



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월28일  
 (11) 등록번호 10-1979480  
 (24) 등록일자 2019년05월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B25J 9/10* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-7036367  
 (22) 출원일자(국제) 2013년04월11일  
 심사청구일자 2017년11월14일  
 (85) 번역문제출일자 2014년12월24일  
 (65) 공개번호 10-2015-0016362  
 (43) 공개일자 2015년02월11일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/060940  
 (87) 국제공개번호 WO 2013/179782  
 국제공개일자 2013년12월05일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2012-124511 2012년05월31일 일본(JP)

## (56) 선행기술조사문헌

KR100541433 B1\*

KR1020100054159 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

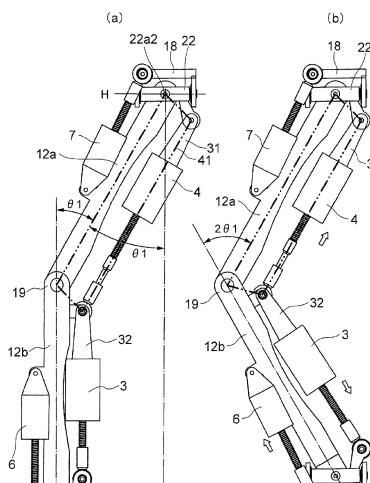
전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이성수

## (54) 발명의 명칭 다리식 로봇의 하지 구조 및 다리식 로봇

**(57) 요 약**

무릎 관절을 구동시키는 액추에이터의 부하를 저감시킬 수 있는 다리식 로봇의 하지 구조를 제공한다. 다리식 로봇의 하지 구조는, 고관절 본체(18)와, 대퇴부(12a)와, 고관절 본체(18)에 대퇴부(12a)를 연결하는 고관절 조인트(22)와, 대퇴부(12a)에 연결되는 무릎 관절 본체(19)를 구비한다. 일단부가 고관절 본체(18) 또는 고관절 조인트(22)에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결됨과 함께, 타단부가 무릎 관절 본체(19)에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 대퇴부 보조 링크(31)를 설치한다. 대퇴부 보조 링크(31)의 일단부로부터 타단부까지의 길이를 무릎 관절 액추에이터(4)에 의해 신축시킨다.

**대 표 도 - 도4**

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고관절 본체와,

대퇴부와,

상기 고관절 본체에 대해 상기 대퇴부를 적어도 피치축의 주위로 회전 가능하도록 연결하는 고관절 조인트와,

상기 대퇴부에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 무릎 관절 본체와,

일단부가 상기 고관절 본체 또는 상기 고관절 조인트에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결됨과 함께, 타단부가 상기 무릎 관절 본체에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 대퇴부 보조 링크와,

상기 대퇴부 보조 링크의 상기 일단부로부터 상기 타단부까지의 길이를 신축시키는 무릎 관절 액추에이터를 구비하며,

상기 고관절 본체 또는 상기 고관절 조인트, 상기 대퇴부, 상기 무릎 관절 본체 및 상기 대퇴부 보조 링크는 평행사변형을 형성하는 평행 링크를 구성하고,

상기 대퇴부가 피치축의 주위를 회전 할 때, 상기 평행 링크의 작용에 의해, 상기 고관절 본체에 대한 상기 무릎 관절 본체의 자세가 일정하게 유지되고,

그리고 상기 무릎 관절 액추에이터에 의해 상기 대퇴부 보조 링크를 신축시킴으로써, 상기 고관절 본체에 대해 상기 무릎 관절 본체의 자세를 변화시키는, 다리식 로봇의 하지 구조.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고관절 조인트는, 상기 고관절 본체에 상기 대퇴부를 상기 피치축 및 르축의 주위로 회전 가능하도록 연결되고,

상기 대퇴부와 상기 고관절 본체의 사이에는, 상기 고관절 본체에 대해 상기 대퇴부를 상기 피치축 및 상기 르축의 주위로 회전 구동시키는 고관절 액추에이터가 걸쳐지는 것을 특징으로 하는, 다리식 로봇의 하지 구조.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 다리식 로봇은 또한,

상기 무릎 관절 본체에 결합되는 종아리부와,

발목 관절 본체와,

상기 종아리부에 상기 발목 관절 본체를 적어도 피치축의 주위로 회전 가능하도록 연결하는 발목 관절 조인트와,

일단부가 상기 종아리부에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결됨과 함께, 타단부가 상기 발목 관절 조인트에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 종아리부 보조 링크와,

상기 종아리부 보조 링크의 상기 일단부로부터 상기 타단부까지의 길이를 신축시키는 발목 관절 액추에이터를 구비하는, 다리식 로봇의 하지 구조.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 다리식 로봇의 하지 구조가 조립된, 다리식 로봇.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은, 복수의 다리부를 갖고, 각각의 다리부를 요동시키면서 보행하는 다리식 로봇의 하지 구조 및 다리식 로봇에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

다리식 로봇은, 복수의 다리부를 갖고, 각각의 다리부를 요동시키면서 보행한다. 사람과 같이 두 발로 균형을 잡으면서 걷는 다리식 로봇은 2족 보행 로봇이라고 불린다. 동물과 같이 네 발로 보행하는 다리식 로봇은 4족 보행 로봇이라고 불린다. 다리부의 수는 전형적으로는 2개 또는 4개이지만, 복수개라면 몇 개라도 좋다.

