



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월06일

(11) 등록번호 10-1539827

(24) 등록일자 2015년07월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G01B 11/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0125240
 (22) 출원일자 2012년11월07일
 심사청구일자 2013년11월07일
 (65) 공개번호 10-2013-0054148
 (43) 공개일자 2013년05월24일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-249560 2011년11월15일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

KR100389976 B1*

JP평성11194502 A

JP2008147369 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고
 (72) 발명자
사카모토 노리토시
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고
 캐논 가부시끼가이샤 내
 (74) 대리인
장수길, 박충범

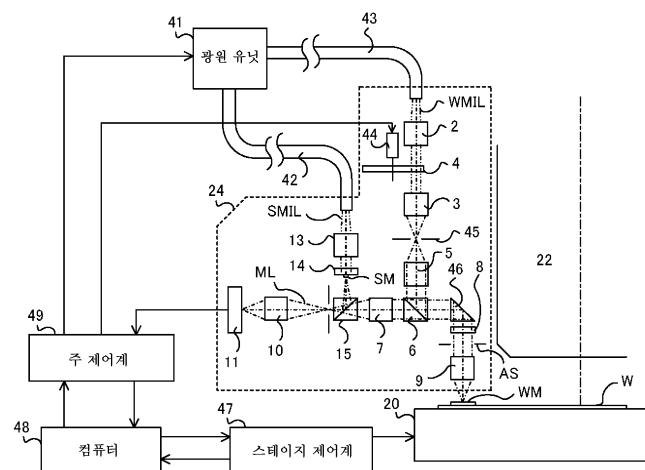
전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 조승현

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

(57) 요 약

기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하는 위치 계측 장치는, 제1 광장 대역의 광을 사출하는 광원으로부터의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계, 제2 광장 대역의 기준 광을 이용하여 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계, 및 피검출체로부터의 광 및 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛을 포함하고, 기준 광의 제2 광장 대역은 광원으로부터의 계측 광의 제1 광장 대역의 상한과 하한 사이에 설정된다.

대 표 도 - 도3

명세서

청구범위

청구항 1

기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하는 위치 계측 장치로서,

제1 파장 대역의 광을 사출하는 광원으로부터의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계,

제2 파장 대역의 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계, 및

상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛을 포함하고,

상기 기준 광의 상기 제2 파장 대역은 상기 광원으로부터의 상기 계측 광의 상기 제1 파장 대역의 상한과 하한 사이에 설정되는, 위치 계측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위치 계측 유닛은, 상기 계측 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과와, 상기 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과에 기초하여, 상기 계측 광의 제1 파장 대역과 상기 기준 광의 제2 파장 대역 간의 차에 의해 발생되는 기준 마크 계측 값의 변동량을 미리 저장하고, 상기 기준 마크 계측 값의 변동량을 이용하여 상기 위치 계측 유닛에 의한 계측 결과를 보정하는, 위치 계측 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 광원, 및

상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 광원을 더 포함하고,

상기 제1 광원 및 상기 제2 광원 각각은 할로겐 램프, LED, 레이저, 및 레이저 다이오드 중 하나 이상에 의해 구성되는, 위치 계측 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 광원과 상기 제2 광원을 공통으로 이용하여 하나의 광원 유닛이 구성되는, 위치 계측 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 하나의 광원 유닛은, 상기 피검출체를 조명하기 위해 이용되는 광로와, 상기 기준 마크를 조명하기 위해 이용되는 광로를 스위칭하는 광로 스위칭 유닛을 갖는, 위치 계측 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 기준 광의 상기 제2 파장 대역은 상기 계측 광의 상기 제1 파장 대역의 선택에 따라 선택되는, 위치 계측 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기준 광 및 상기 계측 광의 광량들은 서로 독립적으로 조정될 수 있는, 위치 계측 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 피검출체로부터의 광속과 상기 기준 마크로부터의 광속을 합성하도록 구성된 광학 소자, 및

상기 광학 소자에 의해 합성된 광속을 수광하도록 구성된 화상 센서를 더 포함하고,

상기 광학 소자의 막의 광학 특성은, 상기 제1 파장 대역을 갖는 상기 계측 광과 상기 제2 파장 대역을 갖는 상기 기준 광에 대해 서로 상이한, 위치 계측 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 피검출체로부터의 광속과 상기 기준 마크로부터의 광속을 합성하도록 구성된 광학 소자, 및

상기 광학 소자에 의해 합성된 광속을 수광하도록 구성된 화상 센서를 더 포함하고,

상기 광학 소자의 막의 광학 특성은, 상기 피검출체로부터의 광속의 광량이 상기 기준 마크로부터의 광속의 광량보다 크도록 설정되는, 위치 계측 장치.

청구항 10

기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하는 위치 계측 장치로서,

제1 파장 대역의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계,

제2 파장 대역의 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계 -상기 계측 광의 제1 파장 대역은 상기 기준 광의 제2 파장 대역과는 상이함-,

상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛,

상기 피검출체로부터의 광속과 상기 기준 마크로부터의 광속을 합성하도록 구성된 광학 소자, 및

상기 광학 소자에 의해 합성된 광속을 수광하도록 구성된 화상 센서를 포함하고,

상기 위치 계측 유닛은, 상기 계측 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과와, 상기 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과에 기초하여, 상기 계측 광의 제1 파장 대역과 상기 기준 광의 제2 파장 대역 간의 차에 의해 발생되는 기준 마크 계측 값의 변동량을 미리 저장하고, 상기 기준 마크 계측 값의 변동량을 이용하여 상기 위치 계측 유닛에 의한 계측 결과를 보정하고,

상기 광학 소자의 막의 광학 특성은, 상기 제1 파장 대역을 갖는 상기 계측 광과 상기 제2 파장 대역을 갖는 상기 기준 광에 대해 서로 상이한, 위치 계측 장치.

청구항 11

기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하는 위치 계측 장치로서,

제1 파장 대역의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계,

제2 파장 대역의 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계 -상기 계측 광의 제1 파장 대역은 상기 기준 광의 제2 파장 대역과는 상이함-,

상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛,

상기 피검출체로부터의 광속과 상기 기준 마크로부터의 광속을 합성하도록 구성된 광학 소자, 및

상기 광학 소자에 의해 합성된 광속을 수광하도록 구성된 화상 센서를 더 포함하고,

상기 위치 계측 유닛은, 상기 계측 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과와, 상기 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과에 기초하여, 상기 계측 광의 제1 광장 대역과 상기 기준 광의 제2 광장 대역 간의 차에 의해 발생되는 기준 마크 계측 값의 변동량을 미리 저장하고, 상기 기준 마크 계측 값의 변동량을 이용하여 상기 위치 계측 유닛에 의한 계측 결과를 보정하고,

청구항 12

마스크의 패턴을 기판에 노광하는 노광 장치로서,

제1항 내지 제11항에 중 어느 한 항에 따른 상기 위치 계측 장치를 포함하는, 노광 장치.

청구항 13

디바이스 제조 방법으로서,

제12항에 따른 상기 노광 장치를 이용하여 기판을 노광하는 단계, 및

노광된 기판을 현상하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.

발명의 설명

기술분야

본 발명은 마스크나 웨이퍼 등의 피검출체의 위치를 고정밀도로 계측하는 위치 계측 장치에 관한 것이다.

배경기술

최근, 미세가공 기술의 진전이 현저하다. 노광 광이 KrF 엑시머 레이저 등의 단파장 광으로 바뀌면, 사용될 유리 재료가 한정되어, 투영 광학계의 얼라인먼트 파장에 대한 파장 차를 보정하기가 곤란하게 된다. 이 때문에, 노광 장치에서는, 파장 차의 영향을 받지 않는 오프-액시스 얼라인먼트 검출계(off-axis alignment detection system)(OA 검출계)를 채택하는 것이 요구된다. 또한, 웨이퍼의 표면 위치를 계측하는 고정밀 포커스계가 요청된다.

종래부터 웨이퍼 열라인먼트계나 포커스계에서는 위치 계측 오차를 감소시키기 위해서 기준 광학계를 구성해서 절대값 보정 계측을 행한다. 일본 공개 특허 공보 H2-206706호에는, 웨이퍼 열라인먼트계의 보정 계측에 있어서, 웨이퍼 계측용의 광학계와는 별도로 계측 기준 광의 광학계를 포함한 구성이 개시되어 있다. 일본 공개 특허 공보 제2006-337373호에는, 포커스계의 보정 계측에 있어서, 웨이퍼 계측용의 광학계와는 별도로 계측 기준 광의 광학계를 포함한 구성이 개시되어 있다. 일본 공개 특허 공보 H2-206706호와 일본 공개 특허 공보 제2006-337373호에 개시된 구성에 있어서, 기준 광의 파장과 계측 광의 파장이 서로 상이한 경우, 겹출계에 있어서 파장 차가 발생한다. 이 파장 차는 센서상의 위치 어긋남을 유발하기 때문에, 계측 값에 오차가 발생한다. 그래서 일본 공개 특허 공보 제2002-164268호에는 이러한 파장 차에 의해 유발되는 위치 어긋남을 보정하는 구성이 개시되어 있다.

