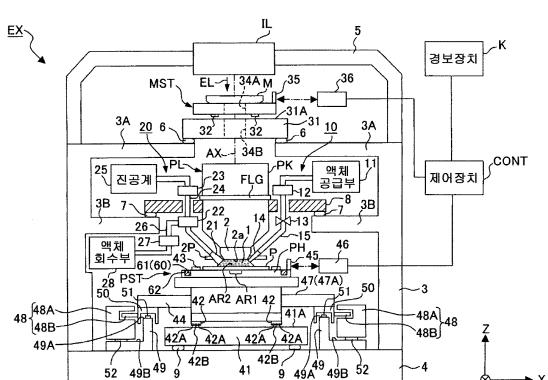
전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 노광 장치 및 디바이스 제조 방법, 그리고 노광 장치의 제어 방법

(57) 요약

노광 장치 (EX) 는, 투영 광학계 (PL) 와 액체 (1) 를 통해서 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 기판 (P) 을 노광한다. 노광 장치 (EX) 는, 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 를 구비하고 있다. 액체 공급 기구 (10) 는, 이상이 검출되었을 때에 액체 (1) 의 공급을 정지 한다. 액침 영역을 형성하는 액체의 누설에 의해 기판 주변의 장치 · 부재가 받는 영향을 억제하여, 양호하게 노광 처리할 수 있다.

대 표 도

(52) CPC특허분류

G03F 7/2055 (2013.01)

G03F 7/7065 (2013.01)

G03F 7/70758 (2013.01)

H01L 21/0275 (2013.01)

(72) 발명자

사카키바라 야스유키

일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3쵸메 2방 3고

가부시키가이샤 니콘 나이

다카이와 히로아키

일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3쵸메 2방 3고

가부시키가이샤 니콘 나이

명세서

청구범위

청구항 1

투영 광학계와 액체를 통해서 기판을 노광하는 노광 장치로서, 상기 기판을 유지할 수 있는 기판 스테이지와, 액체 공급구와, 상기 액체 공급구로부터의 공급되는 액체의 양의 계측에 사용되는 제 1 계측기와, 액체 회수구와, 상기 액체 회수구로부터 회수된 액체의 양의 계측에 사용되는 제 2 계측기와, 상기 기판 스테이지에 형성된 액체 회수 유로를 구비하고, 상기 기판 스테이지는, 상기 액체 공급구 및 상기 액체 회수구 아래에서 이동할 수 있고, 상기 액체 회수 유로는, 상기 액체 공급구로부터 공급되고, 상기 기판 스테이지의 상면과 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판 표면의 사이의 잭으로부터 유입된 액체를 회수할 수 있고, 상기 액체 공급구로부터의 액체 공급과 상기 액체 회수구로부터의 액체 회수를 실시하면서, 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판 표면의 일부에 액침 영역을 형성함과 함께, 상기 액침 영역의 액체를 통해서 상기 기판에 상기 투영 광학계로부터의 노광광을 조사하는 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 계측기는 유량계를 포함하는 노광 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 계측기는 유량계를 포함하는 노광 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 계측기는, 상기 액체 회수구로부터 회수된 액체가 훌러들어가는 탱크와, 상기 탱크 내의 액체의 액위를 검출하는 검출기를 갖는 노광 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 검출기는, 상기 탱크 내의 액체와 접촉하지 않도록 배치되어 있는 노광 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 액체 공급구로부터 공급된 액체의 일부는, 상기 기판 스테이지의 상방으로부터 상기 액체 회수구를 통해서 회수되고, 상기 액체 공급구로부터 공급된 액체의 다른 일부는, 상기 기판 스테이지에 형성된 상기 액체 회수 유로를 통해서 회수되는 노광 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 공급구로부터 공급되고, 상기 액체 회수구 및 상기 액체 회수 유로를 통해서 회수되지 않고 누출된 액체를 검출할 수 있는 액누출 검출기를 추가로 구비하는 노광 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 검출기는 액체의 누출을 광학적으로 검출하는 노광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판 스테이지의 상기 상면은, 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판의 표면과 동일 면이 되도록 형성되어 있는 노광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

제어장치를 추가로 구비하고,

상기 제어장치는 상기 제 1 계측기를 사용하여 계측되는 액체량과, 상기 제 2 계측기를 사용하여 계측되는 액체량에 기초하여 장치 동작을 제어하는 노광 장치.

청구항 11

투영 광학계와 액체를 통해서 기판을 노광하는 노광 방법으로서,

액체 공급구 및 액체 회수구 아래에서 이동할 수 있는 기판 스테이지에 기판을 유지하는 것과,

상기 액체 공급구로부터의 액체 공급과 상기 액체 회수구로부터의 액체 회수를 실시하면서, 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판 표면의 일부에 액침 영역을 형성하는 것과,

상기 액체 공급구로부터 공급되는 액체의 양을 계측하는 것과,

상기 액체 회수구로부터 회수된 액체의 양을 계측하는 것과,

상기 액체 공급구로부터 공급되고, 상기 기판 스테이지의 상면과 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판 표면의 사이의 갭으로부터 유입된 액체를, 상기 기판 스테이지에 형성된 액체 회수 유로를 통해서 회수하는 것을 포함하는 노광 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 액체 공급구로부터 공급되는 액체의 양은, 유량계를 사용하여 계측되는 노광 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 액체 회수구로부터 회수된 액체의 양은, 유량계를 사용하여 계측되는 노광 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 액체 회수구로부터 회수된 액체는 탱크에 흘러들어가고,

상기 액체 회수구로부터 회수된 액체의 양의 계측은, 상기 탱크 내의 액체의 액위를 검출하는 것을 포함하는 노

광 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 액체 공급구로부터 공급된 액체의 일부는, 상기 기판 스테이지의 상방으로부터 상기 액체 회수구를 통해서 회수되고,

상기 액체 공급구로부터 공급된 액체의 다른 일부는, 상기 기판 스테이지에 형성된 상기 액체 회수 유로를 통해서 회수되는 노광 방법.

청구항 16

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 공급구로부터 공급되고, 상기 액체 회수구 및 상기 액체 회수 유로를 통해서 회수되지 않고 누출된 액체를 검출하는 것을 추가로 포함하는 노광 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 누출된 액체의 검출은 광학적으로 검출되는 노광 방법.

청구항 18

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판 스테이지의 상기 상면은, 상기 기판 스테이지에 유지된 상기 기판의 표면과 동일 면이 되도록 형성되어 있는 노광 방법.

청구항 19

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 방법을 이용하여 기판을 노광하는 것과,

노광된 상기 기판을 처리하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 투영 광학계와 액체를 통해서 기판을 노광하는 노광 장치, 이 노광 장치를 사용하는 디바이스 제조 방법, 및 노광 장치의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는, 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성의 기판 상에 전사하는 이론바 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) 이동시키면서 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 193nm 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.

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

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

[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, 액침 노광 장치에 있어서는 노광용 액체가 누설되거나 또는 침입하면, 그 액체에 의해 장치·부재의 고장, 누전 또는 녹 발생 등과 같은 문제를 야기할 가능성이 있다. 또한, 그것으로 인해 양호하게 노광 처리할 수 없게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 액침법을 사용하는 경우에도 양호하게 노광 처리할 수 있는 노광 장치 및 디바이스 제조 방법, 그리고 노광 장치의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 노광용 액체의 누설이나 침입에 의한 영향을 억제하고, 양호하게 노광 처리할 수 있는 노광 장치 및 디바이스 제조 방법, 그리고 노광 장치의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 실시형태에 나타내는 도 1~도 22 에 대응하는 이하의 구성을 채용하고 있다. 단, 각 요소에 부가된 괄호 안의 부호는 그 요소의 예시에 불과하여, 각 요소를 한정하는 의도는 없다.

[0010] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:

[0011] 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL); 및

- [0012] 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 를 구비하고;
- [0013] 액체 공급 기구 (10) 는, 이상 (異常) 이 검출되었을 때에 액체 (1) 의 공급을 정지하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0014] 본 발명에 의하면, 이상이 검출되었을 때에 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급을 정지하도록 하였기 때문에, 액체의 누설이나 침입의 방지, 또는 이러한 피해의 확대를 방지할 수 있다. 따라서, 액체에 의한 주변 장치 · 부재의 고장이나 녹 발생, 또는 기판이 놓인 환경의 변동과 같은 문제의 발생을 방지하거나, 혹은 그와 같은 문제의 영향을 줄일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0016] 패턴 이미지를 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL) ; 및
- [0017] 전기기기 (47, 48) 를 구비하고;
- [0018] 액체 (1) 의 부착에 기인하는 누전을 방지하기 위해, 이상이 검출되었을 때에, 전기기기 (47, 48) 에 대한 전력 공급을 정지하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0019] 본 발명에 의하면, 이상이 검출되었을 때에 전기기기에 대한 전력 공급을 정지하여 액체의 부착에 기인하는 누전을 방지하도록 하였기 때문에, 누전에 의한 주변 장치에 대한 영향이나 전기기기 자체의 고장 등과 같은 문제의 발생을 억제하거나, 또는 그것에 의한 피해를 줄일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0021] 패턴 이미지를 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL) ; 및
- [0022] 흡인계 (25) 에 유통되는 흡기구 (42A, 66) 를 구비하고,
- [0023] 액체 (1) 의 유입을 방지하기 위해, 이상이 검출되었을 때에, 흡기구 (42A, 66) 로부터의 흡기를 정지하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0024] 노광 장치는, 예를 들어 스테이지 장치를 가이드면에 대하여 비접촉 지지하기 위한 에어 베어링 (기체 베어링) 의 흡기구나 마스크 및 기판을 흡착 유지하는 홀더 장치의 흡기구 등을 비롯한 각종 흡기구를 구비하고 있는데, 이를 흡기구로 액체가 유입되면 이를 흡기구와 유통되는 진공 펌프 등의 진공계 (흡인계) 의 고장을 야기한다. 본 발명에 의하면, 이상이 검출되었을 때에 흡기구로부터의 흡기를 정지하도록 하였기 때문에, 흡기구를 통해서 진공계로 액체가 유입되는 문제를 방지할 수 있다. 또, 본 발명의 제 1~제 3 양태에 있어서 「이상이 검출되었을 때」라는 표현은, 액체를 통한 기판의 노광, 즉 액침 노광에 악영향을 미치는 상황이 검지된 것을 의미하고, 액체의 유통에 관련된 이상뿐만 아니라, 기판을 유지하여 이동하는 스테이지의 동작에 관련된 이상 등이 검지된 것도 포함하며, 또한 노광 장치에 접속되는 관련 장치에 있어서 이상이 검출된 것도 포함하는 개념이다. 예를 들어, 관련 장치로서 노광 장치에 공급되는 액체를 제조하는 액체 제조 장치에서 이상 신호 (알람) 가 검출된 경우도 포함한다.
- [0025] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0026] 패턴 이미지를 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0027] 흡인계 (25, 70, 74) 에 유통된 흡인구 (21, 61, 66);
- [0028] 흡인구 (21, 61, 66) 로부터 빨아 들인 액체 (1) 와 기체를 분리하는 분리기 (22, 71, 75); 및
- [0029] 분리기 (22, 71, 75) 에 의해 분리된 기체를 건조시키는 건조기 (23, 72, 76) 를 구비한 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0030] 예를 들어 액체 회수 기구의 액체 흡인구 (회수구) 로부터 진공계를 사용하여 액체를 흡인할 때, 회수한 액체 성분이 진공계 (흡인계) 에 유입되면 그 진공계의 고장 등을 야기하게 된다. 본 발명에 의하면, 흡인구로부터 빨아 들인 액체와 기체를 분리기에 의해 기액 (氣液) 분리하고, 분리기에 의해 분리시킨 기체를 다시 건조기에 의해 건조시킴으로써, 진공계에 대하여 액체 성분 (습윤한 기체를 포함한다) 이 유입되는 문제를 방지할 수

있다. 따라서, 진공계 (흡인계) 의 고장 등과 같은 문제의 발생을 방지하면서 액체 회수 기구에 의한 액체 회수 동작을 장기간 양호하게 유지할 수 있어, 액체 회수 기구의 회수 동작 불능에 기인하는 액체의 누설을 방지할 수 있다.

- [0031] 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0032] 기판 (P) 을 유지하여 이동할 수 있는 기판 스테이지 (PST) 로서, 그 위에 제 1 영역 (LA1) 을 갖는 기판 스테이지 (PST);
- [0033] 기판 (P) 에 패턴 이미지를 투영하는 투영 광학계 (PL) 로서, 이미지면측 선단부 (2a) 를 포함하고, 제 1 영역 (LA1) 과 대향하여 제 1 영역 (LA1) 의 적어도 일부와의 사이에 액체 (1) 를 유지하는 제 2 영역 (LA2) 을 갖는 투영 광학계 (PL); 및
- [0034] 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 따라서, 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 제한하는 제어 장치 (CONT) 를 구비한 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0035] 본 발명에 의하면, 제 1 영역과 제 2 영역 사이에 액체를 유지하는 구성인 경우, 예를 들어 제 1 영역과 제 2 영역 사이에 액체를 유지할 수 없는 위치 관계가 되지 않도록 기판 스테이지의 이동을 제한함으로써, 액체의 누설 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 제 6 양태에 따르면 예를 들어, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0037] 기판 (P) 상에 액체 (1) 를 통해서 패턴 이미지를 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0038] 기판 (P) 을 유지하여 이동할 수 있는 기판 스테이지 (PST);
- [0039] 기판 스테이지 (PST) 를 이동할 수 있게 지지하는 베이스부재 (41);
- [0040] 기판 스테이지 (PST) 에 설치되어, 액체 (1) 를 검지하는 제 1 검출기 (80C) ;
- [0041] 베이스부재 (41) 에 설치되어, 액체 (1) 를 검지하는 제 2 검출기 (80D); 및
- [0042] 제 1 검출기 (80C) 와 제 2 검출기 (80D) 의 검출 결과에 따라서, 노광 장치의 동작을 제어하는 제어 장치 (CONT) 를 구비한 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0043] 본 발명에 의하면, 서로 별도의 위치에 설치된 제 1 검출기 및 제 2 검출기의 검출 결과에 따라서 노광 장치의 동작을 제어하도록 하였기 때문에, 누설된 액체의 확산 범위에 따른 적절한 처치를 강구할 수 있다. 따라서, 액체의 누설이 발생한 후의 복귀 작업에 걸리는 시간을 단축할 수 있어, 노광 장치의 가동률 저하를 방지할 수 있다. 예를 들어 제어 장치는, 기판 스테이지에 설치된 제 1 검출기가 액체의 존재를 검지했을 때에는 누설된 액체의 확산 범위가 비교적 좁은 범위인 것으로 판단하여, 예를 들어 액체 공급 기구에 의한 액체 공급을 정지하는 등, 그 범위에 따른 적절한 처치를 실시한다. 이렇게 함으로써 복귀 작업에 걸리는 시간을 최소한으로 억제할 수 있다. 한편, 베이스부재에 설치된 제 2 검출기가 액체의 존재를 검지했을 때에는 누설된 액체의 확산 범위가 비교적 넓은 영역인 것으로 판단하여, 제어 장치는, 예를 들어 기판 스테이지를 구동하는 구동 장치를 비롯한 전기기기에 대한 전력 공급을 정지한다. 이렇게 함으로써, 넓은 범위로 누설된 액체가 확산되더라도 전기기기의 누전이나 고장 등과 같은 손해가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 제 7 양태에 따르면, 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 노광광 (EL) 을 조사하여 기판 (P) 을 노광하는 노광 장치로서:
- [0045] 패턴 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0046] 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10);
- [0047] 기판 (P) 을 유지하여 이동할 수 있는 기판 스테이지 (PST); 및
- [0048] 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 를 공급하고 있는 동안에는, 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 범위 (SR1) 로 제한하고, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 의 공급을 정지하고 있는 동안에는, 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 범위 (SR1) 보다 넓은 제 2 범위 (SR2) 로 제한하는 제어 장치 (CONT) 를 구비한 노광 장치 (EX) 가 제공된다.

- [0049] 본 발명에 의하면, 액체 공급 기구가 액체를 공급하고 있는 동안에는, 기판 스테이지의 이동 범위를 예를 들어 기판 스테이지 상에 액체를 유지할 수 있는 제 1 범위로 제한함으로써 액체의 누설 등의 문제를 방지할 수 있다. 한편, 액체 공급 기구가 액체의 공급을 정지하고 있는 동안에는, 기판 스테이지의 이동 범위를 제 1 범위보다도 넓은 제 2 범위로 함으로써, 기판 스테이지를 기판 교환 위치로 이동시키는 등 기판 스테이지에 관한 소정 동작을 원활하게 행할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 제 8 양태에 따르면, 액체를 통해서 기판에 노광광을 조사하여 기판을 노광하는 노광 장치로서:
- [0051] 패턴 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0052] 투영 광학계의 이미지면측에 액체를 공급하는 액체 공급 기구 (10);
- [0053] 투영 광학계의 이미지면측에서 이동할 수 있는 스테이지 (PST); 및
- [0054] 스테이지의 이동 범위를 제어하는 제어 장치 (CONT)를 구비하고;
- [0055] 그 제어 장치가, 투영 광학계와 스테이지 사이에 액체가 유지되어 있을 때의 스테이지의 이동 범위를, 투영 광학계와 스테이지 사이에 액체가 유지되어 있지 않을 때의 스테이지의 이동 범위보다 좁은 범위로 제한하는 노광 장치가 제공된다.
- [0056] 본 발명의 제 8 양태에 의하면, 예를 들어 스테이지 상의 기판을 노광하는 동안에는 투영 광학계와 스테이지 사이에 액체를 계속해서 양호하게 유지할 수 있게 되고, 투영 광학계와 스테이지 사이에 액체가 유지되어 있지 않은 경우에는 기판 교환 등과 같은 다른 동작을 원활하게 행할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 제 9 양태에 따르면, 상기 양태의 노광 장치 (EX)를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 본 발명에 의하면, 이상을 검출했을 때에 소정 장치의 구동을 정지하도록 하였기 때문에, 장치의 고장 등과 같은 문제가 발생하는 것을 방지하여, 양호한 장치 환경에서 디바이스를 제조할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 제 10 양태에 따르면, 액체를 통해서 기판에 노광광을 조사하여 기판을 노광하는 노광 장치 (EX)를 제어하는 방법으로서, 패턴 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL)와, 투영 광학계의 이미지면측에 액체 (1)를 공급하는 액체 공급 기구 (10)와, 전기 에너지를 구동력으로 하는 기기 (47, 48)와, 기체를 흡인하는 기능을 갖는 기기 (42, PH)를 포함하는 노광 장치의 콤포넌트로 구성되고 또한 외부 관련 장치와 접속되는 노광 장치의 제어 방법으로서:
- [0059] 투영 광학계의 이미지면측에 액체를 공급하는 것과;
- [0060] 상기 콤포넌트 및 외부 관련 장치 중 하나 이상으로부터 이상을 알리는 신호를 수신하는 것과;
- [0061] 상기 신호에 기초하여, 액체 공급 기구 (10), 전기 에너지를 구동력으로 하는 기기 (47, 48) 및 기체를 흡인하는 기능을 갖는 기기 (42, PH) 중 1 종 이상의 동작을 제한하는 것을 포함하는 노광 장치의 제어 방법이 제공된다.
- [0062] 본 발명의 노광 장치의 제어 방법에 의하면, 노광 장치 내부 또는 노광 장치 외부의 관련 장치에 이상이 생겨, 그 이상이 기판의 노광 등에 영향을 미치는 이상을 알리는 신호인 경우에는, 액체 공급 기구 (10), 전기 에너지를 구동력으로 하는 기기 (47, 48) 및 기체를 흡인하는 기능을 갖는 기기 (42, PH) 중 1 종 이상의 동작을 제한함으로써, 액의 누설, 그것에 기인하여 발생하는 누전, 흡인 장치에 의한 액체의 흡인 등을 방지할 수 있다.

발명의 효과

- [0063] 본 발명에 의하면, 액침 노광에 영향을 주는 노광 장치의 내부 장치 또는 외부 관련 장치의 이상을 검지하여, 노광용 액체의 누설이나 침입에 의한 주변 장치·부재 또는 노광 동작에 미치는 영향을 억제하거나 또는 줄일 수 있기 때문에, 고가인 노광 장치의 양호한 상태를 유지하여, 높은 정밀도로 액침 노광 처리를 실시할 수 있다. 이것에 의해, 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0064] 도 1은 본 발명의 노광 장치의 제 1 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다.
도 2는 기판 스테이지를 나타내는 사시도이다.

도 3 은 투영 광학계의 선단부 근방, 액체 공급 기구, 및 액체 회수 기구를 나타내는 개략 구성도이다.

도 4 는 투영 광학계의 투영 영역과 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 위치 관계를 나타내는 평면도이다.

도 5 는 기판 스테이지에 설치된 회수 장치를 설명하기 위한 단면 모식도이다.

도 6 은 본 발명의 노광 장치의 제 2 실시형태에 관련된 광파이버를 구비한 검출기를 설명하기 위한 모식도이다.

도 7 은 본 발명의 노광 장치의 제 2 실시형태에 관련된 광파이버를 구비한 검출기를 설명하기 위한 모식도이다.

도 8 은 광파이버를 구비한 검출기의 배치예를 나타내는 측면도이다.

도 9 는 도 8 의 평면도이다.

도 10 은 광파이버를 구비한 검출기의 다른 배치예를 나타내는 측면도이다.

도 11 은 광파이버를 구비한 검출기의 다른 실시예를 나타내는 평면도이다.

도 12 는 광파이버를 구비한 검출기의 다른 배치예를 나타내는 사시도이다.

도 13 은 광파이버를 구비한 검출기의 다른 실시예를 나타내는 모식도이다.

도 14 는 본 발명의 노광 장치의 제 3 실시형태에 관련된 프리즘을 구비한 검출기를 설명하기 위한 모식도이다.

도 15 는 본 발명의 노광 장치의 제 3 실시형태에 관련된 프리즘을 구비한 검출기를 설명하기 위한 모식도이다.

도 16 은 프리즘을 구비한 검출기의 배치예를 나타내는 평면도이다.

도 17 은 프리즘을 구비한 검출기의 다른 사용예를 나타내는 도면이다.

도 18 은 프리즘을 구비한 검출기의 다른 배치예를 나타내는 개략 구성도이다.

도 19(a) 및 (b) 는 광파이버를 구비한 검출기의 다른 실시예를 나타내는 도면이다.

도 20(a) 및 (b) 는 본 발명의 별도 실시형태를 설명하기 위한 도면이다.

도 21(a) 및 (b) 는 본 발명의 별도 실시형태를 설명하기 위한 도면이다.

도 22 는 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 나타내는 플로우차트도이다.

도 23 은 본 발명의 노광 장치의 각종 검출기로부터의 검출 신호에 기초하여 제어 장치가 제어하는 노광 장치 외부의 관련 장치 및 노광 장치 내부의 여러 장치와 제어 장치의 접속 관계를 나타내는 블록도이다.

도 24 는 본 발명의 노광 장치의 제어 장치의 제어 내용을 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0065] 이하, 본 발명의 노광 장치의 실시형태에 관해서 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 여기에 한정되지 않는다.

[0066] 도 1 은 본 발명의 노광 장치의 제 1 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다. 도 1 에 있어서, 노광 장치 (EX) 는, 마스크 (M) 를 지지하는 마스크 스테이지 (MST) 와, 기판 (P) 을 지지하는 기판 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 기판 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기판 (P) 에 투영 노광하는 투영 광학계 (PL) 와, 노광 장치 (EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치 (CONT) 를 구비하고 있다. 제어 장치 (CONT) 에는, 노광 처리에 관해서 이상이 생겼을 때에 경보를 발하는 경보 장치 (K) 가 접속되어 있다. 또, 노광 장치 (EX) 는, 마스크 스테이지 (MST) 및 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 메인 칼럼 (3) 을 구비하고 있다. 메인 칼럼 (3) 은, 바닥면에 수평으로 탑재된 베이스 플레이트 (4) 상에 설치되어 있다. 메인 칼럼 (3) 에는, 내측을 향하여 돌출하는 상측 단차부 (3A) 및 하측 단차부 (3B) 가 형성되어 있다.