[0003]

각 다리부는, 대퇴부, 종아리부, 발바닥부에 상당하는 링크를 로봇의 몸통부로부터 고관절, 무릎 관절, 발목 관절을 통해 순차 연속 설치하여 구성된다. 대퇴부, 종아리부, 발바닥부에 상당하는 링크는, 각 관절에 다리식 로봇의 측방으로 신장되는 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 각 관절에는, 링크를 회전시키는 모터(액추에이터)가 구비된다(예를 들어 특허문현 1 참조). 모터가 적절한 구동력을 출력하고, 링크의 회전 각도를 제어함으로써, 다리식 로봇이 다리부를 몸통부에 대해 전후로 요동시킬 수 있다. 여기서, 고관절은 몸통부와 다리부를 연결하는 관절을 의미하는 것이며, 4족 보행 로봇의 몸통부와 앞다리를 연결하는 관절도 고관절에 포함된다. 또한, 모터는 전기, 가솔린 등의 에너지를 기계적인 움직임으로 변환하는 장치로, 전형적으로는 전동모터 혹은 엔진이다.

### 선행기술문현

#### 특허문현

[0004]

(특허문현 0001) 특허 문현 1: 일본 특허 공개 제2002-264046호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005]

그러나, 무릎 관절의 굴신 운동을 행할 때에는, 고관절의 모터 회전 속도의 2배의 속도로 무릎 관절의 모터를 회전시킬 필요가 있다. 이와 같이, 무릎 관절은 다른 관절에 비해, 이동 범위와 속도를 크게 할 필요가 있으므로, 큰 모터를 필요로 한다.

[0006]

따라서, 본 발명은 무릎 관절을 구동시키는 액추에이터의 부하를 저감시킬 수 있는 다리식 로봇의 하지 구조 및 다리식 로봇을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0007]

상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 고관절 본체와, 대퇴부와, 상기 고관절 본체에 대해 상기 대퇴부를 적어도 피치축의 주위로 회전 가능하도록 연결하는 고관절 조인트와, 상기 대퇴부에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 무릎 관절 본체와, 일단부가 상기 고관절 본체 또는 상기 고관절 조인트에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결됨과 함께, 타단부가 상기 무릎 관절 본체에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되는 대퇴부 보조 링크와, 상기 대퇴부 보조 링크의 상기 일단부로부터 상기 타단부까지의 길이를 신축시키는 무릎 관절 액추에이터를 구비하는 다리식 로봇의 하지 구조이다.

### 발명의 효과

[0008]

본 발명에 따르면, 대퇴부가 피치축의 주위를 회전할 때, 평행 링크의 작용에 의해, 고관절 본체에 대한 무릎 관절 본체의 자세가 일정하게 유지된다. 그리고, 무릎 관절 액추에이터에 의해 대퇴부 보조 링크를 신축시킴으로써, 고관절 본체에 대해 일정하게 유지된 무릎 관절 본체의 자세를 변화시킬 수 있다. 이로 인해, 무릎 관절의 굴신 운동을 행할 때, 무릎 관절에 모터를 설치한 종래의 다리식 로봇에 비해, 대퇴부에 대한 무릎 관절 본체의 피치축 주위의 회전 속도를 절반으로 할 수 있다. 따라서, 무릎 관절 액추에이터의 부하를 저감시킬 수

있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태의 다리식 로봇의 전체 구성을 도시하는 도면[도 1의 (a)는 정면도를 나타내고, 도 1의 (b)는 좌측면도를 나타냄].

도 2는 본 실시 형태의 다리식 로봇의 하지 구조의 사시도.

도 3은 본 실시 형태의 다리식 로봇의 하지 구조를 도시하는 도면[도 3의 (a)는 정면도를 나타내고, 도 3의 (b)는 좌측면도를 나타냄].

도 4는 본 실시 형태의 다리식 로봇의 하지 구조의 무릎 관절 굴신 운동을 행할 때의 동작도[도 4의 (a)는 무릎 관절 액추에이터를 구동시키고 있지 않은 상태를 나타내고, 도 4의 (b)는 무릎 관절 액추에이터를 구동시켜 무릎 관절을 굴곡시킨 상태를 나타냄].

도 5는 본 실시 형태의 다리식 로봇의 하지 구조의 무릎 관절 액추에이터의 부하 저감 효과를 설명하는 모식도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 첨부 도면에 기초하여, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 다리식 로봇을 설명한다. 도 1의 (a)는 본 실시 형태의 다리식 로봇의 전체 구성을 도시하는 정면도, 도 1의 (b)는 좌측면도이다. 이하의 설명에 있어서, 다리식 로봇의 진행 방향을 x축 방향, 다리식 로봇으로부터 보아 좌우 방향을 y축 방향, 다리식 로봇의 상하 방향을 z축 방향으로 하고, x축을 롤축, y축을 피치축, z축을 요축으로 한다. 또한, 이하의 설명에 있어서의 좌우는 도 1 내지 도3에 나타내는 다리식 로봇측으로부터 보았을 때의 좌우이며, 전후는 다리식 로봇측으로부터 보았을 때의 전후이다.

