



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0041145
(43) 공개일자 2017년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G03F 7/70258 (2013.01)

G03F 7/70008 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0128189

(22) 출원일자 2016년10월05일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2015-198420 2015년10월06일 일본(JP)

(71) 출원인

캐논 가부시끼가이사

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고

(72) 발명자

야부 노부히코

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고

캐논 가부시끼가이사 내

(74) 대리인

장수길, 이중희

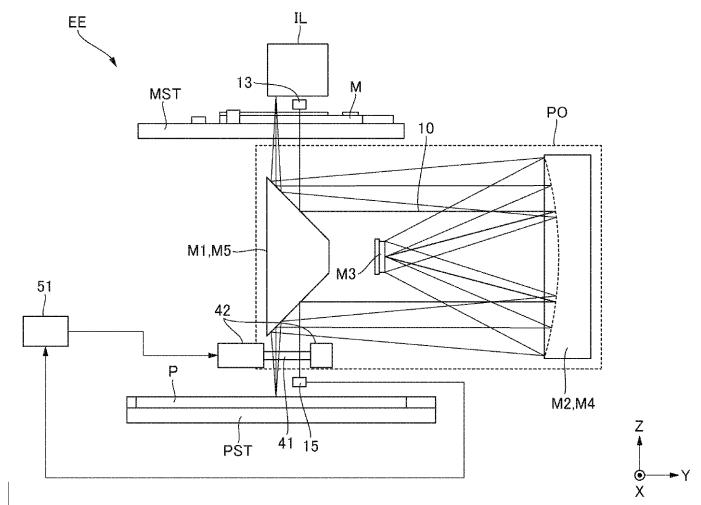
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법

(57) 요 약

노광 광으로 마스크(M)를 조명하도록 구성된 조명 광학계(IL) 및 마스크(M)의 패턴을 기판(P) 상에 투영하도록 구성된 투영 광학계(PO)를 구비하며, 기판(P) 및 마스크(M)를 이동시키면서 기판(P)의 주사 노광을 수행하는 노광 장치는, 계측 광으로 마크를 조사하도록 구성되는 계측 광원(13), 투영 광학계를 개재하여 마크의 투영 화상을 수광하도록 구성되는 수광부(15), 및 수광부 상에 수광된 투영 화상에 기초하여 마크의 위치 정보를 산출하고 산출된 위치 정보에 기초하여 보정을 수행하도록 구성된 보정 유닛(42)을 제어하도록 구성되는 제어 유닛(51)을 포함하고, 마크는 마크 상에 조명되는 노광 광의 광로 외부에 배치된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

G03F 7/70141 (2013.01)

G03F 7/70266 (2013.01)

G03F 7/70275 (2013.01)

G03F 7/70775 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

노광 광으로 마스크를 조명하도록 구성된 조명 광학계 및 마스크의 패턴을 기판 상에 투영하도록 구성된 투영 광학계를 구비하며, 상기 기판과 상기 마스크를 이동시키면서 상기 기판의 주사 노광을 수행하는 노광 장치이며,

계측 광으로 마크를 조사하도록 구성되는 계측 광원,

상기 투영 광학계를 개재하여 상기 마크의 투영 화상을 수광하도록 구성되는 수광부, 및

제어 유닛으로서, 상기 수광부 상에 수광된 상기 투영 화상에 기초하여 상기 마크의 위치 정보를 산출하고 산출된 위치 정보에 기초하여 보정을 수행하도록 구성된 보정 유닛을 제어하도록 구성되는, 제어 유닛을 포함하고,

상기 마크는 상기 마스크 상에 조명되는 노광 광의 광로 외부에 배치되는, 노광 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 계측 광이 통과하는 영역은 상기 마스크를 보유 지지하도록 구성된 원판 보유 지지부 상의 상기 기판의 주사 방향으로 연장하는, 노광 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수광부 및 상기 마크가 설치된 부재는 공통의 구조체에 고정되는, 노광 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

제2 마크를 제2 계측 광으로 조사하도록 구성되는 제2 계측 광원, 및

상기 투영 광학계를 개재하여 상기 제2 마크의 제2 투영 화상을 수광하도록 구성되는 제2 수광부를 포함하고,

상기 제어 유닛은 상기 제2 투영 화상에 기초하여 상기 보정 유닛을 제어하도록 구성되고,

상기 제2 마크는 상기 노광 광 및 상기 계측 광의 광로 외부에 배치되는, 노광 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 계측 광이 통과하는 영역은 상기 마스크를 보유 지지하도록 구성된 원판 보유 지지부 상의 상기 기판의 주사 방향으로 연장하는, 노광 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 마크가 설치된 부재, 상기 수광부, 상기 제2 마크가 설치된 제2 부재, 및 상기 제2 수광부는 공통의 구조체에 고정되는, 노광 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보정 유닛은 상기 투영 광학계에 포함되는 광학 부재, 상기 마스크를 보유 지지하도록 구성된 원판 보유

지지부 및 상기 기판을 보유 지지하도록 구성된 기판 보유 지지부 중 하나 이상을 구동하도록 구성된 구동부인, 노광 장치.

