

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/027  
G03F 7/20

(11) 공개번호 10-2005-0085134  
(43) 공개일자 2005년08월29일

(21) 출원번호 10-2005-7009284

(22) 출원일자 2005년05월23일

번역문 제출일자 2005년05월23일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/015737

(87) 국제공개번호 WO 2004/053958

국제출원일자 2003년12월09일

국제공개일자 2004년06월24일

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00357960 2002년12월10일 일본(JP)  
JP-P-2003-00393858 2003년11월25일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시키키가이샤 니콘  
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 3초메 2방 3고

(72) 발명자 미즈타니 히데오  
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 3초메 2방 3고 가부시키키가이샤니콘  
나이  
마고메 노부타카  
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 3초메 2방 3고 가부시키키가이샤니콘  
나이

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 노광장치 및 디바이스 제조방법

요약

노광장치는 투영 광학계와 기판 (P) 사이의 적어도 일부를 액체로 채우고, 투영 광학계와 액체를 통하여 패턴의 이미지를 기판 (P) 상에 투영함으로써, 기판 (P) 을 노광하는 것으로서, 투영 광학계와 기판 (P) 사이의 액체 내의 기포를 검출하는 기포 검출기 (20) 를 구비한다. 노광장치는, 투영 광학계와 기판 사이에 액체를 채워서 노광 처리할 때, 액체 내의 기포에 기인하는 패턴 이미지의 열화를 억제할 수 있다.

대표도

도 4

색인어

노광장치, 기포 검출기

명세서

## 기술분야

본 발명은, 투영광학계와 기관 사이의 적어도 일부를 액체로 채운 상태에서 투영광학계에 의해서 투영된 패턴의 이미지로 노광하는 노광장치, 및 이 노광장치를 사용하는 디바이스 제조방법에 관한 것이다.

## 배경기술

반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성의 기관 상에 전사하는, 이른바 포토리소그래피의 수법에 의해 제조된다. 이 포토리소그래피 공정에서 사용되는 노광장치는 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기관을 지지하는 기관 스테이지를 가지고, 마스크 스테이지 및 기관 스테이지를 점점 이동하면서 마스크의 패턴을 투영광학계를 통하여 기관에 전사하는 것이다. 최근, 디바이스 패턴의 더 한층의 고집적화에 대응하기 위해서 투영광학계의 더 한층의 고해상도화가 요구되고 있다. 투영광학계의 해상도는 사용하는 노광파장이 짧아질수록, 또한 투영광학계의 개구수가 클수록 높아진다. 그로 인해, 노광장치에서 사용되는 노광파장은 해마다 단파장화되고 있고, 투영광학계의 개구수도 증대되고 있다. 그리고, 현재 주류의 노광파장은 KrF 엑시머레이저의 248nm 이지만, 또한 단파장의 ArF 엑시머레이저의 193nm 도 실용화되고 있다. 또한, 노광을 실시할 때에는 해상도와 동일하게 초점심도 (DOF) 도 중요해진다. 해상도 (R), 및 초점심도 ( $\delta$ ) 는 각각 이하의 식으로 표시된다.

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

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

여기서,  $\lambda$ 는 노광파장, NA 는 투영광학계의 개구수,  $k_1$ ,  $k_2$  는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식으로부터, 해상도 R 을 높이기 위해 노광파장 ( $\lambda$ ) 을 짧게 하여, 개구수 (NA) 를 크게 하면 초점심도 ( $\delta$ ) 가 좁아짐을 알 수 있다.

초점심도 ( $\delta$ ) 가 지나치게 좁아지면, 투영광학계의 이미지면에 대하여 기관표면을 합치시키는 것이 곤란해져, 노광동작시의 마진이 부족하게 될 우려가 있다. 그래서, 실질적으로 노광파장을 짧게 하여 또한 초점심도를 넓히는 방법으로서, 예를 들어 국제공개 제99/49504호에 개시되어 있는 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은 투영광학계의 하면과 기관표면 사이를 물이나 유기용매 등의 액체로 채우고, 액체내에서의 노광광의 파장이 공기중의  $1/n$  ( $n$  은 액체의 굴절률로 통상 1.2~1.6 정도) 이 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킴과 함께, 초점심도를 약  $n$  배로 확대하는 것이다.

액침법에 의해 노광처리를 하는 경우, 투영광학계와 기관 사이의 액체내 (특히, 기관의 표면) 에 기포 등의 기체부분이 존재하면, 이 기포 (기체부분) 의 영향에 의해 기관 상에 형성되는 패턴 이미지가 열화될 우려가 있다. 예를 들어, 기포는 공급되고 있는 액체에 포함되어 있는 경우 뿐만아니라 공급 후에 액체내에서 발생할 가능성도 있다. 이러한 패턴의 이미지의 결상 불량을 방지해 두면, 최종적인 디바이스가 된 단계에서 불량품으로서 발견되게 되어, 디바이스 생산성의 저하를 초래할 우려가 있다.

또한, 액침법에 따른 노광처리를 할 때, 투영광학계와 기관 사이에 액체를 공급하는 액체 공급장치가 동작불능이 되는 등, 어떠한 원인으로 투영광학계와 기관 사이의 적어도 일부에 액체가 채워지지 않는 상태가 생겨 기체부분이 형성되는 경우를 생각할 수 있다. 즉, 패턴의 이미지 전부 또는 일부가 액체를 통하지 않고 기관 상에 투영될 우려가 있다. 이 경우, 패턴의 이미지가 기관 상에서 결상되지 않을 가능성이 있고, 그대로 방치해 두면 최종적인 디바이스가 될 때까지 불량인 것을 발견하지 못하고, 생산성의 저하를 초래할 우려가 있다.

또한, 액침법을 사용한 노광장치에서는 투영광학계의 이미지면측의 액체를 통하여 각종 계측을 실시하는 경우가 있지만, 투영광학계의 이미지면측에 기체부분이 존재하고, 충분한 액체로 채워져 있지 않은 부분에는, 계측오차가 발생하거나 계측불능 상태에 빠질 가능성도 있다.

## 발명의 개시

본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 액침법을 사용하는 경우에도 생산성의 저하를 억제할 수 있는 노광장치, 및 이 노광장치를 사용하는 디바이스 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 투영광학계와 기관사이에 액체를 채워서 노광처리할 때, 액체내의 기포에 기인하는 패턴 이미지의 열화 등을 검지할 수 있는 노광장치, 및 이 노광장

치를 사용하는 디바이스 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 투영광학계와 기관 사이에 액체가 채워져 있지 않는 것에 기인하는 생산성의 저하를 억제할 수 있는 노광장치, 및 이 노광장치를 사용하는 디바이스 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 액침법을 사용하는 경우에도, 노광불량이나 계측불량 등의 발생을 억제할 수 있는 노광장치, 및 이 노광장치를 사용하는 디바이스 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기의 과제를 해결하기 위해 본 발명은 실시형태에 나타내는 도 1~도 16에 대응한 이하의 구성을 채용하고 있다. 다만, 각 요소에 부여한 괄호 첨부 부호는 그 요소의 예시에 지나지 않고, 각 요소를 한정할 의도는 없다.

본 발명의 제 1 양태에 따르면, 패턴의 이미지를 액체 (50)를 통하여 기관 (P) 상에 전사하여 기관 (P)을 노광하는 노광장치로서,

패턴의 이미지를 기관 (P)에 투영하는 투영광학계 (PL)와,

투영광학계 (PL)와 기관 (P) 사이의 액체 (50) 중의 기포를 검출하는 기포검출기 (20)를 구비하는 노광장치 (EX)가 제공된다.

본 발명에 의하면, 액침법에 따라서 노광처리할 때 기포검출기에 의해 투영광학계와 기관 사이의 액체내의 기포를 검출함으로써, 패턴 전사 정밀도에 크게 관계되는 부분인 투영광학계와 기관 사이의 액체내의 기포에 관한 정보를 검출할 수 있다. 이 검출결과에 따라서 노광불량 (불량쇼트)을 파악할 수 있기 때문에, 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 실시할 수 있다.

본 발명의 제 2 양태에 따르면, 패턴의 이미지를 액체 (50)를 통하여 기관 (P) 상에 전사하여 기관 (P)을 노광하는 노광장치로서,

패턴의 이미지를 기관 (P)에 투영하는 투영광학계 (PL)와,

투영광학계 (PL)와 기관 (P) 사이의 액체 (50)의 부족을 검출하는 액부족 검출장치 (20)를 구비하는 노광장치 (EX)가 제공된다.

본 발명에 의하면, 액침법에 따라서 노광처리할 때, 액부족 검출장치에 의해 투영광학계와 기관 사이에 채워져 있는 액체가 부족하지 여부를 검출할 수 있다. 따라서, 이 검출결과에 따라서 노광불량이나 불량쇼트의 발생을 조기에 파악할 수 있어, 액부족에 기인하는 불량 디바이스를 발생시키지 않기 위한 적절한 처치를 실시할 수 있다. 예를 들어, 물부족이 검출된 경우에는 그 물부족이 해소되고 나서 노광을 실시하도록 함으로써, 노광불량이나 불량쇼트의 발생을 억제할 수 있다.

본 발명의 제 3 양태에 따르면, 투영광학계 (PL)와 액체 (50)를 통하여 노광광을 기관 (P)에 조사하여 상기 기관을 노광하는 노광장치로서,

상기 노광광의 광로중에서의 기체부분의 유무를 검출하는 기체검출계 (70)를 구비하는 노광장치 (EX)가 제공된다.

본 발명에 의하면, 기체검출계에서 노광광의 광로중에서의 기체부분의 유무를 검출함으로써, 예를 들어 기관의 노광중에 그 기체부분에 기인하여 패턴 이미지의 결상불량이나 불량쇼트가 생겼는지 여부를 파악할 수 있다. 이로 인해, 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 실시할 수 있다. 또한, 노광광의 광로중에 기체부분이 없는 것을 확인한 뒤에 기관의 노광을 개시할 수 있기 때문에, 불량 디바이스의 발생을 억제할 수도 있다.

본 발명의 제 4 양태에 따르면, 투영광학계 (PL)와 액체 (50)를 통하여 노광광을 기관 (P)에 조사하여 상기 기관을 노광하는 노광장치로서,

상기 기관상의 액체 (50)를 통하여 상기 기관 상에 검출광을 투사함과 함께, 상기 기관 상에서 반사한 검출광을 수광하여 상기 기관의 면위치를 검출하는 면위치 검출계 (70)를 구비하고,

상기 면위치 검출계 (70)의 출력에 따라서, 상기 검출광의 광로중에서의 기체부분의 유무를 검출하는 노광장치 (EX)가 제공된다.

본 발명에 의하면, 액체를 통하여 기관의 면위치 정보를 검출하는 면위치 검출계를 사용하여, 그 검출광의 광로중에서의 기체부분의 유무를 검출함으로써, 예를 들어, 기관의 노광중에 그 기체부분에 기인하여 패턴 이미지의 결상불량이나 불량 쇼트가 생겼는지 여부를 파악할 수 있다. 이로 인해, 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 실시할 수 있다. 또한, 면위치 검출계를 기체부분의 유무를 검출하는 기체검출계와 겸용함으로써, 장치 구성을 복잡화하지 않고 기체부분의 유무를 검출할 수 있다.

또한, 본 발명에서는 상기 양태의 노광장치 (EX) 를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 노광장치의 일 실시형태를 나타내는 개략구성도이다.

도 2 는 투영광학계의 선단부와 액체 공급장치 및 액체 회수장치의 위치관계를 나타내는 도면이다.

도 3 은 공급노즐 및 회수노즐의 배치예를 나타낸 도면이다.

도 4 는 기포검출기를 나타내는 평면도이다.

도 5 는 기포검출순서의 일례를 나타내는 플로우차트 도면이다.

도 6 은 기관상의 쇼트영역을 나타내는 평면도이다.

도 7 (a) 및 (b) 는 기포검출기의 검출광에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 8 은 본 발명에 관계된 기체검출계의 일 실시형태를 나타내는 도면이다.

도 9 는 본 발명에 관계된 기체검출계에 대해서 설명하기 위한 모식도이다.

도 10 은 본 발명에 관계된 기체검출계에 의한 기체부분 검출동작을 나타내는 도면이다.

도 11 은 본 발명에 관계된 기체검출계에 의한 기체부분 검출동작을 나타내는 도면이다.

도 12 (a)~(c) 는 본 발명에 관계된 기체검출계에 의한 기체부분 검출동작을 나타내는 도면이다.

도 13 은 본 발명에 관계된 기체검출계에 대해 설명하기 위한 모식도이다.

도 14 는 본 발명에 관계된 기체검출계의 일 실시형태를 나타내는 도면이다.

도 15 는 본 발명에 관계된 기체검출계에 의한 기체부분 검출동작을 나타내는 도면이다.

도 16 는 반도체 디바이스의 제조공정의 일례를 나타내는 플로우차트 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

이하, 본 발명의 노광장치 및 디바이스 제조방법에 대해 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 도 1 은 본 발명의 노광장치의 일 실시형태를 나타내는 개략구성도이다.

도 1 에 있어서, 노광장치 (EX) 는 마스크 (M) 를 지지하는 마스크 스테이지 (MST) 와, 기관 (P) 을 지지하는 기관 스테이지 (PST) 와, 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 으로 조명하는 조명광학계 (IL) 와, 노광광 (EL) 으로 조명된 마스크 (M) 의 패턴의 이미지를 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 에 투영노광하는 투영광학계 (PL) 과, 노광장치 (EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어장치 (CONT) 와, 제어장치 (CONT) 에 접속되어, 노광처리에 관한 정보를 기억하는 기억장치 (MR) 와, 노광처리에 관한 정보를 표시하는 표시장치 (DS) 를 구비하고 있다.

여기서, 본 실시형태에서는 노광장치 (EX) 로서 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 주사방향에서의 서로 다른 방향 (역방향) 으로 동기 이동하면서 마스크 (M) 에 형성된 패턴을 기관 (P) 에 노광하는 주사형 노광장치 (이른바 스캐닝 스테퍼) 를 사용하는 경우를 예로서 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 투영광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 일치하는 방향을 Z축 방향, Z축 방향에 수직인 평면내에서 마스크 (M) 와 기관 (P) 의 동기 이동 방향 (주사 방향) 을 X축 방향, Z축 방향 및 Y축 방향에 수직인 방향 (비주사 방향) 을 Y축 방향으로 한다. 또한, X축, Y축, 및 Z축 둘레 방향을 각각,  $\Theta_X$ ,  $\Theta_Y$  및  $\Theta_Z$  방향으로 한다. 또한, 여기서 말하는 「기관」 은 반도체 웨이퍼상에 레지스트를 도포한 것을 포함하며, 「마스크」 는 기관 상에 축소 투영되는 디바이스 패턴이 형성된 레티클을 포함한다.

