



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월20일  
(11) 등록번호 10-2457384  
(24) 등록일자 2022년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B25J 19/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)  
B25J 5/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)  
G05D 1/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B25J 19/0008 (2013.01)  
B25J 13/088 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0075667  
(22) 출원일자 2021년06월10일  
심사청구일자 2021년06월10일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020090095714 A\*  
KR1020110082395 A\*  
KR1020180070141 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
충남대학교산학협력단  
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)  
(72) 발명자  
정슬  
대전광역시 유성구 은구비로 31 506동 1101호  
이범진  
충청남도 계룡시 서금암로 51-9 주공아파트 102동 101호  
(74) 대리인  
강병섭

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 양지환

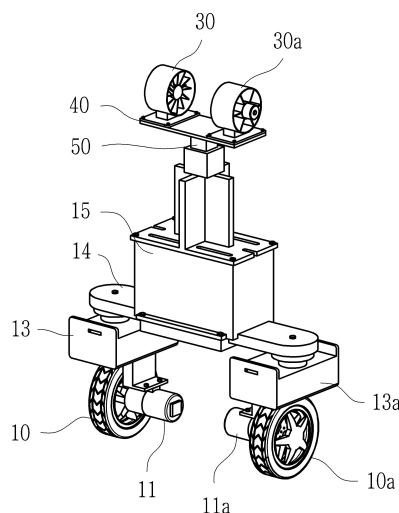
(54) 발명의 명칭 자기 균형 이륜 변신 로봇

(57) 요약

본 발명은 자기 균형 이륜 변신 로봇에 관한 것이다.

본 발명은 구동바퀴(10, 10a)가 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환될 수 있는 전환수단을 포함하고, 상기 전환수단은 세그웨이 모드에서 구동바퀴(10, 10a)의 전후방으로 기울어짐을 제어하기 위한 전후방 균형제어수단과, 바이시클 모드에서 좌우측 기울어짐을 제어하기 위한 좌우측 균형제어수단을 포함하며, 상기 구동바퀴(10, 10a)의 구동 속도와 전후방 균형제어수단 및 좌우측 균형제어수단을 제어하는 제어부(20)를 포함하여 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 상호 전환 가능하고, 전후방향, 회전방향 및 좌우측 기울어짐의 각도 제어 및 속도 제어를 용이하게 할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B25J 5/007** (2013.01)

**B25J 9/1694** (2013.01)

**G05D 1/08** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345301331

과제번호 2019R1I1A3A01062567

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 이공학학술연구기반구축(R&D)

연구과제명 다중 자이로 구동기의 간접제어를 이용한 역진자 시스템의 안정한 균형 제어에 대한 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 충남대학교

연구기간 2019.06.01 ~ 2020.02.29

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

자기 균형 이륜 변신 로봇에 있어서,

개별적 구동수단을 구비하는 한 쌍의 구동바퀴(10, 10a);

상기 구동바퀴(10, 10a)가 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환될 수 있는 전환수단을 포함하고,

상기 전환수단은 세그웨이 모드에서 상기 구동바퀴(10, 10a)의 전후방으로 기울어짐을 제어하기 위한 전후방 균형제어수단과,

바이시클 모드에서 헤딩각 발생시 덤퍼 팬(30, 30a)을 원주 방향으로 회전시키기 위한 회전수단으로 좌우측 기울어짐을 제어하기 위한 좌우측 균형제어수단을 포함하며,

상기 구동바퀴(10, 10a)의 구동 속도와 전후방 균형제어수단 및 좌우측 균형제어수단을 제어하는 제어부(20)를 포함하며,

상기 제어부(20)는 이륜 변신 로봇의 전후 방향 및 좌우 방향으로 기울어지는 각도를 측정하는 자이로 센서(200)와, 상기 자이로 센서(200)와 세그웨이 모드 및 바이시클 모드에 따라 추종된 속도·위치·각도에 따르는 인터럽트 신호가 입력되어 PID 제어를 위한 연산을 수행하는 DSP(210)와, 상기 DSP(210)에서 출력되는 제어 신호에 의해 구동하는 구동부(220)를 포함하며,

상기 DSP(210)는 세그웨이 모드와 바이시클 모드에 따르는 인터럽트 신호가 입력되는 외부 인터럽트 모듈(211)과, 상기 외부 인터럽트 모듈(211)에서 출력되는 이륜 변신 로봇의 속도 추정부(2120)와 위치 추정부(2121) 및 각도 추정부(2122)를 추종하는 트리거 신호 추정부(212)와, 상기 트리거 신호 추정부(212)에서 출력되는 트리거 신호가 입력되어 상기 구동바퀴(10, 10a)가 기울어지는 각도와 속도 및 위치와 같은 자세 제어를 위한 연산을 수행하는 PID제어부(213)를 포함하며,

상기 구동부(220)는, 헤딩각 발생에 의한 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 헤딩각에 대응하도록 상기 덤퍼 팬(30, 30a)을 회전시키는 덤퍼 팬 회전 구동부(2201)와, 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 덤퍼 팬(30, 30a)의 스피드와 개별구동을 제어하는 덤퍼 팬 구동부(2202)와, 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 구동바퀴(10, 10a)를 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환시키는 구동바퀴 모드 전환부(2203)와, 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 구동바퀴(10, 10a)의 스피드를 제어하는 구동바퀴 구동부(2204)로 이루어지는 것을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서

상기 전환수단은,

한 쌍의 구동바퀴(10, 10a)가 각각 회전 가능한 액츄에이터(12, 12a)에 고정되어 구동바퀴(10, 10a)의 축방향이 동축상에 직렬로 위치되는 세그웨이 모드와, 구동바퀴(10, 10a)의 축방향이 평행을 이루며 병렬로 위치되는 바이시클 모드로 전환 가능하게 되는 것을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전후방 균형제어수단은,

세그웨이 모드에서 구동바퀴(10, 10a)가 전후방향으로 기울어지는 각도와, 속도 및 위치를 추종하고, 제어부

(20)의 속도제어와 각도제어 및 위치제어에 의해 균형을 유지하며 원하는 위치로 이동할 수 있게 되는 것을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 좌우측 균형제어수단은 일정한 거리를 두고 송풍방향이 직렬을 이루도록 마주보며 개별적으로 구동되는 한 쌍의 덕티드 팬(30, 30a)과, 바이시클 모드에서 헤딩각 발생시 상기 덕티드 팬(30, 30a)을 원주 방향으로 회전시키기 위한 회전수단을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 회전수단은,

덕티드 팬(30, 30a)이 고정되는 상부 지지대(40)가 회전하는 액츄에이터(50)상에서 회전 가능하게 고정되는 것을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 6