청구항 8

노광 광으로 조사된 마스크의 패턴을 기판 상에 투영하도록 구성된 투영 광학계를 사용하여 상기 기판 및 마스크를 이동시키면서 상기 기판의 주사 노광을 수행하는 노광 방법이며,

상기 주사 노광 중에 상기 노광 광과 상이한 광으로 조사된 마크의 투영 화상을 수광하는 단계,

상기 투영 화상에 기초하여 상기 마크의 위치 정보를 산출하고 산출된 위치 정보에 기초하여 보정을 수행하도록 구성된 보정 유닛을 제어하는 단계를 포함하는, 노광 방법.

청구항 9

물품의 제조 방법이며, 상기 제조 방법은,

노광 광으로 조사된 마스크의 패턴을 기판 상에 투영하도록 구성된 투영 광학계를 사용하여 상기 기판 및 마스크를 이동시키면서 주사 노광을 수행하는 단계, 및

노광된 상기 기판을 현상하는 단계를 포함하고,

상기 주사 노광은,

상기 투영 광학계를 개재하여 상기 노광 광과 상이한 광으로 조사된 마크의 투영 화상을 수광하는 단계, 및

상기 투영 화상에 기초하여 상기 마크의 위치 정보를 산출하고 산출된 위치 정보에 기초하여 보정을 수행하도록 구성된 보정 유닛을 제어하는 단계를 포함하는, 물품의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

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

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 등의 제조를 위한 리소그래피 공정에 있어서, 투영 광학계를 개재하여 기판의 노광 영역에 원판의 패턴을 전사하는 노광 장치가 사용된다. 디바이스 등이 소형화됨에 따라 노광 장치에 의해 전사되는 패턴의 선폭 균일성의 향상이 요구되고 있다. 선폭 균일성은 투영 광학계의 결상 성능의 변화에 의해 저하될 수 있다. 투영 광학계의 결상 성능의 변화는 투영 광학계에 포함되는 광학 요소의 진동으로 인해 발생할 수 있다. 일본 특허 공개 제2010-283089호는, 투영 광학계를 포함하는 각 부분의 진동을 센서에 의해 검지하고 검지된 진동에 기초하여 투영 광학계에 포함되는 광학 요소를 진동시킴으로써 선폭의 변화량을 저감하는 노광 장치를 개시한다. 일본 특허 공개 제2001-185478호는 투영 광학계에 포함되는 광학 요소의 자세 변동을 계측하고 계측 결과에 기초하여 원판이나 기판을 이동시킴으로써 자세 변동에 의해 발생되는 전사 위치의 편차를 보정하는 노광 장치를 개시한다.

[0003] 상기 특허 문헌의 노광 장치에 의해 선폭 균일성을 향상시키기 위해, 장치에 포함하는 광학 요소에 부착되는 센서의 수 및 종류가 증가되어야 하지만, 이는 비용의 문제점 등의 관점에서 현실적이지 않다. 또한, 어느 노광 장치도 노광 영역에 전사된 패턴의 선폭의 변화량을 직접적으로 획득하지는 않지만, 검지된 진동량 등에 기초한 계산에 의해 간접적으로 획득하기 때문에, 계산 과정에 있어서 오차가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은, 예를 들어 선폭 균일성의 관점에서 유리한 노광 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 노광 광으로 마스크를 조명하도록 구성된 조명 광학계 및 마스크의 패턴을 기판 상에 투영하도록 구

성된 투영 광학계를 구비하며, 기판 및 마스크를 이동시키면서 기판의 주사 노광을 수행하는 노광 장치이며, 노광 장치는 계측 광으로 마크를 조사하도록 구성되는 계측 광원, 투영 광학계를 개재하여 마크의 투영 화상을 수광하도록 구성된 수광부, 및 수광부 상에 수광된 투영 화상에 기초하여 마크의 위치 정보를 산출하고 산출된 위치 정보에 기초하여 보정을 수행하도록 구성된 보정 유닛을 제어하도록 구성되는 제어부를 포함하고, 마크는 마크 상에 조명되는 노광 광의 광로 외부에 배치된다.

[0006] 본 발명의 추가 특징은 첨부 도면을 참조하여 예시적인 실시예의 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 제1 실시예에 따르는 주사 투영 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도.

도 2는 원판 보유 지지부 근방의 조감도.

도 3은 원판 보유 지지부 근방의 단면도.

도 4는 기판 보유 지지부 근방의 도면.

도 5는 기판 보유 지지부 근방의 도면.

도 6은 제2 실시예에 따르는 주사 투영 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도.

도 7은 원판 보유 지지부 근방의 조감도.

도 8은 원판 보유 지지부 근방의 단면도.

