



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월03일  
(11) 등록번호 10-1281951  
(24) 등록일자 2013년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)  
*H01L 21/027* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2007-7001616  
(22) 출원일자(국제) 2005년12월09일  
심사청구일자 2010년12월07일  
(85) 번역문제출일자 2007년01월23일  
(65) 공개번호 10-2007-0088458  
(43) 공개일자 2007년08월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/022634  
(87) 국제공개번호 WO 2006/062188  
국제공개일자 2006년06월15일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2004-00356535 2004년12월09일 일본(JP)  
JP-P-2005-00350685 2005년12월05일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

EP01420298 A2

JP2004207710 A

WO2004053950 A1

전체 청구항 수 : 총 47 항

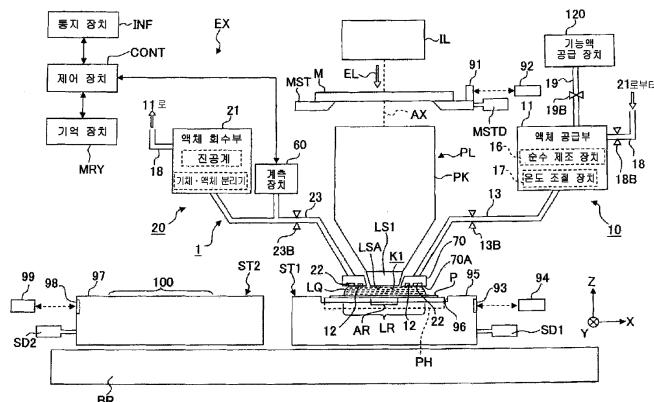
심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법

### (57) 요약

노광 장치(EX)는 노광 대상의 기판(P)과 다른 물체 상에 액침 영역(LR)을 형성한 상태에서 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측하는 계측 장치(60)를 포함하고 있다. 액체의 상태를 미리 판단하고, 적절하게 처리를 실시함으로써, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있는 노광 장치를 제공한다.

### 대 표 도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

광학 부재를 통해 기판에 노광광을 조사하여 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,  
 상기 광학 부재의 광출사측에 배치되는, 상기 기판과는 다른 물체와,  
 상기 광학 부재와 상기 물체 사이의 광로 공간을 액체로 채우기 위한 액침 기구와,  
 상기 기판과는 다른 물체 상에 액침 영역을 형성한 상태에서 액체의 성질 및 성분 중 한쪽 이상을 계측하는 계측 장치  
 를 포함하는 노광 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 광학 부재는 투영 광학계 중 적어도 일부인 것인 노광 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 물체는 상기 액체를 오염시키지 않도록 형성된 미리 정해진 영역을 갖고,  
 상기 액침 기구는 상기 투영 광학계와 상기 물체 상의 상기 미리 정해진 영역 사이에 액체를 채우는 것인 노광 장치.

### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 액침 기구는 액체를 회수하는 액체 회수 기구를 포함하고,  
 상기 계측 장치는 상기 액체 회수 기구에 의해 회수되는 액체를 계측하는 것인 노광 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 액체 회수 기구는 회수한 액체가 흐르는 회수 유로와, 상기 회수 유로의 도중에 분기되는  
 분기 유로를 포함하고,  
 상기 계측 장치는 상기 분기 유로를 흐르는 액체를 계측하는 것인 노광 장치.

### 청구항 6

제2항에 있어서, 상기 물체는 상기 투영 광학계의 상면(像面)측에서 이동 가능한 것인 노광 장치.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 물체는 상기 기판을 유지하여 이동 가능한 제1 가동 부재를 포함하는 것인 노광 장치.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 물체는 상기 제1 가동 부재에 유지된 상기 기판과는 다른 더미 기판을 포함하는 것인 노광 장치.

### 청구항 9

제6항에 있어서, 상기 물체는 노광 처리에 관한 계측을 광학적으로 행하는 광계측기를 탑재하여 이동 가능한 제2 가동 부재를 포함하는 것인 노광 장치.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 투영 광학계와 상기 제2 가동 부재 상의 상기 광계측기 사이를 액체로 채운 상태에서 상기 광계측기에 의한 계측 동작이 행해지고, 상기 광계측기에 의한 계측 동작과, 상기 계측 장치에 의한 계측 동작 중 적어도 일부를 병행하여 행하는 것인 노광 장치.

**청구항 11**

제2항에 있어서, 상기 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 노광 동작을 제어하는 제어 장치를 포함하는 것인 노광 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 계측 장치의 계측 결과에 이상이 있는지 여부를 판별하고, 판별 결과에 기초하여 노광 동작을 제어하는 것인 노광 장치.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 액체의 성질 및 성분 중 한쪽 이상에 관한 허용값을 설정하고, 상기 허용값과 상기 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 노광 동작을 제어하는 것인 노광 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 허용값은 상기 계측 장치에 의한 계측 동작 후에 실행되는 노광 프로세스에 따라 결정되는 것인 노광 장치.

**청구항 15**

제11항에 있어서, 상기 계측 장치의 계측 결과를 통지하는 통지 장치를 포함하고,

상기 제어 장치는 상기 계측 결과에 이상이 있을 때에, 상기 통지 장치로 경고를 발송하는 것인 노광 장치.

**청구항 16**

제11항에 있어서, 상기 액침 기구는 액체가 흐르는 유로를 갖고,

상기 액침 기구의 유로의 미리 정해진 위치에 설치되며, 상기 액체의 성질 및 성분 중 한쪽 이상을 조정할 수 있는 복수의 조정 장치를 포함하고,

상기 제어 장치는 상기 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 상기 복수의 조정 장치 중 하나 이상의 조정 장치를 특정하는 것인 노광 장치.

**청구항 17**

제11항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 투영 광학계와 상기 물체 사이에 채워진 액체를 상기 계측 장치로 계측하였을 때의 제1 계측 결과와, 상기 투영 광학계와 상기 기판 사이에 채워진 액체를 상기 계측 장치로 계측하였을 때의 제2 계측 결과에 기초하여 상기 기판에 관한 정보를 구하는 것인 노광 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 기판에 관한 정보는 상기 기판에서 액체로 용출된 용출 물질에 관한 정보를 포함하는 것인 노광 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 제어 장치는 미리 구한 상기 용출 물질에 관한 허용값과 상기 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 노광 동작을 제어하는 것인 노광 장치.

**청구항 20**

제17항에 있어서, 상기 기판은 기재(基材)와 상기 기재 상에 피복된 감광재를 갖고,

상기 기판에 관한 정보는 상기 감광재에 관한 정보를 포함하는 것인 노광 장치.

**청구항 21**

제11항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 액침 기구는 액체를 공급하기 위한 공급 유로와 액체를 회수하기 위한 회수 유로를 포함하고,

상기 계측 장치는 상기 액침 기구의 공급 유로 중 제1 위치의 액체와, 상기 액침 기구의 회수 유로 중 제2 위치의 액체를 각각 계측하며,

상기 제어 장치는 상기 제1 위치의 액체의 계측 결과와 상기 제2 위치의 액체의 계측 결과에 기초하여 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 유로 상태를 구하는 것인 노광 장치.

### 청구항 22

제21항에 있어서, 상기 액침 기구는 액체를 공급하는 공급구 및 액체를 회수하는 회수구 중 한쪽 이상을 갖는 노즐 부재를 갖고,

상기 노즐 부재는 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이에 설치되어 있는 것인 노광 장치.

### 청구항 23

제21항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 계측 장치의 계측 결과에 따라 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 유로의 유지 보수를 행하는지 여부를 판단하는 것인 노광 장치.

### 청구항 24

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계측 장치의 계측 결과를 기억하는 기억 장치를 포함하는 노광 장치.

### 청구항 25

제24항에 있어서, 상기 기억 장치는 상기 계측 장치의 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억하는 것인 노광 장치.

### 청구항 26

제24항에 있어서, 복수개의 기판이 순차적으로 노광되고,

상기 기억 장치는 상기 계측 장치의 계측 결과를 상기 기판에 대응시켜 기억하는 것인 노광 장치.

### 청구항 27

제2항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 액침 기구에 의해 상기 투영 광학계와 상기 기판 사이의 상기 노광광의 광로 공간이 액체로 채워지고,

상기 투영 광학계와 상기 액체를 통해 상기 기판 상에 노광광을 조사함으로써 상기 기판을 노광하는 것인 노광 장치.

### 청구항 28

광학 부재를 통해 기판에 노광광을 조사하여 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,

상기 광학 부재의 광출사측의 미리 정해진 공간을 액체로 채우는 액침 기구와,

액체의 성질 및 성분 중 한쪽 이상을 계측하는 계측 장치

를 포함하며,

상기 액침 기구는 액체가 흐르는 유로를 갖고,

상기 계측 장치는 상기 유로 중 제1 위치에서의 액체와 제2 위치에서의 액체의 각각을 계측하는 것인 노광 장치.

### 청구항 29

제28항에 있어서, 상기 광학 부재는 투영 광학계 종 적어도 일부인 것인 노광 장치.

### 청구항 30

제29항에 있어서, 상기 제1 위치의 액체의 계측 결과와 상기 제2 위치의 액체의 계측 결과에 기초하여 상기 제1

위치와 상기 제2 위치 사이의 유로의 상태를 구하는 제어 장치를 포함하는 노광 장치.

### 청구항 31

제29항에 있어서, 상기 액침 기구는 액체를 공급하는 공급구 및 액체를 회수하는 회수구 중 한쪽 이상을 갖는 노즐 부재를 갖고,

상기 노즐 부재는 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이에 설치되어 있는 것인 노광 장치.

### 청구항 32

제29항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계측 장치의 계측 결과에 따라 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 유로를 세정하는 세정 장치를 포함하는 노광 장치.

### 청구항 33

제32항에 있어서, 상기 세정 장치는 미리 정해진 기능을 갖는 기능액을 상기 유로에 흐르게 하는 것인 노광 장치.

### 청구항 34

제30항에 있어서, 상기 액침 기구는 상기 투영 광학계와 상기 투영 광학계의 상면측에 배치된 상기 기판 이외의 물체 사이를 액체로 채우는 것인 노광 장치.

### 청구항 35

제1항 또는 제28항에 기재된 노광 장치를 이용하여 기판을 노광하고,

상기 노광된 기판을 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

### 청구항 36

기판을 액체를 통해 노광하는 노광 방법으로서,

기판과는 다른 물체 상에 액침 영역을 형성하는 제1 공정과,

상기 기판과는 다른 물체 상에 액침 영역을 형성한 상태에서 액체의 상태를 검사하는 제2 공정과,

검사 결과에 기초하여 노광 조건을 조정하는 제3 공정과,

상기 조정한 노광 조건하에서, 상기 기판 상에 형성한 액침 영역의 액체를 통해 상기 기판에 노광광을 조사하여 상기 기판을 노광하는 제4 공정

을 포함하고,

상기 액체의 상태는 액체의 물리적 성질, 액체 내의 함유물 및 용존 가스를 포함하는 군으로부터 선택되는 1종인 것인 노광 방법.

### 청구항 37

제36항에 있어서, 제1 공정에서 액침 영역을 형성하기 위해 사용되는 액체 공급계는 제4 공정에서 사용되는 액침 영역을 형성하기 위해 사용되는 액체 공급계와 동일한 것인 노광 방법.

### 청구항 38

제36항에 있어서, 제1 공정에서 상기 물체는 기판의 노광을 위해 설치되는 위치에 배치되는 것인 노광 방법.

### 청구항 39

제36항에 있어서, 상기 물체의 액체와 접촉하는 면은 액체에 물질을 발생시키지 않는 재료로 형성되는 것인 노광 방법.

### 청구항 40

제36항에 있어서, 제2 공정에서 액침 영역으로부터 회수된 액체의 상태가 검사되는 것인 노광 방법.

#### 청구항 41

제36항에 있어서, 제4 공정에서 기판 상에 형성된 액침 영역의 액체 상태를 검사하는 것을 더 포함하고, 이 검사 결과와 제2 공정에서의 검사 결과를 비교하는 것인 노광 방법.

#### 청구항 42

삭제

#### 청구항 43

제36항에 있어서, 상기 기판을 교환하는 공정을 더 포함하고, 기판의 교환 공정에서 제1 및 제2 공정이 행해지는 것인 노광 방법.

#### 청구항 44

기판에 액체를 통해 노광광을 조사하여 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,  
유로를 통하여 미리 정해진 액침 영역에 액체를 유통시키는 공정과,  
상기 유로에 있어서의 제1 위치 및 제2 위치에서 액체의 상태를 검출하는 공정과,  
검출한 결과에 기초하여 기판 상에 액침 영역을 형성하여 기판을 노광하는 공정  
을 포함하고,  
상기 액체의 상태는 액체의 물리적 성질, 액체 내의 함유물 및 용존 가스를 포함하는 군으로부터 선택되는 1종  
인 것인 노광 방법.

#### 청구항 45

제44항에 있어서, 상기 제1 위치 및 제2 위치가 각각 액침 영역의 액체 공급측 및 액체 회수측에 위치하는 것인  
노광 방법.

#### 청구항 46

제45항에 있어서, 상기 검출 결과에 따라 유로를 세정하는 공정을 포함하는 노광 방법.

#### 청구항 47

삭제

#### 청구항 48

제44항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유로를 통하여 미리 정해진 액침 영역에 액체를 유통시킬 때  
에, 상기 기판과 다른 물체 상에 상기 미리 정해진 액침 영역을 형성하는 것인 노광 방법.

#### 청구항 49

제36항 또는 제44항에 기재된 노광 방법에 의해 기판을 노광하는 공정과,  
노광한 기판을 현상하는 공정과,  
현상한 기판을 가공하는 공정  
을 포함하는 디바이스의 제조 방법.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 기판을 노광하는 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스 등의 마이크로 디바이스의 제조 공정 중 하나인 포토리소그래피 공정에서는 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성 기판 상에 투영 노광하는 노광 장치가 이용된다. 이 노광 장치는 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기판을 지지하는 기판 스테이지를 갖고, 마스크 스테이지 및 기판 스테이지를 차례대로 이동하면서 마스크 패턴의 상을 투영 광학계를 통해 기판에 투영한다. 마이크로 디바이스의 제조에 있어서는 디바이스의 고밀도화를 위해 기판 상에 형성되는 패턴의 미세화가 요구되고 있다. 이 요구에 응하기 위해 노광 장치의 한층 높은 고해상도화가 요구되고 있다. 그 고해상도화를 실현하기 위한 수단 중 하나로서, 하기 특허 문헌 1에 개시되어 있는 바와 같은 투영 광학계와 기판 사이의 노광광의 광로 공간을 액체로 채우고, 액체를 통해 노광 처리를 행하는 액침 노광 장치가 제안되어 있다.

[0003] [특허 문헌 1] 국제 공개 팜플렛 WO99/49504호

## 발명의 상세한 설명

[0004] 액침 노광 장치에 있어서는 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 행하기 위해, 그 액체가 오염되거나 열화되어 버리면, 노광 처리나 계측 처리의 결과에 영향을 미치게 할 우려가 있다. 그 때문에, 액체의 상태를 파악하여, 적절한 처리를 행하는 것이 중요하다.

[0005] 본 발명은 이러한 사정에 감안하여 이루어진 것으로서, 액체의 상태(성질, 성분 등)를 정밀도 좋게 파악할 수 있는 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 실시 형태에 나타내는 도 1~도 13에 대응시킨 이하의 구성을 채용하고 있다. 단, 각 요소에 붙인 팔호친 부호는 그 요소의 예시에 지나지 않으며, 각 요소를 한정하는 것은 아니다.

[0007] 본 발명의 제1 형태에 의하면, 광학 부재(LS1)를 통해 기판(P)에 노광광(EL)을 조사하여 상기 기판(P)을 노광하는 노광 장치로서, 상기 광학 부재의 광출사측에 배치되는 상기 기판과는 다른 물체(ST1, ST2, DP 등)와, 상기 광학 부재와 상기물체(ST1, ST2, DP 등) 사이의 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채우기 위한 액침 기구(12, 22 등)와, 상기 기판(P)과는 다른 물체(ST1, ST2, DP 등) 상에 액침 영역(LR)을 형성한 상태에서 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측하는 계측 장치(60)를 포함한 노광 장치(EX)가 제공된다.

[0008] 본 발명의 제1 형태에 의하면, 노광용 기판의 접촉 없이 액체의 상태를 파악할 수 있기 때문에, 액체를 원하는 상태로 하기 위한 처리를 행할 수 있고, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있다.

[0009] 본 발명의 제2 형태에 따르면, 광학 부재(LS1)를 통해 기판(P)에 노광광(EL)을 조사하여 상기 기판(P)을 노광하는 노광 장치로서, 상기 광학 부재의 광출사측의 소정 공간(K1)을 액체(LQ)로 채우는 액침 기구(1)와, 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측하는 계측 장치(60)를 포함하고, 상기 액침 기구(1)는 액체(LQ)가 흐르는 유로(13, 23)를 가지며, 상기 계측 장치(60)는 상기 유로(13, 23) 중 제1 위치(C1)에 있어서의 액체(LQ)와 제2 위치(C2)에 있어서의 액체(LQ)의 각각을 계측하는 노광 장치(EX)가 제공된다.

[0010] 본 발명의 제2 형태에 의하면, 액침 기구의 유로 중 제1 위치에 있어서의 액체 및 제2 위치에 있어서의 액체 각각의 상태를 파악할 수 있기 때문에, 액체를 원하는 상태로 하기 위한 처리를 행할 수 있으며, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있다.

[0011] 본 발명의 제3 형태에 따르면, 기판(P)을 액체(LQ)를 통해 노광하는 노광 방법으로서, 기판(P)과는 다른 물체(ST1, ST2, DP 등) 상에 액침 영역(LR)을 형성하는 제1 공정(SA1)과, 기판(P)과는 다른 물체(ST1, ST2, DP 등) 상에 액침 영역(LR)을 형성한 상태에서 액체(LQ)의 상태를 검사하는 제2 공정(SA2, SA3)과, 검사 결과에 기초하여 노광 조건을 조정하는 제3 공정(SA15)과, 상기 조정한 노광 조건하에서 상기 기판(P) 상에 형성한 액침 영역(LR)의 액체(LQ)를 통해 상기 기판(P)에 노광광(EL)을 조사하여 상기 기판을 노광하는 제4 공정(SA7)을 포함하는 노광 방법이 제공된다.

[0012] 본 발명의 제3 형태의 노광 방법에 따르면, 미리 기판과는 다른 물체를 이용하여 액침 영역을 형성하고, 액침 노광에 사용되는 액체의 상태를 파악하여 액체의 상태를 포함하는 최적의 노광 조건을 설정할 수 있기 때문에, 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있다.

[0013] 본 발명의 제4 형태에 따르면, 기판(P)에 액체(LQ)를 통해 노광광(EL)을 조사하여 상기 기판(P)을 노광하는 노

광 방법으로서, 유로(13, 23)를 통하여 소정의 액침 영역(LR)에 액체(LQ)를 유통시키는 것과, 상기 유로(13, 23)에 있어서의 제1 위치(C1) 및 제2 위치(C2)에서 액체 상태를 검출하는 것과, 검출한 결과에 기초하여 기판 상에 액침 영역을 형성하여 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 제4 형태에 따르면, 액침 영역에의 유로 중 제1 위치에 있어서의 액체 및 제2 위치에 있어서의 액체 각각의 상태를 파악할 수 있기 때문에, 액체를 원하는 상태로 하기 위한 처리를 행할 수 있으며, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있다.

[0015] 본 발명의 제5 형태에 따르면, 상기 형태의 노광 장치(EX)를 이용하는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 본 발명의 제5 형태에 의하면, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있는 노광 장치를 사용하여 디바이스를 제조할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제6 형태에 따르면, 상기 형태의 노광 방법에 의해 기판을 노광하는 공정과, 노광한 기판을 현상하는 공정과, 현상한 기판을 가공하는 공정을 포함하는 디바이스의 제조 방법이 제공된다. 본 발명의 제6 형태에 의하면, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있는 노광 방법을 사용하여 디바이스를 제조할 수 있다.

#### [발명의 효과]

[0018] 본 발명에 의하면, 액체를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 정밀도 좋게 행할 수 있다.

### 실시 예

[0054] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

#### <제1 실시 형태>

[0056] 도 1은 제1 실시 형태에 따른 노광 장치를 도시하는 개략 구성도이다. 도 1에 있어서, 노광 장치(EX)는 마스크(M)를 유지하여 이동 가능한 마스크 스테이지(MST)와, 기판(P)을 유지하는 기판 홀더(PH)를 갖고, 기판 홀더(PH)에 기판(P)을 유지하여 이동 가능한 기판 스테이지(ST1)와, 노광 처리에 관한 계측을 광학적으로 행하는 광계측기를 탑재하며, 기판 스테이지(ST1)와 독립적으로 이동 가능한 계측 스테이지(ST2)와, 마스크 스테이지(MST)에 유지되어 있는 마스크(M)를 노광광(EL)으로 조명하는 조명 광학계(IL)과, 노광광(EL)으로 조명된 마스크(M) 패턴의상을 기판 스테이지(ST1)에 유지되어 있는 기판(P)에 투영 노광하는 투영 광학계(PL)와, 노광 장치(EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치(CONT)를 포함하고 있다. 제어 장치(CONT)에는 노광 처리에 관한 정보를 통지하는 통지 장치(INF)가 접속되어 있다. 통지 장치(INF)는 디스플레이 장치(표시 장치), 소리 또는 광을 사용하여 경보(경고)를 발송하는 경보 장치 등을 포함하고 있다. 또한, 제어 장치(CONT)에는 노광 처리에 관한 정보를 기억하는 기억 장치(MRY)가 접속되어 있다.

[0057] 본 실시 형태의 노광 장치(EX)는 노광 과장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시키고 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 투영 광학계(PL)의 상면(像面)측에 있어서의 노광광(EL)의 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채우기 위한 액침 기구(1)를 포함하고 있다. 액침 기구(1)는 투영 광학계(PL)의 상면 근방에 설치되고, 액체(LQ)를 공급하는 공급구(12) 및 액체(LQ)를 회수하는 회수구(22)를 갖는 노즐 부재(70)와, 노즐 부재(70)에 설치된 공급구(12)를 통해 투영 광학계(PL)의 상면측에 액체(LQ)를 공급하는 액체 공급 기구(10)와, 노즐 부재(70)에 설치된 회수구(22)를 통해 투영 광학계(PL) 상면측의 액체(LQ)를 회수하는 액체 회수 기구(20)를 포함하고 있다. 노즐 부재(70)는 투영 광학계(PL)를 구성하는 복수의 광학 소자 중 투영 광학계(PL)의 상면에 가장 가까운 제1 광학 소자(LS1)를 둘러싸도록 환형으로 형성되어 있다.

[0058] 노광 장치(EX)는 적어도 마스크(M) 패턴의 상을 기판(P) 상에 투영하고 있는 동안, 액체 공급 기구(10)로부터 공급한 액체(LQ)에 의해 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR)을 포함하는 기판(P) 상의 일부에, 투영 영역(AR)보다도 크게, 또한 기판(P)보다도 작게 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 국소적으로 형성하는 국소 액침 방식을 채용하고 있다. 구체적으로는 노광 장치(EX)는 투영 광학계(PL)의 상면에 가장 가까운 제1 광학 소자(LS1)의 하부면(LSA)과, 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치된 기판(P) 상부면 사이의 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채우고, 이 투영 광학계(PL)[제1 광학 소자(LS1)]와 기판(P) 사이의 액체(LQ) 및 투영 광학계(PL)[제1 광학 소자 LS1]를 통해 마스크(M)를 통과한 노광광(EL)을 기판(P)에 조사함으로써, 마스크(M) 패턴의 상을 기판(P)에 투영한다. 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)를 사용하여 기판(P) 상에 액체(LQ)를 소정량 공급하고, 액체 회수 기구(20)를 사용하여 기판(P) 상의 액체(LQ)를 소정량 회수함으로써, 기판(P) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 국소적으로 형성한다.

