(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
H01L 21/027

(45) 공고일자 2005년08월31일
(11) 등록번호 10-0486871
(24) 등록일자 2005년04월22일

(21) 출원번호 10-1997-0022135
(22) 출원일자 1997년05월30일

(65) 공개번호 10-1998-0005329
(43) 공개일자 1998년03월30일

(30) 우선권주장 159718/1996 1996년06월20일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 니콘
일본 도꾜도 지요다꾸 마루노우찌 3쵸메 2방 3고

(72) 발명자 다니구찌 데쯔오
일본 도꾜 찌요다-구 마루노우찌 3-쪼메 2-3 후지빌딩니콘 코포레이션 내

(74) 대리인 박장원

심사관 : 김준학

# (54) 투영노광장치

요약

투영노광장치의 결상 특성 보정 기구를 구동했을 때의 중첩 오차의 발생을 억제한다.

레티클(R) 및 투영 광학계(PL)의 렌즈 엘리먼트(7) 등의 피구동체의 광축(AX) 방향의 위치 및 경사각을 변화시킴으로써 결상 특성을 보정한다. 예를 들면, 렌즈 엘리먼트(7)을 구동하여 결상 특성을 보정한 경우, 렌즈 엘리먼트(7)의 횡어긋남에 의하여 레티클(R)의 패턴상의 중심(P1)이 위치(P1')까지 어긋나게 된다. 그래서, 렌즈 엘리먼트(7)의 구동량과 레티클(R)의 패턴상의 중심의 횡어긋남량의 관계를 표(table) 형태로 기억해 두고, 렌즈 엘리먼트(7)을 구동했을 시에는 그 구동량으로부터 그 패턴상의 횡어긋남량을 구하고, 이 횡어긋남량만큼 얼라인먼트 센서(12)의 계측 결과를 보정한다.

대표도
**도 4**

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 투영노광장치의 실시형태의 일례를 나타내는 일부를 절결한 개략 구성도이다.

도 2는 도 1의 투영 광학계(PL)의 내부 결상 특성 보정 기구의 일부를 나타내는 확대 단면도이다.

도 3은 본 발명의 실시형태에서 베이스 라인(基準線) 계측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시형태에서 결상 특성 보정 기구의 구동에 의하여 생기는 결상 위치의 어긋남을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시형태에서 결상 특성 보정 기구의 다른 예를 나타낸 부분 단면도이다.

** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 **

R : 레티클(R) PL, 51: 투영 광학계

AX : 광축 W 웨이퍼

1, 2 : 레티클 얼라인먼트 현미경 5a, 5b : 구동 소자 (레티클용)

6, 8 : 렌즈 홀더 7, 10, 54, 55 : 렌즈 엘리먼트

9a, 9b, 11a, 11b : 구동 소자 (렌즈 엘리먼트용)

12 : 얼라인먼트 센서 13 : 웨이퍼 홀더

14 : Z 틸트 스테이지 15 : 기준판

16 : 레이저 갑섭계 17 : XY 스테이지

19 : 주제어계 20 : 결상 특성 제어계

21 : 결상 특성 데이터 기억부 22 : 환경센서

31a, 31b : 레티클 얼라인먼트 마크 40, 41, 42 : 기준 마크

56 : 밀폐 공간 57 : 배관

58 : 기체공급원

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 예를 들면 반도체 소자, 액정표시 소자, 촬상 소자 (CCD등), 또는 박막 자기헤드 등을 제조하기 위한 포토리소그래피 공정에서 마스크 상의 패턴을 감광성 기판상에 노광하기 위하여 사용되는 투영노광장치에 관한 것으로, 특히 투영광학계의 결상 특성의 보정 기구를 갖춘 노광장치에 사용하기에 적합하다.

종래에는, 반도체소자 등을 제조할 때에 마스크로서의 레티클 패턴 상을 투영 광학계를 거쳐 감광기판으로서의 웨이퍼 (또는 유리 기판) 상의 각 쇼트영역에 전사하는 투영노광장치가 사용되고 있다. 투영노광장치로서는 종래는 스탭퍼와 같은 일괄 노광방식이 주로 사용되었지만, 최근에는 레티클과 웨이퍼를 투영 광학계에 대하여 동기(同期)화하여 주사하는 것으로 웨이퍼 상의 각 쇼트영역에 대한 노광을 실시하는 소위 스탭 앤드 스캔방식도 사용되고 있다.

이들 투영노광장치용 투영 광학계에는 웨이퍼 상에 레티클의 회로 패턴을 정밀하게 전사노광하기 위하여, 노광영역 전면에 걸쳐 물리적 한계에 가까운 해상력이 요구되고 있다. 이 때문에 설계단계는 물론 제조단계에서도 투영 광학계의 각 수차를 고도로 보정하고, 필요한 결상 특성을 만족시키기 위한 대책이 강구되고 있다. 그러나, 투영 광학계는 대기압 변화, 주위 온도의 변화, 조명광의 흡수 등의 환경 조건의 변화에 따라 결상 특성이 변화한다. 따라서, 어떠한 일정 환경 조건하에서 소정의 결상 특성을 만족하는 것으로는 실용성이 없다. 이 때문에 최근의 투영노광장치에는 환경 조건의 변동량을 측

정하고, 이 변동량에 의거하여 결상 특성의 변화량을 계산하거나, 혹은 그 결상 특성의 변화량을 실측하여 그 결과에 기초하여 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정 기구가 갖추어져 있다. 또한, 경우에 따라서는 다른 투영노광장치나 감광제의 특성에 맞추어 의도적으로 결상 특성을 변화시킨다는 목적에서 결상 특성 보정 기구를 사용하는 예도 보고되고 있다.

이러한 결상 특성의 보정 기구를 이용한 보정방식으로써는, 예를 들면 투영 광학계를 구성하는 광학 소자 (렌즈 등), 혹은 레티클을 투영 광학계의 광축방향으로 구동하여 투영배율, 등방적 일그러짐(distortion)(통모양의 일그러짐 등), 구면수차 및 상면(像面) 만곡 등을 보정하는 방법도 알려져 있다. 또한, 투영광학계의 광학소자, 또는 레티클을 투영광학계의 광축에 수직인 평면에 대하여 경사시키는 것에 의하여, 비등방적으로 디스토션(사다리꼴 디스토션 등) 및 상면 경사 등을 보정하는 방법도 알려져 있다. 또한 투영광학계의 일부 렌즈 사이를 밀봉하여 그 밀봉 공간의 내부 압력을 변경함으로써, 내부 기체의 굴절율을 변경하고, 투영배율, 등방적 디스토션(통형 디스토션 등), 구면수차, 및 상면만곡 등을 보정하는 방법도 알려져 있다.

이상과 같은 결상 특성 보정 기구를 사용하여 보정을 실시한 경우, 종래 방법에서는 결상 특성의 보정은 바르게 행해지는 한편, 의도하지 않은 결상 위치의 어긋남이 발생하는 경우가 있다. 이것을 예를 들면, 투영 광학계 내의 특정 광학 소자(렌즈등) 혹은 레티클 등의 피구동체를 투영 광학계의 광축방향으로 구동하는 경우, 그 피구동체를 엄밀하게 광축에 평행하게 구동할 수 없고, 그 피구동체가 비스듬하게 이동하는 경우 등이 있기 때문이다. 통상, 피구동체를 광축방향으로 구동하는 경우, 피구동체의 광축방향의 위치에 관하여는 위치센서 등으로 엄밀하게 관리하지만, 광축에 수직인 방향으로 관하여는 피구동체의 움직임을 제어할 필요가 없기 때문에 가이드 등에 의하여 피구동체의 움직임을 규제하는데 지나지 않는다. 그러나, 그 가이드 기구의 느슨함(거터, gutter) 혹은 탄성 변형 등에 의하여 피구동체가 광축에 수직인 방향으로 조금이라도 이동해버리는 경우가 예상된다. 이 때 레티클은 물론 광학 소자의 이동에 의하여서도 레티클의 패턴상의 결상 위치는 광축에 수직인 방향으로 이동해 버린다.

그런데, 반도체 제조공정에서는 웨이퍼 상에 피복층의 다른 회로 패턴을 노광한다. 이 때문에 앞서 이루어진 노광에서 형성된 패턴에 고정밀도로 중첩하여 다음층의 패턴을 노광해야 한다. 따라서, 투영노광장치에는 모든 경우의 패턴상에 형성된 중첩용 마크를 검출하여 노광위치를 구하는 얼라인먼트 센서가 갖추어져 있다. 이러한 얼라인먼트 센서로서는 레티클의 얼라인먼트 마크(레티클 마크)와 웨이퍼의 얼라인먼트 마크(웨이퍼 마크)를 동시에 관찰하는 소위 TTR (쓰루 더 레티클) 방식도 있다. 이 TTR 방식은 고정밀도이지만, 레티클과 웨이퍼를 동시에 계측하기 때문에 여러 제약이 있다. 그 때문에 투영 광학계의 측면부에 고정된 얼라인먼트 센서를 사용하여 웨이퍼 마크만 검출하는 오프 액시스 방식이 채용되는 것이 많다. 오프 액시스 방식에서는 미리 레티클 (보다 정확하게는 레티클의 패턴상의 중심)과 얼라인먼트 센서의 검출 중심의 위치관계 (베이스 라인량)을 측정하여 기억해 두고, 웨이퍼 마크의 위치를 그 얼라인먼트 센서로 측정한 후, 그 얼라인먼트 센서의 측정치와 상기 위치관계로부터 노광시의 웨이퍼의 이동위치를 구한다.

이 때문에 일단 레티클 마크와 얼라인먼트 센서의 위치관계를 측정한 후 상술한 결상 특성 보정 기구를 구동함으로써 레티클의 패턴상의 결상 위치가 변화하면, 노광시에 웨이퍼의 위치가 본래의 위치로부터 어긋나 중첩 오차가 발생하는 문제점이 있었다.

