



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

기판 상의 레지스트를 광학계를 통해 노광시키는 노광 장치로서,

상기 기판을 보유하여 노광 위치에 상기 기판을 위치 결정하도록 구성된 테이블;

상기 기판 상에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 상기 얼라인먼트 마크의 위치에서의 레지스트 표면까지의 거리와, 미리 정해진 표면에 대한 상기 레지스트 표면의 기울기를 취득하도록 구성된 취득 유닛; 및

상기 테이블의 경사 구동시 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정하기 위한 보정값을 상기 거리와 상기 기울기를 이용하여 산출하고, 상기 보정값에 따라 상기 테이블의 위치를 제어하도록 구성된 제어 유닛을 포함하는, 노광 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 미리 정해진 표면은, 상기 얼라인먼트 마크가 형성되어 있는 상기 기판의 표면인, 노광 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제어 유닛은,

$\Delta L = \Delta Z \times \sin a$ 에 따라 보정값( $\Delta L$ )을 구하고,

여기서,  $\Delta Z$ 은 상기 거리이며,  $a$ 는 상기 기울기인, 노광 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 레지스트가 재료가 다른 복수의 층으로 형성된 경우, 상기 취득 유닛은, 상기 얼라인먼트 마크로부터 상기 레지스트 표면까지의 각 층의 두께를 상기 거리로서 취득하고,

상기 취득 유닛은, 상기 미리 정해진 표면에 대하여, 상기 각 층의 표면의 기울기 및 상기 각 층의 재료의 특성 값을 취득하고,

상기 제어 유닛은, 상기 각 층의 두께, 상기 각 층의 표면의 기울기, 및 상기 각 층의 재료의 특성 값을 이용하여 상기 보정값을 산출하는, 노광 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 얼라인먼트 마크가 상기 기판의 하면 상에 형성되고, 상기 기판이 하나 이상의 층으로 형성된 경우, 상기 취득 유닛은, 상기 얼라인먼트 마크로부터 상기 레지스트 표면까지의 각 층의 두께, 상기 미리 정해진 표면에 대한 상기 각 층의 표면의 기울기, 및 상기 각 층의 재료의 특성 값을 취득하고,

상기 제어 유닛은, 상기 각 층의 두께, 상기 각 층의 표면의 기울기, 및 상기 각 층의 재료의 특성 값을 이용하여 상기 보정값을 산출하는, 노광 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 기판은 실리콘 기판으로 형성된 층과 유리 기판으로 형성된 층 중 하나 이상의 층을 포함하는, 노광 장치.

**청구항 7**

제4항에 있어서,  
상기 제어 유닛은,

$$\Delta L = \sum_{k=1}^n (\sin \alpha_k \times C_k \times \Delta Z_k)$$

에 따라 상기 보정값( $\Delta L$ )을 구하고,

여기서,  $\Delta Z_k$ 는 상기 각 층의 두께이며,  $\alpha_k$ 는 상기 각 층의 표면의 기울기이고,  $C_k$ 는 상기 각 층의 재료의 특성 값을 나타내는 계수인( $k$ 는 1부터  $n$ 까지의 정수이며,  $n$ 은 층의 수임), 노광 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

기준으로서의 역할을 하는 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 레지스트 표면의 기울기를 전체 기관의 대표값으로서 측정하는 글로벌 측정과, 기관의 평면 내의 서로 다른 위치에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 레지스트 표면의 기울기를 측정하는 다이 바이 다이(die-by-die) 측정 중 하나를 실시하도록 구성된 측정 유닛을 더 포함하고,

상기 취득 유닛은 상기 측정 유닛에 의해 구해진 측정 결과를 취득하는, 노광 장치.

**청구항 9**

기관을 보유하여 노광 위치에 상기 기관을 위치 결정하는 테이블을 포함하고, 상기 기관 상의 레지스트를 광학계를 통해 노광시키는 노광 장치를 제어하는 방법으로서,

상기 기관 상에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 상기 얼라인먼트 마크의 위치에서의 레지스트 표면까지의 거리, 및 미리 정해진 표면에 대한 상기 레지스트 표면의 기울기를 취득하는 취득 단계;

상기 테이블의 경사 구동시 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정하기 위한 보정값을 상기 거리와 상기 기울기를 이용하여 산출하는 산출 단계; 및

상기 산출 단계에서 산출된 보정값에 따라 상기 테이블의 위치를 제어하는 제어 단계를 포함하는, 노광 장치의 제어 방법.

**청구항 10**

디바이스 제조 방법으로서,

기관 상의 레지스트를 노광시키는 노광 단계로서,

테이블 상에 위치하는 상기 기관 상에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 상기 얼라인먼트 마크의 위치에서의 레지스트 표면까지의 거리와, 미리 정해진 표면에 대한 상기 레지스트 표면의 기울기를 취득하는 단계,

상기 테이블의 경사 구동시 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정하기 위한 보정값을 상기 거리와 상기 기울기를 이용하여 산출하는 단계, 및

산출된 상기 보정값에 따라 상기 테이블의 위치를 제어하는 단계를 포함하는 상기 노광 단계, 및 노광된 상기 레지스트를 현상하는 현상 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 얼라인먼트 마크가 상기 기관의 하면 상에 형성된 경우, 상기 취득 유닛은, 상기 얼라인먼트 마크로부터 상기 레지스트 표면까지의 각 층의 두께, 및 상기 미리 정해진 표면에 대한 상기 각 층의 표면의 기울기를 취득하고,

상기 제어 유닛은, 상기 각 층의 두께와 상기 각 층의 표면의 기울기를 이용하여 상기 보정값을 산출하는, 노광 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 노광 장치, 노광 장치의 제어 방법 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 근년에, 반도체 디바이스의 제조 기술로서의 초미세 패터닝 기술이 현저히 진보하였다. 특히, 광패터닝 기술에 있어서, 서브마이크론의 해상력을 가진 축소 투영 노광 장치(스테퍼)의 사용이 통상적이므로, 해상력을 더 향상 시키기 위해, 예컨대, 광학계의 개구수(NA)가 증가하고, 노광 파장이 단파장화되고 있다. 예컨대, 노광 파장이 단파장화됨에 따라, 노광 광원은 g-선 및 i-선의 고압 수는 램프로부터 KrF 및 ArF 엑시머 레이저로 이행하고 있다. 그러나, 노광 광이, 예컨대, KrF 엑시머 레이저에 의해 방출되는 단파장 광으로 이행하여도, 이용가능한 유리 재료가 한정되어 있으므로, 투영 노광 광학계의 얼라인먼트 파장에 대한 색수차의 보정이 곤란하게 된다. 따라서, 근래의 축소 투영 노광 장치에서는 투영 노광 광학계의 색수차의 영향을 받지 않는 비축(off-axis) 얼라인먼트 검출계(OA 검출계)를 채용하는 것이 요구되고 있다.

[0003] 한편, 메모리와 로직을 포함하는 종래의 IC 칩들 이외에, MEMS와 CMOS를 포함하는 근래의 특수한 디바이스도 종래의 반도체 노광 장치를 이용하여 응용 제품으로서 제조되고 있다. 그러나, MEMS를 포함하는 디바이스들은 여러 가지 면에서 IC 칩과는 상이하다. 예컨대, MEMS를 포함하는 디바이스들은 요구되는 선폭 해상도와 중첩 정확도는 비교적 낮은 반면 요구되는 초점 심도는 비교적 깊다는 점에서 IC 칩과는 상이하다.

[0004] 또한, 실리콘 웨이퍼의 하면측에 얼라인먼트 마크를 형성하고 얼라인먼트 마크와 정렬될 때 실리콘 웨이퍼의 상면측을 노광하는 특수한 노광 공정이 실시되어야만 한다. 이 공정은, 예컨대, 판통홀 비어가 웨이퍼의 상면측으로부터 연장하도록 형성되어, 상면측을 하면측의 회로 패턴에 전기적으로 연결하기 위해 사용될 때, 실행된다. 웨이퍼의 하면측에 형성된 얼라인먼트 마크를 검출하는 방법으로서, 일본 특허 공개번호 제2002-280299호는, 예컨대, 하면측(웨이퍼 척 측)에 배열된 검출계를 이용하여 얼라인먼트를 실시하는 리소그래피 장치를 개시하고 있다. 그러나, 웨이퍼 척 측에 검출계를 배열하는 방법에서는, 웨이퍼 척의 특정 위치에 대항하는 위치에 있는 얼라인먼트 마크만 계측의 대상이 된다. 즉, 계측 위치가 한정되므로, 웨이퍼의 하면측의 임의의 위치에 형성된 얼라인먼트 마크를 계측할 수 없다.

[0005] 이 문제점을 해소하기 위해, 실리콘이 적외광(파장: 1,000nm 이상)에 대해 투과성이 있는 성질을 이용하여, 적외광을 방출하는 광원을 포함하는 OA 검출계로 실리콘 웨이퍼의 상면측의 얼라인먼트 마크를 계측하는 방법이 이용가능하다. 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지 실리콘이 주어진 두께를 갖는 하면 얼라인먼트에 있어서, 실리콘 웨이퍼의 두께 불규칙과 중첩 정확도의 불규칙으로 인해, 웨이퍼 표면에 대한, 예컨대, 웨이퍼 테이블 또는 척의 기울기에서 불규칙이 발생할 수 있다. 종래 기술에서는, 예컨대, 웨이퍼 테이블 또는 척이 기울어지면, 검출 정확도가 저하되는 것으로 지적되고 있다.

[0006] 구체적으로, 간섭계와 같은 계측 기술에서 종래부터 보고되고 있는 바와 같이, 웨이퍼가 기울어진 상태에서 노광되는 경우, 노광될 위치에서 시프트가 발생한다. 일본 특허 공개번호 제5-315221호는, 예컨대, 간섭계 미러의 기울기를 검출하고, 경사 계측기로 웨이퍼의 기울기를 검출하며, 테이블의 자중으로 인한 휨량을 산출함으로써, 아베(Abbe) 오차를 산출하는 방법을 개시하고 있다. 이 방법에 의하면, 웨이퍼의 기울기량을 아베 오차의 보정 항목에 추가하여 얼라인먼트 마크를 높은 정확도로 계측한다. 또한, 일본 특허 공개번호 제2003-203842호는 스테이지의 각각의 위치에 대해 평면 미러의 오차를 산출하는 연산 유닛과, 그 연산 유닛에 의해 미리 구해진 오차에 기초하여 스테이지가 이동하게 되는 위치에 따라 경사량을 보정하여 스테이지를 구동시키는 방법을 개시하고 있다.

[0007] 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지 실리콘이 주어진 두께를 갖는 하면 얼라인먼트에서, 또는 두꺼운 레지스트가 사용되면 얼라인먼트 시간과 노광 시간 사이에, 웨이퍼 표면의 기울기가 변하면 노광시에, 노광될 위치에서 시프트가 발생할 수 있다. 즉, 노광시에 레지스트 표면의 기울기를 저감하기 위해 기울기 보정을 실시하면, 이상적으로 노광될 위치와 실제로 노광되는 위치 사이에 시프트(시프트 오차)가 발생할 수 있다. 보다 높은 정확도로 노광을 실현하기 위해, 시프트 오차 보정과 연관된 과정은 제기하였으나, 종래의 문헌들은 시프트

트 오차 보정 방법을 개시하지는 않았다.

