



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월10일
(11) 등록번호 10-1619724
(24) 등록일자 2016년05월02일

- (51) 국제특허분류 (Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03F 7/70341 (2013.01)
G03F 7/2041 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7011154 (분할)
- (22) 출원일자(국제) 2004년05월24일
심사청구일자 2015년05월27일
- (85) 번역문제출일자 2015년04월28일
- (65) 공개번호 10-2015-0054010
- (43) 공개일자 2015년05월19일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7016409
원출원일자(국제) 2004년05월24일
심사청구일자 2013년07월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/007415
- (87) 국제공개번호 WO 2004/105106
국제공개일자 2004년12월02일
- (30) 우선권주장
JP-P-2003-146424 2003년05월23일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP06168866 A
JP10340846 A
WO1999049504 A1

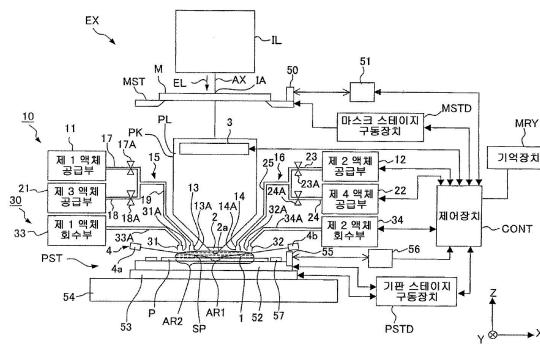
전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 박성호

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

(57) 요약

노광 방법은, 투영 광학계 (PL) 와 액체 (1) 를 통하여 패턴의 이미지를 기판 상에 투영함으로써 기판을 노광할 때, 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP) 에 따라서, 기판에 대하여 실시되는 액침 조건, 예를 들어, 액체 종류를 결정하는 것을 포함한다. 액체 종류는, 제 1 및 제 3 액체 공급부 (11, 21) 를 전환함으로써 선정된다. 상이한 포토레지스트층이 형성되는 기판 (P) 에 대하여, 액침 노광을 원활하게 행할 수 있다.

대 표 도

(52) CPC특허분류
G03F 7/70866 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

액체를 통하여 조명광으로 기판을 노광하는 액침 노광 장치로서,

상기 조명광으로 마스크를 조명하는 조명 광학계와,

상기 액체와 접하는 렌즈를 포함하는 복수의 광학 소자를 갖고, 상기 복수의 광학 소자의 적어도 일부의 이동에 의해서 결상 특성이 조정 가능한 투영 광학계와,

상기 마스크를 유지하여, 상기 투영 광학계의 상방에서 이동 가능한 마스크 스테이지와,

상기 렌즈의 주위에 형성되어, 상기 액체에 의해서 상기 투영 광학계의 아래에 액침 영역을 형성하는 액침 부재와,

상기 기판을 유지하여, 상기 투영 광학계의 하방에서 이동 가능한 기판 스테이지와,

상기 조명광이 조사되는 조명 영역에 대하여 상기 마스크가 상대 이동하도록 상기 마스크 스테이지를 이동시킴과 함께, 상기 투영 광학계와 상기 액침 영역의 액체를 통하여 상기 조명광이 조사되는 투영 영역을 포함하도록 상기 투영 광학계와 상기 기판의 일부 사이에 형성되는 상기 액침 영역에 대하여 상기 기판이 상대 이동하도록 상기 기판 스테이지를 이동시키는 구동 장치와,

상기 액침 영역에 대한 상기 기판의 상대 이동에 있어서, 상기 기판과 상기 액침 영역의 액체와의 접촉각에 관한 정보에 기초하여 결정되는 속도 및 가속도의 적어도 일방에 의해서 상기 기판 스테이지가 이동되도록 상기 구동 장치에 의한 상기 기판 스테이지의 구동을 제어하는 제어 장치를 구비하는 액침 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 접촉각이 서로 상이한 표면을 갖는 복수의 기판을 각각 재치 (載置) 가능함과 함께, 상기 결정된 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이하도록 이동되는 액침 노광 장치.

청구항 3

액체를 통하여 조명광으로 기판을 노광하는 액침 노광 장치로서,

상기 조명광으로 마스크를 조명하는 조명 광학계와,

상기 액체와 접하는 렌즈를 포함하는 복수의 광학 소자를 갖고, 상기 복수의 광학 소자의 적어도 일부의 이동에 의해서 결상 특성이 조정 가능한 투영 광학계와,

상기 마스크를 유지하여 상기 투영 광학계의 상방에서 이동 가능한 마스크 스테이지와,

상기 렌즈의 주위에 형성되어, 상기 액체에 의해서 상기 투영 광학계의 아래에 액침 영역을 형성하는 액침 부재와,

상기 기판을 유지하여 상기 투영 광학계의 하방에서 이동 가능하며, 또한 상기 액침 영역의 액체와의 접촉각이 서로 상이한 표면을 갖는 복수의 기판을 각각 재치 가능한 기판 스테이지와,

상기 조명광이 조사되는 조명 영역에 대하여 상기 마스크가 상대 이동하도록 상기 마스크 스테이지를 이동시킴과 함께, 상기 투영 광학계와 상기 액침 영역의 액체를 통하여 상기 조명광이 조사되는 투영 영역을 포함하도록 상기 투영 광학계와 상기 기판의 일부 사이에 형성되는 상기 액침 영역에 대하여 상기 기판이 상대 이동하도록 상기 기판 스테이지를 이동시키는 구동 장치와,

상기 액침 영역에 대한 상기 기판의 상대 이동에 있어서 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서

상이하도록 상기 구동 장치에 의한 상기 기판 스테이지의 구동을 제어하는 제어 장치를 구비하고,
상기 제어 장치는, 상기 기판 스테이지에 재치되는 기판에 따라서 상기 상대 이동에 있어서의 속도 및 가속도의
적어도 일방을 제어하는 액침 노광 장치.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 복수의 기판 중 상기 접촉각이 작은 기판일수록, 상기 속도 및 가속도의 적어도 일방이 높아지는 액침 노광 장치.

청구항 5

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 기판의 노광 동작에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에
서 상이하도록 이동되는 액침 노광 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 기판은 각각 주사 노광이 실시되고,

상기 기판 스테이지는, 상기 주사 노광에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이
하도록 이동되는 액침 노광 장치.

청구항 7

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 상대 이동에 있어서 허용되는 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에
서 상이한 액침 노광 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 접촉각이 작을수록, 상기 허용되는 속도 및 가속도의 적어도 일방이 높아지는 액침
노광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉각에 관한 정보는, 상기 액체와 접하는, 상기 기판의 막 부재에 관한 정보를 포함하고,

상기 막 부재는, 상기 기판의 포토레지스트층 또는 보호층으로서 형성되는 액침 노광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상대 이동에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방, 또는 상기 접촉각에 관한 정보에 따라서, 상기 액침
영역을 형성하기 위한 액침 조건이 상이한 액침 노광 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는 그 상면의 일부에 배치되어, 상기 기판을 유지하는 홀더를 갖고, 상기 기판의 표면이 상
기 기판 스테이지의 상면과 동일면이 되도록 상기 홀더로 상기 기판을 유지하는 액침 노광 장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액침 부재를 통하여 상기 액침 영역에 액체가 공급됨과 함께, 상기 액침 부재를 통하여 상기 액침 영역으로부터 액체가 회수되고,

상기 액침 부재는 그 일부가 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 방향으로 가동인 액침 노광 장치.

청구항 13

액체를 통하여 조명광으로 기판을 노광하는 액침 노광 방법으로서,

상기 액체와 접하는 렌즈를 포함하는 복수의 광학 소자를 갖고, 상기 복수의 광학 소자의 적어도 일부의 이동에 의해서 결상 특성이 조정 가능한 투영 광학계의 상방에서, 조명 광학계를 통하여 상기 조명광이 조사되는 조명 영역에 대하여 마스크가 상대 이동하도록 상기 마스크를 유지하는 마스크 스테이지를 이동시키는 것과,

상기 렌즈의 주위에 형성되는 액침 부재에 의해서, 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 상기 조명광이 조사되는 투영 영역을 포함하도록 상기 투영 광학계와 상기 기판의 일부 사이에 형성되는 액침 영역에 대하여 상기 기판이 상대 이동하도록, 상기 투영 광학계의 하방에서 상기 기판을 유지하는 기판 스테이지를 이동시키는 것과,

상기 액침 영역에 대한 상기 기판의 상대 이동에 있어서, 상기 기판과 상기 액침 영역의 액체와의 접촉각에 관한 정보에 기초하여 결정되는 속도 및 가속도의 적어도 일방에 의해서 상기 기판 스테이지가 이동되도록 상기 기판 스테이지의 구동을 제어하는 것을 포함하는 액침 노광 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 접촉각이 서로 상이한 표면을 갖는 복수의 기판을 각각 재치 가능함과 함께, 상기 결정된 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이하도록 이동되는 액침 노광 방법.

청구항 15

액체를 통하여 조명광으로 기판을 노광하는 액침 노광 방법으로서,

상기 액체와 접하는 렌즈를 포함하는 복수의 광학 소자를 갖고, 상기 복수의 광학 소자의 적어도 일부의 이동에 의해서 결상 특성이 조정 가능한 투영 광학계의 상방에서, 조명 광학계를 통하여 상기 조명광이 조사되는 조명 영역에 대하여 마스크가 상대 이동하도록 상기 마스크를 유지하는 마스크 스테이지를 이동시키는 것과,

상기 렌즈의 주위에 형성되는 액침 부재에 의해서, 상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 상기 조명광이 조사되는 투영 영역을 포함하도록 상기 투영 광학계와 상기 기판의 일부 사이에 형성되는 액침 영역에 대하여 상기 기판이 상대 이동하도록, 상기 기판을 유지하며 또한 상기 액침 영역의 액체와의 접촉각이 서로 상이한 표면을 갖는 복수의 기판을 각각 재치 가능한 기판 스테이지를, 상기 투영 광학계의 하방에서 이동시키는 것과,

상기 액침 영역에 대한 상기 기판의 상대 이동에 있어서 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이하도록 상기 기판 스테이지의 구동을 제어하는 것을 포함하고,

상기 기판 스테이지에 재치되는 기판에 따라서 상기 상대 이동에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방이 제어되는 액침 노광 방법.

청구항 16

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 복수의 기판 중 상기 접촉각이 작은 기판일수록, 상기 속도 및 가속도의 적어도 일방이 높아지는 액침 노광 방법.

청구항 17

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 기판의 노광 동작에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이하도록 구동되는 액침 노광 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 복수의 기판은 각각 주사 노광이 실시되고,

상기 기판 스테이지는, 상기 주사 노광에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이하도록 구동되는 액침 노광 방법.

청구항 19

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 상대 이동에 있어서 허용되는 속도 및 가속도의 적어도 일방이 상기 복수의 기판에서 상이한 액침 노광 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 기판 스테이지는, 상기 접촉각이 작을수록 상기 허용되는 속도 및 가속도의 적어도 일방이 높아지는 액침 노광 방법.

청구항 21

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 접촉각에 관한 정보는, 상기 액체와 접하는, 상기 기판의 막 부재에 관한 정보를 포함하고,

상기 막 부재는, 상기 기판의 포토레지스트층 또는 보호층으로서 형성되는 액침 노광 방법.

청구항 22

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상대 이동에 있어서의 속도 및 가속도의 적어도 일방, 또는 상기 접촉각에 관한 정보에 따라서, 상기 액침 영역을 형성하기 위한 액침 조건이 상이한 액침 노광 방법.

청구항 23

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판은 그 표면이 상기 기판 스테이지의 상면과 동일면이 되도록 상기 기판 스테이지에 재치되는 액침 노광 방법.

청구항 24

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체와 접하는, 상기 투영 광학계의 광학 소자의 주위에 형성되는 액침 부재를 통하여 상기 액침 영역에 액체가 공급됨과 함께, 상기 액침 부재를 통하여 상기 액침 영역으로부터 액체가 회수되고,

상기 액침 부재는 그 일부가 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 방향으로 가동인 액침 노광 방법.

청구항 25

삭제

청구항 26

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 기재된 액침 노광 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 투영 광학계와 액체를 통하여 패턴의 이미지를 기판 상에 투영함으로써 기판을 노광하는 노광 방법 및 노광 장치, 그리고 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는, 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성의 기판 상에 전사하는, 이른바, 포토리소그래피 수법에 의해 제조된다. 이 포토리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치는, 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기판을 지지하는 기판 스테이지를 갖고, 마스크 스테이지 및 기판 스테이지를 축차(逐次) 이동시키면서 마스크의 패턴을 투영 광학계를 통해 기판에 전사하는 것이다. 최근, 디바이스 패턴이 보다 더 고집적화되는 것에 대응하기 위해 투영 광학계의 추가적인 고해상도화가 요구되고 있다. 투영 광학계의 해상도는, 사용하는 노광 파장이 짧아질수록, 또 투영 광학계의 개구수가 클수록 높아진다. 그 때문에, 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있고, 투영 광학계의 개구수도 증가하고 있다. 그리고, 현재 주류의 노광 파장은 KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 또한 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193nm 도 실용화되고 있는 중이다. 또한, 노광할 때에는, 해상도와 함께 초점 심도 (DOF) 도 중요해진다. 해상도 (R), 및 초점 심도 (δ) 는 각각 이하의 식에 의해 나타난다.

