(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월16일
(11) 등록번호 10-1396620
(24) 등록일자 2014년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7002004
(22) 출원일자(국제) 2006년04월21일
심사청구일자 2011년04월21일
(85) 번역문제출일자 2007년01월26일
(65) 공개번호 10-2007-0122442
(43) 공개일자 2007년12월31일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/308385
(87) 국제공개번호 WO 2006/115186
국제공개일자 2006년11월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00127025 2005년04월25일 일본(JP)
JP-P-2005-00238373 2005년08월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004111473 A*
KR100143944 B1*
WO9949504 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고
(72) 발명자
시라이시 겐이치
일본 1008331 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3-2-3 가부시키가이샤니콘 나이
호시카 류이치
일본 1008331 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3-2-3 가부시키가이샤니콘 나이
후지와라 도모하루
일본 1008331 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3-2-3 가부시키가이샤니콘 나이
(74) 대리인
송승필

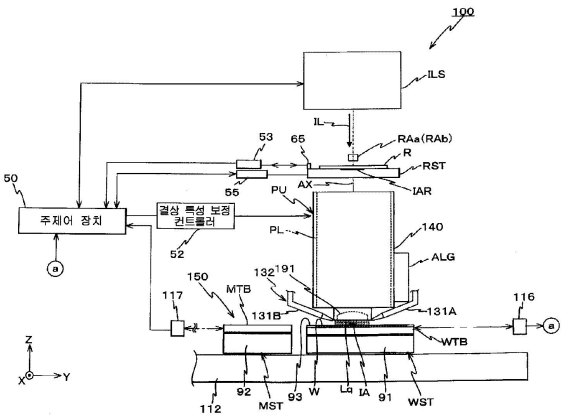
전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 김교홍

(54) 발명의 명칭 **노광 방법, 노광 장치, 및 디바이스 제조 방법**

(57) 요 약

액침 장치(132)는, 투영 광학계(PL)의 광 사출 측에 배치되는 물체(부재) 표면의 발액막 상에 공급되는 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 혼입 기구를 구비하고, 그 정해진 물질을 용해시킨 액체(Lq)를 발액막 상에 공급하여 액침 영역을 형성한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

투영 광학계와 액체를 통해 기판을 노광하는 노광 장치로서,

계측광을 투과 가능한 투명 부재와, 상기 계측광을 투과시키는 광투과부를 포함하는 차광막을 갖는 계측 부재를 구비하고,

상기 계측 부재는 접지되어 있고,

상기 계측 부재를 이용한 계측시에, 상기 투영 광학계와 상기 계측 부재 사이의 액체와 상기 투명 부재를 통하여 상기 투영 광학계로부터 출사된 계측광이 상기 광투과부를 투과하는 것인, 노광 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 투명 부재의 표면에는 발액 재료를 포함하는 피막이 형성되고,

상기 피막을 통하여 상기 투명 부재에 상기 계측광이 조사되는 것인 노광 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 피막은 불소계 수지 재료 또는 아크릴계 수지 재료를 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 차광막은 금속막을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계측 부재를 적재하여 상기 투영 광학계 아래에서 이동하는 스테이지를 더 포함하는 노광 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 스테이지에는 상기 적재된 계측 부재의 주위에 배치되는 플레이트 부재가 설치되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 플레이트 부재 중 상기 액체와 접촉하는 면은, 상기 액체에 대하여 발액성인 것인 노광 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 플레이트 부재 중 상기 액체와 접촉하는 면에, 불소계 수지 재료 또는 아크릴계 수지 재료의 피막이 형성되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 계측 부재의 표면과 상기 플레이트 부재의 표면은 동일면인 것인 노광 장치.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 플레이트 부재는 접지되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 11

제5항에 있어서, 상기 계측 부재를 통하여 투과한 상기 계측광을 수광하는 수광계를 포함하고,

상기 수광계 중 적어도 일부는 상기 스테이지에 배치되는 것인 노광 장치.

청구항 12

제5항에 있어서, 상기 스테이지 위에 배치되며, 위치 계측용의 기준 마크가 형성된 기준 부재를 더 구비하고,

상기 기준 부재는 접지되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 13

제6항에 있어서, 상기 스테이지는 상기 투영 광학계의 광출사측에 공급된 액체를 회수하는 회수 장치를 구비하고,

상기 회수 장치는, 상기 플레이트 부재와 상기 계측 부재 사이에 형성되는 간극으로부터 유입되는 액체를 회수하는 것인 노광 장치.

청구항 14

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 액체는, 상기 액체의 비(比)저항을 조정하는 정해진 물질이 용해되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 정해진 물질을 혼입시킨 후에 있어서의 액체의 투과율 변동에 기초하여 노광 조건을 결정하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 정해진 물질은 이산화탄소를 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 17

제5항에 있어서, 상기 계측 부재를 투과한 계측광을 수광하는 수광 소자가 상기 스테이지에 배치되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 18

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계측 부재를 통하여 상기 투영 광학계의 결상 특성이 계측되는 것인 노광 장치.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 노광 방법과 노광 장치 및 디바이스 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 액체를 통해 물체를 노광하는 노광 방법 및 노광 장치, 리소그래피 공정에서 상기 노광 방법 및 노광 장치를 이용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래부터, 반도체 소자(집적 회로 등), 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 마스크(또는 레티클)의 패턴의 상을 투영 광학계를 통해, 레지스트(감응재)가 도포된 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 감응성의 물체(이하, 「웨이퍼」라고 총칭함) 위의 복수의 쇼트 영역의 각각에 전사하는 스텝·앤드·리피트 방식의 축소 투영 노광 장치(소위 스테퍼)나, 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치(소위 스캐닝·스테퍼(스캐너라고도 불림)) 등이 주로 이용되고 있다.

[0003] 이런 유형의 투영 노광 장치에서는, 집적 회로의 고집적화에 의한 패턴의 미세화에 따라, 보다 높은 해상력(해상도)이 해마다 요구되게 되어, 최근에는 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또한 공기 중에 비하여 초점 심도를 크게(넓게) 하는 방법으로서, 액침(液浸)법을 이용한 노광 장치가 주목을 받게 되어 왔다. 이 액침법을 이용한 노광 장치로서, 투영 광학계의 하면과 웨이퍼 표면과의 사이를 물 또는 유기 용매 등의 액체로 국소적으로 채운 상태로 노광을 하는 것이 알려져 있다(예컨대, 하기 특허문헌 1 참조). 이 특허문헌 1에 기재된 노광 장치에서는, 액체 속에서의 노광 광의 파장이, 공기 중의 1/n배(n은 액체의 굴절율로 통상 1.2~1.6 정도)가 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시키고, 그 해상도와 동일한 해상도가 액침법에 의하지 않고 얻어지는 투영 광학계(이러한 투영 광학계의 제조가 가능하다고 하여)에 비해서 초점 심도를 n배로 확대, 즉 공기 중에 비해서 초점 심도를 실질적으로 n배로 확대할 수 있다.

[0004] 그런데, 전술한 액침 노광 장치에 있어서는, 노광 광이 조사되는 물체(부재) 상에 액침 영역을 형성한 상태에서 노광에 관한 여러 가지 계측이 이루어진다.

[0005] 또한, 액침 노광 장치에서는 액체의 일례로서 순수가 제안되어 있다. 이것은, 순수는 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 웨이퍼 상의 포토레지스트나 광학 렌즈 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있기 때문이다.

[0006] 그러나, 순수는 비저항(比抵抗)이 높기 때문에, 배관, 노즐 등과의 마찰에 의해 정전기가 발생하며, 이 대전된 순수로 물체(부재) 상에 액침 영역을 형성한 경우, 그 물체(부재) 및 그 물체(부재) 표면의 막의 적어도 한 쪽 등이 대전할 가능성이 있다. 그 경우, 그 액침 영역이 형성된 물체(부재) 표면의 막이 손상될 가능성이 있다. 이 막의 손상은, 그 손상 부분과 다른 부분과의 광학 특성의 불균일함의 발생이나, 물자국(워터 마크)의 발생 등의 요인이 되어, 결과적으로 계측 정밀도의 저하를 초래할 우려가 있다. 또한, 그 대전에 의해 물체(부재) 표면에 이물이 흡착되어, 그 이물에 의해서 액체(순수), 웨이퍼 등이 오염되어, 결함 등의 노광 불량이 생길 가능성도 있다.

[0007] 또한, 대전된 순수로 노광 대상의 물체(예컨대, 웨이퍼) 상에 액침 영역을 형성한 경우에는, 물체(웨이퍼) 상의 막(레지스트막 및/또는 탑코팅층)이 대전할 가능성이 있다. 그 경우, 물체(웨이퍼) 상의 막(레지스트막 및/또는 탑코팅층)에 손상, 개질(改質) 등이 발생하여, 결함의 발생 원인으로 될 가능성이 있다.

[0008] 또한, 노광 대상의 물체(웨이퍼)가 대전한 경우, 물체(웨이퍼)의 표면에 이물이 흡착되어, 액체(순수), 노광 대상의 물체(웨이퍼) 등이 오염되어, 결함 등의 노광 불량이 생길 가능성도 있다.

[0009] <특허문헌 1>

[0010] 국제 공개 제99/49504호 팜플렛

발명의 상세한 설명

[0011] <과제를 해결하기 위한 수단>

[0012] 본 발명은, 전술한 사정 하에서 이루어진 것으로, 제1의 관점에서 보면, 액체를 통해 물체를 노광하는 노광 방법으로서, 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 용해시키고, 그 정해진 물질을 용해시킨 액체를 상기 물체 상에 형성된 막 상에 공급하여 액침 영역을 형성하는 공정과; 상기 액체를 통해 노광 광을 상기 물체 상에 조사하여 노광하여, 정해진 패턴을 형성하는 공정을 포함하는 노광 방법이다.

[0013] 이에 따르면, 소정 물질의 용해에 의해 액체의 비저항을 저하시키고, 그 비저항이 저하된 액체에 의해 물체 상에 형성된 막 상에 액침 영역을 형성할 수 있다. 이 때문에, 액체의 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제되어, 액침 영역이 형성되는 물체 상의 막의 절연 파괴 발생이 효과적으로 억제된다. 따라서, 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제된 그 액체를 통해 노광 광을 물체 상에 조사하여 노광하여 정해진 패턴을 형성함으로써, 장기간에 걸쳐 정밀도 좋게 물체 상에 패턴을 형성할 수 있다.

[0014] 본 발명은, 제2의 관점에서 보면, 광학 부재 및 액체를 통해 물체에 노광 빔을 조사하여 상기 물체를 노광함으로써, 그 물체 상에 정해진 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 상기 광학 부재의 광 사출 측에 배치되는 부재 표면의 발액(撥液)막과, 이 발액막 상의 액체를 통해, 노광 빔과 동일 파장의 광을 수광하는 센서와; 상기 발액막 상에 공급되는 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 혼입 기구를 구비하고, 그 정해진 물질을 용해시킨 상기 액체를 상기 발액막 상에 공급하여 액침 영역을 형성하는 액침 장치를 포함하는 제1의 노광 장치이다.

[0015] 이에 따르면, 액침 장치는, 광학 부재의 광 사출 측에 배치되는 부재 표면의 발액막 상에 공급되는 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 혼입 기구를 구비하고, 그 정해진 물질을 용해시킨 액체를 발액막 상에 공급하여 액침 영역을 형성한다. 이 때문에, 액체의 비저항을 저하시킬 수 있어, 액체의 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제되어, 액침 영역이 형성되는 발액막의 절연 파괴 발생이 효과적으로 억제된다. 따라서, 센서에 의해 장기간에 걸쳐 고정밀도의 계측을 실행할 수 있으며, 그 계측 결과를 반영시켜 액체를 통해 노광 빔을 물체 상에 조사하여 노광을 행함으로써, 고정밀도의 노광을 장기간에 걸쳐 행하는 것이 가능하게 된다.

[0016] 본 발명은, 제3의 관점에서 보면, 액체를 통해 물체에 노광 빔을 조사하여 상기 물체를 노광함으로써, 그 물체 상에 정해진 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 상기 물체가 적재되는 물체 스테이지와; 상기 물체 스테이지 상에 적재된 상기 물체 상에 형성된 정해진 막 상에 공급되는 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 혼입 기구를 구비하고, 그 정해진 물질을 용해시킨 상기 액체를 상기 막 상에 공급하여 액침 영역을 형성하는 액침 장치를 포함하는 제2의 노광 장치이다.