- [0008] 도 12의 (a) 및 (b)는 얼라인먼트 시간과 노광 시간 사이에서 발생하는 시프트 오차를 설명하기 위한 도면들로서, 도 12의 (a)에서는 얼라인먼트 상태를 나타내고 있고, 도 12의 (b)에서는 노광 상태를 나타내고 있다. 도 12의 (a)를 참조하면, 비축 얼라인먼트 검출계(OA 검출계)(24)가 얼라인먼트 마크(WM)를 검출한다. 도 12의 (b)를 참조하면, 마스크(미도시)의 회로 패턴 화상이 투영 광학계(22)를 통해 웨이퍼(W) 화상으로 전사된다. 얼라인먼트 상태(도 12의 (a))에서와 노광 상태(도 12의 (b))에서의 웨이퍼 표면의 기울기가 상이하다.
- [0009] 도 12의 (a)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)는 웨이퍼 척(51) 상에 재치되고, 웨이퍼(W)의 표면 상에 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된다. 또한, 웨이퍼(W)의 표면에 레지스트(50)가 도포(제공)된다. 웨이퍼(W) 상의 레지스트(50)의 두께는 균일하지 않고, 웨이퍼(W)의 표면을 따라 변한다. 예컨대, 웨이퍼(W) 표면의 우측 단부측에서의 레지스트(50)의 두께는 T1으로서 규정되며, 웨이퍼(W) 표면의 좌측 단부측에서의 레지스트(50)의 두께는 T2로서 규정된다(T2>T1). 도 12의 (a)는 웨이퍼 얼라인먼트시 위치 검출계의 광축(1201)에 대해 레지스트(50)의 표면이 기울어진 경우(레지스트(50)의 표면이 얼라인먼트의 광축에 대해 수직하지 않는 경우)를 상정하고 있다. 도 12의 (a)에서는 레지스트(50)의 표면 기울기가 선형적으로 변하는 예시적인 상태를 도시하고 있으나, 시프트 오차의 정의는 이 예에 한정되지 않는다.
- [0010] 한편, 도 12의 (b)는 노광 위치에서 웨이퍼 표면 계측이 실시되고, 웨이퍼 표면의 기울기가 보정되며, 노광이 실시되는 상태를 나타내고 있다. 기울기 보정이 실시되면, 레지스트(50)의 표면은 투영 광학계(22)의 광축에 대해 수직하게 된다. 도 12의 (b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 표면의 기울기가 얼라인먼트 상태와는 상이함으로 인하여, 도 12의 (a)에 도시된 얼라인먼트 시간에 설정된 얼라인먼트 위치가 도 12의 (b)에 도시된 노광 시간에 시프트한다. 얼라인먼트에서의 위치와 노광에서의 위치 간의 시프트가 시프트 오차가 된다.
- [0011] 도 13의 (a) 내지 (c)는 시프트 오차 보정을 실시하지 않는 방법을 이용하여 노광을 실시하는 경우를 설명하는 도면들이다. 도 13의 (a)는 얼라인먼트 전의 상태를 나타내고 있고, 도 13의 (b)는 웨이퍼 표면의 기울기를 보정하여 얼라인먼트를 실시하고, 이 상태에서 노광을 실시하는 상태를 나타내고 있으며, 도 13의 (c)는 노광 후의 상태를 나타내고 있다. 도 13의 (a)에 도시된 예는 얼라인먼트 기준으로서의 얼라인먼트 마크(WM1)가 위에 형성된 웨이퍼 표면에 대해 레지스트(50)의 표면이 기울어진 경우를 상정하고 있다. 도 13의 (b)에 도시된 바와 같이, 기울기 보정을 실시하여, 투영 광학계(22)(도 12의 (b))의 광축을 얼라인먼트 마크(WM1)와 일치시키기 위한 얼라인먼트를 실시하여도, 실제로 노광되는 위치에 있는 얼라인먼트 마크(WM2)는 노광될 위치(RP)에 대해 시프트한다. 즉, 도 13의 (c)에 도시된 바와 같이 시프트 오차(시프트)가 발생한다. 이는 얼라인먼트 마크(WM1)가 형성되어 있는 얼라인먼트 기준으로서의 역할을 하는 층에 대해 노광될 표면층이 기울어진 경우, 도 13의 (b)에 도시된 바와 같이 웨이퍼 표면의 기울기를 보정하여도 시프트 오차가 발생한다는 것을 의미한다.
- [0012] 전술한 문제점을 해소하는 방법으로서, 계측될 얼라인먼트 마크가 형성되어 있는 회로 패턴층이 기울어진 웨이퍼 표면에 대해 평행하게 되도록, 얼라인먼트 계측 시간과 노광 시간 사이에 웨이퍼 표면의 기울기 변화를 방지하는 방법이 이용가능하다. 그러나, 예컨대, 하면 얼라인먼트에서 주로 사용되는 것과 같은 본드 웨이퍼(bond wafer)가 사용되는 경우, 회로 패턴층이 위에 형성되어 있는 기판에 대해 지지 기판을 접촉시킬 필요가 있으며, 이에 따라, 기판의 평면도가 저하될 수 있다.
- [0013] 또한, 기울어진 웨이퍼 표면에 대해 회로 패턴층이 평행하게 되도록 기판을 연마하기 위해서는, 회로 패턴층과 웨이퍼 표면을 계측하면서 연마하여야만 하기 때문에, 제조 공정의 수와 비용이 증가하여 수율이 저하될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0014] 본 발명은 전술한 문제점들을 해소하기 위해 안출되었으며, 레지스트 표면의 기울기가 저감되도록 테이블의 기울기를 보정할 때 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정함으로써 높은 정확도의 노광을 가능하게 하는 기술을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 본 발명의 일 양태에 따르면, 기판 상의 레지스트를 광학계를 통해 노광시키는 노광 장치가 제공되며, 상기 장치는 상기 기판을 보유하여 노광 위치에 상기 기판을 위치 결정하도록 구성된 테이블; 상기 기판 상에 형성된

얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 상기 레지스트 표면의 기울기를 취득하도록 구성된 취득 유닛; 및 상기 레지스트 표면의 기울기를 저감하기 위해, 상기 테이블의 기울기를 보정할 때 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정하기 위한 보정값을 상기 거리와 상기 기울기를 이용하여 산출하고, 상기 보정값에 따라 상기 테이블의 위치를 제어하는 제어 유닛을 포함한다.

[0016] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 기관을 보유하여 노광 위치에 상기 기관을 위치 결정하는 테이블을 포함하고, 상기 기관 상의 레지스트를 광학계를 통해 노광시키는 노광 장치를 제어하는 방법이 제공되며, 상기 방법은 상기 기관 상에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 상기 레지스트 표면의 기울기를 취득하는 취득 단계; 상기 레지스트 표면의 기울기를 저감하기 위해, 상기 테이블의 기울기를 보정할 때 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정하기 위한 보정값을 상기 거리와 상기 기울기를 이용하여 산출하는 산출 단계; 및 상기 산출 단계에서 산출된 상기 보정값에 따라 상기 테이블의 위치를 제어하는 제어 단계를 포함한다.

[0017] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 디바이스 제조 방법이 제공되며, 상기 방법은 위에서 정의한 바와 같은 노광 장치를 이용하여 기관 상의 레지스트를 노광시키는 노광 단계; 및 노광된 레지스트를 현상하는 현상 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

[0018] 본 발명에 따르면, 레지스트 표면의 기울기를 저감하기 위해 테이블의 기울기를 보정할 때 발생하는 노광 위치의 시프트를 보정함으로써, 높은 정확도의 노광이 가능하게 된다.

[0019] 첨부도면과 예시적인 실시예들에 대한 이하의 상세한 설명을 참조하면, 본 발명의 다른 특징들이 명확해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 제 1 실시예에 따른 노광 장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 노광 장치에서 마스크 스테이지 부근을 도시한 개략도이다.
- 도 3은 제 1 실시예에 따른 노광 장치의 위치 검출 유닛을 도시한 개략도이다.
- 도 4의 (a) 및 (b)는 제 1 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 5는 제 1 실시예에 따른 시프트 보정의 흐름을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 6의 (a) 내지 (c)는 제 1 실시예에 따른 시프트 보정을 하여 노광을 실시하는 상태를 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 7의 (a) 내지 (c)는 제 2 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 8은 제 3 실시예에 따른 시프트 보정에 이용된 웨이퍼를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9의 (a) 내지 (c)는 제 3 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 10은 제 3 실시예에 따른 시프트 보정의 흐름을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 11은 배울 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12의 (a) 및 (b)는 시프트 오차를 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 13의 (a) 내지 (c)는 시프트 오차 보정을 실시하지 않는 방법을 이용하여 노광하는 경우를 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 14는 얼라인먼트 검출계의 광축의 기울기를 고려한 경우의 시프트 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 15의 (a) 및 (b)는 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되어 있는 표면의 기울기 각도가 보정값에 반영되는 제 4 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 16의 (a) 및 (b)는 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되어 있는 표면의 기울기 각도가 보정값에 반영되는 제 4 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 첨부도면을 참조하여, 본 발명의 예시적인 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 이 실시예들에 기재된 구성 요소들은 단지 예시이며, 본 발명의 기술적 범위는 특허청구범위에 의해 결정되고, 하기된 개별적 실시예들에 의해 한정되지 않는다.
- [0022] (제 1 실시예)
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 비축 얼라인먼트 검출계(OA 검출계)(24)를 포함한 노광 장치에 대해 설명한다. 도 1은 OA 검출계를 포함한 노광 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다. 광원(34)은 소정의 파장 범위의 조명광을 방출한다. 광원(34)으로부터 방출된 조명광은 마스크(17)를 조명하는 조명 광학계로 입사된다. 조명 광학계는 조명광 정형 광학계(35), 플라이-아이 렌즈(36), 콘덴서 렌즈(37), 고정 시야 조리개(38), 가변 시야 조리개(39)(가변 시야 조리개(39A, 39B)들) 및 릴레이 렌즈(40)를 포함한다. 노광 장치는 투영 광학계(22)를 통해 웨이퍼(W) 상에 마스크(17)의 패턴을 투영하여 결상한다. 이러한 작동에 의하여, 슬릿 형상의 조명 영역 내의 마스크(17)의 회로 패턴 상이 투영 광학계(22)를 통해 웨이퍼(W)에 전사된다.
- [0024] 광원(34)은, 예컨대, ArF 엑시머 레이저 또는 KrF 엑시머 레이저와 같은 레이저 광원, 금속 증기 레이저 광원, YAG 레이저를 이용하는 고주파 발생기와 같은 펄스 광원, 또는 수은 램프와 타원형 반사 미러를 조합시켜 이용하는 연속 광원일 수 있다. 웨이퍼(W)는 웨이퍼 반송 장치(미도시)에 의해 웨이퍼 테이블(20)에 배치된 웨이퍼 척(51) 상에 채지된다. 웨이퍼 테이블(20)은 투영 광학계(22)의 광축 방향(Z-방향)에 대해 웨이퍼(W)를 위치 결정하는 테이블과, 투영 광학계(22)의 광축에 대해 수직인 평면(X-Y 평면)에 대해 웨이퍼(W)를 위치 결정하는 다른 테이블을 포함한다. 웨이퍼 테이블(20)의 위치는 간섭계(28)와 반사 미러(27)에 의해 계측된다.
- [0025] 웨이퍼(W)를 노광할 때, 투영 광학계(22)에 의해 형성되는 상의 초점 위치에 대하여 초점 방향으로 웨이퍼(W)를 정렬시킬 필요가 있다. 투영 광학계(22)에 배열된 초점 검출 유닛(5)들이 초점 방향에서 웨이퍼(W)의 위치를 검출한다.
- [0026] 조명 광학계, 마스크 및 투영 광학계를 통해 슬릿 패턴이 조명광에 의해 사선 방향으로부터 웨이퍼(W) 상에 투영된다. 웨이퍼(W) 상에 투영된 슬릿 패턴은 웨이퍼(W)의 표면에 의해 반사되고, 슬릿 패턴의 정보를 포함하고 있는 광으로서 광전 변환 소자에 의해 취득된 슬릿 상의 위치에 기초하여, 초점 검출 유닛(5)은 초점 방향에서 웨이퍼(W)의 위치를 계측할 수 있다. 웨이퍼(W) 위에 비축 얼라인먼트 검출계(24)(OA 검출계)가 형성된다.
- [0027] 이하, 도 2를 참조하여, 베이스라인 계측 방법에 대해 설명한다. 도 2는 도 1을 참조하여 설명한 노광 장치의 스테이지 부근의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다. 마스크 스테이지(18)는 마스크(17)를 보유한 상태로 이동 가능하다. 마스크 스테이지(18)의 위치는 간섭계(26)와 반사 미러(25)에 의해 계측된다. 마스크 스테이지(18) 상에 마스크(17)가 채지되고, 마스크 스테이지(18) 상에는 마스크(17)와 마스크 스테이지(18)를 위치 결정하기 위한 기준 마크로서의 역할을 하는 마스크 기준 마크(330)들이 형성된다. 마스크(17)는 마스크 얼라인먼트 현미경(미도시)을 이용하여 마스크 기준 마크(330)들을 기준으로 위치 결정된다.
- [0028] 마스크 기준 플레이트(19) 상에 형성된 베이스라인 계측 마크들과 웨이퍼 테이블(20) 상의 스테이지 기준 플레이트(21) 상의 마크들 간의 상대 위치가 얼라인먼트 현미경(23)을 이용하여 투영 광학계(22)를 통해 검출된다(제 1 공정).
- [0029] 제 1 공정이 완료된 후, 웨이퍼 테이블(20)을 이동시켜, OA 검출계(24)의 관찰 영역으로 스테이지 기준 플레이트(21)를 이동시킨다. 스테이지 기준 플레이트(21) 상의 마크들과 OA 검출계(24)의 기준 마크들 간의 상대 위치가 검출된다(제 2 공정).
- [0030] 제 1 및 제 2 공정들에서 취득한 검출 결과에 기초하여 베이스라인의 양이 산출된다. 이러한 작동에 의하여, 노광 묘화(描畵) 중심에 대한 OA 검출계(24)의 검출 위치가 취득된다. 웨이퍼(W) 상의 마크들의 위치를 OA 검출계(24)로 계측함으로써, 묘화 중심에 대해 웨이퍼(W)를 위치 결정할 때 노광을 개시할 수 있다.
- [0031] 이하, 도 3에 도시된 개략도를 참조하여, 노광 장치의 OA 검출계(24)(위치 검출 유닛)를 설명한다. 도 3을 참조하면, 조명 광원(4)(예컨대, 광섬유)으로부터 안내된 광은 조명 광학계(6)에 의해 편광 빔 스플리터(7)로 안내되며, 릴레이 렌즈(8)와 대물 렌즈(9)를 통해 웨이퍼(W) 상에 형성된 얼라인먼트 마크(AM)를 켈러(Kohler) 조명한다.
- [0032] 얼라인먼트 마크(AM)에 의해 발생된 반사광, 회절광 및 산란광은 결상 광학계(11)에 의해 광전 변환 소자(12)(예컨대, CCD 카메라) 상에 얼라인먼트 마크(AM)의 상을 형성한다. 이때, 높은 정확도로 웨이퍼(W) 상의 얼라인먼트 마크(AM)를 검출하기 위해, 얼라인먼트 마크(AM)의 상을 정밀하게 검출하는 것이 필수적이다. 통상적으로