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

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

[0005] 여기서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영 광학계의 개구수, k_1 , k_2 는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식에서, 해상도 (R) 를 높이기 위해 노광 파장 (λ) 을 짧게 하고 개구수 (NA) 를 크게 하면, 초점 심도 (δ) 가 좁아지는 것을 알 수 있다.

[0006] 초점 심도 (δ) 가 지나치게 좁아지면, 투영 광학계의 이미지면에 대하여 기판 표면을 합치시키는 것이 어려워져, 노광 동작시의 마진이 부족해질 우려가 있다. 그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또 초점 심도를 넓히는 방법으로서, 예를 들어 국제 공개 제99/49504호에 개시되어 있는 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은, 투영 광학계의 하면과 기판 표면의 사이를 물이나 유기용매 등의 액체로 채우고, 액체 중에서의 노광 광의 파장이 공기 중의 $1/n$ (n 은 액체의 굴절률로 통상 1.2~1.6 정도) 이 되는 것을 이용하여 해상도를 향상 시킴과 함께, 초점 심도를 약 n 배로 확대한다는 것이다.

[0007] *그런데, 노광 대상인 기판 상에 형성되는 포토레지스트층, 또는 그 상층에 형성되는 톱코트 (top coat) 층 등의 막부재에는 통상적으로 여러 가지 재료가 사용되지만, 액침 노광에 있어서 액침 영역의 액체와의 접촉면이 되는 상기 막부재의 종류가 변경된 경우, 액침 노광용 액체에 대한 친화성이 변화한다. 액침 노광에서는, 기판 상에 액체를 공급하는 동작과 기판 상의 액체를 회수하는 동작이 행해지지만, 막부재에 대한 액체의 친화성이 변화하면, 액체 회수 동작이나 액체 공급 동작을 원활하게 실시할 수 없게 될 가능성이 있다. 이 경우에는, 액침 노광 장치의 범용성이 현저히 저하된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 상이한 종류의 막부재가 형성된 기판에 대하여 원활하게 액침 노광할 수 있는 노광 방법 및 노광 장치, 그리고 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 특히, 본 발명은 기판 상에 형성되는 여러 가지 막부재에 최적화된 액침 조건하에서 액침 노광을 실현할 수 있는 노광 방법 및 노광 장치 그리고 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 실시형태에 나타내는 도 1~도 8에 대응하는 이하의 구성을 채용하고 있다. 단, 각 요소에 부가된 괄호안의 부호는 그 요소의 예시에 불과하여, 각 요소를 한정하는 것은 아니다.
- [0010] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 기판 (P)을 노광하는 노광 방법으로서, 기판 (P) 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP)에 따라서, 기판 (P)의 액침 조건을 결정하는 것과, 결정한 액침 조건으로 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.
- [0011] 본 발명에 의하면, 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재, 구체적으로는 포토레지스트층, 또는 이 상층에 형성되는 텁코트층에 따라서, 기판을 액체를 통하여 노광할 때의 액침 조건을 결정한다. 상이한 종류의 막부재가 형성된 복수의 기판을 액침 노광할 때에, 각각 결정된 최적의 액침 조건으로 노광할 수 있다. 본 명세서에 있어서 「액침 조건」 이란, 기판을 액체를 통하여 노광할 때에 기판 상에 액침 영역을 형성하기 위한 조건을 의미하며, 액체를 기판 상에 공급하는 조건, 기판 상에서 액체를 회수하는 조건, 기판 상에 공급하는 액체의 종류 등을 포함하는 개념이다.
- [0012] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 액체를 통하여 패턴의 이미지를 기판 상에 투영함으로써 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL)와 상기 액체를 공급하는 액체 공급 기구 (10)를 구비하고, 상기 액체 공급 기구 (10)는, 상기 기판 (P) 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP)에 따라서 공급하는 액체를 바꾸는 노광 장치 (EX)가 제공된다.
- [0013] 본 발명의 노광 장치에 의하면, 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재에 따라서 액침 노광용 액체를 바꿈으로써, 상이한 종류의 막부재가 형성된 복수의 기판 각각에 대하여 양호한 액침 조건하에서 액침 노광을 실시할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL)와, 상기 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP)와 상기 액체와의 친화성을 계측하는 계측 장치 (70)를 구비하는 노광 장치 (EX)가 제공된다.
- [0015] 본 발명에 의하면, 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재와 액침 노광용 액체와의 친화성을 계측하는 계측 장치를 설치함으로써, 이 계측 결과에 근거하여 최적의 액침 조건을 결정할 수 있다. 따라서, 상이한 종류의 막부재가 형성된 복수의 기판 각각에 대하여 액침 노광하는 경우에도, 양호한 액침 조건하에서 각 기판을 원활하게 노광 처리할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL)와, 상기 액체와의 친화성과, 그 친화성에 대응하는 액침 조건과의 관계를 복수 기억하는 기억 장치 (MRY)를 구비하고, 상기 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP)에 따라서, 상기 기억 장치로부터 액침 조건이 선택되는 노광 장치 (EX)가 제공된다.
- [0017] 본 발명에 의하면, 액체와 막부재의 친화성과, 거기에 대응하는 액침 조건과의 관계를 미리 기억 장치에 기억시켜 둠으로써, 노광 대상인 막부재에 관한 정보에 따라서 최적의 액침 조건을 선택하고 결정할 수 있다. 따라서, 상이한 종류의 막부재가 형성된 복수의 기판 각각에 대하여 액침 노광하는 경우에도, 양호한 액침 조건하에서 각 기판을 원활하게 노광 처리할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 상에 투영하는 투영 광학계 (PL)와, 상기 기판 상의 액체 접촉면에 형성가능한 여러 가지 막부재 (SP)와 각각의 막부재에 적합한 액침 조건의 관계를 기억하는 기억 장치 (MRY)를 포함하는 노광 장치 (EX)가 제공된다. 이 노광 장치에 의하면, 기억 장치가 막부재와 각각의 막부재에 최적화된 액침 조건을 기억하고 있기 때문에, 막부재가 결정되면 기억 장치로부터 즉시 최적의 액침 조건, 예를 들어, 액체를 기판 상에 공급하는 조건, 기판 상에서 액체를 회수하는 조건 및 기판 상에 공급하는 액체의 종류 등을 골라 낼 수 있다. 따라서, 액침 노광시에, 노광 대상물의 변경이나 막부재의 변경이 있더라도, 신속하게 최적의 액침 조건으로 대처할 수 있다. 노광 장치는, 또한, 액침 노광에 사용되는 막부재에 따라서 상기 기억 장치로부터 액침 조건을 선택하여 액침 조건을 설정하는 제어 장치 (CONT)를 구비해도 되고,

이것에 의해 최적의 액침 노광을 자동화하여 실행할 수 있다.

[0019] 본 발명의 제 6 양태에 의하면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 기판 (P)을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL) 와, 액체 (1)를 공급하기 위한 공급구 (13A, 14A)를 갖는 액체 공급 기구 (10)를 구비하고, 공급구 (13A, 14A)의 크기 및 형상 중 적어도 하나는 변경가능한 노광 장치 (EX)가 제공된다. 이 노광 장치에 의하면, 공급구의 크기 및 형상 중 적어도 하나가 변경가능하기 때문에, 예를 들어, 액침 노광시에 노광 대상물의 변경이나 막부재의 변경이 있더라도, 신속하게 최적의 액침 조건으로 대처할 수 있다.

[0020] 본 발명의 제 7 양태에 의하면, 액체 (1)를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써 기판 (P)을 노광하는 노광 장치로서, 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL) 와, 액체 (1)를 회수하기 위한 회수구 (31A, 32A)를 갖는 액체 회수 기구 (30)를 구비하고, 회수구 (31A, 32A)의 크기 및 형상 중 적어도 하나는 변경가능한 노광 장치 (EX)가 제공된다. 이 노광 장치에 의하면, 회수구의 크기 및 형상 중 적어도 하나가 변경가능하기 때문에, 예를 들어, 액침 노광시에, 노광 대상물의 변경이나 막부재의 변경이 있더라도 신속하게 최적의 액침 조건으로 대처할 수 있다.

[0021] 본 발명의 제 8 양태에 따르면, 상기 양태의 노광 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 또한, 본 발명의 제 9 양태에 따르면, 상기 양태의 노광 장치 (EX)를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 본 발명에 의하면, 여러 가지 종류의 기판에 대하여 양호한 액침 조건하에서 높은 패턴 전사 정밀도로 패턴을 전사할 수 있고, 원하는 성능을 발휘할 수 있는 디바이스를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 노광 장치의 일 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시형태에서의 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 배치예를 나타내는 평면도이다.

도 3(a)~3(d)는 공급부재 및 회수부재의 일 실시형태를 나타내는 단면도이다.

도 4(a) 및 4(b)는 액체 공급 위치 및 액체 회수 위치가 변화하는 모습을 설명하기 위한 모식도이다.

도 5는 본 발명의 실시형태에서의 제어계의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 6(a) 및 6(b)는 계측 장치의 일 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다.

도 7(a) 및 7(b)는 공급부재 및 회수부재의 일 실시형태를 나타내는 단면도이다.

도 8은 본 발명의 실시형태에 있어서의 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 나타내는 플로우차트도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 노광 장치에 관해서 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

[0024] 도 1은 본 발명의 노광 장치의 일 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다. 도 1에 있어서, 노광 장치 (EX)는, 마스크 (레티클: M)를 지지하는 마스크 스테이지 (MST), 기판 (P)을 지지하는 기판 스테이지 (PST), 마스크 스테이지 (MST)에 지지되어 있는 마스크 (M)를 노광광 (EL)에 의해 조명하는 조명 광학계 (IL), 노광광 (EL)에 의해 조명된 마스크 (M)의 패턴의 이미지를 기판 스테이지 (PST)에 지지되어 있는 기판 (P)에 투영 노광하는 투영 광학계 (PL), 노광 장치 (EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치 (CONT), 및 제어 장치 (CONT)에 접속되고, 노광 동작에 관한 각종 정보를 기억한 기억 장치 (MRY)를 구비하고 있다.

[0025] 본 실시형태의 노광 장치 (EX)는, 노광 과장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시킴과 함께 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 기판 (P) 상에 액체 (1)를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 와, 기판 (P) 상의 액체 (1)를 회수하는 액체 회수 기구 (30)를 구비하고 있다. 노광 장치 (EX)는, 적어도 마스크 (M)의 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 전사하고 있는 동안, 액체 공급 기구 (10)로부터 공급된 액체 (1)에 의해 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)을 포함한 기판 (P) 상의 적어도 일부에 액침 영역 (AR2)을 형성한다. 구체적으로는, 노광 장치 (EX)는, 투영 광학계 (PL)의 선단부의 광학 소자 (2)와 기판 (P) 표면 (노광면)과의 사이에 액체 (1)를 채우고, 이 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이의 액체

(1) 및 투영 광학계 (PL) 를 통하여 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기판 (P) 상에 투영하고, 기판 (P) 을 노광한다.

[0026] 여기서, 본 실시형태에서는, 노광 장치 (EX) 로서 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 주사 방향 (소정 방향) 에서의 서로 다른 방향 (역방향) 으로 동기 이동시키면서 마스크 (M) 에 형성된 패턴을 기판 (P) 에 노광하는 주사형 노광 장치 (소위 스캐닝 스테퍼) 를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 수평면 내에서 마스크 (M) 와 기판 (P) 의 동기 이동 방향 (주사 방향, 소정 방향) 을 X 축 방향, 수평면 내에서 X 축 방향과 직교하는 방향을 Y 축 방향 (비주사 방향), X 축 및 Y 축 방향에 수직이고 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 일치하는 방향을 Z 축 방향으로 한다. 또한, X 축, Y 축, 및 Z 축 둘레 방향을 각각 ΘX , ΘY , 및 ΘZ 방향으로 한다.

[0027] 기판 (P) 은, 디바이스의 기재 (반도체 웨이퍼나 유리 기판) 상에 포토레지스트층, 또는 이 포토레지스트층의 상층에 형성되는 텁코트층 (보호층) 으로 이루어지는 막부재 (SP) 가 형성되어 있다. 따라서, 기판 (P) 상의 최상층에 형성된 막부재 (SP) 는, 액침 노광시에 있어서 액체 (1) 에 접촉하는 액체 접촉면을 형성한다. 포토레지스트층으로는, 예를 들어 도쿄오카공업주식회사에서 제조된 P6111 가 사용되고, 텁코트층으로서, 예를 들어 도쿄오카공업주식회사에서 제조된 TSP-3A 가 사용된다. 이들 막부재의 재료 특성, 특히, 사용하는 액체와의 젖음성 또는 접촉각에 따라서 액침 조건이 결정된다.

