



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월27일
(11) 등록번호 10-1160132
(24) 등록일자 2012년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 25/00 (2006.01) G01P 21/00 (2006.01)
G01C 19/56 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0130452
(22) 출원일자 2011년12월07일
심사청구일자 2011년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR100515470 B1
JP10160468 A
JP2001063570 A
JP2008122380 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
최기영
인천광역시 연수구 동춘3동 한양1차 아파트 106-1101
박춘배
서울특별시 서대문구 홍은1동 455벽산Apt. 103-1402
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김국진

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김형근

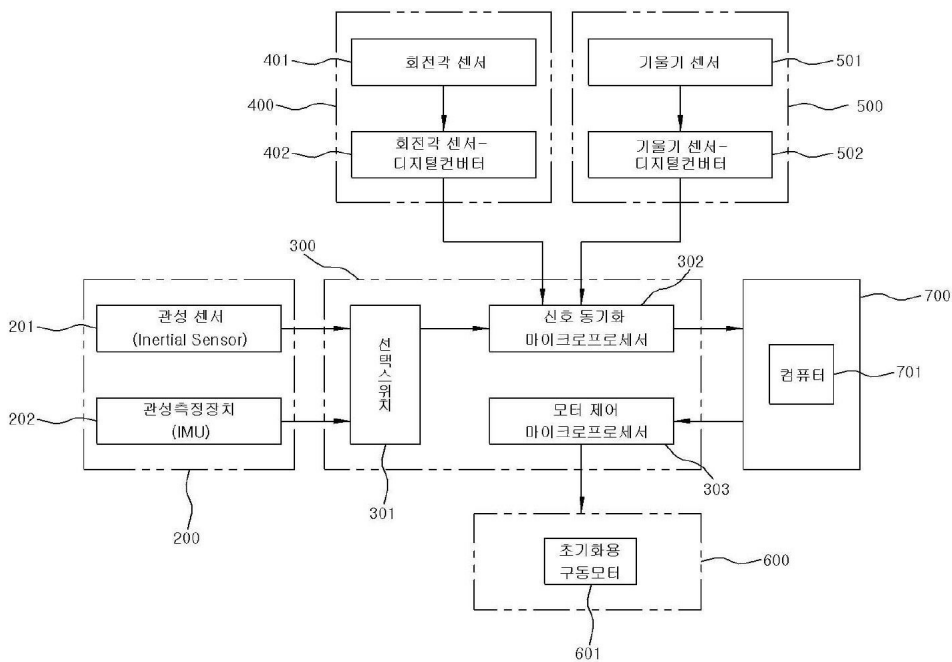
(54) 발명의 명칭 관성측정장치의 오차보정시스템

(57) 요약

본 발명은 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 진자의 원리를 이용하여 진자 운동시 발생하는 관성측정장치의 관성센서, 즉, 자이로(gyro), 가속도계(accelerometer) 등과 같은 관성센서의 출력값을 분석하여 오차 특성을 찾아내어 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것이다.

본 발명은 관성측정장치가 고정되는 회전봉이 진자운동하도록 회전축에 결합한 구조의 진자운동장치부와; 상기 회전축의 회전에 의한 기준 각도값을 검출하는 회전각도검출부와; 상기 관성측정장치의 진자운동시 기울기의 변화를 검출하는 기울기검출부와; 상기 관성측정장치로부터 획득한 측정값과 상기 회전각도검출부 및 기울기검출부로부터의 오차 보정을 위한 기준 각도값 및 기울기 변화값을 입력받고 이를 동기화시키는 신호처리부와; 상기 신호처리부로부터의 기준 각도값 및 측정값을 수집하고 이를 후처리하여 오차를 보정하는 데이터수집처리부;로 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도



(72) 발명자
김용호
서울특별시 강북구 오현로9길 121, 202호 (미아동)

장세아
인천광역시 남구 소성로 71, 4호 관 103호 (용현동, 인하대학교)

특허청구의 범위

청구항 1

관성측정장치가 고정되는 회전봉이 진자운동하도록 회전축에 결합한 구조의 진자운동장치부와;
 상기 회전축의 회전으로 인한 기준 각도값을 검출하는 회전각도검출부와;
 상기 관성측정장치의 진자운동시 기울기의 변화를 검출하는 기울기검출부와;
 상기 관성측정장치로부터 획득한 측정값과 상기 회전각도검출부 및 기울기검출부로부터의 오차 보정을 위한 기준 각도값 및 기울기 변화값을 입력받고 이를 동기화시키는 신호처리부와;
 상기 신호처리부로부터의 기준 각도값 및 측정값을 수집하고 이를 후처리하여 오차를 보정하는 데이터수집처리부;로 구성되는 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 진자운동장치부는,
 지면에 고정 설치되는 지지부재와;
 상기 지지부재의 상부에 형성되는 밀판과;
 상기 밀판에 수직을 이루도록 하여 나란히 길이조절이 가능하도록 설치되는 제1 및 제2측면지지판과;
 상기 제1 및 제2측면지지판에 지지되도록 하여 회전 가능하도록 설치되는 회전하는 회전축과;
 상기 회전축에 길이조절이 가능하도록 수직으로 연결 설치되어 회전축의 회전시에 진자운동하는 회전봉과;
 상기 회전봉의 하단부에 설치되어 관성측정장치가 장착되는 시험부;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 제1 및 제2측면지지판은 밀판에 연결 설치되는 하부 지지판과, 상기 하부 지지판의 내측으로 삽입되도록 하여 하부지지판과 회전축의 사이에 연결 설치되는 상부 지지판과, 상기 하부 지지판과 상부 지지판의 연결부에 구비되어 하부 지지판과 상부 지지판을 고정시키는 고정부재로 구성된 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

청구항 4

제 2항에 있어서,
 상기 회전축과 회전봉 사이의 연결부에는 볼베어링이 설치되고, 상기 회전봉은 볼베어링의 내측으로 끼움 결합된 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

청구항 5

제 2항에 있어서,
 상기 시험부는 3차원 좌표운동을 하기 위한 축변환장치와, 관성측정장치를 내부에 안착시킴과 동시에 일정한 온도조건하에서 시험가능하도록 온도를 유지하게 하는 온도챔버를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 관성

측정장치의 오차보정시스템.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 기울기검출부는 회전봉의 상단부에 끼움 결합되는 기울기 센서와, 상기 기울기 센서의 신호를 디지털로 변환시켜 신호처리부로 전송하는 기울기 센서-디지털 컨버터로 구성된 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

청구항 7

제 2항에 있어서,

상기 회전봉은 그 단면 형상이 좌,우 방향으로 폭이 긴 중공 형상의 직사각형으로 이루어진 것을 특징으로 하는 관성측정장치의 오차보정시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 진자의 원리를 이용하여 진자 운동시 발생하는 관성측정장치의 관성센서, 즉, 자이로(gyro), 가속도계(accelerometer) 등과 같은 관성센서의 출력값을 분석하여 오차 특성을 찾아내어 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통상적으로, 관성항법시스템(Inertial Navigation System ;INS)은 관성유도라고도 하는 것으로서 제2차 세계 대전의 촉발로 군사적 요구에 의해 1940년대부터 개발에 착수되었으며 독일의 V-2 로켓에 처음으로 적용되기 시작하여 오늘날 각종 선박, 잠수함, 항공기, 무인항공기, 우주 발사체, 유도무기, 지상차량 및 무인로봇에 이르기까지 다양한 분야에서 응용되고 있을 정도로 급속한 발전이 이루어졌다.

[0003] 상기 관성항법시스템(INS ; Inertial Navigation System)은 자이로와 가속도계의 두가지 기본 센서를 통해 측정된 관성 물리량을 이용해 외부의 도움없이 기준 항법 좌표계에 대한 비행체나 이동체의 위치, 속도 및 자세를 결정할 수 있는 시스템으로 시스템의 정확도 및 오차는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받게 된다.

[0004] 이때, 상기한 오차의 발생요인은 크게 하드웨어적인 측면과 소프트웨어적인 측면으로 크게 나눌수 있다.

