



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월18일
 (11) 등록번호 10-1244395
 (24) 등록일자 2013년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0022123
 (22) 출원일자 2011년03월11일
 심사청구일자 2011년03월11일
 (65) 공개번호 10-2011-0103360
 (43) 공개일자 2011년09월20일
 (30) 우선권주장
 12/722,902 2010년03월12일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090097809 A*
 KR1020090125010 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 에이에스엠엘 네델란드 비.브이.
 네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501
 (72) 발명자
 반 드렌트, 빌리엄 페터
 네덜란드 엔엘-5683 엘요트 베스트 클라보즈 9
 (74) 대리인
 특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 14 항

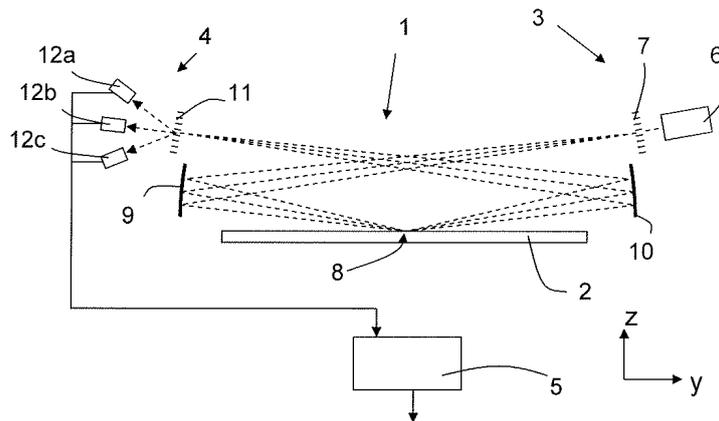
심사관 : 박문철

(54) 발명의 명칭 리소그래피 장치 및 디바이스 제조방법

(57) 요약

측정 위치에 배치되는 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서에 대해 개시된다. 레벨 센서는 기관 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔을 투영하기 위한 투영 유닛, 상기 기관 상의 반사 후에 상기 측정 빔들을 수용하기 위한 검출 유닛, 및 상기 검출 유닛에 의하여 수용되는 반사된 측정 빔들을 토대로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며, 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관이 상기 측정 위치에 배치되는 경우 상기 기관의 옆에 배치된다.

대표도 - 도2



(30) 우선권주장

12/722,924 2010년03월12일 미국(US)

61/313,285 2010년03월12일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

측정 위치에 배치되는 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서에 있어서, 상기 레벨 센서는:
 상기 기관 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛;
 상기 기관 상에서의 반사 후에 상기 측정 빔들을 수용하기 위한 검출 유닛; 및
 상기 검출 유닛에 의하여 수용되는 반사된 측정 빔들을 토대로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하
 며,
 상기 기관이 상기 측정 위치에 있는 경우 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관의 옆에 배치되며,
 상기 투영 유닛으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 수용하고, 상기 측정 빔들을 상기 기관으로 지향시키도록 배
 치되는 제 1 반사 바아(first reflection bar); 및 상기 기관으로부터 반사된 다수의 측정 빔들을 수용하고,
 상기 측정 빔들을 상기 검출 유닛으로 지향시키도록 배치되는 제 2 반사 바아를 포함하는 레벨 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 측정 위치들은 일직선 상에 배치되는 레벨 센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 기관의 메인 평면 상의 투영에서, 상기 측정 빔들은 상기 측정 위치들이 배치되는 상기 일직선에 대해 수
 직하지 않은 레벨 센서.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 투영에서, 상기 측정 빔들은 상기 측정 위치들이 배치되는 상기 일직선과 평행하지 않게 나아가는 레벨 센
 서.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 측정 빔들은 시준 빔들(collimated beams)인 레벨 센서.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 반사 바아는 상기 기관의 메인 평면과 평행한 평면에서 상기 투영 유닛으로부터 상기 다수의 측정 빔
 들을 수용하도록 구성되는 레벨 센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 반사 바아는 상기 다수의 측정 빔들을 상기 기관을 향하여 반사시키기 위한 비스듬한 반사면을 포함
 하며,

상기 제 2 반사 바아는 상기 반사된 다수의 측정 빔들을 상기 검출 유닛을 향하여 반사시키기 위한 비스듬한 반사면을 포함하는 레벨 센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 반사 바아는 상기 기관의 메인 평면과 평행한 평면으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 상기 검출 유닛으로 지향시키도록 구성되는 레벨 센서.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 반사 바아 및 상기 제 2 반사 바아는 점 대칭(point symmetric)인 레벨 센서.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 반사 바아 및 상기 제 2 반사 바아는 높이 맵이 결정될 기관 위에 배치되는 레벨 센서.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛 중 1 이상은 상이한 측정 빔들 간의 빔 경로 길이의 차를 보상하기 위한 보상기(compensator)를 포함하는 레벨 센서.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 투영 유닛은 측정 빔을 제공하기 위한 방사선 출력부(radiation output), 및 상기 측정 빔을 수용하고 상기 측정 빔에 주기적인 방사선 세기를 부여하도록 배치되는 투영 격자를 포함하며,

상기 검출 유닛은 상기 반사된 측정 빔을 수용하도록 배치되는 검출 격자, 및 상기 측정 빔을 수용하도록 배치되는 검출기를 포함하는 레벨 센서.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

반사된 상기 측정 빔의 적어도 일부를 수용하도록 배치되며, 공칭 평면에 대한 상기 기관의 경사를 나타내는 경사 신호를 제공하도록 구성되는 경사 측정 디바이스를 더 포함하는 레벨 센서.

청구항 15

리소그래피 장치에 있어서,

방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하도록 구성되는 조명 시스템;

패터닝 디바이스를 지지하도록 구성되는 지지체 - 상기 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 상기 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여할 수 있음 - ;

기관을 유지하도록 구성되는 기관 테이블;

패터닝된 방사선 빔을 상기 기관의 타겟부 상으로 투영하도록 구성되는 투영 시스템; 및

측정 위치에 배치되는 상기 기관 테이블 상의 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서를 포함하며, 상기 레벨 센서는:

상기 기관 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛,

상기 기관 상의 반사 후에 상기 측정 빔을 수용하기 위한 검출 유닛, 및

상기 검출 유닛에 의하여 수용되는 반사된 상기 측정 빔을 토대로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며,

상기 기관이 상기 측정 위치에 배치되는 경우 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관의 옆에 배치되며,

상기 투영 유닛으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 수용하고, 상기 측정 빔들을 상기 기관으로 지향시키도록 배치되는 제 1 반사 바아(first reflection bar); 및 상기 기관으로부터 반사된 다수의 측정 빔들을 수용하고, 상기 측정 빔들을 상기 검출 유닛으로 지향시키도록 배치되는 제 2 반사 바아를 포함하는 리소그래피 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 레벨 센서, 리소그래피 장치 및 리소그래피 장치에서 사용하기 위한 기관의 높이 맵(height map)을 결정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 리소그래피 장치는 기관 상에, 통상적으로는 기관의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(IC)의 제조시에 사용될 수 있다. 그 경우, 대안적으로 마스크 또는 레티클이라 칭하는 패턴링 디바이스가 IC의 개별층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 이 패턴은 기관(예컨대, 실리콘 웨이퍼) 상의 (예를 들어, 한 개 또는 수 개의 다이의 부분을 포함하는) 타겟부 상으로 전사(transfer)될 수 있다. 패턴의 전사는 통상적으로 기관 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트)층 상으로의 이미징(imaging)을 통해 수행된다. 일반적으로, 단일 기관은 연속하여 패턴링되는 인접한 타겟부들의 네트워크를 포함할 것이다. 통상적인 리소그래피 장치는, 한번에 타겟부 상으로 전체 패턴을 노광함으로써 각각의 타겟부가 조사(irradiate)되는 소위 스테퍼들, 및 방사선 빔을 통해 주어진 방향("스캐닝" 방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향(같은 방향으로 평행한 방향) 또는 역-평행 방향(반대 방향으로 평행한 방향)으로 기관을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 소위 스캐너들을 포함한다. 또한, 기관 상에 패턴을 임프린트(imprint)함으로써 패턴링 디바이스로부터 기관으로 패턴을 전사할 수도 있다.

[0003] 패턴이 투영되어야 하는 기관의 표면은 통상적으로 완전하게 편평하지는 않다. 또한, 기관은 수 마이크론의 두께 변화를 나타낼 수 있다. 기관 표면의 이러한 평탄도 및/또는 두께의 변화는, 예를 들어 포커스 오차 또는 이미징 오차들로 인해 패턴의 부정확한 투영을 초래할 수 있다.

[0004] 기관의 비편평함(unflatness) 및 두께 변화를 보정하기 위하여, 바람직하게는 리소그래피 장치에 통합되는 레벨 센서의 제공이 제안되어 왔다. 이러한 레벨 센서는, 패턴이 기관 상으로 전사(transfer), 예를 들어 투영되기 전의 기관의 높이 맵을 결정하는 데 이용될 수 있다. 이후, 이 높이 맵은 기관 상으로의 패턴의 전사 동안 기관의 위치를 보정하는 데 이용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 리소그래피 장치의 스루풋을 지속적으로 증가시키기 위한 바람이 존재한다. 그러므로, 기관의 높이 맵을 결정하는 데 시간을 덜 소요하는 것이 바람직하다.