청구항 2, 또는 청구항 5에 있어서,

상기 액츄에이터(12, 12a, 50)는 서보모터로 이루어지는 것을 포함하는 자기 균형 이륜 변신 로봇.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 이륜 변신 로봇에 관한 것으로 더욱 구체적으로는, 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 상호 전환 가능하고, 전후방향, 회전방향 및 좌우측 기울어짐의 각도 제어 및 속도 제어가 용이하게 되며, 바이시클 모드의 경우에 원 경로를 주행하는 동작을 수행했을 때 덕티드 팬으로 좌우측 방향으로 기울어지는 각도의 제어를 수행함으로써 자세제어를 수행함과 동시에 바이시클 모델이 진행하고자 하는 방향으로의 속도제어를 통해 원 경로를 주행하며, 덕티드 팬의 출력 방향은 바이시클 모델의 헤딩에 따라 변경되어야 하므로 서보모터를 이용하여 덕티드 팬의 방향을 헤딩각에 따라 변경할 수 있게 되어, 그 결과 로봇이 넘어지지 않고 원경로를 잘 추종할 수 있게 되어 복잡하고 좁은 장소에서 원활한 방향전환 및 이동이 가능하고, 소형화된 자기 균형 이륜 변신 로봇에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 일반적으로 이륜 로봇은 세그웨이 형태의 로봇을 지칭한다. 두 바퀴의 움직임으로 앞뒤로 움직이면서 방향제어를 하고, 넘어지지 않도록 피치각 방향으로 균형제어를 한다. 따라서 제어 및 로봇분야에서 이륜로봇의 설계, 제어 및 구현은 매우 도전적으로 이루어지고 있고, 교육 및 연구는 균형각 검출 센서 측정에 기반한 두 바퀴의

제어알고리즘에 초점이 맞추어 있다. 그리고, 정확한 움직임을 위해서 위치 제어를 하고, 빠른 움직임 제어를 위해서 속도 제어를 수행한다.

- [0005] 바퀴를 수직으로 배치하는 이륜 로봇은 자전거나 모터사이클과 같은 형태로 좌우측 방향으로 균형각을 제어하여 넘어지지 않도록 하는 것으로 오래전부터 사용되어왔다. 자율 주행 모터사이클의 경우에는 옆으로 넘어지지 않도록 하기 위해 관성 휠과 자이로 구동기를 사용하여 측면 방향의 균형을 제어한다. 또한 한 바퀴 로봇에 자이로 구동기를 사용하여 균형을 유지하면서, 덕티드 팬의 바람을 이용하여 로봇의 좌우측 방향의 균형을 유지하는 한 바퀴 로봇을 선보이기도 하였다.
- [0007] 이러한 이륜 로봇은 재난 구조용이나 보안 감시용으로 사용될 수 있다. 재난 구조용의 경우 인력의 접근이 어려운 화재나 각종 재난과 같은 위험한 장소에 투척 투입된 후 요구되는 인명탐색, 안전여부, 위험상태, 현장구조 및 환경 등과 같은 현장 상황 정보를 탐색할 수 있는 수단을 구비하여 그 정보를 외부 관리자에게 신속하게 송신하여 화재 및 각종 재난에 대한 신속한 대처는 물론 이에 따른 인적·물적 피해의 최소화에 크게 기여할 수 있고, 나아가 험하고 장애물이 많은 지역에서 보다 자유로운 주행성을 보장할 수 있다.
- [0009] 보안 감시 로봇은 주행수단과 보안 감시수단이 구비되어 일정공간에 투입되어 감시작업을 행하는 것으로, 주행수단은 주로 무한궤도형과 4륜구동형 등이 사용되고 있으며, 보안 감시수단의 시야확보를 위해 다관절 링크 등이 사용되고 있다.
- [0010] 그러나 종래의 보안 감시 로봇은 무한궤도형 또는 4륜구동형으로 이루어지는 주행수단의 구성이 복잡하여 유지보수가 어렵고, 제작비용이 상승하는 문제점이 있었다.
- [0012] 독립된 구동수단을 갖는 이륜 구동형 구동륜이 구비된 주행수단을 구성하면 유지보수 및 제작비용이 경제적인 이륜 구동형 보안 감시로봇을 제공할 수 있다.
- [0014] 이륜 로봇은 대한민국특허 제10-1135692호 ‘외바퀴 이동로봇 시스템’이 제안되었다.
- [0015] 이 로봇은 제어박스의 하측 중앙부에 구비되는 하나의 바퀴 및 상기 바퀴를 구동하는 바퀴구동부를 포함하는 이동부와, 상기 제어박스의 상부 좌우 양측에 통형태로 위치되는 제1 안내부 및 제2 안내부와, 상기 제1 안내부 및 제2 안내부의 내부에 각각 구비되어 상기 제어박스 외측으로 공기를 송풍하는 제1 팬 및 제2 팬과, 상기 제1 팬 및 제2 팬을 구동하는 제1 팬 구동부 및 제2 팬 구동부를 포함하는 제1 송풍부 및 제2 송풍부와, 상기 바퀴 구동부의 구동 속도, 상기 제1 팬 구동부 및 제2 팬 구동부의 구동 속도를 제어하는 감지제어부를 포함하여 구성되는 것으로, 감지제어부가 상기 제어박스의 전후 방향 및 롤 방향의 각도를 측정하는 틸트 센서 및 자이로 센서와, 상기 틸트 센서 및 자이로 센서로부터 측정된 값을 필터링하는 컴플리멘터리 필터를 포함하는 각도추종부와, 상기 각도추종부를 통해 추종된 전후방향 각도를 반영하여 상기 이동부의 바퀴구동부를 제어하는 전후방향 제어부 및 상기 각도추종부를 통해 추종된 좌우측 기울어짐 각도를 반영하여 상기 제1 팬 구동부 및 제2 팬 구동부를 제어하는 좌우측 기울어짐 제어부로 구성되어 제1 팬 구동부 및 제2 팬 구동부의 구동 속도를 제어할 수 있게 되는 것이다.
- [0017] 이러한 이륜 로봇은 외바퀴를 갖는 형태라 할지라도, 전후좌우 방향의 기울어짐 각도뿐만 아니라 중심축을 기준으로 회전하는 정도를 조절 가능한 장점이 있지만, 헤딩각(heading angle)이 존재하면 좌우측 방향으로 힘을 제대로 발생하지 못하는 문제점이 발생하였다.
- [0019] 상기한 이륜 로봇으로부터 진보된 것으로, 2001년 미국의 발명가 Dean Jamen에 의해 개발된 세그웨이(segway)라고 불리는 이동 로봇이 차세대 운송수단으로 제안된 후, 이에 대한 연구가 계속 이루어지고 있다.
- [0020] 상기 세그웨이 이동 로봇은 자전거 구조와는 달리 양 옆으로 구성된 두 개의 바퀴를 이용하여 스스로 균형을 잡으면서 원하는 위치로 빠르고 안정되게 이동할 수 있도록 개발되었다.
- [0021] 그러나 이러한 세그웨이 이동 로봇의 경우 안정화를 위하여 다수의 고가 센서와 마이크로프로세서를 사용하여 기울어진 각도가 측정되고, 측정된 각도를 이용하여 제어됨에 따라 생산단가가 상승되는 문제점이 있다.
- [0023] 또한, 종래 세그웨이 형태의 이륜 로봇이 바이시클 형태의 이륜 로봇으로 변환되는, 즉 두 가지 형태의 이륜 로봇으로 변신이 가능한 이륜 변환 로봇(Two-wheel transformer)이 제안되었지만, 독립적인 전원을 사용하지 못했으며, 단순히 전진 후진 모드에 의한 움직임만 가능하였다.
- [0025] 최근에는 세그웨이 이동 로봇의 후속 모델로 시내와 같이 복잡하고 좁은 곳에서 주행 가능한 2인용 전기자동차 PUMA의 시범 모델이 출시되었으나, 이 역시 정확한 각도를 측정하고 제어하기 위하여 고가의 센서가 필요하여

