

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
G03F 7/20

(45) 공고일자 2005년03월08일
(11) 등록번호 10-0471018
(24) 등록일자 2005년02월01일

(21) 출원번호 10-2001-0074214
(22) 출원일자 2001년11월27일

(65) 공개번호 10-2002-0059224
(43) 공개일자 2002년07월12일

(30) 우선권주장 JP-P-2000-00360502 2000년11월28일 일본(JP)
JP-P-2001-00312624 2001년10월10일 일본(JP)

(73) 특허권자 스미도모쥬기가이코교 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 5-9-11

(72) 발명자 리쉬엔
일본국도쿄도니시도쿄시야토쥬2쥬메1반1고스미도모쥬기가이코교
가부시키키가이샤다나시세조쇼나이

(74) 대리인 특허법인맥

심사관 : 신주철

(54) 두 개의 대상물 간의 갭 조절장치 및 조절방법

요약

제1스테이지와 제2스테이지가 대향 배치되어 있다. 제1목적물이 제1스테이지에 고정된다. 제1스테이지에 부착된 제1변위센서가 제1변위센서로부터 그 정면에 배치된 어느 평면까지의 거리를 측정한다. 제2목적물이 제2스테이지에 고정된다. 제2스테이지에 부착된 제2변위센서가 제2변위센서로부터 그 정면에 배치된 어느 평면까지의 거리를 측정한다. 이동기구가 제1스테이지와 제2스테이지의 한 쪽을 다른 쪽에 대하여 이동시킨다.

대표도

도 1

색인어

웨이퍼, 마스크, 갭 조절, 갭 측정

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 X선 노광장치(露光裝置)의 개략도,

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 갭 조절방법을 설명하기 위한 플로우차트,

도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 X선 노광장치의 마스크 및 웨이퍼 부분의 개략도,

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 X선 노광장치의 마스크 스테이지 상에 부착된 마스크 척(mask chuck)과 정전용량(靜電容量) 센서의 정면도,

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 갭 조절장치를 사용한 전자빔 근접노광장치의 개략도,

도 6a는 본 발명의 제3실시예에 따른 갭 조절장치의 개략도이고, 도 6b는 마스크의 정면도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 갭 조절장치 및 조절방법에 관한 것으로서, 특히, X선 리소그래피(lithography) 및 전자빔 노광에 사용되는 웨이퍼와 마스크의 갭 조절에 적합한 갭 조절장치 및 조절방법에 관한 것이다.

X선 리소그래피 및 전자빔 노광에 있어서는, 통상적으로, 노광할 웨이퍼 표면 상에 미소한 간극을 두고 마스크를 배치하고, 마스크를 통하여 웨이퍼 표면을 노광한다. 해상도 및 위치맞춤 정밀도를 높이기 위하여, 웨이퍼와 마스크의 갭을 정밀하게 제어하지 않으면 안된다. 특히, 갭이 너무 벌어지면, 반영(半影)이 흐려짐에 의하여 해상도가 저하됨과 동시에 위치맞춤 정밀도도 저하된다.

웨이퍼와 마스크의 갭을 측정하는 방법으로서, 고분해능 카메라를 사용한 화상처리를 이용하는 방법이나, 고분해능 카메라와 정전용량 센서를 조합하여 사용하는 방법이 알려져 있다.

정전용량 센서나 고해상도 카메라는 가격이 비싸기 때문에, 이들을 사용한 갭 측정방법을 채용하면, 장치 전체가 비싸지게 되어 버린다. 특히, 50 μ m 이하의 갭을 측정할 수 있는 정전용량 센서는 매우 가격이 비싸다. 또, 20 μ m 이하의 갭을 촬상(撮像)하기 위해서는 가격이 비싼 렌즈가 필요하게 된다.

또, 고분해능 카메라는 넓은 설치공간을 필요로 한다. 그렇기 때문에, 노광장치의 소형화가 곤란해진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 비용절감 및/또는 소형화를 도모하는 것이 가능한 갭 조절장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은, 이 갭 측정장치를 사용하여 갭을 측정하는 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 한 관점에 의하면, 제1기준면을 획정(劃定)하는 제1스테이지와, 제2기준면을 획정하고 이 제2기준면이 상기 제1기준면과 평행하게 되도록 상기 제1스테이지에 대항하는 제2스테이지와, 주표면(主表面)을 가지는 제1목적물을 그 주표면이 상기 제2스테이지측을 향하고 상기 제1기준면에 평행하게 되도록 상기 제1스테이지에 고정시키는 제1고정수단과, 상기 제1스테이지에 부착된 제1변위센서로서 이 제1변위센서로부터 그 정면에 배치된 상기 제2기준면에 평행한 어느 평면까지의 거리를 측정하는 상기 제1변위센서와, 주표면을 가지는 제2목적물을 그 주표면이 상기 제1스테이지측을 향하고 상기 제2기준면에 평행하게 되도록 상기 제2스테이지에 고정시키는 제2고정수단과, 상기 제2스테이지에 부착된 제2변위센서로서 이 제2변위센서로부터 그 정면에 배치된 상기 제1기준면에 평행한 어느 평면까지의 거리를 측정하는 상기 제2변위센서와, 상기 제1스테이지에 부착되고 상기 제1기준면에 평행한 센서 기준면을 가지는 와전류센서(eddy current sensor)와, 상기 제2스테이지에 부착되고 상기 제2기준면에 평행한 타겟 기준면을 가지는 와전류센서용 타겟과, 상기 제1스테이지와 제2스테이지의 한 쪽을 다른 쪽에 대하여 상기 제1기준면에 평행한 방향 및 수직인 방향으로 이동시키는 이동기구와, 상기 타겟이 상기 제1변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 제1변위센서로부터 이 타겟의 타겟 기준면까지의 거리를 측정하고, 상기 제2목적물의 주표면이 상기 제1변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 제1변위센서로부터 이 제2목적물의 주표면까지의 거리를 측정하며, 상기 와전류센서가 상기 제2변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 이 제2변위센서로부터 이 와전류센서의 센서 기준면까지의 거리를 측정하고, 상기 제1목적물의 주표면이 상기 제2변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 이 제2변위센서로부터 상기 제1목적물의 주표면까지의 거리를 측정하며, 상기 타겟이 상기 와전류센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 센서 기준면과 타겟 기준면의 간격을 측정하는 제어수단을 가지는 갭 조절장치가 제공된다.

제1변위센서로부터 타겟 기준면까지의 거리와, 제1변위센서로부터 제2목적물의 주표면까지의 거리의 차이로, 타겟 기준면과 제2목적물의 주표면의, 제2기준면으로부터의 높이의 차이를 알 수 있다. 마찬가지로, 센서 기준면과 제1목적물의 주표면의, 제1기준면으로부터의 높이의 차이를 알 수 있다. 이들 차이의 정보 및 센서 기준면과 타겟 기준면의 간격으로, 제1목적물의 주표면과 제2목적물의 주표면의 간격을 구할 수 있다.

와전류센서는 소형이기 때문에, 장치에 여유공간이 부족한 경우라도 와전류센서를 소정의 위치에 설치할 수 있다. 또, 와전류센서는 비교적 가격이 싸기 때문에, 장치의 저가격화를 도모하는 것이 가능하게 된다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 제1기준면을 획정하는 제1스테이지 상에 제1목적물의 주표면이 상기 제1기준면과 평행하게 되도록 이 제1목적물을 고정하는 제1공정과, 상기 제1기준면에 평행한 제2기준면을 획정하는 제2스테이지 상에 제2목적물의 주표면이 이 제2기준면과 평행하게 되도록 이 제2목적물을 고정하는 제2공정과, 상기 제1스테이지 상에 부착된 와전류센서의 센서 기준면의, 상기 제1기준면으로부터의 높이와, 이 제1기준면으로부터 상기 제1목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 구하고, 또는 조절하는 제3공정과, 상기 제2스테이지 상에 부착된 와전류센서용 타겟의 타겟 기준면의, 상기 제2기준면으로부터의 높이와, 상기 제2기준면으로부터 상기 제2목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 구하고, 또는 조절하는 제4공정과, 상기 와전류센서의 센서 기준면으로부터 상기 타겟 기

준면까지의 거리를 측정하고, 측정결과가 목표치에 가까워지도록 상기 제1스테이지와 상기 제2스테이지의 간격을 조절하는 제5공정을 가지는 갭 조절방법이 제공된다.

제3공정에서, 제1기준면으로부터 센서 기준면까지의 높이와, 제1기준면으로부터 제1목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 알 수 있다. 제4공정에서, 제2기준면으로부터 타겟 기준면까지의 높이와, 제2기준면으로부터 제2목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 알 수 있다. 센서 기준면으로부터 타겟 기준면까지의 거리를 알면, 제1목적물의 주표면과 제2목적물의 주표면의 간격을 구할 수 있다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 마스크패턴이 형성된 마스크를 고정하여 유지하는 마스크 척과, 상기 마스크 척을 유지하고 이 마스크 척에 고정되어 있는 마스크의 마스크패턴이 형성된 면에 대하여 수직인 제1방향으로 상기 마스크 척을 이동시킬 수 있는 제1레벨링(leveling)기구와, 상기 제1레벨링기구를 지지하는 마스크 스테이지와, 웨이퍼를 그 피노광면이 상기 마스크에 대향하도록 유지하는 웨이퍼 척과, 상기 웨이퍼 척을 상기 제1방향으로 이동시킬 수 있는 제2레벨링기구와, 상기 제2레벨링기구를 지지하는 웨이퍼 스테이지와, 상기 마스크 스테이지에 부착되어 상기 웨이퍼 척에 고정된 웨이퍼의 피노광면까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제1거리센서와, 상기 웨이퍼 스테이지에 부착되어 상기 마스크 척에 고정된 마스크의 표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리 및 상기 제1거리센서까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제2거리센서를 가지는 갭 조절장치가 제공된다.