이러한 중첩 오차의 발생은 광학 소자 (렌즈등) 혹은 레티클을 투영 광학계의 광축방향으로 구동하는 경우에만 한정되지 않는다. 예를 들면 투영 광학계의 일부인 광학 소자 사이를 밀봉하여 그 밀봉공간의 내부압력을 변화시키는 방법에서도 내부압력에 의하여 광학 소자의 유지부재의 탄성 변형이 생기고, 광학 소자가 미소하게 광축방향으로 이동하는 경우가 있다. 이 때, 광학 소자가 엄밀하게 광축방향으로 이동하지 않고 광축에 직교하는 방향으로 이동하여 결상 위치의 어긋남이 발생하는 경우도 있다.

또한, 이상과 같은 의도하지 않은 결상 위치의 어긋남은 별도의 원리적으로 발생하는 것도 있다. 예를 들면 피구동체를 투영 광학계의 광축에 수직인 평면에 대하여 경사시키는 경우, 비등방적 일그러짐이 변화함과 동시에 상 전체도 이동하는 경우가 있다. 또 피구동체를 경사시켜 일그러짐등을 보정한 후에 등방적 일그러짐을 보정하도록 하여 그 피구동체를 광축방향으로 구동하면, 피구동체는 이미 경사져 있으므로 피구동체를 정확하게 광축방향으로 이동할 수 있다고 하더라도 결상 위치는 미소하게 변화한다.

이와 같이 종래에는, 결상 특성 보정 기구를 구동하여 결상 특성의 보정을 하면, 구동 기구의 불완전성 및 광학적 이유로 결상 위치가 이동하여 중첩 오차가 발생한다는 문제점이 있었다.

## 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 점에 감안해 투영 광학계의 결상 특성을 보정하기 위한 결상 특성 보정 기구를 갖추고, 그 결상 특성 보정 기구를 구동하여도 중첩 오차의 발생을 억제할 수 있는 투영노광장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 따른 제 1 투영노광장치는 마스크(R)에 형성된 전사용 패턴상을 투영 광학계(PL)를 통하여 감광성의 기판(W) 상에 결상 투영하는 투영노광장치에 있어서, 상기 기판(W) 상에 형성된 위치 맞춤용 마크의 위치를 검출하는 기판 위치 검출수단(12)과, 상기 투영 광학계(PL)의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정수단(5a, 5b, 9a, 9b, 11a, 11b, 20)과, 상기 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 상기 투영 광학계(PL)에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량을 구하는 결상 위치 어긋남 검출수단(19)과, 이 결상 위치 어긋남 검출수단에 의하여 구하여진 결상 위치 어긋남량에 기초하여 그 기판 위치 검출수단의 검출 결과를 보정하는 검출 위치 보정수단(24)를 가진다.

이러한 본 발명의 제 1 투영노광장치에 따르면, 그 결상 특성 보정수단에 의하여 투영 광학계 (PL)의 결상 특성을 보정할 수 있다. 또한, 그 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 생긴 투영 광학계 (PL)에 의한 투영상의 결상 위치의 어긋남을 결상 위치 어긋남량 검출수단 (19)에 의하여 검출하고, 검출 위치 보정수단 (24)에 의하여 기판 위치 검출수단 (12)의 검출 결과를 보정하기 때문에 그 결상 특성 보정수단을 구동시켜 발생한 결상 위치의 어긋남이 발생하여도, 이 어긋남이 중첩 오차가 되지는 않는다.

이 경우, 그 결상 위치 어긋남량 검출수단 (19)은 그 결상 특성 보정수단의 구동량과 그 투영 광학계 (PL)에 의한 투영상의 결상 위치의 어긋남량의 관계를 기억하고, 이 기억된 관계에 의거하여 그 투영상의 결상 위치의 어긋남량을 구하도록 하여도 좋다. 이것에 의하여 그 결상 특성 보정수단이 구동된 경우는 전술한 기억된 관계에 의거하여 결상 위치의 어긋남을 용이하고 신속하게 구하여 보정할 수 있다. 이 경우, 기억된 관계에 의거하여 자동적으로 결상 위치의 어긋남을 보정하는 구성도 가능하다.

또한, 그 결상 특성 보정수단의 일례는, 그 투영 광학계 (PL)의 일부인 광학소자(7, 10) 및 그 마스크(R)의 적어도 한 쪽을 그 투영 광학계 (PL)의 광축 (AX) 방향으로 구동하거나, 또는 그 광축에 수직인 면에 대하여 경사지게 하는 구동 수단(5a, 5b, 9a, 9b, 11a, 11b, 20)이다.

또한, 그 결상 특성 보정수단의 다른 예는 그 투영 광학계 (PL)의 일부인 광학 소자간의 밀봉공간(56) 내의 기체의 압력을 변화시키는 기체압력 제어수단(57, 58)이다.

이어, 본 발명에 의한 제 2 투영노광장치는 마스크(R)의 전사용 패턴의 상을 투영 광학계(PL)를 거쳐 감광성 기판 (W)상에 결상 투영하는 투영노광장치에 있어서, 상기 기판(W) 상에 형성된 위치 맞춤용 마크의 위치를 검출하는 기판 위치 검출수단(12)과, 상기 투영 광학계(PL)의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정수단(5a, 5b, 9a, 9b, 11a, 11b, 20)과, 상기 기판 위치 검출수단의 검출 중심 및 상기 투영 광학계 (PL)에 의한 투영상 중심 사이의 간격인 베이스 라인량을 계측하는 베이스 라인량 계측수단(1, 2, 12, 15, 19)과, 이 베이스 라인량 계측수단에 의하여 계측된 베이스 라인량에 의거하여 그 기판 위치 검출수단(12)의 검출 결과를 보정하는 검출 위치 보정수단(24)을 구비하고, 그 결상 특성 보정수단을 통해 그 투영 광학계 (PL)의 결상 특성을 보정할 때 그 베이스 라인량 보정수단에 의하여 베이스 라인량을 재계측하는 것이다.

이러한 본 발명의 제 2 노광장치에 의하면, 그 결상 특성 보정수단에 의하여 투영 광학계 (PL)의 결상 특성이 보정된다. 또 그 결상 특성 보정수단에 의하여 그 결상 특성을 보정할 때 생기는 마스크의 패턴상의 위치 어긋남량은 베이스량의 변동이 된다. 그래서, 변동후의 베이스 라인량을 그 베이스 라인량 계측수단에 의하여 재계측하고, 그 재계측된 베이스 라인량에 의거하여 그 기판 위치 검출수단(12)의 결과를 보정한다. 따라서, 그 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 결상 위치의 횡어긋남이 생기더라도 중첩 오차의 발생이 억제된다.

## 발명의 구성 및 작용

이하, 본 발영에 의한 투영노광장치의 실시형태의 제 1 예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다. 본 실시예는 웨이퍼 상의 각 쇼트영역에 각각 레티클의 패턴을 일괄 노광하는 스테퍼형 투영노광장치에 본 발명을 적용한 것이다.

도 1은 본 실시예의 투영노광장치의 개략 구성을 일부 단면도로 나타내고, 이 도 1에서, 노광시에는 광원, 플라이어 렌즈 및 시야조리개 등을 포함하는 미도시된 조명광학계의 본체부로부터 사출된 노광용 조명광(IL)은 콘덴서 렌즈(CL)를 통하여 균일한 조도 분포 및 소정의 조명 조건으로 회로 패턴 등이 묘화된 레티클(R)을 조명한다. 그 조명광(IL) 하에서 레티클(R)의 회로패턴의 상이 투영 광학계(PL)를 개재하여 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(W) 상의 각 쇼트영역에 투영노광된다. 또한, 조명광(IL)로서는 예를 들면 초고압 수은램프의 자외역의 휘선(gtjs, I선등), ArF 엑시머레이저광이나 KrF 엑시

머레이저광, 또는 동(銅) 증기 레이저나 YAG 레이저의 고주파 등이 사용된다. 이하, 투영 광학계(PL)의 광축(AX)에 평행하게 Z축을 취하고, Z축에 수직인 평면내에서 도 1의 지면에 평행하게 X축, 도 1의 지면에 수직하게 Y축을 취하여 설명한다.

레티클(R)은 레티클 홀더(13) 상에 진공흡착에 의하여 유지되어 있다. 또한, 레티클 홀더(13)는 3개의 신축자재의 구동 소자(도 1에서는 두 개의 구동 소자(5a, 5b)를 나타낸다)를 사이에 두고 레티클 스테이지(4) 상에 재치되어 있다. 구동 소자(5a, 5b)에 대해서는 후술한다. 레티클(R)의 X 방향의 양단에는 십자마크 형상의 X축용 레티클 얼라인먼트 마크(31a, 31b)가 형성되어 있다. 레티클(R)의 상부에 배치된 레티클 얼라인먼트 현미경(1,2)에 의하여, 이들의 레티클 얼라인먼트 마크(31a, 31b)를 관찰함으로써 레티클(R)의 패턴상의 중심과 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심과의 위치 어긋남량인 베이스 라인량을 계측한다. 상세하게는 후술한다.

한편, 웨이퍼(W)는 웨이퍼 홀더(13) 상에 진공 흡착되어 있고, 웨이퍼 홀더(13)은 내부의 구동계에 의하여 투영 광학계(PL)의 광축(AX) 방향 (Z방향)으로 구동된 Z 틸트 스테이지(14) 상에 고정되어 있다. Z 틸트 스테이지(14)는 광축(AX) 둘레의 회전 및 광축(AX)에 수직인 평면에 대한 경사도 가능하게 구성되어 있다. Z 틸트 스테이지(14)는 웨이퍼 스테이지 구동계(18)에 의하여 X 방향, Y 방향으로 이동자재인 XY 스테이지(17) 상에 올려져 있고, 웨이퍼(W)는 XY 스테이지(17)에 의하여 X 방향, Y 방향으로 이동하여 소위 스탭·앤·리피트 방식에 의하여 노광이 이루어진다. 이상의 웨이퍼 홀더(13), Z 틸트 스테이지(14) 및 XY 스테이지(17)에 의하여 웨이퍼 스테이지가 구성되어 있다.