- [0059] 또한, 노광 장치(EX)는 액침 영역(LR)을 형성하는 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽(액체의 상태)을 계측하는 계측 장치(60)를 포함하고 있다. 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)와 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되는 물체 사이에 채워진 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측한다. 본 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)는 액체 회수 기구(20)에 의해 회수되는 액체(LQ)를 계측한다.
- [0060] 또한 액침 기구(1) 중 액체 공급 기구(10)는 액침 영역(LR)을 형성하기 위한 액체(LQ)와는 다른 소정의 기능을 갖는 기능액을 공급할 수 있는 기능액 공급 장치(120)를 포함하고 있다.
- [0061] 본 실시 형태에서는 노광 장치(EX)로서 마스크(M)와 기판(P)을 주사 방향에 있어서의 서로 다른 방향(역 방향)으로 동기 이동하면서 마스크(M)에 형성된 패턴을 기판(P)에 노광하는 주사형 노광 장치(소위 스캐닝 스텝페)를 사용하는 경우를 예로서 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 수평면 내에서 마스크(M)와 기판(P)의 동기 이동 방향(주사 방향)을 X축 방향, 수평면 내에서 X축 방향과 직교하는 방향을 Y축 방향(비주사 방향), X축 및 Y축 방향에 수직이며, 투영 광학계(PL)의 광축(AX)과 일치하는 방향을 Z축 방향으로 한다. 또한, X축, Y축 및 Z축 주위의 회전(경사) 방향을 각각  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$  및  $\Theta Z$  방향으로 한다. 또한, 여기서 말하는 「기판」은 반도체 웨이퍼 등의 기재(基材) 상에 감광재(레지스트)를 도포한 것을 포함하고, 「마스크」는 기판 상에 축소 투영되는 디바이스 패턴을 형성한 레티클을 포함한다.
- [0062] 조명 광학계(IL)는 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 출사된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인테그레이터, 옵티컬 인테그레이터로부터의 노광광(EL)을 집광하는 콘덴서 렌즈, 릴레이 렌즈계 및 노광광(EL)에 의한 마스크(M) 상의 조명 영역을 설정하는 시야 조리개 등을 갖고 있다. 마스크(M) 상의 소정의 조명 영역은 조명 광학계(IL)에 의해 균일한 조도 분포의 노광광(EL)으로 조명된다. 조명 광학계(IL)로부터 출사되는 노광광(EL)으로서는, 예컨대 수은 램프로부터 출사되는 휘선(g선, h선, i선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248 nm) 등의 원자외광(DUV 광)이나, ArF 엑시머 레이저광(파장 193 nm) 및 F<sub>2</sub> 레이저광(파장 157 nm) 등의 진공 자외광(VUV 광) 등이 이용된다. 본 실시 형태에서는 ArF 엑시머 레이저광이 이용된다.
- [0063] 본 실시 형태에서는 액침 영역(LR)을 형성하는 액체(LQ)로서 순수가 이용되고 있다. 순수는 ArF 엑시머 레이저 광뿐만 아니라, 예컨대, 수은 램프로부터 출사되는 휘선(g선, h선, i선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248 nm) 등의 원자외광(DUV 광)도 투과 가능하다.
- [0064] 마스크 스테이지(MST)는 마스크(M)를 유지하여 이동 가능하다. 마스크 스테이지(MST)는 마스크(M)를 진공 흡착(또는 정전 흡착)에 의해 유지한다. 마스크 스테이지(MST)는 제어 장치(CONT)에 의해 제어되는 선형 모터 등을 포함하는 마스크 스테이지 구동 장치(MSTD)의 구동에 의해, 마스크(M)를 유지한 상태에서 투영 광학계(PL)의 광축(AX)에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2차원 이동 가능 및  $\Theta Z$  방향으로 미소 회전 가능하다. 마스크 스테이지(MST) 상에는 마스크 스테이지(MST) 와 함께 이동하는 이동경(91)이 고정 설치되어 있다. 또한, 이동경(91)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계(92)가 설치되어 있다. 마스크 스테이지(MST) 상의 마스크(M)의 2차원 방향의 위치 및  $\Theta Z$  방향의 회전각(경우에 따라서는  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$  방향의 회전각도 포함함)은 레이저 간섭계(92)에 의해 리얼 타임으로 계측된다. 레이저 간섭계(92)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 레이저 간섭계(92)의 계측 결과에 기초하여 마스크 스테이지 구동 장치(MSTD)를 구동하고, 마스크 스테이지(MST)에 유지되어 있는 마스크(M)의 위치 제어를 행한다.
- [0065] 투영 광학계(PL)는 마스크(M) 패턴의상을 소정의 투영 배율( $\beta$ )로 기판(P)에 투영한다. 투영 광학계(PL)는 복수의 광학 소자를 포함하고, 이를 광학 소자는 경통(PK)에 의해 유지되어 있다. 본 실시 형태에 있어서, 투영 광학계(PL)는 투영 배율( $\beta$ )이 예컨대 1/4, 1/5 혹은 1/8인 축소계이다. 또한, 투영 광학계(PL)는 등배계 및 확대계 중 어느 하나라도 좋다. 또한, 투영 광학계(PL)는 반사 광학 소자를 포함하지 않는 굴절계, 굴절 광학 소자를 포함하지 않는 반사계, 반사 광학 소자와 굴절 광학 소자를 포함하는 반사 굴절계 중 어느 하나라도 좋다. 투영 광학계(PL)를 구성하는 복수의 광학 소자 중 투영 광학계(PL)의 상면에 가장 가까운 제1 광학 소자(LS1)는 경통(PK)으로부터 노출되어 있다.
- [0066] 기판 스테이지(ST1)는 기판(P)을 유지하는 기판 홀더(PH)를 갖고 있다. 기판 스테이지(ST1)는 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되어 있으며, 그 투영 광학계(PL)의 상면측에 있어서, 베이스 부재(BP) 상에서 이동 가능하다. 기판 홀더(PH)는, 예컨대 진공 흡착 등에 의해 기판(P)을 유지한다. 기판 스테이지(ST1) 상에는 오목부(96)가 설치되어 있으며, 기판(P)을 유지하기 위한 기판 홀더(PH)는 오목부(96)에 배치되어 있다. 그리고, 기판 스테이지(ST1) 중 오목부(96) 이외의 상부면(95)은 기판 홀더(PH)에 유지된 기판(P)의 상부면과 대략 동일한 높이(동일면)가 되는 평탄면(평탄부)으로 되어 있다.

- [0067] 기판 스테이지(ST1)는 제어 장치(CONT)에 의해 제어되는 선형 모터 등을 포함하는 기판 스테이지 구동 장치(SD1)의 구동에 의해, 기판(P)을 기판 홀더(PH)를 통해 유지한 상태로 베이스 부재(BP) 상에서 XY 평면 내에서 2차원 이동 가능 및  $\Theta Z$  방향으로 미소 회전 가능하다. 또한, 기판 스테이지(ST1)는 Z축 방향,  $\Theta X$  방향 및  $\Theta Y$  방향으로도 이동 가능하다. 따라서, 기판 스테이지(ST1)에 지지된 기판(P)의 상부면은 X축, Y축, Z축,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$  및  $\Theta Z$  방향의 6 자유도의 방향으로 이동 가능하다. 기판 스테이지(ST1)의 측면에는 기판 스테이지(ST1)와 함께 이동하는 이동경(93)이 고정 설치되어 있다. 또한, 이동경(93)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계(94)가 설치되어 있다. 기판 스테이지(ST1) 상의 기판(P)의 2차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계(94)에 의해 리얼 타임으로 계측된다. 또한, 노광 장치(EX)는, 예컨대 일본 특허 공개 평8-37149호 공보에 개시되어 있는 바와 같은 기판 스테이지(ST1)에 지지되어 있는 기판(P) 상부면의 면 위치 정보를 검출하는 경사입사 방식의 포커스·레벨링 검출계(도시되지 않음)를 포함하고 있다. 포커스·레벨링 검출계는 기판(P) 상부면의 면 위치 정보[Z축 방향의 위치 정보 및 기판(P)의  $\Theta X$  및  $\Theta Y$  방향의 경사 정보]를 검출한다. 또한, 포커스·레벨링 검출계는 액침 영역(LR)의 액체(LQ)를 통해 기판(P)의 면 위치 정보를 검출하는 것이라도 좋고, 액침 영역(LR)의 외측에서 액체(LQ)를 통하지 않고서 기판(P)의 면 위치 정보를 검출하는 것이라도 좋으며, 액체(LQ)를 통해 기판(P)의 면 위치 정보를 검출하는 것과 액체(LQ)를 통하지 않고서 기판(P)의 면 위치 정보를 검출하는 것을 병용한 것이라도 좋다. 또한, 포커스·레벨링 검출계는 정전 용량형 센서를 사용한 방식의 것을 채용하여도 좋다. 레이저 간섭계(94)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 포커스·레벨링 검출계의 검출 결과도 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 포커스·레벨링 검출계의 검출 결과에 기초하여 기판 스테이지 구동 장치(SD1)를 구동하고, 기판(P)의 포커스 위치(Z 위치) 및 경사각( $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ )을 제어하여 기판(P)의 상부면을 투영 광학계(PL)의 상면에 맞추어 넣고, 레이저 간섭계(94)의 계측 결과에 기초하여 기판(P)의 X축 방향, Y축 방향 및  $\Theta Z$  방향에 있어서의 위치 제어를 행한다.
- [0068] 계측 스테이지(ST2)는 노광 처리에 관한 계측을 광학적으로 행하는 각종 광계측기(계측용 부재를 포함함)를 탑재하고 있다. 계측 스테이지(ST2)는 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되어 있으며, 그 투영 광학계(PL)의 상면측에 있어서, 베이스 부재(BP) 상에서 이동 가능하다. 계측 스테이지(ST2)는 제어 장치(CONT)에 의해 제어되는 선형 모터 등을 포함하는 계측 스테이지 구동 장치(SD2)의 구동에 의해 광계측기를 탑재한 상태로 베이스 부재(BP) 상에서 XY 평면 내에서 2차원 이동 가능 및  $\Theta Z$  방향으로 미소 회전 가능하다. 또한, 계측 스테이지(ST2)는 Z축 방향,  $\Theta X$  방향 및  $\Theta Y$  방향으로도 이동 가능하다. 따라서, 계측 스테이지(ST2)는 기판 스테이지(ST1)와 동일하게 X축, Y축, Z축,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$  및  $\Theta Z$  방향의 6 자유도의 방향으로 이동 가능하다. 계측 스테이지(ST2)의 측면에는 계측 스테이지(ST2)와 함께 이동 가능한 이동경(98)이 고정 설치되어 있다. 또한, 이동경(98)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계(99)가 설치되어 있다. 계측 스테이지(ST2)의 2차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계(99)로부터 리얼 타임으로 계측되며, 제어 장치(CONT)는 레이저 간섭계(99)의 계측 결과에 기초하여 계측 스테이지(ST2)의 위치를 제어한다.
- [0069] 제어 장치(CONT)는 스테이지 구동 장치(SD1, SD2)의 각각을 사용하여, 기판 스테이지(ST1) 및 계측 스테이지(ST2)의 각각을 베이스(BP) 상에서 상호 독립적으로 이동 가능하다. 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)를 투영 광학계(PL) 아래로 이동함으로써, 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95) 또는 그 기판 스테이지(ST1)에 유지되어 있는 기판(P)의 상부면과 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)을 대향시킬 수 있다. 동일하게 제어 장치(CONT)는 계측 스테이지(ST2)를 투영 광학계(PL) 아래로 이동함으로써, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)과 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)을 대향시킬 수 있다.
- [0070] 또한, 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)는 상호 나열한 위치에 설치되어 있으며, 기판(P)의 상부면을 포함하는 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)과 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)과는 대략 동일한 높이 위치가 되도록 설치되어 있다.
- [0071] 도 2는 기판 스테이지(ST1) 및 계측 스테이지(ST2)를 상측에서 본 평면도이다. 도 2에 있어서, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)에는 광계측기(계측용 부재)로서, 기준 부재(300)가 설치되어 있다. 기준 부재(300)는 투영 광학계(PL)를 통한 마스크(M) 패턴의 상에 대한 기판(P)의 열라이먼트 위치를 규정하기 위해, 패턴의 상의 투영 위치와 기판 열라이먼트계(도시되지 않음)의 검출 기준과의 XY 평면 내에서의 위치 관계(베이스 라인량)를 계측 할 때에 이용된다. 기준 부재(300)의 상부면(301)에는 제1 기준 마크(MFM)와 제2 기준 마크(PFM)가 소정의 위치 관계로 형성되어 있다. 제1 기준 마크(MFM)는, 예컨대 일본 특허 공개 평7-176468호 공보에 개시되어 있는 바와 같은 VRA(비주얼·레티클·열라이먼트) 방식의 마스크 열라이먼트계에 의해 검출된다. VRA 방식의 마스크 열라이먼트계는 마크에 대하여 광을 조사하고, CCD 카메라 등으로 활성화된 마크의 화상 데이터를 화상 처리하여 마크의 위치를 계측한다. 또한, 제2 기준 마크(PFM)는, 예컨대 일본 특허 공개 평4-65603호 공보에 개시되어 있는

바와 같은 FIA(필드 · 이미지 · 얼라이먼트) 방식의 기판 얼라이먼트계에 의해 검출된다. FIA 방식의 기판 얼라이먼트계는 기판(P) 상의 감광재를 감광시키지 않는 브로드 밴드 검출 광속을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터의 반사광에 의해 수광면에 결상된 대상 마크의 상과 도시되지 않은 지표(기판 얼라이먼트계 내에 설치된 지표판 상의 지표 패턴)의 상을 활상 소자(CCD 등)를 이용하여 활상하고, 이들의 활상 신호를 화상 처리함으로써, 마크의 위치를 계측한다.

[0072] 또한, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)에는 광계측기로서, 예컨대 일본 특허 공개 소화57-117238호 공보에 개시되어 있는 바와 같이 조도 불균일을 계측하거나, 일본 특허 공개 제2001-267239호 공보에 개시되어 있는 바와 같이 투영 광학계(PL)의 노광광(EL) 투과율의 변동량을 계측하거나 하기 위한 불균일 센서(400)의 일부를 구성하는 상부판, 일본 특허 공개 제2002-14005호 공보에 개시되어 있는 바와 같은 공간상 계측 센서(500)의 일부를 구성하는 상부판 및 일본 특허 공개 평11-16816호 공보에 개시되어 있는 바와 같은 조사량 센서(조도 센서)(600)의 일부를 구성하는 상부판이 설치되어 있다. 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)에는 이를 센서(400, 500, 600) 상부판의 상부면(401, 501, 601)이 배치되어 있다.

[0073] 본 실시 형태에 있어서는 각 광계측기(300, 400, 500, 600)의 각 상부면(301, 401, 501, 601)을 포함하는 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)은 대략 평탄면으로 되어 있으며, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)과 각 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601)은 대략 동일면으로 되어 있다.

[0074] 본 실시 형태에 있어서는 기준 부재(300) 상에 형성된 제1 기준 마크(MFM)는 투영 광학계(PL) 및 액체(LQ)를 통해 마스크 얼라이먼트계에 의해 검출되고, 제2 기준 마크(PFM)는 투영 광학계(PL) 및 액체(LQ)를 통하지 않고서 기판 얼라이먼트계에 의해 검출된다. 또한 본 실시 형태에 있어서는, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통해 기판(P)에 노광광(EL)을 조사하여 기판(P)을 노광하는 액침 노광 처리가 행해지기 때문에, 노광광(EL)을 사용한 계측 처리를 행하는 불균일 센서(400), 공간상 계측 센서(500), 조사량 센서(600) 등은 액침 노광 처리에 대응하여, 투영 광학계(PL) 및 액체(LQ)를 통해 노광광(EL)을 수광하도록 되어 있다.

[0075] 이와 같이, 계측 스테이지(ST2)는 노광 처리에 관한 계측 처리를 행하기 위한 전용 스테이지로서, 기판(P)을 유지하지 않는다. 기판 스테이지(ST1)는 노광 처리에 관한 계측을 행하는 광계측기를 탑재하고 있지 않다. 또한, 계측 스테이지(ST2)에 대해서는, 예컨대 일본 특허 공개 평11-135400호 공보, 유럽 특허 공개 제1,041,357호 공보 등에 있어서 보다 상세하게 개시되어 있다.

[0076] 또한, 각 센서(400, 500, 600)는 예컨대 광학계의 일부만이 계측 스테이지(ST2)에 탑재되어 있어도 좋고, 센서 전체가 계측 스테이지(ST2)에 탑재되어 있어도 좋다. 또한, 계측 스테이지(ST2)에 탑재되는 광계측기로서는 전술한 각 센서(400, 500, 600)나 기준 부재(300)에 한정되지 않고, 노광 처리에 관한 계측 처리를 행하는 광계측기(계측용 부재)이면, 임의의 것을 계측 스테이지(ST2)에 탑재할 수 있다. 또한, 전술한 각 센서(400, 500, 600)나 기준 부재(300) 등의 일부를 기판 스테이지(ST1)에 설치하여도 좋다.

[0077] 또한, 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되어 있는 계측 스테이지(ST2)는 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성된 소정 영역(100)을 갖고 있다. 소정 영역(100)은 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 일부 영역에 설정되어 있다. 본 실시 형태에 있어서는 소정 영역(100)은 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 중 상기 광계측기(300, 400, 500, 600)가 설치되어 있는 이외의 영역으로서, 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 대략 중앙부에 설정되어 있다. 소정 영역(100)의 크기는 액침 영역(LR)보다도 커지도록 설정되어 있다. 또한, 소정 영역(100)은 각 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601)과 대략 동일면으로 되어 있다. 본 실시 형태에 있어서는 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)은 소정 영역(100)의 상부면 및 각 광계측기(300, 400, 500, 600)의 각 상부면(301, 401, 501, 601)을 포함하는 것으로 한다.

[0078] 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 일부 영역에는 소정의 처리가 실시되어 있으며, 그 소정의 처리에 의해 액체(LQ)를 오염시키지 않는 소정 영역(100)이 형성되어 있다. 여기서, 「액체(LQ)를 오염시키지 않는다」란 소정 영역(100) 상에 액체(LQ)가 배치되었을 때, 소정 영역(100)의 표면으로부터 액체(LQ) 중에 이물질을 포함하는 오염 물질(금속, 유기 이온, 무기 이온 등)이 용출(흔입)되는 것이 소정의 허용량 이하로 억제된 상태를 의미한다. 바꾸어 말하면, 소정 영역(100)은 액체(LQ)와 접촉하였을 때에 액체(LQ) 중에 오염 물질을 실질적으로 발생시키지 않는 재료로 형성되어 있다고 말할 수 있다. 그 때문에, 액체(LQ)와 소정 영역(100)이 접촉하여도 액체(LQ)의 오염은 방지되어 있다. 그리고, 소정 영역(100)의 크기는 액침 영역(LR)보다도 크기 때문에, 소정 영역(100)을 포함하는 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성하는 경우, 액침 영역(LR)을 소정 영역(100)의 내측에 형성함으로써, 액체(LQ)의 오염을 억제할 수 있다.

- [0079] 본 실시 형태에 있어서는 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)을 형성하는 기재에는 세라믹스가 이용되고 있으며, 액체(LQ)를 오염시키지 않기 위한 처리로서, 상부면(97)을 형성하는 기재(세라믹스) 상에 PFA(4불화에틸렌( $C_2F_4$ )과 퍼플루오르알콕시에틸렌의 공중합체)를 피복하는 처리(표면 처리)가 실시되어 있다. 이하의 설명에 있어서는 PFA를 피복하는 처리를 적절하게 「PFA 처리」라고 칭한다.
- [0080] 본 실시 형태에 있어서는 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 일부 영역에 PFA 처리를 실시하여 소정 영역(100)을 형성하였기 때문에, 소정 영역(100)으로부터 액체(LQ) 중에 이물질을 포함하는 오염 물질(금속, 유기 이온, 무기 이온 등)이 용출(흔입)되는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 소정 영역(100)과 액체(LQ)가 접촉하여도 액체(LQ)의 오염이 방지되고, 액체(LQ)에 가해지는 영향이 저감된다.
- [0081] 또한 PFA는 액체(물)(LQ)에 대하여 발액성(발수성)을 갖고 있으며, 액침 영역(LR)을 소정 영역(100) 상에 형성한 경우에도 액침 기구(1)를 사용하여 액침 영역(LR)의 형상이나 크기 등을 원하는 상태로 유지할 수 있다. 또한, 소정 영역(100) 상에서 액체(LQ)를 제거(회수)하는 동작을 행한 경우, 소정 영역(100) 상에 액체(LQ)가 잔류하는 것을 방지할 수 있다.
- [0082] 또한, 여기서는 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 일부 영역에 액체(LQ)를 오염시키지 않는 처리가 실시되어 있지만, 광계측기(300, 400, 500, 600)의 각 상부면(301, 401, 501, 601)을 포함하는 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 모든 영역에 액체(LQ)를 오염시키지 않는 처리를 실시하여도 좋다. 이 경우, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 중 광계측기(300, 400, 500, 600)가 설치되어 있는 이외의 영역에 대한 처리와, 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601)에 대한 처리가 달라도 좋다. 예컨대, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 중 광계측기(300, 400, 500, 600)가 설치되어 있는 이외의 영역에 대해서는 PFA 처리를 실시하고, 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601)에 대해서는 PFA 이외의 재료를 피복하는 처리를 실시하도록 하여도 좋다. 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601)을 피복하는 재료로서는 액체(LQ)를 오염시키지 않고, 액체(LQ)에 대하여 발액성을 갖고, 또한 광 투과성을 갖는 재료를 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 재료로서는, 예컨대 아사히가라스샤게 「사이톱(등록 상표)」을 들 수 있다. 이렇게 함으로써, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 중 소정 영역(100) 이외의 영역에 액침 영역(LR)이 배치된 경우에도 액체(LQ)의 오염을 억제할 수 있고, 액침 영역(LR)의 형상이나 크기 등을 원하는 상태로 유지할 수 있다. 또한, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)으로부터 액체(LQ)를 제거하는 동작을 행한 경우, 상부면(97)에 액체(LQ)가 잔류하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 광계측기의 상부면(예컨대 301)이 오염 방지 처리되어 있는 경우에는 그 상부면 중 적어도 일부를 소정 영역(100)으로 할 수도 있다.
- [0083] 또한, 소정 영역(100)[상부면(97)]의 표면 처리에 이용하는 재료로서는 PFA에 한정되지 않고, 액체(LQ)를 오염시키지 않는 것이면 임의의 것을 이용할 수 있으며, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)을 형성하는 기재나 사용하는 액체(LQ)의 물질(종류)에 따라 적절하게 선택할 수 있다. 또한 여기서는 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 일부 영역에 표면 처리를 실시함으로써, 소정 영역(100)을 형성하고 있지만, 예컨대 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 일부에 개구(오목부)를 형성하고, 그 오목부의 내측에 PFA 등으로 이루어지는 판형 부재를 배치하며, 그 판형 부재의 상부면을 소정 영역(100)으로 하여도 좋다. 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 오목부에 판형 부재를 배치한 경우에 있어서도 판형 부재의 상부면은 평탄면인 것이 바람직하고, 판형 부재의 상부면과, 각 광계측기의 각 상부면(301, 401, 501, 601)을 포함하는 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)은 대략 동일면인 것이 바람직하다.
- [0084] 도 3은 액체(LQ)의 액침 영역(LR)이 기판 스테이지(ST1) 상과 계측 스테이지(ST2) 상 사이에서 이동하고 있는 모습을 도시하는 도면이다. 도 3에 도시하는 바와 같이, 투영 광학계(PL)의 상면측[제1 광학 소자(LS1) 아래]에 형성된 액침 영역(LR)은 기판 스테이지(ST1) 상과 계측 스테이지(ST2) 상 사이에서 이동 가능하게 되어 있다. 액침 영역(LR)을 이동할 때에는 제어 장치(CONT)는 스테이지 구동 장치(SD1, SD2)를 사용하여, 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 근접 또는 접촉한 상태에서 투영 광학계(PL)의 바로 아래의 위치를 포함하는 영역 내에서 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 XY 평면 내에서 함께 이동한다. 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 함께 이동함으로써, 투영 광학계(PL)와 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95) 및 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 중 적어도 한쪽 사이에 액체(LQ)를 유지한 상태에서 액침 영역(LR)을 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)과 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 사이에서 이동할 수 있다. 이렇게 함으로써, 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)의 간극(갭)으로부터의 액체(LQ) 유출을 억제하면서, 투영 광학계(PL)의 상면측 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채운 상태에서 기판 스테이지(ST1) 상과 계측 스테이지(ST2) 상 사이에서 액침 영역(LR)을 이동할 수 있다.