제2거리센서로부터 제1거리센서까지의 거리를 D_A , 제2거리센서로부터 마스크의 표면까지의 거리를 D_B , 제1거리센서로부터 웨이퍼의 피노광면까지의 거리를 D_D 라고 하면, 마스크와 웨이퍼의 간격은 $D_D - (D_A - D_B)$ 로 주어진다. 이 간격의 측정치와 목표치를 비교하여, $D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 제1레벨링기구 또는 제2레벨링기구를 동작시킴으로써, 마스크와 웨이퍼의 간격을 조절할 수 있다.

또, 마스크와 웨이퍼의 간격을 비교적 저렴한 가격으로, 또한 고정밀도로 측정할 수 있다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 제1측정대상물의 제1표면 및 제2측정대상물의 제2표면의 쌍방이 제1방향에 대하여 수직이 되도록 이 제1표면과 제2표면을 대향시켜서 상기 제1 및 제2측정대상물을 배치하는 공정과, 제1거리센서로부터 제2거리센서까지의 제1방향에 대한 거리(D_A)를 측정하는 공정과, 상기 제2거리센서로부터 제1측정대상물의 표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리(D_B)를 측정하는 공정과, 상기 제1거리센서로부터 상기 제2측정대상물의 제2표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리(D_D)를 측정하는 공정과, $D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 상기 제1 및 제2측정대상물의 적어도 한 쪽을 상기 제1방향으로 이동시키는 공정을 가지는 갭 조절방법이 제공된다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 제1표면을 가지는 제1측정대상물을 고정하여 유지하는 제1유지부재와, 상기 제1유지부재를 유지하고 이 제1유지부재에 고정되어 있는 제1측정대상물의 제1표면에 대하여 수직인 제1방향으로 상기 제1유지부재를 이동시킬 수 있는 제1레벨링기구와, 상기 제1레벨링기구를 지지하는 제1스테이지와, 제2표면을 가지는 제2측정대상물을 이 제2표면이 상기 제1표면에 대향하도록 유지하는 제2유지부재와, 상기 제2유지부재를 상기 제1방향으로 이동시킬 수 있는 제2레벨링기구와, 상기 제2레벨링기구를 지지하는 제2스테이지와, 상기 제1스테이지에 부착되어 상기 제2유지부재에 고정된 제2측정대상물의 제2표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제1거리센서와, 상기 제2스테이지에 부착되어 상기 제1유지부재에 고정된 제1측정대상물의 제1표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리 및 상기 제1거리센서까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제2거리센서를 가지는 갭 조절장치가 제공된다.

제2거리센서로부터 제1거리센서까지의 거리를 D_A , 제2거리센서로부터 제1측정대상물의 표면까지의 거리를 D_B , 제1거리센서로부터 제2측정대상물의 피노광면까지의 거리를 D_D 라고 하면, 제1측정대상물과 제2측정대상물의 간격은 $D_D - (D_A - D_B)$ 로 주어진다. 이 간격의 측정치와 목표치를 비교하여, $D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 제1레벨링기구 또는 제2레벨링기구를 동작시킴으로써, 제1측정대상물과 제2측정대상물의 간격을 조절할 수 있다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 제1피측정면을 가지는 제1대상물을 유지하는 제1유지수단과, 제2피측정면을 가지는 제2대상물을 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 제2유지수단과, 상기 제1피측정면까지의 거리를 측정하는 제1변위계와, 상기 제1변위계에 대한 상대적 위치가 고정되며 상기 제2피측정면과 동일방향을 향하는 더미(dummy) 피측정면을 가지는 더미 타겟과, 상기 제2피측정면 및 더미 피측정면의 각각까지의 거리를 측정하는 제2변위계와, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격이 변화하도록 상기 제1유지수단 및 제2유지수단의 적어도 한 쪽을 이동시키는 이동기구를 가지는 갭 조절장치가 제공된다.

제1변위계로부터 더미 피측정면까지의 거리는 미리 측정하여 둘 수 있다. 제2변위계로부터 더미 피측정면까지의 거리를 측정함으로써, 제1변위계와 제2변위계 간의 거리가 구해진다. 제1변위계로부터 제1피측정면까지의 거리, 제2변위계로부터 제2피측정면까지의 거리, 및 제1변위계와 제2변위계 간의 거리로, 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 구할 수 있다.

본 발명의 다른 관점에 의하면, 제1피측정면을 가지는 제1대상물과 제2피측정면을 가지는 제2대상물을, 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 공정과, 제1변위계에서 이 제1변위계로부터 상기 제1피측정면까지의 거리(D_D)를 측정하는 공정과, 제2변위계에서 이 제2변위계로부터 상기 제2피측정면까지의 거리(D_A)를 측정하는 공정과, 상기 제2변위계에서 이 제2변위계로부터 상기 제1변위계에 대한 상대적 위치가 고정된 더미 피측정면까지의 거리(D_B)를 측정하는 공정과, 이 제1변위계로부터 이 더미 피측정면까지의 거리(D_C) 및 상기 거리(D_D , D_A , D_B)로 $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ 를 계산하여, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 구하는 공정을 가지는 갭 조절방법이 제공된다.

<발명의 실시형태>

도 1에 본 발명의 제1실시예에 따른 X선 노광장치의 개략을 나타내었다. 웨이퍼 스테이지(1)가 가상적인 웨이퍼 기준면(3)을 획정한다. 마스크 스테이지(2)가 가상적인 마스크 기준면(4)을 획정한다. 웨이퍼 스테이지(1)와 마스크 스테이지(2)가 서로 대향하도록 배치되어 있다. 웨이퍼 기준면(3)과 마스크 기준면(4)은 서로 평행하다.

웨이퍼 스테이지(1)에 이동기구(16)를 통하여 웨이퍼 척(5)이 부착되어 있다. 이동기구(16)는 웨이퍼 척(5)을 웨이퍼 기준면(3)의 법선(normal)방향으로 이동시킬 수 있다. 웨이퍼 척(5)은 노광할 웨이퍼(10)를 흡착하여 고정한다. 웨이퍼 척(5)에 흡착된 웨이퍼(10)의 노광할 면(주표면)은 마스크 스테이지(2)측을 향하며, 웨이퍼 기준면(3)과 평행하게 된다.

웨이퍼측 레이저 변위센서(6)가 웨이퍼 스테이지(1)에 부착되어 있다. 레이저를 반사하는 반사면이 마스크 기준면(4)에 평행하게, 또한 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)의 정면에 배치되었을 때, 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)는 이 반사면까지의 거리를 측정한다. 레이저 변위센서(6)의 측정오차는 1 μ m 이하이다.

마스크 척(7)이 마스크 스테이지(2)에 부착되어 있다. 마스크 척(7)은 X선 노광용 마스크(11)를 흡착하여 고정한다. 마스크 척(7)에 흡착된 마스크(11)의 마스크면은 웨이퍼 스테이지(1)측을 향하며, 마스크 기준면(4)에 평행하다.

마스크측 레이저 변위센서(8)가 마스크 스테이지(2)에 부착되어 있다. 레이저를 반사하는 반사면이 웨이퍼 기준면(3)에 평행하게, 또한 마스크측 레이저 변위센서(8)의 정면에 배치되었을 때, 마스크측 레이저 변위센서(8)는 이 반사면까지의 거리를 측정한다. 레이저 변위센서(8)의 측정오차는 1 μ m 이하이다.

와전류센서(20)가 액추에이터(actuator)(21)를 통하여 웨이퍼 스테이지(1)에 부착되어 있다. 와전류센서용 타겟(25)이 액추에이터(26)를 통하여 마스크 스테이지(2)에 부착되어 있다. 와전류센서(20)는 웨이퍼 기준면(3)에 평행한 센서 기준면(22)을 가진다. 타겟(25)은 마스크 기준면(4)에 평행한 타겟 기준면(27)을 가진다. 타겟(25)이 와전류센서(20)의 정면에 배치되었을 때, 와전류센서(20)는 센서 기준면(22)으로부터 타겟 기준면(27)까지의 거리를 측정할 수 있다. 액추에이터(21)는 웨이퍼 기준면(3)으로부터의 와전류센서(20)의 높이를 조절한다. 액추에이터(26)는 마스크 기준면(4)으로부터의 타겟(25)의 높이를 조절한다.

와전류센서(20)로서, 예를 들면 주식회사 키엔스(KEYENCE CORPORATION)의 EX-500시리즈의 센서를 사용할 수 있다. EX-500시리즈의 센서의 분해능은 0.3 μ m~3.0 μ m이다. 또, 타겟(25)으로서, 두께 0.5mm 이상의 금속판을 사용할 수 있다.

이동기구(15)가 웨이퍼 스테이지(1)를 웨이퍼 기준면(3)에 평행한 이차원방향으로 이동시킨다. 다른 이동기구(31)가 마스크 스테이지(2)를 마스크 기준면(4)에 수직인 방향으로 이동시킨다. 레이저 변위센서(6, 8), 와전류센서(20), 액추에이터(21, 26), 이동기구(15, 16, 31)는 제어장치(40)에 의하여 제어된다.

X선 광원(45)이 X선(46)을 방사(放射)한다. X선 광원(45)은 예를 들면 싱크로트론(synchrotron)이고, X선(46)은 싱크로트론 방사광(SR광)이다. X선(46)은 마스크(11)를 통하여 웨이퍼(10)의 노광할 표면을 조사(照射)한다.

다음으로, 도 2를 참조하면서 X선 노광방법을 설명한다. 스텝 S1에서, 웨이퍼 스테이지(1)를 이동시켜서, 웨이퍼(10)의 주표면의 소정의 부위를 마스크측 레이저 변위센서(8)의 정면에 위치시킨다. 마스크측 레이저 변위센서(8)를 사용하여, 마스크측 레이저 변위센서(8)로부터 웨이퍼(10)의 주표면까지의 거리를 측정한다.

