



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월11일
(11) 등록번호 10-2143388
(24) 등록일자 2020년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/16 (2006.01) G01B 11/24 (2006.01)
G01B 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/161 (2013.01)
G01B 11/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0063058
(22) 출원일자 2019년05월29일
심사청구일자 2019년05월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130016358 A
US20170010094 A1
KR1020090098225 A
US20150219451 A1

(73) 특허권자
한국산업기술시험원
경상남도 진주시 충의로 10(충무공동)
(72) 발명자
이동혁
경기도 안산시 상록구 반석로 9, 204동 1404호(본
오동, 신안2차아파트)
유숙철
인천광역시 서구 청라라임로 85, 108동 802호(청
라동, 청라린스트라우스)
황영수
경기도 부천시 중동로280번길 27, 614동 1802호(
중동, 중흥마을 신동아아파트)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 3 항

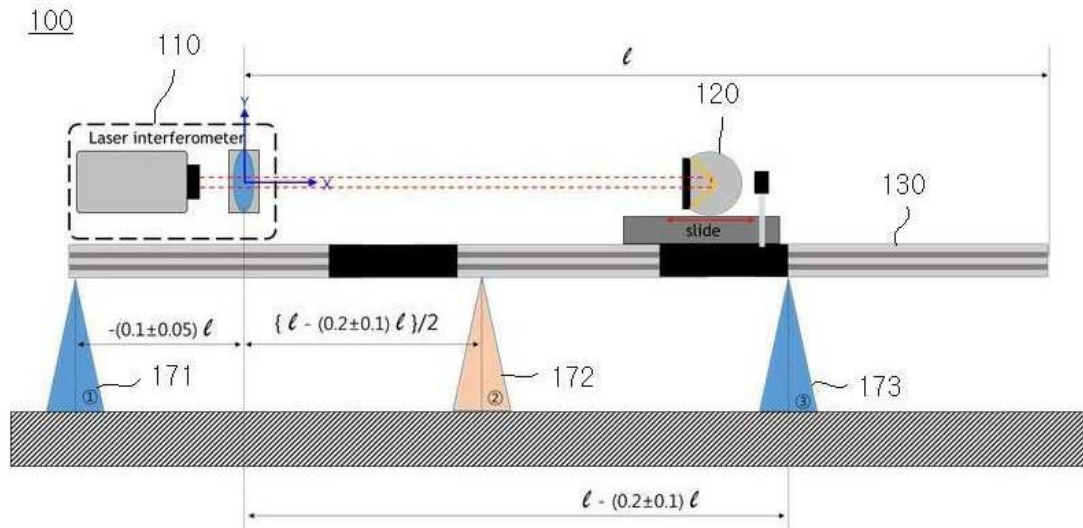
심사관 : 홍정훈

(54) 발명의 명칭 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법

(57) 요약

레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법이 제시된다. 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치는, 레일; 상기 레일 상의 일측에 배치되어 광원을 조사 후 반사되는 빔을 검출하는 간섭계; 상기 레일 상에 이동 가능하도록 배치되며, 상기 간섭계로부터 제공된 빔을 반사시키는 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(뒷면에 계속)

대표도



(retro-reflector); 상기 역반사경의 하측에 배치되어, 상기 역반사경을 상기 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 슬라이드; 대각선 방향 또는 Z축 방향의 교정 시 상기 슬라이드를 상기 레일에 고정시킴에 따라 상기 역반사경을 고정시키는 슬라이드 고정용 브레이크; 및 상기 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 상기 역반사경의 위치를 고려하여 상기 레일의 하부에 배치되는 지지대를 포함하고, 상기 지지대는, 상기 간섭계를 원점으로 하여 $-(0.1 \pm 0.05)$ I인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $1 - (0.2 \pm 0.1)$ I인 위치에 제3 지지대를 배치하고, 상기 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 상기 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 상기 제1 지지대 및 상기 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하며, 상기 간섭계를 원점으로 하여 상기 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하고, 상기 제2 지지대의 위치의 상기 레일 상에 상기 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 상기 제2 지지대를 상하 조절할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01B 9/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

레일;

상기 레일 상의 일측에 배치되어 광원을 조사 후 반사되는 빔을 검출하는 간섭계;

상기 레일 상에 이동 가능하도록 배치되며, 상기 간섭계로부터 제공된 빔을 반사시키는 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector);

상기 역반사경의 하측에 배치되어, 상기 역반사경을 상기 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 슬라이드;

대각선 방향 또는 Z축 방향의 교정 시 상기 슬라이드를 상기 레일에 고정시킴에 따라 상기 역반사경을 고정시키는 슬라이드 고정용 브레이크; 및

상기 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 상기 역반사경의 위치를 고려하여 상기 레일의 하부에 배치되는 지지대

를 포함하고,

상기 지지대는,

상기 간섭계를 원점으로 하여 $-(0.1 \pm 0.05)$ I인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $1 - (0.2 \pm 0.1)$ I인 위치에 제3 지지대를 배치하고, 상기 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 상기 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 상기 제1 지지대 및 상기 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하며, 상기 간섭계를 원점으로 하여 상기 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하고, 상기 제2 지지대의 위치의 상기 레일 상에 상기 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 상기 제2 지지대를 상하 조절하는 것

을 특징으로 하는, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치.

청구항 2

레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector)의 위치를 고려하여 상기 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계;

상기 역반사경의 하측에 배치된 슬라이드를 이용하여 상기 역반사경을 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 단계;

슬라이드 고정용 브레이크를 이용하여 상기 슬라이드를 상기 레일에 고정시킴에 따라 상기 역반사경을 고정시키는 단계;

상기 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 상기 역반사경의 이동 변위를 측정하는 단계;

상기 역반사경을 좌표 측정기의 터치 프로브로 터치하여 측정하는 단계; 및

상기 간섭계를 통해 측정된 상기 역반사경의 이동 변위에 대한 측정값과 상기 좌표 측정기를 통해 측정된 측정값을 비교하여 편차를 계산하는 단계

를 포함하고,

상기 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계는,

상기 간섭계를 원점으로 하여 $-(0.1 \pm 0.05)$ I인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $1 - (0.2 \pm 0.1)$ I인 위치에 제3 지지대를 배치하는 단계;

상기 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 상기 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 상기 제1 지지대 및 상기 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하는 단계;

상기 간섭계를 원점으로 하여 상기 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하는 단계; 및

상기 제2 지지대의 위치의 상기 레일 상에 상기 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 상기 제2 지지대를 상하 조절하는 단계

를 포함하는, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

접촉식 좌표 측정기 교정을 위한 측정 예비 단계로서, 교정 위치를 선정하고 레일을 고정시키는 단계;

광원의 빔이 상기 역반사경에 반사되어 상기 간섭계에 수신 가능하도록 상기 레일의 수평 및 수직 진직도를 조정하는 단계;

상기 레일 상의 일측에 배치된 상기 간섭계를 통해 광원을 조사하는 단계;

상기 광원에서 조사된 빔이 상기 레일을 따라 조사되어, 상기 레일 상에 이동 가능하도록 배치된 역반사경에 의해 반사되는 단계;

상기 역반사경에 의해 반사된 빔을 상기 간섭계를 통해 변위를 검출하는 단계; 및

상기 간섭계의 변위의 영점을 설정하는 단계

를 더 포함하는, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 좌표 측정기(Coordinate Measuring Machine, CMM)는 기본적으로 기계 본체와 컨트롤러로 구성되어 있으며, 일반적으로 직교 좌표계를 사용하는 직교 로봇(갠트리 타입, 브릿지 타입)이 있다.

[0003] 한편, 국제 표준인 ISO 10360-2 : 2009는 좌표 측정기(CMM)의 성능을 검증하기 위한 인수 시험을 규정하고, 또한 좌표 측정기(CMM)의 성능을 사용자가 정기적으로 재검증할 수 있는 재검증 시험을 규정한다. 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에서는 접촉식 좌표 측정기를 측정범위의 최소 66% 이상을 교정된 길이표준으로 검증하는 것을 권장하고 있다.

[0004] 기준에 가장 일반적으로 사용되는 방법은 교정하려는 접촉식 좌표 측정기 보다 훨씬 정밀한 측정방법으로 측정된 길이의 스텝게이지 또는 게이지블록을 이용하여 교정하는 방법이다. 그러나, 스텝게이지 또는 게이지블록은 300 ~ 1500 mm 길이가 대부분으로 2000 mm 이상의 스텝게이지는 자중에 의한 변형문제로 인해 그 정밀도가 낮아진다. 따라서 대형 접촉식 좌표 측정기를 교정하기 위해서 측정범위의 최소 66% 이상 검증해야 된다는 ISO 10360-2 : 2009의 기준을 만족할 수 없다.

