



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월11일  
(11) 등록번호 10-2190378  
(24) 등록일자 2020년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G09B 9/02 (2006.01) G01M 99/00 (2011.01)  
(52) CPC특허분류  
G09B 9/02 (2013.01)  
G01M 99/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0128418  
(22) 출원일자 2019년10월16일  
심사청구일자 2019년10월16일  
(65) 공개번호 10-2020-0042871  
(43) 공개일자 2020년04월24일  
(30) 우선권주장  
1020180123323 2018년10월16일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020160022174 A  
JP2011226831 A  
KR100986602 B1  
박종혁, "자가균형 탑승로봇의 동적 안전성평가를 위한 탑승자 거동구현이 가능한 능동제어형 ATD 개발", 석사학위논문, 2018.2

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
곽관웅  
서울특별시 서초구 신반포로23길 41, 101동 502호 (잠원동, 신반포2지구아파트)  
최이주  
서울특별시 광진구 동일로32길 15, 503호(군자동)  
박종혁  
경기도 수원시 영통구 신원로 146, 501호(신동)  
(74) 대리인  
홍동우

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 남옥우

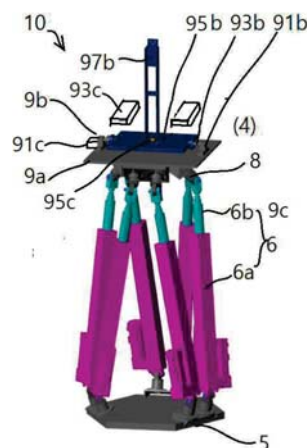
(54) 발명의 명칭 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치

(57) 요약

본 발명은, 지면에 안착 배치되는 고정 플랫폼(5)과, 상기 고정 플랫폼(5)에 이격되어 상대 운동 가능하게 배치되는 운동 플랫폼(4)과, 일단은 상기 고정 플랫폼(5)에 그리고 타단은 상기 운동 플랫폼(4) 측에 상대 운동 가능하게 연결되고 길이를 따라 신장 수축 가능한 복수 개의 플랫폼 액추에이터(6)와, 상기 운동 플랫폼(4)과 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



플랫폼 액츄에이터(6)를 연결하는 플랫폼 조인트(8)와, 상기 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 상기 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착되는 픽싱 플레이트(9a)와, 상기 픽싱 플레이트(9a)에 일측 회동 가능하게 장착되는 무빙 플레이트부(9b)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 감지하는 플레이트 감지부(9c)를 포함하는 모션 시뮬레이터(10)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 검출하여 저장하는 제어 모듈(20)과, 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되고 상기 제어 모듈(20)로부터 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 입력받는 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)를 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415158280
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	로봇산업핵심기술개발
연구과제명	개인지원 로봇의 안전성(ISO 13482) 인증을 위한 시험평가 기술 및 인증 프로세스
통합 플랫폼 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31
공지예외적용	: 있음

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

지면에 안착 배치되는 고정 플랫폼(5)과, 상기 고정 플랫폼(5)에 이격되어 상대 운동 가능하게 배치되는 운동 플랫폼(4)과, 일단은 상기 고정 플랫폼(5)에 그리고 타단은 상기 운동 플랫폼(4) 측에 상대 운동 가능하게 연결되고 길이를 따라 신장 수축 가능한 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)와, 상기 운동 플랫폼(4)과 상기 플랫폼 액츄에이터(6)를 연결하는 플랫폼 조인트(8)와, 상기 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 상기 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착되는 픽싱 플레이트(9a)와, 상기 픽싱 플레이트(9a)에 일축 회동 가능하게 장착되는 무빙 플레이트부(9b)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 감지하는 플레이트 감지부(9c)를 포함하는 모션 시뮬레이터(10)와,

적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 검출하여 저장하는 제어 모듈(20)과,

자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되고 상기 제어 모듈(20)로부터 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 입력받는 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 무빙 플레이트부(9b)는:

상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와,

상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와,

상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와,

일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 플레이트 감지부(9c)는:

상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)의 축 회동 각도를 감지하는 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 4**

제 2항에 있어서,

상기 플레이트 감지부(9c)는:

상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 테스트 탑승자에 의하여 가압되는 힘을 감지하는 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 5**

제 4항에 있어서,

상기 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는:

상기 무빙 플레이트(95b)의 배치되는 포스 로워 플레이트(931c)와,

상기 로워 플레이트(931c)와 이격 배치되는 포스 어퍼 플레이트(933c)와,

상기 포스 로워 플레이트(931c)와 상기 포스 어퍼 플레이트(933c)의 사이에 접촉 배치되는 포스 로드셀(935c)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

#### 청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 플레이트 감지부(9c)는:

상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 상기 무빙 플레이트(95b)의 가속도를 포함하는 관성 정보를 감지하는 무빙 플레이트 관성 감지부(95c)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 무빙 플레이트부(9b)는:

상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와,

상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와,

상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와,

일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)와,

상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)와 연결되는 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

#### 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 무빙 플레이트(95b)는 두 개가 구비되고, 상기 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)는 두 개가 구비되는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

#### 청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제어 모듈(20)은:

사전 설정된 노면 프로파일을 제공하도록 상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)에 시뮬레이터 구동 제어 신호를 인가하고, 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 수신하는 제어 모듈 제어부(21)와,

적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 저장하는 제어 모듈 저장부(23)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

#### 청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 무빙 플레이트부(9b)는: 상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와, 일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)를 포함하고,

상기 플레이트 감지부(9c)는: 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)의 축 회동 각도를 감지하는 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)와, 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 테스트 탑승자에 의하여 가압되는 힘을 감지하

는 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)를 포함하고, ,

상기 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는: 상기 무빙 플레이트(95b)의 배치되는 포스 로워 플레이트(931c)와, 상기 로워 플레이트(931c)와 이격 배치되는 포스 어퍼 플레이트(933c)와, 상기 포스 로워 플레이트(931c)와 상기 포스 어퍼 플레이트(933c)의 사이에 접촉 배치되는 포스 로드셀(935c)를 포함하고,

상기 제어 모듈(20)은 상기 포스 로드셀(935c)로부터 감지 입력되는 무빙 플레이트 포스 감지 신호를 이용하여 COP(Center of Pressure)로부터 테스트 탑승자로 유발되는 탑승자 외란 모멘트를 산출 이용하여 상기 자가 균형 테스트 로봇(100)의 가동 웨이트의 위치 조정을 실행하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 제어 모듈 제어부(21)는:

상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)의 구동을 제어하여 노면 시뮬레이션 프로파일을 제공하는 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)과,

상기 무빙 플레이트(95b)의 평형 상태를 유지하기 위한 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)과,

상기 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)과 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)을 통하여 상기 무빙 플레이트의 좌표 정보로부터 상기 플랫폼 액츄에이터의 길이를 산출하는 역기구학 과정을 실행하는 역기구학 모듈(215)과,

상기 플랫폼 액츄에이터의 길이를 제어하도록 상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)의 구동을 제어하는 플랫폼 액츄에이터 제어 모듈(211)을 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 12**

제 1항에 있어서,

상기 자가 균형 테스트 로봇(100)은:

자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판 일면 상에 수직 장착되는 가동 웨이트 샤프트(110s)와,

상기 가동 웨이트 샤프트(31)의 길이를 따라 배치 가능한 가동 웨이트(120)와,

상기 가동 웨이트 샤프트(110s)의 일단에 회동력을 제공하는 가동 웨이트 구동부(130)와,

상기 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 상기 자가 균형 탑승 로봇의 모멘트 변화를 측정하기 위해 상기 가동 웨이트 샤프트(110s)에 배치되는 모멘트 측정센서(140)를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**청구항 13**

제 1항에 있어서,

자가 균형 로봇(30)의 발판에 안착될 수 있는 레그부가 마련된 베이스 프레임(110);

상기 레그부를 통해 상기 자가 균형 차량의 발판에 편심된 하중을 가할 수 있도록 상기 베이스 프레임에 가동적으로 지지되는 가동 웨이트(120);

상기 베이스 프레임에 배치되어 상기 가동 웨이트를 상기 베이스 프레임에 대해 움직이는 가동 웨이트 구동부(130); 및

상기 가동 웨이트의 움직임에 따른 상기 자가 균형 차량의 모멘트 변화를 측정하기 위해 상기 베이스 프레임에 배치되는 모멘트 측정센서(140);를 포함하는 것을 특징으로 하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 자가 균형 탑승로봇의 거동을 재현하기 위한 모션시뮬레이터를 포함하는 테스트 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근, 전기모터를 이용하는 세그웨이와 같은 자가 균형 차량의 보급이 확산되고 있다. 자가 균형 차량은 전기 에너지를 이용하므로 친환경적이고, 조작이 간단하여 단거리를 이용하는데 편리하게 이용될 수 있다.

[0003] 잘 알려진 것과 같이, 세그웨이는 운전자의 자세 변화에 따라 전후, 좌우로 자유롭게 이동할 수 있는 1인용 이동수단이다. 세그웨이는 다른 이동수단과 달리 별도의 가속장치와 정지장치가 없고, 운전자의 무게중심 이동에 따라 전진, 후진할 수 있고, 운전자가 지면과 수직인 상태를 유지하면 정지하게 된다.

[0004] 자가 균형 차량은 그 형태에 따라 여러 종류로 구분될 수 있다. 예를 들어, 자가 균형 차량은 휠의 개수에 따라 구분될 수도 있고, 회전 조작을 위한 핸들바의 유무에 따라 구분될 수도 있다.

[0005] 하지만, 이와 같은 자가 균형 차량, 즉 자가 균형 탑승 로봇의 수요 증대로 인하여 이에 수반되는 안전 사고의 발생율이 급속도로 증가하고 있다.

[0006] 이를 위하여 학계 및 산업계에서는 자가 균형 탑승 로봇의 안전 사고 발생을 방지 내지 최소화하기 위한 각종 연구 및 테스트 방법과 아울러 테스트 장치들이 다양하게 연구 개발되고 있다.

[0007] 근래 업계에서 사용되는 소위 PM(Personal mobility), 즉 자가 균형 탑승 로봇의 전동 동력계 시험은 제품의 최고속도 측정 및 가속성능 측정 등 제품의 주행능력만을 다루고 있지만, 이러한 종래의 테스트 장치는 시험 대상으로 전기스쿠터와 전기자전거만을 포함하고 있기 때문에 자가균형 탑승로봇의 안전성 평가는 불가능하다.