조명광학계 (IL) 는 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 으로 조명하는 것으로, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인테그레이터 (optical integrator), 옵티컬 인테그레이터로부터의 노광광 (EL) 을 집광하는 콘덴서 렌즈, 릴레이 렌즈계, 노광광 (EL) 에 의한 마스크 (M) 상의 조명영역을 슬릿 형상으로 설정하는 가변 시야 조리개 등을 가지고 있다. 마스크 (M) 상의 소정의 조명영역은 조명광학계 (IL) 에 의해 균일한 조도분포의 노광광 (EL) 으로 조명된다. 조명광학계 (IL) 에서 사출되는 노광광 (EL) 으로서는, 예를 들어 수은램프로부터 사출되는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 이나, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 및 F<sub>2</sub> 레이저광 (파장 157nm) 등의 진공 자외광 (VUV 광) 등이 사용된다. 본 실시형태에서는, ArF 엑시머 레이저광을 사용하였다.

마스크 스테이지 (MST) 는 마스크 (M) 를 지지하는 것으로서, 투영광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 평면내, 즉 XY 평면내에서 2 차원 이동가능 및  $\Theta_Z$  방향으로 미소 회전가능하다. 마스크 스테이지 (MST) 는 리니어모터 등의 마스크 스테이지 구동장치 (MSTD) 에 의해 구동된다. 마스크 스테이지 구동장치 (MSTD) 는 제어장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 마스크 스테이지 (MST) 상의 마스크 (M) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계에 의해 리얼 타임으로 계측되어, 계측결과는 제어장치 (CONT) 에 출력된다. 제어장치 (CONT) 는 레이저 간섭계의 계측결과에 따라서 마스크 스테이지 구동장치 (MSTD) 를 구동함으로써 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 의 위치 결정을 실시한다.

투영광학계 (PL) 는 마스크 (M) 의 패턴을 소정의 투영배율 ( $\beta$ ) 로 기관 (P) 에 투영 노광하는 것으로서, 복수의 광학소자 (렌즈) 로 구성되어 있고, 이들 광학소자는 금속부재로서의 경통 (PK) 으로 지지되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 투영광학계 (PL) 는 투영배율 ( $\beta$ ) 이 예를 들어 1/4 또는 1/5 의 축소계이다. 또한, 투영광학계 (PL) 는 등배계 및 확대계 중 어느 것이어도 된다. 또한, 본 실시형태의 투영광학계 (PL) 의 선단측 (기관 P 측) 에는, 광학소자 (렌즈) (60) 가 경통 (PK) 으로부터 노출되어 있다. 이 광학소자 (60) 는 경통 (PK) 에 대하여 착탈 (교환) 가능하게 형성되어 있다.

기관 스테이지 (PST) 는 기관 (P) 을 지지하는 것으로서, 기관 (P) 을 기관홀더를 통하여 유지하는 Z 스테이지 (51) 와, Z 스테이지 (51) 를 지지하는 XY 스테이지 (52) 와, XY 스테이지 (52) 를 지지하는 베이스 (53) 를 구비하고 있다. 기관 스테이지 (PST) 는 리니어모터 등의 기관 스테이지 구동장치 (PSTD) 에 의해 구동된다. 기관 스테이지 구동장치 (PSTD) 는 제어장치 (CONT) 에 의해 제어된다. Z 스테이지 (51) 를 구동함으로써, Z 스테이지 (51) 에 유지되어 있는 기관 (P) 의 Z 축 방향에서의 위치 (포커스 위치) 및  $\Theta_X$ ,  $\Theta_Y$  방향에서의 위치가 제어된다. 또한, XY 스테이지 (52) 를 구동함으로써, 기관 (P) 의 XY 방향에서의 위치 (투영광학계 (PL) 의 이미지면과 실질적으로 평행한 방향의 위치) 가 제어된다. 즉, Z 스테이지 (51) 는 기관 (P) 의 포커스 위치 및 경사각을 제어하여 기관 (P) 의 표면을 오토포커스 방식, 및 오토레벨링 방식으로 투영광학계 (PL) 의 이미지면에 맞추어, XY 스테이지 (52) 는 기관 (P) 의 X축 방향 및 Y축 방향에서의 위치 결정을 한다. 또한, 물론 Z 스테이지와 XY 스테이지를 일체적으로 형성해도 된다.

기관 스테이지 (PST; Z 스테이지 (51)) 상에는 기관 스테이지 (PST) 와 함께 투영광학계 (PL) 에 대하여 이동하는 이동경 (54) 이 형성되어 있다. 또한, 이동경 (54) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (55) 가 형성되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 상의 기관 (P) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (55) 에 의해 리얼 타임으로 계측되어, 계측결과는 제어장치 (CONT) 에 출력된다. 제어장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (55) 의 계측결과에 따라서 기관 스테이지 구동장치 (PSTD) 를 구동함으로써 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 의 위치 결정을 실시한다.

본 실시형태에서는, 노광과장을 실질적으로 짧게하여 해상도를 향상시킴과 함께, 초점심도를 실질적으로 넓히기 위해서 액침법을 적용한다. 그로 인해, 적어도 마스크 (M) 의 패턴의 이미지를 기관 (P) 상에 전사하는 사이에는, 기관 (P) 의 표면과 투영광학계 (PL) 의 기관 (P) 측의 광학소자 (렌즈; 60) 의 선단면 (하면; 7) 과의 사이에 소정의 액체 (50) 가 채워진다. 상기 기술한 바와 같이, 투영광학계 (PL) 의 선단측에는 렌즈 (60) 가 노출되어 있고, 액체 (50) 는 렌즈 (60) 에만 접촉하도록 구성되어 있다. 이로 인해, 금속으로 이루어지는 경통 (PK) 의 부식 등이 방지되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 액체

(50)에는 순수(純水)가 사용된다. 순수는 ArF 엑시머 레이저광 뿐만아니라, 노광광(EL)을 예를 들어 수은램프로부터 사출되는 자외역의 휘선(g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248nm) 등의 원자외광(DUV 광)으로 한 경우, 이 노광광(EL)이 투과가능하다.

노광장치(EX)는 투영광학계(PL)의 선단면(렌즈(60)의 선단면; 7)과 기관(P)사이의 공간(56)에 소정의 액체(50)를 공급하는 액체 공급장치(1)와, 공간(56)의 액체(50)를 회수하는 액체 회수장치(2)를 구비하고 있다. 액체 공급장치(1)는 투영광학계(PL)와 기관(P)사이의 적어도 일부를 액체(50)로 채우기 위한 것으로서, 액체(50)를 수용하는 탱크, 가압펌프 등을 구비하고 있다. 액체 공급장치(1)에는 공급관(3)의 일단부가 접속되고, 공급관(3)의 타단부에는 공급노즐(4)이 접속되어 있다. 액체 공급장치(1)는 공급관(3) 및 공급노즐(4)을 통하여 공간(56)에 액체(50)를 공급한다. 액체 공급장치(1)는 공간(56)에 공급하는 액체(50)의 온도를, 예를 들어 노광장치(EX)가 수용되어 있는 챔버내의 온도(예를 들어 23℃)와 동일한 정도로 설정한다.

액체 회수장치(2)는 흡인펌프, 회수한 액체(50)를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있다. 액체 회수장치(2)에는 회수관(6)의 일단부가 접속되고, 회수관(6)의 타단부에는 회수노즐(5)이 접속되어 있다. 액체 회수장치(2)는 회수노즐(5) 및 회수관(6)을 통하여 공간(56)의 액체(50)를 회수한다. 공간(56)에 액체(50)를 채울 때, 제어장치(CONT)는 액체 공급장치(1)를 구동하여 공급관(3) 및 공급노즐(4)을 통하여 공간(56)에 대하여 단위시간당 소정량의 액체(50)를 공급함과 함께, 액체 회수장치(2)를 구동하여 회수노즐(5) 및 회수관(6)을 통하여 단위시간당 소정량의 액체(50)를 공간(56)으로부터 회수한다. 이로 인해, 투영광학계(PL)의 선단면(7)과 기관(P)사이의 공간(56)에 액체(50)가 유지된다.

노광장치(EX)는, 투영광학계(PL)와 기관(P)사이의 공간(56)의 액체(50)내의 기포를 검출하는 기포검출기(20)를 구비하고 있다. 기포검출기(20)는 액체(50)내의 기포를 광학적으로 검출하는 것으로, 공간(56)의 액체(50)에 검출광을 투사하는 투사계(21)와, 공간(56)의 액체(50)로부터의 검출광을 수광하는 수광계(22)를 구비하고 있다. 투사계(21)는 검출광을 기관(P)의 표면에 대하여 경사방향에서 투사함으로써, 공간(56)의 액체(50)에 검출광을 투사한다. 투사계(21)는, 투영광학계(PL)의 광축(AX)에 대하여 기관(P)의 주사방향인 X축 방향으로 떨어진 위치로부터 검출광을 기관(P)의 표면에 대하여 투사한다. 본 실시형태에서는, 투사계(21)는 투영광학계(PL)의 광축(AX)에 대하여 -X 방향으로 떨어진 위치에 형성되고, 수광계(22)는 투영광학계(PL)의 광축(AX)에 대하여 +X 방향으로 떨어진 위치에 형성된다.

도 2는 노광장치(EX)의 투영광학계(PL)의 하부, 액체 공급장치(1) 및 액체 회수장치(2) 등을 나타내는 도 1의 부분 확대도이다. 도 2에 있어서, 투영광학계(PL)의 최하단의 렌즈(60)는 선단부(60A)가 주사방향에 필요한 부분만을 남기고 Y축 방향(비주사 방향)으로 가늘고 긴 직사각형상으로 형성되어 있다. 주사노광시에는 선단부(60A) 바로 아래의 직사각형의 투영영역(PA)에 마스크(M)의 일부 패턴 이미지가 투영되어, 투영광학계(PL)에 대하여, 마스크(M)가 -X 방향(또는 +X 방향)으로 속도 V로 이동하는데 동기하여, XY스테이지(52)를 통하여 기관(P)이 +X 방향(또는 -X 방향)으로 속도  $\beta \cdot V$  ( $\beta$ 는 투영배율)로 이동한다. 그리고, 1개의 쇼트영역으로의 노광종료 후에, 기관(P)의 스테핑에 의해서 다음의 쇼트영역이 주사개시위치로 이동하여, 이하, 스텝 앤드 스캔방식으로 각 쇼트영역에 대한 노광처리가 순서대로 실시된다. 본 실시형태에서는, 기관(P)의 주사방향과 평행하게 액체(50)가 흐르도록 설정되어 있다.

도 3은, 투영광학계(PL)의 렌즈(60)의 선단부(60A)와, 액체(50)를 X축 방향으로 공급하는 공급노즐(4A~4C)과, 액체(50)를 회수하는 회수노즐(5; 5A, 5B)의 위치관계를 나타내는 도면이다. 도 3에 있어서, 렌즈(60)의 선단부(60A)의 형상은 Y축 방향으로 가늘고 긴 직사각형상으로 되어 있고, 투영광학계(PL)의 렌즈(60)의 선단부(60A)를 X축 방향으로 끼우도록, +X 방향측으로 3개의 공급노즐(4A~4C)이 배치되고, -X 방향측으로 2개의 회수노즐(5A, 5B)이 배치되어 있다. 그리고, 공급노즐(4A~4C)은 공급관(3)을 통하여 액체 공급장치(1)에 접속되고, 회수노즐(5A, 5B)은 회수관(4)을 통하여 액체 회수장치(2)에 접속되어 있다. 또한, 공급노즐(4A~4C)과 회수노즐(5A, 5B)을 선단부(60A)의 중심에 대하여 약 180°회전한 위치에, 공급노즐(8A~8C)과 회수노즐(9A, 9B)이 배치되어 있다. 공급노즐(4A~4C)과 회수노즐(9A, 9B)은 Y축 방향으로 교대로 배열되고, 공급노즐(8A~8C)과 회수노즐(5A, 5B)은 Y축 방향으로 교대로 배열되고, 공급노즐(8A~8C)은 공급관(10)을 통하여 액체 공급장치(1)에 접속되고, 회수노즐(9A, 9B)은 회수관(11)을 통하여 액체 회수장치(2)에 접속되어 있다.

화살표(Xa; 도 3 참조)로 나타내는 주사방향(-X 방향)에 기관(P)을 이동시켜 주사노광을 하는 경우에는, 공급관(3), 공급노즐(4A~4C), 회수관(4) 및 회수노즐(5A, 5B)을 사용하여, 액체 공급장치(1) 및 액체 회수장치(2)에 의해 액체(50)의 공급 및 회수가 실시된다. 즉, 기관(P)이 -X 방향으로 이동할 때에는, 공급관(3) 및 공급노즐(4; 4A~4C)을 통하여 액체 공급장치(1)로부터 액체(50)가 투영광학계(PL)와 기관(P)사이에 공급됨과 함께, 회수노즐(5; 5A, 5B) 및 회수관(6)을 통하여 액체(50)가 액체 회수장치(2)에 회수되어, 렌즈(60)와 기관(P)사이를 채우도록 -X 방향으로 액

체 (50) 가 흐른다. 한편, 화살표 (Xb) 로 나타내는 주사방향 (+X 방향) 으로 기관 (P) 을 이동시켜 주사노광을 실시하는 경우에는, 공급관 (10), 공급노즐 (8A~8C), 회수관 (11) 및 회수노즐 (9A, 9B) 을 사용하여, 액체 공급장치 (1) 및 액체 회수장치 (2) 에 의해 액체 (50) 의 공급 및 회수가 실시된다. 즉, 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동할 때에는 공급관 (10) 및 공급노즐 (8; 8A~8C) 을 통하여 액체 공급장치 (1) 로부터 액체 (50) 가 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 공급됨과 함께, 회수노즐 (9; 9A, 9B) 및 회수관 (11) 을 통하여 액체 (50) 가 액체 회수장치 (2) 에 회수되어, 렌즈 (60) 와 기관 (P) 사이를 채우도록 +X 방향으로 액체 (50) 가 흐른다. 이와 같이, 제어장치 (CONT) 는 액체 공급장치 (1) 및 액체 회수장치 (2) 를 사용하여 기관 (P) 의 이동방향을 따라 기관의 이동방향과 동일방향으로 액체 (50) 를 흘려보낸다. 이 경우, 예를 들어 액체 공급장치 (1) 로부터 공급노즐 (4) 을 통하여 공급되는 액체 (50) 는 기관 (P) 의 -X 방향으로의 이동에 따라서 공간 (56) 으로 끌려들어가듯이 하여 흐르기 때문에, 액체 공급장치 (1) 의 공급에너지가 작더라도 액체 (50) 를 공간 (56) 에 용이하게 공급할 수 있다. 그리고, 주사방향에 따라 액체 (50) 를 흘려보내는 방향을 전환함으로써, +X 방향, 또는 -X 방향의 어느쪽의 방향으로 기관 (P) 을 주사하는 경우에도, 렌즈 (60) 의 선단면 (7) 과 기관 (P) 사이를 액체 (50) 로 채울수 있어 높은 해상도 및 넓은 초점심도를 얻을 수 있다.