[0011] 다리식 로봇(10)은, 몸통부(11)의 하방에 설치된 2개의 다리부(12)와, 몸통부(11)의 상방 좌우 양측면에 설치된 2개의 팔부(13)와, 몸통부(11)의 상방에 설치된 1개의 머리부(14)로 구성되어 있고, 사람에 가까운 동작을 가능하게 하고 있다.

[0012] 2개의 팔부(13)는, 몸통부(11)에 어깨 관절(16)을 통해 연결되고, 몸통부(11)에 대해 요축 및 롤축의 주위를 회전할 수 있도록 되어 있다. 각 팔부(13)는, 팔꿈치 관절(17)을 경계로, 어깨에 가까운 쪽인 상완부(13b)와, 손부(13a)에 가까운 쪽인 하완부(13c)를 구비한다. 하완부(13c)는 상완부(13b)에 대해 요축 및 피치축의 주위를 회전할 수 있도록 되어 있다.

[0013] 다리부(12)는, 고관절(8)을 통해 몸통부(11)의 골반(11a)에 롤축 및 피치축의 주위로 요동 가능하게 연결된다. 다리식 로봇(10)은, 2개의 다리부(12)를 피치축 및 롤축의 주위로 교대로 요동시켜, 사람과 같이 두 발로 균형을 잡으면서 걷는다.

[0014] 다리부(12)는, 상부로부터 차례로, 몸통부(11)에 결합되는 고관절(8), 대퇴부(12a), 무릎 관절 본체(19), 종아리부(12b), 발목 관절(9) 및 발바닥부(21)를 구비한다. 고관절(8)은, 몸통부(11)에 결합되는 고관절 본체(18)와, 고관절 본체(18)와 대퇴부(12a)를 피치축 및 롤축의 주위로 회전 가능하도록 연결하는 고관절 조인트(22)를 구비한다. 발목 관절(9)은 발바닥부(21)에 결합되는 발목 관절 본체(20)와, 발목 관절 본체(20)와 종아리부(12b)를 롤축 및 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결하는 발목 관절 조인트(24)를 구비한다. 발바닥부(21)는 보행 노면에 착상한다.

[0015] 이 다리식 로봇(10)은, 원격 조작 가능하게 구성된 로봇이며, 이격된 위치에 있는 도시되지 않은 조작 매니퓰레이터를 조작자가 조작함으로써, 조작 매니퓰레이터의 움직임에 따른 동작을 다리식 로봇(10)이 실행할 수 있도록 되어 있다.

[0016] 다음으로, 도 2 및 도 3을 사용하여, 본 실시 형태의 다리식 로봇(10)의 다리부(12)의 구조를 상세하게 설명한다. 도 2는 신장시킨 다리부의 사시도를 나타내고, 도 3의 (a)는 신장시킨 다리부의 정면도를 나타내고, 도 3의 (b)는 신장시킨 다리부의 측면도를 나타낸다.

[0017] 도 2에 도시하는 바와 같이, 다리부(12)는 고관절 본체(18), 대퇴부(12a), 무릎 관절 본체(19), 종아리부(12b), 발목 관절 본체(20)를 갖는다. 고관절 본체(18)에는, 고관절 조인트(22)를 통해 대퇴부(12a)가 롤축 및 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 대퇴부(12a)에는, 무릎 관절 본체(19)가 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 무릎 관절 본체(19)에는, 종아리부(12b)가 결합된다. 종아리부(12b)에는, 발목 관절 조인트(2

4)를 통해 발목 관절 본체(20)가 롤축 및 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 대퇴부(12a)의 후방에는, 대퇴부 보조 링크(31)가 설치된다. 종아리부(12b)의 후방에는, 종아리부 보조 링크(32)가 설치된다. 액추에이터는, 대퇴부(12a)의 전방에 설치되는 2개의 고관절 액추에이터(7), 대퇴부(12a)의 후방에 설치되는 1개의 무릎 관절 액추에이터(4), 종아리부(12b)의 전방에 설치되는 2개의 발목 관절 액추에이터(6), 종아리부(12b)의 후방에 설치되는 1개의 발목 관절 액추에이터(3)를 구비한다.

[0018] 고관절 본체(18)는 플레이트를 절곡하여 형성되고, 몸통부(11)에 결합되는 사각형의 결합부(18a)와, 결합부(18a)의 대향하는 한 쌍의 변으로부터 절곡된 한 쌍의 조인트 연결부(18b)를 구비한다.

[0019] 고관절 본체(18)에는, 수동적인 고관절 조인트(22)를 통해 대퇴부(12a)가 롤축 및 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 도 3의 (b)에 도시하는 바와 같이, 고관절 조인트(22)는 서로 직교하는 롤축(22a1) 및 피치축(22a2)을 구성하는 십자 형상의 본체부(22a)를 갖는다. 본체부(22a)의 롤축(22a1)은, 고관절 본체(18)의 한 쌍의 조인트 연결부(18b)에 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 본체부(22a)의 피치축(22a2)은, 대퇴부(12a)에 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다.

