



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0089713  
(43) 공개일자 2009년08월24일

(51) Int. Cl.

B25J 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0015030

(22) 출원일자 2008년02월19일

심사청구일자 2008년02월19일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

양현석

서울 성동구 옥수동 220-1 한남하이츠(아) 2-1407

김지영

서울 강서구 화곡3동 초록A 104동 804호

육경환

서울 강남구 대치3동 쌍용A 3동 613호

(74) 대리인

김인철

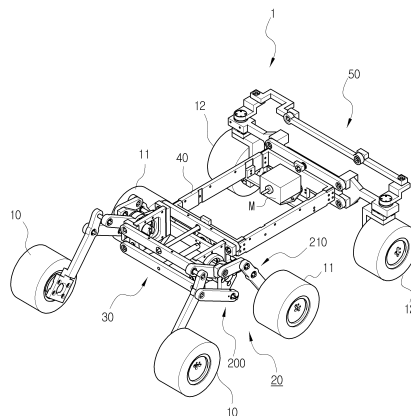
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한이동로봇

### (57) 요약

본 발명은 수동형 지형적응 링크 구조를 통해 추가적인 센서나 액추에이터를 설치하지 않고도 단지 기구적인 구조만으로 장애물을 극복할 수 있는 이동 로봇에 관한 것으로서, 프런트 휠과, 미들 휠과, 리어 휠과, 본체부와, 상기 프런트 휠에 연결된 한 쌍의 프런트 4절링크부와, 상기 프런트 4절링크부 및 상기 미들 휠에 연결된 리어 4절링크부와, 상기 프런트 4절링크부와, 상기 리어 4절링크부와, 상기 본체부에 연결된 프런트 커넥터 링크부와, 상기 본체부와 상기 리어 휠에 연결된 리어 커넥터 링크부와, 상기 리어 커넥터 링크부에 연결된 스티어링 링크부와, 상기 프런트 휠, 상기 미들 휠, 상기 리어 휠에 각각 장착되어 별개로 구동되는 구동모터를 포함하여 구성되며, 프런트 4절링크부의 제 1 커넥팅 링크와 리어 4절링크부의 제 2 커넥팅 링크는 일체로 형성되어 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇에 있어서,  
이동로봇의 주행방향에 대하여 전방에 배치되는 한 쌍의 프런트 휠과,  
상기 프런트 휠의 뒤쪽에 배치된 한 쌍의 미들 휠과,  
상기 미들 휠의 뒤쪽에 배치되는 한 쌍의 리어 휠과,  
상기 미들 휠과 상기 리어 휠 사이에 배치되는 본체부와,  
상기 프런트 휠에 연결된 한 쌍의 프런트 4절링크부와,  
상기 프런트 4절링크부 및 상기 미들 휠에 연결된 리어 4절링크부와,  
상기 프런트 4절링크부와, 상기 리어 4절링크부와, 상기 본체부에 연결된 프런트 커넥터 링크부와,  
상기 본체부와 상기 리어 휠에 연결된 리어 커넥터 링크부와,  
상기 리어 커넥터 링크부에 연결된 스티어링 링크부와,  
상기 프런트 휠, 상기 미들 휠, 상기 리어 휠에 각각 장착되어 별개로 구동되는 구동모터  
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 프런트 4절링크부는,  
일측이 상기 프런트 휠에 회동가능하게 연결된 프런트 링크와,  
상기 프런트 링크의 타측에 회동가능하게 연결된 제 1 커넥팅 링크와,  
상기 프런트 링크의 중간부분에 일측이 회동가능하게 연결된 제 1 연결링크와,  
상기 제 1 연결링크의 타측에 회동가능하게 연결되는 그라운드 플레이트로 구성되는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 리어 4절링크부는,  
일측이 상기 미들 휠에 연결된 리어 링크와,  
일측이 상기 리어 링크의 타측에 연결되고 타측이 상기 그라운드 플레이트에 연결된 제 2 연결링크와,  
상기 리어 링크의 중간부분에 일측이 연결된 제 2 커넥팅 링크로 구성되는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,  
상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크는 일체로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크는 절곡되어 형성되며, 절곡된 각도는 160도 인 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

### 청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 프런트 링크는 상기 제 1 연결링크와의 연결지점을 중심으로 절곡되어 있으며, 절곡된

각도는 165도인 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

#### 청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결지점간의 거리를  $d_1$ , 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a_1$ , 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $b_1$ , 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를  $b_2$ , 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를  $c_1$ 이라 할 때,

$$c_1 > a_1 > d_1,$$

$$b_1 > d_1,$$

$$b_1 - d_1 > |c_1 - a_1|$$

인 관계가 성립하는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

#### 청구항 8

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결지점간의 거리를  $d_1$ , 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a_1$ , 상기 제 2 커넥팅 링크의 상기 리어링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a_2$ , 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $b_1$ , 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를  $b_2$ , 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를  $c_1$ , 상기 제 2 연결링크의 연결지점 사이의 거리를  $c_2$ , 상기 프런트 링크의 절곡지점부터 프런트 휠까지의 연결지점 사이의 거리를  $e_1$ , 상기 리어 링크의 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점부터 상기 미들 휠과의 연결지점까지의 거리를  $e_2$ 라 할 때,

$$a_1 = 2.93d_1, a_2 = 1.5d_1, b_1 = 1.1d_1, b_2 = 1.07d_1, c_1 = 3d_1, c_2 = 1.53d_1, e_1 = 4d_1, e_2 = 2.85d_1$$

인 관계가 성립하는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 프런트 커넥터 링크부는,

상기 프런트 4절링크부에 연결되는 연결샤프트가 장착되는 커넥터 플레이트와,

상기 커넥터 플레이트의 양측에 연결되는 사이드 플레이트와,

상기 사이드 플레이트에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직인 방향으로 회동가능하게 연결된 복수의 프런트 커넥터 링크바와,

상기 복수의 프런트 커넥터 링크바의 중앙부분을 관통하여 상기 본체부에 연결되는 연결 링크바를

포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 리어 커넥터 링크부는,

상기 리어 휠에 연결된 연결플레이트와 상기 연결플레이트에 회동가능하게 연결된 제 3 연결링크와,

상기 본체부에 연결되며, 상기 제 3 연결링크에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직인 방향으로 회동가능하게 연결된 복수의 리어 커넥터 링크바를

포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 스티어링 링크부는,

상기 제 3 연결링크에 회동가능하게 연결된 제 1 스티어링 링크와,

상기 제 1 스티어링 링크에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직으로 회동가능하게 연결된 복수의 제 2 스티어링 링크를

포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- <1> 본 발명은 이동 로봇에 관한 것으로서, 수동형 지형적응 링크 구조를 통해 추가적인 센서나 액츄에이터를 설치하지 않고도 단지 기구적인 구조만으로 장애물을 극복할 수 있는 이동 로봇에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- <2> 최근, 재난 지역에서 현장 및 인명 탐사에 첨단장비와 로봇이 널리 사용되고 있다. 점차 많은 지역의 건물이 고층화, 복합화되고 있기 때문에, 이러한 건물에서의 사고 발생시 로봇이 활용되는 빈도가 점점 늘어나고 있다. 이에 따라 재난 구조장비에 대한 수요가 점차 늘어나고 있다.
- <3> 건물의 붕괴시, 건물의 잔해, 지지 구조물, 설비용 파이프 기타 구조적인 문제로 인하여 장애물의 종류를 분류하는 것은 어려운 일이다. 이러한 붕괴 잔해물에 대처하기 위하여, 이동 로봇은 이동성과 함께 지형 적응성을 갖추어야 한다.
- <4> 이러한 이동 로봇은 로봇의 다리로서 기능하는 서스펜션을 가지는 휠 구조를 구비하고 있다. 이동 로봇에 사용되는 서스펜션 구조로는 수동형과 능동형이 있다. 능동형 서스펜션은 거친 지형에서의 우수한 이동성과 안정성을 확보할 수 있도록 피드백 제어기능을 구비하고 있으나, 시스템과 제어효과의 복잡성이 증가한다는 문제점이 있었다. 또한, 수동형 서스펜션은 전력소비를 줄일 수 있도록 추가적인 제어를 필요로 하지 않으나, 극한 환경에 대처할 수 없다고 하는 문제점이 있었다.
- <5> 이러한 지형 탐사 로봇으로서, NASA의 JPL(Jet Propulsion Laboratory)의 FIDO, Rocky 7,8과, ETH Zurich의 Autonomous System Lab(ASL)의 Shirimp, Octopus가 개발되어 있다. JPL의 FIDO와 Rocky7,8은 모두 화성탐사를 위해 개발된 로봇으로 로커 보기(rocker-bogie)구조로서 장애물 극복 능력을 지니고 있다.
- <6> ASL의 Shirimp는 정면의 서스펜션을 수동링크로 구성한 것으로서, 상술한 바와 같은 극한 환경에 대처할 수 없다고 하는 문제점을 가지고 있다. 또한, ASL의 Octopus는 능동형 서스펜션 구조로서 수직단차를 원활히 극복할 수 있는 부정형 지형 이동로봇으로서, 휠이 닿는 지형을 센서가 감지하여 제어를 통해 능동 링크를 사용하여 장애물을 극복하는 것으로서, 상술한 바와 같은 능동형 서스펜션의 문제점을 가지고 있다.
- <7> 도 17은 종래기술로서 6-휠 로커 보기 타입의 이동 로봇을 개략적으로 나타내는 측면도이다. 도 17에 나타난 바와 같이, 도 17(b)의 구조는 양호한 지형 적응성과 최대 그라운드 간격을 확보할 수 있기 때문에 도 17(a)의 구조에 비하여 우수하다. 이동성과 지형 적응성을 개선하기 위하여 평행 보기를 2개의 4-bar 링크로 개량하는 것이 바람직하다. 또한, 도 17(d)는 보기 휠에 로커 휠을 추가함으로써 부정형 지형에서 안정성을 증가시킬 수 있음을 보여주고 있다.
- <8> 그러나 종래의 로커 보기 타입의 이동로봇은 기존의 보기 부분이 단순 링크로 구성되어 있기 때문에, 도 18에 나타난 바와 같이, 장애물을 극복시 정면에서 볼 때 각 휠이 평행을 이루지 못하고 기울어진다고 하는 문제점이 있었으며, 링크 끝부분에 장착된 바퀴가 원활하게 장애물을 승월하지 못한다고 하는 문제점이 있었다.