로 투영 광학계(22)에 배치되는 초점 검출 유닛(5)(도 1)이 초점 검출 유닛(5)에 상응하는 초점 검출계(301)(이하, "AF계"라고 칭함)로서 OA 검출계(24)에 배치될 수도 있다. 도 3에는 도 1에 도시된 초점 검출 유닛(5)이 도시되어 있지 않다.

[0033] 조명 렌즈(29)는 AF계(301)의 AF 조명 광원(16)에 의해 방출되는 광으로 슬릿 부재(31)의 표면을 균일하게 조명한다. 제 1 개구부로서의 역할을 하고 있는 검출 광 슬릿(45)을 통과한 광(FIL)(실선)은 AF 조명 광학계(30), 미러(33), 제 2 릴레이 렌즈(15)에 의해 슬릿 상을 중간 결상면 상에 결상한다. 중간 결상면 상에는 광을 부분적으로 반사하는 부분 반사 부재(44)가 배치된다. 검출 광 슬릿(45)을 통과한 광은 부분 반사 부재(44)의 투과부를 투과하여 제 1 릴레이 렌즈(14)로 직접 안내된다. 광은 제 1 릴레이 렌즈(14)를 투과한 후, 다이크로익(dichroic) 미러(13)에 의해 반사되어, 대물 렌즈 동공면(10)에서 편심된 위치들을 통과한다. 대물 렌즈(9)를 통과한 광은, 동공면 상에서 편심되므로, 웨이퍼(W)의 표면 상에 사선으로 입사되는 검출 광(FIL)이 되어, 웨이퍼(W) 상에 검출 광 슬릿(45)의 상을 결상한다. 웨이퍼(W)에 의해 반사되는 광(FML)은, 대물 렌즈 동공면(10)에서 입사광과는 반대인 광축의 측을 통과하여, 다시 다이크로익 미러(13), 제 1 릴레이 렌즈(14) 및 부분 반사 부재(44)를 투과한 다음, 개구 조리개(43)를 통과한다. 개구 조리개(43)를 통과한 광(FML)은 결상 렌즈(42)에 의해 웨이퍼(W) 상에 결상된 검출 광 슬릿(45)의 상을 광전 변환 소자(41) 상에 결상한다. 이는 초점 방향에서 웨이퍼(W)의 위치 변화를 광전 변환 소자(41) 상의 슬릿 위치로서 검출할 수 있도록 한다.

[0034] 조명 광원(4)이 가시광과 적외광 중 적어도 하나를 이용한다는 것을 유의하여야 한다. 웨이퍼(W)의 상면 상의 얼라인먼트 마크를 측정하는 경우, 가시광 파장의 광원이 사용된다. 웨이퍼(W)의 하면 상의 얼라인먼트 마크를 측정하는 경우, 적외광 파장의 광원이 사용된다. 특히, 파장에 대한 Si 웨이퍼의 투과율은 약 1,000nm의 파장에서부터 증가하는 특성이 있다. 따라서, 하면 검출용으로 1,000nm 이상의 파장을 가진 광원을 사용하고, 상면 관찰용으로 1,000nm 이하의 파장을 가진 광원을 사용하지만 하면 된다. 그러한 파장 특성을 얻기 위해, 광섬유 입사측(미도시)에 조명 광원(4)을 배치하거나 광원 자체를 전환시키는 방법이 사용될 수 있다. 가시광과 적외광을 전환시킬 수 있고, 이들 중 어느 하나를 OA 검출계(24)로 안내할 수 있는 구성이 채용된다면, 어느 방법이든지 사용될 수 있다.

[0035] 이하, OA 검출계(24)를 이용하여 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지의 간격과 웨이퍼 표면의 기울기를 측정하고, 측정 결과를 얼라인먼트 보정(시프트 보정)에 반영하는 방법에 대해 설명한다. 도 4의 (a) 및 (b)는 제 1 실시예에 따른 얼라인먼트 보정(시프트 보정)을 설명하기 위한 도면들이다. 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)는 웨이퍼 테이블(20) 상의 웨이퍼 척(51) 상에 배치되며, 얼라인먼트 마크(WM)는 웨이퍼(W)의 표면 상에 형성된다. 또한, 웨이퍼(W)의 표면에는 레지스트(50)가 도포된다. 예컨대, 웨이퍼(W)의 표면 형상, 얼라인먼트 마크(WM)의 상태 및 레지스트(50)의 도포 조건과 연관된 변수들로 인해, 실제로는 웨이퍼(W)의 표면을 균일한 두께의 레지스트(50)로 도포하는 것이 어렵다. 따라서, 본 실시예에서는, 실제의 조건에 더 가까운 조건을 얻기 위해, 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 웨이퍼(W) 상의 레지스트(50)에서 도포 불균일이 발생한 것으로 상정한다. 도 4의 (a)를 참조하면, 레지스트(50)의 하측의 얼라인먼트 마크(WM)에 대해 이상적으로 노광될 위치가 얼라인먼트 마크(WM) 바로 위에 있다. 도 4의 (a)를 다시 참조하면, 참조 부호 RP는 이상적으로 노광될 위치를 표시하고 있다. 노광시 레지스트 표면의 기울기( $\alpha$ )를 저감하기 위해 기울기 보정이 실시되는 경우, 이상적으로 노광될 위치(RP)와 실제로 노광되는 위치(TP) 간에 시프트(시프트 오차)가 발생할 수 있다. 이 시프트의 보정을 이하에서 시프트 보정이라 칭한다.

[0036] 도 5에 도시된 흐름도를 참조하여, 본 실시예에 따른 시프트 보정의 흐름을 설명한다. 단계 S501에서, OA 검출계(24)(계측 유닛)는 제어계(91)(제어 유닛)로부터 웨이퍼(W)에 대한 초점 위치의 차이를 취득하라는 지시에 기초하여 초점 위치의 계측을 개시한다. OA 검출계(24)(계측 유닛)는 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 웨이퍼(W) 상에 형성된 얼라인먼트 마크(WM)를 계측 대상으로서 이용한다. 이때, 제어계(91)(제어 유닛)는 웨이퍼 테이블(20)을 Z-방향으로 미세하게 구동시키고, OA 검출계(24)(계측 유닛)의 AF계(301)가 AF 계측을 실시하여, 얼라인먼트 마크(WM) 상에서 초점이 조절되는 상태(최상의 초점 상태)를 취득한다. AF계(301)는 얼라인먼트 마크(WM) 상에서 초점이 조절되는 상태에서 초점 위치 정보(최상의 초점 위치 정보)를 취득한다.

[0037] 단계 S502에서, 제어계(91)(제어 유닛)는 웨이퍼 테이블(20)을 Z-방향으로 미세하게 구동시킨다. AF계(301)가 AF 계측을 실시하여, 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된 위치에 대응하는 레지스트 표면 상에서 초점이 조절되는 상태(최상의 초점 상태)를 취득한다. AF계(301)는 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된 위치에 대응하는 레지스트 표면 상에서 초점이 조절되는 상태에서 초점 위치 정보(최상의 초점 위치 정보)를 취득한다.

[0038] 단계 S503에서, 제어계(91)(제어 유닛)는 웨이퍼 테이블(20)의 기울기를 유지하면서(얼라인먼트 마크(WM) 상에

서 레지스트 표면의 기울기를 유지하면서) 웨이퍼 테이블(20)을 노광 위치로 이동시킨다. 단계 S504에서, OA 검출계(24)(계측 유닛)는 노광 위치에서 레지스트 표면의 기울기를 계측한다.

[0039] 단계 S505에서, 제어계(91)(제어 유닛)는 단계들 S501, S502에서 취득한 초점 위치 정보들에 기초하여 레지스트 표면(RP)으로부터 얼라인먼트 마크(WM)까지의 거리(간격)를 산출한다. 또한, 제어계(91)(제어 유닛)는 단계 S504에서 취득한 레지스트 표면의 기울기에 기초하여 레지스트 표면과 얼라인먼트 마크(WM)의 위치 간의 기울기 차이(얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 대한 레지스트 표면의 기울기)를 산출한다.

[0040] 단계 S506에서, 제어계(91)(제어 유닛)는 얼라인먼트 마크(WM)로부터 레지스트 표면까지의 거리(간격)와, 레지스트 표면과 얼라인먼트 마크(WM)의 위치 간의 기울기 차이로부터 보정값( $\Delta L$ )을 산출한다. 보정값( $\Delta L$ )의 산출 방법에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.

[0041] 단계 S507에서, 제어계(91)(제어 유닛)는 웨이퍼 테이블(20)을 X-Y 평면 속으로 구동하여 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시에 발생할 수 있는 노광될 위치의 시프트를 보정값( $\Delta L$ )을 이용하여 보정하고(시프트 보정), 노광을 실시한다. 전술한 방법은 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시의 기본적인 시프트 보정 방법이다. 본 실시예에서는 단일의 얼라인먼트 마크(WM)를 상정하였으나, 복수의 얼라인먼트 마크가 사용되는 경우에는 각각의 얼라인먼트 마크들에 대응하여 단계들 S501, S502을 실행하고, 레지스트 표면으로부터 이 얼라인먼트 마크까지의 간격을 계측하기만 하면 된다. 특히, 본 실시예에서는 웨이퍼의 기울기가 선형 함수의 기울기와 동일한 것으로 상정하였으므로, 레지스트 표면의 기울기는 각각의 마크에 대해 공통의 값을 사용하여 표현될 수 있다.