[0020] 고관절 조인트(22)의 본체부(22a)에는, 아암(22b)이 결합된다. 아암(22b)에는, 대퇴부 보조 링크(31)의 상단부가 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 대퇴부 보조 링크(31)의 하단부는 종아리부(12b)의 브래킷(12b1)에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다.

[0021] 대퇴부 보조 링크(31)에는, 대퇴부 보조 링크(31)의 상단부와 하단부 사이의 길이를 신축시키는 무릎 관절 액추에이터(4)가 설치된다. 무릎 관절 액추에이터(4)는, 통 형상의 본체부(4a)와, 본체부(4a)에 대해 축선 방향으로 직선 운동하는 축부(4b)를 구비한다. 축부(4b)의 외주면에는 나선 형상의 나사 홈이 형성된다. 본체부(4a)에는, 축부(4b)의 나사 홈에 나사 결합되는 볼 나사 너트(도시되지 않음)와, 볼 나사 너트를 회전 구동시키는 모터(도시되지 않음)가 수납된다. 모터가 볼 나사 너트를 회전 구동시키면, 축부(4b)가 축선 방향으로 직선 운동하여, 대퇴부 보조 링크(31)를 신축시킨다.

[0022] 대퇴부(12a)와 고관절 본체(18) 사이에는, 좌우 한 쌍의 고관절 액추에이터(7)가 걸쳐진다. 고관절 액추에이터(7)는 대퇴부(12a)의 전방에 배치되어 있고, 대퇴부(12a)에 걸쳐 있도록 고관절 액추에이터(7) 및 무릎 관절 액추에이터(4)가 배치된다. 고관절 액추에이터(7)는, 통 형상의 본체부(7a)와, 본체부(7a)에 대해 축선 방향으로 직선 운동하는 축부(7b)를 구비한다. 축부(7b)의 외주면에는 나선 형상의 나사 홈이 형성된다. 본체부(7a)에는, 축부(7b)의 나사 홈에 나사 결합되는 볼 나사 너트(도시되지 않음)와, 볼 나사 너트를 회전 구동시키는 모터(도시되지 않음)가 수납된다. 모터가 볼 나사 너트를 회전 구동시키면, 축부(7b)가 축선 방향으로 직선 운동한다.

[0023] 고관절 액추에이터(7)의 축부(7b)는 고관절 본체(18)에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 고관절 액추에이터(7)의 본체부(7a)는 대퇴부(12a)에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 2개의 고관절 액추에이터(7)를 동시에 신장시키거나, 수축시키면, 대퇴부(12a)가 고관절 본체(18)에 대해 피치축(22a2)의 주위를 회전하게 된다. 한편, 2개의 고관절 액추에이터(7)의 한쪽을 신장시키고, 다른 쪽을 수축시키면, 대퇴부(12a)가 고관절 본체(18)에 대해 롤축(22a1)의 주위를 회전하게 된다. 2개의 고관절 액추에이터(7)의 회전 각도를 제어함으로써, 대퇴부(12a)를 고관절 본체(18)에 대해 피치축(22a2) 및 롤축(22a1)의 주위를 회전시키는 것이 가능해진다.

[0024] 본 실시 형태와 같이, 고관절 본체(18)와 대퇴부(12a) 사이에 2 자유도의 수동적인 고관절 조인트(22)를 개재하고, 고관절 본체(18)와 대퇴부(12a) 사이에 2개의 고관절 액추에이터(7)를 결침으로써, 고관절 본체(18)의 피치축 및 롤축에 능동적인 조인트로서 기능하는 2개의 모터를 설치한 경우에 비해, 수배의 힘을 발생시킬 수 있다. 필요한 힘을 얻기 위한 고관절 액추에이터(7)를 소형화할 수 있으므로, 다리부(12)의 소형화가 도모될 수 있다.

[0025] 또한, 다리식 로봇을 2족 보행시킬 때, 고관절 본체(18)에 대해 다리부(12)를 롤축의 주위로 회전시키는 것에는 토크가 필요해지고, 고관절 본체(18)에 대해 다리부(12)를 피치축의 주위로 회전시키는 것에는 속도가 필요해진다. 고관절 본체(18)와 대퇴부(12a) 사이에 2개의 고관절 액추에이터(7)를 결침으로써, 롤축 주위의 토크 및 피치축 주위의 속도의 2가지의 요구에 대응하는 것이 용이해진다.

[0026] 대퇴부(12a)의 하단부에는, 무릎 관절 본체(19)가 피치축(19a)의 주위를 회전 가능하도록 장착된다. 이 실시 형태에서는, 무릎 관절 본체(19)에는 종아리부(12b)가 결합된다.