도 4 는, 기포검출기 (20) 의 개략구성을 나타내는 평면도이다. 투사계 (21) 및 수광계 (22) 는 투영광학계 (PL) 의 렌즈 (60) 의 선단부 (60A), 즉 투영광학계 (PL) 의 기관 (P) 상에서의 투영영역 (PA) 을 X축 방향으로 끼우도록 형성된다. 투사계 (21) 는 Y축 방향으로 나열된 복수의 투사부 (21A) 를 가지고, 각각의 투사부 (21A) 에서 기관 (P) 에 대하여 검출광이 투사된다. 복수의 투사부 (21A) 에서 투사되는 검출광의 기관 (P) 표면에 대한 입사각도는 각각 동일 각도로 설정되어 있다. 수광계 (22) 는 투사계 (21) 의 투사부 (21A) 에 대응하는 복수의 수광부 (22A) 를 가지고 있다. 각각의 투사부 (21A) 에서 투사된 검출광은, 액체내에 기포가 없는 경우에는 액체 (50) 를 통과하여 기관 (P) 의 표면에서 반사되어 수광부 (22A) 에서 수광된다.

또한, 수광계 (22) 는 투사계 (21) 로부터의 검출광이 직접 입사되지 않는 위치에 배치된 수광부 (22B, 22C) 를 가지고 있다. 액체내에 기포가 존재하는 경우에, 투사계 (21) 로부터의 검출광이 액체내의 기포에 닿아 반사되었을 때의 산란광은 이 수광부 (22B, 22C) 에서 수광(암시야 (暗視野) 검출) 된다.

투사계 (21) 로부터 투사되는 복수의 검출광 중, 일부의 검출광 (L1) 은 기관 (P) 상의 렌즈 (60) 의 선단부 (60A) 에 대응하는 영역 (투영광학계 (PL) 의 투영영역 (PA)) 에 투사되고, 나머지의 검출광 (L2) 은 투영영역 (PA) 의 Y축 방향 양 외측의 영역에 투사된다. 또한, 투사계 (21) 는 복수의 검출광 중 적어도 일부의 검출광 (Le) 을 투영영역 (PA) 의 Y축 방향에서의 경계부 근방에 대하여 투사한다. 여기서, 렌즈 (60) 의 선단부 (60A) 와 기관 (P) 사이, 즉 기관 (P) 상의 투영영역 (PA) 에 대응하는 부분에 액체 공급장치 (1) 로부터 액체 (50) 가 공급되기 때문에, 이 투영영역 (PA) 에 대응하는 부분이 액침부분으로 되어 있다.

도 7(a) 는, 기관 (P) 의 표면에 부착되어 있는 기포 (18) 에 대하여 검출광이 조사되는 상태를 측방에서 본 모식도이고, 도 7 (b) 는 도 7 (a) 의 평면도이다.

도 7(a) 에 나타내는 바와 같이, 예를 들어 검출광이 스폿광이고 그 광속의 직경이 D1 인 경우, 검출광을 기관 (P) 에 대하여 경사방향에서 투사함으로써, 기관 (P) 상에서의 검출광은 도 7(b) 에 나타내는 바와 같이 X축 방향 (주사방향) 을 길이 방향으로 하는 타원 형상이 된다. 기관 (P) 상에서의 검출광의 타원 형상 검출영역의 길이방향의 크기 D2 는 상기 직경 D1 보다 크다. 즉, 예를 들어 검출광을 기관 (P) 의 표면에 대하여 수직방향에서 조사한 경우에는 검출광의 검출영역의 X축 방향에서의 크기는 D1 이 되지만, 경사방향에서 검출광을 조사함으로써 X축 방향에서 D1 보다 큰 D2 의 검출영역에서 기포 (18) 를 검출할 수 있다. 따라서, X축 방향으로 주사하는 기관 (P) 상의 기포 (18) 을 검출할 때, 기포 (18) 는 직경 D1 의 검출영역에 비하여 보다 넓은 검출영역에서 검출되게 되고, 기포검출기 (20) 는 기포 (18) 의 검출정밀도를 향상시킬 수 있다. 또한, 여기서는 검출광을 스폿광으로서 설명하였지만, 검출광이 슬릿광이더라도 같은 효과가 얻어진다.

다음으로, 상기 기술한 구성을 가지는 노광장치 (EX) 를 사용하여 마스크 (M) 의 패턴을 투영광학계 (PL) 및 액체 (50) 를 통하여 기관 (P) 에 노광하는 순서에 대해서 도 5 의 플로우차트를 참조하면서 설명한다.

우선, 마스크 (M) 를 마스크 스테이지 (MST) 에 로드함과 함께, 기관 (P) 을 기관 스테이지 (PST) 에 로드한다. 이어서, 제어장치 (CONT) 는 액체 공급장치 (1) 및 액체 회수장치 (2) 를 구동하여, 공간 (56) 에 대한 액체 공급동작을 시작한다. 이로 인해, 투영광학계 (PL) 의 하면 (7; 선단부 (60A)) 과 기관 (P) 의 투영영역 (PA) 사이에 액체 (50) 가 채워진다 (단계 S1).

이어서, 제어장치 (CONT) 는 기관 스테이지 (PST) 를 구동하여 기관 (P) 을 X축 방향으로 주사하면서, 조명광학계 (IL) 로부터의 노광광 (EL) 으로 마스크 (M) 를 조명하고, 마스크 (M) 의 패턴을 투영광학계 (PL) 및 액체 (50) 를 통하여 기관

(P)에 투영한다. 이와 동시에, 제어장치 (CONT)는 투사계 (21)로부터 검출광을 기관 (P)에 대하여 경사방향으로 투사한다. 제어장치 (CONT)는 기관 (P) 표면의 Z축 방향에서의 위치를 검출하면서, 기관 (P)에 대하여 노광처리한다 (단계 S2).

투사계 (21)로부터 기관 (P)에 투사된 검출광은 공간 (56)에 채워져 있는 액체 (50)내를 통과하고, 기관 (P)상의 투영 영역에 투사된다. 여기서, 도 4에 나타내는 바와 같이 투영영역내의 기관 (P)의 표면에 기포 (18)가 존재 (부착)하는 경우, 기포 (18)에 투사된 검출광은 산란한다. 기포 (18)에 투사된 검출광의 일부가 산란함으로써, 통상적으로는 검출되지 않은 강한 광이 수광부 (22B, 22C)에 입사하여 이 검출광에 대응하는 수광부 (22A)에 수광되는 광강도가 저하한다. 수광부 (22A, 22B 및 22C)의 검출결과는 제어장치 (CONT)에 출력되어, 제어장치 (CONT)는 이 수광계 (22)에서 검출되는 광의 강도에 따라서, 기관 (P)상에 기포가 존재하는지 여부를 검출한다 (단계 S3).

여기서, 제어장치 (CONT)는 수광부 (22B, 22C)에서 검출되는 광의 강도에 따라서 기포 (18)의 크기나 양을 구할 수 있다. 예를 들어, 작은 기포는 보다 큰 각도로 광을 산란하기 때문에, 제어장치 (CONT)는 수광부 (22B, 22C)의 검출결과에 따라서, 기포 (18)로부터의 산란광의 방향을 구함으로써, 기포 (18)의 크기를 구할 수 있다. 또한, 수광한 광의 강도를 검출함으로써 기관 (P)상의 단위면적당의 기포 (18)의 양을 구할 수도 있다.

이 때, 기관 (P)의 XY 방향의 위치는 레이저 간섭계 (55)의 측정결과로부터 특정됨과 함께, 기포 (18)에 투사된 검출광을 수광한 수광부 (22A)의 Y축 방향에서의 설치위치도 설계치에 따라서 특정된다. 따라서, 제어장치 (CONT)는 레이저 간섭계 (55)의 측정결과 및 수광하는 광의 강도가 저하한 수광부 (22A)의 설치위치에 관한 정보에 따라서, 기관 (P)상에 있어 기포 (18)가 존재하는 위치를 특정할 수 있다. 기포 (18)가 존재하는 위치를 특정하면, 제어장치 (CONT)는 이 기포 (18)의 위치정보를 기억장치 (MRV)에 기억시킨다 (단계 S4).

또한, 제어장치 (CONT)는 기관 (P)을 X축 방향으로 주사하면서 기관 (P)에 대하여 검출광을 투사함으로써, 기포 (18)의 존재의 유무나 기포의 양 등, 쇼트영역의 각각에 대한 기포 (18)에 관한 정보를 검출할 수 있다.

여기서, 기억장치 (MRV)에는 기관 (P)에 대하여 원하는 패턴전사 정밀도로 패턴이 전사되는지 여부를 기포 (18)에 관한 임계치 정보가 기억되어 있다. 이 임계치는 기포 (18)의 크기에 관한 임계치 또는 1개의 쇼트영역에 관해서 기포 (18)의 양(수)에 관한 임계치를 포함한다. 제어장치 (CONT)는 기억장치 (MRV)에 기억되어 있는 임계치 정보와, 기포검출기 (20)에 의한 기포검출 결과를 비교한다 (단계 S5).

이어서, 제어장치 (CONT)는 기포검출기 (20)에 의한 기포검출 결과가 상기 임계치 이상인지의 여부를 판별한다 (단계 S6).

예를 들어, 직경이 작은 기포 (18)가 액체 (50)내를 약간 부유하고 있는 경우 등, 기포 (18)가 액체내에 존재하고 있더라도 원하는 패턴전사 정밀도를 얻을 수 있는 경우가 있다. 그래서, 기포 (18)의 양 및 크기에 관한 임계치를 미리 구해두고, 기포검출 결과가 상기 임계치 이하이면 기관 (P)의 노광을 적절히 실시할 수 있다고 판단한다. 즉, 제어장치 (CONT)는 기억장치 (MRV)에 기억되어 있는 기포에 관한 임계치 정보를 참조하여, 기포검출기 (20)의 검출결과에 따라서, 기관 (P)의 노광이 적절히 실시되었는지 여부를 판단한다. 또한, 임계치는 예를 들어 미리 실험적으로 구하고, 기억장치 (MRV)에 기억해 둔다.

기포 (18)가 상기 임계치 이하라고 판단한 경우, 즉 기관 (P)의 노광이 적절히 실시된다고 판단한 경우, 제어장치 (CONT)는 노광처리를 계속한다. 한편, 기포 (18)가 상기 임계치 이상이라고 판단한 경우, 즉, 기포 (18)의 존재에 의해 기관 (P)의 노광이 적절히 실시되지 않는다고 판단한 경우, 제어장치 (CONT)는, 예를 들어 노광처리 동작을 중단하거나, 또는 표시장치 (DS)나 도시 생략된 경보장치를 구동하여, 허용범위 이상 (임계치 이상)의 기포가 존재하는 취지를 통지하거나, 또는 기관 (P)상에서의 기포 (18)의 위치정보를 표시장치 (DS)로 표시하는 등의 처리를 실시한다 (단계 S7).

여기서, 도 6에 나타내는 바와 같이, 기관 (P)상의 복수의 쇼트영역 (SH)의 각각에 노광하는 경우에 관해서 생각한다. 이 경우, 단계 S6에 있어서 기포 (18)가 상기 임계치 이상이라고 판단한 경우라도, 제어장치 (CONT)는 노광처리를 계속한다. 이 때, 제어장치 (CONT)는, 기관 (P)상의 복수의 쇼트영역 (SH)의 각각의 노광중에 기포검출기 (20)에 의한 기포 (18)의 검출을 실시하고, 상기 임계치 정보와 레이저 간섭계에 의한 기포의 위치정보를 참조하여, 복수의 쇼트영역 (SH)중 기포 (18)에 의해 패턴의 이미지의 결상이 적절히 실시되지 않은 쇼트영역 (SH')을 기억장치 (MRV)에 기억시킨다 (단계 S8). 노광처리 종료 후, 기억장치 (MRV)에 기억된 정보에 따라서, 복수의 쇼트영역 (SH)중 패턴의 이미지의 결상이 적절히 실시되지 않은 쇼트영역 (SH')에 대해서, 그 후의 별도 레이어의 노광처리를 하거나, 레지스트를 다시 부착하여 재노광할 수 있다.

