



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0089191
(43) 공개일자 2013년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $G01B\ 11/00$ (2006.01) $H01L\ 21/66$ (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0009955
 (22) 출원일자 2013년01월29일
 심사청구일자 없음
 (30) 우선권주장
 10 2012 201 393.8 2012년02월01일 독일(DE)

(71) 출원인
 닥터 요한네스 하이덴하인 게엠베하
 독일연방공화국 데-83301 트라운로이트 닥터-요한네스-하이덴하인-슈트라세 5
 (72) 발명자
 닥터. 홀자프펠, 볼프강
 독일, 오빙 83119, 그로텐베그 2
 닥터. 마이스너, 마르쿠스
 독일, 우베르제 83236, 라이트스트라세 22비
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인씨엔에스

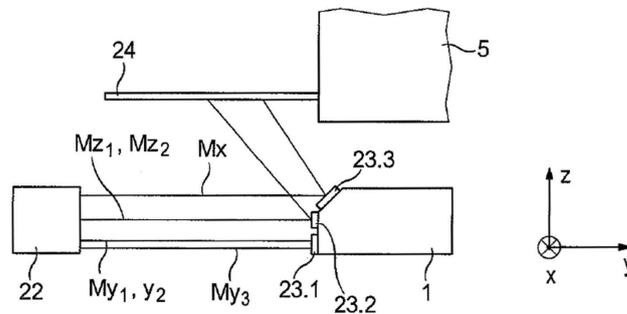
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 위치 측정 장치와 복수의 위치 측정 장치를 구비하는 시스템

(57) 요약

본 발명은 몇 개의 공간적인 자유도에서 대상의 위치를 결정하는 복수의 위치 측정 장치를 포함하는 시스템 및 위치 측정 장치에 관한 것으로, 복수의 광 위치 측정 장치가 단일 프로빙 방향으로 대상을 스캐닝하고 프로빙 방향은 2개의 주이동축 중 하나와 일치한다.

대표도 - 도4a



(72) 발명자

독터. 무쉬, 베른하르트

독일, 오테핑 83624, 슈티프터베그 4

독터. 드레셔, 외르크

독일, 자머베르크 83122, 호크리에스스트라쎄 70

독터. 요르거, 랄프

독일, 트라운슈타인 83278, 스톡카흐 23

칼버러, 토마스

독일, 슈로벤하우젠 86529, 안 데르 베일라흐 14

특허청구의 범위

청구항 1

대상(1)의 2개의 직교하는 제1 및 제2 주이동축(y, x)에 수직으로 배향된 제3 축(z)을 따르는 상기 대상(1)의 위치를 결정하는 위치 측정 장치에 있어서,

상기 대상(1)의 방향으로 상기 제1 주이동축(y)을 따라 광선 빔을 방출하는 광원(2.1);

상기 대상(1) 상에 위치되고, 상기 제3 축(z)을 따라 주기적으로 배치된 눈금으로 구성되는 측정 기준(3);

상기 대상(1)과 분리되고 상기 제3 축(z)을 따라 배치된 적어도 하나의 반사기(4);

역반사기 장치(2.6); 및,

검출기 장치(2.5)를 포함하고,

상기 제3 축(z)을 따르는 상기 대상(1)의 이동에 대한 위치 신호가 광선 빔으로부터 생성되는 측정 빔과 기준 빔의 중첩으로부터 생성되는 방식으로 형성되고 위치 설정되는,

위치 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 역반사기 장치(2.6)는 빔 분광기 요소(2.2), 기준 반사기(2.4) 및 역반사기(2.3)를 포함하는,

위치 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 반사기(4)는,

상기 제1 주이동축(y)을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 포함하는 입사광 회절 격자의 형태를 취하거나, 또는,

상기 입사하는 측정 빔에 대해 수직으로 배치되는 평면 거울의 형태를 갖는,

위치 측정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 대상(1) 상에 위치되는 상기 측정 기준(3)은 입사하는 광선 빔의 +/-1차에서만 회절되고 회절된 부분적인 +/-1차 광선 빔은 적어도 하나의 상기 반사기(4)의 방향으로 반사되는 방식으로 입사광 회절 격자로서 형성되는,

위치 측정 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 적어도 어느 한 항에 있어서,

상기 광원(2.1)에 의해 방출되는 광선 빔은 상기 역반사기 장치(2.6)에서 측정 빔과 기준 빔으로 분광되고,

상기 측정 빔은 상기 측정 기준(3)의 방향으로 그리고 이를 경유하여 전파되어, 상기 반사기(4)의 방향으로 제1 반사 및 회절을 겪으며,

상기 측정 빔은 상기 반사기(4)에 의해 상기 측정 기준(3)의 방향으로 제1 반사를 겪고,

상기 측정 빔은 측정 기준(3)에 의해 상기 역반사기 장치(2.6)의 방향으로 상기 측정 기준(3)에 의해 제1 반사

를 겪고, 상기 측정 빔은 상기 측정 기준(3)의 방향으로 역반사 및 반사를 겪으며,
 상기 측정 기준(3)에서, 상기 측정 빔은 상기 반사기(4)의 방향으로 제2 반사 및 회절을 겪고,
 상기 반사기(4)에서, 상기 측정 빔은 상기 측정 기준(3)의 방향으로 제2 반사를 겪으며,
 상기 측정 기준(3)에서, 상기 측정 빔은 상기 역반사기 장치(2.6)의 방향으로 제2 반사를 겪으며,
 상기 기준 빔은 상기 역반사기 장치(2.6)를 횡단한 다음, 상기 측정 기준(3)에서의 제2 반사 후 도달하는 상기 측정 빔과 중첩하고, 중첩된 상기 측정 빔과 기준 빔의 쌍은 상기 검출기 장치(2.5)의 방향으로 전파하는, 위치 측정 장치.

청구항 6

2개의 직교하는, 제1 및 제2 주이동축(y, x)을 따라 이동하도록 허용하는 방식으로 대상(1)이 배치되고, 상기 제2 주이동축(x)을 따라 대상(1)의 위치를 결정하는 위치 측정 장치에 있어서,
 상기 대상(1)의 방향으로 상기 제1 주이동축(y)을 따라 광선 빔을 방출하는 광원(12.1);
 상기 대상(1) 상에 위치되고, 상기 제2 주이동축(x)을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 포함하는 측정 기준(13);
 상기 대상(1)과 이격된, 2개의 상기 제1 및 제2 주이동축(y, x)에 수직으로 배향된 제3 축(z)의 방향으로 위치된 적어도 하나의 반사기(14.1, 14.2);
 역반사기 장치(12.6); 및,
 검출기 장치(12.5)를 포함하고,
 상기 제2 주이동축(x)을 따르는 상기 대상(1)의 이동에 대한 위치 신호가 상기 광선 빔으로부터 생산되는 측정 빔과 기준 빔의 중첩으로부터 생성될 수 있는 방법으로 위치선정되고 형성되는,
 위치 측정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 반사기(14.1, 14.2)는 제1 주이동축(y)의 방향으로 이격되고, 주기적으로 배치된 눈금을 갖는 2개의 입사 광 회절 격자를 포함하거나 또는,
 상기 제1 주이동축(y)의 방향으로 이격되고 각각 입사하는 상기 측정 빔에 수직으로 배치된, 2개의 평면 거울을 포함하는,
 위치 측정 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,
 상기 대상(1) 상에 위치되는 상기 측정 기준(13)은 입사하는 광선 빔의 $+/-1$ 차에서만 회절되고, 상기 회절된 부분적인 $+/-1$ 차 광선 빔은 적어도 하나의 상기 반사기(14.1, 14.2)의 방향으로 측정 빔과 기준 빔으로 반사되는 방식으로 입사광 회절 격자로서 형성되는,
 위치 측정 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,
 상기 대상(1) 상에 위치하는 상기 측정 기준(13)은,
 상기 제3 축(z)에 대해 0° 이 아닌 각도로 대상(1) 상에 위치되는 1차원 측정 기준으로서 형성되거나,
 상기 제3 축(z)에 평행하도록 대상 상에 위치하고, 상기 제3 축(z)을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 더 포함하는 2차원 측정 기준으로서 형성되는,

위치 측정 장치.