[0005] 스텝게이지나 게이지블록의 길이가 상대적으로 짧기 때문에 대형 접촉식 좌표 측정기를 교정할 수 없다. 따라서, 이를 해결하기 위해서 짧은 스텝게이지나 게이지블록을 오버랩해서 배치하거나, 이동을 시켜가면서 교정하는 방법을 편의상 제조사에서 간이 검증을 위해 많이 사용하고 있다. 그러나 이런 방법은 기준기(스텝게이지 또는 게이지블록)을 배치하는 정도에 따라 길이에 따른 누적오차가 발생하기 때문에 이를 스티칭 알고리즘과 같은 소프트웨어를 통해 누적오차를 제거하지 않으면 사용할 수 없으며, 정밀한 접촉식 좌표 측정기의 경우에는 누적오차로 인해 정확하게 보정할 수 없다.

[0006] 스텝게이지나 게이지블록은 면 대 면(face to face)의 길이이므로 측정길이가 길어질수록 정렬에 문제가 발생하여, 볼 중심 대 볼 중심(center point to center point)의 길이로 측정할 수 있는 볼바(ball bar) 또는 볼빔(ball beam)을 이용하게 된다. 일반적으로 볼바는 카본 프레임에 일정간격을 두고 세라믹 볼을 고정시키고, 교정하려는 접촉식 좌표 측정기보다 정밀도가 높은 접촉식 좌표 측정기로 볼간 간격을 정밀하게 측정하고 이를 활용하게 된다. 이 때문에 측정 불확도가 커지게 되고 처짐으로 인해 변형된 길이는 보정할 수 없다. 게다가 하

나의 몸체로 이루어져 이동이 어려워 5 m 이내로 제작된다.

[0007] 일체형으로 제작된 볼바의 문제점을 해결하기 위해 분리 및 조립이 가능하도록 제작된 대형 초볼바를 이용하여 5 m 이상의 대형 좌표 측정기를 교정하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 분리 및 조립으로 인해 정밀도가 더욱 낮아지고, 자중에 의해 기준 길이가 변형되는 것 또한 막을 수 없다.

[0008] 또한, 레이저 간섭계(laser interferometer)를 이용하는 방법은 다른 고정된 기준 길이를 이용하는 방법에 비해 상대적으로 정밀하며, 긴 길이도 적용이 가능한 방법이다. 일반적으로 레이저 간섭계의 측정범위가 20 ~ 40 m 이므로 대형 좌표 측정기 및 대형 가공기를 보정하는데 많이 이용하고 있다. 그러나, 현재 이용되고 있는 레이저 간섭계를 이용하는 좌표 측정기 교정 방법은 좌표 측정기의 터치 프로브(touch probe)를 제거하거나 그 옆에 레이저 간섭계의 반사경(reflector)를 설치하여 측정하여, 터치 프로브의 접촉점 산출을 통한 측정값 보정을 하지 못하게 된다. 즉, 좌표 측정기의 구동 스테이지(X, Y, Z축)의 리니어스케일 지시값만을 검증할 수 있는 방법이다. 따라서 터치 프로브를 이용하여 최종적인 측정값을 산출하는 좌표 측정기보다는 다축 가공기의 성능을 평가하는 방법에 더욱 적합하다.

[0009] 레이저 간섭계의 경우 대각선 구동시 반사경, 간섭계와 레이저를 정렬하기가 쉽지 않아서 시간이 많이 필요로 한다. 따라서, 이를 해결하기 위해서 반사경을 트래킹(tracking)하면서 정밀하게 거리를 측정할 수 있는 레이저 트래이서를 좌표 측정기 교정에 활용하기 시작하고 있다. 그러나, 이러한 방법도 레이저 간섭계를 이용하는 방법과 마찬가지로, 좌표 측정기의 터치 프로브를 제거하거나 그 옆에 레이저 간섭계의 반사경을 설치하여 측정하여 터치 프로브의 접촉점 보정이 안되기 때문에 큰 오차가 발생한다.

[0010] 이와 같이, 접촉식 좌표 측정기(좌표 측정기)를 교정 및 검증하기 위해서는 측정범위의 최소 66% 이상의 길이를 검증된 기준 길이를 이용하여 측정하여 그 편차를 이용하여 성능을 평가한다. 이를 위해서 다양한 방법이 시도되고 있으나, 좌표 측정기가 대형화되고 더욱 정밀해짐에 따라 이를 검증하기 위한 기준기의 성능이 여전히 부족한 실정이다. 앞에서 설명한 바와 같이, 스텝게이지와 게이지블록은 측정에 필요한 길이에 비해서 너무 짧으며, 볼바는 길이에 따라 처짐과 지지대에 따른 변형으로 인해 기준 길이가 바뀌게 된다. 또한, 레이저 간섭계와 레이저트레이서의 경우 터치 프로브의 접촉점 보상을 제외하고 축의 리니어스케일만을 검증할 수 있기 때문에 적합하지 않다.

[0011] 한편, ISO 10360-2 : 2009 이전에는 3차원 좌표측정기의 교정을 위해서 기준물을 정반 바로 위에 올려 놓고 측정을 하였으나, 진동이나 환경적인 영향을 가장 많이 받는 상태가 되어 측정하려는 축 방향의 측정 정확도를 정밀하게 판단하기 어려우며, 좌표측정기의 측정 볼륨이 장비마다 다르기 때문에 그 상대적인 측정 정밀도를 알 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2012-0078624호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 실시예들은 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 레이저 간섭계, 구형 역반사경, 리니어가이드를 이용하여 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에 준하여 대형 접촉식 좌표 측정기를 보정/검증할 수 있는 레이저레일을 제공하는 기술을 제공한다.

[0014] 실시예들은 레이저 간섭계와 구형 역반사경을 동축의 리니어가이드에 부착을 하고, 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 정밀 구형 역반사경의 구면을 접촉식 좌표 측정기로 측정하는 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치는, 레일; 상기 레일 상의 일측에 배치되어 광원을 조사 후 반사되는 빔을 검출하는 간섭계; 상기 레일 상에 이동 가능하도록 배치되며, 상기 간섭계로부터 제공된

빔을 반사시키는 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector); 상기 역반사경의 하측에 배치되어, 상기 역반사경을 상기 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 슬라이드; 대각선 방향 또는 Z축 방향의 교정 시 상기 슬라이드를 상기 레일에 고정시킴에 따라 상기 역반사경을 고정시키는 슬라이드 고정용 브레이크; 및 상기 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 상기 역반사경의 위치를 고려하여 상기 레일의 하부에 배치되는 지지대를 포함하고, 상기 지지대는, 상기 간섭계를 원점으로 하여 $- (0.1 \pm 0.05)$ l인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $l - (0.2 \pm 0.1)$ l인 위치에 제3 지지대를 배치하고, 상기 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 상기 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 상기 제1 지지대 및 상기 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하며, 상기 간섭계를 원점으로 하여 상기 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하고, 상기 제2 지지대의 위치의 상기 레일 상에 상기 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 상기 제2 지지대를 상하 조절할 수 있다.

[0016] 다른 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법은, 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector)의 위치를 고려하여 상기 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계; 상기 역반사경의 하측에 배치된 슬라이드를 이용하여 상기 역반사경을 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 단계; 슬라이드 고정용 브레이크를 이용하여 상기 슬라이드를 상기 레일에 고정시킴에 따라 상기 역반사경을 고정시키는 단계; 상기 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 상기 역반사경의 이동 변위를 측정하는 단계; 상기 역반사경을 좌표 측정기의 터치 프로브로 터치하여 측정하는 단계; 및 상기 간섭계를 통해 측정된 상기 역반사경의 이동 변위에 대한 측정값과 상기 좌표 측정기를 통해 측정된 측정값을 비교하여 편차를 계산하는 단계를 포함하고, 상기 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계는, 상기 간섭계를 원점으로 하여 $- (0.1 \pm 0.05)$ l인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $l - (0.2 \pm 0.1)$ l인 위치에 제3 지지대를 배치하는 단계; 상기 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 상기 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 상기 제1 지지대 및 상기 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하는 단계; 상기 간섭계를 원점으로 하여 상기 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하는 단계; 및 상기 제2 지지대의 위치의 상기 레일 상에 상기 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 상기 제2 지지대를 상하 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 접촉식 좌표 측정기 교정을 위한 측정 예비 단계로써, 교정 위치를 선정하고 레일을 고정시키는 단계; 광원의 빔이 상기 역반사경에 반사되어 상기 간섭계에 수신 가능하도록 상기 레일의 수평 및 수직 진직도를 조정하는 단계; 상기 레일 상의 일측에 배치된 상기 간섭계를 통해 광원을 조사하는 단계; 상기 광원에서 조사된 빔이 상기 레일을 따라 조사되어, 상기 레일 상에 이동 가능하도록 배치된 역반사경에 의해 반사되는 단계; 상기 역반사경에 의해 반사된 빔을 상기 간섭계를 통해 변위를 검출하는 단계; 및 상기 간섭계의 변위의 영점을 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 실시예들에 따르면 레이저 간섭계와 구형 역반사경을 동축의 리니어가이드에 부착을 하고, 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 정밀 구형 역반사경의 구면을 접촉식 좌표 측정기로 측정하는 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0019] 실시예들에 따르면 0 ~ 15m 측정영역을 갖는 접촉식 좌표 측정기를 국제표준에 부합하도록 서브 마이크로미터 수준으로 보정 및 검증을 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 아베오차의 최소화를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 측정 장치의 레일 처짐이 발생하는 경우의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 지지대가 구성된 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 지지대를 이용한 실제 시험 예를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 측정 장치 교정을 위한 측정 예비 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 8은 일 실시예에 따른 측정 장치의 지지대 배치 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 9는 일 실시예에 따른 측정 장치의 지지대 배치 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 예를 나타내는 도면이다.