본 실시형태에 있어서는, 복수의 검출광 중 기관 (P) 상의 투영영역 (PA) 에는 검출광 (L1) 이 투사되고, Y축 방향의 양측 경계부에 대하여 검출광 (Le) 이 투사된다. 이 검출광 (L1) 이나 (Le) 의 수광계 (22) 에서의 수광 결과에 따라서, 공간 (56) 에 액체 (50) 가 채워져 있는지 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어, 기관 (P) 상의 투영영역 (PA) 의 경계부 부근에서 액체 (50) 의 박리 등의 문제에 의해 공간 (56) 의 일부에 액체 (50) 가 유지되어 있지 않은 상태가 생긴 경우에는, 검출광 (Le) 의 광로가 변화하여 수광계 (22) 에 수광되지 않고, 비입사상태가 된다. 제어장치 (CONT) 는 검출광 (Le) 의 수광부 (22A) 의 수광결과에 따라서, 공간 (56) 에 액체 (50) 가 채워져 있지 않음을 판단할 수 있다. 또한, 예를 들어 액체 공급장치 (1) 가 어떠한 원인으로 동작불능이 되고, 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 액체 (50) 가 부족한 경우도 고려된다. 이 경우에도, 검출광 (L1) 의 광로가 변화하여 수광부 (22A) 에 대하여 비입사 상태가 된다. 제어장치 (CONT) 는 수광부 (22A) 의 수광결과에 따라서, 공간 (56) 의 액체가 부족한 것을 검출할 수 있다. 이와 같이, 기포검출기 (20) 는 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 액체 (50) 가 부족한 것을 검출하는 액부족 검출장치로서의 기능도 갖는다. 또한, 본문 중 「액체가 부족하다」 라는 것은 액체가 공간 (56) 에 부분적으로 또는 양적으로 공급되지 않은 경우 뿐만아니라, 완전히 존재하지 않게 되는 경우도 포함한다.

이 경우에 있어서도, 제어장치 (CONT) 는 기관 (P) 상의 복수의 쇼트영역 (SH) 의 각각의 노광중에 액부족 검출장치 (20) 에 의한 액깊 (액부족) 의 검출을 실시하고, 레이저 간섭계의 위치계측 결과에 따라서, 복수의 쇼트영역 (SH) 중 노광중에 액부족이 생긴 쇼트영역 (불량쇼트영역; SH') 을 기억장치 (MRY) 에 기억시킨다. 그리고, 노광처리 종료 후 기억장치 (MRY) 에 기억된 정보에 따라서, 복수의 쇼트영역 (SH) 중 액부족에 기인하여 패턴의 이미지의 결상이 적절히 행하여 지지 않은 쇼트영역 (SH') 에 대해서, 그 후의 별도 레이어의 노광처리를 실시하거나, 레지스트를 다시 부착하여 재노광을 실시한다.

또한, 상기 기술한 액부족 검출장치는 액부족의 발생 여부를 광학적으로 검출하는 구성이지만, 예를 들어 액체 공급장치 (1) 의 공급관 (3) 이나 공급노즐 (4) 에 형성한 유량계 (유량 검출장치) 에 의해 액부족 검출장치를 구성해도 된다. 유량 검출장치는, 공간 (56) 에 공급되는 액체 (50) 의 단위시간당의 액체 유량을 검출하여, 제어장치 (CONT) 에 검출결과를 출력한다. 제어장치 (CONT) 는 유량 검출장치의 검출결과에 따라서, 액체의 유량이 소정치 이하인 경우, 액부족이 생기는 것이라고 판단한다.

또한, 기포과 같은 작은 기체 부분 뿐만아니라, 비교적 큰 기체의 공간 (기체 부분) 이 액체내에 발생하는 경우나, 액체 공급장치 (1) 로부터 액체의 공급을 시작하였을 때에, 투영광학계 (PL) 의 이미지면측에 기체가 남는 경우도 고려된다. 이러한 경우에도, 검출광 (L1) 이 수광부 (22A) 에 대하여 비입사 상태가 되기 때문에, 수광부 (22A) 의 수광결과에 따라서, 투영광학계 (PL) 의 이미지면측의 기체 부분의 유무를 검출할 수 있다. 이와 같이, 기포검출기 (20) 는 액체내의 기포의 검출 뿐만아니라, 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 기체부분의 유무를 검출하는 기능도 갖는다.

이상 설명한 바와 같이, 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 공간 (56) 에 채워진 액체 (50) 내의 기포 (18) 를 검출하는 기포검출기 (20) 를 형성함으로써, 공간 (56) 에 있어서 패턴전사 정밀도에 크게 영향을 미치는 기포 (18) 의 정보를 검출할 수 있다. 이로 인해, 양호한 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 실시할 수 있다. 또한, 액체내에 기포가 존재한 경우에는 기포의 검출결과에 따라서 패턴이 적절히 전사되었는지 여부를 판단함으로써, 예를 들어 패턴이 적절히 전사된 쇼트영역에 대응하는 디바이스만을 제품으로서 채용하거나, 또는 노광처리를 일단 중단하여 기포를 제거하기 위한 처치를 실시할 수 있다.

또한, 본 실시형태에서는 기관 (P) 의 표면에 부착되어 있는 기포 (18) 를 검출하는 경우에 대해서 설명하였지만, 액체 (50) 내에 기포가 부유하고 있는 경우라도, 부유하고 있는 기포에 검출광이 조사됨으로써 수광계 (22) 로 수광되는 광의 강도가 변화하기 때문에, 액체 (50) 중에 부유하고 있는 기포의 양을 검출하는 것도 가능하다. 또한, 부유하고 있는 기포를 검출한 검출광과 기관 (P) 에 부착되어 있는 기포를 검출한 검출광에서는 수광부 (22B, 22C) 에 수광되는 광의 강도가 다르기 때문에, 검출한 기포가 부유하고 있는지 기관 (P) 에 부착되어 있는 것인지를 수광부 (22B, 22C) 의 수광결과에 따라서 판별하는 것도 가능하다. 또한, 검출광을 투영광학계 (PL) 의 하면 (7) 에 대하여 조사함으로써, 투영광학계 (PL) 의 하면 (7) 에 부착되어 있는 기포에 관한 정보를 검출할 수도 있다. 또한, 투사계 (21) 로부터의 검출광의 일부를 기관 (P) 의 표면위치의 검출에 사용해도 된다.

또한, 본 실시형태에서는 투사계 (21) 는 기관 (P) 의 주사방향의 떨어진 위치로부터 기관 (P) 에 대하여 XZ 평면과 평행하게 검출광을 투사함으로써, 검출 정밀도의 향상을 꾀하고 있지만, 기관 (P) 에 대하여 YZ 평면과 평행하게 검출광을 투사하는 구성으로 할 수도 있다. 또한, 본 실시형태에서는 기관 (P) 에 대하여 Y축 방향으로 복수 나열된 스폿광 (검출광) 을

조사하였지만, 예를 들어 1 개의 스폿광을 Y축 방향으로 주사하면서, 이 스폿광에 대하여 기관 (P) 을 X축 방향으로 주사하도록 해도 된다. 또는, Y축 방향으로 연신되는 스폿광을 기관 (P) 에 투사하도록 해도 된다. 이러한 구성이더라도 기관 (P) 표면의 소정의 영역에 대한 기포검출 동작을 실시할 수 있다.

또한, 상기 기술한 실시형태에 있어서는, 기관 (P) 상에 액침 영역을 형성하는 경우에 대해서 설명하였지만, 기관 스테이지 (PST; Z 스테이지 (51)) 상의 각종 계측부재나 센서를 사용하는 경우에도, 투영광학계 (PL) 의 이미지면측을 액체로 채우는 것이 고려된다. 이러한 계측부재나 센서로 액체를 통하여 계측을 할 때에, 투영광학계 (PL) 의 이미지면측에 기체부분 (액중의 기포 등) 이 존재하면 계측오차가 될 우려가 있는 경우에는, 기포검출기 (20) 를 사용하여 기체부분의 유무 등을 검출하도록 해도 된다. 또한, 기관 스테이지 (PST;Z 스테이지 (51)) 상에 사용할 수 있는 각종 계측부재나 센서의 구체적인 내용에 대해서는, 일본 공개특허공보 2002-14005호, 일본 공개특허공보 평11-16816호, 일본 공개특허공보 소57-117238호, 일본 공개특허공보 평11-238680호, 일본 공개특허공보 2000-97916호, 일본 공개특허공보 평4-324923호 등에 상세히 기재되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이들 문헌의 기재내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

다음으로, 본 발명의 별도의 실시형태에 대해서 도 8 을 참조하면서 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 상기 기술한 실시형태와 동일 또는 동등한 구성부분에 대해서는 동일 부호를 부여하여, 그 설명을 간략 또는 생략한다.

도 8 은 투영광학계 (PL) 의 선단부 근방을 나타내는 측면도이다. 도 8에 있어서, 투영광학계 (PL) 의 선단부의 광학소자 (60) 와 기관 (P) 사이에는 액체 (50) 가 채워져 있고, 기관 (P) 상에는 액체 (50) 의 액침영역 (AR) 이 형성되어 있다. 또한, 도 8 에서는 기관 (P) 상에 액체 (50) 를 공급하는 공급노즐 (4) 및 기관 (P) 상의 액체 (50) 를 회수하는 회수노즐 (5) 의 도시를 생략하였다.

또한, 본 실시형태의 이하의 설명에 있어서는, 기관 (P) 이 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 와 대향하고 있는 경우에 대해서 설명하지만, 일본 공개특허공보2002-14005호, 일본 공개특허공보 평11-16816호, 일본 공개특허공보 소57-117238호, 일본 공개특허공보 평11-238680호, 일본 공개특허공보 2000-97916호, 일본 공개특허공보 평4-324923호 등에 개시되어 있는 바와 같은, 기관 스테이지 (PST;Z 스테이지 (51)) 상의 각종 계측부재나 센서가 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 에 대향하고 있는 경우도 동일하다.

노광장치 (EX) 는 기관 (P) 의 면위치 정보를 검출하는 포커스 검출계 (70) 를 구비하고 있다. 포커스 검출계 (70) 는 투영광학계 (PL) 의 투영영역 (PA) 을 끼워서 그 양측에 각각 형성된 투사계 (71) 와 수광계 (72) 를 가지고, 투사계 (71) 로부터 기관 (P) 상의 액체 (50) 를 통하여 기관 (P) 표면 (노광면) 에 경사 방향으로부터 검출광 (La) 을 투사하고, 기관 (P) 상에서 반사한 검출광 (반사광; La) 을 수광계 (72) 로 수광한다. 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 동작을 제어함과 함께, 수광계 (72) 의 수광결과에 따라서 소정 기준면에 대한 기관 (P) 표면의 Z축 방향에서의 위치 (포커스 위치) 및 경사를 검출한다. 또한, 도 8 에서는 투사계 (71) 및 수광계 (72) 는 투영영역 (PA) 을 끼워서 ±X 방향의 각각의 측에, 투영영역 (PA) 으로부터 떨어진 위치에 형성되어 있지만, 투사계 (71) 및 수광계 (72) 는 투영영역 (PA) 을 끼워서 ±Y 방향의 각각의 측에 형성해도 된다.

포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 는 복수의 투사부를 가지고, 도 9 에 나타내는 바와 같이 기관 (P) 상에 복수의 검출광 (La) 을 투사한다. 또한, 수광계 (72) 는 복수의 투사부에 따른 복수의 수광부를 가지고 있다. 이로 인해, 포커스 검출계 (70) 는 기관 (P) 표면의, 예를 들어 매트릭스 형상의 복수의 각 점 (각 위치) 에서의 각 포커스 위치를 구할 수 있다. 또한, 구한 복수의 각 점에서의 포커스 위치에 따라서, 기관 (P) 의 경사방향의 자세를 구할 수 있다. 또한, 포커스 검출계 (70) 의 구성에 대해서는 예를 들어 일본 공개특허공보 평8-37149호에 상세히 기재되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이 문헌 중의 기재를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 검출결과에 따라서, 기관 스테이지 구동장치 (PSTD) 를 통하여 기관 스테이지 (PST) 의 Z 스테이지 (51; 도 1 참조) 를 구동함으로써, Z 스테이지 (51) 에 유지되어 있는 기관 (P) 의 Z축 방향에서의 위치 (포커스 위치) 및  $\theta_X$ ,  $\theta_Y$  방향에서의 위치를 제어한다. 즉, Z 스테이지 (51) 는 포커스 검출계 (70) 의 검출결과에 근거하는 제어장치 (CONT) 로부터의 지령에 따라서 동작하고, 기관 (P) 의 포커스 위치 (Z 위치) 및 경사각을 제어하여 기관 (P) 의 표면 (노광면) 을 투영광학계 (PL) 및 액체 (50) 를 통하여 형성되는 이미지면에 맞춘다.

도 8 로 돌아와, 투영광학계 (PL) 의 선단부 근방에는 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 을 투과 가능한 제 1 광학부재 (81) 와, 기관 (P) 상에서 반사한 검출광 (La) 을 투과 가능한 제 2 광학부재 (82) 가 형성된다. 제 1 광학부재 (81) 및 제 2 광학부재 (82) 는, 투영광학계 (PL) 선단의 광학소자 (60) 와는 분리된 상태로 지지되어 있고,

제 1 광학부재 (81) 는 광학소자 (60) 의 -X 방향측에 배치되고, 제 2 광학부재 (82) 는 광학소자 (60) 의 +X 방향측에 배치되어 있다. 또한, 제 1 광학부재 (81) 및 제 2 광학부재 (82) 는, 노광광 (EL) 의 광로 및 기관 (P) 의 이동을 방해하지 않는 위치에서 또한 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 에 접촉가능한 위치에 형성되어 있다.

도 8 에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 의 노광처리 중에 있어서는, 투영광학계 (PL) 를 통과한 노광광 (EL) 의 광로, 즉 광학소자 (60) 와 기관 (P; 기관 (P) 상의 투영영역 (PA)) 사이의 노광광 (EL) 의 광로가 모두 액체 (50) 로 채워지도록 액체 공급장치 (1; 도 1 참조) 로부터 액체 (50) 가 기관 (P) 상에 공급된다. 또한, 광학소자 (60) 와 기관 (P) 사이의 노광광 (EL) 의 광로의 모두가 액체 (50) 로 채워지고, 기관 (P) 상에 있어서 액침영역 (AR) 이 투영영역 (PA) 의 전부를 덮는 소정의 상태가 되었을 때, 액침영역 (AR) 을 형성하는 액체 (50) 는 제 1 광학부재 (81) 및 제 2 광학부재 (82) 의 각각의 단면에 밀착 (접촉) 하고 있다. 기관 (P) 상에 액침영역 (AR) 이 형성되어, 액체 (50) 가 제 1 광학부재 (81) 및 제 2 광학부재 (82) 의 각각의 단면에 밀착하고 있는 상태에 있어서는, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 및 기관 (P) 상에서의 반사광 (La) 의 광로 중 제 1 광학부재 (81) 와 제 2 광학부재 (82) 사이의 광로는 전부 액체 (50) 로 채워진다. 또한, 검출광 (La) 의 광로 전부가 액체 (50) 로 채워진 상태로는, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은, 기관 (P) 상의 투영광학계 (PL) 의 투영영역 (PA) 에 조사되도록 설정되어 있다. 또한, 투영영역 (PA) 의 외측, 특히 투영영역 (PA) 에 대하여 기관 (P) 의 주사방향 (X축 방향) 으로 떨어진 위치에 조사되는 검출광이 있어도 된다.

