



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0010039
(43) 공개일자 2013년01월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7000412(분할)
(22) 출원일자(국제) 2003년12월08일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2011-7012626
원출원일자(국제) 2003년12월08일
심사청구일자 2011년06월01일
(85) 번역문제출일자 2013년01월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/015675
(87) 국제공개번호 WO 2004/053955
국제공개일자 2004년06월24일
(30) 우선권주장
JP-P-2002-358556 2002년12월10일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
(72) 발명자
히루카와 시게루
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 나이
마고메 노부타카
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 나이
다나카 잇세이
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

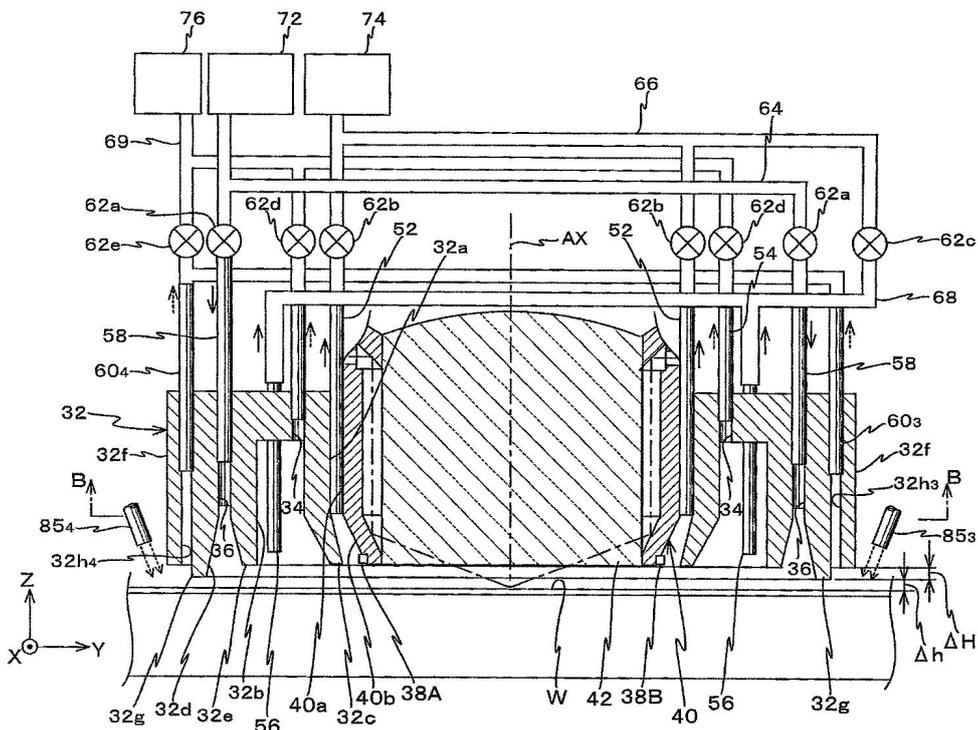
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 노광 장치 및 디바이스 제조 방법

(57) 요약

공급 기구 (72) 에 렌즈 (42) 의 일측의 공급구 (36) 를 통하여 렌즈 (42) 와 스테이지 상의 웨이퍼 (W) 사이에 액체가 공급되고, 렌즈 (42) 의 타측의 회수관 (52) 을 통하여 회수 기구 (74) 에 의해 그 액체가 회수된다. 이 액체의 공급과 회수가 병행하여 실시될 때, 렌즈 (42) 와 스테이지 상의 기관 (W) 사이에는 소정량의 액체 (상시 교체되고 있다) 가 유지된다. 따라서, 이 상태로 노광 (패턴을 기관 상에 전사) 함으로써, 액침법이 적용되어 양호한 정밀도로 기관 상에 패턴이 전사된다. 또한, 둘레벽 하단 (32g) 의 하방에서 액체가 누출된 경우, 슬릿 (32h₃ 또는 32h₄) 을 통하여 보조 회수 기구 (76) 에 의해 그 회수할 수 없었던 액체가 회수된다. 이것에 의해, 기관 상에 액체가 잔류하는 일이 없어진다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

투영 광학계와, 기관 상에 국소적으로 공급되는 액체를 통하여 상기 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 투영 광학계 아래에 액체를 공급하여 액침 영역을 형성하기 위한 공급구를 하면에 갖는 것과 함께, 상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 공급구 보다 떨어진 위치에 배치되어 상기 액침 영역의 주위의 기체를 흡인하는 회수구를 구비한 액침 부재와,

상기 공급구에 액체를 공급하는 공급 장치를 구비하는 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 액침 부재는, 상기 회수구에 의해 상기 기체와 함께 상기 기관 상에 공급되는 액체를 회수하는 노광 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기관을 재치하는 재치 영역의 주위에 형성되는 기준 부재를 갖는 스테이지 부재를 더 구비하고,

상기 투영 광학계 아래에 상기 기준 부재가 위치하는 때에는, 상기 기준 부재와 상기 투영 광학계의 사이는 액체로 채워져 있는 노광 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 재치 영역의 주위에 형성되어, 상기 재치 영역에 상기 기관이 재치된 때의 기관 표면과 높이가 동일하게 되는 표면을 구비한 부재를 더 구비하고,

상기 기준 부재는, 상기 부재 내에서 상기 투영 광학계와 대향하는 측에 배치되는 노광 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 부재의 표면과 상기 기준 부재의 표면은 동일한 높이로 되어 있는 노광 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 액침 부재는, 상기 기관에 대한 노광이 이루어지고 있는 사이에 상기 공급구와 상기 회수구로부터 각각 공급과 회수를 계속하는 노광 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 투영 광학계는 복수의 광학 소자를 포함하고, 상기 복수의 광학 소자 중 가장 상기 기관과 대향하는 측에 위치하는 광학 소자에는, 노광에 사용하지 않는 부분에 구멍이 형성되고,

상기 구멍을 통하여 상기 액체의 공급, 상기 액체의 회수, 및 상기 기체의 회수 중 적어도 하나의 동작이 이루어지는 노광 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지 부재가 정지하고 있는 때는, 상기 공급구로부터의 액체의 공급 동작 및 상기 회수구로부터의 기체의 회수 동작을 함께 정지하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 공급 장치는, 상기 기관의 주사 방향의 전방측으로부터 상기 투영 광학계와 상기 기관의 사이에 액체를 공급하는 노광 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 공급구는 상기 스테이지 부재의 주사 방향의 후방측에 배치되고, 상기 후방측으로부터 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 노광 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 액침 부재는, 상기 주사 방향에 직교하는 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구를 갖고, 상기 기관 상의 노광 대상의 구획 영역의 크기에 응하여 상기 복수의 공급구 중에서 선택한 적어도 하나의 공급구로부터 상기 액체의 공급을 행하는 노광 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 투영 광학계 중 가장 상기 스테이지 부재와 대향하는 측에 배치된 광학 소자의 주위를 둘러싸고, 또한 상기 스테이지 부재와의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽을 포함하고,

상기 둘레벽 보다도 상기 광학 소자 측에 상기 액체를 공급하는 노광 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 투영 광학계와 상기 기관의 사이에 공급된 액체의 온도 정보에 기초하여, 상기 기관의 노광 조건의 조정을 행하는 조정 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 투영 광학계와 상기 기관 사이에 공급된 액체의 압력 정보에 기초하여, 상기 기관의 노광 조건의 조정을 행하는 조정 장치를 더 구비한 노광 장치.

청구항 15

투영 광학계와, 상기 투영 광학계 아래에 공급되는 액체를 통하여 상기 기관에 대하여 노광을 행하는 노광 방법으로서,

하면에 액체를 공급하는 공급구를 갖는 액침 부재를 사용하여 상기 공급구로부터 상기 투영 광학계 아래에 대하여 액체를 공급하여 액침 영역을 형성하는 것과,

상기 투영 광학계의 광축에 대하여 상기 공급구 보다도 떨어진 위치에 배치되는 회수구로부터, 상기 액침 영역의 주위의 기체를 흡인하는 것을 포함하는 노광 방법.

청구항 16

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 디바이스를 제조하는 디바이스 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 노광 장치 및 디바이스 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 반도체 소자, 액정 표시 소자 등과 같은 전자 디바이스의 제조에 있어서의 리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치 및 그 노광 장치를 사용한 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 소자 (집적 회로), 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 마스크 또는 레티클 (이하, 「레티클」이라고 총칭한다) 의 패턴 이미지를 투영 광학계를 통하여 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 감광성 기판 (이하, 「기판」 또는 「웨이퍼」라고 한다) 상의 각 쇼트 영역에 전사하는 투영 노광 장치가 사용되고 있다. 이 종류의 투영 노광 장치로는, 종래 스텝 앤드 리피트 방식의 축소 투영 노광 장치 (이른바 스테퍼) 가 다용되고 있지만, 최근에는 레티클과 웨이퍼를 동기 주사하여 노광하는 스텝 앤드 스캔 방식의 투영 노광 장치 (이른바 스캐닝·스테퍼) 도 주목받고 있다.

[0003] 투영 노광 장치가 구비하는 투영 광학계의 해상도는, 사용하는 노광 파장이 짧아질수록, 또 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 클수록 높아진다. 이 때문에, 집적 회로의 미세화에 동반하여 투영 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있으며, 투영 광학계의 개구수도 증가되어 왔다. 그리고, 현재 주류인 노광 파장은 KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 더 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193nm 도 실용화되어 있다.

[0004] 또한, 노광할 때에는, 해상도와 동시에 초점 심도 (DOF) 도 중요하다.

[0005] 해상도 (R), 및 초점 심도 (δ) 는 각각 이하의 식으로 나타낸다.

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

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

[0008] 여기서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영 광학계의 개구수, k_1, k_2 는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식으로부터, 해상도 (R) 를 높이기 위해 노광 파장 (λ) 을 짧게 하고, 개구수 NA 를 크게 (대 NA 화) 하면, 초점 심도 (δ) 가 좁아지는 것을 알 수 있다. 투영 노광 장치에서는, 오토 포커스 방식으로 웨이퍼의 표면을 투영 광학계의 이미지면에 맞춰 넣어 노광하고 있지만, 이를 위해서는 초점 심도 (δ) 가 어느 정도 넓은 것이 바람직하다. 그래서, 종래에 있어서도 위상 시프트 레티클법, 변형 조명법, 다층 레지스트법 등 실질적으로 초점 심도를 넓히는 제안이 이루어져 있다.

[0009] 상기와 같이 종래의 투영 노광 장치에서는, 노광광의 단파장화 및 투영 광학계의 대 NA 화에 의해 초점 심도가 좁아지고 있다. 그리고, 집적 회로의 계속되는 고집적화에 대응하기 위해 노광 파장이 장래적으로는 더욱 단파장화될 것이 확실시되고 있어, 이대로는 초점 심도가 지나치게 좁아져, 노광 동작시의 마진이 부족하게 될 우려가 있다.

[0010] 그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또한 공기 중에 비하여 초점 심도를 크게 (넓게) 하는 방법으로서 액침(液浸)법이 제안되어 있다. 이 액침법은, 투영 광학계의 하면과 웨이퍼 표면 사이를 물 또는 유기 용매 등의 액체로 채우고, 액체 중에서의 노광광의 파장이 공기 중의 1/n 배 (n 은 액체의 굴절률로 통상 1.2~1.6 정도) 가 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킨다. 또한, 이 액침법은, 그 해상도와 동일한 해상도가 액침법에 의하지 않고 얻어지는 투영 광학계 (이러한 투영 광학계의 제조가 가능하다고 가정하여) 에 비하여 초점 심도를 실질적으로 n 배로 확대시키는, 즉 공기 중에 비하여 초점 심도를 n 배로 확대시키는 것이다 (예를 들어, 국제 공개 제99/49504호 팜플렛 등 참조).

[0011] 상기한 국제 공개 제99/49504호 팜플렛에 기재된 투영 노광 방법 및 장치 (이하, 「종래 기술」이라고 한다) 에 의하면, 액침법에 의한 고해상도로 또 공기 중에 비하여 초점 심도가 커진 노광을 실시할 수 있음과 함께, 투영 광학계와 웨이퍼가 상대 이동하더라도 투영 광학계와 기판 사이에 액체를 안정적으로 채워 두는 것, 즉 유지가

가능하다.

- [0012] 그러나, 종래 기술에서는 완전하게 액체를 회수하기가 곤란하여, 노광 후에 웨이퍼 상에 액침에 사용한 액체가 남을 개연성이 높았다. 이러한 경우, 남은 액체가 증발할 때의 기화열에 의해 분위기 중에 온도 분포가 생기거나, 또는 분위기의 굴절률 변화가 생기고, 이러한 현상이 그 웨이퍼가 탑재된 스테이지의 위치를 계측하는 레이저 간섭계의 계측 오차의 요인이 될 우려가 있었다. 또한, 웨이퍼 상에 잔류한 액체가 웨이퍼의 이면측으로 돌아 들어가, 웨이퍼가 반송 아암에 밀착되어 잘 떨어지지 않게 될 우려도 있었다. 또한, 액체의 회수 동작에 동반하여 그 액체 주변의 분위기 중의 기체(공기)의 흐름이 흐트러지고, 이것에 의해 분위기에 온도 변화나 굴절률 변화가 생길 우려도 있었다.
- [0013] 또한, 종래 기술에서는, 웨이퍼 상의 에지 쇼트를 노광할 때 등, 투영 광학계의 투영 영역이 웨이퍼 상의 에지 부근에 존재하는 경우에, 상기 서술한 액체가 웨이퍼의 외측으로 새어나가 패턴의 투영 이미지가 웨이퍼 상에서 양호하게 결상되지 않을 우려가 있었다. 또한, 웨이퍼가 투영 광학계의 하방에 존재하지 않는 경우에는 상기 서술한 액체의 유지가 곤란하기 때문에, 웨이퍼의 교환 후에 그 교환 후의 웨이퍼에 대하여 노광을 개시하는 경우에는, 웨이퍼를 투영 광학계의 하방으로 이동시키고 나서 액체가 투영 광학계와 웨이퍼 사이에 공급되는 것을 기다릴 필요가 있었다.
- [0014] 또한, 투영 광학계의 주위에는 포커스 센서나 얼라인먼트 센서 등의 각 중 센서 등과 같은 주변 기기를 배치할 필요가 있지만, 종래 기술에서는, 투영 광학계의 외부에 공급용 배관, 회수용 배관 등이 배치되어 있기 때문에 상기 주변 기기의 배치 자유도가 제한되어 있었다.
- [0015] 또한, 종래 기술에서는, 공급되는 액체 중에 기포가 혼입되거나, 기포가 액체 중에 발생하기도 하고, 게다가 이들 기포가 투영 광학계와 기관 사이에 들어가, 노광광의 투과율이 부분적으로 저하되고 노광 불균일이 발생할 우려가 있었을 뿐 아니라, 패턴의 투영 이미지의 결상 불량을 초래할 가능성도 있었다.
- [0016] 또, 투영 광학계와 기관 사이의 액체에 노광광이 조사됨으로써 그 액체의 온도 변화(굴절률 변화)가 생겨, 패턴의 결상 성능을 저하시킬 우려가 있다. 또한, 투영 광학계와 기관 사이의 액체의 압력에 의해서 투영 광학계나 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지가 진동하거나 기울어지거나 하여, 웨이퍼 상에 대한 패턴의 전사 정밀도를 악화시킬 우려가 있다. 그리고, 패턴의 투영 영역 내에서 투영 광학계에 대하여 액체가 흐르면 그 흐름 방향에 관한 온도 경사나 압력 경사가 발생할 가능성이 있어, 이들이 투영 광학계의 이미지면 경사 등의 수차의 요인이 되거나, 패턴의 전사 정밀도의 부분적인 저하, 나아가서는 패턴의 전사 이미지의 선폭 균일성의 악화 요인이 될 우려도 있었다.
- [0017] 이와 같이, 상기 종래예에는 수많은 개선해야 할 점이 여기저기서 발견된다.

발명의 내용

- [0018] 본 발명은, 상기 서술한 바와 같은 사정하에 이루어진 것으로, 제 1 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 액체를 회수하는 회수 기구와; 상기 회수 기구로 회수하지 못한 상기 액체를 회수하는 보조 회수 기구를 구비하는 제 1 노광 장치이다.
- [0019] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체가 공급되고, 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 이 경우, 투영 광학계(의 선단부)와 기관 스테이지 상의 기관 사이에는 소정량의 액체가 유지되게(채워지게) 된다. 따라서, 이 상태로 노광(패턴을 기관 상에 전사)함으로써, 액침법이 적용되어, 기관 표면에 있어서의 노광광의 파장을 공기 중에 있어서의 파장의 1/n 배(n은 액체의 굴절률)로 단파장화할 수 있고, 또한 초점 심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어진다. 또한, 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체의 회수가 병행하여 실시될 때에는, 투영 광학계와 기관 사이의 액체는 상시 교체되고 있기 때문에, 기관 상에 이물이 부착되어 있는 경우, 그 이물이 액체의 흐름에 의해 제거된다. 이것에 의해, 고해상도로 또 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 또한, 예를 들어 회수 기구에 의해 액체를 완전하게는 회수할 수 없는 사태가 생긴 경우, 보조 회수 기구에 의해 그 회수하지 못한 액체가 회수된다. 이것에 의해, 기관 상에 액체가 잔류하는 일이 없고, 그 액체의 잔류(잔존)에 기인하는 상기 서술한 여러 가지 문제의 발생을 회피할 수 있다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기관 상에 패턴을 양호한 정밀도로 전사할 수 있는 것과 함께, 기관 상에 대한 액체의 잔류를 방지할 수 있다. 또, 본 발명의 노광 장치에서는, 공급 기구에 의한 액체 공급과 회수 기구에 의한 액체 회수를 받

드시 동시에 실시할 필요는 없다.

- [0020] 이 경우에 있어서, 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 탑재 영역 주위의 적어도 일부에 형성되고, 그 표면이 상기 탑재 영역에 탑재된 기관 표면과 거의 동일한 높이가 되는 플레이트를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 투영 광학계와 기관 사이에 국소적으로 액체를 유지한 상태에서 투영 광학계가 기관으로부터 벗어나는 위치로 기관 스테이지가 이동한 경우라도 투영 광학계와 플레이트 사이에 액체를 유지할 수 있기 때문에, 그 액체의 유출을 방지할 수 있게 된다.
- [0021] 본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 보조 회수 기구는, 상기 투영 광학계에 관하여 상기 기관 이동 방향의 후방에서 잔류 액체를 회수하는 것으로 할 수 있고, 또는, 상기 보조 회수 기구는, 상기 투영 광학계에 관하여 상기 기관 이동 방향의 전방에서 잔류 액체를 회수하는 것으로 할 수도 있다.
- [0022] 본 발명의 제 1 노광 장치에서는, 상기 보조 회수 기구는, 유체를 흡인하는 흡인 기구를 포함하는 것으로 할 수 있다.
- [0023] 이 경우에 있어서, 상기 흡인 기구에 의한 흡인에 의해 발생하는 상기 액체 주위의 환경 변화를 억제하는 급기 기구를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0024] 본 발명은, 제 2 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이를 국소적으로 액체로 채우기 위해 그 액체를 공급하는 공급 기구; 상기 액체를 회수하는 회수 기구; 및
- [0025] 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 탑재 영역 주위의 적어도 일부에 형성되고, 그 표면이 상기 탑재 영역에 탑재된 기관 표면과 거의 동일한 높이가 되는 플레이트를 구비하는 제 2 노광 장치이다.
- [0026] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체가 공급되고, 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 노광 중에, 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체의 회수를 반드시 실시할 필요는 없지만, 적어도 노광 중에는, 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에는 소정량의 액체가 국소적으로 유지되게 된다. 따라서, 액침법에 의해, 고해상도로 또 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 그리고, 예를 들어 기관의 주변부를 노광할 때, 또는 노광 종료 후에 기관 스테이지 상의 기관을 교환할 때 등에서, 투영 광학계와 기관 사이에 액체를 유지한 상태에서 투영 광학계의 투영 영역이 기관으로부터 벗어나는 위치로 기관 스테이지가 이동한 경우라도 투영 광학계와 플레이트 사이에 액체를 유지할 수 있어, 그 액체의 유출을 방지할 수 있게 된다. 또한, 예를 들어 기관의 교환 중에, 투영 광학계와 플레이트 사이에 액체를 유지할 수 있기 때문에, 액체의 공급을 위한 시간을 거치지 않고 그 기관의 노광을 개시할 수 있게 된다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기관 상에 패턴을 양호한 정밀도로 전사할 수 있는 것과 함께, 특히 기관의 교환 후에 액체의 공급 시간이 불필요해지는 만큼 스루풋의 향상이 가능해진다.
- [0027] 이 경우에 있어서, 상기 플레이트와 상기 기관의 간극은 3mm 이하로 설정되어 있는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 기관이 투영 광학계의 하방에 있는 상태에서 기관이 투영 광학계로부터 벗어나는 위치로 기관 스테이지가 이동하는 경우 등 투영 광학계의 이미지면측의 액침부분이 기관과 플레이트의 경계에 있더라도, 기관과 플레이트 사이의 간극으로 액체가 유출되는 것이 그 액체의 표면장력에 의해 방지된다.
- [0028] 본 발명의 제 2 노광 장치에는, 상기 기관 스테이지의 위치를 계측하는 간섭계와; 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 상기 액체 주변의 공조를 실행하는 공조 기구를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 제 2 노광 장치에는, 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급은 상기 플레이트 상에서 개시되는 것으로 할 수 있다.
- [0030] 본 발명은, 제 3 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지의 위치를 계측하는 간섭계; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 상기 액체를 회수하는 회수 기구; 및 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 상기 액체 주변의 공조를 실시하는 공조 기구를 구비하는 제 3 노광 장치이다.
- [0031] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체가 공급되고, 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 이 경우, 노광 중에 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체

의 회수를 반드시 실시할 필요는 없지만, 적어도 노광 중에는, 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에는 소정량의 액체가 국소적으로 유지되게 된다. 따라서, 액침법에 의해, 고해상도로 또 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 또한, 공조 기구에 의해 액체 주변의 공조가 실시되고 있기 때문에, 회수 기구에 의한 액체의 회수시에, 액체 주위의 분위기 중의 기체의 흐름이 흐트러지는 것이 방지되고, 이것에 의해 그 기체의 흐름의 흐트러짐 (이것에 의해 발생하는 기체의 온도 요동, 굴절률 변화 등을 포함한다)에 기인하는 간섭계의 계측 오차의 발생이 방지되고, 기관 스테이지의 위치를 양호한 정밀도로 계측하는 것이 가능해진다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기관 상에 패턴을 양호한 정밀도로 전사할 수 있다.

- [0032] 이 경우에 있어서, 상기 공조 기구는, 유체를 흡인하는 흡인 기구를 포함하는 것으로 할 수 있다.
- [0033] 이 경우에 있어서, 상기 흡인 기구는, 상기 회수 기구로 회수하지 못한 상기 액체를 회수하는 역할도 하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 예를 들어 회수 기구에 의해서 액체를 완전하게는 회수할 수 없는 사태가 발생한 경우에, 흡인 기구에 의해 그 회수하지 못한 액체가 회수된다. 이것에 의해, 기관 상에 액체가 잔류하는 일이 없고, 그 액체의 잔류 (잔존)에 기인하는 상기 서술한 여러 가지 문제의 발생을 방지할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 제 3 노광 장치에서는, 상기 공조 기구는, 노광 장치가 수용되는 챔버 내의 공조와는 독립적으로, 상기 액체 주변의 공조를 국소적으로 실행하는 것으로 할 수도 있다.
- [0035] 본 발명의 제 1~제 3 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계는, 복수의 광학 소자를 포함하고, 그 복수의 광학 소자 중 상기 기관측에 가장 가까이 위치하는 광학 소자에는 노광에 사용하지 않는 부분에 구멍이 형성되고, 상기 구멍을 통하여 상기 액체의 공급, 상기 액체의 회수 및 기포 (액체 중의 기포)의 회수 중 적어도 하나의 동작이 실행되는 것으로 할 수 있다.
- [0036] 본 발명은, 제 4 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 상기 액체를 회수하는 회수 기구를 구비하고, 상기 투영 광학계는, 복수의 광학 소자를 포함하고, 그 복수의 광학 소자 중 상기 기관측에 가장 가까이 위치하는 광학 소자에는 노광에 사용하지 않는 부분에 구멍이 형성되고, 상기 구멍을 통하여 상기 액체의 공급, 상기 액체의 회수 및 기포 (액체 중의 기포)의 회수 중 적어도 하나의 동작이 실행되는 것을 특징으로 하는 제 4 노광 장치이다.
- [0037] 이것에 의하면, 투영 광학계를 구성하는 기관측에 가장 가까이 위치하는 광학 소자에는, 노광에 사용하지 않는 부분에 구멍이 형성되고, 그 구멍을 통하여, 공급 기구에 의한 액체의 공급, 또는 회수 기구에 의한 액체의 회수 또는 액체 중의 기포의 회수 동작이 이루어진다. 이 때문에, 공급 기구와 회수 기구를 투영 광학계의 외부에 배치하는 경우에 비하여 스페이스를 절약하는 것이 가능해진다. 또한, 이 경우도, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체가 공급되고, 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 이 경우, 노광 중에 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체의 회수를 반드시 실시할 필요는 없지만, 적어도 노광 중에는, 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에는 소정량의 액체가 유지되게 된다. 따라서, 액침법에 의하여, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기관 상에 양호한 정밀도로 패턴을 전사할 수 있는 것과 함께, 투영 광학계 주위의 구성 각 부의 배치 자유도가 향상된다.
- [0038] 본 발명의 제 1~제 4 노광 장치 각각에서는, 상기 기관 스테이지가 정지하고 있을 때에는, 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 상기 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작을 함께 정지시키는 제어 장치를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0039] 본 발명은 제 5 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 액체를 회수하는 회수 기구를 구비하고, 상기 기관 스테이지가 정지하고 있을 때에는, 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 상기 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작이 함께 정지되는 것을 특징으로 하는 제 5 노광 장치이다.
- [0040] *이것에 의하면, 기관 스테이지가 정지하고 있을 때에는, 공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작이 함께 정지된다. 이 경우, 예를 들어 투영 광학계와 기관 사이의 거리 (워킹 디스

턴스)가 좁은 고해상도의 투영 광학계(개구수가 큰 투영 광학계)를 사용하는 경우, 그 투영 광학계와 기관 사이에 액체가 그 표면장력에 의해 유지된다. 기관 스테이지의 정지 중에는 액체를 교체할 필요성이 낮은 경우도 많기 때문에, 항상(기관 스테이지의 이동 중 뿐만 아니라, 기관 스테이지의 정지 중에도)공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작이 병행하여 실시되는 경우에 비해, 액체의 사용량을 줄일 수 있다. 이 경우도, 적어도 노광 중에는, 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 소정량의 액체가 유지되게 된다. 따라서, 액침법에 의하여, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기관 상에 양호한 정밀도로 패턴을 전사할 수 있는 것과 함께, 액체의 사용량을 저감시키는 것이 가능해진다. 액체로서 고가의 액체를 사용하는 경우에 특히 바람직하다.