청구항 10

제6항 내지 제9항 중 적어도 어느 한 항에 있어서,

상기 광원(12.1)에 의해 방출되는 광선 빔은 상기 측정 기준(13)의 방향으로 전파되어, 간섭에 의한 위치 신호의 간섭 생성을 위해 측정 빔과 기준 빔으로 사용할 수 있는 2개의 부분적인 광선 빔으로 분광되며, 상기 측정 기준(13)에서 반사된 후, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 반사기(14.1, 14.2)에 대해 다른 방향으로 전파하며,

상기 반사기(14.1, 14.2)에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 각각 상기 측정 기준(13)의 방향으로 제1 반사를 겪고,

상기 측정 기준(13)에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 역반사기 장치(12.6)의 방향으로 제1 반사를 겪고, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준(13)의 방향으로 역반사 및 반사를 겪으며,

상기 측정 기준(13)에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 반사기(14.1, 14.2)의 방향으로 제2 반사 및 회절을 겪고,

상기 반사기(14.1, 14.2)에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준(13)의 방향으로 제2 반사를 겪으며,

상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준(13)에서 재결합되고, 중첩된 광선 빔은 상기 검출기 장치(12.5)의 방향으로 상기 측정 기준(13)으로부터 전파하는,

위치 측정 장치.

청구항 11

2개의 직교하는 제1 및 제2 주이동축(y , x)과, 이에 수직인 제3 축(z)을 따라 이동하도록 허용되게 배치된 대상(1);

몇 개의 공간적인 자유도에서 상기 대상(1)의 위치를 결정하기 위한 복수의 위치 측정 장치를 포함하고,

상기 복수의 위치 측정 장치는, 상기 대상(1)을 단일 프로빙 방향으로부터 스캐닝하고, 상기 프로빙 방향은 2개의 주 이동축 중 하나(y)와 일치하는,

시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 대상(1) 상에 필요한 다양한 위치 측정 장치의 모든 측정 기준(23.2, 23.3) 및/또는 측정 반사기(23.1)는 상기 대상(1)의 공통된 일측에 위치되는,

시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제1 주이동축(y)에 따른 상기 대상(1)의 이동을 결정하고, 상기 제2 주이동축(x) 및 제3 축(z)의 둘레로의 상기 대상(1)의 회전 운동(R_x , R_z)을 결정하는 위치 측정 장치는 3축 간섭계 형태를 갖고, 상기 대상(1) 상의 측정 반사기(23.1)에 충돌하는 3개의 측정 빔(My_1 , My_2 , My_3)을 포함하고, 상기 제1 및 제2 측정 빔(My_1 , My_2)은 상기 제3 축(z)에서 같은 레벨로 이동하고 상기 제2 주이동 방향(x)으로 이격되며, 상기 제3 측정 빔(My_3)은 상기 제1 및 제2 측정 빔(My_1 , My_2) 아래에서 상기 제3 축(z)의 방향으로 이동하는,

시스템.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 제3 축(z)을 따르는 상기 대상(1)의 이동을 결정하고 상기 제1 주이동축(y)의 둘레로의 상기 대상(1)의 회전 운동(Ry)을 결정하기 위해, 2개의 위치 측정 장치가 제6항에 따라 형성되고, 상기 대상(1) 상의 측정 기준(23.2)에 충돌하는 2개의 측정 빔(Mz₁, Mz₂)을 포함하며, 상기 2개의 측정 빔(Mz₁, Mz₂)은 상기 제3 축(z)을 따라 같은 레벨로 이동하고 상기 제2 주이동 방향(x)으로 이격되는,

시스템.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제2 주이동축(x)에 따른 상기 대상(1)의 이동을 결정하기 위해, 위치 측정 장치가 제1항에 따라 형성되고, 상기 대상(1) 상의 측정 기준(23.3)에 충돌하는 측정 빔(Mx)을 포함하는,

시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 위치 측정 장치와 복수의 위치 측정 장치를 구비하는 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 부품을 제조 및 검사하는데 사용되는 기계에서, 대상은 정확하게 위치 설정되어야 한다. 따라서, 예를 들어, 노광 유닛 또는 검사 유닛의 도구 하부에 웨이퍼를 매우 정밀하게 위치 설정할 필요가 있다. 이 경우, 웨이퍼는 6 자유도로 이동가능한 테이블 상에 위치하여 관련 드라이브를 통해 이동된다. 따라서, 테이블은 여기에서 매우 정밀하게 위치가 결정되어야 하는 대상 역할을 한다; 드라이브 및 관련 제어 유닛을 통해 테이블을 위치 설정하기 위해, 매우 정확한 위치 측정 장치의 도움으로 테이블의 공간적 위치에 관한 위치 신호를 생성할 필요가 있다.

[0003]

[0004] 간섭계(interferometers) 또는 다른 격자 기반의 광 위치 측정 장치는 이러한 기계에서 매우 정확한 위치 측정 장치로 사용된다. 그러나 의도된 이동축을 따르는 테이블의 이동 경로가 이러한 이동축에서 테이블의 길이 또는 확장보다 큰 경우 위치 측정 장치의 양쪽 유형에서 문제점으로 나타난다.

[0005] 간섭계의 도움으로, 이동축 또는 이동 방향에서의 테이블의 위치는 측정 빔을 사용하는 거울 형태의 측정 반사기의 프로빙(probing)에 의해 일반적으로 결정된다. 그렇게 해서, 측정 빔은 정해진 이동축에 평행하게 이동하고, 기계를 이용하여 제자리에 고정되도록 고착된다. 테이블이 제2 이동 방향에서 부가적으로 이동하면, 측정 빔은 테이블의 각 위치에서 거울에 부딪히는 것이 보장되어야 한다. 제2 이동 방향에서 이동한 거리가 테이블의 측부 길이보다 길고, 따라서, 테이블 상에 장착된 거울의 측부 길이보다 길면, 특정 위치에서, 측정 빔은 더 이상 거울에 부딪히지 않고, 간섭계는 더 이상 정확한 위치신호를 생성하지 않는다. 즉, 간섭계는 정해진 위치를 상실하게 된다. 이러한 위치의 상실을 방지하기 위해, 거울은 테이블의 각 위치에서, 2개의 측정 빔 중 적어도 하나가 거울에 부딪히도록, 제1 측정 빔에 대해 제2 이동 방향으로 오프셋되는 부가적인 제2 간섭계 축의 측정 빔으로 스캔되어야 한다. 일반적으로 간섭계가 위치를 증분식으로 측정하고, 절대적으로 측정하지 않으므로, 측정 빔의 하나가 더 이상 거울에 부딪히지 않기 전에, 절대 위치가 양 간섭계 축 사이에서 이동될 필요가 더 있다; 혹자는 "위치 이동"이라 한다. 따라서, 외부로부터, 즉, 고정된 기준 시스템으로부터, 추가적인 보조축과 위치 이동 없이, 테이블 위치를 측정하는 간섭계를 사용하면, 각 이동축을 따르는 테이블의 길이에 대응하는 최대 이동 경로만이 측정 가능하다.

- [0006] 만약, 대안으로서, 대응하는 간섭계 성분이 이동하는 테이블을 따라 운반되고 간섭계가 고정된 기준 시스템의 방향으로 외부를 향해 측정하면, 간섭계 신호의 검출 및 빛 공급(light feed)과 관련된 문제점이 나타난다. 더구나, 테이블 상의 부가적인 간섭계 구성요소로 인해, 이동 테이블의 매스(mass)가 증가하고, 이는 동적 성능을 손상시킨다.
- [0007] 덧붙여, 대체로, 실제로 큰 측정 범위는 더 많은 단점을 야기한다. 이는 간섭계가 테이블의 위치를, 각 도구에 대해 직접적으로 결정하지 않고, 원거리 기준점에 대해, 일반적으로 간섭계의 광유닛, 즉 간섭계 헤드(head)의 광 유닛의 장착 위치에 대해 결정하는 것을 의미한다. 따라서, 광 유닛과 도구 사이의 위치에서의 가능한 드리프트(drift)는 측정된 위치의 드리프트에 직접적으로 반영된다. 일반적으로, 광 유닛과 도구 사이의 공간적 거리 범위는 1 내지 2m의 범위에 있을 수 있는 반면, 이러한 애플리케이션에 필요한 측정 정밀도는 nm 범위에 있다.
- [0008] 더구나, 서로 수직인 2개의 이동축을 따라 테이블의 이동을 결정하도록 간섭계를 사용하기 위해, 각 기계의 설계에서 특정 제한의 결과로 나타나는, 양 측으로부터 이동 테이블이 광학적으로 접근 가능할 필요가 있다.
- [0009] 하나의 측정 기준 및 하나 이상의 스캐닝 유닛으로 이루어진 격자 기반 위치 측정 장치가 사용되는 경우, 구체적인 측정 기준의 길이에 의해 이용가능한 측정 길이가 제한된다. 이 경우에서와 같이 매우 동적인 어플리케이션에 대하여, 고정된 기준시스템과 이동 테이블 상의 측정 기준으로 이러한 위치 측정 장치의 스캐닝 유닛을 배치하는 것이 원칙적으로 유리하다. 그러나 반면에, 테이블은 가능한 한 소형으로 형성되어야 하고, 이는 결국 측정 기준의 가능한 길이를 상당히 제한한다. 특히, 이동축을 따르는 이동 테이블의 길이보다 큰 측정 기준에 대한 길이를 결정하는 것은 불리함을 증명한다. 따라서, 필요한 이동 경로가 이동축을 따르는 이동 테이블의 길이보다 큰 경우, 특히 초반에 언급된 어플리케이션에서, 이동 경로의 구현은, 종래 격자 기반 위치 측정 장치의 구조에 대하여 문제가 있음을 증명한다.
- [0010] 반면, 정반대로, 격자 기반 위치 측정 장치의 스캐닝 유닛이 이동 테이블 상에 장착되면, 그것의 매스는 결국 증가하고 동적인 성능에 불리한 영향을 미치게 된다. 고정된 기준 시스템에 스캐닝 유닛을 연결하는데 필요한 케이블 접속은 이 경우에서 유사하게 불리함을 증명한다.
- [0011] 이전에 언급된 관련 기술과 관련하여, 인용문헌, 특허 EP 1 469 351 A1, U.S. 7,907,287 B2, U.S. 7,751,060 B2 뿐만 아니라, 제3 ITG/GMA 프로페셔널 컨벤션(센서 및 측정 시스템(Bad Nauheim, 1988, 3월 9-11))에서 공학 박사인 Gerd Jager에 의해 발표된 "Laser-interferometric Measuring Methods - Possibilities, Limits and Practical Applications" 등이 참조된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 대상의 확장에 관계없이, 이동가능한 대상의 위치를 매우 정확하게 측정하는 디자인을 제공하여, 이를 통해 이동 경로가 대상의 적어도 하나의 이동축을 따라 구현될 수 있는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 이 목적은 청구항 1에서 기술된 특징을 갖는 위치 측정 장치에 의해 획득될 수 있다.