액침영역 (AR) 이 소정의 상태로 형성되고, 제 1 광학부재 (81) 와 제 2 광학부재 (82) 사이의 검출광 (La) 의 광로 전부가 액체 (50) 로 채워진 상태에서는, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은, 산란이나 굴절 등을 발생시키지 않고, 제 1 광학부재 (81) 및 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 를 통과하여 기관 (P; 투영영역 (PA)) 에 원하는 상태로 조사된다. 기관 (P) 으로부터의 반사광 (La) 은, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 및 제 2 광학부재 (82) 를 통과하여 수광계 (72) 에 원하는 상태로 수광된다. 바꾸어 말하면, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 이 수광계 (72) 에 수광될 때, 액침영역 (AR) 은 소정의 상태로 형성되어 있다. 이와 같이, 포커스 검출계 (70) 의 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 검출광 (La) 의 광로중의 전부가 액체 (50) 로 채워져 있는지 여부를 광학적으로 검출할 수 있다.

또한, 상기 기술한 바와 같이 액침영역 (AR) 이 소정의 상태로 형성되어 있는 경우, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은 투영광학계 (PL) 의 투영영역 (PA) 에 조사되도록 되어 있고, 투영영역 (PA) 을 포함하는 노광광 (EL) 의 광로의 적어도 일부를 통과하게 되어 있다. 이로 인해, 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서 노광광 (EL) 의 광로가 액체 (50) 로 채워져 있는지 여부를 광학적으로 검출할 수 있다.

또한, 여기서는 제 1 광학부재 (81) 와 제 2 광학부재 (82) 는 서로 독립한 부재로서 설명하였지만, 제 1 광학부재 (81) 와 제 2 광학부재 (82) 를 예를 들어 투영광학계 (PL) 의 선단부의 광학소자 (60) 를 둘러싸도록 하나의 고리형 광학부재로서 구성해도 된다. 고리형 광학부재의 일부에 검출광을 조사하고, 액침영역 (AR) 및 기관 (P) 표면을 통과한 검출광을, 고리형 광학부재를 통하여 수광할 수 있다. 광학부재를 고리형으로 형성하여 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 를 고리형 광학부재의 내측면에 밀착시킴으로써, 액침영역 (AR) 의 형상을 양호하게 유지할 수 있다. 또한, 본 실시형태에 있어서는 제 1 광학부재 (81) 및 제 2 광학부재 (82) 는 투영광학계 (PL) 에 대하여 분리되어 형성하고 있지만, 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 와 일체로 형성해도 된다.

또한, 상기 제 1, 제 2 광학부재 (81, 82) 의 단면인 액체 접촉면이나 상기 고리형 광학부재의 액체 접촉면을, 예를 들어 친(親)액화 처리하여 친액성으로 함으로써 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 는 광학부재의 액체 접촉면에 밀착하기 쉬워지므로, 액침영역 (AR) 의 형상을 유지하기 쉬워진다.

도 10 은, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 내에 기포 (18) 가 존재하고 있는 상태를 나타내는 도면이다. 도 10 에 나타내는 바와 같이, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 복수의 검출광 (La) 중, 기포 (18) 에 닿은 검출광 (La) 은 산란이나 굴절 등이 생성된다. 이로 인해, 기포 (18) 에 닿은 검출광 (La) 은, 수광계 (72) 에 광량을 저하한 상태로 수광되거나, 또는 그 광로가 변화하기 때문에 수광되지 않는다. 즉, 액체 (50) 내에 기포 (기체부분; 18) 가 있는 경우, 수광계 (72) 에 수광되는 광강도가 변화 (저하) 한다. 따라서, 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 노광광 (EL) 의 광로상에 형성된 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 중에 존재하는 기포 (기체부분; 18) 를 광학적으로 검출할 수 있다. 액침영역 (AR) 은 노광광 (EL) 의 광로상에 형성되고, 또한, 검출광 (La) 은 노광광 (EL) 의 광로의 일부인 투영영역 (PA) 를 조사하기 때문에, 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 노광광 (EL) 의 광로중에서의 기포 (기체부분) 의 유무, 즉 노광광 (EL) 의 광로가 액체 (50) 로 채워져 있는지 여부를 검출할 수 있다. 또한, 포커스 검출계 (70) 는 액체 (50) 에서의 검출광 (La) 의 광로중의 기포 (기체부분) 를 검출할 수 있다.

여기서, 기포 (18) 란 도 10 중 액체 (50) 내를 부유하고 있는 기포 (18A), 제 1 광학부재 (81) 의 단면 (액체 접촉면) 에 부착되어 있는 기포 (18B), 제 2 광학부재 (82) 의 단면 (액체 접촉면) 에 부착되어 있는 기포 (18C), 및 기관 (P) 상에 부착되어 있는 기포 (도시하지 않음) 를 포함한다. 이와 같이, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 내에 기포 (18) 가 존재하는 경우, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은 산란이나 굴절 등을 발생시키고, 수광계 (72) 에 대한 광량 (수광량) 을 변화시키거나 또는 그 광로를 변화시켜 수광계 (72) 에 수광되지 않기 때문에 (부호 Lb 참조), 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서 노광광 (EL) 의 광로상에 형성되는 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 중의 기체부분 (기포) 의 유무를 검출할 수 있다.

또한, 본 실시형태에 있어서는 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 검출광 (La) 의 광로중의 기포 (18) 를 검출하는 구성이기 때문에, 기관 (P) 상에 부착되어 있는 기포나 제 1, 제 2 광학부재 (81, 82) 에 부착되어 있는 기포 (18; 18B, 18C) 는 물론, 액침영역 (AR) 을 형성하는 액체 (50) 내를 부유하고 있는 기포 (18; 18A) 에 대해서도 검출할 수 있다. 그로 인해, 검출광 (La) 의 광로상이면, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 중의 노광광 (EL) 의 광로 이외의 위치에 존재하는 기포 (18) 도 검출할 수 있다. 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 를 사용하여 기관 (P) 의 면위치 정보를 검출하면서 노광처리를 실시한다. 포커스 검출계 (70) 는, 기관 (P) 의 노광처리 중에 검출광 (La) 을 투사하고, 노광광 (EL) 의 광로상의, 액체 (50) 중의 기체부분의 유무나, 검출광 (La) 의 광로중의 기체부분의 유무를 검출할 수 있다. 물론, 포커스 검출계 (70) 는, 노광처리 이외의 타이밍에 있어서도 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 내의 기체부분의 유무를 검출할 수도 있다.

또한, 포커스 검출계 (70) 는, 검출광 (La) 의 광로상이라면 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 중의 노광광 (EL) 의 광로 이외의 위치에 존재하는 기포 (18) 도 검출할 수 있다. 예를 들어, 주사 노광중에 있어서, 노광광 (EL) 의 광로 이외의 위치에 존재하는 기포 (18) 가 기관 (P) 의 이동에 따라 액체 (50) 내를 이동하여 노광광 (EL) 의 광로상에 배치되거나, 기관 (P) 이나 광학소자 (60) 에 부착한 경우라도, 포커스 검출계 (70) 에 의해서 노광광 (EL) 의 광로 이외의 위치에 존재하는 기포 (18) 가 노광광 (EL) 의 광로상에 배치되거나, 기관 (P) 이나 광학소자 (60) 에 부착되기 전에 그 기포 (18) 를 검출할 수 있다. 따라서, 노광처리 중에 있어, 예를 들어 액체 (50) 내를 부유하였던 기포 (18) 가 노광광 (EL) 의 광로상이나 기관 (P) 상에 배치되기 전에, 포커스 검출계 (70) 의 출력에 따라서 기포 (18) 가 노광광 (EL) 의 광로상이나 기관 (P) 상에 배치되는 것을 예측하고, 예를 들어 노광처리의 정지나 경보장치의 구동 등의 적절한 처리를 실시할 수 있다. 이로 인해, 노광불량이나 불량쇼트가 발생하는 문제를 회피할 수 있다.

또한, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 는 복수의 검출광 (La) 을 기관 (P) 상의 매트릭스 형상의 각 점에 조사하기 때문에, 수광계 (72) 에 수광되는 복수의 검출광 (La) 각각의 광각도 (수광량) 에 따라서, 포커스 검출계 (70) 는 기포 (18) 의 위치정보를 구할 수 있다. 여기서, 복수의 검출광 (La) 의 각각의 조사위치정보는 설계값에 따라서 특정된다. 제어장치 (CONT) 는 복수의 검출광 (La) 중, 수광계 (72) 의 각 수광부에 입사하는 광각도가 저하한 검출광 (La) 의 조사위치정보, 또는 그 검출광 (La) 에 대응하는 수광계 (72) 의 수광부의 설치위치에 관한 정보에 따라서, 기포 (18) 의 위치 (기포 (18) 가 존재한 검출광의 광로) 를 특정할 수 있다.

또한, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 와 기관 (P) 사이에 액체 (50) 가 충분히 채워지지 않고 액체 (50) 의 일부가 끊어져, 액침영역 (AR) 이 소정의 상태로 형성되지 않고, 노광광 (EL) 의 광로중에 기체영역 (AG) 이 생성될 가능성이 있다. 포커스 검출계 (70) 는 그 기체영역 (AG) 의 유무를 검출할 수도 있다. 또한, 기체영역 (AG) 은 예를 들어 기관 (P) 의 이동에 따른 액체 (50) 의 박리나 액체 공급장치 (1) 의 동작불량 등에 의해 생성된다. 도 11 에서는, 기체영역 (AG) 은 제 2 광학부재 (82) 근방에 형성되어 있고, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 는 제 2 광학부재 (82) 의 단면에 밀착 (접촉) 되어 있지 않다. 이 경우에 있어서도, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 와 기체영역 (AG) 의 계면에서 산란이나 굴절 등을 발생시켜, 수광계 (72) 에 광량을 저하시킨 상태로 수광되거나 또는 수광되지 않는다. 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 액침영역 (AR) 중 노광광 (EL) 의 광로중의 기체영역 (AG) 의 유무, 즉 노광광 (EL) 의 광로가 액체 (50) 로 채워져 있는지 여부를 검출할 수 있다. 또한, 이 경우에 있어서도 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 를 사용하여 기관 (P) 의 면위치 정보를 검출하면서 노광처리를 하기 때문에, 그 포커스 검출계 (70; 수광계 (72)) 의 출력에 따라서 기관 (P) 의 노광중에 노광광 (EL) 의 광로중의 기체부분의 유무나 검출광 (La) 의 광로중의 기체부분의 적합 여부를 검출할 수 있다. 그리고, 노광처리 중에 기체영역 (AG) 을 포커스 검출계 (70) 로 검출한 경우에는, 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 출력에 따라서, 예를 들어 노광동작을 정지하거나, 액체 공급장치 (1) 에 의한 액체 공급량이나 액체 회수장치 (2) 에 의한 액체회수량을 조정하여 액침영역 (AR) 을 소정의 상태로 유지하는 등의 적절한 처리를 실시할 수 있다.

그런데, 기관 (P) 을 액침 노광처리할 때에는, 도 12 (a) 에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 을 기관 스테이지 (PST) 에 로드한 후, 노광처리를 시작하기 전에 액체 공급장치 (1) 및 액체 회수장치 (2) 를 구동함으로써 기관 (P) 상에 액침영역 (AR) 을 형성하는 액침영역 형성동작이 실시된다. 이 때, 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 검출

광 (La) 을 기관 (P) 에 조사하면서 노광처리 전의 액침영역 형성동작을 실시함으로써, 포커스 검출계 (70; 수광계 (72)) 의 출력에 따라서, 기관 (P) 의 노광 개시의 적합 여부를 판단할 수 있다. 즉, 노광처리 전의 액침영역 형성동작에 있어서, 도 12 (b) 에 나타내는 바와 같이, 액침영역 (AR) 이 아직 충분히 형성되지 않고 기체영역 (AG) 이 존재하는 경우, 수광계 (72) 에 달하는 검출광 (La) 의 광강도는 저하된다. 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 액침영역 (AR) 은 아직 충분히 형성되어 있지 않다고 판단하고, 액침 노광처리를 시작하는 것은 부적절하다고 판단한다. 제어장치 (CONT) 는 액침영역 (AR) 이 소정의 상태로 형성될 때까지 액침영역 형성동작을 계속하고, 경우에 따라서는 액체 공급장치 (1) 의 액체 공급량이나 액체 회수장치 (2) 의 액체 회수량을 변경하거나 기관 (P) 의 위치를 움직이는 등의 액침영역 형성에 관한 동작조건을 변경한다. 도 12(c) 에 나타내는 바와 같이, 액침영역 (AR) 이 충분히 형성되어, 제 1 광학부재 (81) 와 제 2 광학부재 (82) 사이의 검출광 (La) 의 광로가 액체 (50) 로 채워지면, 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 와 기관 (P) 사이의 노광광 (EL) 의 광로도 액체 (50) 로 채워지게 된다. 이 상태에 있어서, 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은 수광계 (72) 에 소정의 광강도로 입사되기 때문에, 제어장치 (CONT) 는 포커스 검출계 (70) 의 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 액침영역 (AR) 이 형성된 것으로 판단하고, 액침 노광처리를 개시하는 것은 적절하다고 판단한다. 이어서, 제어장치 (CONT) 는 노광광 (EL) 의 조사를 시작하여 노광처리를 실시한다.