[0017] 이에 따르면, 액침 장치는, 물체 스테이지 상에 적재된 물체 상에 형성된 정해진 막 상에 공급되는 액체에 그 액체의 비저항을 조정하는 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 혼입 기구를 구비하고, 그 정해진 물질을 용해시킨 액체를 상기 막 상에 공급하여 액침 영역을 형성한다. 이 때문에, 비저항이 저하된 액체로 물체 상에 형성된 막 상에 액침 영역이 형성된다. 이 결과, 액체의 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제되어, 액침 영역이 형성되는 물체 상의 막 부재의 절연 파괴의 발생이 효과적으로 억제된다. 따라서, 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제된 그 액체를 통해 노광 빔을 물체 상에 조사하여 노광하여, 정해진 패턴을 형성함으로써, 정밀도 좋게 물체 상에 패턴을 형성할 수 있다.

[0018] 또한, 리소그래피 공정에 있어서, 본 발명의 노광 방법을 이용함으로써, 물체 상에 패턴을 정밀도 좋게 형성할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 제4의 관점에서 보면, 본 발명의 노광 방법을 이용하여 물체를 노광함으로써, 상기 물체 상에 디바이스 패턴을 형성하는 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법이라고도 말할 수가 있다. 또한, 리소그래피 공정에 있어서, 본 발명의 제1, 제2의 노광 장치 중 어느 것을 이용함으로써, 물체 상에 패턴을 정밀도 좋게 형성할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 제5의 관점에서 보면, 본 발명의 제1, 제2의 노광 장치 중 어느 것을 이용하여 물체 상에 디바이스 패턴을 형성하는 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법이라고도 말할 수가 있다.

[0019] 본 발명은, 제6의 관점에서 보면, 기판 처리 장치에 접속된 노광 장치 내에서, 액체를 통해 물체를 노광하여, 물체 상에 디바이스 패턴을 형성하는 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법으로서, 상기 노광 장치 내에 반입되기 전의 물체를 도전성의 액체로 소크(soak)하여, 상기 물체에 대전한 전하를 제거하는 것을 특징으

로 하는 디바이스 제조 방법이다.

[0020] 이에 따르면, 노광 장치에 반입되기 전에, 물체의 제전(除電)이 이루어지기 때문에, 물체에 이물이 부착하는 것이 억제되어, 물체의 노광 불량 등을 방지할 수 있다.

실 시 예

[0027] 이하, 본 발명의 일 실시형태를 도 1~도 6에 기초하여 설명한다.

[0028] 도 1에는 일 실시형태에 따른 노광 장치(100)의 구성이 개략적으로 나타내어져 있다. 이 노광 장치(100)는 스텝·앤드·스캔 방식의 주사형 노광 장치, 즉 소위 스캐너이다.

[0029] 노광 장치(100)는, 조명계(ILS), 이 조명계(ILS)로부터의 에너지 빔으로서의 노광용 조명 광(IL)에 의해 조명되는 마스크로서의 레티클(R)을 유지하여 정해진 주사 방향(여기서는, 도 1에 있어서의 지면 내 좌우 방향인 Y축 방향으로 함)으로 이동하는 레티클 스테이지(RST), 레티클(R)로부터 사출된 노광용 조명 광(IL)을 웨이퍼(W) 상에 투사하는 투영 광학계(PL)를 포함하는 투영 유닛(PU), 웨이퍼(W)가 적재되는 물체 스테이지로서의 웨이퍼 스테이지(WST) 및 노광을 위한 계측에 이용되는 계측 스테이지(MST)를 포함하는 스테이지 장치(150) 및 이들의 제어계 등을 갖추고 있다.

[0030] 조명계(ILS)에 탑재된 광원으로서는, 일례로서 파장 200 nm~170 nm의 진공 자외역의 광을 발하는 펄스 광원인 ArF 엑시머 레이저 광원(출력 파장 193 nm)이 이용되고 있다.

[0031] 또한, 조명계(ILS)는, 정해진 위치 관계로 배치된, 빔 정형 광학계, 에너지 세기 조절기, 옵티컬 인테그레이터(유니포마이저, 또는 호모지나이저), 조명계 개구 조절판, 광 분할기, 릴레이 렌즈, 레티클 블라인드, 광로 절곡용의 미러 및 콘덴서 렌즈(모두 도시되지 않음) 등을 포함하고 있다. 한편, 조명계(ILS)의 구성이나 각 광학부재의 기능 등에 관해서는, 예컨대 국제 공개 제2002/103766호 팜플렛 등에 개시되어 있다.

[0032] 상기 레티클 스테이지(RST) 상에는, 회로 패턴 등이 그 패턴면(도 1에 있어서의 하면)에 형성된 레티클(R)이, 예컨대 진공 흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지(RST)는, 예컨대 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동계(55)에 의해서 XY 평면 내에서 미소 구동할 수 있고, 정해진 주사 방향(여기서는 도 1에 있어서의 지면 내 좌우 방향인 Y축 방향)으로 지정된 주사 속도로 구동할 수 있게 되어 있다.

[0033] 레티클 스테이지(RST)의 스테이지 이동면 내의 위치(Z축 둘레의 회전을 포함함)는, 레티클 레이저 간섭계(이하, 「레티클 간섭계」라고 함)(53)에 의해서, 이동 거울(65)(실제로는, Y축 방향으로 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동 거울과 X축 방향으로 직교하는 반사면을 갖는 X 이동 거울이 설치되어 있음)을 통해, 예컨대 0.5~1 nm 정도의 분해능으로 항상 검출된다. 이 레티클 간섭계(53)의 계측치는, 주제어 장치(50)에 보내지고, 주제어 장치(50)에서는, 이 레티클 간섭계(53)의 계측치에 기초하여 레티클 스테이지 구동계(55)를 통해 레티클 스테이지(RST)의 X축 방향, Y축 방향 및 θz 방향(Z축 둘레의 회전 방향)의 위치(및 속도)를 제어한다.

[0034] 레티클(R)의 위쪽에는, 투영 광학계(PL)를 통해 레티클(R) 상의 1쌍의 레티클 얼라인먼트 마크와 이들에 대응하는 계측 스테이지(MST) 상에 설치된 기준 마크판(FM)(도 2 등 참조) 위의 1쌍의 기준 마크(이하, 「제1 기준 마크」라고 함)를 동시에 관찰하기 위한 노광 파장의 광을 이용한 TTR(Through The Reticle) 얼라인먼트계로 이루어지는 1쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계(RAa, RAb)가 X축 방향으로 소정 거리 떨어져 설치되고 있다. 이들 레티클 얼라인먼트 검출계(RAa, RAb)로서는, 예컨대 일본 특허 공개 평7-176468호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,646,413호 명세서 등에 개시되는 것과 같은 구성의 것이 이용되고 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0035] 상기 투영 유닛(PU)은, 도 1에 있어서 레티클 스테이지(RST)의 아래쪽에 배치되어 있다. 투영 유닛(PU)은, 경통(140)과, 이 경통(140) 내에 정해진 위치 관계로 유지된 복수의 광학 소자로 이루어지는 투영 광학계(PL)를 포함한다. 투영 광학계(PL)로서는, 예컨대 Z축 방향의 공통의 광축(AX)을 갖는 복수의 렌즈(렌즈 엘리멘트)로 이루어지는 굴절 광학계가 이용되고 있다. 이 투영 광학계(PL)는, 예컨대 양측 텔레센트릭으로 정해진 투영 배율(예컨대 1/4배, 1/5배 또는 1/8배)을 갖는다. 이 때문에, 조명 광학계(12)로부터의 조명 광(IL)에 의해서 레티클(R) 상의 조명 영역(IAR)이 조명되면, 이 레티클(R)을 통과한 조명 광(IL)에 의해, 투영 광학계(PL)(투영 유닛(PU))를 통해 그 조명 영역(IAR) 내의 레티클(R)의 회로 패턴의 축소상(회로 패턴의 일부의 축소상)이 표면에 레지스트(감응재)가 도포된 웨이퍼(W) 상의 상기 조명 영역(IAR)에 공역인 영역(이하, 「노광 영역」이라고도 함)(IA)에 형성된다. 한편, 본 실시형태에 있어서, 투영 광학계(PL)를 구성하는 가장 상면(像面) 측(웨이퍼

측)의 종단 광학 소자(191)는 굴절력을 갖는 렌즈이지만, 굴절력이 없는 평행 평면판이라도 좋다.

[0036] 또한, 투영 광학계(PL)를 구성하는 복수의 렌즈 중, 특정한 복수의 렌즈는, 주제어 장치(50)로부터의 지령에 기초하여, 결상 특성 보정 컨트롤러(52)에 의해서 제어되어, 투영 광학계(PL)의 광학 특성(결상 특성을 포함함), 예컨대 배율, 디스토션, 코마 수차 및 상면 만곡(상면 경사를 포함함) 등을 조정할 수 있다.

[0037] 한편, 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 후술하는 바와 같이 액침법을 적용한 노광이 이루어지기 때문에, 개구수(NA)가 실질적으로 증대함에 따라서 레티클 측의 개구가 커진다. 이 때문에, 렌즈만으로 구성되는 굴절 광학계에서는, 페츠발(Petzval)의 조건을 만족하는 것이 곤란하게 되어, 투영 광학계가 대형화되는 경향에 있다. 이러한 투영 광학계의 대형화를 피하기 위해서, 미러와 렌즈를 포함하는 반사 굴절계(카타디옵트릭(catadioptric)계)를 이용하더라도 좋다.

[0038] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 투영 광학계(PL)를 구성하는 가장 상면 측(웨이퍼(W) 측)의 종단 광학 소자인 렌즈(이하, 「선단 렌즈」라고도 함)(191)의 근방에는, 액침 장치(132)의 일부를 구성하는 액체 공급 노즐(131A)과, 액체 회수 노즐(131B)이 설치되어 있다.

[0039] 상기 액체 공급 노즐(131A)에는, 그 일단이 액체 공급 장치(138)(도 1에서는 도시되지 않음, 도 6 참조)의 일부에 접속된 공급관(78)(도 1, 도 6에서는 도시되지 않음, 도 3 참조)의 타단이 접속되어 있고, 상기 액체 회수 노즐(131B)에는, 그 일단이 액체 회수 장치(139)(도 1에서는 도시되지 않음, 도 6 참조)에 접속된 도시되지 않는 회수관의 타단이 접속되어 있다.

[0040] 본 실시형태에서는, 액침용의 액체(Lq)(도 1 참조)는, ArF 엑시머 레이저광(파장 193 nm의 광)이 투과하는 순수를 사용하여 만드는 것으로 한다. 순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 웨이퍼(W) 상의 레지스트 및 광학 렌즈 등에 대한 악영향이 적다는 이점이 있다.

[0041] 도 3에는, 액체 공급 장치(138) 구성의 일례가 나타내어져 있다. 이 도 3에 도시된 바와 같이, 액체 공급 장치(138)는, 일단이 반도체 제조 공장의 순수의 공장 배관에 접속되고, 타단이 액체의 탱크를 겸하는 CO_2 용해조(82)의 일단에 접속된 순수 공급관(84), 이 순수 공급관(84)의 도중에 설치된 유량 제어용 전자 밸브(86A), 상기 CO_2 용해조(82)의 일단과 도시되지 않는 CO_2 탱크를 접속하는 CO_2 공급관(88), 이 CO_2 공급관(88)의 도중에 설치된 유량 제어용 전자 밸브(86B), 상기 CO_2 용해조(82)의 타단(순수 공급관(84)과는 반대측)에 그 일단이 접속된 공급 배관(90), 이 공급 배관(90)의 타단에 그 일단이 접속되어, 액체의 온도 조정을 하는 액체 온도 조정 기구(72), 상기 공급 배관(90)의 도중에 설치된 가압 펌프(74) 및 비저항계(76), 상기 액체 온도 조정 기구(72)의 타단측에 그 일단이 접속되고, 타단에 액체 공급 노즐(131A)이 설치된 공급관(78), 및 액체 온도 조정 기구(72), 유량 제어용 전자 밸브(86A, 86B), 가압 펌프(74), 비저항계(76) 등이 접속된 컨트롤러(80) 등을 갖추고 있다.

[0042] 컨트롤러(80)는, 가압 펌프(74)를 주제어 장치(50)로부터의 지시에 기초하여 작동시키고, 그 작동 중에, 비저항계(76)에서 계측되는 CO_2 용해조(82)로부터의 액체(이산화탄소가 용해된 순수)의 비저항치를 모니터하면서, 그 계측되는 비저항치가 소정 범위 내의 값이 되도록 유량 제어용 전자 밸브(86A, 86B)를 제어한다. 이에 따라, CO_2 용해조(82)의 내부에서, 공장 배관을 통해 공급된 순수 중에 CO_2 탱크로부터 공급된 이산화탄소(CO_2)가 혼입되고 용해되어, 원하는 비저항치의 액체(순수, 엄밀히 말하면 탄산수)(Lq)가 생성된다. 즉, 본 실시형태에서는, 순수에 비저항을 저하시키는 이산화탄소를 혼입하여 용해시켜, 액체 공급 노즐(131A)을 통해 계측 테이블(MTB) 상 또는 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 액체(Lq)로서 공급한다. 한편, 순수 중에 이산화탄소(탄산 가스)를 혼입(용해)하는 것은, 순수 중에 탄산 가스를 직접 주입하는 방식, 또는 중공사막(中空絲幕)을 통해 순수 중에 이산화탄소를 혼입시키는 방식 등, 각종 방식을 채용할 수 있다. 한편, 이산화탄소를 포함하는 공기를 순수 중에 용해시키더라도 좋다.