도 9는 기판 보유 지지부 근방의 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 실시예가 도면 등을 참조하여 설명될 것이다.

[0009] (제1 실시예)

[0010] 도 1은 제1 실시예에 따르는 주사 노광 장치(EE)의 구성을 도시하는 개략도이다. 주사 노광 장치(EE)는 원판(마스크)(M)을 조명하는 조명계(IL), 원판(M)을 보유 지지하는 원판 보유 지지부(MST), 평판 유리(41)를 포함하는 투영 광학계(PO), 기판(P)을 보유 지지하는 기판 보유 지지부(PST), 계측 광원(13), 센서(수광부)(15), 구동부(보정 유닛)(42) 및 제어부(제어 유닛)(51)을 포함한다. 도면에서, XY 평면은 원판(M) 및 기판(P)의 표면을 따르는 면이고, Z 축은 XY 평면에 수직이고, Y 축은 원판(M) 및 기판(P)의 주사 방향이고, X 축은 Y 축에 직교하는 비주사 방향이다.

[0011] 조명계(IL)는 광원(도시되지 않음) 및 조명 광학계(도시되지 않음)를 포함하고, 원판(M) 상의 조명 영역을 거의 균일한 조도로 조명한다. 광원(도시되지 않음)에 대해 예를 들어 수은 램프가 사용되고, i-선, h-선, 및 g-선 등의 수은 램프의 출력 파장의 일부가 노광 광으로서 사용된다. 조명 광학계(도시되지 않음)는 원판(M) 상에 원하는 조도 분포가 획득될 수 있도록 광원으로부터 방출되는 광을 집광한다. 원판(M)은 예를 들어 석영 유리로 제조되며, 기판(W) 상에 전사될 패턴(예를 들어, 회로 패턴)이 형성된다. 원판 보유 지지부(MST) 및 기판 보유 지지부(PST)는 각각 구동부(도시되지 않음)에 의해 동기되어 이동되고, 원판(M)의 패턴은 투영 광학계(PO)를 통해 기판(P)의 노광 영역에 전사된다(주사 노광).

[0012] 투영 광학계(PO)는 제1 평면 미러(M1), 제1 오목 미러(M2), 볼록 미러(M3), 제2 오목 미러(M4), 제2 평면 미러(M5) 및 평면 유리(41)를 포함한다. 원판(M)과 제1 평면 미러(M1) 사이의 광로 및 제2 평면 미러(M5)와 기판(P) 사이의 광로는 평행하다. 제1 평면 미러(M1)의 경면을 포함하는 평면과 제2 평면 미러(M5)의 경면을 포함하는 평면 사이의 각도는 90도이다. 제1 평면 미러(M1) 및 제2 평면 미러(M5)는 하나의 평면 미러로서 일체화되는 것이 바람직하고, 제1 오목 미러(M2) 및 제2 오목 미러(M4) 또한 하나의 오목 미러로서 일체화되는 것이 바람직하다.

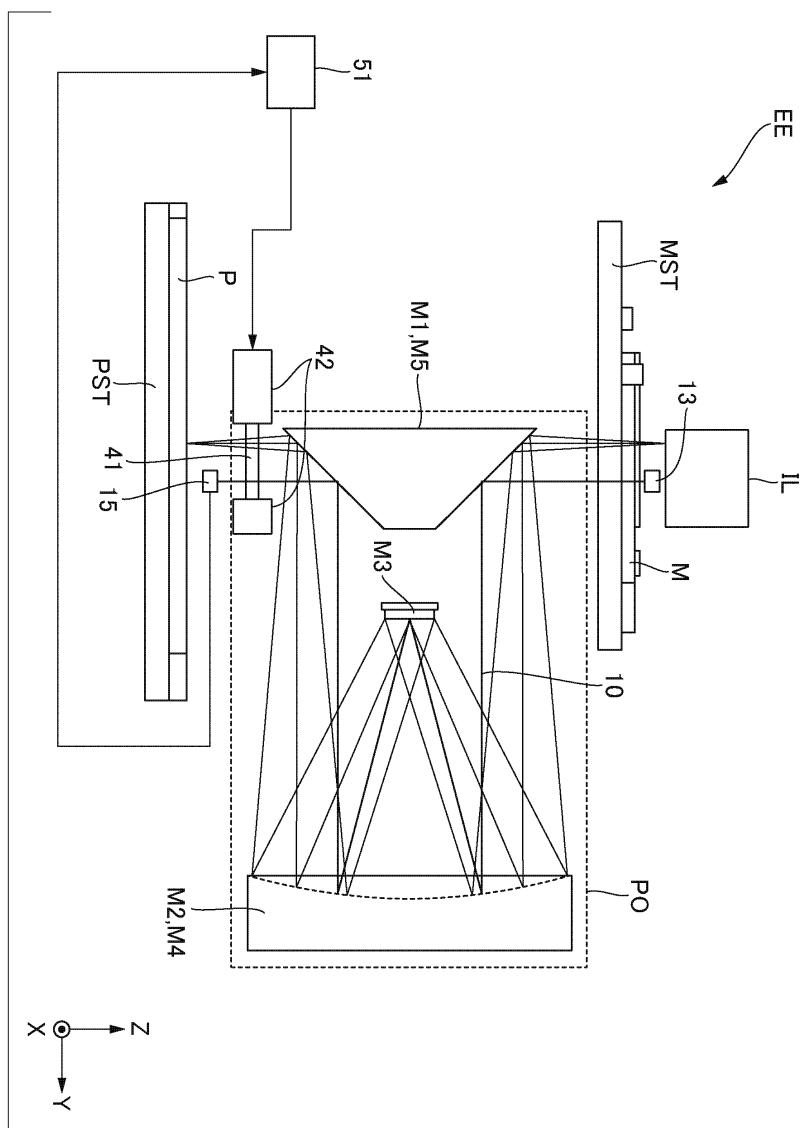
[0013] 계측 광원(13)은 발광 디바이스(LED 등의) 및 조명 광학계를 포함하고 계측 광(10)을 -Z 방향으로 방출한다. 센서(15)는 CMOS 센서 등의 광 검출 소자(도시되지 않음) 및 수광 광학계(도시되지 않음)를 포함하고, 계측 광(10)(계측 마크(12)의 투영 화상)을 검출(수광)한다. 제어부(51)는 센서(15)의 검출 신호에 기초하여 화상의 위치 편차를 산출하고, 구동부(42)를 제어하여 평판 유리(41)를 이동시킨다. 상세한 것은 이하에 후술한다.