있다. 또, 제어 장치는, 도 23에 나타낸 바와 같이, 노광 장치를 구성하는 각종 콤포넌트 및 노광 장치 외부의 관련 장치와 접속되어 있고, 제어 장치의 제어 내용에 대해서는 후술한다.

[0067] 또한, 본 실시형태의 노광 장치 (EX)는, 노광 과장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시킴과 함께 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 기판 (P) 상에 액체 (1)를 공급하는 액체 공급 기구 (10)와, 기판 (P) 상의 액체 (1)를 회수하는 액체 회수 기구 (20)를 구비하고 있다. 노광 장치 (EX)는, 적어도 마스크 (M)의 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 전사하고 있는 동안, 액체 공급 기구 (10)로부터 공급된 액체 (1)에 의해 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)을 포함하는 기판 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2)을 형성한다. 구체적으로는, 노광 장치 (EX)는, 투영 광학계 (PL)의 선단부 (종단부)의 광학 소자 (2)와 기판 (P) 표면과의 사이에 액체 (1)를 채우고, 이 투영 광학계 (PL)와 기판 (P) 사이의 액체 (1) 및 투영 광학계 (PL)를 통해서 마스크 (M)의 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 기판 (P)을 노광한다.

[0068] 본 실시형태에서는, 노광 장치 (EX)로서 마스크 (M)와 기판 (P)을 주사 방향에서의 서로 다른 방향 (역방향)으로 동기 이동시키면서 마스크 (M)에 형성된 패턴을 기판 (P)에 노광하는 주사형 노광 장치 (이른바 스캐닝 스텝페)를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 투영 광학계 (PL)의 광축 (AX)과 일치하는 방향을 Z 축 방향, Z 축 방향에 수직인 평면 내에서 마스크 (M)와 기판 (P)의 동기 이동 방향 (주사 방향)을 X 축 방향, Z 축 방향 및 X 축 방향에 수직인 방향 (비주사 방향)을 Y 축 방향으로 한다. 또한, X 축, Y 축, 및 Z 축 둘레의 회전 (경사) 방향을 각각 ΘX , ΘY , 및 ΘZ 방향으로 한다. 또, 여기서 말하는 「기판」은 반도체 웨이퍼 상에 감광성 재료인 포토레지스트를 도포한 것을 포함하고, 「마스크」는 기판 상에 축소 투영되는 디바이스 패턴이 형성된 레티클을 포함한다.

[0069] 조명 광학계 (IL)는, 메인 칼럼 (3)의 상부에 고정된 지지 칼럼 (5)에 의해 지지되어 있다. 조명 광학계 (IL)는 마스크 스테이지 (MST)에 지지되어 있는 마스크 (M)를 노광광 (EL)에 의해 조명하는 것으로, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출 (射出)된 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 진공 자외광 (VUV 광) 등이 사용된다. 본 실시형태에 있어서는 ArF 엑시머 레이저광이 사용된다.

[0070] 본 실시형태에 있어서, 액체 (1)에는 순수가 사용된다. 순수는 ArF 엑시머 레이저광뿐만 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.

[0071] 마스크 스테이지 (MST)는 마스크 (M)를 지지하는 것으로서, 그 중앙부에 마스크 (M)의 패턴 이미지를 통과시키는 개구부 (34A)가 구비되어 있다. 메인 칼럼 (3)의 상측 단차부 (3A)에는, 방진 유닛 (6)을 통해 마스크 정반 (定盤) (31)이 지지되어 있다. 마스크 정반 (31)의 중앙부에도, 마스크 (M)의 패턴 이미지를 통과시키는 개구부 (34B)가 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST)의 하면에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 32)이 복수 설치되어 있다. 마스크 스테이지 (MST)는 에어 베어링 (32)에 의해 마스크 정반 (31)의 상면 (가이드면: 31A)에 대하여 비접촉으로 지지되어 있고, 리니어 모터 등과 같은 마스크 스테이지 구동 기구에 의해, 투영 광학계 (PL)의 광축 (AX)에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2 차원 이동 및 ΘZ 방향으로 미소 회전이 가능하다. 마스크 스테이지 (MST)상에는 마스크 스테이지 (MST)와 함께 투영 광학계 (PL)에 대하여 이동하는 이동경 (35)이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (35)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (36)가 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST)상의 마스크 (M)의 2 차원 방향의 위치, 및 ΘZ 방향의 회전각 (경우에 따라서는 ΘX , ΘY 방향의 회전각도 포함)은 레이저 간섭계 (36)에 의해 실시간으로 계측되고, 계측 결과는 제어 장치 (CONT)에 출력된다. 제어 장치 (CONT)는 레이저 간섭계 (36)의 계측 결과에 기초하여 마스크 스테이지 구동 기구를 구동함으로써 마스크 스테이지 (MST)에 지지되어 있는 마스크 (M)의 위치를 결정한다.

[0072] 투영 광학계 (PL)는 마스크 (M)의 패턴을 소정의 투영 배율 (β)로 기판 (P)에 투영 노광하는 것으로서, 기판 (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. 경통 (PK) 의 외주부에는 플랜지부 (FLG) 가 형성되어 있다. 또한, 메인 칼럼 (3) 의 하측 단차부 (3B) 에는, 방진 유닛 (7) 을 통해 경통 정반 (8) 이 지지되어 있다. 그리고, 투영 광학계 (PL) 의 플랜지부 (FLG) 가 경통 정반 (8) 와 걸어 맞춰져, 투영 광학계 (PL) 가 경통 정반 (8) 에 지지되어 있다.

[0073] 본 실시형태의 투영 광학계 (PL) 의 선단부의 광학 소자 (2) 는 경통 (PK) 에 대하여 착탈 (교환) 가능하게 배치되어 있다. 광학 소자 (2) 에는 액침 영역 (AR2) 의 액체 (1) 가 접촉한다. 광학 소자 (2) 는 형석으로 형성되어 있다. 형석은 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 기판 (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.

[0074] 광학 소자 (2) 를 둘러싸도록 플레이트부재 (2P) 가 설치되어 있다. 플레이트부재 (2P) 의 기판 (P) 과 대향하는 면 (즉 하면) 은 평탄면으로 되어 있다. 광학 소자 (2) 의 하면 (액체 접촉면: 2a) 도 평탄면으로 되어 있고, 플레이트부재 (2P) 의 하면과 광학 소자 (2) 의 하면은 대략 면밀하게 되어 있다. 이것에 의해, 넓은 범위에서 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 형성할 수 있다. 또한, 플레이트부재 (2P) 의 하면을 광학 소자 (2) 와 동일하게 표면 처리 (친액화 처리) 할 수 있다.

[0075] 기판 스테이지 (가동부재: PST) 는, 기판 홀더 (기판 유지부재: PH) 를 통해서 기판 (P) 을 흡착 유지하여 이동할 수 있도록 설치되어 있고, 그 하면에는 복수의 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 42) 이 설치되어 있다. 베이스 플레이트 (4) 상에는, 방진 유닛 (9) 을 개재하여 기판 정반 (41) 이 지지되어 있다. 에어 베어링 (42) 은, 기판 정반 (41) 의 상면 (가이드면: 41A) 에 대하여 기체 (에어) 를 분출하는 분출구 (42B) 와, 기판 스테이지 (PST) 하면 (베어링면) 과 가이드면 (41A) 사이의 기체를 흡인하는 흡기구 (42A) 를 구비하고 있고, 분출구 (42B) 로부터 기체가 뿜어 나오는 것에 의한 반발력과 흡기구 (42A) 에 의한 흡인력과의 균형에 의해 기판 스테이지 (PST) 하면과 가이드면 (41A) 사이에 일정한 간극이 유지된다. 다시 말해, 기판 스테이지 (PST) 는 에어 베어링 (42) 에 의해 기판 정반 (베이스부재: 41) 의 상면 (가이드면: 41A) 에 대하여 비접촉 지지되어 있고, 리니어 모터 등과 같은 기판 스테이지 구동 기구에 의해 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2 차원 이동 및 ΘZ 방향으로 미소 회전이 가능하다. 또, 기판 홀더 (PH) 는, Z 축 방향, ΘX 방향, 및 ΘY 방향으로도 이동할 수 있게 설치되어 있다. 기판 스테이지 구동 기구는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 즉, 기판 홀더 (PH) 는, 기판 (P) 의 포커스 위치 (Z 위치) 및 경사각을 제어하여 기판 (P) 의 표면을 오토 포커스 방식, 및 오토 레벨링 방식으로 투영 광학계 (PL) 의 이미지면에 맞춰 넣음과 함께, 기판 (P) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향에 있어서의 위치 결정을 수행한다.

[0076] 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 상에는, 기판 스테이지 (PST) 와 함께 투영 광학계 (PL) 에 대하여 이동하는 이동경 (45) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (45) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (46) 가 형성되어 있다. 기판 스테이지 (PST) 상의 기판 (P) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (46) 에 의해 실시간으로 계측되고, 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (46) 의 계측 결과에 기초하여 리니어 모터를 포함하는 기판 스테이지 구동 장치 (PSTD) 를 구동함으로써, 기판 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기판 (P) 의 위치를 결정한다.

[0077] 또한, 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 상에는, 기판 (P) 을 둘러싸도록 보조 플레이트 (43) 가 설치되어 있다 (도 2 참조). 보조 플레이트 (43) 는 기판 홀더 (PH) 에 유지된 기판 (P) 의 표면과 대략 같은 높이의 평면을 갖고 있다. 기판 (P) 의 에지 영역을 노광하는 경우에도 보조 플레이트 (43) 에 의해 투영 광학계 (PL) 아래에 액체 (1) 를 유지할 수 있다.

[0078] 또한, 기판 홀더 (PH) 중 보조 플레이트 (43) 의 외측에는, 기판 (P) 의 외측으로 유출된 액체 (1) 를 회수하는 회수 장치 (60) 의 회수구 (흡인구: 61) 가 형성되어 있다. 회수구 (61) 는 보조 플레이트 (43) 를 둘러싸도록 형성된 고리형의 홈부로서, 그 내부에는 스폰지 형상의 부재나 다공질체 등으로 이루어지는 액체 흡수부재 (62) 가 배치되어 있다.

[0079] 도 2 는, 기판 스테이지 (PST) 및 이 기판 스테이지 (PST) 를 구동하는 기판 스테이지 구동 기구를 나타내는 개

략 사시도이다. 도 2에 있어서, 기판 스테이지 (PST)는, X 가이드 스테이지 (44)에 의해 X 축 방향으로 자유롭게 이동할 수 있도록 지지되어 있다. 기판 스테이지 (PST)는, X 가이드 스테이지 (44)에 의해 안내되면서 X 리니어 모터 (47)에 의해 X 축 방향으로 소정 스트로크로 이동할 수 있다. X 리니어 모터 (47)는, X 가이드 스테이지 (44)에 X 축 방향으로 연장되어 설치된 고정자 (47A)와, 이 고정자 (47A)에 대응하여 설치되며 기판 스테이지 (PST)에 고정된 가동자 (47B)를 구비하고 있다. 그리고, 가동자 (47B)가 고정자 (47A)에 대하여 구동됨으로써 기판 스테이지 (PST)가 X 축 방향으로 이동한다. 여기서, 기판 스테이지 (PST)는, X 가이드 스테이지 (44)에 대하여 Z 축 방향으로 소정량의 캡을 유지하는 자석 및 액츄에이터로 이루어지는 자기 가이드에 의해 비접촉으로 지지되어 있다. 기판 스테이지 (PST)는 X 가이드 스테이지 (44)에 비접촉 지지된 상태로 X 리니어 모터 (47)에 의해 X 축 방향으로 이동한다.

[0080]

X 가이드 스테이지 (44)의 길이방향 양단에는, 이 X 가이드 스테이지 (44)를 기판 스테이지 (PST)와 함께 Y 축 방향으로 이동시킬 수 있는 한 쌍의 Y 리니어 모터 (48)가 설치되어 있다. 각각의 Y 리니어 모터 (48)는, X 가이드 스테이지 (44)의 길이방향 양단에 설치된 가동자 (48B)와, 이 가동자 (48B)에 대응하여 설치된 고정자 (48A)를 구비하고 있다. 그리고, 가동자 (48B)가 고정자 (48A)에 대하여 구동됨으로써 X 가이드 스테이지 (44)가 기판 스테이지 (PST)와 함께 Y 축 방향으로 이동한다. 또한, Y 리니어 모터 (48) 각각의 구동을 조정함으로써 X 가이드 스테이지 (44)는 ΘZ 방향으로도 회전 이동할 수 있도록 되어 있다. 따라서, 이 Y 리니어 모터 (48)에 의해 기판 스테이지 (PST)가 X 가이드 스테이지 (44)와 거의 일체적으로 Y 축 방향 및 ΘZ 방향으로 이동이 가능하게 되어 있다.

[0081]

기판 정반 (41)의 X 축 방향에서의 각각의 양측은 정면에서 보아 L자 형상으로 형성되고, X 가이드 스테이지 (44)의 Y 축 방향으로의 이동을 안내하는 가이드부 (49)가 형성되어 있다. 가이드부 (49)는 베이스 플레이트 (4) (도 1) 상에 지지되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 가이드부 (49)의 평탄부 (49B) 상에 Y 리니어 모터 (48)의 고정자 (48A)가 설치되어 있다. 한편, X 가이드 스테이지 (44) 하면의 길이방향의 각각의 양단부에는 오목한 형상의 피가이드부재 (50)가 형성되어 있다. 가이드부 (49)는 피가이드부재 (50)와 걸어 맞춰지고, 가이드부 (49)의 상면 (가이드면: 49A)과 피가이드부재 (50)의 내면이 대향하도록 형성되어 있다. 가이드부 (49)의 가이드면 (49A)에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 51)이 설치되어 있고, X 가이드 스테이지 (44)는 가이드면 (49A)에 대하여 비접촉으로 지지되어 있다.

[0082]

또한, Y 리니어 모터 (48)의 고정자 (48A)와 가이드부 (49)의 평탄부 (49B) 사이에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 52)이 개재되어 있고, 고정자 (48A)는 에어 베어링 (52)에 의해 가이드부 (49)의 평탄부 (49B)에 대하여 비접촉 지지된다. 이 때문에, 운동량 보존의 법칙에 의해 X 가이드 스테이지 (44) 및 기판 스테이지 (PST)의 $+Y$ 방향 ($-Y$ 방향)의 이동에 따라서 고정자 (48A)가 $-Y$ 방향 ($+Y$ 방향)으로 이동한다. 이 고정자 (48A)의 이동에 의해 X 가이드 스테이지 (44) 및 기판 스테이지 (PST)의 이동에 수반되는 반력이 상쇄됨과 함께 무게중심 위치가 변화되는 것을 막을 수 있다. 즉, 고정자 (48A)는 소위 카운터 매스로서의 기능을 갖고 있다.

[0083]

도 3은, 액체 공급 기구 (10), 액체 회수 기구 (20), 및 투영 광학계 (PL) 선단부 근방을 나타내는 확대도이다. 액체 공급 기구 (10)는 투영 광학계 (PL)와 기판 (P) 사이에 액체 (1)를 공급하는 것으로, 액체 (1)를 송출할 수 있는 액체 공급부 (11)와, 액체 공급부 (11)에 공급관 (15)을 통하여 접속되고, 이 액체 공급부 (11)로부터 송출된 액체 (1)를 기판 (P) 상에 공급하는 공급 노즐 (14)을 구비하고 있다. 공급 노즐 (14)은 기판 (P)의 표면에 근접하여 배치되어 있다. 액체 공급부 (11)는, 액체 (1)를 수용하는 탱크, 및 가압 펌프 등을 구비하고 있고, 공급관 (15) 및 공급 노즐 (14)을 통해서 기판 (P) 상에 액체 (1)를 공급한다. 액체 공급부 (11)의 액체 공급 동작은 제어 장치 (CONT)에 의해 제어되고, 제어 장치 (CONT)는 액체 공급부 (11)에 의한 기판 (P) 상으로의 단위 시간당 액체 공급량을 제어할 수 있다.

[0084]

공급관 (15)의 도중에는, 액체 공급부 (11)로부터 기판 (P) 상에 공급되는 액체 (1)의 양 (단위 시간당 액체 공급량)을 계측하는 유량계 (12)가 설치되어 있다. 유량계 (12)는 기판 (P) 상에 공급되는 액체 (1)의 양을 상시 모니터하여, 그 계측 결과를 제어 장치 (CONT)에 출력한다. 또한, 공급관 (15) 중 유량계 (12)와 공급 노즐 (14) 사이에는, 공급관 (15)의 유로를 개폐하는 밸브 (13)가 설치되어 있다. 밸브 (13)의 개폐 동작은 제어 장치 (CONT)에 의해 제어되게 되어 있다. 또, 본 실시형태에 있어서의 밸브 (13)는, 예를 들어 정전 등에 의해 노광 장치 (EX) (제어 장치 (CONT))의 구동원 (전원)이 정지한 경우에 공급관 (15)의 유로를 기계적으로 폐쇄하는 이른바 노멀 오프 방식으로 되어 있다.

[0085]

액체 회수 기구 (20)는, 액체 공급 기구 (10)에 의해 공급된 기판 (P) 상의 액체 (1)를 회수하는 것으로, 기

판 (P) 의 표면에 근접하여 배치된 회수 노즐 (흡인구: 21) 과, 회수 노즐 (21) 에 회수관 (24) 을 통해서 접속된 진공계 (흡인계: 25) 를 구비하고 있다. 진공계 (25) 는 진공 펌프를 포함하여 구성되어 있고, 그 동작은 제어 장치 (CONT) 에 제어된다. 진공계 (25) 가 구동함으로써, 기판 (P) 상의 액체 (1) 는 그 주위의 기체 (공기) 와 함께 회수 노즐 (21) 을 통하여 회수된다. 또, 진공계 (25) 로서, 노광 장치에 진공 펌프를 설치하지 않고 노광 장치 (EX) 가 배치되는 공장의 진공계를 사용하도록 해도 된다.

[0086] 회수관 (24) 의 도중에는, 회수 노즐 (21) 로부터 빨아 들인 액체 (1) 와 기체를 분리하는 기액 분리기 (22) 가 설치되어 있다. 여기서, 전술한 바와 같이, 회수 노즐 (21) 로부터는 기판 (P) 상의 액체 (1) 와 함께 그 주위의 기체도 회수된다. 기액 분리기 (22) 는, 회수 노즐 (21) 로부터 회수한 액체 (1) 와 기체를 분리한다. 기액 분리기 (22) 로는, 예를 들어 복수의 구멍부를 갖는 파이프부재에 회수된 액체와 기체를 유통시키고, 액체를 중력 작용에 의해 상기 구멍부를 통해 낙하시킴으로써 액체와 기체를 분리하는 중력 분리 방식의 장치나, 회수한 액체와 기체를 원심력을 사용하여 분리하는 원심 분리 방식의 장치 등을 채용할 수 있다. 그리고, 진공계 (25) 는, 기액 분리기 (22) 에 의해 분리된 기체를 흡인하도록 되어 있다.

[0087] 회수관 (24) 중, 진공계 (25) 와 기액 분리기 (22) 사이에는, 기액 분리기 (22) 에 의해 분리된 기체를 건조시키는 건조기 (23) 가 설치되어 있다. 가령 기액 분리기 (22) 에서 분리된 기체에 액체 성분이 혼재되어 있어도, 건조기 (23) 에 의해 기체를 건조시키고, 그 건조된 기체를 진공계 (25) 에 유입시킴으로써, 액체 성분이 유입되는 것에 기인하는 진공계 (25) 의 고장 등과 같은 문제의 발생을 방지할 수 있다. 건조기 (23) 로는, 예를 들어 기액 분리기 (22) 로부터 공급된 기체 (액체 성분이 혼재되어 있는 기체) 를 그 액체의 이슬점 이하로 냉각시킴으로써 액체 성분을 제거하는 방식의 장치, 예를 들어 냉각기나, 그 액체의 비등점 이상으로 가열함으로써 액체 성분을 제거하는 방식의 장치, 예를 들어 히터 등을 채용할 수 있다.

[0088] 한편, 기액 분리기 (22) 에 의해 분리된 액체 (1) 는 제 2 회수관 (26) 을 통해서 액체 회수부 (28) 에 회수된다. 액체 회수부 (28) 는, 회수된 액체 (1) 를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있다. 액체 회수부 (28) 에 회수된 액체 (1) 는, 예를 들어 폐기되거나 또는 클린화되어 액체 공급부 (11) 등으로 되돌려지고 재이용된다. 또한, 제 2 회수관 (26) 도중의 기액 분리기 (22) 와 액체 회수부 (28) 사이에는, 회수된 액체 (1) 의 양 (단위 시간당 액체 회수량) 을 계측하는 유량계 (27) 가 설치되어 있다. 유량계 (27) 는 기판 (P) 상에서 회수된 액체 (1) 의 양을 상시 모니터하여, 그 계측 결과를 제어 장치 (CONT) 에 출력한다. 전술한 바와 같이, 회수 노즐 (21) 로부터는 기판 (P) 상의 액체 (1) 와 함께 그 주위의 기체도 회수되지만, 기액 분리기 (22) 에 의해 액체 (1) 와 기체를 분리하고 액체 성분만을 유량계 (27) 로 보냄으로써, 유량계 (27) 는 기판 (P) 상으로부터 회수된 액체 (1) 의 양을 정확하게 계측할 수 있다.

[0089] 또한, 노광 장치 (EX) 는, 기판 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기판 (P) 표면의 위치를 검출하는 포커스 검출계 (56) 를 구비하고 있다. 포커스 검출계 (56) 는, 기판 (P) 상에 액체 (1) 를 통해서 비스듬한 상방으로부터 검출용 광속을 투사하는 투광부 (56A) 와, 기판 (P) 에서 반사된 상기 검출용 광속의 반사광을 수광하는 수광부 (56B) 를 구비하고 있다. 포커스 검출계 (56) (수광부 (56B)) 의 수광 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (56) 의 검출 결과에 기초하여, 기판 (P) 표면의 Z 축 방향의 위치 정보를 검출할 수 있다. 또한, 투광부 (56A) 로부터 복수의 검출용 광속을 투사함으로써, 기판 (P) 의 θX 및 θY 방향의 경사 정보를 검출할 수 있다.

[0090] 또, 포커스 검출계 (56) 는, 기판 (P) 에 한정되지 않고, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측에 배치된 물체의 표면 위치 정보를 검출할 수 있다. 또한, 포커스 검출계 (56) 는 액체 (1) 를 통해서 물체 (기판 (P)) 의 표면 위치 정보를 검출하는 것이지만, 액침 영역 (AR2) 의 외측에서 액체 (1) 를 통하지 않고 물체 (기판 (P)) 의 표면 위치 정보를 검출하는 포커스 검출계를 채용할 수도 있다.

[0091] 또, 도 1 의 일부 단면도에 나타내는 바와 같이, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 는 경통 정반 (8) 에 대하여 분리 지지되어 있다. 이것에 의해, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 에서 생긴 진동이 경통 정반 (8) 을 통하여 투영 광학계 (PL) 에 전달되는 일이 없다.