#### 발명의 내용

##### 해결 하고자하는 과제

- <9> 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 이동로봇의 서스펜션 구조를 수동형 링크로 구성하더라도 별도의 추가적인 센서나 액츄에이터를 설치하지 않고도 기구적인 구조만으로 수직단차 등 장애물을 극복할 수 있는 이동로봇을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <10> 또한, 본 발명은 기존의 로커 보기 타입의 이동로봇에서 보기부분을 4절 링크로 구성하고, 4절 링크의 각각의

길이를 최적의 길이비율로 구성함으로써 장애물의 극복에 최적인 특정한 휠의 궤적을 따라갈 수 있는 이동로봇을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

- <11> 또한, 본 발명은 로봇의 주행방향에 대하여 좌우의 높이가 다른 곳을 주행하더라도 로봇이 안정성을 확보하면서 이동할 수 있는 이동로봇을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

### 과제 해결수단

- <12> 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇은, 이동로봇의 주행방향에 대하여 전방에 배치되는 한 쌍의 프런트 휠과, 상기 프런트 휠의 뒤쪽에 배치된 한 쌍의 미들 휠과, 상기 미들 휠의 뒤쪽에 배치되는 한 쌍의 리어 휠과, 상기 미들 휠과 상기 리어 휠 사이에 배치되는 본체부와, 상기 프런트 휠에 연결된 한 쌍의 프런트 4절링크부와, 상기 프런트 4절링크부 및 상기 미들 휠에 연결된 리어 4절링크부와, 상기 프런트 4절링크부와, 상기 리어 4절링크부와, 상기 본체부에 연결된 프런트 커넥터 링크부와, 상기 본체부와 상기 리어 휠에 연결된 리어 커넥터 링크부와, 상기 리어 커넥터 링크부에 연결된 스티어링 링크부와, 상기 프런트 휠, 상기 미들 휠, 상기 리어 휠에 각각 장착되어 별개로 구동되는 구동모터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <13> 상기 프런트 4절링크부는, 일측이 상기 프런트 휠에 회동가능하게 연결된 프런트 링크와, 상기 프런트 링크의 타측에 회동가능하게 연결된 제 1 커넥팅 링크와, 상기 프런트 링크의 중간부분에 일측이 회동가능하게 연결된 제 1 연결링크와, 상기 제 1 연결링크의 타측에 회동가능하게 연결되는 그라운드 플레이트로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <14> 상기 리어 4절링크부는, 일측이 상기 미들 휠에 연결된 리어 링크와, 일측이 상기 리어 링크의 타측에 연결되고 타측이 상기 그라운드 플레이트에 연결된 제 2 연결링크와, 상기 리어 링크의 중간부분에 일측이 연결된 제 2 커넥팅 링크로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <15> 상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크는 일체로 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- <16> 상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크는 절곡되어 형성되며, 절곡된 각도는 160도인 것을 특징으로 한다.
- <17> 상기 프런트 링크는 상기 제 1 연결링크와의 연결지점을 중심으로 절곡되어 있으며, 절곡된 각도는 165도인 것을 특징으로 한다.
- <18> 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결지점간의 거리를  $d1$ , 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a1$ , 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $b1$ , 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를  $b2$ , 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를  $c1$ 이라 할 때,
- <19>  $c1 > a1 > d1$ ,
- <20>  $b1 > d1$ ,
- <21>  $b1 - d1 > |c1 - a1|$
- <22> 인 관계가 성립하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 또한, 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결지점간의 거리를  $d1$ , 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a1$ , 상기 제 2 커넥팅 링크의 상기 리어링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $a2$ , 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를  $b1$ , 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를  $b2$ , 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를  $c1$ , 상기 제 2 연결링크의 연결지점 사이의 거리를  $c2$ , 상기 프런트 링크의 절곡지점부터 프런트 휠까지의 연결지점 사이의 거리를  $e1$ , 상기 리어 링크의 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점부터 상기 미들 휠과의 연결지점까지의 거리를  $e2$ 라 할 때,
- <24>  $a1 = 2.93d1$ ,  $a2 = 1.5d1$ ,  $b1 = 1.1d1$ ,  $b2 = 1.07d1$ ,  $c1 = 3d1$ ,  $c2 = 1.53d1$ ,  $e1 = 4d1$ ,  $e2 = 2.85d1$

- <25> 인 관계가 성립하는 것을 특징으로 한다.
- <26> 상기 프론트 커넥터 링크부는, 상기 프론트 4절링크부에 연결되는 연결샤프트가 장착되는 커넥터 플레이트와, 상기 커넥터 플레이트의 양측에 연결되는 사이드 플레이트와, 상기 사이드 플레이트에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직인 방향으로 회동가능하게 연결된 복수의 프론트 커넥터 링크바와, 상기 복수의 프론트 커넥터 링크바의 중앙부분을 관통하여 상기 본체부에 연결되는 연결 링크바를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <27> 상기 리어 커넥터 링크부는, 상기 리어 휠에 연결된 연결플레이트와 상기 연결플레이트에 회동가능하게 연결된 제 3 연결링크와, 상기 본체부에 연결되며, 상기 제 3 연결링크에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직인 방향으로 회동가능하게 연결된 복수의 리어 커넥터 링크바를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <28> 상기 스티어링 링크부는, 상기 제 3 연결링크에 회동가능하게 연결된 제 1 스티어링 링크와, 상기 제 1 스티어링 링크에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직으로 회동가능하게 연결된 복수의 제 2 스티어링 링크를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

## 효 과

- <29> 상술한 구성을 가지는 본 발명에 의한 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇에 따르면, 이동로봇의 서스펜션 구조를 수동형 링크로 구성하더라도 별도의 추가적인 센서나 액츄에이터를 설치하지 않고도 기구적인 구조만으로 수직단차 등 장애물을 극복할 수 있고, 기존의 로커 보기 타입의 이동로봇에서 보기부분을 4절 링크로 구성하고, 4절 링크의 각각의 길이를 최적의 길이비율로 구성함으로써 장애물의 극복에 최적인 특정한 휠의 궤적을 따라갈 수 있는 이동로봇을 제공할 수 있다.
- <30> 또한, 로봇의 주행방향에 대하여 좌우의 높이가 다른 곳을 주행하더라도 로봇이 안정성을 확보하면서 이동할 수 있는 이동로봇을 제공할 수 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <31> 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 의한 부정형 지형 주행을 위한 지형적응 메커니즘을 이용한 이동로봇을 실시예로써 상세하게 설명한다.
- <32> 도 1은 본 발명에 의한 이동로봇을 나타내는 사시도, 도 2는 다른 각도에서 본 사시도, 도 3은 본 발명에 의한 이동로봇의 프론트 4절링크부와 리어 4절링크부와 프론트 커넥터 링크부를 나타내는 사시도, 도 4는 본 발명에 의한 이동로봇의 프론트 4절링크부와 리어 4절링크부를 다른 각도에서 본 사시도, 도 7은 본 발명에 의한 이동로봇의 평면도, 도 8은 측면도이다.
- <33> 이하, 본 명세서에 있어서, 이동 로봇의 진행방향을 X축 방향이라 하고, X축 방향에 대하여 평면상에서 직각인 방향을 Y축 방향, X축 방향에 대하여 상하로 수직인 방향을 Z축 방향이라 한다.
- <34> 도 1 내지 도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명에 의한 이동로봇(1)은, 휠과 서스펜션 구조와, 본체부와, 구동모터를 구비한다.
- <35> 본 발명에 의한 이동로봇(1)의 휠은, 이동로봇의 주행방향에 대하여 전방에 배치되는 한 쌍의 프론트 휠(10)과, 상기 프론트 휠의 뒤쪽에 배치된 한 쌍의 미들 휠(11)과, 상기 미들 휠의 뒤쪽에 배치되는 한 쌍의 리어 휠(12)로 구성되어, 로봇의 정면에서 볼 때, 휠이 좌측에 3개, 우측에 3개로서 총 6개의 휠로 구성되어 있다.
- <36> 또한, 각각의 휠에는 구동모터(10a, 11a, 12a)가 각각 장착되어 개별적으로 구동되고 제어되도록 구성된다. 즉, 링크의 끝단에 각각 독립적으로 구동되고 제어되는 휠을 장착하여 부정형 지형에 적응하도록 구성된다.
- <37> 이하 상기 한 쌍을 이루는 각각의 프론트 휠, 미들 휠, 리어 휠 사이의 방향을 내측방향이라 약칭한다.
- <38> 본 발명의 이동로봇의 서스펜션 시스템은 2개의 4절링크 구조(20)와 커넥터 링크 구조로 이루어져 있다.
- <39> 2개의 4절링크는 각각 상기 프론트 휠(10)과 상기 미들 휠(11)에 각각 연결되어 있고, 각각의 4절링크는 서로 그라운드를 공유시켜 1자유도를 가지도록 구성되어 있다. 상기와 같이 1자유도를 가지도록 구성함으로써, 지면에 두 개의 바퀴, 즉 프론트 휠과 미들 휠을 놓았을 때, 이동 로봇이 쓰러지지 않도록 구성할 수 있다.
- <40> 상기 2개의 4절링크는, 상기 프론트 휠(10)에 연결된 한 쌍의 프론트 4절링크부(200)와, 상기 미들 휠(11)에 연결된 한 쌍의 리어 4절링크부(210)로 이루어져 있다.