- [0014] 도 2는 원판 보유 지지부(MST) 및 그 근방의 구조를, 장치의 상측(+Z 방향)으로부터 본 도면이다. 원판 보유 지지부(MST)는 원판(M)의 에지를 지지함으로써 원판(M)을 보유 지지한다. 조명계(IL)는 조명 영역(202)을 조명 한다. 원판 보유 지지부(MST)는 계측 광(10)이 투과하는 부분에 있어서, Y 축 방향(주사 방향)으로 연장되는 슬릿 형상의 개구(21)를 포함한다. 계측 마크(12)가 개구(21)와 조명계(IL) 사이에 설치된다. 계측 마크(12)는 노광 장치(EE)의 본체에 고정된 부재(11)에 설치된다. 계측 마크(12)는 계측 광원(13)으로부터 방출된 계측 광(10)을 조사한다.
- [0015] 도 3은 도 2의 일점 쇄선(200)을 따르는 단면도이다. 계측 광원(13)으로부터 방출된 계측 광(10)은 미러(14)에 의해 편향되고, 계측 마크(12) 및 개구(21)를 통과한다. 개구(21)는 원판 보유 지지부(MST)의 Y 축 방향으로 연장하고, 원판 스테이지(MST)를 Y 방향으로 주사하여 노광하는 동안 계측 광(10)은 항상 차단되지 않고서 원판 스테이지(MST)를 통과한다. 계측 광(10)이 통과하는 위치가 투명한 경우, 개구(21)는 요구되지 않는다. 미러(14)는 평판 미리이며, 노광을 방해하지 않도록 노광 광이 통과하는 영역(301)의 외부(광로 외부)에 배치된다. 유사하게, 계측 마크(12)(부재(11))는 노광 광의 광로 외부에 배치된다. 계측 광원(13) 및 미러(14)는 계측 마크(12)가 보유 지지 기구(도시되지 않음)에 의해 이에 고정되는 구조체, 즉, 부재(11)에 각각 고정된다.
- [0016] 도 4는 기판 보유 지지부(PST) 및 그 근방의 구조를 도시하는 도면이다. 계측 광원(13)으로부터 방출되어 개구(21), 계측 마크(12), 및 투영 광학계(PO)를 통과한 계측 광(10)은 미러(16)에 의해 편향되어 센서(15)에 진입 한다. 센서(15)의 검출면 및 계측 마크(12)는 광학적으로 공액인 위치에 배열되고, 계측 마크(12)의 화상은 투영 광학계(PO)를 통해 센서(15) 상에 형성된다. 미러(16)는 평면 미리이며, 노광 시 노광 광이 통과하는 영역(401)의 외부에 배치된다. 센서(15) 및 미러(16)는 각각 보유 지지 기구(도시되지 않음)에 의해 노광 장치(EE)의 본체에 고정된다. 투영 광학계(PO)의 배율이 -1이기 때문에, 원판(M)의 화상은 투영 광학계(PO) 통과 이후 X 방향으로 반전된다. 따라서, 본 실시예에 따르는 계측 광(10)은 투영 광학계(PO) 통과 이후, 노광 광에 대해 +X 측을 통과하여 -Z 방향으로 진행한다.
