



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

액침 영역의 액체를 통하여 기관을 노광하는 노광 장치로서,

투영 광학계와,

상기 액침 영역을 형성하기 위한 액체를 공급하는 공급구를 갖는 제 1 노즐 부재와,

상기 제 1 노즐 부재와의 사이에 겹이 형성되도록 상기 제 1 노즐 부재로부터 떨어져서 배치된 제 2 노즐 부재를 구비하고,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 공급구로부터 공급된 액체를 회수하는 회수구와 기체를 분출하는 취출구를 갖는, 노광 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 제 1 노즐 부재의 외측에 배치되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 회수구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 공급구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 1 노즐 부재에 형성되고,

상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 공급구보다도 외측에 형성되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 공급구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 복수 형성되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치된 흡인구를 갖는, 노광 장치.

### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 장치.

### 청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되어 있는, 노광 장치.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치된 흡인구를 갖는, 노광 장치.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 장치.

**청구항 12**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 형성되어 있는, 노광 장치.

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 이미지면측 선단부를 둘러싸도록 배치되어 있는, 노광 장치.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계를 구성하는 광학 소자를 유지하는 유지 부재에 접속되어 있는, 노광 장치.

**청구항 15**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방이 조정 가능한, 노광 장치.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방의 조정에 의해, 상기 제 2 노즐 부재의 하면과 대향하는 물체의 표면과, 상기 제 2 노즐 부재의 하면의 상대 거리가 조정되는, 노광 장치.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방의 조정에 의해, 상기 제 2 노즐 부재의 하면과 대향하는 물체의 표면과, 상기 제 2 노즐 부재의 하면의 상대 경사가 조정되는, 노광 장치.

**청구항 18**

액침 영역의 액체를 통하여 기관을 노광하는 액침 노광 장치에서 이용되는 노즐 부재로서,

상기 액침 영역을 형성하기 위한 액체를 공급하는 공급구를 갖는 제 1 노즐 부재와,

상기 제 1 노즐 부재와의 사이에 갭이 형성되도록 상기 제 1 노즐 부재로부터 떨어져서 배치되는 제 2 노즐 부재를 구비하고,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 공급구로부터 공급된 액체를 회수하는 회수구와 기체를 분출하는 취출구를 갖는, 노즐 부재.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 액침 노광 장치는, 투영 광학계를 구비하고,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 제 1 노즐 부재의 외측에 배치되는, 노즐 부재.

**청구항 20**

제 18 항에 있어서,

상기 액침 노광 장치는, 투영 광학계를 구비하고,

상기 회수구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재의 하면에 형성되어 있는, 노즐 부재.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 공급구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 1 노즐 부재에 형성되고,

상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 공급구보다도 외측에 배치되는, 노즐 부재.

**청구항 22**

제 21 항에 있어서,

상기 공급구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 복수 형성되어 있는, 노즐 부재.

**청구항 23**

제 21 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되는, 노즐 부재.

**청구항 24**

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치되는 흡인구를 갖는, 노즐 부재.

**청구항 25**

제 23 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노즐 부재.

**청구항 26**

제 20 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되는, 노즐 부재.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치되는 흡인구를 갖는, 노즐 부재.

**청구항 28**

제 26 항에 있어서,  
상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노즐 부재.

**청구항 29**

제 18 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노즐 부재.

**청구항 30**

제 18 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 이미지면측 선단부를 둘러싸도록 배치되는, 노즐 부재.

**청구항 31**

제 18 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계를 구성하는 광학 소자를 유지하는 유지 부재에 접속되는, 노즐 부재.

**청구항 32**

투영 광학계와, 액침 영역의 액체를 통하여 기관을 노광하는 노광 방법으로서,  
상기 액침 영역을 형성하기 위하여 제 1 노즐 부재의 공급구를 통해 액체를 공급하는 것과,  
상기 제 1 노즐 부재와의 사이에 갭이 형성되도록 상기 제 1 노즐 부재로부터 떨어져서 배치된 제 2 노즐 부재의 회수구를 통해 상기 공급구로부터 공급된 액체를 회수하는 것과,  
상기 제 2 노즐 부재의 취출구로부터 기체를 분출하는 것을 포함하는, 노광 방법.

**청구항 33**

제 32 항에 있어서,  
상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 제 1 노즐 부재의 외측에 배치되어 있는, 노광 방법.

**청구항 34**

제 32 항에 있어서,  
상기 회수구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 35**

제 34 항에 있어서,  
상기 공급구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 1 노즐 부재에 형성되고,  
상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 공급구보다도 외측에 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 36**

제 35 항에 있어서,  
상기 공급구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 복수 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 37**

제 35 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되어 있는, 노광 방법.

**청구항 38**

제 37 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치된 흡인구를 갖는, 노광 방법.

**청구항 39**

제 37 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 40**

제 34 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 회수구의 외측에 배치되어 있는, 노광 방법.

**청구항 41**

제 40 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 취출구의 외측에 배치된 흡인구를 갖는, 노광 방법.

**청구항 42**

제 40 항에 있어서,

상기 취출구는, 상기 기관의 표면이 대향하도록 상기 제 2 노즐 부재에 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 43**

제 32 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회수구는, 상기 투영 광학계의 광축을 둘러싸도록 형성되어 있는, 노광 방법.

**청구항 44**

제 32 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계의 이미지면측 선단부를 둘러싸도록 배치되어 있는, 노광 방법.

**청구항 45**

제 32 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 노즐 부재는, 상기 투영 광학계를 구성하는 광학 소자를 유지하는 유지 부재에 접속되어 있는, 노광 방법.

**청구항 46**

제 32 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방이 조정 가능한, 노광 방법.

**청구항 47**

제 46 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방의 조정에 의해, 상기 제 2 노즐 부재의 하면과 대향하는 물체의 표면과, 상기 제 2 노즐 부재의 하면의 상대 거리가 조정되는, 노광 방법.

**청구항 48**

제 46 항에 있어서,

상기 제 2 노즐 부재의 위치 및 자세 중 적어도 일방의 조정에 의해, 상기 제 2 노즐 부재의 하면과 대향하는 물체의 표면과, 상기 제 2 노즐 부재의 하면의 상대 경사가 조정되는, 노광 방법.

**청구항 49**

제 32 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 방법을 사용하여 기판을 노광하는 것을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 액체를 통하여 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 감광성의 기판 상에 투영 노광하는 노광 장치가 이용된다. 이 노광 장치는, 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기판을 지지하는 기판 스테이지를 갖고, 마스크 스테이지 및 기판 스테이지를 축차(逐次) 이동하면서 마스크의 패턴을 투영 광학계를 통하여 기판에 투영 노광한다. 마이크로 디바이스의 제조에 있어서는, 디바이스의 고집도화를 위해, 기판 상에 형성되는 패턴의 미세화가 요구되고 있다. 이 요구에 부응하기 위해 노광 장치의 더 높은 고해상도화가 기대되고 있고, 그 고해상도화를 실현하기 위한 수단 중 하나로서, 하기 특허 문헌 1 에 개시되어 있는 바와 같은, 투영 광학계와 기판 사이를 기체보다 굴절률이 높은 액체로 채운 상태에서 노광 처리를 실시하는 액침 노광 장치가 안출되고 있다.

[0003] 특허문헌 1 : 국제공개공보 제99/49504호 팜플렛

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 액침 노광 장치에 있어서는, 투영 광학계와 그 투영 광학계와 대향하여 배치되어 있는 물체(기판이나 스테이지) 사이에 액체를 양호하게 유지하는 것이 필요하다. 액체가 양호하게 유지되지 않으면, 액체가 유출·확산되거나 액체 중에 기포나 기체 부분(Void)이 혼입할 가능성이 높아진다. 액체가 유출되면, 예를 들어 그 유출된 액체가 노광 장치를 구성하는 기기에 부착하여 그 기기가 오작동할 가능성이 있다. 또한, 그 기기가 계측기인 경우에는, 유출된 액체에 의해 그 계측기의 계측 정밀도가 열화될 가능성이 있다. 이러한 기기의 오작동이나 계측 정밀도의 열화가 발생되면, 노광 장치의 노광 정밀도도 열화된다. 또, 예를 들어 기판의 노광 중에, 투영 광학계와 기판 사이의 액체 중에 기포나 기체 부분(Void)이 혼입되어 버리면, 기판 상으로의 패턴 전사 정밀도가 열화된다.

[0005] 상기 종래 기술에 있어서는, 액체의 공급 및 회수는 노즐 부재를 사용하여 실시되지만, 노즐 부재에서 진동이 발생되었을 경우, 그 진동이 예를 들어 투영 광학계에 전달되면, 투영 광학계와 액체를 통한 기판 상으로의 패턴 전사 정밀도가 열화될 가능성이 있다.

[0006] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 액체를 양호하게 유지하여, 정밀도 좋은 노광 처리를 실시할 수 있는 노광 장치 및 노광 방법, 그리고 그 노광 장치 및 노광 방법을 이용하는 디바이스 형성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기의 과제를 해결하기 위해, 이하의 구성을 채용하고 있다. 또한, 각 요소에는 실시형태에 나타내는 도 1 ~ 도 17 과 대응시켜 괄호 부호를 부여하고 있지만, 이들은 그 요소의 예시에 지나지 않고, 각 요소를 한정하는 것은 아니다.

- [0008] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 를 통하여 상기 기관을 노광하는 노광 장치로서, 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 및 액체 (LQ) 를 회수하는 회수구 (22) 중 적어도 일방을 갖는 노즐 부재 (70, 72) 와, 노즐 부재 (70, 72) 와 대향 배치된 물체 (P, PST) 의 표면 위치에 따라, 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 기울기 중 적어도 일방을 조정하는 노즐 조정 기구 (80) 를 구비한 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0009] 본 발명의 제 1 양태에 의하면, 액체는 노즐 부재와 물체 사이에 유지되지만, 노즐 조정 기구가 물체의 표면 위치에 따라 노즐 부재의 위치 및 기울기 중 적어도 일방을 조정함으로써, 노즐 부재와 물체의 위치 관계를 원하는 상태로 유지할 수 있다. 따라서, 예를 들어 노광 중에 있어서 물체로서의 기관 또는 기관 스테이지의 표면 위치가 변화해도, 그 표면 위치의 변화에 따라, 노즐 부재의 위치 및 기울기의 적어도 일방을 조정함으로써, 액체는 노즐 부재와 기관 사이에 양호하게 유지된다. 따라서, 액체의 유출이나 액체 중에서의 기포나 기체 부분의 혼입이 억제되어, 노광 장치는 노광 처리를 정밀도 좋게 실시할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 상기 양태에 기재된 노광 장치 (EX) 를 이용하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.
- [0011] 본 발명의 제 2 양태에 의하면, 높은 노광 정밀도를 유지한 상태에서 디바이스를 제조할 수 있으므로, 원하는 성능을 발휘하는 디바이스를 제조할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 를 통하여 상기 기관을 노광하는 노광 방법으로서, 상기 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 및 상기 액체를 회수하는 회수구 (22) 중 적어도 일방을 갖는 노즐 부재 (70, 72) 와 기관 (P) 사이에 액체를 흘려보내는 것과, 상기 노즐 부재 (70, 72) 와 대향 배치된 물체 (P, PST) 의 표면 위치에 따라, 상기 노즐 부재의 위치 및 기울기 중 적어도 일방을 조정하는 것과, 액체 (LQ) 를 통하여 기관을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.
- [0013] 본 발명의 노광 방법에 의하면, 물체의 표면 위치에 따라 노즐 부재의 위치 및 기울기 중 적어도 일방을 조정함으로써, 노즐 부재와 물체의 위치 관계를 원하는 상태로 유지할 수 있다. 따라서, 예를 들어 노광 중에 있어서 물체로서의 기관 또는 기관 스테이지의 표면 위치가 변화하여도, 그 표면 위치의 변화에 따라, 노즐 부재의 위치 및 기울기의 적어도 일방을 조정함으로써, 액체는 노즐 부재와 기관 사이에 양호하게 유지된다. 그러므로, 액체의 유출이나 액체 중에서의 기포나 기체 부분의 혼입이 억제되어, 노광 처리를 정밀도 좋게 실시할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 노광 방법에 의해 기관을 노광하는 것과, 노광한 기관을 현상하는 것과, 현상한 기관을 가공하는 것을 포함하는 디바이스의 제조 방법이 제공된다. 이 제조 방법에 의하면, 높은 노광 정밀도를 유지한 상태에서 디바이스를 제조할 수 있으므로, 원하는 성능을 발휘하는 디바이스를 제조할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0015] 본 발명에 의하면, 액체를 양호하게 유지하여, 정밀도 좋은 노광 처리를 실시할 수 있어, 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1 은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 개략 구성도이다.
- 도 2 는 도 1 의 요부 확대 단면도이다.
- 도 3 은 노즐 부재를 하측에서 본 도면이다.
- 도 4(A) 내지 도 4(C) 는 노즐 부재의 동작을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 5 는 액침 영역의 액체의 거동을 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 6 은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 7 은 제 3 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 8 은 제 4 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는 제 5 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 10 은 노즐 부재에 접속된 취출 부재와 기관의 위치 관계를 모식적으로 나타내는 평면도이다.

도 11 은 제 6 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.

도 12 는 제 7 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 개략 구성도이다.

도 13 은 도 12 의 요부 확대 단면도이다.

도 14 는 제 7 실시형태에 있어서의 액침 영역의 액체의 거동을 설명하기 위한 모식도이다.

도 15 는 제 7 실시형태에 있어서의 액침 영역의 액체의 거동을 설명하기 위한 모식도이다.

도 16 은 제 8 실시형태에 관련된 노광 장치를 나타내는 도면이다.

도 17 은 마이크로 디바이스의 제조 공정의 일례를 나타내는 플로우차트도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

이하, 본 발명의 실시형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

<제 1 실시형태>

도 1 은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치 (EX) 를 나타내는 개략 구성도이다. 도 1에 있어서, 노광 장치 (EX) 는, 마스크 (M) 를 유지하여 이동 가능한 마스크 스테이지 (MST) 와, 기관 (P) 을 유지하여 이동 가능한 기관 스테이지 (PST) 와, 마스크 스테이지 (MST) 에 유지되고 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 으로 조명하는 조명 광학계 (IL) 와, 노광광 (EL) 으로 조명된 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 스테이지 (PST) 에 유지되고 있는 기관 (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 관한 정보를 기억하는 기억 장치 (MRV) 가 접속되어 있다.

본 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 노광 파장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시키고 함께 초점 심도를 실질적으로 넓게 하기 위해 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위한 액침 기구 (100) 를 구비하고 있다. 액침 기구 (100) 는, 기관 (P ; 기관 스테이지 (PST)) 의 상방에 설치되고, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단 근방에 있어서, 그 투영 광학계 (PL) 를 둘러싸도록 형성된 환상 (環狀) 의 노즐 부재 (70) 와, 노즐 부재 (70) 에 형성된 공급구 (12) 를 통하여 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 와, 노즐 부재 (70) 에 형성된 회수구 (22) 를 통하여 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 를 회수하는 액체 회수 기구 (20) 를 구비하고 있다. 본 실시형태에 있어서, 노즐 부재 (70) 는, 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 를 갖는 제 1 노즐 부재 (71) 와, 액체 (LQ) 를 회수하는 회수구 (22) 를 갖는 제 2 노즐 부재 (72) 를 구비하고 있다. 제 1 노즐 부재 (71) 와 제 2 노즐 부재 (72) 는 별개의 부재이며, 서로 기계적으로 접속되어 있지 않다. 제 1 노즐 부재 (71) 는, 기관 (P ; 기관 스테이지 (PST)) 의 상방에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단 근방을 둘러싸도록 환상으로 형성되어 있다. 제 2 노즐 부재 (72) 는, 기관 (P ; 기관 스테이지 (PST)) 의 상방에 있어서, 제 1 노즐 부재 (71) 의 외측을 둘러싸도록 환상으로 형성되어 있다.

노광 장치 (EX) 는, 적어도 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 상에 전사하고 있는 동안, 액체 공급 기구 (10) 로부터 공급된 액체 (LQ) 에 의해 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에, 투영 영역 (AR1) 보다 크고 또한 기관 (P) 보다 작은 액침 영역 (AR2) 을 국소적으로 형성한다. 구체적으로는, 노광 장치 (EX) 는, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단부의 광학 소자 (LS1) 와, 그 이미지면 측에 배치된 기관 (P) 표면 사이에 액체 (LQ) 를 채우는 국소 액침 방식을 채용하고, 이 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 액체 (LQ) 및 투영 광학계 (PL) 를 통하여 마스크 (M) 를 통과한 노광광 (EL) 을 기관 (P) 에 조사함으로써 마스크 (M) 의 패턴을 기관 (P) 에 투영 노광한다. 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 를 사용하여 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 소정량 공급함과 함께, 액체 회수 기구 (20) 를 사용하여 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 를 소정량 회수함으로써, 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 을 국소적으로 형성한다.