- [0085] 이것에 의해, 액체(LQ)의 전체 회수, 재차 공급이라는 공정을 거치지 않고, 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)과 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 사이에서 이동할 수 있기 때문에, 기판 스테이지(ST1)에 있어서의 어떤 기판(P)의 노광 동작의 종료로부터 다음 기판(P)의 노광 동작의 개시까지의 시간을 단축하여, 작업 처리량의 향상을 도모할 수 있다. 또한, 투영 광학계(PL)의 상면측에는 액체(LQ)가 항상 존재하기 때문에, 액체(LQ)의 부착 흔적(소위 워터 마크)이 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0086] 다음에, 도 1을 참조하면서, 액침 기구(1)의 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)에 대해서 설명한다. 액체 공급 기구(10)는 액체(LQ)를 투영 광학계(PL)의 상면측에 공급한다. 액체 공급 기구(10)는 액체(LQ)를 송출 가능한 액체 공급부(11)와, 액체 공급부(11)에 그 일단부를 접속하는 공급관(13)을 포함하고 있다. 공급관(13) 도중에는 이 공급관(13)의 유로를 개폐하는 밸브(13B)가 설치되어 있다. 밸브(13B)의 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어된다. 공급관(13)의 타단부는 노즐 부재(70)에 접속되어 있다. 노즐 부재(70)의 내부에는 공급관(13)의 타단부와 공급구(12)를 접속하는 내부 유로(공급 유로)가 형성되어 있다. 본 실시 형태에 있어서는 액체 공급 기구(10)는 순수를 공급하는 것으로서, 액체 공급부(11)는 순수 제조 장치(16) 및 공급하는 액체(순수)(LQ)의 온도를 조정하는 온도 조절 장치(17) 등을 포함하고 있다. 또한, 액체 공급부(11)는 액체(LQ)를 수용하는 탱크, 가압 펌프 및 액체(LQ) 중의 이물질을 제거하는 필터 유닛 등도 포함하고 있다. 액체 공급부(11)의 액체 공급 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어된다. 또한, 순수 제조 장치로서, 노광 장치(EX)에 순수 제조 장치를 설치하지 않고, 노광 장치(EX)가 배치되는 공장의 순수 제조 장치를 이용하도록 하여도 좋다. 또한, 액체 공급 기구(10)의 탱크, 가압 펌프, 필터 유닛 등은 그 모두를 노광 장치 본체(EX)가 포함하고 있을 필요는 없으며, 노광 장치 본체(EX)가 설치되는 공장 등의 설비를 대용하여도 좋다.
- [0087] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 공급관(13)에 설치되어 있는 밸브(13B)는, 예컨대 정전 등에 의해 노광 장치(EX)[제어 장치(CONT)]의 구동원(전원)이 정지된 경우에 공급관(13)의 유로를 기계적으로 폐색하는 소위 노멀 클로즈 방식으로 되어있다. 이것에 의해, 정전 등의 이상이 발생한 경우에도 공급구(12)로부터 액체(LQ)가 누출되는 것을 방지할 수 있다.
- [0088] 액체 회수 기구(20)는 투영 광학계(PL) 상면측의 액체(LQ)를 회수한다. 액체 회수 기구(20)는 액체(LQ)를 회수 가능한 액체 회수부(21)와, 액체 회수부(21)에 그 일단부를 접속하는 회수관(23)을 포함하고 있다. 회수관(23) 도중에는 이 회수관(23)의 유로를 개폐하는 밸브(23B)가 설치되어 있다. 밸브(23B)의 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어된다. 회수관(23)의 타단부는 노즐 부재(70)에 접속되어 있다. 노즐 부재(70)의 내부에는 회수관(23)의 타단부와 회수구(22)를 접속하는 내부유로(회수 유로)가 형성되어 있다. 액체 회수부(21)는 예컨대 진공 펌프(기압 양수기) 등의 진공계(흡인 장치), 회수된 액체(LQ)와 기체를 분리하는 기체·액체 분리기 및 회수한 액체(LQ)를 수용하는 탱크 등을 포함하고 있다. 또한, 액체 회수 기구(20)의 진공계, 기체·액체 분리기, 탱크 등은 그 모두를 노광 장치 본체(EX)가 포함하고 있을 필요는 없으며, 노광 장치 본체(EX)가 설치되는 공장 등의 설비를 대용하여도 좋다.
- [0089] 액체(LQ)를 공급하는 공급구(12) 및 액체(LQ)를 회수하는 회수구(22)는 노즐 부재(70)의 하부면(70A)에 형성되어 있다. 노즐 부재(70)의 하부면(70A)은 기판(P)의 상부면, 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95) 및 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)과 대향 가능한 위치에 설치되어 있다. 노즐 부재(70)는 제1 광학 소자(LS1)의 측면을 둘러싸도록 설치된 환상 부재로서, 공급구(12)는 노즐 부재(70)의 하부면(70A)에 있어서, 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)[투영 광학계(PL)의 광축(AX)]을 둘러싸도록 복수 설치되어 있다. 또한, 회수구(22)는 노즐 부재(70)의 하부면(70A)에 있어서, 제1 광학 소자(LS1)에 대하여 공급구(12)보다도 외측으로 떨어져 설치되어 있으며, 제1 광학 소자(LS1) 및 공급구(12)를 둘러싸도록 설치되어 있다.
- [0090] 그리고, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)를 사용하여 기판(P) 상에 액체(LQ)를 소정량 공급하고, 액체 회수 기구(20)를 사용하여 기판(P) 상의 액체(LQ)를 소정량 회수함으로써, 기판(P) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 국소적으로 형성한다. 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성할 때, 제어 장치(CONT)는 액체 공급부(11) 및 액체 회수부(21)의 각각을 구동한다. 제어 장치(CONT)의 제어를 기초로 액체 공급부(11)로부터 액체(LQ)가 송출되면 그 액체 공급부(11)로부터 송출된 액체(LQ)는 공급관(13)을 흐른 후, 노즐 부재(70)의 공급 유로를 통해 공급구(12)로부터 투영 광학계(PL)의 상면측에 공급된다. 또한, 제어 장치(CONT)를 기초로 액체 회수부(21)가 구동되면, 투영 광학계(PL) 상면측의 액체(LQ)는 회수구(22)를 통해 노즐 부재(70)의 회수 유로에 유입되고, 회수관(23)을 흐른 후, 액체 회수부(21)에서 회수된다.
- [0091] 본 실시 형태에 있어서는 액체 회수 기구(20)로 회수된 액체(LQ)는 액체 공급 기구(10)의 액체 공급부(11)에 복귀된다. 즉 본 실시 형태의 노광 장치(EX)는 액체 공급 기구(10)와 액체 회수 기구(20) 사이에서 액체(LQ)를 순

환하는 순환계를 포함한다. 액체 공급 기구(10)의 액체 공급부(11)에 복귀된 액체(LQ)는 순수 제조 장치(16)로 정제된 후, 다시 투영 광학계(PL)의 상면측[기판(P) 상]에 공급된다. 또한, 액체 회수 기구(20)로 회수된 액체(LQ)의 전부가 액체 공급 기구(10)에 복귀되어도 좋고, 그 일부가 복귀되어도 좋다. 혹은 액체 회수 기구(20)로 회수한 액체(LQ)를 액체 공급 기구(10)에 복귀하지 않고, 다른 공급원으로부터 공급된 액체(LQ) 혹은 수도물을 순수 제조 장치(16)로 정제한 후, 투영 광학계(PL)의 상면측에 공급하도록 하여도 좋다. 또한, 노즐 부재(70) 등의 액침 기구(1)의 구조는 전술한 구조에 한정되지 않고, 예컨대, 유립 특허 공개 제1420298호 공보, 국제 공개 공보 WO2004/055803, 국제 공개 공보 WO2004/057589, 국제 공개 공보 WO2004/057590, 국제 공개 공보 WO2005/029559에 기재되어 있는 것도 이용할 수 있다.

[0092] 다음에, 도 4를 참조하면서 액체 공급부(11)에 대해서 설명한다. 도 4는 액체 공급부(11)의 구성을 상세하게 도시하는 도면이다. 액체 공급부(11)는 순수 제조 장치(16)와, 순수 제조 장치(16)로 제조된 액체(LQ)의 온도를 조정하는 온도 조절 장치(17)를 포함하고 있다. 순수 제조 장치(16)는 예컨대 부유물이나 불순물을 포함하는 물을 정제하여 소정의 순도의 순수를 제조하는 순수 제조기(161)와, 순수 제조기(161)로 제조된 순수로부터 추가로 불순물을 제외하여 고순도 순수(초순수)를 제조하는 초순수 제조기(162)를 포함하고 있다. 순수 제조기(161)[혹은 초순수 제조기(162)]는 이온 교환막이나 펄터 등을의 액체 개질 부재 및 자외광 조사 장치(UV 램프) 등의 액체 개질 장치를 포함하고 있으며, 이를 액체 개질 부재 및 액체 개질 장치에 의해 액체의 비저항값, 이물질(미립자, 기포)의 양, 총 유기체 탄소 및 생균의 양 등을 원하는 값으로 조정한다.

[0093] 또한, 전술한 바와 같이, 액체 회수 기구(20)로 회수된 액체(LQ)는 액체 공급 기구(10)의 액체 공급부(11)에 복귀되도록 되어 있다. 구체적으로는, 액체 회수 기구(20)로 회수된 액체(LQ)는 복귀관(18)을 통해 액체 공급부(11)의 순수 제조 장치(16)[순수 제조기(161)]에 공급된다. 복귀관(18)에는 그 복귀관(18)의 유로를 개폐하는 제1 밸브(18B)가 설치되어 있다. 순수 제조 장치(16)는 복귀관(18)을 통해 복귀된 액체(LQ)를 상기 액체 개질 부재 및 액체 개질 장치 등을 사용하여 정제한 후, 온도 조절 장치(17)에 공급한다. 또한, 액체 공급부(11)의 순수 제조 장치(16)[순수 제조기(161)]에는 공급관(19)을 통해 기능액 공급 장치(120)가 접속되어 있다. 기능액 공급 장치(120)는 액침 영역(LR)을 형성하기 위한 액체(LQ)와는 다른 소정의 기능을 갖는 기능액(LK)을 공급 가능하다. 본 실시 형태에 있어서는 기능액 공급 장치(120)는 세정 작용 혹은 살균 작용 혹은 그 양쪽의 작용을 갖는 기능액(LK)을 공급한다. 기능액(LK)으로서, 예컨대 오존수나, 계면활성제, 항균제, 살균, 멸균제 등을 포함하는 수용액 또는 수용성 유기 용제를 이용할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서는 기능액(LK)으로서 과산화수소수가 이용된다. 공급관(19)에는 그 공급관(19)의 유로를 개폐하는 제2 밸브(19B)가 설치되어 있다. 제어 장치(CONT)는 제1 밸브(18B)를 작동하여 복귀관(18)의 유로를 개방하여 액체(LQ)를 공급하고 있을 때, 제2 밸브(19B)를 작동하여 공급관(19)의 유로를 폐쇄하여 기능액(LK)의 공급을 정지한다. 한편, 제어 장치(CONT)는 제2 밸브(19B)를 작동하여 공급관(19)의 유로를 개방하여 기능액(LK)을 공급하고 있을 때, 제1 밸브(18B)를 작동하여 복귀관(18)의 유로를 폐쇄하여 액체(LQ)의 공급을 정지한다.

[0094] 온도 조절 장치(17)는 순수 제조 장치(16)로 제조되고, 공급관(13)에 공급되는 액체(순수)(LQ)의 온도 조정을 행하는 것으로서, 그 일단부를 순수 제조 장치(16)[초순수 제조기(162)]에 접속하고, 타단부를 공급관(13)에 접속하고 있으며, 순수 제조 장치(16)로 제조된 액체(LQ)의 온도 조정을 행한 후, 그 온도 조정된 액체(LQ)를 공급관(13)에 송출한다. 온도 조절 장치(17)는 순수 제조 장치(16)의 초순수 제조기(162)로부터 공급된 액체(LQ)의 온도를 대략적으로 조정하는 러프 온도 조절기(171)와, 러프 온도 조절기(171)의 유로 하류측[공급관(13)측]에 설치되고, 공급관(13)측에 흐르게 하는 액체(LQ)의 단위 시간당의 양을 제어하는 매스플로우 컨트롤러라고 불리는 유량 제어기(172)와, 유량 제어기(172)를 통과한 액체(LQ) 중의 용존 기체 농도(용존 산소 농도, 용존 질소 농도)를 저하시키기 위한 배기 장치(173)와, 배기 장치(173)로 배기된 액체(LQ) 중의 이물질(미립자, 기포)을 제거하는 필터(174)와, 필터(174)를 통과하한 액체(LQ) 온도의 미세 조정을 행하는 미세 온도 조절기(175)를 포함하고 있다.

[0095] 러프 온도 조절기(171)는 초순수 제조기(162)로부터 송출된 액체(LQ)의 온도를 목표 온도(예컨대 23°C)에 대하여 예컨대  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  정도의 대략적인 정밀도로 온도 조정한다. 유량 제어기(172)는 러프 온도 조절기(171)와 배기 장치(173) 사이에 배치되어 있으며, 러프 온도 조절기(171)로 온도 조정된 액체(LQ)의 배기 장치(173)측에 대한 단위 시간당의 유량을 제어한다.

[0096] 배기 장치(173)는 러프 온도 조절기(171)와 미세 온도 조절기(175) 사이, 구체적으로는 유량 제어기(172)와 필터(174) 사이에 배치되어 있으며, 유량 제어기(172)로부터 송출된 액체(LQ)를 배기하여 액체(LQ) 중의 용존 기체 농도(용존 산소 농도, 용존 질소 농도를 포함함)를 저하시킨다. 배기 장치(173)로서는 공급된 액체(LQ)를 감압함으로써, 배기하는 감압 장치 등 공지한 배기 장치를 이용할 수 있다. 또한, 중공사막 필터 등의 필터를 이

용하여 액체(LQ)를 기체·액체 분리하고, 분리된 기체 성분을 진공계를 사용하여 제외하는 배기 필터를 포함하는 장치나, 액체(LQ)를 원심력을 사용하여 기체·액체 분리하고, 분리된 기체 성분을 진공계를 사용하여 제외하는 배기 펌프를 포함하는 장치 등을 이용할 수도 있다. 배기 장치(173)는 상기 배기 필터를 포함하는 액체 개질 부재나 상기 펌프를 포함하는 액체 개질 장치에 의해 용존 기체 농도를 원하는 값으로 조정한다.

[0097] 필터(174)는 러프 온도 조절기(171)와 미세 온도 조절기(175)의 사이, 구체적으로는 배기 장치(173)와 미세 온도 조절기(175)의 사이에 배치되어 있으며, 배기 장치(173)로부터 송출된 액체(LQ) 중의 이물질을 제거한다. 유량 제어기(172)나 배기 장치(173)를 통과할 때에 액체(LQ) 중에 약간 이물질(particle)이 혼입될 가능성을 생각할 수 있지만, 유량 제어기(172)나 배기 장치(173)의 하류측[공급관(13)측]에 필터(174)를 설치한 것에 의해, 그 필터(174)에 의해 이물질을 제거할 수 있다. 필터(174)로서는 중공사막 필터나 파티클 필터 등 공지한 필터를 이용할 수 있다. 상기 파티클 필터 등의 액체 개질 부재를 포함하는 필터(174)는 액체 중의 이물질(미립자, 기포) 양을 허용값 이하로 조정한다.

[0098] 미세 온도 조절기(175)는 러프 온도 조절기(171)와 공급관(13)의 사이, 구체적으로는 필터(174)와 공급관(13)의 사이에 배치되어 있으며, 고정밀도로 액체(LQ)의 온도 조정을 행한다. 예컨대 미세 온도 조절기(175)는 필터(174)로부터 송출된 액체(LQ)의 온도(온도 안정성, 온도 균일성)를 목표 온도에 대하여  $\pm 0.01^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.001^{\circ}\text{C}$  정도의 높은 정밀도로 미세 조정한다. 본 실시 형태에 있어서는 온도 조절 장치(17)를 구성하는 복수의 기기 중 미세 온도 조절기(175)가 액체(LQ)의 공급 대상인 기관(P)에 가장 가까운 위치에 배치되어 있기 때문에, 고정밀도로 온도 조정된 액체(LQ)를 기관(P) 상에 공급할 수 있다.

[0099] 또한, 필터(174)는 온도 조절 장치(17) 내에서 러프 온도 조절기(171)와 미세 온도 조절기(175)의 사이에 배치되어 있는 것이 바람직하지만, 온도 조절 장치(17) 내의 다른 장소에 배치되어 있어도 좋고, 온도 조절 장치(17) 밖에 배치되도록 하여도 좋다.

[0100] 전술한 바와 같이, 순수 제조기(161), 초순수 제조기(162), 배기 장치(173) 및 필터(174) 등은 액체 개질 부재 및 액체 개질 장치를 각각 포함하고 있으며, 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 조정하기 위한 조정 장치로서 기능한다. 이를 각 장치(161, 162, 173, 174)는 액체 공급 기구(10) 중 액체(LQ)가 흐르는 유로의 소정 위치에 설치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는 1대의 노광 장치(EX)에 대하여 액체 공급부(11)를 1대 배치하고 있지만(도 1 참조), 이것에 한정되지 않고, 1대의 액체 공급부(11)를 복수대의 노광 장치(EX)로 공용하여도 상관없다. 이와 같이하면, 액체 공급부(11)가 점유하는 면적(풋 프린트)을 절감할 수 있다. 혹은 액체 공급부(11)를 구성하는 순수 제조 장치(16)와 온도 조절 장치(17)를 분할하여, 순수 제조 장치(16)를 복수의 노광 장치(EX)에서 공용하고, 온도 조절 장치(17)는 노광 장치(EX)마다 배치하여도 상관없다. 이와 같이하면, 풋 프린트를 절감시킬 수 있고, 노광 장치마다의 온도 관리가 가능하다. 또한, 상기한 경우에 있어서, 복수의 노광 장치(EX)에서 공용하는 액체 공급부(11) 또는 순수 제조 장치(16)를 노광 장치(EX)가 설치된 바닥과는 다른 바닥(예컨대, 바닥 아래)에 배치하면, 노광 장치(EX)가 설치되는 클린룸의 공간을 보다 유효하게 이용할 수 있다.

[0101] 다음에, 도 5를 참조하면서 계측 장치(60)에 대해서 설명한다. 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)와 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되는 물체 사이에 채워진 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측한다. 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서의 액체(LQ)는 물이기 때문에, 이하의 설명에 있어서는 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 적절하게 「수질」이라고 칭한다.

[0102] 계측 장치(60)는 회수관(23)의 도중에 설치되어 있으며, 액체 회수 기구(20)에 의해 회수되는 액체(LQ)를 계측한다. 액체 회수 기구(20)는 투영 광학계(PL)와 물체 사이에 채워져 있는 액체(LQ)를 노즐 부재(70)의 회수구(22)를 통해 회수하기 때문에, 계측 장치(60)는 노즐 부재(70)의 회수구(22)로부터 회수되고, 회수관(23)을 흐르는 액체(LQ), 즉 투영 광학계(PL)와 물체 사이에 채워져 있는 액체(LQ)의 수질(성질 및 성분 중 적어도 한쪽)을 계측한다.

[0103] 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 액체(LQ)의 액침 영역(LR)은 기관 스테이지(ST1) 상과 계측 스테이지(ST2) 상 사이에서 이동 가능하다. 계측 장치(60)를 사용하여 액체(LQ)의 수질을 계측할 때, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)를 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)를 사용하여 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2) 사이의 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채운다. 보다 구체적으로는 계측 장치(60)를 사용하여 액체(LQ)의 수질을 계측할 때, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 소정 영역(100)과의 사이에 액체(LQ)를 채운다. 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질을 계측한다.

- [0104] 전술한 바와 같이, 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100)은 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성되어 있다. 따라서, 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)와 소정 영역(100) 사이에 채워진 오염이 방지된 액체(LQ)를 계측한다. 따라서, 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)의 상면측 광로 공간(K1)에 채워지는 액체(LQ)[광로 공간(K1)에 공급된 액체(LQ)]의 실제 수질을 정확하게 계측할 수 있다. 계측 장치(60)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 상태(수질)가 원하는 상태인지 여부를 판별할 수 있다.
- [0105] 예컨대, 투영 광학계(PL)와 오염 물질을 발생할 가능성이 있는 부재 사이에 액체(LQ)가 채워지고, 계측 장치(60)가 그 액체(LQ)를 계측하는 경우에 대해서 생각한다. 또한, 오염 물질을 발생할 가능성이 있는 부재로서는 전술한 바와 같이 표면 처리(PFA 처리 등)가 실시되어 있지 않은 부재(스테이지 상부면) 혹은 감광재가 피복되어 있는 기판(P) 등을 들 수 있다. 그 경우에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)가 오염되어 있다고 판단된 경우라도 그 액체(LQ)의 오염(문제점) 원인을 특정하는 것은 곤란하다. 즉 이 경우, 액체(LQ)의 오염(문제점) 원인으로서는, 예컨대 액체 공급부(11)의 순수 제조 장치(161)의 문제점에 의한 것과, 상기 부재로부터 발생한 오염 물질의 영향에 의한 것 중 적어도 2개를 생각할 수 있다. 이 경우, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 오염(문제점) 원인을 특정하는 것은 곤란하다. 액체(LQ)의 오염(문제점) 원인을 특정할 수 없는 경우, 그 문제점을 해소하기 위한 대책이나, 액체(LQ)를 원하는 상태(청정한 상태)로 하기 위한 처치를 강구하기 어려워진다. 본 실시 형태에 있어서는 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성된 소정 영역(100) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성하여 액체(LQ)를 계측하기 때문에, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 실제 상태(수질)를 정확하게 구할 수 있고, 계측한 액체(LQ)가 오염되어 있다고 판단한 경우에는 오염의 원인이 예컨대 액체 공급부(11)의 순수 제조 장치(161)의 문제점에 의한다고 판단할 수 있다. 따라서, 예컨대 순수 제조 장치(161)를 유지 보수하는 등 액체(LQ)를 원하는 상태로 하기 위한 적절한 처치(대책)를 강구할 수 있다.
- [0106] 또한, 본 실시 형태와 같이 회수관(23)의 도중에 계측 위치를 설정하는 대신에, 예컨대 공급관(13)의 도중에 액체(LQ)를 계측하기 위한 계측 위치를 설치하고, 계측 장치(60)가 그 계측 위치에서 액체(LQ)의 수질을 계측하는 경우에 대해서 생각한다. 공급관(13)의 도중에 설치된 계측 위치에서 액체(LQ)를 계측함으로써, 전술한 바와 같이 오염 물질을 발생할 가능성이 있는 부재의 영향을 받는 일이 없고, 액체(LQ)를 계측할 수 있다. 그런데, 공급관(13)의 도중에 설치된 계측 위치와 노즐 부재(70)의 공급구(12) 사이의 소정 구간의 유로가 어떠한 원인으로 오염되어 있는 경우, 그 소정 구간의 유로를 흐르게 함으로써, 공급구(12)를 통해 광로 공간(K1)에 공급되는 액체(LQ)가 오염될 가능성이 있지만, 상기 계측 위치는 소정 구간보다도 상류측에 설치되어 있기 때문에, 계측 장치(60)는 그 액체(LQ)의 오염을 계측할 수 없다. 그렇게 하면, 실제로는 광로 공간(K1)에 오염된 액체(LQ)가 공급되어 있음에도 불구하고, 계측 장치(60)는 광로 공간(K1)에 공급되는 액체(LQ)의 오염을 파악(계측)할 수 없는 문제점이 생긴다. 그 경우, 액체(LQ)를 원하는 상태로 유지하기 위한 처치(대책)를 강구할 수 없게 될뿐만 아니라 노광 정밀도 및 계측 정밀도의 열화 원인을 특정하는 것도 곤란해진다. 그리고, 오염된 액체(LQ)를 통해 광계측기(300, 400, 500, 600)에 의한 계측 처리나, 기판(P)의 노광 처리가 행해지게 되기 때문에, 액체(LQ)를 통한 계측 정밀도나 노광 정밀도가 열화된다. 본 실시 형태에 있어서는 광로 공간(K1)보다도 하류측, 구체적으로는 회수관(23) 도중에 계측위치를 설정하였기 때문에, 전술한 바와 같이 문제점을 방지할 수도 있다.
- [0107] 또한, 본 실시 형태에서는 액체(LQ)로서 물이 이용되고 있기 때문에, 소정 영역(100)에는 PFA 처리가 실시되고 있지만, 액체(LQ)가 물 이외의 다른 액체로 이루어지는 경우에는 소정 영역(100)으로부터 액체(LQ) 중에 이물질이 용출(흔입)되는 등의 문제점이 발생할 가능성도 생각할 수 있다. 그와 같은 경우에는 전술한 바와 같이, 사용하는 액체의 물질(종류)에 따라 그 액체를 오염시키지 않는 처리를 계측 스테이지(ST2)에 실시하면 좋다.
- [0108] 계측 장치(60)로 계측하는 액체(LQ)의 성질 · 성분(수질 또는 액질 혹은 액체의 상태)에 관한 항목은 노광 장치(EX)의 노광 정밀도 및 계측 정밀도에 부여하는 영향 혹은 노광 장치(EX) 자체에 부여하는 영향을 고려하여 결정한다. 표 1은 액체(LQ)의 성질 · 성분에 관한 항목과, 그것이 노광 장치(EX)의 노광 정밀도 혹은 노광 장치(EX) 자체에 부여하는 영향의 일례를 나타낸 표이다. 표 1에 나타내는 바와 같이 액체(LQ)의 성질 · 성분의 항목으로서는 비저항과 같은 물리적 성질, 금속 이온, 총 유기체 탄소(TOC : total organic carbon), 파티클 · 베블, 생균과 같은 함유물(이물질 또는 오염물), 용존 산소(DO: dissolved oxygen, 용존 질소(DN: dissolved nitrogen)와 같은 용존 가스 등이 있다. 한편, 노광 장치(EX)의 노광 정밀도 혹은 노광 장치(EX) 자체에 부여하는 영향에 관한 항목으로서는 렌즈[특히 광학 소자(LS1)]의 흐려짐, 워터 마크[액체(LQ)가 증발함으로써, 액체 중의 불순물이 고화되어 잔류하는 부착물]의 발생, 굴절률 변화나 광의 산란에 의한 광학 성능의 열화, 레지스트 프로세스(레지스트 패턴 형성)에의 영향, 각 부재 등의 녹의 발생 등이 있다. 표 1은 이들에 대해서 어떤 성

질·성분의 항목이 어떤 성능에 어느 정도의 영향을 부여하는지를 통합한 것이며, 우려되는 영향이 있을 것으로 예상되는 것에 「○」을 붙여 놓는다. 계측 장치(60)에 의해 계측해야하는 액체(LQ)의 성질·성분의 항목은 노광 장치(EX)의 노광 정밀도 및 계측 정밀도 혹은 노광 장치(EX) 자체에 부여하는 영향에 기초하여 표 1 중에서 필요에 따라 선택된다. 물론, 모든 항목에 대해서 계측하여도 상관없고, 표 1에는 표시되어 있지 않은 성질·성분에 관한 항목이라도 상관없다.

[0109]

[표 1]

		영향의 내용					
		렌즈 흐려짐	워터 마크	광학 성능	배수 오염	레지스트 프로세스	녹
액체의 성질·성분	비저항	○	○	○	○	○	○
	금속 이온	○		○	○		
	총 유기체 탄소(TOC)	○	○	○	○		
	파티클·버블	○	○	○	○		
	생균	○	○	○	○		
	용존 산소(DO)	○		○	○		
	용존 질소(DN)				○		
	실리카	○		○	○		
	유기 Si	○	○		○		
	음 이온	○	○	○	○	○	○
	실록산계 CxHy 계	○	○	○	○	○	
	프탈산 에스테르	○	○	○	○	○	
	Cl	○	○	○	○	○	○
	PO <sub>4</sub> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>x</sub> (PAG)	○	○	○	○	○	○
	암모니아, 아민류	○	○	○	○	○	
	베이스 레진	○	○	○	○	○	
	카르복실산 (젖산, 아세트산, 포름산)		○	○	○	○	○

[0110]

[0111] 상기 관점에 의해 선택된 항목을 계측하기 위해, 계측 장치(60)는 복수의 계측기를 갖고 있다. 예컨대, 계측 장치(60)는 계측기로서, 비저항값을 계측하기 위한 비저항계, 총 유기체 탄소를 계측하기 위한 TOC계, 미립자 및 기포를 포함하는 이물질을 계측하기 위한 파티클 카운터, 용존 산소(용존 산소 농도)를 계측하기 위한 DO계, 용존 질소(용존 질소 농도)를 계측하기 위한 DN계, 실리카 농도를 계측하기 위한 실리카계 및 생균의 종류나 양을 분석 가능한 분석기 등을 포함할 수 있다. 본 실시 형태에서는 일례로서, 총 유기체 탄소, 파티클·버블, 용존 산소, 비저항값을 계측 항목으로서 선택하고, 도 5에 도시하는 바와 같이, 계측 장치(60)는 총 유기체 탄소를 계측하기 위한 TOC계(61), 미립자 및 기포를 포함하는 이물질을 계측하기 위한 파티클 카운터(62), 용존 산소를 계측하기 위한 용존 산소계(DO계)(63) 및 비저항계(64)를 포함하고 있다.

