



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월11일
 (11) 등록번호 10-1906942
 (24) 등록일자 2018년10월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 21/04 (2006.01) *B23Q 17/22* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01B 21/042 (2013.01)
B23Q 17/22 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7011432
- (22) 출원일자(국제) 2014년11월28일
 심사청구일자 2016년04월29일
- (85) 번역문제출일자 2016년04월29일
- (65) 공개번호 10-2016-0063386
- (43) 공개일자 2016년06월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/075932
- (87) 국제공개번호 WO 2015/079019
 국제공개일자 2015년06월04일
- (30) 우선권주장
 13194919.0 2013년11월28일
 유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
 EP01990605 A3*
 JP03501052 A
 KR1020080111653 A
 JP2008524565 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
헥사곤 테크놀로지 센터 게엠베하
 스위스 히어브루크 체하-9435 하인리히-빌트-슈트라쎬 201
- (72) 발명자
이셀리 클라우디오
 스위스 체하-9434 아우 인터스트리슈트라쎬 5베
조르달 파스칼
 스위스 체하-1612 에코테어스 엔 소레몬트
- (74) 대리인
정홍식, 김태헌

전체 청구항 수 : 총 20 항

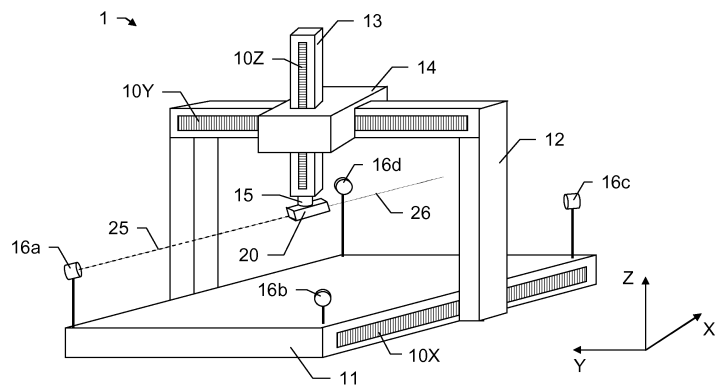
심사관 : 한상호

(54) 발명의 명칭 **공구 중심점에 있는 보정 레이저 헤드를 사용하는 좌표 측정 기계의 보정 방법**

(57) 요약

좌표 측정 기계(1)의 보정 방법에서, 상기 좌표 측정 기계(1)는 측정 지점의 접근을 위해 베이스(11)에 대한 툴 캐리어(15)의 이동을 위한 구동 메커니즘을 가지고, 보정 레이저 헤드(20)에 의해 발광하는 레이저 빔(25)이 최소 두 개의 기본적인 직교 축(X,Y,Z)의 주위를 회전할 수 있도록, 보정 레이저 헤드(20)는 툴 캐리어(15)에 수행

(뒷면에 계속)
대표도 - 도1



및 부착되고, 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤드(20)에 의해 간접 측정으로 측정될 수 있다. 상기 방법은 상기 레이저빔(25)의 방향에 의해 결정되는 측정 경로(26)에 제1 레이저 역반사장치 세트(16a-d)를 향해 레이저 빔(25)을 방출 및 진행하며, 상기 측정 경로(26)에 관한 제1 레이저 역반사장치(16a)를 향하여 상기 레이저 빔(25)이 계속 유지되기 위하여, 상기 레이저 빔(25)이 상기 측정 경로(26)를 따라 이동하고, 반사된 레이저 빔을 상기 보정 레이저 헤드(20)에서 수신하고, 상기 측정 경로를 따라 다수의 측정 지점에서 상기 제1 레이저 역반사장치(16a)의 거리 변화를 측정하고, 다수의 측정 지점 각각의 기계위치, 상기 베이스(11,31)에 관련된 상기 톨 캐리어(15,55)의 위치의 상대적인 상기 기계 위치를 가진다.

명세서

청구범위

청구항 1

좌표 측정 기계(1,2,3)의 보정 방법에 있어서,

상기 좌표 측정 기계는,

- 측정 지점의 접근을 위한 베이스(11,31)에 대하여 툴 캐리어(15,55)의 이동과 관련된 구동 매커니즘;
- 보정 레이저 헤드(20,21)에 의해서 방출되는 레이저 빔(25)이 적어도 두개의 기본적인 수직 축(A, B, C, X, Y, Z) 주위를 돌 수 있고, 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤드에 의해 간접 측정이 가능하도록, 상기 툴 캐리어(15,55)에 수행되고 부착된 보정 레이저 헤드(20,21); 및

상기 베이스(11,31)에 대하여 또는 상기 베이스(11,31) 상에 고정된 위치에서 각기 다른 높이(Z-위치)로 배치된 복수의 레이저 역반사장치를 포함하는 역반사장치 세트(16a-e,17)를 가지고,

상기 좌표 측정 기계의 보정 방법은,

- 상기 레이저 빔(25)의 원점에 의해 정의되는 측정 경로(26)에 의한 제1 상기 레이저 역반사장치 세트(16a-e,17)를 향하여 레이저 빔(25)을 방출하고 진행하는 단계;
- 상기 측정 경로(26)에 따라 제1 레이저 역반사장치(16a)를 향하여 상기 레이저 빔(25)이 계속 유지되고 반사된 레이저 빔을 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에서 수신하기 위하여, 상기 레이저 빔(25)이 상기 측정 경로(26)를 따라 이동하는 단계;
- 상기 측정 경로를 따라 다수의 측정 지점에서 상기 제1 레이저 역반사장치(16a)의 거리 변화를 측정하는 단계;
- 다수의 측정 지점에서의 각각의 기계위치, 상기 베이스(11,31)에 대한 상기 툴 캐리어(15,55)의 위치와 관련된 상기 기계 위치를 수집하는 단계; 및
- 측정된 거리 변화와 다수의 측정 위치의 각각의 상기 기계 위치에 따라 상기 좌표 측정 기계(1,2,3)의 보정 데이터를 도출하는 단계;로 구성되는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

좌표 측정 기계의 보정 방법은,

상기 측정된 거리 변화에 기초한 보상맵(compensation map)과 적어도 하나의 측정 지점에 관해 결정된 위치 정보를 보상하기 위한 상기 다수의 측정 위치에 관한 상기 기계 위치를 계산하기 위한 단계를 더 가지고,

상기 보상맵은 측정 모드의 수행에 의해 모여진 각각의 기계 위치에 관한 보상 지점 값의 유도를 제공하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 옆에 반사된 레이저 빔의 충돌 위치가 결정되고, 상기 레이저 빔이 각각의 레이저 역반사장치(16a-e, 17)의 중심에 충돌하도록 조정되는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 적어도 하나의 위치 및 상기 원점이 충돌 위치를 기초로 조정되는, 자동 레이저 정렬 기능이 수행되는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

- 상기 레이저 빔(25)의 방향이 회전 삼 자유도에 대해 조정되는 단계;를 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

- 동적인 방법(dynamic manner)으로, 상기 제1 레이저 역반사장치(16a)의 거리 변화를 측정하는 단계; 및 다수의 측정 위치 중 각각에 관한 상기 기계 위치를 수집하는 단계는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)가 운동하는 동안 수행되거나,

- 정적인 방법(static manner)으로, 상기 제1 레이저 역반사장치(16a)의 거리 변화를 측정하는 단계; 및 다수의 측정 위치 중 각각에 관한 상기 기계 위치를 수집하는 단계는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 정의된 나머지 위치에서 수행되거나,

- 복합적인 방법(hybrid manner)으로, 상기 보정 방법이 상기 다수의 측정지점의 첫 번째 부분에 관해서는 동적인 방법으로, 상기 다수의 측정 지점의 두 번째 부분에 관해서는 정적인 방법으로 수행하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

- 상기 레이저 역반사장치(16a-e, 17) 세트 중 적어도 하나의 역반사장치 위치는 미리 알려지는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기기의 보정 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

- 상기 좌표 측정 기계(1,2,3)의 디자인에 관해서 결정될 수 있는 상기 측정 지점의 공간 좌표 내에서, 특정 부피에 해당하는 측정 부피 내의 일련의 위치에 관한 일련의 보정 값의 도출되는 단계에 있어서, 위치 정보는 적어도 하나의 측정 지점에 관하여 결정되고, 각각의 보상 값의 적용에 따라 보상될 수 있는 것을 포함하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

- 측정된 상기 거리 변화와 각각의 상기 다수의 측정 지점의 기계 위치에 기반한 적어도 하나의 보상 모델 결정 단계 또는 보상식 유도 단계에 있어서, 측정 모드의 수행에 의해 상기 측정 지점에 관하여 결정되고 보상 모델에 입력되거나, 개별적으로 보상식을 이용하여 처리되는 상기 위치 정보를 포함하는 단계;를 포함하고,

보상 위치 정보는 상기 보상 모델로부터 또는 개별적으로 상기 보상식의 적용에 의해, 유도되는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 보정 레이저 헤드(20,21)는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 연결된 광섬유(6)을 통해서 레이저 빔(25)을 방출하기 위한 레이저 광을 구비하고, 레이저 광을 생산하는 레이저 광원(laser source)(5)은 구조적으로 상기 좌표 측정 기계(1,2,3)로부터 분리되어 위치하고, 광섬유(6)와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

- 간섭계는 상기 거리 변화의 간섭측정을 제공하기 위한 상기 보정 레이저 헤드(20,21)와 관련되는 것을 특징으로

로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

· 상기 거리 변화 측정과 상기 역반사장치 세트의 적어도 두 개의 레이저 역반사장치(16a-e,17)에 관한 다수의 위치 측정중 각각 수집된 기계 위치에 기초해 도출되는 상기 보정 데이터를 포함하고, 일련의 상기 레이저 역반사장치(16a-e,17) 세트의 적어도 두 개의 상기 역반사장치에 대해 상기 방법을 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

· 상기 레이저 빔(25)의 개별적인 다른 방향에 의해서 정해지는 다른 측정 경로(26)를 포함하고, 상기 역반사장치 세트(16a-e,17)의 동일한 방향을 상기 레이저 빔(25)이 향해서 반복적으로 상기 방법을 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

· 적어도 두 축들(A, B, C, X, Y, Z) 주위에 개별적으로 상기 보정 레이저 헤드(20,21) 또는 상기 레이저 빔(25)의 회전과 관련된 회전 중심에 의해 결정되는 톨 중심점을 포함하고, 상기 톨 캐리어(15,55)에서 상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 배열에 의해 결정되는 상기 톨 중심점에서 방출되는 레이저 빔(25);을 포함하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계의 보정 방법.

청구항 14

측정될 물체의 적어도 하나의 측정지점에 관한 위치 정보를 얻기 위한 좌표 측정 기계(1,2,3)은,

- 상기 측정 지점의 접근을 위해서, 베이스(11,31)에 대한 톨 캐리어(15,55)의 이동을 위한 구동 메커니즘;
- 상기 베이스(11,31)에 대한 상기 톨 캐리어(15,55)의 위치에 관하여 기계 위치를 제공하기 위한 위치 제공 유닛; 및
- 제어 및 처리 유닛;을 포함하는 좌표 측정 기계에 있어서,
- 보정 레이저 헤드(20,21)에 의해서 방출되는 레이저 빔(25)이 적어도 두개의 기본적인 수직 축(A,B,C,X,Y,Z) 주위를 돌 수 있고, 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤드에 의해 간접 측정이 가능하도록, 상기 톨 캐리어(15,55)에 부착되어 수행되는 보정 레이저 헤드(20,21);
- 상기 베이스(11,31)에 대하여 또는 상기 베이스(11, 31) 상에 고정된 위치에서 각기 다른 높이(Z-위치)로 배치된 복수의 레이저 역반사장치를 포함하는 역반사장치 세트(16a-e,17); 및
- 상기 제어 및 처리 유닛에 의해 수행가능하고, 최소한 아래에 따라 정의되는 보정 기능은,

- 상기 레이저 빔의 방향에 의해서 결정되는 측정 경로상 제1 레이저 역반사장치 세트(16a-e,17)를 향한 레이저 빔의 발광 및 진행 단계;
- 상기 측정 경로(26)에 따른 상기 레이저 빔(25)이 제1 레이저 역반사장치(16a)를 향하는 방향을 유지시키고, 반사된 레이저 빔이 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 계속적으로 수신하기 위한, 상기 측정 경로(26)를 따라 상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 이동 단계;
- 상기 측정 경로(26)를 따라 다수의 측정지점에서 제1 레이저 역반사장치(16a)의 거리 변화 측정 단계; 및
- 위치 제공 유닛에 의해 각각의 다수 측정 지점의 기계 위치를 수집하는 단계로 정의되고,

상기 보정 기능은 거리 변화 측정과 각각 다수의 측정 위치와 관련되고 기계 오차의 보정이 제공되는 보정 데이터를 수집하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계(1,2,3).