또한, 노광 장치 (EX) 는, 기관 (P) 의 표면 위치에 따라, 노즐 부재 (70) 의 위치 및 자세 (기울기) 중 적어도 어느 일방을 조정하는 노즐 조정 기구 (80) 를 구비하고 있다. 노즐 조정 기구 (80) 는, 노즐 부재 (70) 를 구동 가능한 구동 기구 (83) 를 구비하고 있고, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 의 적어도 일부와 기관 (P) 표면 사이의 상대 거리 및 상대 경사 중 적어도 일방을 조정한다. 여기에서, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 이란, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 및/또는 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 을 포함하는 것이고, 기

판 스테이지 (PST) 에 지지된 기관 (P) 표면과 대향하는 면이다. 따라서, 노즐 조정 기구 (80) 는, 하면 (71A, 72A) 의 적어도 일방과 기관 (P) 표면 사이의 상대 거리 및 상대 경사 중 적어도 일방을 조정한다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 제 1, 제 2 노즐 부재 (71, 72) 중 기관 (P) 표면과 대향하는 하면 (71A, 72A) 을 합하여 「노즐 부재 (70) 의 하면 (70A)」 이라고 적절하게 칭한다.

[0023] 본 실시형태에서는, 노광 장치 (EX) 로서 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 주사 방향에 있어서의 서로 상이한 방향 (역방향) 으로 동기 이동하면서 마스크 (M) 에 형성된 패턴을 기관 (P) 에 노광하는 주사 형태 노광 장치 (소위 스캐닝 스테퍼) 를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 물론, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 동일한 주사 방향으로 동기 이동시키는 주사 형태 노광 장치이어도 된다. 이하의 설명에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 일치하는 방향을 Z 축 방향, Z 축 방향에 수직한 평면 내에서 마스크 (M) 와 기관 (P) 의 동기 이동 방향 (주사 방향) 을 X 축 방향, Z 축 방향 및 X 축 방향에 수직한 방향 (비주사 방향) 을 Y 축 방향이라고 한다. 또한, X 축, Y 축, 및 Z 축 주위의 회전 (경사) 방향을 각각,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ , 및  $\theta Z$  방향이라고 한다.

[0024] 노광 장치 (EX) 는, 바닥면 상에 형성된 베이스 (9) 와, 그 베이스 (9) 상에 형성된 메인 칼럼 (1) 을 구비하고 있다. 메인 칼럼 (1) 에는, 내측을 향하여 돌출하는 상측 단부 (7) 및 하측 단부 (8) 가 형성되어 있다. 조명 광학계 (IL) 는, 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 으로 조명하는 것으로서, 메인 칼럼 (1) 의 상부에 고정된 지지 프레임 (3) 에 의해 지지되어 있다.

[0025] 조명 광학계 (IL) 는, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인티그레이터, 옵티컬 인티그레이터로부터의 노광광 (EL) 을 집광하는 콘덴서렌즈, 릴레이렌즈계, 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 사출되는 노광광 (EL) 으로는, 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저 광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 이나, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 및 F<sub>2</sub> 레이저광 (파장 157nm) 등의 진공 자외광 (VUV광) 등이 이용된다. 본 실시형태에 있어서는 ArF 엑시머 레이저광이 이용된다.

[0026] 본 실시형태에 있어서는, 액체 (LQ) 로서 순수 (純水) 를 이용하였다. 순수는 ArF 엑시머 레이저광뿐만 아니라, 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 도 투과 가능하다.

[0027] 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) 의 하면에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어베어링 ; 45) 이 복수 설치되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 는, 에어베어링 (45) 에 의해 마스크 정반 (4) 의 상면 (가이드면) 에 대해서 비접촉 지지되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 및 마스크 정반 (4) 의 중앙부에는 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 통과시키는 개구부 (개구부의 측벽을 MK1, MK2 로 나타낸다) 가 각각 형성되어 있다. 마스크 정반 (4) 은, 메인 칼럼 (1) 의 상측 단부 (7) 에 방진 장치 (46) 를 통하여 지지되어 있다. 즉, 마스크 스테이지 (MST) 는, 방진 장치 (46) 및 마스크 정반 (4) 을 통하여 메인 칼럼 (1 ; 상측 단부 (7)) 에 지지된 구성으로 되어 있다. 또한, 방진 장치 (46) 에 의해, 메인 칼럼 (1) 의 진동이 마스크 스테이지 (MST) 를 지지하는 마스크 정반 (4) 에 전달되지 않도록, 마스크 정반 (4) 과 메인 칼럼 (1) 이 진동적으로 분리되어 있다.

[0028] 마스크 스테이지 (MST) 는, 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어되는 리니어 모터 등을 포함하는 마스크 스테이지 구동 기구 (MSTD) 의 구동에 의해, 마스크 (M) 를 유지한 상태에서, 마스크 정반 (4) 상에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직한 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능 및  $\theta Z$  방향으로 미소 회전 가능하다. 마스크 스테이지 (MST) 는, X 축 방향으로 지정된 주사 속도로 이동 가능하게 되어 있고, 마스크 (M) 의 전체면이 적어도 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 가로지를 수 있는 한 X 축 방향의 이동 스트로크를 갖고 있다.

[0029] 마스크 스테이지 (MST) 상에는 마스크 스테이지 (MST) 와 함께 이동하는 이동경 (41) 이 고정 설치되어 있다. 또한, 이동경 (41) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (42) 가 설치되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 상의 마스크 (M) 의 2 차원 방향의 위치, 및  $\theta Z$  방향의 회전각 (경우에 따라서는  $\theta X$ ,  $\theta Y$  방향의 회전각도 포함한다) 은 레이저 간섭계 (42) 에 의해 실시간으로 계측된다. 레이저 간섭계 (42) 의 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는, 레이저 간섭계 (42) 의 계측 결과에 기초하여 마스크 스테이

지 구동 기구 (MSTD) 를 구동하고, 마스크 스테이지 (MST) 에 유지되고 있는 마스크 (M) 의 위치 제어를 실시한다.

[0030] 투영 광학계 (PL) 는, 마스크 (M) 의 패턴을 소정의 투영 배율  $\beta$  로 기관 (P) 에 투영 노광함으로써, 기관 (P) 측의 선단부에 형성된 광학 소자 (LS1) 를 포함하는 복수의 광학 소자로 구성되어 있고, 이들 광학 소자는 경통 (PK) 에 의해 유지되고 있다. 본 실시형태에 있어서, 투영 광학계 (PL) 는, 투영 배율  $\beta$  이 예를 들어 1/4, 1/5, 혹은 1/8 의 축소계이다. 또한, 투영 광학계 (PL) 는 등 배계 및 확대계 중 어느 것이어도 된다.

또한, 투영 광학계 (PL) 는, 반사 소자를 포함하지 않는 굴절계, 굴절 소자를 포함하지 않는 반사계, 굴절 소자와 반사 소자를 포함하는 반사 굴절계 중 어느 것이어도 된다.

[0031] 투영 광학계 (PL) 를 유지하는 경통 (PK) 의 외주 (外周) 에는 플랜지 (PF) 가 설치되어 있고, 투영 광학계 (PL) 는 이 플랜지 (PF) 를 통하여 경통 정반 (5) 에 지지되어 있다. 경통 정반 (5) 은, 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 방진 장치 (47) 를 통하여 지지되어 있다. 즉, 투영 광학계 (PL) 는, 방진 장치 (47) 및 경통 정반 (5) 을 통하여 메인 칼럼 (1 ; 하측 단부 (8)) 에 지지된 구성으로 되어 있다. 또한, 방진 장치 (47) 에 의해, 메인 칼럼 (1) 의 진동이, 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 경통 정반 (5) 에 전달되지 않도록, 경통 정반 (5) 과 메인 칼럼 (1) 이 진동적으로 분리되어 있다.

[0032] 기관 스테이지 (PST) 는, 기관 (P) 을 유지하는 기관 홀더 (PH) 를 지지하여 이동 가능하다. 기관 홀더 (PH) 는, 예를 들어 진공 흡착 등에 의해 기관 (P) 을 유지한다. 기관 스테이지 (PST) 상에는 오목부 (50) 가 형성되어 있고, 기관 (P) 을 유지하기 위한 기관 홀더 (PH) 는 오목부 (50) 에 배치되어 있다. 그리고, 기관 스테이지 (PST) 중 오목부 (50) 이외의 상면 (51) 은, 기관 홀더 (PH) 에 유지된 기관 (P) 의 표면과 거의 동일한 높이 (면일(面一)) 가 되는 평탄면 (평탄부) 으로 되어 있다.

[0033] 기관 스테이지 (PST) 의 하면에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어베어링 ; 48) 이 복수 설치되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 는, 에어베어링 (48) 에 의해 기관 정반 (6) 의 상면 (가이드면) 에 대해서 비접촉 지지 되어 있다. 기관 정반 (6) 은, 베이스 (9) 상에 방진 장치 (49) 를 통하여 지지되어 있다. 또한, 방진 장치 (49) 에 의해, 베이스 (9 ; 바닥면) 나 메인 칼럼 (1) 의 진동이, 기관 스테이지 (PST) 를 지지하는 기관 정반 (6) 에 전달되지 않도록, 기관 정반 (6) 과 메인 칼럼 (1) 및 베이스 (9 ; 바닥면) 가 진동적으로 분리되어 있다.

[0034] 기관 스테이지 (PST) 는, 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어되는 리니어 모터 등을 포함하는 기관 스테이지 구동 기구 (PSTD) 의 구동에 의해, 기관 (P) 을 기관 홀더 (PH) 로 유지한 상태에서, 기관 정반 (6) 상에 있어서, XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능 및  $\Theta Z$  방향으로 미소 회전 가능하다. 또한, 기관 스테이지 (PST) 는, Z 축 방향,  $\Theta X$  방향, 및  $\Theta Y$  방향으로도 이동 가능하다. 따라서, 기관 스테이지 (PST) 에 지지된 기관 (P) 의 표면은, X 축, Y 축, Z 축,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ , 및  $\Theta Z$  방향의 6 자유도의 방향으로 이동 가능하다.

[0035] 기관 스테이지 (PST) 의 측면에는 기관 스테이지 (PST) 와 함께 이동하는 이동경 (43) 이 고정 설치되어 있다. 또한, 이동경 (43) 에 대항하는 위치에는 레이저 간섭계 (44) 가 설치되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 상의 기관 (P) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (44) 에 의해 실시간으로 측정된다.

[0036] 또한, 노광 장치 (EX) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평8-37149호에 개시되어 있는 바와 같은, 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 표면의 면위치 정보를 검출하는 사입사 (斜入射) 방식의 포커스·레벨링 검출계 (30) 를 구비하고 있다. 포커스·레벨링 검출계 (30) 는, 기관 (P) 표면에 액체 (LQ) 를 통하여 검출광 (La) 을 조사하는 투광계 (31) 와, 기관 (P) 표면에 조사된 검출광 (La) 의 반사광을 수광하는 수광계 (32) 를 구비하고 있다. 포커스·레벨링 검출계 (30) 는, 기관 (P) 표면의 면위치 정보 (Z 축 방향의 위치 정보, 및 기관 (P) 의  $\Theta X$  및  $\Theta Y$  방향의 경사 정보) 를 검출한다. 또한, 포커스·레벨링 검출계는, 기관 (P) 표면에 액체 (LQ) 를 통하지 않고 검출광 (La) 을 조사하는 방식의 것을 채용해도 되고, 정전 용량형 센서를 사용한 방식의 것을 채용해도 된다.

[0037] 레이저 간섭계 (44) 의 측정 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과도 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는, 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 기초하여, 기관 스테이지 구동 기구 (PSTD) 를 구동하고, 기관 (P) 의 포커스 위치 (Z 위치) 및 경사각 ( $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ ) 을 제어하여 기관 (P) 표면을 오토포커스 방식, 및 오토레벨링 방식으로 투영 광학계 (PL) 의 이미지면에 맞춤과 함께, 레이저 간섭계 (44) 의 측정 결과에 기초하여, 기관 (P) 의 X 축 방향, Y 축 방향, 및  $\Theta Z$  방향으로 있어서의 위치 제어를 실시한다.

- [0038] 액침 기구 (100) 의 액체 공급 기구 (10) 는, 액체 (LQ) 를 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측에 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 구비하고 있다. 공급관 (13) 의 타단부는 제 1 노즐 부재 (71) 에 접속되어 있다. 액체 공급부 (11) 는, 액체 (LQ) 를 수용하는 탱크, 가압 펌프, 공급하는 액체 (LQ) 의 온도를 조정하는 온도 (溫調) 장치, 및 액체 (LQ) 중의 이물질 (기포를 포함한다) 을 제거하는 필터 유닛 등을 구비하고 있다. 액체 공급부 (11) 의 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다.
- [0039] 또한, 탱크, 가압 펌프, 온도 장치, 필터 유닛 등의 전부를 노광 장치 (EX) 의 액체 공급 기구 (10) 가 구비하고 있을 필요는 없고, 그들의 적어도 일부를 노광 장치 (EX) 가 설치되는 공장 등의 설비로 대체해도 된다.
- [0040] 액침 기구 (100) 의 액체 회수 기구 (20) 는, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측의 액체 (LQ) 를 회수한다. 액체 회수 기구 (20) 는, 액체 (LQ) 를 회수할 수 있는 액체 회수부 (21) 와, 액체 회수부 (21) 에 그 일단부를 접속하는 회수관 (23) 을 구비하고 있다. 회수관 (23) 의 타단부는 제 2 노즐 부재 (72) 에 접속되어 있다. 액체 회수부 (21) 는 예를 들어 진공 펌프 등의 진공계 (흡인 장치), 회수된 액체 (LQ) 와 기체를 분리하는 기액 (氣液) 분리기, 및 회수한 액체 (LQ) 를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있다. 액체 회수부 (21) 의 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다.
- [0041] 또한, 진공계, 기액 분리기, 탱크 등의 전부를 노광 장치 (EX) 의 액체 회수 기구 (20) 가 구비하고 있을 필요는 없고, 그들의 적어도 일부를 노광 장치 (EX) 가 설치되는 공장 등의 설비로 대체할 수도 있다.
- [0042] 도 2 는 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단 근방을 나타내는 측단면도이다. 또한, 도 2 에 있어서는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 광학 소자로서 3 개의 광학 소자 (LS1 ~ LS3) 가 나타나 있지만, 실제로는 투영 광학계 (PL) 는 3 개 이상의 복수의 광학 소자로 구성되어 있다. 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학 소자 중 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단에 형성된 광학 소자 (LS1) 는, 렌즈 작용을 하지 않는 무굴절력의 광학 소자로서, 평행 평면판이다. 즉, 광학 소자 (LS1) 의 하면 (T1) 및 상면 (T2) 의 각각은 거의 평면이고, 또한, 서로 거의 평행하다. 또한, 광학 소자 (LS1) 로는, 그 상면 (T2) 이 투영 광학계 (PL) 의 물체면측 (마스크 M 측) 을 향하여 볼록하도록 형성되며, 굴절력을 가진 광학 소자이어도 된다.
- [0043] 광학 소자 (LS1) 의 상면 (T2) 의 외경은 하면 (T1) 의 외경보다 크게 형성되어 있고, 광학 소자 (LS1) 의 상면 (T2) 근방에는 플랜지부 (F1) 가 형성되어 있다. 경통 (PK) 은 광학 소자 (LS1) 의 외측면 (C1) 을 둘러싸도록 설치되어 있고, 경통 (PK) 의 내측에는, 광학 소자 (LS1) 의 플랜지부 (F1) 를 지지하는 지지부 (PKF) 가 형성되어 있다. 그리고, 경통 (PK) 의 하면 (TK) 과, 경통 (PK) 에 지지 (유지) 된 광학 소자 (LS1) 의 하면 (T1) 은 거의 면일하게 되어 있다.
- [0044] 경통 (PK) 의 내측면 (PKS) 과 광학 소자 (LS1) 의 외측면 (C1) 사이에는 소정의 간극 (갭 ; G1) 이 형성되어 있다. 갭 (G1) 에는 시일 부재 (60) 가 형성되어 있다. 시일 부재 (60) 는, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가 갭 (G1) 에 침입하는 것을 억제함과 함께, 갭 (G1) 에 존재하는 기체가 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 에 혼입되는 것을 억제하는 것이다. 갭 (G1) 에 액체 (LQ) 가 침입하면, 광학 소자 (LS1) 의 외측면 (C1) 에 대해서 힘을 작용할 가능성이 있고, 그 힘에 의해 광학 소자 (LS1) 가 진동하거나 변형될 가능성이 있다. 또, 갭 (G1) 에 존재하는 기체가 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 에 혼입하고, 혼입된 기체 (기포) 가 노광광 (EL) 의 광로 상에 침입할 가능성이 있다. 이들 가능성을 저하시키기 위해, 경통 (PK) 의 내측면 (PKS) 과 광학 소자 (LS1) 의 외측면 (C1) 사이의 갭 (G1) 에는 시일 부재 (60) 가 형성되어 있다.
- [0045] 본 실시형태에 있어서는, 시일 부재 (60) 는 단면이 V 형인 V 링이며, V 링의 본체부가 경통 (PK) 의 내측면 (PKS) 에 유지되고 있다. 또, V 링 중 가요성을 갖는 선단부가 광학 소자 (LS1) 의 외측면 (C1) 에 접촉하고 있다. 또한, 시일 부재 (60) 는, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가 갭 (G1) 으로 침입, 및 갭 (G1) 에 존재하는 기체가 액침 영역 (AR2) 으로 혼입하는 것을 억제할 수 있고, 광학 소자 (LS1) 로의 응력이 작은 것이면, O 링, C 링 등, 다양한 시일 부재를 사용할 수 있다.
- [0046] 노즐 부재 (70) 는, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 선단 근방에 있어서, 그 투영 광학계 (PL) 를 둘러싸도록 환상으로 형성되어 있고, 투영 광학계 (PL) 의 광학 소자 (LS1) 를 둘러싸도록 배치된 제 1 노즐 부재 (71) 와, 그 제 1 노즐 부재 (71) 의 외측을 둘러싸도록 배치된 제 2 노즐 부재 (72) 를 구비하고 있다. 제 1 노즐 부재 (71) 는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 광학 소자를 유지하는 경통 (PK) 에 지지되어 있다. 제 1 노즐 부재 (71) 는, 환상 부재로서, 경통 (PK) 의 외측면 (PKC) 에 접속되어 있다. 그리고, 경통 (PK) 의 외

측면 (PKC) 과 제 1 노즐 부재 (71) 의 내측면 (71S) 사이에는 간극 (갭) 이 없다. 즉, 경통 (PK) 과 제 1 노즐 부재 (71) 는 간극 없이 접합되어 있어, 거의 일체로 되어 있다. 따라서, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가 경통 (PK) 의 외측면 (PKC) 과 제 1 노즐 부재 (71) 의 내측면 (71S) 사이로는 침입하지 않는다. 또한, 경통 (PK) 의 외측면 (PKC) 과 제 1 노즐 부재 (71) 의 내측면 (71S) 사이의 간극이 존재하는 것은 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 로의 기체의 혼입도 방지할 수 있는 원인이 된다.