[0008] 또한, 해외의 경우 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 독일 사고보험조사협회는 지난 2009년부터 세그웨이-보행자 충돌 및 세그웨이-차량 충돌 등의 활발한 연구를 진행해 왔고, 시험장비 또한 갖추고 있지만, 독일이 보유한 시험장비는 제품의 전원이 꺼진 채 고정된 세그웨이를 뒤에서 밀어주는 방식으로 사고를 재현하기 때문에 현실성이 떨어질 뿐만 아니라, 세그웨이 자체 안정성 보다는 충돌이 이미 일어난 후의 인간의 상해에 초점이 맞춰져 있다는 단점이 노출되었다.

[0009] 종래의 테스트 장치의 경우 자가 균형 탑승 로봇의 갑작스런 동작에 따른 탑승자의 의도치 않은 탑승자의 자세 반사로 인한 움직임이 자가 균형 탑승 로봇에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 정확한 평가가 불가능하였다. 즉, 종래의 평가 장치는 자가 균형 탑승 로봇에 대한 탑승자의 자세 반사에 의한 동적 안정성 평가가 어렵다는 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하도록, 탑승자의 자세 반사의 유무 경우를 모두 포함하는 테스트를 실행할 수 있는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 본 발명은, 자가균형 탑승로봇의 거동을 재현하기 위한 모션시뮬레이터의 제안 및 자세반사에 의한 위험을 평가하기 위한 시험 방법 및 장치를 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 즉, 본 발명은, 지면에 안착 배치되는 고정 플랫폼(5)과, 상기 고정 플랫폼(5)에 이격되어 상대 운동 가능하게 배치되는 운동 플랫폼(4)과, 일단은 상기 고정 플랫폼(5)에 그리고 타단은 상기 운동 플랫폼(4) 측에 상대 운동 가능하게 연결되고 길이를 따라 신장 수축 가능한 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)와, 상기 운동 플랫폼(4)과 상기 플랫폼 액츄에이터(6)를 연결하는 플랫폼 조인트(8)와, 상기 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 상기 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착되는 픽싱 플레이트(9a)와, 상기 픽싱 플레이트(9a)에 일측 회동 가능하게 장착되는 무빙 플레이트부(9b)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 감지하는 플레이트 감지부(9c)를 포함하는 모션 시뮬레이터(10)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 검출하여 저장하는 제어 모듈(20)과, 자가 균형 탑승 로봇(30)에

탑재되고 상기 제어 모듈(20)로부터 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 입력받는 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)를 제공한다.

- [0014] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 무빙 플레이트부(9b)는: 상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와, 일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)를 포함할 수도 있다.
- [0015] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 플레이트 감지부(9c)는: 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)의 축 회동 각도를 감지하는 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)를 포함할 수도 있다.
- [0016] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 플레이트 감지부(9c)는: 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 테스트 탑승자에 의하여 가압되는 힘을 감지하는 무빙 플레이트 포스 감지부(93c, 도 11 참조)를 포함할 수도 있다.
- [0017] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는: 상기 무빙 플레이트(95b)의 배치되는 포스 로워 플레이트(931c)와, 상기 로워 플레이트(931c)와 이격 배치되는 포스 어퍼 플레이트(933c)와, 상기 포스 로워 플레이트(931c)와 상기 포스 어퍼 플레이트(933c)의 사이에 접촉 배치되는 포스 로드셀(935c)를 포함할 수도 있다.
- [0018] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 플레이트 감지부(9c)는: 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 상기 무빙 플레이트(95b)의 가속도를 포함하는 관성 정보를 감지하는 무빙 플레이트 관성 감지부(95c)를 포함할 수도 있다.
- [0019] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 무빙 플레이트부(9b)는: 상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와, 일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)와, 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)와 연결되는 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)를 포함할 수도 있다.
- [0020] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 무빙 플레이트(95b)는 두 개가 구비되고, 상기 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)는 두 개가 구비될 수도 있다.
- [0021] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 제어 모듈(20)은: 사전 설정된 노면 프로파일을 제공하도록 상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)에 시뮬레이터 구동 제어 신호를 인가하고, 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 수신하는 제어 모듈 제어부(21)와, 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 저장하는 제어 모듈 저장부(23)를 포함할 수도 있다.
- [0022] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 무빙 플레이트부(9b)는: 상기 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착되는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 상기 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 상기 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치되는 무빙 플레이트(95b)와, 일단이 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치되는 무빙 플레이트 바(97b)를 포함하고, 상기 플레이트 감지부(9c)는: 상기 무빙 플레이트 샤프트(93b)의 축 회동 각도를 감지하는 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)와, 상기 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 테스트 탑승자에 의하여 가압되는 힘을 감지하는 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)를 포함하고, 상기 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는: 상기 무빙 플레이트(95b)의 배치되는 포스 로워 플레이트(931c)와, 상기 로워 플레이트(931c)와 이격 배치되는 포스 어퍼 플레이트(933c)와, 상기 포스 로워 플레이트(931c)와 상기 포스 어퍼 플레이트(933c)의 사이에 접촉 배치되는 포스 로드셀(935c)를 포함하고, 상기 제어 모듈(20)은 상기 포스 로드셀(935c)로부터 감지 입력되는 무빙 플레이트 포스 감지 신호를 이용하여 COP(Center of Pressure)로부터 테스트 탑승자로 유발되는 탑승자 외란 모멘트를 산출 이용하여 상기 자가 균형 테스트 로봇(100)의 가동 웨이트의 위치 조정을 실행할 수도 있다.
- [0023] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 제어 모듈 제어부(21)는: 상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)의 구동을 제어하여 노면 시뮬레이션 프로파일을 제공하는 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)과, 상기 무빙 플레이트(95b)의 평형 상태를 유지하기 위한 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)과, 상기 플랫폼 프로파일

제공 모듈(211)과 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)을 통하여 상기 무빙 플레이트의 좌표 정보로부터 상기 플랫폼 액츄에이터의 길이를 산출하는 역기구학 과정을 실행하는 역기구학 모듈(215)과, 상기 플랫폼 액츄에이터의 길이를 제어하도록 상기 플랫폼 액츄에이터 모터(7)의 구동을 제어하는 플랫폼 액츄에이터 제어 모듈(211)을 포함할 수도 있다.

[0024] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 상기 자가 균형 테스트 로봇(100)은: 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판 일면 상에 수직 장착되는 가동 웨이트 샤프트(11)와, 상기 가동 웨이트 샤프트(31)의 길이를 따라 배치 가능한 가동 웨이트(120)와, 상기 가동 웨이트 샤프트(110s)의 일단에 회동력을 제공하는 가동 웨이트 구동부(130)와, 상기 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 상기 자가 균형 탑승 로봇의 모멘트 변화를 측정하기 위해 상기 가동 웨이트 샤프트(110s)에 배치되는 모멘트 측정센서(140)를 포함할 수도 있다.

[0025] 상기 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치에 있어서, 자가 균형 로봇(30)의 발판에 안착될 수 있는 레그부가 마련된 베이스 프레임(110); 상기 레그부를 통해 상기 자가 균형 차량의 발판에 편심된 하중을 가할 수 있도록 상기 베이스 프레임에 가동적으로 지지되는 가동 웨이트(120); 상기 베이스 프레임에 배치되어 상기 가동 웨이트를 상기 베이스 프레임에 대해 움직이는 가동 웨이트 구동부(130); 및 상기 가동 웨이트의 움직임에 따른 상기 자가 균형 차량의 모멘트 변화를 측정하기 위해 상기 베이스 프레임에 배치되는 모멘트 측정센서(140);를 포함할 수도 있다.

**발명의 효과**

[0027] 본 발명은 다음과 같은 효과를 수반한다.

[0028] 첫째, 본 발명의 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치는 탑승자의 자세 반사의 유무를 반영하는 보다 정확한 테스트를 통하여 자가 균형 탑승 로봇의 안전성 정밀 테스트 구현이 가능하다.

[0029] 두번째, 본 발명은 자가 균형 테스트 로봇을 통하여 모션 시뮬레이터 상에서의 탑승자 구동 프로파일을 통한 테스트 구현이 가능하여 반복적 동작 테스트 하에서도 안전 사고 발생 가능성을 완전하게 차단할 수도 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0031] 도 1 및 도 2는 산업계 및 독일사고보험조사 협회에서의 테스트 상태를 도시하는 선도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터의 개략적인 부분 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터의 플레이트부의 개략적인 부분 사시도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터의 개략적인 부분 사시도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터의 개략적인 부분 사시도이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터의 플레이트부의 변형예의 개략적인 부분 사시도이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 제어 모듈의 개략적인 작동 과정의 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 제어 모듈의 블록선도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 플레이트 감지부의 무빙 플레이트 포스 감지부의 개략적인 분해 사시도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 자가 균형 탑승 로봇에 탑재된 자가 균형 테스트 로봇의 개략적인 상태도이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 자가 균형 테스트 로봇의 변형예



의 개략적인 사시도이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 자가 균형 탑승 로봇에 탑재된 자가 균형 테스트 로봇의 개략적인 사시도이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 탑승자의 자가 균형 탑승 로봇에 탑승한 상태와 모션 시뮬레이터에 탑승한 상태의 개략적인 비교도이다.

도 16 및 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 무빙 플레이트부의 개략적인 변형예의 구성도이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치의 모션 시뮬레이터와 모션 시뮬레이터로부터 취득한 탑승자 구동 프로파일이 탑재된 자가 균형 테스트 로봇이 탑재된 자가 균형 탑승 로봇의 기구적 관계를 나타내는 선도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0032] 본 발명의 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)는 탑승자의 거동을 통한 ATD로서의 자가 균형 테스트 로봇(100)의 테스트 구동 프로파일을 산출함으로써, 자가 균형 탑승 로봇(30)의 통합 안전 테스트를 실행하는 구조를 취한다.