- [0041] 본 발명의 제 1~제 5 노광 장치 각각에서는, 상기 공급 기구는, 상기 기관 이동 방향의 전방측으로부터 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체를 공급하는 것으로 할 수 있고, 또는 상기 공급 기구는, 상기 기관 이동 방향의 후방측으로부터 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체를 공급하는 것으로 할 수도 있다.
- [0042] 본 발명의 제 1~제 5 노광 장치 각각에서는, 상기 패턴을 주사 노광 방식으로 상기 기관 상에 전사하기 위하여, 상기 에너지 빔에 대하여 상기 기관 스테이지를 소정 주사 방향으로 구동하는 구동계를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0043] 이 경우에 있어서, 상기 공급 기구는, 상기 주사 방향에 직교하는 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구를 구비하고, 상기 기관 상의 노광 대상의 구획 영역의 크기에 따라 상기 복수의 공급구 중에서 선택한 적어도 하나의 공급구로부터 상기 액체를 공급하는 것으로 할 수 있다.
- [0044] 본 발명은, 제 6 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상의 복수의 구획 영역에 각각 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계를 구성하는 기관측에 가장 가까운 광학 소자 주위를 적어도 둘러싸고 또한 상기 기관 스테이지 상의 기관 표면과의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽; 및 상기 둘레벽의 내부에 상기 기관 이동 방향의 후방측으로부터 액체를 공급하는 적어도 하나의 공급 기구를 구비하는 제 6 노광 장치이다.
- [0045] 이것에 의하면, 기관의 이동시, 즉 기관을 유지한 기관 스테이지의 이동시에, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이를 포함하는 둘레벽의 내부에 기관의 이동 방향의 후방측으로부터 액체가 공급되어, 기관을 이동시킬 때에 투영 광학계와 기관 사이에 액체가 채워진다. 이 경우, 기관 상의 소정 구획 영역이 투영 광학계의 하방으로 이동할 때에는, 그 구획 영역 상방에는 투영 광학계의 하방에 도달하기 전에 확실하게 액체가 공급된다. 즉, 기관을 소정 방향으로 이동시킬 때에, 투영 광학계와 기관 표면과의 사이는 액체에 의해 채워진다. 따라서, 그 구획 영역을 노광 대상 영역으로 하여 노광(패턴을 기관 상에 전사)함으로써, 상기 서술한 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 이것에 의해, 패턴을 기관 상의 복수의 구획 영역 각각에 양호한 정밀도로 전사할 수 있다.
- [0046] 이 경우에 있어서, 상기 투영 광학계에 관하여 상기 기관 이동 방향의 전방에서 액체를 회수하는 회수 기구를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 공급 기구에 의해 기관의 이동 방향의 후방측으로부터 둘레벽의 내부에 액체가 공급되고, 투영 광학계에 관해서 기관 이동 방향의 전방에서 그 액체가 회수 기구에 의해 회수된다. 이 경우, 공급된 액체는, 기관의 이동 방향을 따라서 투영 광학계와 기관 사이를 흐른다. 그 때문에, 기관 상에 이물이 부착되어 있는 경우에는, 그 이물이 액체의 흐름에 의해 제거된다.
- [0047] 본 발명의 제 6 노광 장치에서는, 상기 공급 기구는, 노광시에 상기 패턴 및 상기 투영 광학계를 통하여 상기 에너지 빔이 조사되는 상기 기관 상의 조사 영역 주위에 복수의 공급구를 구비하고, 상기 액체의 공급에 사용하는 공급구를 상기 기관 이동 방향에 따라 전환하는 것으로 할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 제 6 노광 장치에서는, 상기 패턴을 주사 노광 방식으로 상기 기관 상에 전사하기 위하여, 상기 에너지 빔에 대하여 상기 기관 스테이지를 소정 주사 방향으로 구동하는 구동계를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0049] 이 경우에 있어서, 상기 공급 기구는, 상기 조사 영역에 관하여 상기 주사 방향의 일측과 타측에 각각 형성되고, 상기 액체의 공급에 사용되는 공급 기구가, 상기 기관 스테이지의 주사 방향에 따라 전환되는 것으로 할 수 있다.

- [0050] 본 발명의 제 6 노광 장치에는, 상기 공급 기구는, 상기 주사 방향에 직교하는 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구를 구비하고, 상기 기관 상의 노광 대상의 구획 영역의 크기에 따라 상기 복수의 공급구 중에서 선택한 적어도 하나의 공급구로부터 상기 액체를 공급하는 것으로 할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 제 6 노광 장치에서는, 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관의 탑재 영역 주위의 적어도 일부에 형성되고, 그 표면이 상기 탑재 영역에 탑재된 기관 표면과 거의 동일한 높이가 되는 플레이트를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0052] 본 발명의 제 1~제 6 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계에 관하여 상기 기관 이동 방향의 후방에서 액층의 기포를 회수하는 적어도 하나의 기포 회수 기구를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 제 1~제 6 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이에 있는 액체의 온도 정보의 실측치 및 예측치 중 적어도 일방에 기초하여 노광 조건을 조정하는 조정 장치를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0054] *본 발명은, 제 7 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 기관을 소정 주사 방향으로 이동시켜 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 상기 기관 상의 복수의 구획 영역에 주사 노광 방식으로 각각 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 액체를 회수하는 회수 기구를 구비하고, 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급 및 상기 회수 기구에 의한 액체의 회수가, 상기 기관 상의 각 구획 영역에 대한 노광 동작과 동기하여 실시되는 것을 특징으로 하는 제 7 노광 장치이다.
- [0055] 이것에 의하면, 공급 기구에 의한 액체의 공급 및 회수 기구에 의한 액체의 회수가, 기관 상의 각 구획 영역에 대한 노광 동작과 동기하여 실시되기 때문에, 기관 상의 노광 대상의 구획 영역에 대하여 주사 노광 방식으로 패턴을 전사할 때, 그 구획 영역이 투영 광학계를 통한 에너지빔의 조사 영역을 통과하는 동안에는 투영 광학계와 기관 사이에 소정량의 액체 (상시 교체된다) 를 채울 수 있고, 액침법에 의하여, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 한편, 노광 대상의 구획 영역이 에너지빔의 조사 영역을 통과하는 동안, 또는 여기에 추가하여 통과 후 잠깐 동안 이외에는 액이 기관 상에 존재하지 않는 상태로 할 수 있다. 즉, 기관 상의 복수의 구획 영역을 순차 노광할 때, 구획 영역의 노광시마다, 투영 광학계와 기관 사이에 액체의 공급과 그 액체의 전체 회수가 반복하여 이루어지기 때문에, 기관 상에 액체가 존재하고 있는 시간을 짧게 할 수 있고, 기관 상의 감광제 (레지스트) 의 성분 열화를 억제할 수 있고, 기관 주위 분위기의 환경 악화도 억제할 수 있다. 또한 전 (前) 구획 영역의 노광 중에 노광광의 조사에 의해서 따뜻해진 액체가, 다음 구획 영역의 노광에 영향을 주는 경우도 없다.
- [0056] 이 경우에 있어서, 상기 각 구획 영역을 노광할 때, 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급 및 상기 회수 기구에 의한 상기 액체의 전체 회수가 실행되는 것으로 할 수 있다.
- [0057] 이 경우에 있어서, 상기 패턴을 전사할 때, 상기 기관 스테이지의 상기 주사 방향의 이동에 의해서 노광 대상의 구획 영역의 전단이 노광시에 상기 패턴 및 상기 투영 광학계를 통하여 상기 에너지 빔이 조사되는 상기 기관 상의 조사 영역 내에 들어가기 전의 어느 한 시점에서 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 개시되는 것으로 할 수 있다.
- [0058] 이 경우에 있어서, 상기 노광 대상의 구획 영역에 대한 패턴의 전사와 전의 구획 영역에 대한 패턴의 전사 사이의 상기 기관 스테이지의 구획 영역 간 이동 동작 종료 후에 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 개시되는 것으로 할 수 있고, 또는 청구항 36 에 기재된 노광 장치와 같이, 상기 노광 대상의 구획 영역의 전단이 공급 위치에 도달한 시점에서 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 개시되는 것으로 할 수도 있다.
- [0059] 본 발명의 제 7 노광 장치에서는, 상기 패턴을 전사할 때, 상기 기관 스테이지의 상기 주사 방향의 이동에 의해서 노광 대상의 구획 영역의 후단이 노광시에 상기 패턴 및 상기 투영 광학계를 통하여 상기 에너지 빔이 조사되는 상기 기관 상의 조사 영역에서 나온 시점에서 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 정지되는 것으로 할 수 있다.
- [0060] 이 경우에 있어서, 상기 노광 대상의 구획 영역에 대한 패턴의 전사 후, 다음 구획 영역에 대한 패턴의 전사 앞서 실행되는 상기 기관 스테이지의 구획 영역 간 이동 동작의 개시 전에 상기 회수 기구에 의한 상기 액체의 회수가 완료되는 것으로 할 수 있다.

- [0061] 본 발명의 제 7 노광 장치에서는, 상기 패턴을 전사할 때, 상기 기관 스테이지의 상기 주사 방향의 이동에 의해서 노광 대상의 구획 영역의 후단이 노광시에 상기 패턴 및 상기 투영 광학계를 통하여 상기 에너지 빔이 조사되는 상기 기관 상의 조사 영역에서 완전히 나가기 전 시점에서 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 정지되는 것으로 할 수 있다.
- [0062] 이 경우에 있어서, 상기 노광 대상의 구획 영역의 후단이 공급 위치에 도달한 시점에서 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급이 정지되는 것으로 할 수 있다. 또, 상기 노광 대상의 구획 영역에 대한 패턴 전사 후, 다음 구획 영역에 대한 패턴의 전사에 앞서 실행되는 상기 기관 스테이지의 구획 영역 간 이동 동작 개시 전에 상기 회수 기구에 의한 상기 액체의 회수가 완료되는 것으로 할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 제 5, 제 7 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계를 구성하는 기관측에 가장 가까운 광학 소자 주위를 적어도 둘러싸고 또한 상기 기관 스테이지 상의 기관 표면과의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽을 추가로 구비하고, 상기 공급 기구는, 상기 투영 광학계의 상기 기관측 단부가 바라보는 상기 둘레벽의 내부에 상기 액체를 공급하는 것으로 할 수 있다.
- [0064] 본 발명은, 제 8 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 기관을 소정 주사 방향으로 이동시켜 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 상기 기관 상의 복수의 구획 영역에 주사 노광 방식으로 각각 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계를 구성하는 기관측에 가장 가까운 광학 소자의 주위를 적어도 둘러싸고 또한 상기 기관 스테이지 상의 기관 표면과의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽; 상기 둘레벽의 내부에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 액체를 회수하는 회수 기구를 구비하는 제 8 노광 장치이다.
- [0065] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이를 포함하는 둘레벽의 내부에 액체가 공급되고, 그 액체가 회수 기구로부터 회수된다. 따라서, 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체의 회수가 병행하여 실시될 때, 투영 광학계와 기관 사이를 포함하는, 둘레벽의 내부에는 소정량의 액체 (상시 교체되고 있다) 가 유지된다. 따라서, 기관 상의 구획 영역을 노광 대상 영역으로 하여 노광 (패턴을 기관 상에 전사) 할 때에, 상기한 액체의 공급과 회수를 병행하여 실시함으로써, 상기 서술한 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 또한, 이 경우, 투영 광학계를 구성하는 기관측에 가장 가까운 광학 소자의 주위를 적어도 둘러싸고 또한 상기 기관 스테이지 상의 기관 표면과의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽을 구비하고 있기 때문에, 그 클리어런스를 작게 설정함으로써 액체와 외기의 접촉 면적이 매우 좁게 설정되고, 액체의 표면장력에 의해 그 클리어런스를 통하여 액체가 둘레벽 밖으로 누출되는 것이 방지된다. 이 때문에, 예를 들어 노광 종료 후에 액침에 사용한 액체를 확실하게 회수하는 것이 가능해진다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 패턴을 기관 상의 복수의 구획 영역 각각에 양호한 정밀도로 전사할 수 있는 것과 함께, 기관 상에 액체가 잔류하는 것에 기인하는 각종 악영향을 회피할 수 있게 된다.
- [0066] 이 경우에 있어서, 상기 둘레벽의 내측이 부압상태로 되어 있는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 액체의 자중에 기인하는 액체의 둘레벽 외부로의 누출을 보다 확실하게 방지할 수 있게 된다.
- [0067] 본 발명의 제 8 노광 장치에서는, 상기 기관을 유지하는 상기 기관 스테이지의 이동 중에는 상기 공급 기구에 의한 상기 액체의 공급 및 상기 회수 기구에 의한 액체의 회수가 이루어지는 것으로 할 수 있다.
- [0068] 본 발명의 제 8 노광 장치에서는, 상기 기관을 유지하는 상기 기관 스테이지의 정지 중에는 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 상기 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작은 이루어지지 않고, 상기 둘레벽의 내부에 액체가 유지된 상태가 유지되는 것으로 할 수 있다.
- [0069] 본 발명의 제 8 노광 장치에서는, 상기 소정의 클리어런스는 3mm 이하로 설정되어 있는 것으로 할 수 있다.
- [0070] 본 발명은, 제 9 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 기관을 소정 주사 방향으로 이동시켜 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 상기 기관 상의 복수의 구획 영역에 주사 노광 방식으로 각각 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 및 상기 주사 방향에 직교하는 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구를 갖고, 상기 기관 상의 노광 대상의 구획 영역 위치에 따라서 상기 복수의 공급구 중에서 선택한 적어도 하나의 공급구로부터 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관과 상기 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 주사 방향을 따라 액체를 공급하는 공급 기구를 구비하는 제 9 노광 장치이다.

- [0071] *예를 들어, 노광 대상의 구획 영역의 기관 상 위치에 따라서 그 노광 대상의 구획 영역의 적어도 비주사 방향의 사이즈가 다른 경우, 공급 기구에 의해, 노광 대상의 구획 영역의 기관 상 위치에 따라서 공급구를 선택하는 것은, 결과적으로 노광 대상의 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈에 따라서 공급구를 선택하는 것과 동일한 것이다. 따라서, 본 발명에 의하면, 노광 대상의 구획 영역의 비주사 방향의 범위에 대응하는 공급구를 선택하는 것이 가능해지고, 구획 영역 밖으로 액체를 흘리지 않으며, 기관 상의 노광 대상의 구획 영역과 투영 광학계 사이에 주사 방향을 따라서 액체를 공급하면서, 액침법을 이용한 주사 노광을 실시함으로써, 그 노광 대상의 구획 영역에 패턴을 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능해진다. 이 경우, 기관 상의 일부 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈가 나머지 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈와 달라도 되고, 기관의 주변부에 구획 결여 영역이 존재하는 경우에는, 나머지 모든 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈가 동일해도 된다.
- [0072] 이 경우에 있어서, 상기 공급 기구는, 상기 노광 대상의 구획 영역이 기관 상의 주변부의 구획 영역인 경우, 상기 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구 중 일부의 공급구에서만 상기 액체를 공급하는 것으로 할 수 있다.
- [0073] 본 발명은, 제 10 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 기관을 소정 주사 방향으로 이동시켜 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 상기 기관 상의 복수의 구획 영역에 주사 노광 방식으로 각각 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 및 상기 주사 방향에 직교하는 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구를 갖고, 상기 기관 상의 노광 대상의 구획 영역의 상기 비주사 방향의 치수에 따라서 상기 복수의 공급구 중에서 선택한 적어도 하나의 공급구로부터 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관과 상기 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 주사 방향을 따라 액체를 공급하는 공급 기구를 구비하는 제 10 노광 장치이다.
- [0074] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해, 노광 대상의 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈에 따라서 그 구획 영역의 비주사 방향의 범위에 대응하는 공급구를 선택하는 것이 가능해져, 구획 영역 밖으로 액체를 흘리는 일없이, 기관 상의 노광 대상의 구획 영역과 투영 광학계 사이에 주사 방향을 따라 액체를 공급하면서, 액침법을 이용한 주사 노광을 실시함으로써, 그 노광 대상의 구획 영역에 패턴을 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능해진다. 이 경우, 기관 상의 일부 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈가 나머지 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈와 달라도 되고, 모든 구획 영역의 비주사 방향의 사이즈가 동일해도 된다. 또한, 기관 주변의 구획 영역을 주사 노광 할 때에 비주사 방향의 사이즈가 서서히 변화하는 경우도 있지만, 이 경우에도 그 사이즈의 변화에 따라서 공급구를 선택하면 된다.
- [0075] 본 발명의 제 9, 제 10 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계에 관하여 상기 주사 방향을 따라 흐르는 액체의 상류측에서 액 중의 기포를 회수하는 적어도 하나의 기포 회수 기구를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0076] 본 발명의 제 9, 제 10 노광 장치 각각에서는, 상기 공급 기구는, 상기 기관 이동 방향의 후방측으로부터 상기 액체를 공급하는 것으로 할 수 있다.
- [0077] 본 발명은, 제 11 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관과 상기 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 액체의 흐름의 상기 투영 광학계에 대한 상류측에서 액 중의 기포를 회수하는 적어도 하나의 기포 회수 기구를 구비하는 제 11 노광 장치이다.
- [0078] 이것에 의하면, 기관 스테이지 상의 기관과 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 액체가 존재하는 상태로 노광 (기관 상에 패턴을 전사) 이 실시되면, 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 여기서, 액체 중의 기포는, 그 액체의 흐름의 투영 광학계에 대한 상류측에서 기포 회수 기구에 의해서 회수된다. 즉, 액체 중의 기포는, 투영 광학계와 기관 사이의 에너지빔 (노광빔) 의 광로에 도달하지 않고, 기포 회수 기구에 의하여 회수된다. 이 때문에, 기포가 투영 광학계와 기관 사이에 들어가는 것에 기인하는 에너지빔 (노광광) 의 부분적인 투과율 저하나 투영 이미지의 열화 등을 방지할 수 있다.
- [0079] 이 경우에 있어서, 상기 기포 회수 기구는, 상기 액체 (회수한 액체) 와 함께 기포를 배출하는 것으로 할 수 있다.

- [0080] 본 발명의 제 11 노광 장치에서는, 상기 기포 회수 기구가 복수 형성되고, 상기 기포의 회수에 사용되는 기포 회수 기구가 상기 기관 이동 방향에 따라 전환되는 것으로 할 수 있다. 이러한 경우에는, 기관이 어느 쪽 방향으로 이동하는 경우라도 그 이동 중에 기포가 투영 광학계와 기관 사이로 들어가는 것을 방지할 수 있다.
- [0081] 본 발명의 제 9~제 11 노광 장치 각각에서는, 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 액체의 온도 정보의 실측치 및 예측치 중 적어도 일방에 기초하여 노광 조건을 조정하는 조정 장치를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0082] 본 발명은, 제 12 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관과 상기 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 액체의 온도 정보에 기초하여 노광 조건을 조정하는 조정 장치를 구비하는 제 12 노광 장치이다.
- [0083] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해, 기관 스테이지 상의 기관과 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 소정 공간 영역에 액체가 공급된다. 이 상태로 노광 (기관 상에 패턴을 전사) 을 실시하면, 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 이 경우, 조정 장치에 의해, 투영 광학계와 기관 사이의 액체의 온도 정보의 실측치 및 예측치 중 적어도 일방에 기초하여 노광 조건을 조정하고 있다. 이 때문에, 상기 서술한 액침용의 액체의 온도 분포에 동반되는 노광 정밀도의 악화 요인, 예를 들어 패턴의 투영 영역 (패턴 및 투영 광학계를 통하여 에너지빔이 조사되는 기관 상 영역) 내의 수차 (예를 들어 포커스) 의 분포, 즉 이미지면 형상의 변화 등을 고려한 노광 조건의 적절한 조정이 가능해진다. 따라서, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 패턴을 기관 상에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능해진다.
- [0084] 이 경우에 있어서, 상기 패턴을 주사 노광 방식으로 상기 기관 상에 전사하기 위해, 상기 에너지 빔에 대하여 상기 기관 스테이지를 소정 주사 방향으로 구동하는 구동계; 및 상기 투영 광학계의 상기 주사 방향의 일측과 타측에 적어도 각각 하나 배치된 적어도 2개의 온도 센서를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0085] 이 경우에 있어서, 상기 일측과 타측에 각각 배치된 적어도 2개의 상기 온도 센서의 검출 결과에 기초하여, 상기 패턴 및 상기 투영 광학계를 통하여 상기 에너지 빔이 조사되는 상기 기관 상의 영역을 상기 액체가 통과하는 동안에 발생하는 그 액체의 온도 변화를 예측하는 예측 장치를 추가로 구비하는 것으로 할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 제 12 노광 장치에서는, 상기 패턴을 주사 노광 방식으로 상기 기관 상에 전사하기 위해, 상기 에너지 빔에 대하여 상기 기관 스테이지를 소정 주사 방향으로 구동하는 구동계를 추가로 구비하고, 상기 조정 장치는, 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 액체의 주사 방향의 온도분포를 고려하여 노광 조건을 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0087] 이 경우에 있어서, 상기 조정 장치는, 상기 주사 방향의 온도 분포에 의해 발생하는 이미지면 경사를 고려하여, 이미지면과 기관 표면의 위치 관계를 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0088] 이 경우에 있어서, 상기 조정 장치는, 상기 주사 방향의 온도 분포에 의해 발생하는 주사 방향의 이미지면 경사에 맞추어 상기 기관을 경사시키는 것과 함께, 그 경사 방향으로 상기 기관을 주사하는 것으로 할 수 있다.
- [0089] *본 발명의 제 11, 제 12 노광 장치 각각에서는, 상기 공급 기구는, 기관 이동 방향을 따라 상기 액체를 흘려 보내는 것으로 할 수 있다.
- [0090] 이 경우에 있어서, 상기 공급 기구는, 상기 기관의 이동 방향의 후방으로부터 상기 액체를 액체를 흘려 보내는 것으로 할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 제 12 노광 장치에서는, 상기 온도 정보는 실측치 및 예측치 중 적어도 일방을 포함하는 것으로 할 수 있다.
- [0092] 본 발명의 제 12 노광 장치에서는, 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 액체의 온도를 검출 가능한 온도 센서를 추가로 구비하고, 그 온도 센서의 검출 결과에 기초하여 상기 노광 조건을 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 제 12 노광 장치에서는, 상기 온도 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계에 의해 형성되는 이미지면과 상기 기관 표면의 위치 관계를 조정하기 위한 포커스 제어가 이루어지는 것으로 할 수 있다.

- [0094] 본 발명은, 제 13 관점에서 보면, 투영 광학계와 기관 사이에 액체를 채운 상태로 소정의 패턴을 상기 투영 광학계를 통하여 상기 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 다중 노광하는 경우에는, 제 1 패턴을 상기 기관 상의 구획 영역에 전사한 후 상기 투영 광학계와 기관 사이에 상기 액체를 유지한 상태로 제 2 패턴을 상기 기관 상의 상기 구획 영역에 전사하는 것을 특징으로 하는 제 13 노광 장치이다.
- [0095] 이것에 의하면, 다중 노광하는 경우에, 투영 광학계와 기관 사이에 액체를 채운 상태로 제 1 패턴이 기관 상의 구획 영역에 전사된 후, 투영 광학계와 기관 사이에 액체를 유지한 상태로 제 2 패턴이 기관 상의 상기 구획 영역에 전사된다. 이 때문에, 액침법을 이용한 다중 노광이 적용되어, 고해상도이고 실질적으로 초점 심도를 크게 한 고정밀도의 노광이 이루어진다. 이 경우, 제 2 패턴의 전사가 개시되는 시점에서는 투영 광학계와 기관 사이에 액체가 유지되어 있기 때문에, 그 제 2 패턴의 전사를 액체의 공급을 기다리지 않고 개시할 수 있다.
- [0096] 본 발명은, 제 14 관점에서 보면, 투영 광학계를 통하여 패턴의 이미지를 기관 상에 투영함으로써 상기 기관을 노광하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원평면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 기관 스테이지 상의 기관과 상기 투영 광학계 사이를 적어도 포함하는 공간 영역에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 압력 정보에 기초하여 노광 조건을 조정하는 조정 장치를 구비하는 제 14 노광 장치이다.
- [0097] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해, 기관 스테이지 상의 기관과 투영 광학계 사이에 액체가 공급된다. 이 상태로 기관의 노광 (기관 상에 패턴을 전사)을 실시하면, 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 이 경우, 조정 장치에 의해, 투영 광학계와 기관 사이의 압력 정보에 기초하여 노광 조건이 조정되고 있다. 이 때문에, 상기 서술한 액체의 흐름에 기인하는 투영 광학계와 기관 사이의 압력 분포에 동반되는 노광 정밀도의 악화 요인, 예를 들어 패턴의 투영 영역 (패턴 및 투영 광학계를 통하여 에너지빔이 조사되는 기관 상의 영역) 내의 수차 (예를 들어 포커스)의 변화, 이미지면 형상의 변화나 기관 표면의 면위치 제어 오차 등을 고려한 노광 조건의 적절한 조정이 가능해진다. 여기서, 투영 광학계와 기관 사이의 압력 분포는, 압력 센서 등을 사용하여 직접 측정한 실측치로 해도 되고, 미리 실험 등에서 구한 정보에 기초하는 추측치로 해도 된다. 어쨌든 간에, 본 발명의 노광 장치에 의하면, 패턴을 기관 상에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능해진다.
- [0098] 이 경우에 있어서, 상기 기관은 소정 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 투영 광학계와 상기 기관 사이의 액체는 상기 주사 방향과 평행하게 흐르고, 상기 조정 장치는, 상기 주사 방향의 압력분포에 기초하여 노광 조건을 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0099] 본 발명의 제 14 노광 장치에서는, 상기 기관은, 상기 액체가 흐르는 방향과 동일한 방향으로 이동하면서 노광되는 것으로 할 수 있다.
- [0100] 본 발명의 제 14 노광 장치에서는, 상기 조정 장치는, 상기 기관의 주사 속도에 따른 노광 조건의 조정 정보에 기초하여 노광 조건을 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0101] 본 발명의 제 14 노광 장치에서는, 상기 조정 장치는, 상기 공급 기구에 의한 액체의 공급량에 따른 노광 조건의 조정 정보에 기초하여 노광 조건을 조정하는 것으로 할 수 있다.
- [0102] 본 발명은, 제 15 관점에서 보면, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 투영 광학계를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원평면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계와 상기 기관 스테이지 상의 상기 기관 사이에 액체를 공급하는 공급 기구; 상기 액체를 회수하는 회수 기구; 및 상기 회수 기구로 회수하지 못한 상기 기관 상의 액체를 제거하는 액체 제거 기구를 구비하는 제 15 노광 장치이다.
- [0103] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계와 기관 스테이지 상의 기관 사이에 액체가 공급되고, 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 이 경우, 투영 광학계 (의 선단부)와 기관 스테이지 상의 기관 사이에는 소정량의 액체가 유지되게 (채워지게) 된다. 따라서, 이 상태로 노광 (패턴을 기관 상에 전사) 함으로써, 액침법이 적용되어, 기관 표면에 있어서의 노광광의 파장을 공기 중에 있어서의 파장의 $1/n$ 배 (n 은 액체의 굴절률)로 단파장화할 수 있고, 또 초점 심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어진다. 또한, 공급 기구에 의한 액체의 공급과 회수 기구에 의한 액체의 회수가 병행하여 실시될 때에는, 투영 광학계와 기관 사이의 액체는 상시 교체된다. 또한, 예를 들어 회수 기구에 의해 액체를 완전하게는 회수할 수 없는 사태가 발생한 경우, 액체 제거 기구에 의해 그 회수하지 못한 액체가 제거된다.