[0005] 먼저, 하드웨어적인 측면으로는 관성측정장치의 바이어스(bias)나 비정렬 (misalignment) 오차 등 자체적인 센서오차가 주된 요인으로 작용하며, 이외에도 센서 신호의 측정시에 포함되는 잡음이나 A/D컨버터의 양자화(quantization) 오차 및 이동체에 관성측정장치를 장착할 때의 비정렬 장착 등이 있다.

[0006] 다음으로, 소프트웨어적인 측면으로는 주로 수치적인 계산 오차로서 초기정렬오차, 자체계산오차 및 적분오차로 크게 구분되며, 이 오차 요인들은 하드웨어적인 오차 요인들이 적절히 제거되지 않을 경우에 시간에 따라 누적되어 시스템의 성능에 막대한 오차를 증가시키게 된다. 따라서 소프트웨어 상에서 수치적으로 오차를 줄이는 노력도 중요하지만, 1차적으로는 하드웨어적인 오차를 최대한 감소시키고 제거하는 것이 필수적인 과정으로 중요하며, 특히 관성측정장치에서 자체적으로 발생하는 센서오차를 제거하여야 한다.

[0007] 특히, 안정화된 플랫폼에 자이로와 가속도계와 같은 관성센서를 장착하고 그 관성센서에서 나오는 각속도 및 가속도 등의 관성 측정량을 활용하여 현재의 위치 및 자세, 속도 등을 알아내는 짐벌형 관성항법시스템(Gimballed INS)과는 달리 비행체의 몸체에 직접 장착하고 동체 좌표계로부터 관성 좌표계로의 좌표변환을 통하여 기계적인 장치를 대신하는 스트랩다운형 관성항법시스템(Strapdown INS)은 항공기의 운동에 종속되게 되

므로, 관성측정장치는 관성항법시스템에 응용되기 전에 자이로 효과에 대한 관성측정장치 오차를 필수적으로 고려하여야만 한다.

- [0008] 이러한 관성측정장치 자체의 오차를 제거하기 위하여 오차 모델링(Error Modeling)과정을 통하여 자이로 및 가속도계에 대한 적절한 오차 모델을 정립하고 오차모델을 구성하는 각각의 오차계수들을 추정하기 위하여 오차보정시험을 수행한다.
- [0009] 이때, 상기 오차보정시험을 수행하기 위해서는 3축의 회전운동과 3축의 직선운동을 발생시킬 수 있는 장치가 필요하다. 물론, 이를 위해 3 자유도를 가지며 각 축에 대하여 일정한 각속도와 정밀한 자세를 제공할 수 있는 3축 운동시험대(3-axis Motion Table)가 관성측정장치의 오차보정시험에 사용되고 있다.
- [0010] 그런데, 상기 3축 운동시험대는 각 축(axis)에 대하여 매우 정확한 각속도와 임의의 자세를 제공할 수 있으나 이는 정밀 모터제어를 이용한 것으로 그 구성의 복잡함으로 인해 수억원에서 수십억에 이르는 매우 고가(高價)의 장비이다. 또한 장비의 조작이 어렵고 가동시 안전을 위한 공간의 필요성 때문에 비행체나 이동체의 항법에 대한 연구를 수행하는 학교나 소규모 연구소 단위에서는 이같은 장비를 갖추기가 어려운 실정이다.
- [0011] 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위한 종래기술로 대한민국 등록특허공보 10-0515470호에는 진자운동을 이용한 관성측정장치의 오차보정장치가 개시되어 있는데, 그 주요 기술적 구성은 관성측정장치가 고정되는 회전봉이 진자운동하도록 회전축에 결합한 구조의 진자운동장치부와; 상기 회전축의 회전에 의한 기준 각도값을 검출하는 회전각도검출부와; 상기 관성측정장치로부터 획득한 측정값과 상기 회전각도검출부로부터의 오차 보정을 위한 기준 각도값을 입력받고 이를 동기화시키는 신호처리부와; 상기 신호처리부로부터의 기준 각도값 및 측정값을 수집하고 이를 후처리하여 오차를 보정하는 데이터수집처리부;로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 진자운동장치부는, 도 1에 나타난 바와 같이, 밀판(11)에 나란히 수직하게 지지되는 제1 및 제2측면지지판(16a)(16b)과, 상기 제1 및 제2측면지지판(16a)(16b)에 지지되어 소정각도 이내에서 회전하는 회전축(12)과, 상기 관성측정장치가 장착되는 시험부(18)와, 몸체의 일단부는 상기 시험부(18)가 고정되고 타단부는 상기 회전축(12)에 수직하게 일체로 형성되어 상기 회전축(12)의 회전시에 진자운동하는 회전봉(17)으로 구성되는 것을 특징으로 하나, 상기와 같은 구성은 특정 주기의 진자운동만을 이용하여 오차를 검출할 수 있으므로 오차검출의 정확성이 떨어지는 단점이 있었다.
- [0013] 또한, 상기 구성은 관성측정장치의 오차검출시 회전만을 고려할 뿐 기울기의 변화를 측정할 수 없도록 구성되어 3자유도를 갖는 관성측정장치의 3축 운동에 대한 오차검출의 정확성이 떨어지는 단점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 단순 진자운동에 회전운동을 부가하여 비행체나 이동체의 항법에 대한 연구를 수행하기 위해 필요한 관성측정장치의 오차를 보다 정확히 측정하여 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템을 제공함에 있다.
- [0015] 또한, 본 발명은 관성측정장치의 오차 측정에 사용되는 진자운동의 주기를 자유롭게 변경시킬 수 있도록 함으로써 다양한 테스트를 통해 관성측정장치의 오차를 보다 정밀하게 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템을 제공함에 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적들을 달성하기 위한 본 발명은,
- [0017] 관성측정장치가 고정되는 회전봉이 진자운동하도록 회전축에 결합한 구조의 진자운동장치부와; 상기 회전축의 회전에 의한 기준 각도값을 검출하는 회전각도검출부와; 상기 관성측정장치의 진자운동시 기울기의 변화를 검출하는 기울기검출부와; 상기 관성측정장치로부터 획득한 측정값과 상기 회전각도검출부 및 기울기검출부로부터의 오차 보정을 위한 기준 각도값 및 기울기 변화값을 입력받고 이를 동기화시키는 신호처리부와; 상기 신호처리부로부터의 기준 각도값 및 측정값을 수집하고 이를 후처리하여 오차를 보정하는 데이터수집처리부;