종래의 문제점을 그대로 가지고 있다.

- [0027] 따라서, 상기 세그웨이 이동 로봇 및 PUMA는 자동차처럼 가속페달이나 브레이크 페달이 없이 탑승자의 무게 중심을 이용하여 무게 중심의 이동에 따라 전·후로 이동됨에 따라 저가 센서를 이용하여도 기울어진 각도를 정확히 측정하고, 사용자가 탑승하여 안정적으로 이동할 수 있고, 사용자의 조작에 의해 용이하게 이동 가능한 구조가 요구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0029] (특허문헌 0001) KR 10-1135692 B1 (2012. 04. 04.)  
(특허문헌 0002) KR 10-0360840 B1 (2002. 10. 30.)  
(특허문헌 0003) KR 10-1477972 B1 (2014. 12. 24.)  
(특허문헌 0004) KR 10-2069355 B1 (2020. 01. 20.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0030] 본 발명은 세그웨이 형태의 이륜 로봇이 바이시클 형태의 이륜 로봇으로 변환되는 이륜 변환 로봇을 독립적인 전원으로 움직이게 하고, 헤딩각을 고려한 움직임을 제어하고자 한다. 그리고 종래 이륜 로봇에서 고정된 덕티드 팬의 경우 헤딩각이 존재하면 좌우측으로 기울어지는 방향으로 힘을 제대로 발생하지 못하는 문제점을 해결하기 위해 덕티드 팬을 움직일 수 있도록 제어하였고, 로봇은 정해진 원경로를 균형을 유지하며 추종할 수 있는 자기 균형 이륜 변신 로봇을 제안하고자 한다.
- [0032] 이와 같은 본 발명의 목적은 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 변환 가능하게 되면서, 좌우측에 개별적으로 작동되는 덕티드 팬이 형성되어 바이시클 모드에서 좌우측으로 기울어지는 각도의 제어가 용이한 자기 균형 이륜 변신 로봇을 제공하는 것이다.
- [0034] 또한, 본 발명의 목적은 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 변환 가능하게 되면서, 자이로 센서 및 구동부에서 피드백되는 파라미터를 이용하여 이륜 로봇의 전후방향 및 좌우측 방향으로 기울어진 각도와 속도 및 위치를 용이하게 추종함으로써 전후방향과 회전방향 및 좌우측으로 기울어지는 각도와 속도 및 위치 조절이 용이하며 안정적으로 이동할 수 있는 자기 균형 이륜 변신 로봇을 제공하는 것이다.
- [0036] 본 발명이 이루고자 하는 목적 및 그 기술적 과제는 앞서 기재한 기술적 과제에 한정되는 것이 아니다. 따라서 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0038] 본 발명이 의도하는 목적을 달성하기 위한 기술적인 특징은 자기 균형 이륜 변신 로봇에 있어서, 개별적 구동수단을 구비하는 한 쌍의 구동바퀴와, 상기 구동바퀴가 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환될 수 있는 전환수단을 포함하고, 상기 전환수단은 세그웨이 모드에서 구동바퀴의 전후방으로 기울어짐을 제어하기 위한 전후방 균형제어수단과, 바이시클 모드에서 좌우측 기울어짐을 제어하기 위한 좌우측 균형제어수단과, 상기 구동바퀴의 구동 속도와 전후방 균형제어수단 및 좌우측 균형제어수단을 제어하는 제어부를 포함하는 것이다.
- [0040] 본 발명의 기술적 특징에 따르면, 상기 전환수단은 한 쌍의 구동바퀴가 각각 회전 가능한 액츄에이터에 고정되어 구동바퀴의 축방향이 동축상에 직렬로 위치되는 세그웨이 모드와, 구동바퀴의 축방향이 평행을 이루며 병렬로 위치되는 바이시클 모드로 전환 가능하게 되는 것을 포함한다.
- [0042] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 전후방 균형제어수단은 세그웨이 모드에서 구동바퀴가 전후방향으로 기울어지는 각도와, 속도 및 위치를 추종하고, 제어부의 속도제어와 각도제어 및 위치제어에 의해 균형을 유지하며 원하는 위치로 이동할 수 있게 되는 것을 포함한다.