[0033] 로봇 내의 장착된 자이로스코프 및 가속도계 센서 등을 이용하여 로봇의 몸체각도가 수평을 유지하도록 제어함으로써 주행하는 자가 균형 탑승 로봇의 경우 탑승자의 무게중심의 이동을 통해 주행을 실시하는데, 자가 균형 탑승로봇은 탑승자의 외란 모멘트에 의해 반응하기 때문에 탑승자의 운동신경에 지배적인 영향을 받게 되고, 이러한 탑승자의 운동 반사를 반영한 시험 평가를 통하여 자가 균형 탑승 로봇의 보다 정확한 성능 내지 안전성 평가가 이루어질 수 있다.

[0034] 따라서, 모션 시뮬레이터를 통하여 탑승자의 운동 반사가 반영된 실험을 실행하고, 얻어진 데이터는 모션 시뮬레이터를 통하여 모션 시뮬레이터를 통하여 탑승자의 운동 반사가 반영된 실험을 실행하고 얻어지는 데이터를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 ATD 구동 프로파일을 생성하여, 이를 자가 균형 탑승 로봇에 탑재되는 자가 균형 테스트 로봇에 적용하여 탑승자 자세 반사 발생 여부를 판단하여 얻어지는 테스트를 통하여 보다 정확한 테스트 실행이 가능하다.

[0035] 본 발명의 모션 시뮬레이터를 통한 이러한 자세 반사 발생 여부를 판단함에 있어 탑승자의 무게중심과 지지면의 몸체 각도 관계 및 근전도 센서를 이용한 근육의 급격한 운동 변화 여부를 감지하고 이를 통하여 자세 반사의 적용 여부를 판단할 수도 있으나, 본 발명의 실시예에서는 발판의 각도 내지 가해지는 압력 힘의 변화로 인한 데이터를 중심으로 설명한다.

[0036] 보다 구체적으로, 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)는 모션 시뮬레이터(10)와, 제어 모듈(20)과, 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함한다.

[0037] 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)의 모션 시뮬레이터(10)를 통하여 감지 확인되는 출력 신호는 제어 모듈(20)로 전달되고, 제어 모듈(20)은 모션 시뮬레이터(10)를 통하여 감지 확인되어 전달받은 신호는 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재 가능한 자가 균형 테스트 로봇(100)에 입력되어 소정의 실제 탑승자의 자세 반사 유형을 고려한 통합 테스트가 실행될 수 있다.

[0038] 즉, 도 15에 도시된 바와 같이, 자가 균형 탑승 로봇에 탑승자가 탑승하여 모든 상황에 대한 테스트가 안전 상의 문제로 이루어지기 쉽지 않으므로, 모션 시뮬레이터 상에 탑승한 탑승자의 자세 반사 등이 고려된 탑승자 구동 프로파일이 모션 시뮬레이터에서 취득되고, 도 18에 도시된 바와 같이 모션 시뮬레이터와 자가 균형 테스트 로봇이 탑재된 자가 균형 탑승 로봇의 좌표 관계가 도시되는데, 이와 같이 취득된 탑승자 구동 프로파일은 자가 균형 테스트 로봇에 탑재되는 자가 균형 테스트 로봇에 탑승자 구동 프로파일이 입력되어 탑승자의 자세 반사 여부가 고려된 보다 정확한 통합 테스트 실행이 가능하다.

[0039] 먼저, 도 4 및 도 7에 도시된 바와 같이 모션 시뮬레이터(10)는 고정 플랫폼(5)과, 운동 플랫폼(4)과, 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)와, 플랫폼 조인트(8)와, 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 픽싱 플레이트(9a)와, 무빙 플레이트부(9b)와, 플레이트 감지부(9c)를 포함한다. 여기서, 픽싱 플레이트(9a)와, 무빙 플레이트부(9b)는 플레이트부(9)로 표현될 수도 있다.

[0040] 도 6에 도시된 바와 같이, 고정 플랫폼(5)은 지면에 안착 배치되는데, 본 실시예에서 고정 플랫폼(5)은 플레

트 구조를 취하나, 고정 플랫폼(5)은 지면에 위치 고정되는 구조를 취할 수도 있는 등, 본 발명의 고정 플랫폼(5)은 이에 국한되지 않고 다양한 변형이 가능하다.

- [0041] 운동 플랫폼(4)은 고정 플랫폼(5)에 이격되어 배치되는 플레이트 구조를 취하는데, 운동 플랫폼(4)은 상대 운동 가능하게 배치된다. 운동 플랫폼(4)과 고정 플랫폼(5) 사이에는 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)가 배치된다. 플랫폼 액츄에이터(6)은 일단이 고정 플랫폼(5)에 연결되고, 플랫폼 액츄에이터(6)은 타단이 운동 플랫폼(4) 측에 연결된다. 이와 같은 플랫폼 액츄에이터(6)의 구조를 취하여, 운동 플랫폼(4)과 고정 플랫폼(5)은 서로 상대 운동 가능하다. 플랫폼 액츄에이터(6)는 각각 운동 플랫폼(4)과 고정 플랫폼(5)과도 상대 운동 가능하게 연결되는데, 플랫폼 액츄에이터(6)은 길이를 따라 신장 수축 가능하다.
- [0042] 즉, 플랫폼 액츄에이터(6)는 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)와 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b)를 포함한다. 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)는 일단이 고정 플랫폼(5)에 소정의 각회동 가능하게 연결되고, 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b)은 일단이 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)의 내부에 수용 배치되고, 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)의 타단에는 플랫폼 조인트(8)를 통하여 운동 플랫폼(4)에 연결 배치된다.
- [0043] 플랫폼 액츄에이터 모터(7)는 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공한다. 플랫폼 액츄에이터 모터(7)는 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)의 내부에 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b)의 일단이 수용 배치되는 구조에 구동력을 제공하여, 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)와 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b) 간의 상대 직선 운동을 가능하게 한다. 본 실시예에서 명시되지는 않았으나, 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)의 내부에 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b) 간의 직선 운동을 위한 별도의 동력 전달 구성요소가 더 구비될 수도 있으나, 본 발명에서 동력 전달 구성요소의 구체적 설명은 생략한다. 본 실시예에서 플랫폼 액츄에이터 베이스(6a)의 내부에 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b)의 상대 운동을 위한 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)는 전기 모터로 구현되었으나, 경우에 따라 유압 모터 구조조로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0044] 플랫폼 조인트(8)은 운동 플랫폼(4)과 플랫폼 액츄에이터(6)를 연결한다. 플랫폼 조인트(8)은 플랫폼 액츄에이터(6)의 개수만큼 배치된다. 플랫폼 조인트(8)를 통하여 운동 플랫폼(4)과 플랫폼 액츄에이터 익스텐션(6b)과의 사이에 원활한 상대 운동을 가능하게 한다.
- [0045] 본 발명의 일실시예에 따른 모션 시뮬레이터(10)는 통상적인 시뮬레이터로 Gough-Stewart platform 구조를 기본 구성으로 취하나, 본 발명은 일반적인 시뮬레이터의 구성에 국한되지 않고, 자가 균형 탑승 로봇(30)의 탑승자 시뮬레이션을 보다 정확하게 구현하여 탑승자의 탑승 구동 프로파일을 취득하여, 탑승자의 거동을 모사하는 ATD로서의 자가 균형 테스트 로봇(100)의 반사 거동을 반영 가능하게 하는 구성을 필수적으로 취한다.
- [0046] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 모션 시뮬레이터(10)의 플레이트부(9)는 픽싱 플레이트(9a)와 무빙 플레이트부(9b)를 포함한다. 픽싱 플레이트(9a)는 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착된다. 본 실시예에서 픽싱 플레이트(9a)는 운동 플랫폼(4)과 별도의 구성요소로 기술되었으나, 픽싱 플레이트(9a)와 운동 플랫폼(4)은 일체 구성을 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0047] 무빙 플레이트부(9b)는 픽싱 플레이트(9a)에 일축 회동 가능하게 장착된다. 플레이트 감지부(9c)는 적어도 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 포함하여 무빙 플레이트부(9b)의 위치 내지 틸팅 각도 내지 3축 직선 위치 정보 및 3축 각 위치 정보를 포함하는 관성 정보를 감지할 수도 있다.
- [0048] 본 발명의 일실시예에 따른 제어 모듈(20)은 적어도 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 검출하여 저장하고, 저장한 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )의 시뮬레이션 탑승 구동 프로파일을 캐스캐이드 PID 내지 위시아웃 필터(wash out filter)를 통하여 신호 처리함으로써 실질 주행 노면 프로파일과의 이질감을 제거 내지 완화시키며 시뮬레이터 탑승자의 보다 정확한 자세 반사 상태 모사를 구현 가능하게 할 수도 있다.
- [0049] 자가 균형 테스트 로봇(100)은 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되고 제어 모듈(20)로부터 적어도 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 입력받는다. 즉, 자세 반사 상태의 유무 여부에 따른 각각의 테스트 상태를 보다 정확하게 모사하여 취득한 탑승자의 반사 동작에 따른 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재한 자가 균형 테스트 로봇(100)에서 구현하도록 제어 모듈(20)은 자가 균형 테스트 로봇(100)에 신호 내지 데이터 전달을 실행할 수도 있다.
- [0050] 경우에 따라, 별도의 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되는 자가 균형 테스트 로봇(100)을 통하여 테스트가 배제되고, 모션 시뮬레이터 상에서의 자가 균형 탑승 로봇(30)의 평형 제어 모듈의 통합 테스트 구현이 이루어질 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