과제의 해결 수단

[0006] 레벨 센서를 이용하여 높이 맵을 결정하는 데 포함되는 시간은 기관 상에 다수의 측정 위치들을 이용함으로써 단축될 수 있다. 이러한 레벨 센서에는, 다수의 측정 빔들을 기관의 다수의 측정 위치들 상에 투영하기 위한, 바람직하게는 동시에 투영하기 위한 투영 유닛이 제공된다.

[0007] 많은 리소그래피 장치들에서는, 레벨 센서를 위한 가용 공간이 상대적으로 작거나, 레벨 센서를 위한 가용 공간이 리소그래피 장치 내의 덜 바람직한 위치에 배치된다.

[0008] 다수의 측정 빔들을 갖는 레벨 센서의 잠재적인 단점은 이러한 레벨 센서가 상대적으로 더 많은 공간을 차지할

수도 있다는 점이다.

- [0009] 예를 들어, 레벨 센서가 리소그래피 장치 내의 가용 공간 내에 보다 쉽게 배치될 수 있는, 리소그래피 장치에서 사용하기 위한 레벨 센서를 제공하는 것이 바람직하다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 측정 위치에 배치되는 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서가 제공되며, 상기 레벨 센서는:
 - [0011] - 상기 기관 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛,
 - [0012] - 상기 기관 상에서의 반사 후에 상기 측정 빔들을 수용하기 위한 검출 유닛, 및
 - [0013] - 상기 검출 유닛에 의하여 수용된 반사된 측정 빔들을 기초로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며,
- [0014] 상기 기관이 상기 측정 위치에 배치되는 경우, 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관 옆에 배치된다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면,
- [0016] 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하도록 구성되는 조명 시스템;
- [0017] 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성되는 지지체 - 상기 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 상기 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여할 수 있음 - ;
- [0018] 기관을 유지시키도록 구성되는 기관 테이블;
- [0019] 패터닝된 방사선 빔을 상기 기관의 타겟부 상으로 투영하도록 구성되는 투영 시스템; 및
- [0020] 측정 위치에 배치되는 상기 기관테이블 상의 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성된 레벨 센서를 포함하는 리소그래피 장치가 제공되며, 상기 레벨 센서는:
 - [0021] - 상기 기관 상의 다수의 측정 위치 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛,
 - [0022] - 상기 기관 상에서의 반사 후에 상기 측정 빔을 수용하기 위한 검출 유닛, 및
 - [0023] - 상기 검출 유닛에 의하여 수용된 반사된 측정 빔들을 기초로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며,
- [0024] 상기 기관이 상기 측정 위치에 배치되는 경우, 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관 옆에 배치된다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기관의 높이 맵을 결정하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은:
 - [0026] 투영 유닛을 이용하여 상기 기관 상에 측정 빔을 투영함으로써 측정 위치에서의 기관의 높이를 측정하고, 검출 유닛을 이용하여 상기 기관으로부터 반사된 빔을 수용하며, 상기 검출 유닛에 의하여 수용된 상기 반사된 빔을 기초로 높이 레벨을 결정하는 단계 - 상기 기관이 측정 위치에 배치되는 경우, 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관의 옆에 배치됨 - ;
 - [0027] 상기 기관 상의 다수의 측정 위치들에 대한 측정을 반복하는 단계; 및
 - [0028] 상기 높이 레벨들을 기초로 상기 기관의 높이 맵을 결정하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 이하, 대응되는 참조 부호들이 대응되는 부분들을 나타내는 개략적인 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들이 예시의 방법으로 기술될 것이다.
 - 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 나타낸 도;
 - 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레벨 센서의 측면도;
 - 도 3은 투영 격자(좌측) 및 결과적인 이미지(우측)의 개략도;
 - 도 4는 검출 격자 및 검출 격자 세부요소의 일 실시예의 측면도;

- 도 5는 다수의 측정 위치들을 갖는 레벨 센서의 일 실시예의 평면도;
- 도 6은 경사(tilt) 측정 디바이스를 포함하는 레벨 센서의 일 실시예의 측면도;
- 도 7은 다수의 측정 위치 레벨 센서를 위한 빔 전달 시스템의 일 실시예의 평면도;
- 도 8, 9 및 10은 다수의 측정 위치 레벨 센서를 위한 빔 전달 시스템의 추가 실시예의 평면도, 단면도 및 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 개략적으로 도시하고 있다. 상기 장치는 방사선 빔(B) (예를 들어, UV 방사선 또는 여타 적합한 방사선)을 컨디셔닝(condition)하도록 구성된 조명 시스템(일루미네이터)(IL); 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성되고, 패터닝 디바이스를 특정 파라미터들에 따라 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치설정기(PM)에 연결된 패터닝 디바이스 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)를 포함한다. 또한, 상기 장치는 기관(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 기관을 특정 파라미터들에 따라 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정기(PW)에 연결된 기관 지지체(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT)를 포함한다. 또한, 상기 장치는 기관(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이)를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(B)에 부여된 패턴을 투영하도록 구성된 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PS)을 더 포함한다.
- [0031] 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 형태의 광학 구성요소들, 또는 그들의 여하한 조합과 같은 다양한 형태의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.
- [0032] 패터닝 디바이스 지지 구조체는 패터닝 디바이스의 방위, 리소그래피 장치의 디자인, 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경에서 유지되는지의 여부와 같은 다른 조건들에 의존하는 방식으로 패터닝 디바이스를 유지한다. 패터닝 디바이스 지지 구조체는 패터닝 디바이스를 유지하기 위해 기계적, 진공, 정전기, 또는 다른 클램핑 기술들을 이용할 수 있다. 패터닝 디바이스 지지 구조체는, 예를 들어 필요에 따라 고정되거나 이동가능할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 패터닝 디바이스 지지 구조체는, 패터닝 디바이스가, 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있을 것을 보장할 수 있다. 본 명세서에서 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로서 간주될 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서 이용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는, 기관의 타겟부에 패턴을 생성하기 위해서 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는 데 사용될 수 있는 여하한 디바이스 또는 임프린트가능한(imprintable) 매체에 패턴을 임프린트하기 위한 여하한 디바이스를 언급하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 패턴이 위상 시프팅 피처(phase-shifting feature)들 또는 소위 어시스트 피처들을 포함하는 경우, 기관 타겟부 내의 원하는 패턴과 정확히 대응되지 않을 수도 있다는 데 유의하여야 한다. 일반적으로, 방사선 빔에 부여된 패턴은 집적 회로와 같이 타겟부에 생성될 디바이스 내의 특정 기능 층에 해당할 것이다.
- [0034] 패터닝 디바이스는 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예로는 마스크, 프로그램가능한 거울 어레이 및 프로그램가능한 LCD 패널들을 포함한다. 마스크는 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 바이너리(binary)형, 교번 위상-시프트형 및 감쇠 위상-시프트형과 같은 마스크 타입뿐만 아니라, 다양한 하이브리드(hybrid) 마스크 타입들을 포함한다. 프로그램가능한 거울 어레이의 일 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 기울어질 수 있다. 기울어진 거울들은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.
- [0035] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 그들의 여하한 조합을 포함하는 여하한 타입의 투영 시스템을 포함하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서에서의 "투영 렌즈"라는 용어의 사용은 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로서 간주될 수 있다.
- [0036] 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 채택하는) 투과형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 상술된 바와 같은 타입의 프로그래밍가능한 거울 어레이를 채택하거나 또는 반사 마스크를 채택하는) 반사형으로 구성될 수 있다.
- [0037] 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 지지체(및/또는 2 이상의 패터닝 디바이스 지지체들)를 갖

는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 지지체들이 병행하여 사용되거나, 또는 1 이상의 지지체가 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 지지체 상에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0038] 또한, 리소그래피 장치는, 투영 시스템과 기관 사이의 공간을 채우기 위하여 기관의 적어도 일 부분이 비교적 높은 굴절률을 갖는 액체, 예를 들어 물로 덮일 수 있는 타입으로 구성될 수 있다. 또한, 침지 액체(immersion liquid)는 리소그래피 장치 내의 다른 공간들, 예를 들어 마스크와 투영 시스템 사이에 적용될 수도 있다. 침지 기술들은 투영시스템의 개구수를 증가시키는 데 이용될 수 있다. 본 명세서에서 이용되는 "침지"라는 용어는 기관과 같은 구조체가 액체 내에 잠겨야 한다는 것을 의미하기 보다는 노광 동안 투영 시스템과 기관 사이에 액체가 놓이기만 하면 된다는 것을 의미한다.

[0039] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(S0)로부터 방사선 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저(excimer laser)인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부분을 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(beam expander)를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로, 소스(S0)로부터 일루미네이터(IL)로 전달된다. 다른 경우, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(S0) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템(BD)과 함께 방사선 시스템이라고 칭해질 수 있다.

[0040] 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하도록 구성된 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 필드 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- σ 및 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인티그레이터(IN) 및 콘덴서(CO)와 같이, 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면이 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 가질 수 있도록, 방사선 빔을 컨디셔닝하는 데 사용될 수 있다.