[0027] 종아리부(12b)에는, 발목 관절 조인트(24)를 통해 발목 관절 본체(20)가 롤축 및 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 발목 관절 본체(20)는, 플레이트를 절곡하여 형성되고, 발바닥부(21)[도 1의 (a) 참조]에 결합

되는 사각형의 결합부(20a)(도 2 참조)와, 결합부(20a)가 대향하는 한 쌍의 변으로부터 절곡된 한 쌍의 조인트 연결부(20b)를 구비한다.

[0028] 발목 관절 조인트(24)는, 서로 직교하는 롤축(24a1) 및 피치축(24a2)을 구성하는 십자 형상의 본체부(24a)를 갖는다. 본체부(24a)의 롤축(24a1)이 발목 관절 본체(20)의 한 쌍의 조인트 연결부(20b)에 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 본체부(24a)의 피치축(24a2)이 종아리부(12b)에 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다.

[0029] 발목 관절 조인트(24)의 본체부(24a)에는 아암(24b)이 결합된다. 아암(24b)에는, 종아리부 보조 링크(32)의 하단부가 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다. 종아리부 보조 링크(32)의 상단부는 종아리부(12b)의 브래킷(12b1)에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다.

[0030] 종아리부 보조 링크(32)에는, 종아리부 보조 링크(32)의 상단부와 하단부 사이의 길이를 신축시키는 발목 관절 액추에이터(3)가 설치된다. 발목 관절 액추에이터(3)는, 통 형상의 본체부(3a)와, 본체부(3a)에 대해 축선 방향으로 직선 운동하는 축부(3b)를 구비한다. 축부(3b)의 외주면에는 나선 형상의 나사 홈이 형성된다. 본체부(3a)에는, 축부(3b)의 나사 홈에 나사 결합되는 볼 나사 너트(도시되지 않음)와, 볼 나사 너트를 회전 구동시키는 모터(도시되지 않음)가 수납된다. 모터가 볼 나사 너트를 회전 구동시키면, 축부(3b)가 축선 방향으로 직선 운동한다. 발목 관절 액추에이터(3)를 신축시키면, 발목 관절 본체(20)가 피치축의 주위로 회전한다.

[0031] 종아리부(12b)와 발목 관절 본체(20) 사이에는, 좌우 한 쌍의 발목 관절 액추에이터(6)가 걸쳐진다. 발목 관절 액추에이터(6)는 종아리부(12b)의 전방에 배치되어 있고, 종아리부(12b)에 걸쳐 있도록 발목 관절 액추에이터(6) 및 발목 관절 액추에이터(3)가 배치된다. 발목 관절 액추에이터(6)는, 통 형상의 본체부(6a)와, 본체부(6a)에 대해 축선 방향으로 직선 운동하는 축부(6b)를 구비한다. 축부(6b)의 외주면에는 나선 형상의 나사 홈이 형성된다. 본체부에는, 축부(6b)의 나사 홈에 나사 결합되는 볼 나사 너트(도시되지 않음)와, 볼 나사 너트를 회전 구동시키는 모터(도시되지 않음)가 수납된다. 모터가 볼 나사 너트를 회전 구동시키면, 축부(6b)가 축선 방향으로 직선 운동한다.

[0032] 발목 관절 액추에이터(6)의 축부(6b)는 발목 관절 본체(20)에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 발목 관절 액추에이터(6)의 본체부(6a)는 종아리부(12b)에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결된다. 2개의 발목 관절 액추에이터(6)를 동시에 신장시키거나, 수축시키면, 발목 관절 본체(20)가 종아리부(12b)에 대해 피치축(24a2)의 주위를 회전하게 된다. 한편, 2개의 발목 관절 액추에이터(6)의 한쪽을 신장시키고, 다른 쪽을 수축시키면, 발목 관절 본체(20)가 종아리부(12b)에 대해 롤축(24a1)의 주위를 회전하게 된다. 2개의 발목 관절 액추에이터(6)의 회전 각도를 제어함으로써, 발목 관절 본체(20)를 종아리부(12b)에 대해 롤축(24a1) 및 피치축(24a2)의 주위를 회전시키는 것이 가능해진다.

[0033] 고관절 액추에이터(7), 무릎 관절 액추에이터(4), 발목 관절 액추에이터(3, 6)의 모터는 드라이버에 의해 제어된다. 드라이버는, 모터에 전력을 공급하는 PWM(pulse width modulation) 인버터 등의 전력 변환기, 모터의 출력축 속도 및 위치를 검출하는 센서, 조작 매니퓰레이터로부터의 지령 및 센서로부터의 정보에 의해 전력 변환기를 제어하는 제어기를 구비한다. 드라이버는 서로 통신하여, 별도로 제어 박스가 없어도 동기한 움직임이 가능하게 되어 있다.

[0034] 다음으로, 대퇴부(12a)에 조립되는 평행 링크(41), 평행 링크(41)를 구성하는 대퇴부 보조 링크(31)의 신축 동작을 설명한다. 도 3의 (b)에 도시하는 바와 같이, 평행 링크(41)는 평행사변형을 형성하는 4개의 링크(a1, b1, c1, d1)로 구성된다. 대향하는 링크의 길이는 동등하고, a1=c1, b1=d1의 관계가 있다. 링크 a1은 고관절 조인트(22)의 아암(22b), 링크 c1은 무릎 관절 본체(19)[무릎 관절 본체(19) 및 종아리부(12b)], 링크 b1은 대퇴부(12a), 링크 d1은 대퇴부 보조 링크(31)에 의해 구성된다.