청구항 15

제 14 항에 있어서,

광섬유(6)는 상기 레이저 빔(25)의 방출을 위한 상기 보정 레이저 헤드(20,21)의 레이저 빛 투과를 위해 제공되는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계(1,2,3)

청구항 16

제 14 항에 있어서,

· 간섭계는 간섭 측정으로 거리 변화 측정을 제공하기 위한, 상기 보정 레이저 헤드(20,21)와 관련된 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계(1,2,3).

청구항 17

제 14 항에 있어서,

· 상기 보정 레이저 헤드(20,21)는, 충돌 감지 유닛(impinging-detection unit)의 기준 위치와 관련된 기준 레이저광의 충돌(impinging) 지점을 결정하기 위한 충돌 감지 유닛(impinging-detection unit)을 포함하는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계(1,2,3).

청구항 18

제 14 항에 있어서,

· 상기 보정 레이저 헤드(20,21)는 상기 레이저 빔(25)의 방향이 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 의한 회전 삼자유도(three rotatory degrees of freedom)에서 조절될 수 있도록 수행되는 것을 특징으로 하는 좌표 측정 기계(1,2,3).

청구항 19

좌표 측정 기계(1,2,3)의 보정을 위한 시스템에 있어서,

측정될 물체의 최소 하나의 측정 지점의 위치 정보를 결정하기 위해 설치된 상기 좌표 측정 기계(1,2,3)는,

- 측정지점의 접근을 위한 베이스(11,31)에 대한 툴 캐리어(15,55)의 이동을 위한 구동 매커니즘; 및
- 상기 베이스(11,31)에 대한 상기 툴 캐리어(15,55)의 위치에 관한 기계 위치를 제공하기 위한 위치 제공 유닛;으로 구성되고,

상기 시스템은,

- 상기 툴 캐리어(15,55)에 수행되고 부착 가능한 보정 레이저 헤드(20,21)에 있어서,
 - 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 의해 발광하는 레이저 빔(25)이 적어도 두개의 직교 축들(A, B, C, X, Y, Z)의 주위에 회전 할 수 있고,
 - 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 의해 간섭측정으로 측정될 수 있도록하는, 보정 레이저 헤드(20,21);
 - 상기 베이스에 대하여 또는 상기 베이스(11, 31) 위에 고정된 위치에 배치되는 레이저 역반사 세트(16a-e,17); 및
 - 상기 레이저 빔(25)을 발광하기 위한 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 레이저광의 투과를 제공하는 상기 보정 레이저 헤드(20,21)에 연결되는 광섬유(6)로 구성되고,
- 상기 시스템은 레이저 광원(5)이 상기 광섬유(6)에 연결 가능한 상기 보정 레이저 헤드에 상기 광섬유를 통하여 (6) 전송할 수 있는 레이저광을 생산하기 위한 레이저 광원(5)을 더 포함하는, 좌표 측정 기계(1,2,3)의 보정을 위한 시스템.

청구항 20

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에서 청구된 방법의 제어 및 수행을 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 안내되는 레이저 발광 유닛과 다수의 고정된 레이저 역반사장치의 도움으로, 레이저 발광장치(laser emitter)와 각각의 레이저 역반사장치 간의 거리 변화가 결정되는 좌표 측정 기계(CMM: coordinate measuring machine)의 보정데이터 생성하는 방법과 관련이 있다.
- [0002] 좌표 측정 기계(CMM)과 같은 좌표 위치 결정 장치의 생산 이후, 객체의 크기와 모양 같은 선결정된 객체 매개 변수의 정확성을 확인하기 위해서, 제조공정에 있는 제품을 조사하는 것은 일반적이다.
- [0003] 전통적인 3-D 좌표 측정 기계에서, 프로브 헤드는 상호 수직인 세계의 축들(X,Y,Z 방향)을 따라 이동될 수 있다. 따라서, 상기 프로브 헤드는 좌표 측정 기계의 측정 볼륨의 공간 내의 임의의 점에 안내될 수 있고, 상기 객체는 프로브 헤드에 의해 이동되는 측정 센서(프로브)로 측정할 수 있다.
- [0004] 기계의 단순한 형태에서, 각각의 축에 평행하게 탑재된 적합한 변환기(transducer)가 기계의 베이스에 대해 상기 프로브의 위치를 결정할 수 있고, 센서에 의해 접근되는 상기 객체의 측정 위치의 좌표도 결정될 수 있다. 상기 프로브 헤드의 이동가능성을 제공하기 위하여, 전통적인 좌표 측정 기계는 프로브 헤드가 배치되는 프레임 구조와 상기 프레임 구조의 프레임 요소가 서로 이동을 위한 구동 수단으로 구성된다.
- [0005] 표면 변화를 측정하기 위해 촉각센서와 광학센서의 사용에 기초하는 모든 측정원칙은 알려져있다.
- [0006] 일반적으로 높은 측정 정확도를 가진 좌표 측정 기계의 제공을 위하여, 그것의 프레임 구조는 보통 높은 정강성(static stiffness)을 가지도록 설계된다. 단단하고 강한 기계 디자인을 달성하기 위해서, 상기 프레임 구조나 적어도 그것의 부분들은 종종 화강암과 같은 돌로 이루어진다. 열적 안정성과 좋은 감쇠 성능과 같은 긍정적인 효과 외에, 화강암이나 다른 단단한 재료는 상기 기계나 이동 프레임 요소들을 상당히 무겁게 한다. 다른 점에서 무거운 무게는 적절한 가속을 얻기 위해 높은 힘을 요구한다.
- [0007] 그러나 기계의 요소가 적은 무게(와 적은 강성)로 이루어져 각 요소들의 더 빠른 위치 결정이 상기 좌표 측정 기계에 가해지는 적은 힘에 의해서 달성될 수 있듯, 무게의 감소는 좌표 측정 기계의 설계와 관련해 주요 주제이다. 반면, 감소된 강성과 (빠른)기계 요소의 이동에 의해 발생하는 기계진동과 비틀림의 영향은 이러한 부분의 무게 감소와 함께 늘어난다. 그러므로 이런 변형과 진동으로부터 발생하는 유도된 측정값과 오차의 불확실성은 따라서 증가한다. 그러므로, 특히 무게 감소 관점뿐만 아니라 종래 기계에 관한 관점에서, 정확한 오차의 핸들링은 중요한 부분이다.
- [0008] (무겁거나 가벼운) 모든 접근을 위하여, 좌표 측정 기계(CMM)의 초기 보정 과정은 각각의 시스템의 정적이고 반복될 수 있는 오차의 결정을 위해 필요한 사항이다. 안정적이고 정확한 측정 요구를 유지하기 위해서, 이러한 보정은 측정시스템의 과도한 시간에 영향을 끼치는 외부 요인, 그 예로 환경 요인(온도, 습도 등)이나 기계적 영향의 변화에 따라 생성된 인터벌을 적절히 계산하기 위한 것이다.
- [0009] 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 보정은 일정 조건하에서 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 정적 및/또는 동적 거동을 나타내는 향상된 모델을 제공할 수 있다. 따라서, 현재 보정 매개변수는 더욱 간략히 -현재 조건에 적응하고- 좌표 측정 기계(CMM)의 거동을 묘사하기 위해서, 결정된 모델의 현실화에 사용될 수 있다.
- [0010] 일반적으로, 소위 보상 맵은 보정 절차에 의해서 유도되고, 상기 보상 맵은 개체의 측정지점을 측정해서 얻은 각 측정 값의 보상이 제공된다. 이러한 맵은 룩-업 테이블로서 설계될 수 있다. 즉, 모든 좌표 또는 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 각축의 지정된 좌표 단계에 관한 상응하는 보상 값이 제공되고, 원 측정값이 보상 값으로 대체된다. 그 대신, 특정된 방정식들이 결정되고, 상기 방정식은 상응하는 수정 값의 계산을 위한 측정된 위치 값이 적용되고, 보상맵이 제공된다.

배정 기술

- [0011] 좌표 측정 기계의 각 보정에 대해 공지된 몇몇 테크닉과 방법이 있다. 하나의 공지된 절차에 따르면, 거리 측정 장치 - 특히 레이저 빔에 의한 거리측정을 제공하는 장치 - 는 좌표 측정 기계(CMM)의 베이스에 위치하고, 거리는 타겟에 측정이 되고, 상기 타겟은 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 프로브 헤드에 부착되고, 정해진 경로를 따라 움직인다. 여기서, 각각의 거리와 기계 좌표는 상기 경로를 따라 지정된 위치에서 도출된다. 상기 측정 기계의

기하학적인 오차는 측정거리에 기반하여 결정되고, 기계 좌표는 상기 기계에 의해서 얻어진다. 예시적인 이러한 방법은 유럽 특허 출원 EP1,990,605에서 개시되어 있다.

- [0012] 불리하게도, 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 모든 볼륨 측정을 위한 정확한 보정 매개 변수의 결정을 위하여, 상기 레이저 장치는 측정 부피 내의 다른 위치를 연속적으로 설치하여야 하고, 여러 레이저 빔의 방향으로 다수의 측정을 수행하여야 한다. 따라서, 보정과정에 특별한 훈련을 받고 높은 교육수준의 작업자가 여러 번 레이저 장치를 옮겨야 하고, 모든 과정을 제어 및/또는 모니터링 하여야 한다. 그러므로, 제안된 과정은 모니터링 될 필요가 있고, 수동적으로 제어될 할 필요가 있다. 이 과정은 시간이 많이 소모되고 많은 비용이 든다.
- [0013] 그러나 가공기(processing machine)의 다른 기술 분야에 있고, 기계 설계와 측정 정밀도 관련한 유사한 접근은 EP2,390,737에서 알 수 있다. 여기에 발광기(emitter)는 툴 헤드에 위치하고, 반사장치는 가공기(processing machine)에 위치한다.
- [0014] 좌표 측정 기계(CMM)의 다른 보정 방법은 독일 특허 DE 199,47,374(소위 “에탈론 레이저 추적기” 라고 불린다.)로부터 알 수 있다. 상기 방법에 따르면, 타겟(즉, 반사 부재)이 좌표 측정 기계(CMM)의 프로브 헤드에 배치된다. 게다가, 적어도 하나의 레이저 트래커는 상기 타겟의 위치 결정을 하고, 상기 타겟의 지속적인 추적을 위해 제공된다. 상기 타겟은 미리결정된 경로를 따라 이동하고, 측정은 지정된 위치에서 수행된다. 여기서, 상기 타겟의 위치는 상기 레이저 트래커에 의해 결정되고, 각 좌표는 좌표 측정 기계(CMM)에 의해서 도출된다. 그 과정은 여러 번 반복되고, 매번 상기 레이저 트래커는 다른 위치에 위치하고, 측정은 동일하게 지정된 위치에서 수행된다.
- [0015] 기하학적인 편차와 대응하는 보정 값은 상기 레이저 트래커에 의해서 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 좌표와 대응하는 위치를 기초로 도출된다. 보정방법에 사용되는 제안된 하드웨어 설치는 EP0,919,830에서 더 자세히 설명되어 있다.
- [0016] 또한, 전체적인 보정은 (다른 위치에 레이저 트래커를 설치하고 동일한 좌표 측정 기계(CMM)의 위치에서 각각 측정이 수행되는)상당히 복잡한 절차이고, 보정 방법의 하나의 큰 단점은 특별히 교육받은 사람에게 의해서 수행되는 보정 방법이라는 사실이다. 게다가, 제공되는 방법이 비교적 비싸고, 시간 소모가 많다. 적어도 하나의 정밀 레이저 추적 장치가 필요하고, 상기 장치는 차이가 있는 정확히 알려진 위치에 위치될 것이다. 그 대신에, 하나 이상의 레이저 트래커가 제공되면, 이것은 더욱 비용이 많이 소모하게 만드는 방법이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명의 목적은 좌표 측정 장치의 향상된 보정 방법을 제공하는 데 있다. 보정과정은 특히 사용자에게 의해서 모니터링 과정이 필요 없이, 거의 자동으로 수행된다.
- [0018] 본 발명의 다른 목적은 상대적으로 저렴하고 모든 과정이 상대적으로 적은 시간이 소요되는 보정, 즉 보정장치를 제공하는 데 있다.
- [0019] 또 본 발명의 다른 목적은 각각의 좌표 측정 기계(CMM)의 모든 부피 측정에 관한 정확한 보정을 제공하는 데 있다.
- [0020] 상기 목적은 독립항의 특징들을 실현함에 따라 이루어진다. 대안적 또는 바람직한 방향으로 본 발명을 이용하기 위한 특징은 종속항들에 설명되어 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 본 발명은 좌표 측정 기계(CMM)용 보정 방법과 관련이 있다. 상기 좌표 측정 기계는 측정지점의 접근을 위해 베이스에 대하여 툴 캐리어의 이동을 위한 구동 메커니즘과, 보정 레이저 헤드에 의해서 방출될 수 있는 레이저 빔이 적어도 두 개의 기본 수직축 주위를 돌 수 있고, 상기 보정레이저 헤드에 의해 간접 측정법에 의해 거리 변화를 측정할 수 있기 위한, 상기 툴 캐리어에서 수행되고 부착된 상기 보정 레이저 헤드로 구성되어 있다. 추가로 일련의 레이저 역반사장치들은 좌표 측정 기계(CMM)의 베이스에 대하여 또는 위의 고정된 위치에 배치된다.
- [0022] 본 발명과 관련한 상기 방법은,