[0041] 상기 방사선 빔(B)은 패터닝 디바이스 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 입사되며, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 상기 패터닝 디바이스(MA)를 가로지른 후, 상기 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PS)을 통과하며, 상기 투영 시스템은 기관(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 제 2 위치설정기(PW) 및 위치 센서(IF)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 리니어 인코더, 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기관 테이블(WT)은, 예를 들어 방사선 빔(B)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)들을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치설정기(PM) 및 또 다른 위치 센서(도 1에는 명확히 도시되어 있지 않음)는, 마스크 라이브러리(mask library)로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안 방사선 빔(B)의 경로에 대해 패터닝 디바이스(MA)를 정확히 위치시키는 데 사용될 수 있다. 일반적으로, 패터닝 디바이스 테이블(MT)의 이동은 장-행정 모듈(long-stroke module: 개략 위치설정) 및 단-행정 모듈(short-stroke module: 미세 위치설정)의 도움으로 실현될 수 있으며, 이는 제 1 위치설정기(PM)의 일부분을 형성한다. 이와 유사하게, 기관 지지체(WT)의 이동은 장-행정 모듈 및 단-행정 모듈을 이용하여 실현될 수 있으며, 이는 제 2 위치설정기(PW)의 일부분을 형성한다. (스캐너와는 대조적으로) 스테퍼의 경우, 패터닝 디바이스 테이블(MT)은 단-행정 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA) 및 기관(W)은 패터닝 디바이스 정렬 마크들(M1 및 M2) 및 기관 정렬 마크들(P1 및 P2)을 이용하여 정렬될 수 있다. 비록, 예시된 기관 정렬 마크들은 지정된(dedicated) 타겟부들을 차지하고 있지만, 그들은 타겟부들 사이의 공간들 내에 위치될 수도 있다[스크라이브-라인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)들로 알려져 있음]. 이와 유사하게, 패터닝 디바이스(MA) 상에 1 이상의 다이가 제공되는 상황들에서는, 패터닝 디바이스 정렬 마크들은 다이들 사이에 위치될 수도 있다.

[0042] 도시된 장치는 다음 모드들 중 적어도 1 이상에서 사용될 수 있다:

[0043] 1. 스텝 모드에서, 패터닝 디바이스 지지체(MT) 및 기관 지지체(WT)는 본질적으로 정지 상태로 유지되는 한편, 방사선 빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다[즉, 단일 정적 노광(single static exposure)]. 그 후, 기관 지지체(WT)는 상이한 타겟부(C)가 노광될 수 있도록 X 및/또는 Y 방향으로 시프트된다. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광 시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

[0044] 2. 스캔 모드에서, 패터닝 디바이스 지지체(MT) 및 기관 지지체(WT)는 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다[즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)]. 패터닝 디바이스 지지체(MT)에 대한 기관 지지체(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 동적 노광 시의 (비-스캐닝 방향으로의)

타겟부의 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.

[0045] 3. 또 다른 모드에서, 패터닝 디바이스 지지체(MT)는 프로그램가능한 패터닝 디바이스를 유지하여 본질적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안 기관 지지체(WT)가 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되며, 프로그램가능한 패터닝 디바이스는 기관 지지체(WT)가 각각 이동한 후, 또는 스캔 중에 계속되는 방사선 펄스 사이 사이에 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 앞서 언급된 바와 같은 타입의 프로그램가능한 거울 어레이와 같은 프로그램가능한 패터닝 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0046] 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 용도의 모드들이 채택될 수도 있다.

[0047] 도 1에는, 리소그래피 장치에서 본 발명의 일 실시예에 따른 레벨 센서(1)의 가능한 위치가 도시되어 있다. 기관 지지체(WT) 및 그 위에서 지지되는 기관(W)은 기관의 측정 위치 내에 점선으로 도시되어 있다. 이 측정 위치에서, 기관(W)의 높이 레벨이 결정될 수 있다.

[0048] **레벨 센서**

[0049] 도 2는 참조 부호(1)로 일반적으로 나타낸 레벨 센서를 도시하고 있다. 레벨 센서(1)는 기관(2)의 높이 맵을 결정하도록 구성된다. 이 높이 맵은 기관(2) 상의 패턴의 투영 동안 기관의 위치를 보정하는 데 이용될 수 있다. 레벨 센서는 독립형(stand-alone) 디바이스로 배열될 수 있으나, 도 1에 도시된 바와 같이 리소그래피 장치 내에 통합되는 것이 바람직하다.

[0050] 레벨 센서(1)는 투영 유닛(3), 검출 유닛(4), 및 처리 유닛(5)을 포함한다. 투영 유닛(3)은 방사선 출력부(6) (예를 들어, 방사선 소스 또는 방사선 소스 어딘가에 연결되는 출력부) 및 투영 격자(7)를 포함한다. 방사선 출력부(6)는, 여하한 적합한 방사선 소스에 연결될 수 있다. 방사선 출력부는 광대역 광원(broadband light source)이거나 상기 광대역 광원에 연결되지만, 편광(polarized) 레이저 빔 또는 비편광 레이저 빔이 이용될 수도 있다. 방사선 출력부(6)는 투영 격자(7)로 지향되는 측정 빔을 제공한다.

[0051] 투영 격자(7)는 주기적 격자(periodic grating), 즉 주기적 구조를 갖는 패턴을 포함하며, 이는 방사선 세기에 있어 주기적 구조를 갖는 측정 빔을 생성한다. 도 3의 좌측에는 주기적 구조를 갖는 투영 격자의 일 예가 도시되어 있다. 주기적 방사선 세기를 갖는 측정 빔은 광학 반사기(9)를 통해 측정 위치(8)를 향하여 지향된다. 기관은 이 측정 위치(8)에 배치된다. 기관(2)을 향하여 측정 빔을 안내하기 위하여 추가 광학 요소들이 제공될 수도 있다. 측정 위치(8)에서, 측정 빔은 기관(2)으로 반사되고, 제 2 광학 반사기(10)를 통해 나아가며, 나아가 검출 유닛(4)에 대한 광학 요소들을 통해 나아가갈 수도 있다. 검출 유닛(4)은 검출 격자(11) 및 3 개의 검출기들(12a, 12b, 12c)을 포함한다.

[0052] 검출 격자(11)는 도 4에 도시된 바와 같이 주기적 구조를 포함한다. 이 주기적 구조는 각각의 주기에 대해 3 개의 세그먼트들(13a, 13b, 13c)의 어레이를 포함한다. 세그먼트들의 어레이 내의 각각의 세그먼트의 최상부 표면은 측정 빔(14)의 입사각에 대해 상이한 각도를 갖는다. 결과적으로, 측정 빔은 3 개의 세그먼트들에 의하여 3 개의 측정 빔 부분들(14a, 14b, 14c)로 나누어지고, 상기 3 개의 측정 빔 부분들 각각은 3 개의 검출기들(12a, 12b, 12c) 중 하나, 예를 들어 포토다이오드들(photodiodes) 또는 방사선 세기를 측정할 수 있는 다른 요소들로 지향된다.

[0053] 세그먼트들의 어레이들에서 세그먼트들의 구조는 주기적이기 때문에, 세그먼트들의 어레이 마다 각각의 세그먼트(13a, 13b, 13c)는 상기 세그먼트에 의하여 수용되는 측정 빔의 일부를 연관된 검출기(12a, 12b 및 12c)로 지향시킨다. 따라서, 모든 제 1 세그먼트들(13a)은 측정 빔의 방사선을 제 1 검출기(12a)를 향하여 지향시키고, 주기적 구조의 제 2 세그먼트(13b)는 제 2 검출기(12b)를 향하여 지향시키며, 주기적 구조의 제 3 세그먼트(13c)는 제 3 검출기(12c)를 향하여 지향시킨다.

[0054] 측정된 방사선 세기들은 처리 유닛(5)에 의하여 수용되며, 상이한 검출기들에 의하여 수용되는 방사선 세기들을 토대로, 실시예에 대해 후술되는 바와 같이 기관(2)의 높이 레벨이 감해질(deducted) 수 있다.

[0055] 도 3을 다시 참조하면, 도 3의 좌측에 도시된 주기적 구조는 대략 30 μm 의 길이(L) 및 대략 4 μm 의 너비(W)를 갖는 마름모 형상들로 구성된다. 레벨 센서에 사용되는 이미징 광학기의 작은 NA로 인하여, 투영 격자의 너비 방향으로의 주기성은 분해되지(resolve) 않는 반면, 투영 격자(7)의 길이 방향(L)으로의 주기성은 분해된다.

대안적인 실시예에서, 주기성은 너비 방향으로 분해될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0056] 도 3의 우측에는, 기관(2) 상의 이 주기적 구조의 결과적인 투영 이미지가 도시되어 있다. 도 3의 이미지는 투영 이미지가 투영 격자(7)의 길이 방향으로 주기성을 갖는다는 것을 나타내고 있다. 이 이미지는 기관(2)의 최상부 표면 상에서 검출 유닛(4)을 향하여 반사된다. 검출 유닛(4)의 검출 격자(11)에 의하여 수용되는 세기 분포는 사인곡선 세기 분포(sinusoidal intensity distribution)에 의하여 근사화될 수 있으며, 상기 세기는 기관 높이에 의하여 유도되는 이미지의 시프트(s) 및 길이방향 변수(x)에 따라 정해진다.

[0057]
$$I = A + B \cos(x + s)$$

[0058] 이 수학식에서, 사인곡선 변수의 피치는 2π 과 동일하게 선택된다. 이미지 s의 시프트는 기관 높이에 의하여 결정된다. 이 시프트 s는 파라미터 A와 B(이들 또한 알려져 있지 않고 변수임)를 고려하면서 각각의 측정 위치(8)에서의 기관의 높이를 계산하도록 결정된다.

[0059] 도 4는, 예시를 위하여 3 개의 세그먼트들(13a, 13b 및 13c) 위의 사인곡선 세기 분포의 에어리얼 이미지(aerial image: AI)를 나타내고 있다. 세그먼트들(13a, 13b, 13c) 각각은 세기 분포의 또 다른 부분을 수용한다. 세그먼트들(13a, 13b, 13c)의 상이한 각도들로 인하여, 세기 분포의 각각의 부분은 각각의 검출기들(12a, 12b, 12c)로 안내된다. 검출기들(12a, 12b, 12c)에 의하여 수용되는 방사선 세기들은 측정 위치(8)에서의 기관의 높이 레벨을 결정하기 위한 처리 유닛(5)으로 안내된다.