- <41> 상기 프런트 4절링크부(200)는, 프런트 링크(201)와, 제 1 연결링크(202)와, 제 1 커넥팅 링크(203)와, 그라운드 플레이트(220)로 구성되어 있다.
- <42> 상기 프런트 링크(201)는 일측이 상기 프런트 휠의 내측방향에서 상기 프런트 휠의 중심축에 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있고, 타측이 상기 제 1 커넥팅 링크와 샤프트(201a)과 베어링 등의 수단에 의해 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <43> 또한, 도 12에 나타난 바와 같이, 상기 프런트 링크(201)는, 후술하는 바와 같이 상기 프런트 휠의 최적의 궤적을 형성하기 위하여, 중간부분이 절곡되어 형성되는 것이 바람직하다. 상기 절곡된 지점에 형성된 통공을 통하여 상기 프런트 링크는 상기 제 1 연결링크와 샤프트 및 베어링 등의 수단에 의해 상대적으로 회동가능하게 연결되어 있다. 또한, 본 출원의 발명자들은 상기 절곡된 각도는 165도, 즉 도 12에서  $\theta 1$ 은 15° 인 것이 상기 프런트 휠의 최적의 궤적을 형성하기 위하여 최적의 각도임을 발견하였다.
- <44> 상기 제 1 연결링크(202)는, 일끝단이 상기 프런트 링크의 외측방향에서 상기 프런트 링크의 절곡지점에 회동가능하게 연결되어 있고, 타끝단은 상기 그라운드 플레이트의 외측방향에서 상기 그라운드 플레이트의 하부끝단 부분에 상대적으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <45> 또한, 상기 제 1 연결링크(202)의 타끝단의 외측방향에는 센서가이드 플레이트(202b)를 마련하여 상기 프런트 휠의 이동에 따른 상기 프런트 4절링크부의 회전을 감지할 수 있는 로터리 센서를 장착하도록 구성할 수 있다.
- <46> 상기 그라운드 플레이트(220)는, 도 13에 나타난 바와 같이, 대략 D 형상으로 형성되어 있으며, 상하부 끝단부근에는 구멍이 마련되어 있고, 상부 구멍에는 후술하는 리어 4절링크부의 제 2 연결링크가, 하부구멍에는 상기 제 1 연결링크가 샤프트 및 베어링 등의 수단에 의해 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <47> 상기 프런트 링크(201)의 내측 및 상기 그라운드 플레이트의 내측방향에는 제 1 커넥팅 링크(203)가 배치된다.
- <48> 한편, 상기 리어 4절링크부(210)는, 리어링크(211)와, 제2연결링크(212)와, 제 2 커넥팅 링크(213)로 구성되어 있다.
- <49> 상기 리어링크(211)는 일측이 상기 미들 휠(11)의 내측방향에서 상기 미들 휠의 중심축에 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있고, 타측이 상기 제 2 연결링크와 샤프트(211a)과 베어링 등의 수단에 의해 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있다. 또한, 상기 리어링크(211)의 중간부근에는 구멍이 형성되어, 샤프트(213a)와 베어링을 통하여 상기 제 2 커넥팅 링크와 회동가능하게 연결되어 있다.
- <50> 상기 제 2 연결링크(212)는, 일끝단이 상기 리어 링크의 내측방향에서 상기 리어 링크의 끝단측에 회동가능하게 연결되어 있고, 타끝단은 상기 그라운드 플레이트의 외측방향에서 상기 그라운드 플레이트의 상부끝단 부분에 상대적으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <51> 또한, 상기 제 1 커넥팅 링크(203)와 상기 제 2 커넥팅 링크(213)는, 도 14에 나타난 바와 같이, 일체로 형성되어 있고, 절곡부분에는 구멍이 형성되어, 상기 구멍에 후술하는 프런트 커넥터 링크부의 샤프트가 삽입 체결되도록 구성되어 있다. 이와 같이, 프런트 휠에 연결되는 프런트 4절링크부와 미들 휠에 연결되는 리어 4절링크부를 상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크를 일체화하여 일체로 회동하도록 함으로써, 보기링크가 1자유도를 가질 수 있도록 구성한 것이다. 또한, 상기 제 1 커넥팅 링크와 상기 제 2 커넥팅 링크 사이의 절곡된 각도  $\theta 2$ 는 160도인 것이, 상기 프런트 휠이 장애물을 극복하여 승월할 때에 최적의 궤적을 가지도록 구성할 수 있다.
- <52> 상술한 바와 같이, 프런트 휠과 미들 휠에 연결되는 링크구조를 4절링크로 구성한 것은, 링크의 끝단에 장착된 휠의 궤적을 원하는 최적의 경로를 따르도록 하기 위함이다.
- <53> 도 11은 3개의 휠의 휠센터의 최적의 경로를 나타내는 도면이다. 도 11에 나타난 바와 같이, 본 발명자들은, 로봇이 계단단차나 장애물을 승월할 때, 프런트 휠은 로봇이 전방으로 향해 나아갈 때 상향으로 이동하도록, 즉 프런트 휠은 그라운드 링크에 대하여 수평방향으로는 부(-)의 방향으로, 수직방향으로는 양(+)의 방향으로 이동하도록 구성하는 것이 최적의 궤적을 형성할 수 있음을 발견하였다.
- <54> 이를 위해서는, 상기 프런트 4절링크부와 상기 리어 4절링크부를 구성하는 각각의 링크의 구성이 상술한 바와 같은 구성을 가져야 함은 물론, 각각의 링크의 길이비율이 매우 중요함을 발견하였다.
- <55> 도 8은 본 발명에 의한 이동로봇의 측면도이다. 도 8에서, 프런트 휠은 도면의 우측방향에 위치한다. 도 8에

서 프런트 4절링크부와 리어 4절링크부, 즉 도 8의 A부분을 도 9에 개념적으로 나타낸다.

<56> 도 9에서, E1은 프런트 휠, E2는 미들 휠, S는 리어 휠을 나타낸다. 또한, 프런트 4절링크는 a1-b1-c1-d로 구성되어 있고, 리어 4절링크는 a2-b2-c2-d2로 구성되어 있으며, A1-0-A2를 잇는 링크는 상기 제 1 커넥팅 링크 및 상기 제 2 커넥팅 링크를 나타낸다.

<57> 도 9에 나타난 바와 같이, 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결 지점간의 거리를 d1, 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를 a1, 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를 b1, 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를 b2, 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를 c1이라 할 때, 본 발명자들은 상기 각 링크의 길이간의 관계가 다음 관계식을 만족할 때에 상기 프런트 휠이 최적의 궤적을 형성할 수 있음을 발견하였다.

<58>  $c1 > a1 > d1$ ,

<59>  $b1 > d1$ ,

<60>  $b1 - d1 > |c1 - a1|$

<61> 상술한 관계식을 만족하도록, 상기 각 링크의 길이에 대한 실험결과를 도 10에 나타낸다.

<62> (mm)

case	b1	a1	c1
1	33	45	47
2		88	90
3	40	45	47
4		88	90
5		45	54
6		81	90

<64> (여기서, d1 = 30mm, 프런트 링크의 절곡각도는 165° )

<65> 도 10에 나타난 바와 같이, 상기 case 2의 경우가 도 11에 나타난 최적의 궤적을 형성함을 알 수 있다.