- [0014] 이 목적은 청구항 6에서 기술된 특징을 갖는 위치 측정 장치에 의해서도 획득될 수 있다.
- [0015] 그리고, 이 목적은 청구항 11에서 기술된 특징을 갖는 시스템에 의해 실현될 수 있다.
- [0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 수단의 유익하고 구체적인 실시예는 각 종속항에서 발견된다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명에 따르면, 상기 목적을 달성하기 위한 제1 수단으로서, 2개의 직교하는 대상의 제1 및 제2 주이동축에 수직으로 배향된 제3 축을 따라 대상의 위치를 결정하는데 사용되는 위치 측정 장치가 제공된다. 상기 위치 측정 장치는, 대상의 2개의 직교하는 제1 및 제2 주이동축에 수직으로 배향된 제3 축을 따르는 상기 대상의 위치를 결정하는 위치 측정 장치에 있어서, 상기 대상의 방향으로 상기 제1 주이동축을 따라 광선 빔을 방출하는 광원; 상기 대상 상에 위치되고, 상기 제3 축을 따라 주기적으로 배치된 눈금으로 구성되는 측정 기준; 상기 대상과 분리되고 상기 제3 축을 따라 배치된 적어도 하나의 반사기; 역반사기 장치; 및, 검출기 장치를 포함하고, 상기 제3 축을 따르는 상기 대상의 이동에 대한 위치 신호가 광선 빔으로부터 생산되는 측정 빔과 기준 빔의 중첩으로부터 생성되는 방식으로 형성되고 위치 설정된다.
- [0018] 하나의 가능한 구체적인 실시예에서, 역반사기 장치는 빔 분광기 요소, 기준 반사기 및 역반사기를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 반사기는 상기 제1 주이동축을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 포함하는 입사광 회절 격자의 형태를 취하거나, 또는, 상기 입사하는 측정 빔에 대해 수직으로 배치되는 평면 거울의 형태를 가질 수 있다.
- [0020] 유리하게, 상기 대상 상에 위치되는 상기 측정 기준은 입사하는 광선 빔의 +/-1차에서만 회절되고 회절된 부분적인 +/-1차 광선 빔은 적어도 하나의 상기 반사기의 방향으로 반사되는 방식으로 입사광 회절 격자로서 형성된다.
- [0021] 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 구체적인 구성요소는, 상기 광원에 의해 방출되는 광선 빔은 상기 역반사기 장치에서 측정 빔과 기준 빔으로 분광되고, 상기 측정 빔은 상기 측정 기준의 방향으로 그리고 이를 경유하여 전파되어, 상기 반사기의 방향으로 제1 반사 및 회절을 겪으며, 상기 측정 빔은 상기 반사기에 의해 상기 측정 기준의 방향으로 제1 반사를 겪고, 상기 측정 빔은 측정 기준에 의해 상기 역반사기 장치의 방향으로 상기 측정 기준에 의해 제1 반사를 겪고, 상기 측정 빔은 상기 측정 기준의 방향으로 역반사 및 반사를 겪으며, 상기 측정 기준에서, 상기 측정 빔은 상기 반사기의 방향으로 제2 반사 및 회절을 겪고, 상기 반사기에서, 상기 측정 빔은 상기 측정 기준의 방향으로 제2 반사를 겪으며, 상기 측정 기준에서, 상기 측정 빔은 상기 역반사기 장치의 방향으로 제2 반사를 겪으며, 상기 기준 빔은 상기 역반사기 장치를 횡단한 다음, 상기 측정 기준에서의 제2 반사 후 도달하는 상기 측정 빔과 중첩하고, 중첩된 상기 측정 빔과 기준 빔의 쌍은 상기 검출기 장치의 방향으로 전파한다.
- [0022] 본 발명에 따르면, 목적을 달성하기 위한 제2 실시예로, 2개의 직교하는, 제1 및 제2 주이동축을 따라 이동하도록 허용하는 방식으로 대상이 배치되고, 상기 제2 주이동축을 따라 대상의 위치를 결정하는 위치 측정 장치에 있어서, 상기 대상의 방향으로 상기 제1 주이동축을 따라 광선 빔을 방출하는 광원; 상기 대상 상에 위치되고, 상기 제2 주이동축을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 포함하는 측정 기준; 상기 대상과 이격된, 2개의 상기 제1 및 제2 주이동축에 수직으로 배향된 제3 축의 방향으로 위치된 적어도 하나의 반사기; 역반사기 장치; 및, 검출기 장치를 포함하고, 상기 제2 주이동축을 따르는 상기 대상의 이동에 대한 위치 신호가 상기 광선 빔으로부터

생산되는 측정 빔과 기준 빔의 중첩으로부터 생성될 수 있는 방법으로 위치선정되고 형성된다.