[0060] 검출기들(12a, 12b, 12c) 각각에 의하여 수용되는 방사선 세기들(D1, D2 및 D3)은 다음의 관계로 기술될 수 있다:

[0061]
$$D_1 = \frac{2\pi}{3} A + B \left[\sin\left(-\frac{\pi}{3} + s\right) - \sin(-\pi + s) \right]$$

$$D_2 = \frac{2\pi}{3} A + B \left[\sin\left(\frac{\pi}{3} + s\right) - \sin\left(-\frac{\pi}{3} + s\right) \right]$$

$$D_3 = \frac{2\pi}{3} A + B \left[\sin(\pi + s) - \sin\left(\frac{\pi}{3} + s\right) \right]$$

[0062] 3 개의 알려지지 않은 변수들을 갖는 이들 3 개의 방정식들로부터, 2 개의 직교 신호(quadrature signal)들이 유도될 수 있다.

[0063]
$$B \cos(s) = \frac{2D_2 - D_1 - D_3}{3\sqrt{3}}$$

$$B \sin(s) = \frac{D_1 - D_3}{3}$$

[0064] 이들 2 개의 직교 신호들은 s의 어떠한 값에 대해서도 값 s를 찾을 수 있어서, 기관 높이 변화들에 대해 0의 감도(zero sensitivity)를 갖는 사각-지대(dead-zone)가 없고 세기 오차들이 존재하지 않는다. 결과적으로, 레벨 센서(1)는 +/- 5 μm 보다 큰 또는 심지어 +/- 10 μm 보다 큰, 상대적으로 큰 높이 범위에서 기관의 높이를 결정하기에 적합하다. 그러므로, 높이 레벨의 측정 동안 폐쇄-루프 높이 제어(closed-loop height control)의 필요성이 제거될 수 있다.

[0065] 추가 실시예에서, 검출 격자는 측정 빔의 각각의 주기에 대해 4 이상의 세그먼트들을 포함할 수 있다. 도 4에 도시된 실시예에서, 세그먼트들(13a, 13b, 13c) 각각은 동일한 길이(1s)를 갖는다. 대안적인 실시예에서, 세그먼트들의 완전한 어레이의 길이가 검출 격자(11) 상에 투영되는 측정 빔의 이미지의 주기에 대응되는 한, 세그먼트들은 상이한 길이들을 가질 수 있다.

[0066] 세그먼트들의 최상부 표면들의 각도들은 검출 격자(11)의 메인 평면에 대해 대략 -15°, 0° 및 15° 이다. 어느 다른 적합한 각도는 세그먼트들 각각에 대해 적용될 수 있다. 3 개의 빔 부분들 간의 세기 차이들이 결정될 수 있도록 3 개의 개별 검출기들(12a, 12b, 12c)로 지향될 수 있는 3 개의 구별가능한 빔 부분들로 측정 빔을 분리시키기 위하여 각도들 간의 차이는 충분히 커야 한다.

- [0067] 기관(2)의 높이 레벨의 측정은 개방-루프로 측정되며 상대적으로 큰 높이 범위에서 측정될 수 있기 때문에, 레벨 센서(1)는 다수의 측정 위치들(8)의 높이 레벨을 동시에 측정하기에 적합하다. 기관(2) 상의 상이한 위치들에서 레벨 센서(1)의 측정 위치(8)를 배치하기 위하여, 상이한 방법들이 적용될 수도 있다.
- [0068] 일 실시예에서, 기관(2)은 레벨 센서(1)를 따라 스캐닝 움직임으로 이동될 수 있다. 폐쇄 루프 높이 제어를 필요로 하지 않을 수 있기 때문에, 이 움직임은 그와 더불어 일정한 속도로 이루어질 수 있으며, 이는 기관의 높이 레벨을 결정하는 동안 기관(2)을 지지하는 기관 지지체의 가속의 필요성을 제거한다. 추가 실시예에서, 레벨 센서(1)는 기관이 정지해 있는 동안 기관(2) 위로 이동될 수도 있다. 추가 실시예에서, 레벨 센서(1)와 기관 둘 모두는 기관의 표면 위로 측정 위치들을 이동시키기 위한 최적의 경로를 얻기 위해 이동될 수도 있다.
- [0069] 일 실시예에서, 레벨 센서에는, 완전한 레벨 센서 및/또는 기관을 이동시키지 않고 기관 상의 상이한 위치들로 측정 빔을 지향시키도록 구성되는 이동가능한 방사선 안내 디바이스가 제공될 수 있다. 이러한 레벨 센서에 의하면, 적어도 기관 일부, 예를 들어 측정 위치들의 라인의 높이는, 완전한 레벨 센서 및/또는 기관의 이동을 요하지 않고 측정될 수 있다. 이러한 실시예에서는, 완전한 기관의 높이 맵을 얻는 데 레벨 센서에 대한 기관의 적은 움직임 또는 덜 복잡한 움직임만을 필요로 할 수도 있다.
- [0070] 도 5는 레벨 센서(101)의 추가 실시예를 도시하고 있다. 도 5의 레벨 센서(101)에서는, 도 2의 실시예와 같거나 유사한 특징들은 동일한 참조 부호들로 나타내었다.
- [0071] 레벨 센서(101)는 기관(2)의 너비를 가로지르는 라인 상에서 이격된 상이한 측정 위치들(108)에서의 기관의 높이를 측정하도록 구성된다. 각각의 측정 위치(108)에 대하여, 레벨 센서(101)는 도 2에 도시된 레벨 센서의 구성요소들을 포함한다. 따라서, 각각의 측정 위치(108)는 방사선 출력부(6)와 투영 격자(7)를 포함하는 투영 유닛, 및 검출 격자(11)와 다수의 검출기들(도시 안됨)을 포함하는 검출 유닛과 연관되어 있다. 또한, 측정 빔을, 투영 유닛으로부터 측정 위치로 안내하고 기관(2) 상에서의 반사 후에는 측정 위치로부터 검출 유닛으로 안내하기 위해 광학 요소들(9 및 10)이 제공된다.
- [0072] 나타낸 실시예에서는, 각각의 측정 위치(108)에 대하여, 하나의 방사선 출력부(6), 하나의 검출 격자(11) 및 3개 이상의 검출기들의 세트가 제공된다. 모든 측정 위치들에 대해서는 하나의 투영 격자(7) 및 일 세트의 광학 요소들(9 및 10)이 제공된다. 이러한 이유로, 투영 격자(7) 및 광학 요소들(9, 10)은 측정 위치(108)를 따라 연장된다.
- [0073] 대안적인 실시예에서는, 모든 측정 위치들(8)에 대해 하나의 검출 격자(11)가 제공될 수도 있다. 또한, 또는 대안적으로, 1 이상의 부분들, 예를 들어 투영 격자, 검출 격자 등이 전부는 아니지만 다수의 측정 위치들(8)에 대해 제공될 수도 있다.
- [0074] 도 5에 도시된 레벨 센서는 12 개의 측정 위치들(8)에서 기관의 높이를 측정하도록 구성된다. 기관의 전체 너비는 측정 위치들(8)의 이 라인에 의하여 덮일 수 있다. 원할 경우, 거의 모든 측정 위치들(8)이 제공될 수도 있다. 또한, 측정 위치들(8)은 도 5의 실시예에 도시된 라인과 같이 하나의 라인을 따르기 보다 다른 구조들로 배치될 수도 있다.
- [0075] 레벨 센서는 상대적으로 큰 높이 범위에서 기관(2) 표면의 높이를 측정할 수 있기 때문에, 도 2에 도시된 바와 같은 레벨 센서(1)의 구조는 다수의 측정 위치 레벨 센서로 이용될 수 있다. 통상적으로, 측정을 위한 이러한 큰 높이 범위는 기관의 두께 및/또는 평탄도의 정상적인 변화들보다 크다. 이러한 보다 큰 측정 범위는 폐쇄-루프 높이 제어를 배제시킬 수 있다. 결과적으로, 도 5의 레벨 센서는 상이한 측정 위치들에서의 기관의 높이들 간의 높이 차들로 인한 기관의 위치를 보정할 필요 없이 다수의 측정 위치들(8)에서 동시에 기관 높이를 측정하는 데 이용될 수 있다.
- [0076] 다수의 측정 위치들(8)은 기관(2) 상의 많은 수의 위치들의 높이 정보를 얻기 위하여 기관을 따라 이동될 수도 있다. 이러한 움직임은 레벨 센서(101)의 움직임, 기관(2)의 움직임, 및/또는 레벨 센서(101)의 방사선 안내 요소의 움직임, 예를 들어 광학 요소들(9 및 10)의 움직임에 의하여 얻어질 수 있다. 실제 리소그래피 공정 동안 기관의 보정 움직임들을 위해 이용될 기관(2)의 높이 맵을 얻기 위하여, 이러한 움직임들의 조합이 이용될 수도 있다.
- [0077] **경사 측정 디바이스(tilt measuring device)**
- [0078] 도 2는 상대적으로 높은 정확도로 기관의 높이를 측정할 수 있는 레벨 센서(1)를 도시하고 있다. 레벨 센서는

+/- 5 μm 나, 심지어 +/- 10 μm 또는 아마도 그 보다 훨씬 더 큰 높이 범위 내에서 신뢰성 있는 측정을 제공할 수 있다. 하지만, 투영 격자의 이미지가 검출 격자에 대해 디포커스되는(defocus) 경우, 레벨 센서는 x-축에 대한 기관의 경사에 대해 민감해질 수 있다. 이 효과는 작지만, 기관의 높이 맵이 결정되는 경우 기관(2)의 경사가 측정되고 고려될 수 있다. 기관의 경사를 고려함으로써 결정되는 높이의 보정은 높이 맵의 정확도를 훨씬 더 향상시킬 수 있다. 이하, 기관의 경사를 측정할 수 있는 레벨 센서의 예에 대해 논의될 것이다.