[0047]

제 2 노즐 부재 (72) 는, 지지 기구 (81) 를 통하여 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 지지되어 있다. 지지 기구 (81) 는, 연결 부재 (82) 와, 연결 부재 (82) 의 일단부 (상단부) 와 하측 단부 (8) 사이에 설치된 구동 기구 (83) 를 구비하고 있고, 연결 부재 (82) 의 타단부 (하단부) 는 제 2 노즐 부재 (72) 의 상면에 접속 (고정) 되어 있다. 지지 기구 (81) 는, 구동 기구 (83) 를 구동함으로써, 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 대해서 제 2 노즐 부재 (72) 를 이동시킬 수 있다. 또한, 도시 생략되어 있지만, 지지 기구 (81) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 전달되지 않도록 방지하는 패시브 방진 기구도 구비하고 있다. 패시브 방진 기구는, 연결 부재 (82) 와 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 사이에 설치되어 공기 스프링 (예를 들어 에어 실린더나 에어 벨로우즈) 등으로 구성되어 있고, 기체 (공기) 의 탄성 작용에 의해 제 2 노즐 부재 (72) 의 진동이 메인 칼럼 (1) 에 전달되지 않도록 진동을 방지한다. 또한, 패시브 방진 기구는 코일 스프링을 포함하는 것이어도 된다. 제 2 노즐 부재 (72) 도 제 1 노즐 부재 (71) 와 동일하게, 환상 부재로서 제 1 노즐 부재 (71) 의 외측면 (71C) 을 둘러싸도록 설치되어 있다. 그리고, 경통 (PK) 에 접속된 제 1 노즐 부재 (71) 의 외측면 (71C) 과, 지지 기구 (81) 에 지지된 제 2 노즐 부재 (72) 의 내측면 (72S) 사이에는 소정의 간극 (갭 ; G2) 이 형성되어 있다. 이 때문에, 제 1 노즐 부재 (71) 와 제 2 노즐 부재 (72) 는 직접 접속되지 않고, 진동적으로 분리되어 있다.

[0048]

제 1, 제 2 노즐 부재 (71, 72) 각각은, 기관 (P) 표면 (기관 스테이지 (PST) 상면) 과 대향하는 하면 (71A, 72A) 을 갖고 있다. 경통 (PK) 에 접속된 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 과, 지지 기구 (81) 에 지지된 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 은 거의 면일하다. 또, 제 1, 제 2 노즐 부재 (71, 72) 의 하면 (71A, 72A) 과, 광학 소자 (LS1) 의 하면 (T1) 은 거의 면일하다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A), 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A), 경통 (PK) 의 하면 (TK), 및 광학 소자 (LS1) 의 하면 (T1) 이 거의 면일하게 되어 있다.

[0049]

기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 는, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 에 형성되어 있다. 또한, 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 를 회수하는 회수구 (22) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 형성되어 있다. 공급구 (12) 는, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 둘러싸도록 복수 형성되어 있다 (도 3 참조). 또한, 회수구 (22) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 있어서, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 에 형성된 공급구 (12) 보다 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 대해서 외측으로 떨어져 형성되어 있다. 회수구 (22) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 둘러싸도록, 예를 들어 환상의 슬릿 형상으로 형성되어 있다 (도 3 참조). 또한 본 실시형태에 있어서는, 회수구 (22) 에는 다공 부재 (메시 부재 ; 22P) 가 배치되어 있다.

[0050]

제 1 노즐 부재 (71) 의 내부에는, 복수의 공급구 (12) 각각과 공급관 (13) 을 접속하는 내부 유로 (14) 가 형성되어 있다. 제 1 노즐 부재 (71) 에 형성된 내부 유로 (14) 는, 복수의 공급구 (12) 각각에 접속 가능하도록 도중에서 분기하고 있다. 또한, 제 2 노즐 부재 (72) 의 내부에는, 환상의 회수구 (22) 와 회수관 (23) 을 접속하는 내부 유로 (24) 가 형성되어 있다 (도 2 참조). 내부 유로 (24) 는, 환상의 회수구 (22) 에 대응하도록 환상으로 형성되고, 그 회수구 (22) 에 접속한 환상 유로와, 그 환상 유로의 일부와 회수관 (23) 을 접속하는 매니폴드 유로를 구비하고 있다. 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 공급할 때에는, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급부 (11) 로부터 액체 (LQ) 를 송출하고, 공급관 (13), 및 제 1 노즐 부재 (71) 의 내부 유로 (14) 를 통하여, 기관 (P) 의 상방에 형성되어 있는 공급구 (12) 로부터 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 공급한다. 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 를 회수할 때에는, 제어 장치 (CONT) 는 액체 회수부 (21) 를 구동한다. 액체 회수부 (21) 가 구동함으로써, 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 는, 기관 (P) 의 상방에 형성된 회수구 (22) 를 통하여 제 2 노즐 부재 (72) 의 내부 유로 (24) 에 유입되고, 회수관 (23) 을 통하여 액체 회수부 (21) 에 회수된다.

[0051]

제어 장치 (CONT) 는, 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 을 형성할 때, 액침 기구 (100) 의 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 사용하여 기관 (P) 상에 대한 액체 (LQ) 의 공급 및 회수를 실시한다. 액체 (LQ) 는, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A ; 71A, 72A) 및 투영 광학계 (PL) 의 광학 소자 (LS1) 의 하면 (T1)

과, 기관 (P) 표면 사이에 채워져 액침 영역 (AR2) 을 형성한다.

[0052] 도 3 은, 노즐 부재 (70) 를 하방에서 본 도면이다. 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 2 노즐 부재 (72) 를 지지하는 지지 기구 (81) 는, 3 개의 연결 부재 (82) 와, 그들 연결 부재 (82) 에 대응하여 설치된 3 개의 구동 기구 (83) 를 구비하고 있다. 연결 부재 (82) 의 각각은, 제 2 노즐 부재 (72) 의 둘레 방향 ( $\Theta Z$  방향) 을 따라 거의 등간격 ( $120^\circ$  간격) 으로 배치되어 있다. 연결 부재 (82) 의 각각의 하단은, 제 2 노즐 부재 (72) 의 상면의 3 개의 소정 위치의 각각에 고정되어 있다. 구동 기구 (83) 는, 3 개의 연결 부재 (82) 의 상단부 각각과 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 사이에 설치되어 있다. 즉, 본 실시형태에 있어서는, 구동 기구 (83) 도 거의 등간격 ( $120^\circ$  간격) 으로 3 개 설치되어 있다. 또한, 상기 기술한 패시브 방진 기구도 연결 부재 (82) 에 대응하도록 3 개 설치되어 있다. 구동 기구 (83) 는, 예를 들어 로렌츠력으로 구동하는 보이스코일 모터나 리니어 모터 등으로 구성되어 있다. 로렌츠력으로 구동하는 보이스코일 모터 등은 코일 부와 자석부를 갖고, 그들 코일부와 자석부는 비접촉 상태에서 구동한다. 그 때문에, 구동 기구 (83) 를 보이스코일 모터 등의 로렌츠력으로 구동하는 구동 기구로 구성함으로써, 진동의 발생을 억제할 수 있다.

[0053] 구동 기구 (83) 의 동작은 제어 장치 (CONT) 로 제어된다. 제어 장치 (CONT) 는, 3 개의 구동 기구 (83) 를 사용하여, 연결 부재 (82) 에 접속되어 있는 제 2 노즐 부재 (72) 를 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 대해서 구동한다 (변위 또는 이동시킨다). 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 복수의 구동 기구 (83) 의 각각의 구동량을 조정함으로써, 연결 부재 (82) 에 접속되어 있는 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세 (기울기) 중 적어도 어느 일방을 조정한다. 본 실시형태에 있어서는, 구동 기구 (83) 는 3 개 설치되어 있고, 제어 장치 (CONT) 는 복수의 구동 기구 (83) 의 각각의 구동량을 조정함으로써, 제 2 노즐 부재 (72) 를  $\Theta X$  방향,  $\Theta Y$  방향, 및  $Z$  축 방향의 3 자유도의 방향에 관해서 구동할 수 있다.

[0054] 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 기관 (P) 표면의 면위치 정보를 검출하는 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 기초하여, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세 중 적어도 어느 일방을 조정한다.

[0055] 또한 여기에서는, 노즐 조정 기구 (80) 는 3 개의 구동 기구 (83) 를 갖고 있지만, 구동 기구 (83) 의 수 및 위치는 임의로 설정 가능하다. 예를 들어 구동 기구 (83) 를 6 개 설치하고, 제 2 노즐 부재 (72) 가 6 자유도의 방향 ( $X$  축,  $Y$  축,  $Z$  축,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ , 및  $\Theta Z$  방향) 에 관해서 구동 (변위 또는 이동) 되도록 해도 된다. 이와 같이, 구동 기구 (83) 의 수 및 위치는, 제 2 노즐 부재 (72) 를 구동하고자 하는 자유도의 수에 따라 적절하게 설정하면 된다.

[0056] 다음으로, 상기 기술한 구성을 갖는 노광 장치 (EX) 를 이용하여 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 에 투영함으로써, 기관 (P) 을 노광하는 방법에 대하여 설명한다.

[0057] 기관 홀더 (PH) 에 기관 (P) 이 로딩된 후, 제어 장치 (CONT) 는, 액침 기구 (100) 의 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 사용하여 기관 (P) 상에 대한 액체 (LQ) 의 공급 및 회수를 실시한다. 액침 기구 (100) 에 의한 액체 공급 동작 및 액체 회수 동작에 의해, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 및 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1) 과 기관 (P) 표면 사이에 액체 (LQ) 가 채워져, 기관 (P) 상에는 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 이 국소적으로 형성된다.

[0058] 본 실시형태에 있어서의 노광 장치 (EX) 는, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을  $X$  축 방향 (주사 방향) 으로 이동시키면서 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 에 투영함으로써, 기관 (P) 은  $X$  축 방향으로 이동하면서 주사 노광된다. 주사 노광시에는, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 및 투영 광학계 (PL) 를 통하여 마스크 (M) 의 일부의 패턴 이미지가 투영 영역 (AR1) 내에 투영되고, 마스크 (M) 가  $-X$  방향 (또는  $+X$  방향) 으로 속도 ( $V$ ) 로 이동하는 것에 동기하여, 기관 (P) 이 투영 영역 (AR1) 에 대해서  $+X$  방향 (또는  $-X$  방향) 으로 속도 ( $\beta \cdot V$ ;  $\beta$  는 투영 배율) 로 이동한다. 기관 (P) 상에는 복수의 쇼트 영역이 형성되어 있고, 1 개의 쇼트 영역으로의 노광 종료 후에, 기관 (P) 의 스텝 이동에 의해 다음의 쇼트 영역이 주사 개시 위치로 이동하고, 이하, 스텝·앤드·스캔 방식으로 기관 (P) 을 이동하면서 각 쇼트 영역에 대한 주사 노광 처리가 순차 실시된다.

[0059] 각 쇼트 영역의 주사 노광 중에 있어서는, 기관 (P) 의 면위치 정보 ( $Z$  방향의 위치 정보 및 경사 정보) 가 포커스·레벨링 검출계 (30) 에 의해 검출된다. 제어 장치 (CONT) 는, 기관 (P) 의 주사 노광 중에, 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 기초하여, 기관 (P) 표면과 투영 광학계 (PL) 의 이미지면의 위치 관계를 조정한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는, 기관 (P) 표면과 투영 광학계 (PL) 및 액체 (LQ) 를 통하여 형성되는 이미지면을 합치시키도록, 기관 스테이지 구동 기구 (PSTD) 를 통하여 기관 스테이지 (PST) 를 구동하여, 그 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 의 면위치 ( $Z$  위치,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ ) 를 조정한다. 또한,

기판 (P) 과 투영 광학계 (PL) 의 이미지면의 위치 관계를 조정하는 조정 기구로서는, 기판 (P) 표면의 면위치를 조정하는 기판 스테이지 (PST ; 기판 스테이지 구동 기구 (PSTD)) 뿐만 아니라, 예를 들어 일본 공개특허공보 소60-78454호에 개시되어 있는, 투영 광학계 (PL) 에 설치되어 있는 결상 특성 조정 장치이어도 된다. 결상 특성 조정 장치는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학 소자 중 특정한 광학 소자를 구동하거나, 경통 (PK) 내부의 압력 조정을 실시함으로써, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면 위치를 조정할 수 있다. 따라서, 제어 장치 (CONT) 는, 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 기초하여 결상 특성 조정 장치를 구동함으로써, 기판 (P) 표면과 투영 광학계 (PL) 의 이미지면의 위치 관계를 조정하고, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 기판 (P) 표면을 합치시킬 수 있다. 또한, 기판 스테이지 (PST) 의 구동과 결상 특성 조정 장치의 구동을 병용하여, 기판 (P) 표면과 투영 광학계 (PL) 의 이미지면을 합치시키도록 해도 된다.

[0060] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 면위치 (Z 위치,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ ) 에 따라, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세 (Z 위치,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ ) 의 적어도 일방을 조정한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 표면의 면위치 정보, 즉 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 기초하여, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정하고, 제 2 노즐 부재 (72) 의 환상의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면과 상대 거리 및 상대 경사 중 적어도 일방을 원하는 상태로 유지하도록 조정한다.

[0061] 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리 또는 상대 경사가 변동하면, 액체 (LQ) 를 양호하게 유지할 수 없고, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가 유출되거나, 액침 영역 (AR2) 으로 기포가 혼입될 가능성이 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 주사 노광 중에 있어서, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리 및 상대 경사를 거의 일정하게 유지하도록, 구동 기구 (83) 를 구동하여, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치와 자세의 적어도 일방을 조정한다. 이로써, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 사이에 액체 (LQ) 를 양호하게 유지하여, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가 유출되거나, 액침 영역 (AR2) 에 기포가 혼입되는 것의 발생을 방지할 수 있다.