또한, Z 틸트 스테이지(14)(웨이퍼(W))의 X 좌표 및 Y 좌표는 Z 틸트 스테이지(14)의 단부에 고정된 이동경(16m)과 외부의 레이저 간섭계(16)에 의하여 정확하게 측정된다. 레이저 간섭계(16)의 측정치는 주제어계(19)에 공급되고, 주제어계(19)는 그 측정치에 의거하여 웨이퍼 스테이지 구동계(18)를 개재하여 XY 스테이지(17)의 위치를 제어한다. 또한, 웨이퍼(W) 상의 각 쇼트영역에는 각각 위치맞춤용 웨이퍼 마크(도시않음)가 형성되어 있다. 또한, 이상의 구성은 스테이지형 투영노광장치의 구성이고, 레티클(R)과 웨이퍼(W)을 상대적으로 주사하는 주사형 투영노광장치의 경우에는 레티클 스테이지(4)에도 주사기구가 설치된다.

또한, Z 틸트 스테이지(14) 상에는 웨이퍼(W)의 표면과 같은 높이의 표면을 가진 기준판(15)이 설치되어 있다. 기준판(15) 상에는 각각 십자마크로 이루어진 기준 마크(40, 41, 42)(제 3 도 참조)가 형성되어 있다. 기준 마크(40-42)의 위치관계는 미리 정확하게 계측되어 있다. 레티클(R)의 패턴상의 중심위치 (패턴중심)을 검출하여 베이스 라인량을 계측할 경우에는 기준판(15)의 일부를 투영 광학계(PL)의 노광필드에 이동한다.

또한, 도시되지는 않았지만, 투영 광학계(PL)의 양측에는 웨이퍼(W)의 Z 방향의 위치를 검출하기 위한 발광 광학계 및 수광 광학계로 이루어진 비스듬한 입사방식의 초점위치 검출계가 갖추어져 있다. 이 초점위치 검출계로부터의 웨이퍼(W)의 높이 위치에 관한 정보는 주제어계(19)에 공급되고, 주제어계(19)는 그 정보에 의거하여 Z 틸트 스테이지(14)의 높이 위치 및 경사각을 제어한다.

또한, 본 실시예의 투영노광장치에는 투영 광학계(PL)의 결상 특성을 보정하기 위한 결상 특성 보정 기구가 갖추어져 있다. 본 실시예의 결상 특성 기구는 레티클(R)을 구동하는 기구와, 투영 광학계(PL)를 구성하는 복수의 렌즈 엘리먼트의 일부를 구동하는 기구로 구성되어 있다. 우선, 레티클(R)의 구동 기구에 대하여 설명한다. 레티클(R)은 전술한 레티클 홀더(3)와 레티클 스테이지(4)와의 사이에 고정된 3개의 신축 자재의 구동 소자 (제 1 도에서는 그 내의 2개의 구동 소자(5a, 5b)를 나타낸다)에 의하여 구동된다. 이하, 구동 소자(5a, 5b)는 3개의 구동 소자를 대표하는 것으로 한다. 구동 소자(5a, 5b)는 피에조(piezo)소자 등의 전왜(電歪) 소자 등으로 이루어지고, 결상 특성 제어계(20)의 지령에 의하여 같은 양만큼 신축하여 레티클(R)을 광축(AX) 방향으로 구동한다. 이에 의하여, 투영 광학계(PL)과 레티클(R) 사이의 광로 길이가 변화하고, 투영 광학계(PL)의 투영 배율이나 일그러짐을 보정할 수 있다. 또한, 구동 소자(5a, 5b)를 각각 독립적으로 신축시킴으로써 광축(AX)에 수직인 평면에 대하여 레티클(R)을 경사시키는 것도 가능하다. 이를 통해, 광축(AX)에 대하여 비대칭적인 성분의 일그러짐(distortion) 보정을 할 수도 있다.

이어서, 투영 광학계(PL)의 내부의 구동 기구에 대하여 설명한다. 투영 광학계(PL)를 구성하는 렌즈 엘리먼트중 레티클(R)에 가장 가까운 렌즈 엘리먼트(7) 및 그 하부의 렌즈 엘리먼트(10)는 각각 렌즈 홀더(6) 및 그 렌즈 홀더(6)를 3개의 신축 자재의 구동 소자(이하, 그 안의 2개의 구동 소자 9a, 9b로 대표한다)를 사이에 두고 지지하는 렌즈 홀더(8)에 의하여 유지되어 있다. 또한, 렌즈 홀더(8)은 3개의 신축자재의 구동 소자 (이하, 그 안의 두 개의 구동 소자 11a, 11b로 대표한다)를 사이에 두고 투영 광학계(PL)의 경통(鏡筒, 23) 상에 지지되어 있다. 이들의 구동 소자(9a, 9b) 및 구동 소자(11a, 11b)로서는 레티클(R)의 구동 소자(5a, 5b)와 같이 피에조 소자 등의 전왜 소자 등이 사용된다. 예를 들면 구동 소자(9a, 9b)를 병행하여 신축함으로써 렌즈 엘리먼트(7)를 광축(AX) 방향으로 이동시키고, 렌즈 엘리먼트(7)와 렌즈 엘리먼트(10)의 간

격을 변화시킬 수 있다. 또한, 구동 소자(9a, 9b)를 각각 독립적으로 신축시킴으로써 렌즈 엘리먼트(7)의 광축(AX) 방향에 수직인 평면에 대한 경사각을 조정할 수 있다. 마찬가지로 구동 소자(11a, 11b)를 신축시킴으로써 렌즈 엘리먼트(10)의 광축(AX) 방향으로의 위치와 경사각을 조정할 수 있다.

도 2는 구동 소자(9a, 11a) 주변의 상세한 구성을 도시한 것으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 렌즈 엘리먼트(7)를 지지하는 렌즈 홀더(6)와, 렌즈 엘리먼트(10)를 유지하는 렌즈 홀더(8)와, 경통(23)은 함께 외측의 단부에 볼록부가 형성되고, 그 볼록부의 상단에서 각각 고정용 홀더를 사이에 두고 가이드로로서 판스프링(32)에 고정된다. 이 구성에서는, 렌즈 홀더(6)와 렌즈 홀더(8)는 광축(AX) 방향으로는 변위할 수 있지만, 광축(AX)에 수직인 방향으로는 거의 변위할 수 없게 구성된다. 다만, 실제로는 예를 들면 렌즈 엘리먼트(7, 10)를 경사지게 하는 경우 등에 판스프링(32)의 탄성 변형에 의하여 렌즈 엘리먼트(7, 10)에 근소한 횡방향 어긋남이 생김에 따라 투영상이 옆으로 어긋나게 된다.

또한, 구동 소자(9a, 11a)의 광축(AX) 방향으로 구동량을 정확하게 제어하기 위하여, 렌즈 홀더(6, 8)의 경통(23)에 대한 Z 방향의 변위를 계측하기 위한 광학식의 리니어 엔코더(liner encoder)(37)로 된 변위 검출기(35, 36)가 경통(23)에 고정된 지지 부재(37)를 통하여 판스프링(32)의 상부에 설치되어 있다. 또한, 렌즈 홀더(6)의 판스프링(32)과 접하는 단부의 근방에는 변위 검출기(35)에 따르는 형으로 광학 스케일(33)이 고정되고, 렌즈 홀더(8)의 판스프링(32)과 접하는 단부의 근방에는 변위 검출기(34)에 따른 형으로 광학 스케일(34)이 고정되어 있다. 렌즈 홀더(6, 8)의 Z 방향으로의 이동에 따른 광학 스케일(33, 34)의 Z 방향의 변위는 변위 검출기(35, 36)로 각각 계측할 수 있다. 이 계측치의 의거하여 구동 소자(9a, 11a)의 구동량을 제어한다. 또한, 도 2에 도시된 구성에서는, 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 주변의 3 개소에 배치된 3조의 구동 소자가 각각 설치된다.

이상과 같은 투영 광학계(PL) 내부의 구동 기구를 사이에 두고 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 간격, 광축(AX) 방향의 위치 및 경사각을 조절함으로써 투영 광학계(PL)의 배율, 일그러짐, 상면만곡, 상면경사, 비점수차(非点收差) 등을 보정할 수 있다. 투영 광학계(PL)의 내부의 구동 소자(9a, 9b) 및 구동 소자(11a, 11b)는, 레티클(R)의 구동 소자(5a, 5b)와 같이, 결상 특성 제어계(20)에 의하여 제어된다. 결상 특성 제어계(20)에는 주제어계(19)로부터, 예를 들면 레티클(R)로의 조명 조건(조명광의 개구수, 링형조명 등의 조명법)의 정보, 또는 투영 광학계(PL)로의 조명광의 입사 에너지 등의 정보가 공급된다. 또한, 결상 특성 제어계(20)에는 투영 광학계(PL)의 주변에 설치된 환경 센서(22)로부터 환경온도 및 대기압 등의 정보가 공급된다. 결상 특성 제어계(20)는 이들의 정보에 기초하여 투영 광학계(PL)의 결상 특성의 변동량을 예측하고, 그 결상 특성의 변동량을 상쇄하도록 구동 소자의 각 구동량(신축성)을 제어한다. 이것으로 그 결상 특성이 소정의 상태로 유지된다. 그러나, 결상 특성 보정 기구의 레티클(R)이나 렌즈 엘리먼트(7, 10) (이하, 피구동체라 한다)의 구동에 의하여 이들 피구동체가 옆으로 어긋나게 되고, 이것에 의하여 레티클의 패턴의 투영 광학계(PL)에 의한 상의 결상 위치가 옆으로 어긋나게 된다.

그 때문에 본 예에서는 결상보정 기구의 각 피구동체의 구동량과 결상 위치의 어긋남량의 관계가 표(table)로서 결상 특성 제어계(20)에 부속하는 결상 특성 데이터 기억부(21)에 기억되고 있고, 노광동작 중에 그 결상 특성 보정 기구가 구동된 경우에는 결상 특성 제어계(20)은 각 피구동체의 구동량 (광축(AX) 방향의 이동량 및 경사각)을 주제어계(19)에 공급하고, 또한, 주제어계(19)는 그 표를 결상 특성 데이터 기억부(21)로부터 읽어내다. 주제어계(19)는 그 공급된 구동량을 그 표에 적용시켜 결상 위치의 X 방향, Y 방향으로의 어긋남량을 계측하고 그 어긋남량을 후술의 얼라인먼트 신호처리계(24)에 공급한다. 또한, 각 피구동체의 구동량이 그 기억된 표의 구동량의 중간값일 경우에는 보간을 하는 것이 바람직하다. 또한, 표 대신에 각 피동구체의 구동량의 함수 형태로 결상 위치의 횡어긋남량을 표시하여도 좋다.