<66> 많은 실험결과, 본 발명자들은 상술한 바와 같은 길이비율을 만족하는 프런트 4절링크부와 함께, 최적의 궤적을 위한 리어 4절링크부의 길이비율에 대하여도 최적의 길이비율이 존재함을 발견하였다.

<67> 즉, 상기 그라운드 플레이트의 중앙구멍의 중심점으로부터 상기 제 1 연결링크와의 연결지점간의 거리를 d1, 상기 제 1 커넥팅 링크의 상기 프런트 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를 a1, 상기 제 2 커넥팅 링크의 상기 리어링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를 a2, 상기 프런트 링크의 상기 제 1 커넥팅 링크와의 연결지점 및 절곡된 지점까지의 거리를 b1, 상기 리어링크의 상기 제 2 연결링크와의 연결지점 및 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점까지의 거리를 b2, 상기 제 1 연결링크의 연결지점사이의 거리를 c1, 상기 제 2 연결링크의 연결지점 사이의 거리를 c2, 상기 프런트 링크의 절곡지점부터 프런트 휠까지의 연결지점 사이의 거리를 e1, 상기 리어 링크의 상기 제 2 커넥팅 링크와의 연결지점부터 상기 미들 휠과의 연결지점까지의 거리를 e2라 할 때,

<68>  $a1 = 2.93d1$ ,  $a2 = 1.5d1$ ,  $b1 = 1.1d1$ ,  $b2 = 1.07d1$ ,  $c1 = 3d1$ ,  $c2 = 1.53d1$ ,  $e1 = 4d1$ ,  $e2 = 2.85d1$

<69> 인 관계가 성립할 때에, 상기 도 11에 나타난 바와 같은 최적의 궤적을 구성할 수 있음을 발견하였다.

<70> 하기 예는 최적의 궤적을 형성하는 각 링크의 길이를 나타내지만, 각 링크의 길이는 반드시 이에 한정되지 않는다.

<71> (단위 : mm)

<72> a1 = 88

<73> a2 = 45

<74> b1 = 33



- <75>       $b2 = 32$
- <76>       $c1 = 90$
- <77>       $c2 = 46$
- <78>       $d1 = 30$
- <79>       $d2 = 30$
- <80>       $e1 = 120$
- <81>       $e2 = 85.5$
- <82>       $\angle A1-B1-E1 : 165^\circ$
- <83>      한편, 도 5는 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 커넥터 링크부와 본체부를 나타내는 도면, 도 6은 본 발명에 의한 이동로봇의 리어 커넥터 링크부와 스티어링 링크부를 나타내는 도면이다.
- <84>      도 5 및 도 6에 나타난 바와 같이, 프런트 커넥터 링크부(30)는 상기 프런트 4절링크부와, 상기 리어 4절링크부와, 상기 본체부에 연결되어 있고, 리어 커넥터 링크부(50)는 상기 본체부와 상기 리어 휠에 연결된 와, 상기 리어 커넥터 링크부에 연결되어 있다.
- <85>      상기 프런트 커넥터 링크부(30)는, 좌우 한 쌍의 커넥터 플레이트(309)와, 상기 각각의 커넥터 플레이트의 전후방에 배치되는 한 쌍의 사이드 플레이트(307, 308)와, 복수의 프런트 커넥터 링크바(301, 302))와, 연결링크바(305, 306)와, 연결샤프트(310)로 구성되어 있다.
- <86>      상기 커넥터 플레이트(309)에는 상기 프런트 4절링크부에 연결되는 연결샤프트가 장착되어 있고, 상기 연결샤프트는 일체화된 상기 제 1 커넥터 링크와 상기 제 2 커넥터 링크의 절곡지점에 마련된 통공에 삽입 장착된다. 상기 연결샤프트의 내측방향에는 가이드 플레이트를 통하여 조인트 모터가 장착될 수 있다.
- <87>      상기 사이드 플레이트는 상기 커넥터 플레이트의 양측에 연결되며, 상기 프런트 커넥터 링크바는 상기 사이드 플레이트에 로봇의 진행방향에 대하여 상하로 수직인 방향으로 회동가능하게 복수개 연결되어 있다.
- <88>      상기 연결 링크바는, 도 5 및 도 6에 나타난 바와 같이, 전후방에 배치된 복수의 상기 프런트 커넥터 링크바를 관통하여 상기 본체에 연결되어 있으며, 상기 연결링크바를 중심으로 상기 프런트 커넥터 링크부(30)는 좌우로 회동하도록 구성되어 있다.
- <89>      상기 리어 커넥터 링크부(50)는, 연결플레이트(503)와, 제 3 연결링크(502)와, 리어 커넥터 링크바(501)로 구성되어 있다.
- <90>      상기 연결플레이트(503)는 대략 T자 형상으로 절곡되어 상기 리어 휠을 감싸도록 구성되어 상기 리어 휠에 연결되며, 상기 연결플레이트의 내측에는 상기 리어 휠의 중심축에 구동모터가 장착된다.
- <91>      상기 제 3 연결링크(502)는 일끝단이 상기 연결플레이트에 샤프트와 베어링 등의 수단에 의해 X축 방향으로 회동가능하게 연결되며, 타끝단은 상기 리어 커넥터 링크바(501)에 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <92>      상기 리어 커넥터 링크바(501)는 상하 한 쌍으로 마련되어 상기 제 3 연결링크에 회동가능하게 연결되며, 로봇의 진행방향의 뒤쪽에 복수의 링크바를 더욱 마련하여 전후방의 리어 커넥터 링크바를 연결 링크바(504)를 통해 본체부에 연결하도록 구성할 수 있다. 상기 연결링크바는 상기 리어 커넥터 링크바의 중앙부분에 배치되어 상기 연결링크바를 중심으로 상기 리어 커넥터 링크부가 좌우로 회동하도록 구성된다.
- <93>      상술한 바와 같이 구성함으로써, 로봇이 좌우로 경사진 지면을 이동하더라도, 도 18(b)의 화살표로 나타난 바와 같이, 좌우 휠이 평행을 유지하면서 이동할 수 있게 되어, 장애물 극복에 유리하고 경사진 지면에서도 로봇이 쓰러지지 않고 이동할 수 있다.
- <94>      또한, 상기 리어커넥터 링크바에는 상기 연결링크바를 통하여 3축 자이로모듈(dual axis gyro module : M)이 장착될 수 있다.
- <95>      또한, 상기 리어 커넥터 링크바에는 상기 스티어링 링크부(60)가 연결되어 있다. 상기 스티어링 링크부는, 복수의 스티어링 링크로 구성되어 있다.
- <96>      제 1 스티어링 링크(601, 603))는 상기 제 3 연결링크에 Y축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있고, 상기 제 1

스티어링 링크의 상부에는 스티어링 모터가 장착될 수 있다.

- <97> 또한, 복수의 제 2 스티어링 링크(602)는, 상기 제 1 스티어링 링크에 로봇의 진행방향에 대하여 Z축 방향으로 회동가능하게 연결되어 있다.
- <98> 한편, 상기 미들 휠(11)과 상기 리어 휠(12) 사이에는 본체부(40)가 배치되어 있고, 상기 본체부(40)에는 제어 회로나 배터리 등을 탑재할 수 있다.
- <99> 상술한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 이동로봇의 장애물 극복 시뮬레이션을 도 15 및 도 16에 나타낸다.
- <100> 비록, 본 발명의 실시예가 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해될 것이다.