그런데, 상기 기술한 바와 같이 기관 (P) 의 노광중에 있어서, 포커스 검출계 (70) 에 의해서 노광광 (EL) 의 광로를 포함하는 액침영역 (AR) 중에 기포 (18) 나 기체영역 (AG) 등의 기체부분이 검출된 경우, 제어장치 (CONT) 는 그 기관 (P) 의 노광처리를 정지하는 등의 처리를 실시하지만, 노광광 (EL) 의 광로상에 액체 (50) 가 채워져 있음에 불구하고, 검출광 (La) 이 수광계 (72) 에 소정의 광강도로 수광되지 않는 상황이 발생하는 것이 고려된다. 이 경우, 액침 노광처리 가능함에도 불구하고, 노광처리를 정지하는 문제가 생긴다. 예를 들어, 도 13 에 나타내는 바와 같이, 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 투사된 복수의 검출광 (La1~La5) 중, 기관 (P) 의 에지부 (E) 와 기관 (P) 의 둘레에 형성된 플레이트 부재 (57) 사이의 간극 (58) 에 조사된 검출광 (La3) 은, 산란이나 굴절 등을 발생시켜 수광계 (72) 에 소정의 광강도로 수광되지 않을 가능성이 있다. 여기서, 플레이트 부재 (57) 는 기관 (P) 에 동심 형상으로 형성된 고리형 부재로서, 플레이트 부재 (57) 의 상면과 기관 (P) 의 상면은 거의 동일 높이이고, 이 플레이트 부재 (57) 에 의해서, 기관 (P) 의 에지부 (E) 근방을 액침노광할 때에도 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 의 아래에 액체 (50) 를 유지하고 액침영역 (AR) 의 형상을 유지할 수 있다. 기관 (P) 과 플레이트 부재 (57) 사이에 간극 (58) 이 형성되어 있지만, 그 간극 (58) 에 조사된 검출광 (La3) 은 액침영역 (AR) 이 양호하게 형성되어 있음에도 불구하고, 수광계 (72) 에 소정의 광강도로 수광되지 않을 가능성이 있고, 그 경우 제어장치 (CONT) 가 수광계 (72) 의 출력에 따라서 노광처리를 정지하는 문제를 생성한다. 또한, 플레이트 부재 (57) 가 형성되어 있지 않은 구성도 고려되지만, 그 경우 기관 (P) 과 기관 스테이지 (PST; Z 스테이지 (51)) 사이에 단차가 형성되어, 에지부 (E) 근방의 기관 (P) 상에는 액침영역 (AR) 이 형성되어 있음에도 불구하고, 기관 (P) 의 외측에 조사되는 검출광 (La3, La4, La5) 등이 수광계 (72) 에 소정의 광강도로 수광되지 않을 가능성이 있다.

그 경우, 제어장치 (CONT) 는 기관 (P) 을 지지하는 기관 스테이지 (PST) 의 위치를 계측하는 레이저 간섭계 (55; 도 1 참조) 의 계측결과와, 레이저 간섭계 (55) 로 규정되는 스테이지 좌표계에서의 기관 (P) 의 에지부 (E; 간극 (58)) 의 위치 정보에 따라서 노광동작을 제어한다. 구체적으로는, 예를 들어 노광처리 전의 얼라인먼트 처리시 등에 있어서, 제어장치 (CONT) 는 상기 스테이지 좌표계에서의 기관 (P) 의 에지부 (E; 간극 (58)) 의 위치정보를 미리 구하여 기억장치 (MR) 에 기억시켜 둔다. 이어서, 제어장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (55) 에 의해 기관 (P) 의 위치정보를 계측하면서 노광처리한다. 노광처리 중, 제어장치 (CONT) 는 간극 (58) 을 포함하는 기관 (P) 의 에지부 (E) 근방에 검출광 (La) 이 조사되어 있는지 여부를, 기억장치 (MR) 에 기억되어 있는 기관 (P) 의 에지부 (E) 의 위치정보를 참조하여 판단한다. 예를 들어, 간극 (58) 에 검출광 (La) 이 조사되어 있다고 판단한 경우에는, 수광계 (72) 에 수광되는 검출광 (La) 의 광량이 저하되거나 또는 수광되지 않는 상황이 생기더라도, 제어장치 (CONT) 는 수광계 (72) 의 출력을 무시하고 노광처리를 계속한다. 이렇게 함으로써, 액침 노광처리가 양호하게 실시되고 있음에도 불구하고 노광처리를 정지하는 문제를 회피할 수 있다.

도 14 는, 본 발명의 별도의 실시형태를 나타내는 도면이다. 본 실시형태의 특징적인 부분은, 포커스 검출계 (70) 의 검출광 (La) 을 투과 가능한 광학부재 (81, 82) 가 투영광학계 (PL) 의 광학소자 (60) 와 일체가 되도록 형성되어 있는 점이다. 포커스 검출계 (70) 의 투사계 (71) 로부터 사출되는 복수의 검출광 (La) 중 일부 또는 전부의 검출광 (La) 은, 투영광학계 (PL) 를 구성하는 복수의 광학소자 중 일부 (선단부) 의 광학소자 (60) 를 통과하도록 설정되어 있다. 포커스 검출계 (70) 는 광학소자 (60) 를 통하여 검출광 (La) 을 기관 (P) 상에 투사한다. 이러한 구성에 의해서도, 포커스 검출계 (70) 는 노광광 (EL) 의 광로중의 기체부분의 유무를 검출할 수 있다. 또한, 도 14 에서는 광학부재 (81, 82) 의 각각의 하단면 (액체 접촉면) 은, XY 평면에 거의 평행한 평탄면으로 되어 있고, 광학소자 (60) 의 선단면 (하단면) 과 거의 동일 높이로 되어 있다. 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 는 광학부재 (81, 82) 의 하단면 및 광학소자 (60) 의 하단면에 밀착되어, 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 있어서, 넓은 영역에 액침영역 (AR) 이 형성된다.

또한, 도 15 에 나타내는 바와 같이, 액침영역 (AR) 의 액체 (50) 중에 기포 (18) 가 존재하는 경우에는, 상기 실시형태와 동일하고, 투사계 (71) 로부터 사출된 검출광 (La) 은 기포 (18) 에 닿아 산란하거나 하기 때문에, 광강도가 저하된 상태에서 수광계 (72) 에 수광된다. 이로 인해, 포커스 검출계 (70) 는 수광계 (72) 의 출력에 따라서, 액침영역 (AR) 중 노광광 (EL) 의 광로중이나 검출광 (La) 의 광로중에서의 기포 (기체부분; 18) 의 유무를 검출할 수 있다.

또한, 이 경우에 있어서도 광학부재 (81, 82) 의 각각은 서로 독립한 부재로 구성해도 되고, 투영광학계 (PL) 의 선단부의 광학소자 (60) 를 둘러싸도록 고리 형상으로 일체로 형성해도 된다.

상기 기술한 바와 같이, 본 실시형태에서의 액체 (50) 에는 순수를 사용하였다. 순수는 반도체 제조공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 기관 (P) 상의 포토레지스트나 광학소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기관 (P) 의 표면 및 투영광학계 (PL) 의 선단면 (7) 에 형성되어 있는 광학소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.

그리고, 파장이 193nm 정도의 노광광 (EL) 에 대한 순수 (물) 의 굴절률  $n$  은 거의 1.47~1.44 정도로 알려져 있고, 노광광 (EL) 의 광원으로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 을 사용한 경우, 기관 (P) 상에서는  $1/n$ , 즉 약 131~134nm 정도로 단파장화되어 높은 해상도가 얻어진다. 또한, 초점심도는 공기중에 비해서 약  $n$  배, 즉 약 1.47~1.44 배 정도로 확대되기 때문에, 공기중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는, 투영광학계 (PL) 의 개구수를 보다 증가시킬 수 있고, 이 점에서도 해상도가 향상한다.

본 실시형태에서는, 투영광학계 (PL) 의 선단에 렌즈 (60) 가 장착되어 있지만, 투영광학계 (PL) 의 선단에 장착하는 광학소자로서는, 투영광학계 (PL) 의 광학특성, 예를 들어 수차 (구면수차, 코마수차 등) 의 조정에 사용하는 광학 플레이트라도 된다. 또는, 노광광 (EL) 을 투과가능한 평행평면판이라도 된다. 액체 (50) 와 접촉하는 광학소자를, 렌즈보다 저렴한 평행 평면판으로 함으로써, 노광장치 (EX) 의 운반, 조립, 조정시 등에 있어서 투영광학계 (PL) 의 투과율, 기관 (P) 상에서의 노광광 (EL) 의 조도 및 조도 분포의 균일성을 저하시키는 물질 (예를 들어, 규소계 유기물 등) 이 그 평행 평면판에 부착되더라도, 액체 (50) 를 공급하기 직전에 그 평행평면판을 교환할 뿐만 아니라, 액체 (50) 와 접촉하는 광학소자를 렌즈로 하는 경우에 비해서 그 교환비용이 낮아지는 이점이 있다. 즉, 노광광 (EL) 의 조사에 의해 레지스트로부터 발생하는 비산입자, 또는 액체 (50) 중의 불순물의 부착 등에 기인하여 액체 (50) 에 접촉하는 광학소자의 표면이 더러워지기 때문에, 그 광학소자를 정기적으로 교환할 필요가 있지만, 이 광학소자를 저렴한 평행평면판으로 함으로써, 렌즈에 비하여 교환부품의 비용이 낮고, 또한 교환에 필요한 시간을 짧게 할 수 있어, 메인テナンス 비용 (러닝코스트) 의 상승이나 스루풋의 저하를 억제할 수 있다.

또한, 액체 (50) 의 흐름에 의해서 생성되는 투영광학계 (PL) 의 선단의 광학소자와 기관 (P) 사이의 압력이 큰 경우에는, 그 광학소자를 교환가능하게 하는 것이 아니라, 그 압력에 의해서 광학소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정해도 된다.

또한, 본 실시형태에서는 투영광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면 사이는 액체 (50) 로 채워져 있는 구성이지만, 예를 들어 기관 (P) 의 표면에 평행평면판으로 이루어지는 커버유리를 부착한 상태에서 액체 (50) 를 채우는 구성이라도 된다. 이 때, 커버 유리도 투영광학계 (PL) 의 일부를 구성한다. 즉, 마스크 (M) 와 기관 (P) 사이에서의 노광광 (EL) 의 광로상에 존재하는 모든 광학소자를 투영광학계로 한다.

또한, 본 실시형태의 액체 (50) 는 물이지만, 물 이외의 액체라도 되는, 예를 들어, 노광광 (EL) 의 광원이  $F_2$  레이저인 경우, 이  $F_2$  레이저광은 물을 투과하지 않기 때문에, 이 경우 액체 (50) 로서는  $F_2$  레이저광을 투과가능한, 예를 들어 과불화 폴리에테르 (PFPE) 나 불소계 오일이라도 된다. 또한, 액체 (50) 로서는 그외에도 노광광 (EL) 에 대한 투과성이 있어서 가능한 한 굴절률이 높고, 투영광학계 (PL) 나 기관 (P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어, 시더유) 을 사용하는 것도 가능하다.

상기 각 실시형태에 있어서, 상기 기술한 노즐의 형상은 특별히 한정되는 것이 아니라, 예를 들어 선단부 (60A) 의 장변에 대해서 2 쌍의 노즐로 액체 (50) 의 공급 또는 회수를 실시하도록 해도 된다. 또한, 이 경우에는 +X 방향, 또는 -X 방향의 어느쪽의 방향으로부터도 액체 (50) 의 공급 및 회수를 실시할 수 있도록 하기 때문에, 공급노즐과 회수노즐과 상하로 나열하여 배치해도 된다.

또한, 상기 각 실시형태의 기판 (P) 으로서는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼 뿐만아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리기판이나 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼, 또는 노광장치에서 사용되는 마스크 또는 레티클의 원판 (합성 석영, 규소 웨이퍼) 등이 적용된다.

또한, 상기 기술한 실시형태에 있어서는 투영광학계 (PL) 와 기판 (P) 사이를 국소적으로 액체로 채우는 노광장치를 채용하고 있지만, 노광대상의 기판을 유지한 스테이지를 액조의 안에서 이동시키는 액침 노광장치나, 스테이지 상에 소정 깊이의 액체조를 형성하여, 그 속에 기판을 유지하는 액침 노광장치에도 본 발명을 적용가능하다. 노광대상의 기판을 유지한 스테이지를 액조의 안에서 이동시키는 액침 노광장치의 구조 및 노광동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-124873호에 상세히 기재되어 있고, 또한 스테이지상에 소정 깊이의 액체조를 형성하고, 그 속에 기판을 유지하는 액침 노광장치의 구조 및 노광동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-303114호나 미국특허 5,825,043 에 상세히 기재되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이들 문헌의 기재내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

노광장치 (EX) 로서는, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 동기 이동하여 마스크 (M) 의 패턴을 주사노광하는 스텝·앤드·스캔 방식의 주사형 노광장치 (스캐닝 스테퍼) 외에, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 정지한 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하여, 기판 (P) 을 순차 단계 이동시키는 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광장치 (스테퍼) 에도 적용할 수 있다. 또한, 본 발명은 기판 (P) 상에서 적어도 2 개의 패턴을 부분적으로 포개어 전사하는 스텝·앤드·스티치 방식의 노광장치에도 적용할 수 있다.

또한, 본 발명은 트윈 스테이지형의 노광장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형의 노광장치의 구조 및 노광동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-163099호 및 일본 공개특허공보 평10-214783호 (대응미국특허 6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 및 6,590,634), 일본 특허공표 2000-505958호 (대응미국특허 5,969,441) 또는 미국특허 6,208,407 에 개시되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이들 문헌의 기재내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

노광장치 (EX) 의 종류로서는, 기판 (P) 에 반도체 소자패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용의 노광장치에 한정되지 않고, 액정 표시소자 제조용 또는 디스플레이 제조용의 노광장치나, 박막 자기헤드, 촬상소자 (CCD) 또는 레티클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광장치 등에도 널리 적용할 수 있다.

기판 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터를 사용하는 경우는, 에어베어링을 사용한 에어 부상형 및 로렌스력 또는 리액턴스력을 사용한 자기 부상형의 어느 쪽을 사용해도 된다. 또한, 각 스테이지 (PST, MST) 는 가이드를 따라 이동하는 타입이라도 되고, 가이드를 형성하지 않은 가이드리스 타입이라도 된다. 스테이지에 리니어 모터를 사용한 예는, 미국특허 5,623,853 및 5,528,118 에 개시되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이들 문헌의 기재내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.

각 스테이지 (PST, MST) 의 구동기구로서는, 2 차원으로 자석을 배치한 자석 유닛과, 2 차원으로 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지 (PST, MST) 를 구동하는 평면모터를 사용해도 된다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛의 어느 하나 일방을 스테이지 (PST, MST) 에 접촉하고, 자석유닛과 전기자 유닛의 타방을 스테이지 (PST, MST) 의 이동면측에 형성하면 된다.