로 구성되는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 이때, 상기 진자운동장치부는, 지면에 고정 설치되는 지지부재와; 상기 지지부재의 상부에 형성되는 밀판과; 상기 밀판에 수직을 이루도록 하여 나란히 길이조절이 가능하도록 설치되는 제1 및 제2측면지지판과; 상기 제1 및 제2측면지지판에 지지되도록 하여 회전 가능하도록 설치되는 회전축과; 상기 회전축에 길이조절이 가능하도록 수직으로 연결 설치되어 회전축의 회전시에 진자운동하는 회전봉과; 상기 회전봉의 하단부에 설치되어 관성측정장치가 장착되는 시험부;를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 제1 및 제2측면지지판은 밀판에 연결 설치되는 하부 지지판과, 상기 하부 지지판의 내측으로 삽입되도록 하여 하부지지판과 회전축의 사이에 연결 설치되는 상부 지지판과, 상기 하부 지지판과 상부 지지판의 연결부에 구비되어 하부 지지판과 상부 지지판을 고정시키는 고정부재로 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0020] 그리고, 상기 회전축과 회전봉 사이의 연결부에는 볼베어링이 설치되고, 상기 회전봉은 볼베어링의 내측으로 끼움 결합된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 시험부는 3차원 좌표운동을 하기 위한 측변환장치와, 관성측정장치를 내부에 안착시킴과 동시에 일정한 온도조건하에서 시험가능하도록 온도를 유지하게 하는 온도챔버를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0022] 그리고, 상기 기울기검출부는 회전봉의 상단부에 끼움 결합되는 기울기 센서와, 상기 기울기 센서의 신호를 디지털로 변환시켜 신호처리부로 전송하는 기울기 센서-디지털 컨버터로 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 회전봉은 그 단면 형상이 좌,우 방향으로 폭이 긴 중공 형상의 직사각형으로 이루어진 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따르면, 단순 진자운동에 회전운동을 부가하여 비행체나 이동체의 항법에 대한 연구를 수행하기 위해 필요한 관성측정장치의 오차를 보다 정확히 측정하여 보정할 수 있도록 하는 뛰어난 효과를 갖는다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따르면, 관성측정장치의 오차 측정에 사용되는 진자운동의 주기를 자유롭게 변경시킬 수 있도록 함으로써 다양한 테스트를 통해 관성측정장치의 오차를 보다 정밀하게 보정할 수 있도록 하는 효과를 추가로 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래의 진자운동을 이용한 관성측정장치의 오차보정장치 중 진자운동장치부를 나타낸 사시도.
 도 2 내지 도 4는 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템 중 진자운동장치부를 나타낸 사시도.
 도 5는 본 발명의 진자운동장치부 중 회전축과 회전봉의 결합관계를 나타낸 단면도.
 도 6은 본 발명의 진자운동장치부 중 회전봉의 다른 실시예를 나타낸 사시도.
 도 7은 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템에서 오차를 보정하기 위해 신호처리를 하기 위한 회로 블록도.
 도 8은 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템에서 오차 보정 처리를 하는 과정을 나타낸 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 2 내지 도 4는 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템 중 진자운동장치부를 나타낸 사시도이고, 도 5는 본 발명의 진자운동장치부 중 회전축과 회전봉의 결합관계를 나타낸 단면도이며, 도 6은 본 발명의 진자운동장치부 중 회전봉의 다른 실시예를 나타낸 사시도이고, 도 7은 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템에서 오차를 보정하기 위해 신호처리를 하기 위한 회로 블록도이며, 도 8은 본 발명에 따른 관성측정

장치의 오차보정시스템에서 오차 보정 처리를 하는 과정을 나타낸 흐름도이다.

[0029] 본 발명은 진자의 원리를 이용하여 진자 운동시 발생하는 관성측정장치(202)의 관성센서(201), 즉, 자이로(gyro), 가속도계(accelerometer) 등과 같은 관성센서(201)의 출력값을 분석하여 오차 특성을 찾아내어 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것으로, 그 구성은 크게 진자운동장치부(100)와, 회전각도검출부(400), 기울기검출부(500), 신호처리부(300) 및 데이터수집처리부(700)를 포함하여 구성된다.

[0030] 이를 상세히 설명하기에 앞서, 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템을 이용한 관성측정장치(202)의 오차를 보정하는 시험과정을 전체적으로 간략히 설명하면 다음과 같다.

[0031] 먼저, 진자운동장치부(100)의 시험부(108)에 구비되는 3축을 NED 좌표계로 정렬시킨 후 관성측정장치(202)의 3축(3-axis)에 대하여 측정하고자 하는 축을 아래의 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 장치의 시험부(108)에서 정의한 축에 일치시킨다.

표 1

시험순서	관성측정장치(IMU)의 축방향		
	x	y	z
1	N	E	D
2	D	N	E
3	E	D	N

[0033] 이때, 오차보정 시험시 사용되는 참값(Reference Value)은 시험부(108)의 하부에 장착한 관성측정장치(202)를 표1의 1번과 같이 장착하면 회전각센서(401)를 이용하여 기준 각도값(θ), 즉 도 2에서 회전축(102)이 회전의 기준축이 되어 회전할 때 회전봉(107)과 yz-평면 사이의 각도값(이때 각도값은 그림과 같이 z축과 평행할 때의 상태가 각도 0도이다.)을 측정할 수 있고, 이 기준 각도값을 이용하여 진자의 운동방정식으로부터 각속도와 각가속도를 구할 수 있게 된다.

[0034] 즉, 중력의 비선형성과 감쇠 영향을 고려한 진자의 운동방정식은,

$$\ddot{\theta} + c_1 \dot{\theta} + c_2 \sin \theta = 0 \quad \dots (1)$$

[0036] (이때, C_1, C_2 는 물리계수(physical coefficient)이고, θ 는 회전각센서(401)에 의해 측정된 기준 각도값이다.)

[0037] 과 같이 나타낼 수 있는데, 상기 회전각센서(401)에 의해 측정된 기준 각도값(θ)으로부터 물리계수(C_1, C_2)를 추정하고, 진자의 초기조건(initial condition)을 대입하면, 각속도($\dot{\theta}$)와, 각가속도($\ddot{\theta}$)를 구할 수 있게 되는 것이다.

[0038] 한편, 상기 기준 각도값과 이를 이용하여 구한 각속도 및 각가속도를 이용하면 관성센서(201)에서 측정되는 각속도와 가속도의 참값을 나타낼 수 있다. 즉, 자전속도와 진자운동시의 각속도의 영향을 더하여 각속도 참값을 구하고 구심가속도항을 포함한 NED 좌표계에서의 중력 가속도와 각가속도의 영향을 더하여 가속도 참값을 구한다.

[0039] 일반적인 가속도계 오차모델의 Regression 모델은 비선형항을 포함하고 있기 때문에 우선 선형항만을 고려하여 최소자승 추정기법(Least Square Estimation)을 적용하여 상태벡터를 추정한 후 비선형항을 계산하여 식에서 추정값을 계산한다.

[0040] 이러한 과정을 반복적으로 수행하여 오차가 최소가 되는 오차계수를 결정하게 되는 것이다.

[0041] 이때, 후술하겠지만, 시험부(108)의 하부에 관성측정장치(202)를 장착하여 진자운동을 하는 경우, 회전봉(107)의 작동 각도를 조절하여 도 4에 나타낸 바와 같이 시험부(108)가 회전운동이 부가된 진자운동을 하도록 회전운동을 부가하게 되면, 즉 회전봉(107)에 도 2에 나타낸 y축 방향으로 힘을 가하여 시험부(108)가 z축을 중심으로 한 회전운동이 부가된 x축 방향으로의 진자운동을 하도록 하면, 기울기검출부(500)에서 측정되는 회

전 중심축에 대한 관성측정장치(202)의 기울기 정보 즉, 회전봉(107)과 z축 사이의 기울기 정보를 이용하여 오차를 보다 정밀하게 보정할 수 있게 된다.