- [0051] 보다 구체적으로, 모션 시뮬레이터(10)의 무빙 플레이트부(9b)는 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 무빙 플레이트(95b)를 포함하고, 경우에 따라 무빙 플레이트 바(97b)를 더 구비할 수도 있다.
- [0052] 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)는 픽싱 플레이트(9a)에 고정 장착된다. 무빙 플레이트 샤프트(93b)는 무빙 플레이트 축 홀더(91c)에 회동 가능하게 배치된다.
- [0053] 무빙 플레이트(95b)는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와 연결되는데, 무빙 플레이트(95b)는 무빙 플레이트 샤프트(93b)에 연결되어 픽싱 플레이트(9a)에 축 회동 가능하게 배치된다.
- [0054] 이와 같은 구성을 통하여 무빙 플레이트부(9b)의 무빙 플레이트(95b)는 운동 플랫폼(4) 내지 픽싱 플레이트(9a)에 대하여 상대 운동 가능한 구조를 취한다.
- [0055] 경우에 따라, 무빙 플레이트 바(97b)가 더 구비될 수도 있는데, 무빙 플레이트 바(97b)는 일단이 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 위치 고정되어 배치된다.
- [0056] 시뮬레이터 탑승자가 주행 모사 상태를 주행 여부 컨트롤을 실행시키도록 하는 주행 바아의 기능을 수행한다.
- [0057] 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)의 모션 시뮬레이터(10)의 플레이트 감지부(9c)는 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)를 포함할 수도 있다. 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)는 무빙 플레이트 샤프트(93b)의 축 회동 각도를 감지한다. 무빙 플레이트 앵글 감지부(91c)는 별도의 앵글 센서로 구현될 수도 있고, 경우에 따라 무빙 플레이트에 무빙 플레이트 구동부가 연결되는 경우 무빙 플레이트 구동부의 축회동 값이 센싱 값으로 활용될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.
- [0058] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)의 모션 시뮬레이터(10)의 플레이트 감지부(9c)는 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)를 포함할 수도 있다. 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는 무빙 플레이트(95b)의 일면 상에 배치되어 테스트 탑승자에 의하여 가해지는 힘을 감지하는데, 이러한 감지되는 힘의 값은 모멘트의 감지 신호로 활용되어 자가 균형 탑승 로봇에 가해지는 탑승자에 의한 외란 데이터로 활용될 수 있다. 특히, 자세 반사가 작용되는 경우 또는 반대로 자세 반사가 작용되지 않는 경우에 따른 탑승자에 의한 모멘트 변화가 반영된 보다 정확한 통합 테스트 구현을 가능하게 할 수도 있다.
- [0059] 본 발명의 일실시예에 따른 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는 로드셀 타입으로 구현될 수 있는데, 본 발명의 일실시예에 따른 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는 포스 로워 플레이트(931c)와, 포스 어퍼 플레이트(933c)와, 포스 로드셀(935c)을 포함한다. 포스 로워 플레이트(931c)는 무빙 플레이트(95b)의 배치되고, 포스 어퍼 플레이트(933c)는 로워 플레이트(931c)와 이격 배치되고, 포스 로드셀(935c)은 포스 로워 플레이트(931c)와 포스 어퍼 플레이트(933c)의 사이에 접촉 배치되는데, 포스 로드셀(935c)의 압압 내지 가해지는 힘에 따라 변화된 전기적 신호를 형성하여 COP(Center of Pressure)를 통한 시뮬레이터 탑승자에 의한 외란 데이터 산출이 가능하다. 즉, 본 실시예에 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)는 두 개가 발판 위치에 배치되고, 각각의 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)에는 총 4개의 포스 로드셀(935c)이 배치되는데, 이들 포스 로드셀(935c)의 위치 및 이에 가해지는 힘을 오른쪽과 왼쪽 각각  $x_1, x_2, x_3, x_4/x_5, x_6, x_7, x_8$  및  $F_1, F_2, F_3, F_4/F_5, F_6, F_7, F_8$ 라 할 때, 좌우 각각의 무빙 플레이트 포스 감지부(93c)에 대한 COP는 다음과 같이 산출된다.

[0060] 
$$COP_{x,R} = \frac{F_1x_1 + F_2x_2 + F_3x_3 + F_4x_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}$$

[0061] 
$$COP_{x,L} = \frac{F_5x_5 + F_6x_6 + F_7x_7 + F_8x_8}{F_5 + F_6 + F_7 + F_8}$$

[0062] 이와 같은 경우에 대응하는 탑승자에 의한 외란 모멘트는 다음과 같이 산출된다.

[0063] 
$$M = COP_x \cdot m \cdot g$$

[0064] 여기서, m은 탑승자의 질량을 나타낸다.

[0065] 이와 같은 탑승자에 의한 외란 모멘트로부터 이를 자가 균형 탑승 로봇에 탑재되는 자가 균형 테스트 로봇(10)에 적용시키는 경우, 자가 균형 테스트 로봇의 자체 무게와 더불어 가동 가능하게 배치되는 가동 웨이트의 질량을 고려하여 상응하는 외란 모멘트 형성을 위한 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판에 대한 각도 내지 ATD로서의

자가 균형 테스트 로봇(100)의 발판 대비 탑재 각도 등이 산출되어 이를 통한 자세 반사 반영 유무에 따른 자가 균형 탑승 로봇의 통합 테스트 구현이 가능하다.

- [0066] 이와 같은 소정의 연산 과정을 위하여 제어 모듈(20)은 제어 모듈 연산부(25)를 더 구비할 수도 있고, 경우에 따라 제어 모듈 제어부(21)가 통합 신호 처리하는 구성을 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.
- [0067] 한편, 본 발명의 모션 시뮬레이터(10)의 플레이트 감지부(9c)는 자가 균형 탑승 로봇(30)의 평형 제어 모사를 위한 감지 데이터의 수집을 위한 구성요소를 더 구비할 수 있다. 즉, 본 발명의 모션 시뮬레이터(10)의 플레이트 감지부(9c)는 무빙 플레이트 관성 감지부(95c)를 포함할 수 있는데, 이는 무빙 플레이트에 대한 관성 정보, 예를 들어, 무빙 플레이트(95b)의 x,y,z 위치 정보 및 yaw,pitch, roll의 각위치 정보를 포함하는 관성 정보의 감지 수집을 통하여 모션 시뮬레이터(10)에 탑승한 시뮬레이터 탑승자가 탑승한 무빙 플레이트가 모사되는 자가 균형 탑승 로봇의 발판처럼 안정적인 평형 제어를 수행하도록 할 수 있다.
- [0069] 본 실시예에서의 무빙 플레이트부(9b)는 상기한 바와 같이 무빙 플레이트 샤프트 홀더(91b)와, 무빙 플레이트 샤프트(93b)와, 무빙 플레이트(95b)와, 무빙 플레이트 바(97b)를 구비하는 패시브 타입을 중심으로 기술되었으나, 경우에 따라 액티브 타입으로 구현될 수도 있다. 즉, 무빙 플레이트부(9b)는 상기 구성외의 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b, 도 8 참조)를 더 포함할 수도 있는데, 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)는 무빙 플레이트 샤프트(93b)와 연결되어 제어 모듈(20)의 구동 제어를 통하여 발판으로서의 무빙 플레이트의 직접적인 구동을 통한 각도 조절을 실행하는 구성을 취할 수도 있다.
- [0070] 이와 같은 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)는 구현 예에 따라서 다양한 변형이 가능한데, 무빙 플레이트(95b)가 두 개가 구비되고, 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)도 두 개가 구비되는 구성을 취할 수도 있고, 무빙 플레이트(95b)가 두 개가 구비되고, 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)도 각각 한개씩 구비되는 구성을 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다(도 16 및 도 17 참조).
- [0071] 한편, 본 발명에 따른 제어 모듈(20)은 제어 모듈 제어부(21)와 제어 모듈 저장부(23)를 포함할 수 있는데, 제어 모듈 제어부(21)는 사전 설정된 노면 프로파일을 제공하도록 플랫폼 액추에이터 모터(7)에 시뮬레이터 구동 제어 신호를 인가할 수 있고, 적어도 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 수신할 수 있다.
- [0072] 여기서, 모사된 노면 프로파일은 실제 자가 균형 탑승 로봇이 테스트될 노면의 모사된 데이터로서, 본 실시예에서는 자가 균형 탑승로봇의 한쪽 바퀴가 버퍼범프(Speed bump)를 지나가는 주행 상황에 대하여 앞서 기술한 바와 같이 플레이트 감지부(9c)는 적어도 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 포함하여 무빙 플레이트부(9b)의 위치 내지 틸팅 각도 내지 3축 직선 위치 정보 및 3축 각 위치 정보를 포함하는 관성 정보를 감지할 수도 있어, 예를 들어 3축 각도, 각속도, 가속도의 측정이 가능한 IMU(Inertial Measurement Unit)를 사용하여 회전 운동에 해당하는 3-axis angle(roll-pitch-yaw), angular velocity 그리고 직선운동에 해당하는 3-axis acceleration이 측정될 수 있고, 관성 정보로부터 회전 운동에 해당하는 3-axis angle(roll-pitch-yaw), angular velocity 그리고 직선운동에 해당하는 3-axis acceleration이 측정될 수도 있다.
- [0074] 또한, 제어 모듈 저장부(23)는 제어 모듈 제어부(21)와 전기적 소통일 가능하고, 적어도 축회동 틸팅각( $\theta_a$ )을 저장하고 본 발명의 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1)에 관련된 다양한 사전 설정 데이터를 사전 설정 저장할 수도 있다.
- [0076] 또 한편, 앞서 기술한 바와 같이, 제어 모듈(20)은 포스 로드셀(935c)로부터 감지 입력되는 무빙 플레이트 포스 감지 신호를 이용하여 COP(Center of Pressure)로부터 테스트 탑승자로 유발되는 탑승자 외란 모멘트를 산출 이용할 수 있다. 상기한 바와 같이 이와 같은 산출된 COP를 통하여 외란 모멘트를 산출하고, 자가 균형 테스트 로봇(100)의 가동 웨이트의 위치를 변화시켜 궁극적으로 자가 균형 탑승 로봇의 발판의 각도 내지 자가 균형 탑승 로봇에 탑재된 자가 균형 테스트 로봇(100)의 상대 각도를 조정하여 범프 등과 같은 소정의 외적 외란 상황에서의 사람과 같은 내적 외란이 수반 내지 비수반되는 상태에서의 거동 모사 적용을 통한 보다 정확한 테스트 구현이 가능하다.
- [0077] 또 한편, 경우에 따라 제어 모듈 제어부(21)는 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)과, 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)과, 역기구학 모듈(215)과, 플랫폼 액추에이터 제어 모듈(211)을 포함한다.
- [0078] 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)은 플랫폼 액추에이터 모터(7)의 구동을 제어하여 노면 시뮬레이션 프로파일을 제공한다.

[0079] 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)는 무빙 플레이트(95b)의 평형 상태를 유지하는데, 이는 개별 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되는 평형 제어기가 탑재되는 구성을 취한다.