스텝 S2로 진행하여, 웨이퍼 스테이지(1)를 이동시켜서, 와전류센서(20)를 마스크측 레이저 변위센서(8)의 정면에 위치시킨다. 마스크측 레이저 변위센서(8)로부터 와전류센서(20)의 센서 기준면(22)까지의 거리를 측정한다. 이 측정결과와 스텝 S1의 측정결과를 비교하여, 센서 기준면(22)이 웨이퍼(10)의 주표면과 동일 평면 상에 위치하도록, 웨이퍼 기준면(3)으로부터의 와전류센서(20)의 높이를 조절한다. 이 조절은, 액추에이터(21)를 구동함으로써 행하여진다.

스텝 S3로 진행하여, 웨이퍼 스테이지(1)를 이동시켜서, 마스크(11)의 마스크면의 소정의 부위를 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)의 정면에 위치시킨다. 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)로부터 마스크(11)의 마스크면까지의 거리를 측정한다.

스텝 S4로 진행하여, 웨이퍼 스테이지(1)를 이동시켜서, 타겟(25)을 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)의 정면에 위치시킨다. 웨이퍼측 레이저 변위센서(6)로부터 타겟(25)의 타겟 기준면(27)까지의 거리를 측정한다. 이 측정결과와 스텝 S3의 측정결과를 비교하여, 타겟 기준면(27)이 마스크(11)의 마스크면과 동일 평면 상에 위치하도록, 마스크 기준면(4)으로부터의 타겟(25)의 높이를 조절한다. 이 조절은, 액추에이터(26)를 구동함으로써 행하여진다.

스텝 S5로 진행하여, 타겟(25)이 와전류센서(20)의 정면에 위치하도록 웨이퍼 스테이지(1)를 이동시킨다. 와전류센서(20)에서 센서 기준면(22)과 타겟 기준면(27)의 간격을 측정한다. 이 간격이 목표치에 가까워지도록, 마스크 스테이지(2)를 마스크 기준면(4)에 수직인 방향으로 이동시킨다. 센서 기준면(22)과 타겟 기준면(27)의 간격은, 웨이퍼(10)의 주표면과 마스크(11)의 마스크면의 간격(웨이퍼와 마스크 간의 간격)과 동일하다. 이로 인하여, 웨이퍼와 마스크 간의 간격을 목표치에 가까워지게 할 수 있다.

웨이퍼와 마스크 간의 간격이 허용범위 내에 들어가면, 스텝 S6로 진행하여 X선 노광을 행한다.

상기 제1실시예에서는, 가격이 비싼 정전용량 센서나 고해상도 카메라를 사용하지 않고, 웨이퍼(10)의 주표면과 마스크(11)의 마스크면의 간격을 고정밀도로 조절할 수 있다. 또, 와전류센서(20)에 의하여 항상 웨이퍼와 마스크 간의 간격을 모니터링할 수 있다. 이로 인하여, 간격이 목표치에서 벗어났을 때, 간격을 신속하게 원상태로 되돌릴 수 있다.

그리고, 상기 제1실시예에서 사용되는 레이저 변위센서나 와전류센서는 소형이며 또한 경량이다. 그렇기 때문에, 스테이지 주위에 넓은 여유공간이 없는 경우라도, 센서를 설치할 수 있다. 또, 스테이지에 가해지는 기계적 부하를 경감할 수 있다.

다음으로, 상기 제1실시예의 변형예에 대하여 설명한다. 상기 제1실시예에서는, 도 2에 나타난 스텝 S2에서, 센서 기준면(22)의 높이를 웨이퍼(10)의 주표면의 높이와 일치시키고, 스텝 S4에서, 타겟 기준면(27)의 높이를 마스크(11)의 마스크면의 높이와 일치시켰다. 변형예에서는, 상기 제1실시예의 스텝 S2에 대응하는 공정에서, 제어장치가 센서 기준면(22)의 높이와 웨이퍼(10)의 주표면의 높이의 차이를 기억한다. 또, 스텝 S4에 대응하는 공정에서, 타겟 기준면(27)의 높이와 마스크(11)의 마스크면의 높이의 차이를 기억한다. 와전류센서(20) 및 타겟(25)의 높이를 조절할 필요는 없다.

상기 제1실시예의 스텝 S5에 대응하는 공정에서, 센서 기준면(22)과 타겟 기준면(27)의 간격을 측정한다. 이 간격의 측정치, 센서 기준면(22)의 높이와 웨이퍼(10)의 주표면의 높이의 차이, 및 타겟 기준면(27)의 높이와 마스크(11)의 마스크면의 높이의 차이에 근거하여, 웨이퍼와 마스크 간의 간격을 계산에 의하여 구할 수 있다. 이 변형예에서는, 도 1에 나타난 액추에이터(21, 26)는 필요하지 않다.

도 3에 본 발명의 제2실시예에 따른 갭 조절장치의 개략도를 나타내었다. 마스크 스테이지(101)와 웨이퍼 스테이지(150)가, 마스크 및 웨이퍼를 유지하는 면끼리 대향하도록, 거의 평행으로 배치되어 있다. 마스크 스테이지(101) 및 웨이퍼 스테이지(150)의 대향면에 대하여 수직인 방향을 Z축으로 하는 XYZ직교좌표계를 도입한다.

마스크 스테이지(101)의 대향면 상에, 레벨링기구(110)를 통하여 마스크 척(105)이 부착되어 있다. 마스크패턴이 형성된 마스크(103)가 마스크 척(105)에 진공흡착된다. 레벨링기구(110)는 마스크 스테이지(101)의 대향면으로부터 마스크(103)까지의 Z축방향에 대한 높이(마스크패턴이 형성된 면에 수직인 방향의 높이)를 조절할 수 있다. 마스크 스테이지(101)의 대향면 상에, 또한 정전용량 센서(107A~107C)가 부착되어 있다. 정전용량 센서(107A~107C)는 도 4에 나타난 바와 같이, 각각 마스크 척(105)과 중심을 공유하는 가상적인 정삼각형의 정점(頂點)에 해당하는 위치에 배치되어 있다. 정전용량 센서(107A~107C)의 각각은, 당해 정전용량 센서에 대향하는 XY면에 평행한 도전성(導電性) 표면까지의 거리를 측정할 수 있다. 마스크 스테이지(101)는 이차원이동기구(109)를 동작시킴으로써, 그 대향면에 평행한 이차원방향, 즉 X방향 및 Y방향으로 이동한다.

웨이퍼 스테이지(150)의 대향면 상에, 레벨링기구(158)를 통하여 이차원이동기구(160)가 부착되어 있다. 이차원이동기구(160)에 웨이퍼 척(154)이 부착되어 있다. 웨이퍼 척(154)은 웨이퍼(152)를 진공흡착한다. 웨이퍼(152)가 웨이퍼 척(154)에 흡착된 상태에서, 웨이퍼(152)의 피노광면이 XY면에 거의 평행하게 되어 마스크(103)에 대향한다.

레벨링기구(158)는 웨이퍼 스테이지(150)의 대향면으로부터 웨이퍼(152)까지의 높이를 조절한다. 이차원이동기구(160)는 웨이퍼(152)를 그 피노광면에 평행한 이차원방향, 즉 X방향 및 Y방향으로 이동시킬 수 있다. 웨이퍼 스테이지(150)의 대향면 상에, 또한 레이저 변위계(156A~156C)가 부착되어 있다. 레이저 변위계(156A~156C)는 각각 정전용량 센서(107A~107C)에 대응하는 위치에 배치되어 있다. 각 레이저 변위계(156A~156C)는 당해 레이저 변위계에 대향하는 XY면에 거의 평행한 평면까지의 Z축방향에 대한 거리를 측정할 수 있다.

레벨링기구(110, 158), 이차원이동기구(109, 160), 정전용량 센서(107A~107C), 및 레이저 변위계(156A~156C)는, 제어장치(170)에 의하여 제어된다. X선(120), 예를 들면 싱크로트론 방사광이 마스크 스테이지(101)측으로부터 마스크(103)를 조사하여, 마스크(103)에 형성된 패턴이 웨이퍼(152)의 피노광면에 전사(轉寫)된다.

다음으로, 도 3에 나타난 X선 노광장치에 있어서, 마스크(103)와 웨이퍼(152)의 갭을 조절하는 방법을 설명한다.

3개의 레이저 변위계(156A~156C)의 측정(calibration) 및 3개의 정전용량 센서(107A~107C)의 측정은 이미 종료되어 있는 것으로 한다. 즉, 웨이퍼 스테이지(150)의 대향면으로부터 일정한 높이에 위치하는 평면까지의 거리를 측정한 경우, 레이저 변위계(156A~156C)에 의한 측정치는 모두 일치한다. 또, 마스크 스테이지(101)의 대향면으로부터 일정한 높이에 위치하는 평면까지의 거리를 측정한 경우, 정전용량 센서(107A~107C)에 의한 측정치는 모두 일치한다.

마스크 척(105)에 마스크(103)를 고정하고, 웨이퍼 척(154)에 웨이퍼(152)를 고정한다. 웨이퍼(152)의 피노광면 상의 일직선 상에 있지 않은 3개소에 있어서, 각각 3개의 정전용량 센서(107A~107C)로부터 피노광면까지의 거리를 측정하고, 모든 측정결과가 일치하도록 레벨링기구(158)를 구동한다. 다음으로, 마스크(103)의 표면 상의 일직선 상에 있지 않은 3개소에 있어서, 레이저 변위계(156A~156C) 중 어느 것을 사용하여 레이저 변위계로부터 마스크의 표면까지의 거리를 측정하고, 3개의 측정결과가 일치하도록 레벨링기구(110)를 구동한다. 마스크(103)의 표면 상의 피측정점이 레이저 변위계의 정면에 위치하도록 이차원이동기구(109)를 동작시킴으로써, 레이저 변위계로부터 피측정점까지의 거리를 측정할 수 있다. 이로 인하여, 마스크(103)의 마스크패턴이 형성된 면과 웨이퍼(152)의 피노광면이 평행하게 된다. 정전용량 센서(107A~107C) 및 레이저 변위계(156A~156C)가 각각 3개씩 준비되어 있기 때문에, 레벨링 처리를 행할 때의 마스크(103) 및 웨이퍼(152)의 X방향 및 Y방향으로의 이동거리를 짧게 할 수 있다.