[0042] 이하, 보정값( $\Delta L$ )을 산출하는 방법에 대해 설명한다. 얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 있는 레지스트 표면으로부터 얼라인먼트 마크(WM)까지의 거리(간격)를 " $\Delta Z$ "이라 한다. 얼라인먼트 마크(WM)의 위치와 노광 위치에 있는 레지스트(50)의 표면 간의 기울기 차이(얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 대한 레지스트(50) 표면의 기울기)를 " $\alpha$ "라 한다. 여기서, 제어계(91)는 관계식(1)에 따라 보정값( $\Delta L$ )을 산출할 수 있다.

[0043] 
$$\Delta L = \Delta Z \times \sin \alpha \quad \dots(1)$$

[0044] 관계식(1)에 따라 산출된 보정값( $\Delta L$ )을 이용하여, 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시 발생할 수 있는 노광될 위치(RP)의 시프트가 보정(시프트 보정)될 수 있다.

[0045] 이하, 도 6의 (a) 내지 (c)를 참조하여, 관계식(1)에 따라 산출된 보정값을 이용하여 시프트 보정을 행하여 노광이 실시된 상태를 설명한다. 도 6의 (a)는 얼라인먼트 상태를 나타내고, 도 6의 (b)는 노광 상태를 나타내며, 도 6의 (c)는 노광 후 상태를 나타낸다. 도 6의 (b)에 도시된 상태에서, 관계식(1)에 따라 산출된 보정값에 기초하여, 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)의 위치를 보정하고, 얼라인먼트 마크(WM1)에 대하여, 이상적으로 노광될 위치(RP)를 얼라인먼트 마크(WM2)의 위치와 정렬시킨다. 얼라인먼트 후 노광이 실시되면, 레지스트 표면의 기울기의 영향으로 인한 시프트 오차(시프트)는 발생하지 않는다. 관계식(1)에 따라 산출된 보정값이 구해진다면, 노광시 제어계(91)는 보정값을 이용하여 웨이퍼 테이블(20)을 구동시켜서 시프트 오차를 보정하기만 하면 된다.

[0046] 또한, 실제로 레지스트(50)의 표면으로부터 얼라인먼트 마크(WM1)까지의 간격이 동일한 경우에도, OA 검출계(24)의 광축이 기울어지거나, 프로세스 조건에 따라 계측값이 변하는 경우가 흔하다. 이러한 현상이 발생하는 요인으로서 OA 검출계(24)의 텔레센트리시티(telecentricity)의 오차와 레지스트의 굴절률을 들 수 있다. 보다 높은 정확도로 보정하기 위해, 이 값들도 고려되어야만 한다.

[0047] 도 14를 참조하여, 얼라인먼트 검출계의 광축의 기울기를 반영하는 시프트 보정에 대해 설명한다. 도 14는, OA 검출계(24)의 광축이 웨이퍼(W)의 표면에 대한 법선에 대해 경사각( $\theta 1$ )만큼 기울어진 상태에서, 얼라인먼트 마크(WM)를 계측하는 상태를 나타내고 있다. 도 14를 참조하면, 레지스트(50)에 입사된 후 광축의 기울기( $\theta 2$ )와 계측값의 시프트( $\Delta S$ )는 관계식(2)를 만족한다.

[0048] 
$$\Delta S = \Delta Z \times \tan \theta 2 \quad \dots(2)$$

[0049] 레지스트(50)의 굴절률을 " $N$ "이라 하면, 스넬의 법칙에 따라 관계식(3)이 성립한다.

[0050] 
$$\sin(\theta 1 + \alpha) = N \times \sin(\theta 2 + \alpha) \quad \dots(3)$$

[0051] 관계식(2)에서의  $\theta 2$ 는 관계식(3)으로부터 산출될 수 있다. 따라서, OA 검출계(24)의 광축이 기울어진 경우, 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시의 보정값( $\Delta L$ )(관계식(1))과, OA 검출계(24)의 기울어짐으로 인해 발생하는 계측값의 시프트의 보정값( $\Delta S$ )(관계식(2))이 서로 독립적으로 산출되기만 하면 된다. 보정값( $\Delta S$ )의 산출에서

는, 얼라인먼트 마크(WM)에 대한 레지스트(50)의 표면의 기울기를 고려하지 않는다. 얼라인먼트 마크(WM)에 대한 레지스트(50)의 표면의 기울기를 "α"라 하고, 레지스트 표면으로부터 얼라인먼트 마크(WM)까지의 거리를 "ΔZ"이라 하면, 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시의 보정값(ΔL)을 관계식(1)에 따라 산출할 수 있다. 레지스트(50)의 표면의 기울기(α)를 고려하는 경우, ΔL-ΔS가 보정값으로서 노광시에 반영되지만 하면 된다.

[0052] OA 검출계(24)에 의해 검출된 검출 신호의 특성치가 초점 위치, 웨이퍼의 재료 및 웨이퍼 표면과 얼라인먼트 마크 사이의 매질 중 적어도 하나의 조합에 따라 변한다는 사실을 고려하여, 보정값(ΔL)을 구해야만 한다는 것에 유의하여야 한다. 검출 신호의 특성치(C)를 고려하는 경우, 관계식(1)에서의 보정값(ΔL)을 관계식(4)에 따라 구할 수 있다.

[0053] 
$$\Delta L = C \times \Delta Z \times \sin \alpha \quad \dots(4)$$

[0054] 본 실시예에서는 웨이퍼(W) 상에 도포된 레지스트(50)가 단지 하나의 층을 포함하는 예에 대해 설명하였으나, 레지스트(50)의 표면과 얼라인먼트 마크(WM) 사이의 매질의 재료는 한 종류(일 층)의 레지스트로 한정되지 않고, 재료가 다른 복수의 층으로 형성될 수도 있다. 이 경우, 복수의 층들을 임의로 분할하거나 집단적으로 계측하여 얼라인먼트 보정값을 산출할 수 있다. 대안적으로, 레지스트 표면으로부터 복수의 층 아래의 계측될 얼라인먼트 마크까지의 거리(간격)를 각각의 층에 대해 계측하여 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시에 보정값(ΔL)을 산출할 수도 있다.

[0055] 얼라인먼트 마크(WM)로부터 레지스트 표면까지 각 층의 두께가 "ΔZ<sub>k</sub>"(k는 1부터 n까지의 정수이며, 여기서 n은 층의 수이다)로서 규정되며, 얼라인먼트 마크(WM)에 대해 이 층의 표면의 기울기가 "α<sub>k</sub>"(k는 1부터 n까지의 정수이며, 여기서 n은 층의 수이다)로서 규정된다. 또한, 각 층의 재료에 상응하는 특성치(예컨대, 각층의 굴절률 또는 광 투과율과 같은 특성을 나타내는 값)를 계수 "C<sub>k</sub>"(k는 1부터 n까지의 정수이며, 여기서 n은 층의 수이다)로서 규정하면, 보정값(ΔL)을 관계식(5)에 따라 구할 수 있다.

[0056] 
$$\Delta L = \sum_{k=1}^n (\sin \alpha_k \times C_k \times \Delta Z_k) \quad \dots (5)$$

[0057] ΔZ은, 예컨대, 로트 내의 평균 또는 평균치 근방의 값으로 표현되는 고정값일 수 있음을 유의하여야 한다. 또한, 표준적인 공정으로 레지스트의 두께를 계측할 수 있으며, 각각의 개별 공정 또는 레지스트에서의 그 변화율을 사전에 취득할 수 있고, 취득한 결과를 보정계수로서 보정값(ΔL)을 산출하는 관계식((4),(5))들에 반영할 수도 있다.

[0058] (제 2 실시예)

[0059] 제 1 실시예에서는 레지스트 표면의 기울기가 선형 함수의 기울기와 동일한 것으로 상정하였다. 그러나, 제 2 실시예에서는 레지스트 표면의 기울기가 선형 함수의 기울기와 동일하지 않은 경우의 보정값의 산출 방법에 대해 설명한다. 도 7의 (a) 내지 (c)는 제 2 실시예에 따른 시프트 보정을 설명하기 위한 도면들이다. 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)는 웨이퍼 테이블(20) 상의 웨이퍼 척(51) 상에 재치되고, 웨이퍼(W)의 표면 상에 복수의 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들이 형성된다. 또한, 웨이퍼(W)의 표면에 레지스트(50)가 도포된다. 본 실시예에서는 실제의 조건에 더 가까운 조건을 얻기 위해, 레지스트(50)가 웨이퍼(W)의 중심부와 주변부에서 상대적으로 두꺼운 것으로 상정한다.

[0060] 제 1 실시예에서는 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이 레지스트 표면의 기울기가 선형 함수의 기울기와 동일한 것으로 상정하였다. 제 2 실시예에서는 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이 얼라인먼트 마크(WM1) 상의 표면의 기울기와 얼라인먼트 마크(WM2) 상의 표면의 기울기가 서로 상이한 것으로 상정한다. 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들에 대해 이상적으로 노광될 위치들이 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들 바로 위의 위치(RP1, RP2)들로 각각 표시되어 있다.

[0061] 도 5를 참조하여, 보정값의 산출 방법과 보정 처리의 흐름에 대해 설명한다. 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들에 대해 도 5의 단계 S501, S502에서의 처리를 수행하여 레지스트 표면 상의 위치(RP1, RP2)들로부터 대응하는 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들까지의 거리(간격)를 계측한다. 레지스트 표면 상의 위치(RP1)로부터 얼라인먼트 마크(WM1)까지의 거리(간격)를 "ΔZ1"이라 하고, 레지스트 표면 상의 위치(RP2)로부터 얼라인먼트 마크(WM2)까지의 거리(간격)를 "ΔZ2"라 한다.

[0062] 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)의 기울기를 유지하면서 웨이퍼 테이블(20)을 노광 위치로 이동시키고(단계

S503), 노광 위치에서 레지스트 표면의 기울기를 계측한다(단계 S504).