이상의 설명은 투영노광장치의 일반적인 사용형태에서의 동작을 설명하였으나, 장치 제조시 혹은 교정시에는 결상 특성을 계측하여 최적의 상태로 맞춰넣는 작업도 마찬가지로 행해진다.

또한, 본 실시예의 투영노광장치에는 레티클(R)의 위치를 검출하기 위한 TTR 방식의 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)이 각각 레티클(R)의 레티클 얼라인먼트 마크(31a,31b)의 상방에 설치되어 있다. 도 1에서 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)로부터는 노광용 조명광과 같은 파장의 조명광(AR)이 레티클(R)상의 레티클 얼라인먼트 마크(31a,31b)에 조사된다.

레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)으로부터 레티클 얼라인먼트 마크(31a,31b)에 조사된 조명광(AR)은 레티클(R)을 투과하고, 투영 광학계(PL)를 개재하여 기준판(14) 상의 기준 마크(41, 40) (제 3 도 참조)에 조사된다. 기준판(15)으로부터의 반사광은 다시 원래의 광로를 돌아와 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)으로 되돌아오고, 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)의 내부의 촬상 소자상에 각각 레티클 얼라인먼트 마크(31a, 31b) 및 기준 마크(41, 40)의 상을 결상한다. 각각의 마크의 결상 위치의 어긋남으로부터 기준 마크(41, 40)에 대한 레티클(R)의 패턴상의 중심위치의 어긋남량을 검출할 수 있다.

또한, 본 실시예의 투영노광장치에는 웨이퍼(W) 상의 각 쇼트영역에 이미 형성된 패턴에 대하여 레티클(R)의 패턴을 높은 중첩 정밀도로 노광하기 위하여 웨이퍼(W)의 각 쇼트영역의 위치를 정확하게 측정하기 위한 오프 액시스 방식으로 또한 화상검출방식의 얼라인먼트 센서(12)가 설치되어 있다. 웨이퍼(W) 상의 각 쇼트영역에는 웨이퍼 마크가 부설되어 있다. 이 웨이퍼 마크의 좌표를 얼라인먼트 센서(12)로 측정한다.

얼라인먼트 센서(12)로부터 사출된 웨이퍼(W) 상의 포토레지스트에 대하여 비감광성의 파장역의 조명광(CR)은 직접 웨이퍼(W) 상의 검출대상의 웨이퍼 마크에 조사된다. 웨이퍼 마이크로부터의 반사광은 원래의 광로를 돌아 다시 얼라인먼트 센서(12) 내에 입사한다. 얼라인먼트 센서(12) 내에는 지표 마크가 형성되어 있고, 반사광은 그 지표 마크상에서 한 번 웨이퍼 마크의 상을 형성한다. 그리고, 그 지표 마크를 통과한 조명광(CR)이 얼라인먼트 센서(12) 내에 설치된 2차원 CCD 등의 촬상 소자 상에 웨이퍼 마크의 상과 지표 마크의 상을 결상한다. 그 촬상 소자의 촬상 신호는 얼라인먼트신호 처리계(24)에 공급된다. 또한, 레이저 간섭계(16)에 의하여 계측된 Z 틸트 스테이지(14)의 Z좌표, Y좌표도 얼라인먼트신호 처리계에 공급되고, 얼라인먼트 신호 처리계(24)는 지표 마크상에 대한 웨이퍼 마크상의 위치 어긋남량을 그 레이저 간섭계(16)로부터 공급되는 좌표에 가산하여 그 웨이퍼 마크의 좌표를 구한다. 이 경우, 그 지표 마크의 웨이퍼(W) 상에서의 공역상(共役像)의 중심을 얼라인먼트 센서(12)의 계측 중심으로 볼 수 있다.

또한, 얼라인먼트 신호 처리계(24)에는 상술한 바와 같이 주제어계(19)로부터 결상 특성 보정 기구의 구동량에 따라 결상 위치의 어긋남량의 계산 결과가 공급되고 있다. 얼라인먼트 신호처리계(24)는 상기한 바와 같이 얼라인먼트 센서(12) 및 레이저 간섭계(16)의 계측 결과로부터 구한 웨이퍼 마크의 좌표를 그 결상 위치의 어긋남량을 가산하여 보정하고, 이 보정 후의 좌표를 주제어계(19)에 공급한다. 주제어계(19)는 일례로써 그 웨이퍼 마크의 좌표를 미리 구하여 어떤 베이스 라인량으로 보정한 값에 기초하여 XY 스테이지(17)를 위치 결정한다.

이와 같이 오프 액시스 방식의 얼라인먼트 센서(12)는 투영 광학계(PL) 이외의 광학계를 사용하므로, 오프 액시스 방식의 얼라인먼트 센서(12)를 사용한 경우는 투영 광학계(PL)에 노광용의 조명광(IL)과는 다른 파장의 광선을 통과시킴으로써 설계상의 제약이 생기지 않는다는 이점도 있다.

이어, 본 실시예의 베이스 라인량의 계측(베이스 라인 계측) 동작 및 노광동작에 대하여 설명한다. 노광에 앞서 베이스 라인 계측이 행해진다. 즉, 본 실시예에서는 레티클(R)의 패턴상의 중심(즉, 레티클 얼라인먼트 마크(31a, 31b) 의 상의 중심)과 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심과는 다르므로, 레티클(R)의 패턴상의 중심과 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심과의 거리인 베이스 라인량을 정확하게 측정할 필요가 있다.

도 3은 베이스 라인 계측방법의 일례를 설명하기 위한 도면을 나타내고, 이 도 3에 나타낸 바와 같이, 제 1 도의 XY 스테이지(17)을 구동하여 Z 틸트 스테이지(14)상의 기준판(15)의 일부를 투영 광학계(PL)의 노광 필드 내에 이동한다. 또한, 도 1의 레티클 얼라인먼트 마크(31a, 31b)의 상이 각각 기준판(15)상의 기준 마크(41, 40)의 상과 동시에 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)에 의하여 관찰할 수 있도록 XY 스테이지(17)를 이동한다. 이어, 레티클 얼라인먼트 현미경(1, 2)에 의하여 관찰하면서 기준 마크(41, 40)에 대하여 레티클 얼라인먼트(31a, 31b)의 상이 나뉨위치에 오도록, 즉 기준 마크(41, 40)의 중심이 레티클 얼라인먼트 마크(31a,31b)의 상의 중심과 합치하도록 XY 스테이지(17)을 위치결정한다. 이것으로 기준판(15) 상의 기준 마크(42)를 관찰한다. 설계상, 기준 마크(40, 41)의 중심이 레티클(R)의 패턴상의 중심에 있을 때, 기준 마크(42)의 중심은 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심(P2)에 오도록 기준판(15)은 형성되어 있음과 함께, 기준 마크(40, 41)의 중심과 기준 마크(42)의 중심의 간격($L_0$)은 고정밀도로 계측되어 있다. 그리고, 얼라인먼트 센서(12) 내의 촬상 소자상의 기준 마크(42)의 상과 지표 마크 상의 위치 어긋남량을 측정함으로써 측정 중심(P2)의 설계위치 (기준 마크(42)의 중심)로부터의 어긋남량(AB)를 정확하게 측정할 수 있다.

그 후, 예를 들면 간격($L_0$)에 어긋남량(△B)를 가산함으로써 레티클(R)의 패턴상의 중심(P1)과 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심(P2)의 거리, 즉 베이스 라인량(L)이 정확하게 구하여진다. 따라서, 이 구하여진 베이스 라인량(L)에 기초하여, 얼라인먼트 센서(12) 및 얼라인먼트 신호 처리계(24)로 측정한 웨이퍼 마크의 위치를 보정하고, 이 보정후의 좌표에 기초하여 웨이퍼(W)를 이동하는 것으로, 웨이퍼 상의 각 쇼트 영역 내의 회로 패턴에 대하여 레티클의 패턴의 상을 정확하게 중첩하여 노광할 수 있다. 이 베이스 라인량은 장치의 미묘한 온도 변화 등으로 미소하게 변화하는 일이 있으므로 예를 들면 로트(lot)마다 또는 소정시간 경과마다 측정하여 그것에 기초하여 보정을 하면 중첩 오차의 발생을 막을 수 있다.

이어, 결상 특성 보정 기구의 구동에 의하여 결상 위치가 어긋난 경우의 대응에 대하여 설명한다.

앞서 설명한 베이스 라인 계측 후, 노광동작을 하고 있을 때 투영 광학계(PL)의 조명광 흡수에 의한 결상 특성의 변화 혹은 웨이퍼(W)의 어긋남에 대응하기 위하여, 렌즈 엘리먼트(7)을 구동하여 배율변화를 보정하거나, 또는 배율을 의도적으로 변호시키는 경우를 예를 들어 설명한다. 이때, 렌즈 엘리먼트(7)를 정확하게 광축(AX) 방향으로 구동하여야 하지만, 예를 들면, 도 2의 판스프링(32)의 미소한 탄성 변화등에 의하여 렌즈 엘리먼트(7)는 광축(AX) 방향만이 아니고, 근소하게 횡방향으로, 즉 비스듬히 이동하는 경우도 있다.