[0043] 그리고, 컨트롤러(80)의 지시 하에, 액체 온도 조정 기구(72)에 의해 그 액체(Lq)의 온도가, 노광 장치 본체가 수납되어 있는 챔버(도시되지 않음) 안의 온도와 같은 정도의 온도로 조정된다. 여기서, 컨트롤러(80)는, 순수와 이산화탄소와의 유량의 비를 유지한 상태에서, 유량 제어용 전자 밸브(86A, 86B)의 개방도를 조정함으로써, 액체 공급 노즐(131A)을 통해 공급되는 액체(Lq)의 유량을 조정한다. 단, 액체 온도 조정 기구(72)의 내부 또는 그 근방에 유량 제어 밸브를 설치하여, 액체의 온도와 유량을 조정하도록 하더라도 물론 좋다.

[0044] 상기 액체 회수 장치(139)는, 액체의 탱크와 흡인 펌프, 및 회수관을 통한 액체의 회수·정지를 제어하기 위한 밸브 등을 포함한다. 밸브로서는, 전술한 액체 공급 장치(138) 측의 밸브에 대응하여 유량 제어 밸브를 이용하

는 것이 바람직하다.

[0045] ArF 엑시머 레이저광에 대한 순수의 굴절율 n은 거의 1.44이다. 이 순수 중에서는, 조명 광(IL)의 파장은 193 nm×1/n=약 134 nm로 단파장(短波長)화된다. 본 실시형태의 경우, 액체(Lq)로서 전술한 이산화탄소가 용해된 수용액이 이용되기 때문에, 엄밀하게 말하면, 그 혼입된 이산화탄소의 비율에 따라 순수와 굴절율이 다르지만, 이산화탄소의 혼입 비율은 작기 때문에 ArF 엑시머 레이저광에 대한 액체(Lq)의 굴절율은 전술한 값과 그다지 다르지 않은 것으로 한다.

[0046] 상기 액체 공급 노즐(131A)과 상기 액체 회수 노즐(131B)을 포함하는 액침 장치(132)는 주제어 장치(50)에 의해서 제어된다(도 6 참조). 주제어 장치(50)는, 액체 공급 노즐(131A)을 통해 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 액체(Lq)를 공급하고, 액체 회수 노즐(131B)을 통해 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에서 액체(Lq)를 회수한다. 이 때, 주제어 장치(50)는, 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급되는 액체(Lq)의 양과, 액체 회수 노즐(131B)을 통해 회수되는 액체(Lq)의 양이 항상 같게 되도록 제어하고 있다. 따라서, 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에, 일정량의 액체(Lq)(도 1 참조)가 유지된다. 이 경우, 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 유지된 액체(Lq)는 항상 교체되고 있다.

[0047] 한편, 투영 유닛(PU) 아래쪽에 계측 스테이지(MST)가 위치하는 경우에도, 상기와 같은 식으로 계측 테이블(MTB)과 선단 렌즈(191)와의 사이에 액체(Lq)를 채우는 것이 가능하다.

[0048] 한편, 전술한 설명에서는, 그 설명을 간단하게 하기 위해서 액체 공급 노즐과 액체 회수 노즐이 각각 하나씩 설치되어 있는 것으로 했지만, 이에 한하지 않고, 예컨대, 국제 공개 제99/49504호 팜플렛에 개시되는 것과 같이, 노즐을 다수 갖는 구성을 채용하는 것으로 하여도 좋다. 또한, 액침 장치(132)에, 유럽 특허 출원 공개 제1,598,855호 공보 또는 국제 공개 제2004/090634호 팜플렛 등에 개시되어 있는 구성을 채용할 수도 있다. 요는, 투영 광학계(PL)를 구성하는 최하단의 광학 부재(선단 렌즈)(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 액체를 공급할 수 있는 것이면, 액침 장치(132)의 구성은 어떠한 것이라도 좋다.

[0049] 상기 투영 유닛(PU)의 +Y측에는, 도 1에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W) 상의 얼라인먼트 마크 등의 검출 대상 마크를 광학적으로 검출하는 오프-액시스·얼라인먼트계(이하, 「얼라인먼트계」라고 약칭함)(ALG)가 설치되어 있다. 한편, 얼라인먼트계(ALG)로서는, 각종 방식의 센서를 이용할 수 있지만, 본 실시형태에 있어서는, 화상 처리 방식의 센서가 이용되고 있다. 한편, 화상 처리 방식의 센서는, 예컨대 일본 특허 공개 평4-65603호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,493,403호 명세서 등에 개시되어 있다. 얼라인먼트계(ALG)로부터의 촬상 신호는 주제어 장치(50)에 공급된다(도 6 참조). 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0050] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 스테이지 장치(150)는, 베이스반(盤)(112)과, 이 베이스반(112)의 상면의 위쪽에 배치된 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)와, 이들 스테이지(WST, MST)의 위치를 계측하는 간섭계 시스템(118)(도 6 참조)과, 리니어 모터 등을 사용하여 스테이지(WST, MST)를 구동하는 스테이지 구동계(124)(도 6 참조)를 포함하고 있다.

[0051] 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)의 저면에는, 도시되지 않는 비접촉 베어링, 예컨대 공기 정압 베어링(즉, 에어 베어링(에어 패드라고도 불림))이 여러 곳에 설치되어 있고, 이들 공기 정압 베어링으로부터 베이스반(112)의 상면으로 향해서 분출된 가압 공기의 정압에 의해, 베이스반(112)의 상면의 위쪽에 웨이퍼 스테이지(WST), 계측 스테이지(MST)가 수 μm 정도의 클리어런스를 통해 부상 지지되어 있다. 또한, 스테이지(WST, MST)의 각각은 스테이지 구동계(124)에 의해서, XY 면내에서 상호 독립적으로 구동(θz 회전을 포함함)된다. 웨이퍼 스테이지(WST), 및 계측 스테이지(MST)의 스테이지 이동면(XY 평면) 내의 위치, 및 각 좌표 축 둘레의 회전 위치는 간섭계 시스템(118)에 의해 검출된다. 한편, 도 1에 있어서는, 설명을 간단하게 하기 위해서, 웨이퍼 스테이지(WST)의 Y축 방향의 위치를 계측하기 위한 Y축 간섭계(116), 계측 스테이지(MST)의 Y축 방향의 위치를 계측하기 위한 Y축 간섭계(117)만이 도시되어 있다. 간섭계 시스템(118)(116, 117)의 계측치는 주제어 장치(50)에 보내지고, 주제어 장치(50)는 간섭계 시스템(118)의 계측치에 기초하여 스테이지 구동계(124)를 통해 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)의 위치(및 속도)를 제어한다.

[0052] 이것을 더욱 상세히 설명하면, 웨이퍼 스테이지(WST)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 에어 베어링이 그 저면에 설치된 웨이퍼 스테이지 본체(91)와, 이 웨이퍼 스테이지 본체(91) 상에 도시되지 않는 Z·레벨링 기구(예컨대 보이스 코일 모터 등의 액츄에이터를 포함하고 있음)를 통해 탑재되어, 웨이퍼 스테이지 본체(91)에 대하여 Z축 방향, X축 둘레의 회전 방향(θx 방향) 및 Y축 둘레의 회전 방향(θy 방향)으로 미소 구동되는 웨이퍼 테이

블(WTB)을 포함하고 있다.

[0053] 웨이퍼 테이블(WTB) 상에는, 웨이퍼(W)를 진공 흡착 등에 의해서 유지하는 웨이퍼 홀더(도시되지 않음)가 설치되어 있다. 이 웨이퍼 홀더는, 판형의 본체부와, 이 본체부의 상면에 고정되고 그 중앙에 웨이퍼(W)의 직경보다 0.1~2 ㎜ 정도 직경이 큰 원형 개구가 형성된 플레이트(93)(도 1, 도 2 참조)를 구비하고 있다. 플레이트(93)의 원형 개구 내부의 본체부의 영역에는 다수의 핀이 배치되어 있고, 그 다수의 핀에 의해서 웨이퍼(W)가 지지된 상태로 진공 흡착되어 있다. 이 경우, 웨이퍼(W)가 진공 흡착된 상태에서는, 그 웨이퍼(W) 표면과 플레이트(93)의 표면이 거의 동일한 높이가 된다. 플레이트(93) 전면의 표면에 불소계 수지 재료나 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료(발수 재료)가 코팅되어, 발액막이 형성되고 있다. 또한, 웨이퍼(W)의 표면에는, 레지스트(감응재)가 도포되어, 그 도포된 레지스트에 의해 레지스트막이 형성되어 있다. 이 경우, 레지스트막은 액침용의 액체(Lq)에 대하여 발액성인 것을 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 웨이퍼(W)의 표면에 그 레지스트막을 덮도록 탑코팅막(층)을 형성하더라도 좋다. 이 탑코팅막으로서 액침용의 액체(Lq)에 대하여 발액성인 것을 이용하는 것이 바람직하다. 한편, 탑코팅막은, 액체(Lq)로부터 레지스트막을 보호하는 보호 기능, 레지스트막을 구성하는 물질의 액체(Lq)에의 용출을 방지하는 용출 방지 기능, 및 조명 광(IL)의 반사를 방지하는 반사 방지 기능의 적어도 하나를 갖고 있다.

[0054] 상기 계측 스테이지(MST)는 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 에어 베어링이 그 저면에 설치된 계측 스테이지 본체(92)와, 이 계측 스테이지 본체(92) 상에 도시되지 않는 Z·레벨링 기구를 통해 탑재된 계측 테이블(MTB)을 구비하고 있다.

[0055] 계측 테이블(MTB)은, 상면이 개구된 중공 직방체형의 케이스체(120)(도 5 참조)와, 이 케이스체(120)의 상면을 폐색(閉塞)하는 예컨대 폴리4불화에틸렌(테플론(등록 상표)) 등의 발액성을 갖는 재료에 의해서 형성되는 소정 두께의 플레이트 부재(101)를 포함하며, 높이 방향의 치수가 폭 방향 및 깊이 방향의 치수에 비해서 현저히 작은 직방체형의 외견을 갖고 있다.

[0056] 상기 플레이트 부재(101)는, 계측 테이블(MTB)의 평면도인 도 4에 도시된 바와 같이, Y축 방향을 길이 방향으로 하는 장방형의 개구(101a), 이 개구(101a)와 거의 동일한 X축 방향 치수를 지니고 그 X축 방향을 길이 방향으로 하는 장방형의 개구(101b)와, 3개의 원형 개구(101d, 101e, 101f)가 형성되어 있다.

[0057] 상기 플레이트 부재(101)의 개구(101b)의 내측 및 개구(101b) 아래쪽의 케이스체(120)의 내부에는, 도 5에 도시된 바와 같이 조도 모니터(조사량 모니터)(122)가 배치되어 있다. 이 조도 모니터(122)는 도 5에 도시된 바와 같이, 합성 석영 또는 형석 등을 소재로 하는 유리로 이루어지는 유리 부재(126), 및 이 유리 부재(126)의 하면에 거의 간극 없이 고정된 광 센서(128) 등을 갖추고 있다. 광 센서(128)는 도 5에 나타내어지는 전술한 노광 영역(IA)(도 4 참조)에 조사된 조명 광(IL)의 거의 전부를 수광할 수 있을 정도의 소정 면적의 수광면을 구비하고, 조명 광(IL)과 동일한 파장 영역(예컨대 파장 300 ㎚~100 ㎚ 정도)에서 감도가 있으며, 또한 조명 광(IL)을 검출하기 위해서 높은 응답 주파수를 갖는 복수의 실리콘·포토·다이오드(또는 포토·멀티플라이어·튜브) 등의 수광 소자군을 포함하고 있다.

[0058] 유리 부재(126)는 도 5에 도시된 바와 같이, 플레이트 부재(101)의 개구(101b) 부분의 내측면 및 하측면에 대하여 정해진 갭을 통해 대향하는 형상을 갖고 있다. 이 경우, 개구(101b)와 유리 부재(126)의 상부 측면과의 사이의 갭(B)의 폭 치수는 예컨대 0.3 ㎜ 정도로 설정되고 있다.