위치 계측 장치에 이용되는 계측 광의 파장은 가변적이지만, 기준 광의 파장은 고정된다. 이로 인해, 계측 값의 보정은 실제의 계측 값에 대하여 소정의 보정값(오프셋값)을 더하거나 뺌으로써 행해진다. 그러나 염밀하게 말하면, 실제의 계측 값에 대하여 요구되는 보정량은, 계측 광의 파장과 기준 광의 파장 간의 차에 따라 상이하다. 이로 인해, 일정한 보정량을 고려한 것만으로는 정확한 보정을 행할 수 없다. 또한, 실제의 위치 계측 장치에 있어서는, 광학 부품 등의 구성 부품의 제조 오차나 조립 오차에의 대응력을 향상시키기 위해서, 사용 파장 대역을 광대역화하는 경향이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

본 발명은 광장 차에 의해 유발되는 계측 오차를 감소시켜서 고정밀도로 위치 계측을 행하는 위치 계측 장치.

노광 장치, 및 디바이스 제조 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006]

본 발명의 일 양태로서의 위치 계측 장치는 기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하고, 상기 위치 계측 장치는 제1 파장 대역의 광을 사출하는 광원으로부터의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계, 제2 파장 대역의 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계, 및 상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛을 포함한다. 상기 기준 광의 상기 제2 파장 대역은 상기 광원으로부터의 상기 계측 광의 제1 파장 대역의 상한과 하한 사이에 설정된다.

[0007]

본 발명의 다른 양태로서의 위치 계측 장치는 기준 마크를 이용하여 피검출체의 위치를 계측하고, 상기 위치 계측 장치는 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계, 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계 -상기 기준 광의 파장 대역은 상기 계측 광의 파장 대역과는 상이함- 및 상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛을 포함한다. 상기 위치 계측 유닛은, 상기 계측 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과와, 상기 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 계측하여 얻은 결과에 기초하여, 상기 계측 광의 파장 대역과 상기 기준 광의 제2 파장 대역 간의 차에 의해 발생되는 기준 마크 계측 값의 변동량을 미리 저장하고, 상기 기준 마크 계측 값의 변동량을 이용하여 상기 위치 계측 유닛에 의한 계측 결과를 보정한다.

[0008]

본 발명의 다른 특징으로서의 노광 장치는 마스크의 패턴을 기판에 노광하고, 상기 노광 장치는 상기 위치 계측 장치를 포함한다.

[0009]

디바이스 제조 방법은 노광 장치를 이용하여 기판을 노광하는 단계, 및 노광된 상기 기판을 현상하는 단계를 포함한다. 상기 노광 장치는 마스크의 패턴을 기판에 노광하고, 상기 노광 장치는 위치 계측 장치를 포함하고, 상기 위치 계측 장치는 제1 파장 대역의 광을 사출하는 광원으로부터의 계측 광을 이용하여 상기 피검출체를 조명하도록 구성된 제1 조명 광학계, 제2 파장 대역의 기준 광을 이용하여 상기 기준 마크를 조명하도록 구성된 제2 조명 광학계, 및 상기 피검출체로부터의 광 및 상기 기준 마크로부터의 광을 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 상기 피검출체의 위치를 구하도록 구성된 위치 계측 유닛을 포함하고, 상기 기준 광의 제2 파장 대역은 상기 광원으로부터의 상기 계측 광의 제1 파장 대역의 상한과 하한 사이에 설정된다.

발명의 효과

[0010]

본 발명의 다른 특징들 및 양태들은 첨부 도면을 참조하여 하기의 예시적인 실시 형태들의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011]

도 1은 본 실시 형태들 각각에 있어서 위치 계측 장치를 포함한 노광 장치의 개략도이다.

도 2a 및 도 2b는 본 실시 형태들 각각에 있어서의 마스크 스테이지 주변부의 구성도이다.

도 3은 실시 형태 1에 있어서의 노광 장치의 주요부의 구성도이다.

도 4는 실시 형태 1에 있어서의 광원 유닛의 구성도이다.

도 5a 및 도 5b는 실시 형태 1에 있어서의 파장 스위칭 원반의 구성도이다.

도 6a 및 도 6b는 실시 형태 1에 있어서의 하프 미러 특성의 설명도이다.

도 7은 실시 형태 2에 있어서의 노광 장치의 주요부 구성도이다.

도 8a 및 도 8b는 실시 형태 2에 있어서의 다이크로익 미러 특성의 설명도이다.

도 9는 실시 형태 3에 있어서의 광원 유닛의 구성도이다.

도 10은 실시 형태 4에 있어서의 포커스 계측 장치의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 발명의 실시 형태들에 대해서 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 각 도면에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 동일한 참조 번호들을 붙이고, 그 중복되는 설명은 생략한다.
- [0013] 도 1은 본 실시 형태에 있어서의 노광 장치(100)의 개략도이다. 노광 장치(100)는, 후술하는 바와 같이, 위치 계측 장치로서의 OA 검출계(24) 및 포커스 계측 장치(70)를 포함하여 구성된다. 본 실시 형태의 위치 계측 장치는 기준 마크를 이용하여 피검출체(검출할 물체)의 위치를 검출하도록 구성된다. 기준 마크는 기준 지표로서의 기능을 갖기만 하면 되고, 기준 마크의 형태나 위치는 한정되지 않는다. 피검출체는 웨이퍼(웨이퍼 마크)에 한정되지 않고, 본 실시 형태는 다른 피검체를 검출할 경우에도 적용될 수 있다.
- [0014] 노광 장치(100)는 투영 광학계(22)를 통하여 마스크(17)(원판)의 패턴을 웨이퍼 W(기판) 위에 투영시킨다. 광원(34)으로부터 소정의 파장 대역의 조명 광이 사출된다. 광원(34)으로부터 사출된 조명 광은, 마스크(17)를 조명하는 조명 광학계에 입사한다. 조명 광학계는 조명 광 정형 광학계(35), 플라이-아이 렌즈(36), 콘덴서 렌즈(37), 고정 시야 조리개(38), 가변 시야 조리개(39)(이동가능 블라인드), 및 릴레이 렌즈계(40)를 포함하여 구성된다. 가변 시야 조리개(39)는 주사 방향($\pm Y$ 방향)의 폭을 규정하는 2개의 블레이드(차광판(39A, 39B))와, 주사 방향에 수직인 비주사 방향($\pm X$ 방향)의 폭을 규정하는 2개의 블레이드(도시 생략)를 포함한다.
- [0015] 이러한 구성에 의해, 슬릿 형상의 조명 영역에 있어서의 마스크(17)의 회로 패턴 상은 투영 광학계(22)를 통해서 웨이퍼 W 위에 전사된다. 광원(34)으로서는, 예를 들어, ArF 액시머 레이저나 KrF 액시머 레이저 등의 액시머 레이저 광원, 금속 증기 레이저 광원, 또는 YAG 레이저의 고주파 발생 장치 등의 펄스 광원, 또는 수온 램프와 타원 반사경을 조합한 구성 등의 연속 광원(continuum light source) 등이 이용된다.
- [0016] 광원(34)이 펄스 광원인 경우, 노광의 온/오프는 펄스 광원용의 전원 장치로부터의 공급 전력의 제어에 의해 스위칭된다. 한편, 광원(34)이 연속 광원인 경우, 조명 광 정형 광학계(35) 내의 셔터에 의해 온/오프가 스위칭된다. 그러나, 본 실시 형태에서는 가변 시야 조리개(39)가 설치되기 때문에, 가변 시야 조리개(39)의 개방이나 폐쇄에 의해 노광의 온/오프가 스위칭될 수도 있다. 광원(34)으로부터의 조명 광은 조명 광 정형 광학계(35)에 의해 그 광속 직경이 소정의 크기로 설정되고, 플라이-아이 렌즈(36)에 도달한다. 플라이-아이 렌즈(36)의 사출면에는 다수의 2차 광원이 형성된다. 이 2차 광원들로부터의 조명 광은 콘덴서 렌즈(37)에 의해 집광된 후, 고정 시야 조리개(38)를 통해 가변 시야 조리개(39)에 도달한다.
- [0017] 본 실시 형태에서, 고정 시야 조리개(38)는 가변 시야 조리개(39)에 비해 콘덴서 렌즈(37)측에 배치되지만, 반대로, 고정 시야 조리개(38)는 릴레이 렌즈계(40)측에 배치될 수도 있다. 고정 시야 조리개(38)에는 직사각형 슬릿 형상의 개구부가 형성되어 있다. 이로 인해, 고정 시야 조리개(38)를 통과한 광속은 직사각형 슬릿 형상의 단면을 갖는 광속이 되고, 릴레이 렌즈계(40)에 입사한다. 슬릿의 길이 방향은 도 1에 있어서의 지면에 대하여 수직인 방향이다. 릴레이 렌즈계(40)는 가변 시야 조리개(39)와 마스크(17)의 패턴 형성 면을 서로 공액이 되도록 설정하는 렌즈계이다.
- [0018] 마스크(17)는 마스크 스테이지(18) 위에 유지된다. 마스크 스테이지(18)는 마스크(17)를 주사 방향($\pm Y$ 방향)으로 이동시킬 수 있도록 구성된다. 마스크 스테이지(18)의 위치는 마스크 스테이지(18) 위에 설치된 반사 미러(25)로부터의 반사 광을 검출하는 간섭계(26)에 의해 계측된다. 또한, 마스크 스테이지(18) 위에는 마스크 기준 마크(19)가 설치되어, 마스크 스테이지(18)의 위치 계측을 행하기 위해 이용된다.
- [0019] 웨이퍼 W는 웨이퍼 반송 장치(도시 생략)에 의해 웨이퍼 스테이지(20)의 스테이지 플래터(29)에 적재된다. 웨이퍼 스테이지(20)는 투영 광학계(22)의 광축에 수직인 면내에서 웨이퍼 W의 위치 결정(열라인먼트)을 행하고, 또한 웨이퍼 W를 주사 방향($\pm Y$ 방향)으로 주사하는 XY 스테이지, Z 방향에서 웨이퍼 W의 위치 결정(열라인먼트)을 행하는 Z 스테이지 등을 포함하여 구성된다. 웨이퍼 스테이지(20)의 위치는 웨이퍼 스테이지(20) 위에 형성된 반사 미러(27)로부터의 반사 광을 검출하는 간섭계(28)에 의해 계측된다. 웨이퍼 스테이지(20) 위에는 스테이지 기준 마크(21)가 설치되어, 웨이퍼 스테이지(20)의 위치 계측을 행하기 위해 이용된다. 웨이퍼 W의 상방에는 오프-액시스 방식의 OA 검출계(24)(오프-액시스 열라인먼트 검출계)가 설치된다. 투영 광학계(22)의 노광 영역에는 투영 광학계(22)의 포커스 방향($\pm Z$ 방향)의 위치를 계측하는 포커스 계측 장치(70)가 설치된다.
- [0020] 그 다음에, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 베이스라인의 계측 방법에 대해서 설명한다. 도 2a 및 도 2b는 본 실시 형태에 있어서의 마스크 스테이지 주변부의 구성도이며, 도 2a와 도 2b는 각각 상면도와 단면도를 도시한다. 마스크 스테이지(18)는 마스크(17)를 유지하고 이동 가능하게 구성된다. 마스크 스테이지(18) 위에는 마스크(17)가 배치된다. 마스크(17)에는 베이스라인 계측용 마크(33)가 설치된다. 마스크 스테이지(18) 위에는 마스