- [0023] 상기 반사기는 제1 주이동축의 방향으로 이격되고, 주기적으로 배치된 눈금을 갖는 2개의 입사광 회절 격자를 포함하거나 또는, 상기 제1 주이동축의 방향으로 이격되고 각각 입사하는 상기 측정 빔에 수직으로 배치된, 2개의 평면 거울을 포함한다.
- [0024] 유리하게, 상기 대상 상에 위치되는 상기 측정 기준은 입사하는 광선 빔의 +/-1차에서만 회절되고, 상기 회절된 부분적인 +/-1차 광선 빔은 적어도 하나의 상기 반사기의 방향으로 측정 빔과 기준 빔으로 반사되는 방식으로 입사광 회절 격자로서 형성된다.
- [0025] 대상 상에 위치하는 상기 대상 상에 위치하는 상기 측정 기준은, 상기 제3 축에 대해 0° 이 아닌 각도로 대상 상에 위치되는 1차원 측정 기준으로서 형성되거나, 상기 제3 축에 평행하도록 대상 상에 위치하고, 상기 제3 축을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 더 포함하는 2차원 측정 기준으로서 형성된다.
- [0026] 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 구체적인 구성요소는, 광원에 의해 방출되는 광선 빔은 측정 기준의 방향으로 전파되어, 간섭에 의한 위치 신호의 간섭 생성을 위해 측정 빔과 기준 빔으로 사용할 수 있는 2개의 부분적인 광선 빔으로 분광되며, 측정 기준에서 반사된 후, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 반사기에 대해 다른 방향으로 전파하며, 상기 반사기에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 각각 상기 측정 기준의 방향으로 제1 반사를 겪고, 상기 측정 기준에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 역반사기 장치의 방향으로 제1 반사를 겪고, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준)의 방향으로 역반사 및 반사를 겪으며, 상기 측정 기준에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 반사기의 방향으로 제2 반사 및 회절을 겪고, 상기 반사기에서, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준의 방향으로 제2 반사를 겪으며, 상기 2개의 부분적인 광선 빔은 상기 측정 기준에서 재결합되고, 중첩된 광선 빔은 상기 검출기 장치의 방향으로 상기 측정 기준으로부터 전파한다.
- [0027] 본 발명에 따른 시스템은 2개의 직교하는 제1 및 제2 주이동축과, 이에 수직인 제3 축을 따라 이동하도록 허용되게 배치된 대상; 몇 개의 공간적인 자유도에서 상기 대상의 위치를 결정하기 위한 복수의 위치 측정 장치를 포함하고, 상기 복수의 위치 측정 장치는, 상기 대상을 단일 프로빙 방향으로부터 스캐닝하고, 상기 프로빙 방향은 2개의 주 이동축 중 하나와 일치한다.
- [0028] 대상 상에 필요한상기 대상 상에 필요한 다양한 위치 측정 장치의 모든 측정 기준 및/또는 측정 반사기는 상기 대상의 공통된 일측에 위치된다.
- [0029] 제1 주이동축에 따른 상기 대상의 이동을 결정하고, 상기 제2 주이동축 및 제3 축의 둘레로의 상기 대상의 회전 운동을 결정하는 위치 측정 장치는 3축 간섭계 형태를 갖고, 상기 대상 상의 측정 반사기에 충돌하는 3개의 측정 빔을 포함하고, 상기 제1 및 제2 측정 빔은 상기 제3 축에서 같은 레벨로 이동하고 상기 제2 주이동 방향으로 이격되며, 상기 제3 측정 빔은 상기 제1 및 제2 측정 빔 아래에서 상기 제3 축의 방향으로 이동한다.
- [0030] 제3 축을 따르는 상기 대상의 이동을 결정하고 상기 제1 주이동축의 둘레로의 상기 대상의 회전 운동을 결정하기 위해, 2개의 위치 측정 장치가 본 발명에 따라 형성되고, 상기 대상 상의 측정 기준에 충돌하는 2개의 측정 빔을 포함하며, 상기 2개의 측정 빔은 상기 제3 축을 따라 같은 레벨로 이동하고 상기 제2 주이동 방향(x)으로 이격된다.
- [0031] 제2 주이동축에 따른 상기 대상의 이동을 결정하기 위해, 위치 측정 장치가 본 발명에 따라 형성되고, 상기 대

상 상의 측정 기준에 충돌하는 측정 빔을 포함한다.

[0032] 따라서, 일 이동축을 따르는 대상의 요구되는 긴 이동 경로는 실현될 수 있고, 동시에, 대상 위치의 매우 정확한 결정은 본 발명에 따른 측정을 사용하여 보장될 수 있다.

[0033] 본 발명에 따른 설계 접근법은 위치 측정 장치의 부가적인 구성요소로 인해 이동하는 대상의 매스가 증가하여야 함을 요구하지 않는다. 마찬가지로, 이동하는 대상에서 고정된 기준 시스템으로 케이블 연결을 생략할 수 있고, 즉, 위치 측정 장치(들)의 독립적인 수동 구성요소는 이동하는 대상에 위치한다.

발명의 효과

[0034] 본 발명에 따른 시스템의 한가지 가능한 변형예에서, 대응하여 이동가능하게 장착된 대상의 모든 6 자유도가 커버될 수 있다.

[0035] 본 명세서에서, 적합한 측정 작업이 발생하면, 전체 시스템에 독립적으로 본 발명에 따른 제1 및 제2 위치 측정 장치를 각각의 경우에 사용하는 것이 원칙적으로 가능하다.

[0036] 마지막으로, 대응하는 대상의 모든 6 자유도에서 측정하기 위해 대상이 단지 단일 프로빙 방향으로부터 광학적으로 프로브되거나 스캔될 필요가 있다는 점이, 본 발명에 따른 시스템에서 특별히 유익한 것으로 언급될 수 있다. 바람직하게, 이는 더 긴 주이동축에 대응하는 방향으로부터 시행된다. 이러한 방법으로, 예를 들어, 대응하는 대상이 기계 내에서 이동가능한 테이블의 형상을 가지는 확장된 디자인의 가능성이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0037] 본 발명의 부가적인 설명과 이점은 하기의 도면과 함께 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 기초하여 설명된다.

도 1은 이동하는 대상이 따르는 다른 축을 정의하는 개략도이다.

도 2a는 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 스캐닝 빔 경로를 제1 시점(zy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 2b는 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 스캐닝 빔 경로를 제2 시점(xy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 2c는 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 측정 기준의 상면도이다.

도 2d는 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 반사기의 상면도이다.

도 3a는 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 스캐닝 빔 경로를 제1 시점(zy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 3b는 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 스캐닝 빔 경로를 제2 시점(xy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 3c는 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 반사기의 상면도이다.

도 3d는 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 빔 경로의 일부를 확대하여 나타낸 도면이다(zy-평면).

도 4a는 본 발명에 따른 시스템을 제1 시점(zy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 4b는 본 발명에 따른 시스템을 제2 시점(xy-평면)에서 상당히 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 4c는 본 발명에 따른 시스템의 측정 기준과 측정 반사기를 나타낸 상면도이다.

도 4d는 본 발명에 따른 시스템의 반사기를 나타낸 상면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 도 1은 대상(1)이 이동하며 따르는 여러 축(x, y, z)에 기반하고, 여러 축(x, y, z)을 따르는 이동이 결정되고 하기의 설명에서 정의되는 개략적인 도면을 도시한다. 단지 개략적인 방식으로 나타낸 대상(1)은, 예를 들어 반도체를 제조하거나 검사하는데 사용되는 기계의 테이블이다. 예를 들어, 공정 또는 검사의 목적으로, 다른 기계 부품에 관해 매우 정확하게 위치되는 웨이퍼는 테이블 상에 위치될 수 있다. 테이블, 더욱 정확하게, 대상(1)은 긴 횡단 축, 즉, 제1 주이동축(y) 및, 그것에 수직인 짧은 제2 주이동축(x)을 따라 이동한다; 그리고, 상기 제1 및 제2 주이동축(y, x)에 수직으로 배열된 제3 축(z)을 따른 대상의 이동이 가능하다. 그 결과, 그것에 수직하는 제1 주이동축(y)을 따라 제2 주이동축(x)보다 더 긴 이동 경로가 대상(1)에 제공된다. 또한, 예시적인 본 실시예에서, 제1 주이동축(y)을 따르는 이동 경로는 제1 주이동축(y)을 따르는 대상(1)의 확장보다 길다.
- [0039] 2개의 주이동축(x, y) 및 제3 축(z)을 따르는 대상의 선형 이동을 측정하는 외에, 대상(1)을 매우 정확하게 위치 설정하기 위해, 공간의 모든 6 자유도에서 대상(1)의 위치를 결정하도록 측정 기술을 사용하는 3개의 다른 축(x, y, z)의 둘레로의 대상(1)의 회전 운동을 확인하는 것이 필요하다. 축(x, y, z)의 둘레로의 대상(1)의 회전 운동은 이하 Rx-운동, Ry-운동 및 Rz-운동이라 한다.
- [0040] 이동 가능한 대상(1)의 모든 6 자유도를 확인하기 위해, 하나의 군(assembly) 또는 하나의 전체 시스템을 형성하기 위해 적절하게 결합될 수 있는 복수의 위치 측정 장치가 사용된다. 6 자유도를 결정하기 위해 전체 시스템에서 독립적으로 사용될 수도 있는 이들 위치 측정 장치 중 2개가, 목적을 달성하기 위해 제1 및 제2 실시예로 하기에서 개별적으로 기재된다. 마지막으로, 모든 6 자유도를 결정하기 위한 전체 시스템은 복수의 위치 측정 장치로 구성되는 시스템으로 설명된다.
- [0041] 다음에서, 도 2a 내지 2d에서 매우 개략적인 표현에 근거하여, 우선 본 발명에 따라 2개의 주이동축(x, y)에 수직으로 배열된 제3 축(z)을 따르는 대상 이동을 결정하는데 본질적으로 이용되는 제1 위치 측정 장치가 설명된다. 이미 언급된 바와 같이, 원칙적으로, 이 설계 접근법은 이하 명백하게 될 전체 시스템에 독립적으로 적합하고 실용적인 어플리케이션에 이용될 수 있다.
- [0042] 예시적인 본 실시예에서, 간섭계와 격자 기반 위치 측정 장치의 조합을 나타내는 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치는 광원(2.1), 대상(1)에 위치되는 측정 기준(3), 제3 축(z)을 따라 배치되고 대상으로부터 이격된 반사기(4), 역반사기 장치(2.6) 및 검출기 장치(2.5)를 포함한다. 광원(2.1), 역반사기 장치(2.6) 및 검출기 장치(2.5)는 대상(1)으로부터 이격된, 긴 제1 주이동축(y)에 위치되는 광 유닛(2) 내에 배치된다.
- [0043] 다음에서, 발명의 실시예에 따라 제1 위치 측정 장치에서 생성되는, 제3 축(z)을 따르는 이동에 대한 위치 신호가 경유하는 빔 경로가 설명된다.
- [0044] 예를 들어 상류 콜리메이터 렌즈를 갖는 적합한 레이저 광원인 광원(2.1)은, 대상(1)의 방향으로, y방향으로 따라, 즉 제1 주이동축(y)을 따라 콜리메이트된 광선 빔을 방출한다. 광 유닛(2)의 역반사기 장치(2.6)에서, 광선 빔은 빔 분광기 큐브 형태의 빔 분광기 요소(2.2)에 부딪힌다. 빔 분광기 요소(2.2), 즉 그 빔 분광기 표면은, 입사되는 광선 빔을 측정 빔과 기준 빔으로 분광한다. 이하, 측정 빔은 도 2b에서 실선으로 나타내고, 기준 빔은 점선으로 나타낸다.