[0035] 도 4의 (a)는, 고관절 액추에이터(7)에 의해 대퇴부(12a)를 피치축(22a2)의 주위로 회전시켜, 대퇴부(12a)를 전방으로 내민 상태를 나타낸다. 대퇴부(12a)를 피치축의 주위로 회전시킬 때, 평행 링크(41)의 작용에 의해, 고관절 본체(18)에 대한 무릎 관절 본체(19)[무릎 관절 본체(19) 및 종아리부(12b)]의 자세가 일정하게 유지된다. 즉, 도 4의 (a)에 도시하는 바와 같이 대퇴부(12a)를 회전시켜도, 무릎 관절 본체(19)[무릎 관절 본체(19) 및 종아리부(12b)]의 자세는 도 3의 (b)와 마찬가지로 연직 방향을 향하고 있다. 그리고, 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같이, 무릎 관절 액추에이터(4)가 대퇴부 보조 링크(31)를 수축시킴으로써, 무릎 관절이 굴곡되도록, 연직 방향을 향하는 무릎 관절 본체(19)[무릎 관절 본체(19) 및 종아리부(12b)]의 자세를 변화시킬 수 있다. 사람의 대퇴부에도 후방에 대퇴부 보조 링크(31)에 상당하는 근육이 있고, 근육을 수축시킴으로써 무릎 관절 본체의 자

세를 변화시킬 수 있도록 되어 있다. 대퇴부(12a)의 후방에 대퇴부 보조 링크(31)를 설치하고, 대퇴부 보조 링크(31)를 신축시킴으로써, 사람과 마찬가지로 적은 에너지로 무릎 관절 본체(19)의 자세를 변화시킬 수 있다.

[0036] 도 5는, 대퇴부 보조 링크(31)를 신축시킴으로써 무릎 관절 액추에이터(4)의 에너지를 저감시킬 수 있는 이유를 설명하는 도면이다. 우선, 비교예로서, 고관절 및 무릎 관절에 액추에이터를 설치한 경우에 대해 설명한다. 비교예에 있어서, 다리부 전체가 직립한 상태로부터 대퇴부(12a)를 각도  $\Theta 1$ 만큼 요동시키고, 동시에 종아리부(12b)를 대퇴부(12a)의 축선에 대해  $\Theta 2$ 만큼 구부리는 것을 상정한다. 단, 본 실시 형태와의 비교를 용이하게 하기 위해,  $\Theta 2=2\Theta 1$ 로 하고, 대퇴부(12a)를  $\Theta 1$  요동시키기 위한 에너지를 E1로 하고, 종아리부를  $\Theta 2 (=2\Theta 1)$  구부리는 데 필요로 하는 에너지를 E2로 하고, 또한  $\Theta 2=2\Theta 1$ 의 관계가 있는 것으로부터  $E2=2E1$ 이라 가정한다. 이와 같이 가정하면, 다리부를 직립한 상태로부터 도 5에 도시하는 굴곡 상태[도 4의 (b)와 동일한 굴곡 상태]에 이르게 하기 위한 총 에너지는  $E1+E2=3E1$ 로 된다.

[0037] 이에 대해, 본 실시 형태에 있어서도 마찬가지인 동작을 시키면, 다리부의 길이나 질량이 비교예와 동일하면, 고관절 액추에이터(7)에 의해 대퇴부(12a)를  $\Theta 1$  헐겁게 동작시키는 데 필요로 하는 에너지는 E1이다. 이 대퇴부(12a)의 요동시, 평행 링크의 작용에 의해, 도 4의 (a)에 도시하는 바와 같이, 종아리부가 각도  $\Theta 1$ 만큼 대퇴부(12a)의 축선에 대해 구부러진다. 평행 링크의 작용에 의해 종아리부(12b)가 각도  $\Theta 1$  구부려져 있으므로, 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같이, 또한 종아리부(12b)를 대퇴부(12a)의 축선에 대해  $2\Theta 1$ 로 하기 위해, 무릎 관절 액추에이터(4)에 의해 종아리부(12b)를 구부리는 각도는  $\Theta 1$ 로 되고, 그것에 필요로 하는 에너지는 E1이면 된다. 즉, 다리부의 굴곡 완료까지 필요로 하는 총 에너지는  $2E1$ 이면 된다. 즉, 비교예에 있어서의 무릎 관절에 설치되어 있는 액추에이터가  $2E1$ 의 출력을 필요로 하기 때문에 대형인 것에 반해, 본 실시 형태에서는 E1의 출력에 그치는 무릎 관절 액추에이터(4)를 설치하면 되므로, 하지 구조의 소형화가 달성되고, 소비 에너지도 적어진다.