크(17)와 마스크 스테이지(18)를 열라인하기 위한 기준 마크인 마스크 기준 마크(19)가 설치된다. 마스크(17)는, 마스크 열라인먼트 현미경(도시 생략)을 이용하여 마스크 기준 마크(19)와 열라인된다.

[0021] 우선, 도 2b에 도시된 바와 같이, 열라인먼트 현미경(23)을 이용하여, 마스크(17) 위에 설치된 베이스라인 계측 용 마크(33)와, 투영 광학계(22)를 통해 웨이퍼 스테이지(20) 위에 고정된 스테이지 기준 마크(21) 간의 상대 위치를 검출한다(제1 단계). 제1 단계의 완료 후, 웨이퍼 스테이지(20)를 이동시키고, 스테이지 기준 마크(21)를 OA 검출계(24)의 관찰 영역으로 이동시킨다. 계속해서, 스테이지 기준 마크(21)와 OA 검출계(24)의 기준 마크 간의 상대 위치를 검출한다(제2 단계). 제1 단계와 제2 단계의 검출 결과에 기초하여 베이스라인량을 산출한다. 그 결과, 패턴 노광의 중심에 대한 OA 검출계(24)의 계측 위치를 구할 수 있다. 그리고, 웨이퍼 W(기판)를 열라인한 후에 노광을 개시할 수 있다.

[실시 형태 1]

[0023] 그 다음에, 본 발명의 실시 형태에 있어서의 위치 계측 장치를 포함한 노광 장치에 대해서 설명한다. 도 3은 본 실시 형태에 있어서의 노광 장치의 주요부의 구성도이며, OA 검출계(24)(위치 계측 장치)를 중심으로 해서 도시한다.

[0024] 도 3에 있어서, 참조 번호 22는 투영 광학계를 나타낸다. 참조 번호 41은 광원 유닛을 나타낸다. 광원 유닛(41)에는, HeNe 레이저나 할로겐 램프 등의 발열 소자(광원)가 설치되기 때문에, 온도 안정성이 요청되는 OA 검출계(24)로부터 떨어져서 배치된다. OA 검출계(24)의 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 광원 유닛(41)으로부터 OA 검출계(24)의 조명계에 접속되어 있는 파이버(43)에 의해 도광된다. 파이버(43)의 출사 단부로부터의 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은, 조명 릴레이 렌즈(2, 3)를 통하여, 조명 개구 조리개 원반(4) 위에 배치된 여러 종류의 조명 개구 조리개들 중 어느 하나를 통과한다. 이 조명 개구 조리개들은 조명 개구 조리개 원반(4)을 모터(4 4)를 이용하여 이동시킴으로써, 회전 방식(터렛(turret) 방식)으로 스위칭 가능하게 구성된다.

[0025] 광원 유닛(41)의 종류(HeNe 레이저 또는 할로겐 램프 등)와 조명 개구 조리개의 조합에 의한 조명 조건(이하, "조명 모드"라고 칭함)이 설정되면, 컴퓨터(48)는 모터(44)의 원점으로부터의 회전량을 주 제어계(49)에 지시한다. 후술하는 바와 같이, 컴퓨터(48)는 검출 광학계(10)에 의해 검출된 광속에 기초하여 웨이퍼 마크 WM의 위치를 검출하는 위치 계측 유닛이다. 모터(44)의 회전 원점은 미리 원점 검출 구동으로서 모터(44)를 회전시킴으로써 얻어질 수 있다. 본 실시 형태의 원점 검출 방법에 있어서, 모터(44)의 회전 원점은 조명 개구 조리개 원반(4)에 설치된 슬릿이 포토 스위치의 검출기를 통과한 위치에 설정된다. 주 제어계(49)는 컴퓨터(48)에 의해 지시된 회전량에 따라 모터(44)를 구동하고, 조명 개구 조리개들 중 어느 하나가 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL의 위치에 설정된다.

[0026] 그 다음에, 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 조명 릴레이 렌즈(3)를 통해서 조명 시야 조리개(45)를 조사한다. 조명 시야 조리개(45)로부터 사출된 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 조명 광학계(5)(제1 조명 광학계)를 투과한 후, 편광 빔 스플리터(6)에 입사한다. 조명 광학계(5)는 제1 파장 대역을 갖는 계측 광을 이용하여 피검출체(웨이퍼 마크 WM)를 조명하도록 구성된다. 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 편광 빔 스플리터(6)에 의해 P 편광 성분(지면에 평행한 성분)이 반사한다. 또한, 편광 빔 스플리터(6)는 검출광을 고효율로 검출하기 위해 이용되고, 광량이 충분할 경우에는 통상의 하프 미러로 구성될 수도 있다.

[0027] 편광 빔 스플리터(6)를 투과한 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 반사 프리즘(46)에서 반사되고, 웨이퍼 W를 향해서(도면 중의 하방으로) 진행한다. 반사 프리즘(46) 밑에는, 1/4 파장판(8)이 배치된다. 1/4 파장판(8)을 투과한 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL은 원편광으로 변환된다. 그 후, 결상 개구 조리개 AS 및 대물 렌즈(9)를 통하여 웨이퍼 W 위의 피검출체인 웨이퍼 마크 WM을 낙사 조명(epi-illumination)한다. 이 경우, 웨이퍼 W는 X, Y, Z 방향 및 그 축들의 회전 방향으로 구동 가능한 웨이퍼 스테이지(20) 위에 유지된다. 웨이퍼 스테이지(20)는 컴퓨터(48)로부터의 지시에 따라 스테이지 제어계(47)에 의해 구동될 수 있도록 구성된다.