물론, 도 4(a)는 렌즈 엘리먼트(7)가 비스듬하게 시프트한 경우의 결합 위치의 변화를 나타내고, 이 도 4(a)에서 렌즈 엘리먼트(7)가 실선의 상태로부터 2점 쇄선으로 표시한 43A까지 비스듬한 위쪽 방향으로 시프트함으로써 레티클(R)의 패턴상의 중심(P1)을 통과하는 주 광선(25)은 점선의 광로(44A)로 나타낸 바와 같이 웨이퍼(W) 상에서 패턴상의 중심(P1)에서 위치(P1')까지 시프트하여 결상 위치의 어긋남이 발생한다. 결상 위치의 어긋남에 수반하여 얼라인먼트 센서(12)의 측정 중심(P2)과 새로운 패턴상의 중심(P1)'의 거리인 베이스 라인량은 L에서 (L+ △L)이 되고, △L 만큼 변화하고 있다. 따라서, 결상 위치의 어긋남량은 베이스 라인량의 변화로서 계측할 수 있다. 이와 같이 미리 측정한 베이스 라인량이 변화하고 있으므로 중첩 오차가 생긴다.

물론, 도 1의 레티클(R)을 광축(AX) 방향으로 구동하여 결상 특성을 보정하는 경우에도 레티클(R)이 옆으로 빗나갈 때는 레티클(R) RM 자체가 움직이기 때문에 그만큼 결상 위치가 옆으로 어긋난다.

또한, 예를 들어, 웨이퍼(W)의 각 쇼트영역이 그 때까지의 프로세스 등의 영향으로 사다리꼴 형상으로 변형된 경우, 중첩 정밀도를 유지하기 위하여 투영 광학계(PL) 내부의 예를 들면 렌즈 엘리먼트(7)를 광축(AX)에 수직인 면에 대하여 경사시켜 사다리꼴 형상의 변형을 발생시게 된다. 이 경우는 상술한 바와 같이 설계상은 발생하지 않아야 하는 결상 위치의 시프트가 아니라, 원리적으로 발생하는 결상 위치의 시프트이다.

도 4(b) 는 렌즈 엘리먼트(7)를 광축(AX)에 수직인 면에 대하여 경사시킨 경우의 결상 위치의 어긋남을 나타내고, 이 도 4(b)에서 렌즈 엘리먼트(7)는 실선으로 나타낸 광축(AX) 에 수직인 상태에서 2점 쇄선으로 나타낸 위치(43B)까지 좌측으로 경사하고 있다. 그 때문에 광축(AX)을 통하는 주 광선(25)은 점선의 광로(44B)에 나타낸 바와 같이 좌측으로 어긋나고, 그것에 수반해 결상 위치는 좌측으로 근소하게 어긋난다.

또한, 상술한 바와 같은 결상 특성 기구의 노광동작중의 구동이 아니라, 투영 광학계(PL)의 초기 조정시에 결상 특성을 최상의 조정상태로 하기 위한 조정이 이루어지지만, 이 때 레티클(R) 혹은 렌즈 엘리먼트(7, 10)가 광축(AX)에 대하여 경사진 상태로 조정되는 경우가 있다.

도 4(c)는 렌즈 엘리먼트(7)가 경사진 상태에서 광축(AX)에 대칭인 결상 특성을 보정하기 위하여 렌즈 엘리먼트(7)가 구동되는 예를 나타내고, 이 도 4(c)에서 렌즈 엘리먼트(7)는 실선으로 나타낸 오른쪽으로 경사진 상태로부터 렌즈 엘리먼트(7)의 광축방향으로 구동되어 2점 쇄선의 위치(43C)까지 이동한다. 이 경우, 렌즈 엘리먼트(7)의 광축이 비스듬히 되어 있으므로, 렌즈 엘리먼트(7)는 비스듬히 이동한다. 따라서 점선의 광축(44C)에 나타낸 바와 같이, 결상 위치는 좌측으로 시프트한다.

또한, 도 4(d)는 레티클(R)의 패턴 중심과 투영 광학계(PL)의 광축(AX)이 일치하고 있지 않는 경우에, 투영배율을 조정한 경우에 결상 위치의 어긋남을 나타낸 것이고, 4 도(d)에서 렌즈 엘리먼트(7)의 광축은 투영 광학계(PL)의 광축(AX)에 일치하고 있다. 이에 대하여 레티클(R)의 패턴 중심을 통과하는 주 광선(25)은 광축(AX)에서 우측으로 어긋나 있다. 이 상태에서 렌즈 엘리먼트(7)를 2점 쇄선의 위치(43D)까지 광축(AX) 방향으로 이동하여 투영배율을 조정하는 것으로 한다. 이와 같이 투영배율을 변경하여 웨이퍼(W)의 변형에 맞추려고 하면, 레티클(R)의 패턴 중심에서 어긋난 점을 중심으로 투영배율이 변화하므로 결상 위치는 점선의 광로(44D)에 나타낸 바와 같이, 좌측으로 근소하게 시프트한다.

이상과 같이 장치의 성능 상의 불비에 의한 원인이나 원리적으로 발생하는 것을 포함하여 결상 특성을 보정하려고 하면, 결상 위치가 시프트하여 어떠한 대책을 실행하지 않으면 중첩 오차가 발생하는 경우가 있다. 이를 방지하기 위하여, 예를 들면 빈번하게 베이스 라인 계측을 하는 방법도 고려될 수 있지만, 이것으로는 노광공정의 스루풋이 크게 저하하게 된다. 이로 인하여, 본 실시예에 따른 이하의 방법으로 결상 특성 보정 기구에 의하여 생긴 결상 위치의 어긋남을 보정한다. 본 실시예에서는, 우선 장치를 조정할 때에 미리 결상 특성 보정 기구를 구동하고, 이때의 결상 위치의 시프트량(이하, "상 시프트량" 이라 한다)을 측정하며, 그 시프트 특성을 표로 기억해 두고, 실노광 동작시에 그 시프트 특성에 따라 결상 위치의 보정을 한다.

우선, 상(像)시프트 량의 측정법의 설명을 한다. 상 시프트량을 측정할 경우에는 결상 특성 보정 기구의 피구동체인 레티클(R) 및 렌즈 엘리먼트(7, 10)를 각각 하나씩 독립적으로 구동시키고, 각각의 피구동체의 구동량과 상 시프트량의 관계를 구한다. 상 시프트량을 측정하는 방법으로서 여러 가지 방법이 고려될 수 있으나, 상술한 베이스 라인 측정에 라인 계측에 의하여 상 시프트량을 구할 수 있다. 즉, 상술한 바와 같이 베이스 라인 계측은 레티클(R) 의 패턴상의 중심과 얼라인먼트 센서(12)의 계측 중심과의 사이의 거리를 구하는 것이고, 상 시프트량은 레티클(R) 의 패턴상의 중심의 시프트량과 등가이다. 이하, 베이스 라인 측정에 의하여 상 시프트를 구한 방법에 대하여 설명한다.

그 때문에 도 1의 결상 특성 제어계(20)를 통한 주제어계(19)의 지령에 의하여 레티클(R) 및 렌즈 엘리먼트(7, 10)를 하나씩 구동한다. 예를 들면 레티클(R)을 소정량씩 광축(AX) 방향으로 구동하여 그 때의 베이스 라인량의 변화량을 기록한다. 이 경우, 베이스 라인량은 환경온도 등의 영향으로 변화하기 때문에 이 영향을 받지 않도록 충분히 반복하여 데이터를 취하고 평균화한다. 또한, 레티클(R)을 경사시키는 것으로 결상 특성을 보정하는 제어방법을 초기 조정 시뿐만 아니라, 노광 동작중에도 하는 경우는 레티클(R)의 경사각의 구동량과 베이스 라인량의 변화량의 관계를 나타낸 데이터를 취할 필요가 있다. 이상의 측정을 렌즈 엘리먼트(7, 10)에 대하여도 행한다. 이것으로 레티클(R) 및 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 각 구동량과 상 시프트량의 관계가 명확하게 된다. 단, 상 시프트량의 측정법은 상기 방법에 한정되지 않고, 예를 들면 실제로 웨이퍼(W) 에 중첩노광을 하고, 그 때의 웨이퍼(W) 상에서 패턴상의 어긋남량을 실측하는 방법이라도 좋다. 또한, Z 틸트 스테이지(14) 상에 광전센서를 설치하여 레티클(R) 상의 적당한 마크 상을 관찰하도록 하여도 좋다.

이상과 같이 하여 구하여진 레티클(R)이나 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 각 구동량과 상 시프트량의 관계를 표 형태로 도 1의 결상 특성 데이터 기억부(21)에 기억한다. 또한, 상술한 바와 같이 상 시프트량을 그 구동량의 관계로서 나타내어도 좋다. 즉, 상 시프트량과 그 구동량의 관계가 직선적이면 그 계수만을 기억하면 좋다. 또한, 특성 보정 기구의 판스프링(32)의 탄성 변형 등으로 상 시프트량과 대응하는 피구동체의 구동량의 관계가 직선적으로 변화하지 않을 때는 그 관계를 곡선에 가깝게 하여 그 곡선의 각 차수의 계수를 기억하는 방법, 그 관계를 표로 하여 기억하고 직선 보간하는 방법 등을 고려할 수 있다. 이상의 동작을 노광에 앞서 실시함으로써 실제의 노광시에 결상 특성 보정수단을 구동할 경우에는 상 시프트량이 자동적으로 구하여진다. 실제로는 복수의 피구동체를 동시에 구동하는 경우가 많으므로 각 피구동체에 의하여 발생하는 상 시프트량의 벡터합으로부터 전체의 상 시프트량을 구한다.

전술한 바와 같이, 본 실시예에서는 로트(lot)의 선두 혹은 정기적으로 베이스 라인 계측을 하므로 그 때 계측된 상 시프트량을 오프셋으로 하여 결상 위치의 어긋남을 조정하면, 그 후의 변화량이 중첩 오차가 되므로, 그 베이스 라인을 계측한 후에 계산으로 구한 상 시프트량에 의하여 보정하는 것이 바람직하다. 이 경우, 도 1의 얼라인먼트 신호 처리계(24)에서 상 시프트량을 그대로 웨이퍼 마크의 계측된 좌표에 가하면, 베이스 라인의 계측 이후에 XY 스테이지(17)이 실노광 위치로 이동할 때 자동적으로 상 시프트 분이 가산된 곳으로 이동하므로 정확하게 노광된다. 또한, 이렇게 베이스 라인량을 초기 상태로 세트한 상태에서 그 후의 상 시프트량의 변화는 XY 스테이지(17)가 아니고, 레티클(R)을 구동하여 보정하여도 좋다. 또한, 그 계산된 상 시프트량으로 그 베이스 라인량 자체를 보정하여도 좋다. 또한, 결상 특성의 보정은 결상 특성이 변화할 때마다 매번 하는 것이 바람직하지만, 노광중의 피구동체의 구동이 바람직하지 않은 경우는 하나의 쇼트영역마다 보정을 하여도 좋다. 이 경우, 상 시프트량의 보정도 결상 특성의 보정마다 하는 것이 바람직하다. 특히 스탭 앤 스캔방식 등의 주사노광형의 투영노광장치에서는 주사 동작 중에 여분의 동작이 들어가는 것은 바람직하지 않고, 1 쇼트중의 결상 특성의 변화량도 미소하여 무시할 수 있기 때문에 상기 방식이 바람직하다.