이 레벨링 처리시에 레이저 변위계(156A)로부터 마스크(103)의 표면까지의 Z축방향에 대한 거리(D_B)가 측정된다.

다음으로, 이차원이동기구(109)를 동작시켜서, 정전용량 센서(107A)를 레이저 변위계(156A)의 정면에 위치시킨다. 레이저 변위계(156A)를 사용하여, 레이저 변위계(156A)로부터 정전용량 센서(107A)의 표면까지의 거리(D_A)를 측정한다. 그리고, 거리(D_A)는 마스크(103) 및 웨이퍼(152)를 교환하여도 변동하지 않기 때문에, 마스크(103)나 웨이퍼(152)를 교환할 때마다 측정을 행할 필요는 없다. 거리(D_A)와 거리(D_B)의 차이는, 정전용량 센서(107A)의 표면과 마스크(103)의 표면의 간격(D_C)에 상응한다.

정전용량 센서(107A)를 사용하여, 정전용량 센서(107A)의 표면으로부터 웨이퍼(152)의 피노광면까지의 Z축방향에 대한 거리(D_D)를 측정한다. 마스크(103)의 표면과 웨이퍼(152)의 피노광면의 간격(G)이 다음의 식에 의하여 구해진다.

계산에 의하여 구해진 간격(G)과 목표치의 차이를 계산한다. 레벨링기구(158)를 구동함으로써, 웨이퍼(152)를 이차원만큼 이동시킨다. 이상의 공정에서, 마스크(103)와 웨이퍼(152)의 간격이 목표치에 가까워지도록 양자(兩者)의 간격을 조절할 수 있다.

이상적으로는 이차원이동기구(160)를 동작시켜도 간격(G)은 변동하지 않지만, 실제로는 이차원이동기구(160)의 이동 정밀도의 범위 내에서 간격(G)이 변동한다. 단, 이차원이동기구(160)를 동작시켜도 거리(D_A , D_B)는 변화하지 않는다. 그렇기 때문에, 이차원이동기구(160)를 동작시켜서 웨이퍼(152)의 피노광면 내의 피노광영역을 이동시킨 후 거리(D_D)만을 재측정함으로써, 간격(G)의 변동을 검출하고 간격(G)의 차이를 보상할 수 있다.

상기 제2실시예에 따른 X선 노광장치에서는, 고분해능 카메라를 사용하지 않고 마스크와 웨이퍼 간의 간격을 측정할 수 있다. 가격이 비싸고 비교적 큰 고분해능 카메라를 사용할 필요가 없기 때문에, 노광장치의 소형화, 저가격화를 도모할 수 있다.

레이저 변위계에 의한 측정오차는 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 정도이고, 정전용량 센서에 의한 측정오차는 $\pm 10\text{nm}$ 정도이다. 따라서, 거리(D_A , D_B)의 각각에 최대오차 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 가 포함되고, 거리(D_D)에 최대오차 $\pm 0.01\mu\text{m}$ 가 포함된다. 이에 따라, 약 $\pm 0.2\mu\text{m}$ 의 정밀도로 간격(G)을 구할 수 있다.

상기 제2실시예에서는, 정전용량 센서(107A~107C)와 레이저 변위계(156A~156C)를 3개씩 배치한 경우를 설명하였지만, 정전용량 센서와 레이저 변위계는 적어도 한 개씩 배치하면 된다. 이차원이동기구(160)를 동작시킴으로써, 웨이퍼(152)의 피노광면 상의 3개소에서 정전용량 센서와 웨이퍼(152) 간의 거리를 측정할 수 있다. 마찬가지로, 이차원이동기구(109)를 동작시킴으로써, 마스크(103)의 표면 상의 3개소에서 레이저 변위계와 마스크(103)의 표면의 거리를 측정할 수 있다.

또, 상기 제2실시예에서는, 웨이퍼 스테이지(150) 상에 레이저 변위계를 배치하고, 마스크 스테이지(101) 상에 정전용량 센서를 배치하였지만, 다른 거리센서를 배치하여도 된다. 예를 들면, 마스크(103)의 표면 중 마스크패턴이 형성되어 있지 않은 영역에 도전막을 형성하여 두면, 레이저 변위계 대신에 정전용량 센서를 사용할 수 있다. 정전용량 센서는 레이저 변위계에 비하여 저가격, 고정밀도이며 또한 소형이기 때문에, 노광장치의 비용절감 및 소형화를 도모할 수 있다.

제2실시예에서는, 마스크 척(105)이 레벨링기구(110)를 통하여 마스크 스테이지(101)에 탑재되어 있다. 그러나, 마스크 척(105)은 레벨링기구(110)를 통하지 않고 마스크 스테이지(101)에 고정되어 있어도 된다. 이 경우, 마스크 스테이지 자체가 다른 레벨링기구에 의하여 Z방향으로 이동한다. 마스크 척(105)이 마스크 스테이지(101)에 고정되어 있기 때문에, 거리(D_C)는 마스크(103)가 교환되지 않는 한 변화하지 않는다.

도 5에 본 발명의 제3실시예에 따른 갭 조절장치를 적용한 전자빔 근접노광장치(210)의 개략도를 나타내었다.

전자빔 근접노광장치(210)는 전자총(212), 빔 주사장치(220), 및 갭 조절장치(230)를 포함하여 구성된다. 전자총(212)은 전자빔원(源)(214), 정전렌즈(216), 개구(aperture)(218)를 포함한다. 전자빔원(214)이 전자빔을 출사(出射)한다. 정전렌즈(216)가 전자빔원(214)으로부터 출사된 전자빔을 평행빔(215)으로 변환한다. 평행빔(215)이 개구(218)에서 정형(整形)되어 빔 주사장치(220)에 입사(入射)한다.

빔 주사장치(220)는 주편향기(主偏向器)(222, 224) 및 부편향기(副偏向器)(226, 228)를 포함한다. 빔 주사장치(220)는 전자빔을 주사(走査)한다.

갭 조절장치(230)가 주사된 전자빔이 입사하는 위치로 마스크(231)를 유지한다. 미소간극(proximity gap)을 통하여 마스크(231)에 대향하도록 웨이퍼(240)가 배치되어 있다. 웨이퍼(240)의 마스크(231)에 대향하는 면 상에 전자빔 노광용 레지스트(resist)막(242)이 도포되어 있다. 마스크(231)를 투과한 전자빔이 레지스트막(242)에 입사하여, 레지스트막(242)에 마스크(231)의 패턴이 전사된다.

도 6a에 본 발명의 실시예에 따른 갭 조절장치(230)의 개략도를 나타내었다. 웨이퍼 스테이지(251)가 XY구동기구(250)에 의하여 XY면에 평행한 이차원방향으로 이동 가능하게 유지되어 있다. 웨이퍼 척(253)이 3개의 Z축구동기구(252)를 통하여 웨이퍼 스테이지(251)에 부착되어 있다. Z축구동기구(252)는 웨이퍼 척(253)을 XY면에 수직인 Z축방향으로 이동시킬 수 있다. 또, Z축구동기구(252)는 각각의 구동량을 다르게 함으로써, XY면에 대한 웨이퍼 척(253)의 경사각을 조절할 수 있다. 웨이퍼 척(253)은 정전 척기구에 의하여 웨이퍼(240)를 유지한다. XY구동기구(250) 및 Z축구동기구(252)는 제어장치(270)로부터의 지령에 따라 동작한다.

마스크 척(260)이 정전 척기구에 의하여 마스크(231)를 유지한다. 마스크 척(260)에 유지된 마스크(231)는, 웨이퍼 척(253)에 유지된 웨이퍼(240)에 미소간극을 두고 대향한다. 웨이퍼(240) 및 마스크(231)의 서로 대향하는 면을 각각 피측정면(240a) 및 피측정면(231a)이라고 부르기로 한다. 피측정면(231a, 240a)의 각각의 적어도 일부의 영역은 도전성 재료로 형성되어 있고, 이 도전성 영역은 접지전위(接地電位)에 접속되어 있다. 그리고, 웨이퍼(240)의 피측정면(240a) 상에는 전자빔 노광용 레지스트막이 형성되어 있다.

마스크 척(260)은 3개의 Z축구동기구(262)를 통하여 마스크 스테이지(261)에 부착되어 있다. Z축구동기구(262)는 마스크 척(260)을 Z축방향으로 이동시킬 수 있다. 또, Z축구동기구(262)는 각각의 구동량을 다르게 함으로써, XY면에 대한 마스크 척(260)의 경사각을 조절할 수 있다. Z축구동기구(262)는 제어장치(270)로부터의 지령에 따라 동작한다.

웨이퍼 스테이지(251)에 마스크용 정전용량형 변위계(255)가 부착되어 있다. 정전용량형 변위계(255)는 마스크(231)에 대향한다. 마스크 스테이지(261)에 웨이퍼용 정전용량형 변위계(265) 및 더미 타겟(266)이 부착되어 있다. 더미 타겟(266)은 마스크(231)의 피측정면(231a)과 동일한 방향을 향하는 더미 피측정면(266a)을 가진다. 더미 피측정면(266a)은 도전성 재료로 형성되어 있고, 접지전위에 접속되어 있다. 정전용량형 변위계(265)로부터 더미 피측정면(266a)까지의 Z축방향의 거리(D_C)가 미리 레이저 변위계 등에 의하여 정확하게 측정되어 있다. 더미 타겟(266)은 정전용량형 변위계(265)에 대하여 상대적 위치가 고정되어 있다. 그렇기 때문에, 장치가 일단 설치된 후에는 거리(D_C)는 변하지 않는다.