- [0017] 제어부(51)는 계측 마크(12)의 투영 화상에 기초하여 계측 마크(12)에 대한 위치 정보를 산출하고, 산출 결과와 미리 정해진 위치 정보(기준 위치)를 비교하여 편차(차분)를 획득한다. 미리 정해진 위치 정보는 센서(15)가 이에 고정되는 위치의 좌표 등이다. 제어부(51)는 편차가 감소되도록 제어를 행하는 제어 신호를 구동부(42)에 송신한다. 구동부(42)는 제어 신호에 기초하여, 평판 유리의 XY 평면에 대한 각도(Z 축 방향에 대한 기울기)를 변경한다. 이에 의해, 계측 광(10)의 광로가 변경되고, 센서(15)에 의해 검출되는 계측 마크(12)의 화상의 위치가 보정된다.
- [0018] 상기 기준 위치를 사용하지 않고 계측 마크(12)의 화상의 위치 변화량을 검출하는 방법이 후술된다. 도 5는 미러(16)와 센서(15) 사이에 배열되는 계측 마크(701)를 추가로 구비하는 장치의 구성을 도시한다. 계측 마크(701) 및 계측 마크(12)는 광학적으로 공액인 위치에 배열된다. 센서(15)는 계측 마크(12)의 화상과 계측 마크(701) 사이의 상대적 위치 관계를 검출함으로써 광학 화상 위치의 편차를 계측할 수 있다. 이 경우, 센서(15), 미러(16), 및 계측 마크(701)는 동일한 구조체(노광 장치(EE)의 본체 등)에 고정되는 것이 바람직하다.
- [0019] 투영 광학계(PO)에 포함되는 광학 요소의 위치 편차에 의해 발생되는 계측 마크(12)의 화상의 위치 편차 및 원판(M)의 화상의 위치 편차는, 계측 마크(12)의 화상 및 원판(M)(패턴)의 화상이 투영 광학계(PO)를 통해 형성되기 때문에 동일하다. 따라서, 계측 마크(12)의 위치 편차를 보정함으로써, 기판(P) 상의 원판(M)의 위치 편차가 보정될 수 있다. 원판 보유 지지부(MST)가 스캔되는 동안 측광(10)이 센서(15)에 일정하게 진입하기 때문에 주사 노광 중 위치 편차의 변동(광학 화상의 진동)이 실시간으로 보정될 수 있다.
- [0020] 위치 편차의 변동은 평판 유리(41)의 텔팅에 추가로 또는 텔팅 대신 기판 보유 지지부(PST) 및/또는 원판 보유 지지부(MST)의 위치를 제어함으로써 보정될 수 있다. 상술된 바와 같이 계측 마크(12) 검출과 관련된 각 요소(부재(11), 센서(15) 등)가 일체화되는 것은 위치 편차 요인(진동 등)을 각 요소에서 동일하게 하기 위해서이다. 따라서, 이 효과가 획득되는 경우, 본 발명은 상기 실시예로 한정되지 않는다.
- [0021] 상술된 바와 같이, 본 실시예에 따르면, 선폭 균일성을 향상시키는데 유리한 노광 장치가 제공될 수 있다.
- [0022] (제2 실시예)
- [0023] 제1 실시예에서, 계측 마크는 조명계(IL)와 원판(M) 사이에서 한 곳에만 설치된다. 제2 실시예의 특징은 복수의 위치에 계측 마크를 설치하는 것이다. 도 6은 제2 실시예에 따르는 주사 노광 장치(EE)의 구성을 도시하는 개략도이다. 제1 실시예와 본 실시예의 상이한 점은, 본 실시예가 계측 광(510)을 방출하는 계측 광원(513), 계측 광원(513)을 검출하는 센서(513), 및 구동부(43)를 구비한다는 점이다.