[0092] 도 4 는, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 와 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 의 위치 관계를 나타내는 평면도이다. 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 은 Y 축 방향으로 가늘고 긴 직사각 형상 (슬릿상) 으로 되어 있고, 그 투영 영역 (AR1) 을 X 축 방향 사이에 끼워, +X 측에 3 개의 공급 노즐 (14A~14C) 이 배치되고, -X 측에 2 개의 회수 노즐 (21A, 21B) 이 배치되어 있다. 그리고, 공급 노즐 (14A~14C) 은 공급관 (15) 을 통해서 액체 공급부 (11) 에 접속되고, 회수 노즐 (21A, 21B) 은 회수관 (24) 을 통해서 진공계 (25) 에 접속되어 있다. 또한, 공급 노즐 (14A~14C) 과 회수 노즐 (21A, 21B) 을 대략 180° 회

전시킨 위치에 공급 노즐 (14A'~14C') 과 회수 노즐 (21A', 21B') 이 배치되어 있다. 공급 노즐 (14A~14C) 과 회수 노즐 (21A', 21B') 은 Y 축 방향으로 교대로 배열되고, 공급 노즐 (14A'~14C') 과 회수 노즐 (21A, 21B) 은 Y 축 방향으로 교대로 배열되며, 공급 노즐 (14A'~14C') 은 공급관 (15') 을 통해서 액체 공급부 (11) 에 접속되고, 회수 노즐 (21A', 21B') 은 회수관 (24') 을 통해서 진공계 (25) 에 접속되어 있다. 또, 공급관 (15') 의 도중에는, 공급관 (15) 과 마찬가지로 유량계 (12') 및 밸브 (13') 가 설치되어 있다. 또한, 회수관 (24') 의 도중에는, 회수관 (24) 과 마찬가지로 기액 분리기 (22') 및 건조기 (23') 가 설치되어 있다.

[0093] 도 5 는, 기판 (P) 의 외측으로 유출된 액체 (1) 를 회수하는 회수 장치 (60) 를 나타내는 도면이다. 도 5 에 있어서, 회수 장치 (60) 는, 기판 홀더 (PH) 상에 있어 보조 플레이트 (43) 를 둘러싸도록 고리형으로 형성된 회수구 (흡인구: 61) 와, 회수구 (61) 에 배치되고, 스폰지 형상의 부재나 다공질 세라믹스 등의 다공질체로 이루어지는 액체 흡수부재 (62) 를 구비하고 있다. 액체 흡수부재 (62) 는 소정 폭을 갖는 고리형상의 부재로서, 액체 (1) 를 소정량 유지할 수 있다. 기판 홀더 (PH) 의 내부에는, 회수구 (61) 와 연결되어 통하는 유로 (63) 가 형성되어 있고, 회수구 (61) 에 배치되어 있는 액체 흡수부재 (62) 의 바닥부가 유로 (63) 에 접촉하고 있다. 또한, 기판 홀더 (PH) 상의 기판 (P) 과 보조 플레이트 (43) 사이에는 복수의 액체 회수구멍 (64) 이 형성되어 있다. 이들 액체 회수구멍 (64) 도 유로 (63) 에 접속되어 있다.

[0094] 기판 (P) 을 유지하는 기판 홀더 (기판 유지부재: PH) 의 상면에는, 기판 (P) 의 이면을 지지하기 위한 복수의 돌출부 (65) 가 형성되어 있다. 이들 각각의 돌출부 (65) 는, 기판 (P) 을 흡착 유지하기 위한 흡착구멍 (66) 이 형성되어 있다. 그리고, 각각의 흡착구멍 (66) 은, 기판 홀더 (PH) 내부에 형성된 관로 (67) 에 접속되어 있다.

[0095] 회수구 (61) 및 액체 회수구멍 (64) 의 각각에 접속되어 있는 유로 (63) 는, 기판 홀더 (PH) 외부에 형성되어 있는 관로 (68) 의 일단부에 접속되어 있다. 한편, 관로 (68) 의 타단부는 진공 펌프를 포함하는 진공계 (70) 에 접속되어 있다. 관로 (68) 의 도중에는 기액 분리기 (71) 가 설치되어 있고, 기액 분리기 (71) 와 진공계 (70) 사이에는 건조기 (72) 가 설치되어 있다. 진공계 (70) 의 구동에 의해 회수구 (61) 로부터 액체 (1) 가 그 주위의 기체와 함께 회수된다. 또한, 액체 (1) 가 기판 (P) 과 보조 플레이트 (43) 사이로부터 침입하여 기판 (P) 의 이면측으로 돌아 들어가는 경우에도, 그 액체는 회수구 (61) 로부터 주위의 기체와 함께 회수된다. 진공계 (70) 에는, 기액 분리기 (71) 에 의해 분리되고 건조기 (72) 에 의해 건조된 기체가 유입된다. 한편, 기액 분리기 (71) 에 의해 분리된 액체 (1) 는, 액체 (1) 를 수용할 수 있는 탱크 등이 구비된 액체 회수부 (73) 로 유입된다. 또, 액체 회수부 (73) 에 회수된 액체 (1) 는, 예를 들어 폐기되거나 또는 클린화되어 액체 공급부 (11) 등으로 되돌려지고 재이용된다.

[0096] 또한, 흡착구멍 (66) 에 접속되어 있는 관로 (67) 는, 기판 홀더 (PH) 외부에 형성되어 있는 관로 (69) 의 일단부에 접속되어 있다. 한편, 관로 (69) 의 타단부는, 기판 홀더 (PH) 외부에 설치된 진공 펌프를 포함하는 진공계 (74) 에 접속되어 있다. 진공계 (74) 의 구동에 의해, 돌출부 (65) 에 지지된 기판 (P) 이 흡착구멍 (66) 에 흡착 유지된다. 관로 (69) 의 도중에는 기액 분리기 (75) 가 설치되어 있고, 기액 분리기 (75) 와 진공계 (74) 사이에는 건조기 (76) 가 설치되어 있다. 또한, 기액 분리기 (75) 에는, 액체 (1) 를 수용할 수 있는 탱크 등이 구비된 액체 회수부 (73) 가 접속되어 있다.

[0097] 다음으로, 상기 서술한 노광 장치 (EX) 를 사용하여 마스크 (M) 의 패턴을 기판 (P) 에 노광하는 순서에 대해서, 도 1 등을 참조하면서 설명한다.

[0098] 마스크 (M) 가 마스크 스테이지 (MST) 에 로드됨과 함께, 기판 (P) 이 기판 스테이지 (PST) 에 로드된 후, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급부 (11) 를 구동하여 공급관 (15) 및 공급 노즐 (14) 을 통해 단위 시간당 소정량의 액체 (1) 를 기판 (P) 상에 공급한다. 또, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 (1) 의 공급에 동반하여 액체 회수 기구 (20) 의 진공계 (25) 를 구동하여 회수 노즐 (21) 및 회수관 (24) 을 통해 단위 시간당 소정량의 액체 (1) 를 회수한다. 이것에 의해, 투영 광학계 (PL) 선단부의 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 의 액침 영역 (AR2) 이 형성된다. 여기서, 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 상에 대한 액체 공급량과 기판 (P) 상으로부터의 액체 회수량이 대략 동일한 양이 되도록 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 각각 제어한다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 조명 광학계 (IL) 에 의해 마스크 (M) 을 노광광 (EL) 으로 조명하여, 마스크 (M) 의 패턴의 이미지를 투영 광학계 (PL) 및 액체 (1) 를 통해서 기판 (P) 에 투영한다.

[0099] 주사 노광시에는, 투영 영역 (AR1) 에 마스크 (M) 의 일부의 패턴 이미지가 투영되고, 투영 광학계 (PL) 에 대

하여, 마스크 (M) 가 $-X$ 방향 (또는 $+X$ 방향) 으로 속도 (V) 로 이동하는 데에 동기하여 기판 스테이지 (PST) 를 통해서 기판 (P) 이 $+X$ 방향 (또는 $-X$ 방향) 으로 속도 ($\beta \cdot V$: β 는 투영 배율) 로 이동한다. 그리고, 하나의 쇼트 영역에 대한 노광 종료 후에 기판 (P) 의 스텝핑에 의해 다음 쇼트 영역이 주사 개시 위치로 이동하고, 이하, 스텝 앤드 스캔 방식에 의해 각 쇼트 영역에 대한 주사 노광 처리가 순차적으로 이루어진다. 본 실시형태에서는, 기판 (P) 의 이동 방향과 평행하게, 기판 (P) 의 이동 방향과 동일 방향으로 액체 (1) 가 흐르게 되도록 설정되어 있다. 즉, 화살표 Xa (도 4 참조) 로 나타내는 주사 방향 ($-X$ 방향) 으로 기판 (P) 을 이동시켜 주사 노광하는 경우에는, 공급관 (15), 공급 노즐 (14A~14C), 회수관 (24), 및 회수 노즐 (21A, 21B) 을 사용하여 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 에 의한 액체 (1) 의 공급 및 회수가 이루어진다. 즉, 기판 (P) 이 $-X$ 방향으로 이동할 때에는, 공급 노즐 (14: 14A~14C) 로부터 액체 (1) 가 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 공급됨과 함께, 회수 노즐 (21: 21A, 21B) 로부터 기판 (P) 상의 액체 (1) 가 그 주위의 기체와 함께 회수되어, 투영 광학계 (PL) 선단부의 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이를 채우도록 $-X$ 방향으로 액체 (1) 가 흐른다. 한편, 화살표 Xb (도 4 참조) 로 나타내는 주사 방향 ($+X$ 방향) 으로 기판 (P) 을 이동시켜 주사 노광하는 경우에는, 공급관 (15'), 공급 노즐 (14A'~14C'), 회수관 (24'), 및 회수 노즐 (21A', 21B') 을 사용하여, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 에 의한 액체 (1) 의 공급 및 회수가 이루어진다. 즉, 기판 (P) 이 $+X$ 방향으로 이동할 때에는, 공급 노즐 (14': 14A'~14C') 로부터 액체 (1) 가 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 공급됨과 함께, 회수 노즐 (21': 21A', 21B') 로부터 기판 (P) 상의 액체 (1) 가 그 주위의 기체와 함께 회수되어, 투영 광학계 (PL) 선단부의 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이를 채우도록 $+X$ 방향으로 액체 (1) 가 흐른다. 이 경우, 예를 들어 공급 노즐 (14) 을 통해서 공급되는 액체 (1) 는 기판 (P) 의 $-X$ 방향으로의 이동에 수반하여 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이로 끌려 들어가도록 흐르기 때문에, 액체 공급 기구 (10) (액체 공급부 (11)) 의 공급 에너지가 작더라도 액체 (1) 를 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이로 용이하게 공급할 수 있다. 그리고, 주사 방향에 따라서 액체 (1) 가 흐르는 방향을 전환함으로써, $+X$ 방향, 또는 $-X$ 방향 중 어느 방향으로 기판 (P) 을 주사하는 경우에도 광학 소자 (2) 와 기판 (P) 사이를 액체 (1) 로 채울 수 있어, 높은 해상도 및 넓은 초점 심도로 노광할 수 있다.

[0100]

노광 처리 중, 액체 공급 기구 (10) 에 설치되어 있는 유량계 (12) 의 계측 결과, 및 액체 회수 기구 (20) 에 설치되어 있는 유량계 (27) 의 계측 결과는, 상시 제어 장치 (CONT) 에 출력되고 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 유량계 (12) 의 계측 결과, 즉 액체 공급 기구 (10) 에 의해 기판 (P) 상에 공급되는 액체의 양과, 유량계 (27) 의 계측 결과, 즉 액체 회수 기구 (20) 에 의해 기판 (P) 상로부터 회수된 액체의 양을 비교하고, 그 비교한 결과에 기초하여 액체 공급 기구 (10) 의 밸브 (13) 를 제어한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 상에 대한 액체 공급량 (유량계 (12) 의 계측 결과) 과 기판 (P) 상으로부터의 액체 회수량 (유량계 (27) 의 계측 결과) 의 차를 구하고, 그 구한 차가 미리 설정되어 있는 허용치 (임계값) 를 초과하는지 여부의 판단에 기초하여 밸브 (13) 를 제어한다. 여기서, 전술한 바와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 상에 대한 액체 공급량과 기판 (P) 상으로부터의 액체 회수량이 대략 동일해지도록 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 각각을 제어하고 있기 때문에, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작 및 액체 회수 기구 (20) 에 의한 액체 회수 동작의 각각이 정상으로 이루어지고 있는 상황이라면 상기에서 구한 차는 거의 제로가 된다.

[0101]

제어 장치 (CONT) 는, 구한 차가 허용치 이상인 경우, 즉 액체 회수량이 액체 공급량과 비교하여 극단적으로 적은 경우, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작에 이상이 발생하여 충분히 액체 (1) 를 회수할 수 없다고 판단한다. 이 때, 제어 장치 (CONT) 는, 예를 들어 액체 회수 기구 (20) 의 진공계 (25) 에 고장 등의 이상이 생긴 것으로 판단하여, 액체 회수 기구 (20) 에 의해 액체 (1) 를 정상적으로 회수할 수 없는 것에 기인하는 액체 (1) 의 누설을 방지하기 위해, 액체 공급 기구 (10) 의 밸브 (13) 를 작동하여 공급관 (15) 의 유로를 차단함으로써 액체 공급 기구 (10) 에 의한 기판 (P) 상에 대한 액체 (1) 의 공급을 정지한다. 이와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 로부터 기판 (P) 상에 공급된 액체량과 액체 회수 기구 (20) 에서 회수된 액체량을 비교하고, 그 비교 결과에 기초하여 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출하여, 액체 (1) 가 공급 과잉이 되어 이상이 검출되었을 때에 기판 (P) 상에 대한 액체 (1) 의 공급을 정지한다. 이것에 의해, 기판 (P) 이나 기판 스테이지 (PST) (기판 훌더 (PH)) 의 외측으로 액체 (1) 가 누설되는 것, 또는 원하지 않는 지점으로 액체 (1) 가 침입되는 것, 혹은 그와 같은 누설이나 침입에 의한 피해의 확대를 방지할 수 있다.

[0102]

또한, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에, 누설 또는 침입한 액체 (1) 의 부착에 기인하는 누전을 방지하기 위해 노광 장치 (EX) 를 구성하는 전기기기에 대한 전력 공급을 정지한다. 여기서, 전기기기로는, 기판 스테이지 (PST) 를 움직이기 위한 리니어 모터 (47, 48) 등을 들 수 있다.

있다. 이들 리니어 모터 (47, 48) 는, 기판 스테이지 (PST) 의 외측으로 누설된 액체 (1) 가 부착 및 침입하기 쉬운 위치에 있기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는, 이들 리니어 모터 (47, 48) 에 대한 전력 공급을 정지시킴으로써 액체 (1) 의 부착에 기인하는 누전을 방지할 수 있다. 또한, 전기기기로는, 리니어 모터 (47, 48) 외에, 예를 들어 기판 스테이지 (PST) 상에 설치되고, 기판 스테이지 (PST) 에 대한 노광광 (EL) 을 수광하기 위한 센서 (광전자 증배판 등) 을 들 수 있다. 또는 전기기기로서, 기판 홀더 (PH) 의 Z 축 방향 및 경사방향의 위치를 조정하기 위한 예를 들어 피에조 소자 등의 각종 액츄에이터를 들 수 있다. 또한, 이상을 검출했을 때에, 노광 장치 (EX) 를 구성하는 모든 전기기기에 대한 전력 공급을 정지할 수도 있고, 일부 전기기기에 대한 전력 공급을 정지할 수도 있다. 여기서, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에, 예를 들어 리니어 모터나, 0~150V 부근에서 사용되는 피에조 소자나, 300~900V 부근에서 사용되는 광전자 증배판 (센서) 등의 전기기기 (고전압기기) 에 대한 전력 공급을 정지시킴으로써 누전의 발생을 방지하고, 누전에 기인하는 주변 장치에 대한 영향을 억제할 수 있다.

[0103] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에, 예를 들어 기판 스테이지 (PST) 를 기판 정반 (41) 의 가이드면 (41A) 에 대하여 비접촉으로 이동시키기 위한 에어 베어링 (42) 의 구동을 정지한다. 에어 베어링 (42) 은, 기판 정반 (41) 의 상면 (가이드면: 41A) 에 대하여 기체 (에어) 를 분출하는 분출구 (42B) 와, 기판 스테이지 (PST) 하면 (베어링면) 과 가이드면 (41A) 사이의 기체를 흡인하는 흡기구 (42A) 를 구비하고 있고, 분출구 (42B) 로부터 기체가 뿐어 나오는 것에 의한 반발력과 흡기구 (42A) 에 의한 흡인력과의 균형에 의해 기판 스테이지 (PST) 하면과 가이드면 (41A) 사이에 일정한 간극이 유지되도록 되어 있는데, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에, 누설된 액체 (1) 가 에어 베어링 (42) 의 흡기구 (42A) 로 유입 (침입) 되는 것을 방지하기 위해 에어 베어링 (42) 의 동작, 특히 흡기구 (42A) 로부터의 흡기를 정지한다. 이것에 의해 그 흡기구 (42A) 에 접속하는 진공계에 대하여 액체 (1) 가 유입되는 것을 방지할 수 있어, 액체 (1) 의 유입에 기인하는 진공계의 고장 등과 같은 문제의 발생을 방지할 수 있다.

[0104] 또한, 기판 (P) 을 유지하는 돌기부 (65) 나 흡착구멍 (66) 을 별도 부재에 형성하고, 그 별도 부재를 기판 홀더 (PH) 에 흡착 유지시키고 있는 경우에는, 제어 장치 (CONT) 가 그 별도 부재를 흡착 유지하기 위한 흡착구멍 (흡기구) 으로부터의 흡기를 정지시키도록 해도 된다.

[0105] 또, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에 경보 장치 (K) 를 구동한다. 경보 장치 (K) 는, 경고등, 알람음, 디스플레이 등을 사용하여 경보를 발하고, 이것에 의해, 예를 들어 작업자는 노광 장치 (EX) 에 액체 (1) 의 누설이나 침입이 발생하였음을 알 수 있다.

[0106] 또한, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출했을 때, 제어 장치 (CONT) 는 회수 장치 (60) 의 액체 회수량을 많게 한다. 구체적으로는, 회수 장치 (60) 의 진공계 (70) 의 구동량 (구동력) 을 상승시킨다. 회수 장치 (60) (진공계 (70)) 의 구동은 진동원이 되기 때문에 노광 처리 중에는 회수 장치 (60) 의 구동력을 저하 또는 정지시키는 것이 바람직하지만, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출하여 액체 (1) 의 누설 가능성이 생겼을 때, 제어 장치 (CONT) 는, 회수 장치 (60) 의 구동력을 상승시킴으로써 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 외측 (적어도 회수구 (61) 보다 외측) 으로 액체 (1) 가 누설되는 것을 방지하거나, 또는 누설의 확대를 방지할 수 있다.

[0107] 또한, 기판 (P) 중앙 부근의 쇼트 영역을 노광하고 있는 동안에는, 액체 공급 기구 (10) 로부터 공급된 액체 (1) 는 액체 회수 기구 (20) 에 의해 회수된다. 한편, 도 5 에 나타낸 바와 같이, 기판 (P) 의 예지 영역을 노광 처리함으로써, 액침 영역 (AR2) 이 기판 (P) 의 예지 영역 부근에 있을 때, 보조 플레이트 (43) 에 의해 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 를 계속해서 유지할 수 있지만, 유체 (1) 의 일부가 보조 플레이트 (43) 의 외측으로 유출되는 경우가 있고, 유출된 유체 (1) 는 액체 흡수부재 (62) 를 배치한 회수구 (61) 로부터 회수된다. 여기서, 제어 장치 (CONT) 는, 상기 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 구동 개시와 함께 회수 장치 (60) 의 동작을 개시하고 있다. 따라서, 회수구 (61) 로부터 회수된 액체 (1) 는, 진공계 (70) 의 흡인에 의해 주위의 공기와 함께 유로 (63) 및 관로 (68) 를 통해서 회수된다. 또한, 기판 (P) 과 보조 플레이트 (43) 의 간극으로 유입된 액체 (1) 는, 액체 회수구멍 (64) 을 통해서 주위의 공기와 함께 유로 (63) 및 관로 (68) 를 통해서 회수된다. 이 때, 기액 분리기 (71) 는, 회수구 (61) 로부터 회수된 액체 (1) 와 기체를 분리한다. 기액 분리기 (71) 에 의해 분리된 기체는 건조기 (72) 에 의해 건조된 후에 진공계 (70) 로 유입된다. 이것에 의해 진공계 (70) 에 액체 성분이 유입되는 문제를 방지할 수 있다. 한편, 기액 분리기 (71) 에 의해 분리된 액체는 액체 회수부 (73) 에 회수된다.

- [0108] 또 이때, 회수 장치 (60)에 의해 액체 공급 기구 (10)로부터 공급된 액체 (1)의 일부가 회수되기 때문에 액체 회수 기구 (20)에 의해 회수되는 액체량이 감소하고, 그 결과, 액체 회수 기구 (20)의 유량계 (27)에서 계측되는 액체 회수량이 감소한다. 이 경우, 액체 (1)가 누설되어 있지 않음에도 불구하고, 제어 장치 (CONT)가 액체 공급 기구 (10)의 유량계 (12) 및 액체 회수 기구 (20)의 유량계 (27)의 각각의 계측 결과를 비교한 결과에 기초하여 액체 회수 기구 (20)의 회수 동작에 이상이 생겼다고 잘못 판단할 가능성이 있다. 그래서, 회수 장치 (60) 중 기액 분리기 (71)와 액체 회수부 (73) 사이에 회수된 액체의 양을 계측하는 유량계를 설치하고, 제어 장치 (CONT)는, 그 회수 장치 (60)의 유량계의 계측 결과와 액체 회수 기구 (20)의 유량계 (27)의 계측 결과에 기초하여 전체의 액체 회수량을 구하여, 구한 전체의 액체 회수량과 액체 공급 기구 (10)의 유량계 (12)의 계측 결과를 비교한다. 그리고, 제어 장치 (CONT)는, 그 비교한 결과에 기초하여 액체 회수 기구 (20)의 액체 회수 동작에 이상이 생겼는지 여부를 판단하고, 그 판단한 결과에 기초하여 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급의 정지, 흡기구로부터 흡기 동작의 정지 등과 같은 대처를 실행할 수 있다.
- [0109] 또한, 회수 장치 (60)에 설치된 유량계의 계측치가 미리 설정된 허용치에 대하여 지나치게 큰 값이 되었을 때, 제어 장치 (CONT)는, 다량의 액체 (1)가 기관 (P)의 외측으로 유출되어 있는 것으로 판단하여, 액체 (1)가 기관 스테이지 (PST) (기관 홀더 (PH))의 외측으로 누설되는 것 등을 방지하기 위해 액체 공급 기구 (10)을 정지하도록 해도 된다.
- [0110] 기관 (P)의 외측으로 유출된 액체 (1)는, 기관 (P)과 보조 플레이트 (43)의 간극으로부터 침입하여 기관 (P)의 이면측에 도달하는 경우도 있다. 그리고, 기관 (P)의 이면측으로 침입한 액체 (1)가 기관 (P)을 흡착 유지하기 위한 흡착구멍 (흡인구: 66)으로 유입될 가능성도 있다. 이 경우, 기관 (P)을 흡착 유지하기 위해서 기관 홀더 (PH)에 형성되어 있는 흡착구멍 (66)은, 관로 (67) 및 관로 (69)를 통해서 진공계 (74)에 접속되고, 그 도중에는 기액 분리기 (75), 및 기액 분리기 (75)에서 분리된 기체를 건조시키는 건조기 (76)가 설치되어 있다. 따라서, 가령 흡착구멍 (66)에 액체 (1)가 유입하더라도, 흡착구멍 (66)으로부터 유입된 액체 (1)가 액체 회수부 (73)에 회수되어, 진공계 (74)로 액체 성분이 유입되는 문제를 방지할 수 있다.
- [0111] 또, 흡착구멍 (66)으로부터 액체 (1)가 침입한 경우에는 기관 (P)의 유지 등에 문제가 생길 가능성이 있기 때문에, 관로 (69) 또는 기액 분리기 (75)와 액체 회수부 (73) 사이에 유량계를 배치하고, 그 유량계에 의해 흡착구멍 (66)으로부터의 액체의 침입이 검지된 경우에는 이상 사태로 판단하여, 전술한 바와 같은 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급 정지, 흡기구로부터의 흡기 정지 중 적어도 하나를 실행할 수도 있다.
- [0112] 또, 흡착구멍 (66)에 접속하는 관로 (69)에 기액 분리기 (75)가 설치되어 있지 않은 구성인 경우에는, 액체 회수 기구 (20)나 회수 장치 (60)의 회수 동작의 이상을 검출했을 때에 흡착구멍 (흡기구: 66)으로 액체 (1)가 유입되는 것을 방지하기 위해, 진공계 (74) (흡인계)의 구동을 정지하여 흡착구멍 (66)으로부터의 흡기를 정지하도록 해도 된다.
- [0113] 이상 설명한 바와 같이, 액체 (1)가 누설 또는 침입되는 이상을 검출했을 때에 액체 공급 기구 (10)에 의한 기관 (P) 상으로의 액체 (1)의 공급을 정지하도록 하였기 때문에, 액체 (1) 누설의 방지, 또는 누설의 확대나 침수 등을 방지할 수 있다. 또한, 액체 (1)가 누설 또는 침입되는 이상이 일어난 경우라도, 노광 장치 (EX)를 구성하는 리니어 모터 (47, 48)를 비롯한 전기기기에 대한 전력 공급을 정지시킴으로써 누전의 발생이나 누전에 의한 피해의 확대를 방지할 수 있다. 또한, 에어 베어링 (42)의 흡기구 (42A)나, 기관 (P)을 흡착 유지하기 위해서 기관 홀더 (PH)에 형성된 흡착구멍 (66) 등의 진공계에 유통되는 각 흡기구로부터의 흡기를 정지시킴으로써, 이 흡기구에 접속하는 진공계에 대하여 액체 (1)가 유입되는 문제의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 회수 노즐 (21)이나 회수구 (61), 또는 흡착구멍 (66) 등의 흡인구로부터 액체와 함께 그 주위의 기체를 회수할 때, 흡인구로부터 빨아 들인 액체와 기체를 기액 분리기에 의해 기액 분리하고, 기액 분리기에 의해 분리한 기체를 다시 건조기에 의해 건조시킴으로써, 진공계에 대하여 액체 성분 (습윤한 기체 등)이 유입되는 문제를 방지할 수 있어, 액체가 진공계에 미치는 영향을 억제할 수 있다. 또한, 본 실시형태는 흡인구로부터 액체를 그 주위의 기체와 함께 회수하는 구성이지만, 기액 분리기에 의해 회수된 액체와 기체를 분리함으로써 회수한 액체량을 정확하게 계측할 수 있다.
- [0114] 또, 상기 실시형태에 있어서, 액체 회수 기구 (20)의 회수 동작의 이상으로서 진공계 (25)의 고장 (동작 이상)을 예로서 설명했지만, 진공계 (25)의 고장 외에도, 예를 들어 기액 분리기 (22)의 동작 이상도 들 수 있다. 즉, 회수 노즐 (21)을 통해서 기관 (P) 상의 액체 (1)를 회수할 수 있었다고 해도, 기액 분리기

(22) 가 회수 노즐 (21)로부터 회수한 액체와 기체를 충분히 분리시킬 수 없어 유량계 (27)에서 계측되는 액체량이 소정값보다 적어지는 상황이 발생하는 경우가 있다. 이 경우, 진공계 (25)로 유입되는 액체 성분이 많아지므로 진공계 (25)의 고장 등을 초래하기 때문에, 제어 장치 (CONT)는, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작을 정지시킴과 함께 액체 회수 기구 (20) (진공계 (25))의 액체 회수 동작을 정지시킴으로써, 액체 (1)의 누설을 방지할 수 있으면서, 또 진공계 (25)의 고장을 방지할 수도 있다.