- [0104] 본 발명은, 제 16 관점에서 보면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지함과 함께, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 상기 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지; 상기 투영 광학계의 이미지면 측에 액체를 공급하는 공급 기구; 상기 투영 광학계의 투영 영역 외측에서 상기 액체를 회수하는 제 1 회수 기구; 및 상기 투영 영역에 대하여 상기 제 1 회수 기구보다도 외측에서 상기 액체를 회수하는 제 2 회수 기구를 구비하는 제 16 노광 장치이다.
- [0105] 여기서, 투영 광학계의 투영 영역이란, 투영 광학계에 의한 투영 대상, 예를 들어 패턴 이미지의 투영 영역을 가리킨다.
- [0106] 이것에 의하면, 공급 기구에 의해 투영 광학계의 이미지면측에 액체가 공급되고, 제 1 회수 기구에 의해 그 액체가 회수된다. 이 경우, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지한 상태로, 에너지빔에 의해 패턴이 조명되어 그 패턴이 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 전사된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 따라서, 기관 표면에 있어서의 노광광의 파장을 공기 중에 있어서의 파장의 $1/n$ 배 (n 은 액체의 굴절률)로 단파장화할 수 있고, 또 초점 심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어진다. 또한, 예를 들어 제 1 회수 기구에 의해 액체를 완전하게는 회수할 수 없는 사태가 발생한 경우, 투영 영역에 대하여 그 제 1 회수 기구보다도 외측에 위치하는 제 2 회수 기구에 의해 그 회수하지 못한 액체가 회수된다.
- [0107] 본 발명은, 제 17 관점에서 보면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지함과 함께, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지를 구비하고, 상기 기관 스테이지는, 상기 기관 스테이지에 유지된 상기 기관 주위에 상기 기관 표면과 거의 면이 일치하는 평탄부를 구비하는 것을 특징으로 하는 제 17 노광 장치이다.
- [0108] 이것에 의하면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지한 상태로 에너지 빔에 의해 패턴이 조명되어, 그 패턴이 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 전사된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 또한, 예를 들어 기관의 주변부를 노광할 때, 또는 노광 종료 후에 기관 스테이지 상의 기관을 교환할 때 등에, 투영 광학계와 그 이미지면측 기관 사이에 액체를 유지한 상태로, 투영 광학계의 투영 영역이 기관으로부터 벗어나는 위치에 기관 스테이지가 이동한 경우라도 투영 광학계와 기관 스테이지에 유지된 기관의 주위에 형성된 평탄부 사이에 액체를 유지할 수 있어, 그 액체의 유출을 방지할 수 있게 된다.
- [0109] 본 발명은, 제 18 관점에서 보면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지함과 함께, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지를 구비하고, 상기 기관 스테이지는, 상기 기관 스테이지에 유지되는 상기 기관의 표면과 거의 면이 일치하는 평탄부를 구비하고, 상기 기관의 노광 동작을 실시하지 않을 때, 상기 투영 광학계와 상기 평탄부를 대향시켜 상기 투영 광학계의 이미지면측에 액체를 계속 유지하는 것을 특징으로 하는 제 18 노광 장치이다.
- [0110] 이것에 의하면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지한 상태로, 에너지빔에 의해 패턴이 조명되어 그 패턴이 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 전사된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 또한, 기관의 노광 동작을 실시하지 않을 때에, 투영 광학계와 기관 스테이지에 형성된 평탄부를 대향시켜, 투영 광학계의 이미지면측에 액체를 계속 유지하기 때문에, 예를 들어 복수장의 기관을 연속하여 노광하는 경우에, 기관 교환 중에 투영 광학계의 이미지면측에 액체를 계속 유지할 수 있어, 액체의 공급을 위한 시간을 거치지 않고, 교환 후의 기관의 노광을 개시하는 것이 가능해진다. 또한, 투영 광학계의 이미지면측의 선단면이 건조되어, 그 선단면에 수적(워터 마크) 등이 발생하는 것을 방지할 수도 있다.
- [0111] 본 발명은, 제 19 관점에서 보면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지함과 함께, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 기관이 탑재되고 그 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동하는 기관 스테이지를 구비하고, 상기 기관 스테이지는, 상기 기관 스테이지에 유지되는 상기 기관의 표면과 거의 면이 일치하는 평탄부를 구비하고, 상기 기관 스테이지에 유지된 기관의 노광 완료 후에 상기 기관 스테이지를 소정 위치로 이동시켜 상기 투영 광학계의 이미지면측의 액체를 회수하고, 그 액체의 회수 완료 후에 상기 노광 완료 후의 기관을 상기 기관 스테이지로부터 언로드하는 것을 특징으로 하는 제 19 노광 장치이다.
- [0112] 이것에 의하면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지한 상태로 에너지빔에 의해 패턴이 조명되

어, 그 패턴이 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 전사된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 또한, 기관 스테이지에 유지된 기관의 노광 완료 후에, 기관 스테이지를 소정 위치로 이동시켜 투영 광학계의 이미지면 측의 액체를 회수한다. 여기서, 기관 스테이지를 소정 위치로 이동시킬 때에, 투영 광학계의 투영 영역이 기관으로부터 벗어나는 위치로 기관 스테이지가 이동하는 경우라도, 투영 광학계와 기관 스테이지 상에 형성된 평탄부 사이에 액체를 유지할 수 있다. 또한, 소정 위치를, 투영 광학계와 기관 스테이지 상에 형성된 평탄부가 대향하여 액체를 유지하는 위치로 해도 된다. 어쨌든 간에, 소정 위치로 이동한 후에 액체의 회수가 이루어지고, 그 액체의 회수 완료 후에, 노광 완료 후의 기관이 기관 스테이지로부터 언로드된다.

[0113] 본 발명은, 제 20 관점에서 보면, 투영 광학계의 이미지면 측에 국소적으로 액체를 유지함과 함께, 에너지 빔에 의해 패턴을 조명하고, 상기 패턴을 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 기관 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 투영 광학계의 이미지면 측에 액체를 공급하는 공급 기구; 및 상기 투영 광학계의 이미지면의 공간 내의 기체를 배기하는 배기 기구를 구비하고, 상기 공급 기구로부터의 액체 공급은, 상기 배기 기구에 의한 기체의 배기와 병행하여 개시되는 것을 특징으로 하는 제 20 노광 장치이다.

[0114] 이것에 의하면, 투영 광학계의 이미지면측에 국소적으로 액체를 유지한 상태로 에너지빔에 의해 패턴이 조명되어, 그 패턴이 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 전사된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 또한, 공급 기구로부터의 투영 광학계의 이미지면측으로의 액체의 공급은, 배기 기구에 의한 투영 광학계의 이미지면측의 공간 내의 기체의 배기와 병행하여 개시되기 때문에, 그 공간 내에 액체를 신속하게 채울 수 있음과 함께, 투영 광학계의 이미지면측에 부적절한 기포나 기체의 덩어리가 남는 것을 방지할 수도 있다.

[0115] 본 발명은, 제 21 관점에서 보면, 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 에너지 빔을 조사하여 그 기관을 노광하는 노광 장치로서, 상기 기관을 유지하여 2차원면 내에서 이동 가능한 기관 스테이지; 및 상기 액체의 온도 정보와 상기 액체의 압력 정보 중 적어도 일방에 기초하여 상기 기관 스테이지의 이동을 제어하는 제어 장치를 구비하는 제 21 노광 장치이다.

[0116] 이것에 의하면, 투영 광학계와 액체를 통하여 기관 상에 에너지빔이 조사되어, 그 기관이 노광된다. 즉, 액침 노광이 실시된다. 또한, 제어 장치에 의해, 상기 액체의 온도 정보와 상기 액체의 압력 정보 중 적어도 일방에 기초하여 기관 스테이지의 이동이 제어되기 때문에, 투영 광학계와 기관 사이의 물의 온도 변화나 물의 압력에 의한, 노광 중의 디포커스 등의 발생이 효과적으로 억제되어, 전사 정밀도의 악화를 방지할 수 있다.

[0117] 또, 리소그래피 공정에 있어서, 본 발명의 제 1~제 21 노광 장치 중 어느 하나를 사용하여 기관 상에 디바이스 패턴을 전사함으로써, 기관 상에 패턴을 양호한 정밀도로 형성할 수 있고, 이것에 의해, 보다 고집적도의 마이크로 디바이스를 높은 수율로 제조할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 또 다른 관점에서 보면, 본 발명의 제 1~제 21 노광 장치 중 어느 하나를 사용하는 디바이스 제조 방법이라고도 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0118] 도 1 은, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 노광 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2 는, Z·틸트 스테이지 및 웨이퍼 홀더를 나타내는 사시도이다.
- 도 3 은, 액체 급배 유닛을, 경통의 하단부 및 배관계와 함께 나타내는 단면도이다.
- 도 4 는, 도 3 의 B-B 선 단면도이다.
- 도 5 는, 초점 위치 검출계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6 은, 제 1 실시형태의 노광 장치의 제어계의 구성을 일부 생략하여 나타내는 블록도이다.
- 도 7a 및 도 7b 는, 조명광의 조사에 의해 웨이퍼 상의 조사 영역에 수차 변화가 생기는 이유를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8a 는, 급수 위치로 웨이퍼 스테이지가 이동하였을 때의 상태를 나타내는 도면이고, 도 8b 는, 웨이퍼에 대한 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 처리 중의 웨이퍼 스테이지와 투영 유닛의 위치 관계의 일례를 나타내는 도면이고, 도 8c 는, 배수 위치로 웨이퍼 스테이지가 이동하였을 때의 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는, 액체 급배 유닛 내부에 원하는 깊이까지 물이 고인 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 10a 는, 퍼스트 쇼트에 대한 노광시의, 액체 급배 유닛 근방의 모양을 간략화하여 나타내는 도면이고, 도 10b 는, 도 10a 와는 반대 방향으로 웨이퍼가 스캔되었을 때의 액체 공급 유닛 근방의 모양을 간략화하여 나타

내는 도면이다.

도 11a 내지 도 11f 는, 제 2 실시형태에 따른 노광 장치에 있어서의 1개의 쇼트 영역에 대한 노광을 위한 웨이퍼 스테이지의 주사시의 급배수 동작의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 12 는, 제 2 실시형태의 노광 장치에, 주사 방향과 평행하게 연장되는 복수의 경계를 형성한 변형예에 관련된 액체 급배 유닛을 채용하고, 웨이퍼 상의 에지 쇼트를 노광하는 경우에 관해서 설명하기 위한 도면이다.

도 13a 내지 도 13f 는, 제 2 실시형태의 변형예를 설명하기 위한 도면이고, 1개의 쇼트 영역에 대한 노광을 위한 웨이퍼 스테이지의 주사시의 급배수 동작의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 14a 및 도 14b 는, 액체 급배 유닛의 변형예를 각각 나타내는 도면이다.

도 15 는, 투영 렌즈의 일부에 구멍을 형성하고, 그 구멍을 통하여 액체를 회수하는 변형예에 관해서 나타내는 도면이다.

도 16 은, 본 발명에 관한 디바이스 제조 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 17 은, 도 16 의 단계 204 의 구체예를 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0119] 《제 1 실시형태》

[0120] *이하, 본 발명의 제 1 실시형태에 관하여, 도 1~도 10b 에 기초하여 설명한다.

[0121] 도 1 에는, 제 1 실시형태에 따른 노광 장치 (100) 의 개략 구성이 나타나 있다. 이 노광 장치 (100) 는, 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치 (소위 스캐닝·스테퍼) 이다. 이 노광 장치 (100) 는, 조명계 (10), 마스크로서의 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 투영 유닛 (PU), 기관으로서의 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 Z·틸트 스테이지 (30) 를 포함하는 스테이지 장치 (50), 및 이들의 제어계 등을 구비하고 있다.

[0122] 상기 조명계 (10) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-349701호 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,534,970호 등에 개시된 바와 같이, 광원, 옵티컬 인테그레이터 등을 포함하는 조도 균일화 광학계, 빔 스플리터, 릴레이 렌즈, 가변 ND 필터, 레티클 블라인드 등 (모두 도시 생략) 을 포함하여 구성되어 있다. 이 조명계 (10) 에서는, 회로 패턴 등이 그려진 레티클 (R) 상의 레티클 블라인드에 의해 규정된 슬릿형상의 조명 영역 부분을 에너지빔으로서의 조명광 (노광광: IL) 에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기서, 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 이 사용되고 있다. 또, 조명광 (IL) 으로서, KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광, 또는 초고압 수은 램프로부터의 자외역의 휘선 (g 선, i 선 등) 을 사용하는 것도 가능하다. 또한, 옵티컬 인테그레이터로는, 플라이아이 렌즈, 로드 인테그레이터 (내면 반사형 인테그레이터) 또는 회절 광학 소자 등을 사용할 수 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국 또는 선택한 선택국의 국내 법령이 허용하는 한에 있어서, 상기 미국 특허에서의 개시를 원용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.

[0123] 또한, 조명계 (10) 내의 조명광 (IL) 의 광로 상에는, 투과율이 높고 반사율이 미소한 빔 스플리터가 배치되고, 이 빔 스플리터에 의한 반사광로 상에는 광전 변환 소자로 이루어지는 인테그레이터 센서 (광센서: 14) 가 배치되어 있다 (도 1 에서는 도시 생략, 도 6 참조). 이 인테그레이터 센서 (14) 의 광전 변환 신호는 주제어 장치 (20) 에 공급되고 있다 (도 6 참조).

[0124] 상기 레티클 스테이지 (RST) 상에는, 레티클 (R) 이 예를 들어 진공 흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동부 (11) (도 1 에서는 도시 생략, 도 6 참조) 에 의해 조명계 (10) 의 광축 (후술하는 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 일치) 에 수직인 XY 평면 내에서 미소 구동 가능함과 함께, 소정 주사 방향 (여기서는 Y 축 방향으로 한다) 에 지정된 주사 속도로 구동 가능하게 되어 있다.

[0125] 레티클 스테이지 (RST) 의 스테이지 이동면 내의 위치는, 레티클 레이저 간섭계 (이하, 「레티클 간섭계」 라고 한다: 16) 에 의해, 이동경 (15) 을 통하여, 예를 들어 0.5~1nm 정도의 분해능으로 상시 검출된다. 여기서, 실제로는, 레티클 스테이지 (RST) 상에는 Y 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동경과 X 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동경이 형성되고, 이들 이동경에 대응하여 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계가 형성되어 있지만, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동경 (15), 레티클 간섭계 (16) 로서 도시되어 있다. 또,

예를 들어, 레티클 스테이지 (RST) 의 단면을 경면 가공하여 반사면 (이동경 (15) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 주사 방향 (본 실시형태에서는 Y 축 방향) 의 위치 검출에 사용되는 X 축 방향으로 연장된 반사면 대신에, 적어도 1개의 코너 큐브형 미러 (예를 들어 레트로 리플렉터) 를 사용해도 된다. 여기서, 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계의 일방, 예를 들어 레티클 Y 간섭계는, 측장축을 2축 갖는 2축 간섭계이고, 이 레티클 Y 간섭계의 계측치에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치에 추가로, θ_z 방향 (Z 축 둘레의 회전 방향) 의 회전도 계측할 수 있도록 되어 있다.

[0126] 레티클 간섭계 (16) 로부터의 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보는 스테이지 제어 장치 (19) 및 이것을 통하여 주제어 장치 (20) 에 공급된다. 스테이지 제어 장치 (19) 에서는, 주제어 장치 (20) 로부터의 지시에 따라서, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보에 기초하여 레티클 스테이지 구동부 (11) 를 통해 레티클 스테이지 (RST) 를 구동 제어한다.

[0127] 상기 투영 유닛 (PU) 은, 레티클 스테이지 (RST) 의 도 1 에서의 하방에 배치되어 있다. 투영 유닛 (PU) 은, 경통 (40) 과, 그 경통 내에 소정의 위치 관계로 유지된 복수의 광학 소자, 구체적으로는 Z 축 방향의 공통 광축 (AX) 을 갖는 복수의 렌즈 (렌즈 엘리먼트) 로 이루어지는 투영 광학계 (PL) 를 구비하고 있다. 투영 광학계 (PL) 로는, 예를 들어 양측 텔레센트릭으로 소정의 투영 배율 (예를 들어 1/4배, 또는 1/5배) 의 굴절 광학계가 사용되고 있다. 이 때문에, 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) 에 의해 레티클 (R) 상의 조명 영역이 조명되면, 이 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의해, 투영 유닛 (PU) (투영 광학계 (PL)) 을 통하여 그 조명 영역 내의 레티클 (R) 의 회로 패턴의 축소 이미지 (회로 패턴의 일부의 축소 이미지) 가 표면에 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상에 형성된다.

[0128] 또한, 도시는 생략되어 있지만, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 렌즈 중, 특정한 복수의 렌즈는, 주제어 장치 (20) 로부터의 지령에 기초하여, 결상 특성 보정 컨트롤러 (81: 도 6 참조) 에 의해서 제어되고, 투영 광학계 (PL) 의 광학특성 (결상 특성을 포함한다), 예를 들어 배율, 디스토션, 코마 수차, 및 이미지면 만곡 (이미지면 경사를 포함한다), 이미지면 위치 등을 조정할 수 있게 되어 있다.

[0129] 또, 결상 특성 보정 컨트롤러 (81) 는, 레티클 (R) 을 움직이거나 조명광 (IL) 의 파장을 미세 조정하거나 하여, 투영 광학계 (PL) 를 통하여 투영되는 이미지의 특성을 조정하도록 해도 되고, 이들을 적절히 조합하여 사용하도록 해도 된다.

[0130] 또한, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 후술하는 바와 같이 액침법을 적용한 노광을 실시하기 위해, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이미지면측 (웨이퍼 (W) 측) 에 있는 광학 소자로서의 렌즈 (42) (도 3 등 참조) 근방에는, 그 렌즈를 유지하는 경통 (40) 의 선단을 둘러싸는 상태로 액체 급배 유닛 (32) 이 장착되어 있다. 또, 이 액체 급배 유닛 (32) 및 이것에 접속된 배관계의 구성 등에 관해서는 뒤에 상세히 설명한다.

[0131] 상기 스테이지 장치 (50) 는, 기관 스테이지로서의 웨이퍼 스테이지 (WST), 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성된 웨이퍼 홀더 (70), 이들 웨이퍼 스테이지 (WST) 및 웨이퍼 홀더 (70) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 등을 구비하고 있다. 상기 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 투영 광학계 (PL) 의 도 1 에서의 하방에서 도시를 생략한 베이스 상에 배치되고, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 구성하는 도시를 생략한 리니어 모터 등에 의해 XY 방향으로 구동되는 XY 스테이지 (31) 와, 그 XY 스테이지 (31) 상에 탑재되고, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 구성하는 도시를 생략한 Z·틸트 구동 기구에 의해, Z 축 방향, 및 XY 면에 대한 경사 방향 (X 축 둘레의 회전 방향 (θ_x 방향) 및 Y 축 둘레의 회전 방향 (θ_y 방향)) 으로 미소 구동되는 Z·틸트 스테이지 (30) 를 구비하고 있다. 이 Z·틸트 스테이지 (30) 상에 웨이퍼 (W) 를 유지하는 상기 웨이퍼 홀더 (70) 가 탑재되어 있다.

[0132] *이 웨이퍼 홀더 (70) 는, 도 2 의 사시도에 나타난 바와 같이, 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 영역 (중양의 원형 영역) 의 주위 부분 중, 정방형의 Z·틸트 스테이지 (30) 의 일방의 대각선 상에 위치하는 2개의 코너 부분이 각각 돌출하고, 타방의 대각선 상에 위치하는 2개의 코너 부분이 상기 서술한 원형 영역보다 조금 더 큰 원의 1/4 원호형상으로 되는, 특정 형상의 본체부 (70A) 와, 이 본체부 (70A) 에 거의 겹치도록 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 영역의 주위에 배치된 4장의 보조 플레이트 (22a~22d) 를 구비하고 있다. 이들 보조 플레이트 (22a~22d) 의 표면 (평탄부) 은, 웨이퍼 (W) 표면과 거의 동일한 높이 (양자의 높이의 차는, 1mm 정도 또는 그 이하) 로 되어 있다.

[0133] 여기서, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 각각의 보조 플레이트 (22a~22d) 와 웨이퍼 (W) 사이에는 간극 (D) 이

존재하지만, 간극 (D) 의 치수는 3mm 이하가 되도록 설정되어 있다. 또한, 웨이퍼 (W) 에는, 그 일부에 노치 (V 자 형상의 절결) 가 존재하지만, 이 노치의 치수는 간극 (D) 보다 더욱 작고 1mm 정도이기 때문에, 도시는 생략되어 있다.

[0134] 또한, 보조 플레이트 (22a) 에는, 그 일부에 원형 개구가 형성되고, 그 개구 내에 기준 마크판 (FM) 이 간극이 없도록 끼워져 있다. 기준 마크판 (FM) 은 그 표면이 보조 플레이트 (22a) 와 동일 면으로 되어 있다. 기준 마크판 (FM) 의 표면에는, 후술하는 레티클 얼라인먼트나 얼라인먼트 검출계의 베이스 라인 계측 등에 사용되는 각종 기준 마크 (모두 도시 생략) 가 형성되어 있다. 또, 보조 플레이트 (22a~22d) 는 반드시 플레이트형일 필요는 없고, Z·틸트 스테이지 (30) 의 이미지면이 웨이퍼 (W) 와 거의 같은 높이가 되도록 해도 된다. 요는, 웨이퍼 (W) 의 주위에 웨이퍼 (W) 표면과 거의 같은 높이의 평탄부가 형성되어 있으면 된다.

[0135] 도 1 로 되돌아가, 상기 XY 스테이지 (31) 는, 주사 방향 (Y 축 방향) 의 이동 뿐만 아니라, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 구획 영역으로서의 쇼트 영역을 상기 조명 영역과 공역인 노광 영역에 위치시킬 수 있도록, 주사 방향에 직교하는 비주사 방향 (X 축 방향) 으로부터 이동 가능하게 구성되어 있고, 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트 영역을 주사 (스캔) 노광하는 동작과, 다음 쇼트의 노광을 위한 가속 개시 위치 (주사 개시 위치) 까지 이동하는 동작 (구획 영역간 이동 동작) 을 반복하는 스텝 앤드 스캔 동작을 실시한다.

[0136] 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내에서의 위치 (Z 축 둘레의 회전 (θ_z 회전) 을 포함한다) 는, Z·틸트 스테이지 (30) 의 이미지면에 형성된 이동경 (17) 을 통하여 웨이퍼 레이저 간섭계 (이하, 「웨이퍼 간섭계」 라고 한다: 18) 에 의해서, 예를 들어 0.5~1nm 정도의 분해능으로 상시 검출되고 있다. 여기서, 실제로 Z·틸트 스테이지 (30) 상에는, 예를 들어 도 2 에 나타낸 바와 같이, 주사 방향 (Y 축 방향) 에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경 (17Y) 와 비주사 방향 (X 축 방향) 에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경 (17X) 이 형성되고, 이것에 대응하여 웨이퍼 간섭계도 X 이동경 (17X) 에 수직으로 간섭계 빔을 조사하는 X 간섭계와, Y 이동경 (17Y) 에 수직으로 간섭계 빔을 조사하는 Y 간섭계가 형성되어 있지만, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동경 (17), 웨이퍼 간섭계 (18) 로서 도시되어 있다. 또, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 X 간섭계 및 Y 간섭계는 모두 측정축을 복수 갖는 다축 간섭계이고, 이들 간섭계에 의해, 웨이퍼 스테이지 (WST) (보다 정확하게는 Z·틸트 스테이지 (30)) 의 X, Y 위치 외에, 회전 (요잉 (Z 축 둘레의 회전인 θ_z 회전), 피칭 (상하 요동) (X 축 둘레의 회전인 θ_x 회전), 롤링 (Y 축 둘레의 회전인 θ_y 회전)) 도 계측 가능하게 되어 있다. 또, 예를 들어, Z·틸트 스테이지 (30) 단면을 경면 가공하여 반사면 (이동경 (17X, 17Y) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또, 다축 간섭계는 45° 기울어져 웨이퍼 테이블 (18) 에 설치되는 반사면을 통하여, 투영 광학계 (PL) 가 탑재되는 가대 (도시 생략) 에 설치되는 반사면에 레이저 빔을 조사하고, 투영 광학계 (PL) 의 광축 방향 (Z 축 방향) 에 관한 상대 위치 정보를 검출하도록 해도 된다.

[0137] 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보 (또는 속도 정보) 는 스테이지 제어 장치 (19), 및 이것을 통해 주제어 장치 (20) 에 공급된다. 스테이지 제어 장치 (19) 에서는, 주제어 장치 (20) 의 지시에 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상기 위치 정보 (또는 속도 정보) 에 기초하여 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 통해 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 제어한다.

[0138] 다음으로, 액체 급배 유닛 (32) 에 관해서 도 3 및 도 4 에 기초하여 설명한다. 도 3 에는, 액체 급배 유닛 (32) 이, 경통 (40) 의 하단부 및 배관계와 함께 단면도로 나타나 있다. 또한, 도 4 에는, 도 3의 B-B 선 단면도가 나타나 있다. 또, 액체 급배 유닛 (32) 은, 경통 (40) 에 대하여 착탈 가능하게 구성되어 있고, 액체 급배 유닛 (32) 에 고장이나 파손 등의 문제가 발생한 경우에는 교환이 가능하다.

[0139] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 의 이미지면측 단부 (하단부) 에는 다른 부분과 비교하여 직경이 작은 소직경부 (40a) 가 형성되어 있고, 이 소직경부 (40a) 의 선단이 하방으로 감에 따라서 그 직경이 작아지는 테이퍼부 (40b) 로 되어 있다. 이 경우, 소직경부 (40a) 의 내부에 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이미지면측에 있는 렌즈 (42) 가 유지되어 있다. 이 렌즈 (42) 는, 그 하면이 광축 (AX) 에 직교하는 XY 면에 평행하게 되어 있다.

[0140] 상기 액체 급배 유닛 (32) 은, 정면 (및 측면) 에서 보아 단이 형성된 원통모양의 형상을 갖고 있고, 그 중앙부에는, 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 를 상방으로부터 삽입 가능한 단면이 원형인 개구 (32a) 가 상하 방향으로 형성되어 있다. 이 개구 (32a) 의 개구 직경 (그 개구를 형성하는 외측의 고리형 측벽 (32c) 의 내주면의 직경) 은, 상단부로부터 하단부 근방까지는 일정하고, 그보다 아래부분에서는 하방으로 감에 따라서 작아지는 테이퍼 형상으로 되어 있다. 이 결과, 경통 (40) 의 테이퍼부 (40b) 의 외면과 고리형 측벽 (32c) 의 내면에 의해, 위에서 보아 밑이 넓은 (하방에서 보아 끝이 좁은) 일종의 노즐 (이하에서는, 편의상 「끝이 좁은 노

즐부」라고 한다) 이 형성되어 있다.