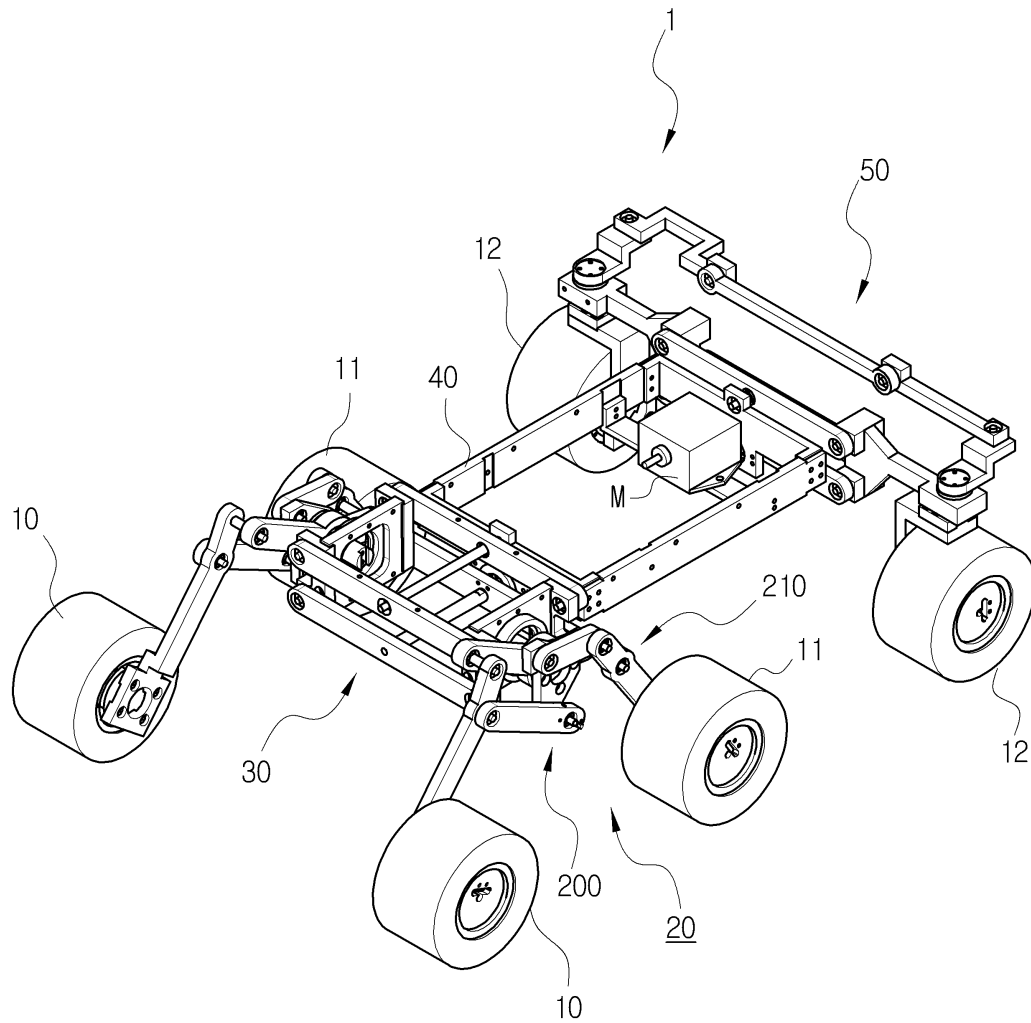
### 도면의 간단한 설명

- <101> 도 1은 본 발명에 의한 이동로봇을 나타내는 사시도이다.
- <102> 도 2는 본 발명에 의한 이동로봇을 다른 각도에서 본 사시도이다.
- <103> 도 3은 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 4절링크부와 리어 4절링크부와 프런트 커넥터 링크부를 나타내는 사시도이다.
- <104> 도 4는 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 4절링크부와 리어 4절링크부를 다른 각도에서 본 사시도이다.
- <105> 도 5는 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 커넥터 링크부와 본체부를 나타내는 도면이다.
- <106> 도 6은 본 발명에 의한 이동로봇의 리어 커넥터 링크부와 스티어링 링크부를 나타내는 도면이다.
- <107> 도 7은 본 발명에 의한 이동로봇의 평면도이다.
- <108> 도 8은 본 발명에 의한 이동로봇의 측면도이다.
- <109> 도 9는 도 8의 부분을 개념적으로 나타낸 도면이다.
- <110> 도 10은 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 휠의 궤적을 나타내는 도면이다.
- <111> 도 11은 본 발명에 의한 이동로봇의 궤적을 나타내는 도면이다.
- <112> 도 12는 본 발명에 의한 이동로봇의 프런트 4절링크부의 프런트 링크를 나타내는 도면이다.
- <113> 도 13은 본 발명에 의한 그라운드 플레이트를 나타내는 도면이다.
- <114> 도 14는 본 발명에 의한 제 1 커넥팅 링크와 제 2 커넥팅 링크가 일체화된 도면이다.
- <115> 도 15는 본 발명에 의한 이동로봇의 장애물 극복 주행의 일예를 나타내는 도면이다.
- <116> 도 16은 본 발명에 의한 이동로봇의 장애물 극복 주행의 다른 예를 나타내는 도면이다.
- <117> 도 17은 종래기술에 의한 링크 메커니즘을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <118> 도 18은 종래기술에 의한 커넥터 링크 메커니즘을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <119> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <120> 1 ; 이동로봇
- <121> 10 : 프런트 휠
- <122> 11 : 미들 휠
- <123> 12 : 리어 휠
- <124> 200 : 프런트 4절링크부
- <125> 210 : 리어 4절 링크부

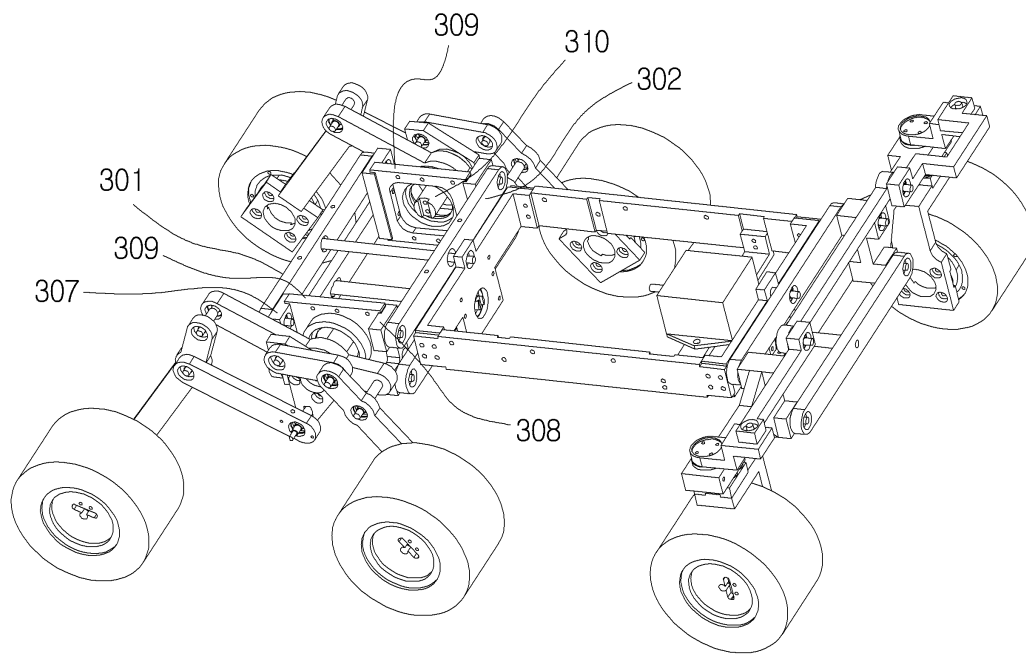
- <126> 30 : 프런트 커넥터 링크부
- <127> 40 : 본체부
- <128> 50 : 리어 커넥터 링크부
- <129> 60 : 스티어링 링크부