[0028] 웨이퍼 마크 WM으로부터의 반사, 회절, 산란에 의해 발생한 결상 광속 ML은 대물 렌즈(9), 결상 개구 조리개 AS, 및 1/4 파장판(8)을 투과한다. 1/4 파장판(8)을 투과한 결상 광속 ML은 원편광으로부터 지면에 수직인 방향(W 방향)의 직선 편광(S 편광)으로 변환된다. 그 다음에, 결상 광속 ML은 반사 프리즘(46)을 통해서 편광 빔 스플리터(6)를 투과하고, 릴레이 렌즈(7)에 도광된다. 릴레이 렌즈(7)는 웨이퍼 마크 WM의 상을 일단 결상한다. 그 후, 검출 광학계(10)에 의해 화상 센서(11)의 수광 면 위에 다시 결상한다. 검출 광학계(10)는 웨이퍼 마크 WM으로부터의 광속(및 후술하는 기준 마크 SM으로부터의 광속)을 검출한다. 화상 센서(11)에 의해 검출된 웨이퍼 마크 신호는 주 제어계(49)를 통해서 컴퓨터(48)에 입력된다. OA 검출계(24)의 기준 마크 조명

광속 SMIL은, 광원 유닛(41)과 OA 검출계(24)의 기준 마크 조명계를 접속하는 파이버(42)에 의해 도광된다. 파이버(42)의 출사 단부로부터의 기준 마크 조명 광속 SMIL은, 기준판 조명 광학계(13)(제2 조명 광학계)를 통하여 기준판(14) 위에 균일한 광량 분포를 얻도록 Kohler 조명을 행한다. 기준판 조명 광학계(13)는 제2 파장 대역을 갖는 기준 광을 이용하여 기준 마크 SM을 조명하도록 구성된다.

[0029] 본 실시 형태에서, 기준 광의 제2 파장 대역은 계측 광의 제1 파장 대역의 상한과 하한 사이에 설정된다. 제1 파장 대역과 제2 파장 대역 간의 관계를 이렇게 설정함으로써, 기준 광과 계측 광 간의 파장 차가 감소되기 때문에, 파장 차에 의해 유발되는 계측 오차를 감소시킬 수 있다.

[0030] 대안적으로, 본 실시 형태는 제1 파장 대역과 제2 파장 대역 간의 파장 차에 기초하여 보정을 행하도록 구성될 수도 있다. 이 경우, 계측 광을 이용하여 기준 마크 SM을 계측한 결과와 기준 광을 이용하여 기준 마크 SM을 계측한 결과에 기초하여, 제1 파장 대역과 제2 파장 대역 간의 차이에 기인하여 발생되는 기준 마크 계측 값의 변동량을 미리 저장한다. 이 변동량은, 예를 들어, 컴퓨터(48)에 설치된 저장 유닛에 저장된다. 컴퓨터(48)는 기준 마크 계측 값의 변동량을 이용하여 계측 광에 의한 웨이퍼 마크 WM의 계측 결과를 보정한다. 이러한 구성에서도, 파장 차에 의해 유발되는 계측 오차를 감소시킬 수 있다.

[0031] 기준 마크 SM은 기준판(14)에 설치되고, 기준 마크 SM을 투과한 광만이 하프 미러(15)(광학 소자)에 도광된다. 하프 미러(15)는 기준 마크 SM으로부터의 광속을 화상 센서(11)에 도광한다. 화상 센서(11)는 하프 미러(15)로 합성된 광속, 즉, 웨이퍼 마크 WM으로부터의 광속과 기준 마크 SM으로부터의 광속의 합성 광을, 검출 광학계를 통해서 수광한다. 화상 센서(11)에 의해 검출된 기준 마크 SM 신호는 주 제어계(49)를 통해서 컴퓨터(48)에 입력된다. 컴퓨터(48)는 웨이퍼 마크 신호 및 기준 마크 신호를 이용하여, 웨이퍼 스테이지(20)의 위치에 기초하여 웨이퍼 W의 위치를 산출한다. 스테이지 제어계(47)는 그 산출 결과에 기초하여 웨이퍼 스테이지(20)를 구동하여 웨이퍼 W를 얼라인한다.

[0032] 그 다음에, 도 4를 참조하여, 본 실시 형태의 위치 계측 장치에 있어서의 광원 유닛(41)에 대해서 설명한다. 도 4는 광원 유닛(41)의 구성도이다. 광원 유닛(41)에는 할로겐 램프(50), HeNe 레이저(58), 광원 스위칭 미러(51), 광원, 즉, 할로겐 램프(50) 및 HeNe 레이저(58)로부터의 광속을 파이버(42, 43)의 입사 단부에 집광하는 광학계(52), 및 광로 스위칭 미러(57)(광로 스위칭 유닛)가 설치된다. 할로겐 램프(50)와 HeNe 레이저(58)는 각각 웨이퍼 마크 WM을 조명하는 제1 광원과 기준 마크 SM을 조명하는 제2 광원이다. 본 실시 형태에서는, 제1 광원과 제2 광원을 공통으로 이용하여 하나의 광원 유닛(41)이 구성된다. 또한, 제1 광원과 제2 광원은 서로 뒤바뀔 수도 있다. 제1 광원과 제2 광원 각각은 할로겐 램프, LED, 레이저, 및 레이저 다이오드 중 적어도 하나를 구비하기만 하면 된다.

[0033] 광원 유닛(41)에는, 할로겐 램프(50)로부터의 광을 원하는 파장 대역으로 변환하는 파장 스위칭 원반(54)과, 파장 스위칭 원반(54)을 구동하는 모터(53)가 설치된다. 또한, 광원 유닛(41)에는, 광원의 광량 조정을 행하는 광량 조정 원반(56)과, 광량 조정 원반(56)을 구동하는 모터(55)가 설치된다. 파장 스위칭 원반(54)에는 복수의 파장 컷 필터가 설치되고, 파장 스위칭 원반(54)을 모터(53)에 의해 구동함으로써, 회전 방식(터렛 방식)으로 파장을 스위칭할 수 있다.

[0034] 본 실시 형태의 파장 스위칭 원반(54)은 장파장측과 단파장측의 파장 컷 필터들을 조합하여 원하는 파장 대역의 파장을 실현할 수 있는 기구를 갖는다. 우선, 본 실시 형태에서 이용되는 파장 대역(조명 파장 대역)은 "a"(450nm 내지 550nm), "b"(550nm 내지 600nm), "c"(600nm 내지 650nm), "d"(650nm 내지 700nm), "e"(700nm 내지 800nm)로 설정된다. 또한, HeNe 레이저의 파장(파장 대역)은 630nm로 설정된다. 또한, 파장의 최소 단위는 1nm이다.

[0035] 표 1은 각 파장 대역과 그 파장 대역에 대응하는 파장 컷 필터의 조합을 나타낸다.

표 1

파장 대역		단파장측 컷 필터	장파장측 컷 필터
a	450nm~550nm	449nm 이하	551nm 이상
b	550nm~600nm	549nm 이하	601nm 이상
c	600nm~650nm	599nm 이하	651nm 이상
d	650nm~700nm	649nm 이하	651nm 이상
e	700nm~800nm	699nm 이하	801nm 이상

(※ 최소 단위는 1nm로 설정됨)

[0036]

본 실시 형태에서, 예를 들어, 파장 대역 "a"(450nm 내지 550nm)가 선택된 경우를 생각한다. 이 경우, 449nm 이하의 파장을 컷하는 단파장측 컷 필터와 551nm 이상의 파장을 컷하는 장파장측 컷 필터를 조합하면, 할로겐 램프(50)로부터의 광을 원하는 파장 대역의 조명 광으로서 생성할 수 있다. 다른 파장 대역에 대해서도, 마찬가지로 조합을 채택함으로써, 원하는 파장 대역의 조명 광을 생성할 수 있다.