- [0023] · 상기 레이저 빔의 방향에 의해서 결정되는 측정경로에서, 일련의 레이저 역반사장치중 제1 레이저 역반사장치를 향하는 레이저 빔의 발광과 진행단계;
- [0024] · 상기 레이저 빔이 측정경로를 따라 제1 레이저 역반사장치를 향하는 것을 유지하고 반사된 레이저 빔을 계속해서 보정 레이저 헤드에서 수신하기 위한, 측정 경로를 따른 상기 보정 레이저 헤드의 이동단계;
- [0025] · 상기 측정 경로를 따라, 다수의 측정지점에서, 상기 제1 레이저 역반사장치의 거리 변화 측정단계; 및
- [0026] · 베이스에 대한 툴 캐리어의 위치와 관련이 있고, 특히 구동 메커니즘의 구동 지점과 대응되는 기계 좌표에 의해서 수집되고 각 다수의 측정 지점에 대한, 기계 위치를 수집하는 단계로 구성되어 있다.
- [0027] 상기 좌표 측정 기계는 일반적으로, 툴 캐리어에 부착될 수 있는 측정 툴(보정 레이저 헤드 대신, 즉 측정 툴에 의해서 레이저 보정 헤드는 교환 가능하다.)과 함께 측정되는 적어도 하나의 개체의 측정 지점에 대한, 위치정보(좌표) 결정을 위하여 설계된다.
- [0028] 장점으로서는, 본 발명에 관한 해결책은 매우 저렴하다는 것이다. 필요한 하드웨어(반사기들과 간섭측정기)는 비싸지 않고, 보정시간의 향상(즉 더 적은 보정시간)은, 상당한 비용 절감을 이끌어 내는 것으로, 매우 중요하다. 또한, 예를 들면, 하드웨어의 비용 절감은 특정 연속적인 두 개의 축에 관한 정확한 메커니즘 및 해당 드라이브가 필요 없다(상기 언급된 예탈론 시스템과 비교할 때)는 사실에 의해서, 주어진다. 게다가, 시스템과 그것의 요소는 꽤 간단하게 이루어져, 유지 비용도 비교적 저렴할 수 있다.
- [0029] 종래 기술과 관련된 좌표 측정 기계(CMM) 보정 시스템과 대비하여, 이러한 좌표 측정 기계(CMM)가 자체로 실현될 때, 프로브 헤드와 반사장치의 위치를 결정하기 위한, 어떠한 외부 추적 시스템이 필요 없다.
- [0030] 상기 일련의 레이저 역반사장치 중 상기 레이저 역반사장치들은 각진 막대 및/또는 구형의 반사장치 및/또는 반대 방향에 있는 특히 오프셋을 가지는 충돌 레이저 빔이 반사되게 설계된 종래 기술에 공지된 어떤 형태의 레이저 역반사 부재로 실시 될수 있다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 좌표 측정 기계의 보정 데이터는 거리 변화의 측정과 다수의 측정 지점 각각의 기계 위치에 기초하여 얻어진다. 따라서, 각각의 다수 측정 위치의 상대 거리 값과 기계-기반 위치 정보는 보정데이터로서 제공된다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따르면, 기계 오차의 결정은 다음 원칙에 기반해 수행된다.
- [0033] 제1 경로를 따라(제1 경로 방향 $j=1$) 연속되는 측정지점에 상기 레이저 보정 헤드를 세팅할 때, 벡터 P_{i1} 의 각 지점을 얻기 위해, 상기 좌표 측정 기계(CMM)에 의해 얻어지고 오차 파라미터 u 에 의한 오차가 포함된 위치좌표 (기계 좌표들)의 요소와 각 지점의 가로 좌표 I_{i1} 는 간섭 측정된 원점에 대하여 획득되고, 이는 정확하게 추정될 수 있다. 상기 원점은 측정경로에 따라 임의로 선택될 수 있다.
- [0034] 특히, 벡터 P_{i1} 과 I_{i1} 의 비교를 하도록, 각각의 이동 및/또는 회전이 공통된 기준계에 모두 표현되기 위하여 수행된다.
- [0035] 상기 레이저 빔은 다음(두 번째) 측정 경로를 결정하는 다음 (제2)반사장치를 향하고, 나중에, 추가 측정 경로와 추가 반사장치를 향한다. 대안으로, 제2 측정 경로는 여전히 제1 반사장치를 향하는 새로운 방향의 레이저에 의해 정의된다.
- [0036] 상기 오차 파라미터 u 는 상기 좌표 측정 기계(CMM)의 기준계 내의 벡터 $P_{ij}(u)$ (에러에 영향)와 (회전-병진)벡터 I_{ij} 사이, 각 지점에 대한 차이의 합으로 정의된 오차함수를 최소화하여 계산된다.

[0037]
$$\min_{u, R_j, t_j} \sum \|P_{ij}(u) - R_j I_{ij} - t_j\|^2$$

[0038] 여기서 :

- [0039] $P_{ij}(u)$ 는 에러 파라미터 u 에 따라 j 번째 측정 경로상 i 번째 측정된 지점의 기계 좌표를 나타낸다.
- [0040] I_{ij} 는 통합된 상기 기준 계에서 간접측정으로 얻어진 공통 원점에 관한 가로 좌표를 가지는 위치들의 좌표를 나타낸다.
- [0041] R_j 와 T_j 는 벡터 I_{ij} 를 기계 기준 계에 변환한 각각 회전 행렬과 병진 벡터를 나타낸다. (주의: 레이저 빔의 각 방향 j 에 관한 하나의 행렬 R_j 와 하나의 벡터 T_j 가 있다.)
- [0042] 그러나 다른 하드웨어 셋업에 관한, 기계 오차 계산의 접근은 EP1,990,605에 개시되어 있다. 본 발명에 관한 보정 방법의 계산 방법의 적용은 본 발명의 범위에 포함된다.
- [0043] 본 발명의 더 많은 실시예에 따르면, 자동 레이저 정렬 기능이 (보정 방법의 수행을 위해)수행된다. 여기서, 보정 레이저 헤드의 옆에서 상기 반사된 레이저 빔의 충돌 위치는 결정되고, 보정 레이저 헤드의 위치 및/또는 방향은 충돌 지점에 기초하여 조정된다. 특히 상기 보정레이저 헤드의 위치 및/또는 방향은 각각의 레이저 역반사 장치의 중심에서 상기 레이저 빔이 충돌하기 위해서 조정된다.
- [0044] 하나의 상기 레이저 역반사장치 중심에 대한 레이저 빔의 이러한 정렬은 특히, 보정 레이저 헤드에 결합된 위치 감지 검출기(PSD: positions sensitive detector)에 의해서 실현된다.
- [0045] 본 발명의 실시예에 따르면, 레이저 빔의 방향에 의해 결정되는 상기 측정 경로는 두 축들 중 적어도 하나, 특히 수직 z 축에 관하여 정의된 오프셋을 제공하고/또는 레이저 빔의 방향은 회전 삼자유도에 대해 조정된다. 이러한 맥락에서 적어도 두 축들 중 하나의 축으로부터 측정경로의 오프셋은, 측정 경로가 각각의 축과 교차하지 않도록 이해되어야 한다. 보정 레이저 헤드의 홈 위치에서, 초기 측정 경로는 첫 번째 축에는 평행하고, 두 번째 축에는 수직으로 결정된다.
- [0046] 본 발명 보정 방법은 동적 방법으로 수행된다. 여기서 다수의 측정 위치들 각각에 대한 제1 역반사 장치에서 거리 변화 측정과 다수의 측정 위치 각각에 대한 기계위치를 수집하는 단계는 상기 보정 레이저 헤드가 특히 등속으로 이동하는 동안 수행된다. 이러한 동적 보정은 또한 동적 보정 파라미터(동적 보정 데이터)의 추출과 계산을 제공한다.
- [0047] 대안적으로, 상기 방법은 정적 방법으로 수행된다. 여기서 제1 레이저 역반사장치의 거리 변화 측정과 각각의 다수 측정 위치에 대한 기계 위치의 수집단계는 상기 보정 레이저 헤드의 정의된 나머지 위치에서 수행된다.
- [0048] 보다 대안적으로, 본 발명의 상기 보정 방법은, 복합적인 방법으로 수행된다. 여기서, 상기 보정방법은 다수 측정지점의 첫 번째 부분은 동적 방법으로 그리고, 다수 측정 지점의 두 번째 부분은 정적 방법으로 측정된다.
- [0049] 좌표 측정 기계(CMM)의 자동 보정과 관련하여, 특히 일련의 레이저 역반사장치의 적어도 하나의 반사기의 위치는 미리 알려지고/또는 보정방법은 특히 시작 명령이 내려진 이후, 자동으로 수행되고, 특히 여기서 상기 방법 절차가 자동으로 제어된 방법으로 수행된다.
- [0050] 유리하게, 본 발명에 따르면, 모든 보정 절차는 자동으로 가능하다. 레이저 발광 헤드와 몇몇 반사기를 가진 좌표 측정 기계(CMM)가 장착된 이후, 완전한 보정 과정은 자동으로 진행될 수 있다. 예를 들면, 야간 동안 종래기술로부터 공지된 솔루션의 가진 정보보다 심지어 더 많이 수집할 수 있다. 반사기의 위치를 아는 것은 이러한 자동 보정의 정확도와 효율성을 향상시킨다.
- [0051] 게다가, 보정 방법의 수행을 위해서, 좌표 측정 기계(CMM) 작동자의 어떠한 계측 기술도 필요가 없다. 따라서, 시스템과 보정이 완전히 자동으로 진행될 수 있으므로, 훈련 비용의 감소가 이루어진다.
- [0052] 본 발명의 구체적인 실시예에 따르면, 보상 맵은 다수의 측정 지점 각각의 측정된 거리 변화와 위치 정보의 보정을 위해 다수의 측정된 위치 각각의 기계 위치를 기반으로 계산된다. 상기 위치 정보는 적어도 하나의 측정 지점에서 결정되고, 특히 보상 맵은 측정모드의 진행에 따라 수집된 개별적인 기계 위치의 보상 위치 값의 도출을 제공한다.
- [0053] 특히 측정 지점은 좌표 측정 기계(CMM)로 객체 표현을 측정하기 위한 측정 기능의 수행에 의해 결정된다. 이러한 객체 측정을 위한 측정 틀은 틀 캐리어에 부착되어 있다. 이 틀은 광학 또는 촉각의 방법으로 위치 측정을

제공한다.