[0080] 역기구학 모듈(215)은 플랫폼 프로파일 제공 모듈(211)과 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)을 통하여 무빙 플레이트의 좌표 정보로부터 플랫폼 액추에이터의 길이를 산출하는 역기구학 과정을 실행한다.

[0081] 본 실시예에서 역기구학은 무빙 플레이트의 위치와 방위가 주어졌을 때, 각 플랫폼 액추에이터의 길이를 구하는 벡터계산에 의해 유도될 수도 있다. BP, 즉 고정 플랫폼(5)의 기준 좌표계를 B(X-Y-Z), MP, 즉 운동 플랫폼(4)의 기준 좌표계를 M(x-yz)라 할 때, 고정 플랫폼(5)의 플랫폼 액추에이터와의 연결 조인트 위치  $B_i$ 를 나타내며 운동 플랫폼과의 액추에이터 연결 조인트 위치  ${}^M M_i$ 로 나타낼 경우, 운동 플랫폼의 좌표계(M)로부터 고정 플랫폼의 베이스 좌표계로의 좌표변환은 위치벡터 P와 베이스 좌표계의 각축에 대하여  $\alpha, \beta, \gamma$  (roll, pitch, yaw) 만큼 회전 변환하여 얻어지는 변환행렬  ${}^B R_M$ 으로 나타낼 수 있고, i번째 플랫폼 액추에이터에 대한 vector-loop 식은 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$L_i = {}^B R_M {}^M M_i + P - B_i$$

[0083] 여기서, 구동 액추에이터의 길이는  $\|L_i\|_2$ 로 계산된다.

[0085] 플랫폼 액추에이터 제어 모듈(211)은 플랫폼 액추에이터의 길이(Li)를 제어하도록 플랫폼 액추에이터 모터(7)의 구동을 제어하는데, 이를 통하여 실제 자가 균형 탑승 로봇(30)이 주행하게될 실제 노면 상태를 모사하는 노면 시뮬레이션 실행을 제어한다.

[0087] 또한, 앞서 기술한 바와 같이, 모션 시뮬레이터의 무빙 플레이트가 액티브 타입으로 구현되어 무빙 플레이트 샤프트(93b)와 연결되는 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)가 포함되는 경우, 제어 모듈 제어부(21)는 무빙 플레이트(95b)의 상태를 유지하도록 무빙 플레이트 샤프트 구동부(99b)를 제어하는 무빙 플레이트 샤프트 구동 제어 모듈(217)을 더 구비할 수도 있다. 다만, 이러한 구성은 자가 균형 탑승 로봇(30)의 평형 제어를 위한 무빙 플레이트 평형 제어 모듈(213)과의 제어 영역 중첩 구성이 발생할 수도 있으므로, 설계 사양에 따라 선택 내지 배제 구성을 취할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0088] 또 한편, 본 발명의 자가 균형 테스트 로봇(100)은 테스트의 환경 내지 설계 사양에 따라 다양한 선택이 가능하다. 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 테스트 로봇(100)은 가동 웨이트 샤프트(110s)와, 가동 웨이트(120)와, 가동 웨이트 구동부(130)와, 모멘트 측정센서(140)를 포함한다.

[0089] 도 12에 도시된 바와 같이, 가동 웨이트 샤프트(110s)는 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판 일면 상에 수직 장착되는데, 가동 웨이트(120)가 가동 웨이트 샤프트(31)의 길이를 따라 배치 가능하다. 가동 웨이트(120)는 탑승자를 모사하는 형태의 질량체로 구현되고, 가동 우웨이트(120)는 가동 웨이트 샤프트(110s)의 길이를 따라 위치 조정 가능하고 질량체의 크기도 조정 가능한 구성을 취하여, 탑승자가 성인인 경우, 청소년인 경우 등의 다양한 환경에 따른 통합 테스트 실행을 가능하게 할 수도 있다.

[0090] 또한, 가동 웨이트 구동부(130)는 가동 웨이트 샤프트(110s)의 일단에 연결되어 가동 웨이트 샤프트(110s)에 회동력을 제공함으로써, 가동 웨이트(120)에 의한 외란, 즉 탑승자에 의한 외란 효과를 제공하도록 할 수도 있다. 또한, 모멘트 측정센서(140)는 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 자가 균형 탑승 로봇의 모멘트 변화를 측정하기 위해 가동 웨이트 샤프트(110s) 내지 자가 균형 탑승 로봇의 발판에 배치될 수 있다.

[0091] 앞선 실시예에서는 단순한 로드 및 매스 타입의 자가 균형 테스트 로봇으로 구현되어 질량체로서의 가동 웨이트의 가동 범위가 제한적인 경우를 기술하였으나, 경우에 따라 자가 균형 테스트 로봇은 가동 웨이트가 슬라이딩 동작을 이루는 구성을 취할 수도 있다.

[0092] 즉, 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 자가 균형 테스트 로봇(100)의 변형예는 베이스 프레임(110)과, 가동 웨이트(120)와, 가동 웨이트 구동부(130)와, 모멘트 측정센서(140)를 포함한다.

[0093] 베이스 프레임(110)은 자가 균형 로봇(30)의 발판에 안착될 수 있고, 가동 웨이트(120)는 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판에 편심된 하중을 가할 수 있도록 베이스 프레임(110)에 가동 가능하게 배치되고, 가동 웨이트 구동

부(130)는 베이스 프레임(110)에 배치되어 가동 웨이트(120)를 베이스 프레임(110)에 대해 움직이도록 하는 구동력을 제공하고, 모멘트 측정센서(140)는 가동 웨이트의 움직임에 따른 자가 균형 탑승 로봇(30)의 모멘트 변화를 측정하기 위해 베이스 프레임(100)에 배치된다.

- [0094] 이와 같은 가동 웨이트 구동부(130)는 슬라이드 가이드 방식 구조의 가이드 레일과 전기 모터로 구현되고 가동 슬라이더 구동기를 통하여 앞서 모션 시뮬레이터에서 취득한 탑승자의 자세 반사가 포함되거나 포함되지 않은 탑승자 구동 프로파일을 입력받아, 이를 모션 시뮬레이터에서 모사되었던 모사 노면 프로파일에 대응하는 실제 노면 상에서 자가 균형 탑승 로봇(30)이 주행하는 경우 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재된 자가 균형 테스트 로봇(100)의 가동 웨이트 구동부(130)의 조절을 통한 가동 웨이트의 위치 변화로 실제 탑승자가 탑승한 것과 같은 자세 반사 포함 유/무에 따른 탑승자 거동이 적용된 경우의, 자기 균형 탑승 로봇(30)의 평형 제어를 테스트하여 보다 정확한 안정성 유무 검증을 이룰 수도 있다.
- [0095] 보다 구체적으로,
- [0096] 베이스 프레임(110)은 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33) 위에 쓰러지지 않게 안정적으로 놓이는 부분으로 발판(33)에 안착될 수 있는 한 쌍의 레그부(111)를 구비한다. 한 쌍의 레그부(111)는 상호 이격되도록 배치되며, 발판(33) 위에 안정적으로 놓일 수 있도록 발판(33)에 접하는 평평한 하면을 구비할 수 있다. 베이스 프레임(110)은 한 쌍의 레그부(111)가 자가 균형 탑승 로봇(30)에 구비된 한 쌍의 발판(33)에 안착됨으로써 자가 균형 탑승 로봇(30)에 안정적으로 탑재될 수 있다.
- [0097] 베이스 프레임(110)은 도시된 구조 이외에, 가동 웨이트(120)와, 가동 웨이트 구동부(130)와, 모멘트 측정센서(140)가 구비될 수 있는데, 경우에 따라 자이로센서(미도시) 및 핸들바 조작부(160)가 구비될 수도 있다. 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33) 위에 안정적으로 놓일 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0098] 가동 웨이트(120)는 한 쌍의 레그부(111)를 통해 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33)에 편심된 하중을 가할 수 있도록 베이스 프레임(110)에 가동적으로 지지된다. 가동 웨이트(120)는 가동 웨이트 구동부(130)에 장착되어 가동 웨이트 구동부(130)에 의해 움직일 수 있다. 가동 웨이트(120)는 베이스 프레임(110)을 통해 자가 균형 탑승 로봇(30)에 하중을 제공할 수 있는 다양한 형태로 마련될 수 있다.
- [0099] 가동 웨이트 구동부(130)는 베이스 프레임(110)에 배치되어 가동 웨이트(120)를 베이스 프레임(110)에 대해 움직일 수 있다. 가동 웨이트 구동부(130)는 가동 웨이트(120)가 탑재되는 가동 슬라이더(131)와, 가동 슬라이더(131)를 직선 이동하도록 가이드하는 가이드 레일(132)과, 가동 슬라이더(131)와 연결되어 가동 슬라이더(131)에 가이드 레일(132)을 따라 이동할 수 있는 이동력을 제공하는 가동 슬라이더 구동기(133)를 포함한다. 가이드 레일(132)은 자가 균형 탑승 로봇(30)의 전후 방향으로 연장되도록 베이스 프레임(110)에 지면과 평행하게 배치된다. 가이드 레일(132)은 가동 슬라이더(131)를 자가 균형 탑승 로봇(30)의 전후 방향으로 가이드할 수 있다.
- [0100] 가동 슬라이더 구동기(133)가 가동 슬라이더(131)를 가이드 레일(132)을 따라 슬라이드 이동시킴으로써 베이스 프레임(110) 상에서 가동 웨이트(120)의 위치가 변하게 된다. 그리고 가동 웨이트(120)의 위치 변화에 따라 자가 균형 차량의 시험장치(100)의 모멘트 암 길이가 변하게 되며, 베이스 프레임(110)을 통해 편심된 하중이 자가 균형 탑승 로봇(30)에 인가될 수 있다. 가동 웨이트(120)가 베이스 프레임(110)의 무게중심점에 대응하는 위치에 놓일 때, 베이스 프레임(110)을 통해 편심되는 얇은 균일한 하중이 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33)에 인가될 수 있다. 이때, 자가 균형 탑승 로봇(30)은 정지된 상태를 유지할 수 있다. 반면, 가동 웨이트(120)가 베이스 프레임(110)의 무게중심점에서 전방으로 치우쳐 위치하면 베이스 프레임(110)을 통해 전방 측으로 편심된 하중이 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33)에 인가될 수 있다. 이때, 자가 균형 탑승 로봇(30)이 주행할 수 있다. 그리고 가동 웨이트(120)가 베이스 프레임(110)의 무게중심점에서 후방으로 치우쳐 위치하면 베이스 프레임(110)을 통해 후방 측으로 편심된 하중이 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33)에 인가될 수 있다.
- [0101] 이와 같이, 가동 웨이트 구동부(130)에 의한 가동 웨이트(120)의 움직임을 통해 자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑승한 탑승자가 발생시키는 외란 모멘트와 같은 모멘트를 발생시킬 수 있으며, 이를 통해 자가 균형 탑승 로봇(30)을 작동시킬 수 있다.
- [0102] 가동 웨이트 구동부(130)를 구성하는 가동 슬라이더(131)나, 가이드 레일(132), 가동 슬라이더 구동기(133)는 도시된 구조 이외의 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 도면에는 가동 웨이트 구동부(130)가 베이스 프레임(110)의 상면에 배치되는 것으로 나타냈으나, 가동 웨이트 구동부(130)의 설치 위치도 다양하게 변경될 수 있다.
- [0103] 모멘트 측정센서(140)는 베이스 프레임(110)에 배치되어 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 자가 균형 탑승 로