[0059] 유리 부재(126)는, 케이스체(120)의 저벽의 상면에 설치된 지지 부재(130)에 위쪽에서부터 결합하고 있다. 즉, 지지 부재(130)는, 광 센서(128)를 둘러싸는 평면에서 보아(위쪽에서부터 보아) 소정 폭의 프레임형의 형상을 갖고 있고, 유리 부재(126)의 하면의 외연부에는 지지 부재(130)의 상단부에 결합하는 단부가 형성되어 있다. 유리 부재(126)에는, 그 상면에 조명 광(IL)을 감광하는 크롬 등의 금속 박막으로 이루어지는 감광막(129)이 전면에 걸쳐 형성되고, 또한 그 감광막의 상부에 불소계 수지 재료, 또는 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료(발수 재료)가 코팅되며, 이로써 발액막(WRF)이 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 이 발액막(WRF)의 상면과 플레이트 부재(101)의 상면은 거의 동일면(면일)으로 설정되고 있다.

[0060] 한편, 유리 부재(126) 하면에는 중앙부의 장방형 영역을 제외한 영역에 크롬 등의 금속막으로 이루어지는 차광막(127)이 형성되어 있다. 이 차광막(127)에 의해, 도 5에 도시된 바와 같이 갭(B) 부분을 통해 유리 부재(126)에 입사한 미광(迷光)(도 5 중의 굵은 선의 실선 화살표 참조)이 컷트(차광)된다.

[0061] 본 실시형태의 조도 모니터(122)는, 예컨대 일본 특허 공개 평6-291016호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,721,608호 명세서 등에 개시되는 조도 모니터(조사량 모니터)와 같은 구성을 갖고 있으며, 투영 광학계(P

L)의 상면 상에서 액체(Lq)를 통해 조명 광(IL)의 조도를 계측한다. 조도 모니터(122)의 일부를 구성하는 광 센서(128)의 검출 신호(광전 변환 신호)가 도시되지 않는 홀드 회로(예컨대 피크 홀드 회로 등) 및 아날로그/디지털(A/D) 변환기를 통해 주제어 장치(50)에 공급되고 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0062] 한편, 유리 부재(126)의 측면의 적어도 플레이트 부재(101)에 대향하는 영역, 및 플레이트 부재(101)의 유리 부재(126)에 대향하는 개구(101b)의 내벽면은, 발액 처리되어 발액성으로 되고 있다. 발액 처리로서는, 전술한 불소계 수지 재료 또는 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료를 도포하는 것 등으로 행할 수 있다.

[0063] 또한, 케이스체(120) 저벽에는, 전술한 지지 부재(130)의 근방에, 배출 구멍(120a)이 형성되어 있고, 이 배출 구멍(120a)은 도시되지 않는 배관을 통해 도시되지 않는 회수부에 접속되어 있다. 이 회수부는, 진공계 및 액체(Lq)를 수용할 수 있는 탱크를 포함하는 기액 분리기 등을 갖추고 있다. 전술한 발액 처리에도 불구하고, 갭(B)을 통해 케이스체(120)의 내부에 유입한 액체(Lq)는 그 회수부에서 회수된다.

[0064] 상기 플레이트 부재(101)의 개구(101a)의 내부에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 평면에서 보아 장방형의 기준 마크판(FM)이 배치되어 있다. 이 경우, 기준 마크판(FM)과 플레이트 부재(101)와의 사이에는 예컨대 0.3 ㎜ 정도의 갭(A)이 기준 마크판(FM)의 주위에 형성되어 있다. 기준 마크판(FM)의 상면은 플레이트 부재(101) 표면과 거의 동일한 높이(동일면)로 설정되고 있다. 이 기준 마크판(FM)의 표면에는, 전술힌 1쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계(RAa, RAb)에 의해서 1쌍씩 동시 계측이 가능한 3쌍의 제1 기준 마크(RM_{11}~RM_{32})와, 얼라인먼트계(ALG)에 의해 검출되는 3개의 제2 기준 마크(WM_1~WM_3)가 정해진 위치 관계로 형성되어 있다. 이들 기준 마크의 각각은, 기준 마크판(FM)을 구성하는 부재(예컨대 극저 팽창 유리 세라믹, 예컨대 클리어세럼(등록 상표) 등)의 표면에 거의 전면에 걸쳐 형성된 크롬층에 상기 정해진 위치 관계로 패터닝에 의해 형성된 개구 패턴에 의해서 형성되어 있다. 한편, 각 기준 마크를 알루미늄 등의 패턴(남기기 패턴)에 의해서 형성하더라도 좋다.

[0065] 본 실시형태에서는, 예컨대 일본 특허 공개 평5-21314호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 제5,243,195호 명세서 등에 개시되는 것과 같이, 상기 제1 기준 마크 (RM_{j1}, RM_{j2}(j=1~3))는, 액체(Lq)를 통해 전술한 1쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계(RAa, RAb)에 의해서 동시에 계측 가능하고, 또한 이 제1 기준 마크(RM_{j1}, RM_{j2})의 계측과 동시에 제2 기준 마크(WM_j)를 액체(Lq)를 통하지 않고서 얼라인먼트계(ALG)에 의해서 계측할 수 있도록 상기 각 기준 마크의 배치가 정해지고 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다. 또한, 기준 마크판(FM)의 상면은 거의 평탄면으로 되어 있고, 다점 초점 위치 검출계의 기준면으로서 이용하는 것으로 하여도 좋다. 이 기준 마크판(FM)의 상면에는, 도시하지 않기는 하지만, 전술한 크롬층의 상부에 전술한 불소계 수지 재료, 또는 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료로 이루어지는 발액막이 형성되어 있다.

[0066] 기준 마크판(FM)의 측면의 적어도 플레이트 부재(101)에 대향하는 영역 및 플레이트 부재(101)의 기준 마크판(FM)에 대향하는 개구(101a)의 내벽면은, 전술한 것과 같은 발액 처리가 실시되고 있다. 또한, 케이스체(120)의 저벽에는, 기준 마크판(FM)의 근방에도 전술한 배출 구멍(120a)과 같은 배출 구멍이 형성되고, 이 배출 구멍이 전술한 회수부의 진공계에 접속되어 있다.

[0067] 상기 플레이트 부재(101)의 개구(101d)의 내측 및 개구(101b) 아래쪽의 케이스체(120)의 내부에는, 평면에서 보아 원형의 패턴판(103)을 갖는 조도 불균일 계측기(104)가 배치되어 있다. 패턴판(103)과 플레이트 부재(101)와의 사이에는 예컨대 0.3 ㎜ 정도의 폭 치수의 갭(D)이 패턴판(103)의 주위에 형성되어 있다.

[0068] 조도 불균일 계측기(104)는, 상기 패턴판(103)과, 이 패턴판의 아래쪽에 배치된 도시되지 않는 수광 소자(전술한 실리콘·포토·다이오드 또는 포토·멀티플라이어·튜브 등)로 이루어지는 센서를 갖고 있다. 패턴판(103)은 전술한 유리 부재(126)와 마찬가지로 석영 유리 등으로 이루어지며, 그 표면에 크롬 등의 차광막이 성막되고, 이 차광막의 중앙에 광 투과부로서 핀 홀(103a)이 형성되어 있다. 그리고, 그 차광막 위에, 전술한 불소계 수지 재료, 또는 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료로 이루어지는 발액막이 형성되어 있다.

[0069] 전술한 조도 불균일 계측기(104)는, 일본 특허 공개 소57-117238호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 제4,465,368호 명세서 등에 개시되는 조도 불균일 계측기와 같은 구성을 갖고 있으며, 투영 광학계(PL)의 상면 상에서 액체(Lq)를 통해 조명 광(IL)의 조도 불균일을 계측한다. 그리고, 조도 불균일 계측기를 구성하는 센서의 검출 신호(광전 변환 신호)가 도시되지 않는 홀드 회로(예컨대 피크 홀드 회로 등), 및 아날로그/디지털(A/D)

변환기를 통해 주제어 장치(50)에 공급되고 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0070] 상기 플레이트 부재(101)의 개구(101e)의 내부에는, 평면에서 보아 원형의 슬릿판(105)이, 그 표면이 플레이트 부재(101) 표면과 거의 동일면(면일)으로 되는 상태로 배치되어 있다. 슬릿판(105)과 플레이트 부재(101)와의 사이에는 예컨대 0.3 ㎜ 정도 폭 치수의 갭(E)이, 슬릿판(105)의 주위에 형성되어 있다. 이 슬릿판(105)은, 전술한 패턴판(103)과 마찬가지로, 석영 유리와, 이 석영 유리의 표면에 형성된 크롬 등의 차광막을 구비하고, 이 차광막의 소정 부위에 X축 방향, Y축 방향으로 뻗는 슬릿 패턴이 광 투과부로서 형성되어 있다. 그리고, 그 차광막 위에, 전술한 불소계 수지 재료나 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료로 이루어지는 발액막이 형성되어 있다. 이 슬릿판(105)은, 투영 광학계(PL)에 의해 투영되는 패턴의 공간상(투영상)의 광 강도를 계측하는 공간상 계측기의 일부를 구성하는 것이다. 본 실시형태에서는, 이 슬릿판(105)의 아래쪽의 계측 테이블(MTB)(케이스체(120))의 내부에는, 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 플레이트 부재(101)에 조사되는 조명 광(IL)을, 상기 슬릿 패턴을 통해 수광하는 수광계가 설치되어 있고, 이에 의해서, 예컨대 일본 특허 공개 2002-14005호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 출원 공개 제2002/0041377호 명세서 등에 개시되는 공간상 계측기와 같은 공간상 계측기가 구성되어 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 공보 및 미국 특허 출원 공개 명세서에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0071] 상기 플레이트 부재(101)의 개구(101f)의 내부에는, 평면에서 보아 원형의 파면수차 계측용 패턴판(107)이, 그 표면이 플레이트 부재(101) 표면과 거의 동일면(면일)으로 되는 상태로 배치되어 있다. 이 파면수차 계측용 패턴판(107)은, 전술한 패턴판(103)과 마찬가지로, 석영 유리와, 이 석영 유리의 표면에 형성된 크롬 등의 차광막을 구비하고, 이 차광막의 중앙에 원형의 개구가 형성되어 있다. 그리고, 그 차광막 위에, 전술한 불소계 수지 재료, 또는 아크릴계 수지 재료 등의 발액성 재료로 이루어지는 발액막이 형성되어 있다. 이 파면수차 계측용 패턴판(107)의 아래쪽의 계측 테이블(MTB)(케이스체(120))의 내부에는, 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 조명 광(IL)을 수광하는 예컨대 마이크로 렌즈 어레이를 포함하는 수광계가 설치되어 있고, 이에 의해서 예컨대 국제 공개 제99/60361호 팜플렛 및 이것에 대응하는 유럽 특허 제1,079,223호 명세서 등에 개시되는 파면수차 계측기가 구성되어 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 국제 공보 팜플렛 및 유럽 특허 명세서에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0072] 전술한 패턴판(103), 슬릿판(105) 및 파면수차 계측용 패턴판(107) 각각의 측면의 적어도 플레이트 부재(101)에 각각 대향하는 영역, 및 플레이트 부재(101)의 패턴판(103)에 대향하는 개구(101d)의 내벽면, 슬릿판(105)에 대향하는 개구(101e)의 내벽면, 및 파면수차 계측용 패턴판(107)에 대향하는 개구(101f)의 내벽면 각각은 전술한 것과 같은 발액 처리가 이루어지고 있다. 또한, 케이스체(120)의 저벽에는, 패턴판(103)의 근방, 슬릿판(105)의 근방 및 파면수차 계측용 패턴판(107)의 근방에 전술한 배출 구멍(120a)과 같은 배출 구멍이 각각 형성되고, 이들 배출 구멍이 전술한 회수부의 진공계에 접속되어 있다.

[0073] 한편, 도시는 생략되어 있지만, 본 실시형태서는, 케이스체(120)의 내부에, 전술한 각종 계측기를 구성하는 수광 소자(센서)가 배치되어 있기 때문에, 이들 수광 소자의 발열의 영향을 최대한 피하도록, 이들의 수광 소자 및 케이스체(120)의 냉각 기구가 설치되어 있다. 수광 소자의 냉각 기구로서는, 예컨대 케이스체(120)의 저벽에 설치된 히트 싱크 및 이것에 접속된 펠티에 소자 조합 등을 들 수 있다. 또한, 케이스체(120) 그 자체의 냉각 기구로서는, 예컨대 배관계의 내부에 냉각액을 흘리는 액냉 방식의 기구를 채용할 수 있다.