[0028] 조명 광학계 (IL) 는 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 에 의해 조명하는 것으로, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인터그레이터, 옵티컬 인터그레이터로부터 나온 노광광 (EL) 을 집광하는 콘텐서 렌즈, 릴레이 렌즈계, 노광광 (EL) 에 의한 마스크 (M) 상의 조명 영역 (IA) 을 슬릿 형상으로 설정하는 가변 시야 조리개 등을 갖고 있다. 마스크 (M) 상의 소정의 조명 영역 (IA) 은 조명 광학계 (IL) 에 의해 균일한 조도 분포의 노광광 (EL) 으로 조명된다. 조명 광학계 (IL) 로부터 사출되는 노광광 (EL) 으로는, 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 액시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 이나, ArF 액시머 레이저광 (파장 193nm) 및 F₂ 레이저광 (파장 157nm) 등의 전공 자외광 (VUV 광) 등이 사용된다. 본 실시형태에 있어서는 ArF 액시머 레이저광이 사용된다.

[0029] 마스크 스테이지 (MST) 는 마스크 (M) 를 지지하는 것으로서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능하고 또 ΘZ 방향으로 미소 회전 가능하다. 마스크 스테이지 (MST) 는 리니어 모터 등의 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 에 의해 구동된다. 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 마스크 스테이지 (MST) 상에는 이동경 (移動鏡; 50) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (50) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (51) 가 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 상의 마스크 (M) 의 2 차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계 (51) 에 의해 실시간으로 계측되고, 그 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (51) 의 계측 결과에 근거하여 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 를 구동시킴으로써, 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 의 위치를 결정한다.

[0030] 투영 광학계 (PL) 는 마스크 (M) 의 패턴을 소정의 투영 배율 (β) 로 기판 (P) 에 투영 노광하는 것으로서, 기판 (P) 측의 선단부에 형성된 광학 소자 (렌즈: 2) 를 포함하는 복수의 광학 소자로 구성되어 있고, 이들 광학 소자는 경통 (PK) 에 의해 지지되어 있다. 또한, 투영 광학계 (PL) 에는, 이 투영 광학계 (PL) 의 결상 특성 (광학 특성) 을 조정할 수 있는 결상 특성 제어 장치 (3) 가 설치되어 있다. 결상 특성 제어 장치 (3) 는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학 소자의 일부를 이동시킬 수 있는 광학 소자 구동 기구, 및 경통 (PK) 내의 복수의 광학 소자 사이 중에서 특정한 공간의 압력을 조정하는 압력 조정 기구를 포함하여 구성되어 있다. 광학 소자 구동 기구는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학 소자 중 특정한 광학 소자를 광축 (AX) 방향으로 이동시키거나, 광축 (AX) 에 대하여 기울여지게 한다. 결상 특성 제어 장치 (3) 는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 제어 장치 (CONT) 는 결상 특성 제어 장치 (3) 를 통해, 투영 광학계 (PL) 의 투영 배율이나 이미지면의 위치를 조정할 수 있다.

[0031] 본 실시형태에 있어서, 투영 광학계 (PL) 는, 투영 배율 (β) 이 예를 들어 1/4 또는 1/5 의 축소계이다. 또, 투영 광학계 (PL) 는 등배계 및 확대계 중 어느 것이어도 상관없다. 또한, 본 실시형태에서의 투영 광학계 (PL) 의 선단부의 광학 소자 (2) 는 경통 (PK) 에 대하여 착탈 (교환) 이 가능하게 형성되어 있다. 또한, 선단부의 광학 소자 (2) 는 경통 (PK) 으로부터 노출되어 있어, 액침 영역 (AR2) 의 액체 (1) 는 광학 소자 (2) 에 접촉한다. 이것에 의해, 금속으로 이루어지는 경통 (PK) 의 부식 등을 방지할 수 있다.

[0032] 또한, 노광 장치 (EX) 는, 포커스 검출계 (4) 를 갖고 있다. 포커스 검출계 (4) 는, 발광부 (4a) 와 수광부 (4b) 를 갖고, 발광부 (4a) 로부터 액체 (1) 를 통하여 기판 (P) 표면 (노광면) 에 비스듬한 방향에서 검출광을 투사하고, 그 반사광을 수광부 (4b) 에서 수광한다. 제어 장치 (CONT) 는, 포커스 검출계 (4) 의 동작을 제어함과 함께, 수광부 (4b) 의 수광 결과에 근거하여 소정 기준면에 대한 기판 (P) 표면의 Z 축 방향에서의 위치 (포커스 위치) 를 검출한다. 또한, 포커스 검출계 (4) 에 의해 기판 (P) 표면의 복수의 각 점에서의 각 포커스 위치를 구함으로써, 기판 (P) 의 경사 방향의 자세를 구할 수도 있다.

[0033] 기판 스테이지 (PST) 는 기판 (P) 을 지지하는 것으로서, 기판 (P) 을 기판 홀더를 통하여 유지하는 Z 스테이지 (52), Z 스테이지 (52) 를 지지하는 XY 스테이지 (53), 및 XY 스테이지 (53) 를 지지하는 베이스 (54) 를 구비하고 있다. 기판 스테이지 (PST) 는 리니어 모터 등의 기판 스테이지 구동 장치 (PSTD) 에 의해 구동된다.

기판 스테이지 구동 장치 (PSTD) 는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 또, Z 스테이지와 XY 스테이지 를 일체적으로 형성할 수도 있음은 물론이다. 기판 스테이지 (PST) 의 XY 스테이지 (53) 를 구동시킴으로써, 기판 (P) 의 XY 방향에서의 위치 (투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 실질적으로 평행한 방향의 위치) 가 제어된다.

[0034] 기판 스테이지 (PST) (Z 스테이지 (52)) 상에는, 기판 스테이지 (PST) 와 함께 투영 광학계 (PL) 에 대하여 이동하는 이동경 (55) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (55) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (56) 가 형성되어 있다. 기판 스테이지 (PST) 상의 기판 (P) 의 2 차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계 (56) 에 의해 실시간으로 계측되고, 그 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (56) 의 계측 결과에 근거하여 기판 스테이지 구동 장치 (PSTD) 를 통해 XY 스테이지 (53) 를 구동함으로써 기판 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기판 (P) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향에서의 위치를 결정한다.

[0035] 또한, 제어 장치 (CONT) 는 기판 스테이지 구동 장치 (PSTD) 를 통해 기판 스테이지 (PST) 의 Z 스테이지 (52) 를 구동함으로써, Z 스테이지 (52) 에 유지되어 있는 기판 (P) 의 Z 축 방향에서의 위치 (포커스 위치), 및 Θ X, Θ Y 방향에서의 위치를 제어한다. 즉, Z 스테이지 (52) 는, 포커스 검출계 (4) 의 검출 결과에 근거한 제어 장치 (CONT) 로부터의 지령에 따라서 동작하고, 기판 (P) 의 포커스 위치 (Z 위치) 및 경사각을 제어하여 기판 (P) 의 표면 (노광면) 을 투영 광학계 (PL) 및 액체 (1) 를 통하여 형성되는 이미지면에 일치시킨다.

[0036] 기판 스테이지 (PST) (Z 스테이지 (52)) 상에는, 기판 (P) 을 둘러싸도록 표면이 평坦한 보조 플레이트 (57) 가 설치되어 있다. 보조 플레이트 (57) 는 그 표면이 기판 홀더에 유지된 기판 (P) 의 표면과 거의 같은 높이가 되도록 설치되어 있다. 여기서, 기판 (P) 의 엣지 (edge) 와 보조 플레이트 (57) 사이에는 1~2mm 정도의 간극이 있지만, 액체 (1) 의 표면장력에 의해 그 간극으로 액체 (1) 가 흘러 드는 일이 거의 없고, 기판 (P) 의 주연 (周緣) 근방을 노광하는 경우에도, 보조 플레이트 (57) 에 의해 투영 광학계 (PL) 아래에 액체 (1) 를 유지할 수 있다.

[0037] 액체 공급 기구 (10) 는 기판 (P) 상에 액침 노광용 액체 (1) 를 공급하는 것으로서, 복수 종류의 액체 (1) 를 공급할 수 있다. 본 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10) 는 제 1 액체인 순수 (純水) 와 제 2 액체인 불소계 오일 (불소계 유체) 의 2 종류의 액체 (1) 가 공급 가능하다. 액체 공급 기구 (10) 는, 제 1 액체 (순수) 를 송출할 수 있는 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 2 액체 공급부 (12) 와, 제 2 액체 (불소계 오일) 를 송출할 수 있는 제 3 액체 공급부 (21) 및 제 4 액체 공급부 (22) 와, 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 3 액체 공급부 (21) 에 접속되고, 제 1 액체 (순수) 및 제 2 액체 (불소계 오일) 중 어느 일방을 선택하여 이 선택한 액체 (1) 를 기판 (P) 상에 공급하는 제 1 배관계 (15) 와, 제 2 액체 공급부 (12) 및 제 4 액체 공급부 (22) 에 접속되고, 제 1 액체 (순수) 및 제 2 액체 (불소계 오일) 중 어느 일방을 선택하여 이 선택한 액체 (1) 를 기판 (P) 상에 공급하는 제 2 배관계 (16) 를 갖고 있다.

[0038] 도 2 는, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (30) 의 개략 구성을 나타내는 평면도이다. 도 1 및 도 2 에 나타내는 바와 같이, 제 1 배관계 (15) 는, 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 3 액체 공급부 (21) 중 어느 일방으로부터 송출된 액체 (1) 가 유통되는 공급관 (19) 을 구비하고 있다. 이 공급관 (19) 의 일단부는, 관 (17, 18) 을 통하여 각각 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 3 액체 공급부 (21) 에 접속되어 있다. 한편, 공급관 (19) 의 타단부는, 복수의 분지관 (13B) 을 통하여 복수의 제 1 공급부재 (13) 에 각각 접속되어 있다. 복수의 제 1 공급부재 (13) 는 Y 축 방향으로 정렬하여 배치되어 있고, 그 공급구 (13A) 는 기판 (P) 의 표면을 향하여 근접하여 배치되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 제 1 공급부재 (13) 는 5 개가 정렬하여 배치되어

있다. 또한, 이들 제 1 공급부재 (13) 는, Y 축 방향 (비주사 방향) 을 길이 방향으로 하는 슬릿 형상 (직사각 형상) 으로 설정된 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 일방측 (-X 축) 에 설치되어 있다.

[0039] 관 (17, 18) 에는 밸브 (17A, 18A) 가 각각 설치되어 있다. 밸브 (17A, 18A) 의 동작은 제어 장치 (CONT) 로 제어된다. 제어 장치 (CONT) 는, 밸브 (17A, 18A) 를 사용하여 관 (17) 을 개방함과 함께 관 (18) 을 폐색하고, 제 1 액체 공급부 (11) 를 구동시킴으로써, 제 1 액체 공급부 (11) 로부터 제 1 액체 (순수) 를 관 (17), 공급관 (19) 및 제 1 공급부재 (13) 를 통하여 공급구 (13A) 에서 기판 (P) 상으로 공급한다. 한편, 제어 장치 (CONT) 는, 밸브 (17A, 18A) 를 사용하여 관 (18) 을 개방함과 함께 관 (17) 을 폐색하고, 제 3 액체 공급부 (21) 를 구동시킴으로써, 제 3 액체 공급부 (21) 로부터 제 2 액체 (불소계 오일) 를 관 (18), 공급관 (19) 및 제 1 공급부재 (13) 를 통하여 공급구 (13A) 에서 기판 (P) 상으로 공급한다.

[0040] 제 2 배관계 (16) 는, 제 2 액체 공급부 (12) 및 제 4 액체 공급부 (22) 중 어느 일방으로부터 송출된 액체 (1) 가 유통되는 공급관 (25) 을 구비하고 있고, 이 공급관 (25) 의 일단부는, 관 (23, 24) 을 통하여 각각 제 2 액체 공급부 (12) 및 제 4 액체 공급부 (22) 에 접속되어 있다. 한편, 공급관 (25) 의 타단부는, 복수의 분지 관 (14B) 을 통해 복수의 제 2 공급부재 (14) 에 각각 접속되어 있다. 복수의 제 2 공급부재 (14) 는 Y 축 방향으로 정렬하여 배치되어 있고, 그 공급구 (14A) 는 기판 (P) 의 표면에 근접하여 배치되어 있다. 제 2 공급부재 (14) 는, 제 1 공급부재 (13) 와 동일하게 5 개가 정렬하여 배치되어 있다. 또한, 이들 제 2 공급부재 (14) 는 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 타방측 (+X 축) 에 설치되어 있다.

[0041] 관 (23, 24) 에는 밸브 (23A, 24A) 가 각각 설치되어 있다. 밸브 (23A, 24A) 의 동작은 제어 장치 (CONT) 로 제어된다. 제어 장치 (CONT) 는, 밸브 (23A, 24A) 를 사용하여 관 (23) 을 개방함과 함께 관 (24) 을 폐색하고, 제 2 액체 공급부 (12) 를 구동시킴으로써, 제 2 액체 공급부 (12) 로부터 제 1 액체 (순수) 를 관 (23), 공급관 (25) 및 제 2 공급부재 (14) 를 통하여 공급구 (14A) 에서 기판 (P) 상으로 공급한다. 한편, 제어 장치 (CONT) 는, 밸브 (23A, 24A) 를 사용하여 관 (24) 을 개방함과 함께 관 (23) 을 폐색하고, 제 4 액체 공급부 (22) 를 구동시킴으로써, 제 4 액체 공급부 (22) 로부터 제 2 액체 (불소계 오일) 를 관 (24), 공급관 (25) 및 제 2 공급부재 (14) 를 통하여 공급구 (14A) 에서 기판 (P) 상으로 공급한다.