[0112]

도 5에 도시하는 바와 같이, TOC계(61)는 회수구(22)에 접속하는 회수관(회수 유로)(23) 도중에 분기되는 분기관(분기 유로)(61K)에 접속되어 있다. 회수관(23)에는 회수구(22)를 통해 회수된 액체(LQ)가 흐른다. 회수관(23)을 흐르는 액체(LQ)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체이다. 회수관(23)을 흐르는 액체(LQ) 중 일부의 액체(LQ)는 액체 회수부(21)에 회수되고, 나머지의 일부는 분기관(61K)을 흘러 TOC계(61)에 유입된다. TOC계(61)는 분기관(61K)에 의해 형성된 분기 유로를 흐르는 액체(LQ)의 총 유기체 탄소(TOC)를 계측한다. 마찬가지로, 파티클 카운터(62), 용존 산소계(63) 및 비저항계(64)는 회수관(23) 도중에 분기되는 분기관(62K, 63K, 64K)의 각각에 접속되어 있으며, 이를 분기관(62K, 63K, 64K)에 의해 형성된 분기 유로를 흐르는 액체(LQ) 중 이물질(미립자 또는 기포), 용존 산소, 비저항값을 계측한다. 또한, 상기 실리카계나 생균 분석기도 회수관(23) 도중에 분기되는 분기관에 접속 가능하다.

[0113]

또한, 전술한 바와 같이 계측 장치(60)의 계측 항목은 필요에 따라 선택할 수 있기 때문에, 계측 장치(60)는 계측기(61~64) 중 어느 하나 혹은 복수개를 포함할 수 있다.

[0114]

본 실시 형태에 있어서는 분기관(61K~64K)은 각각 독립된 분기 유로를 형성하고 있으며, 이를 상호 독립된 분기 유로의 각각에, 각 계측기(61~64)가 접속되어 있다. 즉, 복수의 계측기(61~64)는 회수관(23)에 대하여 분기관(61K~64K)을 통해 별별로 접속되어 있다. 또한, 계측기의 구성에 의해서는 회수관(23)으로부터 분기시킨 액체(LQ)를 제1 계측기로 계측하고, 그 제1 계측기를 통과한 액체(LQ)를 제2 계측기로 계측하는 바와 같이, 회수관(23)에 대하여 복수의 계측기를 직렬로 접속하도록 하여도 좋다. 또한, 분기관(분기 개소)의 수나 위치에

의해서는 이물질(미립자)이 발생할 가능성이 높아지기 때문에, 이물질 발생의 가능성을 고려하여, 분기관의 수나 위치를 설정하면 좋다.

[0115] 또한, 회수관(23)의 도중에 액체(LQ)의 일부를 샘플링하는 샘플링 위치를 설정하여도 좋다. 예컨대, 액체(LQ) 중에 포함되는 금속 이온의 종류를 특정하기 위해 액체(LQ)를 샘플링하고, 노광 장치(EX)와는 별도로 설치된 분석 장치를 사용하여, 상기 금속 이온의 종류를 특정할 수 있다. 이것에 의해, 특정된 금속 이온에 따른 적절한 처리를 실시할 수 있다. 또한, 액체(LQ) 중에 포함되는 불순물을 계량하기 위해 액체(LQ)를 샘플링하여, 노광 장치(EX)와는 별도로 설치된 총 증발 잔사계에 의해 액체(LQ) 중의 총 증발 잔사량을 개측하도록 하여도 좋다.

[0116] 본 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)는 회수관(23)에 의해 형성된 회수 유로의 도중에 분기되는 분기 유로를 흐르는 액체(LQ)의 수질을 계측하도록 되어 있다. 이것에 의해, 계측 장치(60)에는 액체(LQ)가 항상 공급되기 때문에, 제어 장치(CONT)는 액침 노광 동작시와 동일한 동작, 즉 공급구(12)를 통한 액체 공급 동작 및 회수구(22)를 통한 액체 회수 동작을 행함으로써, 특별한 동작을 실행하는 일 없이, 액체(LQ)의 수질을 양호하게 계측할 수 있다.

[0117] 다음에, 전술한 구성을 갖는 노광 장치(EX)를 이용하여 마스크(M) 패턴의 상을 기판(P)에 노광하는 방법에 대해서, 도 6의 흐름도를 참조하면서 설명한다. 본 실시 형태에 있어서는 복수의 기판(P)이 순차적으로 노광되는 것으로 한다. 보다 구체적으로는 복수의 기판(P)은 로트마다 관리되고, 노광 장치(EX)는 복수의 로트 각각에 대하여 순차 처리를 행하는 것으로 한다.

[0118] 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지 구동 장치(SD1)를 사용하여 기판 스테이지(ST1)를 소정의 기판 교환 위치에 이동한다. 기판 교환 위치에서는 도시되지 않은 반송계에 의해 노광 후의 기판(P)을 기판 스테이지(ST1)로부터 반출(언로드)하고 노광 전의 기판(P)을 반입(로드)하는 동작이 행해진다. 또한, 기판 스테이지(ST1) 상에 노광 후의 기판(P)이 없는 경우에는 당연한 일이지만 기판(P)의 반출은 행해지지 않고, 노광 전의 기판(P) 반입만이 행해진다. 또한, 기판 교환 위치에 있어서 노광 후의 기판(P)의 반출만을 행하고, 노광 전의 기판(P)의 반입을 행하지 않는 경우도 있다. 이하의 설명에 있어서는 기판 스테이지(ST1)에 대한 노광 전의 기판(P)의 반입 및 노광 후의 기판(P) 반출 중 적어도 한쪽을 행하는 동작을 적절하게 「기판 교환 동작」이라고 칭한다.

[0119] 본 실시 형태에 있어서는 기판 스테이지(ST1)에 대한 기판 교환 동작이 행해지고 있는 사이, 계측 스테이지(ST2)를 사용한 계측 처리가 행해진다. 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)에 대한 기판 교환 동작 중 적어도 일부와 병행하여, 계측 스테이지(ST2)를 사용한 소정의 계측 처리를 개시한다(단계 SA1).

[0120] 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)과 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 소정 영역(100)을 대향 시킨 상태에서, 즉 기판(P)이 노광을 위해 설치되는 위치에 소정 영역(100)을 배치시키고, 액침 기구(1)를 사용하여 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이를 액체(LQ)로 채운다. 그리고, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)를 사용하여, 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이의 액체(LQ)의 수질 계측을 행한다. 전술한 바와 같이, 계측 장치(60)는 오염이 억제된 액체(LQ)를 계측하는 것이 된다. 계측 장치(60)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과를 기억 장치(MRY)에 기억한다(단계 SA2).

[0121] 본 실시 형태에 있어서는 제어 장치(CONT)는 소정 영역(100) 상에 배치된 액체(LQ)에 대한 계측 장치(60)에 의한 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억한다. 예컨대, 벨브(13B)가 공급관(13)의 유로를 폐쇄하고 있는지 여부를 검지할 수 있는 벨브용 센서를 설치하고, 제어 장치(CONT)에 타이머 기능을 설치해 놓으므로써, 제어 장치(CONT)는 벨브용 센서의 검지 결과에 기초하여 벨브(13B)가 공급관(13)의 유로를 개방한 것을 검지하였을 때부터의 경과 시간, 즉 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(LQ)의 공급이 개시되고 부터의 경과 시간을 계측할 수 있다. 이것에 의해, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)에 의한 투영 광학계(PL)의 상면측에 대한 액체(LQ)의 공급이 개시되었을 때를 계측 개시 시점(기준)으로 하여, 계측 장치(60)에 의한 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억할 수 있다. 또한, 제어 장치(CONT)는 벨브(13B)가 유로(13)의 유로를 폐쇄한 것을 검지하였을 때, 즉 액체 공급 기구(10)에 의한 투영 광학계(PL)의 상면측에 대한 액체(LQ)의 공급이 정지되었을 때를 계측 개시 시점(기준)으로 할 수도 있다. 이하의 설명에 있어서는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 계측 장치(60)의 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억한 정보를 적절하게 「제1 로그 정보」라고 칭한다.

[0122] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 복수의 기판(P)이 순차적으로 노광된 후에, 기판 스테이지(ST1)에 대한 기판 교환 동작이 행해지고 있는 사이, 계측 스테이지(ST2) 상의 소정 영역(100) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)이 형

성되고, 액체(LQ)에 대한 계측 장치(60)에 의한 계측 동작이 행해진다. 계측 장치(60)에 의한 액체(LQ)에 대한 계측 처리는 기판 스테이지(ST1)에 대한 기판(P)의 교환마다 혹은 소정 매수의 기판(P)을 노광 처리할 때마다 혹은 기판(P)의 로트마다 실행된다. 제어 장치(CONT)는 복수의 기판(P)이 순차적으로 노광될 때, 계측 장치(60)의 계측 결과를 기판(P)에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억한다. 이하의 설명에 있어서는 복수의 기판(P)을 순차적으로 노광할 때, 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 계측 장치(60)의 계측 결과를 기판(P)에 대응시켜 기억한 정보를 적절하게 「제2 로그 정보」라고 칭한다.

- [0123] 또한, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과를 표시 장치를 포함하고 있는 통지 장치(INF)로 표시(통지)할 수 있다.
- [0124] 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는지 여부를 판별한다(단계 SA3). 제어 장치(CONT)는 상기 판별 결과에 기초하여 노광 장치(EX)의 동작을 제어한다.
- [0125] 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는 경우는, 액체(LQ)의 상태(수질)가 원하는 상태가 아니고 이상이 있으며, 계측 장치(60)에서 계측되는 각 항목(TOC, 이물질, 용존 기체 농도, 실리카 농도, 생균, 비저항값 등)의 계측값이 미리 설정되어 있는 허용값 이상이 되며, 액체(LQ)를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 원하는 상태로 행할 수 없는 상황인 경우를 포함한다.
- [0126] 여기서, 이하의 설명에 있어서는 투영 광학계(PL)와 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 허용값을 적절하게, 「제1 허용값」이라고 칭한다. 제1 허용값은 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되는 물체[여기서는 소정 영역(100)]로부터의 영향을 거의 받고 있지 않는 액체(LQ)의 수질에 관한 허용값을 의미한다.
- [0127] 제1 허용값은 예컨대 미리 실험 혹은 시뮬레이션 등에 의해 구할 수 있다. 액체(LQ)의 수질에 관한 계측값이 제1 허용값 이하이면, 액체(LQ)를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 원하는 상태에서 행할 수 있다.
- [0128] 예컨대, 액체(LQ) 중 총 유기체 탄소의 값이 제1 허용값(일례로서, 1.0 ppb)보다도 큰 경우(이상이 있는 경우), 액체(LQ)의 투과율이 저하할 가능성이 있다. 그 경우, 액체(LQ)를 통한 광계측기(300, 400, 500, 600)에 의한 계측 정밀도가 열화된다. 혹은 액체(LQ)를 통한 기판(P)의 노광 정밀도가 열화된다.
- [0129] 또한, 액체(LQ) 중 미립자 또는 기포를 포함하는 이물질의 양이 제1 허용값보다도 많은 경우(이상이 있는 경우), 액체(LQ)를 통한 광계측기(300, 400, 500, 600)에 의한 계측 정밀도가 열화되거나 액체(LQ)를 통해 기판(P) 상에 전사되는 패턴에 결함이 생길 가능성이 높아진다.
- [0130] 또한, 액체(LQ) 중 용존 산소 및 용존 질소를 포함하는 용존 기체(용존 기체 농도)의 값이 제1 허용값보다도 큰 경우(이상이 있는 경우), 예컨대 공급구(12)를 통해 기판(P) 상에 공급된 액체(LQ)가 대기 개방되었을 때에, 액체(LQ) 중 용존 기체에 의해 액체(LQ) 중에 기포가 생성될 가능성이 높아진다. 액체(LQ) 중에 기포가 생성되면, 전술한 바와 동일하게 광계측기(300, 400, 500, 600)에 의한 계측 정밀도가 열화되거나 기판(P) 상에 전사되는 패턴에 결함이 생길 가능성이 높아진다.
- [0131] 또한, 생균의 양이 많은 경우(이상이 있는 경우), 액체(LQ)가 오염되어 투과율이 열화된다. 또한, 생균의 양이 많은 경우, 액체(LQ)에 접촉하는 부재[노즐 부재(70), 광학 소자(LS1), 계측 스테이지(ST2), 기판 스테이지(ST1), 공급관(13), 회수관(23) 등]가 오염되어 오염이 확대되는 문제점이 생긴다.
- [0132] 또한, 액체(LQ)의 비저항값이 제1 허용값(일례로서, 25°C에서 18.2 MΩ · cm)보다도 작은 경우(이상이 있는 경우), 액체(LQ) 중에 나트륨 이온 등의 금속 이온이 많이 포함되어 있을 가능성이 있다. 그 금속 이온을 많이 포함한 액체(LQ)에서 기판(P) 상에 액침 영역(LR)을 형성하면, 액체(LQ)의 금속 이온이 기판(P) 상의 감광재를 침투하여, 그 감광재하에 이미 형성되어 있는 디바이스 패턴(배선 패턴)에 부착되고, 디바이스의 동작 불량을 일으키는 등의 문제점이 생길 가능성이 있다.
- [0133] 제어 장치(CONT)는 액체(LQ)의 수질에 관해서 미리 설정되어 있는 제1 허용값과, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 노광 장치(EX)의 동작을 제어한다.
- [0134] 단계 SA3에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 없는, 즉 액체(LQ)의 수질이 이상이 없다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 액침 기구(1)를 사용하여 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)와 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 사이에 액체(LQ)를 채워 광계측기(300, 400, 500, 600) 중 적어도 하나를 사용한 계측 동작을 행한다(단계 SA4). 투영 광학계(PL)와 광계측기(300, 400, 500, 600)의 상부면(301, 401, 501, 601) 사이에 채워져 있는 액체(LQ)는 단계 SA3에 있어서, 수질에 이상이 없고, 원하는 상태로 판단(확인)된 액체(LQ)이다.

따라서, 그 원하는 상태의 액체(LQ)를 통한 광계측기에 의한 계측 처리를 양호하게 행할 수 있다.

[0135] 광계측기에 의한 계측 동작으로서는 베이스 라인 계측을 일례로서 들 수 있다. 구체적으로는, 제어 장치(CONT)는 계측 스테이지(ST2) 상에 설치된 기준 부재(300) 상의 제1 기준 마크(MFM)와, 그것에 대응하는 마스크(M) 상의 마스크 얼라이먼트 마크를 전술한 마스크 얼라이먼트계를 이용하여 동시에 검출하고, 제1 기준 마크(MFM)와 그것에 대응하는 마스크 얼라이먼트 마크의 위치 관계를 검출한다. 이것과 동시에 혹은 그 전후에, 제어 장치(CONT)는 기준 부재(300) 상의 제2 기준 마크(PFM)를 기판 얼라이먼트계에서 검출함으로써, 기판 얼라이먼트계의 검출 기준 위치와 제2 기준 마크(PFM)의 위치 관계를 검출한다. 또한, 전술한 바와 같이, 제1기준 마크(MFM)를 계측할 때에는 제1 기준 마크(MFM) 상에 액침 영역(LR)이 형성되고, 액체(LQ)를 통한 계측 처리가 실행된다. 한편, 제2 기준 마크(PFM)를 계측할 때에는 제2 기준 마크(PFM) 상에는 액침 영역(LR)은 형성되지 않고, 액체(LQ)를 통하지 않는 계측 처리가 실행된다. 그리고, 제어 장치(CONT)는 제1 기준 마크(MFM)와 그것에 대응하는 마스크 얼라이먼트 마크의 위치 관계와, 기판 얼라이먼트계의 검출 기준 위치와 제2 기준 마크(PFM)의 위치 관계와, 기지한 제1 기준 마크(MFM)와 제2 기준 마크(PFM)의 위치 관계에 기초하여 투영 광학계(PL)에 의한 마스크(M) 패턴의 투영 위치와 기판 얼라이먼트계의 검출 기준 위치와의 거리, 즉, 기판 얼라이먼트계의 검출 기준 위치의 거리, 즉 기판 얼라이먼트계의 베이스 라인 정보를 구한다.

[0136] 또한, 광계측기에 의한 계측 동작으로서, 전술한 베이스 라인 계측에 한정되지 않고, 계측 스테이지(ST2)에 탑재된 광계측기(400, 500, 600)를 사용한 조도 불균일 계측, 공간상 계측, 조도 계측 등 중 적어도 하나를 실행할 수 있다. 제어 장치(CONT)는 이를 광계측기(400, 500, 600)의 계측 결과에 기초하여 예컨대 투영 광학계(PL)의 캘리브레이션 처리 등의 각종 보정 처리를 행하는 등, 그 후에 행해지는 기판(P)의 노광 처리에 반영시킨다. 광계측기(400, 500, 600)를 사용한 계측 처리를 행하는 경우에는 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)와 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 사이에 액체(LQ)를 채워 액체(LQ)를 통한 계측 처리를 행한다.

[0137] 한편, 단계 SA3에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는, 즉 액체(LQ)의 수질이 이상이 있다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 광계측기에 의한 계측 동작을 실행하지 않고, 계측 장치(60)의 계측 결과를 통지 장치(INF)로 통지한다(단계 SA14). 예컨대 제어 장치(CONT)는 액체(LQ) 중에 포함되어 있는 TOC나 용존 기체 농도의 시간 경과에 따른 변동량에 관한 정보를 표시 장치를 포함한 통지 장치(INF)로 표시할 수 있다. 또한, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 통지 장치(INF)로 경보(경고)를 발하는 등, 계측 결과가 이상이 있는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 또한, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(LQ)의 공급을 정지할 수도 있다. 또한, 계측 스테이지(ST2) 상에 잔류한 액체(LQ)를 노즐 부재(70)를 포함하는 액체 회수 기구(20)를 사용하여 회수하여야 좋다.

[0138] 또한, 전술한 바와 같이, 액체 공급부(11)는 액체 개질 부재 및 액체 개질 장치를 각각 갖고, 액체(LQ)의 수질을 조정하기 위한 복수의 조정 장치[순수 제조기(161), 초순수 제조기(162), 배기 장치(173), 필터(174) 등]를 포함하고 있다. 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 복수의 조정 장치 중 적어도 하나의 조정 장치를 특정하고, 그 특정된 조정 장치에 관한 정보를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 예컨대, 계측 장치(60) 중 DO계 또는 DN계의 계측 결과에 기초하여 용존 기체 농도가 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 배기 장치(173)의 배기 필터나 배기 펌프의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 비저항계의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 비저항값이 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 순수 제조 장치의 이온 교환막의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 비저항계의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 비저항값이 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 순수 제조 장치(16)의 이온 교환막의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 TOC계의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 총 유기체 탄소가 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 순수 제조 장치(16)의 UV 램프의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 파티클 카운터의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ) 중 이물질(미립자, 기포)의 양이 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 필터(174) 혹은 순수 제조 장치(16)의 파티클 필터의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 생균 분석기의 분석 결과에 기초하여 액체(LQ) 중 생균의 양이 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 순수 제조 장치(16)의 UV 램프의 유지 보

수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다. 또한, 계측 장치(60) 중 실리카계의 계측 결과에 기초하여 액체(LQ) 중 실리카 농도가 이상이 있다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 복수의 조정 장치 중 예컨대 순수 제조 장치(16)의 실리카 제거용 필터의 유지 보수(점검 · 교환)를 재촉하는 내용의 표시를 통지 장치(INF)로 표시(통지)한다.

[0139] 그리고, 통지 장치(INF)의 통지 정보에 기초하여 전술한 유지 보수 처리 등을 포함하는 액체(LQ)의 수질을 원하는 상태로 하기 위한 처치가 행해진다(단계 SA15). 그 처치가 행해진 후, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)를 사용한 액체(LQ)의 수질 계측 동작을 다시 실행한다(단계 SA2). 그리고, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 없다고 판단될 때까지, 액체(LQ)를 원하는 상태로 하기 위한 처치가 행해진다.

[0140] 단계 SA4의 광계측기(300, 400, 500, 600) 중 적어도 하나를 사용한 계측 동작이 완료됨으로써, 계측 스테이지(ST2)를 사용한 계측 동작이 종료된다(단계 SA5). 계속해서, 제어 장치(CONT)는 기판(P)의 액침 노광 처리의 개시를 지령한다(단계 SA6).

[0141] 이 때, 기판 교환 위치에 있어서는 기판 교환 동작이 완료되어 있으며, 기판 스테이지(ST1)에는 노광 전의 기판(P)이 유지되어 있다. 제어 장치(CONT)는, 예컨대 계측 스테이지(ST2)와 기판 스테이지(ST1)를 접촉(또는 근접)시켜 그 상대적인 위치 관계를 유지한 상태에서 XY 평면 내에서 이동하고, 노광 전의 기판(P)에 대하여 열라이먼트 처리를 행한다. 여기서, 기판(P) 상에는 복수의 쇼트 영역이 설치되어 있으며, 이들 복수의 쇼트 영역의 각각에 대응하여 열라이먼트 마크가 설치되어 있다. 제어 장치(CONT)는 기판 열라이먼트계에 의해 노광 전의 기판(P) 상의 열라이먼트 마크의 검출을 행하고, 기판(P) 상에 설치된 복수의 쇼트 영역 각각의 기판 열라이먼트 계의 검출 기준 위치에 대한 위치 좌표를 산출한다.

[0142] 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)의 Y축 방향에 있어서의 상대적인 위치 관계를 유지하면서, 스테이지 구동 장치(SD1, SD2)를 사용하여, 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 -Y 방향으로 동시에 이동한다. 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 접촉(또는 근접)한 상태에서 투영 광학계(PL) 바로 아래의 위치를 포함하는 영역 내에서 -Y 방향으로 함께 이동한다. 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 함께 이동함으로써, 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)와 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 사이에 유지되어 있는 액체(LQ)를 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)으로부터 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)에 이동한다. 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)와 계측 스테이지(ST2) 사이에 채워져 있었던 액체(LQ)의 액침 영역(LR)은 계측 스테이지(ST2) 및 기판 스테이지(ST1)의 -Y 방향에의 이동에 따라 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97), 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95), 기판(P)의 상부면 순으로 이동한다. 기판 스테이지(ST1) 및 계측 스테이지(ST2)가 함께 -Y 방향으로 소정 거리 이동하면, 투영 광학계(PL)의 제1 광학 소자(LS1)와 기판(P) 사이에 액체(LQ)가 채워진 상태가 된다. 즉, 액체(LQ)의 액침 영역(LR)이 기판 스테이지(ST1)의 기판(P) 상에 배치된다. 기판 스테이지(ST1)[기판(P)]를 투영 광학계(PL)의 하측으로 이동한 후, 제어 장치(CONT)는 계측 스테이지(ST2)를 기판 스테이지(ST1)와 충돌하지 않는 소정의 위치에 후퇴시킨다.

[0143] 그리고, 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(ST1)와 계측 스테이지(ST2)를 분리한 상태에서 기판 스테이지(ST1)에 지지되어 있는 기판(P)에 대한 스텝 · 앤드 · 스캔 방식의 액침 노광을 행한다. 기판(P)의 액침 노광을 행할 때, 제어 장치(CONT)는 액침 기구(1)에 의해 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 노광광(EL)의 광로 공간(K1)을 액체(LQ)로 채워 기판(P) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성하고, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통해 기판(P) 상에 노광광(EL)을 조사함으로써, 기판(P)을 노광한다(단계 SA7). 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 광로 공간(K1)에 채워져 있는 액체(LQ)는 단계 SA3에 있어서, 수질에 이상이 없고, 원하는 상태라고 판단(확인)된 액체(LQ)이다. 따라서, 그 원하는 상태의 액체(LQ)를 통해 기판(P)을 양호하게 노광할 수 있다.

[0144] 제어 장치(CONT)는 기판(P)에 대하여 스텝 · 앤드 · 스캔 방식의 액침 노광 동작을 실행하고, 기판(P) 상의 복수의 쇼트 영역의 각각에 마스크(M) 패턴을 순차 전사한다. 또한, 기판(P) 상의 각 쇼트 영역의 노광을 위한 기판 스테이지(ST1)의 이동은 전술한 기판 열라이먼트의 결과 얻어진 기판(P) 상의 복수의 쇼트 영역의 위치 좌표와 베이스 라인 정보에 기초하여 행해진다.

[0145] 도 7은 기판(P)을 액침 노광하고 있는 상태를 도시하는 도면이다. 액침 노광 중에 있어서, 액침 영역(LR)의 액체(LQ)는 기판(P)에 접촉하고 있으며, 액체 회수 기구(20)에 의해 기판(P) 상에서 회수된 액체(LQ)의 수질에 관한 정보는 계측 장치(60)에 의해 항상 계측(모니터)되어 있다. 계측 장치(60)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과(모니터 정보)를 기억 장치(MRY)에 기억한다(단계 SA8).