- [0042] 상기와 같은 과정을 통해 오차를 보정하게 되는 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템 중, 진자운동장치부(100)는 관성측정장치(202)를 고정 설치하여 진자운동시킬 수 있도록 하는 역할을 하는 것으로, 그 구성은 도 2 내지 도 4에 나타난 바와 같이, 크게 지지부재(103), 밀판(110), 제1 및 제2측면지지판(104)(106), 회전축(102), 회전봉(107) 및 시험부(109)를 포함하여 이루어진다.
- [0043] 보다 상세히 설명하면, 상기 지지부재(103)는 진자운동장치부(100)를 지면에 고정 설치할 수 있도록 하는 것으로, 밀판(110)의 모서리 부분 하부에 다수 개가 설치되어 관성측정장치(202)의 시험시에도 진자운동장치부(100)가 흔들림없이 지면에 고정 설치될 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0044] 다음, 상기 밀판(110)은 진자운동장치부(100)의 구동시 발생하는 모멘트를 상쇄시키기 위해 모멘트에 상응하는 무게를 가지도록 하여 지지부재(103) 상에 설치되는 것으로, 그 상부에는 제1 및 제2측면지지판(104)(106)이 설치된다.
- [0045] 이때, 상기 지지부재(103)는 밀판(110)의 하부에 나사 결합되어 각각의 지지부재(103) 조절에 의해 밀판(110)의 수평조절이 가능하도록 함으로써 지면이 평탄하지 않은 곳에서도 밀판(110)의 수평을 조절하여 진자운동장치부(100)를 흔들림 없이 고정시킬 수 있도록 구성되어 있다.
- [0046] 다음, 상기 제1 및 제2측면지지판(104)(106)은 밀판(110)에 수직을 이루도록 하여 서로 일정거리 이격되어 평행하게 설치된 것으로, 그 외측면에는 각각 구동모터(601)와 회전각센서(401)가 설치된다.
- [0047] 즉, 상기 제1측면지지판(104)의 외측면에 설치되는 구동모터(601)는 회전축(102)에 축설되어 회전축(102)을 오차보정시험을 위한 초기 각도로 회전시키는 회전력을 발생시키는 역할을 하는 것이고, 상기 제2측면지지판(106)의 외측면에 설치되는 회전각센서(401)는 오차보정시험의 수행시 기준값으로 사용하게 될 회전 각도를 측정하는 역할을 하는 것으로, 그 외측에는 회전각 센서(401)의 출력값을 디지털로 변환하는 회전각 센서-디지털 컨버터(402)와, 상기 시험부(108)에 장착된 관성측정장치(202)를 통해 측정되는 신호와 상기 회전각 센서-디지털 컨버터(402)를 통해 측정되는 신호를 동기화시키며 데이터의 저장 및 후처리를 위한 컴퓨터(701)로 측정된 측정값을 전송하기 위한 신호처리부(300)가 설치된다.
- [0048] 이때, 상기 제1 및 제2측면지지판(104)(106)은 길이조절이 가능하도록 설치되는데, 이는 후술할 진자운동의 주기 변경시 회전봉(107)의 길이조절에 따라 진자운동장치부(100)의 전체적인 높이를 조절할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0049] 보다 상세히 설명하면, 제1 및 제2측면지지판(104)(106)은 각각 하부 지지판(104a)(106a)과 상부 지지판(104b)(106b)을 포함하여 구성되는데, 상기 하부 지지판(104a)(106a)은 밀판(110)의 상부에 수직으로 설치되는 것이고, 상기 상부 지지판(104b)(106b)은 하부 지지판(104a)(106a)의 내측으로 삽입되도록 하여 하부 지지판(104a)(106a)과 회전축(102)의 사이에 연결 설치되는 것이다.
- [0050] 즉, 상부 지지판(104b)(106b)이 하부 지지판(104a)(106a)의 내측으로 삽입 결합되도록 함으로써 제1 및 제2측면지지판(104)(106)의 길이, 즉 높이를 자유롭게 조절할 수 있도록 구성된 것이다.
- [0051] 이때, 상기 하부 지지판(104a)(106a)과 상부 지지판(104b)(106b)의 연결부 외측에는 볼트 등의 고정수단(105)이 구비되어 높이 조절이 완료된 하부 지지판(104a)(106a)과 상부 지지판(104b)(106b)을 고정시킬 수 있도록 구성되어 있다.
- [0052] 즉, 하부 지지판(104a)(106a)과 상부 지지판(104b)(106b)의 연결부 외측에 길이 방향으로 다수의 관통공을 형성하고, 상기 관통홀을 통해 고정수단(105)을 삽입 결합시킴으로써 높이 조절이 완료된 하부 지지판(104a)(106a)과 상부 지지판(104b)(106b)을 고정시킬 수 있는 것이다.
- [0053] 다음, 상기 회전축(102)은 제1 및 제2측면지지판(104)(106)의 사이에 회전 가능하도록 설치되는 것으로, 그 일측 단부에는 전술한 바와 같이 구동모터(601)가 축설된다.
- [0054] 즉, 상기 회전축(102)은 그 양측 단부가 제1 및 제2측면지지판(104)(106)에 고정 설치되는 베어링(101)에 삽입 설치되어 구동모터(601)의 구동에 의해 회전하도록 구성됨으로써 회전봉(107)이 진자운동을 할 수 있도록 하는 역할을 하게 된다.
- [0055] 다음, 상기 회전봉(107)은 회전축(102)의 중앙부에 수직으로 연결 설치되어 회전축(102)의 회전에 의해 진자

운동을 하는 것으로, 길이조절이 가능하도록 설치되어 진자운동의 주기를 변경시킬 수 있도록 구성된다.

- [0056] 보다 상세히 설명하면, 상기 회전봉(107)과 회전축(102)은 브라켓(120)에 삽입 결합된 상태에서 볼트 등의 체결구에 의해 고정 설치되는데, 체결구를 해체한 상태에서 회전봉(107)의 길이를 자유롭게 조절한 후, 체결구를 체결시켜 회전봉(107)을 회전축(102)이 결합된 브라켓(120)에 고정시킴으로써 진자운동의 주기를 조정할 수 있도록 구성된 것이다.
- [0057] 이와 같이, 진자운동의 주기를 조정할 수 있도록 구성함으로써 각속도를 변화시킬 수 있게 되고, 그에 따라 보다 다양한 조건에서의 오차측정이 가능해지므로 오차보정의 정확성을 보다 향상시킬 수 있게 된다.
- [0058] 한편, 도 6에 나타난 바와 같이, 상기 회전봉(107)은 그 단면 형상이 중공의 직사각형으로 이루어지도록 두께가 얇은 박스 형상으로 구성할 수도 있는데, 이는 회전봉(107)의 무게를 줄임으로써 진자운동시 회전축(102)이 지지해야 하는 하중을 줄일 수 있도록 하기 위함이다.
- [0059] 이때, 상기 회전봉(107)은 좌,우 방향으로 폭이 긴 형상으로 이루어지도록 함으로써 진자운동시 좌,우 방향의 흔들림을 줄일 수 있도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0060] 또한, 회전봉(107)을 제1 및 제2측면지지판(104)(106)과 같이 제1 및 제2회전봉(107a)(107b)의 2단으로 구성하여 길이조절이 가능하도록 설치할 수도 있음은 물론이다.
- [0061] 또한, 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 회전축(102)과 회전봉(107) 사이의 연결부에는 볼베어링(130)이 설치되고, 상기 회전봉(107)이 볼베어링(130)의 내측으로 삽입 결합되도록 구성할 수도 있는데, 이는 도 4에 나타난 바와 같이, 시험부(108)가 y축 방향으로의 힘을 받도록 하여 회전봉(107)의 x축 방향 진자운동에 z축을 중심으로 한 회전운동을 부가함으로써(도 2 참조) 시험부(108)에 설치되는 관성측정장치(202)의 자세가 기울기의 변화를 일으키도록 하고, 후술할 기울기 센서(501)에 의해 기울기의 변화, 즉 회전봉(107)과 z축 사이의 기울기 변화를 측정하도록 하여 오차보정의 정확성을 향상시킬 수 있도록 하기 위한 것이다.
- [0062] 즉, 상기 회전봉(107)의 상단부에는 기울기 센서(501)가 끼움 결합되어 회전봉(107)이 회전운동이 부가된 진자운동을 하는 경우 기울기의 변화를 측정할 수 있게 되고, 기울기 센서(501)에 의해 측정된 기울기의 변화 출력값을 디지털로 변환하는 기울기 센서-디지털 컨버터(502)가 구비되며, 기울기 센서-디지털 컨버터(502)에 의해 변화된 신호는 신호처리부(300)로 전송되어 시험부(108)에 장착되는 관성측정장치(202)를 통해 측정되는 신호와 동기화시켜 데이터의 저장 및 후처리를 위한 컴퓨터(701) 즉, 데이터수집처리부(700)로 전송하게 되는 것이다.
- [0063] 한편, 상기 회전축(102)의 상부로 돌출되는 회전봉(107)에는 위치 조정이 가능한 균형질량(111)이 형성되어 관성 모멘트를 조절함으로써 회전축(102)의 회전속도 범위를 조절할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0064] 다음, 상기 시험부(108)는 회전봉(107)의 하단부에 연결 설치되어 관성측정장치(202)가 장착되도록 하는 역할을 하는 것으로, 이때 시험부(108)는 회전봉(107)에 의해 회전축(102)에 연결되어 있으므로 진자운동에서 추와 같이 x축 방향으로 단순 왕복운동을 하거나, z축을 중심으로 한 회전운동이 포함된 x축 방향 왕복운동을 하게 된다(도 2 참조).
- [0065] 즉, 외력의 부가 없이 주어진 초기 위치에너지에 의하여 진자운동을 하거나 제1측면지지판(104)에 고정된 구동모터(601)에 의해 회전축(102)을 회전시켜 시험부(108)가 진자운동하도록 하는 것이다.
- [0066] 이때, 상기 시험부(108)의 하부에는 축변환 온도챔버(109)가 구비되는데, 상기 축변환 온도챔버(109)는 내부에 피보정물인 관성센서(201) 및 관성측정장치(202)를 부착하여 일정한 온도를 유지하며 3축의 변환을 통해 다양한 자세를 가지고 보정시험을 수행할 수 있도록 하는 역할을 하는 것이다.
- [0067] 보다 상세히 설명하면, 상기 축변환 온도챔버(109)는 축변환장치와 온도챔버의 두 가지 기능을 하는 것으로서, 축변환장치를 더 구비함으로 인해 표 1에 나타난 바와 같이 기준 각도값 0도에서 관성측정장치(202)의 축방향의 한 축이 중력과 평행하게 장착함에 따라 단순히 회전봉(107)만의 진자운동을 통해 발생하는 2차원 평면의 원운동을 극복하고, 자유로운 축방향으로 설정하여 장착할 수 있게 함에 따라 3차원의 입체적인 상태를 구현하여 시험의 신뢰도 및 정밀도를 향상시킬 수 있도록 하는 것이다.
- [0068] 또한, 온도챔버를 더 구비하여 관성측정장치(202)를 내부에 안착시키고 일정온도를 유지한 상태에서 보정시험을 수행할 수 있도록 함으로써 관성측정장치(202)를 일정한 온도조건하에서 시험하여 시험의 정밀도를 향상시켜 주게 된다.