[0079] 도 6은 경사 측정 디바이스(20)를 더 포함하는 도 2의 레벨 센서를 도시하고 있다. 경사 측정 디바이스(20)는 반사된 측정 빔의 적어도 일부를 수용하도록 배치되고 공칭 평면(21)에 대하여 x-축(Rx)에 대한 기관의 경사를 나타내는 경사 신호를 제공하도록 구성된다. 경사 측정 디바이스(20)는, 필요한 경우 레벨 센서(1)에 의하여 측정되는 높이 레벨을 보정하기 위하여 처리 유닛(5)으로 경사 신호를 공급하기 위해 처리 유닛(5)에 연결된다.

[0080] 레벨 센서(1)에서, 기관(2) 상에 반사되는 측정 빔은 광학 요소(10)에 의하여 수용되며, 상기 광학 요소는 측정 빔의 주요 부분, 예를 들어 방사선 세기의 80 %를 검출 유닛(4)을 향하여 반사시키는 부분 반사 거울이다.

[0081] 측정 빔의 나머지는 부분 반사 거울을 통해 투과되고 경사 측정 디바이스(20)에서의 기관의 경사를 검출하는 데 이용된다. 이러한 측정 빔의 나머지는 경사 측정 빔(22)으로서 도 6에 나타나 있다.

[0082] 경사 측정 빔(22)은 빔 스플리팅 디바이스(beam splitting device; 23)에 의하여 수용된다. 빔 스플리팅 디바이스(23)는 경사 측정 빔을 2 개의 부분으로 나누도록 구성되며, 상기 2 개의 부분 각각은 2 개의 경사 검출기들(24, 25) 중 하나로 지향된다. 빔 스플리팅 디바이스(23)는 서로에 대하여 배치되는 2 개의 웨지(wedge)를 포함한다. 하부 웨지에 의하여 수용되는 경사 측정 빔의 일부는 경사 검출기(24)로 안내되며, 상부 웨지에 의하여 수용되는 경사 측정 빔의 일부는 경사 검출기(25)로 안내된다. 빔 스플리팅 디바이스(23)의 2 개의 웨지는 경사에 민감한 방향으로 이격된다.

[0083] 2 개의 경사 검출기들(24, 25)에 의하여 수용되는 방사선의 상대적인 양들 간의 비의 비교는 기관의 경사를 나타낸다. 예를 들어, 도 6에서 화살표 T로 나타낸 바와 같이 기관이 경사져 있는 경우, 상부 웨지에 의하여 수용되는 경사 측정 빔(22)의 일부는 증가하는 한편, 하부 웨지에 의하여 수용되는 부분은 감소할 것이다. 2 개의 경사 검출기(24, 25)에 의하여 수용되는 방사선의 양들 간의 차이들은 경사 검출기들(24, 25)에 의하여 수용되는 방사선 간의 작은 세기 차이들을 결정하도록 정규화(normalize)될 수 있다. 각각의 경사 검출기들(24, 25)에 의하여 수용되는 방사선 양의 이러한 비교는 기관(2)의 작은 경사 변화의 검출을 유도한다.

[0084] 도 6의 경사 측정 디바이스는 경사 측정 디바이스(20)에 의하여 결정되는 높이를 보정하기 위해 기관의 경사를 측정하는 데 이용될 수 있는 경사 센서의 일례에 불과하다. 기관의 경사를 측정할 수 있는 여하한 다른 경사 측정 디바이스(20)가 적용될 수도 있다. 일반적으로, 레벨 센서의 측정 빔이 나아가는 평면에 수직인 축선에 대한 경사를 측정하는 것이 바람직하다. 나타낸 실시예에서, 측정 빔은 y-z 평면에서 나아가며; 따라서, 측정될 경사는 x-축(Rx)에 대한 기관의 경사이다.

[0085] 도 6에 도시된 경사 측정 디바이스(20)는 매우 콤팩트하게 구성될 수 있으며, 그러므로 도 5에 도시된 다수의 측정 위치들에 대한 레벨 센서 시스템에 적용하기에 적합하다. 이러한 레벨 센서에서는, 각각의 측정 위치(8)에 대해 레벨 센서(101)에 의해 결정되는 높이가 기관(2)의 경사에 대해 보정될 수 있도록, 다수의 측정 위치들의 각각의 측정 위치에 대해 기관의 경사 변화를 측정하기 위한 경사 측정 디바이스(20)가 제공될 수 있다.

[0086] **측정 빔 전달 시스템**

[0087] 도 5에는, 다수의 측정 위치들(8)에서 기관(2)의 높이 레벨을 측정하기 위한 레벨 센서(101)의 평면도가 도시되어 있다. 이 레벨 센서(101)는 상이한 측정 위치들(8)에서 기관(2)의 높이를 동시에 측정하기 위한 가능성을 제공한다. 또한, 이 레벨 센서는 기관(2)의 표면을 따르는 측정 위치들의 개방 루프 스캐닝을 위한 가능성을 제공한다. 원할 경우, 기관(2)의 경사가 1 이상의 경사 측정 디바이스들에 의해 측정되어 레벨 센서(1)에 의하여 측정된 높이를 보정함으로써, 기관(2)의 경사로 인한 어떠한 영향에 대해서도 측정된 높이를 보정할 수 있다.

[0088] 이 레벨 센서는 기관(2) 높이 맵의 신속하고 정확한 결정을 위한 가능성들을 제공하기 때문에, 도 5에 도시된 레벨 센서는 기관(2) 위의 상당한(substantial) 공간을 필요로 할 수 있다. 리소그래피 장치 내의 기관 위에서 이러한 공간을 항상 이용할 수 있는 것은 아니다.

- [0089] 리소그래피 장치 내의 가용 공간을 보다 효율적으로 이용하기 위해, 도 7은 다수의 측정 위치들(8)이 라인 상에 배치되는 기관의 다수의 측정 위치들에서 측정 빔들을 제공하는 대안적인 빔 전달 방법을 나타내고 있다. 기관(2)은 측정 위치에 배치된다, 즉 레벨 센서의 측정 위치들(8) 중 적어도 하나는 기관(2)의 높이 측정이 수행될 수 있도록 하는 기관(2) 상의 위치에 배치된다.
- [0090] 각각의 측정 위치(8)에 대하여, 방사선 방사선 출력부(6), 투영 격자(7), 검출 격자(11) 및 3 개의 검출기들(도시 안됨)이 제공된다. 이와 같은 레벨 센서의 이들 구성요소들은 도 2 및 5에 도시된 레벨 센서에 이용되는 구성요소들에 대응된다. 하지만, 방사선 출력부(6) 및 투영 격자(7)는 기관(2) 옆의(next to) 일 측면에 제공되는 한편, 검출 격자(11) 및 검출기들은 기관(2) 옆의 다른 측면에 제공된다. 기관(2)에 대하여 상이한 높이에 상이한 구성요소들이 제공될 수 있으나, 나타낸 실시예에서는 모든 구성요소들이 기관(2)보다 높은 높이 레벨에 배치된다.
- [0091] 이 배치의 장점은, 기관(2) 위에는 구성요소들이 배치되지 않고, 기관(2) 일 측의 모든 구성요소들은 서로 상대적으로 밀접하게 배치되어 리소그래피 장치 내의 모든 구성요소들을 위해 상대적으로 작은 공간만을 필요로 한다는 점이다.
- [0092] 상기 "옆의"라는 용어는 기관의 메인 평면으로부터 수직하게 투영될 경우 기관 외측에 놓이는 위치를 나타내는 데 이용된다는 것에 유의하여야 한다. "위의" 또는 "아래의"라는 용어들은 기관의 메인 평면으로부터 수직하게 투영될 경우 기관 내에 놓이는 위치를 나타낸다.
- [0093] 도 8, 9 및 10은 레벨 센서의 측정 빔을 위해 필요한 공간이 더욱 축소될 수 있는 추가 실시예를 도시하고 있다. 도 8, 9 및 10의 실시예에서, 기관(2) 위에는 반사 바아들(reflection bars; 30, 31)이 제공된다. 반사 바아들(30, 31) 각각에는 비스듬한 반사면들(30a, 31a)이 제공된다(도 8의 AA 라인을 따라서 본 도 9 참조).
- [0094] 비스듬한 반사면들(30a, 31a)의 각들은 수평면에 대해 같고 기관의 표면을 향하여 지향되는 것이 바람직하다. 상기 각들은 실질적인 수평면에서 반사 바아(30)에 의하여 수용되는 측정 빔이 기관(2) 상의 측정 위치(8)를 향하여 반사되도록 선택된다. 측정 위치(8)에서, 측정 빔은 반사 바아(31)를 향하여 거꾸로 반사된다. 반사된 빔은 반사 바아(30) 상에서 반사된 곳과 실질적으로 같은 높이에서 반사 바아(31) 상에 수용된다. 반사 바아(31)로부터, 측정 빔은 실질적으로 수평방향으로 검출 유닛(4)까지 안내된다.
- [0095] 검출 유닛(4)에는, 기관(2)의 높이를 나타내는 신호들을 검출하기 위해 추가 광학 요소들이 제공될 수도 있다. 이들 신호들은 검출 유닛(4) 내에 또는 여타 적합한 위치에 배치될 수 있는 처리 유닛의 측정 위치에서 기관(2)의 높이를 결정하는 데 이용될 수 있다. 레벨 센서의 구성요소들은 상술된 실시예들의 구성요소들에 대응될 수 있으나, 여타 적합한 레벨 센서 디바이스가 이용될 수도 있다.
- [0096] 센서 구성요소들은 투영 유닛(3) 및 검출 유닛(4)으로 나타나 있다. 투영 유닛(4)은 기관(2) 상의 상이한 측정 위치들(8)에서의 높이 레벨을 측정하기 위하여 다수의 측정 빔들을 제공하도록 구성된다. 모든 측정 빔들은 실질적으로 같은 높이에 제공되며 반사 바아(30)로 지향된다. 모든 반사된 측정 빔들은 반사 바아(31)에 의하여 실질적으로 같은 높이에서 수용되며, 검출 유닛(4)을 향하여 지향된다.
- [0097] 도 8, 9, 및 10에 도시된 실시예의 측정 빔 전달 디바이스의 장점은, 측정 빔이 기관(2)에 대해 상대적으로 낮은 높이 레벨에서 유지될 수 있는 동시에, 투영 유닛(3) 및 검출 유닛(4)이 이들 유닛들(3, 4)의 제공을 위해 보다 많은 공간을 이용할 수 있는 기관의 옆에 배치된다는 점이다.
- [0098] 도 8, 9, 및 10에 도시된 실시예에서는, 단 3 개의 측정 위치들(8)만이 도시되어 있다. 실제에 있어서는, 훨씬 더 많은 측정 위치들(8), 예를 들어 50 개가 넘는 측정 위치들이 일 라인으로 또는 여타 적합한 구조로 배치될 수 있다. 또한, 기관의 완전한 표면에 걸친 기관의 높이 레벨을 결정하여 기관의 높이 맵을 결정하기 위하여 기관 표면에 걸쳐 측정 위치들(8)을 이동시키기 위해 기관(2)이 이동될 수도 있다. 상기 이동은 레벨 센서의 이동들 및/또는 기관의 이동들이나, 여타 적합한 방법에 의하여 실현될 수도 있다.
- [0099] 투영 유닛(3) 및 검출 유닛(4)은, 반사 바아들(30, 31)을 이용하는 경우 측정 위치에서 부분적으로 또는 완전하게 기관 위에 배치될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0100] 또한, 도 7, 8, 9, 및 10의 실시예들의 투영 유닛(3) 및/또는 검출 유닛(4)은, 필요할 경우 상이한 측정 빔들 간의 측정 빔 경로 길이의 차이를 보상하기 위한 보상기(compensator)를 포함할 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