- [0141] 액체 급배 유닛 (32) 의 하단면에는, 상기 개구 (32a) 외측으로, 하방에서 보아 고리형의 오목부 (32b) 가 형성되어 있다. 이 경우, 오목부 (32b) 와 개구 (32a) 사이에는 소정 두께의 상기 고리형 측벽 (32c) 이 형성되어 있다. 이 고리형 측벽 (32c) 의 하단면은, 상기 서술한 렌즈 (42) 의 하면 (경통 (40) 의 최하단면) 과 동일면으로 되어 있다. 고리형 측벽 (32c) 의 외주면의 직경은, 상단부로부터 하단부 근방까지는 일정하고, 그보다 아래부분에서는 하방으로 감에 따라서 작아지는 테이퍼 형상으로 되어 있다.
- [0142] 상기 고리형 측벽 (32c) 과 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 사이에는, 도 3 및 도 4 에서 알 수 있듯이, 평면에서 보아 (상방 또는 하방에서 보아) 고리형의 공극이 형성되어 있다. 이 공극 내에, 전체 둘레에 걸쳐 거의 등간격으로 복수개의 회수관 (52) 의 일단이 상하 방향으로 삽입되어 있다.
- [0143] 액체 급배 유닛 (32) 의 상기 서술한 오목부 (32b) 내부의 바닥면 (상면) 에는, 고리형 측벽 (32c) 의 X 축 방향의 양측 및 Y 축 방향의 양측 위치에, 각각 상하 방향의 관통구멍 (34) 이 형성되고, 각 관통구멍 (34) 에 배기관 (54) 의 일단이 각각 삽입되어 있다 (도 3 에서는 X 축 방향 일측과 타측의 배기관 (54) 은 도시 생략, 도 4 참조). 또한, 액체 급배 유닛 (32) 의 오목부 (32b) 내부의 바닥면 (상면) 에는, 복수곳 (예를 들어 2군데) 에 둥근 구멍이 형성되고, 각 둥근 구멍을 통해 전체 회수용 노즐 (56) 의 하단부가 삽입되어 있다.
- [0144] 또, 액체 급배 유닛 (32) 의 하단에는, 상기 오목부 (32b) 의 외측으로 하방에서 보아 고리형의 오목홈 (32d) 이 형성되어 있다. 이 경우, 오목홈 (32d) 과 오목부 (32b) 사이에는, 소정 두께의 고리형 측벽 (32e) 이 형성되어 있다. 이 고리형 측벽 (32e) 의 하단면은, 상기 서술한 렌즈 (42) 의 하면 (경통 (40) 의 최하단면) 과 동일면으로 되어 있다. 고리형 측벽 (32e) 의 내주면의 직경은 상단에서 하단까지 일정하지만, 외주면의 직경은, 상단부로부터 하단부 근방까지는 일정하고 그보다 아래부분에서는 하방으로 감에 따라서 작아지는 테이퍼 형상으로 되어 있다.
- [0145] 오목홈 (32d) 의 깊이는, 오목부 (32b) 에 비하여 어느 정도 (소정 거리) 얕게 되어 있고, 액체 급배 유닛 (32) 의 오목홈 (32d) 내부의 바닥면 (상면) 에는 복수의 단이 형성된 관통구멍이 소정 간격으로 형성되어 있으며, 각 관통구멍 내에 공급관 (58) 의 일단이 상방으로부터 삽입되고, 각 관통구멍 하단의 소직경부는 공급구 (36) 로 되어 있다.
- [0146] 액체 급배 유닛 (32) 의 상기 오목홈 (32d) 의 외측의 벽, 즉 둘레벽 (32f) 은, 그 내주측의 일부가 나머지의 부분보다 소정 거리 (ΔH) 만큼 하방으로 돌출한 돌출부 (32g) 로 되어 있다. 이 돌출부 (32g) 의 하단면은, 상기 서술한 렌즈 (42) 의 하면에 평행하게 되어 있고, 웨이퍼 (W) 표면과의 사이의 클리어런스 (Δh) 는, 3mm 이하, 예를 들어 1~2mm 정도로 되어 있다. 또한, 이 경우, 돌출부 (32g) 의 선단면은, 렌즈 (42) 표면으로부터 거의 ΔH 만큼 하방에 위치하고 있다.
- [0147] 둘레벽 (32f) 의 내주면의 하단부 (돌출부 (32g) 근방부분) 의 직경은, 하방으로 감에 따라서 커지는 테이퍼 형상으로 되어 있다. 이 결과, 고리형 오목홈 (32d) 을 형성하는 양측의 벽 (32e, 32f (32g)) 에 의해서, 위에서 보아 밀이 넓은 (하방에서 보아 끝이 가는) 일종의 노즐 (이하에서는, 편의상 「끝이 넓은 노즐부」라고 한다) 이 구성되어 있다.
- [0148] 둘레벽 (32f) 의 돌출부 (32g) 외측의 고리형 영역에는, X 축 방향의 일측과 타측, 및 Y 축 방향의 일측과 타측에, 2쌍의 소정 깊이의 원호형 슬릿 (32h₁, 32h₂, 및 32h₃, 32h₄) 이 형성되어 있다. 각 슬릿의 폭은, 실제로는 오목홈 (32d) 의 폭 치수에 비하여 꽤 작아, 그 내부에서 모세관 현상이 생길 정도로 되어 있다. 이들 슬릿 (32h₁, 32h₂, 및 32h₃, 32h₄) 에 각각 연통되는 그 각 슬릿의 폭보다도 약간 큰 직경의 둥근 구멍으로 이루어지는 흡기 구멍이, 각 슬릿에 대응하여 적어도 각 1개 액체 급배 유닛 (32) 의 이미지면에 형성되고, 각 흡기 구멍에 보조 회수관 (60) 의 일단이 각각 삽입되어 있다 (단, 도 3 에서는, Y 축 방향 일측과 타측의 슬릿 (32h₃, 32h₄) 에 연통되는 보조 회수관 (60₃, 60₄) 만이 도시되고, X 축 방향 일측과 타측의 슬릿 (32h₁, 32h₂) 에 연통되는 보조 회수관 (60₁, 60₂) 에 관해서는 도시 생략 (도 4 참조)).
- [0149] 상기 각 공급관 (58) 의 타단은, 밸브 (62a) 를 각각 통하여, 액체 공급 장치 (72) 에 그 일단이 접속된 공급관로 (64) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체 공급 장치 (72) 는, 액체의 탱크, 가압 펌프, 온도 제어 장치 등을 포함하여 구성되고, 주 제어 장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (62a) 가 개방 상태 일 때에 액체 공급 장치 (72) 가 작동되면, 예를 들어 노광 장치 (100) (의 본체) 가 수납되어 있는 챔버 (도시 생략) 내의 온도와 같은 정도의 온도로 온도 제어 장치에 의해 조절된 액침용의 소정 액체가 공급구 (36) 를 통

하여, 액체 급배 유닛 (32) 과 웨이퍼 (W) 표면에 의해 구획되는 거의 닫힌 공간 내에 공급된다. 또, 이하에서는, 각 공급관 (58) 에 형성된 밸브 (62a) 를 일괄적으로 밸브군 (62a) 으로서도 기술한다 (도 6 참조).

- [0150] 상기 액체로는, 여기서는, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193.3nm 의 광) 이 투과하는 초순수 (이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고, 간단히 「물」 로 기술한다) 를 사용하는 것으로 한다. 초순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 웨이퍼 상의 포토레지스트나 광학 렌즈 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 초순수는 환경에 대한 악영향이 없는 것과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 웨이퍼의 표면, 및 렌즈 (42) 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.
- [0151] 물의 굴절률 (n) 은 대략 1.44~1.47 로 말해지고 있으며, 이 물 속에서 조명광 (IL) 의 파장은, $193\text{nm} \times 1/n =$ 약 131~134nm 로 단파장화된다.
- [0152] 상기 각 회수관 (52) 의 타단은, 밸브 (62b) 를 각각 통하여, 액체 회수 장치 (74) 에 그 일단이 접속된 회수관로 (66) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체 회수 장치 (74) 는, 액체의 탱크 및 흡인 펌프 등을 포함하여 구성되고, 주 제어 장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (62b) 가 개방 상태일 때에 상기 서술한 거의 닫힌 공간 내의 물이 각 회수관 (52) 을 통하여 액체 회수 장치 (74) 에 의해 회수된다. 또, 이하에서는, 각 회수관 (52) 에 형성된 밸브 (62b) 를 일괄적으로 밸브군 (62b) 으로서도 기술한다 (도 6 참조).
- [0153] 상기 각 전체 회수용 노즐 (56) 의 상단은, 증계용의 회수관로 (68) 및 공통 밸브 (62c) 를 통하여 상기 서술한 회수관로 (66) 의 별도 분기단에 접속되어 있다. 이 경우, 각 전체 회수용 노즐 (56) 은, 주 제어 장치 (20) 에 의해 제어되는 구동 기구 (63) (도 3 에서는 도시 생략, 도 6 참조) 에 의해 상하동 가능하게 구성되어 있다. 각 전체 회수용 노즐 (56) 은, 웨이퍼 (W)의 표면으로부터 소정 거리 하방까지 이동 가능한 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 밸브 (62c) 가 개방 상태일 때에 모든 전체 회수용 노즐 (56) 을 웨이퍼 표면과 거의 같은 높이 위치까지 내림으로써, 이들 전체 회수용 노즐 (56) 을 통하여 액체 회수 장치 (74) 에 의해 웨이퍼 (또는 상기 서술한 보조 플레이트 (22a~22d)) 상으로부터 물이 완전히 회수된다.
- [0154] 상기 각 배기관 (54) 의 타단은, 밸브 (62d) 를 각각 통하여 일단이 진공 펌프를 내장하는 흡인 기구로서의 진공 배기 장치 (76) 에 접속된 진공 배관계 (69) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 진공 배기 장치 (76) 는, 주 제어 장치 (20) 에 의해 제어된다. 또, 이하에서는, 각 배기관 (54) 에 형성된 밸브 (62d) 를 일괄적으로 밸브군 (62d) 으로서도 기술한다 (도 6 참조).
- [0155] 또한, 이 진공 배관계 (69) 에는, 공통의 밸브 (62e) 를 통하여 상기 서술한 보조 회수관 (60₁~60₄) 이 각각 접속되어 있다. 이 경우, 모든 밸브 (62d) 가 개방 상태이고, 또한 진공 배기 장치 (76) 가 작동 상태일 때, 웨이퍼 (W) (또는 상기 서술한 보조 플레이트 (22a~22d)) 상에서 렌즈 (42) 의 하단면보다 상방의 위치까지 물이 채워지면 (도 8 참조), 오목부 (32b) 내의 상부 공간이 부압으로 되고, 그 물이 들어 올려진다.
- [0156] 또한, 밸브 (62e) 가 개방 상태일 때, 진공 배기 장치 (76) 가 작동 상태이면, 예를 들어, 상기 서술한 들레벽 (32f) 의 외부로 물이 쏠 (유출된) 경우에 그 물이 슬릿 (32h₁~32h₄ 중 어느 하나) 안으로 모세관 현상에 의해 빨려 올라감과 함께, 진공 배기 장치 (76) 의 진공 흡인력에 의해 빨려 올라가 외부로 배출된다.
- [0157] 또, 상기 각 밸브로는, 개폐 외에 그 개방도의 조절이 가능한 조절 밸브 (예를 들어 유량 제어 밸브) 등이 사용되고 있다. 이들 밸브는, 주 제어 장치 (20) 에 의해 제어된다 (도 6 참조).
- [0158] 또, 액체 급배 유닛 (32) 은, 그 상면의 복수 지점에 오목부 (32b) 내부의 바닥면 (상면) 을 향하여 상하 방향으로 각각 형성된 구멍을 통하여, 스크류 (80) 에 의해 경통 (40) 의 바닥부에 고정되어 있다 (도 4 참조).
- [0159] 또한, 경통 (40) 의 테이퍼부 (40b) 의 Y 축 방향의 일측과 타측에는, 한 쌍의 온도 센서 (38A, 38B) 가 각각 고정되어 있다. 이들 온도 센서의 출력은, 주 제어 장치 (20) 에 공급되게 되어 있다 (도 6 참조).
- [0160] 또한, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 상기 서술한 각각의 슬릿 (32h₃, 32h₄) 근방에는, 급기 노즐 (85₃, 85₄) 이 각각 형성되어 있다. 또한, 도시는 생략되어 있지만, 상기 서술한 각각의 슬릿 (32h₁, 32h₂) 근방에도 급기 노즐이 각 1개 형성되어 있다. 이들 급기 노즐은, 주 제어 장치 (20) 에 의해서 제어되는 공조 기구 (86) (도 3 에서는 도시 생략, 도 6 참조) 에 각각 접속되어 있다.
- [0161] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 추가로, 웨이퍼 (W)의 소위 오토 포커스, 오토 레벨링을 위한 초점 위치 검출계가 형성되어 있다. 이하, 이 초점 위치 검출계에 관하여 도 5 에 기초하여 설명한다.

- [0162] 도 5 에 있어서, 렌즈 (42) 와 경통 (40) 의 테이퍼부 (40b) 사이에는 렌즈 (42) 와 동일 소재로 이루어지고, 그 렌즈 (42) 에 밀착된 한 쌍의 프리즘 (44A, 44B) 이 형성되어 있다.
- [0163] 또, 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 를 제외한 대직경부 (40c) 의 하단 근방에 는, 경통 (40) 의 내부와 외부를 연통시키는 수평 방향으로 연장된 한 쌍의 관통 구멍 (40d, 40e) 이 형성되어 있다. 이들 각각의 관통 구멍 (40d, 40e) 의 내측 (상기 서술한 공극측) 단부에는 직각 프리즘 (46A, 46B) 이 각각 배치되고, 경통 (40) 에 고정되어 있다.
- [0164] 경통 (40) 외부에는, 일방의 관통 구멍 (40d) 에 대향하여, 조사계 (90a) 가 배치되어 있다. 또한, 경통 (40) 외부에는, 타방의 관통 구멍 (40e) 에 대향하여, 조사계 (90a) 와 함께 초점 위치 검출계를 구성하는 수광계 (90b) 가 배치되어 있다. 조사계 (90a) 는, 도 1 의 주제어 장치 (20) 에 의해 온오프 제어되는 광원을 갖고, 투영 광학계 (PL) 의 결상면을 향하여 다수의 편환 또는 슬릿의 이미지를 형성하기 위한 결상 광속을 수평 방향으로 사출한다. 이 사출된 결상 광속은, 직각 프리즘 (46A) 에 의해 연직 하방을 향하여 반사되고, 상기 서술한 프리즘 (44A) 에 의해 웨이퍼 (W) 표면에 광축 (AX) 에 대하여 경사 방향에서 조사된다. 한편, 웨이퍼 (W) 표면에서 반사된 이들 결상 광속의 반사 광속은, 상기 서술한 프리즘 (44B) 에서 연직 상방을 향하여 반사되고, 다시 직각 프리즘 (46B) 에서 수평 방향을 향하여 반사되고, 수광계 (90b) 에 의해 수광된다. 이와 같이, 본 실시형태에서는, 조사계 (90a), 수광계 (90b), 프리즘 (44A, 44B) 및 직각 프리즘 (46A, 46B) 을 포함하여, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-283403호 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,448,332호 등에 개시된 것과 동일한 경사 입사 방식의 다점 초점 위치 검출계로 이루어지는 초점 위치 검출계가 구성되어 있다. 이하에서는, 초점 위치 검출계를 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 로 기술한다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국 또는 선택한 선택국의 국내 법령이 허용하는 한에 있어서, 상기 공보 및 미국 특허에서의 개시를 인용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.
- [0165] 이 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 의 수광계 (90b) 의 출력인 초점 어긋남 신호 (디포커스 신호) 는, 주제어 장치 (20) 에 공급되어 있다.
- [0166] 주제어 장치 (20) 는, 후술하는 주사 노광시 등에 수광계 (60b) 로부터의 초점 어긋남 신호 (디포커스 신호), 예를 들어 S 커브 신호에 기초하여 초점 어긋남이 영이 되도록, 스테이지 제어 장치 (19) 및 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 통하여 Z·틸트 스테이지 (30) 및 웨이퍼 홀더 (70) 의 Z 축 방향으로의 이동, 및 2차원 방향의 경사 (즉, θ_x , θ_y 방향의 회전) 를 제어한다. 즉, 주제어 장치 (20) 는, 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 를 사용하여 Z·틸트 스테이지 (30) 및 웨이퍼 홀더 (70) 의 이동을 제어함으로써, 조명광 (IL) 의 조사 영역 (상기 서술한 조명 영역에 광학적으로 공액인 영역) 내에서 투영 광학계 (PL) 의 결상면과 웨이퍼 (W) 의 표면을 실질적으로 합치시키는 오토 포커스 (자동 초점 맞춤) 및 오토 레벨링을 실시한다. 또, 이것에 관해서는 나중에 후술한다.
- [0167] 도 6 에는, 노광 장치 (100) 의 제어계 구성을 일부 생략하여 블록도로 나타내고 있다. 이 제어계는, 워크 스테이션 (또는 마이크로 컴퓨터) 등으로 이루어지는 주제어 장치 (20) 및 이 배하에 있는 스테이지 제어 장치 (19) 등을 중심으로 구성되어 있다.
- [0168] 주제어 장치 (20) 에는, 지금까지 설명한 각 부 외에, 메모리 (21) 가 접속되어 있다. 이 메모리 (21) 내에는, 후술하는 주사 노광시에 온도 센서 (38A, 38B) 의 계측 결과로부터 얻어지는 온도차와 렌즈 (42) 하방의 물의 흐름의 정보 (유속이나 유량) 에 기초하여, 상기 서술한 레티클 (R) 에 조명광 (IL) 이 조명되는 조명 영역에 광학적으로 공액인 웨이퍼 (W) 상의 패턴의 투영 영역, 즉 노광시에 패턴 및 투영 광학계 (PL) 를 통하여 조명광 (IL) 이 조사되는 웨이퍼 상의 조사 영역 내에서의 물의 온도 분포를 연산하기 위한 정보 (예를 들어 연산식, 또는 테이블 데이터), 및 이 온도 분포에 기초하여 그 조사 영역 내에 투영되는 패턴 이미지의 수차 (예를 들어 베스트 포커스 위치, 이미지면 만곡 (이미지면 경사를 포함한다), 구면 수차 등) 의 변화나, 그 온도 분포에 의해서 발생하는 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 의 계측 오차 등에 대응하는 온도 변화 계수를 산출하기 위한 정보 (예를 들어 연산식, 또는 테이블 데이터) 그 밖의 정보가 기억되어 있다. 또, 이들 정보는, 미리 시뮬레이션 결과 등에 기초하여 구해져 있다.
- [0169] 여기서, 도 7a 및 도 7b 에 기초하여, 조명광 (IL) 의 조사에 의해 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역에 투영되는 패턴 이미지에 수차 변화가 생기는 이유에 관해서, 주사 방향의 이미지면 경사를 예로 들어 간단히 설명한다.
- [0170] 웨이퍼 (W) 상에 물이 존재하고 있더라도, 투영 광학계 (PL) 과 물의 상대 속도가 영인, 즉 웨이퍼 (W) 가 정지하고, 또한 물도 흐르고 있지 않은 상태에서는, 조명광 (IL) 이 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역에 조사되어 웨이퍼

(W)가 가열되면, 웨이퍼 (W) 상의 물의 온도 분포 (온도의 등고선)는 도 7a에 나타내는 바와 같이 된다. 이 도 7a에서, 부호 C는 저온부를 나타내고, 부호 H는 고온부를 나타낸다. 이와 같이, 조명광 (IL)의 조사에 의해 물의 온도 분포가 변화하면, 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역 내에 투영되는 패턴 이미지의 베스트 포커스 위치의 변화나 구면 수차, 비점수차, 디스토션 등 변화를 야기한다. 이 경우, 조사 영역 근방의 온도 분포는 좌우 대칭이기 때문에, 주사 방향 (도 7a 중의 지면 좌우 방향)의 일단의 점 (P₁)과 타단의 점 (P₂)에 있어서의 베스트 포커스 위치는 동일 위치가 되어, 주사 방향에 관해서는 이미지면 경사가 발생되어 있지 않다. 또, 물의 온도 분포는 도 7a와 같은 것에 한정되지 않고, 조명광 (IL)이 물에 흡수됨으로써 물의 온도 변화가 일어나, 투영 광학계 (PL)의 선단 부근의 물의 온도가 웨이퍼 (W) 표면 부근의 물의 온도보다 높아지는 것도 생각할 수 있다.

[0171] *이에 대하여, 투영 광학계 (PL)와 물과 상대 속도가 영이 아니라, 예를 들어 도 7b중에 화살표 F로 나타내는 방향으로 물이 소정 속도로 흐르고 있는 상태에서는, 조명광 (IL)이 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역에 조사되어 웨이퍼가 가열되면, 웨이퍼 (W) 상에서의 물의 온도 분포는 동 도에 나타낸 바와 같이 된다. 이 도 7b에서도, 부호 C는 저온부를 나타내고, 부호 H는 고온부를 나타낸다. 이 경우, 조사 영역 근방의 물의 온도 분포는 분명히 좌우 비대칭이다. 이 때문에, 이 온도 분포의 비대칭성을 무시하면, 주사 방향 (도 7a 중의 지면 좌우 방향)의 일단의 점 (P₁)에서의 베스트 포커스 위치는 웨이퍼 (W) 표면에 일치하고 있는 데 대하여, 타단의 점 (P₂)에서의 베스트 포커스 위치는 웨이퍼 (W) 표면에서 상측으로 ΔZ만큼 어긋난 점이 된다. 여기서, 점 (P₂)에서의 베스트 포커스 위치가 웨이퍼 (W) 표면에 일치하지 않게 되는 것은, 웨이퍼로부터의 열에 의해 따뜻해진 물이 점 (P₁)로부터 점 (P₂)를 향하여 이동하기 때문이다. 이 경우, 상류측 (점 (P₁)에 가까운 위치)일수록, 상류로부터 흘러 온 차가운 물이 지배적으로 되고, 하류측 (점 (P₂)에 가까운 위치)일수록 따뜻해진 물이 지배적으로 된다. 또, 도 7b와 같은 온도 분포인 경우에, 점 (P₁)과 점 (P₂)에서 베스트 포커스 위치에 차가 생기는 것은, 온도 변화 (온도 분포)는 물의 굴절을 변화 (분포)에 대응하기 때문이다. 따라서, 이 의미에서는, 다른 수차, 구면 수차, 비점 수차, 디스토션 등도, 온도 분포에 따라서 변화하는 것으로 생각된다. 또, 앞서 서술한 바와 같이, 조명광 (IL)이 물에 흡수됨으로써 물의 온도 변화가 일어나고, 투영 광학계 (PL)의 선단 부근의 물의 온도가 웨이퍼 (W) 표면 부근의 물의 온도보다 높아지는 것도 생각할 수 있으므로, 물이 흐르고 있는 경우의 물의 온도 분포도 도 7b에 한정되는 것은 아니다.

[0172] 상기 설명에서 분명한 바와 같이, 조명 영역 내의 물의 온도 분포에 기인하는 수차 분포 (포커스 분포 등)는 물의 흐름 방향에 의존한다.

[0173] 또한, 상기 서술한 렌즈 (42)와 웨이퍼 (W) 사이에서 물의 흐름이 있으면, 상류측과 하류측에 압력차가 발생한다. 즉, 상류측에 비해 하류측이 부압으로 된다. 즉, 투영 광학계 (PL)와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 압력이 변화하고, 이러한 압력에 의해 렌즈 (42)나 웨이퍼 (W)의 위치가 변동하여, 조명 영역 내의 위치에 따른 수차, 예를 들어 베스트 포커스 위치의 변화를 초래하거나, 오토 포커스, 오토 레벨링의 제어 오차를 초래하거나 한다. 또한, 주사 방향의 압력 분포는, 상기 물의 속도와 밀접하게 관련되어 있고, 웨이퍼 (W)의 주사 속도 및 물 (액체)의 공급량 등에 따라서 변화한다.

[0174] 따라서, 메모리 (21) 내에는, 웨이퍼의 주사 속도, 물의 공급량을 데이터 (또는 파라미터)로서 포함하는, 조사 영역 내에서의 수차 (예를 들어 베스트 포커스 위치, 이미지면 만곡 (이미지면 경사를 포함한다), 구면 수차 등)의 변화에 대응하는 압력 변화 계수를 산출하기 위한 테이블 데이터 (또는 산출식)가 저장되어 있다. 이들 테이블 데이터 (또는 산출식)는, 미리 실시된 시뮬레이션 결과 등에 기초하여 구해져 있다. 또, 그 압력 변화 계수에는, 웨이퍼 (W)의 면 위치 제어 오차에 상당하는 수차 변화분도 포함되어 있다.

[0175] 메모리 (21) 내에는, 추가로 상기 서술한 온도 변화 계수와 압력 변화 계수를 파라미터로서 포함하고, 상기 각 수차를 산출하기 위한 식 등도 저장되어 있다.

[0176] 다음으로, 상기 서술한 바와 같이 구성된 본 실시형태의 노광 장치 (100)에 있어서의 노광 처리 공정의 일련의 동작에 관해서, 도 8a~도 10b를 참조하면서 설명한다.

[0177] 전제로서, 레티클 스테이지 (RST) 상에는 레티클 (R)이 로드되어 있는 것으로 한다. 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST)는 웨이퍼 교환 위치에 있고, 웨이퍼 홀더 (70) 상에 웨이퍼 (W)가 로드되어 있는 것으로 한다.