[0037]

도 5a 및 도 5b는 본 실시 형태에 있어서의 파장 스위칭 원반(54)의 구성도이며, 도 5a는 평면도를 도시하고, 도 5b는 도 5a의 B-B선을 따라 절단한 단면도를 도시한다. 파장 스위칭 원반(54)은 복수의 파장 대역에 대응하도록 조합된 복수의 컷 필터를 포함한다. 도 5b의 단면도에 도시된 바와 같이, 파장 스위칭 원반(54)의 한쪽 면측에 단파장측 컷 필터(59, 61)가 배치되고, 파장 스위칭 원반(54)의 다른 한쪽의 면측에 장파장측 컷 필터(60, 62)가 배치된다. 이와 같이, 복수의 단파장측 컷 필터와 장파장측 컷 필터를 조합하는 경우, 원하는 파장 대역의 조명 광이 생성될 수 있다. 본 실시 형태에서, 파장 대역 "a"에 대해서는, 단파장측 컷 필터(59)로서 449nm 이하의 파장을 컷하는 파장 컷 필터를 이용하고, 장파장측 컷 필터(60)로서 551nm 이상의 파장을 컷하는 파장 컷 필터를 이용한다. 마찬가지로, 파장 대역 "d"에 대해서는, 단파장측 컷 필터(61)로서 649nm 이하의 파장을 컷하는 파장 컷 필터를 이용하고, 장파장측 컷 필터(62)로서 701nm 이상의 파장을 컷하는 파장 컷 필터를 이용한다.

[0039]

컴퓨터(48)는 조명 광의 파장 대역이 설정되면, 주 제어계(49)에 모터(55)의 회전 원점에 대한 회전량을 지시한다. 모터(55)의 회전 원점은 미리 원점 검출 구동으로서 모터(55)를 회전시켜서 얻는다. 본 실시 형태의 원점 검출 방법에 있어서, 모터(55)의 회전 원점은, 파장 스위칭 원반(54)에 설치된 슬릿(54a)이 포토 스위치 PS의 검출기를 통과한 위치에 설정된다. 주 제어계(49)는 지시된 회전량에 따라 모터(44)를 구동하고, 조명 개구 조리개들 중 어느 하나가 웨이퍼 마크 조명 광속 WMIL의 위치에 있도록 설정된다. 본 실시 형태에서는 5개 종류의 파장 대역 "a" 내지 "e"를 설정하지만, 파장 대역의 종류의 개수는 이것에 한정되지 않고, 5개 이외의 다른 개수로 설정될 수도 있다. 파장 스위칭 원반(54)은 단층 구성이지만, 본 실시 형태는 이것에 한정되지 않고, 복수개의 단층 구성을 채택할 수 있어서 더 많은 파장 대역의 조명 광을 생성할 수도 있다. 기준 광의 파장 대역은 계측 광의 파장 대역의 선택과 연동해서 선택된다.

[0040]

도 4에 있어서, 광량 조정 원반(56)에는 서로 투과율이 상이한 복수의 ND 필터가 설치된다. 모터(55)를 이용하여 광량 조정 원반(56)을 구동함으로써, ND 필터는 회전 방식(터렛 방식)으로 스위칭 가능하게 구성된다. 광량 조정 원반(56)에 의해 기준 광과 계측 광의 광량 조정은 서로 독립적으로 행해질 수 있다. 광량 조정 원반(56)을 통과한 광의 광로는 파이버(42, 43)의 입사 단부에 광을 집광시키는 광로 스위칭 미러(57)에 의해 스위칭 된다. 이와 같이, 광로 스위칭 미러(57)는 웨이퍼 마크 WM을 조명하는 광의 광로와 기준 마크 SM을 조명하는 광의 광로를 스위칭한다.

[0041]

컴퓨터(48)가 HeNe 레이저(58)와 할로겐 램프(50) 광원들 중 어느 하나의 광원을 사용할지에 대해서 주 제어계(49)에 지시하면, 주 제어계(49)는 그 지시에 따라 광원 스위칭 미러(51)를 구동한다. 즉, 광원으로서 HeNe 레이저(58)가 선택된 경우, 광원 스위칭 미러(51)는 도 4 중의 파선으로 나타낸 바와 같이 광로로부터 퇴피되어 (하방으로 이동되어), HeNe 레이저(58)로부터의 광속은 광학계(52)를 통해서 파이버의 입사 단부에 집광된다. 한편, 광원으로서 할로겐 램프(50)가 선택된 경우, 할로겐 램프(50)로부터의 광속은 광원 스위칭 미러(51)에 의해 반사되어, 광학계(52)를 통해서 파이버의 입사 단부에 집광된다. 본 실시 형태에서는, HeNe 레이저(58)와

할로겐 램프(50)의 배치를 서로 바꿀 수도 있다.

[0042] 파장 "a" 내지 "e" 중 어느 하나가 선택된 경우, 컴퓨터(48)는 주 제어계(49)에 선택 파장 대역으로 설정되도록 지시하여, 모터(53)에 의해 파장 스위칭 원반(54)이 구동된다. 광량 조정에 관해서도 마찬가지로, 컴퓨터(48)는 주 제어계(49)에 설정된 광량으로 되도록 지시하여, 모터(55)에 의해 광량 조정 원반(56)이 구동된다. 컴퓨터(48)로부터 주 제어계(49)에 출력되는, 웨이퍼 마크 WM과 기준 마크 SM 중 어느 것을 계측할지를 결정한 지시에 따라, 광로 스위칭 미러(57)는 주 제어계(49)에 의해 구동된다. 즉, 웨이퍼 마크 WM의 계측이 선택된 경우, 광로 스위칭 미러(57)는 도 4 중의 파선으로 나타낸 바와 같이 광로로부터 퇴피되어, 즉, 상방으로 이동되어, 광속은 웨이퍼 마크 WM을 조명하기 위한 파이버(43)의 입사 단부에 집광된다. 한편, 기준 마크 SM의 계측이 선택된 경우, 광속은 광로 스위칭 미러(57)에 의해 반사되어, 기준 마크 SM을 조명하기 위한 파이버(42)의 입사 단부에 집광된다. 본 실시 형태에서는, 파이버(43)의 입사 단부와 파이버(42)의 입사 단부를 서로 바꿀 수도 있다. 또한, 제조 프로세스의 영향을 받는 웨이퍼 마크 WM의 계측과 기준 마크 SM의 계측에 있어서, 광량값들을 서로 다르게 설정할 수도 있다. 화상 센서(11)의 축적 시간을 변화시킬 수도 있다.

[0043] 도 3에 도시된 하프 미러(15)는 하프 미러에 한정되지 않고, 그의 투과율이나 반사율 등의 특성은 임의로 변경될 수 있다. 도 6a 및 도 6b는 하프 미러(15)의 막이 투과율 90%와 반사율 10%의 광학 특성을 갖는 조건에 있어서의 하프 미러 특성을 나타내는 도면이다. 도 6a는 기준 마크 신호의 광 100%가 하프 미러(15)에 입사할 경우의 투과 특성과 반사 특성을 나타낸다. 기준 마크 신호의 90%의 광이 하프 미러(15)를 투과하고, 기준 마크 신호의 10%의 광이 하프 미러(15)에 의해 반사되어 화상 센서(11)에 입사한다. 도 6b는 웨이퍼 마크 신호의 광 100%가 하프 미러(15)에 입사할 경우의 투과 특성과 반사 특성을 나타낸다. 웨이퍼 마크 신호의 10%의 광이 하프 미러(15)에 의해 반사되고, 웨이퍼 마크 신호의 90%의 광이 하프 미러(15)를 투과하여 화상 센서(11)에 입사한다. 이렇게, 본 실시 형태에 있어서, 하프 미러(15)의 막의 광학 특성은, 웨이퍼 마크 WM으로부터의 광속의 광량이 기준 마크 SM으로부터의 광속의 광량보다 크도록 설정된다. 투과율과 반사율에 차이를 둠으로써, 기준 마크 신호의 광량에 대하여 보다 많은 양의 웨이퍼 마크 신호를 취득할 수 있다.

[0044] [실시 형태 2]

[0045] 그 다음에, 도 7을 참조하여 본 발명의 실시 형태 2에 대해서 설명한다. 도 7은 본 실시 형태에 있어서의 노광 장치의 주요부의 구성도이다. 본 실시 형태의 노광 장치는 웨이퍼 마크 WM을 조사하기 위한 광원(63)(웨이퍼 마크 조명 광원)과, 기준 마크 SM을 조사하기 위한 광원(64)(기준 마크 조명 광원)이 서로 분리되어 구성된다. OA 검출계(24)는 실시 형태 1과 마찬가지의 구성을 갖는다. 광원(63, 64)은 둘 다 온도 안정성이 요청되는 OA 검출계(24)로부터 떨어져서 배치된다. 또한, 광원(63, 64)은 둘 다 파이버(42, 43)를 이용해서 독립적으로 OA 검출계(24)에 접속된다.