- [0044] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 좌우측 균형제어수단은 일정한 거리를 두고 송풍방향이 직렬을 이루도록 마주보며 형성되어 개별적으로 구동되는 한 쌍의 덕티드 팬과, 바이시클 모드에서 헤딩각 발생시 상기 덕티드 팬을 원주 방향으로 회전시키기 위한 회전수단을 포함한다.
- [0046] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 회전수단은 덕티드 팬이 고정되는 지지대가 회전하는 액츄에이터상에서 회전 가능하게 고정되는 것을 포함한다.
- [0048] 본 발명의 기술적 특징에 따르면, 상기 액츄에이터는 서보모터로 이루어지는 것을 포함한다.
- [0050] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 제어부는 이륜 변신 로봇의 전후 방향 및 좌우 방향으로 기울어지는 각도를 측정하는 자이로 센서와, 상기 자이로 센서와 세그웨이 모드 및 바이시클 모드에 따라 추종된 속도·위치·각도에 따르는 인터럽트 신호가 입력되어 PID 제어를 위한 연산을 수행하는 DSP와, 상기 DSP에서 출력되는 제어 신호에 의해 구동하는 구동부를 포함한다.
- [0052] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 DSP는 전후방 균형제어수단과 좌우측 균형제어수단으로서 세그웨이 모드와 바이시클 모드에 따르는 인터럽트 신호가 입력되는 외부 인터럽트 모듈과, 상기 외부 인터럽트 모듈에서 출력되는 이륜 변신 로봇의 속도와 위치 및 각도를 추종하는 트리거 신호 추종부와, 상기 트리거 신호 추종부에서 출력되는 트리거 신호가 입력되어 구동바퀴가 기울어지는 각도와 속도 및 위치와 같은 자세 제어를 위한 연산을 수행하는, 즉, 전후방 균형제어와 좌우측 균형제어를 위한 연산을 수행하는 PID제어부를 포함한다.
- [0054] 본 발명의 다른 기술적 특징에 따르면, 상기 구동부는 헤딩각 발생에 의한 PID제어부의 출력신호에 따라 헤딩각에 대응하도록 덕티드 팬을 회전시키는 덕티드 팬 회전 구동부와, 상기 PID제어부의 출력신호에 따라 덕티드 팬의 스피드와 개별구동을 제어하는 덕티드 팬 구동부와, 상기 PID제어부의 출력신호에 따라 구동바퀴를 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환시키는 구동바퀴 모드 전환부와, 상기 PID제어부의 출력신호에 따라 구동바퀴의 스피드를 제어하는 구동바퀴 구동부로 이루어지는 것을 포함한다.
- [0056] 이와 같은 본 발명은 PID제어부가 전후방 균형제어수단으로 세그웨이 모드에서 전후방향의 기울어짐과 헤딩각 발생에 따르는 구동바퀴의 각도 조절과 속도제어를 수행함으로써 원하는 경로 주행을 수행한다.
- [0058] 또한, PID제어부는 바이시클 모드에서는 좌우측 기울어짐의 균형을 제어하기 위한 좌우측 균형제어수단으로 각도 제어를 수행한다. 바이시클 모드에서 지면과 이륜 로봇이 수직 상태가 되기 위해서 자이로 센서로부터 추출되는 기울기 값을 통한 PID 제어 기법을 통해 좌우측 기울어짐 균형 제어를 수행한다. 또한 바이시클 모드에서 주행하기 위해서 좌우측 기울어짐 제어를 유지하면서 구동바퀴의 속도제어를 수행함으로써 원하는 경로 주행을 수행한다.

### 발명의 효과

- [0060] 본 발명의 자기 균형 이륜 변신 로봇은 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환 가능하여 후방향 및 좌우측 기울어짐으로 기울어진 각도를 용이하게 추종함으로써 전후방향, 회전방향 및 좌우측 기울어짐의 각도 조절이 용이하며, 특히 주행 경로가 갑자기 좁아질 경우 세그웨이 모드에서 바이시클 모드로 변환되며, 개별적으로 작동되는 한 쌍의 덕티드 팬에 의해 균형을 유지하며, 헤딩각에 따라 좌우측 방향으로 지지력을 발생하여 안정적으로 구동 가능한 장점이 있다.
- [0061] 이로써, 복잡하고 좁은 장소에서 원활한 방향전환 및 이동이 가능하고, 소형화된 자기 균형 이륜 변신 로봇이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0062] 도 1은 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 세그웨이 모드를 나타낸 사시도  
 도 2는 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 세그웨이 모드를 나타낸 정면도  
 도 3은 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 세그웨이 모드를 나타낸 측면도.  
 도 4는 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 바이시클 모드를 나타낸 사시도  
 도 5는 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 바이시클 모드를 나타낸 정면도  
 도 6은 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 바이시클 모드를 나타낸 측면도

도 7은 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇이 모드 변환되는 상태를 나타낸 사시도

도 8은 본 발명에 따른 이륜 변신 로봇의 전체 제어 시스템을 나타낸 블록도

도 9는 본 발명에 따른 PID 제어 블록도

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0063] 본 발명의 특징과 장점은 첨부된 도면에 의하여 설명되는 실시예에 의하여 보다 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0065] 본 발명의 실시예에 기재되거나 도면에 도시된 구성요소들의 구성 및 배열에 의해 본 발명의 응용이 제한되는 것이 아니다. 본 발명은 다른 실시예들로 구현될 수 있고, 다양한 방법으로 수행될 수 있다. 또한 장치 또는 요소의 방향 등과 같은 용어들에 관하여 실시예에 사용된 표현 및 술어는 단지 본 발명의 설명을 단순화하기 위해 사용되며, 관련된 장치 또는 요소가 단순히 특정 방향을 가져야 함을 나타내거나 의미하지 않는다.
- [0066] 또한 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니되며, 발명자가 발명의 용어와 개념을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념에 입각하여 기재한 것으로 해석하여야 한다.
- [0067] 따라서 본 발명은 제시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허청구범위에 기재된 기술사상의 균등한 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능하다.
- [0069] 다음에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0071] 도 1은 본 발명에 따른 자기 균형 이륜 변신 로봇의 사시도로서 세그웨이 모드 상태를 나타내고 있다.
- [0072] 도 1을 참조하면, 본 발명의 자기 균형 이륜 변신 로봇은 한 쌍의 구동바퀴(10, 10a), 상기 구동바퀴(10, 10a)가 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환될 수 있는 전환수단, 상기 전환수단은 세그웨이 모드에서 구동바퀴(10, 10a)의 전후방으로 기울어짐을 제어하기 위한 전후방 균형제어수단, 바이시클 모드에서 좌우측 기울어짐을 제어하기 위한 좌우측 균형제어수단, 그리고, 상기 구동바퀴(10, 10a)의 구동 속도와 전후방 균형제어수단 및 좌우측 균형제어수단을 제어하는 제어부(20)를 포함하여 구성된다.
- [0073] 한 쌍의 구동바퀴(10, 10a)는 각각 구동모터(11, 11a)를 구비하여 개별적으로 구동할 수 있게 되고, 전환수단에 의해 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 변신되도록 전환될 수 있으며, 제어부(20)를 통해 이륜 로봇이 기울어진 각도를 추종하고 균형을 유지하며 원하는 위치로 이동될 수 있도록 구동된다.
- [0075] 세그웨이 모드는 구동바퀴(10, 10a)의 축방향이 동축상에 직렬로 위치되며, 바이시클 모드는 구동바퀴(10, 10a)의 축방향이 평행을 이루며 병렬로 위치되는 것이다.
- [0077] 상기 전환수단은 각각의 구동바퀴(10, 10a)에 설치되어 제어부(20)에 의해 개별적으로 구동되는 액츄에이터(12, 12a), 바람직하게 서보모터로 구성되어 구동바퀴(10, 10a)가 액츄에이터(12, 12a)의 구동축을 중심으로 회전할 수 있게 된다.
- [0079] 액츄에이터(12, 12a)의 바람직한 형태인 서보모터는 합체(13, 13a)내에 설치되어 하부 지지대(14)의 양쪽 단부에 고정되며, 합체(13, 13a) 하부의 브라켓(15, 15a)이 구동모터(11, 11a)의 상부에 고정된다.
- [0081] 따라서 구동바퀴(10, 10a)는 각각의 액츄에이터(12, 12a)의 구동축(120, 120a)을 중심으로 회전하여 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 위치 변환이 이루어질 수 있게 된다.
- [0083] 하부 지지대(14)는 양쪽 단부 하부에 액츄에이터(12, 12a)를 구비하는 합체(13, 13a)가 형성되면서, 상부 중앙에는 제어부(20)가 설치된 제어박스(15)가 형성되며, 제어박스(15)의 상부에는 덕티드 팬(30, 30a)이 설치된 상부지지대(40)가 액츄에이터(50)에 의해 회전 가능하게 설치된다.
- [0085] 전후방 균형제어수단과 좌우측 균형제어수단으로, 자이로센서(200)와 디지털 신호 처리 프로세서(DSP, 210)에 의해 자세제어가 구현된다.
- [0087] 또한, 구동바퀴(10, 10a)는 세그웨이 모드에서 전후방 균형제어수단에 의해 전후방향으로 기울어짐을 통해 전진 또는 후진하며 균형이 유지된다.