[0062] 본 실시형태에 있어서는, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 표면과 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 의 거리를 L1 (대략 1mm) 로, 또한 기판 (P) 표면과 하면 (72A) 이 거의 평행해지도록 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정한다. 즉, 도 4(A) 에 나타내는 모식도와 같이, 기판 (P) 의 주사 노광 중에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 기판 (P) 표면을 합치시키기 위해, 기판 (P) 표면의 Z 축 방향의 위치가 변동된 경우에는, 제어 장치 (CONT) 는, 구동 기구 (83) 에 의해 제 2 노즐 부재 (72) 의 Z 축 방향에 관한 위치를 바꾸고, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리를 소정 거리 (L1) 로 유지한다. 또한, 도 4(B), 도 4(C) 에 나타내는 바와 같이, 기판 (P) 표면이  $\theta X$  방향 또는  $\theta Y$  방향으로 경사진 경우에는, 제어 장치 (CONT) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리를 소정 거리 (L1) 로 유지하면서, 구동 기구 (83) 에 의해 제 2 노즐 부재 (72) 의  $\theta X$  방향 또는  $\theta Y$  방향에 관한 위치 (제 2 노즐 부재 (72) 의 기울기) 를 바꾸고, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 경사를 거의 평행하게 유지한다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 표면 위치의 변화에 따라, 구동 기구 (83) 를 구동하고, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 을 기판 (P) 표면의 법선 방향, 및 경사 방향으로 이동시킨다. 또한, 제 2 노즐 부재 (72) 의 초기 위치 및 초기 기울기는, 기판 (P) 의 기준면 위치 (설계치) 와의 관계에서, 각각 미리 소정의 값으로 설정되어 있고, 구동 기구 (83) 는 그 설정된 초기값을 기준으로 하여 제 2 노즐 부재 (72) 를 변위시켜, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리를 소정 거리 (L1) 로 유지함과 함께, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 평행을 유지한다.

[0063] 이와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 주사 노광 중에 있어서, 기판 (P) 의 면위치의 변화에 추종하도록, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정함으로써, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기판 (P) 표면의 상대 거리 및 상대 경사를 일정하게 유지할 수 있다.

[0064] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A ; 71A, 72A), 경통 (PK) 의 하면 (TK), 및 투영 광학계 (PL ; 광학 소자 (LS1)) 의 하면 (T1) 이 거의 면일하게 되어 있다. 따라서, 액침 영역 (AR2) 은, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 및 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1) 과 기판 (P) 사이에 양호하게 형성된다. 단, 하면 (71A), 하면 (72A), 하면 (TK), 및 하면 (T1) 은, 반드시 면일하게 되어 있을 필요는 없고, 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 유지할 수 있도록 각 하면의 Z 방향의 위치를 설정할 수 있다. 또한, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 와 접촉하는 액체 접촉면인 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 이나 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1), 경통 (PK) 의 하면 (TK) 을 액체 (LQ) 에 대하여 친액성으로 해놓음으로써, 액침 영역 (AR2) 을 더욱 양호하게 원하는 상태로 유지할 수 있다. 또, 기판 (P) 의 주위에는 기판 (P) 표면과 거의 면일한 상면 (51) 이 형성

되어 있고, 기관 (P) 의 에지부의 외측에는 단차부 (段差部) 가 거의 없는 상태로 되어 있다. 따라서, 기관 (P) 표면의 에지 영역을 액침 노광할 때 등에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면 측에 액체 (LQ) 를 유지하여 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 형성할 수 있다. 또한, 기관 (P) 의 에지부와 그 기관 (P) 의 주위에 형성된 평탄면 (상면 ; 51) 사이에는 0.1 ~ 1mm 정밀도의 간극이 있지만, 액체 (LQ) 의 표면 장력에 의해 그 간극에 액체 (LQ) 가 침입하는 경우는 거의 없다. 또한, 상면 (51) 을 액체 (LQ) 에 대하여 발액성으로 해놓음으로써, 액침 영역 (AR2) 의 일부가 상면 (51) 상에 배치되었을 경우 (즉, 액침 영역 (AR2) 을 형성하는 액체 (LQ) 가, 기관 (P) 과 기관 스테이지 (PST) 의 상면 (51) 과 노즐 부재의 하면 (70A) 과 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1) 사이에 유지되는 경우) 이어도, 기관 스테이지 (PST) 외측으로의 액체 (LQ) 의 유출을 억제할 수 있어, 상면 (51) 상에 액체 (LQ) 가 잔류하는 경우도 방지할 수 있다.

[0065] 본 실시형태에 있어서는, 액체 회수 기구 (20) 는, 액체 회수부 (21) 에 형성된 진공계를 구동함으로써, 회수구 (22) 를 통하여 액체 (LQ) 를 회수한다. 그 경우, 액체 (LQ) 는 주위의 기체와 함께 회수구 (22) 를 통하여 회수될 가능성이 있다. 그 때문에, 회수구 (22) 를 갖는 제 2 노즐 부재 (72) 는, 제 1 노즐 부재 (71) 에 비하여 진동이 발생되기 쉽다. 그런데, 제 1 노즐 부재 (71) 와 제 2 노즐 부재 (72) 사이 (서로 기계적으로 비접속) 에는 갭 (G2) 이 형성되어 있기 때문에, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이, 제 1 노즐 부재 (71) 및 그 제 1 노즐 부재 (71) 에 접속되어 있는 경통 (PK ; 투영 광학계 (PL)) 에 직접적으로 전달되는 것은 아니다.

[0066] 또한, 제 2 노즐 부재 (72) 는, 패시브 방진 기구를 포함하는 지지 기구 (81) 에 의해 메인 칼럼 (1 ; 하측 단부 (8)) 에 지지되어 있기 때문에, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이, 메인 칼럼 (1) 에 전해지는 경우도 억제되고 있다.

[0067] 또, 제 2 노즐 부재 (72) 를 지지 기구 (81) 를 통하여 지지하고 있는 메인 칼럼 (1) 과, 투영 광학계 (PL) 의 경통 (PK) 을 플랜지 (PF) 를 통하여 지지하고 있는 경통 정반 (5) 은, 방진 장치 (47) 를 통하여 진동적으로 분리되고 있다. 따라서, 지지 기구 (81) 의 패시브 방진 기구와 방진 장치 (47) 의 각각의 기능에 의해, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이 투영 광학계 (PL) 에 전달되는 것이 방지되고 있다. 또한, 메인 칼럼 (1) 과, 기관 스테이지 (PST) 를 지지하고 있는 기관 정반 (6) 은, 방진 장치 (49) 를 통하여 진동적으로 분리되고 있다. 따라서, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이, 메인 칼럼 (1) 및 베이스 (9) 를 통하여 기관 스테이지 (PST) 에 전달되는 것도 방지되고 있다. 또한, 메인 칼럼 (1) 과, 마스크 스테이지 (MST) 를 지지하고 있는 마스크 정반 (4) 은, 방진 장치 (46) 를 통하여 진동적으로 분리되어 있다. 따라서, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이 메인 칼럼 (1) 을 통하여 마스크 스테이지 (MST) 에 전달되는 것도 방지되고 있다.

[0068] 한편, 제 1 노즐 부재 (71) 는, 회수구를 가지지 않고 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 만을 갖고 있고, 공급구 (12) 를 통하여 액체 (LQ) 를 공급할 때에는, 노광 정밀도에 영향을 미칠 정도의 진동이 발생할 가능성은 작다. 따라서, 제 1 노즐 부재 (71) 가 투영 광학계 (PL) 의 경통 (PK) 에 접속되어 있어도, 제 1 노즐 부재 (71) 에 기인하여 노광 정밀도에 영향을 미칠 정도의 진동이 투영 광학계 (PL ; 경통 (PK)) 에 발생할 가능성은 낮아, 노광 정밀도는 유지된다.

[0069] 또한, 갭 (G2) 은, 제 2 노즐 부재 (72) 가 구동 기구 (83) 에 의해 구동되어도, 제 2 노즐 부재 (72) 와 제 1 노즐 부재 (71) 가 닿지 않을 (간섭하지 않을) 정도의 거리를 갖고 있다. 따라서, 구동 기구 (83) 에 의한 제 2 노즐 부재 (72) 의 구동은 방해되지 않는다. 또한, 제 2 노즐 부재 (72) 의 구동을 방해하지 않도록, 제 2 노즐 부재 (72) 에 접속되는 회수관 (23) 의 적어도 일부는, 신축 가능하며 가요성을 갖는 튜브 등으로 구성되어 있는 것이 바람직하다.

[0070] 또한, 주사 노광을 위한 기관 (P) 의 이동에 따라, 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1) 및 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 과 기관 (P) 사이에 존재하는 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가, 이동하는 기관 (P) 에 끌려가듯이 이동할 가능성이 있다. 예를 들어 도 5 에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동함에 따라, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 의 일부가 +X 방향으로 이동할 가능성이 있다. 그런데, 제 1 노즐 부재 (71) 와 제 2 노즐 부재 (72) 사이에는 갭 (G2) 이 형성되어 있고, 그 갭 (G2) 의 상단부는 대기 개방되어 있으므로, 액체 (LQ) 는 갭 (G2) 에 출입할 수 있다. 따라서, 노즐 부재 (70) 의 크기 (직경) 가 작아도, 회수구 (22) 의 외측으로 액체 (LQ) 가 유출되는 것을 억제할 수 있다.

[0071] 또한, 갭 (G2) 에 존재하는 기체가 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 에 혼입될 가능성을 생각할 수 있는데, 갭 (G2) 은, 노광광 (EL) 의 광로 (투영 영역 (AR1)) 에 대하여, 공급구 (12) 보다 외측에 형성되어 있고, 공급구

(12)로부터 공급된 액체 (LQ)의 일부는, 공급구 (12)보다 외측으로 향하는 액체의 흐름을 형성하고 있다 (도 5 중, 화살표 y1 참조). 따라서, 겹 (G2)으로부터 액체 영역 (AR2)의 액체 (LQ)중에 기포가 혼입되어도, 공급구 (12)로부터 공급된 액체 (LQ)의 일부의 흐름에 의해, 그 혼입된 기포는 노광광 (EL)의 광로에 대하여 멀어지도록 이동한다. 그 때문에, 혼입된 기체 (기포)가 노광광 (EL)의 광로에 침입하여 기관 (P) 상으로의 마스크 (M)의 패턴의 전사 정밀도가 열화되는 것의 발생을 방지할 수 있다.

[0072] 이상 설명한 바와 같이, 노즐 부재 (70)의 하면 (70A)과 기관 (P)표면 사이에 액체 (LQ)를 유지함으로써 액체 영역 (AR2)을 형성했을 경우, 기관 (P)의 면위치에 따라 노즐 부재 (70)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 일방을 조정함으로써, 노즐 부재 (70)와 기관 (P)의 위치 관계를 원하는 상태로 유지할 수 있다. 따라서, 주사 노광 중에 있어서 기관 (P)의 면위치가 변화하여도, 액체 (LQ)는 노즐 부재 (70)와 기관 (P)사이에 양호하게 유지되고, 나아가서는 투영 광학계 (PL)와 기관 (P)사이에도 양호하게 유지된다. 따라서, 기관 (P)의 외측으로의 액체 (LQ)의 유출이나 액체 (LQ)중으로의 기포의 혼입이 억제되어, 노광 장치 (EX)는 노광 처리를 정밀도 좋게 실시할 수 있다.

[0073] 특히, 본 실시형태에 있어서는, 제 1, 제 2 노즐 부재 (71, 72) 중, 회수구 (22)를 갖는 제 2 노즐 부재 (72)의 위치 및 자세의 적어도 일방이 조정되므로, 기관 (P)의 면위치의 변화에 추종하면서, 제 2 노즐 부재 (72)의 회수구 (22)를 통하여 액체 (LQ)를 양호하게 회수할 수 있다. 따라서, 기관 (P)의 주사 노광 중에 있어서도, 액체 회수 기구 (20)는 액체 (LQ)를 양호하게 회수할 수 있다. 또한, 제 1 노즐 부재 (71)를 경통 (PK)에 접속하지 않고, 제 2 노즐 부재 (72)와 동일하게 구동 기구를 갖는 지지 기구를 통하여 메인 칼럼 (1)의 하측 단부에 지지하고, 제 1 노즐 부재 (71)의 위치 및 자세 (Z 방향의 위치 및 경사)의 적어도 일방을, 제 2 노즐 부재 (72)와는 독립적으로, 기관 (P)의 면위치에 따라 조정하도록 해도 된다.

[0074] <제 2 실시형태>

[0075] 다음으로, 본 발명의 제 2 실시형태에 대하여 도 6을 참조하면서 설명한다. 여기에서, 이하의 설명에 있어서, 상기 기술한 실시형태와 동일 또는 동등한 구성 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 간략 혹은 생략한다.

[0076] 제 2 실시형태의 특징적인 부분은, 노즐 부재 (70)는 1개의 부재로 구성되어 있고, 노즐 부재 (70)의 하면 (70A)에, 액체 (LQ)를 공급하는 공급구 (12)와 액체 (LQ)를 회수하는 회수구 (22)가 각각 형성되어 있는 점에 있다. 도 6에 있어서, 노즐 부재 (70)는, 투영 광학계 (PL)를 둘러싸도록 형성된 환상 부재로서, 투영 광학계 (PL)의 경통 (PK)의 외측면 (PKC)과 노즐 부재 (70)의 내측면 (70S)사이에는 소정의 겹 (G3)이 형성되어 있다. 이 겹 (G3)에 의해, 액체 (LQ)의 공급이나 회수에 따라 노즐 부재 (70)에 진동이 발생되어도, 그 진동이 투영 광학계 (PL)에 직접적으로 전달되는 것이 방지되고 있다. 그리고, 그 노즐 부재 (70)가 구동 기구 (83)를 갖는 지지 기구 (81)를 통하여 메인 칼럼 (1)의 하측 단부 (8)에 지지되어 있다. 기관 (P)을 주사 노광할 때에는, 제어 장치 (CONT)는, 포커스·레벨링 검출계 (30)의 검출 결과에 기초하여, 노즐 부재 (70)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 일방을 조정한다. 이와 같이, 노즐 부재 (70)가 1개의 부재로 구성되어 있는 경우에 있어서도, 기관 (P)의 면위치에 따라, 노즐 부재 (70)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 일방을 조정함으로써, 액체 (LQ)의 유출이나, 액체 영역 (AR2)으로의 기포의 혼입을 방지할 수 있다.

[0077] <제 3 실시형태>

[0078] 다음으로, 도 7을 참조하면서 본 발명의 제 3 실시형태에 대하여 설명한다. 제 3 실시형태가 제 1 실시형태와 상이한, 즉, 제 3 실시형태의 특징적인 부분은, 액체 (LQ)를 공급하는 공급구 (12)가 경통 (PK)의 하면 (TK)에 형성되어 있고, 그 공급구 (12)와 공급관 (13)을 접속하는 내부 유로 (14)가 경통 (PK)내부에 형성되어 있는 점에 있다. 즉, 본 실시형태에 있어서는, 투영 광학계 (PL)를 구성하는 광학 소자 (LS1)를 유지하는 경통 (PK)에, 액체 (LQ)를 공급하기 위한 제 1 노즐 부재가 포함되어 있다. 그리고, 그 공급구 (12)를 갖는 경통 (PK)을 둘러싸도록 제 2 노즐 부재 (72)가 형성되어 있다. 제 2 노즐 부재 (72)는 그 하면 (72A)에 회수구 (22)를 갖고 있고, 지지 기구 (81)를 통하여 메인 칼럼 (1)의 하측 단부 (8)에 지지되어 있다. 제 2 노즐 부재 (72)는, 투영 광학계 (PL)를 둘러싸도록 형성된 환상 부재로서, 투영 광학계 (PL)의 경통 (PK)의 외측면 (PKC)과 제 2 노즐 부재 (72)의 내측면 (72S)사이에는 소정의 겹 (G4)이 형성되어 있다. 이 겹 (G4)에 의해, 회수구 (22)를 통하여 액체 (LQ)를 회수한 것에 따라 제 2 노즐 부재 (72)에 진동이 발생되어도, 그 진동이 투영 광학계 (PL)에 직접적으로 전달되는 것이 방지되고 있다. 한편, 상기 기술한 바와 같이, 공급구 (12)를 통하여 기관 (P)상에 액체 (LQ)를 공급할 때의 진동은 작기 때문

에, 공급구 (12)가 경통 (PK)에 형성되어 있어도, 노광 정밀도에 영향을 미칠 정도의 진동이 액체 (LQ)의 공급에 기인하여 경통 (PK)에 발생하는 경우는 거의 없다. 또한, 공급구 (12)를 경통 (PK)에 형성함으로써, 액침 영역 (AR2)의 크기를 작게 할 수 있다. 그리고, 액침 영역 (AR2)의 소형화에 따라, 기관 스테이지 (PST)의 이동 스트로크를 짧게 할 수 있고, 나아가서는 노광 장치 (EX)전체의 소형화를 도모할 수 있다.

[0079]

<제 4 실시형태>

[0080]

다음으로, 본 발명의 제 4 실시형태에 대하여 도 8을 참조하면서 설명한다. 제 4 실시형태가 제 1 실시형태와 상이한, 즉, 제 4 실시형태의 특징적인 부분은, 노광 장치 (EX)가, 노즐 부재 (70) (제 2 노즐 부재 (72))와 기관 스테이지 (PST)의 상대적인 위치 관계를 검출하는 검출기 (110)를 구비한 점에 있다. 그리고, 제어 장치 (CONT)는, 검출기 (110)의 검출 결과에 기초하여, 제 2 노즐 부재 (72)의 위치 및 자세 중 적어도 어느 일방을 조정한다.