봇(30)의 모멘트 변화를 측정한다. 모멘트 측정센서(140)는 베이스 프레임(110)에 지면과 평행하게 배치되는 센서 베이스(141)와, 센서 베이스(141)의 일면에 상호 이격되도록 배치되는 네 개의 로드셀(142)를 포함한다. 이들 복수의 로드셀(142)은 센서 베이스(141)의 일면 상에서의 하중 분포를 검출할 수 있도록 센서 베이스(141)의 일면에 전후좌우 점대칭으로 배치될 수 있다. 복수의 로드셀(142)에서 검출되는 하중을 이용함으로써 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 편심 하중의 크기나, 자가 균형 탑승 로봇(30)의 모멘트 변화를 검출할 수 있다.

[0104] 모멘트 측정센서(140)는 도시된 것과 같이, 베이스 프레임(110)의 중간에 배치되는 센서 베이스(141)의 일면에 네 개의 로드셀(142)이 점대칭으로 배치되는 구조 이외에, 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 변형예로서, 모멘트 측정센서(140)에 구비되는 로드셀(142)의 개수나 배치 구조, 센서 베이스(141)의 설치 위치 등은 다양하게 변경될 수 있다.

[0105] 자이로센서(150)는 베이스 프레임(110)의 일측에 배치되어 가동 웨이트(120)의 움직임에 따른 자가 균형 탑승 로봇(30)의 기울기 변화를 측정한다. 가동 웨이트(120)의 움직임에 따라 자가 균형 탑승 로봇(30)의 발판(33)에 편심 하중이 가해질 때, 차량 바디(11)가 지면에 대해 기울어질 수 있다. 이때, 차량 바디(11) 상에 배치되는 베이스 프레임(110)도 차량 바디(11)와 함께 기울어지게 되므로, 베이스 프레임(110)에 배치되는 자이로센서(150)를 통해 차량 바디(11)의 기울기 변화 측정이 가능하다. 자이로센서(150)의 설치 위치나 설치 개수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0109] 이상, 본 발명을 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 오히려 첨부된 청구범위의 사상 및 범위를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

- [0111] 10...자가 균형 통합 테스트 장치
- 20...제어 모듈
- 30...자가 균형 탑승 로봇
- 100...자가 균형 테스트 로봇