- [0063] 단계 S505에서, 제어계(91)는 단계들 S501, S502에서 취득한 초점 위치 정보들에 기초하여 레지스트 표면의 위치(RP1, RP2)들로부터 얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들까지의 간격( $\Delta Z1$ ,  $\Delta Z2$ )들을 산출한다. 도 7의 (b)는 거리( $\Delta Z1$ )를 산출하는 경우를 나타내고 있고, 도 7의 (c)는 거리( $\Delta Z2$ )를 산출하는 경우를 나타내고 있다. 웨이퍼 척(51)의 우측 단부로부터 얼라인먼트 마크(WM1)까지의 거리를 "L1"이라 하고, 웨이퍼 척(51)의 우측 단부로부터 얼라인먼트 마크(WM2)까지의 거리를 "L2"라 한다.
- [0064] 또한, 제어계(91)는 단계 S504에서 취득한 레지스트 표면의 기울기에 기초하여 노광 위치에 있는 레지스트 표면과 얼라인먼트 마크의 위치 간의 기울기 차이( $\alpha$ ,  $\beta$ )(얼라인먼트 마크(WM1, WM2)들의 위치에 대한 레지스트 표면들의 기울기)를 산출한다.
- [0065] 단계 S506에서, 제어계(91)는 얼라인먼트 마크(WM)들로부터 레지스트 표면들까지의 거리(간격)와, 노광 위치에 있는 레지스트 표면들과 얼라인먼트 마크들의 위치 간의 기울기 차이에 기초하여 관계식(1)을 이용하여 보정값( $\Delta L1$ ,  $\Delta L2$ )들을 산출한다.
- [0066] 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시에 발생할 수 있는 노광 위치의 시프트를 보정할 때, 제어계(91)는 얼라인먼트 마크(WM1)의 위치에 대응하는 샷(shot)에서 보정값( $\Delta L1$ )과 기울기 보정( $\alpha$ )에 의해 웨이퍼 테이블(20)의 위치를 보정하고, 노광을 실시한다. 제어계(91)는 얼라인먼트 마크(WM2)의 위치에 대응하는 샷에서 보정값( $\Delta L2$ )과 기울기 보정( $\beta$ )에 의해 웨이퍼 테이블(20)의 위치를 보정하고, 노광을 실시한다. 이는 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시에 발생할 수 있는 노광될 위치의 시프트를 각각의 얼라인먼트 마크의 위치에 대응하는 각각의 샷에서 보정할 수 있도록 만든다.
- [0067] 제 1 실시예에서는 웨이퍼(W)의 전체 표면의 기울기를 보정하는 글로벌 경사 방법을 설명하였으나, 제 2 실시예에서는 각각의 샷에 대해 웨이퍼(W)의 기울기를 보정하는 방법에 대해 설명하였다. 제 2 실시예에서는 제 1 실시예에서와 같이 웨이퍼(W)의 전체 표면에서 기울기를 보정하는 글로벌 경사 보정을 실시할 수 있다. 복수의 얼라인먼트 마크들이 존재하는 경우, 복수의 얼라인먼트 마크들로부터 대표 얼라인먼트 마크가 선택될 수 있으며, 기준으로서의 역할을 하도록 선택된 얼라인먼트 마크의 위치에서의 기울기량을 대표값으로 설정할 수 있다.
- [0068] 제 1 및 제 2 실시예들에서는 레지스트 표면으로부터 각각의 얼라인먼트 마크까지 레지스트의 두께를 계측하는 방법을 설명하였다. 본 발명의 범위는 이 예에 한정되지 않으며, 레지스트의 두께가 안정적인 프로세스가 채용된다면, 두께를 대표 지점에서 계측하여 그 두께를 대표값으로서 사용할 수도 있다.
- [0069] OA 검출계(24)는, 기준으로서의 역할을 하는 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 얼라인먼트 마크에 대한 레지스트 표면의 기울기를 전체 기관의 대표값으로서 계측하는 글로벌 계측을 실시할 수 있다. 대안적으로, OA 검출계(24)는 기관의 평면 내의 서로 다른 위치에 형성된 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 레지스트 표면의 기울기를 각각의 샷에 대해 계측하는 다이 바이 다이(die-by-die) 계측을 실시한다. 글로벌 경사/다이 바이 다이 경사 계측과 마크의 두께는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 필요한 정확도에 따라 다양한 모드로 선택될 수 있다.
- [0070] 제 1 및 제 2 실시예에서는 일축 방향에서의 시프트 보정을 설명하였으나, 다른 축 방향들에서 마찬가지로 실시될 수 있다.
- [0071] (제 3 실시예)
- [0072] 제 1 및 제 2 실시예들에서, 레지스트는 두께 불균일성을 갖는다. 그러나, 제 3 실시예에서, 본 발명은 Si 웨이퍼(W)를 투과하여 웨이퍼(W)의 하면측에 형성된 얼라인먼트 마크를 관찰하는 하면 얼라인먼트에 적용된다. 본 실시예에서, 웨이퍼(W)는 적어도 하나의 층으로 형성된다. 웨이퍼(W)는 실리콘 기관으로 형성된 층과 유리 기관으로 형성된 하나의 층 중 적어도 하나의 층을 포함한다. 도 8은 제 3 실시예에 따른 시프트 보정에 사용되는 웨이퍼(W)를 설명하기 위한 도면이며, 웨이퍼(W)는, 예컨대, Si 웨이퍼(52)(실리콘 기관)와 유리 웨이퍼(53)(유리 기관)로 형성된다. Si 웨이퍼(52)(실리콘 기관)와 유리 웨이퍼(53)(유리 기관)는, 예컨대, 접착제 또는 광학적 접촉에 의해 서로 접촉된다. Si 웨이퍼(52)(실리콘 기관)의 표면은 노광될 레지스트(50)로 도포된다. 레지스트(50)로 도포된 Si 웨이퍼(52)의 표면이 상면으로서 재치될 때, 레지스트(50)로 도포되지 않은 Si 웨이퍼(52)의 표면(하면)에 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된다. Si 웨이퍼(52)의 표면(하면)에 형성되는 얼라인먼트 마크(WM)는 금속과 같은 재료로 형성된다. Si 웨이퍼(52)의 하면에 유리 웨이퍼(53)가 접촉되므로, 얼라인먼트 마크(WM)는 Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53) 사이의 공간 내에 국한된다. 이와 같이 형성된 얼라인먼트 마크에 대해, OA 검출계(24)는 적외광을 조사하고 이 얼라인먼트 마크들에 의해 반사된 광을 수광하여 이들

의 위치를 계측한다.

- [0073] 웨이퍼(W)는 웨이퍼 척(51)에 의해 진공 흡착된다. 적외광이 웨이퍼 척(51)의 표면에 의해 반사되고, 반사된 적외광이 노이즈 광이 되어 얼라인먼트 마크 화상의 품질을 저하시키는 경우가 흔히 있다. 따라서, 웨이퍼 척(51)은 복수의 층으로 형성된 적층 구조(도 8에 도시된 예에서는 2층 구조)를 가지며, 웨이퍼(W)와 접촉하는 웨이퍼 척(51)의 상면 부분에는 적외광을 반사시키지 않는 반사 방지막(54)이 형성된다. 웨이퍼 척(51)에는 적외광으로 인한 온도 상승을 억제하기 위해 냉각 기구와 온도 센서가 설치됨을 유의하여야 한다. 냉각 기구와 온도 센서는 웨이퍼 척(51)의 온도를 일정하게 유지할 수 있으므로, 웨이퍼 척(51)에 의해 발생된 열이 웨이퍼(W)로 전달됨으로써 발생할 수 있는 웨이퍼(W)의 수축을 억제한다. Si 웨이퍼(52)의 하면측에 형성된 얼라인먼트 마크를 포함하는 웨이퍼(W)는, Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53) 사이의 바이메탈 효과로 인해 본드 웨이퍼 표면 형상이 평탄하지 않고, 변형될 수 있다. 또한, Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53) 자체에서도 상당한 두께 불균형이 발생할 수 있다. 본 실시예에서는 OA 검출계(24)를 사용하여 웨이퍼(W)의 레지스트 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지의 간격과 레지스트 표면의 기울기를 계측하여 그 계측 결과를 얼라인먼트 보정에 반영하는 방법에 대해 설명한다.
- [0074] 도 9의 (a) 내지 (c)는 제 3 실시예에 따른 얼라인먼트 보정(시프트 보정)을 설명하기 위한 도면들이다. 도 8을 참조하여 설명한 웨이퍼(W)(Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53))가 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 웨이퍼 테이블(20) 상의 웨이퍼 척(51) 상에 재치된다. Si 웨이퍼(52)의 하면 상에는 얼라인먼트 마크(WM)가 형성되어 있다. 또한, Si 웨이퍼(52)의 표면에 레지스트(미도시)가 도포된다. 본 실시예에서는 실제의 조건에 더 가까운 조건을 얻기 위해, 두께 불균일성이 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 Si 웨이퍼(52)에서 두께 불균일이 발생한 것으로 상정한다. 본 실시예에서는 레지스트의 두께가 Si 웨이퍼(52)의 두께보다 충분히 작고 평탄한 것으로 상정함을 유의하여야 한다.
- [0075] 이하, 도 10에 도시된 흐름도를 참조하여, 본 실시예에 따른 시프트 보정의 흐름을 설명한다. 단계 S1001에서, OA 검출계(24)는 제어계(91)로부터의 웨이퍼(W)에 대한 초점 위치의 차이를 취득하라는 지시에 기초하여 초점 위치의 계측을 개시한다. OA 검출계(24)는 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 얼라인먼트 마크(WM)를 계측 대상으로서 이용한다. 이때, 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)을 Z-방향으로 미세하게 구동시키고, OA 검출계(24)의 AF계(301)가 AF 계측을 실시하여, 얼라인먼트 마크(WM) 상에서 초점이 조절되는 상태(최상의 초점 상태)를 취득한다. AF계(301)는 얼라인먼트 마크(WM) 상에서 초점이 조절되는 상태에서 초점 위치 정보(최상의 초점 위치 정보)를 취득한다.
- [0076] 단계 S1002에서, 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)을 Z-방향으로 미세하게 구동시킨다. AF계(301)가 AF 계측을 실시하여, 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된 위치에 대응하는 Si 웨이퍼(52) 표면 상에서 초점이 조절되는 상태(최상의 초점 상태)를 취득한다. AF계(301)는 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된 위치에 대응하는 레지스트 표면 상에서 초점이 조절되는 상태에서 초점 위치 정보(최상의 초점 위치 정보)를 취득한다.
- [0077] 단계 S1003에서, OA 검출계(24)는 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 얼라인먼트 마크(WM)의 위치에서 웨이퍼 표면의 기울기를 계측한다. 단계 S1004에서, 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)의 기울기를 유지하면서(얼라인먼트 마크(WM) 상에서 레지스트 표면의 기울기를 유지하면서) 웨이퍼 테이블(20)을 노광 위치로 이동시킨다.
- [0078] 단계 S1005에서, 제어계(91)는 단계들 S1001, S1002에서 취득한 초점 위치 정보들에 기초하여 Si 웨이퍼(52)의 표면으로부터 얼라인먼트 마크(WM)까지의 거리(간격)를 산출한다. 또한, 제어계(91)는 단계 S1003에서 취득한 웨이퍼 표면의 기울기에 기초하여 노광 위치에서 웨이퍼 표면과 얼라인먼트 마크(WM)의 위치 간의 기울기 차이(얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 대한 웨이퍼 표면의 기울기)를 산출한다.
- [0079] 단계 S1006에서, 제어계(91)는 단계 S1005에서 산출된 얼라인먼트 마크(WM)로부터 웨이퍼 표면까지의 거리(간격)와, 노광 위치에서 웨이퍼 표면과 얼라인먼트 마크(WM)의 위치 간의 기울기 차이로부터 보정값( $\Delta L$ )을 산출한다.
- [0080] 단계 S1007에서, 제어계(91)는 도 9의 (c)에 도시된 바와 같이 웨이퍼 테이블(20)을 X-Y 평면 속으로 구동한다. 제어계(91)는 웨이퍼 테이블(20)의 경사 구동시에 발생할 수 있는 노광될 위치의 시프트를 보정값( $\Delta L$ )을 이용하여 보정하고(시프트 보정), 노광을 실시한다.
- [0081] 본 실시예에서, 용어 "웨이퍼"는 웨이퍼(W)와 레지스트의 조합을 의미하며, 용어 "웨이퍼 표면"은 레지스트의 두께가 웨이퍼(W)의 두께보다 작기 때문에 실질적으로 레지스트(미도시)의 표면을 의미하기도 한다.
- [0082] 얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 있는 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크(WM)까지의 거리(간격)를 " $\Delta Z$ "이라

한다. 얼라인먼트 마크(WM)의 위치와 노광 위치에 있는 웨이퍼 표면 간의 기울기 차이(얼라인먼트 마크(WM)의 위치에 대한 웨이퍼 표면의 기울기)를 "a"라 한다. 여기서, 제어계(91)는 관계식(1)에 따라 보정값( $\Delta L$ )을 산출할 수 있다.

[0083] 본 실시예에서는 웨이퍼 얼라인먼트, 포커싱 및 경사 계측을 포함하는 계측 시퀀스와 노광 시퀀스를 직렬로 행하는 시스템(예컨대, 싱글-스테이지 시스템)의 보정 방법에 대해 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 계측 시퀀스와 노광 시퀀스를 병렬로 행하는 시스템(예컨대, 트윈-스테이지 시스템)에도 적용될 수 있다.

[0084] 트윈-스테이지 시스템에 적용될 제 1 방법으로서, 예컨대, 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지의 간격을 계측 시퀀스에서 산출한다. 따라서, 계측 시퀀스 시간과 노광 시퀀스 시간 사이에 웨이퍼 표면의 기울기 차이를 계측하고, 보정값을 산출하여, 산출된 보정값을 이용하여 보정을 실시하기만 하면 된다.

[0085] 제 2 방법으로서, 계측 시퀀스에서 웨이퍼 표면으로부터 얼라인먼트 마크까지의 간격과 웨이퍼 표면의 기울기를 계측하고, 보정값을 산출하여, 계측된 기울기를 유지하면서 노광 시퀀스에서 시프트를 보정하기만 하면 된다.