- [0146] 제어 장치(CONT)는 기판(P) 상에 배치된 액체(LQ)의 계측 장치(60)에 의한 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억한다. 예컨대, 제어 장치(CONT)는, 레이저 간섭계(94)의 계측 결과에 기초하여 액침 영역(LR)이 계측 스테이지(ST2) 상에서 기판 스테이지(ST1) 상[기판(P) 상]으로 이동하였을 때를 시간 경과의 계측 개시 시점(기준)으로 하여, 계측 장치(60)에 의한 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억할 수 있다. 이하의 설명에 있어서는 투영 광학계(PL)와 기판 스테이지(ST1) 상의 기판(P) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 계측 장치(60)의 계측 결과를 시간 경과에 대응시켜 기억한 정보를 적절하게 「제3 로그 정보」라고 칭한다.
- [0147] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 복수의 기판(P)이 순차적으로 노광된다. 복수의 기판(P)이 순차적으로 노광될 때, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과를 기판(P)에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억한다. 이하의 설명에 있어서는 복수의 기판(P)을 순차적으로 노광할 때, 투영 광학계(PL)와 기판 스테이지(ST1) 상의 기판(P) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 계측 장치(60)의 계측 결과를 기판(P)에 대응시켜 기억한 정보를 적절하게 「제4 로그 정보」라고 칭한다.
- [0148] 또한, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과를 노광되는 쇼트 영역에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억한다. 제어 장치(CONT)는, 예컨대 기판 스테이지(ST1)의 위치 계측을 행하는 레이저 간섭계(94)의 출력에 기초하여 레이저 간섭계(94)에 의해 규정되는 좌표계에서의 쇼트 영역의 위치 정보를 구하고, 위치 정보가 구해진 쇼트 영역을 노광하고 있을 때의 계측 장치(60)의 계측 결과를 쇼트 영역에 대응시켜 기억 장치(MRY)에 기억할 수 있다. 또한, 계측 장치(60)로 액체(LQ)를 계측하는 시점과, 그 계측된 액체(LQ)가 기판(P) 상(쇼트 영역 상)에 배치되어 있는 시점에서는 계측 장치(60)의 샘플링 포트(분기관)와 회수구(22)의 거리에 따른 시간적인 어긋남이 발생하기 때문에, 상기 거리를 고려하여 기억 장치(MRY)에 기억하는 정보를 보정하면 좋다. 이하의 설명에 있어서는 계측 장치(60)의 계측 결과를 쇼트 영역에 대응시켜 기억한 정보를 적절하게 「제5 로그 정보」라고 칭한다.
- [0149] 제어 장치(CONT)는 단계 SA2에 있어서 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)를 계측 장치(60)로 계측하였을 때의 계측 결과와, 단계 SA8에 있어서 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이에 채워진 액체(LQ)를 계측 장치(60)로 계측하였을 때의 계측 결과와 기초하여 이하에 설명하도록 기판(P)에 관한 정보를 구한다(단계 SA9).
- [0150] 도 8은 기판(P)의 일례를 도시하는 도면이다. 도 8에 있어서, 기판(P)은 기재(2)와, 그 기재(2) 상부면(2A)의 일부에 피복된 감광재(3)를 갖고 있다. 기재(2)는, 예컨대 실리콘 웨이퍼(반도체 웨이퍼)를 포함한다. 감광재(3)는 기재(2)의 상부면(2A) 중앙부의 대부분을 차지하는 영역에, 소정의 두께(예컨대 200 nm 정도)로 피복되어 있다. 한편, 기재(2) 상부면(2A)의 주연부(2As)에 있어서는 감광재(3)는 피복되어 있지 않고, 그 상부면(2A)의 주연부(2As)에 있어서는 기재(2)가 노출되어 있다. 또한, 기재(2)의 측면(2C)이나 하부면(이면)(2B)에도 감광재(3)는 피복되어 있지 않지만, 측면(2C)이나 하부면(2B) 혹은 주연부(2As)에 감광재(3)가 피복되어 있어도 좋다. 본 실시 형태에 있어서는 감광재(3)로서 화학 증폭형 레지스트가 이용되어 있다.
- [0151] 기판(P)과 액침 영역(LR)의 액체(LQ)가 접촉하면, 기판(P) 일부의 성분이 액체(LQ)로 용출된다. 전술한 바와 같이, 본 실시 형태의 감광재(3)는 화학 증폭형 레지스트로서, 그 화학 증폭형 레지스트는 베이스 수지, 베이스 수지 중에 포함되는 광산 발생제(PAG: Photo Acid Generator) 및 쿠엔처(quencher)라고 불리는 아민계 물질을 포함하여 형성되어 있다. 그와 같은 감광재(3)가 액체(LQ)에 접촉하면, 감광재(3) 일부의 성분, 구체적으로는 PAG나 아민계 물질 등이 액체(LQ) 중에 용출된다. 또한, 기재(2)의 주연부(2As)와 액체(LQ)가 접촉한 경우에도 기재(2)를 구성하는 물질에 의해서는 기재(2)의 일부 성분(실리콘)이 액체(LQ) 중에 용출될 가능성이 있다. 이하의 설명에 있어서는 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 물질(PAG, 아민계 물질, 실리콘 등)을 적절하게 「용출 물질」이라고 칭한다.
- [0152] 단계 SA8에 있어서 계측 장치(60)로 계측되는 액체(LQ)는 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이에 채워진 액체(LQ)로서, 기판(P)에 접촉한 후의 액체(LQ)이다. 따라서, 계측 장치(60)로 계측되는 액체(LQ) 중에는 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질이 포함되어 있다. 한편, 단계 SA2에 있어서 계측 장치(60)로 계측되는 액체(LQ)는 오염이 얹혀된 액체(LQ), 바꾸어 말하면 용출 물질을 포함하지 않는 액체(LQ)이다. 따라서, 단계 SA2에서 계측한 계측 결과와, 단계 SA8에서 계측한 계측 결과를 비교함으로써, 제어 장치(CONT)는 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질에 관한 정보를 기판(P)에 관한 정보로서 구할 수 있다. 그리고, 전술한 제3, 제4, 제5 로그 정보는 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질에 관한 정보를 포함하고 있다.
- [0153] 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질에 관한 정보는 용출 물질의 용출량이나 물질(종류) 등의 각종 정보를

포함한다. 제어 장치(CONT)는 단계 SA2에 있어서 계측 장치(60)로 계측한 수질에 관한 계측 결과와, 단계 SA8에 있어서 계측 장치(60)로 계측한 수질에 관한 계측 결과에 기초하여 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질의 용출량을 구할 수 있다.

[0154] 예컨대 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60) 중 TOC계(61)의 계측 결과에 기초하여 기판(P)으로부터 용출된 용출 물질 중 특히 감광재(3)로부터 용출된 용출 물질의 용출량을 구할 수 있다. 혹은 계측 장치(60)로서, 액체(LQ) 중 용출 물질의 농도를 계측할 수 있는 계측기를 설치해 놓음으로써, 용출 물질의 용출량[액체(LQ) 중 용출 물질의 농도]을 계측할 수 있다. 따라서, 제어 장치(CONT)는 단계 SA2에서 계측한 용출 물질의 용출량과 단계 SA8에서 계측한 용출 물질의 용출량의 차에 기초하여 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질의 용출량을 구할 수 있다.

[0155] 또한, 계측 장치(60)로서, 기판(P)으로부터 용출된 용출 물질[감광재(3), PAG 등]의 종류를 계측할 수 있는 계측기를 설치해 둠으로써, 용출 물질의 종류를 특정할 수도 있다.

[0156] 이와 같이, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 용출 물질의 용출량이나 감광재(3)의 종류 등 기판(P)에 관한 정보를 구할 수 있다.

[0157] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 기판 조건과 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량과의 관계가 미리 구해져 있으며, 그 관계는 기억 장치(MRY)에 미리 기억되어 있다. 여기서 기판 조건이란, 감광재(3)의 종류(물질) 등 감광재(3)에 관한 조건 혹은 기재(2)의 물질(종류)나 주연부(2As)가 형성되어 있는지[기재(2)와 액체(LQ)가 접촉하는지 여부] 등 기재(2)에 관한 조건을 포함한다. 또한, 기판 조건으로서는 감광재(3)의 막 두께 등, 감광재(3)를 기재(2)에 도포할 때의 도포 조건도 포함한다.

[0158] 본 실시 형태에 있어서는 서로 다른 기판 조건을 갖는 복수의 기판(P)(로트)이 순차적으로 노광되도록 되어 있으며, 기억 장치(MRY)에는 복수의 기판(P)(로트)에 따른 용출 물질의 용출량에 관한 정보가 기억되어 있다. 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량은 기판 조건[감광재(3)의 물질이나 막 두께 등]에 따라 변화하기 때문에, 예컨대 실험이나 시뮬레이션 등에 의해 기판 조건과 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량과의 관계를 미리 구할 수 있다.

[0159] 따라서, 소정의 기판 조건의 기판(P)을 액침 노광하고 있을 때의 계측 장치(60)의 계측값(용출 물질의 용출량)이 기억 장치(MRY)에 기억되어 있는 상기 소정의 기판 조건에 따른 용출 물질의 용출량에 대하여 크게 다른 경우[계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는 경우]에는, 제어 장치(CONT)는 기판(P)이 이상이 있다고 판단하여 노광 동작을 제어할 수 있다.

[0160] 또한, 기판 스테이지(ST1) 상에 유지되어 있는 기판(P)에 관한 정보가 미지인 경우에는 계측 장치(60)[예컨대 TOC계(61)]의 계측 결과와, 기억 장치(MRY)의 기억 정보[기판 조건과 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량의 관계]에 기초하여 계측대상인 기판(P) 상의 감광재(3)의 종류나 도포 조건 등, 기판(P)에 관한 정보를 예측할 수 있다.

[0161] 또한, 도 9에 도시하는 바와 같이, 감광재(3)가 박막(4)으로 피복되어 있는 경우에는 계측 장치(60)로 계측되는 용출 물질의 양이 적어진다. 여기서, 감광재(3)를 덮는 박막(4)은 반사 방지막(top ARC)이나 탑코트막(보호막) 등이다. 또한 박막(4)은 감광재(3) 상에 형성된 반사 방지막을 덮고 있는 탑코트막인 경우도 있다. 탑코트막은 액체(LQ)로부터 감광재(3)를 보호하는 것으로서, 예컨대 불소계의 원액성 재료로 형성되어 있다. 박막(4)을 설치함으로써, 기판(P)과 액체(LQ)가 접촉하여도 감광재(3)로부터 액체(LQ)에 용출 물질이 용출되는 것이 억제된다. 따라서, 감광재(3)가 박막(4)으로 피복되어 있는 경우에는 단계 SA2에서의 계측 결과(용출 물질의 용출량)와, 단계 SA8에서의 계측 결과(용출 물질의 용출량)의 차가 감광재(3)가 박막(4)으로 피복되어 있지 않은 경우에 비해서 작아진다. 따라서, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 감광재(3)가 박막(4)으로 피복되어 있는지 여부를 판별할 수도 있다. 이와 같이, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 기판(P)에 관한 정보로서 박막(4)의 유무를 구할 수도 있다.

[0162] 또한, 박막(4)을 구성하는 물질에 의해서는 감광재(3)의 소정 물질이 박막(4)을 통해 액체 중으로 용출되거나, 박막(4)을 형성하는 재료의 물질이 액체 중에 용출될 가능성도 있다. 따라서, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 구해지는 기판(P)에 관한 정보로서는 감광재(3) 상의 박막(4)의 유무에 덧붙여, 박막(4)의 재료(물질) 등의 정보도 포함된다.

[0163] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 기판(P)에서 액체(LQ)로 용출되는 용출 물질의 용출량[액체(LQ) 중의 용출 물질의 농도]이 미리 구해져 있는 허용값 이하가 되도록 기판 조건 및 노광 조건이 최적으로 설정되어 있다. 여기서

노광 조건이란, 액체(LQ)의 조건을 포함하고, 액체(LQ)의 물질(종류), 액체(LQ)의 단위 시간당의 공급량, 액체(LQ)의 온도, 기관(P) 상에서의 액체(LQ) 흐름의 속도, 기관(P)과 액체(LQ)가 접촉하고 있는 접액 시간 등을 포함한다. 액체(LQ)에 용출된 용출 물질의 용출량[액체(LQ) 중 용출 물질의 농도]이 상기 허용값 이하이면, 기관(P)을 양호하게 노광할 수 있도록 되어 있다.

- [0164] 여기서, 이하의 설명에 있어서는 투영 광학계(PL)와 기관(P) 사이에 채워진 액체(LQ)의 수질에 관한 허용값을 적절하게 「제2 허용값」이라고 칭한다. 제2 허용값은 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되는 물체[여기서는 기관(P)]로부터의 영향을 받고 있는 액체(LQ) 수질에 관한 허용값을 의미한다.
- [0165] 용출량에 관한 제2 허용값에 관한 정보는, 예컨대 실험 혹은 시뮬레이션에 의해 미리 구할 수 있다. 기관(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질의 용출량이 제2 허용값 이상인 경우, 액체(LQ) 중 용출 물질의 농도가 높아져 액체(LQ)의 투과율이 저하하고, 액체(LQ)를 통해 기관(P) 상까지 노광광(EL)이 양호하게 도달할 수 없게 되는 등, 액체(LQ)를 통한 노광 정밀도가 열화될 가능성이 있다. 또한, 기관(P)에서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질의 용출량이 제2 허용값 이상인 경우, 그 액체(LQ)에 접촉하는 부재[노즐 부재(70), 회수관(23), 제1 광학 소자(LS1) 등]가 오염되거나, 기관(P) 상에 용출 물질이 다시 부착되어 이물질로서 작용하거나, 부착 흔적(워터 마크)이 형성될 가능성이 있다. 본 실시 형태에 있어서는 기관(P)에 있어서 액체(LQ)로 용출된 용출 물질의 용출량을 제2 허용값 이하로 함으로써, 전술한 문제점의 발생을 억제하고 있다.
- [0166] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 서로 다른 기관 조건의 기관(P)(로트)이 순차적으로 노광되도록 되어 있으며, 기억 장치(MRY)에는 복수의 기관(P)(로트)에 따른 복수의 제2 허용값에 관한 정보가 미리 기억되어 있다. 바꾸어 말하면, 제2 허용값에 관한 정보가 기관(P)마다(로트마다) 기억 장치(MRY)에 미리 기억되어 있다. 예컨대, 서로 다른 물질을 갖는 제1 감광재 및 제2 감광재의 각각을 갖는 기관(P)(로트)을 순차적으로 노광할 때, 제1 감광재로부터 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량(농도)과, 제2 감광재로부터 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량(농도)이 동일하여도 이를 용출 물질의 물질(흡광 계수 등)에 의해, 예컨대 제1 감광재로부터 용출 물질을 포함하는 액체는 원하는 투과율을 갖지만, 제2 감광재로부터 용출 물질을 포함하는 액체는 원하는 투과율을 갖지 않는 상황이 발생할 가능성이 있다. 따라서, 본 실시 형태에 있어서는 복수의 기관(P)(로트)의 각각에 따른 제2 허용값이 미리 구해져 있으며, 그 제2 허용값에 관한 정보가 기억 장치(MRY)에 미리 기억되어 있다. 이와 같이, 본 실시 형태에 있어서는 각 기관마다(각 로트마다) 용출 물질의 용출량에 관한 제2 허용값이 따로따로 미리 구해져 있으며, 기억 장치(MRY)에 기억되어 있다.
- [0167] 또한, 기관(P)에서 액체(LQ)로 용출되는 용출 물질의 용출량[액체(LQ) 중 용출 물질의 농도]을 미리 구해져 있는 제2 허용값 이하로 하기 위해, 기관(P) 상에 액침 영역(LR)을 형성하기 전에, 예컨대 액침 영역(LR)을 형성하지 않는 액체(LQ)로 기관(P)을 침지 처리하는 등, 기관(P)에서 액침 영역(LR)의 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출량을 억제하기 위한 소정의 처리를 미리 행해도 좋다. 혹은, 도 9에 도시한 바와 같은 박막(4)을 설치함으로써, 감광재(3)로부터 액체(LQ)에의 용출 물질의 용출을 억제할 수 있기 때문에, 기관(P)에의 이물질 부착이나 부착 흔적의 형성 혹은 액체(LQ)에 접촉하는 부재[노즐 부재(70), 회수관(23) 등]의 오염을 억제할 수 있다.
- [0168] 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는지 여부를 판별한다(단계 SA10). 즉, 제어 장치(CONT)는 미리 구해져 있는 용출 물질에 관한 제2 허용값과, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 계측 장치(60)의 계측값(용출 물질의 용출량)이 제2 허용값 이상인지 여부를 판별한다. 그리고, 제어 장치(CONT)는 상기 판별 결과에 기초하여 노광 동작을 제어한다.
- [0169] 단계 SA10에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 없다고 판단하였을 때, 즉, 계측 장치(60)의 계측 결과(용출 물질의 용출량)가 미리 구해져 있는 용출 물질에 관한 제2 허용값 이하일 때, 제어 장치(CONT)는 액침 노광 동작을 계속한다(단계 SA11). 이 때, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과(모니터 정보)를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다.
- [0170] 제어 장치(CONT)는 기관 스테이지(ST1) 상의 기관(P)에 대한 액침 노광을 종료한 후(단계 SA12), 계측 스테이지 구동 장치(ST2)를 사용하여 계측 스테이지(ST2)를 이동하고, 기관 스테이지(ST1)에 대하여 계측 스테이지(ST2)를 접촉(또는 근접)시킨다. 그리고, 기관 스테이지(ST1)의 상부면(95)에서 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)으로 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 이동한다. 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 계측 스테이지(ST2) 상에 이동한 후, 기관 스테이지(ST1)를 기관 교환 위치까지 이동한다. 기관 교환 위치에서는 노광 후의 기관(P)이 기관 스테이지(ST1)로부터 언로드되고, 노광 전의 기관(P)이 기관 스테이지(ST1)에 로드된다. 그리고, 이 노광 전의 기관(P)에 대한 노광 처리가 행해진다.

- [0171] 그리고, 제어 장치(CONT)는 전술한 시퀀스를 반복하고, 복수의 기관(P)을 순차적으로 노광한다. 기억 장치(MRY)에는 전술한 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 로그 정보가 축적 및 보존된다. 이를 로그 정보를 이용하여, 노광 불량(에러)의 해석을 행할 수 있다(단계 SA13).
- [0172] 한편, 단계 SA10에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있다고 판단하였을 때, 즉, 계측 장치(60)의 계측 결과(용출 물질의 용출량)가 미리 구해져 있는 용출 물질에 관한 제2 허용값 이상일 때, 제어 장치(CONT)는 노광 동작을 정지한다(단계 SA16). 이 때, 제어 장치(CONT)는, 예컨대 공급관(13)에 설치되어 있는 밸브(13B)를 구동하여 공급관(13)의 유로를 폐쇄하고, 액체(LQ)의 공급을 정지할 수도 있다. 또한, 노광 동작을 정지한 후, 기관(P) 상의 잔류한 액체(LQ)를 노즐 부재(70), 액체 회수 기구(20)를 이용하여 회수하여도 좋다. 또한, 기관(P) 상에 잔류한 액체(LQ)를 회수한 후, 기관(P)을 기관 스테이지(ST1)로부터 반출(언로드)하여도 좋다. 이렇게 함으로써, 이상이 있는 상태에서 노광 처리를 계속하게 되는 것에 기인하여 불량 쇼트(불량 기관)가 다양으로 형성되어 버리는 등의 문제점을 방지할 수 있다.
- [0173] 또한, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과(모니터 정보)를 통지 장치(INF)로 통지한다(단계 SA17). 예컨대 액체(LQ) 중에 포함되어 있는 감광재(3)에 기인하는 용출 물질의 용출량에 관한 정보나, 그 용출 물질의 시간 경과에 따른 변동량에 관한 정보나, 복수의 쇼트 영역 중 어떤 특정한 쇼트 영역을 노광하고 있을 때의 액체(LQ) 중에 포함되어 있는 용출 물질의 용출량[액체(LQ) 중 용출 물질의 농도]에 관한 정보를 표시 장치를 포함하고 있는 통지 장치(INF)로 표시할 수 있다. 또한, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 통지 장치(INF)로 경보(경고)를 발하는 등, 계측 결과가 이상이 있는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 그리고, 제2 허용값 이상의 용출 물질의 용출량을 계측한 경우에는 기관 조건[예컨대 감광재(3)의 도포 조건]의 정정을 재촉하는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 혹은, 그 기관(P)에 관해서, 제2 허용값 이상의 용출 물질의 용출량을 계측한 경우에는 노광 조건[예컨대 액체(LQ)의 단위 시간당 공급량 등]의 정정을 재촉하는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다.
- [0174] 또한, 그 기관(P)(로트)에 사용되어 있는 감광재(3)에 틀림없이 포함되어 있지 않는 물질을 계측한 경우에는 그 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 또한, 그 기관(P)(로트)에 사용되어 있는 감광재(3)에 틀림없이 포함되어 있지 않는 물질을 계측한 경우에는 감광재(3)의 검사를 재촉하는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다. 또한, 박막(4)이 틀림없이 폐복되어 있는데 용출 물질의 용출량이 허용값 이상이었던 경우에는 박막(4)이 폐복되어 있는지 여부, 폐복되어 있는 경우에는 양호하게 폐복되어 있는지 여부의 검사를 재촉하는 취지를 통지 장치(INF)로 통지할 수 있다.
- [0175] 혹은, 기관(P)의 노광 중에 있어서, 액체(LQ) 중에 포함되어 있는 TOC나 용준 기체 농도의 시간 경과에 따른 변동량에 관한 정보나, 복수의 쇼트 영역 중 어떤 특정한 쇼트 영역을 노광하고 있을 때의 액체(LQ) 중에 포함되어 있는 TOC나 용준 기체 농도에 관한 정보를 표시 장치를 포함하고 있는 통지 장치(INF)로 표시할 수 있다.
- [0176] 또한, 단계 SA10에 있어서, 액체(LQ)에 이상이 생겼다고 판단한 경우에도 제어 장치(CONT)는 노광 동작을 계속 할 수 있다. 그리고, 예컨대 어떤 특정한 쇼트 영역을 노광하고 있을 때의, 계측 장치(60)의 TOC계(61)의 계측 결과가 이상이 있다고 판단하였을 때, 제어 장치(CONT)는 그 쇼트 영역에 대응시켜 TOC의 계측 결과가 이상이 있었던 취지를 제5 로그 정보로서 기억 장치(MRY)에 기억한다. 그리고, 모든 쇼트 영역을 노광한 후, 기억 장치(MRY)로 기억한 제5 로그 정보에 기초하여 제어 장치(CONT)는 계측 결과의 이상(용출 물질의 용출량이 허용값 이상인 것)에 기초하여 패턴 전사 정밀도가 열화될 가능성이 있는 쇼트 영역을 제거하거나 혹은 다음 중첩 노광 시에는 노광하지 않도록 하는 등의 처치를 실시할 수 있다. 또한, 그 쇬트 영역을 검사하고, 형성된 패턴에 이상이 없는 경우에는 쇬트 영역을 제거하지 않고, 그 쇬트 영역을 사용한 디바이스 형성을 계속한다. 혹은 제어 장치(CONT)는 그 쇬트 영역에 대응시켜 TOC계(61)의 계측 결과가 이상이 있었던 취지를 통지 장치(INF)로 통지하도록 하여도 좋다. 이와 같이, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과를 모니터 정보로서 리얼 타임에 통지 장치(INF)로 표시하는 구성외에, 로그 정보를 통지 장치(INF)로 표시하는 것도 가능하다.
- [0177] 그런데, 본 실시 형태에 있어서는 단계 SA3에 있어서, 계측 장치(60)로 계측되는 각 항목의 계측값(수질)이 미리 설정되어 있는 제1 허용값 이상일 때, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상(수질이 이상)이라고 판단하고 있다. 수질에 관한 제1 허용값은 계측 장치(60)에 의한 계측 동작 후에 실행되는 노광 프로세스에 따라 적절하게 결정할 수 있다. 예컨대, 계측 장치(60)에 의한 계측 동작(단계 SA2) 후에 광계측기(300, 400, 500, 600)를 사용한 계측 동작(단계 SA4)이 실행되지만, 그 광계측기(300, 400, 500, 600)의 목표 계측 정밀도에 따라 액체(LQ)의 수질에 관한 제1 허용값을 적절하게 설정할 수 있다. 구체적으로는, 복수의 로트[기관(P)]를 노광하는 경우에 있어서, 그 로트[기관(P)]를 노광하기 전에 광계측기(300, 400, 500, 600)를 사용한

광계측 동작을 행하는 경우, 제1 로트(제1 기관)에 관해서 높은 계측 정밀도가 요구되어 있는 경우에는 그 제1 로트(제1 기관)에 관해서 액체(LQ)를 통해 계측할 때의 액체(LQ)의 수질에 관한 제1 허용값을 엄격하게 설정한다. 또한, 제1 로트(제1 기관)와는 다른 제2 로트(제2 기관)에 관해서 비교적 러프한 계측 정밀도가 허용되는 경우에는 그 제2 로트(제2 기관)에 관해서 액체(LQ)를 통해 계측할 때의 액체(LQ)의 수질에 관한 제1 허용값을 비교적 완화시켜 설정할 수 있다.

[0178] 혹은 기관(P)의 목표 노광 정밀도(목표 패턴 전사 정밀도)에 따라, 액체(LQ)의 수질에 관한 제2 허용값을 적절하게 설정할 수 있다. 구체적으로는 복수의 로트[기관(P)]를 노광할 때, 제1 로트(제1 기관)에 관해서 높은 노광 정밀도(패턴 전사 정밀도)가 요구되어 있는 경우에는 그 제1 로트(제1 기관)를 액체(LQ)를 통해 노광할 때의 액체(LQ)의 수질에 관한 제2 허용값을 엄격하게 설정한다. 또한, 제1 로트(제1 기관)와는 다른 제2 로트(제2 기관)에 관해서 비교적 러프한 노광 정밀도(패턴 전사 정밀도)가 허용되는 경우에는 그 제2 로트(제2 기관)를 액체(LQ)를 통해 노광할 때의 액체(LQ)의 수질에 관한 제2 허용값을 비교적 완화시켜 설정할 수 있다.

[0179] 이렇게 함으로써, 제1, 제2 로트(제1, 제2 기관)의 각각에 있어서 원하는 노광 정밀도 및 계측 정밀도를 얻을 수 있고, 노광 장치(EX) 가동률의 저하를 방지할 수도 있다. 즉, 제1 로트에 관한 수질의 제1, 제2 허용값과, 제2 로트에 관한 수질의 제1, 제2 허용값을 동일한 값으로 설정한 경우, 제2 로트에 대해서는 필요 이상의 수질을 요구하게 된다. 그렇게 하면, 제2 로트에 대해서는 원하는 수질을 얻을 수 있음에도 불구하고, 계측 장치(60)의 계측 결과가 제1 허용값 이상 혹은 제2 허용값 이상인 경우에는 전술한 바와 같이, 계측 동작 혹은 노광 동작이 정지되게 된다. 이와 같이, 원하는 수질을 얻을 수 있음에도 불구하고, 노광 장치(EX)의 동작이 정지되게 되기 때문에, 노광 장치(EX)의 가동률 저하를 초래하지만, 전술한 바와 같이, 목표 노광 정밀도 등에 따라 액체(LQ)의 수질에 관한 허용값을 적절하게 설정함으로써, 노광 장치(EX)의 가동률 저하 등의 문제점을 방지할 수 있다.