[0038] 또한, 도 4에 도시하는 바와 같이, 종아리부(12b)의 후방에 종아리부 보조 링크(32)를 배치하고, 종아리부 보조 링크(32)를 발목 관절 액추에이터(3)에 의해 신축시킴으로써, 종아리부(12b)에 대한 발목 관절 본체(20)의 자세를 변화시킬 수 있다. 사람의 종아리부의 후방에도 종아리부 보조 링크(32)에 상당하는 근육이 있고, 근육을 수축시킴으로써 발목 관절 본체(20)의 자세를 변화시킬 수 있게 되어 있다. 종아리부(12b)의 후방에 종아리부 보조 링크(32)를 배치하고, 종아리부 보조 링크(32)를 신축시킴으로써, 사람과 마찬가지로 적은 에너지로 발목 관절 본체(20)의 자세를 변화시킬 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되는 일은 없고, 본 발명의 요지를 변경하지 않는 범위에서 다양한 실시 형태로 변경 가능하다.

[0040] 상기 실시 형태에서는, 고관절 본체와 대퇴부를 롤축 및 피치축의 주위로 회전 가능하도록 연결하고 있지만, 고관절 본체와 대퇴부를 피치축의 주위로만 회전 가능하도록 연결할 수도 있다. 이 경우, 평행 링크를 구성하는 대퇴부 보조 링크는, 일단부가 고관절 본체에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결되고, 타단부가 무릎 관절 본체에 피치축의 주위를 회전 가능하도록 연결된다.

[0041] 상기 실시 형태에서는, 고관절 본체와 대퇴부 사이에 걸쳐지는 액추에이터로서, 직동형의 액추에이터 모터를 사용하고 있지만, 회전형의 액추에이터를 사용할 수도 있다. 이 경우, 회전형의 액추에이터는, 대퇴부에 결합되는 모터, 모터의 출력에 결합되는 서보 흔, 일단부가 서보 흔에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결되고, 타단부가 고관절 본체에 구면 베어링을 통해 회전 가능하도록 연결되는 링크로 구성될 수 있다.

[0042] 상기 실시 형태에서는, 무릎 관절 본체와 종아리부를 결합하고 있지만, 무릎 관절 본체와 종아리부를 피치축의 주위로 회전 가능하도록 연결할 수도 있다.

[0043] 상기 실시 형태에서는, 고관절 본체를 몸통부에 결합하고 있지만, 고관절 본체와 몸통부를 일체의 프레임으로 구성할 수도 있다. 상기 실시 형태에서는, 발목 관절 본체를 발바닥부에 결합하고 있지만, 발목 관절 본체와 발바닥부를 일체의 프레임으로 구성할 수도 있다.

[0044] 상기 실시 형태에서는, 다리부를 요동시키는 구동원으로서 모터를 사용하고 있지만, 구동원으로서는 이 밖에, 공압 또는 유압 실린더, 리니어 모터, 인공근 액추에이터 등 다양한 것을 이용할 수 있다.

[0045] 본 명세서는, 2012년 5월 31일에 출원된 일본 특허 출원 제2012-124511호에 기초한다. 이 내용은 모두 여기에 포함해 둔다.