도 11은 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 대각선 측정을 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 Z축 측정을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 일 실시예에 따른 측정 장치의 실제 교정 데이터를 이용하여 보정을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 ISO 10360-2 : 2009에 따른 측정 축 방향 및 위치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0023] 아래의 실시예들은 접촉식 좌표 측정기(CMM)의 교정 시스템 및 방법에 관한 것으로, 레이저 간섭계, 구형 역반사경, 리니어가이드를 이용하여 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에 준하여 대형 접촉식 좌표 측정기를 보정/검증할 수 있는 레이저레일을 제공할 수 있다.

[0024] ISO 10360-2 : 2009 이전에는 3차원 좌표측정기의 교정을 위해서 기준물을 정반 바로 위에 올려 놓고 측정을 하였다. 이 때에는 정반의 평면도가 매우 좋은 편이기 때문에 스텝게이지 또는 레이저 간섭계의 정렬이 매우 쉬웠다. 따라서 링크 구조나 지지대를 특별히 제작하지 않더라도 측정에 큰 어려움이 없었다. 그러나 정반면을 기준으로 교정을 하는 경우, 좌표측정기의 Z축이 가장 많이 내려온 상태에서 측정을 하기 때문에 진동이나 환경적인 영향을 가장 많이 받는 상태가 되기 때문에, 측정하려는 축 방향의 측정 정확도를 정밀하게 판단하기 어렵다. 또한, 좌표측정기의 측정 볼륨이 장비마다 다르기 때문에 그 상대적인 측정 정밀도를 알 수 없다.

[0025] 따라서, ISO 10360-2 : 2009에서는 측정 공간 상의 중앙을 지나는 축을 설정하여 교정을 수행하도록 되어있다. 이에 대한 축의 위치와 방향이 표 1과 같이 명확하게 표시되어 있다. 추가적으로 대각선 방향도 설정되어 있기 때문에 기준장비인 스텝게이지 또는 레이저 간섭계 레일의 자중에 의한 처짐과 링크 구조에 대한 대책이 반드시 필요하다.

[0026] 표 1은 ISO 10360-2 : 2009에서 측정 공간의 축의 위치와 방향이 표시된 것을 나타낸다.

[표 1]

Position number	Orientation in the measuring volume	Required or default
1	Along the diagonal in space from point (1, 0, 0) to (0, 1, 1)	Required
2	Along the diagonal in space from point (1, 1, 0) to (0, 0, 1)	Required
3	Along the diagonal in space from point (0, 1, 0) to (1, 0, 1)	Required
4	Along the diagonal in space from point (0, 0, 0) to (1, 1, 1)	Required
5	Parallel to the machine scales from point (0, 1/2, 1/2) to (1, 1/2, 1/2)	Default
6	Parallel to the machine scales from point (1/2, 0, 1/2) to (1/2, 1, 1/2)	Default
7	Parallel to the machine scales from point (1/2, 1/2, 0) to (1/2, 1/2, 1)	Default

NOTE For specifications in this table, opposite corners of the measuring volume are assumed to be (0, 0, 0) and (1, 1, 1) in coordinates (X, Y, Z).

[0028]

- [0029] 도 14a는 ISO 10360-2 : 2009에 따른 측정 축 방향 및 위치를 설명하기 위한 도면이고, 도 14b는 ISO 10360-2 : 2009에 따른 X축 방향 측정 예를 설명하기 위한 도면이다. 즉, 표 1의 Position number 5의 X축 방향 측정의 예를 나타낸다.
- [0030] 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에서는 접촉식 좌표 측정기를 측정범위의 최소 66% 이상을 교정된 길이표준으로 검증하는 것을 권장하고 있다. 이를 위해서, 레이저 간섭계와 구형 역반사경을 동축의 리니어가이드에 부착을 하고, 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 정밀 구형 역반사경의 구면을 접촉식 좌표 측정기로 측정하는 방법과 그 시스템을 제공할 수 있다. 이를 이용하여, 0 ~ 15m 측정영역을 갖는 접촉식 좌표 측정기를 국제표준에 부합하도록 서브 마이크로미터 수준으로 보정 및 검증을 할 수 있음을 확인하였다.
- [0031] 아래에서 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 대형 접촉식 좌표 측정기 교정 시스템인 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0032] 도 1은 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)는 국제표준 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)로, 특히 대형 접촉식 좌표 측정기를 교정 및 검증하기 위해 제공될 수 있다. 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)는 레일(130), 간섭계(110) 및 역반사경(retro-reflector)(120)을 포함하여 이루어질 수 있다. 실시예에 따라 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)는 슬라이드(150), 슬라이드 고정용 브레이크(160), 지지대 및 자동이동 로봇을 더 포함할 수 있다.
- [0034] 레일(130)은 리니어가이드 및 알루미늄 프로파일로 이루어질 수 있으며, 간섭계(110)와 역반사경(120)을 동축의 리니어가이드에 부착할 수 있다. 여기서, 레일(130)은 복수 개의 레일(130)로 이루어져 서로 연결됨에 따라 길이를 조절할 수 있다. 예를 들어 복수 개의 레일(130)은 연결 링크부(140)를 통해 서로 결합됨으로써 연결되어 전체 레일(130)의 길이 조절이 가능하여, 이동 편의성과 다양한 크기의 좌표 측정기 교정에 활용할 수 있다. 이와 같이 레일(130)의 길이를 조절함에 따라 대형의 접촉식 좌표 측정기의 검증이 가능하다.
- [0035] 또한, 레일(130)은 프레임에 구성될 수 있으며, 프레임은 일측 및/또는 타측의 높이 조절이 가능하도록 구성되어 레일(130)을 기울여 대각선 측정 등이 가능하도록 구성될 수 있다. 이 때 레일(130) 및 프레임의 높이 조절을 위해 하부에 복수의 지지대를 구성할 수 있으며, 복수의 지지대의 높이를 다르게 조절하여 레일(130)을 기울여 대각선 측정 등을 수행할 수 있다.
- [0036] 간섭계(110)는 레일(130) 상의 일측에 배치되어 광원을 조사 후 반사되는 빔을 통해 변위를 검출할 수 있다. 이 때 간섭계(110)는 레일(130)의 리니어가이드에 부착될 수 있다. 간섭계(110)는 예컨대 레이저를 조사하여 반사되는 빔을 검출하는 레이저 간섭계(110)일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 레이저 간섭계(110)는 빛의 파장을 길이의 기준으로 하여 기계적인 길이나 두 지점간의 거리를 광학적으로 측정하는 장치이다. 이러한 레이저 간섭계(110)는 레이저 발생기로부터 레이저 빔을 송출하여 분배기를 통해 역반사경(120)에 전달된 후 반사되며, 반사되는 레이저 빔은 분배기를 통과하여 레이저 검출기에 의해 검출될 수 있다.
- [0037] 역반사경(120)은 레일(130) 상에 이동 가능하도록 배치되며, 간섭계(110)로부터 제공된 빔을 반사시킬 수 있다. 이 때 역반사경(120)은 레일(130)의 리니어가이드에 부착될 수 있으며, 특히 간섭계(110)와 동축의 리니어가이드에 부착될 수 있다. 이러한 역반사경(120)은 후면이 구형으로 이루어지는 구형 역반사경(120)일 수 있으며, 구형 역반사경(120)은 정밀급으로 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 것으로 구성될 수 있다. 구형 역반사경(120)의 후면은 좌표 측정기의 터치 프로브로 터치하여 측정하는 구형의 터치면으로 이루어질 수 있고, 간섭계(110)와 터치 프로브의 측정점의 중심 높이를 일치시킴에 따라 아베오차(Abbe's error)를 최소화시킬 수 있다. 이와 같이 간섭계를 통해 검출된 측정값과 좌표 측정기의 측정값을 비교하여 편차를 계산함으로써 교정을 수행할 수 있다.
- [0038] 또한, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)는 슬라이드(150) 및 슬라이드 고정용 브레이크(160)를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 슬라이드(150)는 역반사경(120)의 하측에 배치되어, 역반사경(120)을 레일(130)을 따라 전후 방향으로 이동시킬 수 있다. 그리고 슬라이드 고정용 브레이크(160)는 슬라이드(150)를 레일(130)에 고정시킴에 따라 역반사경(120)을 고정시킬 수 있다. 특히, 슬라이드 고정용 브레이크(160)는 대각선 방향 또는 Z축 방향의 교정 시 슬라이드(150)를 기울어진 레일(130)에 고정시킴에 따라 역반사경(120)을 고정시킬 수 있다.