- [0089] 전후방 균형제어수단은 세그웨이 모드에서 바퀴구동부(10, 10a, 11, 11a)를 제어함으로써 전후방향 각도를 조절 하도록 하는 것으로서, 자이로 센서(200)와 DSP(210)의 각도추종을 통해 추종된 전후방향의 기울어진 각도에 의 한 입력 정보와 자립을 위한 기준 정보를 비교하여 제어부(20)의 속도제어와 각도제어 및 위치제어에 의해 구동 바퀴(10, 10a)가 전후방향으로 기울어지는 각도와 회전속도 및 회전방향 등을 제어하여 균형을 유지하며 원하는 위치로 이동할 수 있게 된다.
- [0091] 또한, 구동바퀴(10, 10a)는 바이시클 모드에서 좌우측으로 기울어질 수 있는데, 좌우측 균형제어수단에 의해 좌 우측 방향으로 균형이 유지된다.
- [0093] 좌우측 균형제어수단은 일정한 거리를 두고 송풍방향이 직렬을 이루도록 마주보며 개별적으로 구동되는 한 쌍의 덕티드 팬(30, 30a)과, 바이시클 모드에서 헤딩각 발생시 상기 덕티드 팬(30, 30a)을 원주 방향으로 회전시키기 위한 회전수단을 포함한다.
- [0095] 상기 회전수단은 덕티드 팬(30, 30a)이 고정되는 상부 지지대(40)가 회전하는 액츄에이터(50)상에서 회전 가능 하게 고정된다.
- [0096] 덕티드 팬(30, 30a)의 지지대(40) 상부에서 좌우측에 대향되게 설치되며, 액츄에이터(50)는 상부 지지대(40) 하 중 중심에 설치된다.
- [0097] 상기 액츄에이터(50)는 바람직하게 서보모터로 이루어진다.
- [0099] 상기 회전수단은 제어부(20)의 각도 추종을 통해 액츄에이터(50)를 구동시킴으로서 가능하게 된다.
- [0101] 상기 구동모터(11, 11a)와 모드전환을 위한 액츄에이터(12, 12a)의 구동, 그리고 헤딩각에 따라 덕티드 팬(30, 30a)을 회전시키기 위한 액츄에이터(50)의 구동 및 정지는 리모트 콘트롤에 의해 이루어질 수 있다.
- [0103] 도 8은 이륜 변신 로봇의 전체 제어 시스템을 나타낸 블록도를 보여주고 있다.
- [0104] 도 8을 참조하면, 이륜 변신 로봇의 제어 시스템은 자이로센서(200), 디지털 신호 처리 프로세서(DSP, 210) 및 구동부(220)로 구성된다.
- [0105] 자이로 센서(200)는 이륜 변신 로봇이 바이시클 모드에서 전후 방향 및 좌우 방향으로 기울어지는 각도를 추출 하여 DSP(210)로 송출한다.
- [0106] DSP(210)는 인터럽트 모듈(211), 트리거 신호 추종부(212), PID제어부(213)로 구성되며, 자이로 센서(200)에서 입력되는 아날로그 신호와 구동부(220)에서 피드백되는 트리거 신호를 연산 가능한 디지털 신호로 변환하는 AD 컨버터(도시되지 아니함)를 구비하여 PID 제어를 위한 파라미터를 출력한다.
- [0107] 외부 인터럽트 모듈(211)은 세그웨이 모드와 바이시클 모드에 따르는 복수의 트리거 신호 입력을 기다리다 해당 트리거 신호가 입력되면 그 입력되는 트리거 신호에 의해 인터럽트를 발생하여 PID제어부(213)로 출력한다.
- [0109] 트리거 신호 추종부(212)는 속도추종부(2120), 위치추종부(2121) 및 각도추종부(2122)로 구성되어 자이로 센서 (200)에서 추출되는 기울기 신호, 덕티드 팬(30, 30a)에서 추출되는 팬 스피드 신호, 구동모터(10, 10a)에서 추 출되는 속도 신호 및 위치 신호로 이루어지며, 기울기 신호와 스피드 신호 및 위치 신호가 선택적으로 입력되는 대로 DSP(210)로 출력하여 속도 및 자세제어를 위한 연산을 수행한다.
- [0111] PID제어부(213)는 세그웨이 모드 및 바이시클 모드에 따라 자이로 센서(200)와 구동바퀴(10, 10a) 및 덕티드 팬 (30, 30a)에서 속도·위치·각도에 따라 출력되는 신호가 피드백되어 외부 인터럽트 모듈(211)을 통해 트리거 신호 추종부(212)에서 출력되는 트리거 신호가 입력되어 PID제어를 통해 구동바퀴(10, 10a)가 기울어지는 각도 와 속도 및 위치와 같은 자세 제어를 위한 연산을 수행한다.
- [0113] 구동부(220)는 덕티드 팬 회전 구동부(2201), 덕티드 팬 구동부(2202), 구동바퀴 모드 전환부(2203), 구동바퀴 구동부(2204)로 구성되어 선택된 세그웨이 모드와 바이시클 모드에서 자세제어와 속도제어를 통해 구동된다.
- [0114] 덕티드 팬 회전 구동부(2201)는 헤딩각 발생에 의한 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 헤딩각에 대응하도록 덕 티드 팬(30, 30a)을 회전시킨다.
- [0116] 덕티드 팬 구동부(2202)는 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 덕티드 팬(30, 30a)의 스피드와 개별구동을 제어한다.
- [0118] 구동바퀴 모드 전환부(2203)는 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 액츄에이터(12, 12a)를 제어하여 구동바

퀴(10, 10a)를 세그웨이 모드와 바이시클 모드로 전환시킨다.