[0081]

검출기 (110)는, 기관 스테이지 (PST)와 제 2 노즐 부재 (72)의 X축 방향에 관한 위치 관계를 계측하는 X간섭계 (111)와, 기관 스테이지 (PST)와 제 2 노즐 부재 (72)의 Y축 방향에 관한 위치 관계를 계측하는 Y간섭계 (112) (단, 도 8에는 도시되어 있지 않다)와, 기관 스테이지 (PST)와 제 2 노즐 부재 (72)의 Z축 방향에 관한 위치 관계를 계측하는 Z간섭계 (113)를 구비하고 있다. 이들 각 간섭계 (111 ~ 113)는 기관 스테이지 (PST)중 노광 처리를 방해하지 않는 소정 위치에 설치되어 있다. 도 8에 있어서는, 각 간섭계 (111 ~ 113)는 기관 스테이지 (PST)의 측면에 설치되어 있다.

[0082]

검출기 (110)는 복수 (2개)의 X간섭계 (111; 111A, 111B)를 구비하고 있다. 구체적으로는, 검출기 (110)는, 기관 스테이지 (PST)의 측면에서 Y축 방향으로 나란하게 설치된 2개의 X간섭계 (111A, 111B)를 구비하고 있다. 또한, 제 2 노즐 부재 (72)의 측면에는, X간섭계 (111A, 111B)의 각각에 대응하는 반사면 (114; 114A, 114B)이 형성되어, X간섭계 (111)의 계측 빔은 반사 미러를 통하여 반사면 (114)에 조사된다. 제어 장치 (CONT)는, X간섭계 (111A, 111B)중 적어도 어느 일방의 계측 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의 X축 방향에 관한 위치를 구할 수 있다. 또한 제어 장치 (CONT)는, 복수의 X간섭계 (111A, 111B)의 각각의 계측 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의  $\theta Z$  방향에 관한 위치를 구할 수 있다.

[0083]

또한, 검출기 (110)는 Y간섭계 (118)를 1개 구비하고 있다. 구체적으로는, 검출기 (110)는, 기관 스테이지 (PST)의 측면에 설치된 Y간섭계 (118)를 구비하고 있다. 또, 제 2 노즐 부재 (72)의 측면에는, Y간섭계에 대응하는 반사면 (도시 생략)이 형성되어 있다. 제어 장치 (CONT)는, Y간섭계의 계측 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의 Y축 방향에 관한 위치를 구할 수 있다.

[0084]

또한, 검출기 (100)는 복수 (3개)의 Z간섭계 (113)를 구비하고 있다. 구체적으로는, 검출기 (110)는, 기관 스테이지 (PST)의 측면에 있어서 X축 방향으로 나란하게 설치된 Z간섭계 (113A, 113B)와, 그 Z간섭계 (113B)에 대하여 Y축 방향에 관하여 나란한 위치에 설치된 Z간섭계 (113C; 단, 도 8에는 도시되어 있지 않다)를 구비하고 있다. 또, 제 2 노즐 부재 (72)의 측면에는, Z간섭계 (113A, 113B, 113C)의 각각에 대응하는 반사면 (116; 116A, 116B, 116C)이 형성되어 있다. Z간섭계 (113)의 계측 빔은 반사 미러를 통하여 반사면 (116)에 조사된다. 제어 장치 (CONT)는, Z간섭계 (113A, 113B, 113C)중 적어도 어느 하나의 계측 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의 Z축 방향에 관한 위치를 구할 수 있다. 또한 제어 장치 (CONT)는, 복수의 Z간섭계 (113A, 113B, 113C)중 적어도 어느 2개의 계측 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의  $\theta X$  방향 및  $\theta Y$  방향에 관한 위치, 즉 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의 기울기를 구할 수 있다.

[0085]

이와 같이, 제어 장치 (CONT)는, 복수의 간섭계 (111 ~ 113)의 계측 결과에 기초하여, 6자유도의 방향 (X축, Y축, Z축,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ , 및  $\theta Z$  방향)에 관한 기관 스테이지 (PST)에 대한 제 2 노즐 부재 (72)의 위치를 구할 수 있다.

[0086]

또한, X간섭계, Y간섭계, 및 Z간섭계의 수 및 배치는 임의로 설정 가능하다. 예를 들어 X간섭계를 1개로 하고, Y간섭계를 2개 설치해도 된다. 요점은, 복수의 간섭계를 이용하여 제 2 노즐 부재 (72)의 6자유도 (적어도 Z위치,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ )의 방향에 관한 위치가 계측 가능하도록 구성되어 있어도 된다. 또한, 검출기 (110)로서는, 간섭계에 한정되지 않고, 예를 들어 정전 용량 센서, 인코더 등, 다른 구성을 갖는 위치 계측기를 이용하는 것도 가능하다.

- [0087] 각 간섭계 (111 ~ 113) 와 제어 장치 (CONT) 는 접속되어 있고, 각 간섭계 (111 ~ 113) 의 계측 결과는, 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는, 복수의 간섭계 (111 ~ 113) 의 계측 결과에 기초하여, 6 자유도의 방향 (X 축, Y 축, Z 축,  $\theta X$ ,  $\theta Y$ , 및  $\theta Z$  방향) 에 관한 기관 스테이지 (PST) 에 대한 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치를 구할 수 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 구한 위치 정보에 기초하여, 기관 (P) 의 주사 노광 중에, 구동 기구 (83) 를 구동하여, 기관 스테이지 (PST) 와 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 관계를 조정한다. 여기서, 제어 장치 (CONT) 에 접속되어 있는 기억 장치 (MRV) 에는, 기관 스테이지 (PST) 와 제 2 노즐 부재 (72) 의 최적의 위치 관계에 관한 정보가 미리 기억되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 검출기 (100) 의 검출 결과에 기초하여, 기관 스테이지 (PST) 와 제 2 노즐 부재 (72) 의 최적의 위치 관계를 유지하도록, 기억 장치 (MRV) 에 기억되어 있는 기억 정보에 기초하여, 기관 (P) 의 주사 노광 중에, 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정한다.
- [0088] 또한, 제 4 실시형태에 있어서는, 제어 장치 (CONT) 의 기억 장치 (MRV) 에는, 기관 (P) 표면과 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 의 거리를 L1 (대략 1mm), 또한 기관 (P) 표면과 하면 (72A) 을 거의 평행하게 하기 위한 정보가 기억되어 있다.
- [0089] 이와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과에 의하지 않고, 검출기 (110) 에서 검출한 기관 스테이지 (PST) 의 위치 정보에 기초하여, 제 2 노즐 부재 (72) (노즐 부재 (70)) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정하여, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기관 (P) 표면의 위치 관계를 원하는 상태로 유지할 수 있다. 또한, 포커스·레벨링 검출계 (30) 의 검출 결과와 검출기 (110) 의 검출 결과에 기초하여, 제 2 노즐 부재 (72 ; 노즐 부재 (70)) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정하여, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기관 (P) 표면의 위치 관계를 원하는 상태로 유지하도록 해도 된다. 또한, 상기 기술한 제 2 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 본 실시형태의 검출기 (110) 를 설치하여, 노즐 부재 (70) 의 위치 및 기울기의 적어도 일방을 조정하도록 해도 되고, 상기 기술한 제 3 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 본 실시형태의 검출기 (110) 를 설치하여 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 기울기의 적어도 일방을 조정하도록 해도 된다.
- [0090] <제 5 실시형태>
- [0091] 다음으로, 본 발명의 제 5 실시형태에 대하여 도 9 를 참조하면서 설명한다. 제 5 실시형태의 특징적인 부분은, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 과 기관 (P) 표면의 상대 거리 및 상대 경사의 적어도 일방을 소정 상태로 유지하기 위한 노즐 조정 기구 (80') 가, 액침 영역 (AR2) 보다도 외측의 기관 (P) 표면에 기체를 분무하는 취출구 (151) 를 갖는 기체 취출 기구 (150) 를 포함하고 있는 점에 있다.
- [0092] 도 9 에 있어서, 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 를 갖는 제 1 노즐 부재 (71) 는 투영 광학계 (PL) 의 경통 (PK) 에 간극 없이 접속되고, 액체 (LQ) 를 회수하는 회수구 (22) 를 갖는 제 2 노즐 부재 (72) 는 지지 기구 (81') 를 통하여 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 지지되어 있다. 지지 기구 (81') 는, 연결 부재 (82) 와, 연결 부재 (82) 의 상단부와 하측 단부 (8) 사이에 설치된 패시브 방진 기구 (84) 를 구비하고 있다. 패시브 방진 기구 (84) 는, 예를 들어 공기 스프링이나 코일 스프링을 포함하여 구성되어 있다. 즉, 본 실시형태에 있어서의 지지 기구 (81') 는, 액추에이터를 포함하는 구동 기구 (83) 를 갖고 있지 않다. 그리고, 연결 부재 (82) 의 하단부와 제 2 노즐 부재 (72) 의 상면이 접속되어 있다.
- [0093] 제 2 노즐 부재 (72) 의 외측면 (72C) 에는, 접속 부재 (153) 를 통하여, 기관 (P) 표면과 대향하는 하면 (152A) 을 갖는 취출 부재 (152) 가 접속되어 있다. 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 은 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A ; 71A, 72A) 과 거의 면일하다. 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 에는, 기관 (P) 표면에 기체를 분무하는 취출구 (151) 가 형성되어 있다. 기체 취출 기구 (150) 는 기체 공급부 (155) 를 갖고 있고, 기체 공급부 (155) 로부터 공급된 기체는, 공급관 (154) 을 통하여 취출구 (151) 로부터 분출된다. 상기 기술한 실시형태와 동일하게, 액침 기구 (100) 는, 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 을 기관 (P) 상에 국소적으로 형성하지만, 기체 취출 기구 (150) 의 취출구 (151) 는, 액침 기구 (100) 에 의해 형성되는 액침 영역 (AR2) 보다 외측의 기관 (P) 표면에 기체를 분무한다. 기체 취출 기구 (150) 의 취출구 (151) 는, 액침 영역 (AR2) 의 예지부 근방에 기체를 분출하도록 형성되어 있다.
- [0094] 도 10 은, 제 2 노즐 부재 (72) 의 외측에 접속된 취출 부재 (152) 와 기관 (P) 의 관계를 모식적으로 나타낸 평면도이다. 도 10 에 나타내는 바와 같이, 접속 부재 (153) 는 3 개 형성되고, 접속 부재 (153) 각각은, 제 2 노즐 부재 (72) 의 둘레방향 ( $\theta Z$  방향) 을 따라 대략 등간격 (120° 간격) 으로 배치되어 있다. 그 접속 부재 (153) 에 접속된 취출 부재 (152) 도 대략 등간격 (120° 간격) 으로 3 개 형성되어 있고, 제 2 노즐 부재 (72) 를 둘러싸도록 배치되어 있다. 따라서, 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 에 형성된 취출구 (151)

는, 제 2 노즐 부재 (72) 를 둘러싸도록 복수 형성되어 있다. 복수의 취출구 (151) 의 각각으로부터 분출되는 단위 시간당의 기체 공급량 (기체 분무량) 은 거의 동일 값으로 설정되어 있다.

[0095]

노즐 조정 기구 (80') 는, 기체 취출 기구 (150) 의 취출 부재 (152) 에 형성된 취출구 (151) 로부터 기관 (P) 표면을 향하여 분무하는 기체의 힘에 의해, 취출 부재 (152) 에 접속 부재 (153) 를 통하여 접속되어 있는 제 2 노즐 부재 (72) 를 기관 (P) 에 대해서 부상하도록 지지한다. 기관 (P) 에 대해서 부상 지지되는 제 2 노즐 부재 (72) 는, 기관 (P) 표면과의 사이의 상대 거리 및 상대 경사가 유지된다. 따라서, 기관 (P) 의 주사 노광 중에 있어서, 기관 (P) 의 면위치가 변화되었을 경우, 기체 취출 기구 (150) 를 포함하는 노즐 조정 기구 (80') 는, 기관 (P) 에 대해서 부상 지지되어 있는 제 2 노즐 부재 (72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을, 기관 (P) 의 면위치의 변화에 추종시킬 수 있다. 제 2 노즐 부재 (72) 에 연결된 연결 부재 (82) 와 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 사이에는, 공기 스프링이나 코일 스프링을 포함하는 패시브 방진 기구 (84) 가 설치되어 있다. 따라서, 제 2 노즐 부재 (72) 는, 패시브 방진 기구 (84) 에 의해, 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 대해서 요동 가능하게 되어 있다. 그 때문에, 제 2 노즐 부재 (72) 가 기관 (P) 의 면위치에 추종하도록 이동하는 것은 방해되지 않는다. 또한, 기관 (P) 의 면위치는 상기 기술한 실시형태와 같이 포커스·레벨링 검출계 또는 그 외의 검출계에서 검출할 수 있다.

[0096]

본 실시형태에 있어서는, 기체 취출 기구 (150) 는, 액침 영역 (AR2) 의 에지부 근방에 기체를 분출하고 있다. 액침 영역 (AR2) 의 에지 근방에 기체가 분출되기 때문에, 그 기체의 흐름에 의해, 액침 영역 (AR2) 의 확대나, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 의 유출을 억제할 수 있다. 또한, 액침 영역 (AR2) 의 근방에 기체가 흐르기 때문에, 액침 영역 (AR2) 에는 그 액침 영역 (AR2) 의 에지부를 통하여 기체 (기포) 가 혼입될 가능성이 발생한다. 그런데, 액침 영역 (AR2) 의 에지부 근방에는 회수구 (22) 가 형성되어 있으므로, 예를 들어 액침 영역 (AR2) 의 에지부를 통하여 기포가 혼입되었다고 해도, 기포는 즉시 회수구 (22) 로부터 회수된다. 또한, 도 5 를 참조하여 설명한 바와 같이, 공급구 (15) 로부터 공급되는 액체 (LQ) 의 흐름에 의해, 액침 영역 (AR2) 의 에지부를 통하여 혼입된 기포가 노광광 (EL) 의 광로 상에 침입하는 것도 방지되고 있다. 또한, 기체를 분출하는 취출구 (151) 를 액침 영역 (AR2) 으로부터 떨어진 위치에 형성하는 것도 물론 가능하다. 이렇게 함으로써, 액침 영역 (AR2) 에 기체 (기포) 가 혼입될 가능성을 저감시킬 수 있다.

[0097]

또한, 본 실시형태에 있어서는, 취출 부재 (152) 는 3 개 형성되어 있지만, 제 2 노즐 부재 (72) 를 기관 (P) 에 대해서 부상 지지할 수 있으면, 그 수 및 배치는 임의로 설정 가능하다. 혹은, 취출 부재 (152) 는 제 2 노즐 부재 (72) 를 둘러싸는 환상 부재이어도 된다. 그리고, 환상으로 형성된 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 의 복수의 소정 위치의 각각에 취출구 (151) 가 형성되어 있어도 된다. 또한, 본 실시형태에 있어서는, 취출구 (151) 를 갖는 취출 부재 (152) 는 제 2 노즐 부재 (72) 에 접속되어 있지만, 예를 들어 도 6 을 참조하여 설명한 바와 같은, 공급구 (12) 및 회수구 (22) 의 쌍방을 갖는 노즐 부재 (70) 에 취출구 (151) 를 갖는 취출 부재 (152) 가 접속되어도 된다. 또한, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 과 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 은, 액침 영역 (AR2) 이 양호하게 형성되는 조건에 있어서는, 반드시 면일하게 하지 않아도 된다.