- [0069] 한편, 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템은 도 7에 나타난 바와 같이, 시험부(108)에 구비되는 축변환 온도챔버(109) 내부에 관성센서(201)와 관성측정장치(202)로 이루어지는 관성측정부(200)를 설치하고, 보정을 위한 기준 각도값을 측정하는 회전각도검출부(400)와, 보정을 위한 기준 기울기 변화를 측정하는 기울기검출부(500)와, 이들 관성측정부(200)로부터 측정된 측정값과 상기 회전각도검출부(400) 및 기울기검출부(500)에서 측정된 기준 각도값 및 기울기 변화값을 동기화시키는 신호처리부(300)와, 상기 진자운동을 기계적으로 발생하기 위한 모터구동부(600)와, 상기 신호처리부(300)로부터 동기화된 값과 오차값과 실측값 및 기준값을 전송받고 저장하며 상기 모터구동부(600)의 구동을 위한 제어신호를 출력하는 컴퓨터(701)와 같은 데이터수집처리부(700)로 이루어진다.
- [0070] 즉, 상기 시험부(108)의 하부에 구비되는 축변환-온도챔버(109)의 내부에는 피측정물인 관성센서(201)와 이들의 조합체인 관성측정장치(202)를 장착하며, 이들을 통해 획득되는 측정값은 신호처리부(300)에 입력되어 오차를 보정하기 위해 상기 데이터수집처리부(700)로 데이터를 전송하게 된다. 물론, 상기 회전각도검출부(400)로부터 측정된 기준 각도값 및 기울기검출부(500)로부터 측정된 기준 기울기 변화값도 상기 데이터수집처리부(700)로 전송되는데 이때, 데이터들의 유실 등을 방지하기 위해 동기화시켜 상기 데이터수집처리부(700)로 데이터를 전송하게 된다.
- [0071] 상기 구성들을 보다 상세히 설명하면, 먼저, 상기 회전각도검출부(400)는 오차보정시스템에서 보정 시험을 위한 기준값을 제공하는 역할을 하는 것으로, 제2측면지지판(106)의 외측면에 설치되어 회전축(102)의 회전각도를 검출하는 회전각센서(401)와, 상기 회전각센서(401)의 신호를 디지털로 변환시켜 신호처리부(300)의 신호동기화 마이크로프로세서(302)로 전송하는 회전각센서-디지털 컨버터(402)로 구성된다.
- [0072] 다음, 상기 기울기검출부(500)는 오차보정시스템에서 보정 시험을 위한 기준 기울기 변화값을 제공하는 역할을 하는 것으로, 회전봉(107)의 상단부에 끼움 결합되어 회전봉(107)이 x축 방향으로의 단순 왕복운동이 아닌 z축을 중심으로 한 회전운동이 포함된 x축 방향으로의 왕복운동을 하는 경우 발생하는 기울기의 변화를 검출하는 기울기 센서(501)와, 상기 기울기 센서(501)의 신호를 디지털로 변환시켜 신호처리부(300)의 신호동기화 마이크로프로세서(302)로 전송하는 기울기센서-디지털 컨버터(502)로 구성된다.
- [0073] 다음, 상기 신호처리부(300)는 관성측정부(200)와 회전각도검출부(400) 및 기울기검출부(500)와 전기적으로 연결되어 관성측정부(200)의 관성센서(201) 및 관성측정장치(202)로부터의 측정값과 회전각센서(401) 및 기울기센서(501)로부터의 기준값을 입력받고 동기화시켜 데이터수집처리부(700), 즉 컴퓨터(701)로 전송하고, 상기 컴퓨터(701)로부터 구동모터(601)의 제어신호를 전송받아 모터구동부(600)의 구동모터(601)를 제어하게 되는데, 상기 관성센서(201) 및 이들의 조합인 관성측정장치(202) 등을 이용한 출력의 다양성을 위해 관성센서(201) 또는 관성측정장치(202) 중에 어느 하나를 선택할 수 있도록 하는 선택스위치(301)와, 상기 관성센서(201) 또는 관성측정장치(202)로부터 측정된 값과, 회전각센서(401) 및 기울기 센서(501)에서 측정된 기준값을 동기화시키기 위한 신호동기화 마이크로프로세서(302) 및 구동모터(601)의 제어를 위한 모터제어신호를 모터구동부(600)로 출력하기 위한 모터제어 마이크로프로세서(303)를 포함하여 구성된다.
- [0074] 이때, 상기 모터구동부(600)는 모터를 이용하여 초기위치를 제어하는 구동모터(601)의 이용시 상기 컴퓨터(701)에서 초기 각도값을 설정하면 상기 모터제어 마이크로프로세서(303)에서 상기 구동모터(601)에 신호 처리된 값을 출력하여 구동모터(601)를 구동시킨다. 이와 같이 구동모터(601)가 구동되면 시험을 위한 초기 각도값에 위치시킨 후 시험을 수행한다.
- [0075] 또한, 상기 신호처리부(300)에서 동기화된 관성측정부(200)의 관성센서(201) 또는 관성측정장치(202)의 출력과 회전각도검출부(400)의 회전각센서(401) 및 기울기검출부(500)의 기울기 센서(501)의 출력은 신호동기화 마이크로프로세서(302)에서 시리얼(Serial) 데이터 전송 방식에 의하여 상기 컴퓨터(701)로 전송되며 오차모델링에 의한 보정식에 의하여 오차계수들을 구하는데 이용된다.
- [0076] 이때, 상기 관성측정부(200)의 관성센서(201) 또는 관성측정장치(202) 각각의 출력은 아날로그 방식, RS-232 방식, RS-485 방식 등의 다양한 방식으로 출력이 가능하다.
- [0077] 이하, 도 2 내지 도 8을 참고로 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템의 작동 흐름을 상세히 설명한다.
- [0078] 먼저, 도 3 및 도 4에 나타난 바와 같이, 회전봉(107)을 비스듬히 들어올려 기울인 상태에서 놓게 되면 위치에너지가 운동에너지로 변화되면서 x축 방향으로의 단순 왕복운동 또는 상기 단순 왕복운동에 y축 방향으로의 힘이 부가되어 z축을 중심으로 한 회전운동이 포함된 x축 방향으로의 왕복운동을 하는 진자운동을 시작하게

되고(도 2 참조), 회전봉(107)이 고정된 회전축(102)은 제1 및 제2측면지지판(104)(106)에 구비된 베어링(101)에 지지되어 원활히 회전하게 된다.