[0115] 또, 본 실시형태에 있어서, 제어 장치 (CONT)는, 기판 (P) 상에 대한 액체 공급량과 기판 (P) 상으로부터의 액체 회수량이 대략 동일해지도록 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20)를 각각 제어하고 있다. 그 때문에, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작 및 액체 회수 기구 (20)에 의한 액체 회수 동작 각각이 정상적으로 이루어지고 있는 상황이라면 상기에서 구한 차는 거의 제로가 되고, 상기 허용치는 거기에 맞춰 작은 값으로 미리 설정된다. 한편에서, 예를 들어 사용하는 액체 (1)가 높은 휘발성을 갖고 있는 경우, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작 및 액체 회수 기구 (20)에 의한 액체 회수 동작 각각이 정상으로 이루어지고 있는 상황이라도, 기판 (P) 상에 있어서 액체 (1)가 휘발하여, 액체 회수 기구 (20)의 유량계 (27)에 의한 계측치가 액체 공급 기구 (10)의 유량계 (12)에 의한 계측치에 대하여 작아지는 경우가 있다. 따라서, 제어 장치 (CONT)는, 사용하는 액체 (1) (휘발성) 또는 기판 (P)이 놓여져 있는 환경에 따라서 상기 허용치를 미리 설정하고, 설정한 허용치와 상기에서 구한 차의 비교 결과에 기초하여 벨브 (13)를 제어하면 된다.

[0116] 또한, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 액체 공급 기구 (10)의 액체의 공급량과 액체 회수 기구 (20)에 의한 액체의 회수량을 비교하여 액체 (1)의 유통 상태의 이상을 검지하고 있지만, 액체 공급 기구 (10)의 공급량에만, 또는 액체 회수 기구 (20)에 의한 회수량에만 근거하여 각각의 이상을 검지하도록 해도 된다. 또, 액체의 유량에 한정되지 않고, 액체 공급 기구 (10)나 액체 회수 기구 (20)의 기계적 또는 전기적 이상이 검지된 경우에도, 제어 장치 (CONT)는 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급의 정지, 흡기구로부터 흡기 동작의 정지 등과 같은 대처를 실행할 수 있다.

[0117] 본 실시형태에서는, 회수 노즐 (21)로부터는 액체 (1)와 함께 그 주위의 기체도 회수되기 때문에, 보다 정확한 액체 회수량을 계측하기 위해 기액 분리기 (22)를 사용하여 회수한 액체와 기체를 분리하고, 분리한 액체량을 유량계 (27)에서 계측하도록 하고 있다. 그 때문에, 기액 분리기 (22)의 기액 분리 능력에 따라서도 유량계 (27)에서 계측되는 액체량이 변동될 가능성이 있다. 그래서, 제어 장치 (CONT)는, 사용하는 기액 분리기 (22) (기액 분리 능력)에 맞춰 상기 허용치를 설정할 수도 있다.

[0118] 또, 본 실시형태에 있어서, 액체 회수 기구 (20)의 액체 회수 동작의 이상이 검출되었을 때에, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 를 모두 실시하는 것으로 설명했지만, 그 중 적어도 어느 하나를 실행하는 구성으로 해도 된다.

[0119] 또, 본 실시형태에 있어서, 액체 회수 기구 (20)의 회수 노즐 (21)로부터는 액체 (1)와 함께 그 주위의 기체도 회수되기 때문에, 유량계 (27)에서 회수된 액체량을 정밀하게 계측할 수 있도록 하기 위해 기액 분리기 (22)를 사용하여 액체와 기체로 분리하는 구성이지만, 액체 회수 기구 (20)가 회수 노즐 (21)로부터 액체 (1)만을 회수하는 구성인 경우, 기액 분리기 (22)에 의해 액체와 기체를 분리하지 않고, 회수한 액체의 압력을 측정함으로써 액체 회수량을 구할 수 있다.

[0120] 그런데, 본 실시형태에서는, 액체 회수 기구 (20)의 회수 동작의 이상이 검출되었을 때에, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작을 정지하거나, 전기기기에 대한 전력 공급을 정지하거나, 흡기구로부터의 흡기 동작을 정지하는 구성이나, 기판 (P)을 유지하여 이동할 수 있는 기판 스테이지 (가동부재: PST) 와 투영 광학계 (PL)의 위치 관계의 이상이 검출되었을 때에, 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 중 적어도 어느 하나를 실행하도록 해도 된다. 여기서, 기판 스테이지 (PST) 와 투영 광학계 (PL)의 이상 위치 관계란, 투영 광학계 (PL) 아래에 액체 (1)를 유지할 수 없는 상태로, Z 축 방향 및 XY 방향 중 적어도 일방의 위치 관계의 이상을 포함한다. 즉, 가령 액체 공급 기구 (10)의 공급 동작과 액체 회수 기구 (20)의 회수 동작이 정상이더라도, 예를 들어 기판 스테이지 (PST)의 동작에 이상이 생겨 기판 스테이지 (PST)가 투영 광학계 (PL)에 대한 원하는 위치로부터 XY 방향에 대하여 어긋난 위치에 배치된 경우, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST)에 유지된 기판 (P) 사이에 액체 (1)의 액침 영역 (AR2)을 양호하게 형성할 수 없는 상태 (투영 광학계 (PL)의 아래에 액체 (1)를 유지할 수 없는 상태) 가 발생한다. 이 경우, 액체 (1)가 기판 (P)의 외측, 기판 훌더 (PH)의 외측으로 누설되거나, 기판 스테이지 (PST) (기판 훌더 (PH))의 이동경 (45)이 침수되는 상황이 발생한다. 그러면, 액체 회수 기구 (20)는 소정량의 액체

(1) 를 회수할 수 없기 때문에, 액체 회수 기구 (20) 의 유량계 (27) 는 소정값에 대하여 적은 값의 계측 결과를 제어 장치 (CONT) 에 출력한다. 제어 장치 (CONT) 는, 그 유량계 (27) 의 계측 결과에 기초하여, 액체 (1) 의 누설 등이 발생한 기판 스테이지 (PST) 의 위치 이상을 검출할 수 있다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 그 이상을 검출했을 때에, 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 등을 실행한다.

[0121] 또한, 액침 영역 (AR2) 은, 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이의 거리를 액체 (1) 의 표면장력에 의해 액침 영역 (AR2) 을 형성할 수 있을 정도의 소정 거리 (0.1mm~1mm 정도) 로 설정함으로써 형성되지만, 예를 들어, 기판 스테이지 (PST) 가 Z 축 방향에 관해서 위치 제어에 문제가 생긴 경우, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) 상의 기판 (P) 과의 거리가 커져 투영 광학계 (PL) 아래에 액체 (1) 를 유지할 수 없는 상황이 생길 수 있다. 이 경우에도, 기판 (P) 의 외측이나 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 외측으로 액체 (1) 가 누설되거나 하여 액체 회수 기구 (20) 가 소정량의 액체 (1) 를 회수할 수 없기 때문에, 액체 회수 기구 (20) 의 유량계 (27) 는 소정값에 대하여 적은 값의 계측 결과를 제어 장치 (CONT) 에 출력한다. 제어 장치 (CONT) 는, 그 유량계 (27) 의 계측 결과에 기초하여, 액체 (1) 의 누설이 발생한 기판 스테이지 (PST) 의 위치 이상을 검출할 수 있다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 그 이상을 검출했을 때에, 액체 공급 동작의 정지, 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 등을 실행한다.

[0122] 또, 투영 광학계 (PL) 에 대한 기판 스테이지 (PST) 의 위치 관계의 이상을 검출하기 위해 액체 회수 기구 (20) 의 유량계 (27) 의 계측 결과를 사용하지 않고, 예를 들어 간섭계 (46) 에 의해 기판 스테이지 (PST) 의 XY 방향의 위치를 검출하고, 그 위치 검출 결과에 기초하여 위치 관계의 이상을 검출할 수 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 간섭계 (46) 에 의한 기판 스테이지 위치 검출 결과와 미리 설정되어 있는 허용치를 비교하여, 간섭계 (46) 의 스테이지 위치 검출 결과가 상기 허용치를 초과했을 때에 액체 (1) 의 공급 동작의 정지 등을 실행하도록 해도 된다. 또, 포커스 검출계 (56) 에 의해 기판 스테이지 (PST) 의 Z 축 방향의 위치를 검출하고, 포커스 검출계 (56) 에 의한 스테이지 위치 검출 결과와 미리 설정되어 있는 허용치를 비교하여, 포커스 검출계 (56) 의 검출 결과가 허용치를 초과했을 때에, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 (1) 의 공급 동작의 정지 등을 실행하도록 해도 된다. 이와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 간섭계 (46) 및 포커스 검출계 (56) 를 포함한 기판 스테이지 위치 검출 장치의 검출 결과에 기초하여 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) 의 위치 관계의 이상을 검출하고, 이상이 검출되었을 때에, 액체 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 등을 실행시킬 수 있다.

[0123] 또한, 간섭계 (46) 가 에러를 일으켰을 때에, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작을 정지하도록 해도 된다. 여기서, 간섭계 (46) 의 에러란, 간섭계 (46) 자체의 고장이나 간섭계의 측정 광의 광로 상에 이물이 배치되어 있는 등 어떠한 원인에 의해 기판 스테이지 (PST) 의 위치를 계측하는 것이 불가능해진 상태를 포함한다. 간섭계 (46) 가 에러를 일으키면, 제어 장치 (CONT) 는 기판 스테이지 (PST) 의 위치를 파악할 수 없고, 동시에 기판 스테이지 (PST) 의 위치를 제어할 수 없게 된다. 이 경우, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) 의 위치 관계에 이상이 생겨 액체 (1) 가 누설·유출될 우려가 있다. 그래서, 간섭계 (46) 가 에러를 일으켰을 때에 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급을 정지시킴으로써, 액체 (1) 가 누설되는 문제를 방지할 수 있다.

[0124] 마찬가지로, 기판 스테이지 (PST) 의 Z 축 방향의 위치를 제어하기 위한 계측계 (본 실시형태에 있어서는 포커스 검출계 (56)) 가 에러를 일으킨 경우에, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) 의 위치 관계에 이상이 생겨 액체 (1) 가 누설·유출될 우려가 있기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (56) 가 에러를 일으킨 경우에 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작을 정지할 수 있다.

[0125] 또, 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 와 투영 광학계 (PL) 의 Z 축 방향의 위치 관계의 이상은, 포커스 검출계 (56) 에 한정되지 않고, 정전 용량 센서 등과 같은 비광학식 검출계를 사용하여 검출해도 된다.

[0126] 또한, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 기판 스테이지 (PST) (기판 (P)) 표면과의 위치 관계를 간섭계를 사용하여 관리할 수도 있다. 또, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 기판 스테이지 (PST) (기판 (P)) 표면과의 위치 관계를 간섭계를 사용하여 관리하는 것은, 예를 들어 미국 특허 6,020,964 에 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이를 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0127] 또한, 상기 서술한 실시형태에서는, 노광 동작 중에 이상이 생긴 경우에 대해 설명했지만, 기판 (P) 을 노광하고 있지 않을 때에 이상이 발생한 경우에도 마찬가지이다.

- [0128] 또한, 상기 서술한 실시형태에서는, 액체의 공급 중에 이상이 검출되었을 때에 액체의 공급을 정지하도록 했지만, 액체의 공급을 시작할 때, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) 의 위치 관계 등의 이상이 검출된 경우에도 액체의 공급 개시를 정지하도록 하면 된다.
- [0129] 다음으로, 본 발명의 노광 장치 (EX) 의 제 2 실시형태에 관해서 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 상기 서술한 실시형태와 동일하거나 또는 동등한 구성부분에 관해서는 동일한 부호를 붙이고, 그 설명을 간략화 또는 생략한다. 본 실시형태에서는, 기판 (P) 또는 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 외측 등에 대한 액체 (1) 의 누설을 광파이버를 포함하는 검출기를 사용하여 광학적으로 검출하고, 액체 (1) 의 누설이나 침입을 검출했을 때에 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 중 적어도 하나를 실행한다.
- [0130] 도 6 및 도 7 을 참조하면서, 액체 (1) 의 누설을 검출하는 검출기의 검출 원리에 대해 설명한다. 본 실시형태에서는 검출기로서 광파이버를 사용한다. 도 6 은 일반적인 광파이버를 나타내는 개략 구성도이다. 도 6 에 있어서, 광파이버 (80') 는, 광을 전파하는 코어부 (81) 와, 코어부 (81) 의 주위에 형성되고 코어부 (81) 보다 작은 굴절률을 갖는 클래드부 (82) 를 구비하고 있다. 광파이버 (80') 에서는, 광은 클래드부 (82) 보다 높은 굴절률을 갖는 코어부 (81) 안에 갇혀서 전파된다.
- [0131] 도 7 은, 본 실시형태에 관련된 광파이버 (80) 를 나타내는 개략 구성도이다. 도 7 에 있어서 광파이버 (80) 는, 광을 전파하는 코어부 (81) 를 갖고 있고, 그 주위에는 클래드부가 형성되어 있지 않은 광파이버 (클래드리스 파이버) 이다. 광파이버 (80) 의 코어부 (81) 는, 그 주위의 기체 (본 실시형태에서는 공기) 의 굴절률 (na) 보다 높은 굴절률 (nc) 을 갖고, 또한 액체 (본 실시형태에서는 순수: 1) 의 굴절률 (nw) 보다 낮은 굴절률을 갖고 있다 ($na < nc < nw$). 그 때문에, 광파이버 (80) 의 주위가 공기로 채워져 있는 경우, 광의 입사각 (θ_0) 이 전반사 조건 ($\sin\theta_0 > na/nc$) 을 만족하고 있는 한, 광은 공기보다 높은 굴절률 (nc) 을 갖는 코어부 (81) 에 갇혀 전파된다. 즉, 광파이버 (80) 의 입사 단부로부터 입사된 광은 그 광량이 크게 감소되지 않고서 사출단부로부터 사출된다. 그런데, 액체 (순수: 1) 가 광파이버 (80) 의 표면에 부착된 경우, $nc < nw$ 이기 때문에, 물이 부착되어 있는 지점에서는 어떠한 입사각이라도 전반사 조건 ($\sin\theta_0 > na/nc$) 을 만족 시킬 수 없어 그 액체 (1) 와 광파이버 (80) 의 계면에서 전반사가 일어나지 않기 때문에, 광이 광파이버 (80) 의 액체 부착 부분으로부터 외부로 누설된다. 따라서, 광파이버 (80) 의 입사단부로부터 입사된 광의 광량이 사출단부로부터 사출될 때에 감소되어 있다. 그래서, 노광 장치 (EX) 의 소정 위치에 이 광파이버 (80) 를 설치해 두고 이 광파이버 (80) 의 사출단부의 광량을 계측함으로써, 제어 장치 (CONT) 는 광파이버 (80) 에 액체 (1) 가 부착되었는지 여부, 즉 액체 (1) 가 누설되었는지 여부를 검출할 수 있다. 또, 공기의 굴절률은 1 정도이고, 물의 굴절률은 1.4~1.6 정도이기 때문에, 코어부 (81) 는 예를 들어 1.2 정도의 굴절률을 갖는 재료 (석영, 특정 조성의 유리 등) 에 의해 구성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0132] 또한, 광파이버 (80) 의 사출단부로부터 사출되는 광의 감쇠량에 따라서, 광파이버 (80) 에 부착된 액체 (1) 의 양에 대해서도 구할 수 있다. 즉, 광의 감쇠량은 광파이버에 액체 (1) 가 부착되어 있는 부분의 면적에 따라서, 광파이버 (80) 주위에 소량의 액체 (1) 가 부착된 경우에는 사출단부에서의 광의 감쇠량이 작고, 대량의 액체 (1) 가 부착된 경우에는 감쇠량이 크다. 따라서, 액체 (1) 가 부착되어 있는 부분의 면적은 액체의 누설량에 의존하는 것으로 생각할 수 있으므로, 광파이버 (80) 의 사출단부에서의 광량을 계측함으로써 액체 (1) 의 누설량을 구할 수 있다. 또, 광파이버 사출단부에서의 광량의 계측치를 미리 설정한 복수의 임계값 (기준치) 과 비교하여 각 임계값을 초과한 경우에 각각 특정한 신호를 발하도록 함으로써, 액체 (1) 의 누설량을 단계적으로 검출할 수 있다.
- [0133] 도 8 은, 상기 검출기의 광파이버 (80) 를 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 주위에 배치한 상태를 나타내는 측면도이고, 도 9 는 평면도이다. 도 8 및 도 9 에 나타내는 바와 같이, 광파이버 (80) 는, 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 주위를 감도록 배치되어 있다. 그리고, 광파이버 (80) 의 입사단부에는, 광파이버 (80) 에 대하여 광을 입사시킬 수 있는 투광부 (83) 가 접속되고, 광파이버 (80) 의 사출단부에는, 광파이버 (80) 를 전파하여 사출단부에 의해 사출된 광을 수광할 수 있는 수광부 (84) 가 접속되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 투광부 (83) 로부터 광파이버 (80) 에 입사되었을 때의 광의 광량과 수광부 (84) 에서 수광한 광의 광량에 기초하여 광파이버 (80) 의 입사단부에 대한 사출단부의 광의 감쇠율을 구하고, 그 구한 결과에 기초하여 광파이버 (80) 에 액체 (1) 가 부착되었는지 여부, 즉 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 외측으로 액체 (1) 가 누설되었는지 여부를 판단한다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 (1) 가 누설된 것으로 판단했을 때, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체의 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및

흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 등을 실행한다.

[0134] 또, 광파이버 (80) 를 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 의 상면, 특히 회수구 (61) 의 주위에 배치하도록 해도 되고, 이동경 (45) 의 침수 (침액) 를 체크하기 위해 이동경 (45) 또는 그 주위에 배치해도 된다.

[0135] 도 10 은, 광파이버 (80) 를, 기판 스테이지 (PST) 의 하면에 설치된 에어 베어링 (42) 의 주위, 및 기판 스테이지 (PST) 를 이동할 수 있게 지지하는 기판 정반 (베이스부재: 41) 의 주위에 배치한 예를 나타내는 도면이다. 광파이버 (80) 는 임의로 굴곡이 가능하기 때문에, 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)), 에어 베어링 (42), 및 기판 정반 (41) 등의 액체 (1) 가 누설되기 쉬운 임의의 위치에 감아서 장착할 수 있고, 자유롭게 우회시켜 임의의 형태로 배치할 수 있다. 특히, 에어 베어링 (42) 주위에 광파이버 (80) 를 장착함으로써, 에어 베어링 (42) 근방에 액체 (1) 가 부착 (누설) 되었는지 여부를 양호하게 검출할 수 있어, 에어 베어링 (42) 의 흡기구 (42A) 에 액체 (1) 가 유입되는 문제를 미연에 방지할 수 있다.

[0136] 그런데, 상기 서술한 광파이버 (80) 에서는, 입사단으로부터 사출단까지의 거리가 길면, 광파이버 (80) 에 액체 (1) 가 부착된 위치 즉 액체 (1) 의 누설 위치를 특정하기가 곤란한 경우가 있다. 그래서, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 복수의 광파이버 (80) 를 매트릭스 형상으로 2 차원적으로 배치함으로써 액체 (1) 의 누설 위치를 특정할 수 있다. 도 11 에 있어서, 검출기 (90) 는, 제 1 방향 (Y 축 방향) 을 길이방향으로 하고, 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향 (X 축 방향) 으로 복수 나열하여 배치한 제 1 광파이버 (80A) 와, 제 2 방향을 길이방향으로 하고, 제 1 방향으로 복수 나열하여 배치한 제 2 광파이버 (80B) 를 구비하고 있다. 이들 복수의 제 1, 제 2 광파이버 (80A, 80B) 가 매트릭스 형상 (메시 형상) 으로 배치되어 있다. 복수의 제 1 광파이버 (80A) 각각의 입사단부는 집합하고 있으며, 그 집합부와 집합 파이버 (85A) 의 사출단부가 접속되어 있다. 그리고, 집합 파이버 (85A) 의 입사단부는 투광부 (83A) 에 접속되어 있다. 한편, 복수의 제 1 광파이버 (80A) 각각의 사출단부는, 예를 들어 1 차원 CCD 라인 센서 등으로 이루어지는 수광부 (84A) 에 접속되어 있다.