- [0120] 구동바퀴 구동부(2204)는 상기 PID제어부(213)의 출력신호에 따라 구동바퀴(10, 10a)의 스피드를 제어한다.
- [0121] 전진 및 후진 주행은 양쪽의 구동바퀴(10, 10a)에 설치된 각각의 서보모터(12, 12a)가 서로 동일한 회전수로 회전하게 됨으로써 구동바퀴(10, 10a)가 한쪽 방향으로 일정하게 구동하여 이루어진다.
- [0123] 방향전환을 위한 좌회전 및 우회전은 각각의 서보모터(12, 12a)가 각각 다른 회전수로 회전되게 하여 그 회전수 차이로 방향 전환이 이루어지게 하거나, 각각의 서보모터(12, 12a)의 회전방향이 서로 반대가 되게 하여, 즉 우측 서보모터(12)는 전진방향으로 회전하고, 좌측 서보모터(12a)는 후진방향으로 회전하게 함으로써 양쪽 구동바퀴(10, 10a)의 진행방향이 서로 반대가 되면서 신속하게 방향전환이 이루어지게 된다.
- [0124] 상기 덤티드 팬(30, 30a)은 제어박스(100)의 상부 좌우측에 대향되도록 나란하게 형성되어 바깥쪽으로 송풍되도록 양쪽에서 개별적으로 작동됨으로써 자기 균형 이륜 변신 로봇이 바이시클 모드에서 좌우측 기울어짐에 대해 균형을 유지하며 안정적으로 구동될 수 있게 한다.
- [0125] 즉, 상기 덤티드 팬(30, 30a)은 개별적으로 구동되어, 이륜 로봇이 좌우측 기울어짐으로 일측 방향으로 기울어지게 되면 기울어진 측의 덤티드 팬이 바깥쪽으로 공기를 송풍함으로써 자기 균형 이륜 변신 로봇의 균형을 유지한다.
- [0126] 예를 들면, 자기 균형 이륜 변신 로봇이 좌측으로 기울어진 경우에, 좌측에 위치한 덤티드 팬이 작동되고, 우측으로 기울어진 경우에, 우측에 위치한 덤티드 팬이 작동되면서 송풍량이 조절되어 균형이 유지된다.
- [0128] 위와 같이 본 발명의 자기 균형 이륜 변신 로봇은 각도 정보를 바탕으로 세그웨이 모드에서는 양쪽 구동바퀴(10, 10a)를 제어하게 되고, 바이시클 모드에서는 양쪽 덤티드 팬(30, 30a)을 제어함으로써 각각의 모드에서 자세제어를 수행한다.
- [0130] 도 9는 본 발명의 PID제어 블록도를 보여주고 있다.
- [0131] 세그웨이 모드 일 때 이륜 변환 로봇의 원하는 위치를  $x_{sd}$ 로 정의하며,  $x_s$ 는 시스템의 현재 위치를 나타낸다. 위치제어에 대한 오차는 수학적 식 1과 같이 정의되며, 시스템의 위치에 대한 PID제어는 수학적 식 2와 같다.
- [0132] [수학적 식 1]  $e_{sx} = x_{sd} - x_s$
- [0133] [수학적 식 2]  $u_{sx} = k_{sxp}e_{sx} + k_{sxi} \int e_{sx} dt + k_{sxd} \dot{e}_{sx}$
- [0135] 이륜 변환 로봇이 세그웨이 모드와 바이시클 모드에서 자세제어를 수행하기 위한 각도를 각각  $\theta_{sd}$ 와  $\theta_{bd}$ 로 정의하면, 각도 제어에 대한 오차는 수학적 식 3, 수학적 식 4와 같이 정의되며, 시스템의 각도에 대한 PID제어는 수학적 식 5, 수학적 식 6과 같다.
- [0136] [수학적 식 3]  $e_{s\theta} = \theta_{sd} - \theta_s$
- [0137] [수학적 식 4]  $u_{s\theta} = k_{s\theta p}e_{s\theta} + k_{s\theta i} \int e_{s\theta} dt + k_{s\theta d} \dot{e}_{s\theta}$
- [0138] [수학적 식 5]  $e_{B\theta} = \theta_{bd} - \theta_B$
- [0139] [수학적 식 6]  $u_{B\theta} = k_{B\theta p}e_{B\theta} + k_{B\theta i} \int e_{B\theta} dt + k_{B\theta d} \dot{e}_{B\theta}$
- [0140] 여기서,  $\theta_s$ 와  $\theta_B$ 는 시스템의 현재 각도
- [0142] 이륜 변환 로봇이 바이시클 모드에서 주행하기 위한 속도를  $s_{bd}$ 로 정의하고,  $s_B$ 는 시스템의 현재 속도로 하면, 속도제어에 대한 오차는 수학적 식 7과 같이 정의되며, 시스템의 속도에 대한 PID제어는 수학적 식 8과 같다.
- [0143] [수학적 식 7]  $e_{Bs} = s_{bd} - s_B$
- [0144] [수학적 식 8]  $u_{Bs} = k_{Bsp}e_{Bs} + k_{Bsi} \int e_{Bs} dt + k_{Bsd} \dot{e}_{Bs}$

[0146] 세그웨이 모드일 때, 각도  $u_{S\theta}$  와 위치  $u_{Sx}$  에 대한 두 가지 PID 제어기의 출력에 대한 전체 시스템  $u_1$  로써 수학적식 9와 같다.

[0147] [수학적식 9]  $u_1 = u_{S\theta} + u_{Sx}$

[0149] 바이시클 모드 일 때, 각도  $u_{B\theta}$  와 속도  $u_{Bs}$  에 대한 두 가지 PID 제어기의 출력에 대한 전체 시스템  $u_2$  은 수학적식 10과 같다.

[0150] [수학적식 10]  $u_2 = u_{B\theta} + u_{Bs}$

[0152] 지금까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예를 중심으로 살펴보았다.