도 6b에 마스크(231)의 정면도를 나타내었다. 알루미늄으로 제조된 원형 고리 형상의 틀(232)이 실리콘으로 형성된 지지판(233)을 물리적으로 지지하고 있다. 지지판(233)의 중심부에 전사할 패턴이 형성된 정방형의 막(membrane)(234)이 유지되어 있다. 지지판(233)의 표면이 마스크(231)의 피측정면(231a)을 획정한다. 통상적으로, 막(234)의 한 변의 길이는 40~50mm, 지지판(233)의 외경은 125mm이다. 지지판(233) 중 막(234)을 둘러싸는 폭이 약 10mm인 원형 고리 형상의 영역(233a)이 정전용량형 변위계에 의하여 변위량을 검출 가능한 영역이다.

XY구동기구(250)를 구동하여 정전용량형 변위계(255)를 원형 고리 형상의 영역(233a)의 어느 부분의 정면에 배치시킴으로써, 정전용량형 변위계(255)의 기준면을 변위량의 원점으로 하였을 때의 마스크(231)의 변위량을 측정할 수 있다. 정전용량형 변위계(255)로부터 그 기준면까지의 거리는 미리 결정되어 있다. 그렇기 때문에, 피측정면(231a)의 변위량을 측정하는 것은, 정전용량형 변위계(255)로부터 피측정면(231a)까지의 거리(D_A)를 측정하는 것과 같은 값이다. 본 명세서에 있어서, 정전용량형 변위계에 의하여 그 기준면으로부터의 변위량을 측정하는 절차를 「정전용량형 변위계로부터의 거리를 측정한다」라고 표현한다.

XY구동기구(250)를 구동하여 정전용량형 변위계(255)를 더미 타겟(266)의 정면에 배치시킴으로써, 정전용량형 변위계(255)로부터 더미 피측정면(266a)까지의 거리(D_B)를 측정할 수 있다. XY구동기구(250)를 구동하여 정전용량형 변위계(265)가 웨이퍼(240)의 정면에 위치하도록 웨이퍼 척(253)을 배치시킴으로써, 정전용량형 변위계(265)로부터 웨이퍼(240)의 피측정면(240a)까지의 거리(D_D)를 측정할 수 있다. 정전용량형 변위계(255, 265)의 측정결과가 제어장치(270)에 입력된다.

정전용량형 변위계의 측정가능 거리는 일반적으로 0.5mm 정도 이상이다. 또, 마스크(231) 중 정전용량형 변위계(255)의 타겟이 될 수 있는 영역(233a)의 폭이 10mm 정도일 때, 정전용량형 변위계(255)에서 측정 가능한 거리는, 예를 들면 1.5mm 정도 이하이다. 이로 인하여, 일례로서 거리(D_A, D_D)를 1mm 정도로 하고, 거리(D_B)를 1.3mm 정도로 한다.

다음으로, 도 6a에 나타낸 갭 조절장치를 사용하여, 마스크(231)와 웨이퍼(240)의 간격을 조절하는 방법을 설명한다.

먼저, 정전용량형 변위계(255)로부터 마스크(231)의 피측정면(231a) 상의 적어도 세 점의 각각까지의 거리를 측정한다. 측정결과에 따라, 마스크(231)의 피측정면(231a)이 XY면에 평행하게 되도록 Z축구동기구(262)를 동작시킨다. 피측정면(231a)을 XY면에 평행하게 한 후, 거리(D_A)를 측정한다. 그리고, 거리(D_B)를 측정한다.

다음으로, 정전용량형 변위계(265)로부터 웨이퍼(240)의 피측정면(240a) 상의 적어도 세 점의 각각까지의 거리를 측정한다. 측정결과에 따라, 웨이퍼(240)의 피측정면(240a)이 XY면에 평행하게 되도록 Z축구동기구(252)를 동작시킨다. 피측정면(240a)을 XY면에 평행하게 한 후, 거리(D_D)를 측정한다.

마스크(231)와 웨이퍼(240)의 간격(G)은,

$$G=D_A+D_D-(D_B+D_C) \cdots (1)$$

로 나타낼 수 있다. 간격(G)이 원하는 값이 되도록, Z축구동기구(252) 또는 Z축구동기구(262)를 동작시킨다. 이렇게 하여, 간격(G)을 조절할 수 있다.

거리(D_B)는, 이상적으로는 한 번 측정하면 그 후로는 변동하지 않는다. 그렇기 때문에, 마스크(231)나 웨이퍼(240)를 교환할 때마다 다시 측정할 필요는 없다. 단, 시간의 경과와 함께 거리(D_B)가 변동할 수 있기 때문에, 정기적으로 거리(D_B)를 측정하여 새로운 값으로 갱신하는 것이 바람직하다.

상기의 실시예에서는, 변위계로서 정전용량형 변위계만을 사용하고 있다. 정전용량형 변위계는 거리를 측정하지 않는 기간에는 자장(磁場)을 발생시키지 않기 때문에, 전자빔의 진행방향에 영향을 미치지 않는다. 또, 정전용량형 변위계는 레이저 변위계 등에 비하여 구조가 단순하고, 탈(脫)가스의 원인이 되는 프린트기판 등을 포함하지 않는다. 그렇기 때문에, 실시예에 따른 갭 조절장치는 전자빔 근접노광장치에 적용되는 경우와 같이 진공 중에서의 사용에 적합하다. 또, 실시예에 따른 갭 조절장치는 가격이 비싼 고배율 카메라 등을 사용하지 않기 때문에, 장치 전체의 저가격화를 도모할 수 있다.

정전용량형 변위계(265)와 웨이퍼(240)의 간격(D_D) 및 정전용량형 변위계(255)와 마스크(231)의 간격(D_A)은, 정전용량형 변위계의 특성으로 인하여 1mm 정도로 하는 것이 바람직하다. 웨이퍼(240)와 마스크(231)의 간격(G)은 일반적으로 50μm 정도이다. 그렇기 때문에, 정전용량형 변위계(255)와 정전용량형 변위계(265)의 간격(D_B+D_C)이 2mm 정도가 되어, 정전용량형 변위계의 거리측정 가능범위에서 벗어나게 되어 버린다. 이로 인하여, 식 (1)의 우변의 D_B+D_C를 직접 측정할 수 없다.

설령 간격(D_B+D_C)을 나타내는 데이터를 얻었다고 하여도, 큰 오차를 포함하게 된다. 정전용량형 변위계의 측정면은, 측정대상물의 크기에 대하여 충분한 크기를 가지지 않기 때문이다.

상기 실시예의 경우에는, 더미 타겟(266)의 더미 피측정면(266a)을 정전용량형 변위계(255)의 거리측정 가능범위 내에 배치함으로써, 두 개의 정전용량형 변위계(255, 265)의 간격(D_B+D_C)을 구할 수 있다.

상기 실시예에서는 변위계로서 정전용량형 변위계를 사용하였지만, 광화이버형 변위계를 사용하여도 된다. 광화이버형 변위계는, 광화이버 단면(端面)으로부터 출사된 광(光)을 거리를 측정할 대상물에 입사시키고, 거기로부터의 반사광을 수광(受光)하여 수광량에 근거하여 거리를 구한다. 광화이버형 변위계를 사용하는 경우에는, 반드시 더미 타겟(266)을 배치할 필요는 없다.

더미 타겟(266)을 배치하지 않는 경우에는, 도 6a에 나타난 정전용량형 변위계(255)와 정전용량형 변위계(265)의 간격(D_B+D_C)을 직접 측정할 수 있다. 직접 측정된 정전용량형 변위계(255)와 정전용량형 변위계(265)의 간격을 D_E라고 하면 간격(G)은,

$$G=D_A+D_D-D_E \cdot \cdot \cdot (2)$$

로 나타낼 수 있다.

이상 실시예에 따라 본 발명을 설명하였지만, 본 발명은 이들로 제한되는 것은 아니다. 예를 들면, 다양한 변경, 개량, 조합 등이 가능하다는 것은 당업자로서 자명한 것이다.

발명의 효과

본 발명 두 개의 대상물 간의 갭 조절장치 및 조절방법은, 특히 X선 리소그래피 및 전자빔 노광에 사용되는 웨이퍼와 마스크의 갭 조절에 있어서, 비용절감 및/또는 소형화를 도모하는 것을 가능하게 하는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제1기준면을 획정(劃定)하는 제1스테이지와,

제2기준면을 획정하고 이 제2기준면이 상기 제1기준면과 평행하게 되도록 상기 제1스테이지에 대향하는 제2스테이지와,

주표면(主表面)을 가지는 제1목적물을 그 주표면이 상기 제2스테이지측을 향하고 상기 제1기준면에 평행하게 되도록 상기 제1스테이지에 고정시키는 제1고정수단과,

상기 제1스테이지에 부착된 제1변위센서로서 이 제1변위센서로부터 그 정면에 배치된 상기 제2기준면에 평행한 어느 평면까지의 거리를 측정하는 상기 제1변위센서와,

주표면을 가지는 제2목적물을 그 주표면이 상기 제1스테이지측을 향하고 상기 제2기준면에 평행하게 되도록 상기 제2스테이지에 고정시키는 제2고정수단과,

상기 제2스테이지에 부착된 제2변위센서로서 이 제2변위센서로부터 그 정면에 배치된 상기 제1기준면에 평행한 어느 평면까지의 거리를 측정하는 상기 제2변위센서와,

상기 제1스테이지에 부착되고 상기 제1기준면에 평행한 센서 기준면을 가지는 와전류센서(eddy current sensor)와,

상기 제2스테이지에 부착되고 상기 제2기준면에 평행한 타겟 기준면을 가지는 와전류센서용 타겟과,

상기 제1스테이지와 제2스테이지의 한 쪽을 다른 쪽에 대하여 상기 제1기준면에 평행한 방향 및 수직인 방향으로 이동시키는 이동기구와,

상기 타겟이 상기 제1변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 제1변위센서로부터 이 타겟의 타겟 기준면까지의 거리를 측정하고, 상기 제2목적물의 주표면이 상기 제1변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 제1변위센서로부터 이 제2목적물의 주표면까지의 거리를 측정하며, 상기 와전류센서가 상기 제2변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 이 제2변위센서로부터 이 와전류센서의 센서 기준면까지의 거리를 측정하고, 상기 제1목적물의 주표면이 상기 제2변위센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 이 제2변위센서로부터 상기 제1목적물의 주표면까지의 거리를 측정하며, 상기 타겟이 상기 와전류센서의 정면에 위치하도록 상기 이동기구를 구동하여 상기 센서 기준면과 타겟 기준면의 간격을 측정하는 제어수단을 가지는 꺾 조절장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

또한, 상기 제1기준면으로부터 상기 와전류센서의 센서 기준면까지의 높이를 조절할 수 있는 제1높이조절기구와,

상기 제2기준면으로부터 상기 타겟의 타겟 기준면까지의 높이를 조절할 수 있는 제2높이조절기구를 가지며,

상기 제어수단이, 상기 제1변위센서에 의한 측정결과에 따라, 상기 제2기준면으로부터 상기 타겟 기준면까지의 높이가 상기 제2기준면으로부터 상기 제2목적물의 주표면까지의 높이와 동일해지도록 상기 제2높이조절기구를 구동하고, 상기 제2변위센서에 의한 측정결과에 따라, 상기 제1기준면으로부터 상기 센서 기준면까지의 높이가 상기 제1기준면으로부터 상기 제1목적물의 주표면까지의 높이와 동일해지도록 상기 제1높이조절기구를 구동하는 꺾 조절장치.