- [0040] 그리고, 슬라이드(150)를 전동으로 구동시키기 위해 자동이동 로봇을 더 포함할 수 있다. 자동이동 로봇을 이용하여 슬라이드(150)를 전동으로 구동시킬 수 있으며, 지지대의 배치 또한 수행할 수 있다.
- [0041] 또한, 후술하는 도 4에 도시된 바와 같이, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치는 지지대를 더 포함할 수 있다. 지지대는 제1 지지대, 제2 지지대 및 제3 지지대를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 간섭계를 원점으로 하여 $- (0.1 \pm 0.05)$ l인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $l - (0.2 \pm 0.1)$ l인 위치에 제3 지지대를 배치하고, 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 제1 지지대 및 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하며, 간섭계를 원점으로 하여 제3 지지대의 1/2 지점에 제2 지지대를 배치하고, 제2 지지대의 위치의 레일 상에 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 제2 지지대를 상하 조절할 수 있다.
- [0042] 이와 같이, 실시예들에 따르면 레이저 간섭계(110)와 구형 역반사경(120)을 동축의 리니어가이드에 부착을 하고, 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 정밀 구형 역반사경(120)의 구면을 접촉식 좌표 측정기인 측정 장치로 측정할 수 있다.
- [0043] 도 2는 일 실시예에 따른 아베오차의 최소화를 설명하기 위한 도면이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 대형 좌표 측정기를 교정 및 검증하기 위해서 복수 개의 레일(130)을 연결하여 조립할 수 있는 연결 링크부를 이용할 수 있으며, 레일(130) 상에 동축으로 레이저 간섭계(110) 및 구형 역반사경(120)을 구성할 수 있다. 여기서, 구형 역반사경(120)은 정밀급으로 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 것으로 구성될 수 있다.
- [0045] 여기서, 구형 역반사경(120)의 후면인 구면(122)을 좌표 측정기의 터치 프로브(10)로 직접 터치하여 측정함으로써, 레이저 간섭계(110)와 터치 프로브의 높이를 일치시켜 아베오차(Abbe's error)를 최소화할 수 있다.
- [0046] 도 3은 측정 장치의 레일 처짐이 발생하는 경우의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] ISO 10360-2 : 2009에 따라 측정 공간의 중심을 지나는 축에 레이저 간섭계를 이용한 레이저 레일을 설치하게 되면, 도 8에 도시된 바와 같이, 구형의 역반사경, 슬라이드와 레일의 자중으로 인해 레일 중간 부분이 처지게 되어 레이저가 다시 되돌아 간섭계 수신부로 다시 되돌아 오지 못하기 때문에 측정을 할 수 없게 된다. 레이저 간섭계의 레이저 광원의 직경은 일반적으로 6 mm이기 때문에 측정 길이 내에서 레일의 상하/좌우 진폭도는 각각 ± 1.5 mm 이내 이어야 한다.
- [0048] 이러한 문제는 레일의 길이가 길어짐에 따라 급격하게 자주 일어나며, 해결하지 못하면 측정 자체를 할 수가 없게 된다. 또한, 이를 해결하기 위해 링크 구조나 레일을 보강하게 되면 자중이 증가하여 처짐 현상 또한 증가하게 된다. 이러한 레일의 처짐과 받침점에 대한 해결책은 일반적으로 에어리점(Airy points)과 베셀점(Bessel points)으로 해결을 하지만, 레일 위에 레이저 광원이 놓여 있기 때문에 이러한 일반적인 기술로는 해결되지 않는다.
- [0049] 도 4는 일 실시예에 따른 지지대가 구성된 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(100)에 레이저 간섭계(110)와 구형의 역반사경(120)을 이용한 레일(130) 처짐 해결을 위해 지지대(171, 172, 173)를 구성할 수 있다. 지지대(171, 172, 173)는 레일(130)의 하부에 서로 이격되게 배치되어 레일(130)을 지지할 수 있으며, 높이 조절이 가능하고 좌우로 이동이 용이하여 상부의 레일(130)을 상하 좌우 방향으로 조절할 수 있다. 이러한 레일(130)의 처짐을 해결하기 위해 다양한 실험을 통해 그 지지대의 위치와 설치 순서를 개발하고 형식화하여 제공할 수 있다.
- [0051] 먼저, 제1 지지대(171) 및 제3 지지대(173)를 간섭계를 원점으로 하여 배치할 수 있다. 제1 지지대(171)의 위치는 $- (0.1 \pm 0.05)$ l이고, 제3 지지대(173)의 위치는 $l - (0.2 \pm 0.1)$ l이다. 그리고, 광원이 구형의 역반사경(120)을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 지지대를 상하 좌우로 조절할 수 있다. 제2 지지대(172)는 간섭계와 제3 지지대(173)의 1/2 지점에 위치시킬 수 있으며, 제2 지지대(172)의 위치에 구형의 역반사경을 놓고 레이저 광원이 되돌아 올 수 있도록 상하 조절을 할 수 있다.
- [0052] 도 5는 일 실시예에 따른 지지대를 이용한 실제 시험 예를 나타내는 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 지지대 배치 위치와 절차를 이용한 실제 시험을 진행할 수 있다. 한편, 레일을 지지하기 위해 제1 지지대, 제2 지지대 및 제3 지지대를 구성할 수 있으며, 제1 내지 제3 지지대의 형상은 동일하게 구성되거나 도 5에 도시된 바

와 같이 다르게 구성하는 것도 가능하다.