마찬가지로, 복수의 제 2 광파이버 (80B) 각각의 입사단부는 집합하고 있고, 그 집합부와 집합 파이버 (85B) 의 사출단부가 접속되어 있다. 그리고, 집합 파이버 (85B) 의 입사단부는 투광부 (83B) 에 접속되어 있다.

한편, 복수의 제 2 광파이버 (80B) 각각의 사출단부는, 예를 들어 1 차원 CCD 라인 센서 등으로 이루어지는 수광부 (84B) 에 접속되어 있다.

[0137] 투광부 (83A) 로부터 사출된 광은, 집합 파이버 (85A) 를 전파한 후, 복수의 각각의 제 1 광파이버 (80A) 로 분지된다. 제 1 광파이버 (80A) 각각의 입사단부로부터 입사된 광은, 제 1 광파이버 (80A) 를 전파한 후, 사출단부로부터 사출되고 수광부 (84A) 로 수광된다. 수광부 (84A) 는 복수의 제 1 광파이버 (80A) 각각의 사출단부로부터 사출된 광의 각각의 광량을 검출한다. 여기서, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 복수의 제 1 광파이버 (80A) 중 특정한 제 1 광파이버 (80AL) 상에 액체 (1) 가 부착되어 있는 경우, 그 제 1 광파이버 (80AL) 의 사출단부에서의 광량이 저하된다. 수광부 (84A) 의 수광 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 마찬가지로, 투광부 (83B) 로부터 사출된 광은, 집합 파이버 (85B) 를 전파한 후, 복수의 각각의 제 2 광파이버 (80B) 로 분지된다. 제 2 광파이버 (80B) 각각의 입사단부로부터 입사된 광은, 제 2 광파이버 (80B) 를 전파한 후, 사출단부로부터 사출되고 수광부 (84B) 로 수광된다. 수광부 (84B) 는 복수의 제 2 광파이버 (80B) 각각의 사출단부로부터 사출된 광의 각각의 광량을 검출한다. 여기서, 도 11 에 나타낸 바와 같이, 복수의 제 2 광파이버 (80B) 중 특정한 제 2 광파이버 (80BL) 상에 액체 (1) 가 부착되어 있는 경우, 그 제 2 광파이버 (80BL) 의 사출단부에서의 광량이 저하된다. 수광부 (84B) 의 수광 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는, 수광부 (84A, 84B) 각각의 수광 결과에 기초하여, 액체 (1) 의 누설 위치 (검출기 (90) 에 대하여 누설된 액체 (1) 가 부착된 위치) 가 제 1 광파이버 (80AL) 와 제 2 광파이버 (80BL) 의 교점 부근인 것을 특정할 수 있다.

[0138] 도 12 는, 매트릭스 형상으로 배치된 광파이버 (80A, 80B) 를 갖는 검출기 (90) 가, 기판 스테이지 (PST) 를 구동하는 전자 구동원인 리니어 모터 (47: 고정자 (47A)) 에 배치되어 있는 예를 나타내는 도면이다. 검출기 (90) 를 리니어 모터 (47) 에 배치함으로써, 기판 스테이지 (PST) 의 외측으로 누설되어 리니어 모터 (47) 상에 부착된 액체 (1) 의 위치를 특정할 수 있다. 누설된 액체 (1) 의 위치가 특정됨으로써, 예를 들어 누설된 액체 (1) 의 제거 작업을 효율적으로 실시할 수 있다.

[0139] 또, 액체 (1) 가 물이고 그 누설된 액체 (물) 를 제거하는 경우, 무수 알코올을 사용하여 제거 작업 (닦아내기 작업) 함으로써 물을 양호하게 제거할 수 있으며, 또한 알코올은 즉시 휘발되기 때문에 제거 작업을 원활하게 실시할 수 있다.

[0140] 또, 도 13 에 나타내는 모식도와 같이, 광파이버 (80) 의 입사단부로부터 펄스광을 입사시킴으로써, 광파이버

(80) 의 표면에 부착된 액체 (1)의 위치를 특정할 수 있다. 광파이버 (80)의 표면에 액체 (1)가 부착되어 있는 경우, 광파이버 (80)의 입사단부로부터 입사된 펄스광 (L1)이 액체 (1)의 부착 위치에서 반사되고, 그 반사광 (L2)이 다시 입사단부측으로 되돌아오는 현상이 생긴다. 그래서, 입사측에 편광 빔 스플리터 등의 광학 소자를 배치하여, 반사광을 광학 소자에 의해 수광기로 유도하여 검출한다. 검출 결과로부터, 펄스광 (L1)을 광파이버 (80)에 입사시킨 타이밍과 반사광 (L2)이 입사단부에서 수광되는 타이밍의 시간차, 및 광파이버 (80)를 전파하는 광 속도에 기초하여 입사단부와 액체 (1) 부착 위치와의 거리를 구할 수 있고, 이것에 의해 액체 (1)의 부착 위치 (액체 (1)의 누설 위치)를 특정할 수 있다. 또, 광파이버 (80)를 전파하는 광 속도는 광파이버 (80) (코어부 (81))의 형성 재료에 따라서 변화하기 때문에, 이 광파이버 (80)의 형성 재료에 따라서 구할 수 있다.

[0141] 다음으로, 본 발명의 노광 장치 (EX)의 제 3 실시형태에 관해서 설명한다. 본 실시형태에서는, 액체 (1)의 누설을 프리즘 (광학 소자)을 포함하는 검출기를 사용하여 광학적으로 검출하고, 액체 (1)의 누설을 검출했을 때에 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 중 적어도 하나를 실행한다.

[0142] 도 14 및 도 15를 참조하면서, 액체 (1)의 누설을 검출하는 검출기의 검출 원리에 관해서 설명한다. 본 실시형태에서는 검출기로서 프리즘을 사용한다. 도 14 는, 프리즘을 사용한 검출기 (100)의 개략 구성을 나타내는 도면이다. 도 14에 있어서, 검출기 (100)는, 프리즘 (101)과, 프리즘 (101)의 제 1 면 (101A)에 장착되고, 프리즘 (101)에 대하여 광을 투사하는 투광부 (102)와, 프리즘 (101)의 제 2 면 (101B)에 장착되고, 투광부 (102)로부터 사출된 광의 프리즘 (101)의 제 3 면 (101C)에서의 반사광을 수광하는 수광부 (103)를 구비하고 있다. 또, 제 1 면 (101A)과 제 2 면 (101B)은 거의 직각으로 되어 있다.

[0143] 프리즘 (101)은, 그 주위의 기체 (본 실시형태에서는 공기) 보다 높은 굴절률을 갖고, 또한 액체 (본 실시형태에서는 순수: 1) 보다 낮은 굴절률을 갖고 있다. 그리고, 프리즘 (101)의 주위가 공기로 채워져 있는 경우, 투광부 (102)로부터 제 3 면 (101C)에 투사된 광은 제 3 면 (101C)에서 전반사되도록 프리즘의 굴절률이 선정되어 있다. 그 때문에, 투광부 (102)로부터 사출된 광은 그 광량이 크게 감쇠되지 않고서 수광부 (103)에 수광된다.

[0144] 도 15는, 검출기 (100)의 프리즘 (101)의 제 3 면 (101C)에 액체 (1)가 부착된 상태를 나타내는 도면이다. 도 15에 있어서, 투광부 (102)로부터 제 3 면 (101C)에 투사된 광은, 액체 (1)의 존재에 의해 제 3 면 (101C)에서 전반사되지 않고, 일부 (또는 전부)의 광성분이 프리즘 (101)의 액체 부착 부분으로부터 외부로 누설된다. 그 때문에, 투광부 (102)로부터 사출된 광 중 제 2 면 (101B)에 도달하는 광성분의 광량이 감쇠하기 때문에, 수광부 (103)는, 수광한 광량 (광 정보)에 기초하여 프리즘 (101)의 제 3 면 (101C)에 액체 (1)가 부착되었는지 여부를 검출할 수 있다. 그래서, 노광 장치 (EX)의 소정 위치에 이 프리즘 (101)을 구비한 검출기 (100)를 설치해 둠으로써, 제어 장치 (CONT)는, 수광부 (103)의 수광 결과에 기초하여 프리즘 (101)에 액체 (1)가 부착되었는지 여부 즉 액체 (1)가 누설되었는지 여부를 검출할 수 있다.

[0145] 도 16은, 상기 프리즘 (101)을 갖는 검출기 (100)를 기판 스테이지 (PST) 주위에 배치한 예를 나타내는 평면도이다. 도 16에 있어서, 검출기 (100)는, 프리즘 (101)의 제 3 면 (101C)이 상측을 향한 상태로 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 주위에 소정 간격으로 복수 장착되어 있다. 제어 장치 (CONT)는, 각 검출기 (100)의 투광부 (102)로부터 프리즘 (101)에 입사되었을 때의 광의 광량과, 수광부 (103)에서 수광한 광의 광량에 기초하여 프리즘 (101)으로 입사된 광량에 대한 사출광량의 감쇠율을 구하고, 그 구한 결과에 기초하여 프리즘 (101)에 액체 (1)가 부착되었는지 여부, 즉 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH))의 외측으로 액체 (1)가 누설되었는지 여부를 판단한다. 그리고, 제어 장치 (CONT)는, 액체 (1)가 누설되었다고 판단했을 때, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체의 공급 동작의 정지, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지, 및 흡기구로부터의 흡기 동작의 정지 등을 실행한다.

[0146] 본 실시형태에서는, 제어 장치 (CONT)는, 복수의 검출기 (100) 각각의 검출 결과와 이를 검출기 (100)의 장착 위치 정보에 기초하여 액체 (1)의 누설 위치를 용이하게 특정할 수 있다. 또한, 프리즘 (101)은 비교적 작기 때문에 노광 장치 (EX)의 임의의 위치에 용이하게 설치할 수 있어, 설치 작업성도 우수하다.

[0147] 상기 서술한 검출기 (100)는 수위계 (액위계)에도 적용할 수 있다. 도 17은, 액체 (물: 1)를 수용할 수 있는 탱크 (110)의 벽면에, 높이 방향 (Z 축 방향)으로 검출기 (100)가 복수 정렬하여 장착되어 있는 예를 나타내는 모식도이다. 탱크 (110)의 벽면은 투명하고, 검출기 (100)는 프리즘 (101)의 제 3 면 (101C)

이 탱크 (110)의 벽면에 접하도록 장착되어 있다. 복수의 검출기 (100) 중, 탱크 (110) 내의 액체 (1)를 검출한 검출기 (100) (수광부 (103))의 수광 신호는 액체 (1)가 검출되지 않은 검출기 (100) (수광부 (103))의 수광 신호보다 낮은 값을 나타내기 때문에, 제어 장치 (CONT)는, 복수의 검출기 (100) 각각의 검출 결과 (수광 결과) 와, 그 복수의 검출기 (100) 각각의 탱크 (110)에 대한 장착 위치 정보에 기초하여 탱크 (110) 내의 액체 (1)의 액위 (수위)를 구할 수 있고, 이것에 의해 탱크 (110) 내의 액체량을 구할 수 있다.

[0148] 도 18 은, 수위계를 구성하는 검출기 (100) 가 구비된 탱크 (110) 를, 액체 회수 기구 (20) 의 일부에 적용한 예를 나타내는 개략 구성도이다. 도 18 에 나타내는 액체 회수 기구 (20) 는, 회수 노즐 (21) 과, 회수 노즐 (21) 에 회수관 (24) 을 통해서 접속된 진공계 (25) 와, 회수관 (24) 의 도중에 설치된 기액 분리기 (22) 및 건조기 (23) 를 구비하고 있다. 그리고, 기액 분리기 (22) 에서 분리된 액체 (1) 는 제 2 회수관 (26) 을 통해, 검출기 (100) 를 구비한 탱크 (110) 에 수용되도록 되어 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 도 3 을 참조하여 설명한 액체 회수 기구 (20) 의 유량계 (27) 를 대신하여 탱크 (110) 가 설치된 구성으로 되어 있다. 검출기 (100) 의 검출 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력되고, 제어 장치 (CONT) 는 검출기 (100) 의 검출 결과에 기초하여 회수 노즐 (21) 을 통해서 회수한 액체량을 구한다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 회수 노즐 (21) 로부터 회수한 액체량과, 액체 공급 기구 (10) 로부터 공급한 액체량을 비교함으로써 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작의 이상을 검출할 수 있다. 또한, 탱크 (110) 에는 관로 (28A) 를 통해서 액체 회수부 (28) 가 접속되어 있고, 그 관로 (28A) 의 도중에는 밸브 (28B) 가 설치되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 탱크 (110) 가 소정량 이상 채워졌을 때에 (또는 정기적으로) 밸브 (28B) 를 작동시켜 유로 (28A) 를 개방하여, 탱크 (110) 내의 액체 (1) 를 액체 회수부 (28) 로 회수한다.

[0149] 또한, 도 18 에 나타내는 실시형태에 있어서는, 공급관 (15) 및 회수관 (24) 각각에 검출기 (100) 가 장착되어 있다. 여기서, 공급관 (15) 및 회수관 (24) 은 각각 투명 재료에 의해 형성되어 있고, 이들 관의 외표면에 검출기 (100) 의 검출면 (100c) 이 밀착되도록 검출기 (100) 가 장착되어 있다. 공급관 (15) 에 장착되어 있는 검출기 (100) 의 수광부 (103) 의 수광 결과에 기초하여, 제어 장치 (CONT) 는 공급관 (15) 에 액체 (1) 가 유통되고 있는지 여부를 검출할 수 있다. 즉, 공급관 (15) 에 액체 (1) 가 유통되고 있지 않은 경우와 비교하여 유통되고 있는 경우쪽이 수광부 (103) 의 수광 신호의 값이 작아지기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는, 수광부 (103) 의 수광 결과에 기초하여 공급관 (15) 에 액체 (1) 가 유통되고 있는지 여부, 즉 액체 공급 기구 (10) 의 공급 동작이 정상적으로 이루어지고 있는지 여부를 검출할 수 있다. 마찬가지로, 제어 장치 (CONT) 는, 회수관 (24) 에 장착되어 있는 검출기 (100) 의 수광부 (103) 의 수광 결과에 기초하여 회수관 (24) 에 액체 (1) 가 유통되고 있는지 여부, 즉 액체 회수 기구 (20) 의 회수 동작이 정상적으로 이루어지고 있는지 여부를 검출할 수 있다. 이와 같이, 검출기 (100) 는, 공급관 또는 회수관에 액체 (1) 가 유통되고 있는지 여부를 광학적으로 검출하는 액체 유무 센서로서 사용할 수도 있다.

[0150] 또한, 프리즘 (101) 을 갖는 검출기 (100) 를 예를 들어 투영 광학계 (PL) 의 선단부 근방 (광학 소자 (2) 의 근방) 에 장착함으로써, 이 검출기 (100) 를 사용하여 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이에 액체 (1) 가 채워져 있는지 여부를 검출하는 것도 가능하다.

[0151] 또, 상기 실시형태에서는, 액체 (1) 의 누설이나 액체 (1) 의 유무를 광파이버 (80) 나 프리즘 (101) 을 사용하여 광학적으로 검출하고 있지만, 정전 용량 센서 등을 사용하여 전기적으로 검출하도록 해도 된다.

[0152] 또한, 액체 (1) 가 물인 경우, 일정 간격 떨어진 2 개의 전선으로 이루어지고, 그 2 개의 전선간 도통의 유무에 의해 액체 (1) 의 누설을 검출하는 누수 센서에 의해 액체 (1) 의 누설이나 액체 (1) 의 유무를 전기적으로 검출할 수도 있다. 본 실시형태에서는 액체 (1) 로서 물을 사용하고 있기 때문에, 상기 구성의 누수 센서를 사용할 수 있다. 또, 액체 (1) 로서 초순수를 사용하는 경우, 초순수는 도전성이 없기 때문에, 상기 구성의 누수 센서로는 액체 (1) 의 유무를 검출할 수 없다. 그 경우, 서로 떨어져 있는 2 개의 전선의 피복에 미리 전해 물질을 함유시켜 두면, 초순수가 침윤 (浸潤) 된 시점에서 도전성을 얻기 때문에 상기 구성의 누수 센서에 의해 초순수인 액체 (1) 를 검출할 수 있다.

[0153] 또, 상기 각 실시형태의 특징 부분을 조합하여 사용할 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 리니어 모터 주변에 광파이버 (80) 를 부설(敷設)하고, 기판 스테이지 (PST) (기판 홀더 (PH)) 주위에 프리즘 (101) 을 갖는 검출기 (100) 를 배치하는 등의 방법이 가능하다.

[0154] 또한, 광파이버나 프리즘은, 상기 서술한 모든 위치에 설치하지 않아도 되며, 기판 스테이지 (PST) 의 내부나, 광전 검출기나 피에조 (piezo) 소자 등의 액츄에이터 근처 등 필요에 따라서 설치하면 된다.

[0155]

또한, 도 8~도 10 을 참조하여 설명한 바와 같이, 광파이버 (80) 를 기판 스테이지 (PST) 의 주위나 기판 정반 (41) 의 주위를 감도록 배치할 수 있고, 도 19(b) 의 측면도에 나타내는 바와 같이, 기판 스테이지 (PST) 주위에 제 1 광파이버 (80C) 를 배치하고, 기판 정반 (41) 의 주위에 제 2 광파이버 (80D) 를 배치하는 등과 같이 조합하여 배치하는 것도 물론 가능하다. 또, 광파이버 (80: 80E) 는, 기판 스테이지 (PST) 상에 형성된 회수구 (61) 내부에 배치되어도 된다. 상기 서술한 실시형태와 마찬가지로 도 19 에 있어서, 기판 스테이지 (PST) 는, 기판 훌더 (PH) 에 유지된 기판 (P) 의 주위를 둘러싸도록 설치된 보조 플레이트 (43) 와, 그 외측에 형성된 회수구 (61) 를 구비하고 있다. 보조 플레이트 (43) 는, 기판 훌더 (PH) 에 유지된 기판 (P) 의 주위에 설치되고, 이 기판 (P) 의 표면과 거의 면밀한 평탄면 (평탄부: 43A) 을 갖고 있다. 평탄면 (43A) 은 기판 (P) 의 주위를 둘러싸도록 고리 형상으로 형성되어 있다. 또한, 보조 플레이트 (43) (평탄면 (43A)) 의 외측에는 회수구 (61) 가 형성되어 있다. 회수구 (61) 는, 보조 플레이트 (43) (기판 (P)) 를 둘러싸도록 형성된 고리 형상의 홈부이다. 본 실시형태에서는, 회수구 (61) 의 내측에 액체 흡수부재 (62) 는 배치되어 있지 않다. 그리고, 도 19(a) 의 평면도에 나타내는 바와 같이, 광파이버 (80E) 는, 고리 형상으로 형성된 회수구 (61) 의 전체 둘레에 걸쳐 배치되어 있다. 회수구 (61) 의 내부에 액체 (1) 의 유무를 검출하는 광파이버 (80E) 를 배치함으로써, 기판 (P) 상에서 액체 (1) 가 누설되더라도, 누설된 액체 (1) 가 확산되기 전에 광파이버 (80E) 에 의해 누설된 액체 (1) 를 검출할 수 있다. 따라서, 제어 장치 (CONT) 는, 광파이버 (80E) 가 액체 (1) 의 존재를 검출했을 때에 밸브 (13) 를 사용하여 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급 동작을 정지하는 등의 적절한 처리를 강구함으로써, 액체 (1) 의 확산이나 기판 스테이지 (PST) 상으로부터의 누설을 방지할 수 있다. 또, 광파이버 (80E) 를 회수구 (61) 내부에 배치했을 때, 그 회수구 (61) 에 액체 흡수부재 (62) 를 배치해도 된다.

[0156]

또한, 도 19(b) 에 나타내는 바와 같이, 액체 (1) 의 유무를 검지하는 광파이버 (80) 가 노광 장치 (EX) (기판 스테이지 (PST)) 의 복수의 소정 위치의 각각에 배치되어 있는 경우, 이를 복수의 광파이버 (80) 의 검출 결과에 따라서 제어 장치 (CONT) 는 노광 장치 (EX) 의 동작을 제어하도록 해도 된다. 예를 들어 제어 장치 (CONT) 는, 복수의 광파이버 (80) 중, 액체 (1) 를 검출한 광파이버 (80) 의 위치에 따라서 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급의 정지와, 전기기기에 대한 전력 공급의 정지 중 적어도 일방의 동작을 선택한다.

[0157]

구체적으로는 제어 장치 (CONT) 는, 기판 스테이지 (PST) 에 배치된 제 1 광파이버 (80C) 가 액체 (1) 의 존재를 검지했을 때에 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급 동작을 정지하고, 기판 정반 (41) 에 배치된 제 2 광파이버 (80D) 가 액체 (1) 의 존재를 검지했을 때에 소정의 전기기기에 대한 전력 공급을 정지한다. 여기서, 소정의 전기기기란, 기판 스테이지 (PST) 를 구동하는 리니어 모터 (47, 48) 나, 기판 정반 (41) 을 방진 지지하는 방진 유닛 (9) 등을 들 수 있다.

[0158]

기판 스테이지 (PST) 에 배치된 제 1 광파이버 (80C) 가 액체 (1) 의 존재를 검지하고, 기판 정반 (41) 에 배치된 제 2 광파이버 (80D) 는 액체 (1) 의 존재를 검지하고 있지 않을 때에는, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 스테이지 (PST) 를 구동하는 리니어 모터 (47, 48) 나 방진 유닛 (9) 까지는 누설된 액체 (1) 가 미치고 있지 않은 것으로 판단한다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 누설된 액체 (1) 의 확산 범위가 비교적 좁은 범위인 것으로 판단한다. 이 경우, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급 동작의 정지는 실행하지만, 리니어 모터 (47, 48) 나 방진 유닛 (9) 에 대한 전력 공급은 계속한다. 한편, 기판 정반 (41) 에 배치된 제 2 광파이버 (80D) 가 액체 (1) 의 존재를 검지했을 때에는, 제어 장치 (CONT) 는, 리니어 모터 (47, 48) 나 방진 유닛 (9) 까지는 누설된 액체 (1) 가 미치고 있는 것으로 판단한다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 누설된 액체 (1) 의 확산 범위가 비교적 넓은 범위인 것으로 판단한다. 이 경우, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급 동작을 정지시킴과 함께, 리니어 모터 (47, 48) 와 방진 유닛 (9) 중 적어도 일방에 대한 전력 공급을 정지한다. 또, 제 2 광파이버 (80D) 가 액체 (1) 의 존재를 검지했을 때, 제어 장치 (CONT) 는, 리니어 모터 (47, 48) 또는 방진 유닛 (9) 에 대한 전력 공급의 정지는 실행하지만, 노광 장치 (EX) 전체에 대한 전력 공급은 정지하지 않는 것이 바람직하다. 노광 장치 (EX) 전체에 대한 전력 공급을 정지하면, 그 후의 복귀 작업 및 안정화에 장시간이 걸리기 때문이다.

[0159]

이와 같이, 서로 별도의 위치에 배치된 제 1 광파이버 (80C) 및 제 2 광파이버 (80D) 의 검출 결과에 따라서 노광 장치 (EX) 의 동작을 제어하도록 하였기 때문에, 누설된 액체 (1) 의 확산 범위에 따른 적절한 처리를 강구할 수 있다. 따라서, 액체 (1) 의 누설이 발생한 후의 복귀 작업에 걸리는 시간을 단축할 수 있어, 노광 장치 (EX) 의 가동률 저하를 방지할 수 있다. 그리고, 기판 스테이지 (PST) 에 배치된 제 1 광파이버 (80C) 가 액체 (1) 의 존재를 검지했을 때에는, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급을 정지

하고, 전기기기에 대한 전력 공급은 계속함으로써 복귀 작업이나 안정화에 걸리는 시간을 최소한으로 억제할 수 있다. 한편, 기판 정반 (41)에 배치된 제 2 광파이버 (80D)가 액체 (1)의 존재를 검지했을 때에는, 제어 장치 (CONT)는, 기판 스테이지 (PST)를 구동하는 리니어 모터 (47, 48)나 방진 유닛 (9)에 대한 전력 공급을 정지한다. 이렇게 함으로써, 넓은 범위로 누설된 액체가 확산되더라도 누전이나 고장 등과 같은 손해가 생기는 것을 방지할 수 있다.