[0042] 상기 제 1~제 4 각 액체 공급부 (11, 12, 21, 22) 는, 각각 액체 (1) 를 수용하는 탱크 및 가압 펌프 등을 구비하고 있다. 이들 각 액체 공급부 (11, 12, 21, 22) 의 액체 공급 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 제어 장치 (CONT) 는, 각 액체 공급부 (11, 12, 21, 22) 에 의한 기판 (P) 상에 대한 단위 시간 당 액체 공급량을 각각 독립적으로 제어할 수 있다. 또한, 각 액체 공급부 (11, 12, 21, 22) 는 각각 액체의 온도 조정 기구를 갖고 있고, 장치가 수용되는 챔버 내의 온도와 대략 동일한 23°C 의 액체 (1) 를 기판 (P) 상에 공급할 수 있다.

[0043] 이와 같이, 액체 공급 기구 (10) 는, 배관계 (15, 16) 를 사용하여 복수종 (여기서는 2 종) 의 액침 노광용 액체 (1) 를 선택적으로 사용하기 위한 액체 공급 동작을 행한다. 도 2 에 나타내는 바와 같이, 액체 (1) 가 채워진 액침 영역 (AR2) 은, 투영 영역 (AR1) 을 포함하도록 기판 (P) 상의 일부에 형성된다. 액체 공급 기구 (10) 는, 복수의 제 1, 제 2 공급부재 (13, 14) 의 각각의 공급구 (13A, 14A) 로부터, 투영 영역 (AR1) 의 양측에서 액체 (1) 를 동시에 공급한다.

[0044] 이하, 액체 공급 기구 (10) 가 액침 노광용 액체 (1) 로서 순수를 공급하는 경우에 관해서 설명한다. 순수는 노광광 (EL) 이 ArF 엑시머 레이저광이어도 투과가능하다. 또한, 순수는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 도 투과가능하다. 또한, 투영 광학계 (PL) 선단의 광학 소자 (2) 는 형석으로 형성되어 있다. 형석은 순수와의 친화성이 높기 때문에, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 의 거의 전체면에 액체 (1) 를 밀착시킬 수 있다. 본 실시형태에 있어서는, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과의 친화성이 높은 액체 (순수; 1) 를 공급하고 있기 때문에, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과 액체 (1) 의 밀착성이 높고, 물과의 친화성이 높은 석영을 사용해도 된다. 또 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 에 친수화 (친액화) 처리하여, 액체 (1) 와의 친화성을 한층 더 높여도 된다.

[0045] 액체 회수 기구 (30) 는, 기판 (P) 상의 액체 (1) 를 회수한다. 액체 회수 기구 (30) 는, 기판 (P) 의 표면에 근접하여 배치된 회수구 (31A, 32A) 를 갖는 복수의 제 1, 제 2 회수부재 (31, 32) 와, 이 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32) 에 각각 회수관 (33A, 34A) 을 통하여 접속된 제 1, 제 2 액체 회수부 (33, 34) 를 구비하고 있다. 회수관 (33A) 은 복수의 제 1 회수부재 (31) 에 각각 접속되어 있고, 회수관 (34A) 도 복수의 제 2

회수부재 (32)에 각각 접속되어 있지만, 도 2에서는 그 도시를 일부 생략하고 있다. 복수의 제 1 회수부재 (31)는, 투영 영역 (AR1)의 $-X$ 측에 대략 원호 형상으로 배치되어 있고, 그 회수구 (31A)는 기판 (P)의 표면을 향하도록 배치되어 있다. 또한, 복수의 제 2 회수부재 (32)는, 투영 영역 (AR1)의 $+X$ 측에 대략 원호 형상으로 배치되어 있고, 그 회수구 (32A)는 기판 (P)의 표면을 향하도록 배치되어 있다. 이들 복수의 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)는, 액체 공급 기구 (10)의 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14) 및 투영 영역 (AR1)을 둘러싸도록 배치되어 있다.

[0046] 제 1 및 제 2 액체 회수부 (33, 34)는, 예를 들어 진공 펌프 등의 흡인 장치 및 회수한 액체 (1)를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있고, 기판 (P) 상의 액체 (1)를 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32) 및 회수관 (33A, 34A)을 통하여 회수한다. 제 1 및 제 2 액체 회수부 (33, 34)의 액체 회수 동작은, 제어 장치 (CONT)에 의해 제어된다. 제어 장치 (CONT)는, 제 1 및 제 2 액체 회수부 (33, 34)에 의한 단위 시간 당 액체 회수량 (회수력)을 제어할 수 있다. 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 공급구로부터 기판 (P) 상에 공급된 액체 (1)는, 투영 광학계 (PL)의 선단부 (광학 소자 (2))의 하단면과 기판 (P) 사이에서 퍼지면서 적시도록 공급된다. 또한, 투영 영역 (AR1)에 대하여 제 1 및 제 2 공급 부재 (13, 14)의 외측으로 유출된 액체 (1)는, 이 제 1 및 제 2 공급 부재 (13, 14) 보다 투영 영역 (AR1)에 대하여 외측에 배치되어 있는 제 1 및 제 2 회수 부재 (31, 32)의 회수구로부터 회수된다.

[0047] 도 3은 제 1 공급부재 (13)의 확대 단면도이다. 도 3(a)에 있어서, 제 1 공급부재 (13)는, 본체부재 (40), 본체부재 (40)의 하방에서 본체부재 (40)에 대하여 X 방향으로 슬라이딩 가능한 슬라이드부재 (41), 및 슬라이드부재 (41)의 하단부인 공급구 (13A)에 설치되고, 슬라이드부재 (41)에 대하여 X 방향으로 슬라이딩 함으로써 공급구 (13A)의 크기를 변경할 수 있는 셔터부재 (42)를 구비하고 있다. 슬라이드부재 (41) 및 셔터부재 (42)는, 도시하지 않은 구동 장치에 의해 슬라이딩 이동된다. 도 3(b)에 나타내는 바와 같이, 슬라이드부재 (41)가 본체부재 (40)에 대하여 $+X$ 방향으로 이동함으로써, 공급구 (13A)의 위치가 $+X$ 측으로 이동한다. 또한, 도 3(c)에 나타내는 바와 같이, 슬라이드부재 (41)가 본체부재 (40)에 대하여 $-X$ 방향으로 이동함으로써, 공급구 (13A)의 위치가 $-X$ 측으로 이동한다. 또, 도 3(d)에 나타내는 바와 같이, 셔터부재 (42)가 공급구 (13A)의 내측을 향하여 이동함으로써, 공급구 (13A)가 작아진다.

[0048] 또한, 제 2 공급부재 (14), 제 1 회수부재 (31) 및 제 2 회수부재 (32)는, 각각 제 1 공급부재 (13)와 동등한 구성을 갖고 있다. 따라서, 제 2 공급부재 (14)는 공급구 (14A)의 위치 및 크기를 변경할 수 있다. 또, 공급구 (13A, 14A)는, 위치 및 크기 중 일방만을 변경할 수 있어도 된다. 마찬가지로, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)는 각각 회수구 (31A, 32A)의 위치 및 크기를 변경할 수 있다. 회수구 (31A, 32A)에 관해서도, 그 위치 및 크기 중 일방만을 변경할 수 있어도 된다.

[0049] 도 4는 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 액체 공급 위치, 및, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)의 액체 회수 위치가 변경되는 모습을 나타내는 모식도이다. 제어 장치 (CONT)는, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 구동 장치, 및, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)의 구동 장치를 구동시킴으로써, 도 4(a)에 나타내는 바와 같이, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)에 의한 액체 공급 위치를 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 가깝게 할 수 있음과 함께, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)에 의한 액체 회수 위치를 투영 영역 (AR1)으로부터 떨어뜨릴 수 있다. 또한, 도 4(b)에 나타내는 바와 같이, 제어 장치 (CONT)는, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 구동 장치, 및, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)의 구동 장치를 구동시킴으로써, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)에 의한 액체 공급 위치를 투영 영역 (AR1)으로부터 떨어뜨릴 수 있음과 함께, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)에 의한 액체 회수 위치를 투영 영역 (AR1)에 가깝게 할 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)에 의한 액체 공급 위치, 및, 제 1 및 제 2 회수부재 (31, 32)에 의한 액체 회수 위치는, 각각 독립적으로 조정이 가능하다.

[0050] 다음으로, 상기 서술한 노광 장치 (EX)를 사용하여, 마스크 (M)의 패턴의 이미지를 투영 광학계 (PL)와 액침 영역 (AR2)의 액체 (1)를 통하여 기판 (P) 상에 투영 노광하는 방법에 관해서 설명한다.

[0051] 여기서, 본 실시형태에서의 노광 장치 (EX)는, 마스크 (M)와 기판 (P)을 X 축 방향 (주사 방향)으로 이동하면서 마스크 (M)의 패턴 이미지를 기판 (P)에 투영 노광하는 것이다. 이 노광 장치 (EX)에서는, 투영 광학계 (PL)의 선단부 바로 아래의 슬릿 형상 (직사각 형상)의 투영 영역 (AR1)에 조명 영역 (IA)에 대응한 마스크 (M)의 일부의 패턴 이미지가 투영됨과 함께, 투영 광학계 (PL)에 대하여, 마스크 (M)가 $-X$ 방향 (또는 $+X$ 방향)으로 속도 (V)로 이동하는 데 동기하여 XY 스테이지 (53)를 통해 기판 (P)이 $+X$ 방향 (또는 $-X$ 방향)으로 속도 ($\beta \cdot V$; β 는 투영 배율)로 이동함으로써, 주사 노광된다. 또, 기판 (P) 상에는 복

수의 쇼트 영역이 설정되어 있고, 하나의 쇼트 영역에 대한 노광 종료 후에 기판 (P) 의 스텝핑 이동에 의해 다음 쇼트 영역이 주사 개시 위치로 이동한다. 이하, 스텝 앤드 스캔 방식에 의해 기판 (P) 을 이동하면서 각 쇼트 영역 (SA) 에 대한 주사 노광 처리가 순차적으로 이루어진다.

[0052] 또한, 도 5 의 블록도에 나타내는 바와 같이, 기억 장치 (MRY) 에는, 액침 노광하기 위한 액침 조건에 관한 정보가 기억되어 있다 (액침 조건 데이터베이스). 구체적으로는, 기억 장치 (MRY) 는, 액침 노광시에 있어서 기판 (P) 상의 액체 (1) 에 접촉하는 액체 접촉면에 형성되어 있는 막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성과, 그 친화성에 대응하는 액침 조건과의 관계가 복수 맵 데이터로서 기억되어 있다. 여기서, 막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성에 관한 정보는, 막부재 (SP) 에 대한 액체 (1) 의 접촉각 정보를 포함한다. 또, 기억 장치 (MRY) 에는, 액체 (1) 의 재료 특성 (예를 들어, 휘발성이나 접성, 밀도, 표면장력 등) 에 따른 액침 노광 조건이 미리 기억되어 있다. 그리고, 후술하는 바와 같이 각종 막부재 (SP) 와 이들 막부재 (SP) 에 적합한 액체 종류를 미리 조사해 두고, 막부재 (SP) 와 그 막부재에 적합한 액체 종류의 조합 및 그 조합에 최적인 액침 조건을 기억 장치 (MRY) 에 저장해 두어도 된다.

[0053] 액침 노광 처리함에 있어서, 노광 처리해야 할 기판 (P) 의 막부재 정보가, 제어 장치 (CONT) 에 접속되어 있는 입력 장치 (60) 를 통하여 제어 장치 (CONT) 에 입력된다. 입력되는 막부재 정보에는, 막부재 (SP) 와 액체 (1) 와의 접촉각에 관한 정보가 포함되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 입력된 막부재 정보 (접촉각에 관한 정보) 에 따라서, 기억 장치 (MRY) 에 미리 기억되어 있는 막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성 (접촉각) 및 그 친화성 (접촉각) 에 대응하는 액침 조건과의 관계 (맵 데이터) 를 참조하여, 노광 처리해야 할 기판 (P) 에 대한 최적의 액침 조건을 선택하고, 결정한다.

[0054] 여기서, 액침 조건은, 액침 노광용 액체 (1) 의 기판 (P) 상에 대한 공급 조건을 포함한다. 또한, 액체 (1) 의 공급 조건은, 기판 (P) 상에 대한 액체 공급 위치에 관한 조건 및 단위 시간 당 액체 공급량에 관한 조건 중 적어도 하나를 포함한다.

[0055] 그리고, 액침 조건은, 액침 노광용 액체 (1) 의 기판 (P) 상으로부터의 회수 조건을 포함한다. 또한, 액체 (1) 의 회수 조건은, 기판 (P) 상으로부터 액체를 회수하는 위치에 관한 조건 및 단위 시간 당 액체 회수량 (액체 회수력) 에 관한 조건 중 적어도 하나를 포함한다.

[0056] 예를 들어, 제어 장치 (CONT) 는, 막부재 (SP) 에 대한 액체 (1) 의 접촉각에 따라서 액체 공급 기구 (10) 의 액체 공급량 및 액체 회수 기구 (30) 의 액체 회수량을 조정한다.