- [0178] 그리고, 통상적인 스캐닝·스테퍼와 마찬가지로, 도시를 생략한 레티클 얼라인먼트계, 얼라인먼트 검출계 및 상기 서술한 기준 마크판 (FM) 등을 사용한, 레티클 얼라인먼트, 도시를 생략한 얼라인먼트계의 베이스 라인 계측, 그리고 EGA (인헨스트·글로벌·얼라인먼트) 등의 웨이퍼 얼라인먼트 등의 소정 준비 작업이 실시된다.
- [0179] 그리고, 웨이퍼 얼라인먼트가 종료하면, 주제어 장치 (20) 는, 스테이지 제어 장치 (19) 에 지시를 내려 소정의 급수 위치로 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동한다. 도 8a 에는, 이 급수 위치로 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동하였을 때의 상태가 나타나 있다. 이 도 8a 에서, 부호 PU 는 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 선단부의 위치를 나타낸다. 본 실시형태에서는, 기준 마크판 (FM) 의 바로 위 위치에 투영 유닛 (PU) 이 위치하는 위치가 급수 위치로 설정되어 있다.
- [0180] 다음에, 주제어 장치 (20) 는, 액체 공급 장치 (72) 의 작동을 개시함과 함께 밸브군 (62a) 을 소정 개방도로 열어, 모든 공급구 (34) 로부터의 급수를 개시한다. 그 직후에, 주제어 장치 (20) 는, 진공 배기 장치 (76) 의 작동을 개시함과 함께, 밸브군 (62d), 밸브 (62e) 를 완전 개방으로 하고, 각 배기관 (54), 보조 회수관 (60₁~60₄) 을 통하여 진공 배기를 개시한다. 또한, 이 때, 주제어 장치 (20) 는, 공조 기구 (86) 를 제어하여 액체 급배 유닛 (32) 근방의 국소 공조를 개시한다. 이와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 공간의 기체를 배기하면서, 그 공간으로 물을 공급을 함으로써, 그 공간에 대하여 물을 신속하게 채울 수 있을 뿐만 아니라, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측에 부적절한 기포나 기체의 덩어리가 잔류하는 것을 방지할 수도 있다.
- [0181] 그리고, 소정 시간 경과하면, 액체 급배 유닛 (32) 과 기준 마크판 (FM) 표면에 의해 구획되는 거의 닫힌 공간 내에 물이 소정량 고인다. 여기서, 공급 개시 직후에는, 돌레벽 (32f) 의 돌출부 (32g) 와 기준 마크판 (FM) 사이의 클리어런스 (간극) 로부터 물이 그 기체로 외부로 새어나가지 않도록, 물의 공급량을 낮게 설정하고, 물이 Δh 의 높이까지 피어, 액체 급배 유닛 (32) 내부가 완전한 밀폐 공간이 된 단계에서 물의 공급량을 높게 설정한다. 이러한 물의 공급량은, 주제어 장치 (20) 가 밸브군 (62a) 의 각 밸브의 개방도를 조정하는 것에 의해 설정해도 되고, 액체 공급 장치 (72) 로부터의 물의 공급량 그자체를 제어해도 된다. 또, 공급 개시 직후에는, 물의 공급량을 서서히 많게 하거나, 단계적으로 많게 하거나 해도 된다.
- [0182] 어찌되었든 간에, 물이 Δh 깊이까지 공급되면, 액체 급배 유닛 (32) 과 수면에 의해 구획되는 공간 안이 진공 배기 장치 (76) 에 의한 진공 흡인력으로 액체 급배 유닛 (32) 의 외부에 대하여 부압으로 되어, 물의 자중을 지탱하게, 즉 물을 들어 올리게 된다. 따라서, 그 후, 물의 공급량을 증가시키더라도, 물이 돌레벽 (32f) 의 돌출부 (32g) 아래의 클리어런스 (간극) 로부터 누출되기 어려워진다. 또한, 이 경우, 클리어런스는 1~2mm 정도이기 때문에 물은 그 표면장력에 의해서도 돌레벽 (32f) (돌출부 (32g)) 의 내부에 유지된다.
- [0183] 투영 광학계 (PL) 과 기준 마크판 (FM) 사이의 소정 공간이 액체로 채워지면, 주제어 장치 (20) 는, 스테이지 제어 장치 (19) 에 지시를 내려 웨이퍼 (W) 상의 소정 위치에 투영 유닛 (PU) 의 선단부가 오도록 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 또, 도 8a 에 나타내는 급수 개시 위치로부터 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킬 때에, 투영 유닛 (PU) 아래의 액침 영역이 보조 플레이트 (22a) 와 웨이퍼 (W) 의 경계를 통과하게 되지만, 보조 플레이트 (22a) 표면과 웨이퍼 (W) 표면이 거의 같은 높이이고, 보조 플레이트 (22a) 와 웨이퍼 (W)와의 간극도 1mm 정도이기 때문에, 렌즈 (42) 아래에 물을 계속 유지할 수 있다.
- [0184] 또, 상기 서술한 슬릿 (32h₁~32h₄) 을 통한 진공 흡인에 의해 각 슬릿 안으로 주위의 공기가 빨려 들어가면, 아무런 대책을 채용하고 있지 않은 경우에는 공기의 흐트러짐이 생기는 것과 함께 각 슬릿의 하방이 부압이 될 우려가 있고, 이 부압이 발생하면, 물이 돌레벽 (32f) 의 돌출부 (32g) 아래의 클리어런스 (간극) 로부터 새어나갈 가능성이 높아진다. 그러나, 본 실시형태에서는, 상기 서술한 공조 기구 (86) 에 의하여 급기 노즐 (85₃, 85₄) 등을 통하여 각 슬릿 근방에 그와 같은 공기의 난류나 부압이 생기는 것이 효과적으로 억제되어 있다.
- [0185] 도 9 에는, 웨이퍼 (W) 상에서 원하는 깊이까지 액체 급배 유닛 (32) 내부에 물이 고인 상태가 나타나 있고, 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역을 포함하는 웨이퍼 (W) 상의 일부에는 액침 영역이 형성되어 있다. 그리고, 아래와 같이 하여 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작이 이루어진다.
- [0186] 즉, 스테이지 제어 장치 (19) 가, 주제어 장치 (20) 의 지시하에 웨이퍼 얼라인먼트의 결과에 기초하여, 웨이퍼 홀더 (70) 에 유지된 웨이퍼 (W) 상의 첫 번째 구획 영역으로서의 제 1 쇼트 영역 (퍼스트 쇼트) 의 노광을 위한 가속 개시 위치로 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 통하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 급수 위치 (액체 공급 위치) 로부터 상기 가속 개시 위치까지 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동할 때에, 주제어 장치

(20) 는, 액체 회수 장치 (74) 의 작동을 개시함과 함께 밸브군 (62b) 의 적어도 1개의 밸브 (62) 를 소정 개방도로 열어 액체 급배 유닛 (32) 내부의 물을 회수관 (52) 을 통하여 회수한다. 이 때, 액체 급배 유닛 (32) 내부에, 수면의 높이가 렌즈 (42) 의 하면보다도 높아지는 일정량의 물이 항상 채워지도록, 물의 회수에 사용하는 밸브 (62b) 의 선택 및 각 밸브 (62b) 의 개방도를 조정한다.

[0187] 이 경우에 있어서, 주제어 장치 (20) 는, 투영 유닛 (PU) 에 관하여 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 (W)) 의 이동 방향의 후방 이외의 위치에 있는 공급구 (36) 에 대응하는 밸브 (62a) 를 완전 폐쇄 상태로 하고, 투영 유닛 (PU) 에 관해서 상기 이동 방향의 전방에 위치하는 회수관 (52) 에 대응하는 밸브 (62b) 만을 소정 개방도로 여는 것으로 해도 된다. 이와 같이 하면, 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 방향과 같은 방향으로 투영 유닛 (PU) 의 후측에서 전측에 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 발생한다. 이 때에도, 액체 급배 유닛 (32) 내부에, 수면의 높이가 렌즈 (42) 의 하면보다도 높아지는 일정량의 물이 상시 교체되면서 언제나 채워지도록, 주제어 장치 (20) 에서는 물의 공급량 및 회수량을 설정하는 것이 바람직하다.

[0188] 상기 가속 개시 위치로의 웨이퍼 (W)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 이동이 종료하면, 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해, 주제어 장치 (20) 의 지시에 따라서 레티클 스테이지 구동부 (11) 및 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 통하여 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 상대 주사가 개시된다. 양 스테이지 (RST, WST) 가 각각의 목표 주사 속도에 도달하고 등속 동기 상태에 이르면, 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) (자외 펄스광) 에 의해 레티클 (R) 의 패턴 영역이 조명되기 시작하고, 주사 노광이 시작된다. 상기한 상대 주사는, 주제어 장치 (20) 의 지시에 따라서, 스테이지 제어 장치 (19) 가 상기 서술한 웨이퍼 간섭계 (18) 및 레티클 간섭계 (16) 의 계측치를 모니터하면서 레티클 스테이지 구동부 (11) 및 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 제어함으로써 이루어진다.

[0189] 스테이지 제어 장치 (19) 는, 특히 상기한 주사 노광시에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 축 방향의 이동 속도 (V_r) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 이동 속도 (V_w) 가 투영 광학계 (PL) 의 투영 배율에 따른 속도 비로 유지되도록 동기 제어한다.

[0190] 그리고, 레티클 (R) 의 패턴 영역이 다른 영역이 조명광 (IL) 으로 순차적으로 조명되어 패턴 영역 전체면에 대한 조명이 완료됨으로써, 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트의 주사 노광이 종료한다. 이것에 의해, 레티클 (R) 의 패턴이 투영 광학계 (PL) 를 통하여 퍼스트 쇼트로 축소 전사된다.

[0191] 상기 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사 노광에 있어서도, 주제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 급수 위치로부터 상기 가속 개시 위치까지의 이동시와 마찬가지로, 주사 방향, 즉 웨이퍼 (W) 의 이동 방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 후측에서 전측을 향하여 웨이퍼 (W) 의 이동 방향과 같은 방향 (+Y 방향) 으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 발생하도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정 (완전 개방 및 완전 폐쇄를 포함한다) 한다.

[0192] 도 10a 에는, 이 때의 액체 급배 유닛 (32) 근방의 모습이 간략하게 나타나 있다. 이 때, 물의 흐름 방향은, 웨이퍼 (W) 의 주사 방향 (SD; +Y 방향) 과 동일 방향이고, 또한 물의 유속 쪽이 웨이퍼 (W) 의 주사 속도보다 크다. 이 때문에, 물은 웨이퍼 (W) 상에서 도면 중 좌측으로부터 우측으로 흐르고, 조명광 (IL) 의 웨이퍼면 상의 조명 영역 (투영 광학계 (PL) 를 통한 레티클 (R) 상의 패턴의 투영 영역) 에는 소정량의 물이 주사 노광 중 항상 (이 물은 상시 교체되고 있다) 채워져 있다.

[0193] 이 경우, 물의 유속, 유량 등에 따라서는, 돌레벽 (32f) 의 돌출부 (32g) 의 주사 방향 전방으로부터 외부로 물이 새어나가는 경우가 있지만, 이 새어나간 물은, 슬릿 (32h₃) 안으로 모세관 현상에 의해 빨려 올라감과 함께, 보조 회수관 (60₃) 을 통하여 진공 배기 장치 (76) 에 의해 진공 흡인되고, 외부로 배출된다. 즉, 웨이퍼 (W) 의 주사 방향에 관해서, 공급관 (58) 의 반대측에 형성된 회수관 (52) 에서 다 회수하지 못하고 돌레벽 (32g) 의 외측으로 유출된 액체는, 보조 회수관 (60₃) 에 의해 웨이퍼 (W) 상으로부터 회수 (제거) 된다.

[0194] 또한, 도 10a 에 나타나는 바와 같이, 공급된 물의 속에 기포가 혼입되어 있는 경우, 또는 공급 직후에 물 속에 기포가 발생하는 경우도 생각할 수 있지만, 렌즈 (42) 의 상류측에 상기 서술한 공간 (부압 공간) 이 존재하기 때문에, 물의 웨이퍼 (W) 에 대한 상대 속도가 어떠한 값 이하인 상태 (통상적인 사용 상태) 에서는 기포는 그 공간 내로 회수되어 렌즈 (42) 밑에 도달하는 일이 없도록 되어 있다. 즉, 공급관 (58) 과 렌즈 (42) 사이에서, 물 속의 기포를 회수하도록 하고 있기 때문에, 그 기포가 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 도달되지

않고, 그 기포에 의해 웨이퍼 (W) 상에 투영되는 패턴의 이미지가 열화되는 일도 없다.

- [0195] 또, 렌즈 (42) 하면의 사용하지 않은 부분, 즉 노광광이 통과하지 않은 부분에 흠을 형성해도 된다. 이 경우, 만일 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 기포가 도달하더라도 그 흠에 기포가 포획되기 때문에, 노광광의 광로 중으로 기포가 도달하는 것을 보다 확실하게 방지할 수 있다.
- [0196] 여기서, 상기 주사 노광 중에는, 웨이퍼 (W) 상의 조명 영역이 투영 광학계 (PL) 의 결상면에 실질적으로 일치된 상태로 노광이 이루어져야 하기 때문에, 상기 서술한 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 의 출력에 기초하는 오토포커스, 오토 레벨링이 주제어 장치 (20) 에 의해 다음의 a. ~ f. 와 같은 방법으로 실행되고 있다.
- [0197] a. 주제어 장치 (20) 는, 주사 노광 중에 상기 서술한 온도 센서 (38A, 38B) 의 계측치를 받아, 상기 서술한 웨이퍼 상의 조사 영역의 주사 방향의 상류측 단부와 하류측 단부의 온도차 (ΔT) 를 산출한다. 또한, 주제어 장치 (20) 는, 메모리 (21) 내에 저장되어 있는 상기 서술한 웨이퍼 상의 조사 영역 내에서의 물의 온도 분포를 연산하기 위해 정보 (예를 들어 연산식, 또는 테이블 데이터) 를 사용하여, 산출한 온도차 (ΔT) 와 렌즈 (42) 의 하방에 흐르는 물의 유량에 기초하여 상기 물의 온도 분포를 연산에 의해 구한다.
- [0198] b. 또한, 주제어 장치 (20) 는, 메모리 (21) 내에 저장되어 있는 상기 서술한 정보 (예를 들어 연산식, 또는 테이블 데이터) 를 사용하여, 구한 물의 온도 분포에 기초하여 조사 영역 내의 예를 들어 주사 방향의 일측과 타측의 점에서의 베스트 포커스 위치의 변화에 대응하는 온도 변화 계수를 연산한다.
- [0199] c. 또한, 주제어 장치 (20) 는, 메모리 (21) 내에 저장되어 있는 상기 서술한 테이블 데이터 또는 산출식을 사용하여, 웨이퍼 (W)의 주사 속도, 물의 공급량에 기초하여, 조사 영역 내의 예를 들어 주사 방향의 일측과 타측의 점에서의 베스트 포커스 위치의 변화에 대응하는 압력 변화 계수를 연산한다.
- [0200] d. 또한, 주제어 장치 (20) 는, 메모리 (21) 내에 저장되어 있는, 상기 서술한 수차, 예를 들어 베스트 포커스 위치를 산출하기 위한 산출식에, b. 및 c.에서 각각 산출한 온도 변화 계수와 압력 변화 계수를 대입하여, 조사 영역 내의 예를 들어 주사 방향의 일측과 타측의 점에서의 베스트 포커스 위치를 산출한다.
- [0201] e. 또한, 주제어 장치 (20) 는, d. 에서 산출한 결과에 기초하여 그 시점에서의 투영 광학계의 이미지면 형상 (이미지면의 경사) 을 산출하고, 그 산출 결과에 기초하여 초점 위치 검출계의 각 검출점 (결상 광속의 조사 포인트) 에서의 목표 위치를 설정 (검출 오프셋의 설정) 하고, 그 목표치에 기초하여 웨이퍼 (W) 의 포커스 제어 및 레벨링 제어를 실시한다. 즉, 웨이퍼 (W) 의 표면이 이미지면과 거의 합치하도록, Z·틸트 스테이지 (30) 및 웨이퍼 홀더 (70) 의 이동을 제어한다.
- [0202] f. 주제어 장치 (20) 는, 상기 a. ~ e. 의 처리를, 주사 노광 중 소정 간격으로 반복하여 실시한다. 이 결과, 웨이퍼 (W) 상의 각 점은, 투영 광학계 (PL) 의 이미지면에 따라서 구동되고, 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 온도 변화나 물의 흐름에 기인하는 압력 변화에 의한, 노광 중의 디포커스의 발생이 효과적으로 억제된다.
- [0203] 이렇게 해서 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사 노광이 종료하면, 주제어 장치 (20) 로부터의 지시에 따라서, 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 통하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 예를 들어 X 축 방향으로 스텝 이동되고, 웨이퍼 (W) 상의 세컨드 쇼트 (제 2 번째의 구획 영역으로서의 쇼트 영역) 의 노광을 위한 가속 개시 위치로 이동된다. 이 퍼스트 쇼트의 노광과 세컨드 쇼트의 노광 사이의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트간 스테핑 동작 (구획 영역간 이동 동작) 시에도, 주제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 급수 위치로부터 퍼스트 쇼트의 노광을 위한 가속 개시 위치까지 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨 경우와 동일하게 각 밸브를 개폐 동작시킨다. 이것에 의해, 쇼트간 스테핑 동작시에도, 투영 유닛 (PU) 에 관하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 방향의 후방으로부터 전방을 향하여 렌즈 (42) 하방으로 물이 공급되고, 그 물의 양이 항상 일정하게 유지된다.
- [0204] 다음으로, 주제어 장치 (20) 의 관리하에, 웨이퍼 (W) 상의 세컨드 쇼트에 대해서 상기 서술한 것과 동일한 주사 노광이 실시된다. 본 실시형태의 경우, 소위 교호 스캔 방식이 채용되어 있기 때문에, 이 세컨드 쇼트의 노광시에는 레티클 스테이지 (RST) 및 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 주사 방향 (이동 방향) 이 퍼스트 쇼트와는 반대 방향이 된다. 이 세컨드 쇼트에 대한 주사 노광시에 있어서의, 주제어 장치 (20) 및 스테이지 제어 장치 (19) 의 처리는 상기 서술한 것과 기본적으로 동일하다. 이 경우도, 주제어 장치 (20) 는, 퍼스트 쇼트의 노광시와 반대인 웨이퍼 (W) 의 이동 방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 후측으로부터 전측으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 발생하도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도 (완전 폐쇄 및 완전 개방을 포함한다) 를 조정한다. 도 10b 에는, 이 때의 액체 급배 유닛 (32) 근방의 모양이 간략하게 나타나

있고, 웨이퍼 (W) 가 -Y 방향으로 이동하면서 세컨드 쇼트의 주사 노광이 실시되어, 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에서 웨이퍼 (W) 와 같은 방향 (-Y 방향) 으로 물이 흐르고 있는 것이 나타나 있다.

- [0205] 이렇게 해서 웨이퍼 (W) 상의 쇼트 영역의 주사 노광과 쇼트 영역간의 스테핑 동작이 반복하여 실시되어, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 구획 영역으로서의 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 회로 패턴이 차례로 전사된다.
- [0206] 도 8b 에는, 웨이퍼 (W) 에 대한 스텝·앤드·스캔 방식의 노광 처리 중의 웨이퍼 스테이지 (WST) 와 투영 유닛 (PU) 의 위치 관계의 일례가 나타나 있다.
- [0207] 상기 서술한 바와 같이 해서 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역에 대한 주사 노광이 종료하면, 주제어 장치 (20) 는, 스테이지 제어 장치 (19) 에 지시를 내려 소정의 배수 위치로 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다.
도 8C 에는, 이 배수 위치로 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동하였을 때의 상태가 나타나 있다. 이 도 8C 에서 부호 PU 는, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 의 선단부 위치를 나타낸다. 이 경우, 경통 (40) 의 선단이 보조 플레이트 (22c) 의 바로 위에 위치하는 위치가 배수 위치로 되어 있다.
- [0208] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 밸브군 (62a) 의 모든 밸브를 완전 폐쇄 상태로 함과 함께, 밸브군 (62b) 의 모든 밸브를 완전 개방 상태로 한다. 동시에 주제어 장치 (20) 는, 구동 기구 (63) 를 통하여 전체 회수용 노즐 (56, 56) 을 선단이 보조 플레이트 (22b) 에 맞닿는 위치까지 강하시키고, 밸브 (62c) 를 연다.
- [0209] 이것에 의해, 소정 시간 후에, 렌즈 (42) 하방의 물은, 액체 회수 장치 (74) 에 의해 완전히 회수된다.
- [0210] 그 후, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 상기 서술한 웨이퍼 교환 위치로 이동하여, 웨이퍼 교환이 이루어진다.
- [0211] 지금까지의 설명에서 알 수 있듯이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 액체 공급 장치 (72), 그 액체 공급 장치 (72) 에 접속된 공급관로 (64), 그 공급관로 (64) 에 밸브 (62a) 를 각각 통하여 접속된 복수의 공급관 (58), 복수의 공급관 (58) 이 각각 접속된 액체 급배 유닛 (32) 의 각 공급구 (36), 및 각 공급구 (36) 에 연통되는 상기 서술한 끝이 넓은 노즐부 등에 의해서, 투영 광학계 (PL) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이에 액체 (물) 를 공급하는 공급 기구가 구성되어 있다.
- [0212] 또한, 노광 장치 (100) 에서는, 액체 회수 장치 (74), 그 액체 회수 장치 (74) 에 접속된 회수관로 (66), 그 회수관로 (66) 에 밸브 (62b) 를 각각 통하여 접속된 복수의 회수관 (52), 각 회수관 (52) 의 선단이 연통되는 상기 서술한 끝이 좁은 노즐부 등에 의해서 액체 (물) 를 회수하는 회수 기구가 구성되어 있다.
- [0213] 또한, 노광 장치 (100) 에서는, 진공 배기 장치 (76), 그 진공 배기 장치 (76) 에 접속된 진공 배관계 (69), 그 진공 배관계 (69) 에 밸브 (62e) 를 통하여 접속된 보조 회수관 (60₁~60₄), 및 그 각 보조 회수관이 각각 접속된 액체 급배 유닛 (32) 의 슬릿 (32h₁~32h₄) 등에 의해 보조 회수 기구가 구성되어 있다. 이 보조 회수 기구에 의해, 액체 회수 기구에 의해서 회수하지 못한 웨이퍼 (W) 상의 액체를 제거 (회수) 할 수 있다. 또, 본 실시형태에 있어서는, 보조 회수 기구는 웨이퍼 (W) 상에 남아 있는 액체를 흡인하여 웨이퍼 (W) 상으로부터 제거 (회수) 하도록 되어 있지만, 드라이 에어 등을 쏘여 건조시키도록 해도 되고, 바람에 의해 날려버리도록 해도 된다.
- [0214] 또한, 노광 장치 (100) 에서는, 공조 기구 (86) 및 급기 노즐 (85₃, 85₄) 등에 의해 진공 배기 장치 (76) 에 의한 흡인에 의해 발생하는 물 (액체) 의 주위의 환경변화를 억제하는 급기 기구가 구성되어 있다.
- [0215] 또 노광 장치 (100) 에서는, 레티클 스테이지 구동부 (11), 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 및 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해 레티클 패턴을 주사 노광 방식으로 웨이퍼 (W) 상에 전사하기 때문에, 조명광 (IL) 에 대하여 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 동기하여 주사 방향으로 구동하는 구동계가 구성되어 있다.
- [0216] 또 액체 공급 유닛 (32) 의 중앙에 있는 개구 (32a; 이 개구 (32a) 의 중앙에 투영 광학계 (PL) 의 이미지면측 렌즈 (42) 가 배치된다) 를 구획하는 고리형 측벽 (32c) 이 형성되고, 또 이 고리형 측벽 (32c) 의 외측에 고리형 오목부 (32b) 가 형성되고, 이 고리형 오목부 (32b) 의 천장의 높이가 다른 부분보다 높아져 물 (액체) 이 액체 급배 유닛 (32) 내부에 공급된 경우에도, 고리형 오목부 (32b) 의 내부에는 공간이 남게 되어 있다. 이렇게 하여 노광 장치 (100) 에서는, 고리형 측벽 (32c), 고리형 측벽 (32e) 및 이들 양자에 의해 형성되는 고리형 오목부 (32b) 의 상부 공간에 접속된 배기관 (54) 등에 의해 기포 회수 기구가 구성되어 있다. 또 이 경우, 고리형 측벽 (32c) 과 고리형 오목부 (32b) 는 투영 유닛 (PU) 주위에 전체 둘레에 걸쳐 형성되어 있기 때문에, 실질적으로 전체 방위에 걸쳐 다수의 기포 회수 기구가 형성되어 있는 것과 등가이다.

- [0217] 또한 노광 장치 (100) 에서는, 투영 광학계 (PL; 정확하게는 렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 온도 정보의 실측치 (온도 센서 (38A, 38B) 로 측정된다) 및 투영 광학계 (PL; 정확하게는 렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 압력 정보에 기초하여 노광 조건, 구체적으로는 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 의 오프셋 및 웨이퍼 (W) 의 포커스 레벨링 제어에 관한 조건 (결상 조건) 등을 조정하는 조정 장치가 주제어 장치 (20) 에 의해 구성되어 있다. 또 주사 방향 일측과 타측에 각각 배치된 두 개의 온도 센서 (38A, 38B) 의 검출 결과에 기초하여 웨이퍼 상의 조명광 (IL) 의 조사 영역을 물이 통과하는 동안 발생하는 물의 온도 변화를 예측하는 예측 장치가 주제어 장치 (20) 에 의해 구성되어 있다.
- [0218] 또 온도 센서는 반드시 두 개 필요한 것은 아니며, 물의 온도 변화를 알 수 있다면 하나이어도 되고, 보다 상세한 온도 분포를 구하기 위해서 세 개 이상의 온도 센서를 구비하도록 해도 된다.
- [0219] 이상 상세하게 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트 영역에 대한 레티클 패턴의 전사가 주사노광 방식으로 이루어질 때, 상기 서술한 공급 기구에 의해 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL)) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이에 물이 공급되는 동작과, 상기 서술한 회수 기구에 의한 물의 회수 동작이 병행하여 이루어진다. 즉, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 선단의 렌즈 (42) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이에 항상 소정량의 물 (이 물은 항상 교체되고 있다) 이 채워진 (유지된) 상태에서 노광 (레티클 패턴을 웨이퍼 상에 전사) 이 이루어진다. 그 결과, 액침법이 적용되고 웨이퍼 (W) 표면에서의 조명광 (IL) 의 파장을 공기 중에서의 파장의 $1/n$ 배 (n 은 물의 굴절률 1.4) 로 단파장화할 수 있어, 이로 인해 투영 광학계의 해상도가 향상된다. 또 공급되는 물은 항상 교체되고 있기 때문에, 웨이퍼 (W) 상에 이물이 부착되어 있는 경우에는 그 이물이 물의 흐름에 의해 제거된다.
- [0220] 또 투영 광학계 (PL) 의 초점 심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어지기 때문에, 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 를 사용한 웨이퍼 (W) 의 포커스 레벨링 동작시에 디포커스가 발생하기 어렵다는 이점이 있다. 또, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점 심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는 투영 광학계 (PL) 의 개구수 (NA) 를 보다 더 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상된다.
- [0221] 또 상기 서술한 공급 기구에 의해 공급된 물 (액체) 속에 기포가 혼입된 경우, 또는 공급 직후에 물 속에 기포가 발생한 경우에는, 그 기포는 그 물의 흐름의 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL)) 에 대한 상류 측에서 상기 서술한 기포 회수 기구에 의해 회수된다. 즉, 물 속의 기포는 렌즈 (42) 의 하방에 도달하지 않고 기포 회수 기구에 의해 회수된다. 이 때문에 기포가 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 들어가는 것에 기인하는 조명광 (IL) 의 부분적인 투과율 저하나 패턴의 투영 이미지 열화 등을 방지할 수 있다.
- [0222] 또 도 10a, 도 10b 에서 알 수 있는 바와 같이, 기포의 회수에 사용되는 기포 회수 기구의 기포 회수 위치가 웨이퍼 (W) 의 이동 방향 (도 10a, 도 10b 에서는 일례로서 주사 방향) 에 따라 전환되고 있다. 이 때문에, 웨이퍼 (W) 가 어느 한 방향으로 이동하는 경우에도 그 이동 중에 기포가 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 들어가는 것을 방지할 수 있다.
- [0223] 또한 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트를 순차적으로 노광하고 있는 도중에 예를 들어 상기 서술한 회수 기구에 의해 물을 완전하게는 회수할 수 없는 사태가 발생한 경우, 예를 들어 액체 급배 유닛 (32) 의 외부로 물이 새어나간 경우에는, 상기 서술한 보조 회수 기구에 의해 그 회수하지 못한, 즉 새어나간 물이 웨이퍼 (W) 상에서 제거 (회수) 된다. 이로써 웨이퍼 (W) 상에 물이 잔류하는 일이 없고, 그 물의 잔류 (잔존) 에 기인하는 여러 가지 문제의 발생을 피할 수 있다. 즉, 남은 물이 증발할 때의 기화열에 의해 분위기 중에 온도 분포가 생기거나, 또는 분위기의 굴절률 변화가 발생하는 것을 억제하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 측정하는 웨이퍼 간섭계 (18) 의 측정 오차를 효과적으로 억제할 수 있다. 또한 웨이퍼 상에 잔류한 물이 웨이퍼의 뒤편으로 돌아 들어가는 것을 방지하여, 웨이퍼가 반송 아암에 밀착되어 잘 떨어지지 않거나 하는 것을 방지할 수 있다.
- [0224] 또 노광 장치 (100) 에 의하면, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 가장 웨이퍼측에 있는 광학 소자로서의 렌즈 (42) 주위를 적어도 둘러싸고 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 표면과의 사이에 소정의 클리어런스를 둔 둘레벽 (32f; 돌출부 (32g)) 을 구비하고, 또 그 클리어런스가 $\Delta h=1\sim 2\text{mm}$ 정도로 작게 설정되어 있다. 이 때문에, 둘레벽 (32f) 내의 물과 외기의 접촉 면적이 매우 좁게 설정되고, 물의 표면장력에 의해 그 클리어런스를 통해 액체가 둘레벽 (32f) 밖으로 누출되는 것이 방지된다. 이 때문에, 예를 들어 노광 종료 후에 액침에 사용한 액체 (물) 를 확실하게 회수하는 것이 가능해진다.
- [0225] 또 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 웨이퍼 (W) 주변부의 쇼트 영역을 노광할 때 또는 노광 종료 후

에 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼를 교환할 때 등에, 투영 광학계 (PL; 렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이에 물을 유지한 상태로 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역) 이 웨이퍼 (W) 에서 벗어나는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동한 경우 등에서도 투영 광학계와 보조 플레이트 (22a~22d 중 어느 하나) 사이에 물을 유지할 수 있어, 그 물의 유출을 방지하는 것이 가능해진다. 이로써 물의 유출에 기인하는 여러 가지 문제의 발생을 피할 수 있다. 또한 보조 플레이트 (22a~22d) 와 웨이퍼 (W) 의 간극은 3mm 이하로 설정되어 있기 때문에, 웨이퍼 (W) 가 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL)) 의 하방에 있는 상태에서부터 웨이퍼 (W) 가 투영 유닛 (PU) 에서 벗어나는 위치로 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동하는 경우 등에, 그 이동 도중에 웨이퍼 (W) 와 보조 플레이트 사이의 간극으로 물이 유출되는 것이 그 물의 표면장력에 의해 방지된다. 또, 웨이퍼 표면과 보조 플레이트 표면에 1mm 정도의 단차가 있다라도 물의 표면장력에 의해 거의 누수는 발생하지 않는다는 것이 발명자에 의해 확인되었다.