- [0053] 도 6은 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0054] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법은, 역반사경(retro-reflector)의 하측에 배치된 슬라이드를 이용하여 역반사경을 레일을 따라 전후 방향으로 이동시키는 단계(S110), 레일의 이동 후, 슬라이드 고정용 브레이크를 이용하여 슬라이드를 레일에 고정시킴에 따라 역반사경을 고정시키는 단계(S120), 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 역반사경의 이동 변위를 측정하는 단계(S130), 및 역반사경을 좌표 측정기의 터치 프로브로 터치하여 측정하는 단계(S140), 및 간섭계를 통해 측정된 역반사경의 이동 변위에 대한 측정값과 좌표 측정기를 통해 측정된 측정값을 비교하여 편차를 계산하는 단계(S150)를 더 포함할 수 있다.
- [0055] 또한, 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector)의 위치를 고려하여 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0056] 아래에서는 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법을 보다 구체적으로 설명한다. 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법은 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치를 통해 구현될 수 있다.
- [0057] 단계(S110)에서, 역반사경의 하측에 배치된 슬라이드를 이용하여 역반사경을 레일을 따라 전후 방향으로 이동시킬 수 있다. 이 때, 자동이동 로봇을 이용하여 상기 슬라이드를 전동으로 구동시킬 수 있다.
- [0058] 단계(S120)에서, 대각선 방향 또는 Z축 방향의 교정 시, 슬라이드 고정용 브레이크를 이용하여 슬라이드를 레일에 고정시킴에 따라 역반사경을 고정시킬 수 있다. 한편, 기존의 레이저 간섭계의 경우 대각선 구동시 반사경, 간섭계와 레이저를 정렬하기가 쉽지 않아서 시간이 많이 필요로 하는 문제점이 있었다. 따라서 레일을 이동하는 슬라이드 및 슬라이드를 고정하는 슬라이드 고정용 브레이크를 이용함으로써 대각선 방향 또는 Z축 방향에 대한 측정 및 교정이 용이해질 수 있다.
- [0059] 여기서 레일은 복수 개의 레일로 이루어질 수 있으며, 복수 개의 레일이 연결 링크부를 통해 서로 연결되어 길이 조절이 가능하다. 이에 따라 레일 등을 이동시키기 편리하고 다양한 크기의 좌표 측정기의 교정에 활용될 수 있다.
- [0060] 단계(S130)에서, 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 역반사경의 이동 변위를 측정할 수 있다.
- [0061] 간섭계는 예컨대, 레이저 간섭계(laser interferometer)가 사용될 수 있으며, 레이저 간섭계를 이용하는 경우 다른 고정된 기준 길이를 이용하는 방법에 비해 상대적으로 정밀하며, 긴 길이도 적용이 가능하다. 일반적으로 레이저 간섭계의 측정범위가 20 ~ 40 m 이므로 대형 좌표 측정기 및 대형 가공기를 보정하는데 이용될 수 있다.
- [0062] 단계(S140)에서, 역반사경을 좌표 측정기의 터치 프로브(touch probe)로 터치하여 터치 프로브의 접촉점을 측정할 수 있다.
- [0063] 여기서, 역반사경은 간섭계로부터 제공된 빔을 반사시킬 수 있으며, 예컨대 후면이 구형으로 이루어지는 구형 역반사경일 수 있다. 역반사경의 구형인 후면을 좌표 측정기의 터치 프로브로 터치하여 측정함에 따라 간섭계와 터치 프로브의 측정점의 중심 높이를 일치시켜 아베오차(Abbe's error)를 최소화시킬 수 있다.
- [0064] 단계(S150)에서, 간섭계를 통해 측정된 역반사경의 이동 변위에 대한 측정값과 좌표 측정기를 통해 측정된 측정값을 비교하여 편차를 계산할 수 있다.
- [0065] 한편, 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법을 수행하기 이전에, 접촉식 좌표 측정기 교정을 위한 측정 예비 방법을 수행할 수 있다.
- [0066] 도 7은 일 실시예에 따른 측정 장치 교정을 위한 측정 예비 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0067] 도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 측정 장치 교정을 위한 측정 예비 방법은, 교정 위치를 선정하고 레일을 고정하는 단계(S210), 광원의 빔이 역반사경에 반사되어 간섭계에 수신 가능하도록 레일의 수평 및 수직 진직도를 조정하는 단계(S220), 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 광원을 조사하는 단계(S230), 광원에서 조사된 빔이 레일을 따라 조사되어, 레일 상에 이동 가능하도록 배치된 역반사경에 의해 반사되는 단계(S240), 역반사경에 의해 반사된 빔을 간섭계를 통해 변위를 검출하는 단계(S250) 및 간섭계 변위의 영점을 설정하는 단계(S260)를 포함하여 이루어질 수 있다.

- [0068] 아래에서 일 실시예에 따른 측정 장치 교정을 위한 측정 예비 방법을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0069] 단계(S210)에서, 측정 장치 교정을 위한 측정 예비 단계로써, 교정 위치를 선정하고 레일을 고정시킬 수 있다.
- [0070] 단계(S220)에서, 광원의 빔이 역반사경에 반사되어 간섭계에 수신 가능하도록 레일의 수평 및 수직 진직도를 조정할 수 있다.
- [0071] 다음으로, 단계(S230)에서, 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 통해 광원을 조사할 수 있다. 간섭계는 레일 상의 일측에 배치되어 광원을 조사 후 반사되는 빔을 검출할 수 있으며, 예컨대 간섭계는 레이저를 조사하여 반사되는 빔을 검출하는 레이저 간섭계일 수 있다.
- [0072] 단계(S240)에서, 광원에서 조사된 빔이 레일을 따라 조사되어, 레일 상에 이동 가능하도록 배치된 역반사경에 의해 반사시킬 수 있고, 단계(S250)에서, 역반사경에 의해 반사된 빔을 간섭계를 통해 변위를 검출할 수 있다.
- [0073] 도 8은 일 실시예에 따른 측정 장치의 지지대 배치 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0074] 도 8을 참조하면, 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 방법은 레일 상의 일측에 배치된 간섭계를 기준으로 하고 이동 가능한 후면이 구형으로 이루어진 역반사경(retro-reflector)의 위치를 고려하여 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0075] 보다 구체적으로, 레일의 하부에 지지대를 배치하는 단계는, 간섭계를 원점으로 하여 $- (0.1 \pm 0.05) l$ 인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $l - (0.2 \pm 0.1) l$ 인 위치에 제3 지지대를 배치하는 단계(S310), 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 제1 지지대 및 제3 지지대를 상하 좌우로 조절하는 단계(S320), 간섭계를 원점으로 하여 제3 지지대의 $1/2$ 지점에 제2 지지대를 배치하는 단계(S330), 및 제2 지지대의 위치의 레일 상에 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 제2 지지대를 상하 조절하는 단계(S340)를 포함할 수 있다.
- [0076] 도 9는 일 실시예에 따른 측정 장치의 지지대 배치 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0077] 도 9a 내지 도 9d는 일 실시예에 따른 측정 장치의 지지대 배치 방법을 개략적으로 나타낸다. 측정 장치의 지지대 배치 방법은 앞에서 설명한 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치에 의해 수행될 수 있으며, 또한 자동 이동 로봇에 의해 수행될 수 있고, 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 도움을 받아 일부를 사용자에게 의해 수행될 수도 있다.
- [0078] 도 9a를 참조하면, 단계(S310)에서, 간섭계를 원점으로 하여 $- (0.1 \pm 0.05) l$ 인 위치에 제1 지지대를 배치하고, $l - (0.2 \pm 0.1) l$ 인 위치에 제3 지지대를 배치할 수 있다. 여기서 원점은 간섭계 또는 간섭계의 분배기로 설정될 수 있으며, 예컨대 레이저간섭계의 분배기를 원점으로 설정할 수 있다.
- [0079] 도 9b를 참조하면, 단계(S320)에서, 간섭계에서 조사되는 광원이 이동 가능한 역반사경을 통해 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 되돌아 올 수 있도록 제1 지지대 및 제3 지지대를 상하 좌우로 조절할 수 있다. 다시 말하면, 역반사경의 위치를 간섭계로부터 가장 가까운 위치로 이동시킨 후 제1 지지대 및 제3 지지대를 상하 좌우로 조절할 수 있으며, 역반사경의 위치를 간섭계로부터 가장 먼 위치로 이동시킨 후 제1 지지대 및 제3 지지대를 상하 좌우로 조절할 수 있다.
- [0080] 도 9c를 참조하면, 단계(S330)에서, 간섭계를 원점으로 하여 제3 지지대의 $1/2$ 지점에 제2 지지대를 배치함으로써, 레일의 중간 부분의 처짐을 방지할 수 있다. 즉, 간섭계와 제3 지지대 사이의 $1/2$ 지점에 제2 지지대를 배치할 수 있다.
- [0081] 도 9d를 참조하면, 단계(S340)에서, 제2 지지대의 위치의 레일 상에 역반사경을 배치하고 광원이 되돌아 올 수 있도록 제2 지지대를 상하로 위치를 조절할 수 있다. 이와 같이 3개의 지지대를 이용하여 레일의 처짐을 방지할 수 있으며, 실시예에 따라 보다 많은 수의 지지대를 사용할 수도 있다. 레일의 처짐을 방지하고 안정적인 동작을 위해 적어도 3개 이상의 지지대를 사용하는 것이 바람직하며, 4개 이상의 다수의 지지대를 사용하는 경우 비용이 많이 들고 조절이 복잡해지는 문제가 발생할 수 있다.
- [0082] 도 10은 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 예를 나타내는 도면이다. 그리고 도 11은 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 대각선 측정을 설명하기 위한 도면이고, 도 12는 일 실시예에 따른 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레

일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치의 Z축 측정을 설명하기 위한 도면이다.