[0057] 구체적으로는, 막부재 (SP) 에 대하여 액체 (1) 의 접촉각이 큰 경우, 막부재 (SP) 는 액체 (1) 에 대하여 발액성 (撥液性; 발수성) 을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에 액체 (1) 를 공급하였을 때, 이 액체 (1) 가 펴지면서 과잉으로 적시지 않는다. 이러한 막부재 (SP) 에 대하여 액체 (1) 를 공급하는 경우는, 액체 공급 기구 (10) 는, 예를 들어, 단위 시간 당 액체 공급량을 많게 한다. 이렇게 함으로써, 기판 (P) (막부재 (SP)) 표면에 대하여 액체 (1) 가 양호하게 펴지면서 적실 수 있어, 액침 영역 (AR2) 을 원활하게 형성할 수 있다. 또한, 막부재 (SP) 가 발액성을 갖는 경우, 주사 노광을 위해서 기판 (P) 을 주사 이동시키면 액체 (1) 가 기판 (P) (막부재 (SP)) 에 대하여 박리되기 쉬워지지만, 액체 공급량을 많게 함으로써 액체 (1) 가 박리되는 일이 일어나지 않게 할 수 있다.

[0058] 또, 막부재 (SP) 가 액체 (1) 에 대하여 발액성 (발수성) 인 경우, 액체 (1) 는 펴지면서 과잉으로 적시지 않기 때문에, 액체 회수 기구 (30) 는 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1) 를 비교적 회수하기 쉽다. 따라서, 액체 회수 기구 (30) 는, 액체 회수력 (액체 회수부의 구동력), 즉, 단위 시간 당 액체 회수량을 저감하더라도 액체 (1) 를 원활하게 회수할 수 있다. 따라서, 액체 회수부의 구동에 기인하는 진동의 발생을 억제할 수 있다.

[0059] 한편, 막부재 (SP) 에 대한 액체 (1) 의 접촉각이 작은 경우, 막부재 (SP) 는 액체 (1) 에 대하여 친액성 (친수성) 을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에 액체 (1) 를 공급하였을 때, 액체 (1) 는 펴지면서 적시기 쉽다. 따라서, 이 막부재 (SP) 에 대하여 액체 (1) 를 공급하는 경우, 액체 공급 기구 (10) 는, 예를 들어 단위 시간 당 액체 공급량을 적게 하더라도 기판 (P) (막부재 (SP)) 표면에 대하여 액체 (1) 를 양호하게 펴지게 하면서 적실 수 있어, 액침 영역 (AR2) 을 원활하게 형성할 수 있다. 또한, 액체 (1) 의 액체 공급량을 저감할 수 있기 때문에 액체 (1) 의 낭비를 막고, 액체 공급부의 구동에 기인하는 진동의 발생을 억제할 수 있다.

[0060] 또한, 막부재 (SP) 가 액체 (1) 에 대하여 친액성 (친수성) 인 경우, 액체 (1) 는 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에

서 펴지면서 적시기 쉽기 때문에, 액체 회수 기구 (30)에 의해 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1)를 회수하기 어려워질 가능성이 있다. 따라서, 액체 회수 기구 (30)는 액체 회수력 (액체 회수부의 구동력), 즉 단위 시간 당 액체 회수량을 많게 한다. 이렇게 함으로써, 액체 회수 기구 (30)는 액체 (1)를 원활하게 회수할 수 있다.

[0061] 또한, 제어 장치 (CONT)는, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각에 따라서, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급 위치 및 액체 회수 기구 (30)의 액체 회수 위치를 조정할 수 있다.

[0062] 예를 들어, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각이 큰 경우에는, 막부재 (SP)는 액체 (1)에 대하여 발액성 (발수성)을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에 액체 (1)를 공급하였을 때에 액체 (1)가 펴지면서 적시기 어려워지기 때문에, 주사 노광하기 위해서 액체 (1)에 대하여 기판 (P)을 이동시킬 때, 기판 (P) (막부재 (SP))에 대하여 액체 (1)가 박리되기 쉬워질 가능성이 있다. 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 위치를 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)으로부터 떨어진 위치에, 즉 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 대한 액체 공급 위치의 거리를 길게 하여 액침 영역 (AR2)을 크게 형성함으로써, 기판 (P)을 주사 이동시켰을 때에 액체 (1)가 박리되는 일이 일어나지 않게 할 수 있다. 액체 공급 위치의 조정은, 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 공급부재 (13, 14)의 본체부재 (40)에 대하여 슬라이드부재 (41)를 슬라이딩시키면 된다.

[0063] 또한, 액체 (1)가 막부재 (SP)에 대하여 발액성 (발수성)인 경우, 과잉으로 펴지면서 적시지 않기 때문에, 전술한 바와 같이 액체 회수 기구 (30)는 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1)를 비교적 회수하기 쉽다.

따라서, 액체 회수 기구 (30)는 액체 회수 위치를 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 가까운 위치로 해도, 즉, 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 대한 액체 회수 위치의 거리를 짧게 하더라도 액체 (1)를 원활하게 회수할 수 있다. 따라서, 액체 회수 기구 (30)가 차지하는 공간을 적게 할 수 있다.

[0064] 한편, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각이 작은 경우, 막부재 (SP)는 액체 (1)에 대하여 친액성 (친수성)을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에 액체 (1)를 공급하였을 때, 액체 (1)가 펴지면서 적시기 쉽다. 따라서, 이러한 막부재 (SP)에 대하여 액체 (1)를 공급하는 경우에는, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 공급 위치를 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 가까운 위치로 함으로써, 즉, 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 대한 액체 공급 위치의 거리를 짧게 함으로써 액체 (1)가 외측으로 누설되는 것을 막을 수 있다.

[0065] 또한, 액체 (1)가 막부재 (SP)에 대하여 친액성 (친수성)인 경우, 액체 (1)는 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에서 펴지면서 적시기 쉽기 때문에, 액체 회수 기구 (30)에 의해서 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1)를 회수하기 어려워질 가능성이 있다. 액체 회수 기구 (30)에 의한 액체 회수 위치를 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에서 떨어진 위치로 함으로써, 즉, 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)에 대한 액체 회수 위치의 거리를 길게 함으로써 액체 회수 기구 (30)는 액체 (1)를 원활하게 회수할 수 있다. 즉, 액체 (1)가 펴지면서 적시기 쉬운 경우에는 액체 공급 위치에 대하여 떨어진 위치에서 액체를 회수함으로써, 공급된 액체 (1)의 흐름의 세기가 저감된 상태로 회수할 수 있다. 이에 의해, 막부재 (SP)에 대하여 친액성을 갖는 액체 (1)를 회수할 때에는, 액체 공급 위치와 떨어진 위치, 즉, 투영 영역 (AR1)과 떨어진 위치에 액체 회수 위치를 설정하는 것이 바람직하다.

[0066] 또한, 제어 장치 (CONT)는, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각에 따라서, 액체 공급 기구 (10)의 액체 공급구 (13A, 14A)의 크기 및 액체 회수 기구 (30)의 액체 회수구 (31A, 32A)의 크기를 조정할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각이 큰 경우에는, 막부재 (SP)는 액체 (1)에 대하여 발액성 (발수성)을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 기판 (P)에 대하여 액체 (1)가 박리되기 쉽다. 이 경우, 액체 공급구 (13A, 14A)를 작게 함으로써, 기판 (P) 상에 공급되는 액체 (1)의 흐름의 세기가 커지기 때문에, 박리를 막을 수 있다. 액체 공급구의 크기 조정은, 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이, 공급부재 (13, 14)의 셔터부재 (42)를 이동시키면 된다.

[0068] 또한, 액체 (1)가 막부재 (SP)에 대하여 발액성 (발수성)인 경우, 전술한 바와 같이, 액체 회수 기구 (30)에 의해서 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1)를 비교적 회수하기 쉽다. 이 경우, 액체 회수 기구 (30)의 액체 회수구 (31A, 32A)를 작게 할 수 있다. 액체 회수구 (31A, 32A)를 작게 함으로써, 액체 (1)를 회수할 때에 공기가 포함되기 어려워지므로, 액체 회수 기구 (30)는 기판 (P) 상의 액체 (1)를 원활하게 회수

할 수 있다.

[0069] 한편, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각이 작은 경우, 막부재 (SP)는 액체 (1)에 대하여 친액성 (친수성)을 갖고 있는 것이 되기 때문에, 액체 공급구 (13A, 14A)를 크게 하여 액체 (1)를 기판 (P) 상에 공급하더라도 원활하게 액침 영역 (AR2)을 형성할 수 있다.

[0070] 또한, 액체 (1)가 막부재 (SP)에 대하여 친액성 (친수성)인 경우, 액체 (1)가 기판 (P) (막부재 (SP)) 상에서 끼지면서 적시기 쉽기 때문에, 액체 회수 기구 (30)는 기판 (P) (막부재 (SP)) 상의 액체 (1)를 회수하기 어려워질 가능성이 있다. 그래서, 액체 회수구 (31A, 32A)를 크게 하여 넓은 범위에서 액체 (1)를 회수함으로써, 기판 (P) 상의 액체 (1)를 원활하게 회수할 수 있다.

[0071] 이상 설명한 바와 같이, 막부재 (SP)에 대한 액체 (1)의 접촉각 (친화성)에 대응하는 최적의 액침 조건 (공급·회수량, 공급·회수 위치 등)을 미리 구하고, 이 최적의 액침 조건에 관한 정보를 기억 장치 (MRY)에 기억시켜 둠으로써, 제어 장치 (CONT)는, 입력 장치 (60)를 통하여 입력된 노광 처리해야 할 기판 (P)의 막부재 (SP)에 관한 정보 (액체 (1)에 관한 막부재 (SP)의 접촉각 정보)에 근거하여, 복수 기억되어 있는 액침 조건 중에서 최적의 액침 조건을 선택하고 결정하며, 이 선택한 액침 조건에 근거하여, 전술한 바와 같이 최적의 액체 공급·회수량이나 액체 공급·회수 위치를 설정한다. 이 상태로, 제어 장치 (CONT)는 기판 (P)에 대하여 액침 노광을 실시한다.

[0072] 액침 노광 처리는, 다음과 같이 행해진다. 제어 장치 (CONT)는, 기판 반송계를 사용하여 기판 (P)을 기판 스테이지 (PST)에 로드한 후, 액체 공급 기구 (10)를 구동하여 기판 (P) 상에 대한 액체 공급 동작을 개시한다. 액침 영역 (AR2)을 형성하기 위해 액체 공급 기구 (10)의 제 1 및 제 2 액체 공급부 (11, 12)로부터 각각 송출된 액체 (1)는, 제 1 및 제 2 배관계 (15, 16)를 유통한 후, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)를 통하여 기판 (P) 상에 공급되어, 투영 광학계 (PL)와 기판 (P) 사이에 액침 영역 (AR2)을 형성한다. 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 공급구 (13A, 14A)는 투영 영역 (AR1)의 X 축 방향 (주사 방향) 양측에 배치되어 있다. 제어 장치 (CONT)는, 공급구 (13A, 14A)로부터 기판 (P) 상으로의 액체 (1)의 공급을 동시에 실시한다. 이것에 의해, 기판 (P) 상에 공급된 액체 (1)는, 적어도 투영 영역 (AR1) 보다 넓은 범위의 액침 영역 (AR2)을 기판 (P) 상에 형성한다.

[0073] 본 실시형태에 있어서, 투영 영역 (AR1)의 주사 방향 양측에서부터 기판 (P)에 대하여 액체 (1)를 공급할 때, 제어 장치 (CONT)는 액체 공급 기구 (10)의 제 1 및 제 2 액체 공급부 (11, 12)의 액체 공급 동작을 제어하여, 주사 방향에 관해서 투영 영역 (AR1)의 바로 앞에서 공급하는 단위 시간 당 액체 공급량을 그 반대측에서 공급하는 액체 공급량보다 많이 설정한다. 예를 들어, 기판 (P)을 +X 방향으로 이동시키면서 노광 처리하는 경우, 제어 장치 (CONT)는 투영 영역 (AR1)에 대하여 -X 측 (즉, 공급구 (13A))으로부터의 액체량을 +X 측 (즉, 공급구 (14A))으로부터의 액체량보다 많아지도록 설정한다. 한편, 기판 (P)을 -X 방향으로 이동시키면서 노광 처리하는 경우, 투영 영역 (AR1)에 대하여 +X 측으로부터의 액체량이 -X 측으로부터의 액체량보다 많아지도록 설정한다.

[0074] 또한, 제어 장치 (CONT)는, 액체 회수 기구 (30)의 제 1 및 제 2 액체 회수부 (33, 34)를 제어하여, 액체 공급 기구 (10)에 의한 액체 (1)의 공급 동작과 병행하여 기판 (P) 상의 액체 회수 동작을 실시한다. 이것에 의해, 제 1 및 제 2 공급부재 (13, 14)의 공급구 (13A, 14A)로부터 투영 영역 (AR1)의 외측에 흐르는 기판 (P) 상의 액체 (1)는, 제 1 및 제 2 회수부재 (33, 34)의 회수구 (31A, 32A)에서 회수된다. 이와 같이, 액체 회수 기구 (30)는, 투영 영역 (AR1)을 둘러싸도록 형성되어 있는 회수구 (31A, 32A)에 의해 기판 (P) 상의 액체 (1)를 회수한다.