- [0045] 분광 과정 후에, 측정 빔은 대상(1)의 방향, 예를 들어, 대상에 위치한 측정 기준(3)의 방향으로, 제1 주이동축(y)을 따라 전파한다. 도 2c의 상면도에서 명확한 바와 같이, 측정 기준(3)은 제3 축(z)을 따라 주기적으로 배치되는 눈금으로 구성되고 다른 광 반사 특성을 갖는다. 즉, 입사광 회절 격자는 측정 기준(3)으로 기능한다. 측정 기준에 입사되는 광선 빔이 +/−1차에서만 회절하고, 0차는 억제되는 방식으로 형성된다. 도시된 예에서, 반사기(4)의 방향으로 입사되는 측정 빔의 제1 반사 및 회절이 발생한다. 이 변형례에서, 발생하는 2개의 결과를 따르는 회절 가지(branch) 중 오직 하나, 즉, +1차에서의 것만이, 신호를 생성하는데 사용된다.
- [0046] 본 실시예에서, 이러한 방식으로 형성되는 측정 기준(3)은 제2 주이동축(x)을 따라 대상(1)의 완전한 길이에 대하여 확장된다.
- [0047] 반사기(4)는 대상(1)과 이격되어, 제3 축(z)을 따라 배치되고, 이동 가능한 대상(1)에 대해 고정된 기계부(5)에 연결된다. 예시적인 본 실시예에서, 반사기(4)는 측정 빔의 반사가 대상(1) 상의 체적 기준의 방향을 경유하여 발생하는 입사광 회절 격자의 모양이다(리트로 구성(Littrow configuration)). 반사기(4)의 상면도를 나타내는 도 2d에 따르면, 반사기(4)는 제1 주이동축(y)을 따라 주기적으로 배열된 다른 반사도의 눈금으로 구성된다.
- [0048] 측정 기준(3)을 통해, 측정 빔은, 역반사기 장치(2.6)의 방향으로 제1 반사를 겪게 된다. 거기에서, 빔 분광기 요소(2.2)에서, 역반사기(2.3)의 방향으로 굴절이 일어나고, 대상(1) 상의 측정 기준(3)의 방향으로 다시 한번 역반사 및 반사가 그 뒤에 일어난다. 측정 빔이 반사기(4)에서 측정 기준(3)의 방향으로 제2 반사 및 회절을 겪기 전에, 측정 기준(3)에서 제2 반사 및 회절이 반사기(4)의 방향으로 일어난다. 마지막으로, 측정 빔은 두 번째로 역반사기 장치(2.6)의 방향으로 측정 기준(3)에 의해 재반사된다.
- [0049] 분광 과정 후에, 빔 분광기 요소(2.2)에서 발생하는 기준 빔은 하기에서 설명되는 방법으로 역반사기 장치(2.6)를 관통한다. 따라서, 기준 빔은 예를 들어, 평면 거울의 형상을 갖는 기준 반사기(2.4)의 방향으로 초반에 전파되고 거기서 반사되어 예를 들어, 역반사 프리즘으로 형성될 수 있는 역반사기(2.3)에 도달한다. 그것을 통한 굴절 이후에, 기준 빔은 기준 반사기(2.4)의 방향으로 다시 전파하고 그것에 의해 재반사된다. 빔 분광기 요소(2.2)의 빔 분광기 표면에서, 기준 빔은 대상(1)으로부터 들어오는 측정 빔과 간섭 중첩되게 한다. 이어, 중첩된 측정 빔과 기준 빔 쌍은 개략적으로만 나타낸, 검출기 장치(2.5)의 방향으로 전파한다. 검출기 장치(2.5)는 위상 변이된 간섭계 신호의 획득을 가능하게 하는 공지된 간섭계 검출기 장치의 형태일 수 있다. 측정 기준(3)을 포함하여 대상(1), 제3 축(z)을 따라 이동하는 경우에, 신호 주기 P/4를 갖는 복수의 위상 변이된 위치 신호가 검출기 장치(2.5)에서 발생하고, P는 z방향으로의 측정 기준(3)의 눈금 주기를 나타낸다.
- [0050] y방향으로의 대상의 추가적인 이동 성분의 경우에, 검출기 장치(2.5)를 통해 생성되는 위치 신호는 부가적인 성분을 포함한다. 제1 주이동축(y)으로의 대상의 이동이 통상적으로 개별 위치 측정 장치를 통해 측정되므로, 필요한 위치 정보, 즉, z방향을 따르는 대상의 자유도가 이러한 정보와 함께 결정될 수 있도록 이러한 성분이 알려져 있다.
- [0051] 위치 측정 장치에서, 역반사기 장치(2.6)의 사용은 공칭 위치(nominal position)에 대해 이동하는 대상(1)에서 발생할 수 있는 기울어짐에 기인하는 빔 시어(beam shears)를 보상하는 역할을 한다. 이와 관련하여, 본 발명의 구성에서 역반사기 장치(2.6)는 주목되어야 하고, 특히, 측정 빔 상에서 그것의 역반사 효과는 도시된 구체적인 실시예의 대안으로 구현될 수 있으며; 예를 들어, 다른 프리즘 조합 그리고/또는 거울 조합이 역시 사용될 수 있다.
- [0052] 따라서, 기술된 제1 위치 측정 장치에서, 제3 축(z)을 따르는 대상 이동에 관한 위치 신호는 대상(1)의, 즉 그 위에 위치되는 측정 기준(3)의 광 스캔에 의해, 더 긴 이동 경로를 갖는 제1 주이동축(y)과 일치하는 단일 프로

빙(probing) 방향으로부터 생성된다.