- [0101] 또한, 레벨 센서의 측정 빔들은 시준 빔(collimated beam)들일 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 시준 빔들(예를 들어, 레이저 빔들)을 이용할 때의 장점은 레벨 센서의 증가된 실행가능성(feasibility)에 있다.
- [0102] 본 명세서에서는, IC 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급하였으나, 본 명세서에 기술된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이(flat-panel display), 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등의 제조와 같이 다른 적용예들을 가질 수도 있음을 이해하여야 한다. 당업자라면 이러한 대안적인 적용예와 관련하여, 본 명세서의 "웨이퍼" 또는 "다이"라는 용어의 어떠한 사용도 각각 "기판" 또는 "타겟부"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수도 있음을 이해하여야 한다. 본 명세서에서 언급되는 기판은 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기판에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 톨), 메트롤로지 톨 및/또는 검사 톨에서 처리될 수 있다. 적용가능하다면, 이러한 기판 처리 톨과 다른 기판 처리 톨에 본 명세서의 기재 내용이 적용될 수 있다. 또한, 예를 들어 다층 IC를 생성하기 위하여 기판이 한번 이상 처리될 수 있으므로, 본 명세서에 사용되는 기판이라는 용어는 이미 여러번 처리된 층들을 포함한 기판을 칭할 수도 있다.
- [0103] 광학 리소그래피와 관련된 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 상술하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예를 들어 임프린트 리소그래피에 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서, 패턴닝 디바이스 내의 토포그래피(topography)는 기판 상에 생성된 패턴을 정의한다. 패턴닝 디바이스의 토포그래피는 전자기 방사선, 열, 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 레지스트가 경화되는 기판에 공급된 레지스트 층으로 가압될 수 있다. 패턴닝 디바이스는 레지스트를 벗어나 이동하며, 레지스트가 경화된 후에는 그 안에 패턴이 남게 된다.
- [0104] 본 명세서에서 사용된 "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 이온 빔들 또는 전자 빔들과 같은 입자 빔들뿐만 아니라, (예를 들어, 365, 248, 193, 157 또는 126 nm, 또는 그 정도의 파장을 갖는) 자외(UV)방사선 및 (예를 들어, 5 내지 20 nm 범위 내의 파장을 갖는) 극자외(EUV)방사선을 포함하는 모든 형태의 전자기 방사선을 포괄한다.
- [0105] 본 명세서가 허용하는 "렌즈"라는 용어는, 굴절, 반사, 자기, 전자기 및 정전기 광학 구성요소들을 포함하는 다양한 형태의 광학 구성요소들 중 어느 하나 또는 그들의 조합으로 언급될 수 있다.
- [0106] 본 발명의 특정 실시예들에 대해 상술하였으나, 본 발명은 설명된 것과는 달리 실행될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 본 발명은 앞서 개시된 바와 같은 방법을 구현하는 기계-관독가능한 명령어의 1 이상의 시퀀스를 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되어 있는 데이터 저장 매체(예를 들어, 반도체 메모리, 자기 또는 광학 디스크)의 형태를 취할 수 있다.
- [0107] 상술된 설명들은 예시에 지나지 않으며, 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 당업자라면 후술되는 항들의 범위를 벗어나지 않는, 기술된 바와 같은 본 발명에 대한 변경들이 가해질 수도 있음을 이해할 것이다.
- [0108] (1). 측정 위치에 배치되는 기판의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서에 있어서, 상기 레벨 센서는:
- [0109] 상기 기판 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛;
- [0110] 상기 기판 상에서의 반사 후에 상기 측정 빔들을 수용하기 위한 검출 유닛; 및
- [0111] 상기 검출 유닛에 의하여 수용되는 반사된 상기 측정 빔들을 토대로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며,
- [0112] 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기판이 상기 측정 위치에 배치되는 경우 상기 기판의 옆에 배치되는 레벨 센서.
- [0113] (2). 상기 (1)에 있어서,
- [0114] 상기 측정 위치들은 라인 상에 배치되는 레벨 센서.
- [0115] (3). 상기 (2)에 있어서,
- [0116] 상기 기판의 메인 평면 상의 투영에서, 상기 측정 빔들은 상기 측정 위치들이 배치되는 상기 라인에 대해 수직하지 않은 레벨 센서.
- [0117] (4). 상기 (3)에 있어서,
- [0118] 상기 투영에서, 상기 측정 빔들은 상기 측정 위치들이 배치되는 상기 라인과 평행하지 않게 나아가는 레벨

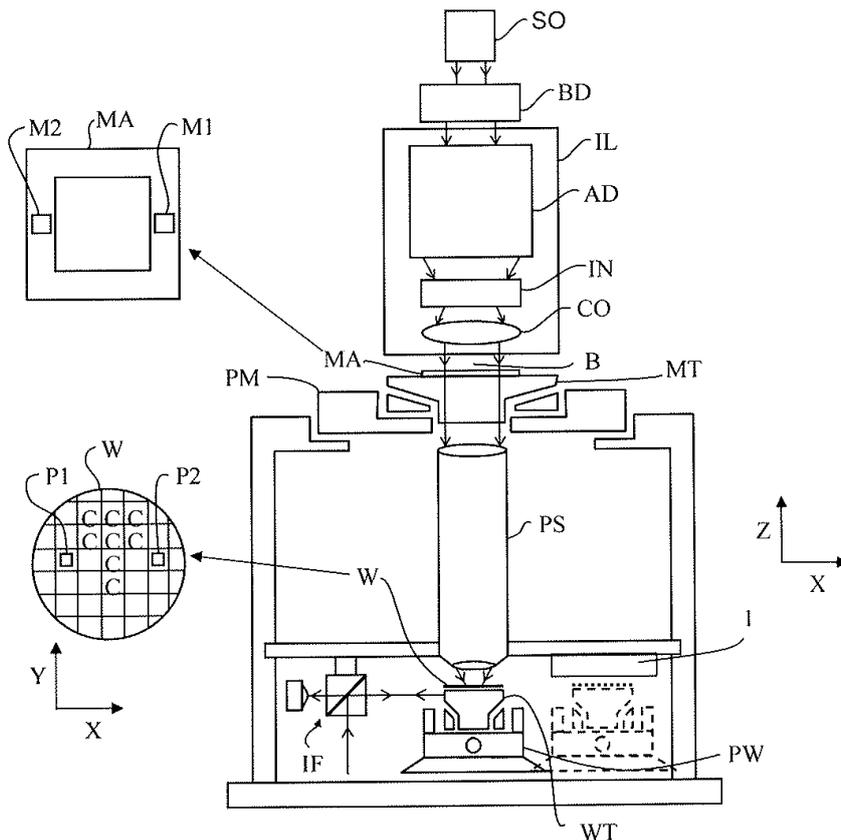
센서.