[0153] 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 하나의 실시예에 관련된 것이고, 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 발명의 범주를 벗어남이 없이 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형된 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

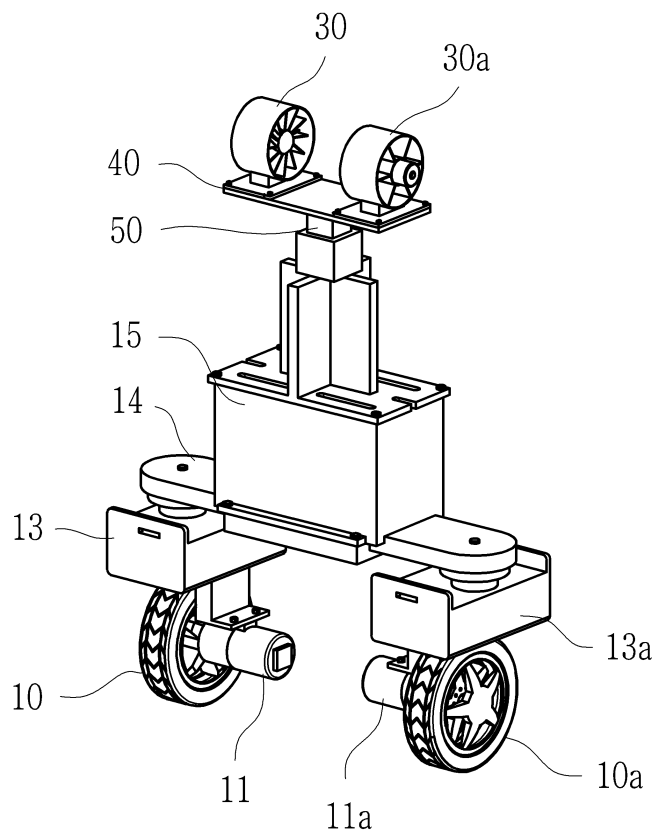
[0154] 따라서 본 발명은 제시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재된 특허청구범위에 기재된 기술사상의 균등한 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능한 실시예가 있을 수 있으므로 본 발명의 범주는 이러한 많은 변형예 들을 포함하도록 기술된 특허청구범위에 의해서 해석되어야 한다.

### 부호의 설명

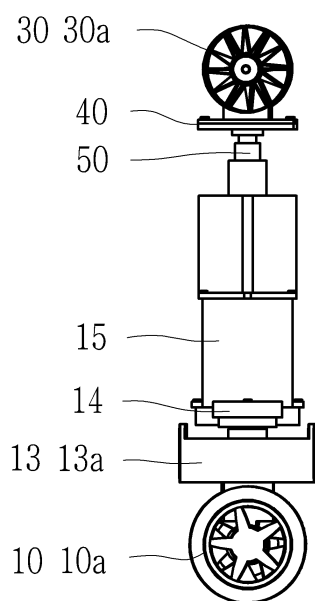
|        |                   |                 |
|--------|-------------------|-----------------|
| [0156] | 10, 10a: 구동바퀴     | 11, 11a: 구동모터   |
|        | 12, 12a: 액츄에이터    | 13, 13a: 함체     |
|        | 14: 하부 지지대        | 15: 제어박스        |
|        | 20: 제어박스          | 30, 30a: 덕티드 팬  |
|        | 40: 상부 지지대        | 50: 액츄에이터       |
|        | 120, 120a: 구동축    | 200: 자이로 센서     |
|        | 210: DSP          | 211: 외부 인터럽트 모듈 |
|        | 212: 트리거 신호추종부    | 213: PID제어부     |
|        | 20: 구동부           | 2120: 속도 추종부    |
|        | 2121: 위치 추종부      | 2122: 각도추종부     |
|        | 2203: 구동바퀴 모드 전환부 | 2204: 구동바퀴 구동부  |