- [0053] 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 변형 외에, 구체적인 다른 실시예도 존재한다. 따라서, 예를 들어, 입사하는 측정 빔에 수직하도록 위치 설정되는 평면 거울로 대상(1) 위에 반사기(4)를 형성하기 위해 제공될 수 있다. 게다가, 측정 기준(3)에서 발생하는 회절의 두 +/-1차 중 단지 하나만이 아니라, 결과에 따른 회절 차수 양쪽을 사용하는 것이 가능하다. 그 목적을 달성하기 위해서, 상기 기술된 실시예의 반사기(4)와 유사하게 형성되는 제2 반사기가 대상(1)의 아래에 위치하여야 할 수 있다. 더구나, 대응하는 시스템에서, 주어진 측정 요건에 따라, 다양한 구현예에서 기술된 제1 위치 측정 장치를 사용하는 것이 제공될 수 있다.
- [0054] 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치가 도 3a 내지 3d를 참조하여 기술된다. 제2 위치 측정 장치는 제2 주이동축(x), 즉, 도 1에서 두 주이동축(x, y) 중 더 짧은 축을 따르는 대상(1)의 위치를 결정하는데 사용된다. 원칙적으로, 본 발명에 따른 제1 위치 측정 장치의 경우와 같이, 제2 위치 측정 장치가 위치를 결정하기 위해 개별적으로, 즉, 하기에서 기술되는 전체 시스템에서 독립하여 사용될 수 있다.
- [0055] 예시적인 본 실시예에서, 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치는 광원(12.1), 대상(1) 상에 위치되는 측정 기준(13), 제3 축(z)을 따라 배치되고 대상과 이격된 반사기(14.1, 14.2), 역반사기 장치(12.6) 및 검출기 장치(12.5)를 포함한다. 도시된 예시적인 본 실시예에서, 반사기는 2개이다. 광원(12.1), 역반사기 장치(12.6) 및 검출기 장치(12.5)는 대상(1)과 이격된, 긴 제1 주이동축(y)에 위치되는 광 유닛(12)에 배치된다. 제2 주이동축(x)에서 대상의 자유도는 제1 주이동축(y)과 일치하는 프로빙 방향으로부터 대상(1), 즉, 그 위에 배치되는 위치 측정 장치의 부품의 광 스캐닝에 의해 결정된다.
- [0056] 더 짧은 제2 주이동축(x)을 따른 이동에 관한 위치 신호가 본 발명의 제2 위치 측정 장치에서 경유하여 생성되는 빔 경로가 하기에서 참조 도면과 같이 기술된다.
- [0057] 예를 들어 상류 콜리메이터 렌즈를 갖는 레이저 광원의 형태인 광원(12.1)은, 대상(1)의 방향으로, y방향, 즉, 제1 주이동축(y)을 따라 콜리메이트된 광선 빔을 방출한다. 광 유닛(12)의 역반사기 장치(12.6)에서, 방출된 광선 빔은 빔 분광기 큐브 형태의 빔 분광기 요소(12.2)에 부딪힌다. 빔 분광기 요소(12.2)에서, 광선 빔은 편향 표면(12.7)을 통과하고, 대상(1)의 방향, 즉 대상(1)에 위치한 측정 기준(13)의 방향으로 제1 주이동축(y)을 따라 전파한다.
- [0058] 도시된 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치에 대한 예시적인 본 실시예에서, 대상 상의 측정 기준(13)은 입사하는 광선 빔에 대해 더 이상 수직으로, 즉 제3 축(z)에 평행하게 배치되지 않으며, 도 3d에 명백한 바와 같이, z축에 대해 90°가 아닌 각도 α , 즉 z축에 대해 비평행(antiparallel)하게 배치된다.
- [0059] 제2 주이동축(x)을 따라 대상(1)의 완전한 길이에 대하여 연장되는 측정 기준(13)은 도 3b에서 알 수 있는 바와 같이, 제2 주이동축(x)을 따라 주기적으로 배치되고 다른 광 반사 특성을 갖는 눈금으로 구성되어 있다. 따라서, 입사광 회절 격자는 측정 기준(13)으로 동작한다. 이는 제1 충돌위치(P1)에서 입사하는 광선 빔이 +/-1차에서만 회절을 겪고, 0차는 억제된다. 도시된 본 발명의 실시예에 따른 제2 위치 측정 장치의 예시적인 실시예에서, 제1 반사 및 회절 또는 입사광선 빔의 부분적인 분광은 도 3b에 도시된 바와 같이, 2개의 반사기(14.1, 14.2)의 방향에서 전파하는 부분적인 광선 빔을 발생시킨다. 반사기(14.1, 14.2)는 대상(1)과 이격되어 제3 축(z)을 따라 배치되고 대상(1)에 대해 고정된 기계부(5)에 기계적으로 연결된다.
- [0060] 따라서, 본 발명의 제2 위치 측정 장치에서, 측정 기준(13)에서 분광되는 2개의 부분적인 광선 빔은 측정 빔과 기준 빔 역할을 한다. 이들은 제2 주이동축(x)을 따르는 대상 이동에 대한 위치 신호의 간섭 발생을 위해 사용

된다. 엄밀히 말해서, 본 발명의 제1 위치 측정 장치와 대조적으로, 이들은 실제로 2개의 측정 빔이고, 이는 양 측정 빔이 이동하는 대상(1)에 충돌하기 때문이다. 반면, 제1 위치 측정 장치에서, 기준 빔은 대상(1)에 도달하지 않는다. 그러나, 통일된 용어 때문에, 이하, 측정 빔과 기준 빔은 제2 위치 측정 장치에서도 표시되며, 그 중첩으로부터 관심 대상의 위치 신호가 생성된다.

[0061] 본 발명에 따른 제2 위치 측정 장치의 예시적인 본 실시예에서, 반사기(14.1, 14.2)는 주기적으로 배치된 상이한 반사율의 눈금으로 이루어진, 제2 이동축(x)의 방향으로 이격된 2개의 입사광 회절 격자를 포함한다. 도 3c에서의 반사기(14.1, 14.2)의 2개의 입사광 회절 격자의 도면에 따라, 눈금은 제2 주이동축(x)에 대하여 각도를 가지면서 형성된다. 이러한 방식으로 선택된 입사광 회절 격자, 즉 반사기(14.1, 14.2)의 입사광 회절 격자의 형성으로 인해, 2개의 부분적인 광선 빔은 대상(1) 상의 측정 기준(13)의 방향으로 재반사된다(리트로 구성).

[0062] 측정 기준(13)을 통해, 2개의 부분적인 광선 빔은 역반사기 장치(12.6)의 방향으로 제1 재반사를 겪게 된다. 거기에서, 빔 분광기 요소(12.2)에서, 2개의 입사하는 부분적인 광선 빔은 역반사기(12.3)의 방향으로 편향 표면(12.7)에서 굴절되고, 계속하여, 부분적인 광선 빔의 역반사 및 반사가 대상(1) 상의 측정 기준(13)의 방향으로 편향 표면(12.7)에서 다시 한번 발생한다. 측정 기준(13)에서, 광선 빔의 제1 충돌 위치(P1)에 대해 z방향으로 이격된 제2 충돌 위치(P2)에 2개의 부분적인 광선 빔이 도달한다. 측정 기준(13)으로부터, 부분적인 광선 빔의 제2 반사는 궁극적으로 반사기(14.1, 14.2)의 방향으로 일어난다. 반사기(14.1, 14.2)에서, 2개의 부분적인 광선 빔은 측정 기준(13)의 방향으로 제2 반사를 겪게 된다. 측정 기준(13)에서, 부분적인 광선 빔, 또는 보다 정확하게, 측정 빔과 기준 빔은, 개략적으로만 나타낸 검출기 장치(12.5)의 방향으로 중첩된 광선 빔으로 재결합되어 진파된다. 측정 기준(13)을 포함하여 대상(1)이 제2 주이동축(x)을 따라 이동하는 경우에, 복수의 위상 변이 위치 신호가 예를 들어 대상(1)의 이동을 제어하는데 사용가능한 검출기 장치(12.5)를 통해 생성된다.

[0063] 측정 기준(13)의 두 번의 반복된 충돌을 갖는 선택된 빔 경로와 사이에 제공된 역반사기 장치(12.6)의 횡단 때문에, 움직이는 대상(1)의 경사로 인한 위치 신호의 결과에 따른 실패를 보상할 수 있다. 이러한 경사의 경우, 빔 시어 및 모아레(moire)효과는 위치 신호의 세기에서 언급한 손실로 이어질 수 있다.

[0064] 기술된 본 발명의 따른 제2 위치 측정 장치의 예시적인 실시예 외에도, 대체적으로 구체적인 실시예 또한 물론 존재한다.

[0065] 예를 들어, 각각이 입사하는 부분적인 광선 빔에 수직으로 위치설정되는 2개의 평면 거울을 이용하는 대상(1)의 위에 반사기(14.1, 14.2)를 형성하는 것이 제공될 수 있다. 더구나, 제3 축(z)에 대해 α 의 각도로 대상(1) 상에 배치된 1차원 측정 기준(13)을 제3 축(z)에 평행하도록 대상 상에 배치되는 2차원 측정 기준으로 교체하는 것이 가능하다. 제2 주이동축(x)을 따르는 주기적인 눈금 외에, 제3 축(z)을 따라 주기적으로 배치된 눈금을 역시 포함할 수 있다.

[0066] 더구나, +1차 및 -1차 회절 대신에, 측정 빔 경로와 기준 빔 경로에 대한 2개의 다른 동일하지 않은 차수의 회절을 이용하고, 이들이 간섭 중첩하게 하는 것도 가능하다.

[0067] 마지막으로, 도 4a 내지 4d의 도움으로, 복수의 위치 측정 장치를 사용하는 6 자유도에서 대상(1)의 위치를 측정하는데 적합한 시스템이 기술될 것이다. 반도체를 생산 및 검사하는 기계에서의 대상(1), 예를 들어 테이블은, 도 1에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 주이동축(y, x)뿐만 아니라, 이에 수직하는 제3 축(z)을 따라 이동 가능하다. 제1 주이동축(y)은 다시 x 방향 및 y 방향으로의 2개의 횡단 축 중, 더 긴 길이를 나타낸다; 대상(1)은 이동량이 이 방향으로의 대상(1)의 연장보다 현저하게 더 긴 제1 이동축(y)을 따라 변위 가능하다.