- [0054] 보다 구체적인 기계 오차 보정에 대하여, 일련의 보상값은 - 발명의 실시예에 따라 - 측정 볼륨내의 일련의 위치에서 유도된다. 측정 볼륨은 좌표 측정 기계의 설계에 관해서 결정될 수 있는 측정 지점의 구형좌표 내 특정 볼륨을 나타내고, 여기서 적어도 하나의 측정 지점에 의해서 결정되는 위치정보는 각각의 보상 값의 적용으로 보정될 수 있다.
- [0055] 게다가, 보상 관점의 다른 실시예와 관련하여, 보상 모델은 결정되고/또는 보상식은 측정된 거리 변화와 다수의 측정 지점 각각의 기계 위치를 기초로 도출된다. 여기서, 특히 측정모드의 수행에 의해서, 측정 지점에 관하여 결정되는 위치 정보는 각각 보상모델에 정보를 주거나 보상식의 이용이 수행되고, 보상된 위치 정보는 보상 모델로부터 또는 보상식의 적용으로 도출된다.
- [0056] 지금 보상 방법의 관점에서 좌표 측정 기계(CMM)의 구조 설계를 참조하면, 특히, 상기 보정 레이저 헤드에 연결된 광섬유를 통하여 레이저 빔의 방출하는 레이저 광이 상기 보정 레이저 헤드에 공급되고, 여기서 특히 상기 레이저 빔을 생산하는 레이저 광원은 구조적으로 좌표 측정 기계로부터 분리되고, 또한 광섬유에 연결되어 있다.
- [0057] 제공된 보정 기능과 관련한 하나의 다른 면은 간섭계의 배치와 관련된다. 본 발명의 특정 실시예에 따르면, 간섭계는 거리 변화의 간섭측정을 제공하는 보정 레이저 헤드와 관련된다. 특히, 간섭계는 빔 경로에 의해, 특히 광섬유에 의해, 보정 레이저 헤드와 연결되고/또는 상기 보정 레이저 헤드는 간섭측정방식으로 거리변화를 측정하는 간섭계로 구성된다. 상기 간섭계는 상기 보정레이저 헤드를 가지는 공통 하우징내에 결합된다. 단지 간섭계의 레이저나 어떤 부분들은 상기 보정 레이저 헤드 외부에서 광섬유와 연결될 수 있다. 다른 실시예는 예시적으로 EP1971821 B1에서 보여진다.
- [0058] 거리 변화 간섭측정과 관련한 본원 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 보정 레이저 헤드는 간섭계의 기준 암을 제공하는 기준면으로 구성되고, 여기서 거리 변화 측정을 위한 간섭은 상기 기준 암의 기준 레이저 빔과 특히 기준 레이저 빔과 반사 레이저 빔이 외부에서 겹쳐지는 상기 반사 레이저 빔(조준된 반사기로부터)을 겹쳐서 생성된다. 외부 겹침은 특히 레이저 빔의 겹침을 위한 구조적으로 분리된 거리 변화 측정용 감지 유닛을 향하는 모든 (반사와 기준)레이저 빔의 전송에 의해서 이루어질 수 있다.
- [0059] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 방법 단계 (발광, 이동, 측정과 수집)는 일련의 레이저 역반사장치 중 적어도 제1 및 제2 또는 더 많은 반사장치에서 수행되고, 여기서 보정 데이터는 거리 변화 측정과 적어도 제1 및 제2 또는 더 많은 레이저 역반사장치의 다수 측정 위치 각각의 수집된 기계 위치를 기초로 도출된다.
- [0060] 더욱이, 특히 상기 방법 단계는 일련의 레이저 역반사장치의 동일 방향으로 레이저 빔을 진행하여 반복적으로 수행되고, 여기서 다른 측정 경로는 레이저 빔의 각각 다른 방향으로 정의된다.
- [0061] 게다가, 특히 상기 레이저 빔은 상기 툴 캐리어에 보정레이저 헤드의 배치로 정의되는 툴 중심점(TCP: tool centre point)에서 방출된다. 특히, 상기 툴 중심점은 적어도 두 축선들 주위의 보정 레이저 헤드나 레이저 빔 각각 회전하는 것에 관한 회전중심으로 정의된다.
- [0062] 본 발명은 또한 측정된 개체의 적어도 하나의 측정 지점에 관한 위치 정보를 결정하기 위한 좌표 측정 기계와 관련된다. 상기 좌표 측정 기계는 상기 측정 지점의 접근을 위한 베이스에 대한 툴 캐리어의 이동을 위한 구동 메커니즘, 상기 베이스에 대한 상기 툴 캐리어의 위치에 관한 위치를 제공하기 위한 위치 제공 유닛과 제어 및 처리 유닛으로 구성된다.
- [0063] 본 발명에 따르면, 상기 좌표 측정 기계(CMM)은 추가적으로 보정 레이저 헤드에 의해서 방출되는 레이저 빔이 적어도 두 개의 기본적인 수직 축들 주위를 돌 수 있고, 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤드에 의해 간섭 측정이 가능하도록, 상기 툴 캐리어에 부착되어 수행되는 보정 레이저 헤드로 구성된다. 더욱이, 일련의 레이저 역반사 장치는 상기 베이스에 대하여 및/또는 향해 고정된 위치에 레이저 역반사장치 세트가 배치되고, 보정 기능은 제어 및 처리 유닛에 의해서 수행될 수 있게 제공된다. 적어도, 상기 보정 기능은,
- [0064] · 상기 레이저의 원점에 의해 정의되는 측정 경로상 제1 상기 레이저 반사장치 세트를 향하여 레이저 빔을 방출하고 진행하는 단계,
- [0065] · 상기 측정 경로에 관한 첫 번째 레이저 반사장치를 향하여 상기 레이저 이 계속 유지되고 반사된 레이저 빔을 상기 보정 레이저 헤드에서 연속적으로 수신하기 위하여, 상기 보정 레이저 헤드가 상기 측정 경로를 따라

이동하는 단계,

- [0066] · 상기 측정 경로를 따라 다수의 측정 지점에서 상기 첫 번째 레이저 역반사장치의 거리 변화를 측정하는 단계, 및
- [0067] · 위치 제공 유닛에 의하여 다수의 측정위치 각각의 기계위치를, 특히 기계 좌표는 구동 메커니즘의 구동 위치에 대응되는 기계 좌표를 수집하는 단계로 결정된다.
- [0068] 특히, 상기 보정기능은 거리 변화 측정과 각각 다수의 측정 위치와 관련된 기계 위치와 기계 오차의 보정이 제공되는 보정 데이터를 생성하는데 적용된다.
- [0069] 본 발명의 구체적인 실시예에 따르면, 광섬유는 상기 레이저 빔의 발광을 위한 보정 레이저 헤더에 레이저 광의 전송을 위해 제공된다. 특히 상기 레이저 광은 레이저 광원으로부터 생성된다. 상기 레이저 광원은 구조적으로 좌표 측정 기계와 분리되고 광섬유는 보정 레이저 헤더, 레이저 광원과 연결되어 있다.
- [0070] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 간섭계(interferometer)는 간섭 측정으로 거리 변화 측정을 제공하기 위한, 상기 보정 레이저 헤더(20,21)와 관련되고, 특히 상기 광섬유에 의한 빔 경로에 의해 특히 상기 보정 레이저 헤더에 연결되고/또는, 상기 보정 레이저 헤더는 간섭측정으로 상기 거리변화를 측정하기 위한 감섭계를 가지고/또는, 상기 보정 레이저 헤더는, 충돌 감지 유닛(impinging-detection unit)의 기준 위치와 관련된 반사 레이저광의 충돌(impinging) 지점 결정하기 위한 충돌 감지 유닛(impinging-detection unit)으로 구성되고, 특히, 위치 감지 검출기나 장치(PSD : position sensitive detector or device)로, 특히 포토 다이오드나 레이저 파워 센스, 설계된 상기 충돌 감지 유닛으로 구성된다.
- [0071] 본원 발명의 다른 실시예에 따르면, 측정경로는 적어도 두 축들 중 하나에 관련된, 특히 수직 Z축과 관련된, 설정 오프셋을 구비하는 상기 레이저 빔의 방향에 의해서 설정되기 위하여, 보정레이저 헤더는 상기 툴 캐리어에 수행되고 부착된다. 더욱이, 상기 보정 레이저 헤더는 상기 레이저 빔의 방향이 상기 보정 레이저 헤더에 의한 회전 삼자유도(three rotatory degrees of freedom)에서 조절될 수 있도록, 수행된다. 즉, 상기 레이저 빔은 상호 간 세 개의 수직 축에 대하여 회전 가능하다. 따라서, 상기 레이저 빔의 방향 조정은 회전 삼자유도에 관하여 제공된다.
- [0072] 본 발명의 보다 구체적인 실시예에 따르면, 상기 보정 레이저 헤더는 최소 두 개의 기본적인 직교 축들의 주위를 (상기 툴 캐리어에 대하여)회전할 수 있게 설계되고, 오프셋을 제공하는 반사 부재로, 특히 거울로 구성되고, 특히 상기 반사부재는 적어도 두 개의 직교축들과 상호 수직인 세 번째 축의 주위를 회전할 수 있게 설계된다.
- [0073] 상기 설계에 따르면, 특히 상기 레이저 빔은 세 개의 직교축들 주위를 피벗가능하고, 상기 레이저 빔의 방향에 대하여 삼자유도가 설정 가능하다. 상기 반사 부재와 상기 보정 레이저 헤더 스스로 모터구동에 의해 피벗 가능하고, 상기 보정 레이저 헤더는 각각 모터 구동되는 피벗 수단으로 구성된다.
- [0074] 상기 반사 부재는 Z-ram 축으로부터(상기 축은 수직 Z-방향으로 툴 캐리어에 의해 정의된다.)축의 회전 오차를 더 측정하도록 허용되는 오프셋된 레이저 빔을 가질 수 있다. 이러한 오프셋은 특히 레이저 발광 유닛의 다른 방향(Z-축)의 보정레이저 헤더에 있는 다른 반사 부재의 사용으로 제공된다. 여기서, 축에 더욱 가까이 배치되는 반사부재는 빔 경로로부터 수축 가능하거나(retractable), 피벗가능하다.
- [0075] 더욱이, 본 발명은 좌표 측정 기계의 보정에 관한 시스템과 연관이 있다. 상기 좌표 측정 기계는 측정된 객체의 적어도 하나의 측정 위치에 관한 위치 정보 결정을 위하여 설치되고, 측정위치로 접근을 위한 베이스에 대한 툴 캐리어의 이동을 위한 구동 메커니즘과 베이스에 대한 툴 캐리어의 위치에 관한 기계 위치를 제공하기 위한 위치 제공 유닛으로 구성된다.
- [0076] 상기 시스템은 보정 레이저 헤더에 의해서 방출되는 레이저 빔이 적어도 두개의 기본적인 수직 축 주위를 둘 수 있고, 거리 변화는 상기 보정 레이저 헤더에 의해 간섭 측정이 가능하도록, 상기 툴 캐리어에 부착되어 수행되는 보정 레이저 헤더로 구성된다. 상기 시스템은 상기 베이스(11,31)에 대하여 및/또는 향해 고정된 위치에 배치 가능한 레이저 역반사장치 세트(16a-e,17)와, 레이저 빔의 발광을 위한 보정 레이저 헤더로 레이저광의 전송을 위한 보정 레이저 헤더와 연결 가능한 광섬유를 더 포함한다.
- [0077] 특히 상기 시스템은 보정 레이저 헤더로 광섬유를 통하여 전송 가능한 레이저 광을 생산하고, 광섬유와 연결 가능한 레이저 광원을 더 포함한다.