기판 스테이지 (PST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영광학계 (PL) 에 전해지지 않도록, 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 에 흘려보내도 된다. 이 반력의 처리 방법은 예를 들어, 미국특허 5,528,118 (일본 공개특허공보 평 8-166475호) 에 상세히 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이 문헌의 기재내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

마스크 스테이지 (MST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영광학계 (PL) 에 전해지지 않도록, 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 에 흘려보내도 된다. 이 반력의 처리방법은 예를 들어, 미국특허 5,874,820 (일본 공개특허공보 평8-330224호) 에 상세히 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령으로 허용되는 한에 있어서, 이 문헌의 기재내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.

이상과 같이, 본원 실시형태의 노광장치 (EX) 는, 본원 특허청구의 범위에 들었던 각 구성요소를 포함하는 각종 서브 시스템을 소정의 기계적 정밀도, 전기적정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해서, 이 조립의 전후에는 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서

는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 실시된다. 각종 서브 시스템으로부터 노광장치로의 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호의 기계적 접속, 전기회로의 배선접속, 기압회로의 배관접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광장치로의 조립 공정 전에 각 서브 시스템 각각의 조립 공정이 있는 것은 말할 필요도 없다. 각종 서브 시스템의 노광장치로의 조립 공정이 종료하면, 종합 조정이 실시되고 노광장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또한, 노광장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸으로 실시하는 것이 바람직하다.

반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 16 에 나타내는 바와 같이 마이크로 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계 (201), 이 설계 단계에 근거한 마스크 (레티클) 를 제작하는 단계 (202), 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계 (203), 전술한 실시형태의 노광장치 (EX) 에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 노광처리 단계 (204), 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다; 205), 검사 단계 (206) 등을 거쳐 제조된다.

### 산업상이용가능성

본 발명에 의하면, 액침법에 따라서 노광처리할 때 기포검출기나 기체검출계에 의해, 패턴전사 정밀도에 크게 관계되는 부분인, 투영광학계와 기판 사이의 액체내의 기포를 포함하는 기체부분을 검출할 수 있다. 또한, 투영광학계와 기판 사이의 액체가 끊어졌는지 여부, 또한, 투영광학계의 이미지면측이 노광이나 계측에 충분한 액체로 채워져 있는지를 검출할 수도 있다. 이 검출결과에 따라서, 양호한 생산성을 유지하기 위한 적절한 처리를 실시할 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

패턴의 이미지를 액체를 통하여 기판 상에 전사하여 기판을 노광하는 노광장치로서,

패턴의 이미지를 기판에 투영하는 투영광학계; 및

그 투영광학계와 상기 기판 사이의 액체내의 기포를 검출하는 기포검출기를 구비하는 노광장치.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 기포검출기는 상기 기포를 광학적으로 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 기포검출기는 상기 액체에 광을 투사하는 투사계와, 상기 액체로부터의 광을 수광하는 수광계를 갖는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 기판은 소정의 주사방향으로 이동하면서 주사 노광되어, 상기 투사계는 상기 투영광학계의 광축에 대하여 상기 주사방향으로 떨어진 위치로부터 광을 투사하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 액체를 공급하는 공급장치를 구비하고, 상기 액체는 상기 주사 노광중에 상기 투영광학계와 상기 기관 사이를 상기 주사방향과 평행하게 흐르는 것을 특징으로 노광장치.

### 청구항 6.

제 3 항에 있어서,

상기 기포검출기는 상기 수광계에서 검출되는 광의 강도에 따라서, 상기 기포의 양을 검지하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 기포검출기의 검출결과에 따라서, 상기 기관의 노광이 적절히 실시되었는지 여부가 판단되는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 기관상의 복수의 쇼트영역의 각각의 노광중에 상기 기포검출기에 의한 기포의 검출을 실시하고, 그 검출결과에 근거하여 상기 기포에 의해 상기 패턴의 이미지의 결상이 적절히 실시되지 않은 쇼트영역을 기억하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 9.

패턴의 이미지를 액체를 통하여 기관 상에 전사하여 기관을 노광하는 노광장치로서,

패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영광학계; 및

상기 투영광학계와 상기 기관 사이의 액체의 부족을 검출하는 액부족 검출장치를 구비하는 노광장치.

### 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 액부족 검출장치는 상기 투영광학계와 상기 기관 사이의 액체 부족을 광학적으로 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 액부족 검출장치는 상기 액체에 광을 투사하는 투사계와, 상기 액체로부터의 광을 수광하는 수광계를 갖는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 액부족 검출장치는 상기 액체로부터의 광의 상기 수광계로의 비입사에 의해 상기 액체 부족을 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 13.

투영광학계와 액체를 통하여 노광광을 기관에 조사하여 상기 기관을 노광하는 노광장치로서,

상기 노광광의 광로중에서의 기체 부분의 유무를 검출하는 기체검출계를 구비하는 노광장치.

#### 청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 기체검출계는 상기 노광광의 광로중의 기포를 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 기체검출계는 상기 노광광의 광로가 액체로 채워져 있는지 여부를 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 16.

제 13 항에 있어서,

상기 기체검출계의 출력에 따라서, 상기 기관의 노광개시의 적합 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 17.

제 13 항에 있어서,

상기 기체검출계는 상기 기관의 노광중에 상기 노광광의 광로중의 기체의 유무를 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 18.

제 13 항에 있어서,

상기 기체검출계는 상기 기체부분을 광학적으로 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 기체검출계는 상기 기관상의 액체를 통하여 검출광을 상기 기관 상에 투사함과 함께, 그 반사광을 수광함으로써 상기 기관의 면위치를 검출하는 면위치 검출기능을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 20.

투영광학계와 액체를 통하여 노광광을 기관에 조사하여 상기 기관을 노광하는 노광장치로서,

상기 기관상의 액체를 통하여 상기 기관 상에 검출광을 투사함과 함께, 상기 기관 상에서 반사한 검출광을 수광하여, 상기 기관의 면위치를 검출하는 면위치 검출계를 구비하고,

상기 면위치 검출계의 출력에 따라서, 상기 검출광의 광로중에서의 기체 부분의 유무를 검출하는 노광장치.

### 청구항 21.

제 20 항에 있어서,

상기 검출광은 상기 노광광의 광로를 통과하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 22.

제 20 항에 있어서,

상기 면위치 검출계의 출력에 따라서, 상기 검출광의 광로중의 기포를 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 23.

제 20 항에 있어서,

상기 면위치 검출계의 출력에 따라서, 상기 기관의 노광개시의 적합 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 24.

제 20 항에 있어서,

상기 면위치 검출계의 출력에 따라서, 상기 기관의 노광중에 상기 검출광의 광로중의 기체의 유무를 검출하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

**청구항 25.**

제 20 항에 있어서,

상기 면위치 검출계는 상기 기관 상에 복수의 검출광을 투사하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

**청구항 26.**

제 20 항에 있어서,

상기 면위치 검출계는 상기 투영광학계의 일부의 광학부재를 통하여 상기 검출광을 상기 기관 상에 투사하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

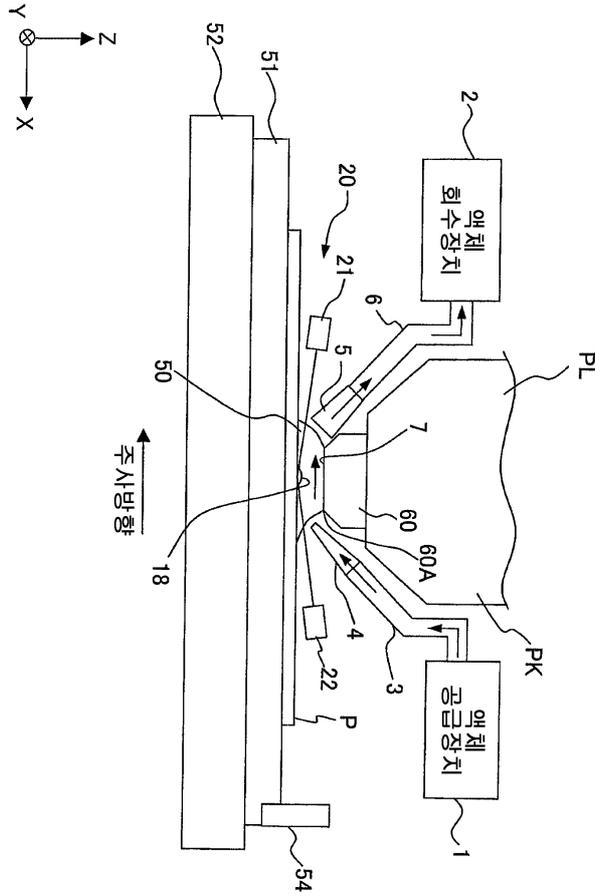
**청구항 27.**

제 1 항, 제 9 항, 제 13 항 및 제 20 항 중 어느 한 항에 기재된 노광장치를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