[0098]

<제 6 실시형태>

[0099]

다음으로, 도 11 을 참조하면서 본 발명의 제 6 실시형태에 대하여 설명한다. 제 6 실시형태의 특징적인 부분은, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 에, 기체를 분출하는 취출구 (151) 가 형성되어 있는 점에 있다. 보다 구체적으로는, 취출구 (151) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 형성되어 있고, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 대해서, 회수구 (22) 보다 외측에 형성되어 있다. 또한, 취출구 (151) 보다 더욱 외측에는, 기체를 흡인하는 흡인구 (156) 가 형성되어 있다. 노즐 조정 기구 (80') 는, 취출구 (151) 로부터 분출되는 기체와, 흡인구 (156) 를 통하여 흡인되는 기체의 밸런스에 의해, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 과 기관 (P) 표면 사이의 상대 거리 및 상대 경사를 소정 상태로 유지한다. 이와 같이, 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 에 취출구 (151) 및 흡인구 (156) 를 형성하는 것도 가능하다. 그리고 본 실시형태에 있어서는, 기체를 흡인하는 흡인구 (156) 가 형성되어 있기 때문에, 기관 (P) 에 대한 제 2 노즐 부재 (72) 의 부상 지지를 양호하게 실시할 수 있다. 또한, 흡인구 (156) 는 취출구 (151) 에 대해서 액침 영역 (AR2) 보다 외측 (액침 영역 (AR2) 과는 떨어진 위치) 에 형성되어 있기 때문에, 흡인구 (156) 에 액체 (LQ) 가 침입하는 것이 억제되어 있다. 물론, 흡인구 (156) 를 취출구 (151) 와 회수구 (22) 사이에 형성하도록 해도 된다. 또한, 흡인구 (156) 를, 도 9 등을 참조하여 설명한 취출 부재 (152) 의 하면 (152A) 에 형성할 수 있다. 나아가, 도 6 을 참조하여 설명한 바와 같은, 공급구 (12) 및 회수구 (22) 의 쌍방을 갖는 노즐 부재 (70) 의 하면 (70A) 에 취출구 (151) 및 흡인구 (156) 를 형성해도 된다. 또한, 도 11 의 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 있어서, 취출구 (151) 가 형성되어 있는 면과 회수구 (22) 가 형성되어 있는 면은, 액침 영역 (AR2)

이 양호하게 형성되는 조건에 있어서는, 반드시 면일하게 하지 않아도 된다. 또한, 제 6 실시형태에 있어서도, 기관 (P) 의 면위치는 상기 기술한 실시형태와 같이 포커스·레벨링 검출계 또는 그 외의 검출계에서 검출할 수 있다. 또, 제 1 ~ 제 4 실시형태에서 채용되고 있는 지지 기구 (81) 와, 제 5 및 제 6 실시형태에서 채용되고 있는 취출구 (151) 및/또는 흡인구 (156) 를 조합하여 사용해도 된다.

[0100] 또한, 상기 기술한 제 1 ~ 제 6 실시형태에 있어서는, 기관 (P) 상에 액침 영역 (AR2) 을 형성하는 경우에, 기관 (P) 의 표면과 노즐 부재 (70 이나 72) 의 하면의 위치 관계를 원하는 상태로 유지하는 경우에 대하여 설명하고 있지만, 기관 스테이지 (PST) 상, 혹은 기관 (P) 과 기관 스테이지 (PST) 에 걸쳐 액침 영역 (AR2) 을 형성하는 경우 등, 노즐 부재 (70, 72) 에 대하여 배치되어 있는 물체 표면의 면위치의 변화에 맞추어 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정할 수 있다. 따라서, 기관 (P) 의 주사 노광 중에 한정되지 않고, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면 측에 액체 (LQ) 의 액침 영역 (AR2) 을 형성하고 있는 각종의 동작 중에, 필요에 따라, 노즐 부재 (70 이나 72) 의 위치 및 자세 (기울기) 의 적어도 일방의 조정을 실행할 수 있다.

[0101] 또한, 상기 기술한 제 1 ~ 제 6 실시형태에 있어서는, 물체 (기관 (P)) 의 표면과 노즐 부재 (70, 72) 의 하면이 소정 간격으로, 거의 평행해지도록 노즐 부재의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정하고 있지만, 물체 (기관 (P)) 와 노즐 부재 (70, 72) 의 상대 거리 및 상대 경사는, 액체 (LQ) 의 점성, 물체 (기관 (P)) 표면과 액체 (LQ) 의 친화성 (물체 표면에서의 액체 (LQ) 의 접촉각), 물체 (기관 (P)) 의 이동 속도 등을 고려하여, 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 유지할 수 있도록 조정할 수 있다.

[0102] 또한, 상기 기술한 제 1 ~ 제 4 실시형태에 있어서는, 포커스·레벨링 검출계 (30) 나 검출기 (100) 를 사용하여, 기관 (P) 혹은 기관 스테이지 (PST) 의 위치를 광학적으로 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여, 노즐 부재 (70) 의 위치 및 자세 (경사) 의 적어도 일방을 조정하고 있다. 한편, 포커스·레벨링 검출계 (30) 등의 검출 결과에 기초하는 피드백 제어를 실시하지 않고, 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 자세 (경사) 의 적어도 일방을 조정할 수 있다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 기관 (P) 의 주사 노광 전에, 물체 표면 (기관 (P) 표면) 의 면위치 정보를 미리 검출하고, 그 검출 결과를 맵 데이터로서 기억 장치 (MRY) 에 기억시켜 놓는다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 포커스·레벨링 검출계 (30) (혹은 검출기 (100)) 를 사용하지 않고, 기억 장치 (MRY) 에 기억되어 있는 기억 정보 (맵 데이터) 에 기초하여, 구동 기구 (83) 를 사용하여, 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 자세 (경사) 의 적어도 일방을 조정할 수 있다. 이 경우, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측의 근방에서, 물체 (기관 (P)) 표면의 면위치 정보를 검출하는 포커스·레벨링 검출계 (30) 를 생략해도 된다. 예를 들어, 일본 공개특허공보2002-158168호에 개시되어 있는 바와 같이, 기관 (P) 을 노광하는 노광 스테이션으로부터 떨어진 계측 스테이션에서 기관 (P) 의 표면 위치 정보 (맵 데이터) 를 노광 전에 취득하는 경우에는, 그 맵 데이터에 기초하여 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 자세 (경사) 의 적어도 일방을 조정 (피드포워드 제어) 할 수 있다.

[0103] 또, 기관 (P) 을 지지한 기관 스테이지 (PST) 가 기관 스테이지 구동 기구 (PSTD) 의 구동에 기초하여, Z 축 방향,  $\theta X$  방향,  $\theta Y$  방향으로 이동하는 경우에, 제어 장치 (CONT) 는, 기관 스테이지 구동 기구 (PSTD) 의 구동량에 따라, 구동 기구 (83) 를 사용하여, 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및 자세의 적어도 일방을 조정하도록 해도 된다. 이 경우도, 포커스·레벨링 검출계 (30) 등의 검출 결과에 기초하는 피드백 제어를 실시하지 않고, 물체 (기관 (P)) 의 표면과 노즐 부재 (70, 72) 의 하면의 위치 관계를 원하는 상태로 유지할 수 있다.

[0104] <제 7 실시형태>

[0105] 본 실시형태의 노광 장치는, 투영 광학계 (PL) 의 경통이 분할 경통인 것, 및 지지 기구 (81) 가 노즐 플레이트의 구동 기구를 가지지 않는 것을 제외하고, 제 3 실시형태의 노광 장치와 거의 동일한 요소 및 구조를 갖는다. 따라서, 이하의 설명 및 도 12 ~ 15 에 있어서, 상기 기술한 제 1 및 3 실시형태와 동일 또는 동등한 구성 요소에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 간략하게 하거나 혹은 생략한다.

[0106] 본 실시형태의 노광 장치 (EX) 의 제 1 노즐 부재 (71) 는, 도 12 및 13 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학 소자 (LS1 ~ LS6) 중, 가장 이미지면 측에 가까이 배치된 제 1 광학 소자 (LS1) 를 유지하고 있고, 제 3 실시형태와 동일하게, 경통 (PK) 의 일부를 구성하고 있다.

[0107] 도 12 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 는, 기관 (P) 측의 선단에 형성된 제 1 광학 소자 (LS1) 를 포함하는 복수의 광학 소자 (LS1 ~ LS6) 를 갖고, 이들 광학 소자 (LS1 ~ LS6) 는 경통 (PK) 에 의해 유지되고

있다. 경통 (PK) 은, 복수의 분할 경통 (서브 배럴 ; SB) 을 조합한 것이다. 그리고, 복수의 분할 경통 (SB) 중, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 (-Z 측) 에 가장 가까이 배치된 분할 경통이, 공급구 (12) 를 갖는 제 1 노즐 부재 (71) 이며, 제 1 광학 소자 (LS1) 를 유지한다. 즉, 제 1 노즐 부재 (71) 는 이들 분할 경통 (SB) 과 일체화되어, 전체로서 경통 (PK) 을 구성하고 있다.

[0108] 제 2 노즐 부재 (72) 는, 지지 기구 (81) 를 통하여 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 지지되어 있다. 지지 기구 (81) 는, 연결 부재 (82) 와, 연결 부재 (82) 의 일단부 (상단부) 와 하측 단부 (8) 사이에 설치된 패시브 방진 기구 (84) 를 구비하고 있고, 연결 부재 (82) 의 타단부 (하단부) 는 제 2 노즐 부재 (72) 의 상면에 접속 (고정) 되어 있다. 지지 기구 (81) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 를 제 1 노즐 부재 (71 ; 경통 (PK)) 에 대해서 떨어진 상태에서 지지한다.

[0109] 제 2 노즐 부재 (72) 는, 제 1 노즐 부재 (71) 와 동일하게, 환상 부재로서, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 근방에 있어서, 제 1 노즐 부재 (71 ; 경통 (PK)) 의 외측면 (71C) 을 둘러싸도록 형성되어 있다. 제 2 노즐 부재 (72) 는 제 1 노즐 부재 (71 ; 경통 (PK)) 와는 떨어져 형성되어 있고, 제 1 노즐 부재 (71 ; 경통 (PK)) 의 외측면 (71C) 과, 지지 기구 (81) 에 지지된 제 2 노즐 부재 (72) 의 내측면 (72S) 사이에는 소정의 간극 (갭 ; G6) 이 형성되어 있다.

[0110] 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 를 공급하는 공급구 (12) 는, 제 1 노즐 부재 (71) 의 하면 (71A) 에 형성되어 있고, 회수구 (22) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 하면 (72A) 에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 둘러싸도록, 예를 들어 환상의 슬릿 상태로 형성되어 있다. 또한 본 실시형태에 있어서는, 회수구 (22) 에는 다공 부재 (메시 부재 ; 22P) 가 배치되어 있다.

[0111] 또한, 갭 (G6) 에 존재하는 기체가 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 에 혼입될 가능성을 생각할 수 있는데, 갭 (G6) 은, 노광광 (EL) 의 광로 (투영 영역 (AR1)) 에 대해서, 공급구 (12) 보다 외측에 형성되어 있고, 도 14 의 모식도에 나타내는 바와 같이, 공급구 (12) 로부터 공급된 액체 (LQ) 의 일부는, 공급구 (12) 보다 외측으로 향하는 액체의 흐름을 형성하고 있다 (도 14 중, 화살표 y1 참조). 따라서, 갭 (G6) 에 의해 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 중에 기포가 혼입되어도, 공급구 (12) 로부터 공급된 액체 (LQ) 의 일부의 흐름에 의해, 기포를 노광광 (EL) 의 광로에 대해서 외측으로 이동할 수 있다.

[0112] 주사 노광을 위한 기관 (P) 의 이동에 따라, 투영 광학계 (PL) 의 하면 (T1), 및 제 1, 제 2 노즐 부재 (71, 72) 의 하면 (71A, 72A) 과 기관 (P) 사이의 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 가, 이동하는 기관 (P) 에 인장되도록 이동할 가능성이 있다. 예를 들어 도 15 에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 의 +X 방향으로의 이동에 따라, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (LQ) 의 일부가 +X 방향으로 이동할 가능성이 있다. 그런데, 제 1 노즐 부재 (71) 와 제 2 노즐 부재 (72) 사이에는 갭 (G6) 이 형성되어 있고, 그 갭 (G6) 의 상단부는 대기 개방되어 있기 때문에, 액체 (LQ) 는 갭 (G6) 에 출입할 수 있다. 따라서, 액침 영역 (AR2) 의 거대화를 억제하고, 노즐 부재 (70) 의 크기 (직경) 가 작아도, 회수구 (22) 의 외측으로의 액체 (LQ) 의 유출을 억제할 수 있다.

[0113] <제 8 실시형태>

[0114] 다음으로, 도 16 을 참조하면서 본 발명의 노광 장치의 제 8 실시형태에 대하여 설명한다. 이하의 설명 및 도 16 에 있어서, 상기 기술한 제 1 실시형태와 동일 또는 동등한 구성 요소에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 간략 혹은 생략한다. 이 실시형태의 노광 장치는, 제 1 실시형태와 동일하게 제 2 노즐 부재를 구동하는 구동 기구 (383) 를 구비하고 있지만, 이 구동 기구 (383) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이 메인 칼럼 (1 ; 하측 단부 (8)) 에 전달되는 것을 억제하는 액티브 방진 기구로서 기능하고, 제 1 실시형태와 같이, 물체 (기관 (P) 등) 의 면위치에 따른 제 2 노즐 부재의 위치 및/또는 기울기의 조정에는 이용되지 않는다. 이하, 본 실시형태에 있어서는, 구동 기구 (383) 를 액티브 방진 기구라고 칭한다.

[0115] 지지 기구 (81') 는, 연결 부재 (82) 와, 연결 부재 (82) 의 상단부와 하측 단부 (8) 사이에 설치된 액티브 방진 기구 (383) 를 구비하고 있다. 액티브 방진 기구 (383) 는, 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 대해서 제 2 노즐 부재 (72) 를 능동적으로 방진하는 것으로써, 예를 들어 로렌츠력으로 구동하는 보이스코일 모터나 리니어 모터 등의 액츄에이터를 구비하고 있다. 로렌츠력으로 구동하는 보이스코일 모터 등은 코일부와 자석부를 갖고, 이들 코일부와 자석부는 비접촉 상태에서 구동한다. 그 때문에, 액티브 방진 기구 (383) 를, 보이스코일 모터 등의 로렌츠력으로 구동하는 구동 기구로 구성함으로써, 진동의 발생을 억제할 수 있다.

[0116] 액티브 방진 기구 (383) 는 예를 들어 6 개소에 설치되어 있고 (도 16 에서는 간략화하여 도시하고 있다), 액티

브 방진 기구 (383) 의 각각의 동작은 제어 장치 (CONT) 에 제어되도록 되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 그들 액티브 방진 기구 (383) 를 사용하여, 연결 부재 (82) 에 접속되어 있는 제 2 노즐 부재 (72) 를 메인 칼럼 (1) 의 하측 단부 (8) 에 대해서, 6 자유도의 방향 (X 축, Y 축, Z 축,  $\Theta X$ ,  $\Theta Y$ , 및  $\Theta Z$  방향) 에 관해서 적절하게 구동 가능하다. 제 2 노즐 부재 (72) 에는, 이 제 2 노즐 부재 (72) 의 가속도 정보를 계측하는 가속도 계측기 (73) 가 설치되어 있다. 가속도 계측기 (73) 는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 6 자유도의 방향에 관한 가속도 정보를 계측 가능하도록 복수 설치되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 가속도 계측기 (73) 의 계측 결과에 기초하여, 액티브 방진 기구 (383) 를 구동하고, 제 2 노즐 부재 (72) 에서 발생된 진동이 메인 칼럼 (1 ; 하측 단부 (8)) 에 전달되지 않도록 액티브 방진한다. 또한, 액티브 방진 기구 (383) 에는, 고무나 스프링 등의 패시브 방진 부재 (감쇠 부재) 도 포함되어 있고, 그 패시브 방진 부재에 의해, 제 2 노즐 부재 (72) 로부터 메인 칼럼 (1) 에 전달되려는 진동의 고주파 성분을 양호하게 저감시킬 수 있다. 또, 액티브 방진 기구 (383) 의 구동에 의해 진동의 비교적 저주파 성분을 저감시킴으로써, 액티브 방진 기구 (383) 는 넓은 주파수 대역에 있어서 방진 효과를 얻을 수 있다. 또한, 제 2 노즐 부재 (72) 의 진동 성분 중, 매우 낮은 주파수 성분 (예를 들어 1Hz 이하의 주파수 성분) 은, 기관 (P) 상으로의 패턴 전사 정밀도에 영향이 적다고 생각되기 때문에, 그 주파수 성분에 대한 방진 제어는 실시되지 않도록 액티브 방진 기구 (383) 의 제어계를 구축할 수도 있다. 이렇게 함으로써, 제어계의 발진을 방지하고, 제어계를 비교적 간단하고 쉬운 구성으로 구축할 수 있다.

[0117] 또한 여기에서는, 제 2 노즐 부재 (72) 의 가속도 정보에 기초하여 액티브 방진하고 있지만, 예를 들어 제 2 노즐 부재 (72) 와 메인 칼럼 (1 ; 하측 단부 (8)) 의 위치 관계를 계측 가능한 위치 계측기를 설치하고, 그 위치 계측기의 계측 결과에 기초하여, 액티브 방진 기구 (383) 를 사용하여 액티브 방진하도록 해도 된다. 혹은, 가속도 계측기의 계측 결과와 위치 계측기의 계측 결과의 쌍방에 기초하여, 액티브 방진 기구 (383) 를 사용하여 액티브 방진하도록 해도 된다.

[0118] 또한, 액티브 방진 기구 (383) 를 상기 기술한 제 7 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 적용하는 것이 가능하다. 또한, 상기 기술한 제 7 실시형태의 노광 장치에 적용되고 있는 패시브 방진 기구를 제 8 실시형태의 노광 장치에 적용할 수도 있다.