[0078] 게다가, 본 발명은 특히, 좌표 측정 기계나 상기 언급된 시스템의 제어 및 처리 유닛의 실행시, 상기 언급된 방법을 제어하고 수행하기 위한 지시를 컴퓨터상에서 수행할 수 있는 컴퓨터 프로그램 제품과 관련이 있다.

[0079] 본 발명의 상기 방법과 상기 장치는 도면들에 개략적으로 표현된 전형적인 실시예들로 단지 예시적인 방식으로 이하 더 자세히 묘사되고 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0080] 도 1은 본 발명에 따른 베이스에 보정 레이저 헤드와 반사장치가 구비된 포탈(portal) 좌표 측정 기계의 실시예를 나타내고;

도 2는 보정 레이저 헤드와 본 발명에 관련된 베이스에 반사장치가 구비되고, 특히 서플라이 유닛이 좌표 측정 기계(CMM)으로부터 분리되어 제공되는 포탈 좌표 측정기계의 두 번째 실시예를 나타내고;

도 3은 본 발명에 따른 보정 레이저 헤드와 반사기를 구비한 좌표측정 기계의 또 다른 실시예를 나타내고;

도 4는 본 발명에 따른 보정 레이저 헤드를 보여주며;

도 5는 지지 구조로서, 델타 로봇을 가지는 본 발명에 따른 좌표 측정 기계의 또 다른 실시예를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0081] 도 1의 본 발명과 관련된 포탈 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 예시적인 실시예는 베이스(11)와 베이스에 틀 캐리어(15)(프로브 헤드(15))로 구성되고, 프레임 구조는 서로에 대해 움직일 수 있는 몇몇 프레임 요소들(12,13,14)로 구성되는 것을 묘사한다. 제 1 프레임 요소(12)는 두 개의 포탈 레그를 가지는 포탈이고, 포탈 레그들은 그들의 상단 끝에 브리지 부분에 의해 결합된다. 구동 메커니즘에 의해 구동되는(미도시) 상기 프레임 요소(12)는 상기 베이스(11)의 종방향 옆면을 따라 이동 할 수 있다. 이 방향은 제1 방향(X)에 대응된다. 프레임 요소(12)의 이동은 특히 상기 프레임 요소(12)에 피니언과 맞물리는 베이스(11)에 부착된 기어랙(gear rack)에 의해서 수행된다. 하지만, 종래 기술에서 알려진 솔루션에 따라 다르게 실현될 수 있다.

[0082] 캐리지(14)는 프레임 요소(12)의 브리지 부분에 움직일 수 있게 배치될 수 있다. (다른 프레임 요소에서 알려진)상기 캐리지(14)의 이동은 랙(rack)과 피니언에 의해서 또한 실현될 수 있다. 다른 프레임구성요소로 구축된, 버티컬 로드(13)(슬리브, Z-ram)은 캐리지(14)의 내부에 일부 이동 가능하게 포함된다. 버티컬 로드(13)의 하부에 틀 캐리어(15)가 제공된다.

[0083] 상기 틀캐리어(15)는 X,Y와 Z 방향으로 상기 좌표 측정 기계(1)의 측정 볼륨(작업 영역)내 원하는 어떤 지점에서 이동 가능하다. 상기 측정 볼륨은 상기 베이스(11)과 프레임 요소(12,13)과 특히 캐리지(14)의 이동 범위에 의해서 정해진다. 비록, 본 발명에서 필수적이지는 않지만, 세 개의 공간 방향(X, Y와 Z)은 가급적 서로에 대해 직각으로 이루어진다. 프레임 요소의 구동 및 틀 캐리어(15)의 구동을 위한 구동 메커니즘 및 컨트롤러가 미도시됨을 주의해야한다.

[0084] 예시적으로 스타일러스가 부착될 수 있는 상기 틀 캐리어(15)는 상기 로드(13)의 하부 자유단에 고정되어 있다. 상기 스타일러스는 그 자체로 측정된 개체를 터치하기 위해 알려진 방식으로 이용된다. 그러나 본 발명은 촉각 좌표 측정 장치에 제한되지 않고, 마찬가지로 측정 지점은 접촉 수단이 아닌, 예를 들어 광학 스캐닝 헤드를 수반하는 좌표 측정 기계로, 접근이 되는 좌표 측정 기계에 사용될 수 있다. 보다 일반적으로, 상기 틀 캐리어(15)는 접촉 프로브, 예를 들면, 스캐닝 또는 터치 트리거 프로브나 비접촉 프로브, 특히 광학, 커패시터나 인덕터 프로브, 또는 연접식 프로브(articulated probe)가 배치되도록 설계 될 수 있다.

[0085] 이동 부재와 가이드들에서 두 개의 가장 공통된 베어링 타입은 에어 베어링 이나 볼 베어링이다(예를 들어 선형 순환 플러스 레일). 상기 에어 베어링은 이동에서 어떠한 마찰이 없는 장점을 준다(각도 오차나 자기이력현상과 같은 다른 종류의 오차를 접할 수 있다.). 에어 베어링의 단점은 특히 동적 오차를 발생하는 볼 베어링보다 강성이 낮다. 볼베어링 타입은 베어링 시스템에서 강성이 일반적으로 높지만, 마찰과 마찰력이 에러를 이끌 수 있다. 그러나 본 발명은 적어도 모든 형식의 베어링에 적용된다. 요약하면, 좌표 측정 장치는 측정된 개체의 측정 지점의 세 개의 공간 좌표의 결정으로 설치되고, 그러므로 제1, 제2 및 제3 방향(X,Y, 및 Z방향)과 특히 추가적인 회전 삼자유도를 제공하는(즉, 연접식 프로브)기계 요소 내 상기 베이스(11)에 대한 프로브 헤드(15)(틀 캐리어(15))의 이동성의 제공을 위한 세 개의 선형 구동 메커니즘으로 구성된다.

[0086] 각각의 선형 구동 메커니즘은 선형 가이드, 개별적으로 제1, 제2 및 제3의 선형가이드(X,Y 및 Z방향)를 가진다.

간단한 실시예로, X-방향 구동 메커니즘의 선형 가이드는 상기 베이스(11)의 두 개의 모서리에 만들어진 표면에 의해서 형성되고, Y-방향 구동 메커니즘의 선형 가이드는 상기 브리지의 두 개 또는 세 개의 표면에서 형성되고, Z-방향 구동 메커니즘은 Y-캐리지 부재 내 큐빅 형태 증공에 의해서 형성된다.

- [0087] 게다가, 각 선형 구동 메커니즘은 각각 제1, 제2 및 제3의 방향(X, Y 및 Z 방향)의 이동할 수 있는 부재의 제1, 제2 또는 제3 구동 위치를 각각 결정하는 선형 측정 장치로 구성이 된다.
- [0088] 도 1의 이런 예시적인 실시예에서, 상기 포탈 레그들은 X-방향으로 제1 프레임 부재(12)의 이동을 하게 하는 이동 가능한 X-캐리지를 각각 가진다.
- [0089] X-측정 장치의 부분인 측정 눈금자(10X)는 상기 베이스(11)의 긴 면에 도식적으로 표현되어 있다. 여기서 눈금자(10X)는 X-방향으로 평행하게 뻗어 있다. 상기 눈금자는 유리 측정 눈금자이고, 예를 들어, X-캐리지의 X-방향의 구동 위치가 결정될 수 있도록, 증가하는 눈금 또는 절대값 눈금을 가지는 눈금자이다. 비록 간략화를 위해 여기에 표현되지 않았지만, 상기 측정 장치는 측정 눈금자(10X)에 대한 적합한 센서를 포함할 수 있다. 그러나 본 발명은 유리 측정 눈금자의 사용에 제한되지 않고, 또한, 구동 메커니즘의 이동 부재의 구동/주행-위치를 기록하는 다른 측정 장치로 사용될 수 있다.
- [0090] 다른 측정 눈금자(10Y)는 제1 프레임 요소(12)의 브릿지 부분에 Y-방향으로 평행하게 배치된다. 결과적으로, 다른 측정 눈금자(10Z)는 또한 Z-램(Z-ram)(13)에 Z-방향으로 평행하게 배치된다. 선형 측정 장치의 부분으로 측정 눈금자(10y, 10z)로 계측학적으로 알려진 방법에 의해, Y-방향의 제2 프레임 부재(14)와 Z-방향의 슬리브(13)의 현재 구동 위치를 기록할 수 있다.
- [0091] 보여진 실시예에서, 상기 베이스(11)은 적어도 하나의 측정위치의 공간 좌표가 결정되도록 구성되어 있는 측정 객체를 지지하기 위해서, 화강암 표면 판으로 된 테이블로 구성되고, 특히 상기 테이블은 화강암으로 구성된다.
- [0092] 상기 툴 캐리어(15)가 측정지점으로 이동하기 위해서 상기 좌표 측정 기계(1)의 포터 구동을 작동시키기 위해 설계된 제어 및 처리 유닛은 도시되지 않았다. 상기 처리 및 제어 유닛은 프로세서와 메모리로 구성된다. 특히, 상기 제어 및 측정 유닛은 세 가지 구동 메커니즘의 제1, 제2 및 제3 구동 위치의 함수로 상기 객체의 측정지점의 세 개의 공간좌표를 결정하기 위해 설계된다.
- [0093] 수동 작동으로, 상기 제어 유닛은 사용자 콘솔에 연결된다. 제어 유닛이 완전히 자동으로 측정 대상의 측정 지점 접근하고, 측정하는 것이 가능하다.
- [0094] 일반적인 종류의 좌표 측정 장치의 설계뿐만 아니라 다른 선형 가이드와 다른 선형 측정 장치의 설계도 당업자에게 알려져 있다. 다양한 수평과 다른 구성의 조합이 만들어질 수 있다는 것을 이해해야 한다. 이러한 모든 수정은 본 발명의 범위 내에 있다.
- [0095] 따라서, 본 발명은 일반적으로 모든 형태의 좌표 측정 기계, 즉 병렬 운동 기계로 설계된 좌표 측정 기계(CMM)뿐만 아니라, 선형 또는 직렬 운동을 가지는 좌표 측정 기계(CMM)에 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 좌표 측정 기계(CMM)은 브리지 타입(bridge-type), L-브리지 타입(L-bridge-type), 수평-암 타입(horizontal-arm-type), 외팔보-타입(cantilever-type)이나 갠트리-타입(gantry-type) 기계로 설계될 수 있다. 더욱이, 본 발명의 맥락에서 좌표 측정 기계(CMM)은 정확한 위치 및/또는 정확한 공작물 또는 공구의 조립을 위한 시스템 및/또는 재료를 적용하기 위한 시스템으로 이해될 수 있다. 이러한 시스템은 각 시스템의 구조에 의해 정의되는 작업 볼륨내 위치의 이동과 측정을 제공하기 위해 설계되고, 높은 정확도를 가진 시스템 요소의 위치 내 좌표 시스템을 정의한다. 예를 들어, 정확한 위치의 제공 및/또는 측정 가능성을 제공하는 로봇은 본 발명에 관해 보정될 수 있다.
- [0096] 상기 좌표 측정 기계(1)은 보정을 수행하기 위하여 각기 다른 높이(Z-위치)로 상기 베이스(11)위에 위치되는 다수의 레이저 역반사장치(16a-d)(여기서는 4개의 반사장치)로 구성된다. 상기 반사기(16a-d)중 하나에 충돌되는 레이저빔은 방출되는 레이저 광의 진행 방향에 대하여 평행하게 반대 방향으로, 특히 같은 축으로, 반사된다. 상기 반사장치(16a-d)는 측정 볼륨(즉 베이스(11)의)의 경계 부근이나 - 여기서 언급하지 않은 대안적인 실시예에 따르면- 상기 볼륨의 외부에 위치하고, 예를 들면, 브리지 위치에 따른 화강암 테이블 변형 효과를 피하기 위해 별도의 캐리어에 놓인다. 상기 테이블에 위치하는 상기 반사장치(16a-d)는 예를 들면 상기 테이블에 강한 변형이 발생하면, 사용자에게 경고하기 위한(즉, 미리 설정한 임계 값을 초과하는 변형), 경고 신호를 생성하거나, 측정된 기술기에 따라 정확한 반사기 중심점을 수정하기 위한 기술기 센서가 장착될 수 있다.
- [0097] 본 발명에 따르면, 상기 레이저 빔(25)은 보정 레이저 헤드(20)에서 방출되고, -현재 실시예에 따르면-거리 변

화를 결정하기 위한 간섭계를 구성하고, 본 발명에 따라 보정 방법을 수행하기 위해 상기 튜 캐리어(15)에 부착된다.