도면

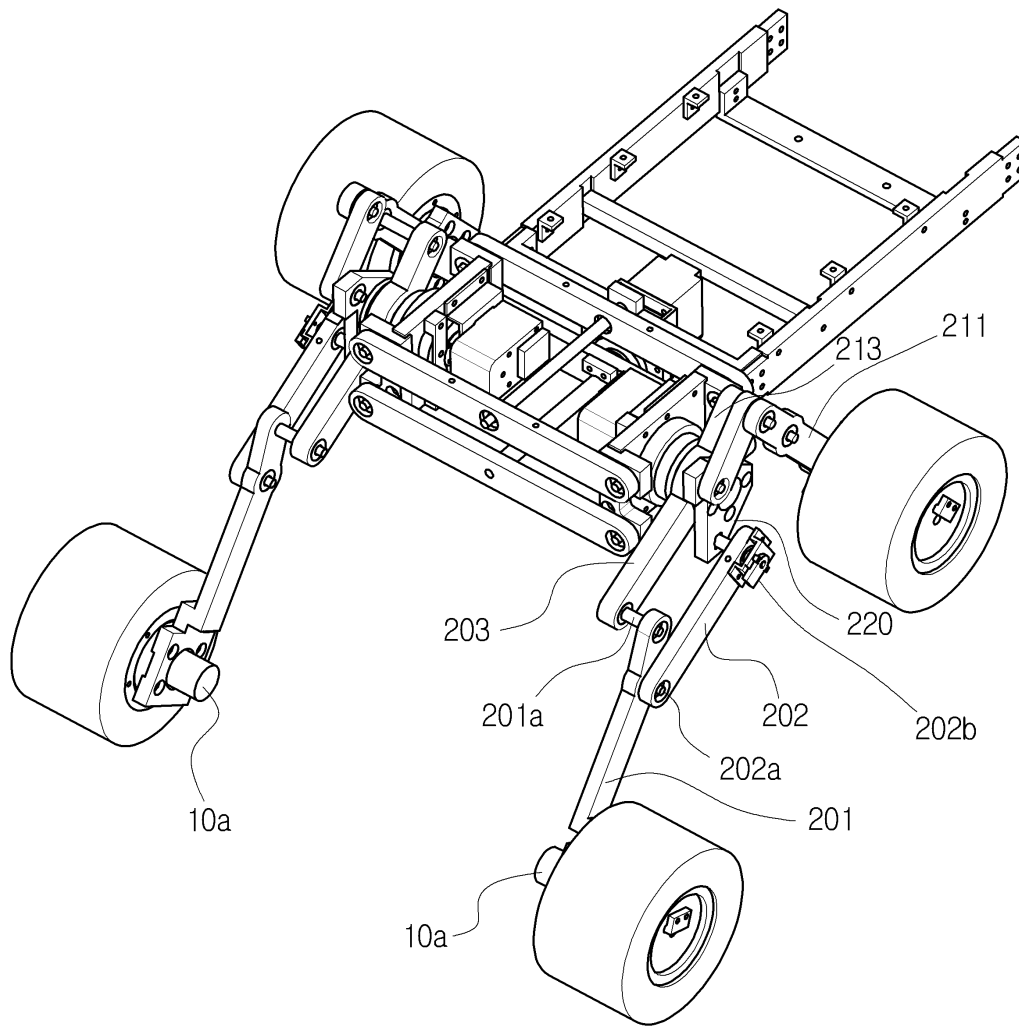
도면1



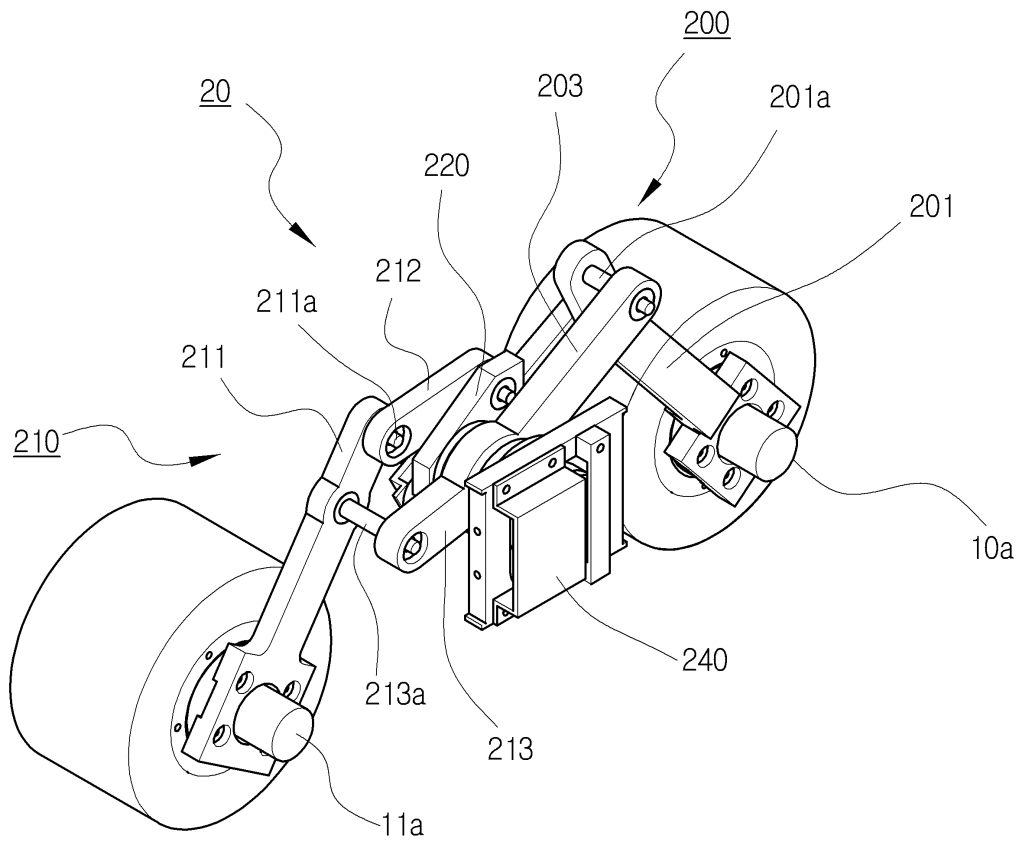
도면2



도면3

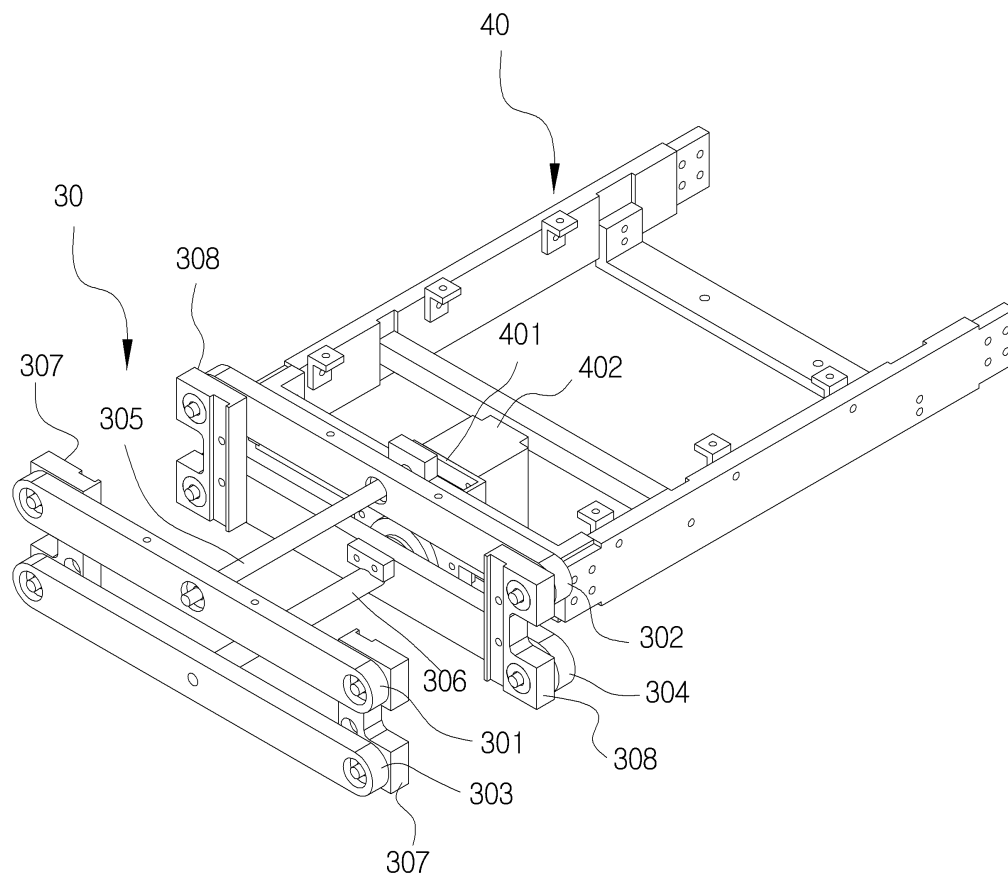


도면4

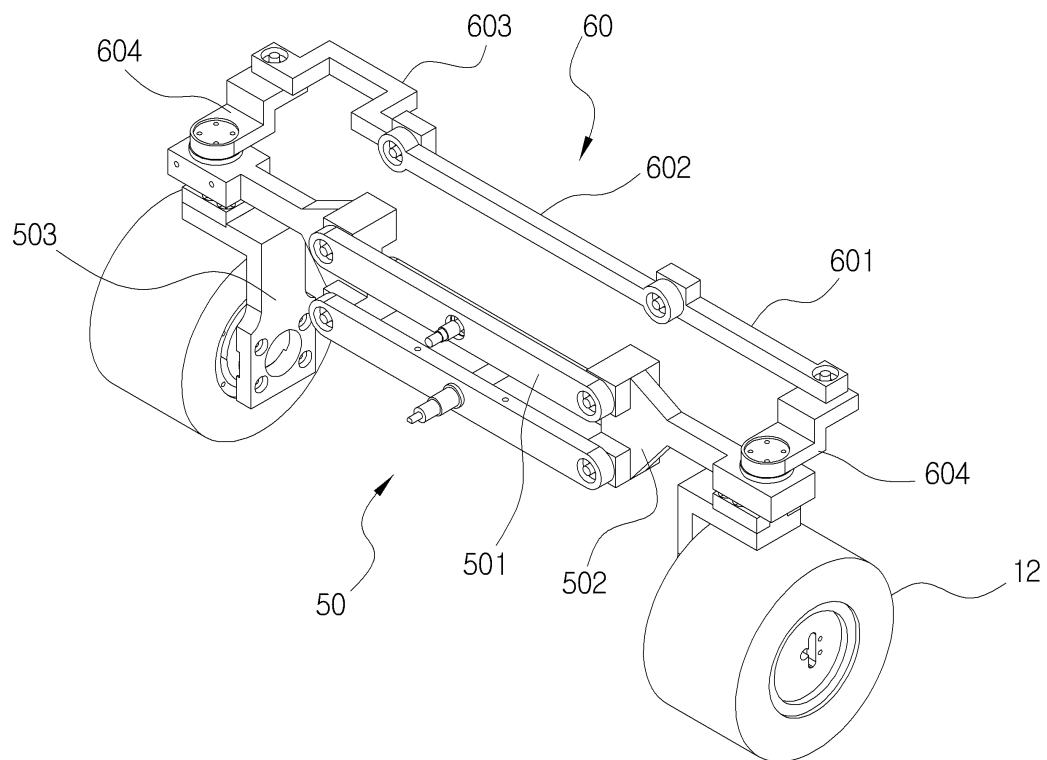




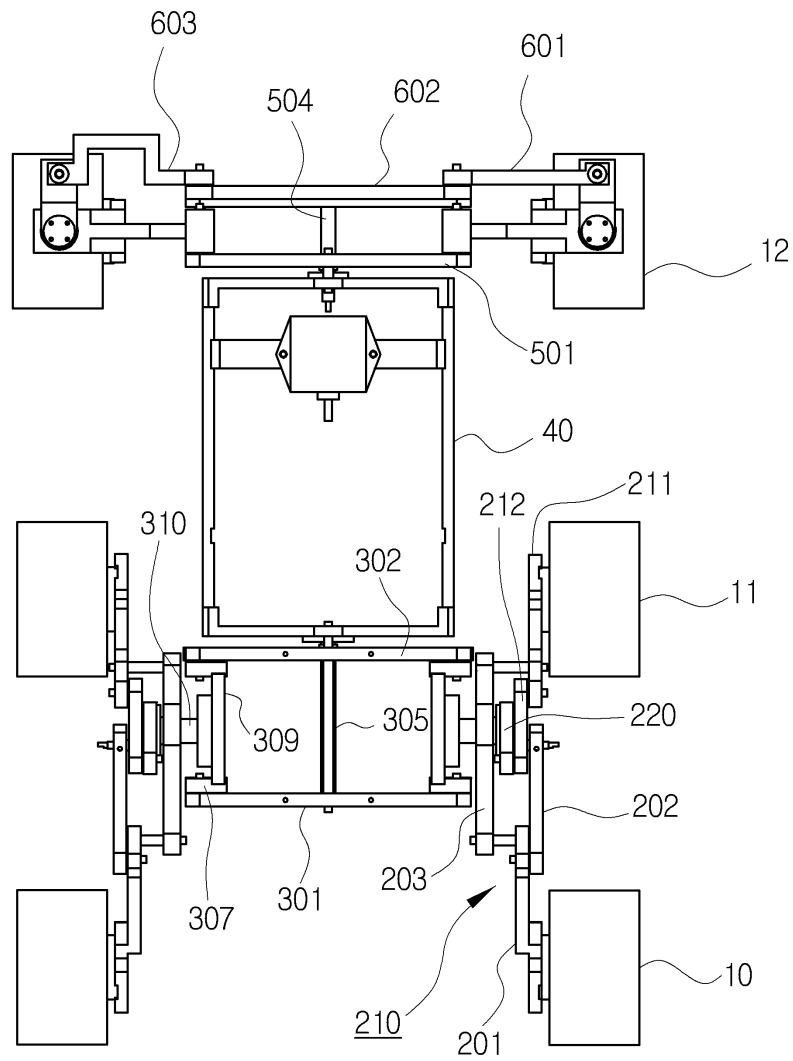
도면5