**도면**

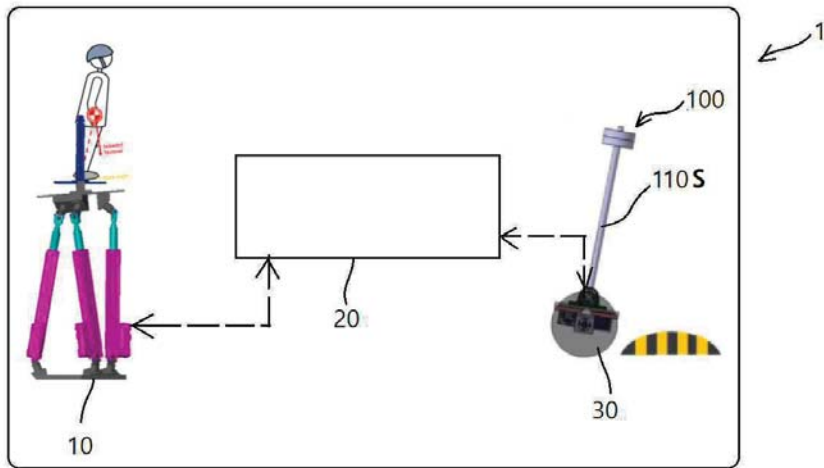
**도면1**



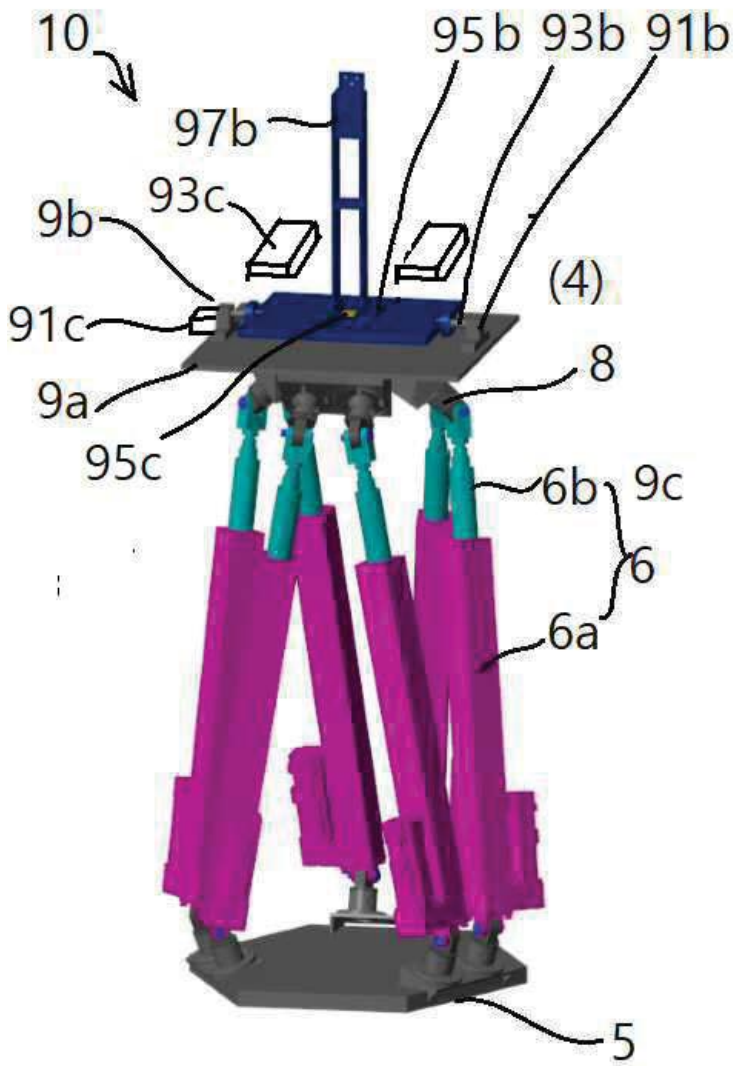
**도면2**



도면3

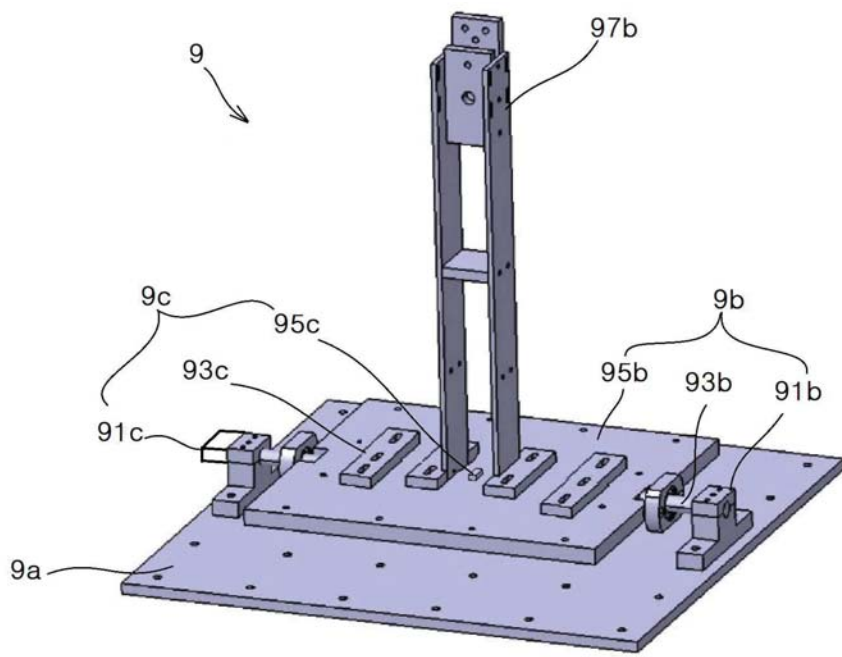


도면4

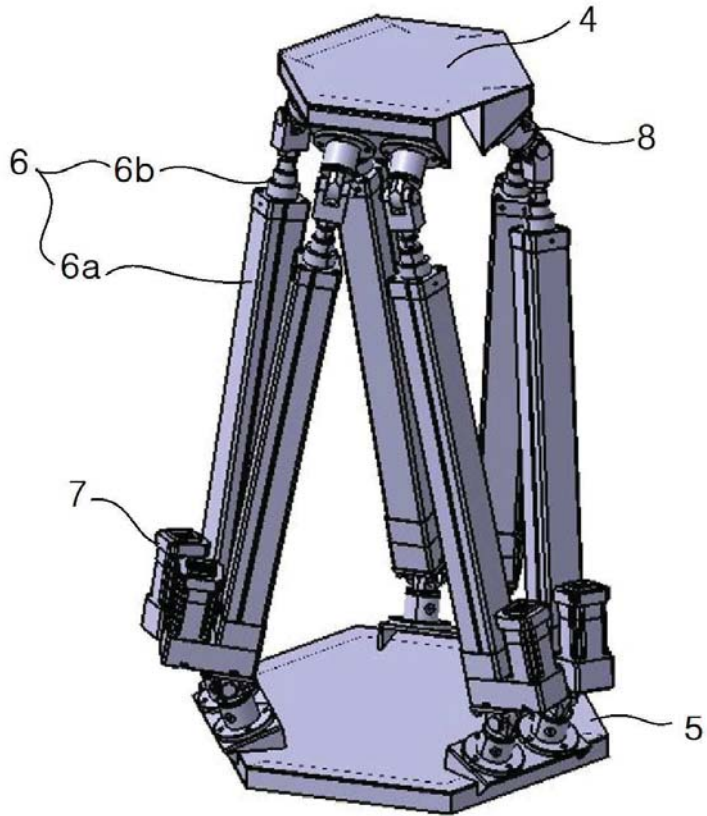




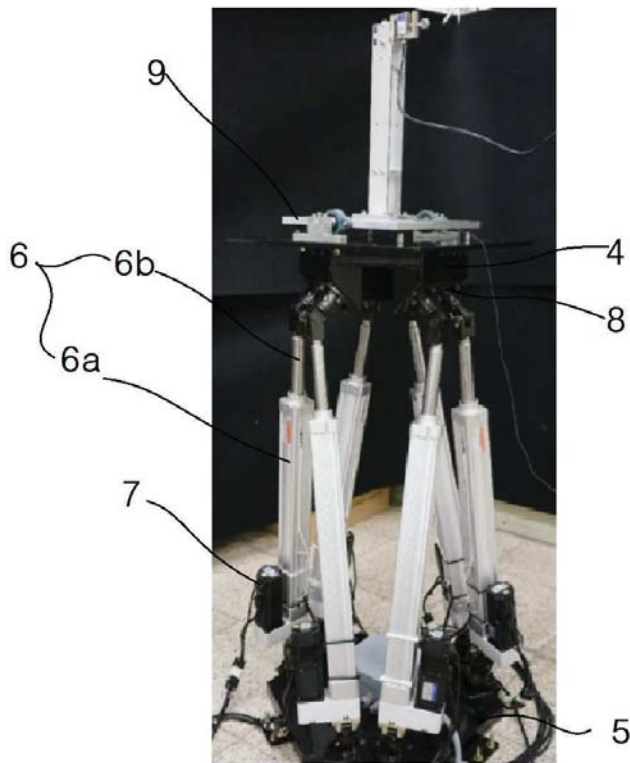
도면5



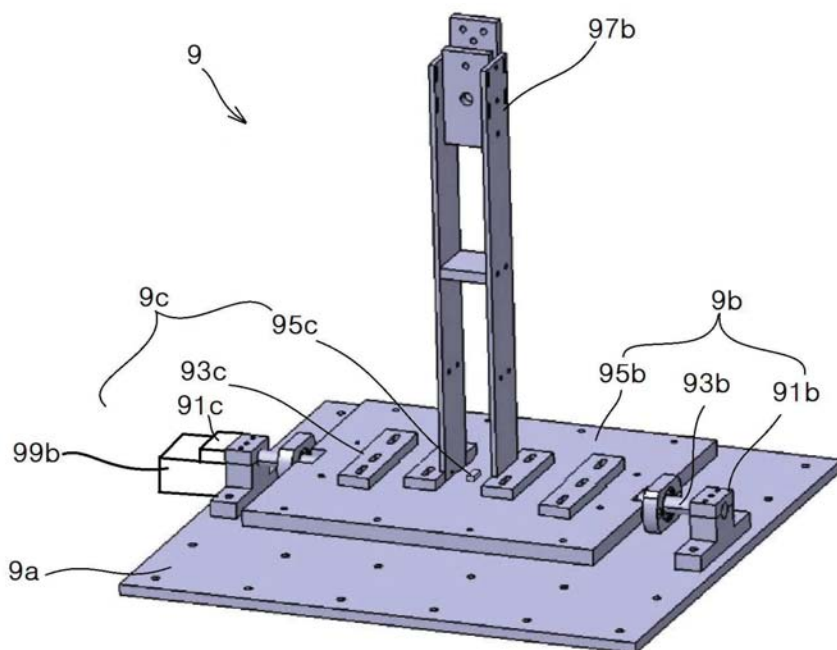
도면6



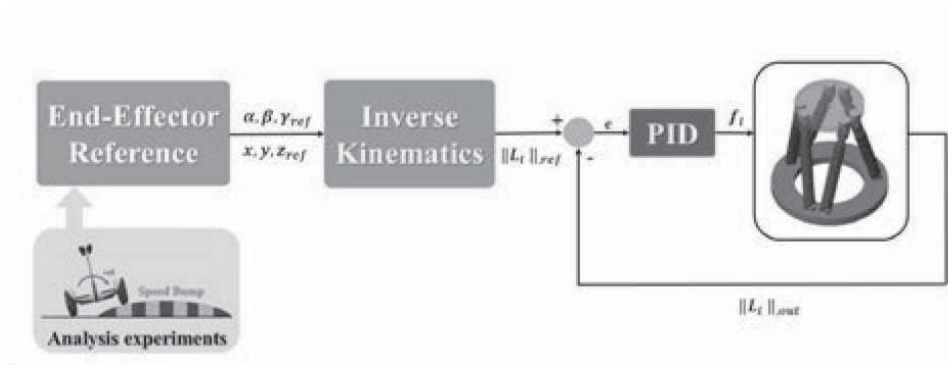
도면7



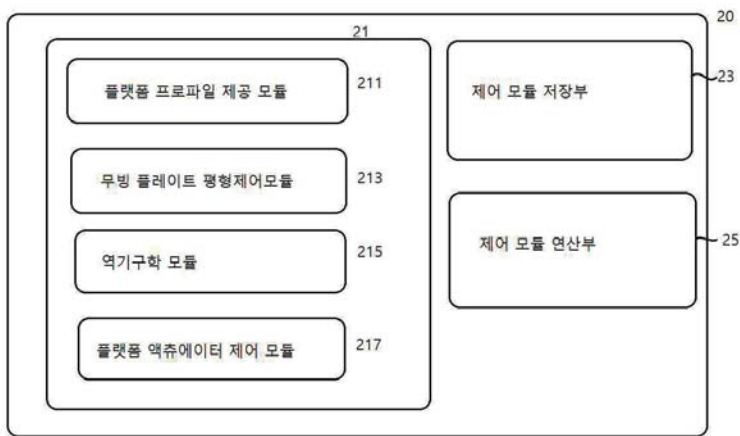
도면8



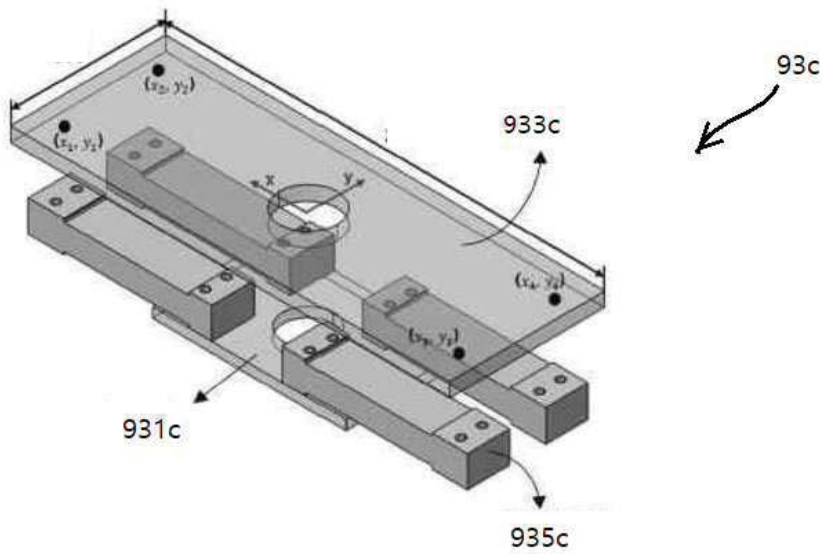
도면9



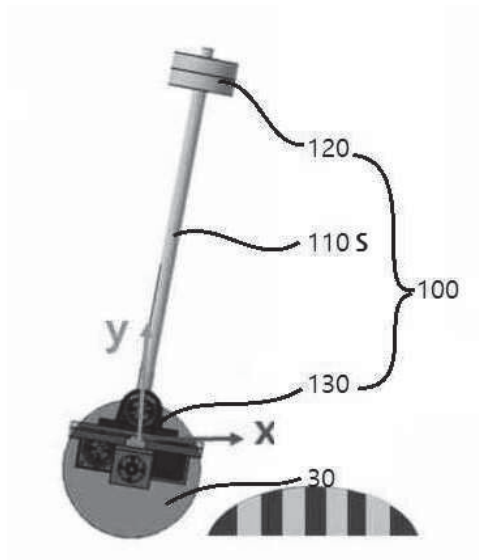
도면10



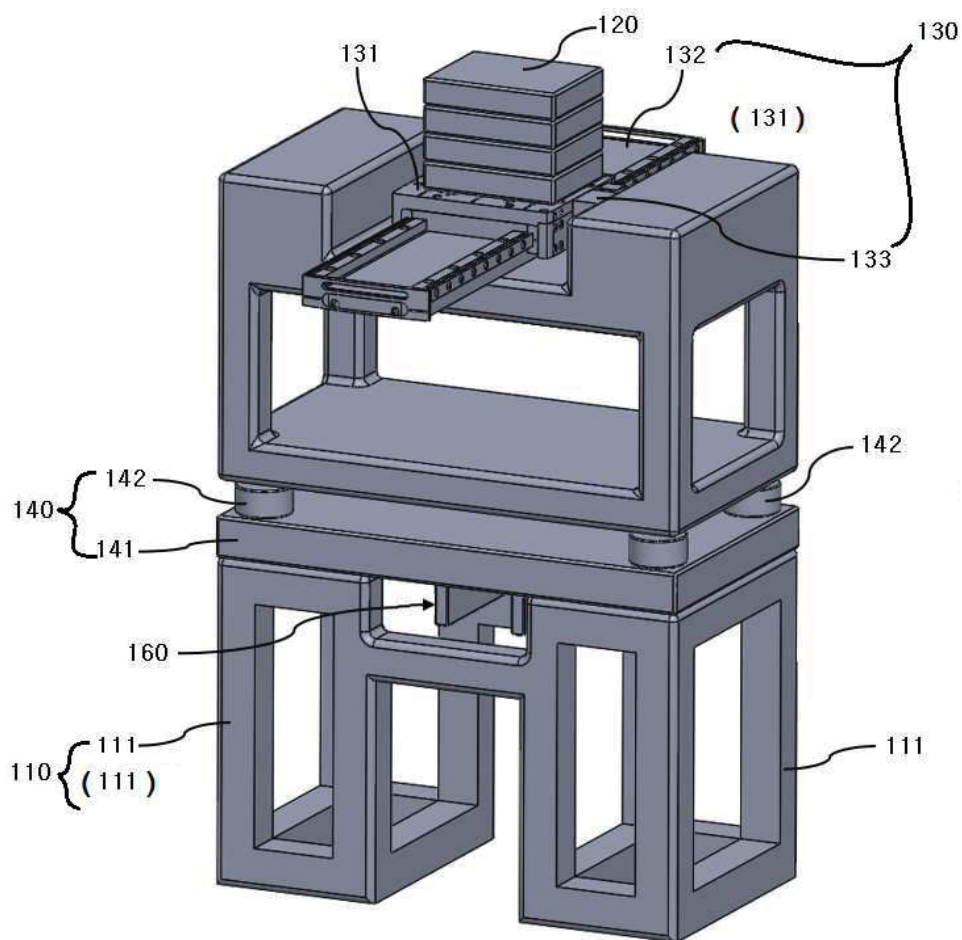
도면11



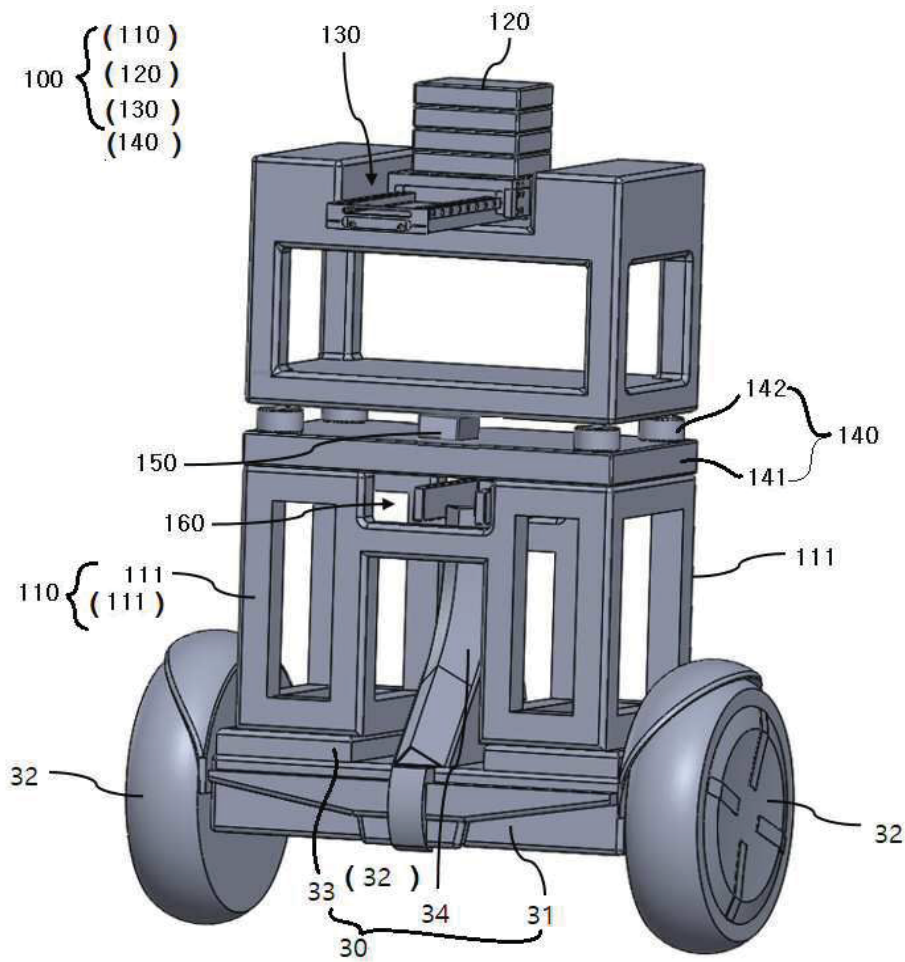
도면12



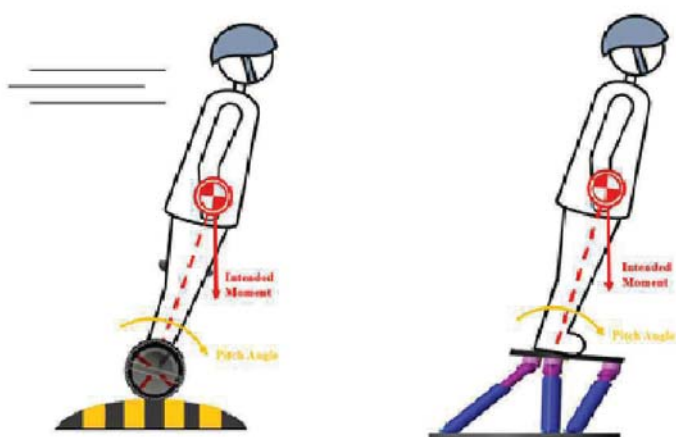
도면13



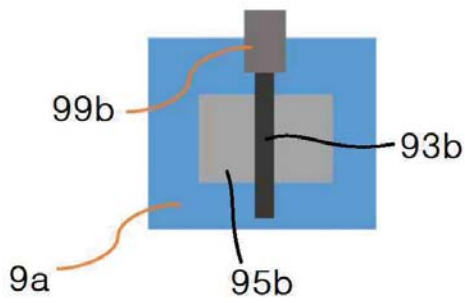
도면14



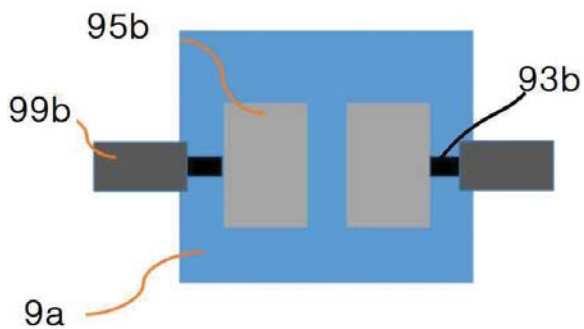
도면15



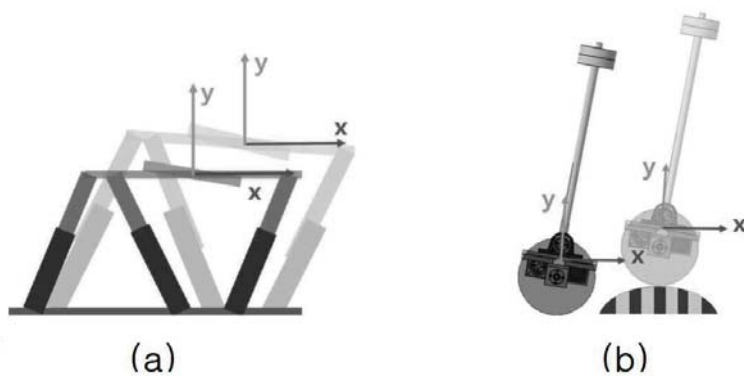
도면16



도면17



도면18



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

지면에 안착 배치되는 고정 플랫폼(5)과, 상기 고정 플랫폼(5)에 이격되어 상대 운동 가능하게 배치되는 운동 플랫폼(4)과, 일단은 상기 고정 플랫폼(5)에 그리고 타단은 상기 운동 플랫폼(4) 측에 상대 운동 가능하게 연결되고 길이를 따라 신장 수축 가능한 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)와, 상기 운동 플랫폼(4)과 상기 플랫폼 액츄에이터(6)를 연결하는 플랫폼 조인트(8)와, 상기 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 상기 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착되는 픽싱 플레이트(9a)와, 상기 픽싱 플