- [0098] 처음에는, 상기 레이저 빔은 튜 캐리어(15)를 사용해(상기 레이저 헤드(20)와 특히 상기 레이저 헤드의 반사경의 특정 고정 각도를 설정하여) 제1 레이저 역반사장치(16a)를 향해 진행하고, 발광 방향은 고정되고, 여기서 측정경로(26)는 레이저 광의 진행방향에 의해서 결정된다. 상기 경로(26)은 특히 반사장치(16a)의 중심으로부터 유래하고, 상기 레이저광의 진행방향에 평행(공통축)하다. 이러한 선택된 방향은 상기 측정 경로(26)을 따른 몇몇 지점의 측정 동안 안정하게 유지된다.
- [0099] 제1 반사장치(16a)를 조준 후, 측정 지점들은 측정 경로(26)을 따라 수집될 필요가 있다. 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1), 즉, 상기 보정 레이저 헤드(20)가 수반되는 상기 튜 캐리어(15),는 상기 경로(26)위에 첫 번째 이론적인 측정지점으로 이동하고, 상기 경로를 따라 이동한다. 간섭계의 도움을 받는 상기 레이저에 의해 측정된 상기 길이(거리 변화), 즉 상기 측정 경로(26)위의 이론적인 두 지점 사이,와 이러한 지점에 관한 좌표 측정 기계(CMM)(1)에 의해 도출되는 상기 지점(예를 들어, 상기 눈금을 확인하는 도움이나 드라이버에 연결된 각각의 위치 센서에 의해)이 수집된다. 따라서, 거리 변화(예를 들면, 이전 지점이나 시작 지점에 대하여)와 측정 경로(26)를 따른 모든 지점을 향하는 좌표 측정 기계(CMM)(1)에 의해 유도되는 상기 좌표를 포함하는 일련의 데이터가 도출된다.
- [0100] 그러한 이동과 측정은 정적인 방법, 즉, 거리 변화 측정과 지정된 지점에서 좌표 측정 기계(CMM)-위치를 결정하기 위해 이동을 멈추는 방법, 또는 동적인 방법, 즉, 상기 레이저 헤드(20)의 이동(예를 들면 고정된 속도 또는 정속)동안 상기 측정을 수행하는 방법을 진행할 수 있다.
- [0101] 이후, 미리 정해진 지점의 양이나 측정 경로의 결정된 길이는 측정되거나, 거리 측정의 과정을 거치게 되고, 지점들은 다음 레이저 역반사장치(16b-d)와 대응되는 다음 측정 경로를 따라 반복된다. 또한, 그 맥락에서, 예를 들면 매우 많은 양의 일련의 데이터를 생성하고 상기 보정 데이터의 더 정확한 계산을 할 수 있기 위해서, 상기 동일한 레이저 역반사장치(16a)에 의해 제공되는 다른 방향을 가진 몇몇 상이한 측정 경로를 따른 여러 측정들이 수행될 수 있다.
- [0102] 각 지점의 상응하는 거리 정보와 함께 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 지점을 처리하여 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 상기 보정 데이터는 도출된다. 따라서, 상기 좌표 측정 기계(CMM) 오차는 정확한 기준에서 상기 좌표 측정 기계(CMM) 측정 결과, 즉 간섭계의 측정에서 기인하는 거리변화를 비교하여 추출되고, 상응하는 보상 맵은 상기 비교에 기반하여 생성되고, 객체의 향후 모든 측정을 수정하는데 사용된다.
- [0103] 특히, 조정 단계는 보상 과정 동안 일어나고, 여기서 레이저 빔(25)이 상기 반사장치(16a)의 중심에 위치할 때까지, 상기 보정 레이저 헤드(20)는 이동한다. 위치 감지 장치(PSD : position sensitive device)는 반사된 레이저 광의 충돌 위치를 감지하고 상기 반사 장치(16a)의 중심에서 방출된 레이저 충돌의 편차를 결정하기 위한 상기 레이저 헤드(20)에 제공될 수 있다. 이러한 조정은 지속적으로 또는 예를 들어 각 측정 지점에서 수행될 수 있다. 예를 들어, PSD의 도움이나 상기 보정레이저 헤드(20)의 옆의 레이저 파워 측정의 도움으로 상기 반사장치 상에 레이저 빔을 항상 중심을 향하게 하기 위하여, 작은 카테시안 조정(Cartesian adjustments)이 실현될 것이다.
- [0104] 본 발명에 따르면, 현재 선 방향(26)(=측정 경로(26))은 상기 반사장치(16a)의 위치와 상기 좌표 측정 기계(CMM) 튜 캐리어(15)의 현재 위치(또는 축들의 각각 위치)를 아는 것으로 결정될 수 있다. 튜 캐리어(15)나 상기 보정 레이저 헤드(20)에 의해 그리고 레이저 헤드의 거울에 의해 설정된 방향은 매우 부정확하나, 매우 정밀한 보정데이터를 제공하기 위한 절대적인 안정성이 필요하므로, 이 단계는 필수적이다.
- [0105] 특히, 큰 좌표 측정 기계(CMM)을 위해, 두 번째 반사장치의 중심에 대한 탐색과 상기 측정 경로(26)의 끝에서 상기 측정 경로(26)의 방향을 다시 계산하는 것이 긴 거리의 부정확한 각도 평가에 관한 영향을 피하기 위해서 수행될 수 있다.
- [0106] 게다가, 본 발명의 구체적인 실시예에 따르면, 특히 계산되고 적용된 보상 맵의 자동 정확도-체크는 적어도 하나의 추가적인 측정 경로를 따라 측정하고 보상 맵에 의해 제공된 값들의 측정 결과를 비교하여 제공된다. 값이 서로 편차가 있으면, 상기 맵의 조정이나 상기 시스템의 재보정이 수행될 수 있다.
- [0107] 특히, 구동 측정 경로(26)의 양과 그 경로의 방향은 수학적 과정에 의해 보정처리의 수행 이전에 최적화된다. 또한 이것으로부터, 요구되는 레이저 역반사장치(16a-d)의 위치와 양은 결정된다.

- [0108] 본 발명에 따르면, 설명된 보정 방법의 제공을 위해, 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 상기 제어 및 처리 유닛은 제어를 위한 상응되는 보정기능과 상기 보정 과정의 개별적 수행으로 구성된다.
- [0109] 도 2는 도 1에서 표시된 좌표 측정 기계(CMM)(1)에 실질적으로 대응하는 좌표 측정 기계(CMM)(1)을 나타낸다. 여기서, 기계요소들(기계 요소(상기 보정 레이저 헤드(20)을 제외하고)은 도 1의 그것들과 대응되고, 여기서, 단지 참조 번호는 후술할 설명에서 언급된 요소들에 대해서만 단지 기준 번호를 표시한다.
- [0110] 도 2에서 나타난 상기 시스템은 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 보정에 사용되는 레이저 광의 생산하기 위해 수행되는(구조적으로 좌표 측정 기계(CMM)(1)과 분리된)외부 공급 유닛(5)으로 구성된다. 따라서, 상기 공급 유닛(5)은 레이저 광 생성기(laser light generator)로 구성된다. 상기 레이저 광은 광섬유(6)에 의해 상기 보정 레이저 헤드(2)로 전송된다. 즉, 상기 광섬유(6)은 상기 공급 유닛(5)와 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)에 연결되고, 특히, 공급되는 레이저 광에 의해 거리변화 측정을 위한 간접계로 구성된 상기 레이저 헤드에 연결된다.
- [0111] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 공급 유닛(5)은 간접측정방식으로, 상기 반사장치에서 거리변화 측정이 수행된다. 즉 공급 장치(5)는 이러한 거리변화 측정을 위한 간접계의 두 개의 암으로 빔 분리를 구성한다.
- [0112] 그 실시예에 따르면 보정 레이저 헤드(20)은 간접계의 부분이지만, 두 개의 암의 레이저 광은 광섬유를 통하여 상기 보정 레이저 헤드(20)로 안내되고, 여기서 하나의 빔은 상기 레이저 헤드(20)에 의해 상기 반사장치 중 하나로 향하게 된다. 개별적인 반사장치에 반사되고, 상기 레이저 헤드(20)의 옆에 수신되는, 상기 두 번째 빔은 상기 보정레이저 헤드의 내부에서 반사되고, 모든 빔은 상기 광섬유(6)을 통하여 상기 공급 유닛(5)에 다시 안내되거나, 상기 보정 레이저 헤드의 내부에서 겹쳐짐이 감지된다. 대신 상기 보정레이저 헤드(20)에 상기 광섬유(6)를 통하여 안내되는 상기 첫 번째 암의 광과 기준 빔은 대체 경로를 따라 안내되는 상기 두 번째 빔에 의해서 제공된다.
- [0113] 공급 유닛의 측면에, 즉 간접계의 옆에, 상기 반사된 레이저 광은 상기 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 보정을 위한 상기 보정 레이저 헤드(20)를 이동할 때, 상기 반사장치에 거리 변화를 결정할 수 있는 간접 신호 제공을 위하여 기준 레이저 광과 겹침이 일어난다.
- [0114] 좌표 측정 기계(CMM)(1)에서 및 좌표 측정 기계(CMM)(1)로부터 상기 레이저광의 상기 안내(전송)에 따르면, 광섬유(6)는 상기 보정 레이저 헤드(20)에 직접 연결되거나, 상기 Z-램(13) (또는 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 다른 요소(11,12,14)에 연결된다. 여기서, 상기 레이저 광은 상기 보정 레이저 헤드(20)를 향한 상기 Z-램(13) (또는 좌표 측정 기계(CMM)(1)의 다른 요소(11,12,14)의 더 내부로 안내된다. 특히 상기 광섬유(6)는 상기 레이저 헤드(20)로 상기 Z-램을 따라 확장된다.
- [0115] 도 3은 본 발명에 관한 좌표 측정 기계(2)(CMM : coordinate measuring machine)의 두 번째 실시예를 보여준다. 여기서 상기 좌표 측정 기계(2)는 베이스(31)과 상기 베이스(31)에 대하여 세 방향(X-, Y- 및 Z-방향)에 상기 툴 캐리어의 이동성을 제공하기 위한 요소들(32,33,34)로 구성된다. 이러한 이유에서, 상기 요소(32,33,34)는 세 가지 요소(32,33,34)와 상기 베이스를 연결하는 구동 메커니즘에 의해 각각에 대해 움직일 수 있다.
- [0116] 상기 보정 레이저 헤드(21)에 의해 발광하는 레이저 빔이 적어도 두 개의 기본적인 수직축들 주위에 회전할 수 있도록, 보정 레이저 헤드(21)는 툴 캐리어에 부착되고 설계된다. 상기 보정 레이저 헤드는 타겟과의 거리 변화를 측정하는 간접계로 구성된다. 상기 레이저 빔은 상기 툴의 중심점 주위에서 발광한다. 적어도 상기 Z-램 축으로부터 상기 레이저 빔의 오프셋은 상기 보정 레이저 헤드(21)의 설계에 의해서 제공된다.
- [0117] 상기 기계(2)는 정해지고 상기 베이스(31)위 미리 알려진 지점에 위치하는 반사장치(17)의 형태의 일련의 타겟을 더 포함한다. 특히 상기 반사장치(17)는 상기 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 이동 부분에 의해서 정의되는 모든 자유도에 관한 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 보정을 제공하기 위해서, 상기 베이스(31)의 경계(또는 각각의 상기 측정 볼륨) 근처와 각 Z-좌표에 관한 다른 위치에 위치한다.
- [0118] 게다가, 상기 좌표 측정 기계(2)는 본 발명에 따른 보정 기계 오차의 보정 데이터를 생성하는데 적합한 지정된 보정 기능을 포함한다. 보정 기능의 프레임 내에서, 상기 보정 레이저 헤드(21)에 의해 발광하는 상기 레이저 빔은 제1의 반사장치(17)를 향한다. 상기 제1 반사장치(17)를 조준하여 정하여진 방향이 결정된 몇몇 지점을 따르는 제1 선형 측정 경로를 정한다.
- [0119] 상기 각 측정지점의 결정은 한편으로는 각 측정 지점에서 상기 반사장치(17)에 거리 측정, 즉 거리 변화와, 다

른 한편으로는 상기 위치와 각 측정 지점의 상기 보정 레이저 헤드(21)의 방향(즉, 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 이동 부분의 위치)에 관한 수신 기계 좌표(적어도 X, Y 및 Z)를 포함한다. 각각의 상기 반사장치(17)에 거리 변화는 상기 레이저 헤드(21)의 간섭계에 의해 결정된다.