- [0068] 6 자유도에서 대상(1)의 위치를 측정 또는 결정하는데 사용되는 명확한 측정 빔 경로는 도 4a 및 4b에서 매우 개략적인 방식으로만 표시된다; 개별 위치 측정 장치의 세부적인 빔 경로의 표현은 명료함을 위해 생략되었다. 특히, 그 중에서도 다른 측정 빔이 대상(1)의 방향으로 2번 전파하는지는 명확하지 않다.
- [0069] 제1 주이동축(y)을 따르는 대상(1)의 이동을 결정하고, 제2 주이동축(x)과 제3 축(z)에 대한 대상(1)의 Rx, Rz 회전 운동을 결정하기 위해, 그 자체로 알려진 위치 측정 장치가 제공된다. 이는 예를 들어, 미국 특허 6,542,247 B2로부터 알려진, 3축 간섭계로 불리는 형태를 갖는다.
- [0070] 본 발명에 따른 시스템 내에 사용되는 3축 간섭계는 제1 주이동축(y)의 방향에서부터 각각의 경우 대상(1)을 스캔하는 3개의 측정 빔(My₁, My₂, My₃)을 사용한다. 이를 위해, 도 4a, 4b에 도시된 바와 같이, 3개의 측정 빔(My₁, My₂, My₃)이 입사되며, 거기서부터 광 유닛(12)의 방향으로 다시 반사되는 측정 반사기(23.1)가 대상(1) 상에 위치된다. 측정 반사기(23.1)는 제1 주이동축(y)에서 광 유닛(12)에 할당된 측에서 대상(1) 상에 위치한다. 도 4c에서, 측정 반사기(23.1)는 입사하는 3개 측정 빔(My₁, My₂, My₃)의 충돌 포인트(PMy₁, PMy₂, PMy₃)뿐만 아니라, 프로빙 방향에서부터 인식할 수 있다. 본 발명에 따른 시스템의 다른 위치 측정 장치뿐만 아니라, 3축 간섭계의 다른 광학 부품은 광 유닛(12) 내에 수용된다. 예를 들어, 3축 간섭계의 경우, 그 중에서도, 이는 적합한 광원, 하나 이상의 빔 분광기 요소, 기준 반사기 및 검출기 장치이다.
- [0071] 도 4a, 4b 및 4c에서 알 수 있는 바와 같이, 위치 측정 장치, 즉 3축 간섭계의 제1 및 제2 측정 빔(My₁, My₂)은 z 방향으로 같은 레벨로 이동하고 x 방향에서 서로 이격된 충돌 포인트(PMy₁, PMy₂)에서 측정 반사기(23.1)에 부딪힌다. 도시된 예시적인 본 실시예에서, 3축 간섭계의 제3 측정 빔(My₃)은 제1 및 제2 측정 빔(My₁, My₂)의 아래에서 z 방향으로 이동하고, 충돌 포인트(PMy₃)에서 측정 반사기(23.1)에 부딪힌다.
- [0072] 따라서, 대상 이동에 대한 3 자유도는 3개의 이러한 측정 빔(My₁, My₂, My₃)을 통해서 얻어지는 거리 신호로부터 결정될 수 있다. 각각의 경우, 대응하는 거리 신호는 도시되지 않은 기준 빔과 측정 빔(My₁, My₂, My₃)의 간섭 중첩 및, 적합한 검출기 장치에 의한 대응하는 신호의 검출에서 기인한다. 처음에 언급한 바와 같이, 자유도는 제1 주이동축(y)을 따르는 대상(1)의 이동이고, 제2 주이동축(x) 및 제3 축(z)의 둘레로의 회전 운동(Rx, Rz)이다.
- [0073] 2개의 다른 자유도에서 대상(1)의 이동, 즉, 제1 주이동축(y)의 둘레로의 대상(1)의 회전 운동(Ry)과 제3 축(z)을 따르는 대상(1)의 이동을 결정하기 위해, 2개의 다른 위치 측정 장치가 사용되고, 각각은 상세하게 기술된 제1 위치 측정 장치와 같은 구성과 빔 경로를 갖는다. 이러한 위치 측정 장치의 2개의 이용된 측정 빔은 도 4a 및 4b에서 도면부호 Mz₁, Mz₂로 표시되고, z 방향으로 같은 레벨로 이동하고 x 방향으로 서로 이격된다. 전술한 바와 같이, 대상(1)에서, 이 위치 측정 장치의 2개의 측정 빔(Mz₁, Mz₂)은 반사기(24)로 반사되어 측정 기준(23.2) 상의 충돌 포인트(PMy₁, PMy₂)에 부딪히고, 이를 통해 반사기(24)로 편향된다. 반사기(24)로부터, 2개의 위치 측정 장치의 대응하는 측정 빔(Mz₁, Mz₂)은 2개의 위치 측정 장치의 다양한 다른 필요 광학 부품이 역시 위치되는 광 유닛(12)의 방향으로 측정 기준(23.2)를 통해 다시 반사된다.
- [0074] 3축 간섭계의 측정 반사기(23.1)와 같이, 2개의 위치 측정 장치에 필요한 측정 기준(23.2)은 제1 주이동축(y)에서 광 유닛(12)에 할당되는 측에서 대상(1) 상에 위치되고; 도 4c는 프로빙 방향에서부터 이 측의 상면도를 나타낸다.

[0075] 마지막으로, 이동 가능한 대상(1)의 6 자유도를 결정하기 위해, 즉, 제2 주이동축(x)을 따르는 대상(1)의 이동을 결정하기 위해, 전술된 제2 위치 측정 장치에 대응하는 위치 측정 장치가 시스템 내에 제공된다. 관련된 측정 빔은 도 4a 및 4b에서 M_x 로 표시되고, 대상(1) 상에 위치된 측정 기준(23.3) 상의 충돌 포인트(PM_x)에서 부딪힌다. 3축 간섭계의 다른 측정 반사기(23.1) 및 측정 기준(23.2)과 같이, 측정 기준(23.3)은 제1 주이동축(y)에서 광 유닛(12)에 배치된 측의 대상(1) 상에 역시 위치된다. 측정 기준(23.3)에서부터, 측정 빔(M_x), 즉, 대응하는 부분적인 광선 빔의 분광 및 굴절은, 반사기(24)의 방향으로 발생하고; 차후의 빔 경로는 본 발명의 제2 위치 측정 장치와 관련되어 전술한 것에 대응한다. 위치 측정 장치의 다른 광학 부품이 또한 광 유닛(12)에 배치된다.

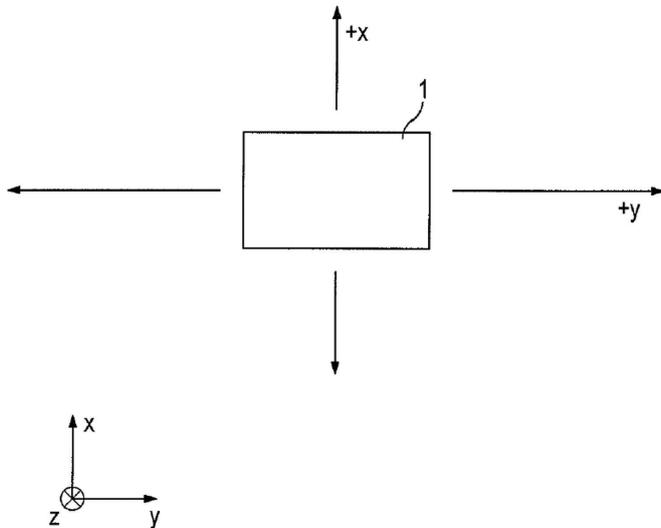
[0076] 도 4d는 측정 기준(23.2)에 의해 회절된, 측정 빔(M_{z_1} , M_{z_2} 및 M_x)이 리트로 구성에서 부딪히고 다시 반사되는 반사기(24)의 측을 나타낸다. 2개 외에, 측정 빔(M_x)을 위하여 중앙에 배치된 반사기(24.1, 24.2) 외에, 측정 빔(M_{z_1} , M_{z_2})을 위하여 외부로 향하여 배치된 반사기(24.3, 24.4)를 확인할 수 있다. 전술한 바와 같이, 다양한 반사기가 각각 입사광 회절 격자의 형태를 가진다.

[0077] 이동가능한 대상(1)의 위치는 본 시스템에 의해 모든 6 자유도에서 결정될 수 있다. 제안된 시스템에서 사용된 모든 위치 측정 장치의 광 스캐닝은 단일 프로빙 방향으로부터 실시되는 것이 명백하다. 제공된 예시적인 실시예에서, 이는 대상(1)에 대해 제2 주 이동방향(x)에 비해 현저하게 긴 이동 경로가 따르는 제1 주이동방향(y)이다. 다양한 위치 측정 장치의 사용된 모든 측정 빔(M_{y_1} , M_{y_2} , M_{y_3} , M_{z_1} , M_{z_2} 및 M_x)은 이 방향을 이동한다.