[0046] 본 실시 형태에서 웨이퍼 얼라인먼트 광을 사출하는 조명 광원들은 각각 전용 광원으로서 구성된다. 이 때문에, 실시 형태 1과는 달리, 광속을 웨이퍼 마크 WM 조명용의 파이버(43)와 기준 마크 SM 조명용의 파이버(42)를 스위칭하는 광로 스위칭 유닛을 설치할 필요가 없다.

[0047] 웨이퍼 마크 WM의 계측과 기준 마크 SM의 계측에 있어서, 동일 파장의 조명 광을 이용해서 계측을 행하기 위해, 기준 마크 SM을 조명하는 광원(64)의 구성은, 웨이퍼 얼라인먼트 광을 사출하는 광원이기만 하면 된다. 컴퓨터(48)는 주 제어계(49)에 선택 파장 및 계측 타이밍을 지시하고, 주 제어계(49)는 그 지시에 기초하여 웨이퍼 마크 WM 조명용의 광원(63)과 기준 마크 SM 조명용의 광원(64)을 선택적으로 이용하여 계측을 행한다.

[0048] 실시 형태 1의 노광 장치(위치 계측 장치)는 하프 미러(15)를 이용하지만, 본 실시 형태에서는 하프 미러(15) 대신에 다이크로익 미러(dichroic mirror)(15a)를 이용한다. 도 8a 및 도 8b는 다이크로익 미러(15a)를 이용한 경우의, 즉, 다이크로익 미러(15a)의 특성의 설명도이다. 도 8a는 미러의 투과율과 파장 간의 관계를 나타낸다. 도 8b는 화상 센서(11)에서의 광량과 파장 간의 관계를 나타낸다. 도 8a에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 마크 계측 광의 파장 대역의 중심 부근에 일부 투과 특성을 갖지 않는 막을 채택하고, 그 파장 대역에 기준 마크 계측 파장을 설정한다. 이렇게, 다이크로익 미러(15a)(광학 소자)의 막의 광학 특성은 제1 파장 대역을 갖는 계측 광과 제2 파장 대역을 갖는 기준 광 간에 서로 상이하다.

[0049] 본 실시 형태에서는, 도 8b에 도시된 바와 같이, 모든 계측 파장에 있어서 화상 센서(11)를 이용하여 계측할 수 있다. 그 결과, 웨이퍼 마크 계측 광의 파장 대역의 중심 부근에 기준 마크 계측 파장을 설정함으로써, 파장 차에 의해 유발된 계측 오차를 감소시킨 시스템을 구성할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서, 실시 형태 1의 하프 미러(15)를 이용할 수도 있다.

[0050] [실시 형태 3]

그 다음에, 도 9를 참조하여 본 발명의 실시 형태 3에 대해서 설명한다. 실시 형태 2에서, 기준 마크 SM을 계측하는 광원(64)은 웨이퍼 마크 WM을 계측하는 광원(63)과 마찬가지의 구성을 갖는다. 즉, 광원(63, 64) 각각은 HeNe 레이저(58) 및 할로겐 램프(50)를 포함하고, 복수의 파장 대역의 조명 광을 생성할 수 있다. 그러나, 광원은 이러한 구성에 한정되지 않고, 예를 들어, 특정한 파장 대역을 각각 갖는 복수의 LED를 포함하여 구성될 수도 있다.

도 9는 본 실시 형태에 있어서의 광원(64)의 구성도이며, 5개의 LED를 이용하여 구성된 기준 마크 광원(광원(64))을 도시한다. 도 9에 있어서, 참조 번호 65a, 65b, 65c, 65d, 65e는 파장 대역 "a", "b", "c", "d", "e"를 각각 갖는 LED들을 나타낸다. 예를 들어, 파장 대역이 비교적 낮은 파장 대역 "a"에는 백색 LED를 이용할 수 있다.

참조 번호(66_1 내지 66_4)는 다이크로의 미러를 나타낸다. 본 실시 형태에서는, 파장 대역에 따라 4개 종류의 다이크로의 미러가 설치된다. 파장 대역 "a" 내지 "e" 중 어느 하나를 각각 갖는 LED들의 배치 관계에 따라 각 다이크로의 미러의 막이 서로 상이하다. 다이크로의 미러(66_1)는 551nm 이상의 파장 대역의 광을 반사하고, 549nm 이하의 파장 대역의 광을 투과시키는 파장 특성을 갖는다. 다이크로의 미러(66_2)는 601nm 이상의 파장 대역의 광을 반사하고, 600nm 이하의 파장 대역의 광을 투과시키는 파장 특성을 갖는다. 다이크로의 미러(66_3)는 601nm 이상의 파장 대역의 광을 반사하고, 600nm 이하의 파장 대역의 광을 투과시키는 파장 특성을 갖는다. 다이크로의 미러(66_4)는 651nm 이상의 파장 대역의 광을 반사하고, 650nm 이하의 파장 대역의 광을 투과시키는 파장 특성을 갖는다.

본 실시 형태에서는, 다이크로의 미러를 이용하나, 대안적으로, 광량이 충분하다면, 하프 미러를 이용할 수도 있다. 웨이퍼 마크 WM의 계측의 파장 선택 조건에 따라 컴퓨터(48)가 주 제어계(49)에 지시를 부여할 때, 사용할 LED가 선택되어 조명된다. 예를 들어, 웨이퍼 마크 WM의 계측 시에 파장 대역 "e"가 선택된 경우, 주 제어계(49)는 LED(65e)를 조명시킨다. 조명한 LED의 광속은, 기준 마크 SM 조명용의 파이버(42)의 입사 단부에 광속을 집광하는 광학계(67)를 통과하여, 파이버(42)에 집광된다. LED의 광량은 주 제어계(49)를 이용하여 전류 값 또는 전압값을 변화시킴으로써 조절될 수 있다. 이 경우, LED는 사용하는 파장 대역에 따라 광량값을 변화시킬 수 있거나, 또는 화상 센서(11)의 축적 시간을 변화시킬 수 있다.

파장 대역마다 구성하는 LED로서는, 가능한 한, 파장 대역의 중심 파장을 갖는 LED를 채택하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 파장 대역 "b"의 중심 파장이 575nm이기 때문에, 그 중심 파장의 근방에서 휘도가 높은 LED를 선택할 수 있다. 본 실시 형태는 각 파장 대역에 대해 1개 종류의 LED를 설치한 구성에 한정되지 않고, 그 대신, 각 파장 대역에 대해 복수개 종류의 LED를 포함하도록 구성될 수도 있다. 이 경우, 본 실시 형태는 조건에 따라 조명될 LED들의 조합들을 자유자재로 선택하도록 구성될 수 있다.

전술한 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서는, 각각 유사한 파장을 갖는 웨이퍼 마크 계측 광과 기준 마크 계측 광을 이용하여 파장 차에 의해 유발되는 계측 오차를 감소시키는 위치 계측 장치(노광 장치)에 대해서 설명했다. 웨이퍼 마크 계측 광의 파장과 기준 마크 계측 광의 파장이 서로 상이한 경우에도, 미리 파장 차에 따른 계측 오차값을 취득하여, 그것을 웨이퍼 마크 계측 값에 반영시키는 방법을 채택할 수 있다. 복수의 기준 광을 이용할 경우, 기준 광 각각에 대하여 계측 오차값을 취득할 수 있다. 웨이퍼 마크 계측 광의 파장의 조건이 복수개 있을 경우, 각 조건에 있어서 기준 광에 대한 계측 오차값을 취득할 수 있다.

[0057] [실시 형태 4]

그 다음에, 도 10을 참조하여 본 발명의 실시 형태 4에 대해서 설명한다. 본 실시 형태에서는, 위치 계측 장치가 투영 광학계(22)의 포커스 방향을 계측하는 포커스 계측 장치(70)에 적용된다. 도 10은 본 실시 형태에 있어서의 포커스 계측 장치(70)(위치 계측 장치)의 구성도이다.

포커스 계측 장치(70)(포커스 검출계)에 있어서, 조명 광원(71)으로부터 사출된 광은 조명 렌즈(72)를 통해서 슬릿(73)을 조명한다. 슬릿(73)을 투과한 광은 조명 광학계(74)(제1 조명 광학계)와 미러(75)를 이용하여 웨이퍼 W(피검출체) 위에 슬릿 패턴을 결상한다. 웨이퍼 W 위에 투영된 슬릿 패턴은, 웨이퍼 W의 표면에서 반사되고, 조명 광학계(74)와는 반대측에 구성된 미러(76) 및 검출 광학계(77)에 입사한다. 검출 광학계(77)는 웨이퍼 W 위에 형성된 슬릿 패턴을 광전 변환 소자(78) 위에 결상(재결상)한다.