[0160] 또한, 제어 장치 (CONT)는, 광파이버 (80)에서 검출한 액체 (1)의 양에 따라서 노광 장치 (EX)의 동작을 제어하도록 해도 된다. 예를 들어 제어 장치 (CONT)는, 광파이버 (80)에서 검출한 액체 (1)의 양에 따라서, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작의 정지와 전기기기에 대한 전력 공급의 정지 중 적어도 일방의 동작을 선택한다.

[0161] 구체적으로는, 제어 장치 (CONT)는, 제 1 광파이버 (80C)와 제 2 광파이버 (80D) 중 적어도 일방이 미리 정해져 있는 제 1 기준치 이상의 양의 액체 (1)를 검지했을 때에 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작을 정지하고, 제 2 기준치 이상의 양의 액체 (1)를 검지했을 때에, 기판 스테이지 (PST)를 구동하는 리니어 모터 (47, 48)나 기판 정반 (41)을 방진 지지하는 방진 유닛 (9) 등의 전기기기에 대한 전력 공급을 정지한다. 여기서, 제 2 기준치가 제 1 기준치보다도 큰 값이다.

[0162] 제어 장치 (CONT)는, 제 1 광파이버 (80C) 및 제 2 광파이버 (80D) 중 적어도 어느 일방에서 검출한 액체 (1)의 양이 제 1 기준치 이상이고 제 2 기준치 미만인 것으로 판단했을 때, 누설된 액체 (1)의 양은 비교적 소량인 것으로 판단한다. 이 경우, 제어 장치 (CONT)는, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작의 정지는 실행하지만, 리니어 모터 (47, 48)나 방진 유닛 (9)에 대한 전력 공급은 계속한다. 한편, 제어 장치 (CONT)는, 제 1 광파이버 (80C) 및 제 2 광파이버 (80D) 중 적어도 어느 일방에서 검출한 액체 (1)의 양이 제 2 기준치 이상인 것으로 판단했을 때, 누설된 액체 (1)의 양이 다량인 것으로 판단한다. 이 경우, 제어 장치 (CONT)는, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작을 정지시킴과 함께, 리니어 모터 (47, 48)와 방진 유닛 (9) 중 적어도 일방에 대한 전력 공급을 정지한다. 또, 광파이버 (80C, 80D)가 제 2 기준치 이상의 양의 액체 (1)를 검지했을 때, 제어 장치 (CONT)는, 리니어 모터 (47, 48) 또는 방진 유닛 (9)에 대한 전력 공급의 정지는 실행하지만, 노광 장치 (EX) 전체에 대한 전력 공급은 정지하지 않는 것이 바람직하다. 노광 장치 (EX) 전체에 대한 전력 공급을 정지하면, 그 후의 복귀 작업 및 안정화에 장시간이 걸리기 때문이다.

[0163] 이와 같이, 광파이버 (80)에서 검출한 액체 (1)의 양에 따라서 노광 장치 (EX)의 동작을 제어하는 것도 가능하며, 이 경우에 있어서도, 누설된 액체 (1)의 양에 따른 적절한 처치를 강구할 수 있다. 따라서, 액체 (1)의 누설이 발생한 후의 복귀 작업에 걸리는 시간을 단축할 수 있어, 노광 장치 (EX)의 가동률 저하를 방지할 수 있다.

[0164] 또, 상기 서술한 실시형태에서는, 1 개의 광파이버 (80)를 기판 스테이지 (PST) 및 기판 정반 (41)의 주위를 둘러싸도록 배치했지만, 복수의 광파이버로 기판 스테이지 (PST) 및 기판 정반 (41)의 주위를 둘러싸도록 할 수도 있다. 예를 들어, 기판 정반 (41)의 4 변에 1 개씩 광파이버 (80)를 배치하여 합계 4 개의 광파이버 (80)로 기판 정반 (41)의 주위를 둘러쌀 수 있다. 이와 같이 하면, 그 중 1 개의 광파이버가 액체 (1)를 검출한 경우, 어느 광파이버가 반응하고 있는지를 조사함으로써 액체 (1)의 누설 장소를 용이하게 특정할 수 있다.

[0165] 또한, 전술한 바와 같이, 투영 광학계 (PL)와 기판 스테이지 (PST)의 위치 관계가 이상하게 되었을 때 등에, 투영 광학계 (PL) 아래에 액체 (1)를 유지할 수 없어 액체 (1)가 누설되는 문제가 발생한다. 그래서, 액체 (1)의 누설을 방지하기 위해 기판 스테이지 (PST)의 이동 범위를 제한하도록 해도 된다. 이것에 관해서도 20 을 참조하면서 설명한다.

[0166] 도 20에 있어서, 기판 스테이지 (PST)는, 기판 홀더 (PH)에 유지된 기판 (P) (또는 더미 기판 (DP)) 표면 및 이 기판 (P) 표면과 면밀한 보조 플레이트 (43)의 평탄면 (43A)을 포함하는 평탄 영역인 제 1 영역 (LA1)을 갖는다. 또한, 이 제 1 영역 (LA1)과 대향하는 위치에는, 투영 광학계 (PL)의 이미지면측 선단면 (하면: 2a) 및 이 하면 (2a)과 면밀한 플레이트부재 (2P)의 하면의 일부를 포함하는 평탄 영역인 제 2 영역 (LA2)이 형성되어 있다. 여기서 액체 (1)는, 기판 스테이지 (PST) 상의 제 1 평탄면과, 투영 광학계 (PL)의 선단면 (2a)을 포함하여 상기 제 1 평탄면과 대향하는 제 2 평탄면 사이에 유지되어 액침 영역 (AR2)을 형성한다.

따라서, 상기 기판 스테이지 (PST) 상의 제 1 영역 (LA1)과, 이 제 1 영역 (LA1)과 대향하여 투영 광학계 (PL)의 선단면 (2a)을 포함하는 제 2 영역 (LA2)이 액체 유지 가능 영역이다. 그리고, 액체 (1)는, 제 1 영역 (LA1)의 일부와 제 2 영역 (LA2) 사이에 유지되어 액침 영역 (AR2)을 형성한다. 또, 제 1 영역

(LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 은 반드시 평탄면일 필요는 없고, 액체 (1) 를 유지할 수 있다면 표면에 곡면이나 요철이 있어도 상관없다.

[0167] 본 실시형태에 있어서는, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (1) 는, 투영 광학계 (PL) 선단부의 광학 소자 (2) 주위에 배치된 액체 공급구 (14K) 를 갖는 공급 노즐 (14) 및 액체 회수구 (21K) 를 갖는 회수 노즐 (21) 의 일부에도 접촉하고 있다. 즉, 액체 (1) 를 유지할 수 있는 제 2 영역 (LA2) 은, 공급 노즐 (14) 및 회수 노즐 (21) 의 액체 접촉면을 포함하여 구성되어 있다.

[0168] 그리고, 본 실시형태에 있어서는, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 따라서 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 제한한다. 구체적으로는, 도 20(a) 에 나타내는 바와 같이, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 가 유지되어 있는 경우에 있어서, 도 20(b) 에 나타낸 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계까지는 액체 (1) 를 유지할 수 있다. 그러나, 도 20(b) 에 나타낸 위치 관계보다도 기판 스테이지 (PST) 가 +X 방향으로 이동한 경우에는 액침 영역 (AR2) 의 일부가 제 1 영역 (LA1) 보다도 외측으로 돌출되어, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 를 유지할 수 없는 상황이 발생한다. 이 때, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 이상이 생긴 것으로 판단하여 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 제한한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 정지한다. 이것에 의해 액체 (1) 의 유출 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.

[0169] 여기서, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 이상이 생겼는지 여부를 간접계 (46) 의 계측 결과에 의해 판단할 수 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 간접계 (46) 에 의해 기판 스테이지 (PST) 의 XY 방향의 위치를 검출하고, 그 위치 검출 결과에 기초하여 제 2 영역 (LA2) 에 대한 제 1 영역 (LA1) 의 위치 정보, 즉 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계를 구한다. 제 1 영역 (LA1) 및 제 2 영역 (LA2) 각각의 크기에 관한 정보는 제어 장치 (CONT) 에 미리 기억되어 있다. 또한, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 형성되는 액침 영역 (AR2) 의 크기에 관한 정보도 예를 들어 실험이나 시뮬레이션에 의해 미리 구해져 있고, 제어 장치 (CONT) 에 기억되어 있다. 또, 제어 장치 (CONT) 에는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 관한 이상치가 미리 구해져 있고, 제어 장치 (CONT) 에 기억되어 있다. 여기서, 상기 이상치란, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 를 유지할 수 없는 위치 관계가 되는 값 (상대 거리) 으로, 제 2 영역 (LA2) 에 대하여 제 1 영역 (LA1) 이 상기 이상치를 초과했을 때에는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 를 유지할 수 없다.

[0170] 제어 장치 (CONT) 는, 간접계 (46) 의 계측 결과에 기초하여 제 2 영역 (LA2) 에 대한 제 1 영역 (LA1) 의 위치가 상기 이상치를 초과했을 때 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 제한 (정지) 한다. 이렇게 함으로써 액체 (1) 의 유출 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.

[0171] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 간접계 (46) 의 계측 결과에 기초하여 제 2 영역 (LA2) 에 대한 제 1 영역 (LA1) 의 위치가 상기 이상치를 초과했을 때에, 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 정지하는 대신에 기판 스테이지 (PST) 의 이동 방향을 바꾸도록 해도 된다. 구체적으로는, 도 20 에 있어서, 기판 스테이지 (PST) 가 +X 방향으로 이동함으로써 제 2 영역 (LA2) 이 제 1 영역 (LA1) 에 대하여 이상 위치 관계가 되었을 때, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 스테이지 (PST) 를 예를 들어 -X 방향으로 이동시킨다. 이렇게 함으로써 액체 (1) 의 유출 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.

[0172] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 이상이 생겨 제 2 영역 (LA2) 에 대한 제 1 영역 (LA1) 의 위치가 상기 이상치를 초과했을 때, 액체 공급 기구 (10) 의 동작을 제한하도록 해도 된다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 이상이 생겼을 때, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작을 정지한다. 이렇게 함으로써 액체 (1) 의 유출 등과 같은 문제를 방지할 수 있다. 또는, 제어 장치 (CONT) 는, 제 2 영역 (LA2) 이 제 1 영역 (LA1) 에 대하여 이상 위치 관계가 되었을 때, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급량 (단위 시간당 액체 공급량) 을 저감한다. 또는, 제어 장치 (CONT) 는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 의 위치 관계에 이상이 생겼을 때, 리니어 모터 (47,48) 나 방진 장치 (9) 에 대한 전력 공급을 정지하거나 흡기구 (42A) 부터의 흡기를 정지하도록 해도 된다.

[0173] 한편, 예를 들어 기판 (P) 의 액침 노광 종료 후, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급을 정지하고, 액체 회수 기구 (20) 에 의해 기판 (P) 상 (기판 스테이지 (PST) 상) 의 액체 (1) 를 회수한 후에는, 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에는 액체 (1) 가 유지되어 있지 않다. 그 경우, 제어 장치 (CONT) 는 기판 스테이

지 (PST) 의 이동 제한을 해제한다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 를 공급하고 있는 동안에는 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 를 유지할 수 있는 제 1 범위로 제한하고, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 의 공급을 정지하고 있는 동안에는 상기 제 1 범위보다 넓은 제 2 범위로 제한한다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) (기판 (P)) 사이에 액체 (1) 가 유지되어 있는 경우에는 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 범위로 제한하고, 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) (기판 (P)) 사이에 액체 (1) 가 유지되어 있지 않은 경우에는 제 1 범위보다도 넓은 제 2 범위 내에서의 기판 스테이지 (PST) 의 이동을 허용하고 있다. 이렇게 함으로써, 예를 들어 기판 (P) 의 노광 중에 투영 광학계 (PL) 와 기판 스테이지 (PST) (기판 (P)) 사이에 액체 (1) 를 양호하게 계속해서 유지하는 것이 가능해지고, 예를 들어 그 후의 동작인 기판 스테이지 (PST) 가 기판 (P) 의 로드 · 언로드 위치까지 이동하는 동작 등의 소정 동작을 원활하게 행할 수 있다.

[0174] 도 21 은 본 발명의 별도의 실시형태를 나타내는 도면으로서, 도 21(a) 는 측면도, 도 21(b) 는 기판 스테이지 를 상방에서 본 평면도이다. 도 21(a) 에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광학 소자 (2) 주위에는 액체 공급 구 (14K) 및 액체 회수구 (21K) 를 갖는 노즐부재 (18) 가 설치되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 노즐부재 (18) 는, 기판 (P) (기판 스테이지 (PST)) 의 상방에서 광학 소자 (2) 의 측면을 둘러싸도록 설치된 고리형 부재이다. 노즐부재 (18) 와 광학 소자 (2) 사이에는 간극이 형성되어 있고, 노즐부재 (18) 는 광학 소자 (2) 의 진동으로부터 고립되도록 소정의 지지 기구에 의해 지지되어 있다.

[0175] 노즐부재 (18) 는, 기판 (P) (기판 스테이지 (PST)) 의 상방에 설치되고, 그 기판 (P) 표면에 대향하도록 배치된 액체 공급구 (14K) 를 구비하고 있다. 본 실시형태에 있어서, 노즐부재 (18) 는 2 개의 액체 공급구 (14K) 를 갖고 있다. 액체 공급구 (14K) 는 노즐부재 (18) 의 하면 (18a) 에 형성되어 있다.

[0176] 또한, 노즐부재 (18) 는, 기판 (P) (기판 스테이지 (PST)) 의 상방에 설치되고, 그 기판 (P) 표면에 대향하도록 배치된 액체 회수구 (21K) 를 구비하고 있다. 본 실시형태에 있어서, 노즐부재 (18) 는 2 개의 액체 회수구 (21K) 를 갖고 있다. 액체 회수구 (21K) 는 노즐부재 (18) 의 하면 (18a) 에 형성되어 있다.

[0177] 액체 공급구 (14K, 14K) 는, 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 사이에 둔 X 축 방향의 양측 각각의 위치에 형성되어 있고, 액체 회수구 (21K, 21K) 는, 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 에 대하여 액체 공급구 (14K, 14K) 보다도 외측에 형성되어 있다. 또, 본 실시형태에서의 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 은, Y 축 방향을 길이방향으로 하고, X 축 방향을 폭방향으로 한 평면에서 보아 직사각 형상으로 설정되어 있다.

[0178] 노즐부재 (18) 의 하면 (기판 (P) 측을 향하는 면: 18a) 은 대략 평탄면이고, 광학 소자 (2) 의 하면 (액체 접촉면: 2a) 도 평탄면으로 되어 있으며, 노즐부재 (18) 의 하면 (18a) 과 광학 소자 (2) 의 하면 (2a) 은 대략 면밀하게 되어 있다. 이것에 의해, 넓은 범위에서 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 형성할 수 있다. 그리고, 액체 (1) 를 유지할 수 있는 제 2 영역 (LA2) 은, 광학 소자 (2) 의 하면 (2a) 및 노즐부재 (18) 의 하면 (18a) 중 회수구 (21K) 보다 내측의 영역으로 되어 있다.

[0179] 기판 스테이지 (PST) 상에는 오목부 (55) 가 형성되어 있고, 기판 홀더 (PH) 는 오목부 (55) 에 배치되어 있다. 그리고, 기판 스테이지 (PST) 중 오목부 (55) 이외의 상면 (57) 은, 기판 홀더 (PH) 에 유지된 기판 (P) 의 표면과 대략 동일한 높이 (면밀) 가 되는 평탄면 (평탄부) 으로 되어 있다. 그리고, 액체 (1) 를 유지할 수 있는 제 1 영역 (LA1) 은 기판 (P) 표면 및 상면 (57) 을 포함하는 영역으로 되어 있다.

[0180] 도 21(b) 에 나타내는 바와 같이, 평면에서 보아 직사각 형상인 기판 스테이지 (PST) 의 서로 수직인 2 개의 가장자리부에 이동경 (45) 이 배치되어 있다. 또한, 기판 스테이지 (PST) 상에 있어서, 기판 (P) 외측의 소정 위치에는 기준부재 (300) 가 배치되어 있다. 기준부재 (300) 에는, 도시하지 않은 기판 얼라인먼트계에 의해 검출되는 기준 마크 (PFM) 와, 마스크 얼라인먼트계에 의해 검출되는 기준 마크 (MFM) 가 소정의 위치 관계로 형성되어 있다. 또 본 실시형태의 기판 얼라인먼트계에서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평4-65603호에 개시되어 있는, 기판 스테이지 (PST) 를 정지시켜서 마크 상에 할로겐 램프로부터의 백색광 등과 같은 조명 광을 조사하고, 얻어진 마크의 화상을 활상 소자에 의해 소정의 활상 시야 내에서 활상하여, 화상 처리에 의해 마크의 위치를 계측하는 FIA (필드 이미지 얼라인먼트) 방식이 채용되어 있다. 또한 본 실시형태의 마스크 얼라인먼트계에서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평7-176468호에 개시되어 있는, 마크에 대하여 광을 조사하고, CCD 카메라 등으로 활상한 마크의 화상 데이터를 화상 처리하여 마크 위치를 검출하는 VRA (비주얼 레티클 얼라인먼트) 방식이 채용되어 있다. 기준부재 (300) 의 상면 (301A) 은 대략 평탄면으로 되어 있고, 기판 스테이지 (PST) 에 유지된 기판 (P) 표면 및 기판 스테이지 (PST) 의 상면 (57) 과 대략 동일한 높이

(면밀하게)로 배치되어 있다. 기준부재 (300)의 상면 (301A)은, 포커스 검출계 (56)의 기준면으로서의 역할도 할 수 있다.

[0181] 또한, 기판 얼라인먼트계는, 기판 (P) 상에 형성된 얼라인먼트 마크 (AM)도 검출한다. 도 21(b)에 나타내는 바와 같이, 기판 (P) 상에는 복수의 쇼트 영역 (S1~S24)이 형성되어 있고, 얼라인먼트 마크 (AM)는 복수의 쇼트 영역 (S1~S24)에 대응하여 기판 (P) 상에 복수 형성되어 있다.

[0182] 또한, 기판 스테이지 (PST) 상 중, 기판 (P) 외측의 소정 위치에는, 계측용 센서로서 예를 들어 일본 공개특허 공보 소57-117238호에 개시되어 있는 조도 불균일 센서 (400)가 배치되어 있다. 조도 불균일 센서 (400)는 평면에서 보아 직사각 형상의 상판 (401)을 구비하고 있다. 상판 (401)의 상면 (401A)은 대략 평탄면으로 되어 있고, 기판 스테이지 (PST)에 유지된 기판 (P) 표면 및 기판 스테이지 (PST)의 상면 (57)과 대략 동일한 높이 (면밀하게)로 배치되어 있다. 상판 (401)의 상면 (401A)에는, 광을 통과시킬 수 있는 핀홀부 (470)가 형성되어 있다. 상면 (401A) 중, 핀홀부 (470) 이외에는 크롬 등의 차광성 재료로 덮여 있다.

[0183] 또한, 기판 스테이지 (PST) 상 중, 기판 (P) 외측의 소정 위치에는, 계측용 센서로서 예를 들어 일본 공개특허 공보 2002-14005호에 개시되어 있는 공간 이미지 계측 센서 (500)가 설치되어 있다. 공간 이미지 계측 센서 (500)는 평면에서 보아 직사각 형상의 상판 (501)을 구비하고 있다. 상판 (501)의 상면 (501A)은 대략 평탄면으로 되어 있고, 기판 스테이지 (PST)에 유지된 기판 (P) 표면 및 기판 스테이지 (PST)의 상면 (57)과 대략 동일한 높이 (면밀하게)로 배치되어 있다. 상판 (501)의 상면 (501A)에는, 광을 통과시킬 수 있는 슬릿부 (570)가 형성되어 있다. 상면 (501A) 중, 슬릿부 (570) 이외에는 크롬 등의 차광성 재료로 덮여 있다.

[0184] 또한, 기판 스테이지 (PST) 상에는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평11-16816호에 개시되어 있는 조사량 센서 (조도 센서: 600)도 설치되어 있고, 그 조사량 센서 (600)의 상판 (601)의 상면 (601A)은 기판 스테이지 (PST)에 유지된 기판 (P) 표면이나 기판 스테이지 (PST)의 상면 (57)과 대략 동일한 높이 (면밀하게)로 배치되어 있다.

[0185] 또한, 기판 스테이지 (PST)의 측면에는, 이 기판 스테이지 (PST)를 둘러싸도록 흠통부재 (89)가 배치되어 있다. 흠통부재 (89)는 기판 (P) 상이나 기판 스테이지 (PST) 상으로부터 누출된 액체 (1)를 회수 (유지) 할 수 있으며, 기판 스테이지 (PST) 상면 (평탄면: 57)의 외측에 배치되어 있다. 그리고, 그 흠통부재 (89)의 내부에는, 액체 (1)의 유무를 검지할 수 있는 광파이버 (80)가 배치되어 있다. 흠통부재 (89)의 광파이버 (80)가 액체 (1)의 존재를 검지했을 때, 제어 장치 (CONT)는, 상기 서술한 실시형태와 마찬가지로 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 동작을 정지하는 등의 적절한 처리를 실시한다.

[0186] 본 실시형태에서는, 기판 (P)을 노광할 때에 기판 (P) 상에 액침 영역 (AR2)이 형성되는 것은 물론, 기준부재 (300)의 예를 들어 기준 마크 (MFM)를 계측할 때나, 센서 (400, 500, 600)를 사용하여 계측 처리할 때, 상판 (301, 401, 501, 601)상의 각각에 액침 영역 (AR2)이 형성된다. 그리고, 액체 (1)를 통해서 계측 처리가 이루어진다. 예를 들어 기준부재 (300) 상의 기준 마크 (MFM)를 액체 (1)를 통해서 계측할 때에는, 제 1 영역 (LA1) 중 기준부재 (300)의 상면 (301A)을 포함하는 영역과 제 2 영역 (LA2)이 대향하고, 그 제 1 영역 (LA1)의 일부와 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1)가 채워진다. 조도 불균일 센서 (400)를 사용하여 액체 (1)를 통해서 계측 처리할 때에는, 제 1 영역 (LA1) 중 상판 (401)의 상면 (401A)을 포함하는 영역과 제 2 영역 (LA2)이 대향하고, 그 제 1 영역 (LA1)의 일부와 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1)가 채워진다.

마찬가지로, 센서 (500, 600)를 사용하여 액체 (1)를 통해서 계측 처리할 때에는, 제 1 영역 (LA1) 중 상판 (501, 601)의 상면 (501A, 601A)을 포함하는 영역과 제 2 영역 (LA2)이 대향하고, 그 제 1 영역 (LA1)의 일부와 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1)가 채워진다.

[0187] 그리고, 제어 장치 (CONT)는, 기판 스테이지 (PST) 상 (제 1 영역 (LA1) 상)에 액침 영역 (AR2)을 형성하기 위해, 액체 공급 기구 (10)가 액체 (1)를 공급하고 있는 동안에는 기판 스테이지 (PST)의 이동 범위를 도 21(b)에 나타내는 제 1 범위 (SR1)로 제한한다. 도 21(b)에 있어서, 부호 LA2a는, 액체 (1)를 유지할 수 있는 범위에 있어서, 제 2 영역 (LA2)이 제 1 영역 (LA1) 중 가장 +Y 측이면서 -X 측에 배치되었을 때의 위치를 나타내고 있다. 여기서 도 21(b)에 있어서는 설명을 간단히 하기 위해, 기판 스테이지 (PST) (제 1 영역 (LA1))에 대하여 투영 광학계 (PL)의 광축 (AX) (제 2 영역 (LA2))이 이동하는 것으로 하여 설명한다.