또한, 상기의 방법에 의하여 측정된 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 구동량과 상 시프트량의 관계를 나타낸 표(또는 함수), 즉 상 시프트 특성은 단시간에는 통상 변화하지 않는다고 생각되지만, 장치의 각 부의 위치관계의 장기적 변동 등으로 변화하는 것도 생각되므로 정기적으로 보수(maintenance)하는 경우 등에 재측정하여 갱신하는 것이 바람직하다. 또한, 근래의 투영노광장치는 레티클(R) 의 조명 조건이 가변적이고, 레티클(R)을 조명하는 조명광의 입사각이 조명 조건에 의하여 변화하므로 상 시프트량에도 영향을 끼친다고 생각된다. 이 때문에 상 시프트 특성(표 등)을 조명 조건마다 구하고, 그 데이터를 기억해 두는 것이 바람직하다.

또한, 상술한 예에서는 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 구동량과 상 시프트량의 관계에 기초하여 결상 위치의 어긋남을 보정했지만, 직접 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 광축(AX) 에 수직인 방향으로의 변위를 측정하여 보정하는 방법도 생각된다. 이 방법에서는 변위 센서가 필요하지만, 결상 특성 보정 기구에 예상 외의 변동이 생기고, 예를 들면 결상 특성 보정 기구의 구동량과 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 횡시프트량의 대응관계가 현저하게 변화하여 미리 기억된 표에 기초하는 조정으로는 오차가 발생하는 경우에도 이 방법에 의한다면 오차가 생기지 않는다는 장점을 갖는다.

구체적으로는 예를 들면 도 2에 나타낸 바와 같이, 투영 광학계(PL)의 렌즈 홀더(8) 단부의 볼록부의 내면 및 경통(23)의 볼록부 내면에 예를 들면 정전용량(靜電容量)식의 갭 센서(gap sensor)(38, 39)를 각각 설치한다. 갭 센서(38)는 대향하는

렌즈 홀더(6)의 단부 볼록부의 간격을 측정한다. 이것으로 렌즈 홀더(6)와 렌즈 홀더(8)의 상대적인 횡방향의 변위량(이하, "횡어긋남량")이 계측된다. 또한, 갭 센서(39)는 대향하는 렌즈 홀더(8)의 단부 볼록부의 간격을 측정한다. 이것으로 렌즈 홀더(6)의 경통(23)에 대한 횡어긋남량은 상기 두 개의 횡어긋남량을 합한 것이 된다. 렌즈 엘리먼트(7, 10)는 각각 렌즈 홀더(6, 8)에 고정되어 있으므로, 렌즈 홀더(6, 8)의 횡어긋남량은 그대로 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 횡어긋남량으로 구하여 진다.

이 경우, 렌즈 홀더(6, 8)의 수평방향의 이동뿐만 아니라, 도 2의 지면에 수직인 축의 둘레에서의 회전방향으로의 변위도 생길 수 있다. 따라서, 이와 같은 회전 방향의 변위가 생긴 경우의 즉 렌즈 엘리먼트(7, 10)가 경사된 때에 측정 정밀도를 높이기 위하여 경사의 피벗(선회중심위치)에 갭 센서(38, 39)를 배치하여 회전방향의 변위에 의한 영향을 제거하거나, 또는 다른 위치에서도 이론적으로 회전에 의하여 발생하는 변위에 대한 어긋남량을 측정함으로써 렌즈 엘리먼트(7, 10)가 경사된 경우에 횡어긋남량을 정확하게 측정할 수 있다.

이 방법에서도 일례로써 결상 특성 보정 기구를 구동하여 그 때의 갭 센서(38, 39)의 출력과 상 시프트량의 관계를 구한다. 이 경우, 상 시프트량은 상술한 예와 같이 베이스 라인 측정에 의하여 구한다. 또한, 이 구하여진 관계를 전술한 방법과 같이 표 또는 함수 등으로 기억한다. 이 방법으로 예를 들면 갭 센서(38, 39)의 출력이 렌즈 홀더(6, 8)의 측정면의 기울기를 포함하고 있다고 하더라도 실제의 상 시프트량의 측정치와 관계되어 있으므로, 이 관계에 기초하여 상 시프트량을 정확하게 산출할 수 있다. 또한, 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 횡어긋남량으로부터 이론적으로 결상 위치의 횡어긋남량을 구하도록 하여도 좋다.

또한, 결상 특성 보정 기구로써 레티클(R)을 구동하는 경우, 회전방향으로 구동하는 경우도 있다. 이때에는 상 시프트의 회전성분도 마찬가지로 보정을 하는 것을 고려할 수 있다. 이 경우, 레티클(R) 과 웨이퍼(W)의 상대 회전각의 어긋남은 어느 한쪽을 회전하여 보정하면 좋다.

또한, 전술한 도 4(d)에 나타낸 레티클(R)의 패턴중심과 투영 광학계(PL)의 투영상의 중심의 어긋남에 의하여 발생하는 상 시프트 성분은 투영배율을 적극적으로 변화시켰을 때에만 발생하고, 투영배율이 일정한 상태에서의 보정으로는 발생하지 않으므로 구별하여 보정할 필요가 있다.

이어, 본 발명의 실시 형태의 제 2 예에 대하여 설명하다. 본 례는 베이스 라인 계측후, 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 구동량이 소정치를 넘었을 때, 베이스 라인 계측을 다시 하는 것이다. 장치 구성은 제 1 예와 같다.

본 실시예에서도 미리 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 구동량과 상 시프트량의 관계를 구한다. 이어, 상기 결과에 기초하여 상 시프트량의 허용 범위를 결정하고, 이 허용 범위에 기초하여 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 각각의 1회의 보정으로의 한계 구동량을 구한다. 또한, 관계된 투영노광장치가 복수인 경우에, 상기 상 시프트량의 허용 범위와 결상 특성 기구의 각 피구동체의 한계 구동량은 투영노광장치 1대마다 구하여도 좋고, 장치 사이의 차이가 작으면 각 투영노광장치에 공통된 값이라도 무방하다. 또한, 결상 특성 보정 기구가 복수의 보정 기구(피구동체등)에 의하여 구성된 경우는 그들 복수의 보정 기구의 구동에 의한 상 시프트량의 합계치로 판정하면 좋다. 그 경우, 단순한 합계치라도 좋고, 또한 상 시프트의 효과를 고려하여 중첩을 하는 방법이라도 좋다. 또한, 이 방법은 스루풋과 관계되므로 노광을 하는 패턴의 종류에 의하여 상 시프트량의 허용 범위를 변형하는 것도 유효하다. 예를 들면 높은 스루풋을 그만큼 요구하지 않는 프로세스에서는 이 허용 범위를 좁게 하여 베이스 라인 계측의 회수를 늘리면 좋다. 또한, 본 실시예에서는 그 상 시프트량이 허용 범위를 넘는다고 예측될 때마다 도 1의 레티클 얼라인먼트 현미경(1,2) 및 얼라인먼트 센서(12)를 이용해 베이스 라인량(L)을 재계측하고, 이 재계측된 베이스 라인량(L)을 이용해 XY 스테이지(17)의 위치 맞춤을 행한다. 또한, 상 시프트량이 허용 범위를 넘는 경우에 자동적으로 베이스 라인 계측을 하는 대신에 경고를 나타내도록 할 수도 있다.

또한, 본 실시예에서는 상 시프트량의 허용 범위로부터 베이스 라인 계측의 타이밍을 설정했지만, 결상 특성의 변화량에 허용 범위를 설정하여 그 허용 범위를 넘기까지는 결상 특성의 보정을 하지 않고, 허용 범위를 넘는 결상 특성의 보정과 베이스 라인계측을 하도록 하여도 좋다. 이들 방법은 결상 특성과 상 시프트량의 허용 범위를 감안하여 정밀도 및 스루풋 측면에서 유리한 쪽을 선택하면 좋다. 또한, 본 실시예에서는 결상 특성 보정 기구의 구동량을 기준으로 하여 상 시프트량을 구하고, 이 상시 프트량에서 베이스 라인 계측의 타이밍을 결정하였지만, 도 2의 렌즈 엘리먼트(7, 10)의 구동시에 갭 센서(38, 39)에 의하여 계측된 횡방향의 변위량에 기초하여 베이스 라인 계측의 여부를 판정하도록 하여도 좋다.

본 실시예에서는 베이스 라인의 측정을 실제로 하기 위하여, 제 1 예와 같이 장치상태가 변화하여 각 피구동체의 구동량과 상 시프트량의 관계가 변화하는 경우에도 중첩 오차는 발생하지 않는다. 또 구성이 단순하고 오차 요인이 적으며 조정작업도 적다는 이점이 있다.