청구항 3.

제1기준면을 획정하는 제1스테이지 상에 제1목적물의 주표면이 상기 제1기준면과 평행하게 되도록 이 제1목적물을 고정하는 제1공정과,

상기 제1기준면에 평행한 제2기준면을 획정하는 제2스테이지 상에 제2목적물의 주표면이 이 제2기준면과 평행하게 되도록 이 제2목적물을 고정하는 제2공정과,

상기 제1스테이지 상에 부착된 와전류센서의 센서 기준면의, 상기 제1기준면으로부터의 높이와, 이 제1기준면으로부터 상기 제1목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 구하고, 또는 조절하는 제3공정과,

상기 제2스테이지 상에 부착된 와전류센서용 타겟의 타겟 기준면의, 상기 제2기준면으로부터의 높이와, 상기 제2기준면으로부터 상기 제2목적물의 주표면까지의 높이의 관계를 구하고, 또는 조절하는 제4공정과,

상기 와전류센서의 센서 기준면으로부터 상기 타겟 기준면까지의 거리를 측정하고, 측정결과가 목표치에 가까워지도록 상기 제1스테이지와 상기 제2스테이지의 간격을 조절하는 제5공정을 가지는 꺾 조절방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 제3공정에서, 상기 센서 기준면과 상기 제1목적물의 주표면이 동일 평면 상에 위치하도록 조절하고, 상기 제4공정에서, 상기 타겟 기준면과 상기 제2목적물의 주표면이 동일 평면 상에 위치하도록 조절하는 꺾 조절방법.

청구항 5.

마스크패턴이 형성된 마스크를 고정하여 유지하는 마스크 척(mask chuck)과,

상기 마스크 척을 유지하고 이 마스크 척에 고정되어 있는 마스크의 마스크패턴이 형성된 면에 대하여 수직인 제1방향으로 상기 마스크 척을 이동시킬 수 있는 제1레벨링(leveling)기구와,

상기 제1레벨링기구를 지지하는 마스크 스테이지와,

웨이퍼를 그 피노광면이 상기 마스크에 대향하도록 유지하는 웨이퍼 척과,

상기 웨이퍼 척을 상기 제1방향으로 이동시킬 수 있는 제2레벨링기구와,

상기 제2레벨링기구를 지지하는 웨이퍼 스테이지와,

상기 마스크 스테이지에 부착되어 상기 웨이퍼 척에 고정된 웨이퍼의 피노광면까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제1거리센서와,

상기 웨이퍼 스테이지에 부착되어 상기 마스크 척에 고정된 마스크의 표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리 및 상기 제1거리센서까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제2거리센서를 가지는 갭 조절장치.

청구항 6.

제5항에 있어서,

또한, 상기 마스크 척과 제1거리센서의 상대위치를 고정한 채, 이 마스크 척과 제1거리센서를 상기 제1방향에 직교하는 이차원방향으로 이동시키는 제1이차원이동기구를 가지는 갭 조절장치.

청구항 7.

제5항에 있어서,

또한, 상기 제2거리센서는 움직이지 않고, 상기 웨이퍼 척을 상기 제1방향에 직교하는 이차원방향으로 이동시키는 제2이차원이동기구를 가지는 갭 조절장치.

청구항 8.

제6항에 있어서,

또한, 상기 제2거리센서는 움직이지 않고, 상기 웨이퍼 척을 상기 제1방향에 직교하는 이차원방향으로 이동시키는 제2이차원이동기구를 가지는 갭 조절장치.

청구항 9.

제5항에 있어서,

또한, 상기 제2거리센서로부터 상기 제1거리센서까지의 거리를 D_A , 상기 제2거리센서로부터 상기 마스크의 표면까지의 거리를 D_B , 상기 제1거리센서로부터 상기 웨이퍼의 피노광면까지의 거리를 D_D 라고 하였을 때, $D_D - (D_A - D_B)$ 와 목표치를 비교하여, $D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 상기 제1레벨링기구 또는 제2레벨링기구를 동작시키는 제어장치를 가지는 갭 조절장치.

청구항 10.

제6항에 있어서,

또한, 상기 제2거리센서로부터 상기 제1거리센서까지의 거리를 D_A , 상기 제2거리센서로부터 상기 마스크의 표면까지의 거리를 D_B , 상기 제1거리센서로부터 상기 웨이퍼의 피노광면까지의 거리를 D_D 라고 하였을 때, $D_D - (D_A - D_B)$ 와 목표치를 비교하여, $D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 상기 제1레벨링기구 또는 제2레벨링기구를 동작시키는 제어장치를 가지는 갭 조절장치.

청구항 11.

제1측정대상물의 제1표면 및 제2측정대상물의 제2표면의 쌍방이 제1방향에 대하여 수직이 되도록 이 제1표면과 제2표면을 대향시켜서 상기 제1 및 제2측정대상물을 배치하는 공정과,

제1거리센서로부터 제2거리센서까지의 제1방향에 대한 거리(D_A)를 측정하는 공정과,

상기 제2거리센서로부터 제1측정대상물의 표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리(D_B)를 측정하는 공정과,

상기 제1거리센서로부터 상기 제2측정대상물의 제2표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리(D_D)를 측정하는 공정과,

$D_D - (D_A - D_B)$ 가 목표치에 가까워지도록 상기 제1 및 제2측정대상물의 적어도 한 쪽을 상기 제1방향으로 이동시키는 공정을 가지는 갭 조절방법.

청구항 12.

제1표면을 가지는 제1측정대상물을 고정하여 유지하는 제1유지부재와,

상기 제1유지부재를 유지하고 이 제1유지부재에 고정되어 있는 제1측정대상물의 제1표면에 대하여 수직인 제1방향으로 상기 제1유지부재를 이동시킬 수 있는 제1레벨링기구와,

상기 제1레벨링기구를 지지하는 제1스테이지와,

제2표면을 가지는 제2측정대상물을 이 제2표면이 상기 제1표면에 대향하도록 유지하는 제2유지부재와,

상기 제2유지부재를 상기 제1방향으로 이동시킬 수 있는 제2레벨링기구와,

상기 제2레벨링기구를 지지하는 제2스테이지와,

상기 제1스테이지에 부착되어 상기 제2유지부재에 고정된 제2측정대상물의 제2표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제1거리센서와,

상기 제2스테이지에 부착되어 상기 제1유지부재에 고정된 제1측정대상물의 제1표면까지의 상기 제1방향에 대한 거리 및 상기 제1거리센서까지의 상기 제1방향에 대한 거리를 측정할 수 있는 제2거리센서를 가지는 갭 조절장치.

청구항 13.

제1피측정면을 가지는 제1대상물을 유지하는 제1유지수단과,

제2피측정면을 가지는 제2대상물을 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 제2유지수단과,

상기 제1피측정면까지의 거리를 측정하는 제1변위계와,

상기 제1변위계에 대한 상대적 위치가 고정되며 상기 제2피측정면과 동일방향을 향하는 더미(dummy) 피측정면을 가지는 더미 타겟과,

상기 제2피측정면 및 상기 더미 피측정면의 각각까지의 거리를 측정하는 제2변위계와,

상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격이 변화하도록 상기 제1유지수단 및 제2유지수단의 적어도 한 쪽을 이동시키는 이동기구를 가지는 갭 조절장치.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 제1변위계는 상기 제2변위계의 변위량 검출범위 밖에 배치되어 있고, 상기 제2변위계는 상기 제1변위계의 변위량 검출범위 밖에 배치되어 있는 갭 조절장치.

청구항 15.

제13항에 있어서,

상기 제1변위계 및 제2변위계가 정전용량형(靜電容量型) 변위계인 갭 조절장치.

청구항 16.

제13항에 있어서,

또한, 상기 제2변위계로부터 상기 제2피측정면까지의 거리를 D_A , 상기 제2변위계로부터 상기 더미 피측정면까지의 거리를 D_B , 상기 제1변위계로부터 상기 더미 피측정면까지의 거리를 D_C , 상기 제1변위계로부터 상기 제1피측정면까지의 거리를 D_D 라고 하였을 때, $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ 를 계산하고 계산결과에 따라 상기 이동기구를 구동하는 제어수단을 가지는 갭 조절장치.

청구항 17.

제13항에 있어서,

상기 제1대상물 및 제2대상물의 한 쪽이 전자빔 근접노광에 사용되는 마스크이고, 다른 쪽이 노광될 웨이퍼이며,

또한,

전자빔을 출사하는 전자총과,

상기 전자총으로부터 출사된 전자빔이 상기 마스크를 통하여 상기 웨이퍼에 조사되도록 전자빔을 진행시키는 전자빔 제어수단을 가지는 갭 조절장치.