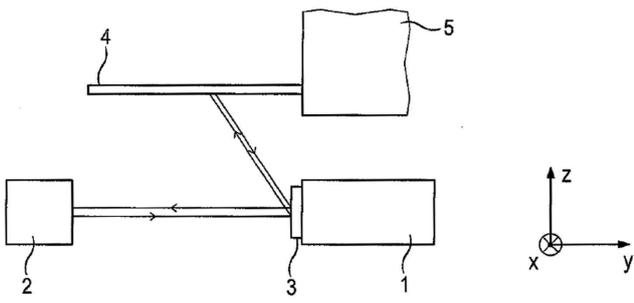
[0078] 기술된 본 발명의 위치 측정 장치 및 본 발명의 시스템에 대한 예시적인 실시예 외에, 물론, 본 발명의 범위 내에 다른 실시예가 가능하다. 예를 들어, 이를 각각의 위치 측정 장치에서의 다른 빔 경로, 필요할 수 있는 기준 빔 경로를 구현하기 위한 다른 변형례, 또는 필요한 역반사를 위한 대체 변형례 등과 관련된다.

도면

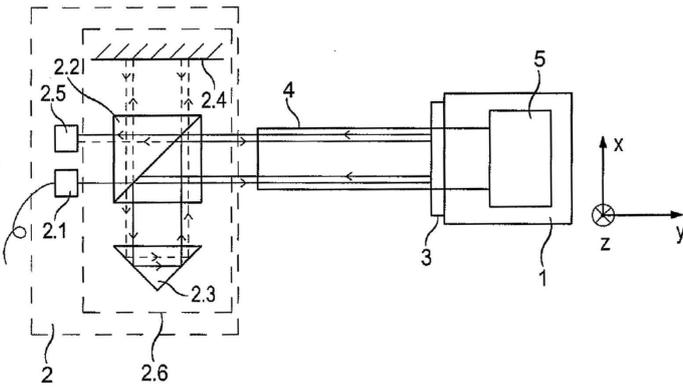
도면1



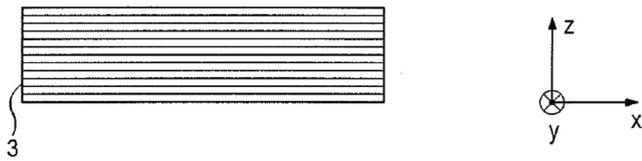
도면2a



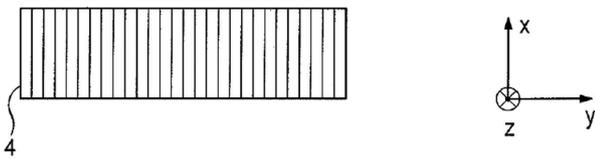
도면2b



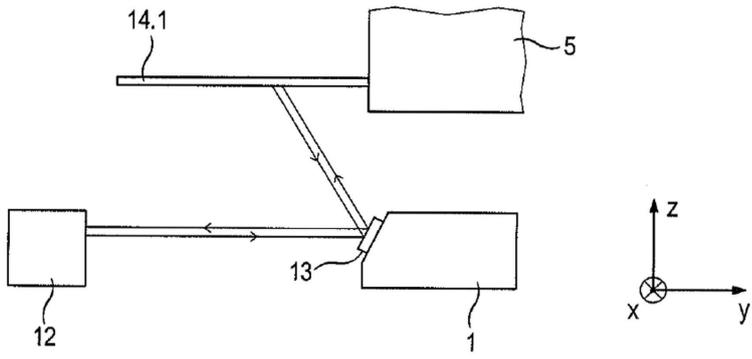
도면2c



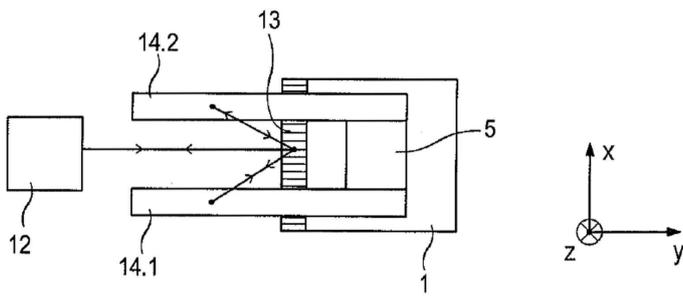
도면2d



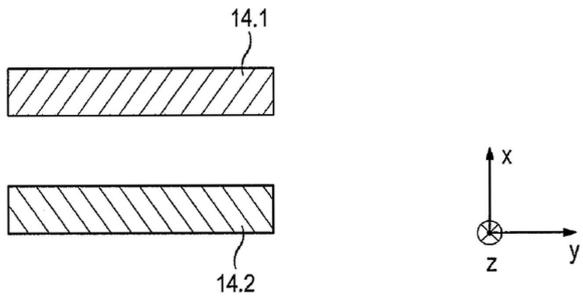
도면3a



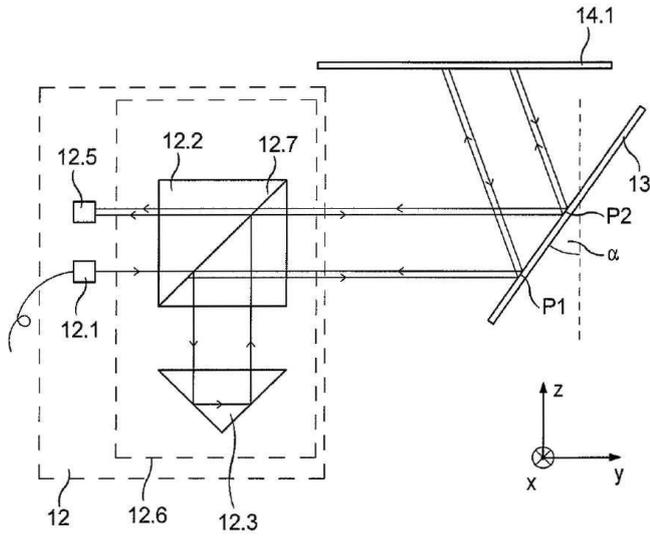
도면3b



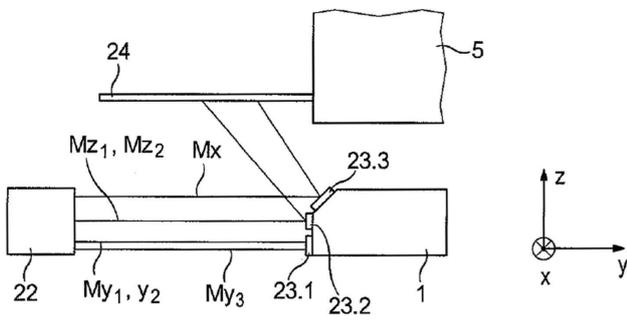
도면3c



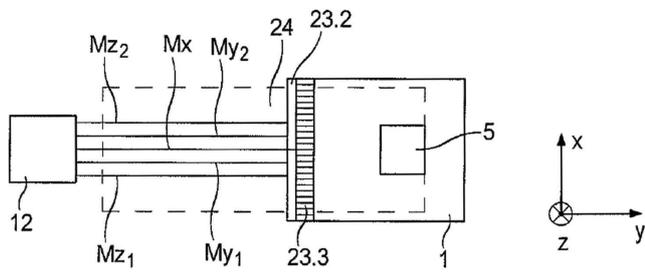
도면3d



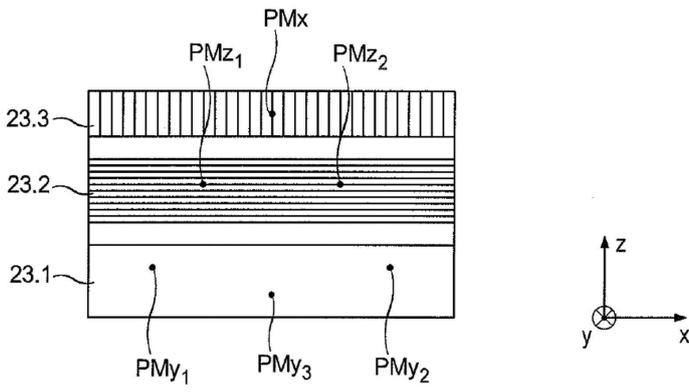
도면4a



도면4b



도면4c



도면4d