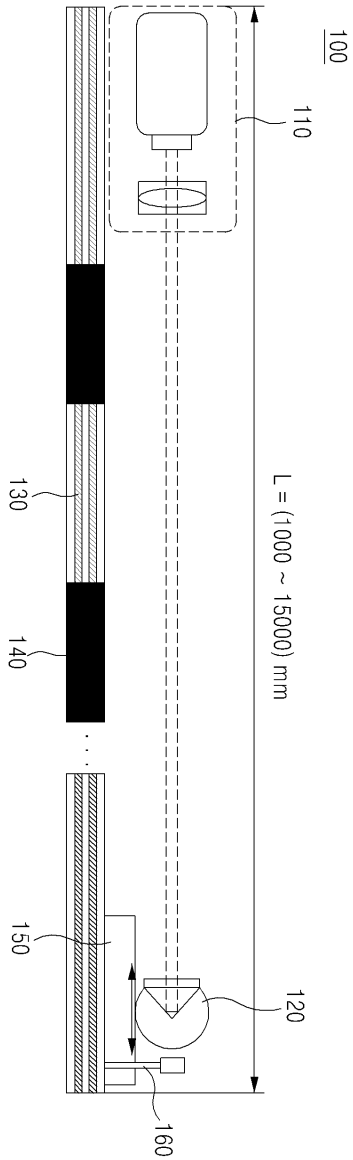
- [0083] 도 10 내지 도 12를 참조하면, 소급성이 확보된 레이저 간섭계(한국표준과학연구원 KRISS 교정)(110)와 0.1 μm 진구도, 5 μm 센터링 오차를 갖는 정밀 구형 역반사경(120)을 사용하였으며, 레일(130)을 연결하여 길이를 조절할 수 있도록 연결 링크부(140)를 적용하였다. 연결 링크부(140)를 통해 레일(130)을 최대 12 m까지 연결할 수 있도록 제작하였으며, 매뉴얼 스테이지를 통해 원하는 거리만큼 구형 역반사경(120)을 이동시킬 수 있도록 하였다. 특히, 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치는, 도 11에 도시된 바와 같이 대각선 측정이 가능하고, 도 12에 도시된 바와 같이 Z축 측정이 가능하다.
- [0084] 도 13은 일 실시예에 따른 좌표 측정기의 실제 교정 데이터를 이용하여 보정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0085] 도 13a에 도시된 바와 같이, 기존의 대형 좌표 측정기 교정 방법은 기준 길이가 변형이 되거나 누적오차가 발생하여 보정을 하더라도 기준기의 오차로 인해 보정이 제대로 되지 않아서, 제조사에서 보장하는 최대허용오차를 넘어가는 것을 확인할 수 있다.
- [0086] 도 13b에 도시된 바와 같이, 이를 앞에서 설명한 일 실시예에 따른 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치(레이저 레일)를 이용하여 기준값과의 편차를 보정하면, 접촉식 좌표 측정기의 편차가 현저히 감소하는 것을 확인할 수 있다. 6200 mm의 좌표 측정기의 실제 교정 데이터를 이용하여 보정함으로써 측정범위 80%를 측정할 수 있다(즉, 측정범위 80% 측정 > 66%).
- [0087] 이상과 같이, 실시예들에 따르면 레이저 간섭계와 구형 역반사경을 동축의 리니어가이드에 부착을 하고, 진구도와 센터링 오차가 매우 작은 정밀 구형 역반사경의 구면을 접촉식 좌표 측정기로 측정하는 ISO 10360-2 : 2009에 준하는 레일 하부에 지지대가 구성된 측정 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 실시예들에 따르면 0 ~ 15m 측정영역을 갖는 접촉식 좌표 측정기를 국제표준에 부합하도록 서브 마이크로미터 수준으로 보정 및 검증을 할 수 있다.
- [0089] 이상에서 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0090] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0091] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0092] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0093] 또한, 각 도면을 참조하여 설명하는 실시예의 구성 요소가 해당 실시예에만 제한적으로 적용되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상이 유지되는 범위 내에서 다른 실시예에 포함되도록 구현될 수 있으며, 또한 별도의 설명이 생략될지라도 복수의 실시예가 통합된 하나의 실시예로 다시 구현될 수도 있음은 당연하다.
- [0094] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일하거나 관련된 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0095] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0096] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

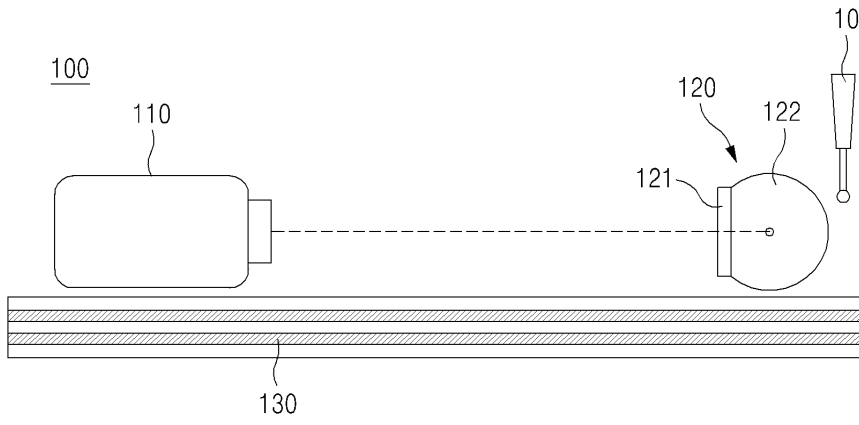
[0097]