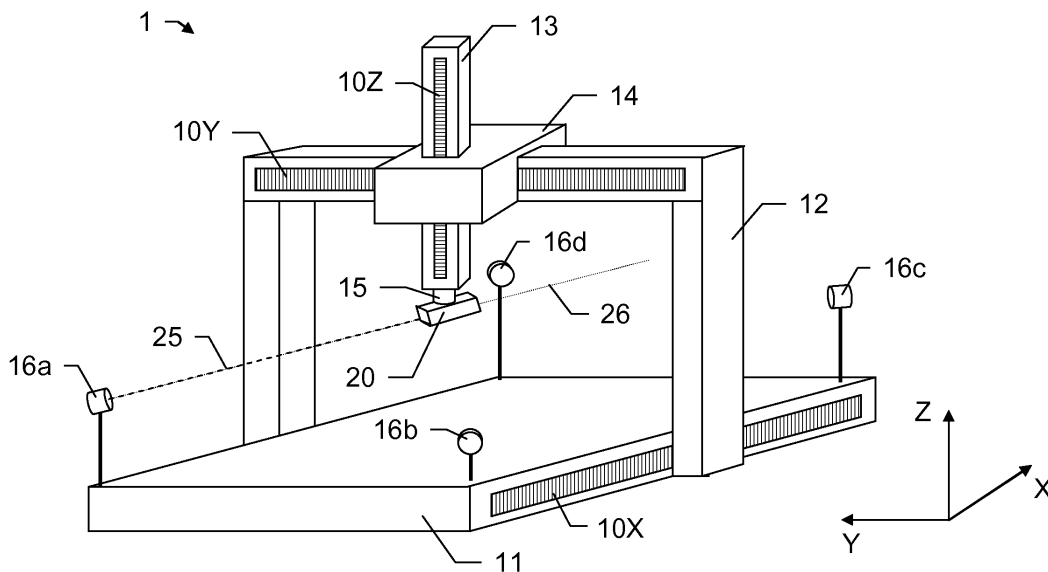
- [0120] 상기 측정 지점을 지나기 위해, 상기 보정 레이저 헤드(21)는 상기 프레임 요소(32,33,34)의 개별적 이동으로, 제1 측정 경로를 따라 이동된다. 특히, 여기서 상기 툴 캐리어 및/또는 상기 레이저 헤드(21)의 방향이 그에 맞춰 조정된다.
- [0121] 제1 측정 경로를 따른 측정이 마무리된 후, 상기 레이저 빔은 일련의 타겟들 중 제2 반사장치(17)를 향해 진행하고, (제2 반사장치의 위치와 상기 레이저 빔의 방향에 의해 정해지는)제2 측정 경로에 따른 측정 지점의 결정된 양은 다시 측정 거리와 기계 좌표의 수집에 대해 측정된다. 상기 과정은 미리 정의된 반사장치(17)의 양과 각 반사장치에 의해 결정된 측정 경로의 원하는 양과 각각의 빔 방향에 관하여 반복된다.
- [0122] 상기 보정 과정의 측정 결과로, 좌표 측정 기계(CMM)(2)와 상응하는 거리 정보(이전 측정 지점에 관한 반사장치에 거리변화)에 의해서 제공되는 기계 좌표인 각 측정 지점을 포함하는 일련의 (보정)데이터가 생성된다.
- [0123] 상기 보정 데이터를 처리함으로써, 상기 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 보상 법칙은 측정 오차 발생을 설명하는 것을 이끌어 낼 수 있다. 이러한 보상 법칙은 정적 및/또는 동적 기계 변형의 발생으로 인한 측정된 기계 좌표의 수학적 수정을 제공한다. 대신에, 보상 맵은 상기 툴 캐리어에 부착된 광학 프로브나 터치 프로브로 객체를 측정하여 결정되는 각 좌표에 관한 보상 측정값을 제공하는 것이 도출된다. 더욱이, 상기 기계 거동을 설명하는 모델은 상기 보정 데이터에 기초해 도출되고 조정될 수 있다.
- [0124] 상기 보정 데이터는 기계 요소의 다른 지점에 관한 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 구조적 변형에 관한 정보를 포함한다.
- [0125] 본 발명의 구체적인 실시예에 따르면, 상기 보정 레이저 헤드(21)에서 방출되고 상기 간섭계의 거리 측정을 사용하는 상기 레이저 광은 외부 레이저 광원으로부터 생성되고, 상기 레이저 소스와 상기 레이저 헤드(21)에 연결되는 광섬유를 통하여 상기 레이저 헤드에 전송된다. 따라서 상기 레이저 광원은 구조적으로 좌표 측정 기계(CMM)(2)에서 분리되어 위치한다. 이로써 점으로 이러한 정렬에 의해 상기 좌표 측정 기계(CMM)(2)의 구조는 상기 레이저 광원에서 발생하는 열에 의한 영향은 없다.
- [0126] 오히려, 상기 보정 과정은 모든 측정 볼륨에 관한 정확한 보상 데이터를 제공이 완전히 자동으로 진행할 수 있도록, 반사장치(17)의 개수와 상기 베이스(31)에 대한 또는 위에 반사장치의 위치들은 선택된다.
- [0127] 도 4는 본 발명에 관한 보정 레이저 헤드(21)을 나타낸다. 상기 보정 레이저 헤드(21)은 레이저 빔(25)의 방출과 측정 객체에 상기 빔(25)이 진행에 의해 객체에 거리 변화측정을 위한 통합 간섭계의 레이저 광(상기 레이저 광은 광섬유를 통하여 외부 레이저 생성기에 의해 제공될 수 있다.)을 제공하는 레이저 광 방출 장치(22)를 포함한다.
- [0128] 상기 보정 레이저 헤드(21)은 2 자유도의 상기 발광 레이저 빔(25) 방향을 허용하는 회전 수단에 의해 두 개의 축 A 및 B 주위를 피봇할 수 있도록 구성된다.
- [0129] 게다가, 상기 보정 레이저 헤드(21)는 상기 레이저 광 발광 유닛(22)에 대하여 거울의 각도 위치에 따른 상기 레이저 빔을 굴절시키기 위한 반사 부재(23), 예를 들면, 거울로 구성된다. 상기 반사 부재(23)는 바람직하게 세 번째 축 C 주위를 (구동) 회전할 수 있게 배치되고, 따라서 상기 레이저 빔(25)의 방향의 세 번째 자유도 설정을 제공한다.
- [0130] 상기 반사부재(23)(거울)는 상기 보상이 마지막으로 필요한 방향에 상기 빔의 진행을 제공한다. (상기 보정레이저 헤드는 또한 수직으로 설치될 수 있고, 여기서 Z축으로 토크가 발생할 수 있다.) 게다가, 그것은 필요한 피치와 흔들림의 보다 정확한 측정을 허용하기 위하여, 오프셋(0)(적어도 A축으로부터)을 생성한다.
- [0131] 상기 보여진 보정 레이저 헤드(21)는 회전 삼자유도에 관한 상기 레이저 빔이 진행하게 할 수 있다.
- [0132] 상기 보정 레이저 헤드(21)의 특정 실시예에 따르면, 제2 거울(23a) (또는 더 많은 거울 - 여기서는 미도시)은 상기 레이저 빔 경로 내에서 (C-축과 평행한 축 주위)회전 할 수 있는 상기 발광 유닛(22)에 가까운 상기 레이저 헤드(21)에 배치되고, 상기 보정 과정의 관점에서 오프셋(0)의 발생의 감소를 제공한다. 이러한 두개의 거울(23,23a)에서, 적어도 회전할 수 있는 발광 유닛(22)에 더 가까운 하나(23a)는 상기 수집된 보상 정보의 질을 향상시키기 위해서 상기 오프셋(0)을 자동으로 변화시키는 것이 가능하게 만들 수 있다.