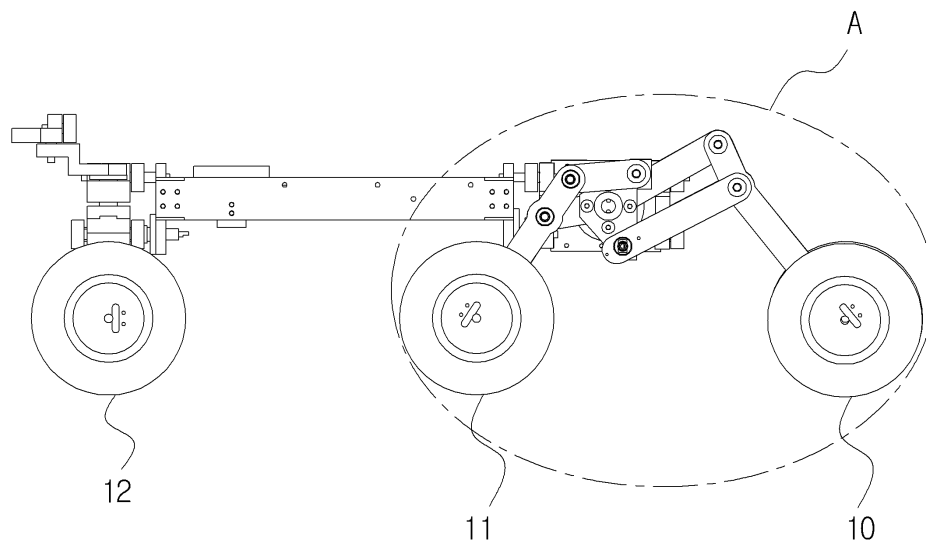
도면6



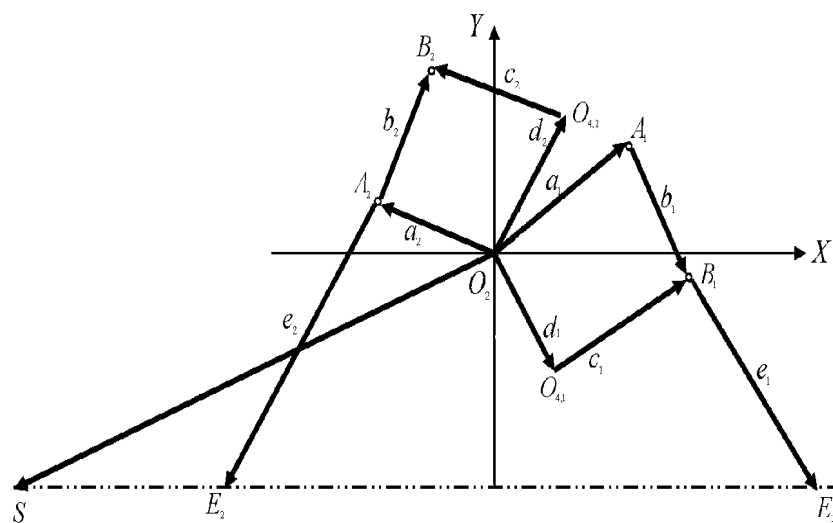
도면7



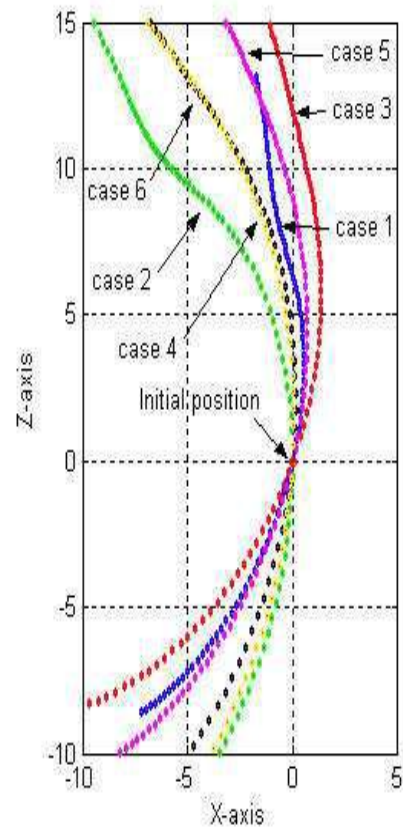
도면8



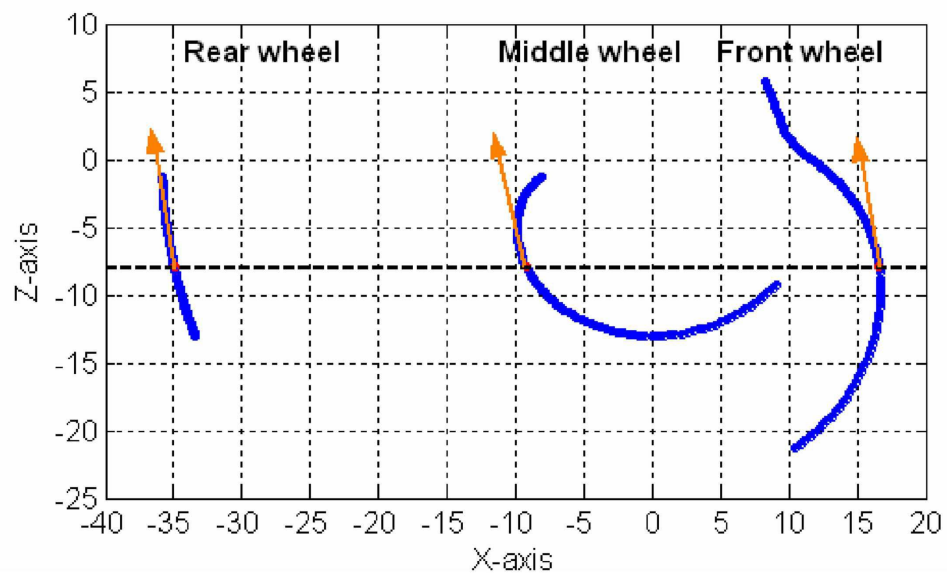
도면9



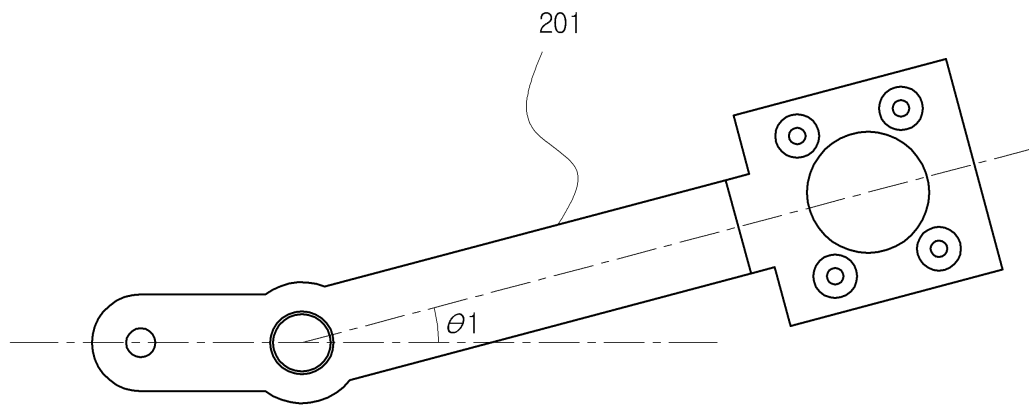
도면10