[0074] 또, 열의 영향을 억제하는 관점에서, 전술한 공간상 계측기나 파면수차 계측기 등에서는, 예컨대 광학계 등의 일부만이 계측 스테이지(MST)에 탑재되어 있더라도 좋다.

[0075] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 도 1에서는 도시되어 있지 않지만, 조사계(110a) 및 수광계(110b)(도 6 참조)를 포함하는, 예컨대 일본 특허 공개 평6-283403호 공보(대응 미국 특허 제5,448,332호) 등에 개시되는 것과 같은 사입사(斜入射; Off-Axis Illumination) 방식의 다점 초점 위치 검출계가 설치되어 있다.

[0076] 도 6에는 노광 장치(100)의 제어계의 주요한 구성이 나타내어져 있다. 이 제어계는, 장치 전체를 통괄적으로 제어하는 마이크로 컴퓨터(또는 워크스테이션)로 이루어지는 주제어 장치(50)를 중심으로 하여 구성되어 있다. 이 도 6에 있어서, 부호 143은 전술한 계측 테이블(MTB) 상에 설치된 조도 모니터(122), 조도 불균일 계측기(104), 공간상 계측기, 파면수차 계측기 등의 계측기군을 나타낸다.

[0077] 이어서, 본 실시형태의 노광 장치(100)에 있어서의, 웨이퍼 스테이지(WST)와 계측 스테이지(MST)를 이용한 병행 처리 동작에 관해서, 도 2 등에 기초하여 설명한다. 한편, 이하의 동작 중, 주제어 장치(50)가, 액침 장치(132)를 제어하여 투영 광학계(PL)의 선단 렌즈(191)의 바로 아래에 항상 액체(Lq)를 채우고 있다.

[0078] 도 2에는 웨이퍼 스테이지(WST) 상의 웨이퍼(W)(여기서는, 일례로서 어떤 로트(1 로트는 25장 또는 50장)의 최후의 웨이퍼로 함)에 대한 스텝·앤드·스캔 방식의 노광이 이루어지고 있는 상태가 나타내어져 있다. 이 때, 계측 스테이지(MST)는, 웨이퍼 스테이지(WST)와 충돌하지 않는 정해진 대기 위치에서 대기하고 있다.

[0079] 전술한 노광 동작은, 주제어 장치(50)에 의해, 사전에 이루어진 예컨대 엔핸스트·글로벌·얼라인먼트(EGA) 등의 웨이퍼 얼라인먼트의 결과 등에 기초하여, 웨이퍼(W) 상의 각 쇼트 영역의 노광을 위한 주사 시작 위치(가속 시작 위치)로 웨이퍼 스테이지(WST)가 이동되는 쇼트간 이동 동작과, 각 쇼트 영역에 대한 레티클(R)에 형성된 패턴을 주사 노광 방식으로 전사하는 주사 노광 동작을 반복함으로써 이루어진다. 한편, 전술한 노광 동작은 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 액체(Lq)를 유지한 상태로 이루어진다.

[0080] 그리고, 웨이퍼 스테이지(WST) 측에서, 웨이퍼(W)에 대한 노광이 종료된 단계에서, 주제어 장치(50)는, 간섭계 시스템(118)의 계측치에 기초하여 스테이지 구동계(124)를 제어하여, 계측 스테이지(MST)(계측 테이블(MTB))를 노광 종료 위치에 있는 웨이퍼 스테이지(WST)의 -Y측에 근접하는 위치까지 이동시킨다. 이 때, 주제어 장치(50)는, 간섭계 시스템(118) 중, 각 테이블의 Y축 방향 위치를 계측하는 간섭계의 계측치를 모니터하여 계측 테이블(MTB)과 웨이퍼 테이블(WTB)을 Y축 방향에 대해서 예컨대 300 μm 정도 이격시켜, 비접촉의 상태를 유지하고 있다. 한편, 이에 한하지 않고, 주제어 장치(50)는 계측 테이블(MTB)의 -Y측 면과 웨이퍼 테이블(WTB)의 +Y측 면을 접촉시키더라도 좋다.

[0081] 이어서, 주제어 장치(50)는, 웨이퍼 테이블(WTB)과 계측 테이블(MTB)과의 Y축 방향의 위치 관계를 유지하면서, 양 스테이지(WST, MST)를 +Y 방향으로 동시에 구동하는 동작을 시작한다.

[0082] 이와 같이 하여, 주제어 장치(50)에 의해, 웨이퍼 스테이지(WST), 계측 스테이지(MST)가 동시에 이동되면, 그 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)의 +Y측으로의 이동에 따라, 투영 유닛(PU)의 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W)와의 사이에 유지되어 있던 액체(Lq)가, 웨이퍼(W)→플레이트(93)→계측 테이블(MTB) 위를 순차 이동한다. 즉, 계측 테이블(MTB)과 선단 렌즈(191)와의 사이에 액체(Lq)가 유지된 상태가 된다.

[0083] 이어서, 주제어 장치(50)는, 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치를 간섭계 시스템(118)의 계측치에 기초하여 스테이지 구동계(124)를 제어하여, 정해진 웨이퍼 교환 위치로 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동시키고 다음 로트의 최초의 웨이퍼로의 교환을 하고, 이것과 병행하여, 계측 스테이지(MST)를 이용한 정해진 계측을 필요에 따라서 실행한다.

[0084] 전술한 정해진 계측으로서는, 예컨대 얼라인먼트계(ALG)의 베이스라인 계측을 일례로서 들 수 있다.

[0085] 구체적으로는, 주제어 장치(50)에서는, 계측 테이블(MTB) 상에 설치된 기준 마크판(FM) 상의 1쌍의 제1 기준 마크와 대응하는 레티클(R) 상의 1쌍의 레티클 얼라인먼트 마크를 전술한 레티클 얼라인먼트계(RAa, RAb)를 이용하여 동시에 검출하여 1쌍의 제1 기준 마크와 대응하는 레티클 얼라인먼트 마크의 위치 관계를 검출한다. 이 때, 제1 기준 마크는 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 검출된다. 또한, 이와 동시에, 주제어 장치(50)에서는, 상기 기준 마크판(FM) 상의 제2 기준 마크를 얼라인먼트계(ALG)에서 검출함으로써, 얼라인먼트계(ALG)의 검출 중심과 제2 기준 마크와의 위치 관계를 검출한다.

[0086] 그리고, 주제어 장치(50)는, 상기 1쌍의 제1 기준 마크와 대응하는 레티클 얼라인먼트 마크의 위치 관계와 얼라인먼트계(ALG)의 검출 중심과 제2 기준 마크와의 위치 관계와, 기지의 1쌍의 제1 기준 마크와 제2 기준 마크와의 위치 관계에 기초하여, 투영 광학계(PL)에 의한 레티클 패턴의 투영 중심과 얼라인먼트계(ALG)의 검출 중심과의 거리(또는 위치 관계), 즉 얼라인먼트계(ALG)의 베이스라인을 구한다.

[0087] 그리고, 전술한 양 스테이지(WST, MST) 상에 있어서의 작업이 종료된 단계에서, 주제어 장치(50)는, 계측 스테이지(MST)와 웨이퍼 스테이지(WST)를, 전술한 근접 상태로 설정하여, 웨이퍼 스테이지(WST)와 계측 스테이지(MST)의 Y축 방향의 위치 관계를 유지하면서, 투영 광학계(PL) 하에 액체(Lq)를 유지한 채로 앞서와는 반대로 양 스테이지(WST, MST)를 -Y 방향으로 동시에 구동하여, 웨이퍼 스테이지(WST)(웨이퍼)를 투영 광학계(PL)의 아래쪽으로 이동시킨 후, 계측 스테이지(MST)를 정해진 위치로 후퇴시킨다.

[0088] 그 후, 주제어 장치(50)에서는, 새로운 웨이퍼에 대하여 웨이퍼 얼라인먼트, 스텝·앤드·스캔 방식의 노광 동작을 실행하여, 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 패턴을 순차 전사한다. 이후, 같은 동작을 반복하여 행

한다.

[0089] 한편, 전술한 설명에서는, 계측 동작으로서, 베이스라인 계측을 하는 경우에 관해서 설명했지만, 이에 한하지 않고, 웨이퍼 스테이지(WST) 측에서 각 웨이퍼의 교환을 하고 있는 사이에, 계측 스테이지(MST)의 계측기군을 이용하여, 조도 계측, 조도 불균일 계측, 공간상 계측, 파면수차 계측 등의 적어도 하나를 행하여, 그 계측 결과를 그 후에 이루어지는 웨이퍼의 노광에 반영시키는 것으로 하여도 좋다. 구체적으로는 예컨대, 계측 결과에 기초하여 결상 특성 보정 컨트롤러(52)에 의해 투영 광학계(PL)의 조정을 하는 것으로 할 수 있다. 또한, 전술한 공간상 계측기, 조도 불균일 계측기, 조도 모니터 및 파면수차 계측기는 반드시 그 전부가 구비되어 있을 필요는 없으며, 필요에 따라서 일부만을 계측 스테이지(MST)에 탑재하는 것만으로 좋다.

[0090] 또한, 주제어 장치(50)는, 전술한 일련의 동작을 하고 있는 사이, 액침 장치(132)를 제어하여, 액체 공급 노즐(131A)로부터 소정량의 액체(Lq)를 공급하고, 액체 회수 노즐(131B)로부터 소정량의 액체(Lq)를 회수함으로써, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 광로 공간을 액체(Lq)로 계속해서 채운다.

[0091] 또한, 주제어 장치(50)는 컨트롤러(80)를 제어하여, 비저항치를 저하시킨 액체(Lq)를 액침 장치(132)의 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급한다. 주제어 장치(50)는, 웨이퍼(W) 표면의 막의 물성(액체(Lq)와의 접촉각 등) 및 노광 중인 웨이퍼(W)의 주사 속도 등의 여러 가지 조건으로부터, 투영 광학계(PL)의 상면측 광로 공간을 액체(Lq)로 계속해서 채우기 위해 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급하여야 할 액체(Lq)의 공급량을 결정하여, 그 결정한 공급량의 지령치를 컨트롤러(80)에 입력한다. 컨트롤러(80)는, 주제어 장치(50)로부터의 공급량의 지령치에 대응하는 양의 액체(Lq)가 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급되도록 유량 제어용 전자 밸브(86A)를 제어하고, 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급되는 액체(Lq)가 정해진 비저항치가 되도록, 비저항계(76)를 모니터하면서, 유량 제어용 전자 밸브(86B)를 제어한다. 한편, 본 실시형태에 있어서는, 액체(Lq)의 비저항치는 10[MΩ·cm] 이하, 바람직하게는 0.1~1.0[MΩ·cm]로 조정된다.

[0092] 그런데, 본 실시형태에서는, 순수 중에 이산화탄소(CO_2)를 혼입시켜 용해시키기 때문에, 그 이산화탄소의 용해량에 따라서는, 이산화탄소가 혼입되어 있지 않은 순수와 조명 광(IL)에 대한 굴절율이 다르며, 이 굴절율의 차를 무시할 수 없는 경우도 생각할 수 있다. 이러한 경우, 순수에 대한 이산화탄소의 혼입 비율은, 기지의 원하는 값이며, 그 혼입 후의 액체의 굴절율을 미리 계측하는 것이 가능하다. 예컨대 순수에 대한 이산화탄소의 혼입 비율과 혼입 후의 액체의 굴절율과의 관계를 주제어 장치(50)에 기억시켜 놓고, 주제어 장치(50)가, 그 기억된 정보에 기초하여 이산화탄소(정해진 물질)의 용해에 기인하는 액체(순수)의 굴절율을 고려하여 전술한 결상 특성 보정 컨트롤러(52)를 통해 투영 광학계(PL)의 적어도 일부를 조정하는 것으로 하더라도 좋다. 이러한 경우에는, 액체의 굴절율의 변동을 받는 일없이, 정밀도 좋게 레티클(R)의 패턴을 투영 광학계(PL), 액체(Lq)를 통해 웨이퍼(W) 상에 전사할 수 있다.