- [0226] 또한 예를 들어 웨이퍼 (W) 교환 후에 노광을 개시할 때에는, 이것에 앞서 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 보조 플레이트 사이에 물을 유지하기 때문에, 물의 공급을 위한 시간을 요하는 일없이 그 노광을 개시할 수 있게 되어, 그만큼 스루풋의 향상이 가능하다.
- [0227] 또 노광 개시 전에 액체 급배 유닛 (32) 내부에 대한 물의 공급이 보조 플레이트 (22a) 상에서 개시되기 때문에, 웨이퍼 (W) 상에서 물의 공급을 개시하는 경우와 같이 수압 등으로 레지스트의 일부가 제거되거나 할 우려가 없다.
- [0228] 또 공조 기구 (86; 급기 노즐을 포함함) 에 의해, 물이 유지되는 액체 급배 유닛 (32) 주변의 공조가 이루어지고 있기 때문에, 상기 서술한 회수 기구 또는 보조 회수 기구에 의한 물의 회수시에 액체 급배 유닛 (32) 내부에 유지되는 물 주위의 분위기 중의 기체 (예를 들어 노광 장치의 본체가 수용되는 챔버 내의 공기) 에 난류가 생기는 것이 방지되며, 이로써 그 기체의 난류 (이로 인해 발생하는 기체의 온도 요동, 굴절률 변화 등을 포함함) 에 기인하는 웨이퍼 간섭계 (18) 의 계측 오차의 발생이 방지되어, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 정밀도 좋게 계측하는 것이 가능해진다.
- [0229] 따라서, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상기 서술한 바와 같은 여러 가지 효과에 의해 레티클 (R) 의 패턴을 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역 각각에 매우 정밀도 좋게 전사하는 것이 가능해진다. 또한 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광을 실시하는 것도 가능해진다.
- [0230] 또 상기 제 1 실시형태에서 설명한 각 부의 구성은 일례이며 본 발명이 이것에 한정되지 않는 것은 물론이다. 예를 들어 상기 실시형태에서는, 주제어 장치 (20) 는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에, 그 이동 방향에 관하여 투영 유닛 (PU) 의 후방에서 전방으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 발생하도록 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도 조정 (완전 폐쇄 및 완전 개방을 포함함) 을 실시하게 하였지만, 이와는 반대로 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에, 그 이동 방향에 관하여 투영 유닛 (PU) 의 전방에서 후방으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 발생하도록 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도 조정 (완전 폐쇄 및 완전 개방을 포함함) 을 실시하는 것으로 해도 된다. 이 경우에는, 상기 서술한 보조 회수 기구는 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL)) 에 관하여 웨이퍼 (W) 이동 방향의 전방에서 잔류 액체를 회수하게 된다. 즉, 웨이퍼 이동 방향의 전방에 위치하는 슬릿 (32h_i) 및 이것에 연통하는 보조 회수관 (60_i; i 는 1~4 중 어느 하나) 을 통하여 잔류 액체가 회수된다.
- [0231] 또 상기 제 1 실시형태에서는 액체 급배 유닛 (32) 의 일부에 형성된 슬릿 (32h₁~32h₄), 각 슬릿에 연통시킨 보조 회수관 (60₁~60₄) 및 진공 배기 장치 (76) 등에 의해 보조 회수 기구가 구성되는 것으로 하였지만, 예를 들어 공조 기구 (86) 를 유체 (액체 및 기체) 를 흡인하는 흡인 기구를 포함하여 구성하는 것으로 해도 된다. 즉, 공조 기구 (86) 에 진공 펌프를 내장하고, 이 진공 펌프에 접속된 흡기 노즐을 상기 서술한 각 급기 노즐의 근방에 배치해도 된다. 이와 같이 구성하고, 흡인 기구로서의 진공 펌프에 상기 서술한 회수 기구로 전부 회수되지 않은 (액체 급배 유닛 (32) 외부로 쏜) 물을 회수하는 역할도 하게 하는 것으로 해도 된다. 이 경우에는 액체 급배 유닛 (32) 에 슬릿 (32h₁~32h₄) 을 형성할 필요가 없음과 함께, 흡기 노즐의 배치에 따라서는 쏜 물의 확대 범위가 어느 정도 넓더라도 대응이 가능한 경우도 있다. 또한 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 (W) 의 노광 중에도 물의 공급, 회수를 하고 있지만, 표면장력으로 물을 유지할 수 있는 경우에는 노광 중에 공급 회수를 하지 않아도 된다.
- [0232] 또 공조 기구 (86) 로부터 드라이 에어나 열풍을 공급하고, 회수 기구로 전부 회수하지 않고 돌레벽 (32g) 의 외측으로 유출시켜 웨이퍼 (W) 상에 잔존하는 물을 건조시켜서 웨이퍼 (W) 상에서 제거하도록 해도 된다.

- [0233] 또한 상기 실시형태에서는, 보조 플레이트의 일부에 기준마크판 (FM) 을 배치하는 것으로 하였지만, 이것 대신에 또는 이와 함께 보조 플레이트의 일부에 초점 위치 검출계 (90a, 90b) 의 캘리브레이션에 사용하는 기준반사판을 배치해도 된다. 또는 상기 반사판과 기준마크판을 겸용시켜도 된다. 또 보조 플레이트는 웨이퍼 (W) 의 전체 주위에 형성하고 있지만, 필요한 장소에 부분적으로 형성해도 되고 소정 간격마다 형성해도 된다.
- [0234] 또한 상기 실시형태에서는, 주 제어 장치 (20) 는 상기 서술한 쇼트 간 스테핑 동작시나 주사노광시 등 이외의 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 정지하고 있을 때에는 상기 서술한 공급 기구에 의한 물 (액체) 의 공급 동작 및 상기 서술한 회수 기구에 의한 물의 회수 동작을 함께 정지시키게 해도 된다. 이렇게 해도 액체 급배 유닛 (32) 내부의 물은 상기 서술한 부압의 작용이나 물의 표면장력에 의해 유지된다. 웨이퍼 스테이지 (WST) 정지 중에는 쇼트 간 스테핑 동작시나 주사노광시 등에 비하여 물을 교체할 필요성이 적기 때문에, 항상 (웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중만 아니라 정지 중에도) 공급 기구에 의한 액체의 공급 동작 및 회수 기구에 의한 액체의 회수 동작이 병행하여 이루어지는 경우에 비하여 액체의 사용량을 줄일 수 있다. 단, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 정지 중에 계속 급수 및 배수함으로써 렌즈 (42) 하면의 오염을 방지하도록 해도 된다.
- [0235] *또한 상기 실시형태에서는, 도 8a 및 도 8c 에 각각 나타내는 급수위치, 배수위치는 웨이퍼 교환 위치 (언로드 위치와 로드 위치) 와는 관계가 없는 위치인 것을 전체로 하여 설명하였지만 이것에 한정되지 않으며, 예를 들어 급수위치를 웨이퍼의 로드 위치로 하고, 배수위치를 웨이퍼의 언로드 위치로 해도 된다. 이러한 것은, 투영 유닛 (PU) 의 선단과 웨이퍼 스테이지 (WST; 더 정확하게는 보조 플레이트) 의 면적과의 관계를 조정하여 웨이퍼 로드시, 언로드시에 투영 유닛 (PU) 이 웨이퍼의 반송에 방해가 되지 않도록 하여 실현할 수 있다. 이 경우, 웨이퍼의 언로드 위치, 로드 위치에서는 급수 및 배수를 계속해도 되고, 정지시켜도 된다. 이 경우에, 웨이퍼의 로드 위치와 언로드 위치를 일치시켜, 이 위치 (대기 위치라 함) 에서는 투영 유닛 (PU) 바로 아래에 기준마크판 (FM) 이 위치하도록 하고, 또 웨이퍼 얼라인먼트 중 투영 유닛 (PU) 의 선단이 보조 플레이트 (22a ~ 22d) 중 어느 하나의 상방에 반드시 존재하도록 웨이퍼 스테이지 (WST; 더 정확하게는 보조 플레이트) 의 면적을 설정하는 것으로 해도 된다.
- [0236] 이러한 경우에는, 항상 렌즈 (42) 의 하방에 물을 유지해 두는 것이 가능해지기 때문에, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작시 이외에도 상기 서술한 급수, 배수를 계속하여 실시해도 된다. 이 경우, 한번 렌즈 (42) 의 하방으로 급수하고 또 렌즈 (42) 아래의 물을 전체 배수하는 일없이 복수 장의 웨이퍼에 대한 연속 노광동작을 실현하는 것이 가능하다.
- [0237] 또한 상기 실시형태에서는, 투영 유닛 (PU) 의 렌즈 (42) 하방에 물을 유지하기 때문에 돌레벽 (32f) 을 갖는 액체 급배 유닛 (32) 을 사용하는 것으로 하였지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 예를 들어 액체 공급 유닛 (32) 을 사용하지 않아도 된다. 이러한 경우에도 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이의 거리 (워킹 디스턴스) 는 3mm 정도로 되어 있기 때문에, 그 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 물이 표면장력에 의해 유지되기 때문이다. 또한 이 경우, 예를 들어 상기 서술한 특허문헌 1 에 개시되는 바와 같이 액체 공급 기구, 액체 회수 기구와 동일한 기구를 형성해도 된다. 이렇게 해도 상기 서술한 보조 플레이트의 존재에 의해 웨이퍼 에지부의 노광시 등 투영 유닛 (PU) 이 웨이퍼 (W) 상에서 벗어나더라도 상기 특허문헌 1 등과 달리 렌즈 (42) 아래에서 물이 누출되는 것을 방지할 수 있다. 이 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST) 정지 중에는 급수, 배수를 정지시켜도 된다. 이 경우에는, 액침법에 의해 고해상도의 노광 (또는 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광) 이 이루어진다. 따라서 웨이퍼에 정밀도 좋게 패턴을 전사할 수 있다.
- [0238] 단, 상기 실시형태와 같이 액체 급배 유닛 (32) 과 같이 노즐부와 렌즈 (42) 의 돌레 (돌레벽 (32f)) 가 일체화된 유닛을 사용하면, 한번에 그것을 교환할 수 있어 메인テナンス가 간략화된다.
- [0239] 또한 상기 실시형태에서는, 급수용, 배수용 밸브와, 액체 급배 유닛 (32) 의 노즐부가 배관을 통해 직접 접속되어 있는 것으로 하였지만, 이들 배관으로서 플렉시블 튜브를 사용하고, 또 밸브 및 공장배관에 이어지는 튜브를 스프링을 통하여 노광 장치의 본체 및 투영 유닛 (PU) 으로 기계적으로 분리하여, 진동이 전해지지 않게 하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써, 밸브 개폐에 수반되는 진동이나 물의 수격(水擊)이 전달되어 투영 유닛 (PU) 이나 노광 장치의 본체에 영향을 미쳐 각종 오차의 원인이 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0240] 또한 상기 실시형태의 노광 장치 (100) 에 있어서, 다중 노광, 예를 들어 2중 노광하는 경우에, 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 웨이퍼 (W) 사이에 액체를 채운 상태로 제 1 패턴을 웨이퍼 (W) 상의 복수

의 구획 영역 (쇼트 영역) 에 스텝 앤드 스캔 방식으로 전사한 후, 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 액체를 유지한 상태로 제 2 패턴을 웨이퍼 (W) 상의 상기 복수의 쇼트 영역에 전사하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 레티클 스테이지 (RST) 로서, 예를 들어 일본 공개특허공보 평2-166717호 등에 개시되는 레티클을 2장 유지할 수 있는 이른바 더블 레티클 홀더 방식의 스테이지를 사용하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면, 제 1 패턴과 제 2 패턴 사이에서 레티클 얼라인먼트 및 웨이퍼 얼라인먼트가 불필요하기 때문에, 제 1 패턴의 노광과 제 2 패턴의 노광 사이에서 투영 유닛 (PU) (투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 웨이퍼 (W) 사이에 액체를 채운 상태로 지장없이 2중 노광이 가능해진다. 이 경우, 액침법을 이용한 다중 노광이 적용되어 고해상도이고 또한 실질적으로 초점 심도를 크게 한 고정밀도의 노광이 이루어진다. 이 경우, 제 2 패턴의 전사가 개시되는 시점에서는, 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 액체가 유지되어 있기 때문에 그 제 2 패턴의 전사를 액체의 공급을 기다리지 않고 개시할 수 있다.

[0241] 또, 상기 실시형태에 있어서 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 기준마크판 (FM) 사이에 물을 채운 상태로 레티클 얼라인먼트하도록 해도 된다.

[0242] 또한 상기 실시형태에서는 조정 장치로서의 주제어 장치 (20) 가 온도 센서 (38A, 38B) 의 측정 결과 (투영 광학계 (PL) (렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 온도 정보의 실측치) 에 기초하여 웨이퍼 (W) 상의 조명광 (IL) 의 조사 영역 내의 수차, 예를 들어 베스트 포커스 위치의 변화에 대응하는 온도 변화 계수를 구하는 것으로 하였지만, 이 대신에 주제어 장치 (20) 는 투영 광학계 (PL) (렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 온도 정보 예측치에 기초하여 상기 온도 변화 계수를 구하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 메모리 (21) 내에 미리 측정한 레티클 (R) 의 투과율, 웨이퍼 (W) 의 반사율 정보 등을 기억시켜 두고, 노광할 때에는 인테그레이터 센서 (14) 의 출력과 레티클 (R) 의 투과율과 웨이퍼 (W) 의 반사율을 이용해 소정 연산을 하여 웨이퍼의 열흡수량을 구하고, 이 구한 열흡수량과 급수, 배수와 스캔 동작에 의한 렌즈 (42) 아래의 물의 흐름 정보 (유량이나 유속) 에 기초하여 조사 영역에서의 물의 온도상승 (온도분포) 을 예측한다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는 그 예측결과에 기초하여 상기 실시형태와 동일하게 하여 상기 온도 변화 계수를 구하는 것으로 할 수 있다. 물론 온도 변화 계수를 구할 때에 주제어 장치 (20) 는 투영 광학계 (PL; 렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 사이의 물의 온도 정보 실측치와 상기 인테그레이터 센서 (14) 의 출력 등에 기초한 예측치를 동시에 사용해도 된다.

[0243] 또 상기 실시형태에서는, 주제어 장치 (20) 는 온도 변화 계수와 압력 변화 계수를 구하고, 그들의 계수를 함께 파라미터로서 포함하는 식 등에 기초하여 조사 영역 내의 베스트 포커스 위치를 구하는 것으로 하였다. 그러나, 이것에 한하지 않고 온도 변화 계수와 압력 변화 계수 중 일방만 구하고 타방의 변화 계수를 영으로 하여, 상기 서술한 식을 사용해 조사 영역 내의 베스트 포커스 위치를 구하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 온도 변화 계수, 압력 변화 계수 등을 파라미터로서 포함하지 않는, 예를 들어 상기 서술한 조사 영역에서의 물의 온도분포 또는 압력 분포로부터 직접 베스트 포커스 위치를 구하는 식을 사용해도 된다.

[0244] 또 상기 실시형태에서는, 주제어 장치 (20) 는 상기한 바와 같이 하여 구한 조사 영역 내의 주사 방향의 일단점, 타단점의 베스트 포커스 위치에 기초하여, 노광 조건으로서 초점 위치 검출계의 오프셋을 조정하여 웨이퍼 (W) 의 포커스 레벨링을 하는 경우에 대하여 설명하였지만 이것에 한정되지 않고, 구한 조사 영역 내의 주사 방향의 일단점, 타단점의 베스트 포커스 위치에 기초하여 레티클 (R) 의 패턴면을 조정해도 되고, 결상 특성 보정 컨트롤러 (81) 를 이용하여 투영 광학계 (PL) 의 이미지면 경사 자체를 노광 조건으로 하여 조정해도 된다. 이미지면 경사를 완전히 보정하지 못한 경우, 그 보정 후 이미지면의 상태에 기초하여 상기 서술한 실시형태에서 설명한 초점 위치 검출계의 오프셋 조정 및 웨이퍼 (W) 의 포커스 레벨링 제어를 해도 된다.

[0245] 또 물의 온도 변화 (온도 분포) 가 초점 검출계 (90a, 90b) 의 측정에 영향을 준다고 예상되는 경우에는, 물의 온도 변화 (온도 분포) 에 기인하는 측정 오차를 고려하여 포커스 레벨링 제어를 하도록 해도 되고, 온도 센서 (38A, 38B) 의 출력에 기초하여 초점 검출계 (90a, 90b) 의 검출 결과를 보정하고, 보정 후의 검출 결과에 기초하여 포커스 레벨링 제어를 하도록 해도 된다.

[0246] 또한 상기 서술한 실시형태에서는 물의 압력 변화 (압력 분포) 를 미리 시뮬레이션이나 실험으로 구해 두고 그 결과에 기초하여 Z·틸트 스테이지 (30) 의 이동을 제어하도록 하고 있지만, 예를 들어 액체 급배 유닛에 압력 센서를 부착해 두어 물의 압력을 측정하고, 그 결과에 기초하여 Z·틸트 스테이지 (30) 의 이동을 제어하도록 해도 된다.

[0247] 또 상기 서술한 실시형태에서는, 물의 흐름에 기인하는 물의 압력 변화에 주목하고 있지만, 물의 흐름이 없는 경우 (액체 급배 유닛에 의한 물의 공급, 회수를 하지 않는 경우 등) 의 물의 압력을 고려하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 제어나 결상 동작의 보정 등을 하도록 해도 된다.

- [0248] 또한 상기 서술한 실시형태에서는 물의 온도 변화나 압력 변화에 의해 포커스 레벨링 제어 오차가 생기지 않도록 하고 있지만, 상기 서술한 바와 같이 물의 온도 변화나 압력 변화에 의해 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역 내에 투영되는 패턴 이미지의 각종 수차 (구면 수차, 비점 수차, 디스토션, 배율 등) 의 변동이 생기는 경우에는, 물의 온도 변화 (온도 정보) 나 압력 변화 (압력 정보) 에 기초하여 투영 광학계 (PL) 의 조정이나 조명광 (IL) 의 파장 조정, 또는 레티클 (R) 을 움직이거나 하여 보정하게 하면 된다.
- [0249] 그런데, 웨이퍼 상의 레지스트의 종류에 따라서는, 레지스트의 성분이 물에 녹아 이미지 형성에 악영향을 미치는 것을 생각할 수 있다. 이러한 경우에는 앞의 쇼트 영역 노광시의 레지스트 용해 물질이 다음 쇼트 영역의 패턴 이미지 형성에 미치는 영향을 저감시킬 필요가 있다. 이러한 관점에서 완성된 것이 다음의 제 2 실시형태이다.
- [0250] 《제 2 실시형태》
- [0251] 다음으로 본 발명의 제 2 실시형태를 도 11a~도 11f 에 기초하여 설명한다. 여기에서 상기 서술한 제 1 실시형태와 동일하거나 동등한 구성부분에 대해서는 동일한 부호를 사용함과 함께 그 설명을 간략하게 하거나 혹은 생략하기로 한다. 이 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 주 제어 장치 (20) 에 의한 액체 급배 유닛 (32) 을 통한 물의 급배수 방법이 상기 서술한 제 1 실시형태와 다를 뿐이며, 노광 장치의 구성 등은 동일하게 되어 있다. 따라서 이하에서는 중복설명을 피하는 관점에서 상이점을 중심으로 하여 설명한다.
- [0252] 본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 이외의 동작, 구체적으로는 웨이퍼 교환시에 소정의 준비작업 (레티클 얼라인먼트, 얼라인먼트 검출계의 베이스라인 계측, 웨이퍼 얼라인먼트) 를 할 때에는, 웨이퍼 (W) 상에 대한 급수 및 이에 수반되는 물의 회수 (배수) 는 일절 이루어지지 않는 점을 제외하고 상기 서술한 제 1 실시형태와 동일하게 하여 웨이퍼 교환, 소정의 준비작업이 이루어진다.
- [0253] 따라서, 이하에서는 스텝 앤드 스캔 방식으로 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 패턴을 전사할 때의 동작, 특히 쇼트 영역에 대한 주사노광시의 동작 및 쇼트 간 스테핑시의 동작에 대하여 설명한다.
- [0254] 또, 전제로서 도 6 의 액체 공급 장치 (72), 액체 회수 장치 (74), 진공 배기 장치 (76) 는 작동이 개시되어 있고, 밸브군 (62a), 밸브군 (62b) 의 밸브는 모두 완전 폐쇄 상태, 밸브 (62c) 는 완전 개방 상태, 밸브군 (62d) 의 각 밸브 (62e) 는 소정 개방도로 개방되어 있는 것으로 한다.
- [0255] 도 11a~도 11f 에는 제 2 실시형태에 따른 노광 장치에서의 하나의 쇼트 영역에 대한 노광을 위한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 주사시 급배수 동작의 흐름이 나타나 있다. 이하, 이들 도면에 기초하여 제 2 실시형태에서의 급배수 방법에 대하여 설명한다.
- [0256] 도 11a 에는 웨이퍼 (W) 상의 쇼트 영역 (SA) 의 노광을 위해 주 제어 장치 (20) 의 지시 아래, 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 구동됨 (이 때 레티클 스테이지 (RST) 는 역방향으로 투영배율에 따른 속도로 구동됨) 으로서, 노광 대상인 쇼트 영역 (SA) 이 투영 유닛 (PU) 의 투영 영역 (레티클 (R) 및 투영 광학계 (PL) 를 통해 조명광 (IL) 이 조사되는 웨이퍼 (W) 상의 조사 영역; IA) 에 가까워진 상태가 도시되어 있다. 주 제어 장치 (20) 는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에 그 이동 방향 (주사 방향) 에 대하여 투영 유닛 (PU) 후측의 공급관 (58) 을 통하여 웨이퍼 (W) 상에 물이 공급되도록 급수측의 밸브군 (62) 을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다. 이 도 11a 에서, 회색영역 (WTR) 은 웨이퍼 (W) 표면에서 물에 덮인 영역을 나타낸다. 또 이 상태에서는 상기 서술한 바와 같이 배수측 (회수측) 의 밸브군 (62b) 을 구성하는 각 밸브는 완전 폐쇄 상태로 설정되어 있다.
- [0257] 그리고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 주사 방향에 대한 이동과 물의 공급이 계속되어, 도 11b 에 나타내는 바와 같이 물에 덮인 영역 (WTR) 은 웨이퍼 스테이지 (WST; 웨이퍼 (W)) 의 이동과 함께 넓어진다. 이 도 11b 의 상태가 노광대상인 쇼트 영역 (SA) 에 대한 노광개시 직전의 상태이다.
- [0258] 그리고, 쇼트 영역 (SA) 이 노광영역에 이른 시점에서 상기 서술한 바와 같이 노광이 이루어진다.
- [0259] 이 노광 동안에는 도 11c 에 나타내는 바와 같이 쇼트 영역 (SA) 의 투영 영역 (IA) 을 통과하는 부분은 항상 물에 덮인 상태로 되어 있다.
- [0260] 주 제어 장치 (20) 는, 도 11c 의 시점 (또는 그보다 이전부터) 에서 노광이 종료된 부분을 덮고 있는 물을 회수 하도록 배수용 밸브군 (62b) 를 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다. 이 경우, 급수를 위해 개방상태가 된 밸브군 (62a) 을 구성하는 밸브와, 투영 유닛 (PU) 에 대하여, 거의 대칭인 위치에 형성된 밸브군 (62b) 을

구성하는 밸브가 개방된다.