청구항 18.

제1피측정면을 가지는 제1대상물과 제2피측정면을 가지는 제2대상물을, 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 공정과,

제1변위계에서 이 제1변위계로부터 상기 제1피측정면까지의 거리(D_D)를 측정하는 공정과,

제2변위계에서 이 제2변위계로부터 상기 제2피측정면까지의 거리(D_A)를 측정하는 공정과,

상기 제2변위계로부터 상기 제1변위계에 대한 상대적 위치가 고정된 더미 피측정면까지의 거리(D_B), 상기 제1변위계로부터 상기 더미 피측정면까지의 거리(D_C), 및 상기 거리(D_D, D_A)로 $D_A + D_D - (D_B + D_C)$ 를 계산하여, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 구하는 공정을 가지는 갭 조절방법.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 구하는 공정 전에, 또한 상기 제2변위계에서 이 제2변위계로부터 상기 더미 피측정면까지의 거리(D_B)를 측정하는 공정을 포함하는 갭 조절방법.

청구항 20.

제1피측정면을 가지는 제1대상물과 제2피측정면을 가지는 제2대상물을, 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 공정과,

제1변위계에서 이 제1변위계로부터 상기 제1피측정면까지의 거리(D_D)를 측정하는 공정과,

제2변위계에서 이 제2변위계로부터 상기 제2피측정면까지의 거리(D_A)를 측정하는 공정과,

상기 제2변위계로부터 상기 제1변위계에 대한 상대적 위치가 고정된 더미 피측정면까지의 거리(D_B), 상기 제1변위계로부터 상기 더미 피측정면까지의 거리(D_C), 및 상기 거리(D_D, D_A)에 의하여 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 측정하는 정보를 구하는 공정과,

상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 측정하는 정보에 의하여, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격이 변화하도록, 상기 제1대상물 및 제2대상물의 적어도 한 쪽을 이동시키는 공정을 가지는 갭 조절방법.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 측정하는 정보를 구하는 공정 전에, 또한 상기 제2변위계에서 상기 더미 피측정면까지의 거리(D_B)를 측정하는 공정을 포함하는 갭 조절방법.

청구항 22.

제1피측정면을 가지는 제1대상물을 유지하는 제1유지수단과,

제2피측정면을 가지는 제2대상물을 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 제2유지수단과,

상기 제1피측정면에 대향하도록 배치되어 상기 제1피측정면까지의 거리를 측정하는 제1변위계와,

상기 제2피측정면에 대향하도록 배치되어 이 제2피측정면까지의 거리 및 상기 제1변위계까지의 거리를 측정하는 제2변위계와,

상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격이 변화하도록 상기 제1유지수단 및 제2유지수단의 적어도 한 쪽을 이동시키는 이동기구를 가지는 갭 조절장치.

청구항 23.

제1피측정면을 가지는 제1대상물과 제2피측정면을 가지는 제2대상물을, 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 공정과,

상기 제1피측정면에 대향하도록 배치된 제1변위계에서 이 제1변위계로부터 이 제1피측정면까지의 거리(D_D)를 측정하는 공정과,

상기 제2피측정면에 대향하도록 배치된 제2변위계에서 이 제2변위계로부터 이 제2피측정면까지의 거리(D_A)를 측정하는 공정과,

상기 제1변위계로부터 상기 제2변위계까지의 거리(D_E) 및 상기 거리(D_D, D_A)로 $D_A + D_D - D_E$ 를 계산하여, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 구하는 공정을 가지는 갭 조절방법.

청구항 24.

제1피측정면을 가지는 제1대상물과 제2피측정면을 가지는 제2대상물을, 이 제2피측정면이 상기 제1피측정면에 대향하도록 유지하는 공정과,

상기 제1피측정면에 대향하도록 배치된 제1변위계에서 이 제1변위계로부터 이 제1피측정면까지의 거리(D_D)를 측정하는 공정과,

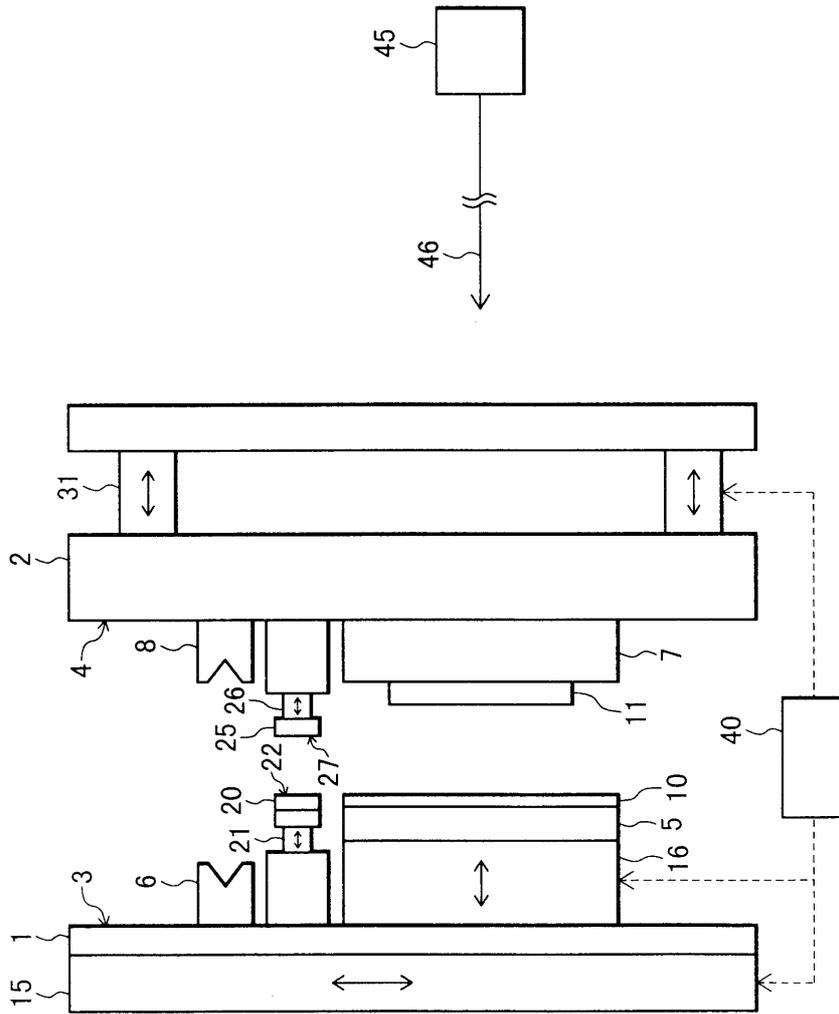
상기 제2피측정면에 대향하도록 배치된 제2변위계에서 이 제2변위계로부터 이 제2피측정면까지의 거리(D_A)를 측정하는 공정과,

상기 제1변위계로부터 상기 제2변위계까지의 거리(D_E) 및 상기 거리(D_D, D_A)에 의하여 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 특정하는 정보를 구하는 공정과,

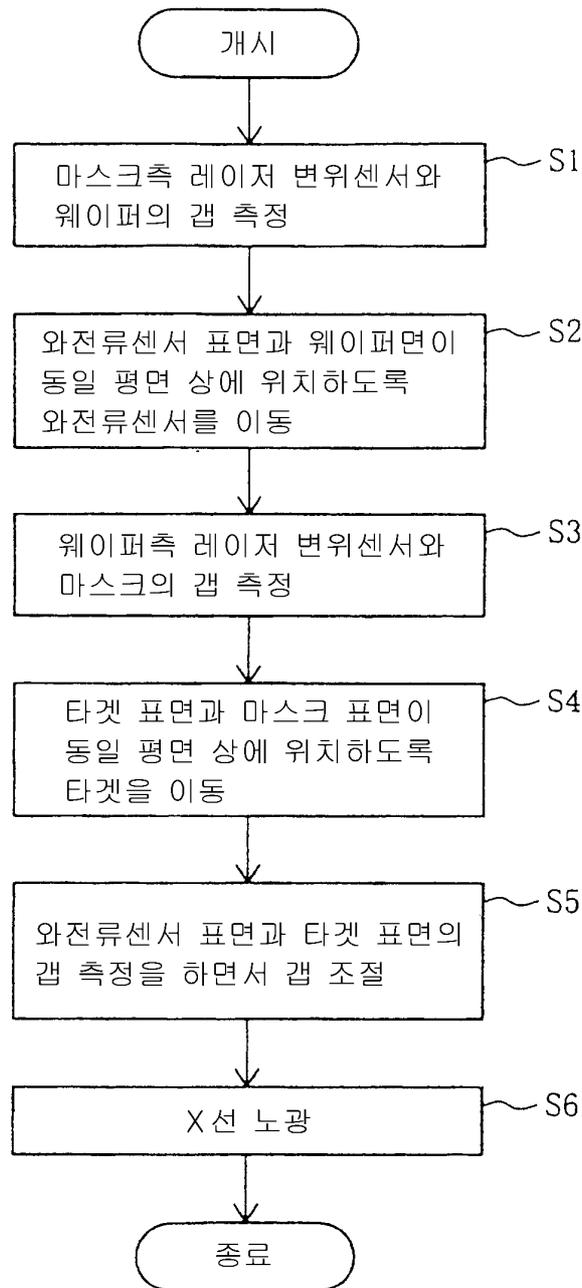
상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격을 특정하는 정보에 의하여, 상기 제1피측정면과 제2피측정면의 간격이 변화하도록, 상기 제1대상물 및 제2대상물의 적어도 한 쪽을 이동시키는 공정을 가지는 갭 조절방법.