[0086] 웨이퍼의 기울기를 계측할 때, 웨이퍼의 기울기에 대한 기준으로서 웨이퍼 테이블 상의 기준 마크에 대한 웨이퍼의 기울기를 계측한다. 따라서, 노광 시퀀스에서 기준 마크의 기울기를 계측하여, 계측 시퀀스와 노광 시퀀스에서 웨이퍼의 기울기를 산출하는 방법을 채용하기만 하면 된다.

[0087] 또한, 본 실시예에서와 같이, 노광될 표면층의 중첩 정확도를 향상시키기 위해 배율 보정을 실시하는 것이 바람직하다. 도 11은 배율 보정을 설명하기 위한 도면으로서, Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53)로 형성된 웨이퍼(W)가 웨이퍼 테이블(20) 상의 웨이퍼 척(51) 상에 재치되어 있다. 도 8에 도시된 바와 같이 Si 웨이퍼(52) 아래에 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된다. 또한, 웨이퍼 척(51)은 수평축(X-축)에 대해 각도( $\alpha$ )로 기울어져 있다. 도 11을 참조하면, 얼라인먼트 마크(WM)가 형성된 Si 웨이퍼(52)의 단면 길이를 "L"이라 규정하고, 노광될 표면층의 단면 길이를 " $L/\cos \alpha$ "라 규정한다. 이는 노광시  $1/\cos \alpha$ 의 배율 보정을 행하여 노광을 실시하기만 하면 된다는 것을 의미한다.

[0088] 제 1 내지 제 3 실시예들에서는 노광 장치에 설치된 OA 검출계(24)를 이용하여 초점 위치 정보를 계측하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 얼라인먼트 마크의 최상의 초점 위치를 구할 때 TTL 검출계의 스크프를 이용하여 계측할 수도 있다. 또한, 웨이퍼 표면의 계측 방법은 노광 장치의 초점/위치 검출계를 이용하는 계측에 한정되지 않으며, 노광 장치의 외부에서 웨이퍼 표면을 사전에 계측할 수도 있고, 계측 결과를 취득하여 얼라인먼트 결과에 반영할 수도 있다. 이 경우, 제어계(91)는 노광 장치 외부의 위치 검출 시스템으로 계측한 얼라인먼트 마크로부터 레지스트 표면까지의 거리와 레지스트 표면의 기울기를 취득하는 취득 유닛으로서 기능한다. 이때, 제어계(91)는 레지스트를 형성하는 재료의 특성치를 사전에 보유하고 있는 보유 유닛으로부터 취득한다. 보유 유닛은 노광 장치 내부 또는 외부에 배치될 수 있다.

[0089] 전술한 실시예들에 따르면, 이상적으로 노광될 위치와 실제로 노광되는 위치 사이의 시프트를 보정하여 높은 정확도의 얼라인먼트로 노광을 실시할 수 있다.

[0090] (제 4 실시예)

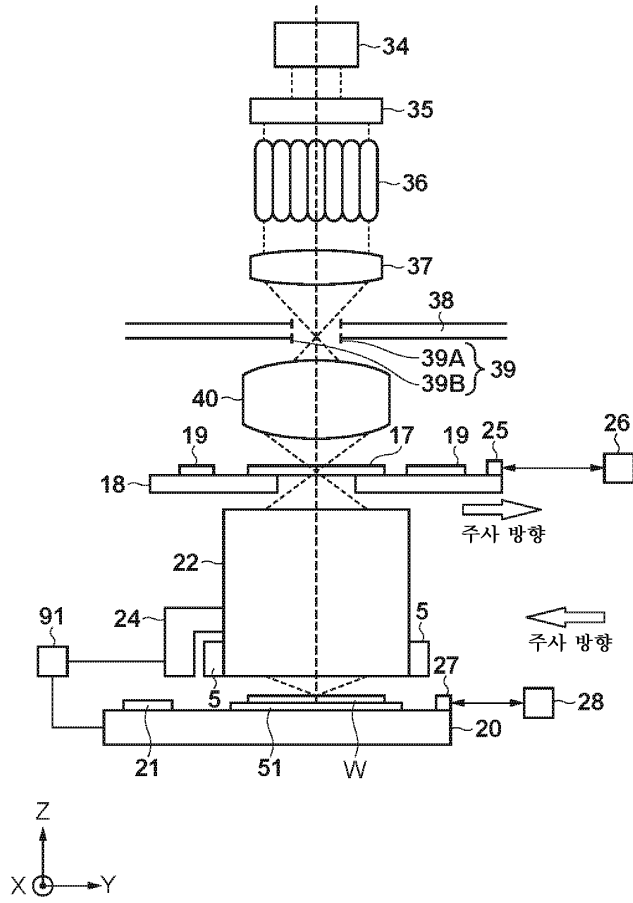
[0091] 전술한 실시예들에서는 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 웨이퍼(W)의 상면, 즉, 유리 웨이퍼(53)의 상면은 웨이퍼 척(51)의 표면에 대해 기울어지지 않았다. 그러나, 실제로, 얼라인먼트 마크가 형성되는 표면이 기울어질 수 있다. 예컨대, 웨이퍼의 폴리싱 불균일로 인해, 웨이퍼(W)의 상면 또는 유리 웨이퍼(53)의 상면이 기울어질 수 있다.

[0092] 도 15의 (a) 및 (b)는 얼라인먼트 마크가 형성되는 표면이 기울어진 경우를 설명하기 위한 개략도들이다. 전술한 실시예들에서와 동일한 참조번호는 도 15의 (a) 및 (b)에서 동일한 구성 요소를 표시하며, 이들에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 실시예에서도, 도 15의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 유리 웨이퍼(53)가 웨이퍼 척(51) 상에 재치(유지)된다. 도 15의 (a)는 레지스트 표면(미도시)의 기울기가 보정되지 않은 상태를 나타내는 반면, 도 15의 (b)는 레지스트 표면(미도시)의 기울기가 보정된 상태를 나타낸다. 또한, 본 실시예에서는, 유리 웨이퍼(53)의 표면(얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면)이 웨이퍼 스테이지(미도시)의 (웨이퍼 척(51)의 표면과 동등한) 주사면에 대해 각도( $\alpha_2$ )로 기울어진 것으로 상정한다. Si 웨이퍼(52)(실리콘 기판)의 표면은 노광될 레지스트로 도포된다. 레지스트로 도포된 Si 웨이퍼(52)의 표면(레지스트 표면)이 웨이퍼 스테이지(미도시)의 (웨이퍼 척(51)의 표면과 동등한) 주사면에 대해 각도( $\alpha_1$ )로 기울어진 것으로 상정한다.

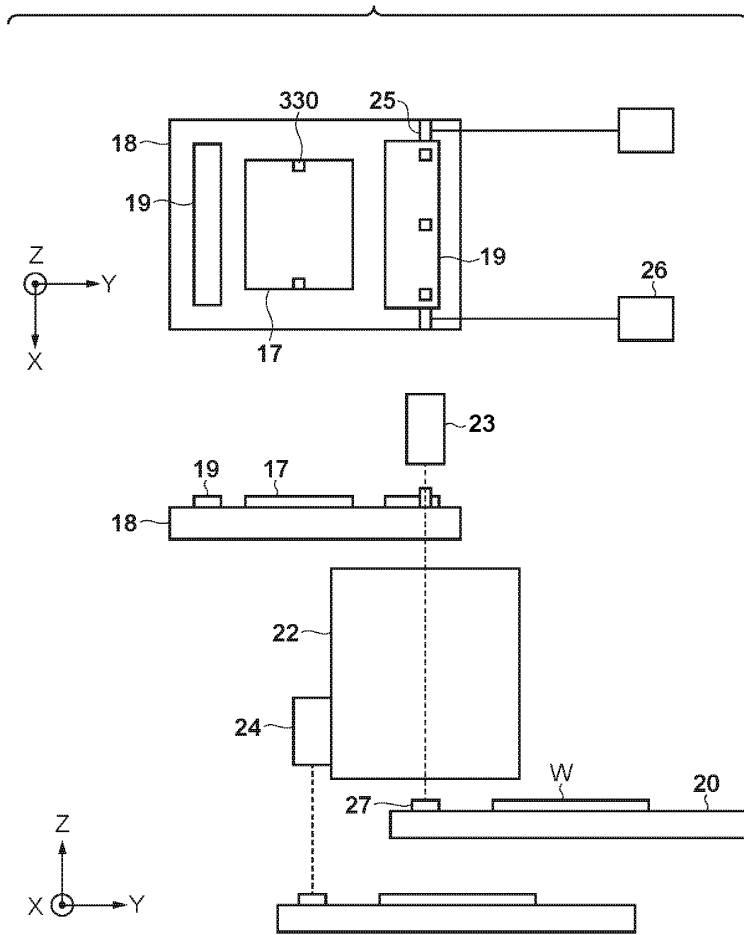
- [0093] 전술한 임의의 실시예들에서 설명한 방법을 이용하는 경우, 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면의 경사각( $\alpha_2$ )을 보정값에 반영할 필요가 있다. 경사각( $\alpha_2$ )을 보정값에 반영하는 방법으로서, 보정값( $\Delta L$ )을 산출하기 위한 관계식(1), (4), (5)에서 항( $a$ )을 경사각 차이( $\alpha_1 - \alpha_2$ )로서 산출하기만 하면 된다. 예컨대, 보정값( $\Delta L$ )을 산출하기 위한 관계식(1)은 관계식(6)으로 다시 변환하기만 하면 된다.
- [0094] 
$$\Delta L = \Delta Z \times \sin(\alpha_1 - \alpha_2) \quad \dots(6)$$
- [0095] 도 15의 (a) 및 (b)에 도시한 예에서는 경사각( $\alpha_1, \alpha_2$ )이 관계( $\alpha_1 > \alpha_2$ )를 만족시키는 예시적인 경우를 설명하였으나, 본 발명은 이 경우에 한정되지 않으며, 경사각( $\alpha_1, \alpha_2$ )이 관계( $\alpha_1 < \alpha_2$ )를 만족시킬 수도 있다. 도 16의 (a) 및 (b)는 Si 웨이퍼(52)의 표면의 경사각( $\alpha_1$ )과 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면의 경사각( $\alpha_2$ )이 관계( $\alpha_1 < \alpha_2$ )를 만족시키는 경우에 경사각( $\alpha_1$ )이 음의 값인 경우를 도시하고 있다. 도 16의 (a)는 레지스트 표면(미도시)의 기울기가 보정되지 않은 상태를 나타내는 반면, 도 16의 (b)는 레지스트 표면(미도시)의 기울기가 보정된 상태를 나타낸다. 예컨대, 보정값( $\Delta L$ )을 산출하기 위한 관계식(1)은 관계식(7)로 다시 변환하기만 하면 된다.
- [0096] 
$$\Delta L = \Delta Z \times \sin(-\alpha_1 - \alpha_2)$$
- [0097] 
$$= -\Delta Z \times \sin(\alpha_1 + \alpha_2) \quad \dots(7)$$
- [0098] 부호는 보정 방향을 나타낸다. 본 실시예에서는 Si 웨이퍼(52)의 표면(레지스트로 도포된 표면)과 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면(유리 웨이퍼(53)의 상면)이 기울어졌으나, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 예컨대, 웨이퍼 척(51)의 표면이 기울어질 수도 있다. 전술한 각도( $\alpha_1, \alpha_2$ )를 취득할 수 있다면, 스테이지의 주사면과 웨이퍼 척(51)의 표면이 각도차를 가질 수도 있다.
- [0099] 또한, OA 검출계(24)에 의해 얼라인먼트 마크(WM)의 최상의 초점 위치 정보가 구해진다면, Si 웨이퍼(52)의 표면(레지스트로 도포된 표면)의 기울기와 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면(유리 웨이퍼(53)의 상면)의 기울기를 3개 이상의 지점에 있는 얼라인먼트 마크(WM)의 위치에서 취득할 수 있다.
- [0100] 또한, 본 실시예에서는 X-Z 평면에서의 시프트 보정이 예시되었으나, Y-Z 평면에서도 동일한 방법을 이용하여 보정값을 구할 수 있다. 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면이 기울어진 경우로서 Si 웨이퍼(52)와 유리 웨이퍼(53)로 웨이퍼(W)가 형성된 경우를 예시하였으나, 본 발명은, 예컨대, 도 4의 (a) 및 (b), 또는 도 6의 (a) 내지 (c)에 도시된 구성에도 적용될 수 있다. 이 경우, 얼라인먼트 마크가 위에 형성되는 표면(웨이퍼(W)의 표면)의 경사각은 " $\alpha_2$ "로서 규정되지만 하면 되고, 레지스트로 도포된 표면의 경사각은 " $\alpha_1$ "으로서 규정된다. Si 웨이퍼(52)의 표면(레지스트 표면)의 기울기와 얼라인먼트 마크(WM)가 위에 형성되는 표면(유리 웨이퍼(53)의 상면)의 기울기를 글로벌로 측정하거나, 특정 영역을 선택하여 다이-바이-다리로 측정할 수도 있다.
- [0101] 전술한 실시예에 따른 보정 방법들의 적용은 반도체 제조 장치에 한정되지 않는다. 이 보정 방법들은 투영 광학 시스템의 노광 장치뿐만 아니라, 예컨대, 미러 반사형 액정 노광 장치에도 적용될 수 있다.
- [0102] (제 5 실시예)
- [0103] 전술한 노광 장치를 이용하는 디바이스 제조 방법은 반도체 디바이스와 액정 디바이스와 같은 디바이스들의 제조에 적합하다. 이 방법은 감광제로 도포된 기관을 전술한 노광 장치를 이용하여 노광시키는 단계와, 노광된 기관을 현상하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 이 방법은 주지의 후속 단계들(예컨대, 산화, 성막, 기상 증착, 도핑, 평탄화, 에칭, 레지스트 제거, 다이싱, 본딩 및 패키징)을 포함할 수 있다.
- [0104] (다른 실시예들)
- [0105] 본 발명의 양태들은, 전술한 실시예(들)의 기능들을 수행하기 위해 메모리 디바이스에 기록된 프로그램을 관독하고 실행시키는 시스템 또는 장치(CPU 또는 MPU와 같은 디바이스들)의 컴퓨터에 의해, 또는 전술한 실시예(들)의 기능들을 수행하기 위해 메모리 디바이스에 기록된 프로그램을, 예컨대, 관독하고 실행시킴으로써, 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해 단계들이 실시되는 방법에 의해, 실현될 수도 있다. 이 목적을 위해, 예컨대, 네트워크를 통해, 또는 메모리 디바이스와 같은 역할을 하는 다양한 종류의 기록 매체(예컨대, 컴퓨터 관독가능한 매체)로부터, 프로그램이 컴퓨터에 제공된다.
- [0106] 예시적인 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였으나, 본 발명은 개시된 예시적 실시예들에 한정되지 않음을 이해하여야 한다. 하기된 특허청구범위는 그러한 변형들과 등가의 구조들과 기능들을 모두 포함하도록 최광의로 해석되어야 한다.