이와 같이 진자운동이 시작되면, 회전각도검출부(400)의 회전각센서(401)는 기준값을 설정하기 위해 회전봉(107)이 x축 방향으로 얼마만큼의 각도로 이동했는지 그 기준 각도값, 즉 회전봉(107)과 yz-평면 사이의 각도값을 측정하게 되고, 기울기검출부(500)의 기울기 센서(501)는 z축을 중심으로 한 회전운동이 포함된 x축 방향으로의 왕복운동을 하는 경우 z축을 중심으로 한 회전봉(107)의 기울기 변화를 측정하게 된다. 이때의 측정값은 아날로그값이기 때문에 이는 회전각센서-디지털컨버터(402) 및 기울기센서-디지털컨버터(502)에서 디지털값으로 변환되어 신호처리부(300)의 신호동기화 마이크로프로세서(302)로 넘겨주게 되고 이는 다시 RS-232 등의 통신방식을 통해 연결되는 컴퓨터(701) 등의 데이터수집처리부(700)로 전송하게 된다.(s800)

이때, 상기 컴퓨터(701)는 수학적 연산알고리즘을 이용하여 상기 기준 각도값을 이용해 각변화량과 각가속도를 추정하게 된다.(s810) 또한, 기울기 센서(501)에서 측정된 기준 기울기 변화값은 별도의 연산 없이 바로 데이터수집처리부(700)로 전송된다.

그리고, 이와 같은 기준 각도값과 이를 이용하여 구한 각변화량 및 각가속도를 이용하여 각속도와 가속도의 참값을 나타낼 수 있다. 즉, 자전속도와 진자운동시의 각속도의 영향을 더하여 각속도 참값을 구하고(s820), 구심가속도항을 포함한 NED 좌표계에서의 로컬 가속도와 각가속도의 영향을 더하여 가속도 참값을 구한다. (s830)

한편, 시험부(108)의 하부에 장착된 축변환-온도챔버(109)의 내부에 장착되는 자이로와 가속도계 등의 관성센서(201) 및 관성측정장치(202)와 같은 관성측정부(200)는 각속도, 가속도 및 기울기 변화를 측정한다.(s840)

이때에도, 관성측정부(200)의 측정값과 상기 회전각도검출부(400) 및 기울기검출부(500)로부터의 입력된 측정값이 서로 동기화되어 있지 않으므로 신호처리부(300)의 신호동기화 마이크로프로세서(302)에서 동기화된 신호로 변환하여 상기의 컴퓨터(701)로 전송하게 된다.(s850)

이와 같이 회전각센서(401)로부터의 기준 각도값과 기울기 센서(501)로부터의 기울기 변화값 및 시험부(108)에 장착된 관성센서(201) 또는 관성측정장치(202)의 측정값을 입력받은 컴퓨터(701)는 내부연산을 통해 오차보정알고리즘을 구동하게 되고(s860), 알고리즘을 통한 연산을 통해 오차계수를 산출하게 된다.(s870)

따라서, 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 관성측정장치의 오차보정시스템에 의하면, 단순 진자운동에 회전 운동을 부가하여 비행체나 이동체의 항법에 대한 연구를 수행하기 위해 필요한 관성측정장치(202)의 오차를 보다 정확히 측정하여 보정할 수 있을 뿐만 아니라, 관성측정장치(202)의 오차 측정에 사용되는 진자운동의 주기를 자유롭게 변경시킬 수 있도록 함으로써 다양한 테스트를 통해 관성측정장치(202)의 오차를 보다 정밀하게 보정할 수 있는 등의 다양한 장점을 갖는 것이다.

전술한 실시예들은 본 발명의 가장 바람직한 예에 대하여 설명한 것이지만, 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 있어서 명백한 것이다.

산업상 이용가능성

본 발명은 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 진자의 원리를 이용하여 진자 운동시 발생하는 관성측정장치의 관성센서, 즉, 자이로(gyro), 가속도계(accelerometer) 등과 같은 관성센서의 출력값을 분석하여 오차 특성을 찾아내어 보정할 수 있도록 하는 관성측정장치의 오차보정시스템에 관한 것이다.