- [0261] 그리고, 도 11d 에 나타내는 바와 같이 투영 영역 (IA) 을 통과하는 쇼트 영역 (SA) 에 대한 노광을 함과 함께 노광이 종료된 부분을 덮는 물을 회수하면서 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해 구동되어, 도 11e 에 나타내는 바와 같이 쇼트 영역 (SA) 에 대한 노광이 종료된다.
- [0262] 이렇게 하여 노광이 종료됨과 동시에 주제어 장치 (20) 에 의해 급수용 밸브군 (62a) 을 구성하는 각 밸브가 완전 폐쇄된다. 그리고, 도 11f 에 나타내는 바와 같이 웨이퍼 (W) 상의 물이 전부 배수된 단계에서 주제어 장치 (20) 에 의해 밸브군 (62b) 을 구성하는 각 밸브가 완전 폐쇄된다.
- [0263] 이상과 같이 하여 하나의 쇼트 영역 (SA) 에 대한 노광동작 및 이것에 동기하여 실행되는 물의 공급, 회수 동작, 즉 급배수 동작이 종료된다.
- [0264] 그리고, 주제어 장치 (20) 의 지시 아래 스테이지 제어 장치 (19) 에 의해 상기 서술한 제 1 실시형태의 경우와 같이 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트 간 스테핑 동작이 실행된다. 단, 이 쇼트 간 스테핑 동작시에는 웨이퍼 (W) 상으로 일절 급수되지 않는다.
- [0265] 그리고, 다음 쇼트 영역에 대하여 상기와 동일한 주사노광 (레티클 패턴의 전사) 및 이것에 동기한 웨이퍼 (W) 상으로의 급배수 동작이 실행된다. 이 경우에는, 웨이퍼 (W) 의 이동 방향 및 웨이퍼 상에 공급되는 물이 흐르는 방향은 도 11a ~ 도 11e 의 경우와 반대가 되도록 주제어 장치 (20) 에 의해 각부가 제어된다.
- [0266] 이렇게 하여 웨이퍼 (W) 상의 쇼트 영역의 주사노광과 쇼트 영역 간의 스테핑 동작이 반복하여 실시되고, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 구획 영역으로서의 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 회로패턴이 차례로 전사된다.
- [0267] 이상 설명한 바와 같이, 본 제 2 실시형태의 노광 장치에 의하면 상기 서술한 공급 기구에 의한 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이를 포함하는 둘레벽 (32f) 내부에 대한 물의 공급 및 상기 서술한 회수 기구에 의한 물의 회수가, 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트 영역에 대한 노광동작과 동기하여 실행된다. 이 때문에, 웨이퍼 (W) 상의 노광대상인 쇼트 영역에 대하여 주사 노광 방식으로 패턴을 전사할 때 그 쇼트 영역이 투영 광학계 (PL) 를 통한 조명광 (IL) 의 조사 영역 (IA) 을 통과하는 동안에는 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 소정량의 물 (이 물은 항상 교체된다) 을 채울 수 있고, 액침법에 의해 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다. 한편으로, 노광대상인 쇼트 영역이 조사 영역 (IA) 을 통과하는 동안, 또는 여기에 추가하여 통과 후 잠깐 동안 외에는 물이 웨이퍼 (W) 상에 존재하지 않는 상태로 할 수 있다. 즉, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역을 차례로 노광할 때, 쇼트 영역을 노광할 때마다 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 물의 공급과 그 물의 전체 회수가 반복되기 때문에, 웨이퍼 (W) 상의 감광제 (레지스트) 의 성분이 물 중에 녹아나오는 것에 기인하는 조명광 (IL) 의 투과율 저하나 이미지 형성에 대한 악영향 등을 억제할 수 있다.
- [0268] 또 본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 공급 기구는 조사 영역 (IA) 주위에 복수의 공급구 (36) 를 갖고, 물의 공급에 사용하는 공급구 (36) 를 웨이퍼 (W) 의 주사 방향 (이동 방향) 에 따라 전환하고 있다. 구체적으로는, 각 쇼트 영역을 노광할 때마다 웨이퍼 (W) 주사 방향의 후방측에서의 공급 기구에 의해 물이 공급되고, 이에 따라 주사 방향의 전방측에서의 회수 기구에 의해 물이 전체 회수되고 있다. 이 때문에, 주사 방향에 상관없이 어떠한 쇼트 영역의 노광시에도 액침법이 적용된다.
- [0269] 또 상기 서술한 공급 기구에 의해 웨이퍼 (W) 주사 방향의 후방측에서 둘레벽 (32f) 의 내부로 공급된 물은, 투영 유닛 (PU) 에 관하여 주사 방향의 전방에서 상기 서술한 회수 기구에 의해 회수된다. 이 경우, 공급된 물은 웨이퍼 (W) 의 주사 방향을 따라 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이를 흐른다. 그 때문에 웨이퍼 (W) 상에 이물이 부착되고 있는 경우에는 그 이물이 물의 흐름에 의해 제거된다.
- [0270] 또한 본 제 2 실시형태에서도, 공급된 물 속에 혼입된 기포는 상기 서술한 제 1 실시형태와 마찬가지로 상기 서술한 기포 회수 기구에 의해 투영 유닛 (PU) 에 관하여 웨이퍼 주사 방향의 후방에서 회수된다. 이 경우에 웨이퍼 (W) 의 주사 방향이 전환되면 이에 따라 기포의 회수에 사용되는 기포 회수 기구가 전환된다.
- [0271] 또 본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 패턴을 전사할 때 웨이퍼 스테이지의 주사 방향의 이동에 의해 노광대상인 쇼트 영역의 후단이 조사 영역 (IA) 에서 나간 시점에서 공급 기구에 의한 물의 공급이 정지된다. 이 때문에, 밸브의 구동이나 그것에 수반되는 수격으로 진동이 발생하고 그것이 투영 유닛 (PU) 에 전달되어, 투영 광학계 (PL) 의 결상 성능 열화가 발생하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한 물의 공급을 최대한 적게 하여 물의 회수시간을 단축할 수 있다.

- [0272] 또 본 제 2 실시형태의 노광 장치에서는, 노광대상인 쇼트 영역에 대해 패턴을 전사한 후, 다음 쇼트 영역에 대한 패턴의 전사에 앞서 실시되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트 간 스테핑 동작의 개시 전에 회수 기구에 의한 물의 회수가 완료된다. 이 때문에, 웨이퍼 (W) 상의 감광제 (레지스트) 의 성분이 물 속에 녹아나와 다음 쇼트 영역의 노광에 악영향을 줄 우려가 없다. 또한 스테핑 방향의 급수, 회수 기구를 생략할 수 있다.
- [0273] 또, 상기 제 2 실시형태에서는 도 11a 에 나타내는 노광대상인 쇼트 영역의 주사 방향의 전단이 공급위치에 도달한 시점 (또는 그 직전) 에 공급 기구에 의한 물의 공급이 개시되는 것으로 하였지만 이것에 한정되지 않고, 노광대상인 쇼트 영역에 대한 패턴의 전사와 전의 쇼트 영역에 대한 패턴의 전사 사이의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트 간 스테핑 동작 종료 후, 다음 쇼트 영역의 노광을 위한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 개시 후, 노광대상인 쇼트 영역의 주사 방향의 전단이 공급 위치에 도달하기까지의 어느 한 시점에서 공급 기구에 의한 물의 공급이 개시되는 것으로 해도 된다. 이 경우, 공급 기구에 의해 투영 유닛 (PU; 투영 광학계 (PL) 의 렌즈 (42)) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이를 포함하는 둘레벽 (32f) 의 내부에 웨이퍼 (W) 의 이동 방향 (주사 방향) 의 후방측에서 물이 공급되고, 웨이퍼 (W) 를 이동시킬 때 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 사이에 물이 채워진다. 이 경우, 웨이퍼 (W) 상의 노광대상인 쇼트 영역 (SA) 이 렌즈 (42) 의 하방으로 이동할 때에는 그 쇼트 영역 (SA) 상방에는 렌즈 (42) 의 하방에 도달하기 전에 확실하게 물이 공급된다. 즉, 웨이퍼 (W) 를 주사 방향으로 이동시킬 때 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 표면 사이는 물로 채워진다. 따라서, 그 쇼트 영역 (SA) 을 노광대상 영역으로 하여 노광 (레티클 (R) 패턴을 웨이퍼 (W) 상으로 전사) 함으로써 상기 서술한 액침법이 적용되어, 고해상도이고 공기 중에 비하여 넓은 초점 심도에서의 노광이 이루어진다.
- [0274] 또한 상기 제 2 실시형태에 있어서, 예를 들어 도 12 에 나타내는 바와 같이 액체 급배 유닛 (32) 의 하단부에 비주사 방향에 관하여 이간된 복수의 공급구 (36; 패턴의 투영 영역 (조사 영역; IA) 의 비주사 방향 범위 내에 대응하는 것) 의 비주사 방향의 양측 위치에, 주사 방향에 평행하게 연장되는 복수의 경계 (87a, 87b) 를 형성해도 된다. 이 경우, 공급구 (36) 가 각각 하나 배치된 경계 (87a, 87b) 로 구획된 각 영역 내에 공급구 (36) 에 대응하여 회수관 (52) 이 각각 하나 배치되도록 한다. 그리고 주 제어 장치 (20) 가 상기 서술한 공급 기구에 의한 물의 공급에 사용되는 공급구 (36) 를 노광대상인 쇼트 영역의 웨이퍼 상의 위치에 따라 전환하고, 이에 따라 물의 회수에 사용되는 회수관 (52) 을 전환하도록 해도 된다. 이 경우, 공급구 (36) 및 회수관 (52) 의 전환은 상기 서술한 밸브군 (62a, 62b) 의 각 밸브의 선택적 개폐에 의해 실현된다.
- [0275] *통상 웨이퍼 (W) 상의 주변부에는 그 일부가 결여된 이른바 결여 쇼트가 복수 존재하며, 그러한 결여 쇼트 중에는 도 12 중의 쇼트 영역 (SA_n) 과 같이 비주사 방향의 사이즈가 다른 쇼트 영역 (웨이퍼 (W) 상의 내부의 쇼트 영역) 에 비하여 짧은 것이 있다. 이 결여 쇼트 (SA_n) 의 웨이퍼 (W) 상의 위치 및 쇼트형상 (사이즈를 포함함) 은 이미 알려져 있으므로, 그 결여 쇼트 (SA_n) 를 노광할 때에는, 주 제어 장치 (20) 는 예를 들어 도 12 중에 ● 로 나타내는 공급구 (36Q) 에서 물이 공급되고, ● 로 나타내는 회수관 (52Q) 에 의해 물이 회수되도록 밸브군 (62a, 62b) 의 각 밸브를 개폐제어하면 된다. 이렇게 하면 쇼트 영역 (SA_n) 이 결여된 부분에서는 급배수가 이루어지지 않는다. 따라서, 노광대상인 쇼트 영역 이외의 웨이퍼 (W) 상의 부분의 물을 노광 전에 모두 배수해 뚫으로써, 결과적으로 웨이퍼 홀더 (70) 의 보조 플레이트 (22a~22d) 를 크게 할 수 없는 경우라 해도 결여 쇼트에 대한 노광시에 누수가 발생하는 것이 최대한 억제되게 된다.
- [0276] 이 경우에 있어서, 물의 공급에 사용되는 공급구 (36), 회수관 (52) 은 웨이퍼 (W) 의 주사 방향을 따라 전환되는 것은 물론이다.
- [0277] 또한 주 제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 공급 기구에 의한 물의 공급에 사용되는 공급구 (36) 를, 노광대상인 쇼트 영역의 웨이퍼 상의 위치가 아니라 쇼트 영역의 비주사 방향의 사이즈에 따라 전환하고, 이것에 따라 물의 회수에 사용되는 회수관 (52) 을 전환하는 것으로 해도 된다. 이러한 경우에는, 동일하거나 상이한 웨이퍼 상에 다른 사이즈의 패턴을 전사하는 경우에도 대응이 가능해진다.
- [0278] 또 상기 제 2 실시형태에서는, 웨이퍼 (W) 상의 쇼트 영역에 대한 노광 종료와 동시에 급수를 정지시키는 경우에 대하여 설명하였다 (도 11e 참조). 그러나 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 도 13a~도 13f 에 나타내는 바와 같은 시퀀스를 채용하는 것도 가능하다.
- [0279] 이 경우, 도 13a~도 13c 까지는 상기 서술한 도 11a~도 11c 와 동일하게 처리된다. 단, 노광대상인 쇼트 영역 (SA) 의 주사 방향의 후단이 조사 영역 (IA) 에서 완전히 나가기 전의 시점, 구체적으로는 도 13d 에 나타

내는, 쇼트 영역 (SA) 의 후단이 공급위치 (급수위치 (급수관 (58) 의 위치)) 에 도달한 시점에서 주 제어 장치 (20) 는 밸브군 (62a) 을 완전 폐쇄하고, 그 후에는 노광 종료까지 급수를 전혀 하지 않는 것으로 하고 있다.

이렇게 함으로써 물이 공급되는 범위가 상기 서술한 도 11a~도 11f 의 경우와 비교하여 좁기 때문에, 배수 종료까지의 시간을 단축할 수 있다 (도 13e, 도 13f 참조). 따라서, 급배수 개시시의 진동이 노광 정밀도에 미치는 영향이 작은 경우에는 효과적으로 스루풋의 향상을 꾀하는 것이 가능하다. 이 경우에도 쇼트 영역 (SA) 에 대한 패턴의 전사 후 다음 쇼트 영역에 대한 패턴의 전사에 앞서 실행되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트 간 스테핑 동작의 개시 전에 회수 기구에 의한 물의 회수가 완료되어 있다 (도 13f 참조).

[0280] 또, 액체 급배 유닛으로는 상기 각 실시형태에서 설명한 구성에 한하지 않고 여러 가지 구성을 채용하는 것이 가능하다.

[0281] 예를 들어, 도 14a 에 나타내는 액체 급배 유닛 (32) 과 같이 기포 회수 기구나, 전체 회수용 노즐을 형성하지 않고 물을 공급하는 공급 기구를 구성하는 끝이 넓은 노즐부, 공급구 (36) 및 공급관 (58), 물을 회수하는 회수 기구를 구성하는 끝이 좁은 노즐부, 회수관 (52) 및 보조 회수 기구를 구성하는 슬릿 (32h₃, 32h₄) 등을 구비하기만 해도 된다. 이 경우, 렌즈 (42) 를 중심으로 하여 그 주위에 끝이 좁은 노즐부, 회수관 (52) 을 형성하고, 그 외측에 끝이 넓은 노즐부, 공급구 (36) 및 공급관 (58) 을 배치하고 있다. 이 도 14a 에 나타내는 액체 급배 유닛 (32') 을 채용한 경우에는, 예를 들어 웨이퍼가 왼쪽부터 오른쪽으로 스캔하여 노광할 때에는 왼쪽 급수관 (58) 으로부터 공급구 (36) 및 끝이 넓은 노즐부를 통하여 급수가 이루어지고, 그 급수된 물의 일부가 렌즈 (42) 왼쪽의 끝이 가는 노즐부 및 회수관 (52) 에 의해 배수되고, 물과 함께 혼입된 기포가 배출되어, 기포가 렌즈 (42) 아래를 통과하는 것을 억제한다. 한편, 렌즈 (42) 아래를 빠져나간 물은 렌즈 (42) 오른쪽의 끝이 가는 노즐부 및 회수관 (52) 에 의해 회수된다.

[0282] 이 경우에 있어서, 상기 서술한 끝이 가는 노즐부, 회수관, 끝이 넓은 노즐부, 공급구 (36) 및 공급관 (58) 등은 렌즈 (42) 를 중심으로 하여 그 주위 전체에 반드시 형성되어 있어야 하는 것은 아니며, 예를 들어 주사 방향의 일측과 타측에 각각 하나 형성되어 있어도 된다. 이 점에 대해서는, 상기 서술한 액체 급배 유닛 (32) 에 대해서도 마찬가지이다.

[0283] 또 상기 각 실시형태에서는, 액체 급배 유닛으로부터의 물의 공급 및 회수를 다른 노즐을 사용하여 실시하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 도 14b 에 나타내는 액체 급배 유닛 (32'') 과 같이 물의 공급 및 회수를 급배수용 노즐 (52') 을 통하여 실시해도 된다. 이 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 주사되는 경우에는 그 주사 방향 후방의 급배수 노즐로부터 급수하고, 주사 방향 전방에 위치하는 급배수 노즐로부터 물을 회수하는 것으로 하면 된다. 이 경우, 물 속에 혼입된 기포에 대해서는 액체 급배 유닛 (32'') 내부의 렌즈 (42) 의 주사 방향 앞측의 천장 부근에 모여, 주사 방향이 역방향이 되어 급수와 배수의 노즐이 전환되었을 때 배수측의 급배수 노즐로부터 배출된다.

[0284] 그리고, 상기 각 실시형태의 노광 장치에 있어서, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 가장 웨이퍼 (W) 측에 위치하는 렌즈 (42) 에 예를 들어 도 15 에 나타내는 바와 같이 노광에 사용하지 않는 부분에 구멍을 형성하고, 그 구멍을 통하여 공급 기구에 의한 액체의 공급 또는 회수 기구에 의한 액체의 회수 또는 액체 중의 기포의 회수 동작을 실시해도 된다. 이 도 15 의 경우에는, 액체의 회수가 렌즈 (42) 에 형성된 구멍을 통하여 이루어진다. 이렇게 하면 공급 기구와 회수 기구를 투영 광학계의 외부에 모두 배치하는 경우에 비하여 공간 절약화가 가능해진다.

[0285] *또 상기 각 실시형태에서는, 액체로서 초순수 (물) 를 사용하는 것으로 하였지만, 본 발명은 물론 이것에 한정되지 않는다. 액체로는 화학적으로 안정되고 조명광 (IL) 의 투과율이 높으며 안전한 액체, 예를 들어 불소계 불활성 액체를 사용해도 된다. 이 불소계 불활성 액체로는 예를 들어 Fluorinert (미국 쓰리엠사의 상품명) 를 사용할 수 있다. 이 불소계 불활성 액체는 냉각 효과의 면에서도 우수하다. 또 액체로서 조명광 (IL) 에 대한 투과성이 있어 가능한 한 굴절률이 높고, 또한 투영 광학계나 웨이퍼 표면에 도포되어 있는 포토 레지스트에 대하여 안정된 것 (예를 들어 시더유 등) 을 사용할 수도 있다.

[0286] 또 상기 각 실시형태에서 회수된 액체를 재이용하도록 해도 되고, 이 경우에는 회수된 액체에서 불순물을 제거하는 필터를 액체 회수 장치 또는 회수관 등에 마련해 두는 것이 바람직하다.

[0287] 또한 상기 각 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 가장 이미지면측에 가까운 광학 소자가 렌즈 (42) 인 것으로 하였지만, 그 광학 소자는 렌즈에 한정되는 것은 아니며, 투영 광학계 (PL) 의 광학특성, 예를 들어 수차

(구면 수차, 코마 수차 등)의 조정에 사용하는 광학 플레이트(평행평면판 등)이어도 되고, 단순한 커버유리이어도 된다. 투영 광학계(PL)의 가장 이미지면측에 가까이 있는 광학 소자(상기 각 실시형태에서는 렌즈(42))는 조명광(IL)의 조사에 의해 레지스트에서 발생하는 비산입자 또는 액체 중 불순물의 부착 등에 기인하여 액체(상기 각 실시형태에서는 물)에 접촉하여 그 표면이 더러워지는 경우가 있다. 이 때문에, 그 광학 소자는 경통(40)의 최하부에 착탈(교환)자유롭게 고정시켜 정기적으로 교환해도 된다.

[0288] 이러한 경우, 액체에 접촉하는 광학 소자가 렌즈(42)이면 그 교환부품의 비용이 높고, 또 교환에 요하는 시간이 길어지게 되어, 메인テナンス 비용(러닝 코스트)의 상승이나 스루풋의 저하를 초래한다. 그래서, 액체와 접촉하는 광학 소자를, 예를 들어 렌즈(42)보다도 저렴한 평행평면판으로 하도록 해도 된다. 이 경우, 노광 장치의 운반, 조립, 조정시 등에서 투영 광학계(PL)의 투과율, 웨이퍼(W)상에서의 조명광(IL)의 조도 및 조도분포의 균일성 등을 저하시키는 물질(예를 들어 규소계 유기물 등)이 그 평행평면판에 부착되더라도 액체를 공급하기 직전에 그 평행평면판을 교환하기만 하면 되어, 액체와 접촉하는 광학 소자를 렌즈로 하는 경우에 비하여 교환비용이 낮아진다는 이점도 있다.

[0289] 또한 상기 각 실시형태에 있어서 액체(물)를 흘려보내는 범위는 레티클의 패턴 이미지의 투영 영역(조명광(IL)의 조사 영역)의 전역을 덮도록 설정되어 있으면 되고 그 크기는 임의적이어도 되지만, 유속, 유량 등을 제어하는 데에 있어서 조사 영역보다도 약간 크게 하여 그 범위를 가능한 한 작게 해 두는 것이 바람직하다.

[0290] 그리고 상기 각 실시형태에서는, 웨이퍼 홀더(70)의 웨이퍼(W)가 탑재되는 영역 주위에 보조 플레이트(22a~22d)가 형성되는 것으로 하였지만, 본 발명 중에서는, 노광 장치는 보조 플레이트 또는 그것과 동등한 기능을 갖는 평면판을 반드시 기관 스테이지 상에 형성하지 않아도 되는 경우도 있다. 단, 이 경우에는 공급되는 액체가 기관 스테이지 상에서 넘치지 않도록 그 기관 스테이지 상에 액체를 회수하는 배관을 추가로 형성해 두는 것이 바람직하다. 또 상기 각 실시형태에서는 투영 광학계(PL)와 웨이퍼(W)사이를 국소적으로 액체로 채우는 노광 장치를 채용하고 있지만, 본 발명 중에는 일본 공개특허공보 평6-124873호에 개시되어 있는 바와 같은 노광대상인 기관을 유지한 스테이지를 액조 안에서 이동시키는 액침 노광 장치나, 일본 공개특허공보 평10-303114호에 개시되어 있는 것과 같은 스테이지 상에 소정 깊이의 액체조를 형성하여, 그 속에 웨이퍼를 유지하는 액침 노광 장치에도 적용 가능한 것도 있다.

[0291] 또 상기 각 실시형태에서는 광원으로서는 ArF 엑시머 레이저를 사용하는 것으로 하였지만 이것에 한정되지 않고, KrF 엑시머 레이저(출력파장 248nm)등의 자외광원을 사용해도 된다. 또, 예를 들어 자외광원으로서는 상기 각 광원에서 출력되는 레이저광에 한하지 않고, DFB 반도체 레이저 또는 화이버 레이저에서 발진되는 적외역 또는 가시역의 단일파장 레이저광을, 예를 들어 에르븀(Er)(또는 에르븀과 이트륨(Yb)양쪽)이 도핑된 화이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학결정을 사용하여 자외광으로 파장변환한 고조파(예를 들어, 파장 193nm)를 사용해도 된다.

[0292] 또 투영 광학계(PL)는 굴절계에 한하지 않으며, 카타디옵트릭계(반사굴절계)일 수도 있다. 또한 그 투영배율도 1/4배, 1/5배 등에 한하지 않고, 1/10배 등이어도 된다.

[0293] 또한 상기 각 실시형태에서는 스텝 앤드 스캔 방식 등의 주사형 노광 장치에 본 발명이 적용된 경우에 대하여 설명하였지만, 본 발명의 적용범위가 이것에 한정되지 않는 것은 물론이다. 즉 스텝 앤드 리피트 방식의 축소 투영 노광 장치에도 본 발명은 바람직하게 적용할 수 있다. 이 경우, 마스크(레티클)와 기관(웨이퍼)을 거의 정지시킨 상태로 노광이 이루어지는 점을 제외하고 기본적으로는 상기 서술한 제 1 실시형태와 동등한 구성을 사용할 수 있으며, 동등한 효과를 얻을 수 있다. 또 웨이퍼 스테이지를 2기 구비한 트윈 스테이지형 노광 장치에도 적용할 수 있다.

[0294] 또 복수의 렌즈로 구성되는 조명광학계, 투영 유닛(PU)을 노광 장치 본체 장착하고 다시 투영 유닛(PU)에 액체 급배 유닛을 부착한다. 그 후 광학조정함과 함께 다수의 기계 부품으로 이루어지는 레티클 스테이지나 웨이퍼 스테이지를 노광 장치 본체에 부착하여 배선이나 배관을 접속하고, 다시 종합조정(전기조정, 동작확인 등)함으로써 상기 각 실시형태의 노광 장치를 제조할 수 있다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0295] 또 상기 각 실시형태에서는 본 발명이 반도체 제조용 노광 장치에 적용된 경우에 대하여 설명하였지만 이것에 한정되지 않으며, 예를 들어 각형 유리 플레이트에 액정표시소자 패턴을 전사하는 액정용 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 촬상 소자, 마이크로 머신, 유기 EL, DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 본 발명은 널리 적용할 수 있다.