[0093] 또한, 순수 중에 이산화탄소를 혼입시켜 용해시키는 경우, 그 이산화탄소의 용해량에 따라서는, 이산화탄소가 혼입되어 있지 않은 순수와 조명 광(IL)(또는 노광 광과 동일 파장의 광)에 대한 투과율이 다르며, 이 투과율의 차를 무시할 수 없는 경우도 생각할 수 있다. 이 경우, 이산화탄소를 혼입하지 않은 상태로 조도 모니터(122)에 의해서 조명 광(IL)을 수광한 결과와, 이산화탄소를 혼입한 후의 상태로 조도 모니터(122)에 의해서 조명 광(IL)을 수광한 결과에 기초하여, 정해진 연산을 행함으로써 이산화탄소(정해진 물질)의 용해에 기인하는 순수(액체)의 조명 광(IL)(또는 노광 광과 동일 파장의 광)에 대한 투과율 변동을 구할 수 있다. 따라서, 주제어 장치(50)가, 그 투과율 변동을 고려하여, 주사 노광을 할 때의 웨이퍼(W)에 대한 도우즈(dose) 제어(적산 노광량의 제어)를 행하는 것으로 하여도 좋다. 예컨대, 주제어 장치(50)는, 조명계(ILS) 내부의 에너지 세기 조절기를 전환하거나, 광원으로부터 발사되는 조명 광(IL)의 펄스 에너지 또는 발광 주파수(반복 주파수)를 조정하거나, 레티클 스테이지(RST) 및 웨이퍼 스테이지(WST)의 주사 속도를 제어하거나 함으로써, 도우즈 제어를 한다. 이러한 경우에는, 조명 광(IL)(또는 노광 광과 동일 파장의 광)에 대한 액체의 투과율 변동의 영향을 받는 일없이, 정밀도 좋게 레티클(R)의 패턴을 투영 광학계(PL), 액체(Lq)를 통해 웨이퍼(W) 상에 전사할 수 있다.

[0094] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치(100)에 의하면, 액침 장치(132)는, 선단 렌즈(191)의 광 사출측에 배치되는 부재, 즉 계측 테이블(MTB)의 일부(플레이트 부재(101) 및 각 계측기의 표면의 적어도 어느 한 쪽의 일부), 또는 웨이퍼 테이블(WTB)의 일부(플레이트(93) 및 웨이퍼(W)의 적어도 한 쪽의 일부) 위의 막(발액막 또는 레지스트에 의해 형성된 막(레지스트막)(또는 레지스트를 덮도록 형성되어 있는 탑코팅층)) 상에 액침 영역을 형성하기 위해서 공급되는 액체에 그 액체(Lq)의 비저항을 저하시키는 이산화탄소를 혼입(용해)시키는 기구를 갖고 있다. 이 때문에, 그 액체(Lq)의 대전이 방지 내지는 효과적으로 억제되어, 액침 영역이 형성되는 막의 절연 파괴의 발생이 효과적으로 억제된다.

[0095] 이것을 더욱 상세히 설명하면, 예컨대, 조도 계측을 하는 경우에는, 조도 모니터(122)(광 센서(128))에 의해서 발액막(WRF)과 그 발액막(WRF) 상의 액체(Lq)를 통해, 조명 광(IL)이 수광되어, 조명 광(IL)의 조도 계측이 이루어진다. 이 조도 계측을 할 때, 만일, 발액막(WRF) 상에 대전한 액체(Lq)의 액침 영역을 형성한 경우에는, 발액막(WRF)을 통해, 발액막(WRF) 아래의 감광막(금속 박막)(129)과 액체(Lq)와의 사이에서 방전(절연 파괴)이 발생하여, 발액막(WRF)을 손상시킬 가능성이 있다. 또한, 대전한 액체(Lq)와의 접촉에 의해서 발액막(WRF)의 액체 접촉면 근방이 대전하여, 발액막(WRF) 아래의 금속 박막(129)과 발액막(WRF)과의 사이에서 방전(절연 파괴)이 발생하여, 발액막(WRF)을 손상시킬 가능성이 있다. 발액막(WRF)이 손상(열화)되면, 발액막(WRF)의 광학 특성이 균일하지 않게 되거나, 발액성이 저하하여 물자국(워터 마크)이 발생하거나 할 우려가 있다.

[0096] 그런데, 본 실시형태에 있어서는, 순수에 이산화탄소(탄산 가스)를 용해하여, 비저항치를 저하시킨 액체(Lq)를 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급하도록 하고 있기 때문에, 액체(Lq)의 대전이 방지되고, 이에 따라 절연 파괴에 기인하는 발액막(WRF)의 손상을 효과적으로 억제할 수 있다. 따라서, 조도 모니터(122)에 의해서 장기간에 걸쳐 고정밀도의 조도 계측을 실행할 수 있으며, 그 계측 결과를 반영시켜 웨이퍼(W)에 대한 노광을 행함으로써, 고정밀도의 노광을 장기간에 걸쳐 행하는 것이 가능하게 된다.

[0097] 한편, 전술한 설명에 있어서는, 조도 모니터(122)를 예로 들어 설명했지만, 액체(Lq)의 대전을 억제함으로써, 계측 스테이지(MST) 상면의 발액막의 손상을 방지할 수 있다. 또한 액체(Lq)의 대전을 억제함으로써, 계측 스테이지(MST) 상면의 발액막뿐만 아니라, 웨이퍼 스테이지(WST)의 플레이트(93) 상면의 발액막의 손상(열화)도 억제할 수 있다.

[0098] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(100)에 의하면, 조명 광(IL)에 의해 레티클(R)을 조명하고, 그 조명 광(IL)에 대하여 레티클(R)과 웨이퍼(W)를 동기 이동하여, 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 레티클(R) 상의 회로 패턴을 웨이퍼(W) 상에 전사하는 주사 노광이 이루어진다. 이 주사 노광을 할 때, 만일, 웨이퍼(W) 표면의 레지스트막(또는 탑코팅막) 상에 대전한 액체(Lq)의 액침 영역을 형성한 경우에는, 레지스트막(또는 탑코팅막과 레지스트막)을 통해, 액체(Lq)와 웨이퍼(W)의 기재(실리콘 등)와의 사이에서 방전(절연 파괴)이 발생하여, 레지스트막(또는 탑코팅막과 레지스트막)을 손상 또는 개질시킬 가능성이 있다. 또한, 대전한 액체(Lq)와의 접촉에 의해서 레지스트막(또는 탑코팅막)의 액체 접촉면 근방이 대전하여, 레지스트막(또는 탑코팅막)과 웨이퍼(W)의 기재(실리콘 등)와의 사이에서 방전(절연 파괴)이 발생하여, 레지스트막(또는 탑코팅막)을 손상 또는 개질시킬 가능성이 있다. 레지스트막(또는 탑코팅막)에 손상이 생기면, 그 손상 부분으로부터 액체(Lq)가 침투하여, 웨이퍼(W) 상에 형성되는 패턴에 결함이 생길 우려가 있다. 또한 레지스트막에 손상이나 개질이 생기면, 조명 광(IL)의 조사에 대한 반응 특성이 변화되어 원하는 패턴이 웨이퍼(W) 상에 형성되지 않을 우려도 있다.

[0099] 그런데, 본 실시형태에 있어서는, 순수에 이산화탄소(탄산 가스)를 용해하여, 비저항치를 저하시킨 액체(Lq)를 액체 공급 노즐(131A)로부터 공급하도록 하고 있기 때문에, 웨이퍼(W) 상의 레지스트막(레지스트막에 탑코팅층이 형성되어 있는 경우에는, 레지스트막 및 탑코팅층)의 절연 파괴가 효과적으로 억제된다.

[0100] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 액침 노광에 의해, 고해상도이면서, 공기 중과 비교하여 대초점 심도인 노광을 행함으로써, 레티클(R)의 패턴을 정밀도 좋게 웨이퍼 상에 전사할 수 있어, 예컨대 ArF 엑시머 레이저광으로, 디바이스 룰로서 45~100 nm 정도의 미세 패턴의 전사를 실현할 수 있다.

[0101] 한편, 상기 실시형태에서는, 순수 중에 이산화탄소를 용해시킨 액체(탄산수)를 액침용의 액체(Lq)로서 이용하는 것으로 했지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는 것은 물론이다. 예컨대, 웨이퍼(W)에 형성되어 있는 디바이스 등에 악영향이 없으면, 순수 중에 염소를 용해시켜 액체(Lq)의 대전을 방지하도록 하더라도 좋다.

[0102] 또한, 순수 이외의 액체를 이용하는 경우에도, 액체의 비저항을 조정함으로써, 액체의 대전에 기인하는 물체 상의 막의 열화를 방지하기 위해서, 그 액체의 비저항을 조정할 수 있는 정해진 물질을 혼입하여 용해시킨 액체를 이용하는 것이 바람직하다.

[0103] 한편, 상기 실시형태에서는, 액체(순수) 중에 정해진 물질(이산화탄소)을 혼입하는 것을, 액체 온도 조정 기구(72)의 상류 측에서 행하는 경우에 관해서 설명했지만, 이것에 한하지 않고, 액체의 온도 조정 및 유량 제어의 적어도 한 쪽을 행하는 액체 조정 기구와 액체 공급 노즐과의 사이에서 액체 중에 정해진 물질을 혼입하여 용해시키는 것으로 하여도 좋다.

[0104] 예컨대, 액체(Lq) 중의 미생물의 증식 등이 걱정되는 경우에는, 탄산이 미생물의 영양원으로 되지 않도록, 이산화탄소(탄산 가스)의 주입은, 투영 광학계(PL)의 상면에 최대한 가까운 위치에서, 예컨대 공급 노즐(131A)의 직전 또는 공급 노즐(131A) 내에서 행하는 것이 바람직하다.

[0105] 또한, 전술한 CO_2 용해조(82) 등을 사용하지 않고서, 또는 CO_2 용해조(82) 등과 병용하여, 액체(Lq)의 공급 유로를 형성하는 부재의 적어도 일부를, 이산화탄소(탄산 가스)가 액체(Lq) 중에 용출하는 재료로 형성하더라도 좋다.

[0106] 한편, 액체(Lq)의 비저항치의 조정의 유무에 관계없이, 액침 영역을 형성한 경우에는, 액체(Lq)와 웨이퍼(W)(탑코팅층 및 레지스트막의 적어도 한 쪽을 포함함)와의 마찰, 액체(Lq)와 물체(플레이트(93)(발액막을 포함함), 플레이트 부재(101)(발액막을 포함함), 패턴판(103)(발액막을 포함함), 슬릿판(105)(발액막을 포함함), 패턴판(발액막을 포함함), 또는 기준 마크판(FM)(발액막을 포함함) 등)와의 마찰, 액체(Lq)와 노즐 부재(131A, 131B 등)와의 마찰 등에 의해서, 액체(Lq), 웨이퍼(W), 전술한 물체 및 노즐 부재의 적어도 하나가 대전할 가능성이 있기 때문에, 웨이퍼(W), 전술한 물체 및 노즐 부재 등의 적어도 하나를 접지(어스)해 두는 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써, 액체(Lq)가 대전했다고 해도, 액체(Lq)의 전하를 제거할 수 있다. 또한, 전술한 물체의 대전, 노즐 부재의 대전 등에 의해서, 파티클 등의 이물이 그 물체에 부착하는 것도 방지되기 때문에, 그 이물에 기인하는 액체(Lq), 웨이퍼(W)의 오염도 방지할 수 있다. 물론, 웨이퍼(W) 상에 형성되어 있는 탑코팅층 및 레지스트막의 적어도 한 쪽, 및 전술한 물체 상의 발액막의 열화도 방지할 수 있다.

[0107] 또한, 국제 공개 제2005/031824호 팜플렛 등에 개시되어 있는 것과 같이, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 공간에 공급되는 액체(Lq)의 전하를 제거하도록 하더라도 좋다. 이 경우, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 공간에 공급되는 액체(Lq)의 대전을 보다 확실하게 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0108] 또한, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 공간 근방에, 일본 특허 공개 2003-332218호 공보 등에 개시되어 있는 것과 같은 제전(除電) 장치(이온화 장치 등)를 배치하여, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 공간(액체(Lq)의 주위)에 이온(예컨대 마이너스 이온)을 공급함으로써, 액체(Lq), 웨이퍼(W), 물체 및 노즐 부재의 적어도 하나를 제전하도록 하더라도 좋다. 이 경우, 만일 액체(Lq), 웨이퍼(W), 물체 및 노즐 부재의 적어도 하나가 대전했다고 해도, 제전 장치에 의해서 제전되기 때문에, 액체(Lq), 웨이퍼(W), 전술한 물체 및 노즐 부재 등이 파티클 등의 오염물을 흡인하여, 액체(Lq)나 웨이퍼(W) 등이 오염되는 것을 방지할 수도 있다. 또한, 액체(Lq)에 의해 국소적으로 형성되는 액침 영역의 계면 부근에 제전 기능을 갖는 기체(예컨대, 이온을 함유하는 기체)를 분무함으로써, 그 기체에 제전 기능뿐만 아니라, 액침 영역을 형성하는 액체의 누설 방지 기능을 갖게 하도록 하더라도 좋다. 예컨대, 일본 특허 공개 2004-289126호 공보 및 이것에 대응하는 미국 특허 출원 공개 제2006/0023189호 명세서 등에 개시되어 있는 것과 같이, 액침 영역을 형성하는 액체의 누설을 방지하기 위한 가스 시일 기구를 노광 장치(100)가 탑재하고 있는 경우에는, 그 가스 시일 기구에서 사용되는 기체에 이온을 포함시킬 수 있다.