- [0133] 상기 보정 레이저 헤드(21)의 구체적인 다른 실시예에 따르면, 상기 레이저 헤드(21)의 무게중심은 좌표 측정 기계(CMM)의 Z-램 축(축 A)에 기본적으로 정렬된다. 상기 헤드(21)의 수평축(축 B) 주위를 회전할 때, 토크는 킴(quill)에서 발생할 것이고, 상기 레이저 헤드(21)에 약간의 균형추를 추가하여 줄일 수 있다.
- [0134] 상기 보정 레이저 헤드(21)의 또 다른 구체적인 실시예(미도시)에 따르면, 두 개의 간섭계 팔의 상기 빔 분리는 상기 보정 레이저 헤드(21)에서 직접 수행이 되어지지 않을 것이지만, 그것의 구조적으로 분리되게 설치될 것이다. 여기서 측정 레이저 광은 간섭계로 그리고 간섭계로부터, 예를 들어, 광섬유를 통하여 또는 대체 빔 경로에 의해 전송되어진다. 상기 보정 레이저 헤드(21)은 지정된 거리 측정을 제공하기 위해, 측정 빔(25)의 정확한 진행을 주로 제공한다.
- [0135] 그러나 측정 정확도에 관한 광(유리)섬유의 가능한 영향을 피하기 위해서, 상기 (간섭계의)기준 면은 상기 보정 레이저 헤드(21)에 보관될 수 있다. 이렇게 하여, 상기 열적, 기계적인 섬유 팽창은 감소될 수 있고, 보정 결과에 대한 영향을 줄일 수 있다.
- [0136] 도 5는 지지 구조로서 델타 로봇(41)을 가지는 본 발명에 관한 좌표 측정 기계(3)(CMM : coordinate measuring machine)을 나타낸다.
- [0137] 상기 델타 로봇(41)은 정지된 베이스(44)를 지지하는 정지 프레임(43)과 또한 운동학적 체인(kinematic chains)라고 불리는 세 개의 암(46)으로 구성된다. 상기 프레임(43)은 보통 거대한 구성이지만, 보다 명확히 델타 로봇의 세부적인 것을 보여주기 위해서 여기서는 단지 선으로 표현하고 도해적으로 나타내었다. 각 암은 중간 관절(50)에 연결되는 두 부분(48,49)을 가진다. 각 암의 제1 부분(48)은 제1 관절(51)에 의해 정지 베이스(44)에 연결되고 엔드 이펙터(55)의 제2 관절(52)에 의해 각 암의 제2 부분(49)이 연결된다. 이 경우 상기 엔드 이펙터(55)는 공구, 프로브나 -여기 도시 되듯이- 보정 레이저 헤드(20)를 지지하는 플레이트 같은 원형으로 설치된다. 상기 엔드 이펙터(55)는 상기 공구, 프로브 또는 상기 레이저 헤드(20)이 상호 교환 가능할 수 있게 설정된다. 상기 보정 레이저 헤드(20)는 레이저 간섭계로 설계된다. 또한, 물 또는 피치(오차)의 보상을 제공하기 위해서, 상기 이펙터(55)에 의해 정의된 A-축으로부터 오프셋이 필요하다. 이러한 오프셋은 예를 들어, 도 4에 나타난 보정 레이저 헤드의 사용에 의해서 적용 가능하다.
- [0138] 이 예시에서, 제어 유닛(61)과 분석 유닛(62)은 델타 로봇(41)의 정지 베이스(44)에 배치된다. 그러나, 상기 제어 유닛(61)과 분석 유닛(62)은 또한 외부 유선이나 무선 커뮤니케이션 수단(미도시)에 의해 델타 로봇(41)에 연결될 수 있는 컴퓨터에 위치 가능하다. 일반적으로, 상기 관절은 각도 신호에 관한 전달을 위해서 각도 인코더(미도시)를 제공한다. 엔드 인코더(55)와 보정 레이저 헤드(20)의 현재 위치는 상기 분석 유닛(62)과 상기 제어 유닛(61)에 의해 도출될 수 있고, 사용될 수 있다. 상기 제어 유닛(61)은 각도 인코더에 의해 전달되는 신호/데이터를 사용하고 상기 레이저 헤드(20)의 현재 위치를 보다 정확하게 결정하기 위한 가속 센스에 의해 전달되는 신호/데이터를 추가적으로 사용하여, 공지된 방식으로 액추에이터(미도시)에 의해, 삼자유도(x-,y-,z-방향)를 가지는 모션 영역(motion zone) 내에 있는 상기 레이저 헤드를 수반하는 상기 엔드 이펙터(55)의 이동을 제어한다.
- [0139] 추가적으로, 엔드 이펙터(55)에 보정 레이저 헤드(20)의 방향은 상기 레이저 헤드(20), 상기 엔드 이펙터(55)와 결합하는 피벗 수단(24)에 위치하는 대응되는 인코더에 의해서, 결정될 수 있다.
- [0140] 물론 상기 좌표 측정 기계(CMM)(3)은 입력 수단(미도시)과 출력 수단(미도시), 예를 들면, 사용자에게 결과를 보여주기 위한 분석 유닛(62)에 결합된 디스플레이나 모니터와 선택적으로 음향 경고를 위한 큰 스피커를 제공한다. 게다가 알려진 대로 사용자가 좌표 측정 기계(CMM)(3)를 조작하는 것이 가능하도록 입력 수단이 있다.
- [0141] 이러한 수단은 상기 좌표 측정 기계(CMM)(3)내에, 예를 들면 상기 정지 베이스(44)내에 결합될 수 있거나 외부 유닛(미도시)에 설치 될 수 있거나 컴퓨터(미도시)에 결합되거나 잘 알려진 방법으로 유선 또는 무선으로 좌표 측정 기계(CMM)(3)에 연결될 수 있다.
- [0142] 좌표 측정 기계(CMM)(3)에 정확한 좌표 측정을 제공하기 위해서, 상기 기계는 종래 기술로부터 알려진 다른 좌표 측정 기계(CMM)(3)시스템과 같은 보정이 되어야 한다. 본 발명에 따르면, 상기 좌표 측정 기계(CMM)(3)는 상기 보정 레이저 헤드(20)와 상기 레이저 역반사장치 (16a-e)의 도움으로 보정이 수정되는 기능을 포함한다.
- [0143] 상기 좌표 측정 기계(CMM)(3)의 보정맥락에서 다음 단계가 수행된다. :
- [0144] 방출된 레이저 빔이 충돌하도록, 상기 보정 레이저 헤드(20)은 일련의 레이저 역반사 장치(16a-e)의 제1 16 c위로 향한다. 레이저 빔의 방향에 따르면, 레이저 빔을 따라 선형 측정 경로는 결정된다.

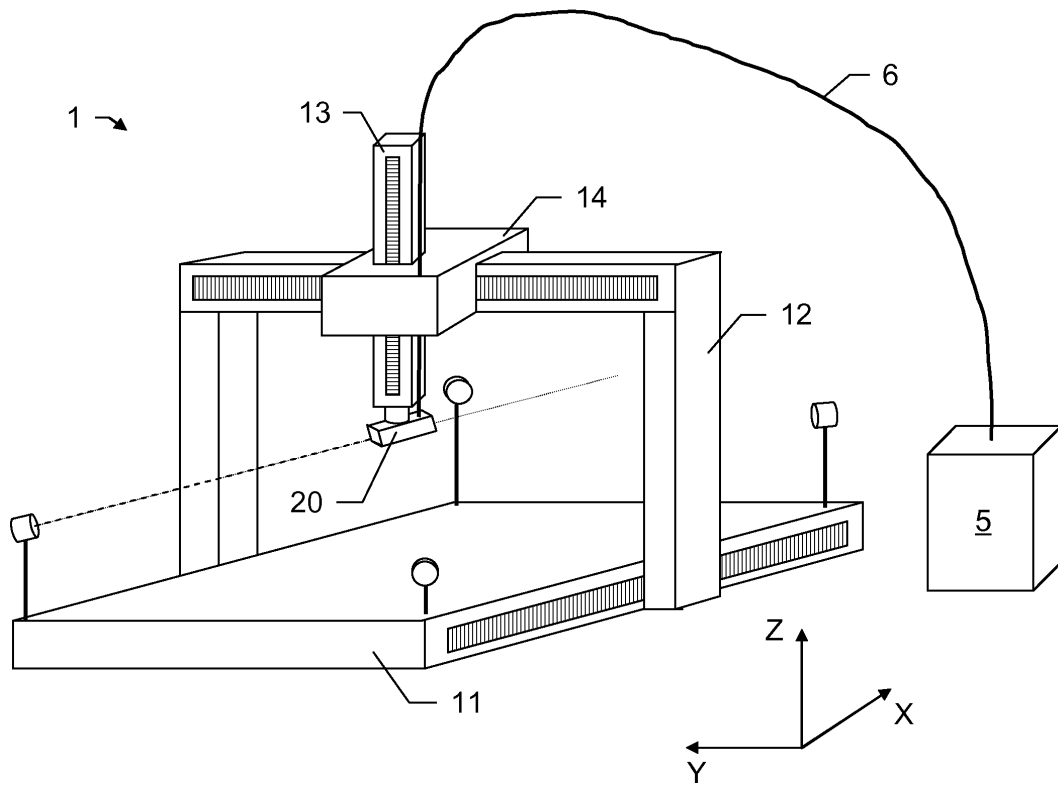
- [0145] 이제, 상기 보정 레이저 헤드(20)는 상기 델타 로봇(41) 구조체 개별적 움직임을 검증하여 상기 측정 경로를 따라 움직인다. 상기 델타 로봇(41)과 상기 피봇 수단(24)의 도움으로, 상기 레이저 빔은 상기 반사장치(16c)로 계속 향하고, 상기 반사된 레이저 빔은 상기 레이저 헤드(20)에 의해서 수신된다.
- [0146] 상기 레이저 헤드(20)가 지속적으로 이동하는 동안, 상기 반사장치(16c)에 거리 변화는 상기 레이저 헤드(20)에 의해서 제공되는 상기 간접계에 의해 측정된다. 게다가, 상기 엔드 이펙터(55) 또는 상기 보정 레이저 헤드(20)의 개별적 위치를 참조되는 기계 좌표는 상기 기계 인코더의 신호에 기반하여 도출된다.
- [0147] 거리 변화 측정은 각 즉, 상기 반사장치(16c)에 대한 거리(개별적 거리 변화)에 관한 측정 경로 정보에 따른 지정된 지점에 관한 기계 좌표에 할당되고, 기계 좌표는 제공된다. 그리고 구조 거동과 측정 볼륨내의 엔드 이펙터(55)가 위치하는 좌표 측정 기계(CMM)(3)의 변형을 나타내는 보정의 원 데이터(calibration raw data)가 생성된다.
- [0148] 좌표 측정 기계(CMM)(3)의 보정은 정확한 (거리 측정)기준에서 (기계 좌표)측정 결과를 비교함으로써 상기 좌표 측정 기계(CMM) 오차를 추출하여 수행되고, 이에 기반하여 상응되는 보상 맵이 생성된다. 상기 보상 맵은 앞으로 모든 측정의 교정에 사용된다.
- [0149] 본 발명이 상기에 설명될지라도, 부분적으로 몇몇 특정 실시예와 관련하여, 실시예의 다른 특징의 다양한 변경과 조합이 만들어질 수 있고 다른 특징이 선행 기술로부터 알려진 보정 원리 그리고/또는 좌표 측정 기계로 조합될 수 있는 것은 이해하여야 한다.

도면

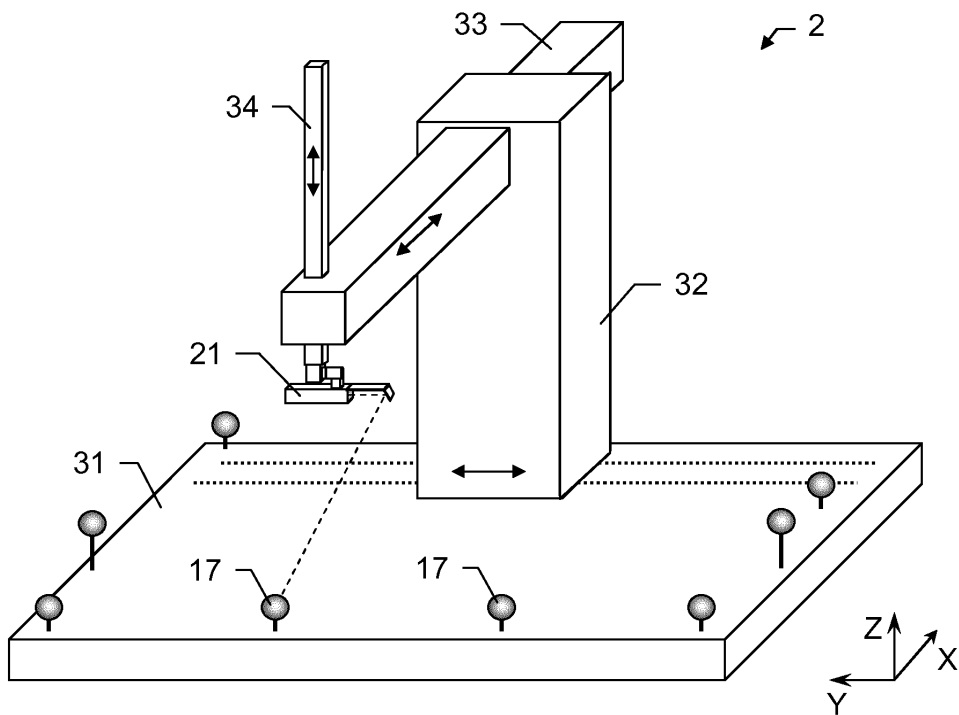
도면1



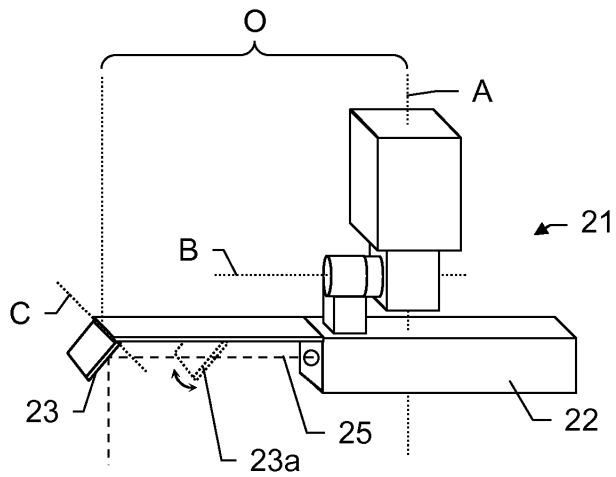
도면2



도면3



도면4



도면5