부호의 설명

100 : 진자운동장치부

101 : 베어링

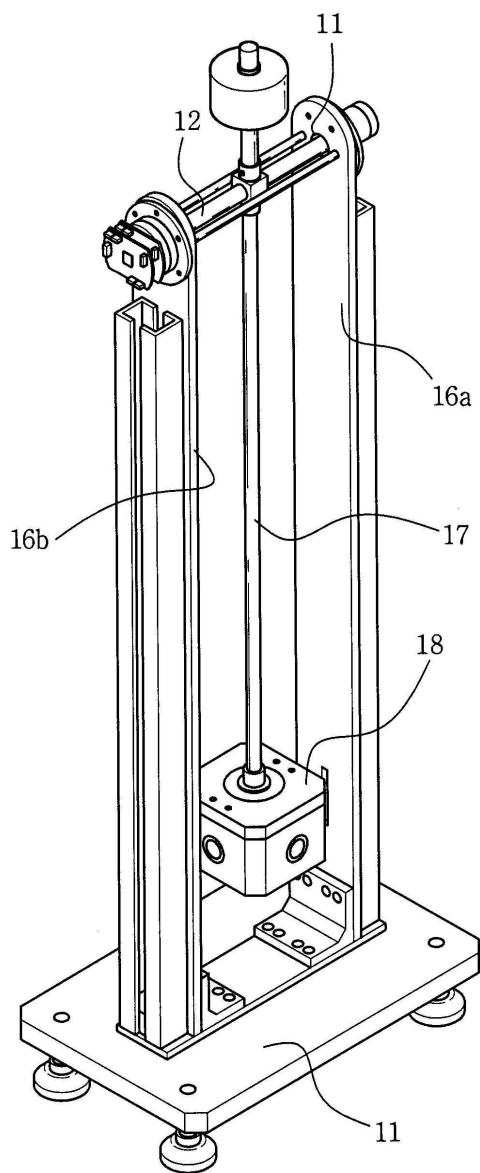
102 : 회전축

103 : 지지부재

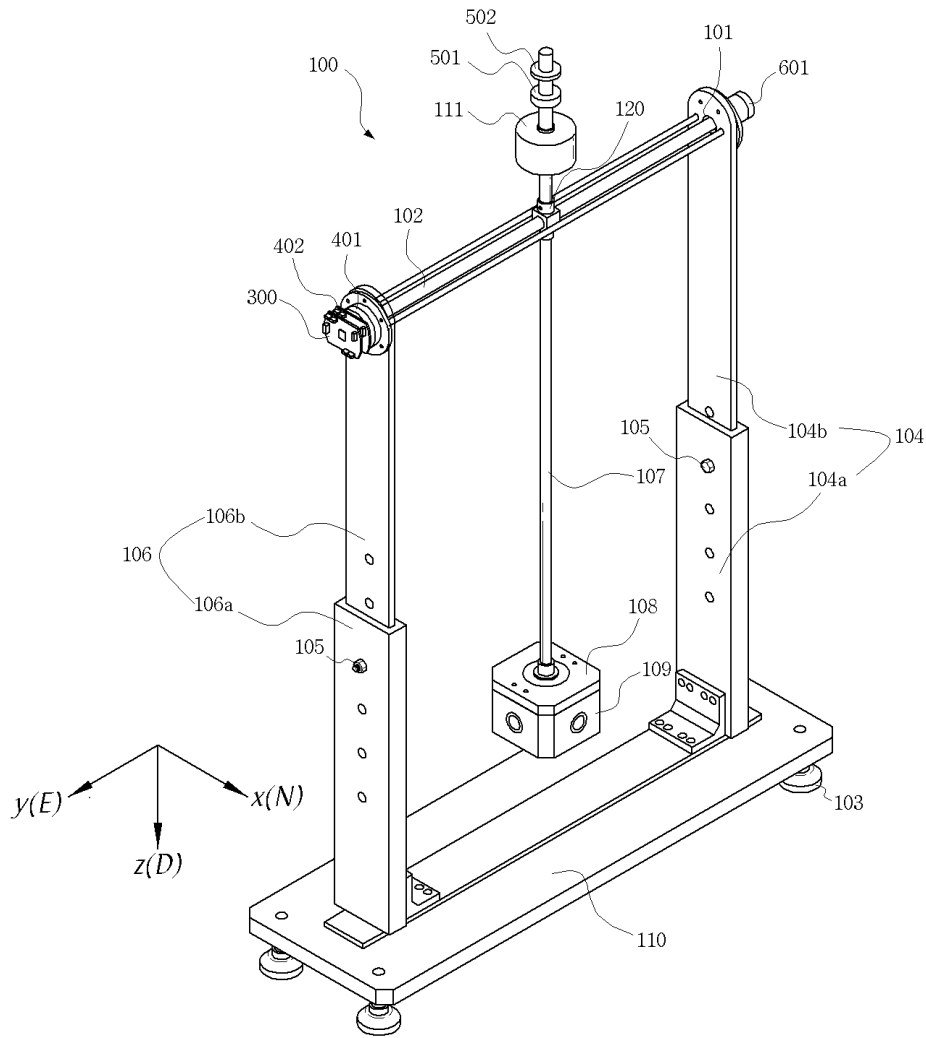
104 : 제1측면지지판	104a, 106a : 하부지지판
104b, 106b : 상부지지판	105 : 고정수단
106 : 제2측면지지판	107 : 회전봉
108 : 시험부	109 : 축변환 온도챔버
110 : 밀판	111 : 균형질량
120 : 브라켓	130 : 볼베어링
200 : 관성측정부	201 : 관성 센서
202 : 관성측정장치	300 : 신호처리부
301 : 선택스위치	302 : 신호동기화 마이크로프로세서
303 : 모터제어 마이크로프로세서	400 : 회전각도검출부
401 : 회전각센서	402 : 회전각센서-디지털컨버터
500 : 기울기검출부	501 : 기울기 센서
502 : 기울기센서-디지털컨버터	600 : 모터구동부
601 : 구동모터	700 : 데이터수집처리부
701 : 컴퓨터	