[0180] 이상 설명한 바와 같이, 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이에 채워진 액체(LQ)의 성질 및 성분 중 적어도 한쪽을 계측하는 계측 장치(60)를 설치한 것에 의해, 그 계측 결과에 기초하여 광로 공간(K1)에 채워지는 액체(LQ)가 원하는 상태인지 여부(이상이 있는지 여부)를 정확하게 판별할 수 있다. 그리고, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있는 경우에는 액체(LQ)를 원하는 상태로 하기 위한 적절한 처치를 실시함으로써, 액체(LQ)를 통한 기관(P)의 노광 정밀도 및 액체(LQ)를 통한 광계측기에 의한 계측 정밀도의 열화를 방지할 수 있다.

[0181] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 소정 영역(100) 상에 배치된 액체(LQ)의 계측 장치(60)에 의한 계측 결과가 제1, 제2 로그 정보로서 기억 장치(MRY)에 기억되고, 기관(P) 상에 배치된 액체(LQ)의 계측 결과(60)에 의한 계측 결과가 제3, 제4, 제5 로그 정보로서 기억 장치(MRY)에 기억되어 있다. 예컨대, 제1, 제2 로그 정보에 기초하여 액체 공급부(11)를 구성하는 각 조정 장치(액체 개질 부재 및 액체 개질 장치)를 최적의 타이밍으로 유지 보수(점검·교환)할 수 있다. 또한, 제1, 제2 로그 정보에 기초하여 각 조정 장치에 따른 점검·교환의 빈도를 최적으로 설정할 수 있다. 예컨대, 제1 로그 정보로부터 파티클 카운터의 계측값(이물질의 양)이 시간 경과에 따라 악화되고 있는 경우, 시간 경과에 따른 계측값 변화의 정도에 기초하여 파티클 필터의 최적의 교환 시기(교환 빈도)를 예측하여 설정할 수 있다. 또한, 제1, 제2 로그 정보로부터 사용하는 파티클 필터의 성능을 최적으로 설정할 수 있다. 예컨대, 파티클 카운터의 계측값이 시간 경과에 따라 급속히 악화되고 있는 경우에는 고성능인 파티클 필터를 사용하고, 크게 변동하지 않는 경우에는 비교적 저성능인(저렴한) 파티클 필터를 사용하여 비용 절감을 도모할 수 있다. 이와 같이, 제1, 제2 로그 정보에 기초하여 노광 장치(EX)를 관리함으로써, 지나치게(불필요하게) 유지 보수를 행하여 노광 장치의 가동률을 저하시켜 버리거나, 반대로 유지 보수를 게을리 하여 원하는 상태의 액체(LQ)를 공급할 수 없게 되어 버리는 문제점의 발생을 방지할 수 있다.

[0182] 또한, 제1 로그 정보는 시간 경과에 대응시킨 수질 정보이기 때문에, 어떤 시점에서 수질이 악화되었는지를 특정할 수 있다. 따라서, 노광 불량의 발생 원인을 시간 경과에 대응시켜 해석할 수 있다. 마찬가지로, 제2 로그 정보를 이용함으로써도 노광 불량 등의 문제점(예러)의 원인 해석을 행할 수 있다. 기관(P)을 노광 후, 그 후 공정인 검사 공정에서 기관(P)을 검사하였을 때, 검사 결과와 제1, 제2 로그 정보를 대조·해석함으로써, 문제점 원인의 해석 및 특징을 행할 수 있다.

[0183] 또한, 제1 로그 정보 및 제2 로그 정보는 반드시 양쪽 모두 취득할 필요는 없으며, 어느 한쪽을 취득하도록 하여도 좋다.

[0184] 또한, 제3 로그 정보는 시간 경과에 대응시킨 수질 정보이기 때문에, 제3 로그 정보에 기초하여 시간 경과에 따른 용출 물질의 변동량을 구할 수 있다. 그리고, 그 변동량이 시간 경과에 따라 현저히 증대하고 있는 경우에는

감광재(3)가 액체(LQ)에 대하여 가용성이라고 판단할 수 있다. 또한, 특정 로트 혹은 특정 쇼트 영역에 노광 불량(패턴 결함)이 많이 발생하고 있는 경우에 있어서, 제4 로그 정보(혹은 제5 로그 정보)를 참조하고, 그 로트(혹은 쇼트 영역)를 노광하고 있을 때의 TOC계의 계측값이 이상값을 나타내고 있는 경우에는 패턴 결함의 원인이 용출 물질이라고 해석할 수 있다. 또한, 예컨대 제4 로그 정보에 기초하여 노광 종료 후에, 예컨대 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상할 때에 노광된 기판(P)을 중점적으로 검사하는 등의 처치를 강구할 수 있다. 또한, 제5 로그 정보에 기초하여 특정 쇼트 영역을 노광 중에 액체(LQ)가 이상이 있다고 판단한 경우에는 제어 장치(CONT)는 그 특정 쇬트 영역을 제거하거나, 다음 중첩 노광시에는 노광하지 않도록 하는 등의 처치를 실시할 수 있다. 혹은 제어 장치(CONT)는 검사 공정을 행하는 검사 장치에, 상기 특정 쇬트 영역의 검사를, 통상시보다도 상세하게 행하는 취지의 지시를 발할 수도 있다. 이와 같이, 그리고, 제3, 제4, 제5 로그 정보에 기초하여 패턴 결함과 용출 물질의 상관 관계를 해석함으로써, 문제점(패턴 결함)의 원인을 특정할 수 있다. 그리고, 그 해석 결과에 기초하여 패턴 결함을 발생시키지 않도록 기판 조건이나 노광 조건을 다시 보는 등의 처치를 강구할 수 있다.

[0185] 또한, 제3, 제4, 제5 로그 정보는 반드시 그 모두를 취득할 필요는 없으며, 제3, 제4, 제5 로그 정보 중 하나, 또는 복수의 정보를 생략할 수도 있다.

[0186] 또한, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 노광 동작 및 계측 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, 전술한 바와 같이, 기판(P) 노광 전에 있어서, 노광광(EL)의 조사량(조도)이 광계측기(600)를 사용하여 계측되고(단계 SA4), 그 계측 결과에 기초하여 노광광(EL)의 조사량(조도)이 최적으로 설정(보정)된 후, 노광 동작이 개시되지만, 예컨대 기판(P)의 노광 중에 액체(LQ) 중 TOC가 변동하는 것에 기인하여, 액체(LQ)의 광투과율이 변동할 가능성이 있다. 액체(LQ)의 광투과율이 변동하면, 기판(P) 상에서의 노광량(적산 노광량)에 변동이 발생하고, 그 결과, 쇬트 영역에 형성되는 디바이스 패턴의 노광선 폭에 변동이 발생하는 등의 문제점이 생길 가능성이 있다. 그래서, 액체(LQ) 중 TOC와 그 때의 액체(LQ) 투과율과의 관계를 미리 구하여 기억 장치(MRY)에 기억해 두고, 제어 장치(CONT)는 상기 기억 정보와, 계측 장치(60)[TOC계(61)]의 계측 결과에 기초하여 노광량을 제어함으로써, 상기 문제점을 방지할 수 있다. 즉, 제어 장치(CONT)는 액체(LQ) 중 TOC의 변동에 따른 투과율을 상기 기억 정보에 기초하여 도출하고, 기판(P)에 도달하는 노광량을 일정하게 하도록 제어한다. TOC계(61)에서 계측되는 TOC의 변화에 따라 기판(P) 상에서의 노광량을 제어함으로써, 기판 내(쇼트 사이) 혹은 기판 사이에서의 노광량이 일정해지며, 노광선 폭의 변동을 억제할 수 있다. 또한, TOC와 액체(LQ)의 광투과율의 관계는 광계측기(600)를 사용한 액체(LQ)를 통한 계측 처리에 의해 구할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서는 노광광(EL)의 광원으로서 레이저를 이용하고 있기 때문에, 1 펄스당 에너지(광량)를 제어하거나 혹은 펄스 수를 제어하는 등의 방법을 이용하여, 기판(P) 상에서의 노광량을 제어할 수 있다. 혹은 기판(P)의 주사 속도를 제어함으로써, 기판(P) 상에서의 노광량을 제어할 수도 있다.

[0187] 또한, 제어 장치(CONT)는 제1 로그 정보에 기초하여 노광 동작 및 계측 동작을 제어할 수 있다. 예컨대, 제1 로그 정보에 기초하여 TOC의 값이 시간 경과에 따라 서서히 악화되고 있다고 판단한 경우, 노광 장치(EX)는 제1 로그 정보로서 기억되어 있는 TOC의 시간 경과에 따른 값(변화량)에 기초하여 노광량을 시간 경과에 따라서 제어함으로써, 기판(P) 사이에서의 노광량을 일정하게 하여, 노광선 폭의 변동을 저감할 수 있다.

[0188] 그런데, 도 1에 도시한 바와 같이, 노광 장치(EX) 중 액체 공급 기구(10)는 기능액 공급 장치(120)를 포함하고 있다. 제어 장치(CONT)는 액침 영역(LR)을 형성하는 액체(LQ)에 접촉하는 각 부재에 대하여, 제1 로그 정보 또는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 액체 공급 기구(10)의 기능액 공급 장치(120)로부터 기능액(LK)을 공급하고, 이들 부재를 세정할 수 있다. 예컨대, 액체(LQ) 중에 생균의 양이 많이 포함되어 있는 등, 액체(LQ)가 원하는 상태가 아니라 오염되어 있으면, 그 액체(LQ)에 접촉하는 각 부재, 구체적으로는 노즐 부재(70)의 하부면(70A), 노즐 부재(70)의 내부 유로, 노즐 부재(70)에 접속하는 공급관(13), 회수관(23), 제1 광학 소자(LS1)의 하부면(LSA), 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95), 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)[광계측기(300, 400, 500, 600)의 각 상부면 및 소정 영역(100)을 포함함] 등이 오염될 가능성이 있다. 그리고, 상기 각 부재가 오염되면, 액체 공급부(11)로부터 청정한 액체(LQ)를 공급하였다고 해도 그 부재에 접촉함으로써, 액체(LQ)는 오염되고, 그 오염된 액체(LQ)에서 액침 영역(LR)이 형성되면, 액체(LQ)를 통한 노광 정밀도 및 계측 정밀도의 열화를 초래한다.

[0189] 또한, 기판(P) 상에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성한 경우, 액체(LQ) 중에는 기판(P)으로부터 용출된 PAG 등의 용출 물질이 포함된다. 따라서, 그 용출 물질을 포함한 액체(LQ)에 접촉하는 노즐 부재(70)는 용출 물질에 기인하는 오염 물질이 부착되기 쉬우며, 특히 노즐 부재(70)의 회수구(22) 근방에서는 오염 물질이 부착되기 쉽다. 또한, 회수구(22)에 다공체가 형성되어 있는 경우, 그 다공체에도 오염 물질이 부착되게 된다. 그리고, 그

오염 물질이 부착된 상태를 방지해 두면, 광로 공간(K1)에 청정한 액체(LQ)가 공급되었다고 해도 오염되어 있는 노즐 부재(70) 등에 접촉함으로써, 공급된 액체(LQ)가 오염되어 버린다.

[0190] 여기서, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 따라 액체(LQ)에 접촉하는 부재를 세정하는지 여부를 판단한다. 즉, 단계 SA3에 있어서, 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 계측값이 제1 허용값(혹은 제2 허용값 혹은 세정용 허용값)보다도 크다고 판단한 경우, 제어 장치(CONT)는 세정 작용(혹은 살균 작용)을 갖는 기능액(LK)을 액체 공급 기구(10)의 일부를 구성하는 기능액 공급 장치(세정 장치)(120)로부터 상기 각 부재에 대하여 공급함으로써, 상기 각 부재를 세정한다.

[0191] 기능액 공급 장치(120)로부터 기능액(LK)을 공급할 때, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)과 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 혹은 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)을 대향시킨다. 혹은 후술하는 더미 기판(DP)을 기판 스테이지(ST1)에 유지하고, 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)과 기판 스테이지(ST1)의 더미 기판(DP)을 대향시켜도 좋다.

[0192] 제어 장치(CONT)는 상기 각 부재를 세정할 때, 기능액 공급 장치(120)와 액체 공급부(11)를 접속하는 공급관(19)에 설치된 제2 벨브(19B)를 구동하여 공급관(19)의 유로를 개방하고, 복귀관(18)의 유로를 제1 벨브(18B)에 의해 폐쇄한다. 이렇게 함으로써, 기능액 공급 장치(120)로부터 액체 공급부(11)에 대하여 기능액(LK)이 공급된다. 기능액 공급 장치(120)로부터 공급된 기능액(LK)은 액체 공급부(11)를 흐른 후, 공급관(13)을 흐르고, 노즐 부재(70)의 내부 유로(공급 유로)를 흐른 후, 공급구(12)보다 투영 광학계(PL)의 상면측에 공급된다. 또한, 기능액 공급 장치(120)가 기능액(LK)을 공급하고 있을 때, 액침 노광 동작시와 동일하게 액체 회수 기구(20)는 액체 회수 동작을 행하고 있다. 따라서, 투영 광학계(PL)의 상면측에 채워진 기능액(LK)은 회수구(22)를 통해 회수되고, 회수관(23)을 흐른 후, 액체 회수부(21)에 회수된다. 기능액(LK)은 액침 기구(1)의 유로[공급관(13), 회수관(23), 노즐 부재(70) 등]를 흐름으로써, 이를 유로를 세정한다.

[0193] 또한, 투영 광학계(PL)의 상면측에 채워진 기능액(LK)은 제1 광학 소자(LS1)의 하부면(액체 접촉면)(LSA)이나 노즐 부재(70)의 하부면(액체 접촉면)(70A)에도 접촉하기 때문에, 이를 하부면(LSA, 70A)을 세정할 수 있다. 또한, 기능액(LK)의 액침 영역을 형성한 상태에서 계측 스테이지(ST2)[또는 기판 스테이지(ST1)]를 기능액(LK)의 액침 영역에 대하여 XY 방향으로 2차원 이동함으로써, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97) 혹은 기판 스테이지(ST1)의 상부면(95)이 넓은 영역을 세정할 수 있다. 이와 같이, 액침 노광 동작시와 동일한 순서로 기능액(LK)의 액침 영역 형성 동작을 행함으로써, 상기 각 부재를 동시에 효율적으로 세정할 수 있다.

[0194] 기능액(LK)을 사용한 세정 처리의 순서로서는, 기능액 공급 장치(120)로부터 기능액(LK)을 공급한 후, 액침 노광 동작시와 동일한 순서로 기능액(LK)의 공급 및 회수 동작을 소정 시간 계속하여 투영 광학계(PL)의 상면측에 기능액(LK)의 액침 영역을 형성한다. 또한, 기능액(LK)을 가열한 후, 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)의 유로에 흐르게 하도록 하여도 좋다. 그리고, 소정 시간 경과 후, 기능액(LK)의 공급 및 회수 동작을 정지한다. 이 상태에서는 투영 광학계(PL)의 상면측에 기능액(LK)이 유지되어 있으며, 침지 상태로 되어 있다. 그리고, 침지 상태를 소정 시간 유지한 후, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)에 의해 순수의 공급 및 회수 동작을 소정 시간 행하고, 순수의 액침 영역을 투영 광학계(PL)의 상면측에 형성한다. 이 것에 의해, 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20) 각각의 유로에 순수가 흐르게 되며, 그 순수에 의해 상기 유로가 세정된다. 또한, 순수의 액침 영역에 의해, 제1 광학 소자(LS1)의 하부면(LSA)이나 노즐 부재(70)의 하부면(70A)도 세정된다.

[0195] 또한, 세정 처리가 완료된 후, 제어 장치(CONT)는 액침 기구(1)를 사용하여 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이를 액체(LQ)로 채우고, 그 액체(LQ)를 계측 장치(60)를 사용하여 계측함으로써, 세정 처리가 양호하게 행해졌는지 여부, 즉 액체(LQ)가 원하는 상태인지 여부를 확인할 수 있다.

[0196] 기능액(LK)은 상기 각 부재에 대하여 영향을 부여하지 않는 재료에 의해 형성되어 있는 것이 바람직하다. 본 실시 형태에 있어서는, 기능액(LK)으로서 과산화수소수가 사용된다. 또한, 상기 각 부재 중 기능액(LK)에 대하여 내성이 없는 재료로 형성되어 있는 부재에 대해서는 기능액(LK)에 의한 세정 처리를 행하기 전에 그 부재를 제거해 두면 좋다.

[0197] 본 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)의 계측 결과에 기초하여 기능액 공급 장치(120)를 포함하는 액체 공급 기구(10)의 동작을 제어하여 세정 처리를 행하도록 설명하였지만, 계측 장치(60)의 계측 결과에 의하지 않고, 예컨대 소정 시간 간격마다(예컨대 1개월마다, 1년마다) 세정 처리를 행하는 구성으로 하는 것도 물론 가능하다. 또한, 액체(LQ)에 접촉하는 상기 부재[노즐 부재(70)나 제1 광학 소자(LS1) 등]을 오염시키는 오염원

으로서는 오염된 액체(LQ)나 기관(P)으로부터의 용출 물질뿐만 아니라, 예컨대 공중을 부유하는 불순물이 상기 부재에 부착됨으로써도 상기 부재가 오염될 가능성도 있다. 그와 같은 경우에 있어서도 계측 장치(60)의 계측 결과에 의하지 않고, 소정 시간 간격마다 세정 처리를 행함으로써, 부재의 오염, 나아가서는 그 부재에 접촉하는 액체(LQ)의 오염을 방지할 수 있다.

[0198] 또한, 전술한 제1 실시 형태에 있어서, 기관(P) 상에 액침 영역을 형성하고 있을 때의 수질 계측을 생략하여도 좋다. 즉, 도 6의 흐름도에 있어서, 단계 SA9~SA11, SA16 및 SA17을 생략하여도 좋다.

#### <제2 실시 형태>

[0200] 다음에, 제2 실시 형태에 대해서 설명한다. 여기서, 이하의 설명에 있어서, 전술한 제1 실시 형태와 동일하거나 또는 동등한 구성 부분에 대해서는 동일한 부호를 붙여, 그 설명을 간략하게 하거나 혹은 생략한다.

[0201] 전술한 제1 실시 형태에 있어서는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)의 소정 영역(100) 사이를 액체(LQ)로 채우고, 그 상태에서 액체(LQ)의 수질을 계측하며(단계 SA2), 그 계측 결과에 기초하여 액체(LQ)의 수질에 이상이 없다고 판단한 경우(단계 SA3), 광계측기(300, 400, 500, 600) 중 적어도 하나를 사용한 계측 동작이 행해진다. 본 실시 형태에 있어서는 도 10에 도시하는 바와 같이, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2) 상의 광계측기[여기서는 일례로서 센서(400)] 사이에 액체(LQ)를 채운 상태에서 센서(400)에 의한 계측 동작을 행하고, 센서(400)에 의한 계측 동작과, 계측 장치(60)에 의한 수질 계측 동작 중 적어도 일부를 병행하여 행한다. 즉, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)에 탑재되어 있는 센서(400)의 상부면(401)을 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행한다. 이것에 의해, 투영 광학계(PL)와 센서(400) 사이의 광로 공간(K1)에 액체(LQ)가 채워지고, 센서(400)는 액체(LQ)를 통한 계측 처리를 행할 수 있고, 계측 장치(60)는 액체 회수 기구(20)로 회수된 액체(LQ)의 수질을 계측 처리를 행할 수 있다. 전술한 바와 같이, 센서(400)의 상부면(401)에는 예컨대 「사이톱(등록 상표)」이 표시되어 있으며, 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성되어 있다. 따라서, 계측 장치(60)는 오염이 억제된 액체(LQ)를 계측할 수 있다. 또한, 여기서는 센서(400)에 의한 계측 동작과 계측 장치(60)에 의한 계측 동작을 병행하여 행하는 경우를 예로써 설명하였지만, 물론, 기준 부재(300), 센서(500, 600)에 의한 계측 동작과 계측 장치(60)에 의한 계측 동작을 병행하여 행할 수 있다.

[0202] 이와 같이, 광계측기에 의한 액체(LQ)를 통한 계측 동작과, 계측 장치(60)에 의한 수질 계측 동작을 병행하여 행함으로써, 계측 스테이지(ST2)를 사용한 계측 처리 시간을 짧게 할 수 있으며, 작업 처리량 향상을 도모할 수 있다.

#### <제3 실시 형태>

[0204] 다음에, 제3 실시 형태에 대해서 설명한다. 전술한 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)를 사용하여 액체(LQ)의 수질을 계측할 때, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)와 계측 스테이지(ST2)를 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고 있지만, 도 11에 도시하는 바와 같이, 투영 광학계(PL)와, 기관 스테이지(ST1)에 유지된 더미 기관(DP)을 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 더미 기관(DP)에 접촉한 액체(LQ)를 계측 장치(60)로 계측하도록 하여도 좋다. 더미 기관(DP)은 디바이스 제조를 위한 기관(P)과는 다른 부재로서, 기관(P)과 대략 동일한 크기 및 형상을 갖고 있다. 그리고, 더미 기관(DP)의 상부면 중 적어도 액체(LQ)와 접촉하는 영역은 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성되어 있다. 본 실시 형태에 있어서는 더미 기관(DP)의 상부면에는 제1 실시 형태와 동일하게 PFA 처리가 실시되어 있다. 또한, 더미 기관(DP)이 PFA로 형성되어 있어도 좋다. 이렇게 함으로써도 계측 장치(60)는 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치된 물체[이 경우 더미 기관(DP)]의 영향을 받지 않고, 액체(LQ)의 수질을 정확하게 계측할 수 있다.

[0205] 혹은 기관 스테이지(ST1) 상부면(95)의 일부 영역(또는 전부 영역)을, 예컨대 PFA 처리함으로써, 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성하고, 계측 장치(60)를 사용하여 액체(LQ)의 수질을 계측할 때, 투영 광학계(PL)와 기관 스테이지(ST1)의 상부면(95)을 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하여 계측 장치(60)에 의한 수질 계측을 행하도록 하여도 좋다.

[0206] 혹은 기관 스테이지(ST1) 및 계측 스테이지(ST2) 이외의 소정 부재와 투영 광학계(PL)를 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 계측 장치(60)에 의한 수질 계측을 행하도록 하여도 좋다. 이 경우, 이 소정 부재는 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성된 소정 영역을 갖고 있다. 또한, 이 소정 부재를 투영 광학계(PL)의 상면측에서 액체(LQ)에 포함하는 구동 장치로 이동 가능하게 설치하여도 좋다.

[0207] 또한, 계측 장치(60)를 계측 스테이지(ST2)에 설치하도록 하여도 좋다. 이 경우, 계측 장치(60)는 계측 스테이지(ST2)에 설치하도록 하여도 좋다. 이 경우, 계측 장치(60)는 계측 스테이지(ST2)에 설치하도록 하여도 좋다.

지(ST2)에 매설된 계측기(TOC계, 파티클 카운터 등)와, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)에 설치된 샘플링 포트(구멍)를 포함하고 있다. 계측기로 액체(LQ)를 계측할 때에는 투영 광학계(PL)의 상면측에 액체(LQ)의 액침 영역(LR)을 형성하고, 액침 영역(LR)과 계측 스테이지(ST2)를 상대 이동하며, 액침 영역(LR)을 샘플링 포트 상에 배치하고, 샘플링 포트에 액체(LQ)를 유입시킨다. 계측기는 샘플링 포트를 통해 취득한 액체(LQ)를 계측한다. 여기서, 계측 스테이지(ST2)의 상부면(97)에는 PFA 처리 등이 실시되어 있으며, 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성되어 있다. 이러한 구성에 의해서도 계측 장치(60)는 액체(LQ)의 수질을 정확하게 계측할 수 있다. 마찬가지로, 계측 장치(60)를 기관 스테이지(ST1)에 설치하도록 하여도 좋다.

[0208] <제4 실시 형태>

[0209] 다음에, 제4 실시 형태에 대해서도 12를 참조하면서 설명한다. 본 실시 형태의 특징적인 부분은 계측 장치(60)(60A, 60B)가 액침 기구(1)의 유로 중 복수(여기서는 2개)의 계측 위치의 각각에 있어서 액체(LQ)의 수질을 계측하는 점에 있다.

[0210] 도 12에 있어서, 액침 기구(1)는 액체(LQ)를 공급하기 위한 공급관(13)과, 액체(LQ)를 회수하기 위한 회수관(23)을 포함하고 있다. 또한, 계측 장치(60)는 공급관(13)의 소정 위치(제1 위치)(C1)에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측하기 위한 제1 계측 장치(60A)와, 회수관(23)의 소정 위치(제2 위치)(C2)에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측하기 위한 제2 계측 장치(60B)를 포함하고 있다. 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)는 도 5를 참조하여 설명한 제1 실시 형태의 계측 장치(60)와 대략 동등한 구성을 갖고 있다. 계측 장치(60)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)를 사용하고, 액침 기구(1)를 구성하는 유로 중 제1 위치(C1) 및 제2 위치(C2)의 각각에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측한다. 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력되도록 되어 있다.