그 다음에, 본 실시 형태에 있어서의 기준 광에 대해서 설명한다. 기준 광의 광원(79)으로부터 사출된 광은 기

준 광 조명 렌즈(80)(제2 조명 광학계)를 통해서 기준 광 슬릿(81)을 조명한다. 기준 광 슬릿(81)을 투과한 광은 투영 광학계(22) 하의 분위기 내를 통과하고, 계측 광과 기준 광을 합성하는 기준 광 합성 미러(82)와 합성 광을 검출하는 검출 광학계(77)에 입사한다. 검출 광학계(77)는 기준 광 슬릿 패턴을 광전 변환 소자(78) 위에 결상(재결상)한다. 웨이퍼 W의 상하 이동에 따라 광전 변환 소자(78) 위의 슬릿 상이 이동하고, 이 이동량에 기초하여 위치 계측 유닛(도시 생략)은 웨이퍼 W의 포커스 방향의 거리를 계측할 수 있다. 통상, 복수의 슬릿(73)(웨이퍼 W 위의 다수의 점)을 설치하고, 각각의 포커스 위치를 검출하여(웨이퍼 W 위의 다수의 점을 계측하여), 투영 광학계(22)의 마스크(17)의 상의 상면에 대한 웨이퍼 W의 기울기를 계측한다. 그 결과, 통과하는 광기의 밀도가 변동해도, 어느 것이나 대략 동일한 공간 내를 통과하기 때문에, 동일한 영향을 받게 된다. 이로 인해, 변동의 방법이 서로 동등하게 된다.

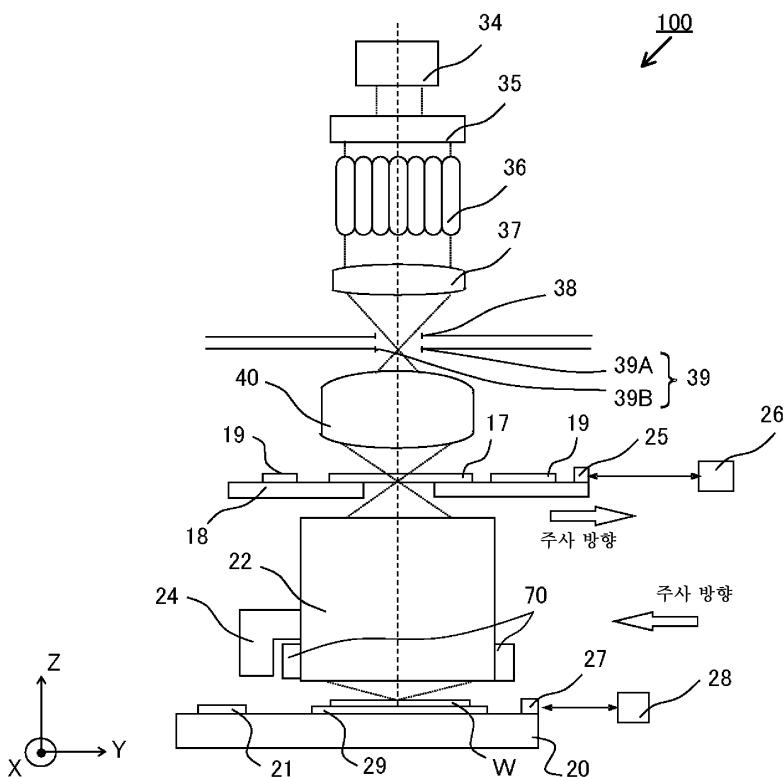
본 실시 형태에서는 조명 광원(71)과 기준 광의 광원(79)을 서로 별도로 구성하지만, 상기 각 실시 형태와 마찬가지로, 기준 광의 광원(79)의 파장을 조명 광원(71)의 파장과 동일하게 설정하면, 파장 차에 의해 유발되는 계측 값의 오차를 감소시킬 수 있다. 또한, 기준 광의 광원(79)은 복수의 광원을 포함하여 구성될 수도 있고, 조명 광원(71)과 공통으로 이용될 수도 있다. 실시 형태 1 및 실시 형태 2에 있어서의 OA 검출계의 구성은 포커스 계측 장치(70)에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 실시 형태 1 내지 실시 형태 4 각각은 웨이퍼측의 위치 계측 장치 또는 표면 위치 계측 장치에 대해서 설명하나, 본 실시 형태는 이것에 한정되지 않고, 마스크측에 구성되는 위치 계측 장치 또는 표면 위치 계측 장치에 적용될 수도 있다.

각각의 실시 형태에 따르면, 파장 차에 의해 유발되는 계측 오차를 감소시켜서 고정밀도의 위치 계측을 행하는 위치 계측 장치를 제공할 수 있다.

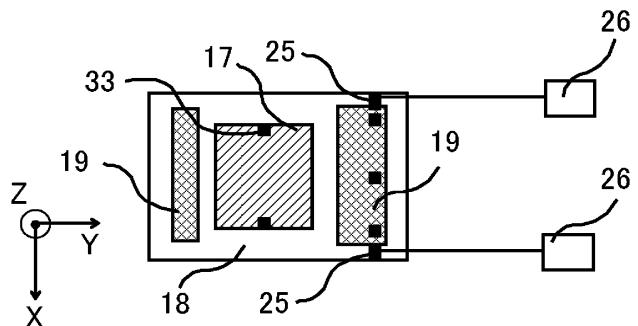
본 발명은 예시적인 실시 형태들을 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시 형태들로 한정되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 하기의 청구항들의 범위는 그러한 변경 및 등가의 구조와 기능을 모두 포괄하도록 최광의의 해석에 따라야 한다.