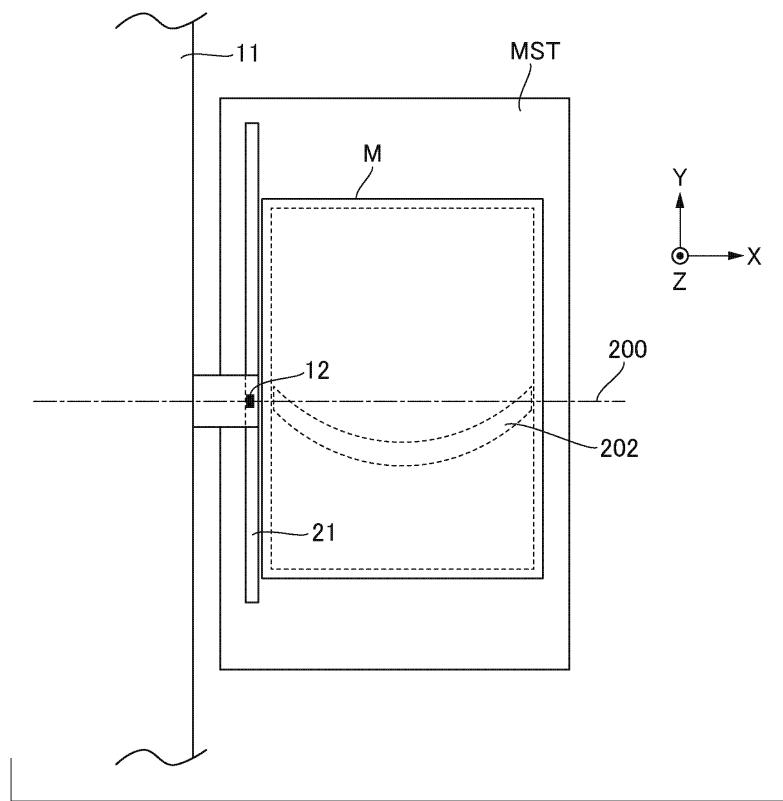
- [0024] 도 7은 본 실시예에 따르는 원판 보유 지지부(MST) 및 그 근방의 구조를, 장치의 상측(+Z 축 방향)으로부터 본 도면이다. 제1 실시예와 본 실시예의 상이한 점은, 본 실시예가 원판 보유 지지부(MST) 상에 Y 축과 평행하게 연장하는 슬릿 형상의 개구(23)를 구비하는 점이다. 개구(23) 및 개구(21)는 광축을 포함하는 YZ 평면에 대해 대칭으로 설치되는 것이 바람직하다. 또한, 노광 장치(EE)의 본체에 고정된 베이스(511) 상에 설치되는 계측 마크(512)는 개구(23)와 조명계(IL) 사이에 위치 설정된다. 이들 추가 요소는 제1 실시예와 유사하게 보유 지지 기구(도시되지 않음)에 의해 고정된다.
- [0025] 도 8은 도 7의 일점 쇄선(500)을 따르는 단면도이다. 제1 실시예와 본 실시예의 상이한 점은, 본 실시예가 베이스(511), 계측 마크(512), 계측 광원(513), 및 미러(514)를 구비하는 점이다. 이들 요소는, 원판(M)을 개재한 YZ 평면에 대해, 부재(11), 계측 마크(12), 계측 광원(13), 및 미러(14)와 대칭으로 설치되는 것이 바람직하다. 계측 광원(513)으로부터 방출된 계측 광(510)은 제1 실시예의 계측 광과 유사하게 진행한다. 이들 추가적 요소는 제1 실시예의 것과 유사한 보유 지지 기구(도시되지 않음)에 의해 고정된다.
- [0026] 도 9는 기판 보유 지지부(PST) 및 그 근방의 구조의 도면이다. 제1 실시예와 본 실시예의 상이한 점은, 본 실시예가 센서(515) 및 미러(516)를 구비하는 점이다. 이들 요소는 YZ 평면에 대해 센서(15) 및 미러(16)와 대칭으로 설치되는 것이 바람직하다. 상기 구성에서, 계측 마크의 화상의 회전 성분은 2개의 계측 마크의 위치 편차를 검출함으로써 검출될 수 있다. 계측 마크의 화상의 회전 성분은 2개의 계측 마크에서의 위치 편차의 차이로서 검출된다.
- [0027] 2개의 계측 위치에서의 위치 편차의 차이(회전 성분)는 평판 유리(41)를 이동시키는 것에 의해 보정될 수 없다. 제어부(51)는 미러(M1) 및 미러(M5)를 Z 축 주위로 회전시키도록 구동부(43)를 제어함으로써 보정을 수행한다. 상술된 바와 같이, 본 실시예는 제1 실시예와 동일한 효과를 제공한다.
- [0028] (물품 제조 방법)
- [0029] 본 발명의 실시예에 따르는 물품 제조 방법은 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스, 마이크로 구조를 갖는 요소 등과 같은 물품 등을 제조하는데 바람직하다. 물품 제조 방법은 상기 언급된 노광 장치를 사용하여 물체 상에 임상 패턴을 형성하는 단계(예를 들어, 노광 공정), 및 이전 단계에서 임상 패턴이 그 위에 형성된 물체를 현상하는 단계를 포함한다. 또한, 물품 제조 방법은 다른 공지된 단계(산화, 막 형성, 증착, 도핑, 평탄화, 에칭, 레지스트 박리, 다이싱, 본딩, 및 패키징 등)을 포함할 수 있다. 본 실시예에 따르는 디바이스 제조 방법은 종래의 디바이스 제조 방법에 비해, 성능, 품질, 생산성 및 디바이스의 제조 비용 중 적어도 하나에 있어서 이점을 갖는다.
- [0030] 본 발명은 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었으나, 본 발명의 양태는 개시된 예시적인 실시예로 한정되지 않는 점이 이해된다. 이하의 청구항의 범위는 그러한 변경에 및 등가적 구조에 및 기능에 모두를 포함하도록 가장 광의의 해석에 따라야 한다.
- [0031] 본 출원은 그 전체가 여기에 참조로 통합된, 2015년 10월 6일 출원된 일본 특허 출원 번호 제2015-198420호의 우선권을 주장한다.