[0211] 제어 장치(CONT)는 제1 계측 장치(60A)의 계측 결과, 즉 제1 위치(C1)에 있어서의 액체(LQ)의 수질 계측 결과와, 제2 계측 장치(60B)의 계측 결과, 즉 제2 위치(C2)에 있어서의 액체(LQ)의 수질 계측 결과에 기초하여 액침 기구(1)를 구성하는 유로 중 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이에 있어서의 유로의 상태를 구할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서는 액침 기구(1)를 구성하는 유로 중 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이에는 노즐 부재(70)가 설치되어 있다. 따라서, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과에 기초하여 노즐 부재(70)의 상태를 구할 수 있다. 구체적으로는, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과에 기초하여 노즐 부재(70)를 포함하는 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 오염 상태를 구할 수 있다.

[0212] 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)를 사용하여, 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 오염 상태를 구할 때, 투영 광학계(PL)의 하부면(LSA)[노즐 부재(70)의 하부면(70A)]과 계측 스테이지(ST2) 상부면(97)의 소정 영역(100)과 대향시킨 상태에서 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 투영 광학계(PL)와 소정 영역(100) 사이를 액체(LQ)로 채운다. 이것에 의해, 계측 장치(60)[제2 계측 장치(60B)]는 투영 광학계(PL)의 상면측에 배치되는 물체의 영향을 받지 않고, 액체(LQ)의 수질을 계측할 수 있으며, 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이에 있어서의 유로의 상태를 정확하게 계측할 수 있다.

[0213] 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로가 오염되어 있는 경우에는 제1 계측 장치(60A)의 계측 결과와 제2 계측 장치(60B)의 계측 결과에 차이가 생기기 때문에, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과에 기초하여 노즐 부재(70)를 포함하는 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 오염 상태를 구할 수 있다. 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로가 오염되어 있는 경우, 예컨대 회수관(23)의 내측이나 노즐 부재(70)의 회수 유로(내부 유로)의 내측에 유기물이 존재하고 있는 경우, 제1 계측 장치(60A)의 TOC계의 계측값에 비해서, 제2 계측 장치(60B)의 TOC계의 계측값은 커진다. 따라서, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과에 기초하여 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 오염 상태를 구할 수 있다.

[0214] 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이에는 광로 공간(K1)에 액체(LQ)를 공급하기 위한 공급구(12) 및 광로 공간(K1)의 액체(LQ)를 회수하기 위한 회수구(22)를 갖는 노즐 부재(70)가 배치되어 있으며, 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로가 오염되어 있으면, 그 유로를 통과함으로써 액체(LQ)가 오염되고, 그 오염된 액체(LQ)가 광로 공간(K1)을 채우게 된다.

[0215] 여기서, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과에 따라 액침 기구(1)를 구성하는 유로 중, 특히 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 유지 보수를 행하는지 여부를 판단한다. 구체적으로는, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)의 계측 결과[제1 계측 장치(60A)의 계측값과 제2 계측 장치(60B)의 계측값의 차]가 이상이 있는지 여부를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여 유지 보수를 행하는지 여부를 판단한다.

- [0216] 여기서, 계측 장치(60)의 계측 결과가 이상이 있다는 것은 제1 계측 장치(60A)의 계측값과 제2 계측값(60B)의 계측값과의 차가 미리 정해져 있는 허용값 이상이 되며, 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로를 흐름으로 써, 액체(LQ)의 상태(수질)가 원하는 상태가 아니게 되며, 그 액체(LQ)가 광로 공간(K1)을 채웠을 때, 액체(LQ)를 통한 노광 처리 및 계측 처리를 원하는 상태로 행할 수 없는 상황인 경우를 포함한다. 이 허용값에 관한 정보는, 예컨대 실험 혹은 시뮬레이션에 의해 미리 구할 수 있다.
- [0217] 전술한 바와 같이, 노즐 부재(70)는 기관(P)으로부터 용출된 용출 물질을 포함한 액체(LQ)에 접촉하기 때문에, 오염되기 쉽다. 노즐 부재(70)의 오염을 방지해 두면, 광로 공간(K1)에 청정한 액체(LQ)가 공급되었다고 해도 오염되어 있는 노즐 부재(70) 등에 접촉함으로써, 공급된 액체(LQ)가 오염되어 버린다. 본 실시 형태에 있어서는 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이에 노즐 부재(70)를 배치함으로써, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)의 계측 결과에 기초하여 노즐 부재(70)의 오염 상태를 정확하게 구할 수 있다. 그리고, 노즐 부재(70)가 오염되어 있는 경우에는 노즐 부재(70)를 청정하게 하기 위한 적절한 처리를 행함으로써, 광로 공간(K1)에 채워지는 액체(LQ)를 원하는 상태로 유지할 수 있다.
- [0218] 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)[제1, 제2 계측 장치(60A, 60B)]의 계측 결과에 따라, 즉 계측 장치(60)의 계측 결과[제1 계측 장치(60A)의 계측값과 제2 계측 장치(60B)의 계측값의 차]가 이상이 있는지 여부를 판별하였을 때의 판별 결과에 따라 유지 보수를 행하는지 여부를 판단한다. 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 유지 보수를 행한다고 판단한 경우, 소정의 유지 보수 작업을 행한다. 유지 보수 작업으로서는 제1 실시 형태와 동일하게 기능액 공급 장치(120)로부터 세정 기능을 갖는 기능액(LK)을 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이를 포함하는 액침 기구(1)의 유로 중에 흐르게 하고, 그 유로를 세정하는 작업을 들 수 있다. 혹은 유지 보수 작업으로서, 노즐 부재(70)와 공급관(13) 및 회수관(23)을 분리하고, 즉 노즐 부재(70)를 노광 장치(EX)로부터 제거하며, 노광 장치(EX)와는 다른 소정의 세정 장치로 노즐 부재(70)를 세정하는 작업을 들 수 있다. 혹은 유지 보수 작업으로서, 노즐 부재(70)를 새로운 것(청정한 것)으로 교환하는 작업이나, 오퍼레이터에 의한 세정 작업 등을 들 수 있다.
- [0219] 또한, 유지 보수 작업이 행해진 후, 제어 장치(CONT)는 액침 기구(1)에 의한 액체(LQ)의 공급 및 회수를 행하고, 제1, 제2 위치(C1, C2)에 있어서 액체(LQ)의 수질을 계측하며, 노즐 부재(70)를 포함하는 유로가 청정해졌는지 여부를 확인할 수 있다.
- [0220] 본 실시 형태에 있어서는 노즐 부재(70)를 포함하는 제1 위치(C1)와 제2 위치(C2) 사이의 유로의 상태를 계측하고 있지만, 물론, 액침 기구(1)의 유로 중 노즐 부재(70)를 포함하지 않는 임의의 계측 위치끼리 사이의 유로의 상태를 구할 수도 있다. 예컨대, 공급관(13) 중 액체 공급부(11)와의 접속 위치 근방을 제1 위치(C1)로 하고, 노즐 부재(70)와의 접속 위치 근방을 제2 위치(C2)로 함으로써, 공급관(13)의 상태를 구할 수 있다. 그리고, 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 예컨대 공급관(13)에 기능액(LK)을 흐르게 하거나, 공급관(13)을 노광 장치(EX)로 제거하여 세정 장치로 세정하거나, 공급관(13)을 새로운(청정한)것으로 교환하는 등의 처리를 강구할 수 있다.
- [0221] 또한, 본 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)는 액침 기구(1) 유로의 제1, 제2 위치(C1, C2)의 2개소의 각각에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측하고 있지만, 물론, 액침 기구(1) 유로의 3개소 이상의 임의의 복수 위치에 있어서 액체(LQ)의 수질을 계측할 수 있다. 이 경우, 액침 기구(1) 유로의 복수의 소정 위치에 계측 장치를 설정하고, 제어 장치(CONT)는 이들 복수의 계측 위치의 각각에 있어서의 액체(LQ)의 수질에 관한 계측 결과에 기초하여 각 계측 위치끼리 사이에서의 유로의 상태를 구할 수 있다.
- [0222] 이와 같이, 제어 장치(CONT)는 계측 장치(60)를 사용하여, 액침 기구(1)의 유로 중 액체(LQ)의 흐름 방향에 따른 복수의 계측 위치에 있어서 액체(LQ)의 수질을 계측하고, 이들 각 계측 위치에 있어서 수질의 계측 결과에 기초하여 각 계측 위치끼리의 사이에 있어서의 유로의 상태를 구할 수 있다. 이렇게 함으로써, 액침 기구(1)를 구성하는 유로 중 어떤 위치에서 액체(LQ)의 수질이 변화되는지를 특정할 수 있고, 변화의 원인을 용이하게 구명할 수 있다. 또한 제어 장치(CONT)는 각 계측 장치의 계측 결과에 기초하여 어떤 구간에서 이상이 발생하고 있는지를 특정할 수 있다. 그리고, 어떤 구간에서 이상이 발생하고 있는 취지를 통지 장치(INF)로 통지함으로써, 그 구간의 조사를 재촉할 수 있고, 문제점으로부터 조기 회복을 도모할 수 있다.
- [0223] <그 밖의 실시 형태>
- [0224] 또한, 전술한 제1~제4 실시 형태에 있어서의 계측 장치(60)는 노광 장치(EX)에 상설(常設)되어 있지만, 예컨대 노광 장치(EX)의 유지 보수시나 미리 정해진 타이밍으로 계측 장치(60)를 노광 장치(EX)[공급관(13) 또는 회수

관(23)]에 접속하며, 액체(LQ)의 수질 계측을 정기적으로 혹은 부정기적으로 행하는 구성이라도 좋다.

- [0225] 전술한 제1~제4 실시 형태에 있어서는 계측 장치(60)는 복수의 계측기(61, 62, 63, 64)를 갖고, 복수의 분기관 각각을 통해 회수관(23)[또는 공급관(13)]에 접속되어 있지만, 예컨대 회수관(23)[또는 공급관(13)]에 분기관(포트)을 하나 설치하고, 그 2개의 포트에 대하여 복수의 계측기(61, 62, 63, 64)를 교환하면서 순차 접속하며, 액체(LQ)의 수질 계측을 행하도록 하여도 좋다. 또한, 전술한 제2 실시 형태에 있어서는 공급관(13)에 분기관을 통해 제1 계측 장치(60A)가 접속되고, 회수관(23)에 분기관을 통해 제2 계측 장치(60B)가 접속되어 있지만, 하나의 계측 장치와 공급관(13)의 제1 위치(C1) 및 회수관(23)의 제2 위치(C2)를 접속하며, 밸브 등을 사용하여 유로를 전환함으로써, 제1 위치(C1)[제2 위치(C2)]에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측한 후, 제2 위치(C2)[제1 위치(C1)]에 있어서의 액체(LQ)의 수질을 계측하도록 하여도 좋다.
- [0226] 전술한 제1~제4 실시 형태에 있어서, 액체(LQ) 중 생균의 성분을 계측하고자 하는 경우에는 공급되는 액체(LQ)를 소정의 타이밍으로 샘플링하고, 노광 장치(EX)와는 별도로 설치된 계측 장치(분석 장치)를 사용하여 액체(LQ)를 계측(분석)하여도 좋다. 또한, 미립자나 기포, 용존 산소 등을 계측하는 경우에도, 인라인 방식으로 하지 않고, 액체(LQ)를 소정의 타이밍으로 샘플링하며, 노광 장치(EX)와는 별도로 설치된 계측 장치로 계측하도록 하여도 좋다. 혹은, 예컨대 분기관(61K~64K)에 밸브를 설치해 두고, 밸브를 조작함으로써 공급관(13)을 흐르는 액체(LQ)를 소정의 타이밍으로 계측 장치(60)에 유입시켜, 액체(LQ)를 간헐적으로 계측하도록 하여도 좋다. 한편, 공급관(13)을 흐르는 액체(LQ)를 계측 장치(60)에 항상 공급하여 연속적으로 계측함으로써, 계측 장치(60)에 의한 계측의 안정화를 도모할 수 있다.
- [0227] 전술한 제1~제4 실시 형태에 있어서, 분기관(61K, 62K, 63K, 64K)은 액체 회수부(21)와 노즐 부재(70) 사이의 회수관(23)에 접속되어 있으며, 계측 장치(60)는 회수관(23)으로부터 분기된 액체(LQ)를 계측하는 구성이지만, 그 경우, 분기관을 가능한 한 노즐 부재(70)의 근방[회수구(22)의 근방]에 설치하는 것이 바람직하다.
- [0228] 전술한 제1~제4 실시 형태에 있어서는 분기관(61K, 62K, 63K, 64K)은 회수관(23)을 흐르는 액체(LQ)를 샘플링하는 샘플링 포트로서 기능하고, 계측 장치(60)는 노즐 부재(70)와 액체 회수부(21) 사이의 회수관(23)의 도중에 분기 유로에 의해 샘플링된 액체(LQ)를 계측하고 있지만, 노즐 부재(70)의 예컨대 회수구(22) 근방에 샘플링 포트를 부착하여, 계측 장치(60)는 회수구(22) 근방을 흐르는 액체(LQ)를 계측하도록 하여도 좋다.
- [0229] 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서의 액체(LQ)는 순수를 이용하였다. 순수는 반도체 제조 공장 등으로 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 기판(P) 상의 포토레지스트나 광학 소자(렌즈) 등에 대한 악영향이 없는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없고, 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기판(P)의 표면 및 투영 광학계(PL)의 선단면에 설치되어 있는 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다. 또한, 공장 등으로부터 공급되는 순수의 순도가 낮은 경우에는 노광 장치가 초순수 제조기를 갖도록 하여도 좋다.
- [0230] 그리고, 파장이 193 nm 정도의 노광광(EL)에 대한 순수(물)의 굴절률(n)은 대략 1.44 정도라고 말해지고 있으며, 노광광(EL)의 광원으로서 ArF 엑시머 레이저광(파장 193 nm)을 이용한 경우, 기판(P) 상에서는  $1/n$ , 즉 약 134 nm로 단파 길이화되어 높은 해상도를 얻을 수 있다. 또한, 초점 심도는 공기 중에 비해서 약 n배, 즉 약 1.44배로 확대되기 때문에, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점 심도가 확보되면 좋은 경우에는 투영 광학계(PL)의 개구수를 보다 증가시킬 수 있으며, 이 점에서도 해상도가 향상된다.
- [0231] 본 실시 형태에서는 투영 광학계(PL)의 선단에 광학 소자(LS1)가 부착되어 있으며, 이 렌즈에 의해 투영 광학계(PL)의 광학 특성, 예컨대 수차(구면 수차, 코마 수차 등)의 조정을 행할 수 있다. 또한, 투영 광학계(PL)의 선단에 부착되는 광학 소자로서는 투영 광학계(PL)의 광학 특성의 조정에 이용하는 광학 플레이트라도 좋다. 혹은 노광광(EL)을 투과할 수 있는 평행 평면판이라도 좋다.
- [0232] 또한, 액체(LQ)의 흐름에 의해 생기는 투영 광학계(PL) 선단의 광학 소자와 기판(P) 사이의 압력이 큰 경우에는 그 광학 소자를 교환 가능하게 하는 것은 아니고, 그 압력에 의해 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정하여도 좋다.
- [0233] 또한, 본 실시 형태에서는 투영 광학계(PL)와 기판(P) 표면의 사이는 액체(LQ)로 채워져 있는 구성이지만, 예컨대 기판(P)의 표면에 평행 평면판으로 이루어진 커버 유리를 부착한 상태에서 액체(LQ)를 채우는 구성이라도 좋다.
- [0234] 또한, 전술한 실시 형태의 투영 광학계는 선단 광학 소자의 상면측 광로 공간을 액체로 채우고 있지만, 국제 공개 제2004/019128호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 선단 광학 소자의 마스크측 광로 공간도 액체로 채우는

투영 광학계를 채용할 수도 있다.

- [0235] 또한, 본 실시 형태의 액체(LQ)는 물이지만, 물 이외의 액체라도 좋으며, 예컨대 노광광(EL)의 광원이 F<sub>2</sub> 레이저인 경우, 이 F<sub>2</sub> 레이저광은 물을 투과하지 않기 때문에, 액체(LQ)로서는 F<sub>2</sub> 레이저광을 투과할 수 있는, 예컨대 과불화폴리에테르(PFPE)나 불소계 오일 등의 불소계 유체라도 좋다. 이 경우, 액체(LQ)와 접촉하는 부분에는, 예컨대 불소를 포함하는 극성이 작은 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써 친액화 처리한다. 또한, 액체(LQ)로서는 그 외에도 노광광(EL)에 대한 투과성이 있으며, 가능한 한 굴절율이 높고, 투영 광학계(PL)나 기판(P) 표면에 도포되어 있는 포토 레지스트에 대하여 안정적인 것(예컨대, 세다우드유)을 이용할 수도 있다. 이 경우도 표면 처리는 이용하는 액체(LQ)의 극성에 따라 행해진다.
- [0236] 또한, 상기 각 실시 형태의 기판(P)으로서는, 반도체 디바이스 제조용 반도체 웨이퍼뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용 유리 기판이나, 박막 자기 헤드용 세라믹 웨이퍼 혹은 노광 장치에 이용되는 마스크 또는 레티클의 원판(합성 석영, 실리콘 웨이퍼) 등이 적용된다.
- [0237] 노광 장치(EX)로서는 마스크(M)와 기판(P)을 동기 이동하여 마스크(M)의 패턴을 주사 노광하는 스텝·앤드·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 단계 이동시키는 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광 장치(스텝페)에도 적용할 수 있다.
- [0238] 또한, 노광 장치(EX)로서는 제1 패턴과 기판(P)을 대략 정지시킨 상태에서 제1 패턴의 축소상을 투영 광학계(예컨대 1/8 축소 배율로 반사 소자를 포함하지 않는 굴절형 투영 광학계)를 이용하여 기판(P) 상에 일괄 노광하는 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 이 경우, 또한 그 후에, 제2 패턴과 기판(P)을 대략 정지시킨 상태에서 제2 패턴의 축소상을 그 투영 광학계를 이용하여, 제1 패턴과 부분적으로 겹쳐 기판(P) 상에 일괄 노광하는 스티치 방식의 일괄 노광 장치에도 적용할 수 있다. 또한, 스티치 방식의 노광 장치로서는 기판(P) 상에서 적어도 2개의 패턴을 부분적으로 겹쳐 전사하고, 기판(P)을 순차 이동시키는 스텝·앤드·스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 전술한 실시 형태에 있어서는 광 투과성 기판 상에 소정의 차광 패턴(또는 위상 패턴·감소 패턴)을 형성한 광투과형 마스크(레티클)를 이용하였지만, 이 마스크 대신에, 예컨대 미국 특허 제6,778,257호 공보에 개시되어 있는 바와 같이, 노광해야하는 패턴의 전자 데이터에 기초하여 투과 패턴 또는 반사 패턴 혹은 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크를 이용하여도 좋다. 또한, 국제 공개 제2001/035168호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 간접 무늬를 웨이퍼(W) 상에 형성함으로써, 웨이퍼(W) 상에 라인·앤드·스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치(리소그래피 시스템)에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0239] 또한, 본 발명은 계측 스테이지(ST2)를 생략하고, 기판(P)을 유지하는 기판 스테이지(ST1)만을 포함한 노광 장치에도 적용할 수 있다. 이 경우, 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성된 소정 영역(100)을 기판 스테이지(ST1)에 설치하여도 좋고, 전술한 바와 같은 더미 기판(DP)을 기판 스테이지(ST1) 상에 유지하여, 소정 영역으로서 사용하여도 좋다. 또한, 상기 실시 형태에서는 투영 광학계(PL)를 포함한 노광 장치를 예로 들어 설명하였지만, 투영 광학계(PL)를 이용하지 않는 노광 장치 및 노광 방법에 본 발명을 적용할 수 있다. 이와 같이 투영 광학계(PL)를 이용하지 않는 경우에도 노광광은 렌즈 등의 광학 부재를 통해 기판에 조사되며, 그와 같은 광학 부재와 기판 사이의 소정 공간에 액침 영역이 형성된다.
- [0240] 또한, 본 발명은 트윈 스테이지형 노광 장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형 노광 장치에 있어서는 기판을 유지하는 2개의 스테이지 중 적어도 한쪽의 스테이지 상부면에 액체(LQ)를 오염시키지 않도록 형성된 소정 영역을 형성해 두면 좋다. 트윈 스테이지형 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예컨대 일본 특허 공개 평10-163099호 및 일본 특허 공개 평10-214783호(대응 미국 특허 제6,341,007호, 제6,400,441호, 제6,549,269호 및 6,590,634호), 일본 특허 공표 제2000-505958호(대응 미국 특허 제5,969,441호) 혹은 미국 특허 제6,208,407호에 개시되어 있으며, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한, 이들의 개시를 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0241] 또한, 전술한 실시 형태에 있어서는 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이에 국소적으로 액체를 채우는 노광 장치를 채용하고 있지만, 본 발명은 일본 특허 공개 평6-124873호 공보, 일본 특허 공개 평10-303114호 공보, 미국 특허 제5,825,043호 등에 개시되어 있는 바와 같은 노광 대상 기판의 표면 전체가 액체 중에 침수되어 있는 상태에서 노광을 행하는 액침 노광 장치에도 적용 가능하다. 그와 같은 액침 노광 장치의 구조 및 노광 동작은 미국 특허 제5,825,043호에 상세하게 기재되어 있으며, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한, 이 미국 특허의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

- [0242] 노광 장치(EX)의 종류로서는 기판(P)에 반도체 소자 패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용 노광 장치에 한정되지 않고, 액정 표시 소자 제조용 또는 디스플레이 제조용 노광 장치나 박막 자기 헤드, 활상 소자(CCD) 혹은 레티를 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.
- [0243] 기판 스테이지(ST1)나 마스크 스테이지(MST)에 선형 모터를 이용하는 경우는 에어 베어링을 이용한 에어 부상형 및 로렌츠력 또는 리액턴스력을 이용한 자기 부상형 중 어느 한쪽을 이용하여도 좋다. 또한, 각 스테이지(ST1, ST2, MST)는 가이드를 따라 이동하는 타입이라도 좋고, 가이드를 설치하지 않는 가이드레스 타입이라도 좋다. 스테이지에 선형 모터를 이용한 예는, 미국 특허 제5,623,853호 및 제5,528,118호에 개시되어 있으며, 각각 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한, 이들 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0244] 각 스테이지(ST1, ST2, MST)의 구동 장치로서는, 2차원으로 자석을 배치한 자석 유닛과, 2차원으로 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지(ST1, ST2, MST)를 구동하는 평면 모터를 이용하여도 좋다. 이 경우, 자석유닛과 전기자 유닛 중 어느 한쪽을 스테이지(ST1, ST2, MST)에 접속하고, 자석 유닛과 전기자 유닛 중 다른 한쪽을 스테이지(ST1, ST2, MST)의 이동면측에 설치하면 좋다.
- [0245] 스테이지(ST1, ST2)의 이동에 의해 발생하는 반력은 투영 광학계(PL)에 전달되지 않도록 일본 특허 공개 평8-166475호 공보(미국 특허 제5,528,118호)에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥(대지)으로 밀어내어도 좋다. 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한, 미국 특허 제5,528,118호의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0246] 마스크 스테이지(MST)의 이동에 의해 발생하는 반력은 투영 광학계(PL)에 전달되지 않도록 일본 특허 공개 평8-330224호 공보(미국 특허 제5,874,820호)에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥(대지)으로 밀어내어도 좋다. 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한, 미국 특허 제5,874,820호의 개시를 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0247] 이상과 같이, 본원 실시 형태의 노광 장치(EX)는 본원 특허 청구의 범위에 들어진 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 이 조립의 전후에는 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 행해진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정은 각종 서브 시스템 상호의 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정 전에 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 물론 있다. 각종 서브 시스템의 노광 장치에의 조립 공정이 종료하면, 종합조정이 행해지고, 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또한, 노광 장치의 제조는 온도 및 청정도 등이 관리된 클린룸에서 행하는 것이 바람직하다.
- [0248] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는 도 13에 도시한 바와 같이, 마이크로 디바이스의 기능·성능 설계를 행하는 단계(201), 이 설계 단계에 기초를 둔 마스크(레티클)를 제작하는 단계(202), 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계(203), 전술한 실시 형태의 노광 장치(EX)에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하고, 노광한 기판을 현상하는 기판 처리(노광 처리) 단계(204), 디바이스 조립 단계(다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정 등의 가공 프로세스를 포함함)(205), 검사 단계(206) 등을 거쳐 제조된다. 또한, 기판 처리 단계(204)에는 도 6 등의 도면과의 관계에서 설명한 처리 공정이 포함된다.