[0075] 여기서, 제어 장치 (CONT)는, 기판 (P)의 이동 조건도 고려하여 액침 조건을 선택하고 결정할 수 있다. 예를 들어, 기판 (P)을 이동시키면서 주사 노광하는 경우, 기판 (P)의 막부재 (SP)가 액체 (1)에 대하여 친액성을 갖고 있는 경우에는 액체 (1)를 주사 방향의 일방의 측에서만 공급하더라도 액체 (1)가 기판 (P) 상에서 양호하게 끼지면서 적셔져, 액침 영역 (AR2)을 원활하게 형성할 수 있다. 예를 들어, 기판 (P)을 +X 방향으로 이동시키면서 액침 노광할 때, 액체 공급 기구 (10)는 제 1 공급부재 (13)로부터 액체 (1)를 공급하고, 제 2 공급부재 (14)로부터의 액체의 공급을 정지하거나, 또는 제 2 공급부재 (14)로부터의 액체 공급량을 제 1 공급부재 (13)로부터의 액체 공급량보다 적게 할 수 있다. 한편, 기판 (P)의 막부재 (SP)가 액체 (1)에 대하여 발액성을 갖고 있는 경우에는, 액체 (1)를 주사 방향 양측에서 공급함으로써 액침 영역 (AR2)을 원활하게 형성할 수 있다.

[0076] 또, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 X 축 방향 (주사 방향) 에 관한 속도 또는 가속도에 따라서 액침 조건을 결정한다. 예를 들어, 기판 (P) 의 주사 속도 (또는 가속도) 가 고속이면, 제어 장치 (CONT) 는 기판 (P) 에 대한 액체 공급량을 증가시킴과 함께, 기판 (P) 상의 액체 회수력을 증가시킨다. 한편, 기판 (P) 의 주사 속도 (또는 가속도) 가 비교적 저속이면, 제어 장치 (CONT) 는 기판 (P) 에 대한 액체 공급량을 줄이고 기판 (P) 상의 액체 회수력을 저감하더라도, 액침 영역 (AR2) 을 원활하게 형성할 수 있다.

[0077] 또한, 기판 (P) 의 주사 속도 (또는 가속도) 가 고속화됨으로써 액체 (1) 의 박리가 발생하기 쉬워지기 때문에, 액체 공급 기구 (10) 는 단위 시간 당 액체 공급량을 많게 하면서, 그 공급 위치를 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 에서 떨어진 위치에 설정하여 액침 영역 (AR2) 을 크게 한다. 이것에 의해, 액체 (1) 가 박리되는 것의 발생을 억제할 수 있다. 마찬가지로, 기판 (P) 의 주사 속도 (또는 가속도) 가 고속화됨으로써 기판 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하기 어려워지므로, 액체 회수 기구 (30) 에 의한 액체 회수력을 증가시키면서, 이 회수 위치를 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 으로부터 떨어진 위치에 설정하여, 액체 (1) 의 흐름의 세기가 저감된 위치에서 액체 (1) 를 회수함으로써, 액체 (1) 를 원활하게 회수할 수 있다.

[0078] *그리고, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 의 주사 방향 (X 축 방향) 및 스텝 이동 방향 (Y 축 방향) 을 포함한 기판 (P) 의 이동 방향에 따라서, 액침 조건을 결정한다. 예를 들어, 기판 (P) 이 Y 축 방향으로 스텝 이동 할 때에는, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 회수 동작을 정지하거나, 또는 주사 노광시에 비하여 액체 공급량을 저감한다. 또는, 제어 장치 (CONT) 는, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 배치된 복수의 회수부재 (31, 32) 중, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 Y 방향측에 배치된 회수부재 (31, 32) 로부터의 액체 회수량이 많아지도록 제어할 수 있다.

[0079] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 막부재 (SP) 에 따라서, 액침 조건의 하나인 액체 공급구 (13A, 14A) 의 형상이나, 액체 회수구 (31A, 32A) 의 형상을 바꿀 수도 있다. 본 실시형태에서는, 셔터부재 (42) 를 구동시킴으로써 공급구 또는 회수구를 폭이 넓은 슬릿 형상 (대략 정사각 형상) 과 폭이 좁은 슬릿 형상 (직사각 형상) 사이에서 변경시킬 수 있지만, 예를 들어, 공급구 및 회수구의 형상을 막부재 (SP) 에 따라서, 원 형상이나 타원 형상, 또는 다각 형상으로 하는 등 여러 가지 형상을 선택하여 결정해도 된다.

[0080] 그런데, 전술한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 제 1 액체인 순수와, 제 2 액체인 불소계 오일을 전환하여 기판 (P) 상에 공급이 가능하다. 제어 장치 (CONT) 는, 노광 처리해야 할 기판 (P) 의 막부재 (SP) 에 따라서 기판 (P) 상에 공급하는 액체 (1) 를 변경한다. 예를 들어, 막부재 (SP) 가 아민계 물질 등과 같이 순수에 쉽게 녹는 것인 경우, 액침 노광용 액체 (1) 로서 불소계 오일을 사용하는 것이 바람직하다. 입력 장치 (60) 를 통하여 막부재 (SP) 에 관한 정보가 입력된 후, 제어 장치 (CONT) 는 액체 공급 기구 (10) 를 제어하여 기판 (P) 에 공급하는 액체 (1) 를 선택한다. 이어서, 제어 장치 (CONT) 는, 사용하는 액체 (1) 에 따라서 액침 조건을 결정한다.

[0081] 기억 장치 (MRY) 에는, 미리 이 막부재 (SP) 와 액체 (제 2 액체: 1) 의 친화성과, 그 친화성에 대응하는 액침 조건과의 관계도 기억되어 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 노광 처리해야 할 기판 (P) (막부재 (SP)) 에 따라서, 액체 공급 · 회수량이나 액체 공급 · 회수 위치를 포함한 액침 조건을 결정한다.

[0082] *전술한 막부재 (SP) 에 따라서 기판 (P) 상에 공급하는 액체 (1) 를 변경하는 경우에는, 막부재 (SP) 와 그 막부재 (SP) 에 적합한 액체 종류의 조합 그리고 그 조합을 사용하는 경우의 액침 조건을 기억 장치 (MRY) 에 저장해 둘 수 있다. 이렇게 함으로써, 노광 장치의 오퍼레이터가 막부재 (SP) 를 설정 (입력) 하면, 액체 종류를 포함한 액침 조건이 자동적으로 결정되게 된다. 즉, 액체 종류의 설정은 액침 조건의 하나로 볼 수도 있다. 또, 막부재 (SP) 로는, 포토레지스트의 재료, 제조주, 품번 등을 기억시켜 둘 수 있다.

[0083] 또한, 기판 (P) 상에 공급하는 액체 (1) 의 재료 특성에 의해 액침 조건을 변경할 수도 있다. 예를 들어, 액체 (1) 가 휘발되기 쉬운 액체인 경우에는, 단위 시간 당 액체 공급량을 많게 한다. 이것에 의해, 휘발되기 쉬운 액체 (1) 라도 액침 영역 (AR2) 을 원활하게 형성할 수 있다. 또한, 휘발되기 쉬운 액체 (1) 를 사용한 경우, 휘발됨으로써 기판 (P) 으로부터 제거되기 때문에, 예를 들어 액체 회수력을 저감할 수도 있다. 즉, 제어 장치 (CONT) 는, 기판 (P) 상에 공급되는 액체 (1) 의 재료 특성 중 휘발성에 맞춰 액침 조건을 조정 할 수 있다.

[0084] 또한, 기관 (P) 상에 공급하는 액체 (1)의 점성이 높은 경우에는, 예를 들어, 기관 (P)에 대한 기관 훌더에 의한 기관 유지력을 크게 하는 등, 제어 장치 (CONT)는, 액체 (1)의 재료 특성 중 점성에 맞춰 액침 노광 조건을 조정할 수 있다. 즉, 액체 (1)의 점성이 높으면, 주사 노광했을 때에 액체 (1)의 점성에 의해 기관 (P)이 액체 (1)로 끌려가, 노광 중에 기관 훌더에 대한 기관 (P)의 위치가 어긋날 가능성이 있다. 본 실시형태에 있어서, 제어 장치 (CONT)는, 액체 (1)의 점성에 따라서 기관 훌더에 의한 기관 (P)의 유지력을 조정할 수 있다. 구체적으로는, 기관 훌더가 진공 흡착 구멍을 통하여 기관 (P)을 진공 흡착 유지하는 구조인 경우에는, 제어 장치 (CONT)에 의한 기관 (P)에 대한 진공 흡착력을 증가시킨다. 한편, 액체 (1)의 점성이 낮은 경우에는, 주사 노광 중에 기관 (P)의 위치가 어긋날 가능성이 낮아지므로, 기관 (P)의 회어짐을 고려하여 제어 장치 (CONT)에 의해 기관 (P)에 대한 진공 흡착력을 저감하도록 제어할 수 있다.

[0085] 또, 액체 (1)가 변경됨으로써 액체 (1)의 비열도 변하기 때문에, 예를 들어, 노광광 (EL)의 광량을 조정하거나, 또는 액체 (1)의 온도 변화에 동반되는 액체 (1)의 굴절률 변화를 고려하여 기관 (P)의 포커스 위치 및 경사를 제어할 수 있다. 예를 들어, 포커스 검출계 (4)에 의한 포커스 위치 검출 결과를 보정하는 제어도 가능하다. 또한 액체 (1)와 막부재 (SP)의 친화성 (접촉각)이 변함으로써 액체 (1)가 기관 (P)에 미치는 압력도 변하기 때문에, 액체 (1)가 기관 (P)에 미치는 압력 변화도 고려하여 기관 (P)의 포커스 위치 및 경사를 제어할 수도 있다.

[0086] 또, 액체 (1)를 변경함으로써, 투영 광학계 (PL) 및 액체 (1)를 통과한 이미지의 결상 특성이 변화하는 일 있을 수 있다. 이 경우, 제어 장치 (CONT)는, 기억 장치 (MRY)에 미리 기억되어 있는 액체 (1)의 재료 특성 및 광학 특성에 근거하여 결상 특성 제어 장치 (3)를 구동시킴으로써, 액체 (1)를 변경한 것으로 인한 결상 특성의 변화를 보정할 수 있다. 그리고, 제어 장치 (CONT)는, 기관 스테이지 (PST)의 Z 축 방향의 위치나 ΘX, ΘY 방향의 자세를 조정함으로써, 액체 (1)의 변경에 따라 변화한 이미지면 위치에 기관 (P)의 표면을 맞춰 넣을 수도 있다.

[0087] 기억 장치 (MRY)에 기억되어 있는 맵 데이터는 수시로 갱신할 수 있다. 또 상이한 종류의 막부재 (SP)를 갖는 기관 (P)을 노광할 때나, 새로운 종류의 액체 (1)를 사용할 때에는, 이 새로운 막부재 (SP)나 액체 (1)에 관한 예를 들어 실험에 의해 맵 데이터를 작성하고, 기억 장치 (MRY)에 기억되어 있는 맵 데이터를 갱신하면 된다. 또한, 맵 데이터의 갱신은, 예를 들어 인터넷을 포함한 통신 장치를 통해, 노광 장치 (EX) (기억 장치 (MRY))에 대하여 원격지로부터 갱신하는 것도 가능하다.

[0088] 또, 상기 서술한 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10)는, 막부재 (SP)에 따라 2 종류의 액체를 공급할 수 있지만, 1 종류의 액체만을 공급하는 구성일 수도 있고, 3 종류 이상의 액체를 공급할 수 있도록 할 수도 있다. 또한 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 막부재 (SP)와 액체 (1)의 친화성과, 그 친화성에 대응하는 액침 조건과의 관계가 기억 장치 (MRY)에 기억되어 있지만, 사용하는 막부재 (SP)의 종류 및 사용하는 액체 (1)의 종류를 미리 알고 있는 경우에는, 막부재 (SP)와 액침 조건의 관계를 기억 장치 (MRY)에 기억해 두고, 오퍼레이터 등에 의해서 선택 (입력) 된 막부재 (SP)의 정보로부터 즉시 액침 조건이 결정되도록 해도 된다.

[0089] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 막부재 (SP)와 액체 (1)의 접촉각 (친화성)에 따라서 액침 조건을 결정하는 경우에, 기관 (P)의 이동 조건 (예를 들어, 주사 노광에서의 기관 (P)의 속도 또는 가속도나 혹은 그 양쪽)을 고려하고 있지만, 막부재 (SP)와 액체 (1)의 접촉각 (친화성)에 근거하여 기관 (P)의 이동 조건 (예를 들어, 주사 노광에서의 기관 (P)의 속도 또는 가속도나 혹은 그 양쪽)을 결정하도록 해도 된다. 예를 들어, 막부재 (SP)의 액체 (1)에 대한 친화성이 비교적 높은 경우에는, 주사 노광에서의 기관 (P)의 속도나 가속도를 크게 한다. 막부재 (SP)와 액체 (1)의 친화성이 비교적 높은 경우에는, 액체 (1)가 기관 (P) 상에서 퍼지면서 적시기 청기 때문에, 기관 (P)의 속도나 가속도를 크게 하더라도 액침 영역 (AR2)을 원활하게 형성할 수 있다. 반대로, 막부재 (SP)의 액체 (1)에 대한 친화성이 비교적 낮은 경우에는, 액체 (1)가 기관 (P) 상에서 퍼지면서 적시기 어렵기 때문에, 기관 (P)의 속도나 가속도를 지나치게 크게 하면 액체 (1)의 박리 등이 일어나, 투영 광학계 (PL)와 기관 (P) 사이를 액체 (1)로 충분히 채울 수 없을 가능성이 있다.