- [0119] (5). 상기 (1) 내지 상기 (4) 중 어느 하나에 있어서,
- [0120] 상기 측정 빔들은 시준 빔들(collimated beams)인 레벨 센서.
- [0121] (6). 상기 (1)에 있어서,
- [0122] 상기 투영 유닛으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 수용하고, 상기 측정 빔들을 상기 기관으로 지향시키도록 배치되는 제 1 반사 바아(first reflection bar), 및 상기 투영 유닛으로부터 반사된 상기 다수의 측정 빔들을 수용하고, 상기 측정 빔들을 상기 검출 유닛으로 지향시키도록 배치되는 제 2 반사 바아를 포함하는 레벨 센서.
- [0123] (7). 상기 (6)에 있어서,
- [0124] 상기 제 1 반사 바아는 상기 기관의 메인 평면과 실질적으로 평행한 평면에서 상기 투영 유닛으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 수용하도록 구성되는 레벨 센서.
- [0125] (8). 상기 (6)에 있어서,
- [0126] 상기 제 1 반사 바아는 상기 다수의 측정 빔들을 상기 기관을 향하여 반사시키기 위한 비스듬한 반사면을 포함하며,
- [0127] 상기 제 2 반사 바아는 반사된 상기 다수의 측정 빔들을 상기 검출 유닛을 향하여 반사시키기 위한 비스듬한 반사면을 포함하는 레벨 센서.
- [0128] (9). 상기 (6)에 있어서,
- [0129] 상기 제 2 반사 바아는 상기 기관의 메인 평면과 실질적으로 평행한 평면으로부터 상기 다수의 측정 빔들을 상기 검출 유닛으로 지향시키도록 구성되는 레벨 센서.
- [0130] (10). 상기 (9)에 있어서,
- [0131] 상기 제 1 반사 바아 및 상기 제 2 반사 바아는 점 대칭(point symmetric)인 레벨 센서.
- [0132] (11). 상기 (9)에 있어서,
- [0133] 상기 제 1 반사 바아 및 상기 제 2 반사 바아는 높이 맵이 결정될 기관 위에 배치되는 레벨 센서.
- [0134] (12). 상기 (1)에 있어서,
- [0135] 상기 투영 유닛 및/또는 상기 검출 유닛은 상이한 측정 빔들 간의 빔 경로 길이의 차를 보상하기 위한 보상기(compensator)를 포함하는 레벨 센서.
- [0136] (13). 상기 (1)에 있어서,
- [0137] 상기 투영 유닛은 측정 빔을 제공하기 위한 방사선 출력부(radiation output), 및 상기 측정 빔을 수용하고 상기 측정 빔에 주기적인 방사선 세기를 부여하도록 배치되는 투영 격자를 포함하며,
- [0138] 상기 검출 유닛은 반사된 상기 측정 빔을 수용하도록 배치되는 검출 격자, 및 상기 측정 빔을 수용하도록 배치되는 검출기를 포함하는 레벨 센서.
- [0139] (14). 상기 (1)에 있어서,
- [0140] 반사된 상기 측정 빔의 적어도 일부를 수용하도록 배치되며, 공칭 평면에 대한 상기 기관의 경사를 나타내는 경사 신호를 제공하도록 구성되는 경사 측정 디바이스를 더 포함하는 레벨 센서.
- [0141] (15). 리소그래피 장치에 있어서,
- [0142] 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하도록 구성되는 조명 시스템;
- [0143] 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성되는 지지체 - 상기 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 상기 방사선 빔의 단면에 패터를 부여할 수 있음 - ;
- [0144] 기관을 유지하도록 구성되는 기관 테이블;

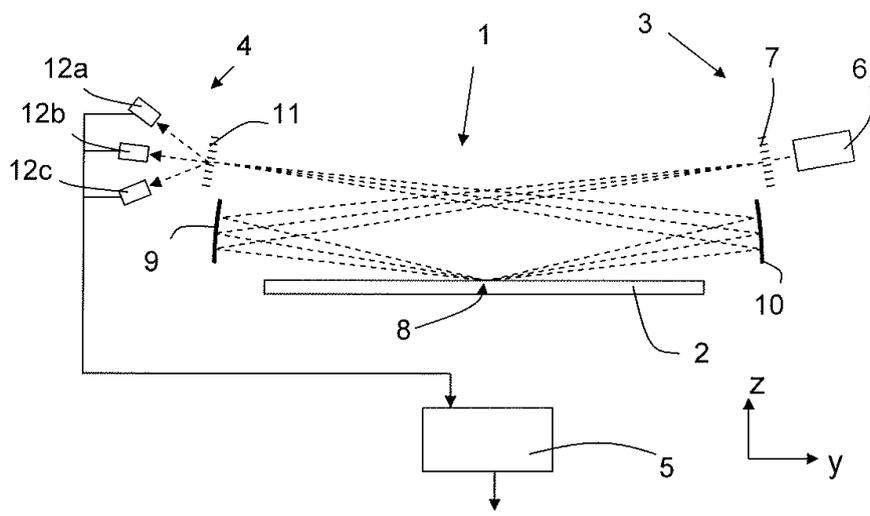
- [0145] 패터닝된 방사선 빔을 상기 기관의 타겟부 상으로 투영하도록 구성되는 투영 시스템; 및
- [0146] 측정 위치에 배치되는 상기 기관 테이블 상의 기관의 높이 레벨을 측정하도록 구성되는 레벨 센서를 포함하며, 상기 레벨 센서는:
- [0147] 상기 기관 상의 다수의 측정 위치들 상에 다수의 측정 빔들을 투영하기 위한 투영 유닛,
- [0148] 상기 기관 상의 반사 후에 상기 측정 빔을 수용하기 위한 검출 유닛, 및
- [0149] 상기 검출 유닛에 의하여 수용되는 반사된 상기 측정 빔을 토대로 높이 레벨을 계산하기 위한 처리 유닛을 포함하며,
- [0150] 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관이 상기 측정 위치에 배치되는 경우 상기 기관의 옆에 배치되는 리소그래피 장치.
- [0151] (16). 기관의 높이 맵을 결정하기 위한 방법에 있어서, 상기 방법은:
- [0152] 투영 유닛을 이용하여 상기 기관 상에 측정 빔을 투영함으로써 측정 위치에서 기관의 높이를 측정하고, 검출 유닛을 이용하여 상기 기관으로부터 반사된 빔을 수용하며, 상기 검출 유닛에 의해 수용된 상기 반사된 빔을 토대로 높이 레벨을 결정하는 단계 - 상기 투영 유닛 및 상기 검출 유닛은 상기 기관이 측정 위치에 배치되는 경우 상기 기관의 옆에 배치됨 - ;
- [0153] 상기 기관 상의 다수의 측정 위치들에 대한 측정을 반복하는 단계; 및
- [0154] 상기 높이 레벨들을 토대로 상기 기관의 높이 맵을 결정하는 단계를 포함하는 기관의 높이 맵을 결정하기 위한 방법.