도면

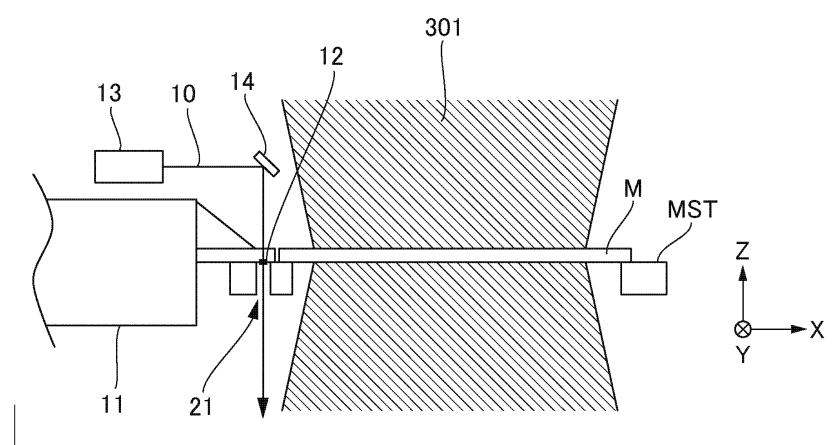
도면1



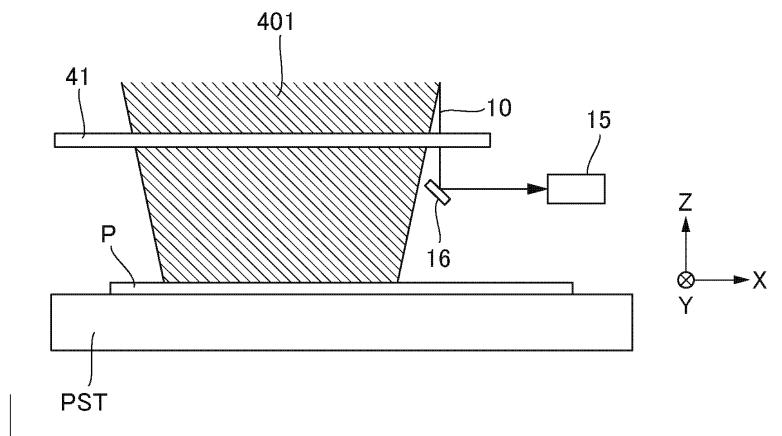
도면2



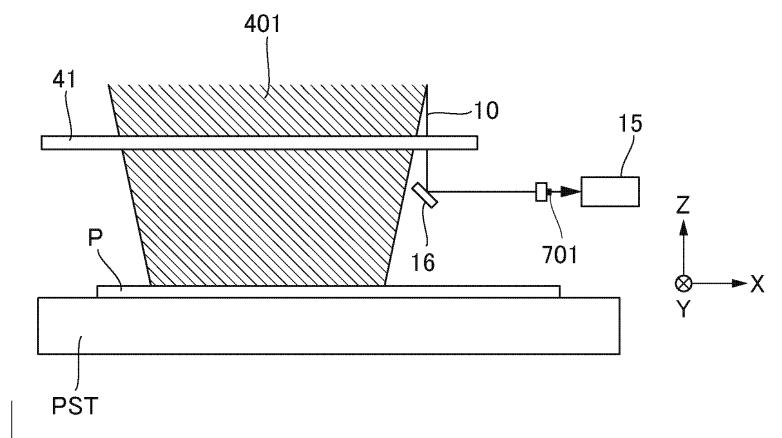
도면3