[0109] 또한, 액체(Lq)의 비저항치 조정의 유무에 관계없이, 웨이퍼(W) 상에 액침 영역을 형성한 경우에는, 액체(Lq)와 웨이퍼(W)와의 마찰에 의해서, 웨이퍼(W)(레지스트막 및 탑코팅막의 적어도 한 쪽을 포함함)가 대전할 가능성이 있다. 대전 상태의 웨이퍼(W)는 파티클 등의 이물을 흡인하여 버리기 때문에, 웨이퍼(W)가 오염될 가능성이 있다.

[0110] 그래서, 웨이퍼(W) 표면의 레지스트막(또는 탑코팅막)을 도전성 물질로 형성하여, 웨이퍼(W)(레지스트막 및 탑코팅막의 적어도 한 쪽을 포함함)의 대전을 방지하도록 하더라도 좋다. 또는, 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 홀더를 도전성 재료로 형성하거나, 웨이퍼 홀더에 유지된 웨이퍼(W)와 접촉하는 도전성 재료의 접촉 부재를 배치하거나 하여, 웨이퍼(W)(레지스트막 및 탑코팅막의 적어도 한 쪽을 포함함)의 대전을 방지하도록 하더라도 좋다.

[0111] 또한, 플레이트 부재(93) 등에 형성되어 있는 발액막을 도전성으로 하여도 좋다.

[0112] 또한, 대전 상태의 웨이퍼(W)(레지스트막 및 탑코팅막의 적어도 한 쪽을 포함함)가 반출되어 버릴 가능성이 있는 경우에는, 노광 전 및 노광 후의 적어도 한 쪽의 웨이퍼(W)를 반송하는 반송 부재를 도전성 재료로 형성하여, 웨이퍼(W)에 대전한 전하를 밀어내도록(제거하도록) 하여도 좋다. 또는, 노광 장치(100) 내에, 웨이퍼 스테이지(WST)로 반입하는 웨이퍼(W) 및 웨이퍼 스테이지(WST)로부터 반출된 웨이퍼(W)의 적어도 한 쪽의 제전을 행하기 위해서, 도전성의 액체(이산화탄소를 용해시킨 순수 등)와 웨이퍼(W)를 소크(soak)하는(예컨대 세정하는) 유닛을 웨이퍼(W)의 반송 경로에 배치하거나, 웨이퍼(W)의 반송 경로 중에 이온화 장치 등의 제전 장치를 배치하거나 하도록 하더라도 좋다. 한편 노광 장치(100) 내에 노광 후의 웨이퍼(W)에 잔류(부착)한 액체(Lq)의 방울 등을 제거하는 액체 제거 유닛이 설치되어 있는 경우에는, 액체 제거 유닛 내에서 액체 제거뿐만 아니라, 전하 제거도 행하는 것이 바람직하다. 또한, 노광 장치(100) 내에, 웨이퍼 스테이지(WST)로 반입되기 전에 웨이퍼(W)의 온도 조정을 하는 온도 조정 유닛이 설치되어 있는 경우에는, 그 온도 조정 유닛 내에서 전하

제거를 하도록 하더라도 좋다.

[0113] 또한, 노광 장치(100)에 접속된 기판 처리 장치(노광 장치(100)에 노광 전의 웨이퍼(W)를 반출하는 도포 장치 및 노광 장치(100)에서 노광된 웨이퍼(W)가 반입되는 현상 장치의 적어도 한 쪽을 포함함) 내에, 웨이퍼(W)의 제전을 행하기 위해서, 도전성의 액체(이산화탄소를 용해시킨 순수 등)로 웨이퍼(W)를 소크하는(예컨대 세정하는) 유닛을 배치하거나, 이온화 장치 등의 제전 장치를 배치하거나 하여도 좋다. 또는 노광 장치(100)로 노광된 웨이퍼(W)가 반입되는 현상 장치 내에서 노광 후의 웨이퍼(W)의 현상을 할 때에 도전성의 린스액을 사용하도록 하더라도 좋다. 한편, 노광 장치(100)와 기판 처리 장치와의 사이에 인터페이스부가 배치되어 있는 경우에는, 인터페이스부 내에서 웨이퍼(W)로부터 전하를 제거하는 제전 처리를 행하도록 하더라도 좋다.

[0114] 또한, 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지(WST)와는 별도로 계측 스테이지(MST)를 갖춘 노광 장치에 관해서 설명했지만, 계측 스테이지를 반드시 설치할 필요는 없고, 물체가 적재되는 물체 스테이지(웨이퍼 스테이지(WST)) 상에 유리 부재(126)를 포함하는 조도 모니터(122) 등의 각종 계측기를 설치하더라도 좋다. 이러한 경우라도, 조도 모니터(122) 등에 의해서 장기간에 걸쳐 고정밀도의 계측을 실행할 수 있어, 그 계측 결과를 반영시켜 웨이퍼(W)에 대한 노광을 행함으로써, 고정밀도의 노광을 장기간에 걸쳐 행하는 것이 가능하게 된다.

[0115] 한편, 상기 실시형태에서는, 스텝·앤드·스캔 방식 등의 주사형 노광 장치에 본 발명이 적용된 경우에 관해서 설명했지만, 본 발명의 적용 범위가 이것에 한정되지 않는 것은 물론이다. 즉 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광 장치, 또한, 스텝·앤드·스티치 방식의 노광 장치, 또는 프록시미티 방식의 노광 장치 등에도 본 발명은 적용할 수 있다.

[0116] 또한, 본 발명은, 일본 특허 공개 평10-163099호 공보 및 일본 특허 공개 평10-214783호 공보와 이들에 대응하는 미국 특허 제6,341,007호 명세서 및 일본 특허 공표 2000-505958호 공보와 이것에 대응하는 미국 특허 제5,969,441호 명세서 등에 개시되어 있는 것과 같은 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지를 복수 구비한 멀티스테이지형의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 각 공보 및 대응하는 각 미국 특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0117] 또한, 전술한 액침법을 적용한 노광 장치는, 투영 광학계(PL)의 종단 광학 소자의 광 사출 측의 광로 공간을 액체(순수)로 채워 웨이퍼(W)를 노광하는 구성으로 되어 있지만, 국제 공개 제2004/019128호 팜플렛 및 이것에 대응하는 미국 특허 출원 공개 제2005/0248856호 명세서 등에 개시되어 있는 것과 같이, 투영 광학계(PL)의 종단 광학 소자의 광 입사 측의 광로 공간도 액체로 채우도록 하더라도 좋다. 본 국제 출원에서 지정한 지정국(또는 선택한 선택국)의 국내 법령이 허용하는 한도에서, 상기 국제 공개 팜플렛 및 대응하는 미국 특허 출원 공개 공보에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0118] 또한, 전술한 실시형태에 있어서는, 투영 광학계(PL)와 웨이퍼(W)와의 사이에 국소적으로 액체를 채우는 노광 장치를 채용하고 있지만, 본 발명은, 일본 특허 공개 평6-124873호 공보, 일본 특허 공개 평10-303114호 공보, 미국 특허 제5,825,043호 등에 개시되어 있는 것과 같은 노광 대상의 웨이퍼 등의 표면 전체가 액체 중에 잠겨 있는 상태로 노광을 행하는 액침 노광 장치에도 적용할 수 있다.

[0119] 한편, 전술한 실시형태에 있어서는, 광 투과성의 기판 상에 정해진 차광 패턴(또는 위상 패턴·감광 패턴)을 형성한 광 투과형 마스크를 이용했지만, 이 마스크 대신에, 예컨대 미국 특허 제6,778,257호 공보에 개시되어 있는 것과 같이, 노광하여야 할 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴 또는 반사 패턴, 또는 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크를 이용하더라도 좋다.

[0120] 또한, 국제 공개 제2001/035168호 팜플렛 등에 개시되어 있는 것과 같이, 간섭 줄무늬를 웨이퍼(W) 상에 형성함으로써, 웨이퍼(W) 상에 라인·앤드·스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치(리소그래피 시스템)에도 본 발명을 적용할 수 있다.

[0121] 노광 장치의 용도로서는 반도체 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고서, 예컨대, 각형의 유리 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정용의 노광 장치나, 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자(CCD 등), 마이크로 머신 및 DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용할 수 있다. 또한, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스뿐만 아니라, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X선 노광 장치 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위해서, 유리 기판 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.

[0122] 한편, 상기 실시형태의 노광 장치의 광원은, ArF 엑시머 레이저에 한하지 않고, KrF 엑시머 레이저(출력 파장

248 nm), F_2 레이저(출력 파장 157 nm), Ar_2 레이저(출력 파장 126 nm), Kr_2 레이저(출력 파장 146 nm) 등의 펄스 레이저 광원이나, g선(파장 436 nm), i선(파장365 nm) 등의 휘선(輝線)을 발하는 초고압 수은 램프 등을 이용하는 것도 가능하다. 또한, YAG 레이저의 고조파 발생 장치 등을 이용할 수도 있다. 이밖에, DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진되는 적외역, 또는 가시 영역의 단일 파장 레이저광을, 예컨대 에르븀(또는 에르븀과 이테르븀의 양방)이 도핑된 파이버 증폭기로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 이용하여 자외광으로 파장 변환한 고조파를 이용하더라도 좋다. 또한, 투영 광학계는 축소계뿐만 아니라 등배 및 확대계의 어느 것이라도 좋다.

[0123] 한편, 반도체 디바이스는, 디바이스의 기능·성능 설계를 하는 단계, 이 설계 단계에 기초한 레티클을 제작하는 단계, 실리콘 재료로 웨이퍼를 제작하는 단계, 상기 실시형태의 노광 장치로, 레티클에 형성된 패턴을 전술한 액침 노광에 의해 웨이퍼 등의 물체 상에 전사하는 리소그래피 단계, 디바이스 조립 단계(다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함함), 검사 단계 등을 거쳐 제조된다. 이 경우, 리소그래피 단계에서, 상기 실시형태의 노광 장치를 이용하여 전술한 액침 노광 방법이 실행되어, 물체 상에 디바이스 패턴이 형성되기 때문에, 고집적도의 디바이스를 수율 좋게 제조할 수 있다.

산업상 이용 가능성

[0124] 본 발명의 노광 방법 및 노광 장치는 액체를 통해 물체를 노광하는 데에 적합하다. 또, 본 발명의 디바이스 제조 방법은 마이크로 디바이스의 제조에 적합하다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 일 실시형태의 노광 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0022] 도 2는 도 1의 스테이지 장치의 평면도이다.

[0023] 도 3은 액체 공급 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

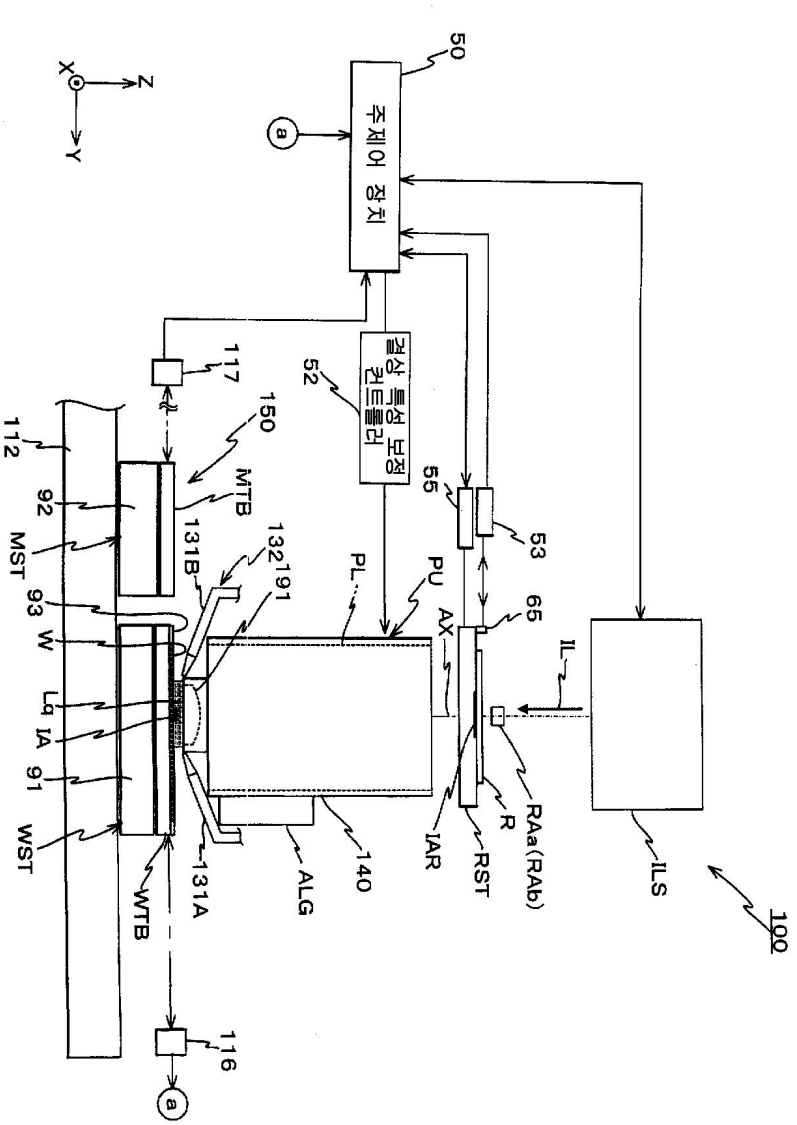
[0024] 도 4는 계측 테이블을 도시하는 평면도이다.