도면

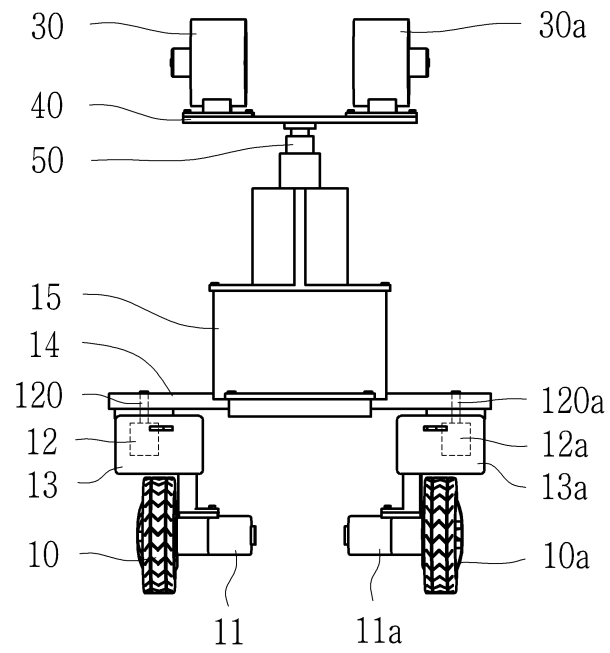
도면1



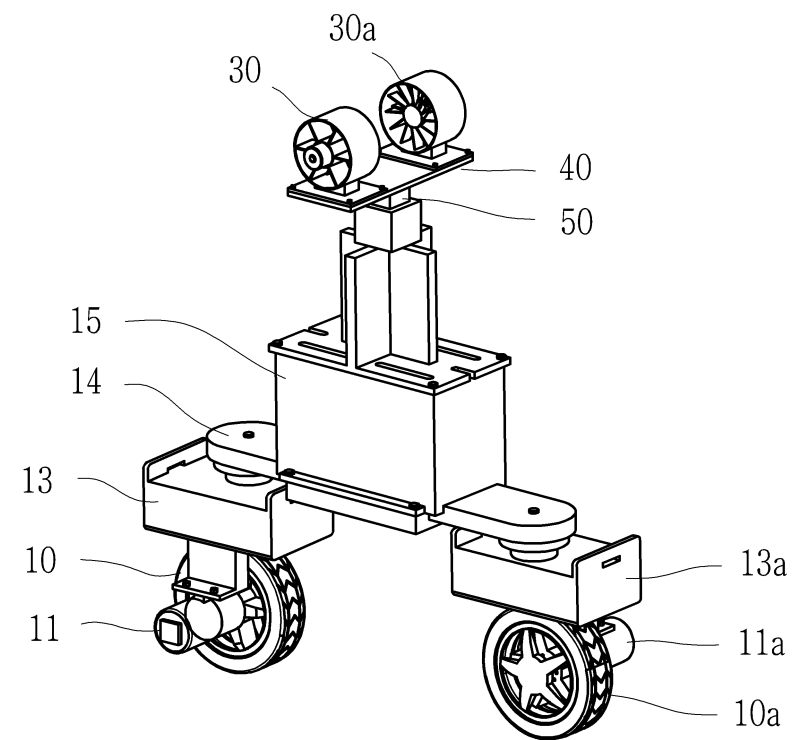
도면2



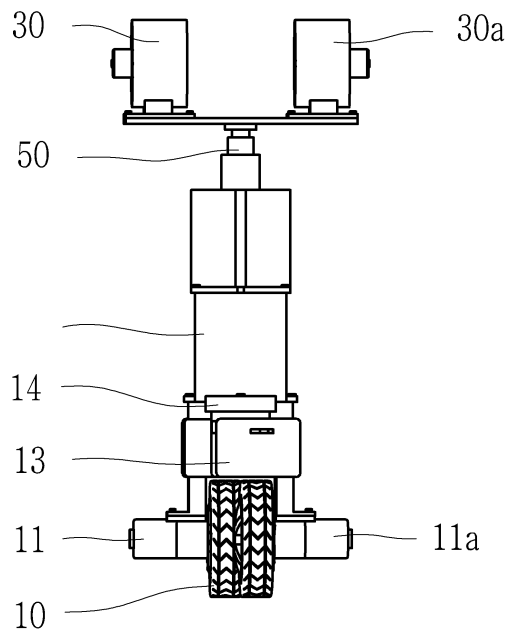
도면3



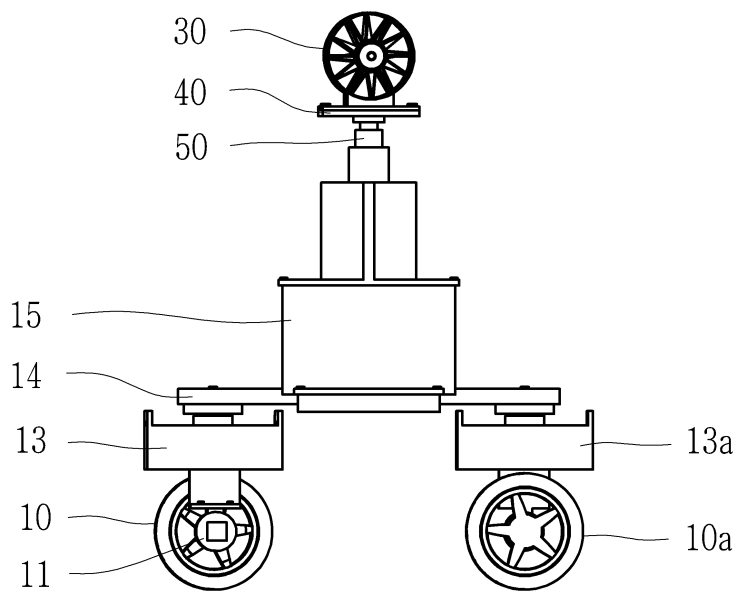
도면4



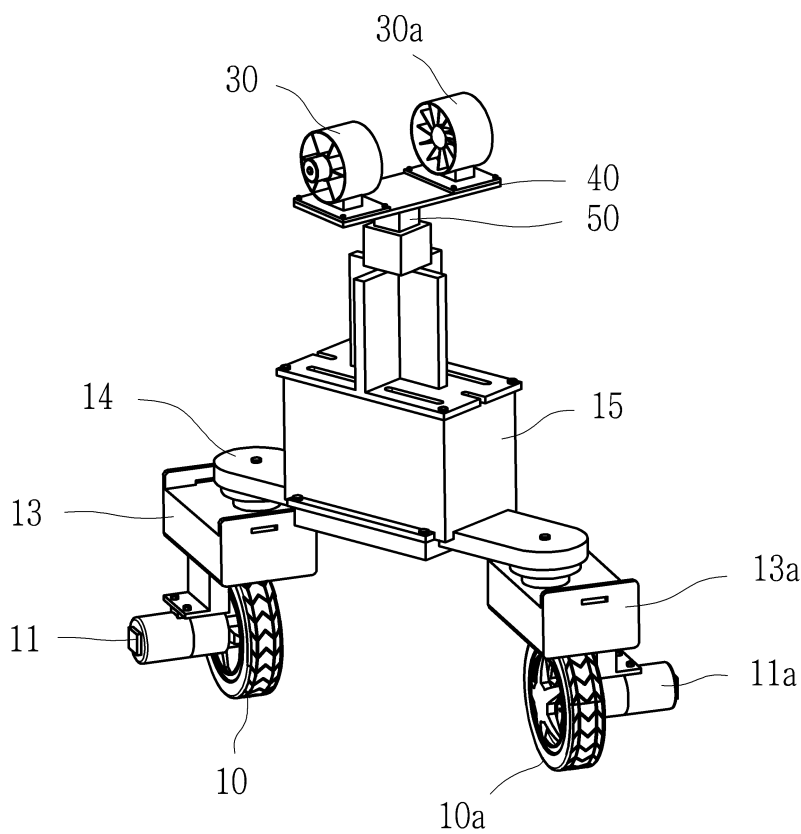
도면5



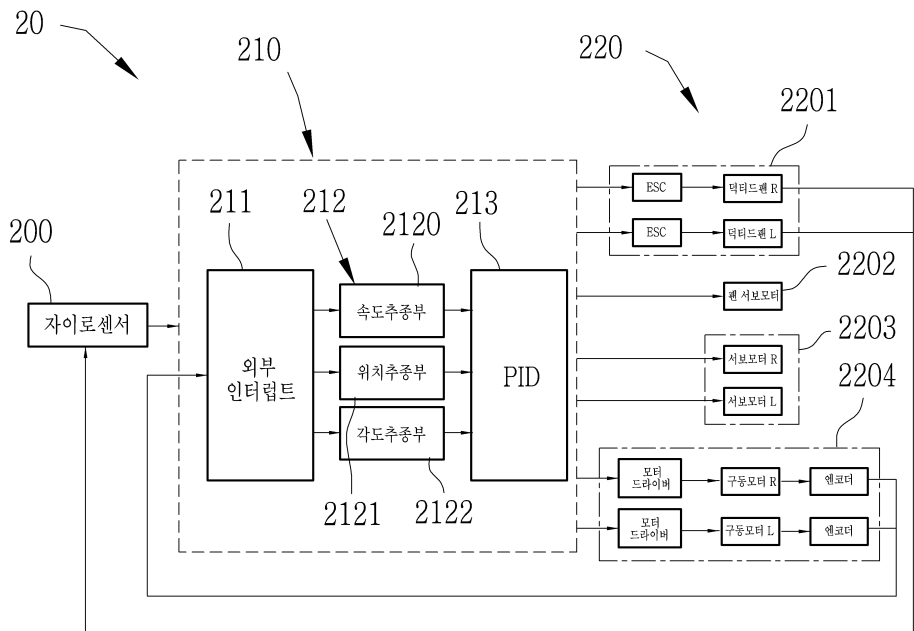
도면6



도면7



도면8



도면9