도면

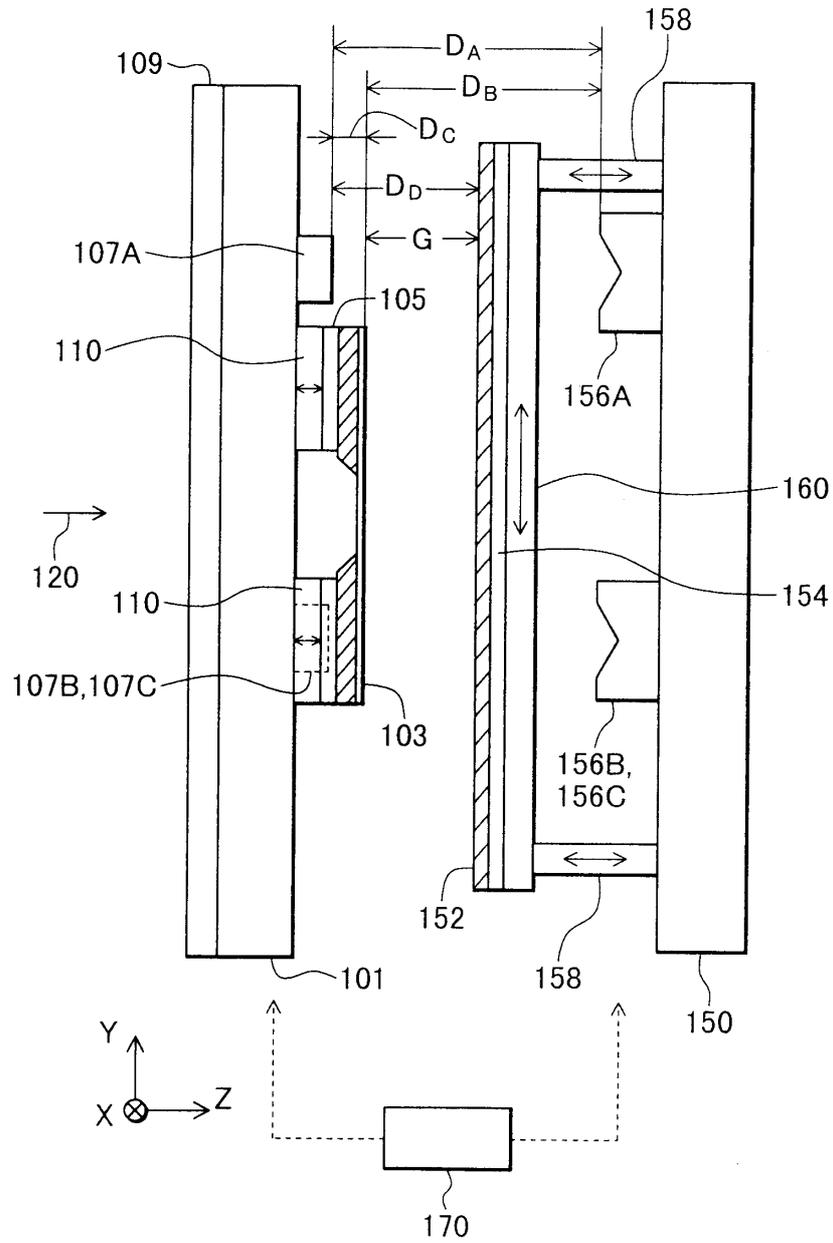
도면1



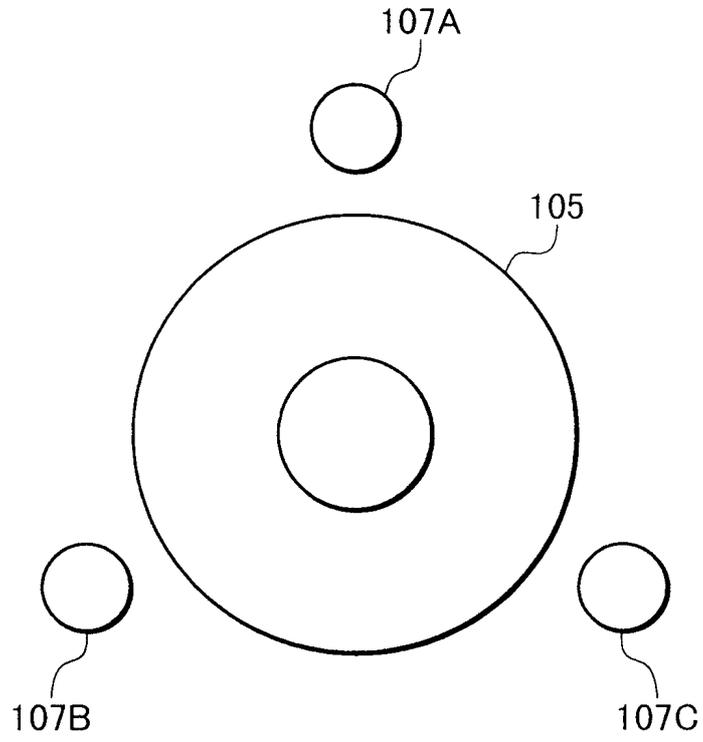
도면2



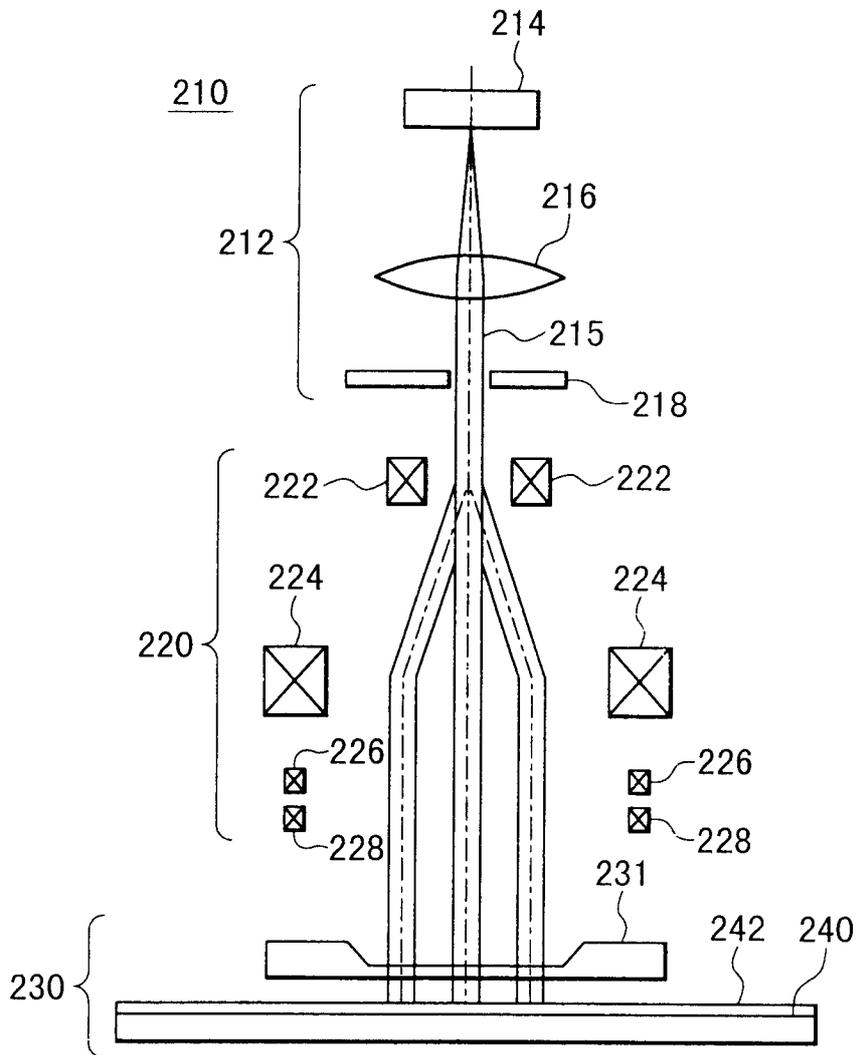
도면3



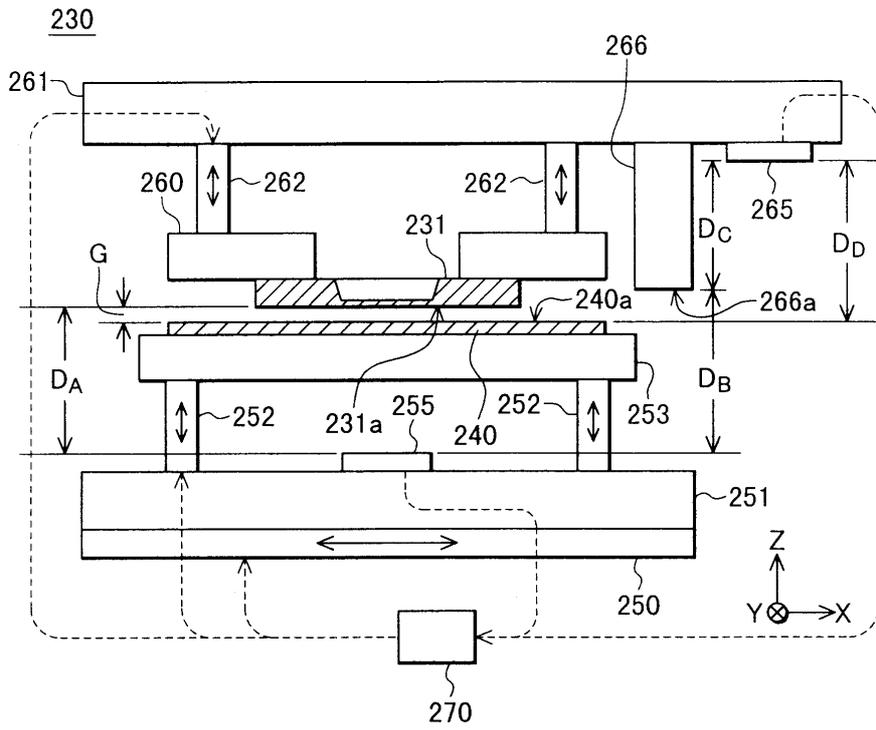
도면4



도면5



도면6a



도면6b