[0025] 도 5는 조도 모니터(122) 근방을 나타내는 계측 테이블의 종단면도이다.

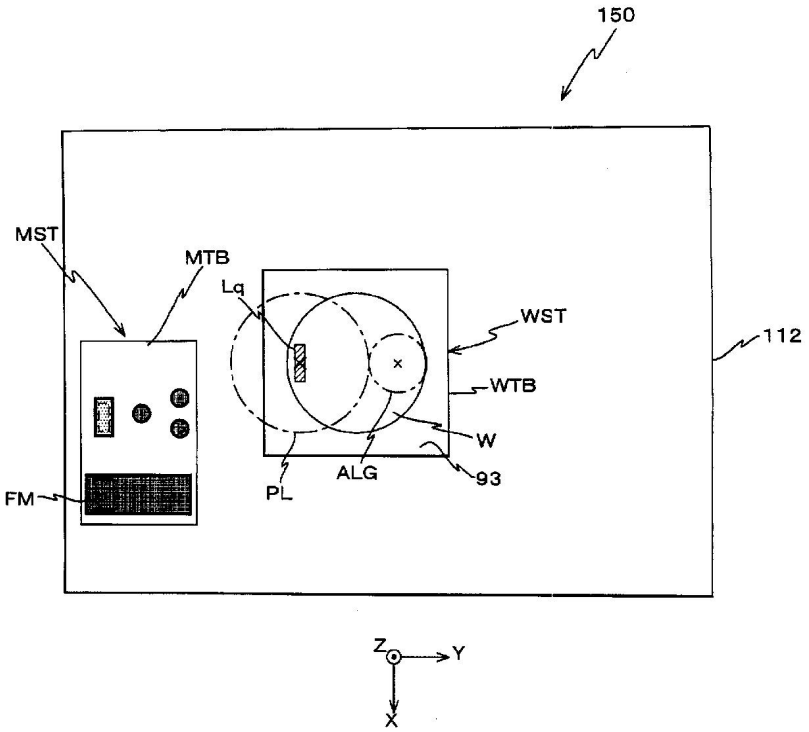
[0026] 도 6은 일 실시형태의 노광 장치의 제어계의 주요한 구성을 도시하는 블록도이다.

도면

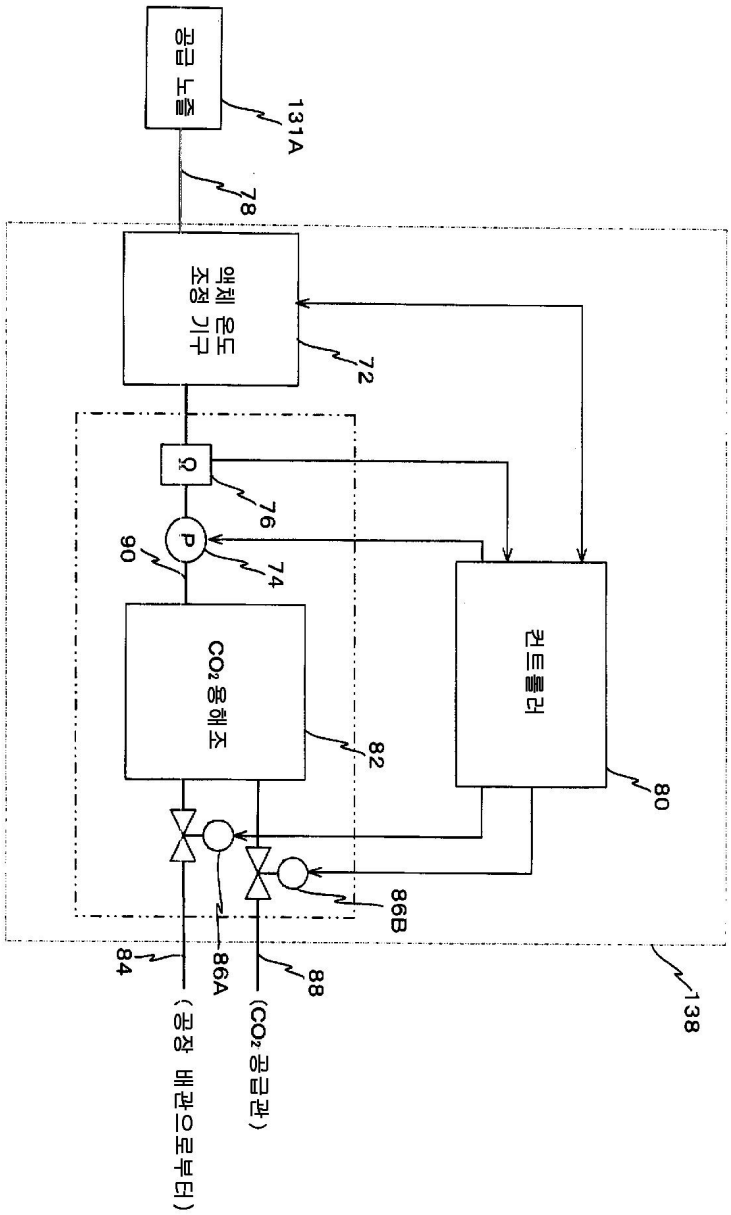
도면1


50
주제어 장치
a
Z
X
Y
117
52
결상 특성 보정 컨트롤러
150
112
92
MTB
131B
132
191
MST
93
W
Lq
IA
91
WST
WTB
131A
ALG
140
PL
PU
AX
55
53
65
IL
IAR
RST
R
RAa(RAb)
ILS
100
116
a

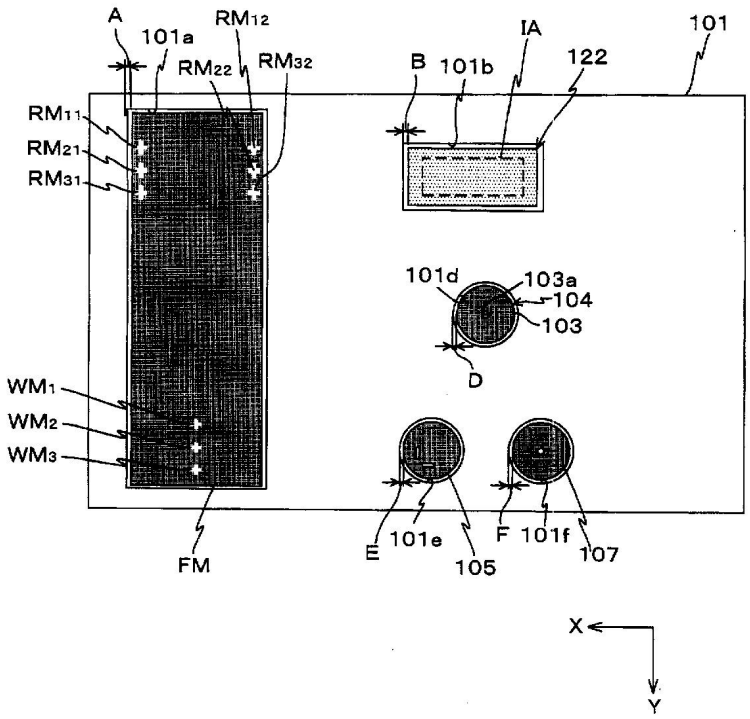
도면2



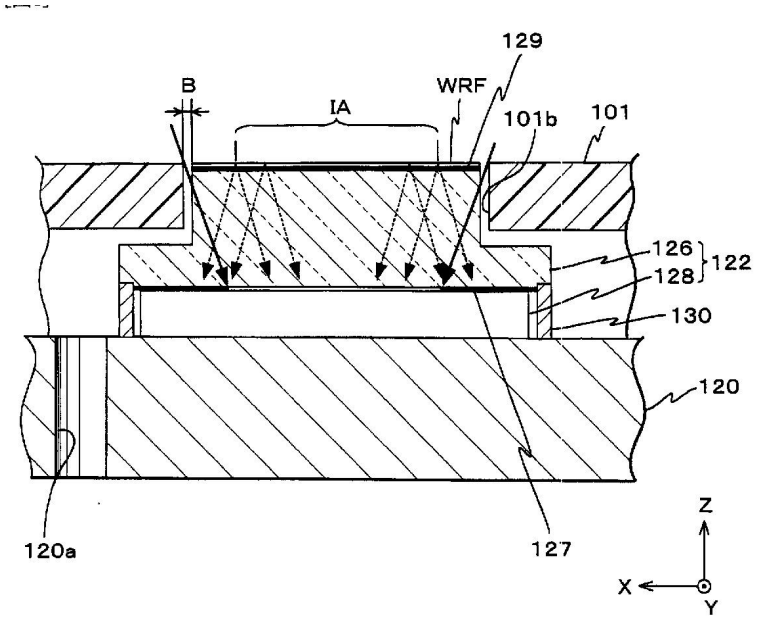
도면3


공급 노즐
131A
78
액체 온도 조정 기구
72
Ω
76
P
74
90
CO_2 용해조
82
컨트롤러
80
86B
84
86A
88
138
(공장 배관으로부터)
(CO_2 공급관)

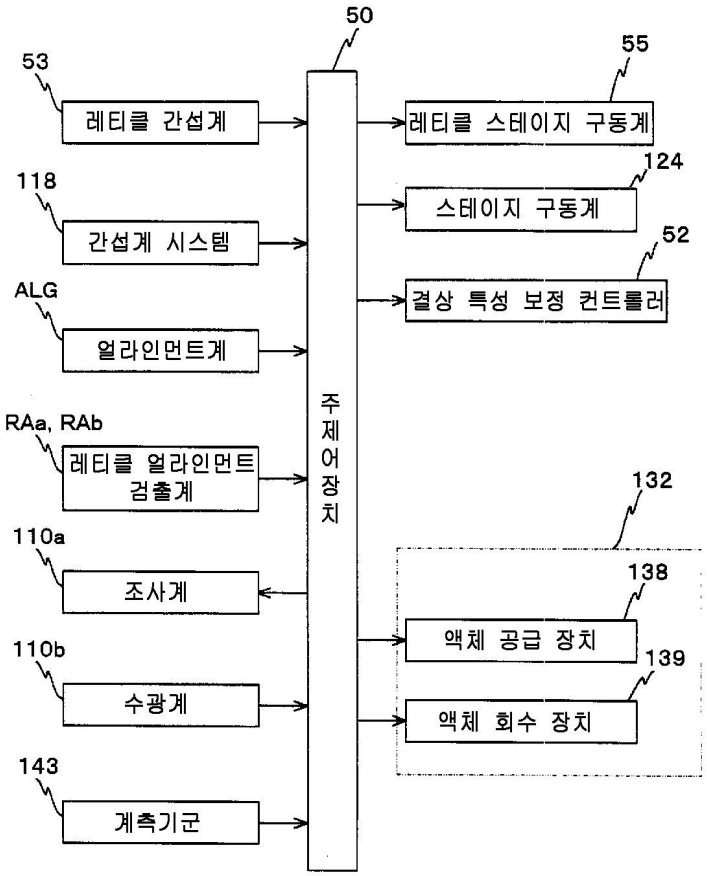
도면4


A
101a
RM12
RM22
RM32
B
101b
IA
122
101
RM11
RM21
RM31
101d
103a
104
103
D
WM1
WM2
WM3
FM
E
101e
105
F
101f
107
X
Y

도면5


129
B
IA
WRF
101b
101
126
128
122
130
120
120a
127
Z
X
Y

도면6


50
53
레티클 간섭계
118
간섭계 시스템
ALG
얼라인먼트계
RAa, RAb
레티클 얼라인먼트 검출계
110a
조사계
110b
수광계
143
계측기군
주제어장치
55
레티클 스테이지 구동계
124
스테이지 구동계
52
결상 특성 보정 컨트롤러
132
138
액체 공급 장치
139
액체 회수 장치