도면

도면1



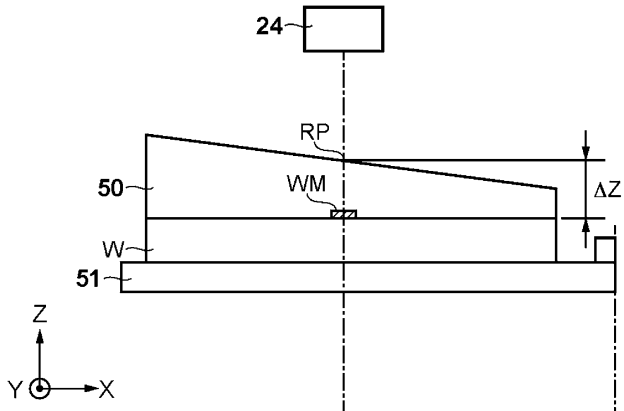
도면2



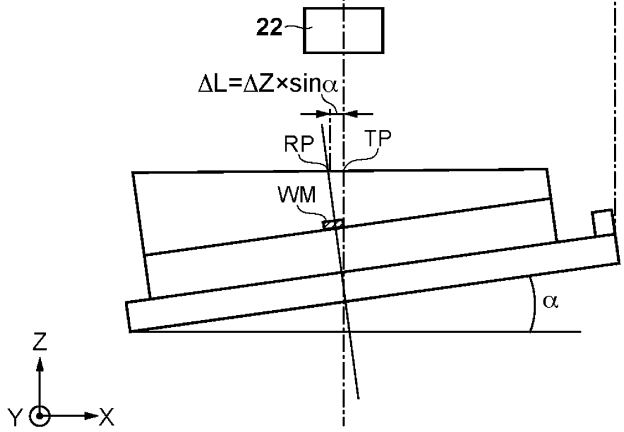


도면4

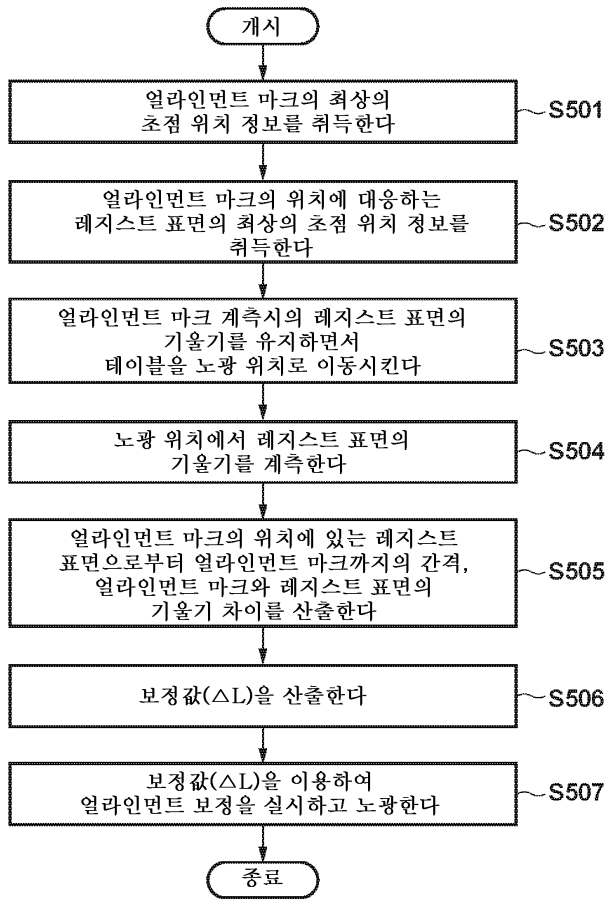
(a)



(b)

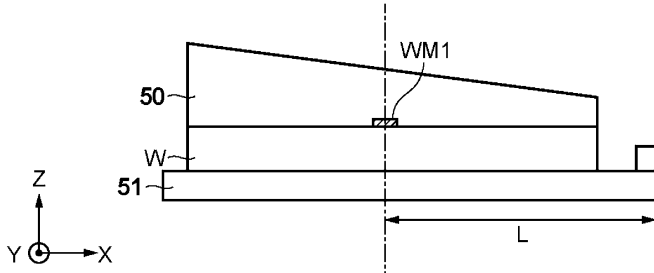


도면5

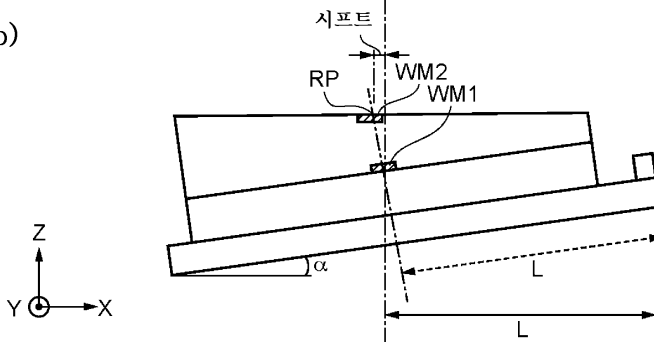


도면6

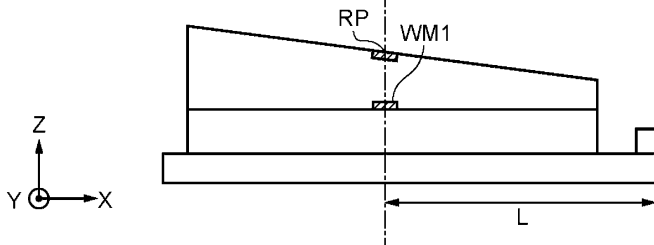
(a)



(b)

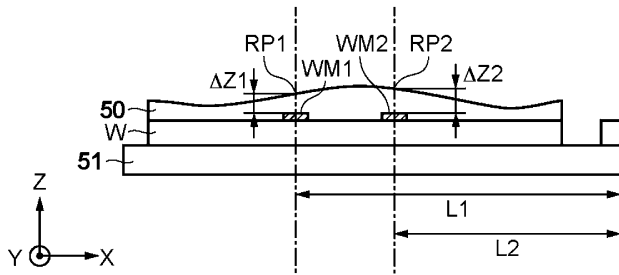


(c)

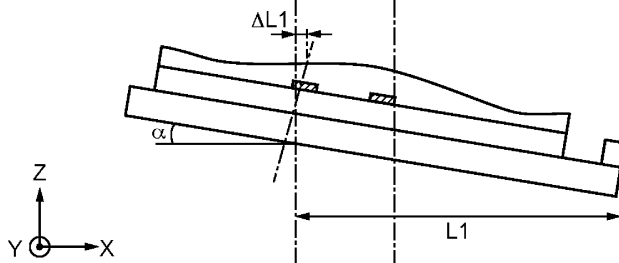


도면7

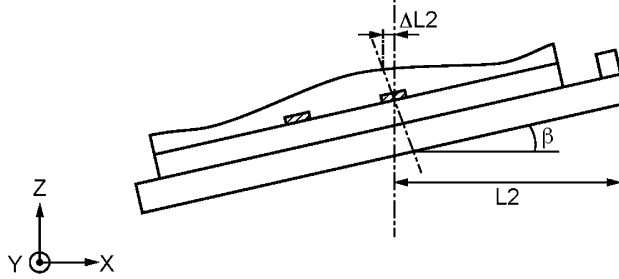
(a)



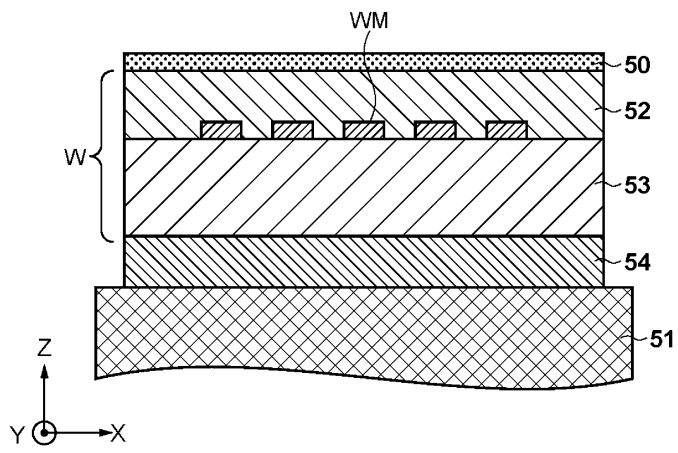
(b)