마찬가지로, 부호 LA2b는, 제 2 영역 (LA2)이 제 1 영역 (LA1) 중 가장 +Y 측이면서 +X 측에 배치되었을 때의 위치를 나타내고 있다. 부호 LA2c는, 제 2 영역 (LA2)이 제 1 영역 (LA1) 중 가장 -Y 측이면서 +X

측에 배치되었을 때의 위치를 나타내고 있다. 부호 LA2d 는, 제 2 영역 (LA2) 이 제 1 영역 (LA1) 중 가장 -Y 축이면서 -X 축에 배치되었을 때의 위치를 나타내고 있다.

[0188] 그리고, 각 제 2 영역 (LA2a~LA2d) 각각의 중심 (여기서는 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX)) 을 연결하는 내측 영역이 제 1 범위 (SR1) 이다. 이와 같이, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 를 공급하고 있는 동안에는, 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 범위 (SR1) 로 제한함으로써 항상 제 1 영역 (LA1) 과 제 2 영역 (LA2) 사이에 액체 (1) 를 유지할 수 있어, 액체 (1) 의 누출 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.

[0189] 한편, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 를 공급하고 있지 않은 동안에는, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 스테이지 (PST) 의 이동 범위를 제 1 범위 (SR1) 보다 넓은 제 2 범위 (SR2) 로 제한한다. 여기서, 제 1 범위 (SR1) 는 제 2 범위 (SR2) 에 포함되어 있다. 이와 같이, 액체 공급 기구 (10) 가 액체 (1) 의 공급을 정지하고 있는 동안에는 상기 제 1 범위 (SR1) 보다 넓은 제 2 범위 (SR2) 로 제한함으로써, 기판 스테이지 (PST) 가 기판 (P) 의 로드 · 언로드 위치까지 이동하는 동작 등의 소정 동작을 원활하게 행할 수 있다.

[0190] 이상, 본 발명의 각 실시형태에 대해 구체적으로 설명했지만, 본 발명에서는 노광 장치에 설치된 제어 장치에 의해 이상이 검지되었을 때, 제어 장치가 노광 장치의 적절한 기구나 장치를 제어하여 누수 등에 기인하는 누전, 누수 흡인 등을 미연에 방지할 수 있다. 여기서, 이상을 검출하는 검출 부위와, 제어 장치와, 제어 장치에 의해 제어되는 피제어부의 관계를 도 23 의 블록도에 정리하여 나타낸다. 노광 장치의 제어 장치는, 노광 장치 내부에 설치된 각종 검출 장치, 예를 들어, 전술한 바와 같이 공급측 유량계 또는 회수측 유량계 단독 또는 이들의 유량차로부터 이상 (액체 유통의 이상) 을 검지하는 공급측/회수측 유량계, 기판 스테이지의 스테이지 위치를 계측하여 스테이지 위치 이상 (그것으로 인한 누수 발생) 을 검지하는 스테이지 간섭계, 기판 스테이지의 포커스 상황을 계측하여 스테이지 위치 이상 (그것으로 인한 누수 발생) 을 검지하는 포커스 검출계, 기판 스테이지나 베이스 플레이트에 배치된 광파이버나 프리즘에 부착된 누수 (이상) 를 검출하는 누설 검출기 (1, 2), 회수 탱크의 수위로부터의 회수량의 이상을 검지하는 수위계 등의 각종 검출계와 접속되어 있다. 제어 장치는, 이를 검출계로부터 이상 신호를 수신할 수 있다. 이 때, 제어 장치는, 소정의 기준 신호와 각 검출기로부터 수신한 신호를 비교하여 정상 신호인지 이상 신호인지 판정할 수 있다.

[0191] 노광 장치의 제어 장치는, 또한, 노광 장치 외부의 각종 관련 장치, 예를 들어, 액체 (순수) 제조 장치, 액체 (순수) 온도 조절 장치, 현상 장치, 기판 반송 장치 등과 접속되어 있고, 이를 관련 장치의 이상을 알리는 신호를 수신할 수 있다. 또한, 노광 장치의 제어 장치는, 노광 장치가 설치되어 있는 공장의 이상을 알리는 신호를 수신할 수도 있다. 노광 장치가 설치되어 있는 공장 등의 이상은, 노광 장치가 배치되어 있는 클린 룸의 이상, 노광 장치에 공급되는 순수나 전력 등의 용량의 이상, 지진이나 화재 등을 들 수 있다. 제어 장치는, 소정의 기준 신호와 각 관련 장치로부터 수신한 신호를 비교하여 정상 신호인지 이상 신호인지 판정해도 된다.

[0192] 노광 장치의 제어 장치는, 또한 전술한 각 실시형태에서 설명한 바와 같이, 피제어 장치, 예를 들어, 액체 공급 기구, 액체 회수 기구, 스테이지 장치, 특히 스테이지 에어 베어링, 스테이지 리니어 모터, 기판 홀더 흡착계, 광전자 증배관 등의 센서, 방진 유닛, 액츄에이터 등의 각종 콤포넌트와 접속되어 있고, 각 콤포넌트의 이상을 알리는 신호를 수신할 수 있다. 또한, 지진을 검지하기 위한 센서를 구비하고 있는 경우에는, 제어 장치는 그 지진 센서로부터 이상 신호를 수신할 수 있다. 그리고, 액체 (1) 의 품질 (온도, 용존 산소 농도, 유기물 등의 불순물 비율) 을 측정하기 위한 수질 센서를 구비하고 있는 경우에는, 그 수질 센서로부터 이상 신호를 수신할 수 있다.

[0193] 제어 장치의 제어 동작을 도 24 를 참조하면서, 간단히 설명한다. 제어 장치는, 노광 장치 내부의 검출계 또는 노광 장치의 외부의 관련 장치 (1~4) 등으로부터 이상을 나타내는 신호를 수신한다. 이상을 나타내는 신호는, 예를 들어, 액침 노광을 위해 공급되는 (그리고 회수되는) 액체의 유통에 영향을 주는 신호이다. 이 때, 제어 장치는, 수신한 신호와 기준 신호를 비교하여 수신한 신호가 이상 신호임을 판단해도 된다. 이어서, 제어 장치는 이상 신호로부터 이상이 생긴 부위를 특정한다. 이 때, 제어 장치는 경보 장치에서 경보를 발할 수도 있다. 그리고, 제어 장치는, 이상이 생긴 부위에 따라서 어느 쪽 장치를 제어해야 하는지를 판단하고, 그 장치에 제어 신호를 보내어 이상 상황에 대처시킨다. 예를 들어, 기판 스테이지에 설치된 누설 검출기 (1: 광파이버 등) 에서 액 누설이 검출된 경우에는, 제어 장치는 그 검출 신호에 따라서 액체 공급 기구에 의한 액체 공급, 스테이지 제어계에 의한 스테이지 이동, 스테이지 에어 베어링 및 기판 홀더 흡착계에 의한 흡기, 또한, 스테이지 리니어 모터, 기판 홀더 흡착계, 센서, 방진 유닛, 액츄에이터에 대한 급전을 각각 정지하고, 한편에서, 액체 회수 기구의 액체 회수만을 계속시킬 수 있다. 어느 장치의 동작을 정지할지는

액체가 누설된 장소나 그 정도 (신호의 크기)에 따라서 제어 장치가 판단한다. 검출 신호의 크기에 따라서는, 스테이지 리니어 모터나 센서 등의 전기기기는 그대로 작동시켜 두고, 액체 공급 기구의 동작만을 정지시킬 수 있다.

[0194] 전술한 바와 같이, 본 실시형태에서의 액체 (1)는 순수가 사용되고 있다. 순수는 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 또 기판 (P) 상의 포토레지스트나 광학 소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기판 (P)의 표면, 및 투영 광학계 (PL)의 선단면에 설치된 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.

[0195] 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, 기판 (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.

[0196] 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL)의 선단에 광학 소자 (2)가 장착되어 있는데, 투영 광학계 (PL)의 선단에 장착되는 광학 소자로는, 투영 광학계 (PL)의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등)의 조정에 사용되는 광학 플레이트여도 된다. 또는 노광광 (EL)을 투과할 수 있는 평행 평면판이여도 된다.

액체 (1)와 접촉하는 광학 소자를 렌즈보다 저렴한 평행 평면판으로 함으로써, 노광 장치 (EX)의 운반, 조립, 조정시 등에 있어서 투영 광학계 (PL)의 투과율, 기판 (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 공급하기 직전에 그 평행 평면판을 교환하기만 하면 되어, 액체 (1)와 접촉하는 광학 소자를 렌즈로 하는 경우와 비교하여 그 교환 비용이 줄어드는 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 있는데, 이 광학 소자를 저렴한 평행 평면판으로 함으로써 렌즈에 비하여 교환 부품의 비용이 낮고, 또 교환에 필요한 시간을 짧게 할 수 있어, 메인터넌스 비용 (유지비)의 상승이나 스루풋의 저하를 억제할 수 있다.

[0197] 또, 본 실시형태의 액체 (1)는 물이지만, 물 이외의 액체일 수도 있고, 예를 들어 노광광 (EL)의 광원이 F_2 레이저인 경우, 이 F_2 레이저광은 물을 투과하지 못하기 때문에, 액체 (1)로는 F_2 레이저광을 투과할 수 있는 예를 들어 불소계 오일이나 과불화폴리에테르 (PFPE) 등의 불소계 유체를 사용하면 된다. 또한, 액체 (1)로는, 그 밖에도 노광광 (EL)에 대한 투과성이 있고 가능한 한 굴절률이 높으며, 투영 광학계 (PL)나 기판 (P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어 시더유)을 사용할 수도 있다.

[0198] 상기 각 실시형태에 있어서, 상기 서술한 노즐의 형상은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 투영 영역 (AR1)의 긴 변에 관해서 2 쌍의 노즐로 액체 (1)를 공급 또는 회수하도록 해도 된다. 또, 이 경우에는, $+X$ 방향, 또는 $-X$ 방향의 어느 방향으로부터도 액체 (1)의 공급 및 회수를 할 수 있도록 하기 위해, 공급 노즐과 회수 노즐을 상하로 정렬하여 배치해도 된다.

[0199] 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.

[0200] 또한, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 투영 광학계 (PL)와 기판 (P) 사이를 국소적으로 액체로 채우는 노광 장치를 채용하고 있는데, 노광 대상인 기판을 유지한 스테이지를 액조 안에서 이동시키는 액침 노광 장치나, 스테이지 상에 소정 깊이의 액체조를 형성하고, 그 안에 기판을 유지하는 액침 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다. 노광 대상인 기판을 유지한 스테이지를 액조 안에서 이동시키는 액침 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-124873호에 상세히 기재되어 있고, 또한, 스테이지 상에 소정 깊이의 액체조를 형성하고, 그 안에 기판을 유지하는 액침 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-303114호나 미국 특허 5,825,043호에 상세하게 기재되어 있으며, 각각 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이들 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0201] 노광 장치 (EX)로는, 마스크 (M)와 기판 (P)을 동기 이동하여 마스크 (M)의 패턴을 주사 노광하는 스텝 앤

드 스캔 방식의 주사형 노광 장치 (스캐닝 스텝페) 외에, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 정지시킨 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하고, 기판 (P) 을 순차 스텝 이동시키는 스텝 앤드 리피트 방식의 투영 노광 장치 (스텝페) 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.

[0202] 또, 본 발명은, 웨이퍼 등의 피처리 기판을 따로따로 탑재하여 XY 방향으로 독립하여 이동할 수 있는 2 개의 스테이지를 구비한 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 한도 내에서 이들 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0203] 또한, 일본 공개특허공보 평11-135400호에 개시되어 있는 바와 같이, 기판 (P) 을 유지하는 기판 스테이지와, 각종 계측부재나 센서 등을 구비한 계측 스테이지를 구비한 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다. 이 경우, 투영 광학계와 계측 스테이지의 상면 사이에도 액체를 유지하는 것이 가능하며, 이 계측 스테이지에도 상기 서술한 누수 검지기 등의 대책을 실시할 수 있다.

[0204] 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, 활상 소자 (CCD) 또는 레터클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.

[0205] 기판 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터를 사용하는 경우에는, 에어 베어링을 사용한 에어 부상형 및 로렌츠력 또는 리액틴스력을 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 한도 내에서 그 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0206] 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.

[0207] 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.

[0208] 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 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

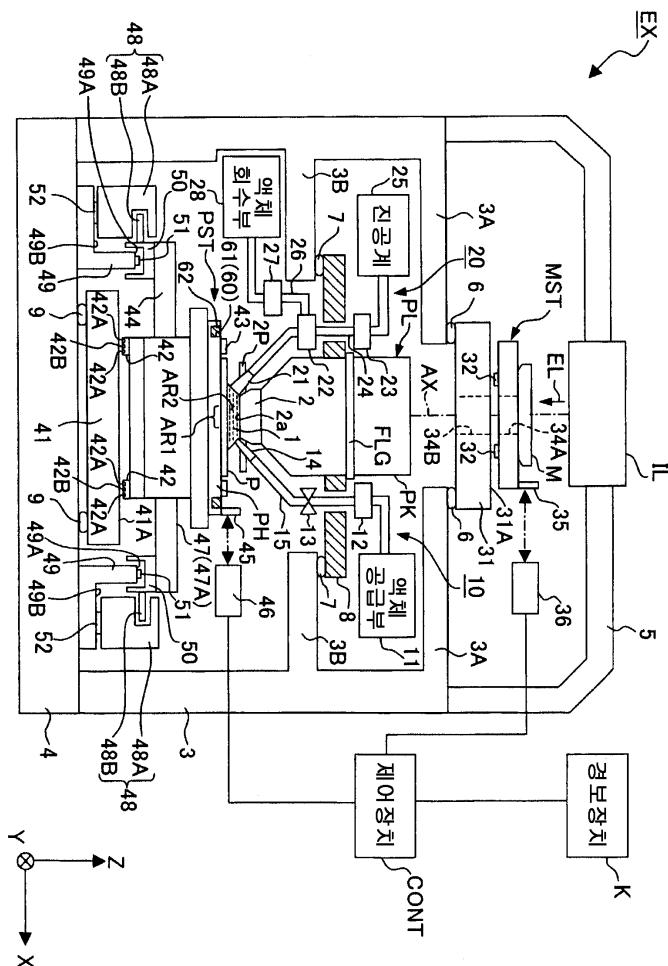
[0209] 본 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 본원 특허청구의 범위에 열거된 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템 을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하게끔 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 이 조립의 전후에는 각종 광학계에 관해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 관해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 관해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 이루어진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 각각의 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호 의, 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.

[0210] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 22 에 나타내는 바와 같이 마이크로 디바이스의 기능·성능을 설계하는 단계 (201), 이 설계 단계에 기초한 레터클 (마스크) 을 제작하는 단계 (202), 디바이스의 기재인 기

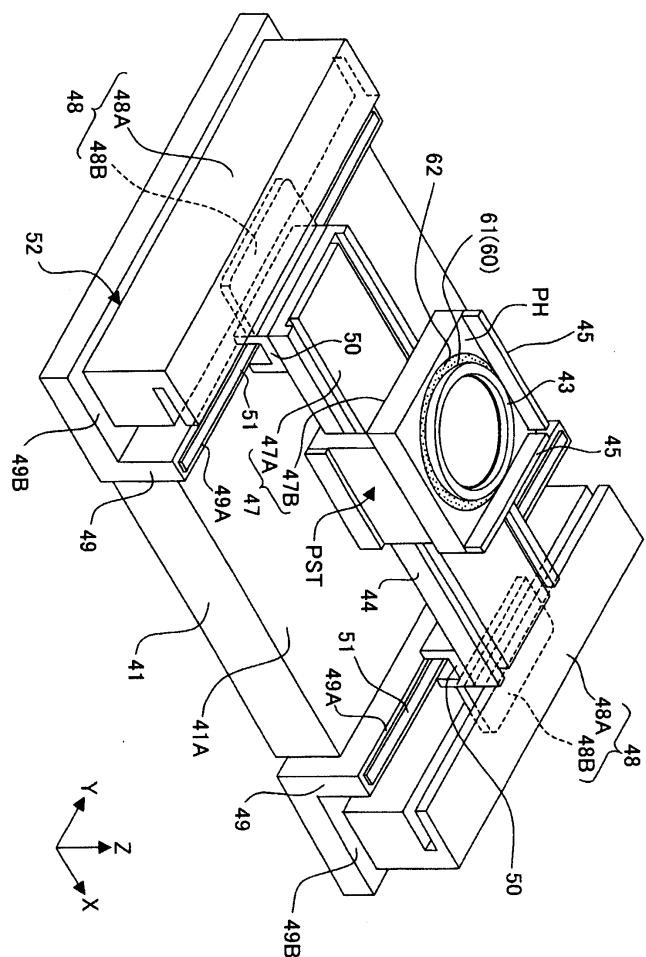
판을 제조하는 단계 (203), 전술한 실시형태의 노광 장치 (EX)에 의해 레티클의 패턴을 기판에 노광하는 노광 처리 단계 (204), 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다: 205), 검사 단계 (206) 등을 거쳐 제조된다.