또한, 제 1 예와 제 2 예를 조합한 방법으로 상 시프트를 보정하도록 하여도 좋다. 상술한 바와 같이, 제 1 예는 실제의 노광시에 결상 특성 보정 기구의 구동에 수반해 발생하는 상 시프트를 미리 구한 결상 특성 보정 기구의 구동량과 상 시프트량의 관계식 또는 양자의 관계를 나타낸 표 등에 기초하여 보정하는 것이다. 따라서, 결상 특성 보정 기구의 구동량이 적어도 변화하면 그것에 대응하여 상 시프트가 보정된다. 그러나, 상 시프트의 보정량이 커지면 그 만큼 보정오차가 커진다. 한편, 제 2 예에서는 결상 특성 보정 기구의 구동량이 소정의 한계치(한계 구동치)의 범위내에서는 상 시프트가 보정되지 않는다. 그래서, 제 1 예와 제 2 예를 조합하여 양자의 이점을 효과적으로 이용할 수 있다. 즉, 결상 특성 보정 기구의 각 피구동체의 구동량의 어떤 범위 내에서는 제 1 예와 같이 미리 정해진 결상 특성 보정 기구의 구동량과 상 시프트량의 관계식 또는 양자의 관계를 나타낸 표 등에 기초하여 상 시프트를 보정하고, 그 이상의 범위에서는 제 2 예와 같이 베이스 라인 계측을 하여 상 시프트량을 구하도록 한다. 이 방법은 양자의 이점이 조합되고, 스루풋의 저하는 거의 없으며, 직접 계측에 의하지 않는 보정에 의한 오차의 발생도 억제할 수 있다. 이 방법에서는 필요 보정량 혹은 전회의 측정으로부터의 시간 등에 기초하여 베이스 라인 계측을 실시하는 기준을 설정하면 좋다.

또한, 투영 광학계의 결상 특성 보정 기구로써 상술한 바와 같이, 피구동체를 구동하는 기구 대신에 투영 광학계의 내부의 일부의 렌즈 사이에 밀봉된 기체의 압력을 조정하는 기구를 사용하여도 좋다.

도 5는 그러한 기체의 압력조정기구를 갖춘 투영 광학계의 일례의 부분단면도를 나타내고, 이 도 5에서 투영 광학계(51)의 경통(62)에 수납된 렌즈 홀더(53A, 53B) 및 렌즈 홀더(53B, 53C)와의 사이에 각각 렌즈 엘리먼트(54, 55)가 고정되고, 렌즈 엘리먼트(54, 55)와, 렌즈 홀더(53B)의 사이에 밀폐 공간(56)이 형성되어 있다. 이 밀폐 공간(56)에는 외부의 기체 공급원(58)으로부터 렌즈 홀더(53B) 및 경통(62)을 관통하는 배관(57)을 끼워 압력 조정된 기체가 공급되고 있다. 그 밀폐 공간(56)의 내부 압력을 변경하여 내부의 기체의 굴절율을 변화시켜 투영배율, 등방적 일그러짐(통형 찌그러짐등), 구면수차 및 상면만곡 등을 보정할 수 있다.

그리고, 도 5에 나타낸 것과 같이 투영 광학계(51) 내부의 공기압력을 변화시켜 결상 특성을 보정하는 기구에도 결상 위치의 횡어긋남이 발생하는 일이 있다. 즉, 도 5에서 밀폐 공간(56)의 격벽이 되는 렌즈 엘리먼트(55)가 내부압력의 변화에 수반해 화살표(59)로 나타낸 바와 같이 미소하게 광축(AXB) 방향으로 이동함과 함께 횡방향으로 시프트하는 경우가 있고, 이 경우도 마찬가지로 결상 위치가 횡방향으로 어긋난다. 이 경우, 예를 들면 밀폐 공간(56)내의 압력과 상 시프트량의 관계를 표 형태로 기억해 둠으로써, 그 압력에 따라 상 시프트량을 보정하면 좋다.

또한, 상술한 예에서는 오프 액시스 방식의 얼라인먼트 센서를 사용하고 있지만, 본 발명은 예를 들면 노광 광과 다른 파장의 조명광을 사용하고, 레티클(R) 및 투영 광학계(PL)를 거쳐 웨이퍼 마크의 위치를 검출하는 TTR 방식의 얼라인먼트 센서를 사용하는 경우에도 마찬가지로 적용할 수 있다. 이 TTR 방식의 얼라인먼트 센서에서는, 예컨대, 투영 광학계에 의한 투영상의 상 시프트량이 파장에 따라 다른 경우, 어떠한 보정을 하지 않는다면 중첩 오차가 역시 발생될 것이므로, 마찬가지로 본 발명을 적용할 수 있다. 또한, 레티클(R) 및 투영 광학계(PL)를 거쳐 웨이퍼 마크를 관찰하는 TTL 방식의 얼라인먼트 센서는 레티클(R) 의 시프트가 그대로 중첩오차를 발생시므로 본 발명을 똑같이 적용할 수 있다. 즉, 본 발명은 노광파장으로 레티클의 얼라인먼트 마크와 웨이퍼의 얼라인먼트 마크를 동시에 관찰하지 않은 방식의 얼라인먼트 센서를 사용하는 경우에도 적용 가능한 것이다.

또한, 본 발명은 스탭퍼 방식의 투영노광장치에 한하지 않으며, 스탭 앤 스캔방식 등 주사 노광형의 투영노광장치에도 마찬가지로 적용할 수 있다.

이렇게 본 발명은 상술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 여러 구성을 취할 수 있다.

## 발명의 효과

본 발명의 제 1 투영노광장치에 의하면, 우선 투영 광학계의 투영상의 결상 특성이 결상 특성 보정수단에 의하여 보정된다. 그리고, 그 결상 특성 보정수단을 구동하였을 경우에 발생하는 투영 광학계의 투영상의 결상 위치의 어긋남을 검출하고, 기판 위치를 검출하는 기판 위치 검출수단에 의하여 검출된 기판 위치를 그 결상 위치의 어긋남에 기초하여 보정함으로써, 결상 특성 보정수단의 구동에 수반하는 중첩 오차의 발생이 억제되고, 높은 결상 특성과 높은 중첩 정밀도를 얻을 수 있는 장점을 갖는다.

또한, 결상 위치 어긋남량 검출수단이 결상 특성 보정수단의 구동량과 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치의 어긋남량의 관계를 기억해두고, 이 기억된 관계에 의거하여 투영상의 결상 위치의 어긋남량을 구한 경우에는, 결상 특성 보정수단이 구동된 경우는 그 기억된 관계에 기초하여 그 결상 위치의 어긋남을 신속하고 용이하게 구할 수 있는 이점이 있다.

또한, 결상 특성 보정수단이 투영 광학계의 일부의 광학 소자 및 마스크의 적어도 한쪽을 투영 광학계의 광축방향으로 구동하는 경우나, 광축에 수직인 면에 대하여 경사지게 하는 구동 수단인 경우는 특히 광학 소자를 경사지게 한 경우에 결상 위치의 횡어긋남이 발생하기 쉬우므로 본 발명이 유효하게 적용될 수 있다.

또한, 결상 특성 보정수단이 투영 광학계의 일부의 광학 소자 사이의 밀봉공간 내의 기체의 압력을 변화시키는 기체 압력 제어수단인 경우에도 기체의 압력 조절로 광학 소자가 비스듬하게 이동할 시에는 본 발명이 유효하다.

또한, 본 발명에 의한 제 2 투영노광장치에 의하면, 본 발명의 제 1 투영노광장치와 같이 투영 광학계의 결상 특성을 보정할 수 있다. 또한, 결상 특성 보정수단에 의하여 투영 광학계의 결상 특성을 보정한 경우에 발생되는 결상 위치의 횡어긋남량을 포함하여 베이스 라인량을 베이스 라인량 계측수단에 의하여 재계측하고, 그 재계측된 베이스 라인량에 기초하여 기판 위치 검출수단의 결과를 보정한다. 따라서, 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 결상 위치의 어긋남이 생기더라도 오차의 발생이 억제되는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

## 청구항 1.

마스크에 형성된 전사용 패턴상을 투영 광학계를 거쳐 감광성 기판상에 결상 투영하는 투영노광장치에 있어서,

상기 기판상에 형성된 위치맞춤용 마크의 위치를 검출하는 기판 위치 검출수단;

상기 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정수단;

상기 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 발생하는 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치의 어긋남량을 구하는 결상 위치 어긋남량 검출수단; 및

상기 결상 위치 어긋남량 검출수단에 의하여 구하여진 결상 위치의 어긋남량에 기초하여 상기 기판 위치 검출수단의 검출 결과를 보정하는 검출 위치 보정수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 결상 위치 어긋남량 검출수단은 상기 결상 특성 보정수단의 구동량 및 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치의 어긋남량의 관계를 기억하고 있으며, 상기 기억된 관계에 기초하여 상기 투영상의 결상 위치 어긋남량을 구하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 결상 특성 보정수단은 상기 투영 광학계의 일부의 광학 소자 및 상기 마스크의 적어도 하나를 상기 투명 광학계의 광축 방향으로 구동하거나 상기 광축에 수직인 면에 대하여 경사지게 하는 구동 수단인 것을 특징으로 하는 투영 노광장치.

## 청구항 4.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 결상 특성 보정수단은 상기 투영 광학계 일부 광학 소자간의 밀봉 공간내의 기체의 압력을 변화시키는 기체압력 제어수단인 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 5.

마스크상의 전사용 패턴 상을 투영 광학계를 거쳐 감광성 기판상에 결상 투영하는 투영노광장치에 있어서,

상기 기판상에 형성된 위치 맞춤용 마크의 위치를 검출하는 기판 위치 검출수단;

상기 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정수단;

상기 기판 위치 검출수단의 검출 중심과 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 중심의 간격인 베이스 라인량을 계측하는 베이스 라인량 계측 수단;

상기 베이스 라인량 계측수단에 의하여 계측되는 베이스 라인량에 기초하여 상기 기판 위치 검출수단의 검출 결과를 보정하는 검출 위치 보정수단을 포함하며,

상기 결상 특성 보정수단을 통해 상기 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 경우에, 상기 베이스 라인량 계측 수단에 의하여 베이스 라인량을 재계측하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 6.

마스크 패턴을 투영 광학계를 통하여 기판 상에 투영 노광하는 투영노광장치에 있어서,

상기 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 결상 특성 보정수단과;

상기 결상 특성 보정수단의 구동에 의하여 발생하는, 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량을 구하는 결상 위치 어긋남량 검출수단과;

상기 기판을 지지하여 이동하는 기판 스테이지와;

상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량을 상기 기판 스테이지의 위치를 제어하여 보정하는 보정 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 7.