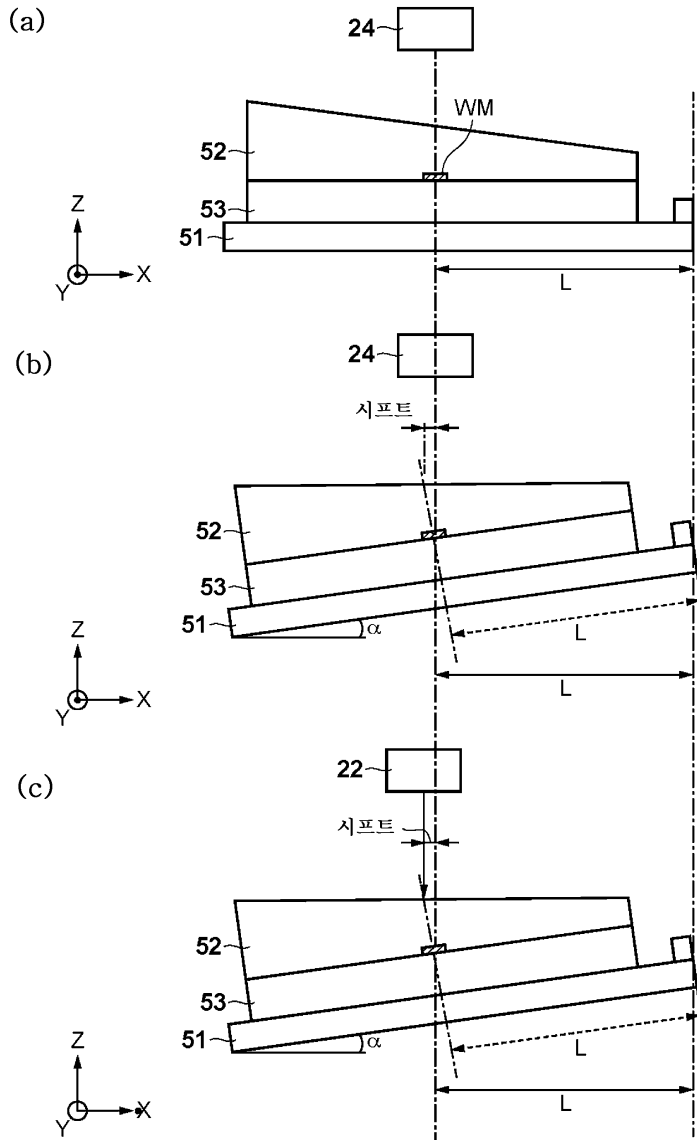
(c)



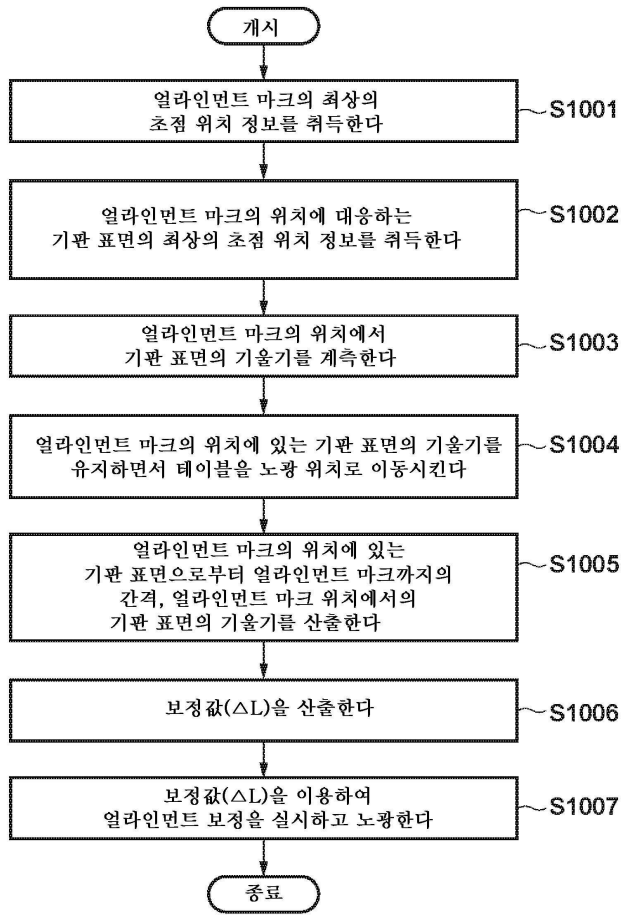
도면8



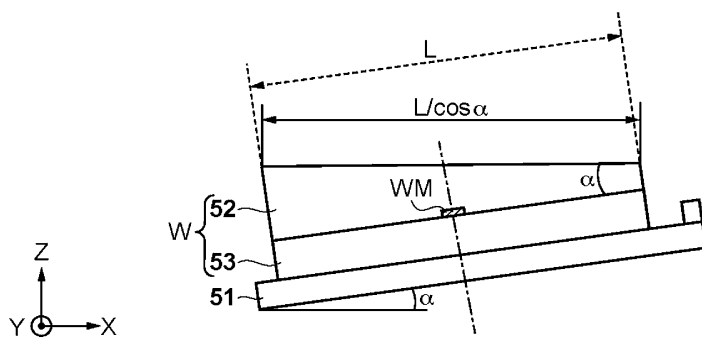
도면9



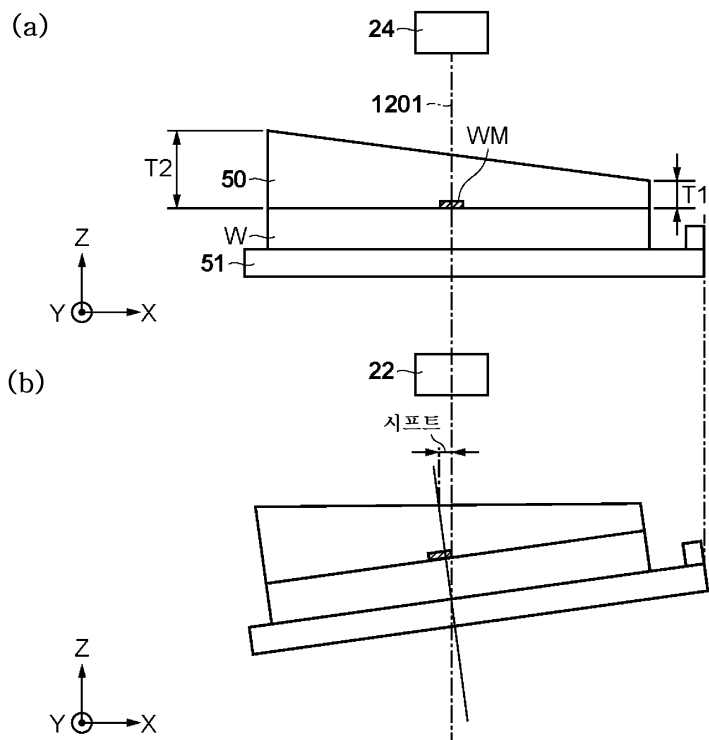
도면10



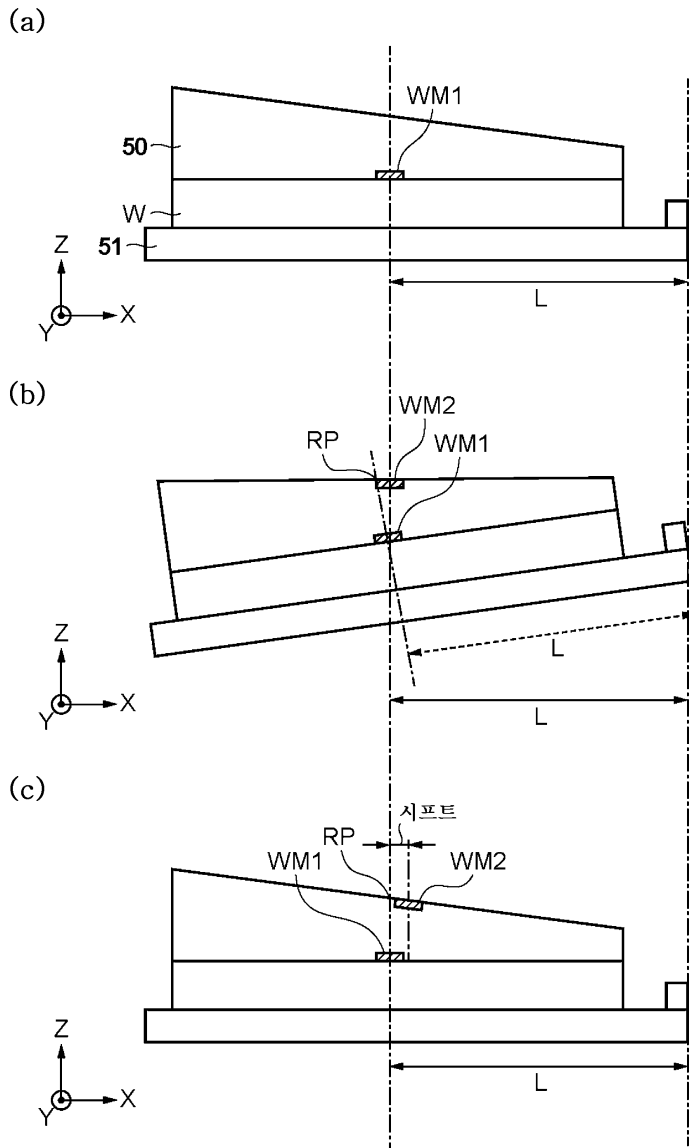
도면11



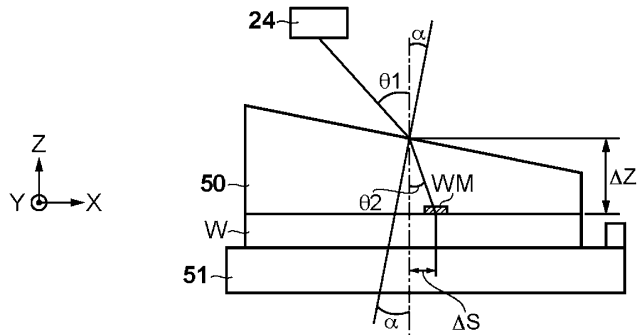
도면12



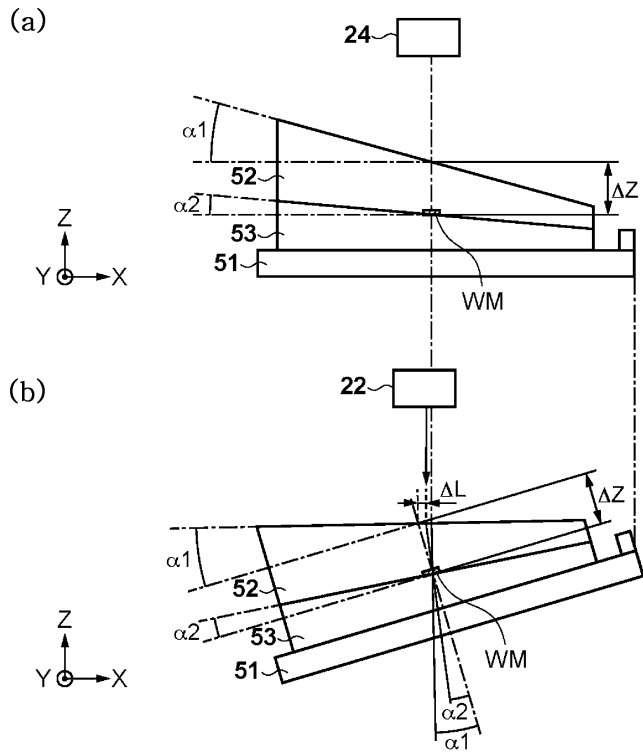
도면13



도면14

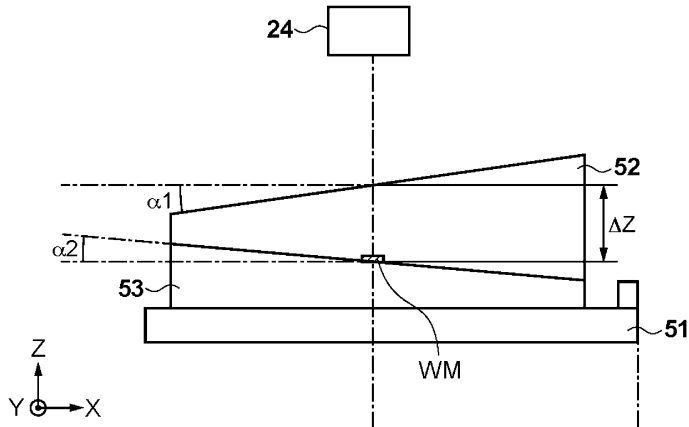


도면15



도면16

(a)



(b)