[0119] 상기 기술한 바와 같이, 본 실시형태에 있어서의 액체 (LQ) 는 순수이다. 순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 기관 (P) 상의 포토레지스트나 광학 소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없는 이점이 있다. 또, 순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께, 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기관 (P) 의 표면, 및 투영 광학계 (PL) 의 선단면에 형성되어 있는 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다. 또한 공장 등으로부터 공급되는 순수의 순도가 낮은 경우에는, 노광 장치가 초순수 제조기를 갖도록 해도 된다.

[0120] 그리고, 파장이 193nm 정도인 노광광 (EL) 에 대한 순수 (수) 의 굴절률은 대략 1.44 라고 하고, 노광광 (EL) 의 광원으로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 을 이용했을 경우, 기관 (P) 상에서는  $1/n$ , 즉 약 134nm 에 단파장화되어 높은 해상도가 얻어졌다. 또한, 초점 심도는 공기 중에 비하여 약  $n$  배, 즉 약 1.44 배로 확대되기 때문에, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일 정도의 초점 심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는, 투영 광학계 (PL) 의 개구수를 보다 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상된다.

[0121] 또한, 상기 기술한 바와 같이 액침법을 이용한 경우에는, 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 0.9 ~ 1.3 이 되는 경우도 있다. 이와 같이 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 커지는 경우에는, 종래부터 노광광으로서 이용되고 있는 랜덤 편광광에서는 편광 효과에 따라서 결상 성능이 악화되는 경우도 있으므로, 편광 조명을 이용하는 것이 바람직하다. 그 경우, 마스크 (레티클) 의 라인·앤드·스페이스 패턴의 라인 패턴의 길이 방향에 맞춘 직선 편광 조명을 실시하고, 마스크 (레티클) 의 패턴으로부터는, S 편광 성분 (TE 편광 성분), 즉 라인 패턴의 길이 방향을 따른 편광 방향 성분의 회절광이 많이 사출되도록 하면 된다. 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면에 도포된 레지스트 사이가 액체로 채워져 있는 경우, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면에 도포된 레지스트 사이가 공기 (기체) 로 채워져 있는 경우에 비해, 콘트라스트의 향상에 기여하는 S 편광 성분 (TE 편광 성분) 의 회절광의 레지스트 표면에서의 투과율이 높아지기 때문에, 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 1.0 을 초과하는 경우에도 높은 결상 성능을 얻을 수 있다. 또한, 위상 시프트 마스크나 일본 공개특허공보 평6-188169 호에 개시되어 있는 바와 같은 라인 패턴의 길이 방향에 맞춘 사입사 조명법 (특히 다이폴 조명법) 등을 적절하게 조합하면 더욱 효과적이다. 특히, 직선 편광 조명법과 다이폴 조명법의 조합은, 라인·앤드·스페이스 패턴의 주기 방향이 소정의 일 방향으로 한정되어 있는 경우나, 소정의 일 방향을 따라 홀 패턴이 밀집되어 있는 경우에 유효하다. 예를 들어, 투과율 6% 의 하프톤형의 위상 시프트 마스크 (하프 피치 45nm 정도의 패

턴) 를, 직선 편광 조명법과 다이폴 조명법을 병용하여 조명하는 경우, 조명계의 동공면에 있어서 다이폴을 형성하는 2 광속의 외접원에서 규정되는 조명  $\sigma$  를 0.95, 그 동공면에 있어서의 각 광속의 반경을  $0.125\sigma$ , 투영 광학계 (PL) 의 개구수를  $NA=1.2$  로 하면, 랜덤 편광광을 이용하는 것보다 초점 심도 (DOF) 를 150nm 정도 증가시킬 수 있다.

[0122] 또한, 직선 편광 조명과 소  $\sigma$  조명법 (조명계의 개구수 ( $NA_i$ ) 와 투영 광학계의 개구수 ( $NA_p$ ) 의 비를 나타내는  $\sigma$  값이 0.4 이하가 되는 조명법) 과의 조합도 유효하다.

[0123] 또, 예를 들어 ArF 엑시머 레이저를 노광광으로 하고, 1/4 정도의 축소 배율의 투영 광학계 (PL) 를 사용하여, 미세한 라인·엔드·스페이스 패턴 (예를 들어 25 ~ 50nm 정도의 라인·엔드·스페이스) 을 기관 (P) 상에 노광하는 경우, 마스크 (M) 의 구조 (예를 들어 패턴의 미세도나 크롬의 두께) 에 따라서는, Wave guide 효과에 의해 마스크 (M) 가 편광판으로서 작용하고, 콘트라스트를 저하시키는 P 편광 성분 (TM 편광 성분) 의 회절광으로부터 S 편광 성분 (TE 편광 성분) 의 많은 회절광이 마스크 (M) 로부터 사출되게 된다. 이 경우, 상기 기술한 직선 편광 조명을 이용하는 것이 바람직하지만, 랜덤 편광광으로 마스크 (M) 를 조명하여도, 투영 광학계 (PL) 의 개구수 (NA) 가 0.9 ~ 1.3 과 같이 큰 경우에도 높은 해상 성능을 얻을 수 있다.

[0124] 또한, 마스크 (M) 상의 극미세한 라인·엔드·스페이스 패턴을 기관 (P) 상에 노광하는 경우, Wire Grid 효과에 의해 P 편광 성분 (TM 편광 성분) 이 S 편광 성분 (TE 편광 성분) 보다 커질 가능성도 있지만, 예를 들어 ArF 엑시머 레이저를 노광광으로 하고, 1/4 정도의 축소 배율의 투영 광학계 (PL) 를 사용하여, 25nm 보다 큰 라인·엔드·스페이스 패턴을 기관 (P) 상에 노광하는 경우에는, S 편광 성분 (TE 편광 성분) 의 회절광이 P 편광 성분 (TM 편광 성분) 의 회절광보다 많이 마스크 (M) 로부터 사출되므로, 투영 광학계 (PL) 의 개구수 (NA) 가 0.9 ~ 1.3 과 같이 큰 경우에도 높은 해상 성능을 얻을 수 있다.

[0125] 또한, 마스크 (레티클) 의 라인 패턴의 길이 방향에 맞춘 직선 편광 조명 (S 편광 조명) 뿐만 아니라, 일본 공개특허공보 평6-53120호에 개시되어 있는 바와 같이, 광축을 중심으로 한 원의 접선 (주) 방향으로 직선 편광하는 편광 조명법과 사입사 조명법의 조합도 효과적이다. 특히, 마스크 (레티클) 의 패턴이 소정의 일 방향으로 연장되는 라인 패턴뿐만 아니라, 복수의 상이한 방향으로 연장되는 라인 패턴이 혼재 (주기 방향이 상이한 라인·엔드·스페이스 패턴이 혼재) 하는 경우에는, 동일하게 일본 공개특허공보 평6-53120호에 개시되어 있는 바와 같이, 광축을 중심으로 한 원의 접선 방향에 직선 편광하는 편광 조명법과 윤대 조명법을 병용함으로써, 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 큰 경우에도 높은 결상 성능을 얻을 수 있다. 예를 들어, 투과율 6% 의 하프 톤형의 위상 시프트 마스크 (하프 피치 63nm 정도의 패턴) 를, 광축을 중심으로 한 원의 접선 방향에 직선 편광하는 편광 조명법과 윤대 조명법 (윤대비 3/4) 을 병용하여 조명하는 경우, 조명  $\sigma$  를 0.95, 투영 광학계 (PL) 의 개구수를  $NA=1.00$  으로 하면, 랜덤 편광광을 이용하는 것보다, 초점 심도 (DOF) 를 250nm 정도 증가시킬 수 있고, 하프 피치 55nm 정도의 패턴으로 투영 광학계의 개구수 (NA)=1.2 에서는, 초점 심도를 100nm 정도 증가시킬 수 있다.

[0126] 또한, 상기 기술한 각종 조명법에 추가하여, 예를 들어 일본 공개특허공보 평4-277612호나 일본 공개특허공보 2001-345245호에 개시되어 있는 누진 초점 노광법이나, 다파장 (예를 들어 2 파장) 의 노광광을 이용하여 누진 초점 노광법과 동일한 효과를 얻는 다파장 노광법을 적용하는 것도 유효하다.

[0127] 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 광학 소자 (LS1) 가 장착되어 있고, 이 렌즈에 의해 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등) 의 조정을 실시할 수 있다. 또한, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 장착하는 광학 소자로는, 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성의 조정에 이용하는 광학 플레이트이어도 된다.

[0128] 또한, 액체 (LQ) 의 흐름에 의해 발생하는 투영 광학계 (PL) 의 선단의 광학 소자와 기관 (P) 사이의 압력이 큰 경우에는, 그 광학 소자를 교환 가능하게 하는 것이 아니라, 그 압력에 의해 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정시켜도 된다.

[0129] 또한, 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면 사이는 액체 (LQ) 로 채워져 있는 구성이지만, 예를 들어 기관 (P) 의 표면에 평행 평면판으로 이루어지는 커버 유리를 장착한 상태에서 액체 (LQ) 를 채우는 구성이어도 된다.

[0130] 또, 상기 기술한 실시형태의 투영 광학계는, 선단의 광학 소자의 이미지면측의 광로 공간을 액체로 채우고 있지만, 국제공개공보 제2004/019128호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 선단의 광학 소자의 마스크측의 광로 공간도 액체로 채우는 투영 광학계를 채용할 수도 있다.

- [0131] 상기 실시형태에서는, 투영 광학계를 구비한 노광 장치를 예로 들어 설명하였으나, 본 발명은 투영 광학계를 구비하지 않는 타입의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 이 경우, 광원으로부터의 노광광이 광학 소자를 통과하여 액침 영역에 조사되게 된다. 예를 들어, 국제공개공보 제2001/035168호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 간섭 무늬를 기관 (P) 상에 형성함으로써, 기관 (P) 상에 라인·앤드·스페이스 패턴을 노광하는 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0132] 노즐 부재 (70) 등의 액침 기구 (100) 의 구조는, 상기 기술한 것에 한정되지 않고, 본 발명의 범위 내에서 개변할 수 있다. 예를 들어, 유럽 특허공개 제1420298호, 국제공개공보 제2004/055803호, 국제공개공보 제2004/057589호, 국제공개공보 제2004/057590호, 국제공개공보 제2005/029559호에 기재되어 있는 구조를 채용할 수 있다.
- [0133] 또한, 본 실시형태의 액체 (LQ) 는 물이지만, 물 이외의 액체이어도 되고, 예를 들어, 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 투과 가능한 예를 들어, 과불화 폴리에테르 (PFPE) 나 불소계 오일 등의 불소계 유체이어도 된다. 이 경우, 액체 (LQ) 와 접촉하는 부분에는, 예를 들어 불소를 함유하는 극성이 작은 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써 친액화 처리한다. 또한, 액체 (LQ) 로는, 그 외에도, 노광광 (EL) 에 대한 투과성이 있어 가능한 한 굴절률이 높고, 투영 광학계 (PL) 나 기관 (P) 표면에 도포되어 있는 포토 레지스트에 대해서 안정적인 것 (예를 들어 시더유 (Cedar oil)) 을 이용하는 것도 가능하다. 이 경우에도 표면 처리는 이용하는 액체 (LQ) 의 극성에 따라 실시된다. 또, 액체 (LQ) 의 순수 대신에, 원하는 굴절률을 갖는 여러 가지의 유체, 예를 들어, 초임계 유체나 고굴절률의 기체를 이용하는 것도 가능하다.
- [0134] 또한, 상기 각 실시형태의 기관 (P) 으로서는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리 기관이나, 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼, 혹은 노광 장치에서 이용되는 마스크 또는 레티클의 원판 (합성 석영, 실리콘 웨이퍼) 등이 적용된다. 상기 기술한 실시형태에 있어서는, 광투과성의 기관 상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴·감광 패턴) 을 형성한 광투과형 마스크 (레티클) 를 이용하였지만, 이 레티클 대신에, 예를 들어 미국특허 제6,778,257호에 개시되어 있는 바와 같이, 노광해야 할 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴 또는 반사 패턴, 혹은 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크를 이용해도 된다.
- [0135] 노광 장치 (EX) 로는, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 동기 이동시켜 마스크 (M) 의 패턴을 주사 노광하는 스텝·앤드·스캔 방식의 주사 형태 노광 장치 (스캐닝 스테퍼) 외에, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 정지시킨 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하고, 기관 (P) 을 순차 단계 이동시키는 스텝·앤드·리프트 방식의 투영 노광 장치 (스테퍼) 에도 적용할 수 있다.
- [0136] 또, 노광 장치 (EX) 로는, 제 1 패턴과 기관 (P) 을 거의 정지시킨 상태에서 제 1 패턴의 축소 이미지를 투영 광학계 (예를 들어 1/8 축소 배율로 반사 소자를 포함하지 않은 굴절형 투영 광학계) 를 이용하여 기관 (P) 상에 일괄 노광하는 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 이 경우, 또한 그 후에, 제 2 패턴과 기관 (P) 을 거의 정지시킨 상태에서 제 2 패턴의 축소 이미지를 그 투영 광학계를 이용하여, 제 1 패턴과 부분적으로 겹쳐 기관 (P) 상에 일괄 노광하는 스티치 방식의 일괄 노광 장치에도 적용할 수 있다. 또, 스티치 방식의 노광 장치로는, 기관 (P) 상에서 적어도 2 개의 패턴을 부분적으로 겹쳐 전사하고, 기관 (P) 을 순차 이동시키는 스텝·앤드·스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다.
- [0137] 또한, 본 발명은, 트윈 스테이지형의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형의 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-163099호 및 일본 공개특허공보 평10-214783호 (대응 미국특허 6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 및 6,590,634), 일본 공표특허공보 2000-505958호 (대응 미국특허 5,969,441) 혹은 미국 특허 6,208,407 에 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한, 이들 개시를 인용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0138] 또한, 일본 공개특허공보 평11-135400호에 개시되어 있는 바와 같이, 기관을 유지하는 기관 스테이지와 기준 마크가 형성된 기준 부재나 각종의 광전 센서를 탑재한 계측 스테이지를 구비한 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다. 이 경우, 계측 스테이지 상에 액침 영역이 형성되어 있는 경우에는, 계측 스테이지의 상면의 위치에 따라 노즐 부재 (70, 72) 의 위치 및/또는 기울기를 조정하는 것이 바람직하다.
- [0139] 노광 장치 (EX) 의 종류로는, 기관 (P) 에 반도체 소자 패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 액정 표시 소자 제조용 또는 디스플레이 제조용의 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD)

혹은 레티클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.

[0140] 기관 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터를 이용하는 경우에는, 에어베어링을 이용한 에어 부상형 및 로렌즈력 또는 리액턴스를 이용한 자기 부상형의 어느 쪽을 이용해도 된다. 또한, 각 스테이지 (PST, MST) 는, 가이드를 따라 이동하는 타입이어도 되고, 가이드를 형성하지 않은 가이드리스 (guideless) 타입이어도 된다. 스테이지에 리니어 모터를 이용한 예는, 미국 특허 5,623,853 및 미국 특허 5,528,118 에 개시되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한, 이들의 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

[0141] 각 스테이지 (PST, MST) 의 구동 기구로는, 2 차원에 자석을 배치한 자석 유닛과, 2 차원에 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지 (PST, MST) 를 구동하는 평면 모터를 이용해도 된다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛의 어느 일방을 스테이지 (PST, MST) 에 접촉하고, 자석 유닛과 전기자 유닛의 타방을 스테이지 (PST, MST) 의 이동면측에 설치하면 된다.

[0142] 기관 스테이지 (PST) 의 이동에 의해 발생하는 반력 (反力) 은, 투영 광학계 (PL) 에 전달되지 않도록, 일본 공개특허공보 평8-166475호 (미국 특허 5,528,118) 에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 해도 되고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한, 미국 특허 5,528,118 의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

[0143] 마스크 스테이지 (MST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전달되지 않도록, 일본 공개특허공보 평8-330224호 (미국 특허 제5,874,820) 에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 해도 된다. 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한, 미국 특허 제5,874,820호 의 개시를 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

[0144] 이상과 같이, 본원 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 본원 청구의 범위에 거론된 각 구성 요소를 함유하는 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 실시된다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호의 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정의 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 있는 것은 말할 필요도 없다. 각종 서브 시스템의 노광 장치로의 조립 공정이 종료되면, 종합 조정이 실시되어, 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또한, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0145] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 17 에 나타내는 바와 같이, 마이크로 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계 (201), 이 설계 단계에 기초한 마스크 (레티클) 를 제작하는 단계 (202), 디바이스 기재인 기판을 제조하는 단계 (203), 전술한 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 기관 처리 단계 (204), 디바이스 조립 단계 (다이스 공정, 본딩 공정, 패키지 공정 등의 가공 공정을 포함한다; 205), 검사 단계 (206) 등을 거쳐 제조된다. 또한, 기관 처리 단계 (204) 에는, 상기 실시형태에서 설명한 노즐 부재의 조정 프로세스나 기관의 현상 프로세스를 포함한다.