레이트(9a)에 일축 회동 가능하게 장착되는 무빙 플레이트부(9b)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 감지하는 플레이트 감지부(9c)를 포함하는 모션 시뮬레이터(10)와,

적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 검출하여 저장하는 제어 모듈(20)과,

자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되고 상기 제어 모듈(20)로부터 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 입력받는 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).

**【변경후】**

지면에 안착 배치되는 고정 플랫폼(5)과, 상기 고정 플랫폼(5)에 이격되어 상대 운동 가능하게 배치되는 운동 플랫폼(4)과, 일단은 상기 고정 플랫폼(5)에 그리고 타단은 상기 운동 플랫폼(4) 측에 상대 운동 가능하게 연결되고 길이를 따라 신장 수축 가능한 복수 개의 플랫폼 액츄에이터(6)와, 상기 운동 플랫폼(4)과 상기 플랫폼 액츄에이터(6)를 연결하는 플랫폼 조인트(8)와, 상기 플랫폼 액츄에이터(6)에 신장 수축 구동력을 제공하는 플랫폼 액츄에이터 모터(7)와, 상기 운동 플랫폼(4)의 일면 상에 고정 장착되는 픽싱 플레이트(9a)와, 상기 픽싱 플레이트(9a)에 일축 회동 가능하게 장착되는 무빙 플레이트부(9b)와, 적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 감지하는 플레이트 감지부(9c)를 포함하는 모션 시뮬레이터(10)와,

적어도 상기 무빙 플레이트부(9b)의 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 검출하여 저장하는 제어 모듈(20)과,

자가 균형 탑승 로봇(30)에 탑재되고 상기 제어 모듈(20)로부터 적어도 상기 축회동 틸팅각( $\theta a$ )을 입력받는 자가 균형 테스트 로봇(100)를 포함하는 자가 균형 탑승 로봇 통합 테스트 장치(1).