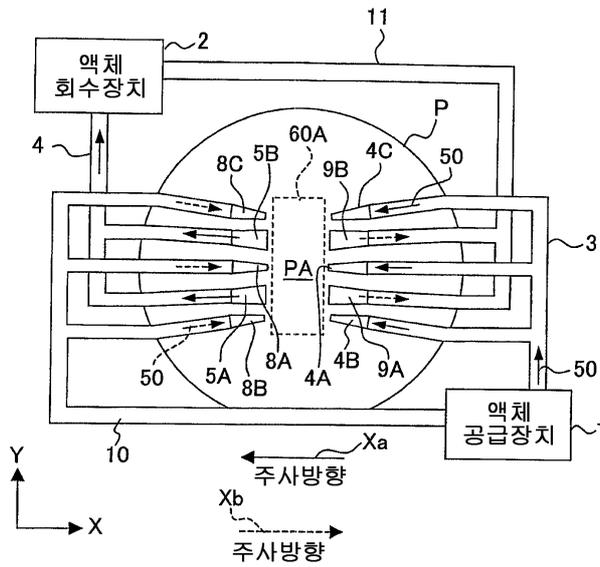
도면



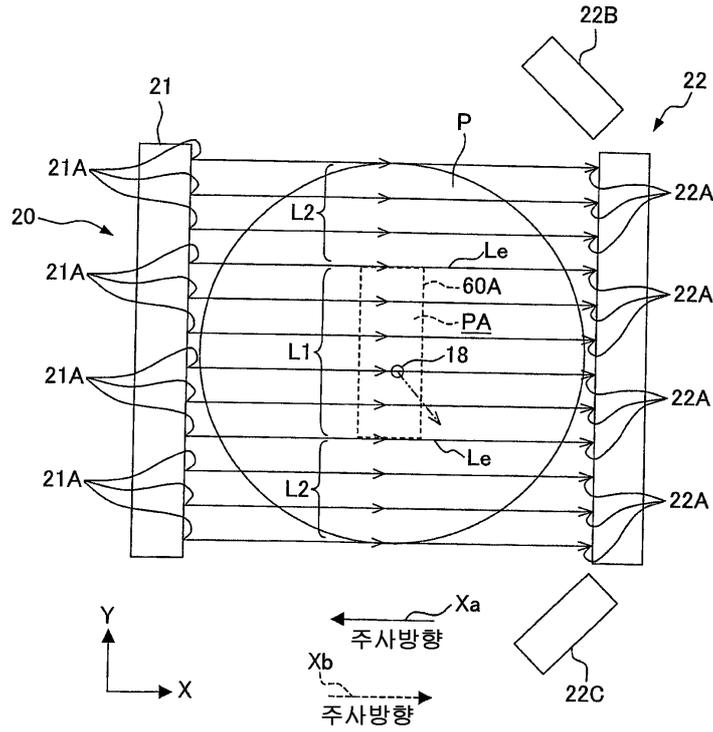
도면2



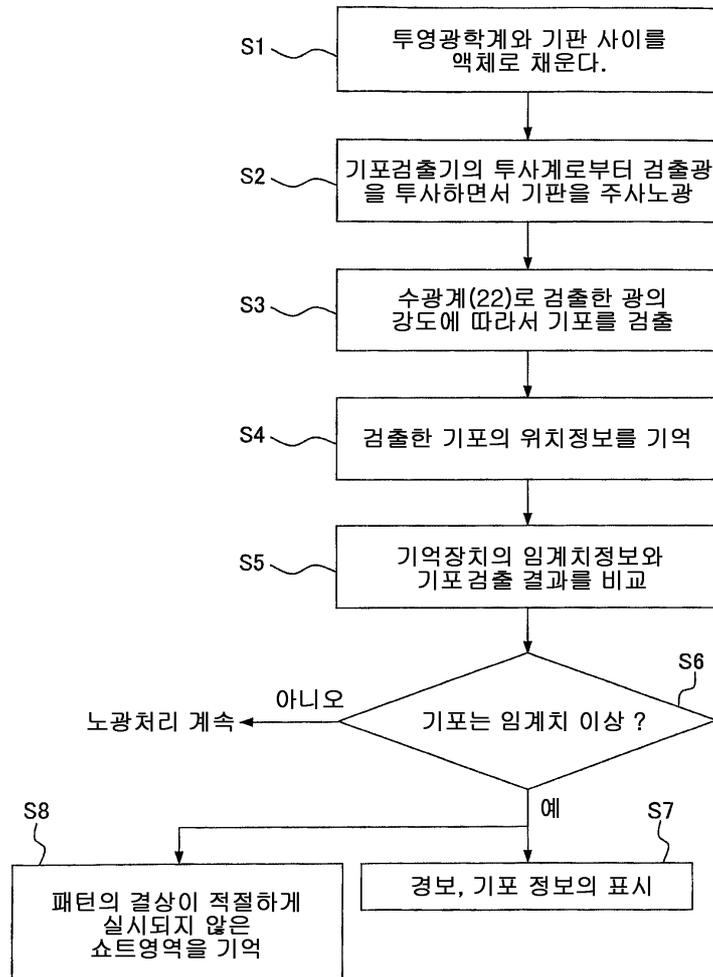
도면3



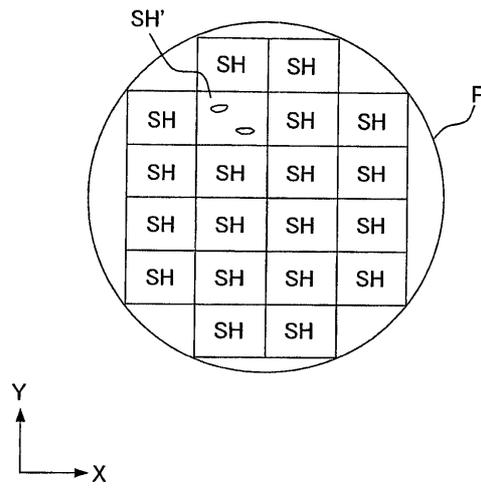
도면4



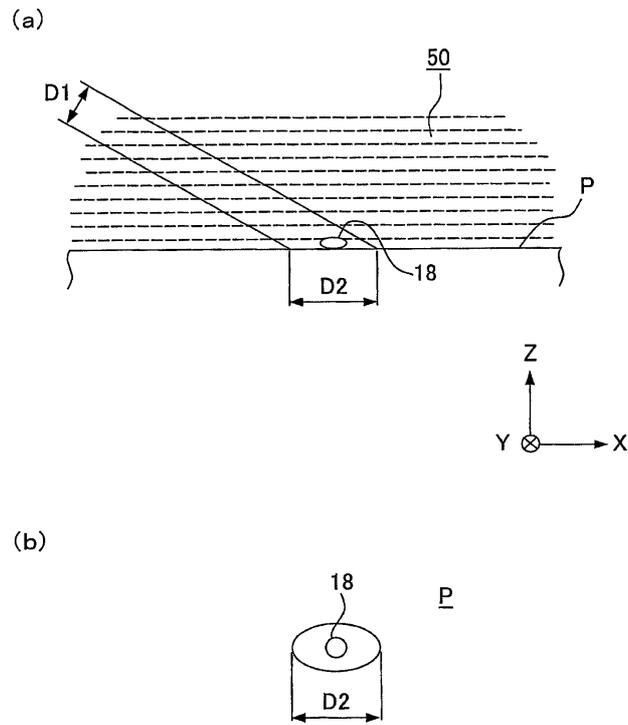
도면5



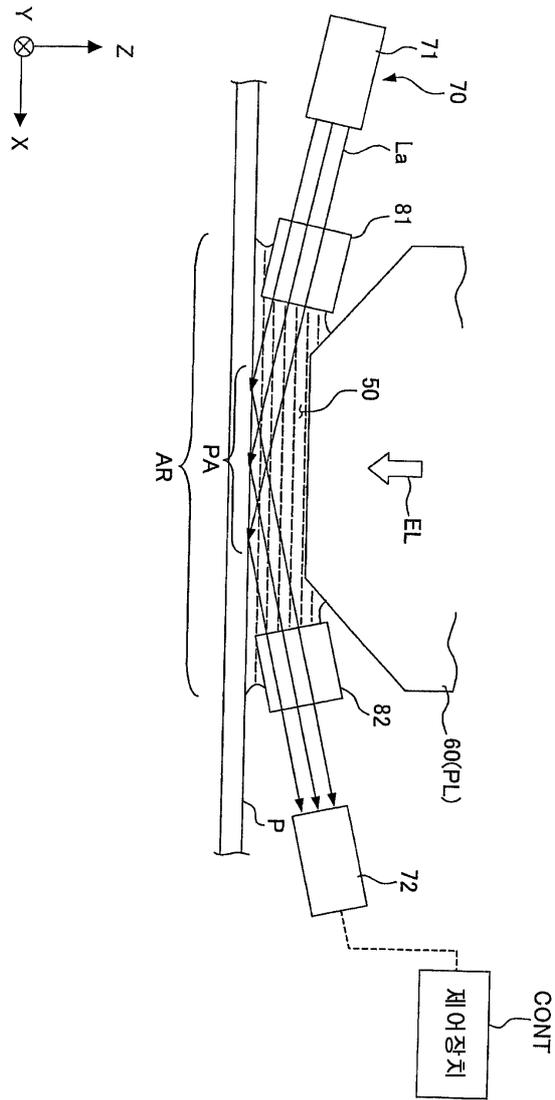
도면6



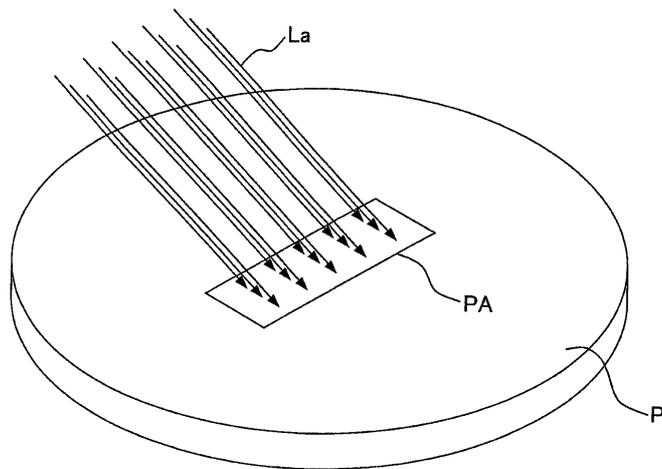
도면7



도면8

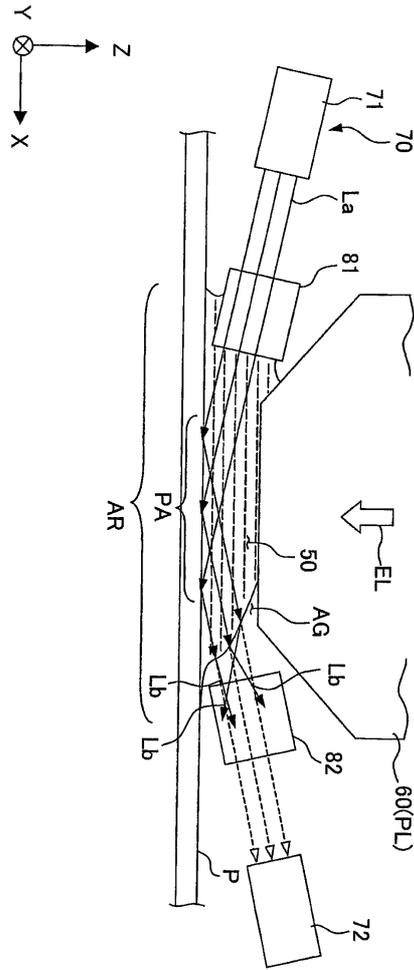


도면9

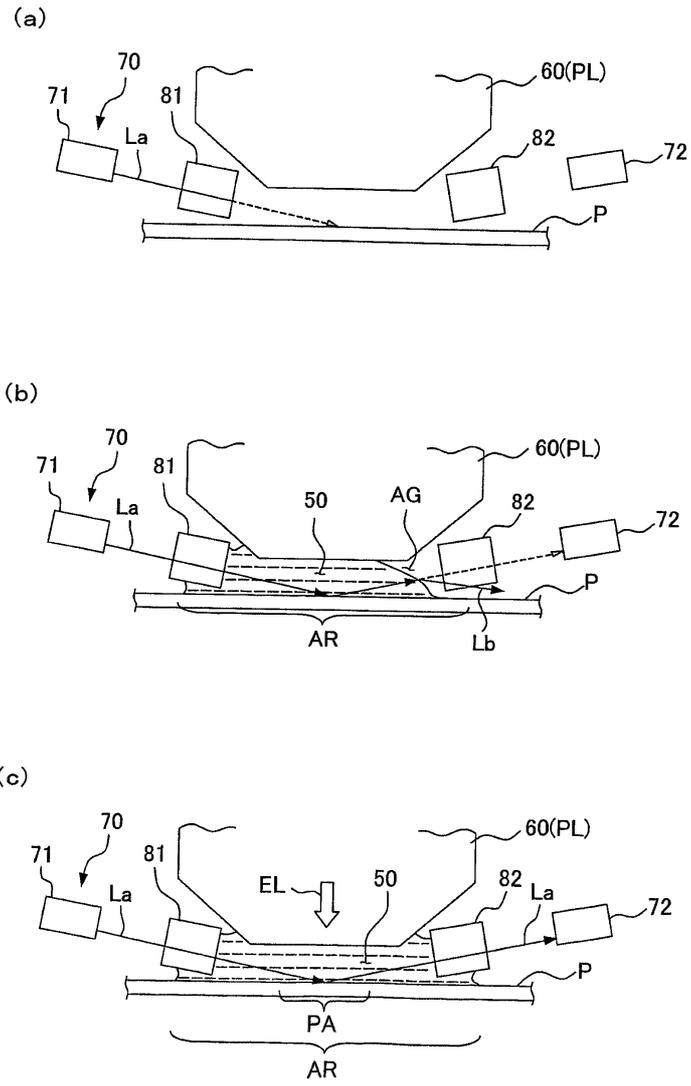




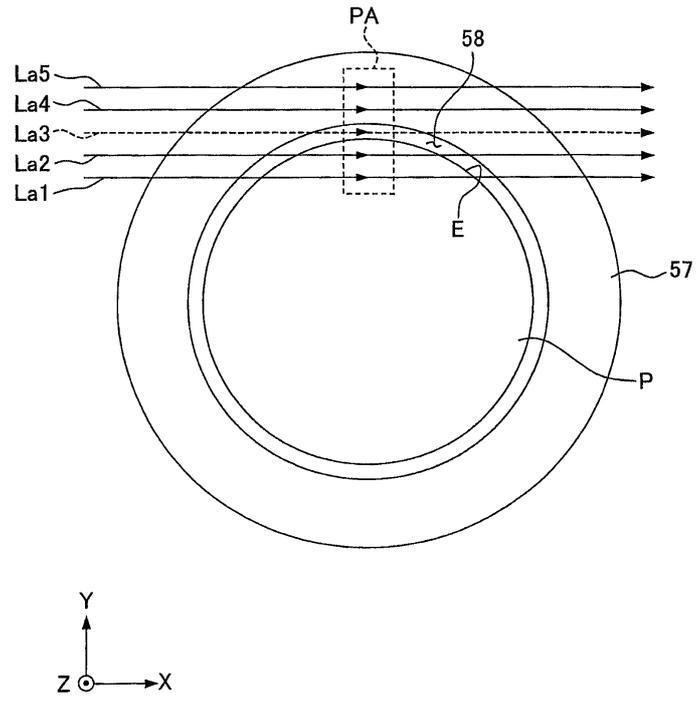
도면11



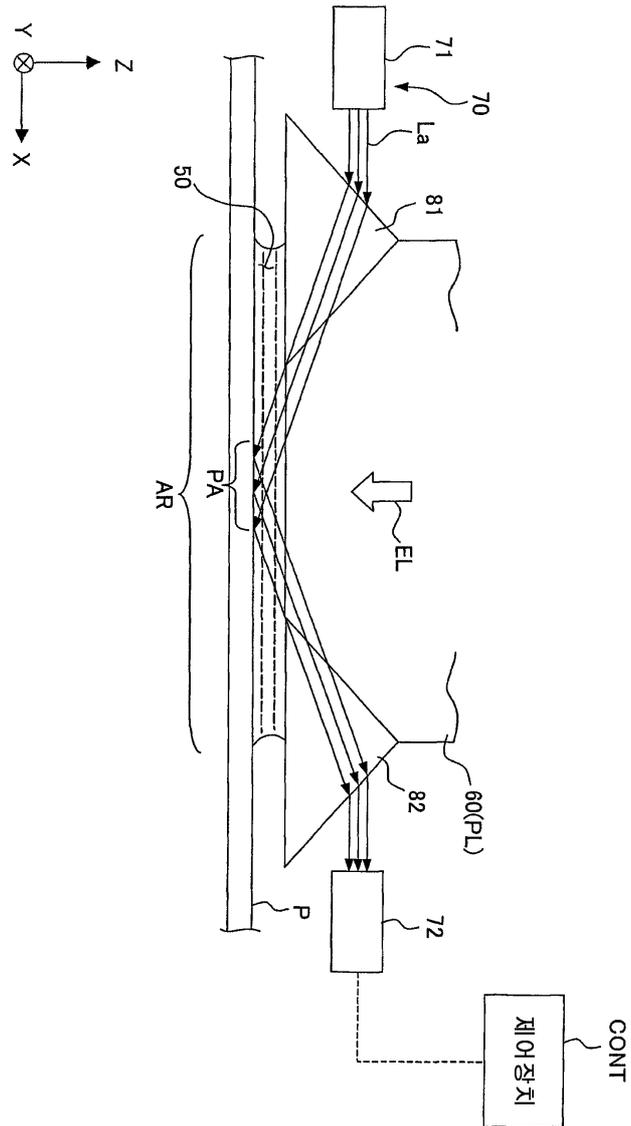
도면12



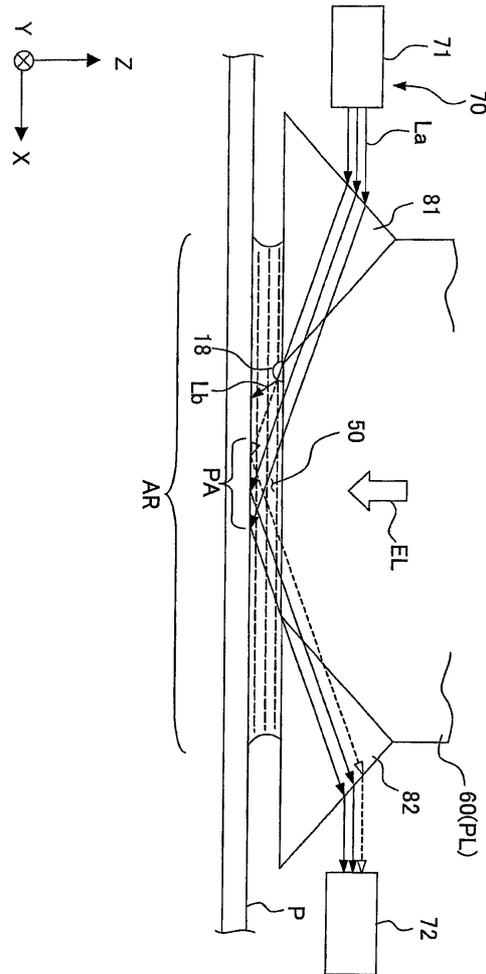
도면13



도면14



도면15



도면16