**산업상 이용가능성**

[0146] 본 발명에 의하면, 기관 상에 액체를 양호하게 유지하여, 기관을 미세한 패턴에 의해 고정밀도로 노광할 수 있기 때문에, 원하는 성능을 갖는 고정밀도인 디바이스를 제조할 수 있다.

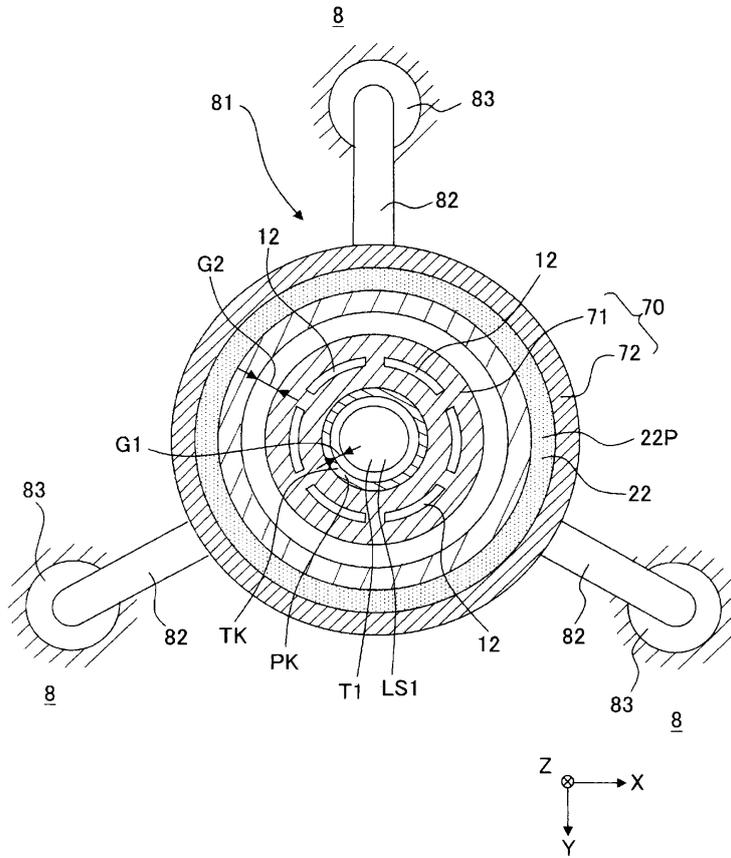
**부호의 설명**

- [0147] 1 메인 칼럼
- 8 하측 단부
- 10 액체 공급 기구
- 12 공급구
- 20 액체 회수 기구

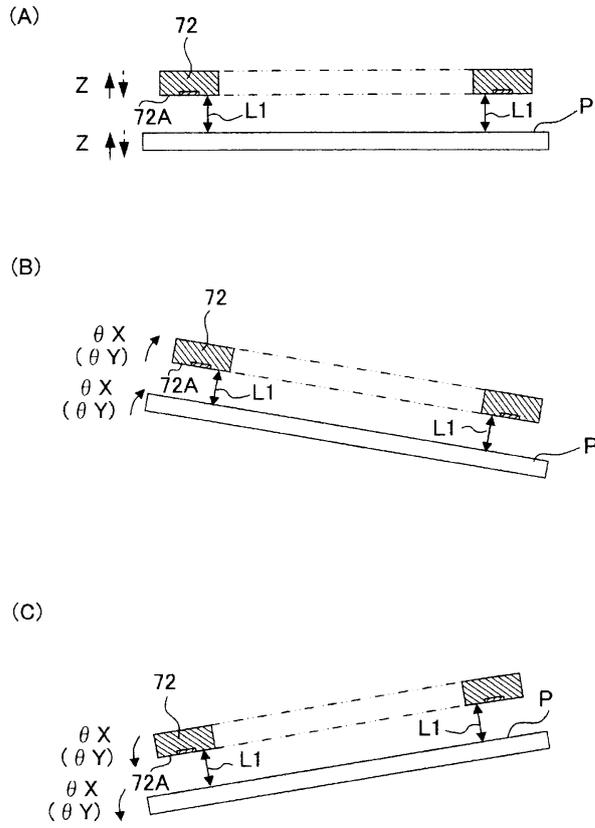
22 회수구  
30 포커스·레벨링 검출계  
70 노즐 부재  
70A 하면  
71 제 1 노즐 부재  
71A 하면  
72 제 2 노즐 부재  
72A 하면  
80, 80' 노즐 조정 기구  
81 지지 기구  
83 구동 기구  
100 액침 기구  
150 기체 취출 기구  
151 취출구  
152 취출 부재  
152A 하면  
AR1 투영 영역  
AR2 액침 영역  
EX 노광 장치  
LQ 액체  
LS1 광학 소자  
P 기관  
PK 경통  
PL 투영 광학계  
PST 기관 스테이지  
PSTD 기관 스테이지 구동 기구



도면3



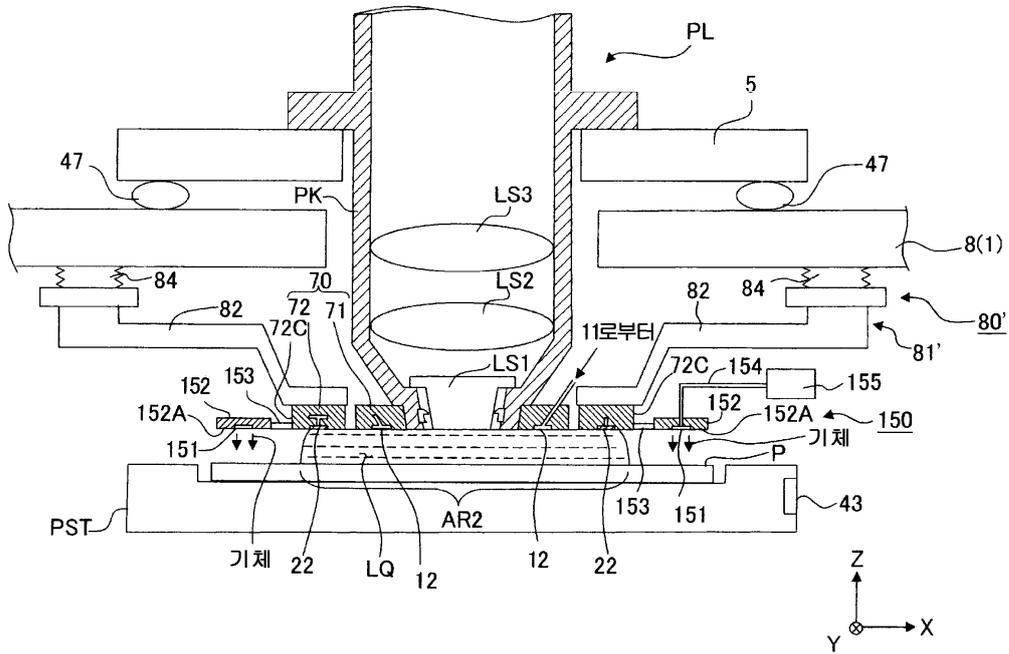
도면4



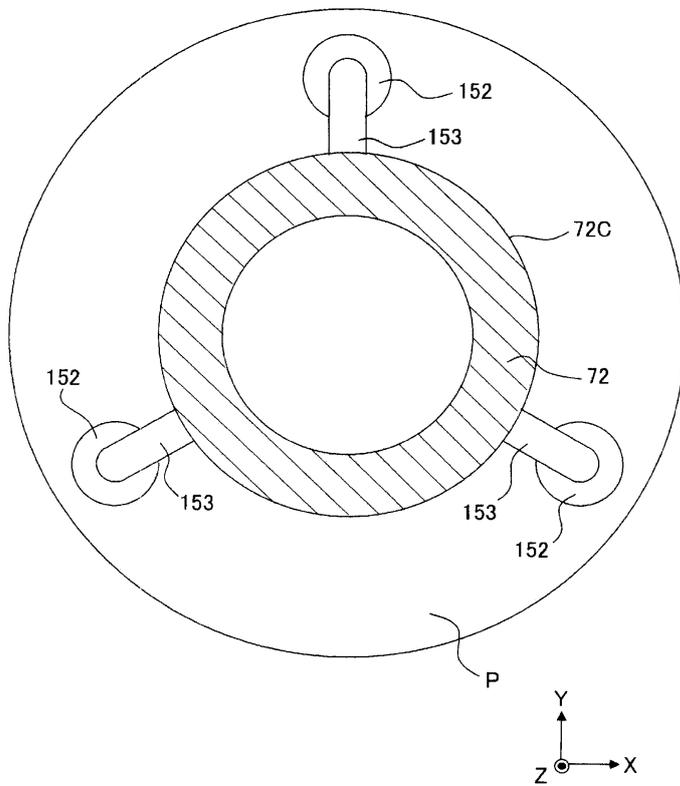




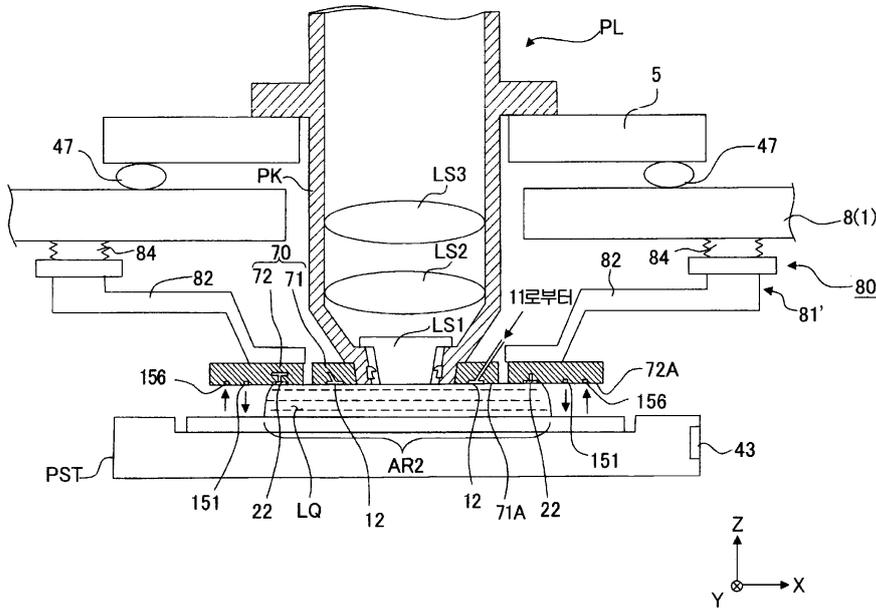
도면9



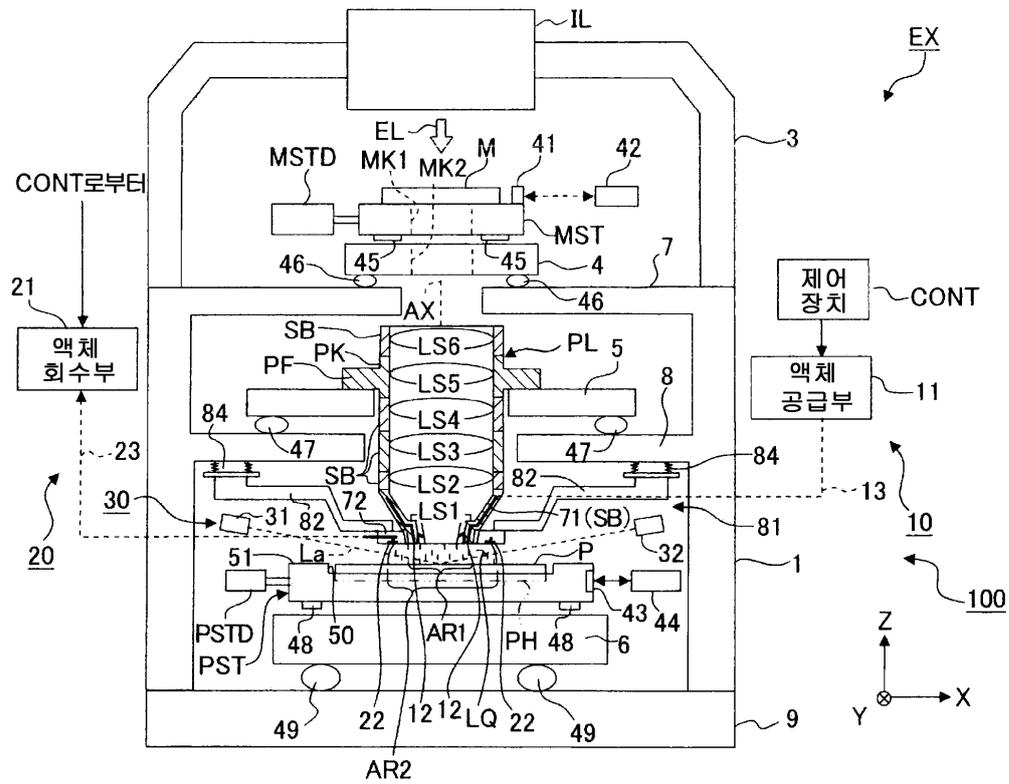
도면10



도면11

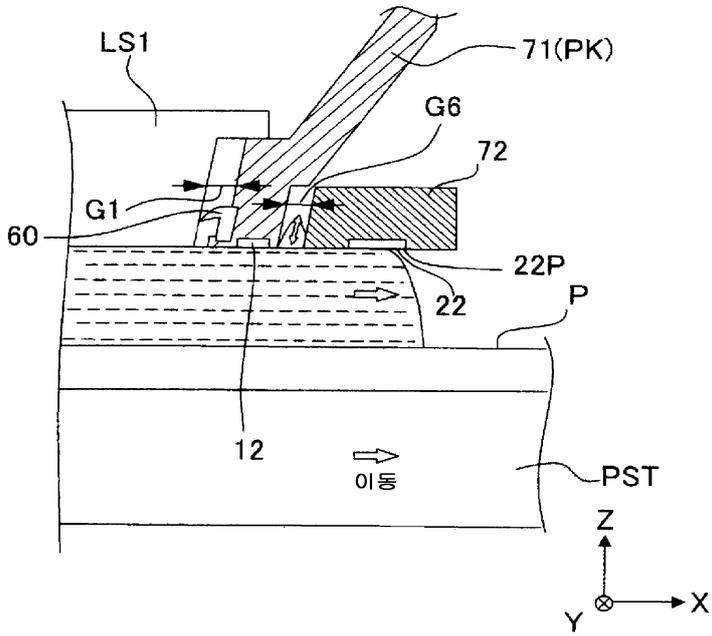


도면12

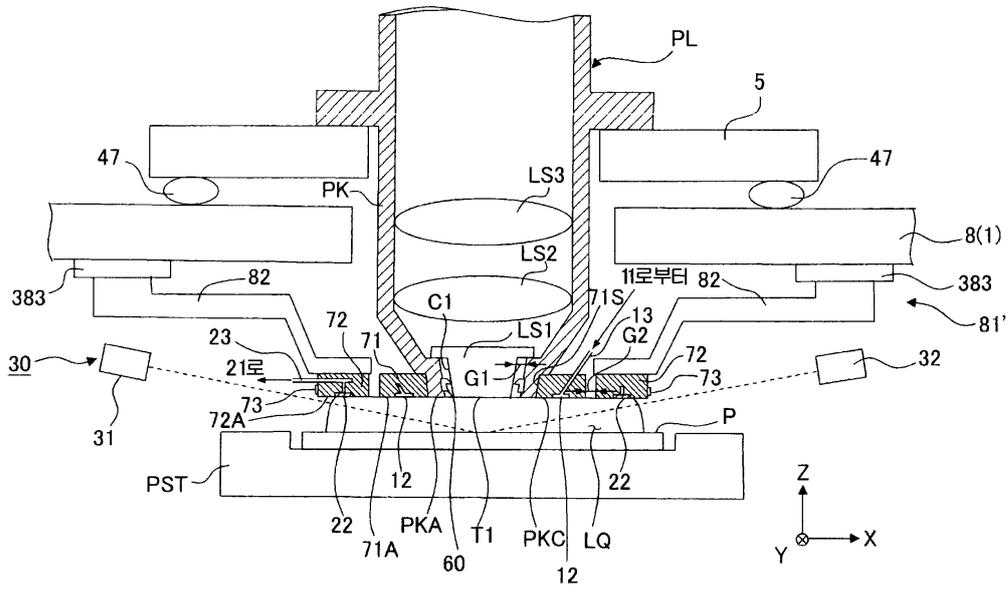




도면15



도면16



도면17