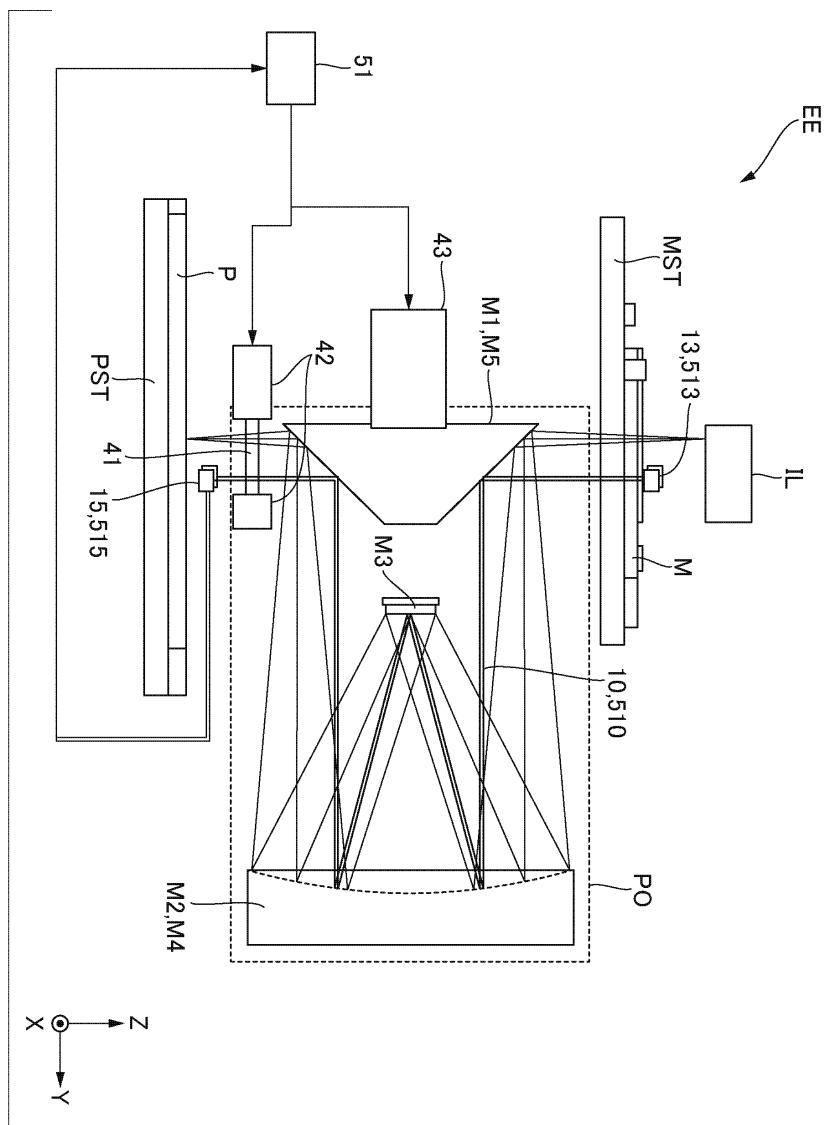
도면4



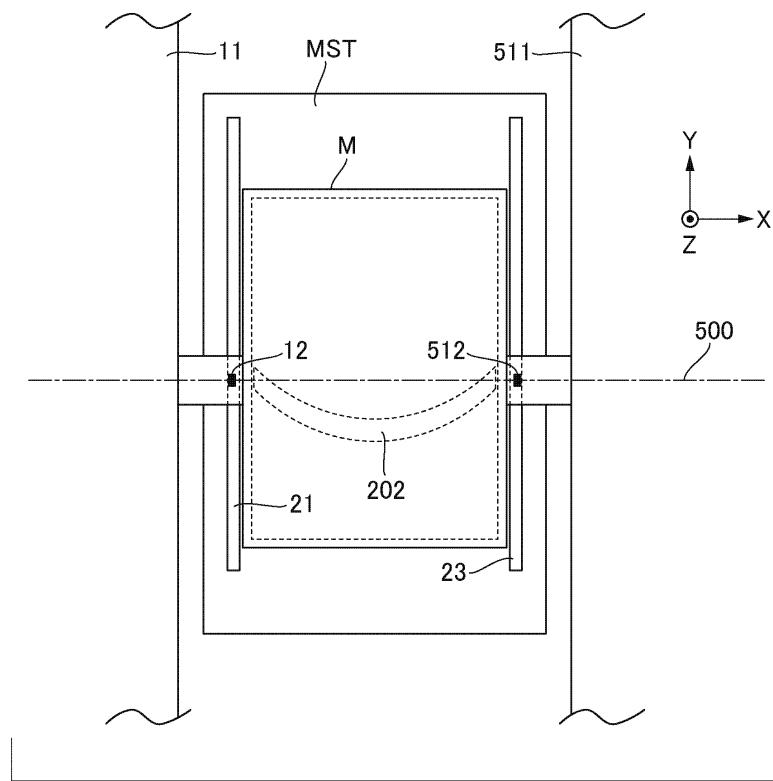
도면5



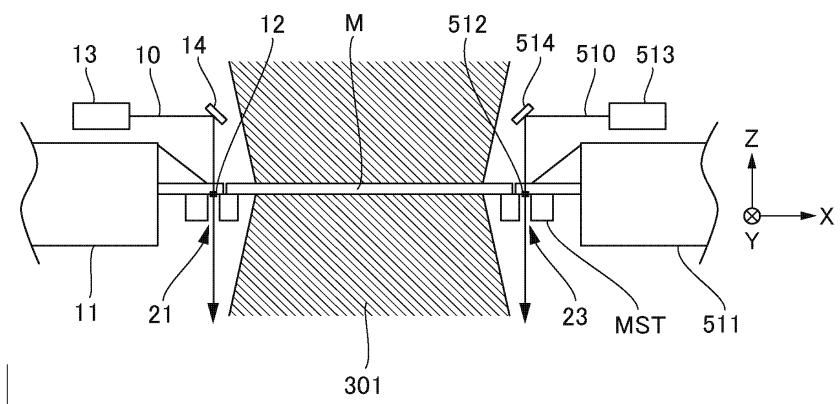
도면6



도면7



도면8



도면9