도면

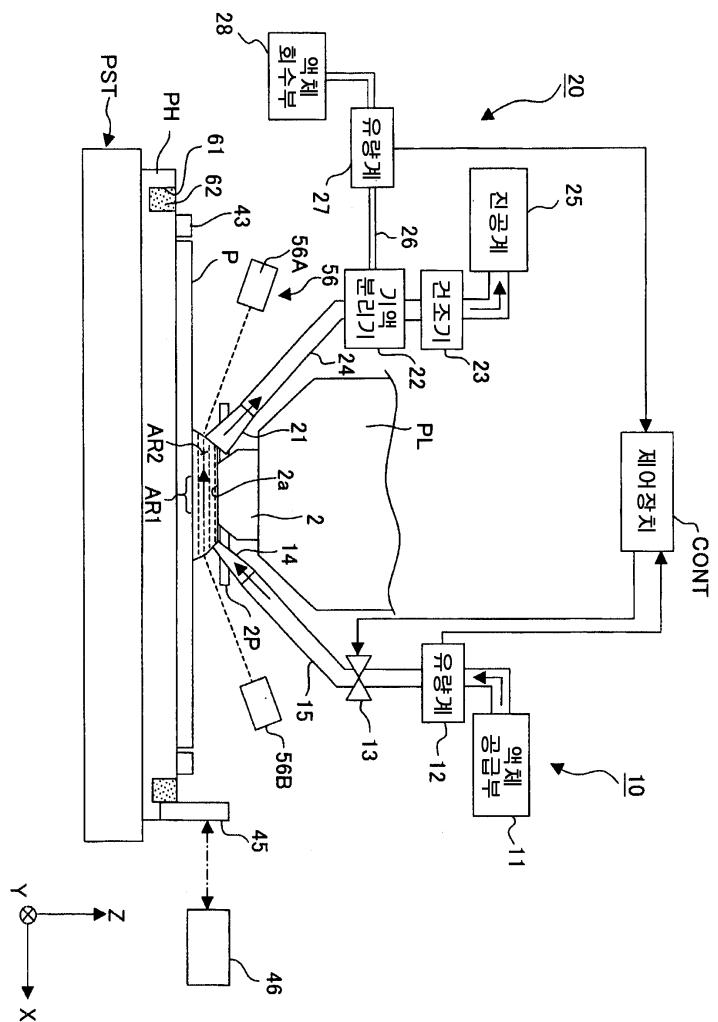
도면1



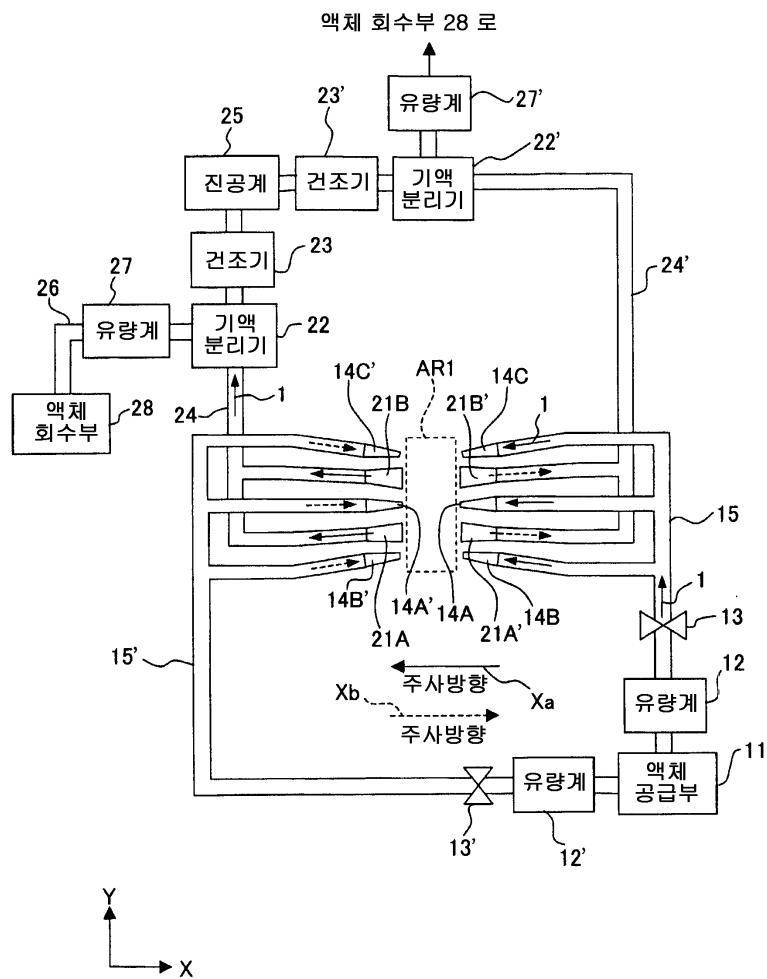
도면2



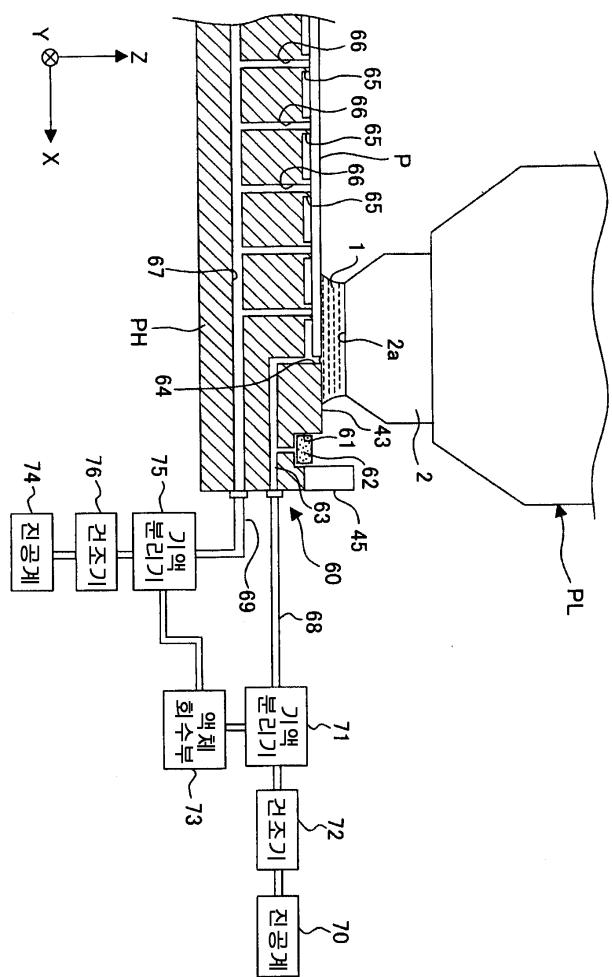
도면3



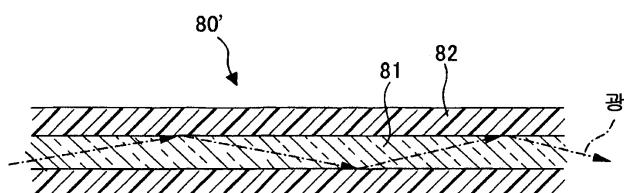
도면4



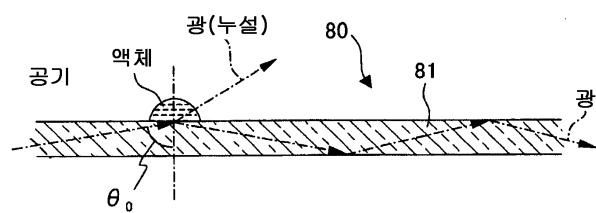
도면5



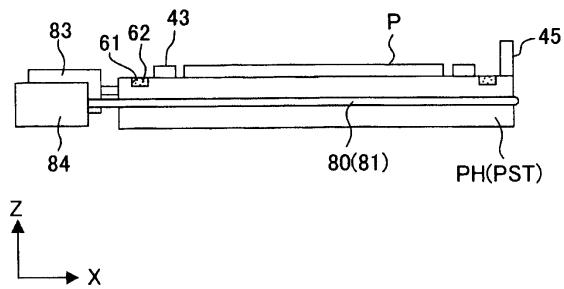
도면6



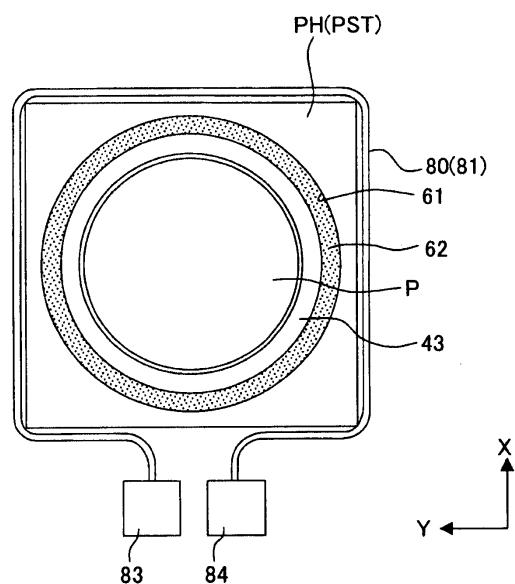
도면7



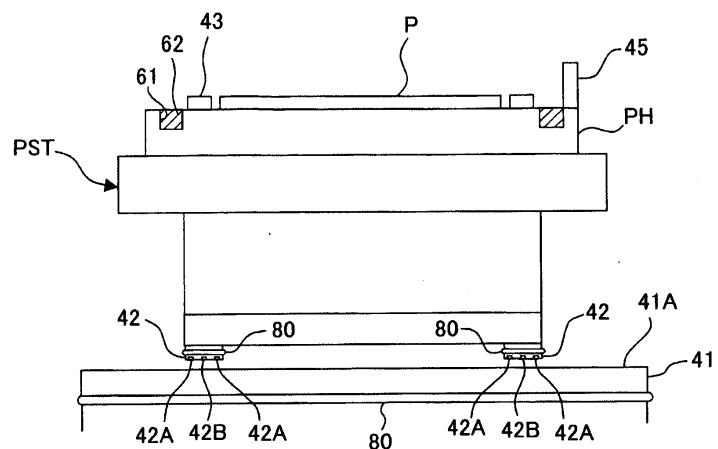
도면8



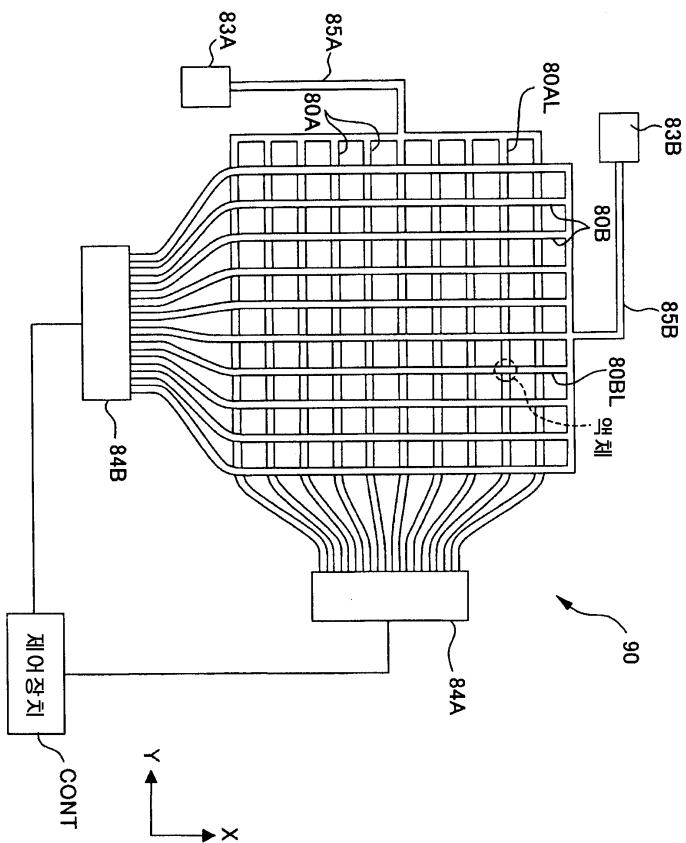
도면9



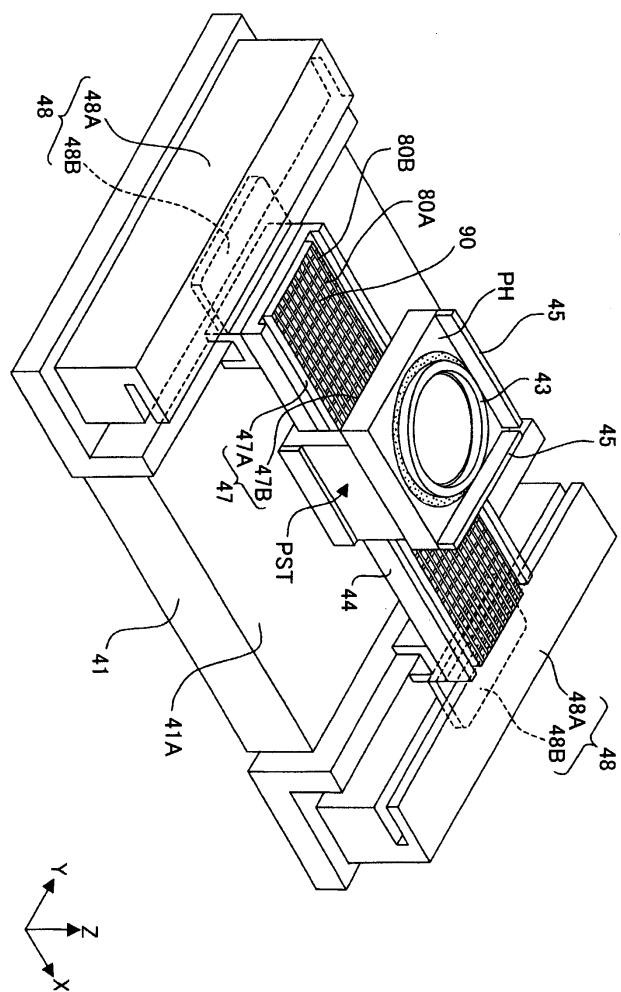
도면10



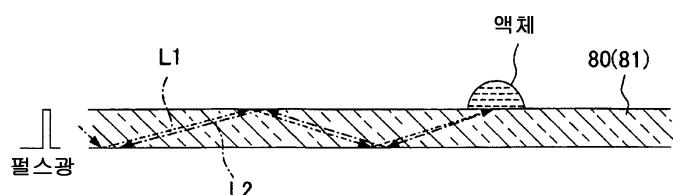
도면11



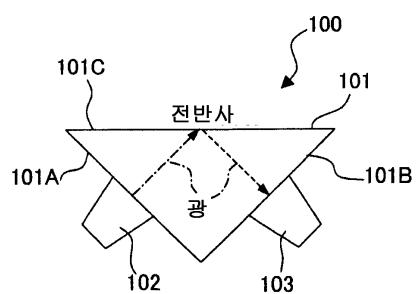
도면12



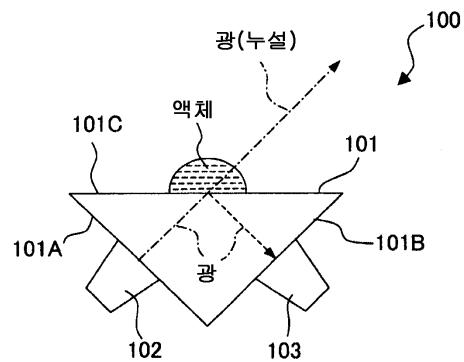
도면13



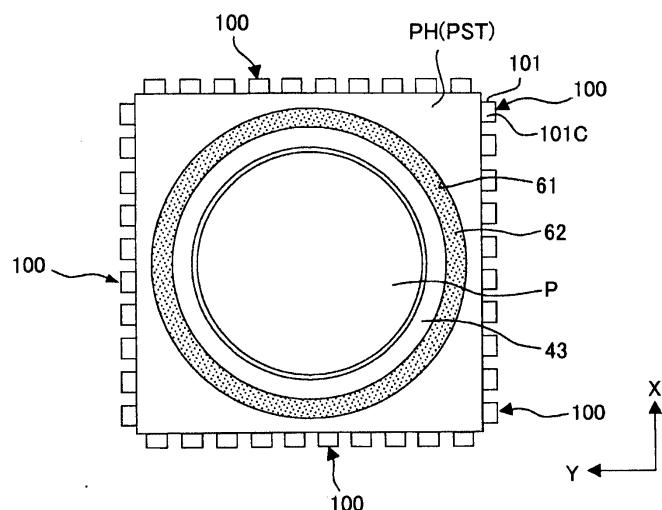
도면14



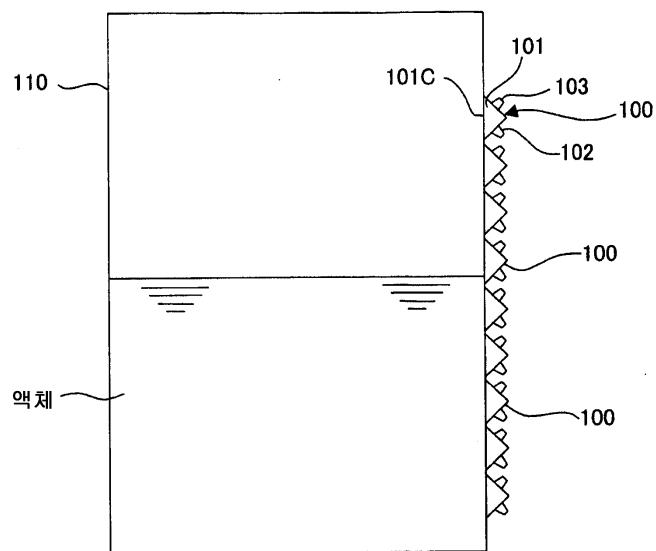
도면15



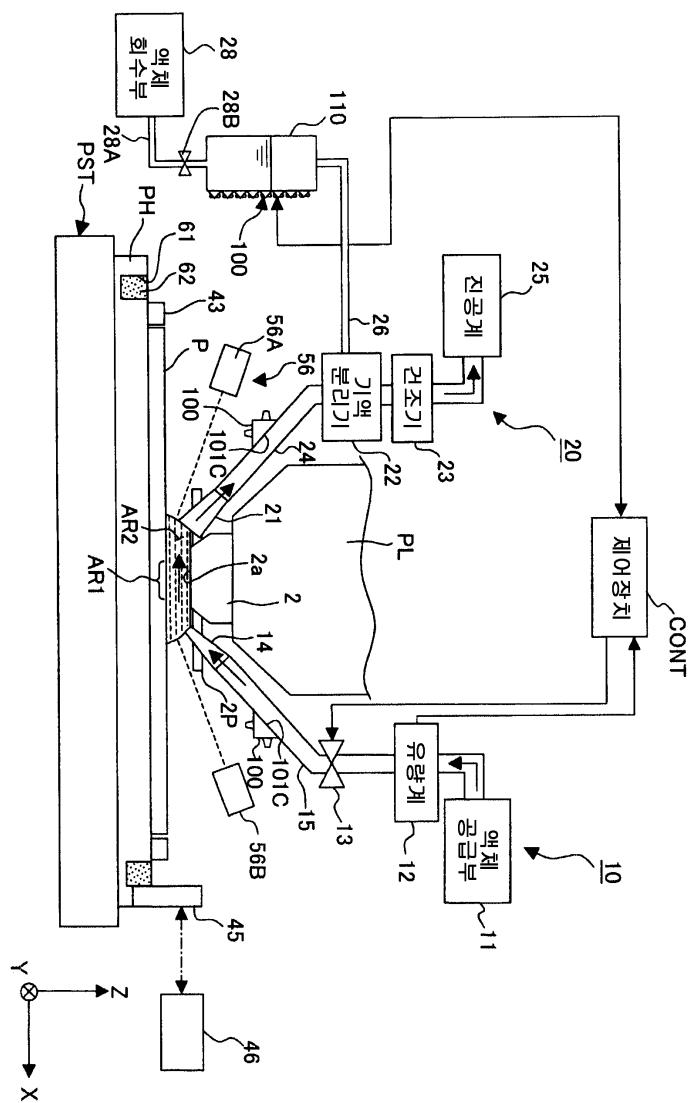
도면16



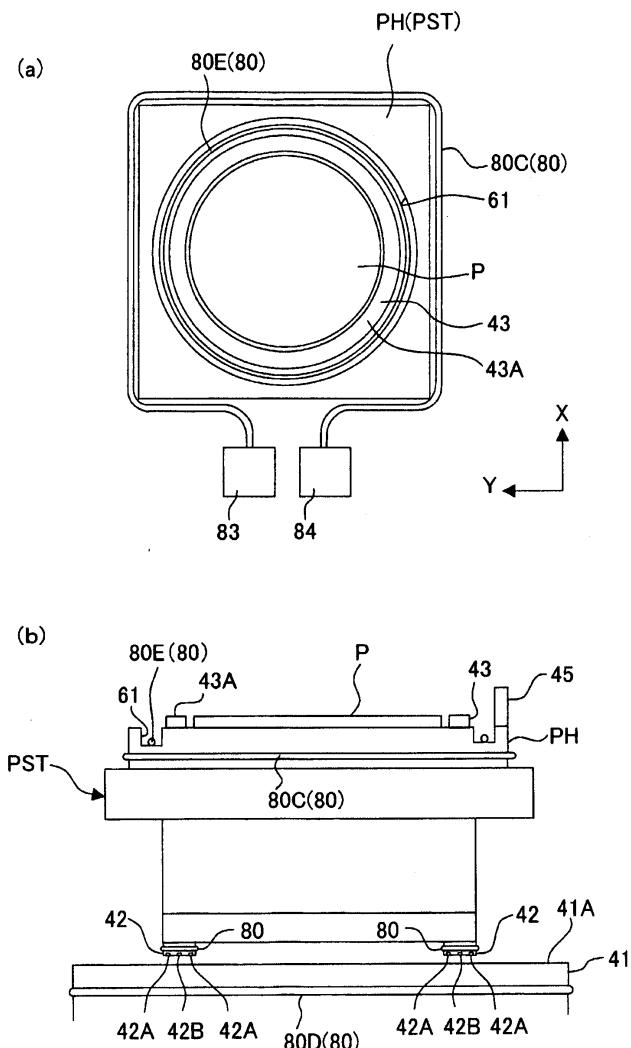
도면17



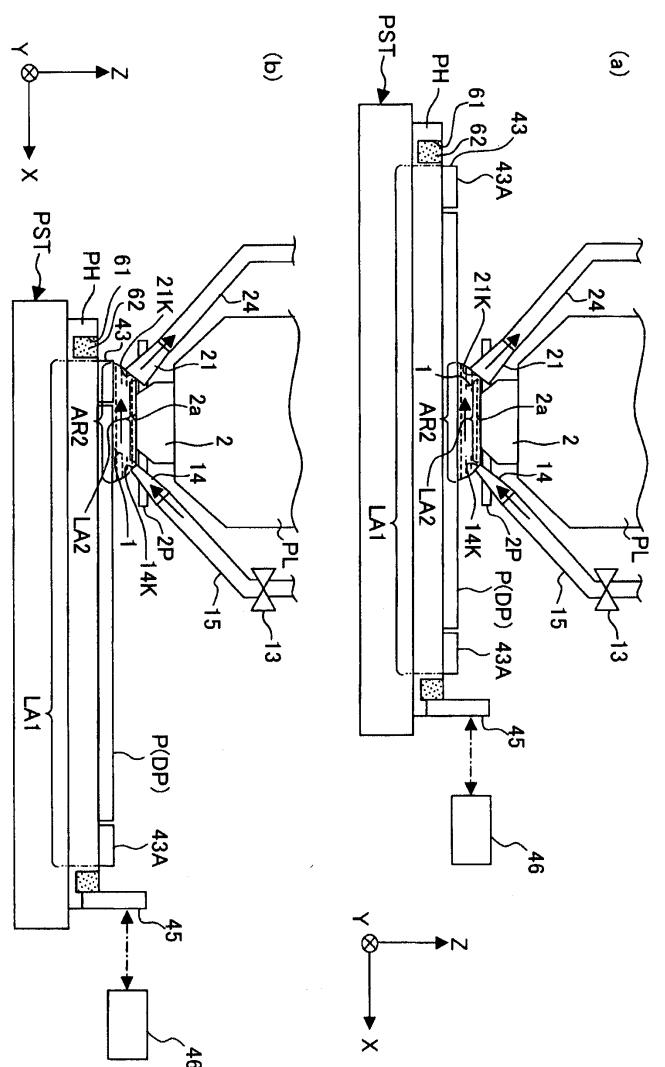
도면18



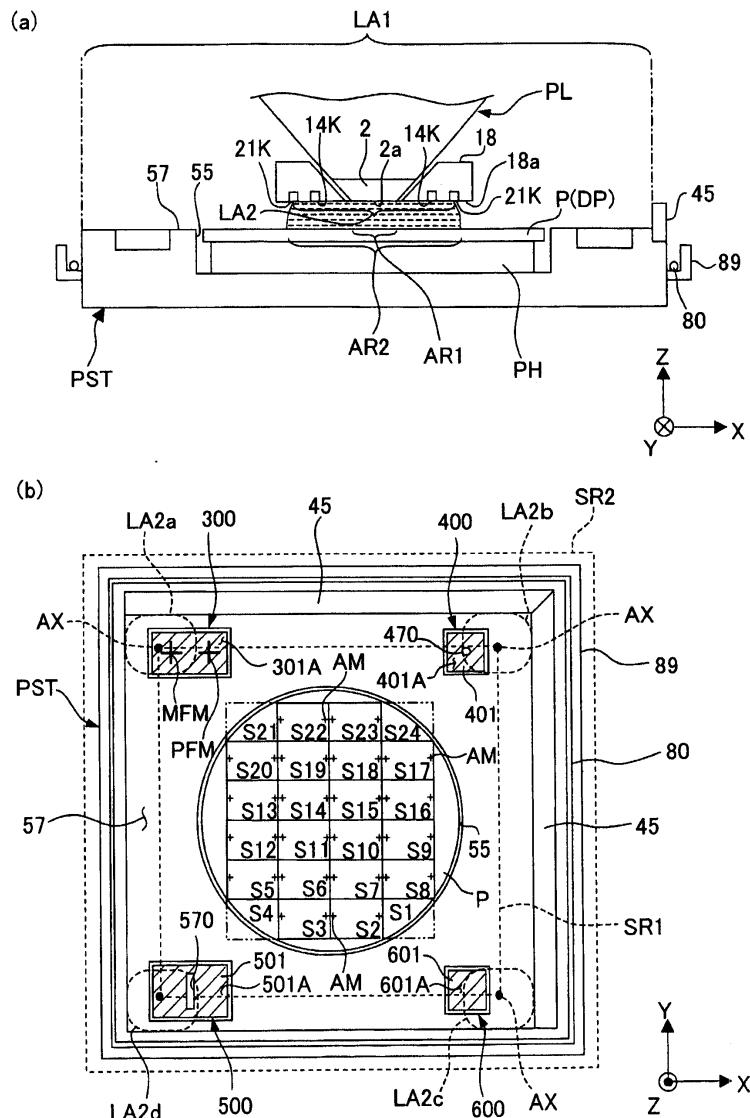
도면19



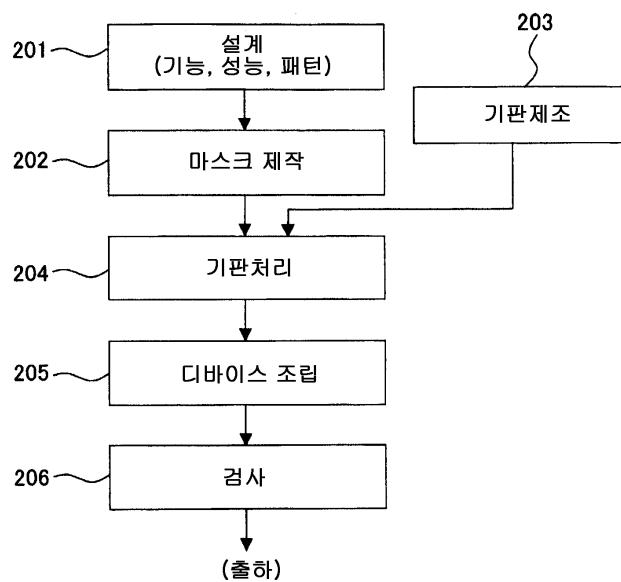
도면20



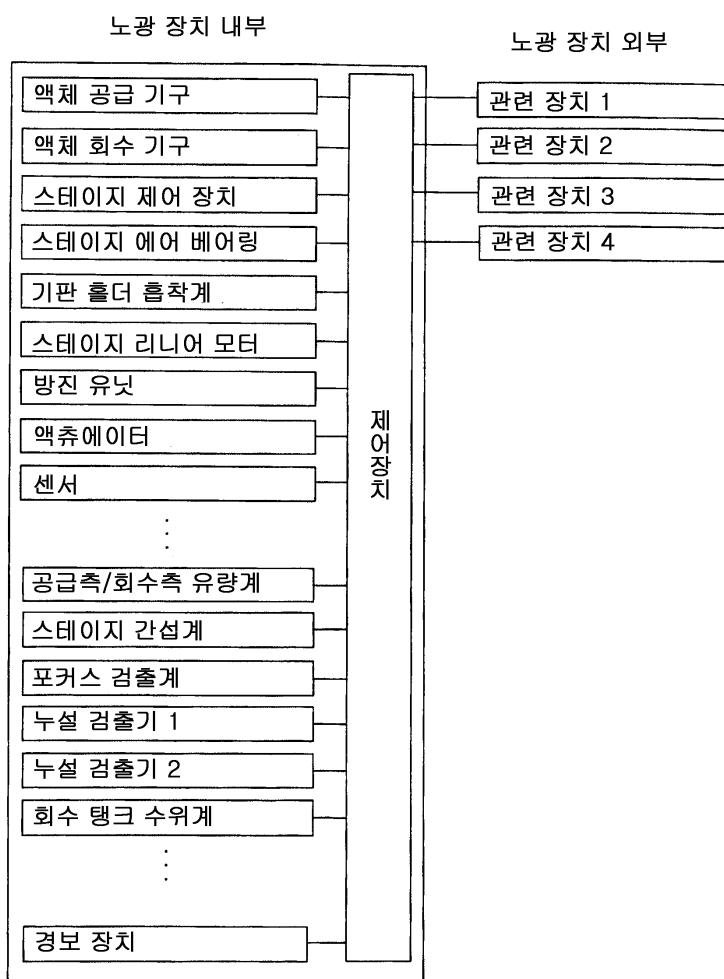
도면21



도면22



도면23



도면24