도면

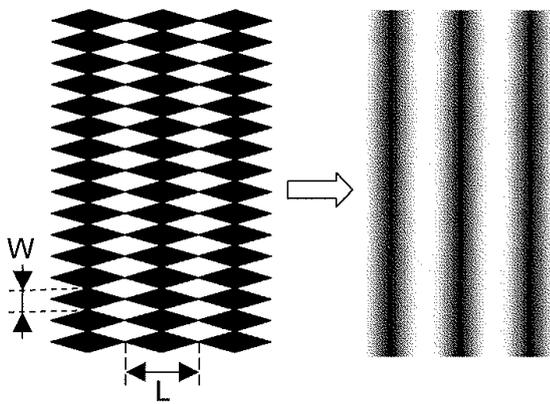
도면1



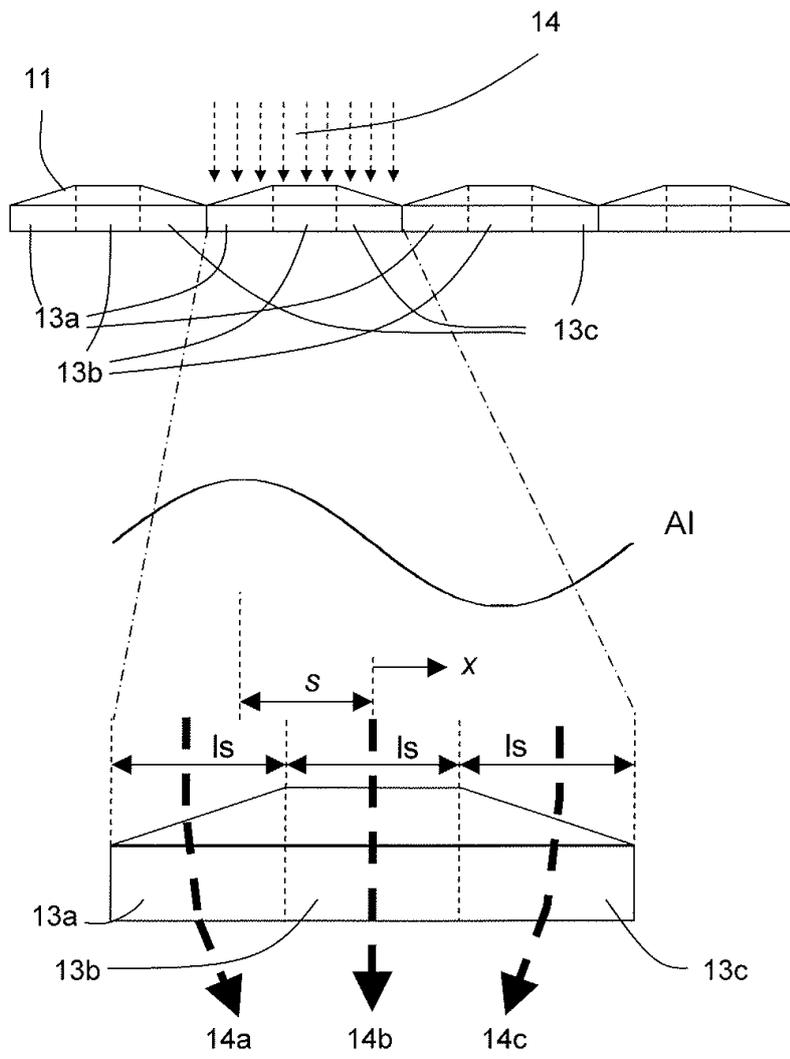
도면2



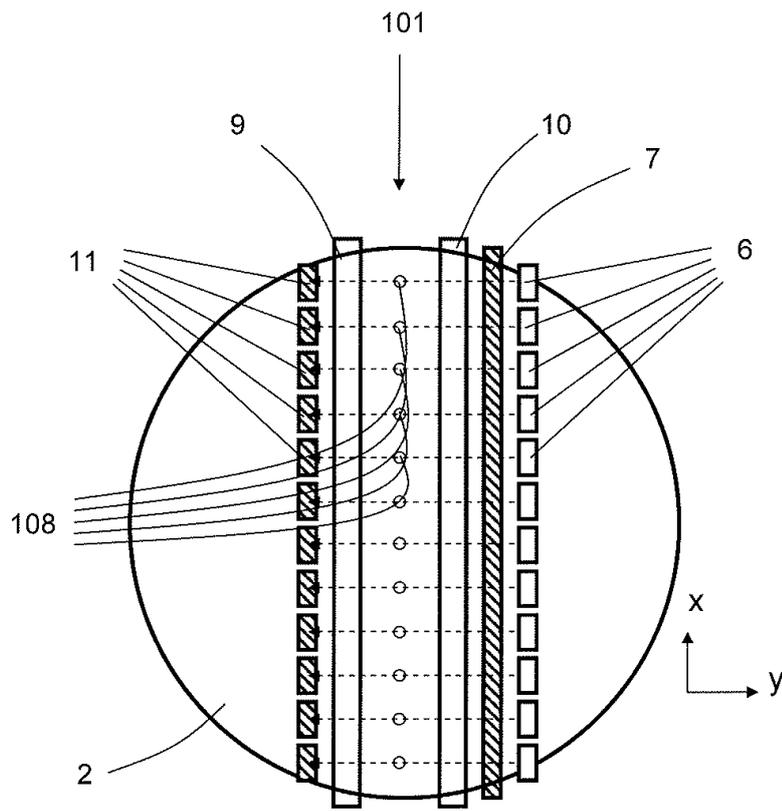
도면3



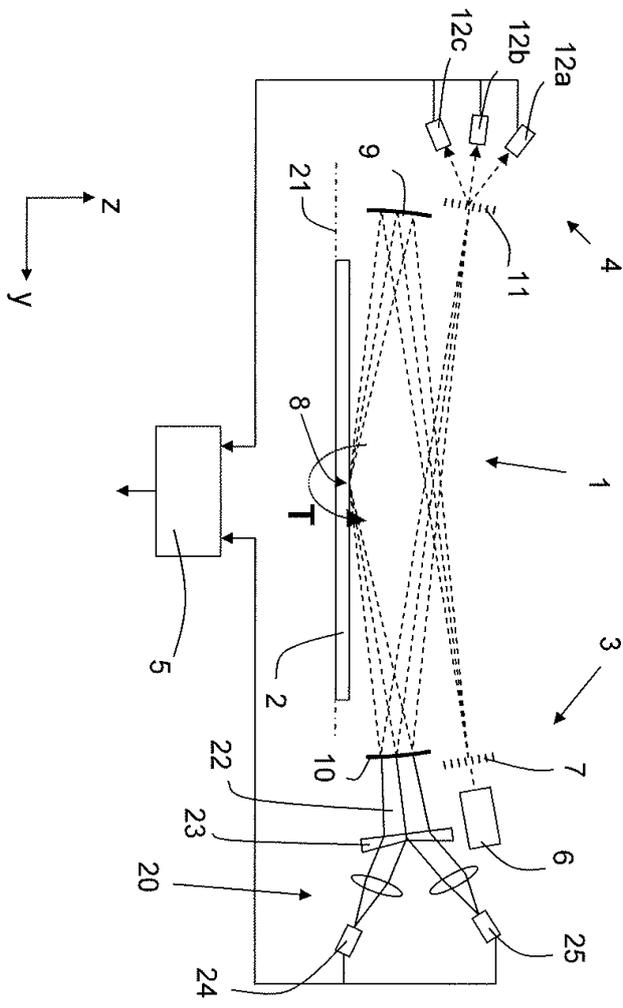
도면4



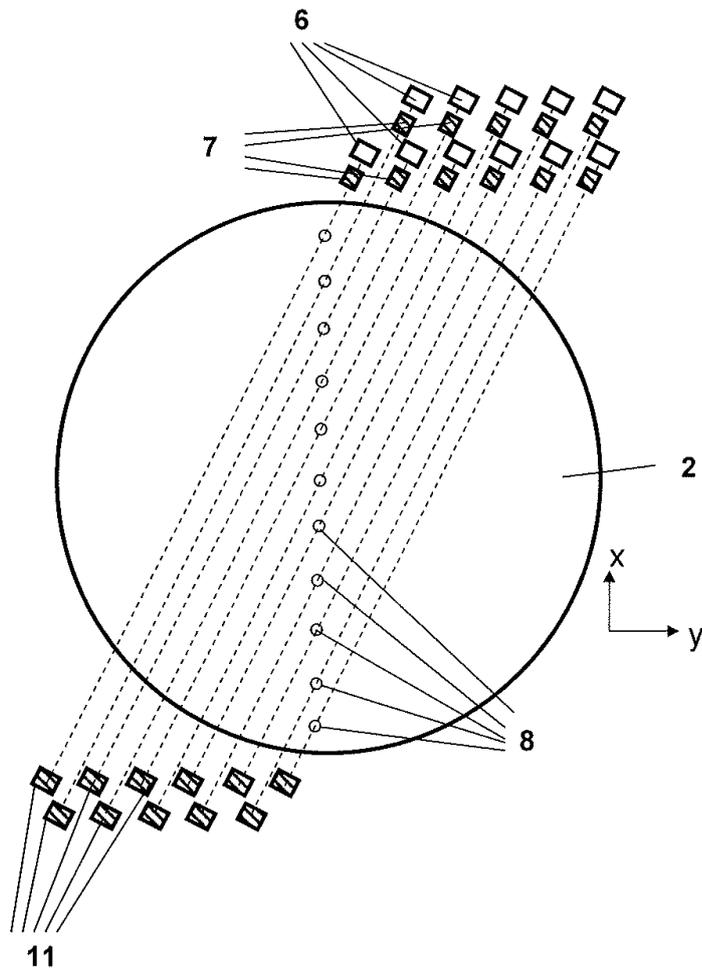
도면5



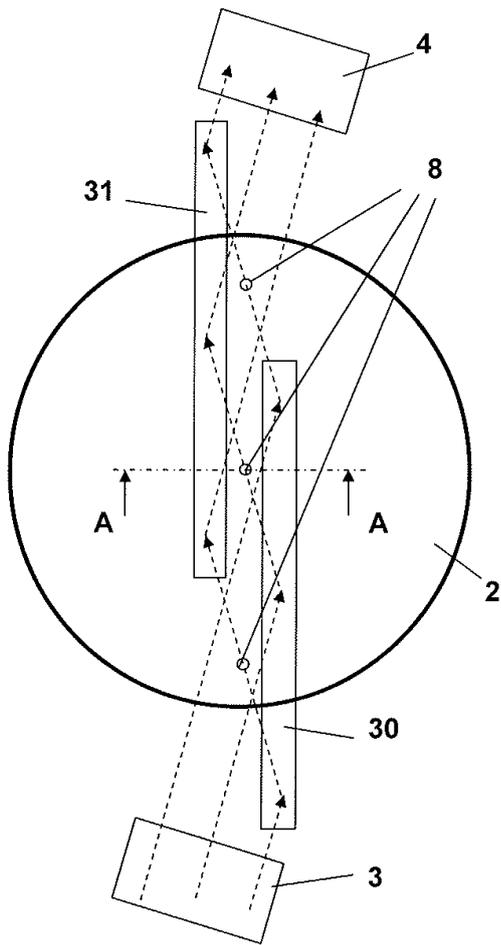
도면6



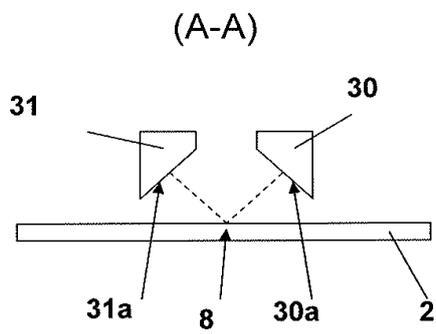
도면7



도면8



도면9



도면10