도면

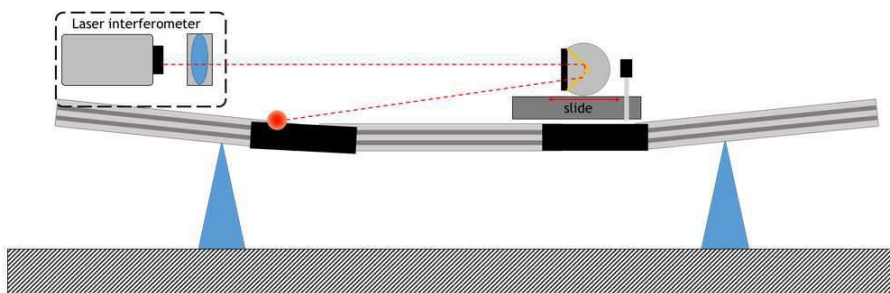
도면1



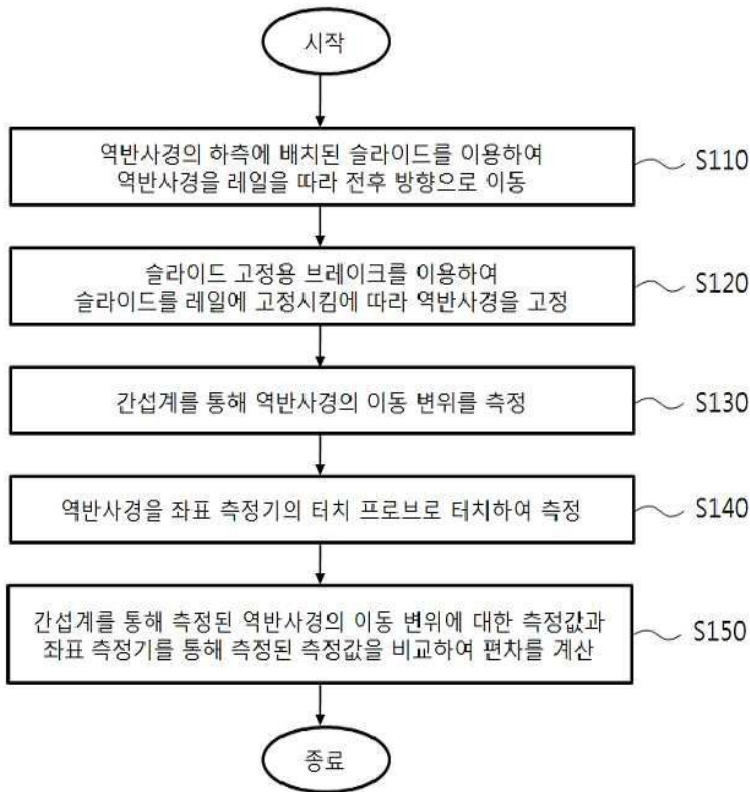
도면2



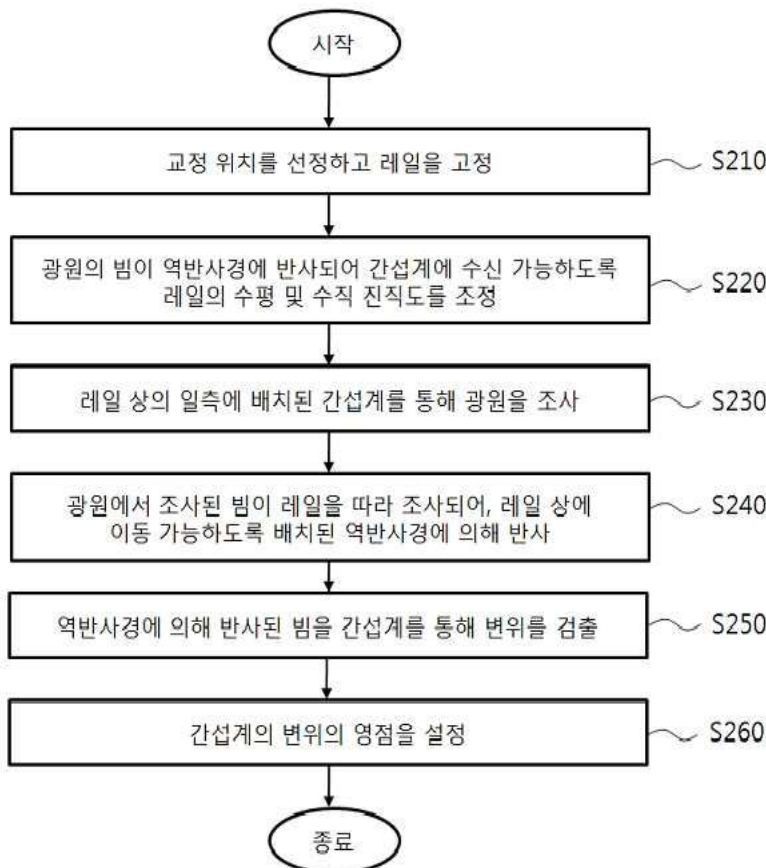
도면3



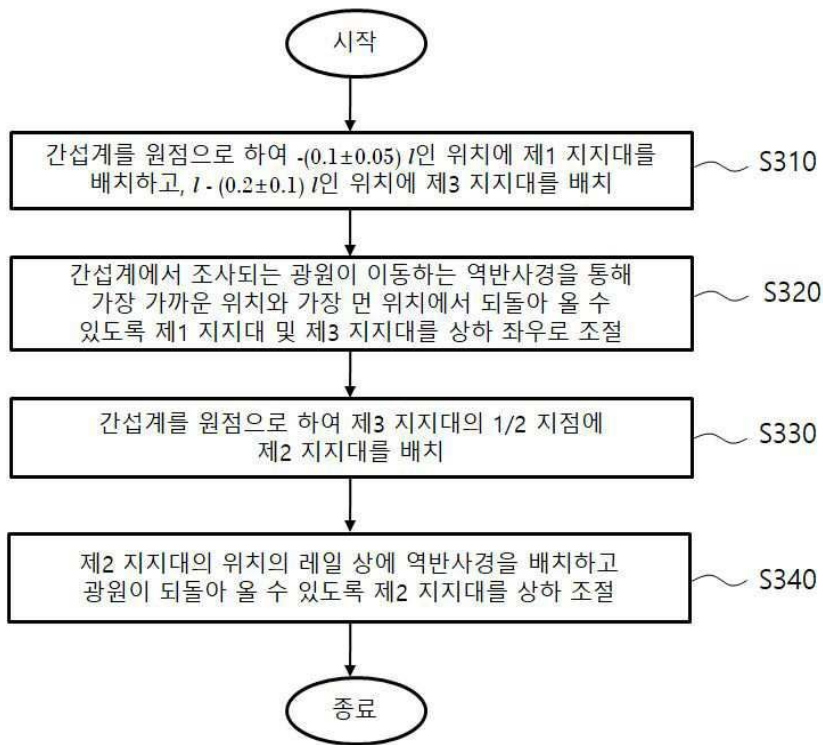
도면6



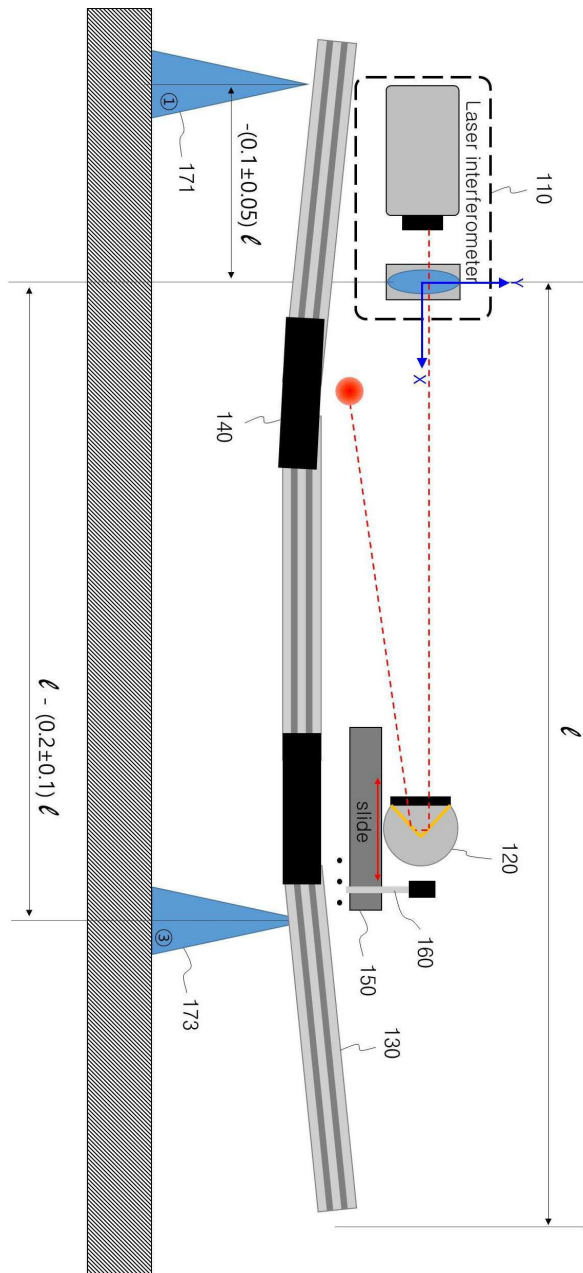
도면7



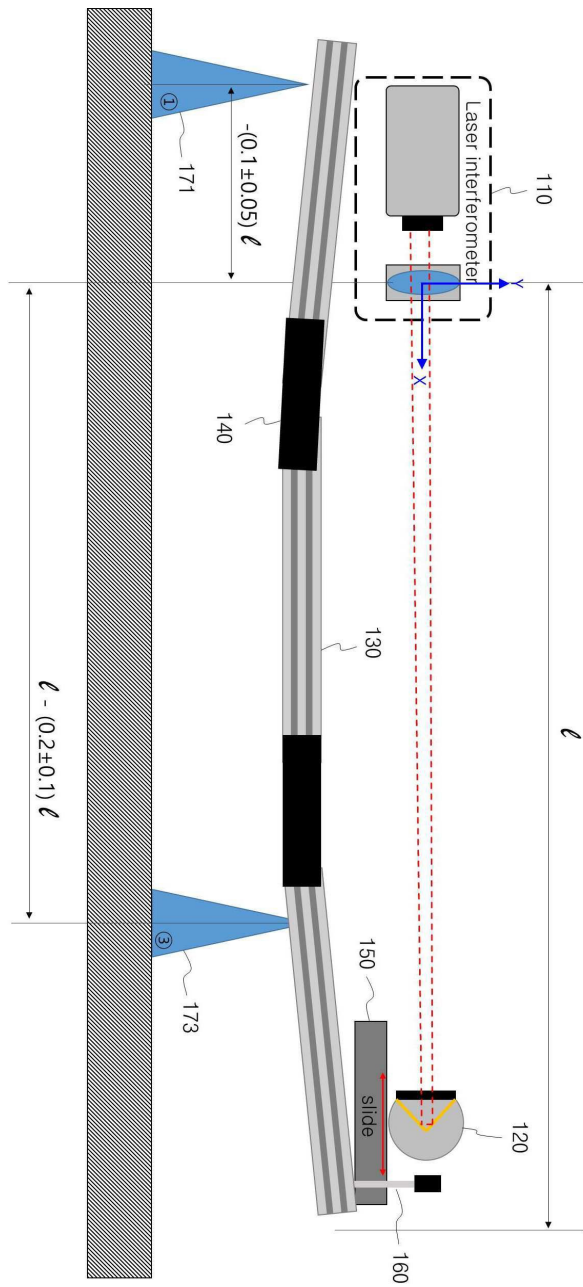