제 6항에 있어서,

상기 보정수단은 상기 결상 특성 보정수단이 보정한 후의 상기 투영상과 상기 결상 특성 보정수단이 보정하기 전의 상기 투영상의 소정의 위치 관계를 만족하도록 보정하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 보정수단은 상기 결상 위치 어긋남량이 보정되는 바와 같도록 상기 노광시에 상기 기판의 위치를 보정하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 기판상에 형성된 마크를 상기 투영 광학계를 통하지 않고 검출하는 얼라인먼트 센서를 더 포함하며,

상기 보정수단은 상기 얼라인먼트 센서의 검출 신호를 보정하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 기판상에 설치된 마크를 상기 투영 광학계를 통하지 않고 검출하는 얼라인먼트 센서를 더 포함하며,

상기 보정수단은 상기 마스크의 투영 광학계에 의한 투영 위치와 상기 얼라인먼트 센서의 검출 위치와의 위치 관계를 나타내는 베이스 라인량을 보정하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 11.

제 6항에 있어서,

상기 결상 위치 어긋남량 검출수단은 상기 결상 특성 보정수단의 구동량과 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량과의 관계를 기억하는 기억수단을 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 12.

제 11항에 있어서,

상기 기억수단은 상기 결상 특성 보정수단의 구동량과 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량과의 관계를 상기 마스크의 조명 조건마다 기억하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 13.

제 6항에 있어서,

상기 결상 특성 보정수단은 상기 마스크를 구동하는 마스크 구동수단과 상기 투영 광학계의 적어도 일부의 광학 엘리먼트를 구동하는 광학 엘리먼트 구동수단 중 적어도 하나를 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 14.

제 13항에 있어서,

상기 투영 광학계는 제 1 광학 엘리먼트와 제 2 광학 엘리먼트를 포함하며,

상기 광학 엘리먼트 구동수단은 상기 제 1 광학 엘리먼트를 구동하는 제 1 구동 수단과, 상기 제 2 광학 엘리먼트를 구동하는 제 2 구동 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 15.

제 13항에 있어서,

상기 결상 위치 어긋남량 검출수단은 상기 광학 엘리먼트 구동수단에 의하여 구동되는 광학 엘리먼트의 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향에 대한 변위를 측정하는 변위측정수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 16.

제 15항에 있어서,

상기 결상 위치 어긋남량 검출수단은 상기 변위 측정수단의 출력과 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량과의 관계를 기억하는 기억수단을 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 17.

제 6항에 있어서,

상기 기판상에 형성된 쇼트 영역마다 상기 결상 특성 보정수단에 의한 상기 투영 광학계의 결상 특성의 보정과, 상기 보정수단에 의한 상기 결상 위치 어긋남량의 보정을 수행하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

## 청구항 18.

제 6항 내지 제 17항 중 임의의 한 항을 이용하여,

기판상에 디바이스 패턴을 전사하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스의 제조 방법.

## 청구항 19.

마스크 패턴을 투영 광학계를 통해 기판 상에 투영 노광하는 투영노광방법에 있어서,

상기 투영 광학계의 결상 특성을 보정하는 제 1 공정과;

상기 제 1 공정에 의하여 발생하는, 상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상위치 어긋남량을 구하는 제 2 공정과;

상기 투영 광학계에 의한 투영상의 결상 위치 어긋남량을 상기 기판의 위치를 제어하여 보정하는 제 3 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광방법.

## 청구항 20.

다수의 광학 엘리먼트와 상기 다수의 광학 엘리먼트를 유지하는 경통을 가지는 투영 광학계를 매개로 하여 마스크의 패턴을 기판상으로 투영 노광하는 투영노광방법에 있어서,

상기 경통과 상기 여러 광학 엘리먼트 중 하나 사이의 위치 관계를 얻는 제 1 공정과;

상기 제 1 공정에서 얻어진 위치 관계에 따라 상기 투영 광학계를 통한 상기 마스크의 패턴의 상과 상기 기판과의 위치 관계를 결정하는 제 2 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광방법.

## 청구항 21.

적어도 2개의 광학 엘리먼트를 가지는 투영 광학계를 통해 마스크의 패턴을 기판상으로 투영 노광하는 투영노광방법에 있어서,

상기 투영 광학계의 제 1 광학 엘리먼트와 제 2 광학 엘리먼트 사이의 위치관계를 얻는 제 1 공정과;

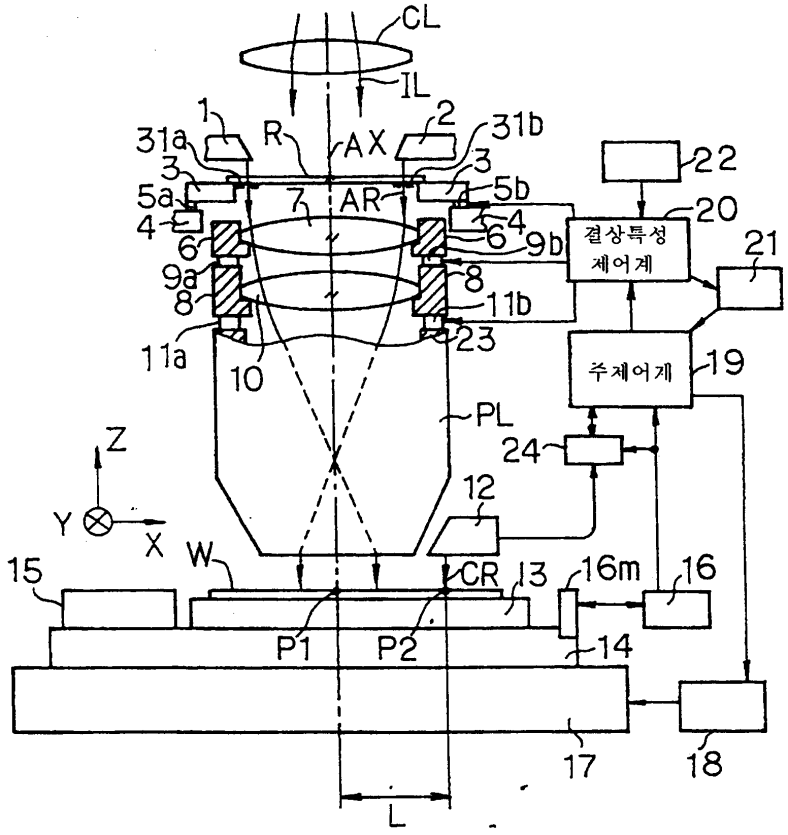
상기 제 1 공정에서 얻어진 위치 관계에 따라 상기 투영 광학계를 통한 상기 마스크의 패턴의 상과 상기 기판과의 위치 관계를 결정하는 제 2 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광방법.

## 청구항 22.

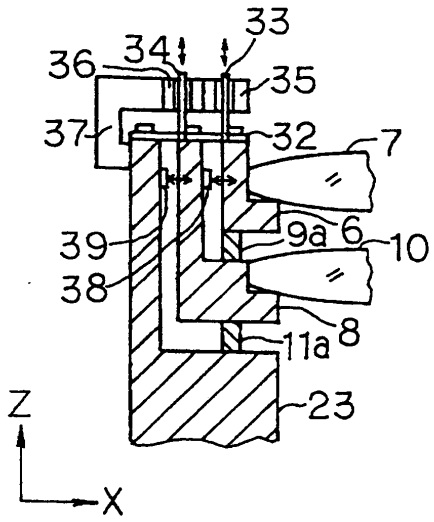
제 19항 내지 제 21항 중 임의의 한 항을 이용하여, 기판 상에 디바이스 패턴을 전사하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스의 제조 방법.

도면

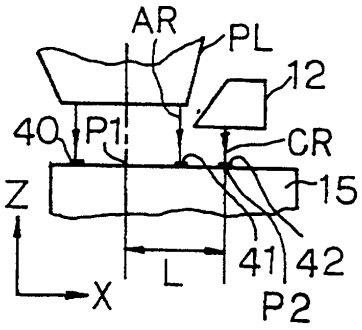
도면1


CL
IL
1
2
31a
31b
R
AX
3
3
5a
5b
AR
7
4
4
6
6
9b
9a
8
8
11b
11a
23
10
PL
22
20
결상특성
제어계
21
주제어계
19
24
12
Z
Y
X
W
15
CR
13
16m
16
P1
P2
14
17
18
L

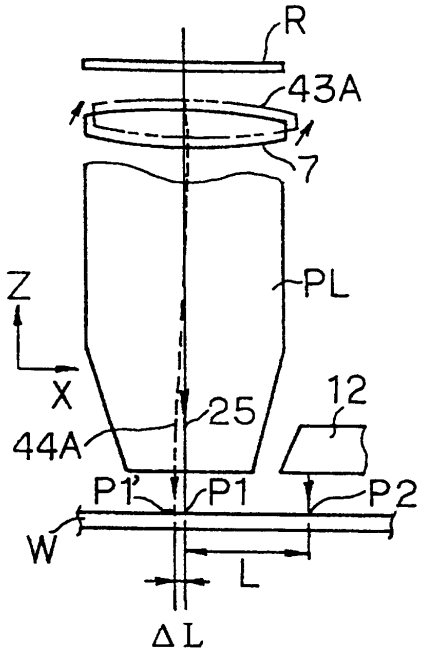
도면2


33
34
36
35
37
32
7
9a
6
10
39
38
11a
8
23
Z
X

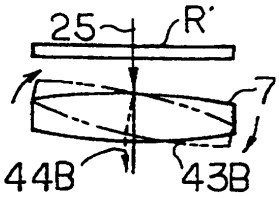
도면3



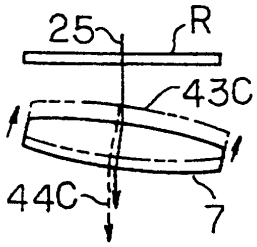

도면4a



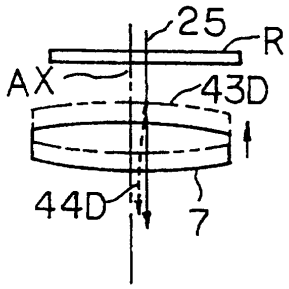

도면4b



도면4c




도면4d




도면5