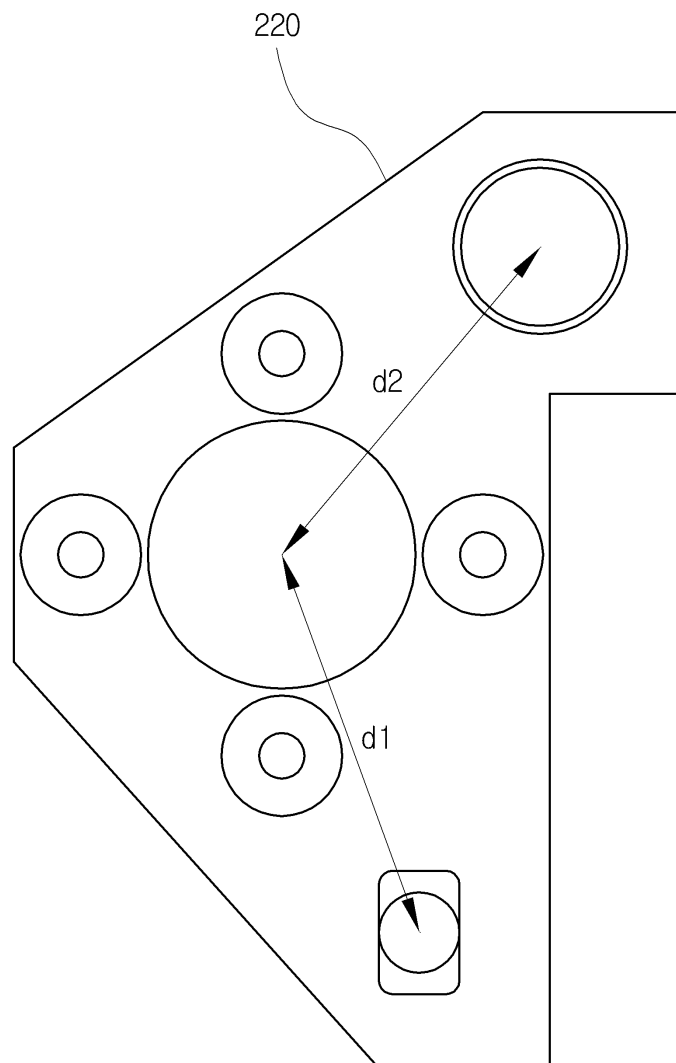
도면11



도면12

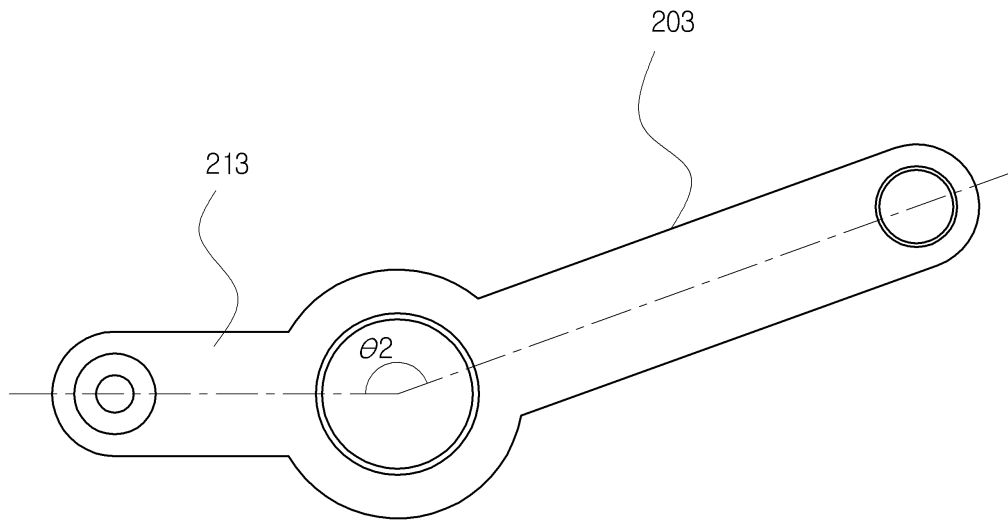


도면13

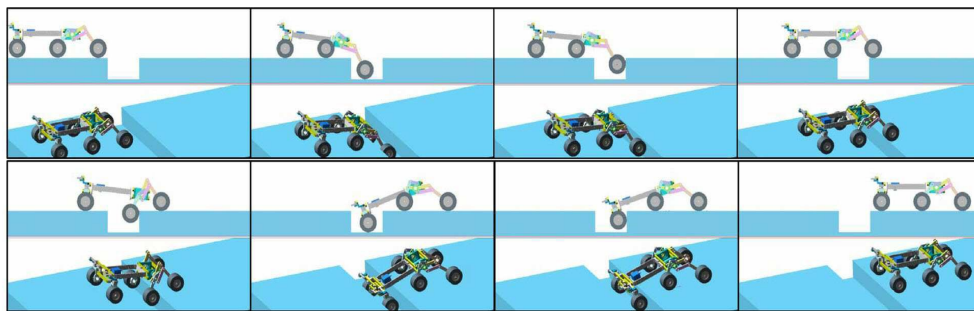




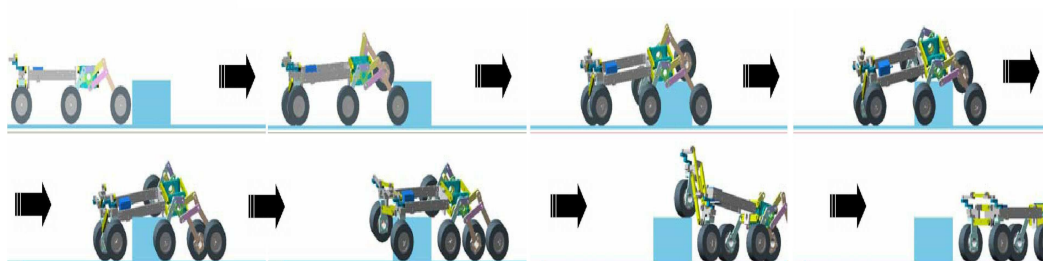
도면14



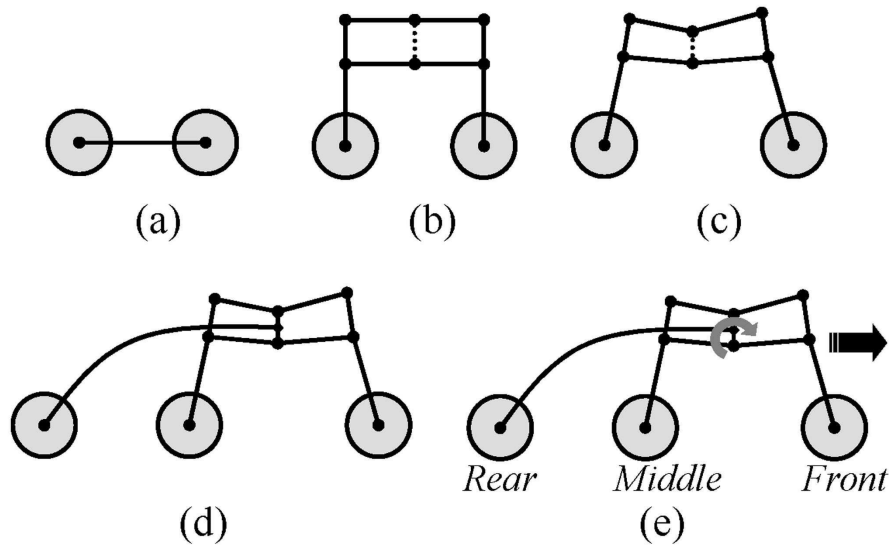
도면15



도면16



도면17



도면18