도면

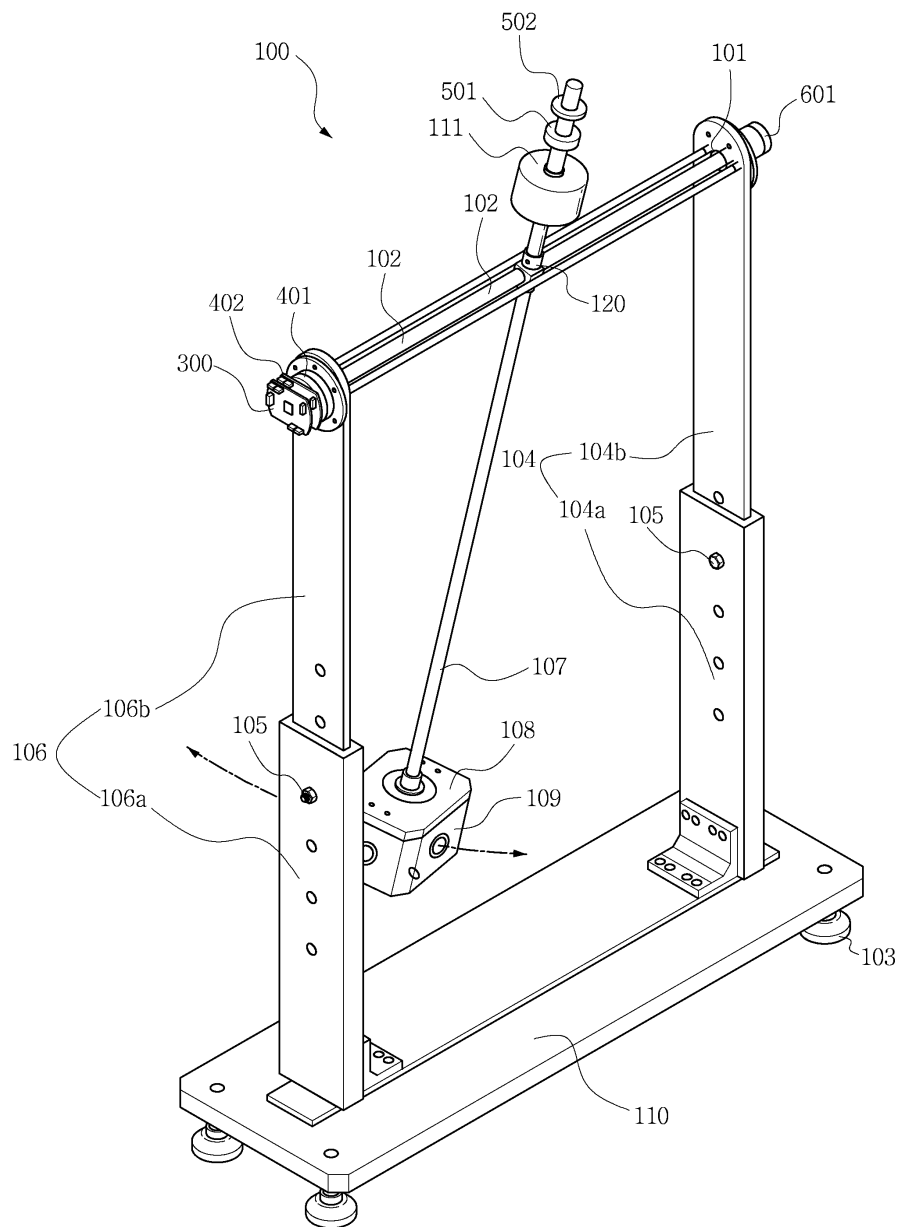
도면1



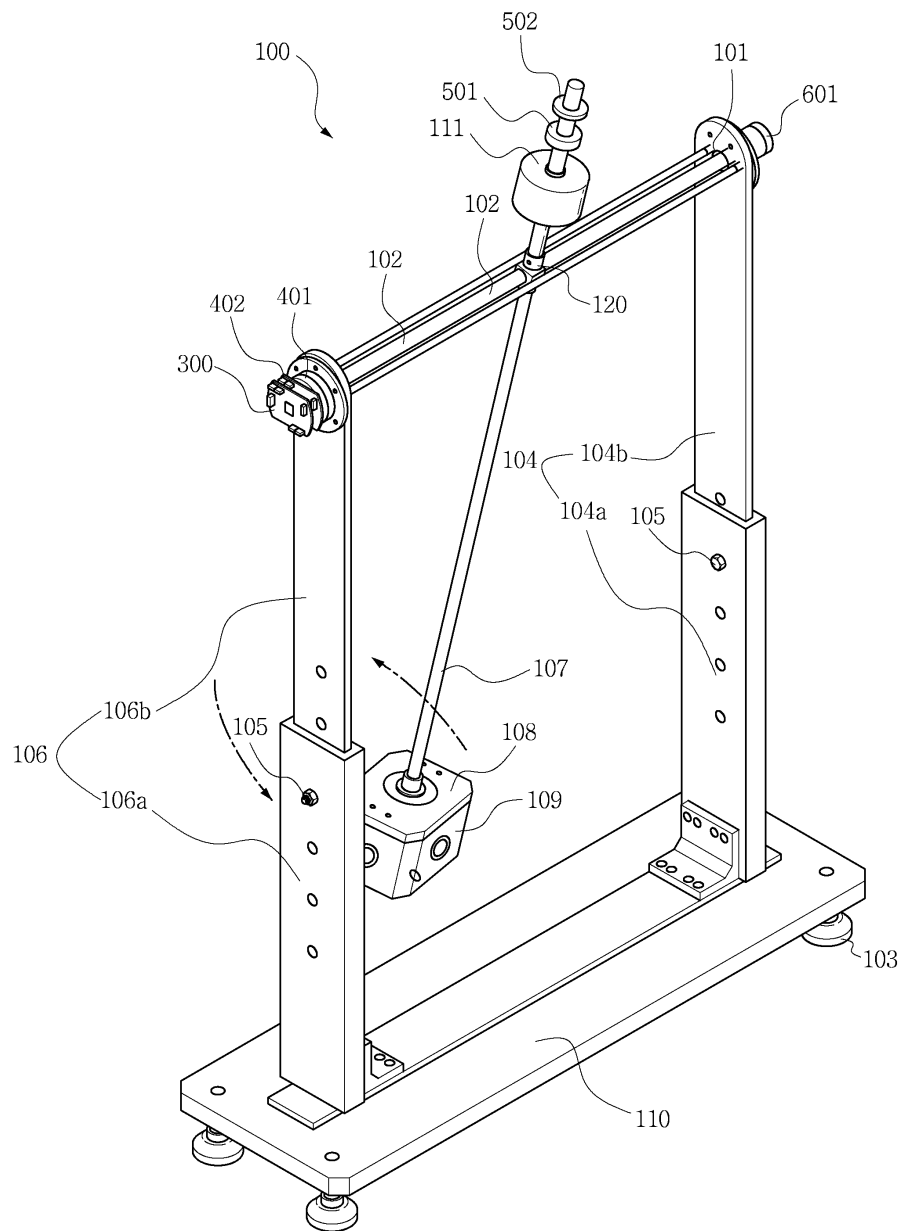
도면2



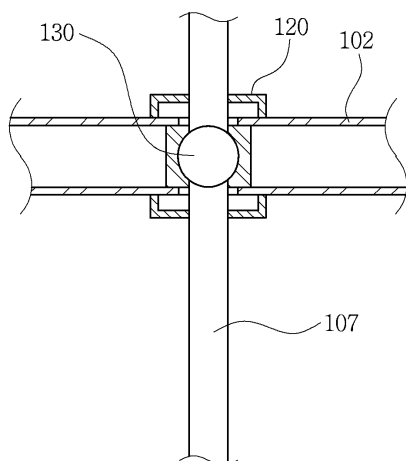
도면3



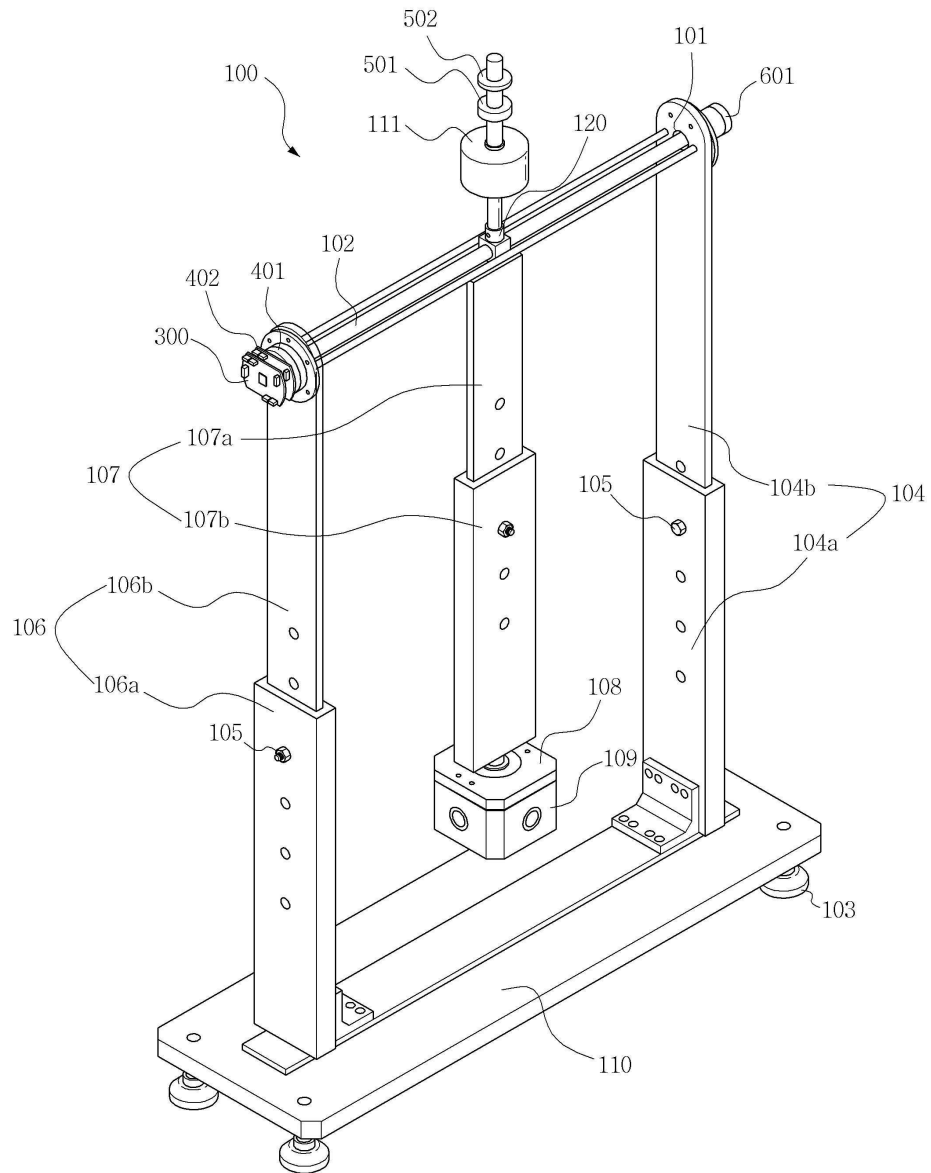
도면4



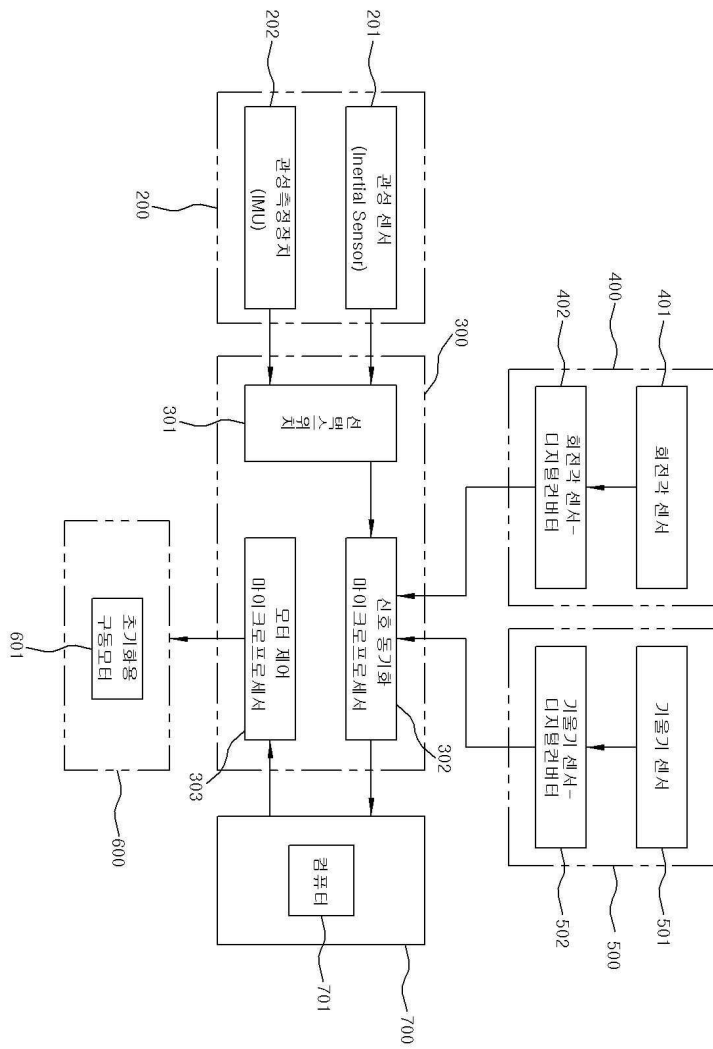
도면5



도면6



도면7



도면8