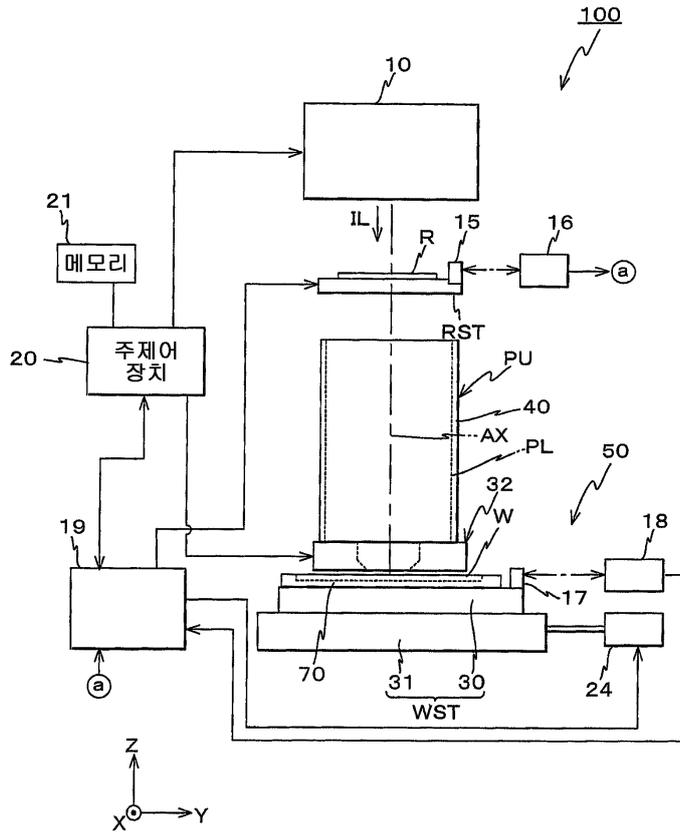
- [0296] 또한 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스뿐만 아니라 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치 및 전자선 노광 장치 등으로 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위하여, 유리기관 또는 규소 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다. 여기에서, DUV (원자외) 광이나 VUV (진공자외) 광 등을 사용하는 노광 장치에서는 일반적으로 투과형 레티클이 사용되고, 레티클 기관으로는 석영유리, 불소가 도핑된 석영유리, 형석, 불화마그네슘, 또는 수정 등이 사용된다.
- [0297] 《디바이스 제조방법》
- [0298] 다음으로 상기 서술한 노광 장치를 리소그래피 공정에서 사용한 디바이스 제조방법의 실시형태에 대하여 설명한다.
- [0299] 도 16 에는 디바이스 (IC 나 LSI 등의 반도체 칩, 액정패널, CCD, 박막 자기헤드, 마이크로 머신 등) 의 제조에 의 플로우차트가 나타나 있다. 도 16 에 나타내는 바와 같이, 먼저 단계 201 (설계 단계) 에 있어서, 디바이스의 기능·성능 설계 (예를 들어 반도체 디바이스의 회로 설계 등) 를 하여 그 기능을 실현하기 위한 패턴을 설계한다. 계속해서 단계 202 (마스크 제작 단계) 에서, 설계한 회로 패턴을 형성한 마스크를 제작한다. 한편, 단계 203 (웨이퍼 제조 단계) 에 있어서 규소 등의 재료를 사용하여 웨이퍼를 제조한다.
- [0300] 다음으로, 단계 204 (웨이퍼 처리 단계) 에 있어서, 단계 201~단계 203 에서 준비한 마스크와 웨이퍼를 사용하여 후술하는 것처럼 리소그래피 기술 등에 의해 웨이퍼 상에 실제 회로 등을 형성한다. 이어서, 단계 205 (디바이스 조립 단계) 에 있어서, 단계 204 에서 처리된 웨이퍼를 사용하여 디바이스를 조립한다. 이 단계 205 에는 다이싱 공정, 본딩 공정 및 패키징 공정 (칩 봉입) 등의 공정이 필요에 따라 포함된다.
- [0301] 마지막으로 단계 206 (검사 단계) 에 있어서, 단계 205 에서 작성된 디바이스의 동작 확인 테스트, 내구 테스트 등을 검사한다. 이러한 공정을 거친 후에 디바이스가 완성되고, 이것이 출하된다.
- [0302] 도 17 에는, 반도체 디바이스에서의 상기 단계 204 의 상세한 플로우예가 나타나 있다. 도 17 에 있어서 단계 211 (산화 단계) 에서는 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 단계 212 (CVD 단계) 에서는 웨이퍼 표면에 절연막을 형성한다. 단계 213 (전극 형성 단계) 에서는 웨이퍼 상에 전극을 증착에 의해 형성한다. 단계 214 (이온 주입 단계) 에서는 웨이퍼에 이온을 주입한다. 이상의 단계 211~단계 214 각각은 웨이퍼 처리 각 단계의 전처리공정을 구성하고 있으며, 각 단계에서 필요한 처리에 따라 선택되어 실행된다.
- [0303] 웨이퍼 프로세스의 각 단계에서 상기 서술한 전처리공정이 종료되면, 아래와 같이 하여 후처리공정이 실행된다. 이 후처리공정에서는 먼저 단계 215 (레지스트 형성 단계) 에서 웨이퍼에 감광제를 도포한다. 계속해서 단계 216 (노광 단계) 에서 위에서 설명한 리소그래피 시스템 (노광 장치) 및 노광방법에 의해 마스크의 회로패턴을 웨이퍼에 전사한다. 다음으로, 단계 217 (현상 단계) 에서는 노광된 웨이퍼를 현상하고, 단계 218 (에칭 단계) 에서 레지스트가 잔존하고 있는 부분 이외의 부분의 노출부재를 에칭에 의해 제거한다. 그리고, 단계 219 (레지스트 제거 단계) 에서 에칭이 끝나 불필요해진 레지스트를 제거한다.
- [0304] 이들 전처리공정과 후처리공정을 반복하여 실행함으로써 웨이퍼 상에 다중으로 회로패턴이 형성된다.
- [0305] 이상 설명한 본 실시형태의 디바이스 제조방법을 사용하면, 노광 공정 (단계 216) 에서 상기 실시형태의 노광 장치가 사용되기 때문에, 정밀도 좋게 레티클의 패턴을 웨이퍼 상에 전사할 수 있다. 그 결과, 고집적도의 마이크로 디바이스의 생산성 (수율을 포함) 을 향상시킬 수 있게 된다.

산업상 이용가능성

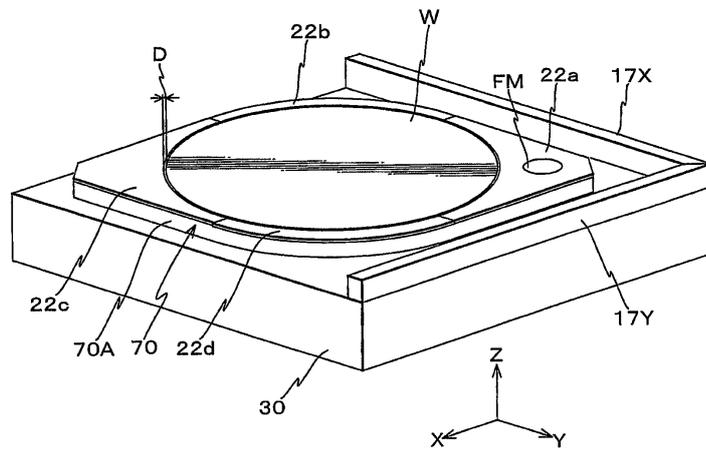
- [0306] 이상 설명한 바와 같이 본 발명의 노광 장치는, 판 위에 패턴을 전사하는 데 적합하다. 또한 본 발명의 디바이스 제조방법은, 마이크로 디바이스의 생산에 적합하다.

도면

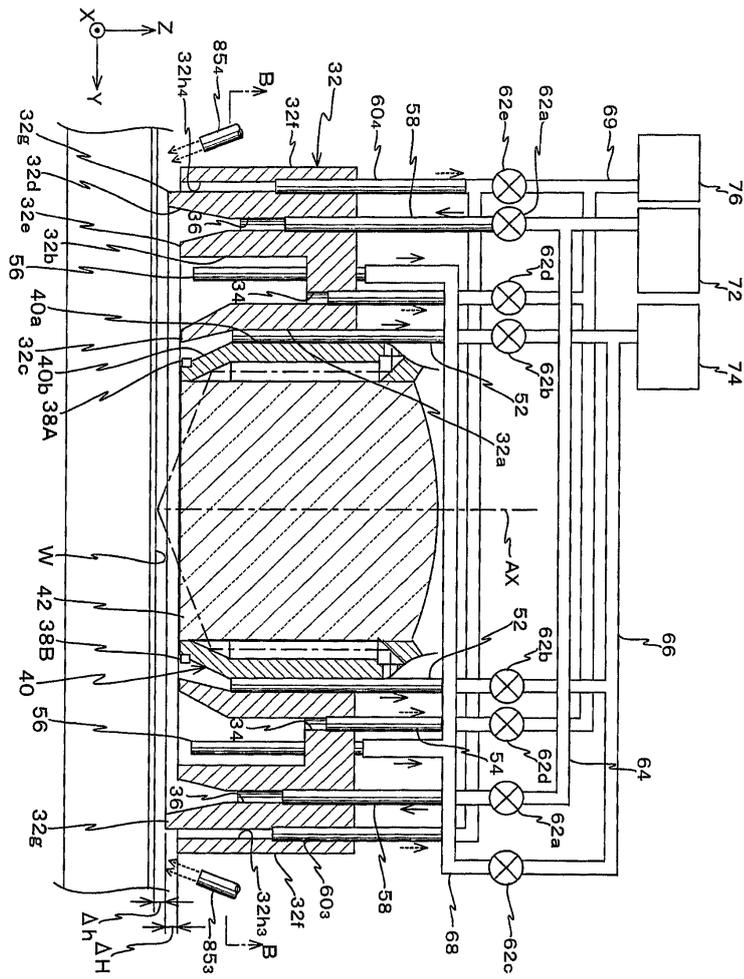
도면1



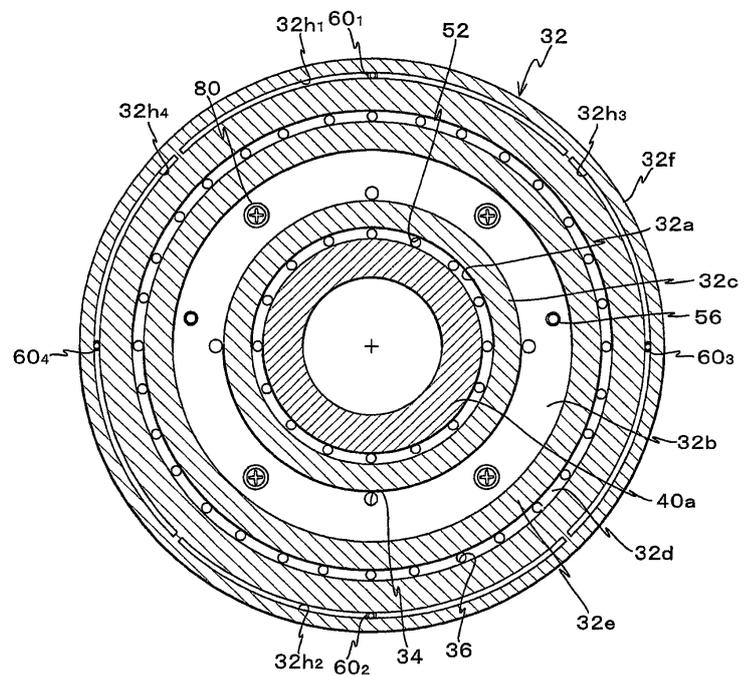
도면2



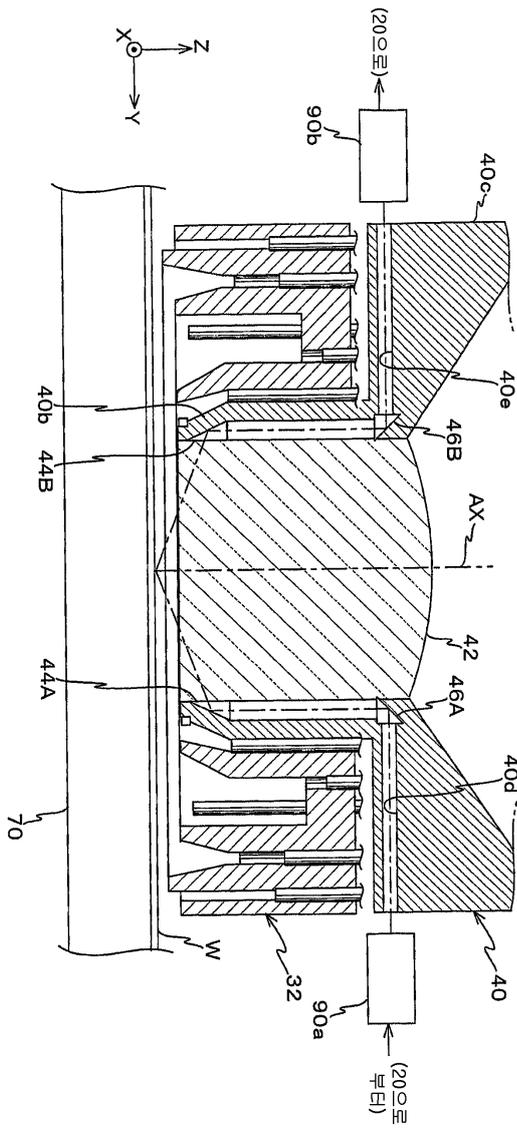
도면3



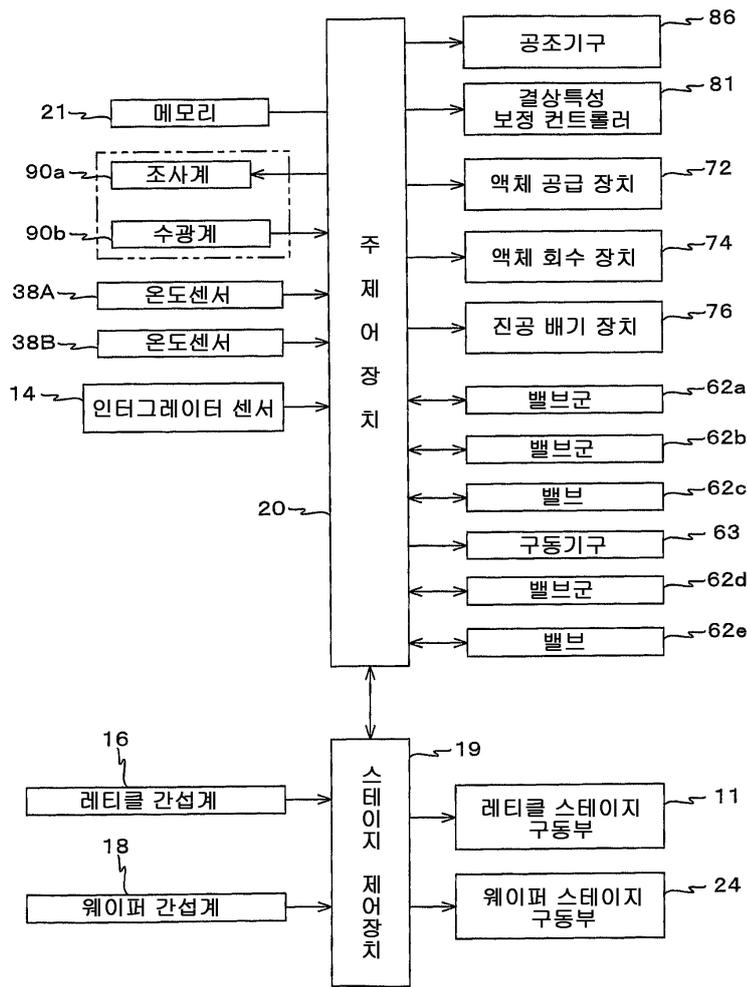
도면4



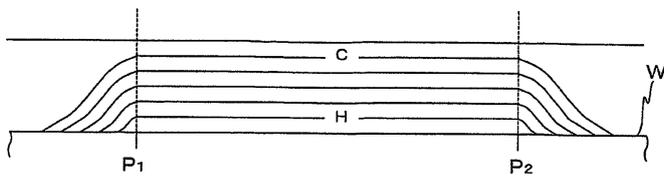
도면5



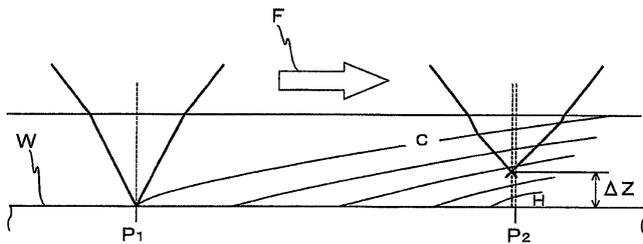
도면6



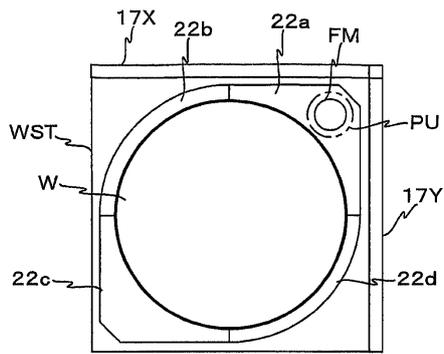
도면7a



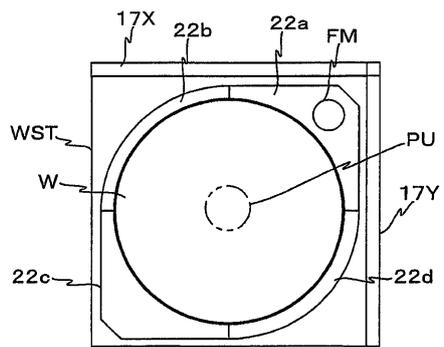
도면7b



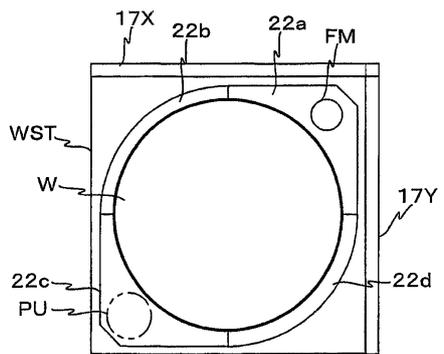
도면8a



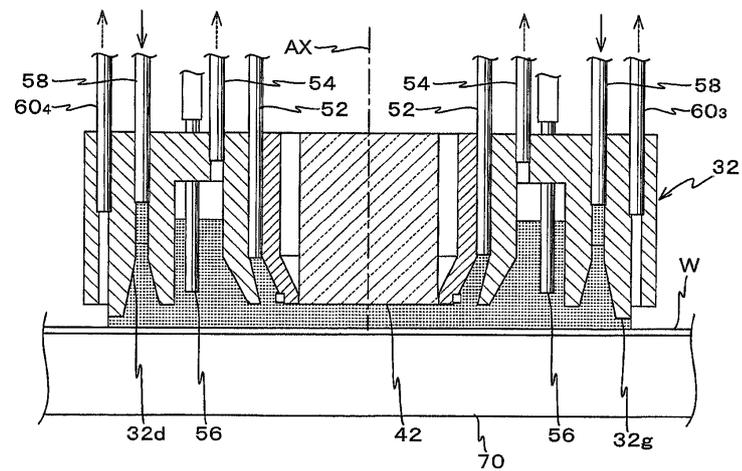
도면8b



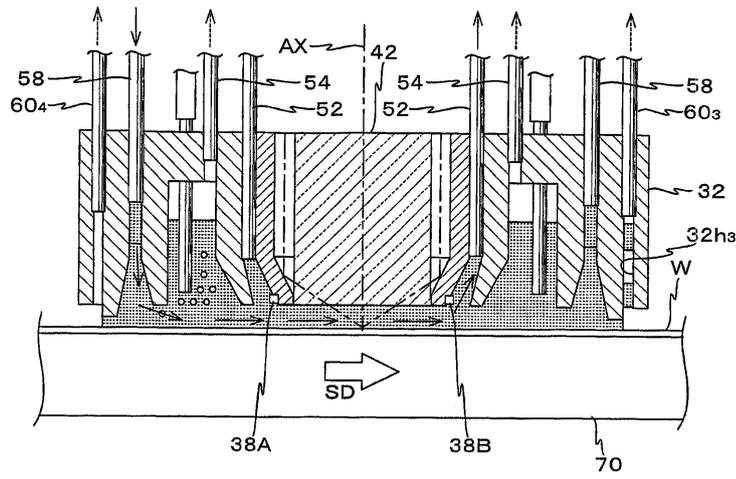
도면8c



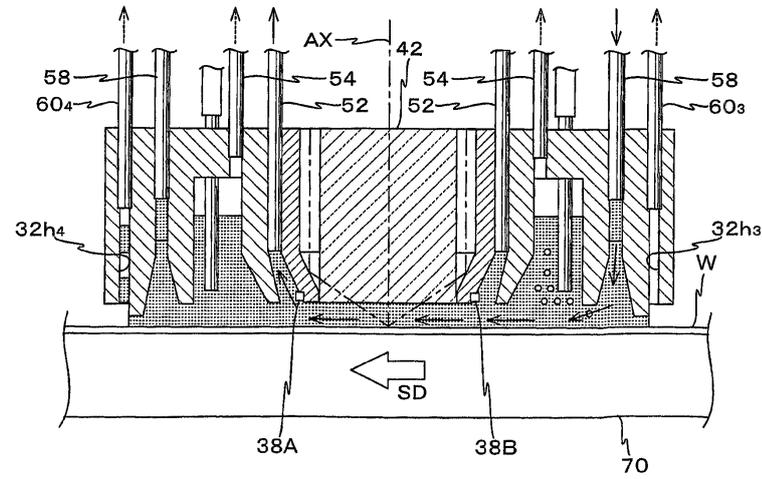
도면9



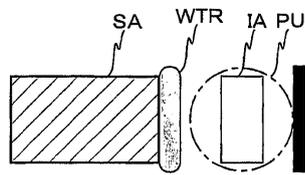
도면10a



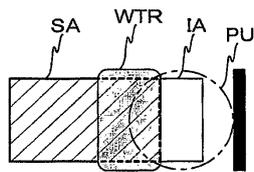
도면10b



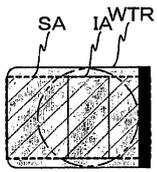
도면11a



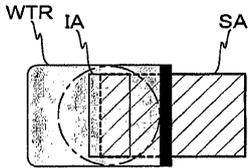
도면11b



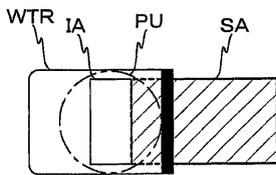
도면11c



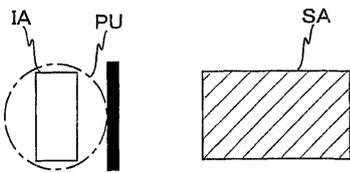
도면11d



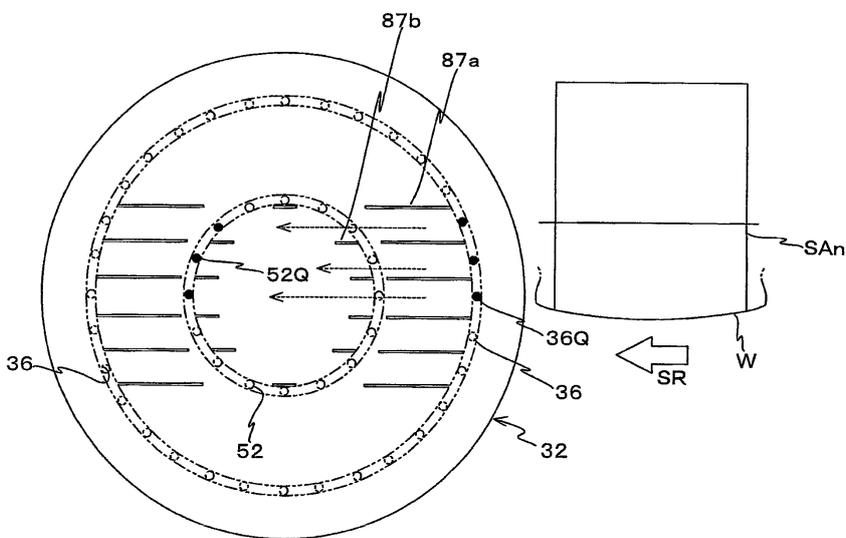
도면11e



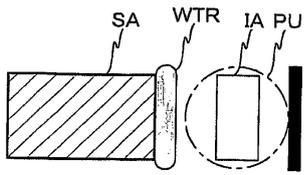
도면11f



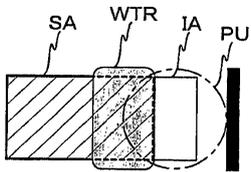
도면12



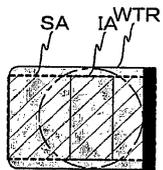
도면13a



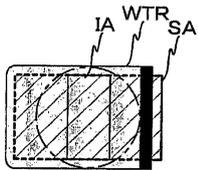
도면13b



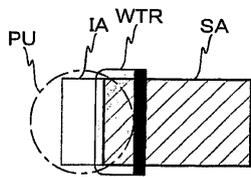
도면13c



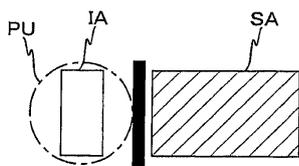
도면13d



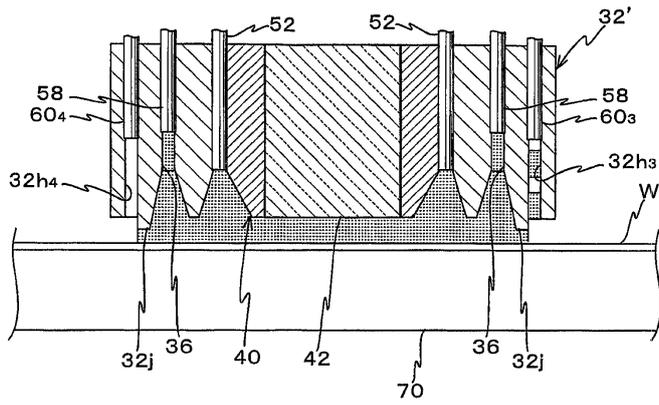
도면13e



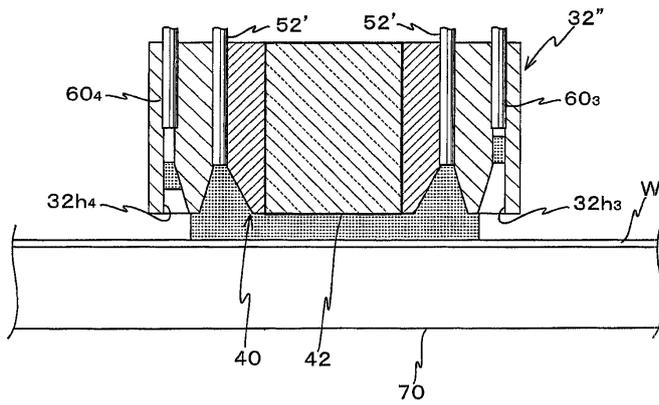
도면13f



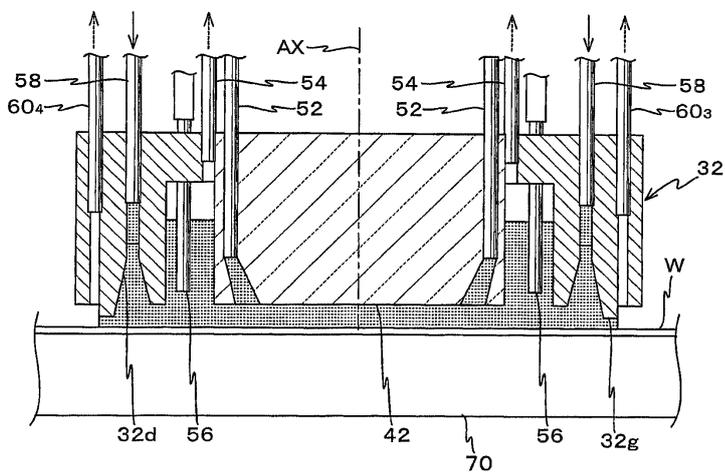
도면14a



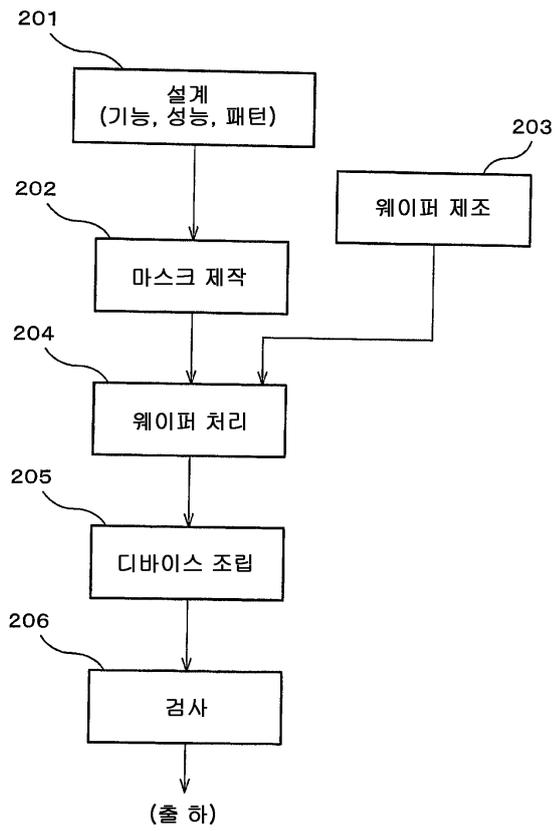
도면14b



도면15



도면16



도면17