막부재 (SP)의 액체 (1)에 대한 친화성이 비교적 낮은 경우에는, 주사 노광에서의 기관 (P)의 속도나 가속도를 작게 한다. 또한, 막부재 (SP)에 따라서 결정된 액침 조건에 근거하여 기관 (P)의 이동 조건을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 막부재 (SP)에 따라서 결정된 액체 회수 기구 (30)의 액체 회수력이 작은 경우에는, 기관 (P)의 주사 속도나 가속을 작게 함으로써 액체 (1)의 박리나 누설을 방지할 수 있다.

[0090] 또한, 본 실시형태에서는, 막부재 (SP)와 액체 (1)의 접촉각 (친화성)을 미리 실험 등에 의해 구해 두고, 이 구한 접촉각에 대응하는 액침 조건을 기억 장치 (MRY)에 기억시켜 놓은 구성이지만, 노광 처리 전에 기관 (P)

상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성을 노광 장치 (EX) 에 설치된 계측 장치로 계측하고, 이 계측 결과에 근거하여 액침 조건을 결정하도록 해도 된다.

[0091] 도 6 은, 막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성을 계측하는 계측 장치 (70) 를 나타내는 모식도이다. 본 실시 형태에 있어서, 계측 장치 (70) 는 기판 (P) 의 반송 경로 상에 설치되어 있다. 도 6(a) 에 있어서, 계측 장치 (70) 는, 기판 반송계의 일부를 구성하는 로더용 핸드 (71) 와, 로더용 핸드 (71) 에 유지되어 있는 기판 (P) 상에 액체 (1) 의 액적을 적하할 수 있는 적하부 (72) 와, 액체 (1) 의 액적을 검지할 수 있는 검지부 (73) 를 구비하고 있다. 로더용 핸드 (71) 는, 노광 처리해야 할 기판 (P) 을 기판 스테이지 (PST) 에 로드한다.

로더용 핸드 (71) 는, 로더용 핸드 (71) 를 축 방향으로 회전시키기 위한 회전 구동부 (74) 를 가지고 있어, 기판 (P) 을 유지한 상태로 회전이 가능하게 되어 있다. 이 회전 구동부 (74) 의 구동은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 검지부 (73) 는, 액적의 검지 신호를 제어 장치 (CONT) 에 출력한다.

[0092] *막부재 (SP) 와 액체 (1) 의 친화성 (접촉각) 을 계측할 때에는, 로더용 핸드 (71) 가 기판 (P) 을 수평으로 유지한 상태로 기판 (P) 의 막부재 (SP) 에 대하여 적하부 (72) 로부터 액체 (1) 인 액적이 적하된다. 액체 (1) 인 액적이 기판 (P) 의 막부재 (SP) 상에 배치되면, 로더용 핸드 (71) 를 도 6(a) 중의 화살표 r 로 나타내는 방향으로 회전시킴으로써 유지되어 있는 기판 (P) 을 기울여지게 한다. 기판 (P) 이 기울여짐에 따라서, 도 6(b) 에 나타내는 바와 같이, 액체 (1) 가 기판 (P) (막부재 (SP)) 표면에서 굴러가 낙하한다. 낙하한 액체 (1) 는 검지부 (檢知部; 73) 에 검지된다. 그 검지 신호는 제어 장치 (CONT) 에 출력되고, 제어 장치 (CONT) 는, 이 때의 기판 (P) 의 경사 각도 (전락각 (轉落角; θ)) 을 회전 구동부 (74) 의 구동량으로 구한다. 전락각 (θ) 은, 기판 (P) 을 수평면에 대하여 기울여지게 했을 때에 기판 (P) 의 막부재 (SP) 표면의 액체 (1) 인 액적이 굴러가 떨어지는 각도이다. 이 전락각 (θ) 은, 막부재 (SP) 에 대한 액체 (1) 의 접촉각에 대응한다. 예를 들어, 전락각 (θ) 이 작은 경우에는, 막부재 (SP) 는 액체 (1) 에 대하여 발액성을 갖고 그 접촉각이 크다. 따라서, 전락각 (θ) 을 구함으로써, 막부재 (SP) 에 대한 액체 (1) 의 접촉각을 구할 수 있다. 제어 장치 (CONT) 는, 계측 장치 (70) 에 의해 계측한 접촉각에 근거하여 액침 조건을 설정하고, 로더용 핸드 (71) 에 의해 기판 스테이지 (PST) 상에 로드된 기판 (P) 에 대하여 액침 노광을 실시한다.

[0093] 또, 본 실시형태에서는, 도 3 을 참조하여 설명한 바와 같이, 공급부재 (13, 14) 및 회수부재 (31, 32) 각각에 슬라이드 기구를 설치하고, 슬라이드 기구를 구동시킴으로써 액체 공급 위치 및 액체 회수 위치를 변경하고 있지만, 도 7 에 나타내는 바와 같이, 공급부재 및 회수부재의 일부를 플렉시블 튜브 (80) 로 구성하고, 이 튜브 (80) 를 구부림으로써, 도 7(a) 및 7(b) 에 나타내는 바와 같이 그 공급 위치 및 회수 위치를 변경하도록 해도 된다.

[0094] 또, 상기 실시형태에 있어서의 노광 장치 (EX) 는, 액체 (1) 로서 순수와 불소계 오일을 전환하여 사용할 수 있지만, 순수는 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있을 뿐 아니라, 기판 (P) 상의 포토레지스트나 광학 소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기판 (P) 의 표면 및 투영 광학계 (PL) 의 선단면에 형성되어 있는 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.

[0095] 그리고, 파장이 193nm 정도인 노광광 (EL) 에 대한 순수 (물) 의 굴절률 n 은 거의 1.44 정도로 알려져 있고, 노광광 (EL) 의 광원으로서 ArF 액시머 레이저광 (파장 193nm) 을 사용한 경우, 기판 (P) 상에서는 $1/n$, 즉 약 134nm 정도로 단파장화되어 높은 해상도가 얻어진다. 또, 초점 심도는 공기 중과 비교하여 약 n 배, 즉 약 1.44 배 정도로 확대되기 때문에, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점 심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는 투영 광학계 (PL) 의 개구수를 보다 증가시킬 수 있어, 이 점에 있어서도 해상도가 향상된다.

[0096] 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 광학 소자 (2) 가 장착되어 있고, 이 렌즈에 의해 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등) 를 조정할 수 있다. 그리고, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 장착되는 광학 소자로는, 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성의 조정에 사용되는 광학 플레이트여도 된다. 또는, 노광광 (EL) 을 투과할 수 있는 평행 평면판으로 할 수도 있다. 액체 (1) 와 접촉하는 광학 소자를 렌즈보다 저렴한 평행 평면판으로 함으로써, 노광 장치 (EX) 의 운반, 조립, 조정시 등에 있어서 투영 광학계 (PL) 의 투과율, 기판 (P) 상에서의 노광광 (EL) 의 조도, 및 조도 분포의 균일성을 저하시키는 물질 (예를 들어 규소계 유기물 등) 이 그 평행 평면판에 부착되어도 액체 (1) 를 공급하기 직전에 그 평행 평면판을

교환하기만 되어, 액체 (1) 와 접촉하는 광학 소자를 렌즈로 하는 경우와 비교하여 그 교환 비용이 낮아진다는 이점이 있다. 즉, 노광광 (EL) 의 조사에 의해 레지스트로부터 발생하는 비산 (飛散) 입자, 또는 액체 (1) 중의 불순물의 부착 등에 기인하여 액체 (1) 에 접촉하는 광학 소자의 표면이 더러워지기 때문에 그 광학 소자를 정기적으로 교환할 필요가 있지만, 이 광학 소자를 저렴한 평행 평면판으로 함으로써, 렌즈에 비하여 교환 부품의 비용이 낮고, 또 교환에 필요한 시간을 짧게 할 수 있어, 유지관리 비용 (유지 비용) 의 상승이나 작업처리량의 저하를 억제할 수 있다.

[0097] 또, 액체 (1) 의 흐름에 의해 발생하는 투영 광학계 (PL) 선단의 광학 소자와 기판 (P) 사이의 압력이 큰 경우에는, 그 광학 소자를 교환 가능하게 하는 것이 아니라, 그 압력에 의해 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정해도 된다.

[0098] 또, 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 와 기판 (P) 표면 사이가 액체 (1) 로 채워져 있는 구성이지만, 예를 들어 기판 (P) 의 표면에 평행 평면판으로 이루어지는 커버 글라스를 장착한 상태로 액체 (1) 를 채우는 구성이 어도 된다.

[0099] 한편, 예를 들어, 노광광 (EL) 의 광원이 F_2 레이저인 경우, 이 F_2 레이저광은 물을 투과하지 못하기 때문에, 액체 (1) 로는 F_2 레이저광을 투과 가능한 상기 불소계 오일 등의 불소계 유체인 것이 바람직하다. 이 경우, 액체 (1) 와 접촉하는 부분에는, 예를 들어 불소를 함유하는 극성이 작은 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써 친액화 처리한다. 또한, 액체 (1) 로는, 그 밖에도 노광광 (EL) 에 대한 투과성이 있고 가능한 한 굴절률이 높으며, 투영 광학계 (PL) 나 기판 (P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어 시더유 (ceder oil)) 을 사용할 수도 있다. 이 경우도 사용하는 액체 (1) 의 극성에 따라서 표면 처리가 실시된다.

[0100] 또, 상기 각 실시형태의 기판 (P) 으로는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리 기판이나, 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼, 또는 노광 장치에서 사용되는 마스크 또는 레티클의 원판 (합성 석영, 규소 웨이퍼) 등이 적용된다.

[0101] 노광 장치 (EX) 로는, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 동기 이동시켜 마스크 (M) 의 패턴을 주사 노광하는 스텝 · 앤드 · 스캔 방식의 주사형 노광 장치 (스캐닝 스텝페) 외에, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 정지시킨 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하고, 기판 (P) 을 순차 스텝 이동시키는 스텝 · 앤드 · 리피트 방식의 투영 노광 장치 (스텝페) 에도 적용할 수 있다. 또한, 본 발명은 기판 (P) 상에서 2 개 이상의 패턴을 부분적으로 겹쳐서 전사하는 스텝 · 앤드 · 스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다.

[0102] 또, 본 발명은, 트윈 스테이지형의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형의 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-163099호 및 일본 공개특허공보 평10-214783호 (대응 미국 특허 6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 및 6,590,634), 일본 특허공표공보 2000-505958호 (대응 미국 특허 5,969,441) 또는 미국 특허 6,208,407 에 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한도내에서 이를 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0103] 노광 장치 (EX) 의 종류로는, 기판 (P) 에 반도체 소자 패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 액정 표시 소자 제조용 또는 디스플레이 제조용의 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD) 또는 레티클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.

[0104] 기판 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터를 사용하는 경우에는, 에어 베어링을 사용한 에어 부상형 및 로렌츠력 또는 리액턴스력을 사용한 자기 부상형 중 어느 것을 사용해도 상관없다. 또, 각 스테이지 (PST, MST) 는, 가이드를 따라서 이동하는 타입일 수도 있고, 가이드를 형성하지 않은 가이드리스 타입일 수도 있다. 스테이지에 리니어 모터를 사용한 예는, 미국 특허 5,623,853 및 5,528,118 에 개시되어 있고, 각각 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한도내에서 그 개시를 본문 기재의 일부로서 원용한다.

[0105] 각 스테이지 (PST, MST) 의 구동 기구로는, 2 차원으로 자석을 배치한 자석 유닛과, 2 차원으로 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지 (PST, MST) 를 구동하는 평면 모터를 사용해도 된다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛 중 임의의 일방을 스테이지 (PST, MST) 에 접속하고, 자석 유닛과 전기자 유닛의 타방을 스테이지 (PST, MST) 의 이동면측에 형성하면 된다.

[0106] 기판 스테이지 (PST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록 프레임 부재를 사

용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 할 수도 있다. 이 반력의 처리 방법은, 예를 들어 미국 특허 5,528,118 (일본 공개특허공보 평8-166475호) 에 상세히 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이 개시 내용을 본문 기재의 일부로 원용한다.

[0107] 마스크 스테이지 (MST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 할 수도 있다. 이 반력의 처리 방법은, 예를 들어 미국 특허 제 5,874,820 (일본 공개특허공보 평8-330224호) 에 상세하게 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0108] 이상과 같이, 본원 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 본원 특허청구의 범위에 열거된 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다.

이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 이 조립의 전후에는 각종 광학계에 관해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 관해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 관해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 이루어진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호의, 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 각각의 조립 공정이 있음은 물론이다.