도면

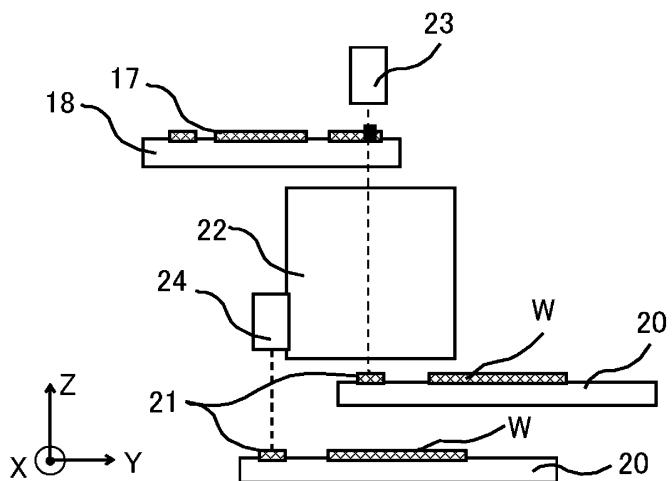
도면1



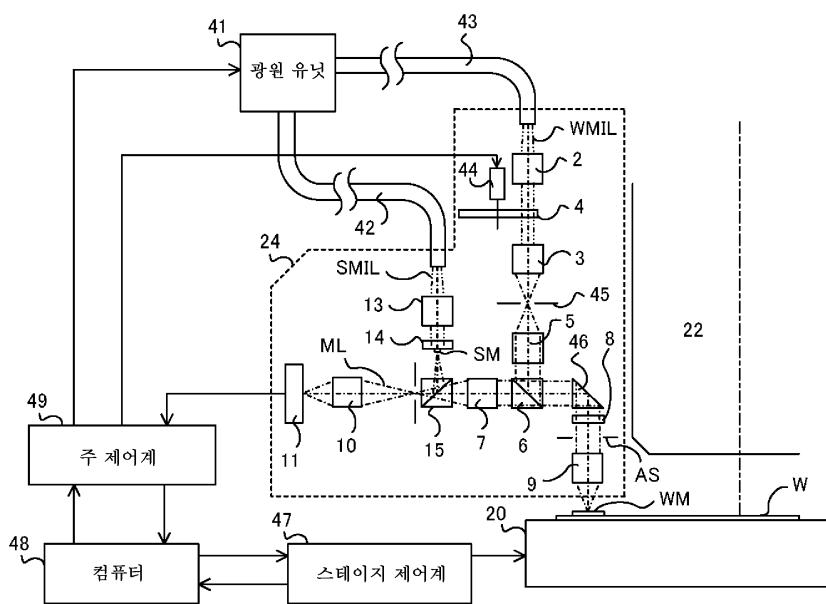
도면2a



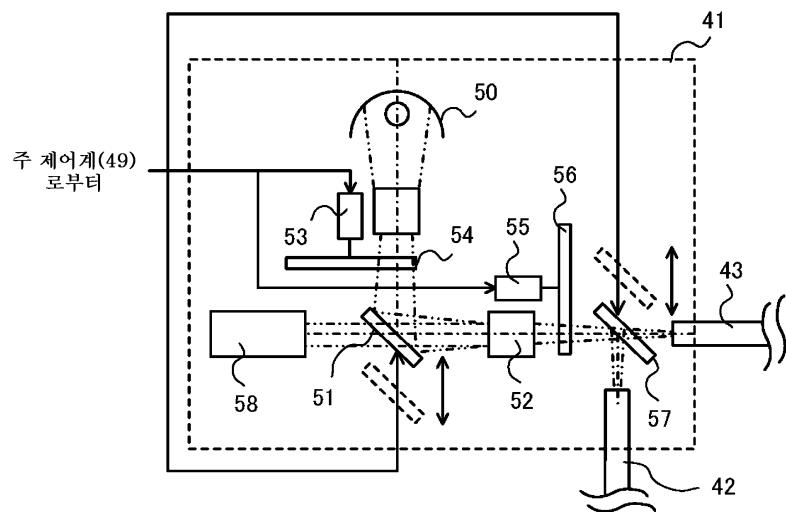
도면2b



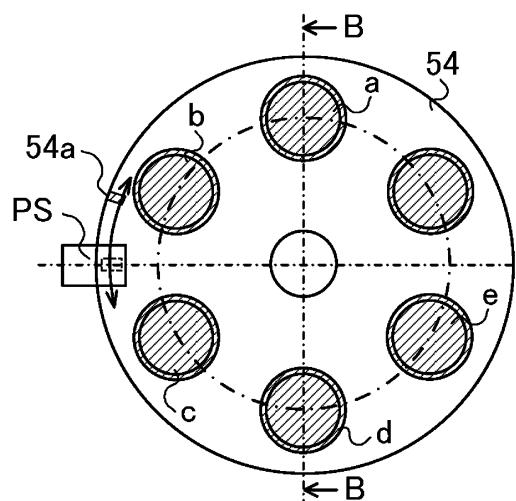
도면3



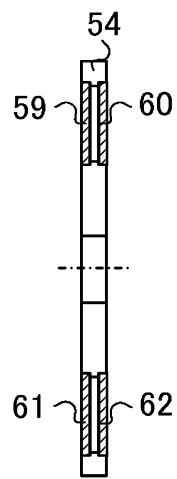
도면4



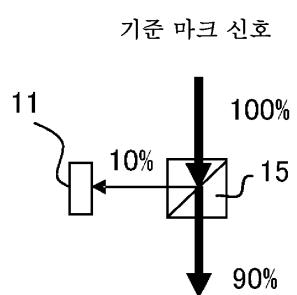
도면5a



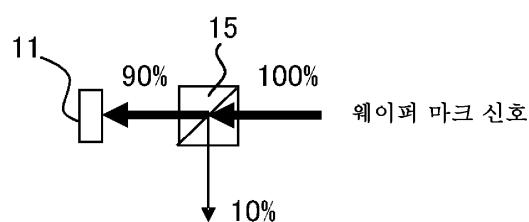
도면5b



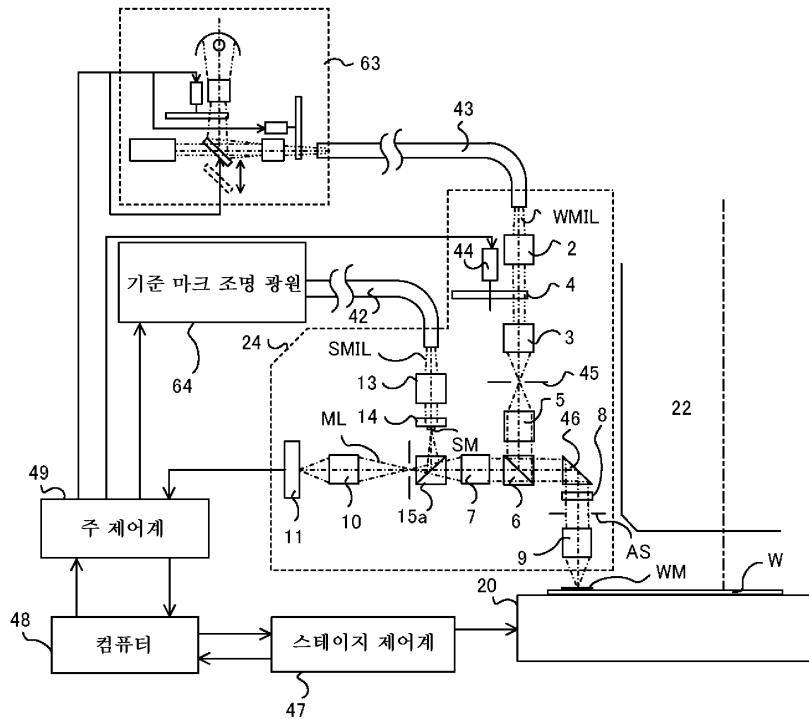
도면6a



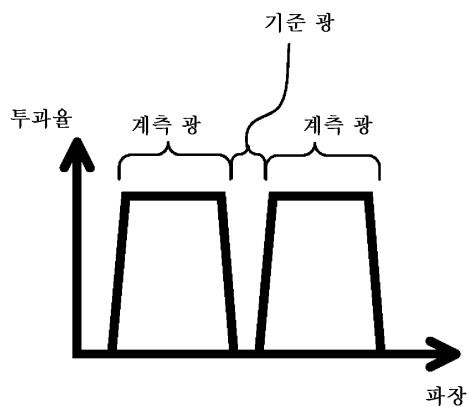
도면6b



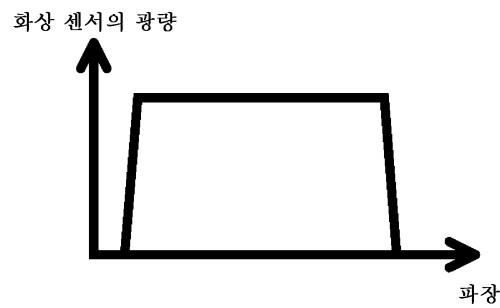
도면7



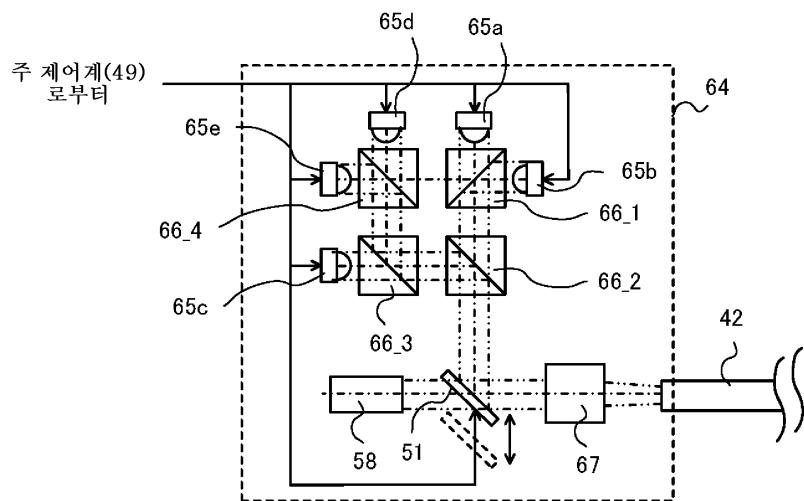
도면8a



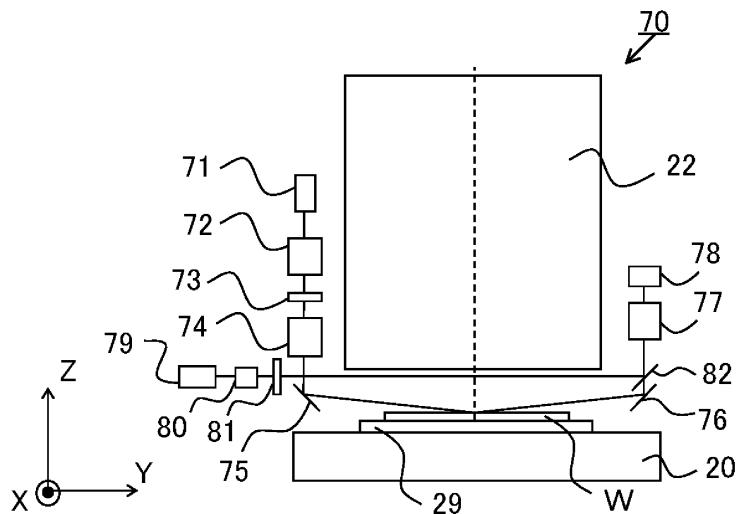
도면8b



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

차에0 의해0 발생되는

【변경후】

차에 의해 발생되는