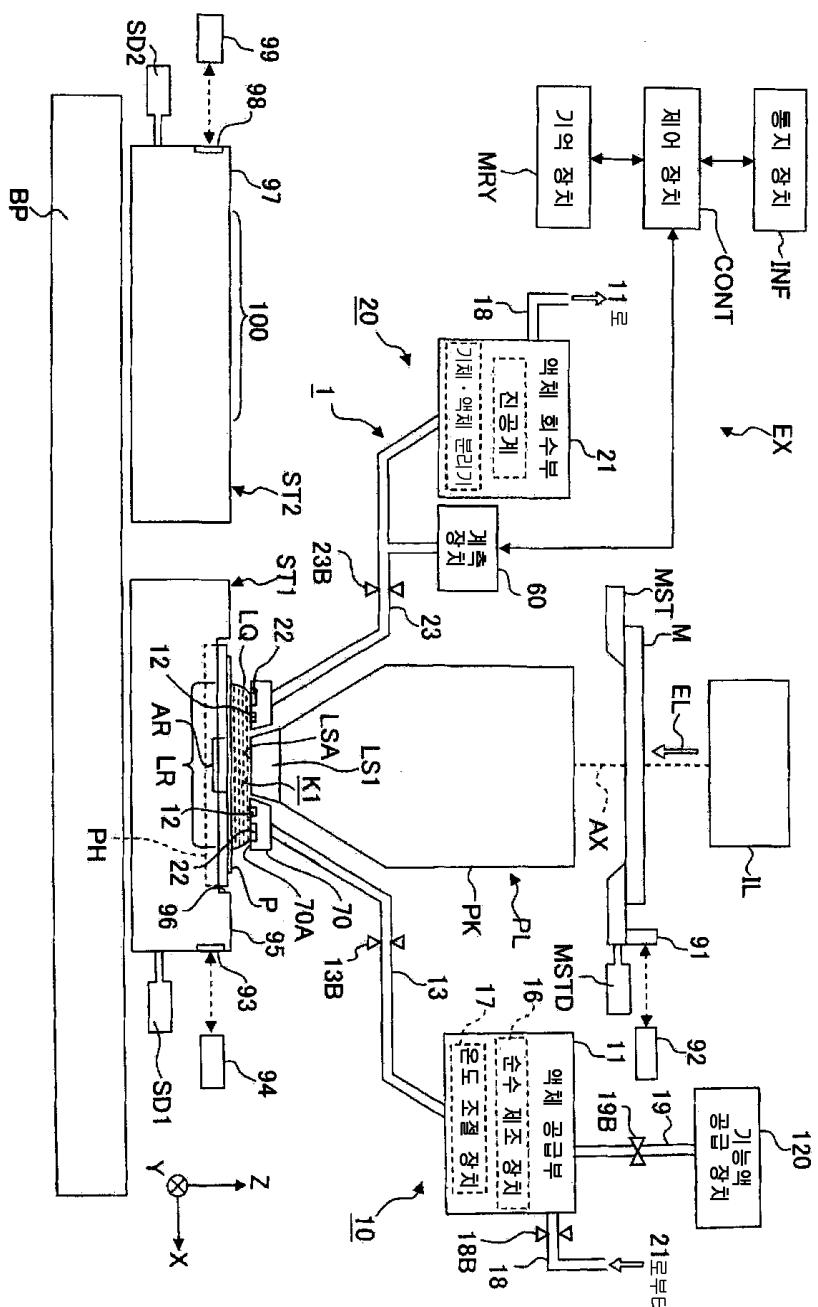
### 도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 제1 실시 형태에 따른 노광 장치를 도시한 개략 구성도.
- [0020] 도 2는 스테이지를 상방향에서 본 평면도.
- [0021] 도 3은 기판 스테이지와 계측 스테이지 사이에서 액침 영역이 이동하고 있는 상태를 도시한 도면.
- [0022] 도 4는 액체 공급부를 도시한 개략 구성도.
- [0023] 도 5는 계측 장치를 도시한 개략 구성도.
- [0024] 도 6은 노광 시퀀스의 일례를 설명하기 위한 흐름도.
- [0025] 도 7은 기판 상의 액체를 계측하고 있는 상태를 도시한 도면.

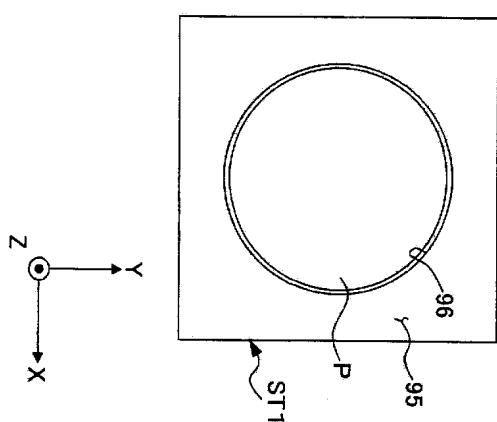
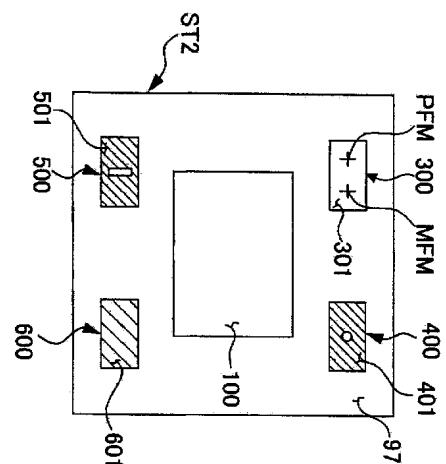
- [0026] 도 8은 기판의 일례를 도시한 도면.
- [0027] 도 9는 기판의 다른 예를 도시한 도면.
- [0028] 도 10은 제2 실시 형태에 따른 노광 장치를 도시한 도면.
- [0029] 도 11은 제3 실시 형태에 따른 노광 장치를 도시한 도면.
- [0030] 도 12는 제4 실시 형태에 따른 노광 장치를 도시한 도면.
- [0031] 도 13은 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 도시한 흐름도.
- [0032] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0033] 1 : 액침 기구                  2 : 기재
- [0034] 3 : 감광재                  10 : 액체 공급 기구
- [0035] 11 : 액체 공급부                  12 : 공급구
- [0036] 13 : 공급관                  20 : 액체 회수 기구
- [0037] 21 : 액체 회수부                  22 : 회수구
- [0038] 23 : 회수관                  60 : 계측 장치
- [0039] 61~64 : 계측기                  61K~64K : 분기관
- [0040] 70 : 노즐 부재                  95 : 상부면
- [0041] 97 : 상부면                  100 : 소정 영역
- [0042] 300 : 기준 부재                  120 : 기능액 공급 장치
- [0043] 161 : 순수 제조기                  162 : 초순수 제조기
- [0044] 173 : 배기 장치                  174 : 필터
- [0045] 400, 500, 600 : 센서                  AR : 투영 영역
- [0046] C1 : 제1 위치                  C2 : 제2 위치
- [0047] CONT : 제어 장치                  DP : 더미 기판
- [0048] EL : 노광광                  EX : 노광 장치
- [0049] INF : 통지 장치                  K1 : 광로 공간
- [0050] LK : 기능액                  LR : 액침 영역
- [0051] LQ : 액체                  MRY : 기억 장치
- [0052] P : 기판                  PL : 투영 광학계
- [0053] ST1 : 기판 스테이지                  ST2 : 계측 스테이지

도면

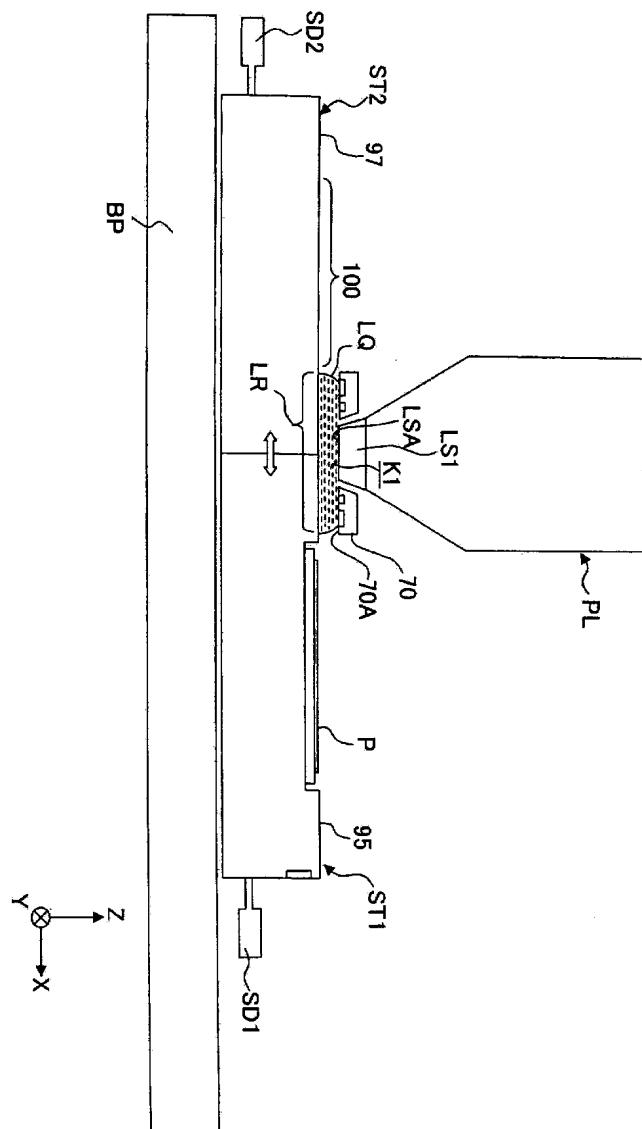
도면1



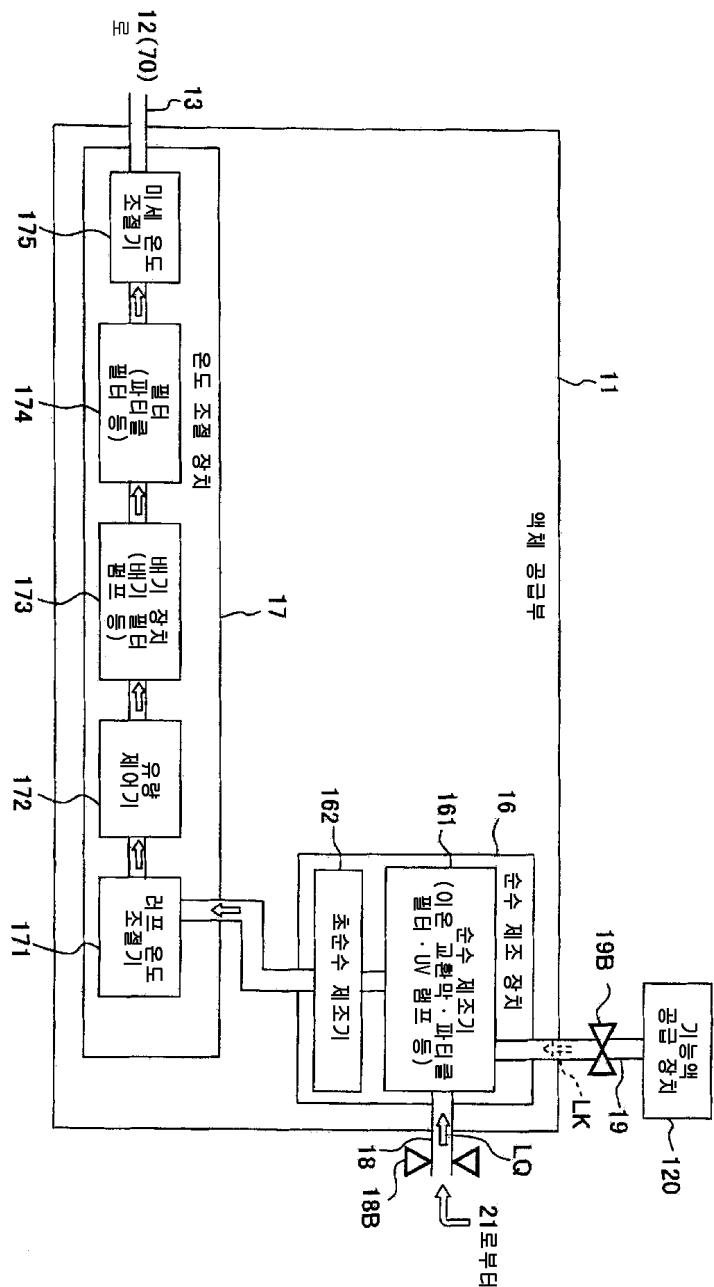
도면2



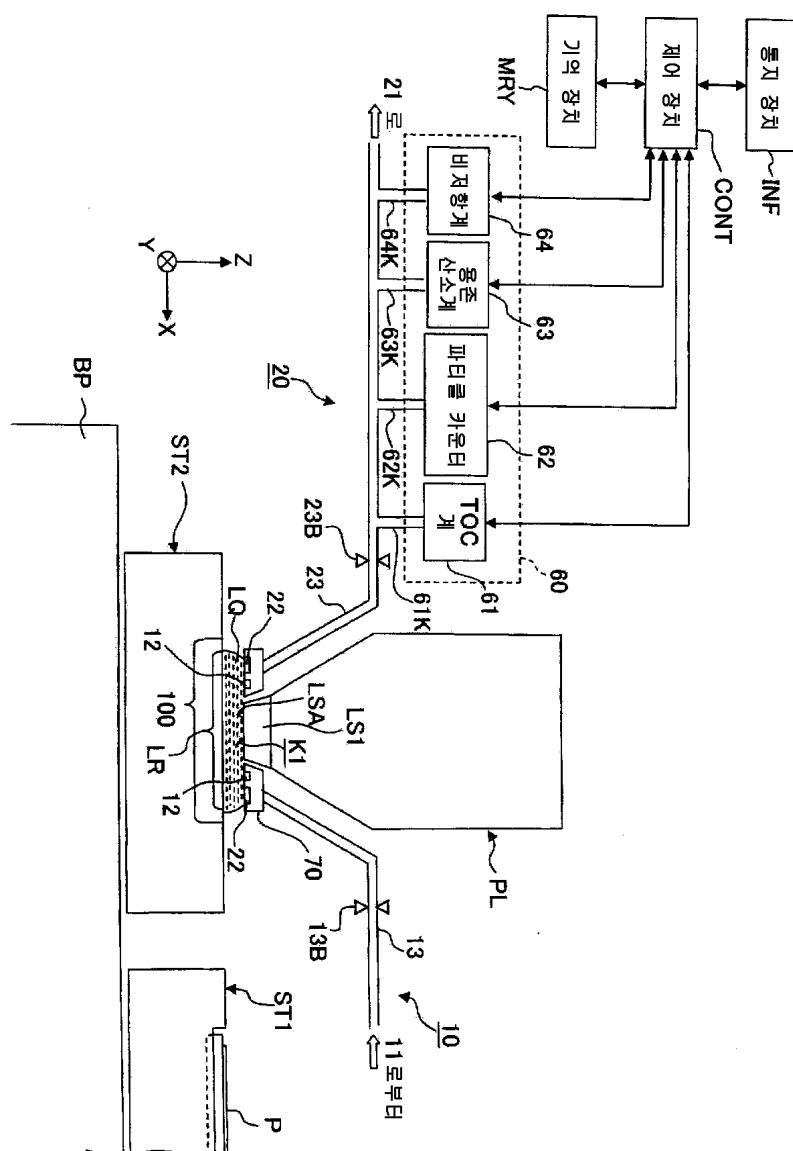
도면3



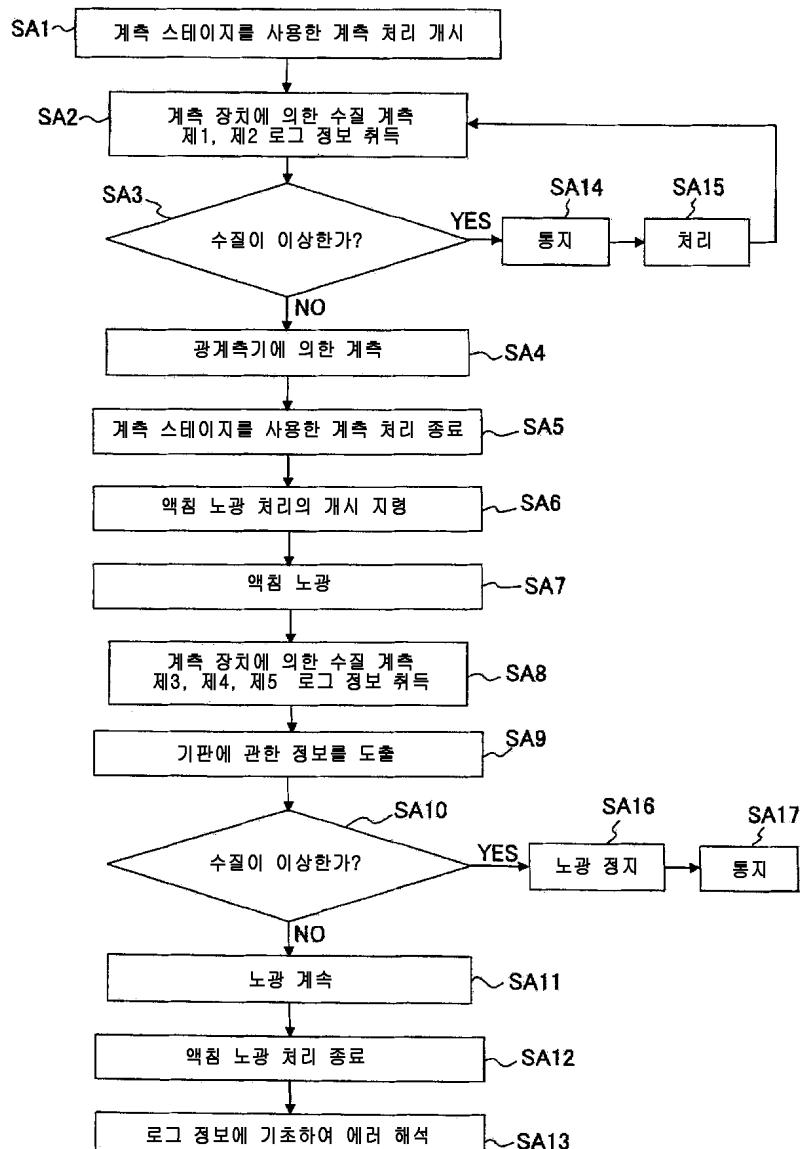
도면4



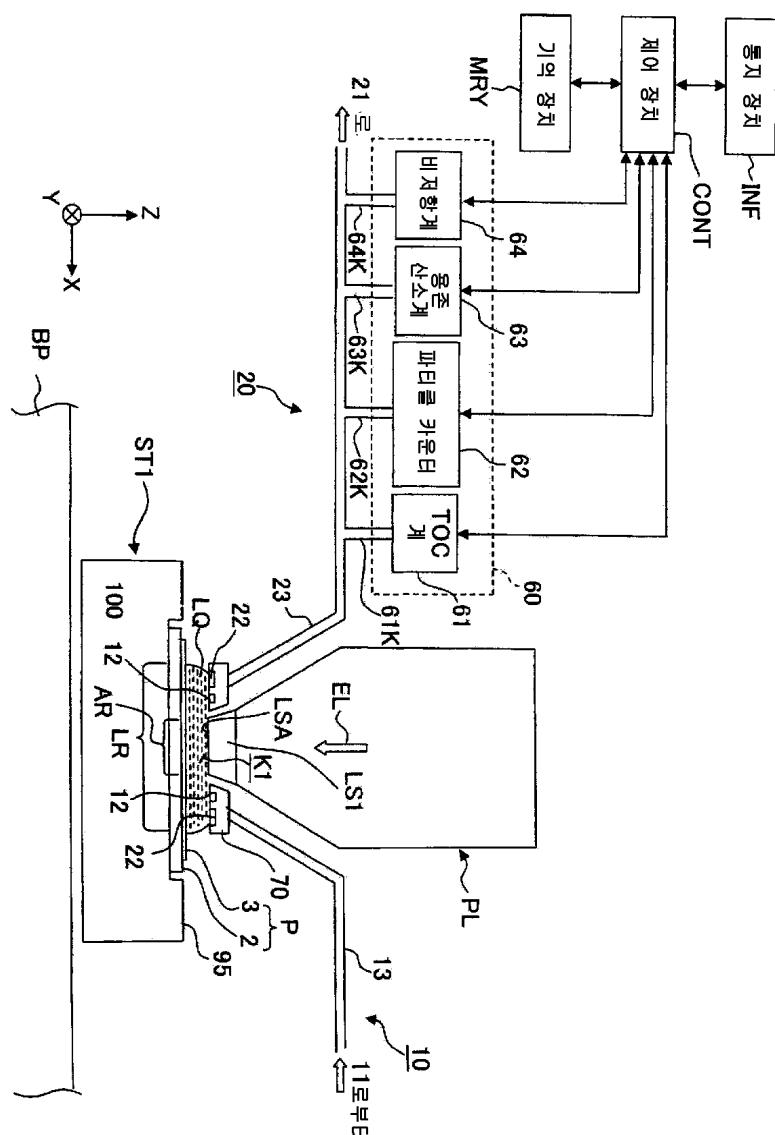
도면5



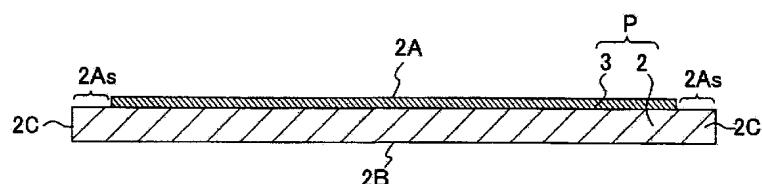
## 도면6



도면7



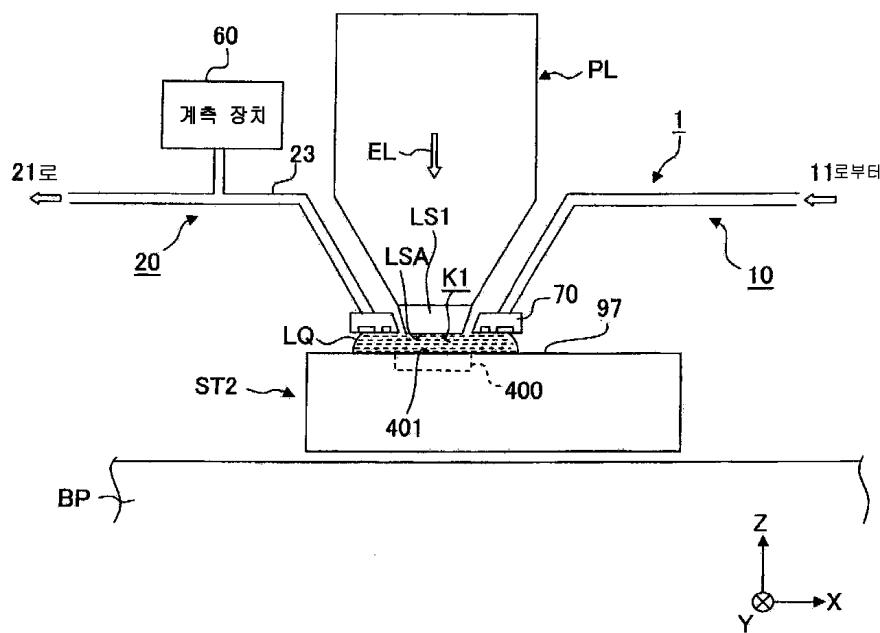
도면8



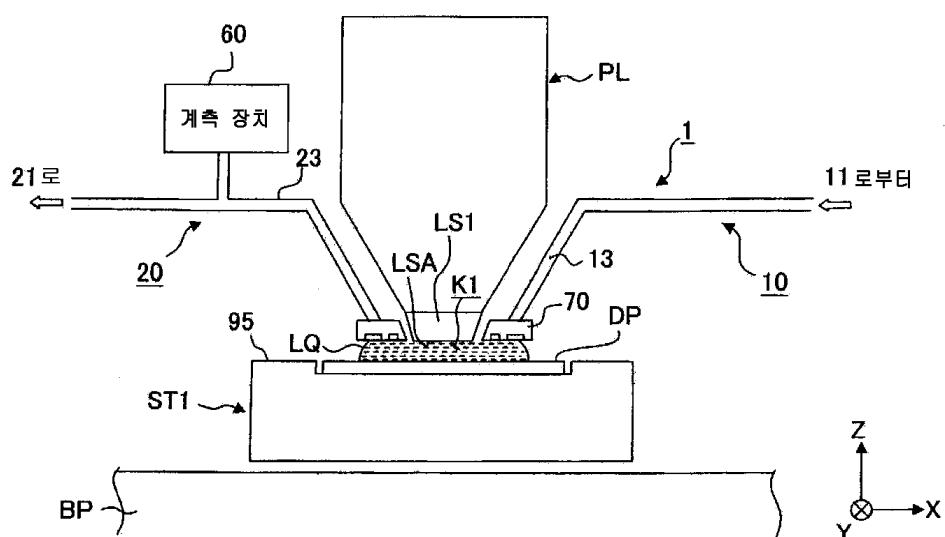
도면9



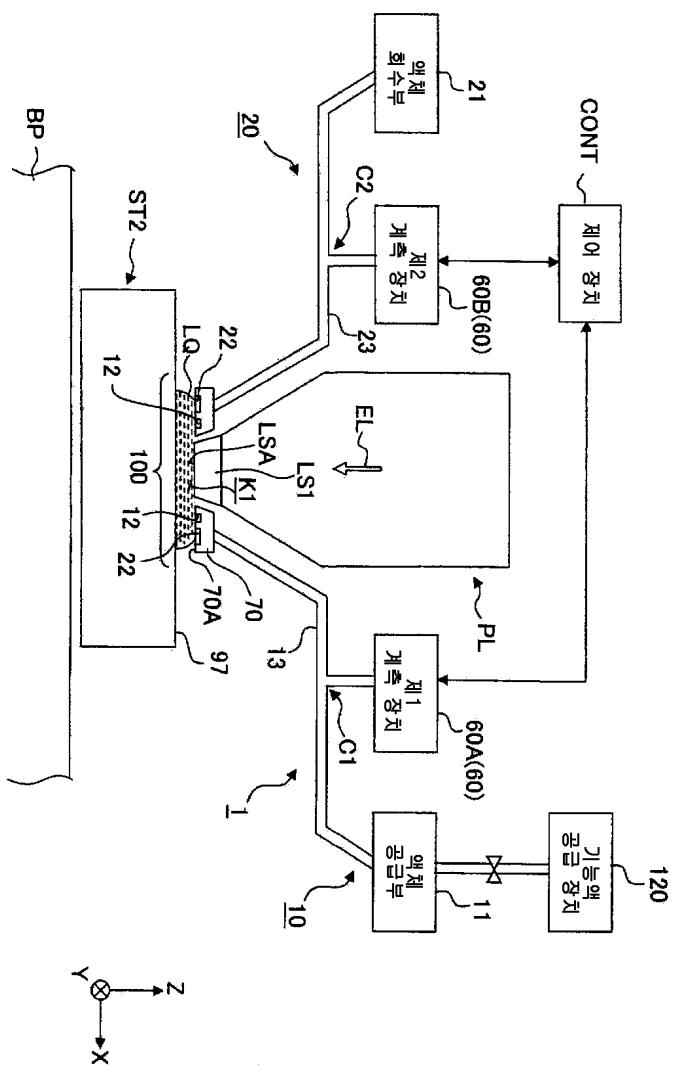
도면10



도면11



도면12



## 도면13