각종 서브 시스템의 노광 장치에 대한 조립 공정이 종료되면 종합 조정이 실시되어, 노광 장치 전체적으로 각종 정밀도가 확보된다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

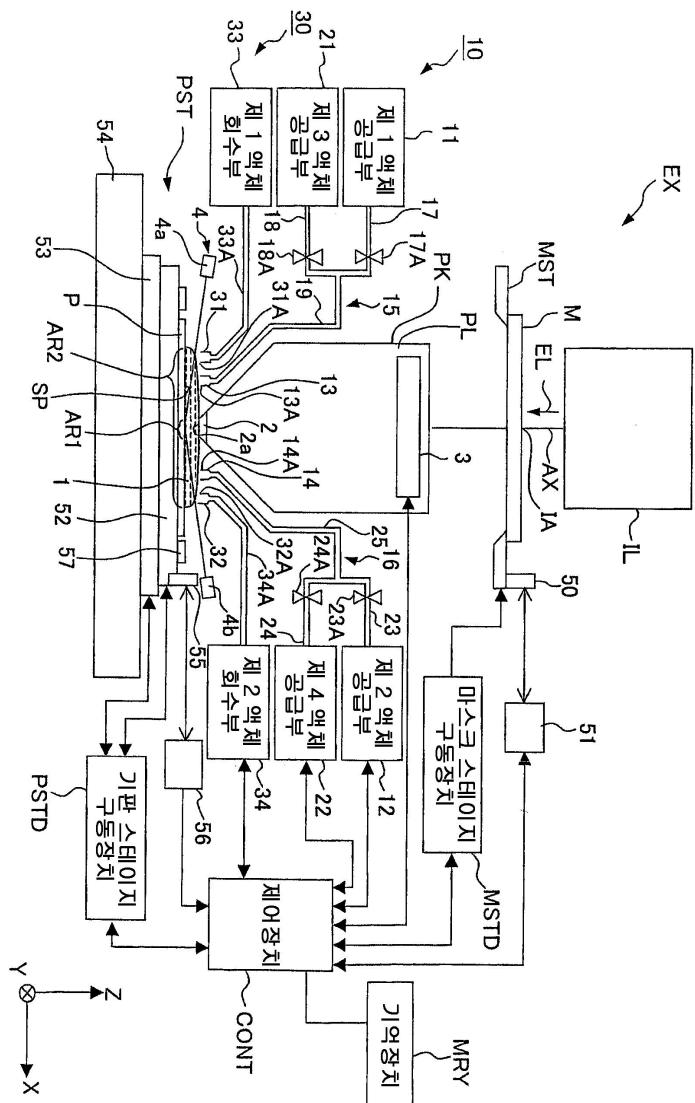
[0109] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 8 에 나타내는 바와 같이 마이크로 디바이스의 기능 · 성능을 설계하는 단계 (201), 이 설계 단계에 기초한 마스크 (레티클) 을 제작하는 단계 (202), 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계 (203), 전술한 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 노광 처리 단계 (204), 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다; 205), 검사 단계 (206) 등을 거쳐 제조된다.

산업상 이용가능성

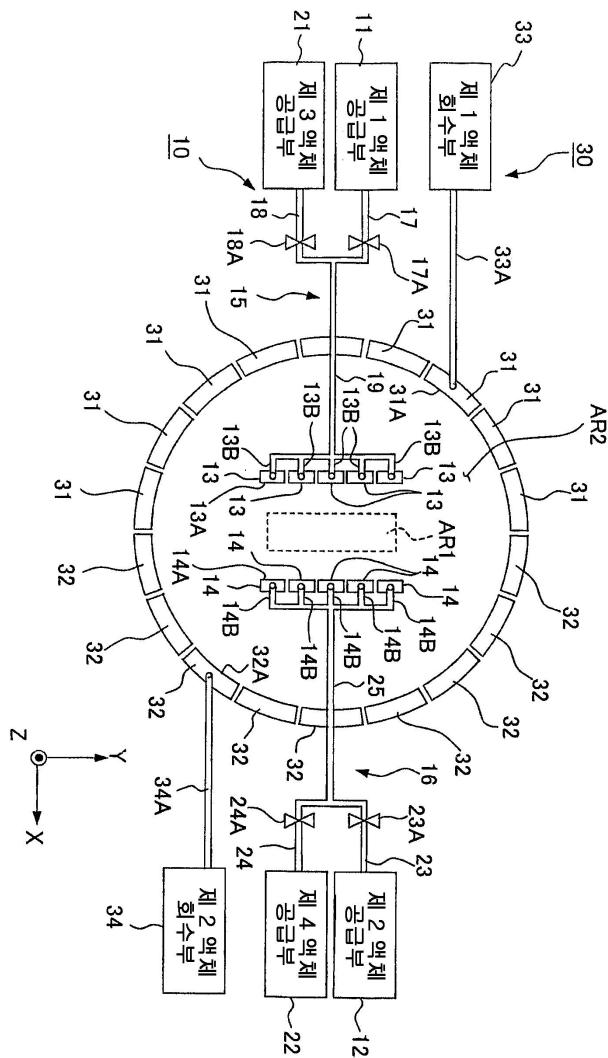
[0110] 본 발명에 의하면, 기판 상의 액체 접촉면에 형성되는 막부재에 따라서 기판에 대하여 실시되는 액침 조건을 결정함으로써, 상이한 종류의 막부재가 형성된 복수의 기판에 대하여 원활하게 액침 노광 처리할 수 있어, 높은 범용성을 부여할 수 있다. 특히, 본 발명은, 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스 등의 여러 가지 상이한 대상물을 노광 처리하는 생산 라인에 있어서, 액침 조건을 신속하게 전환하여 고집적화된 디바이스를 높은 스피드으로 생산하는 것에 공헌한다.

도면

도면1

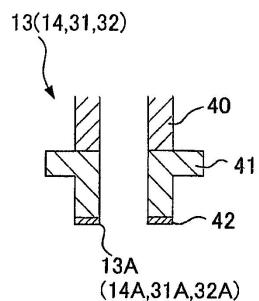


도면2

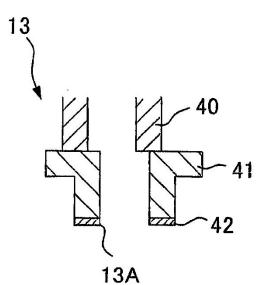


도면3

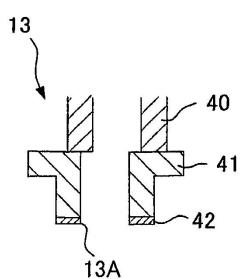
(a)



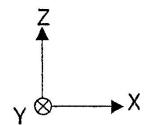
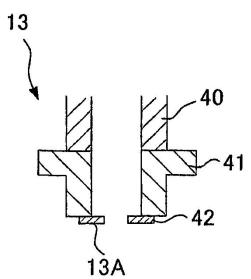
(b)



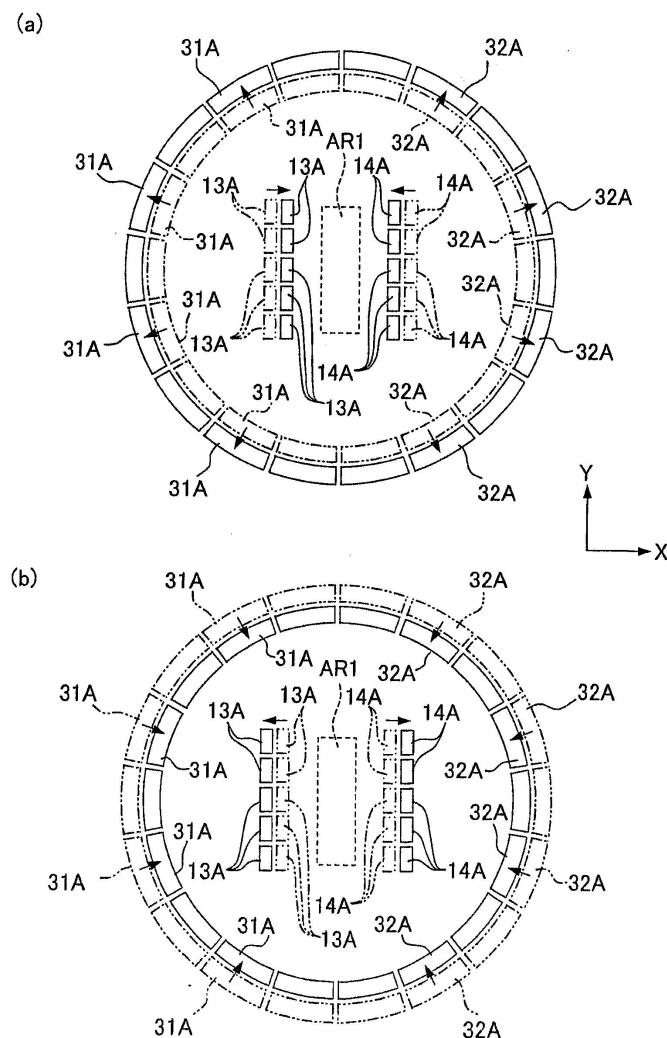
(c)



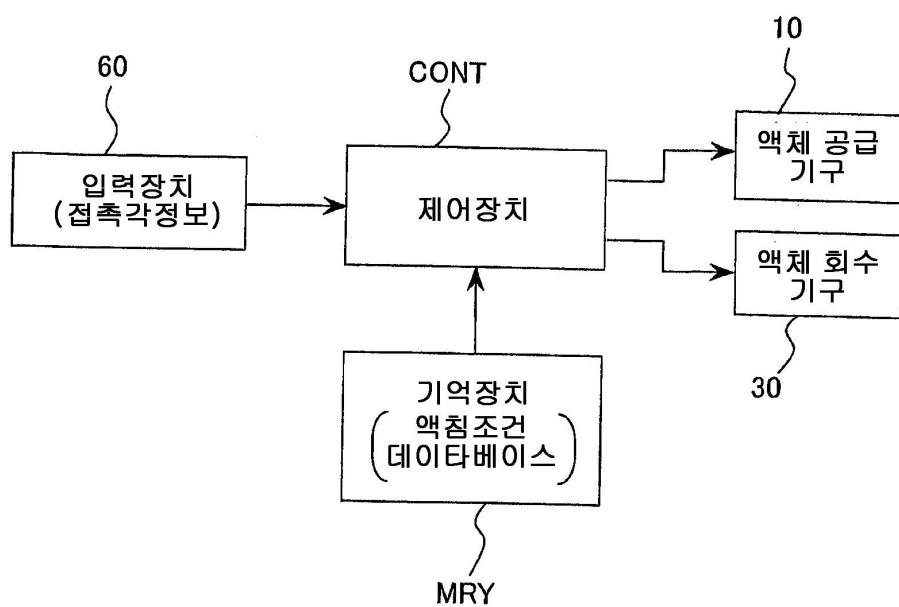
(d)



도면4

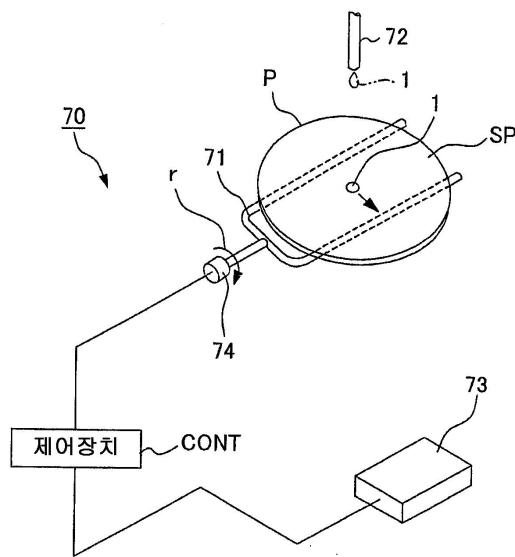


도면5

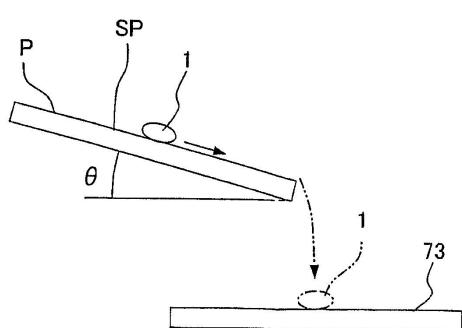


도면6

(a)

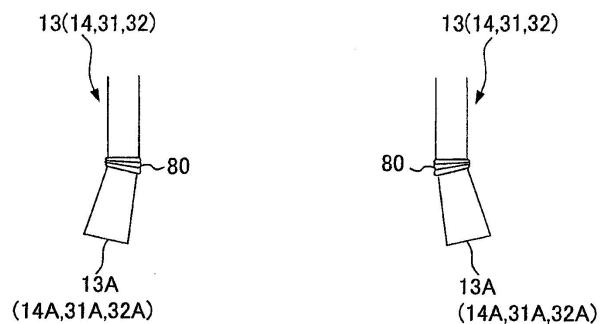


(b)

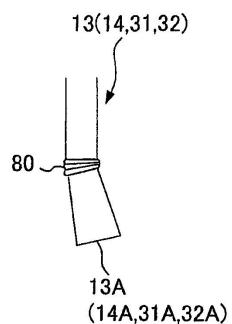


도면7

(a)



(b)



도면8