도면8



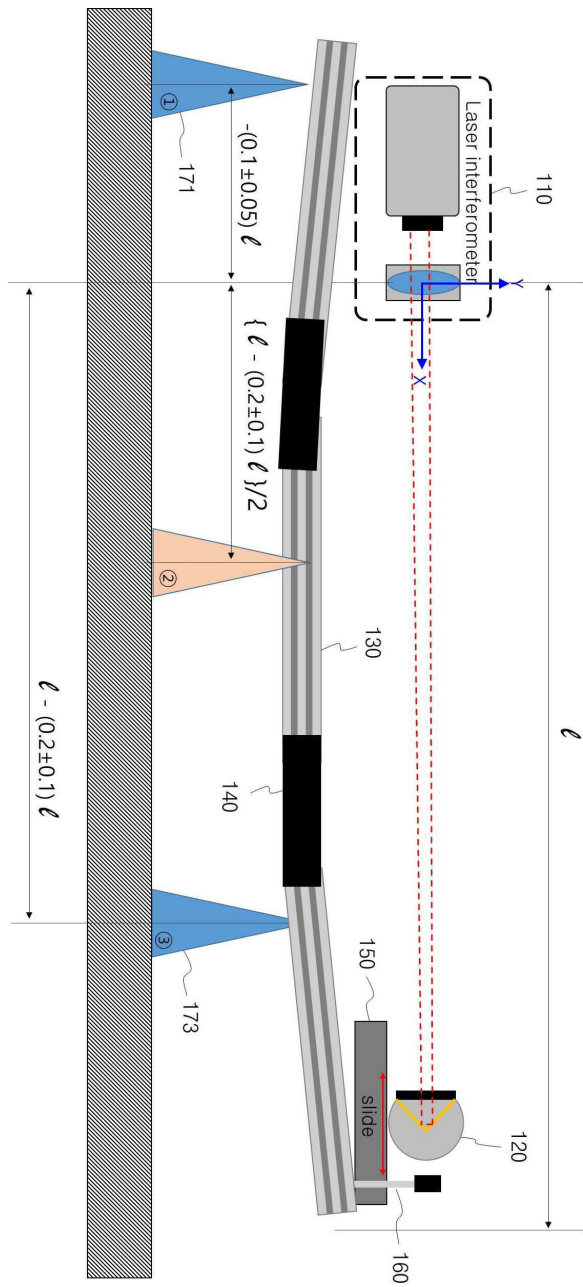
도면9a



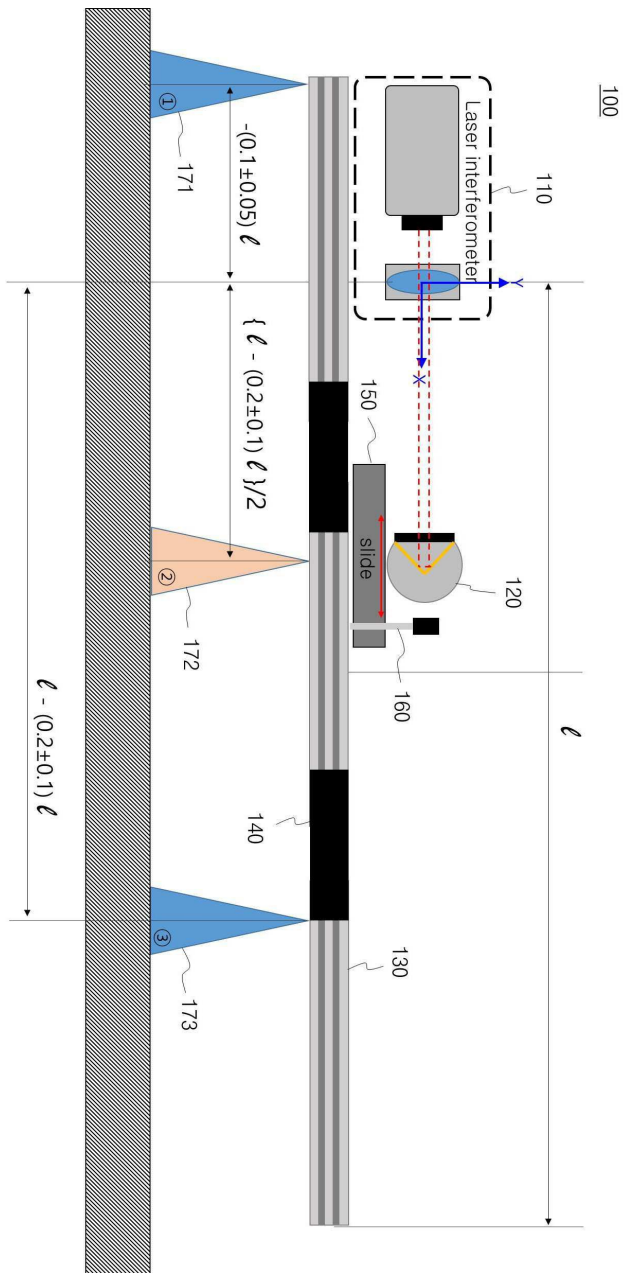
도면9b



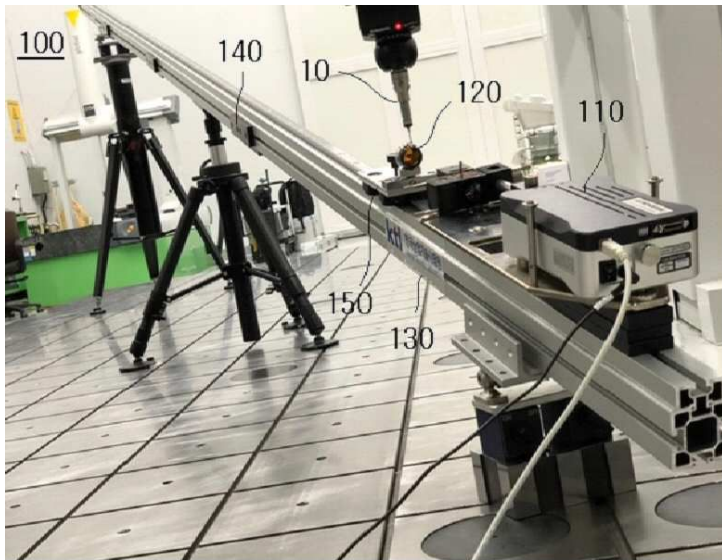
도면9c



도면9d



도면10



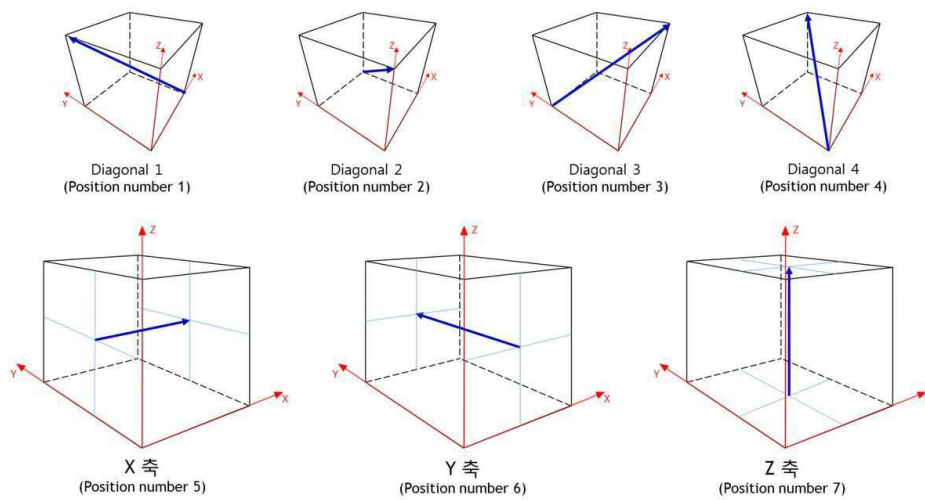
도면11



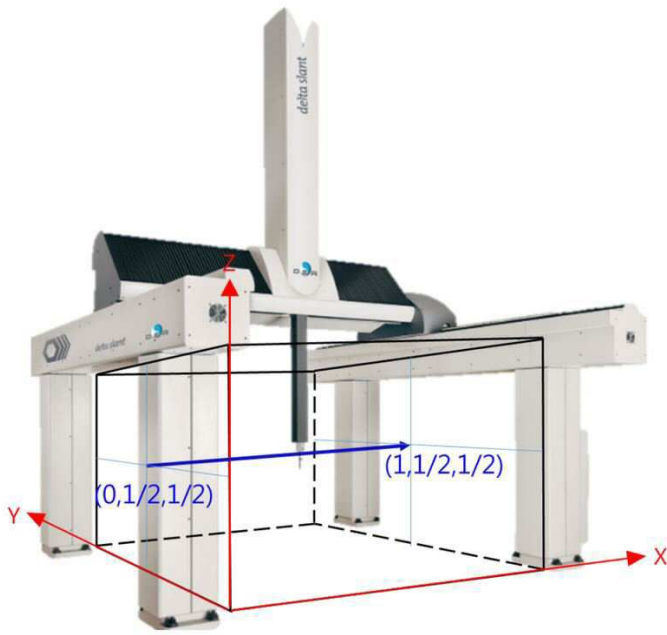
도면12



도면13a



도면13b



도면14