## 부호의 설명

[0046] 3 : 발목 관절 액추에이터

4 : 무릎 관절 액추에이터

7 : 고관절 액추에이터

10 : 다리식 로봇

12 : 다리부

12a : 대퇴부

12b : 종아리부

18 : 고관절 본체

19 : 무릎 관절 본체

20 : 발목 관절 본체

22 : 고관절 조인트

24 : 발목 관절 조인트

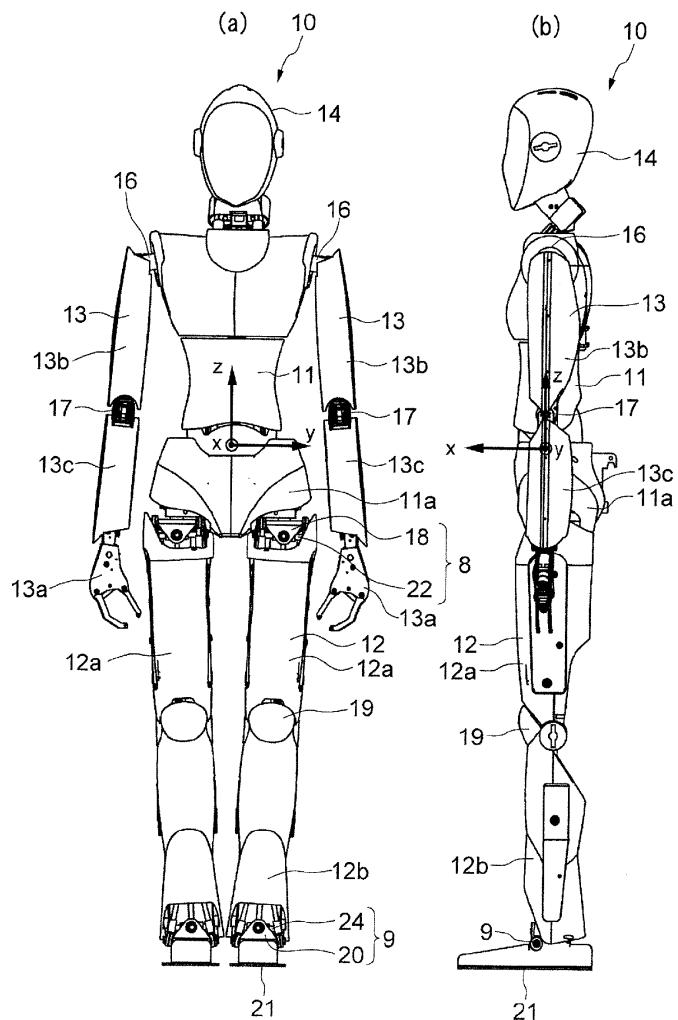
31 : 대퇴부 보조 링크

32 : 종아리부 보조 링크

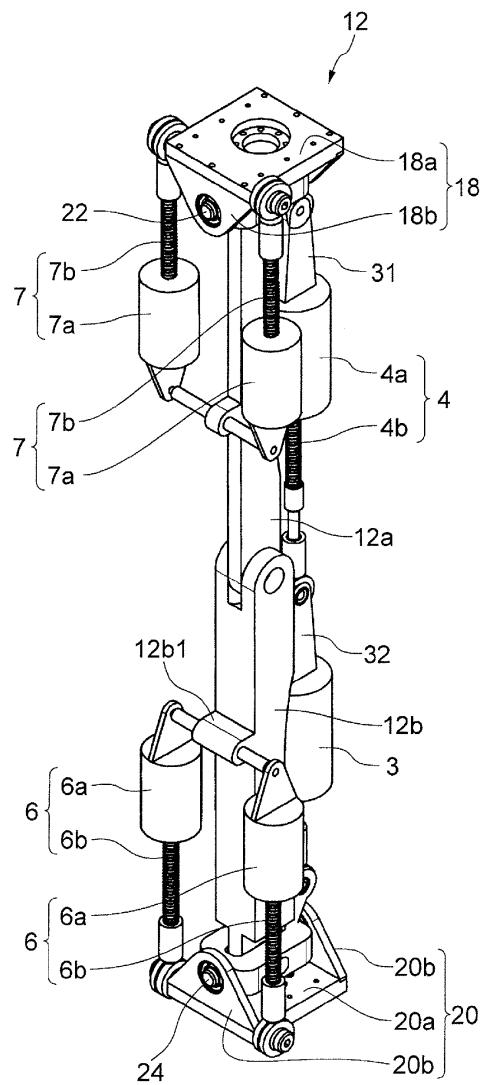
41 : 평행 링크

도면

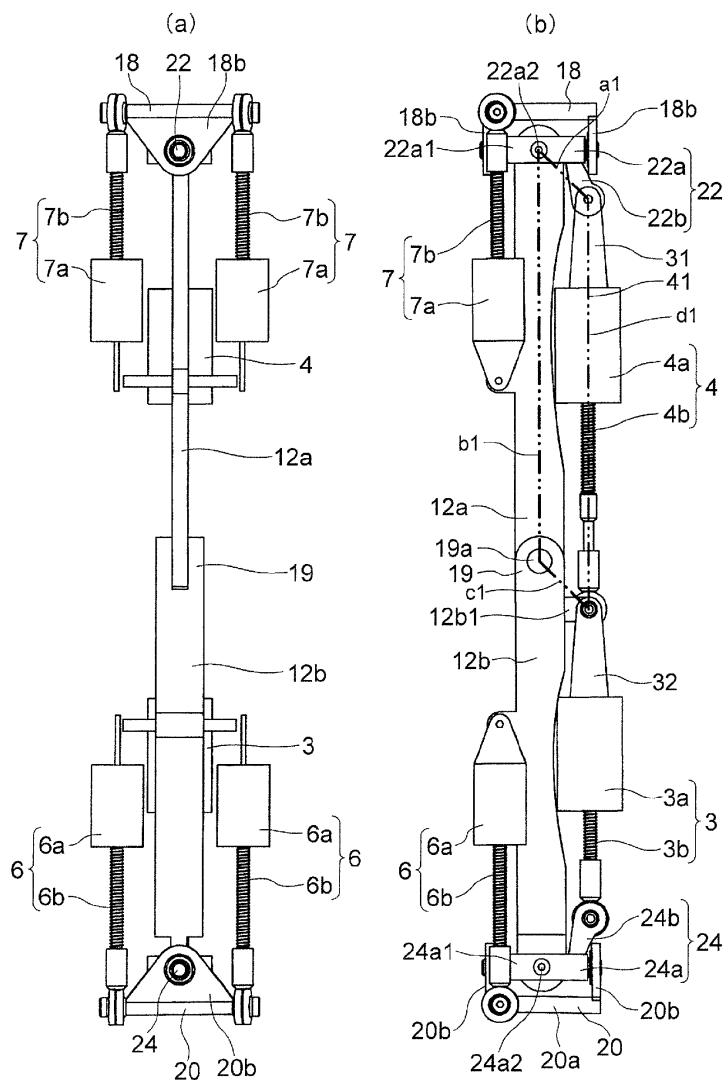
도면1



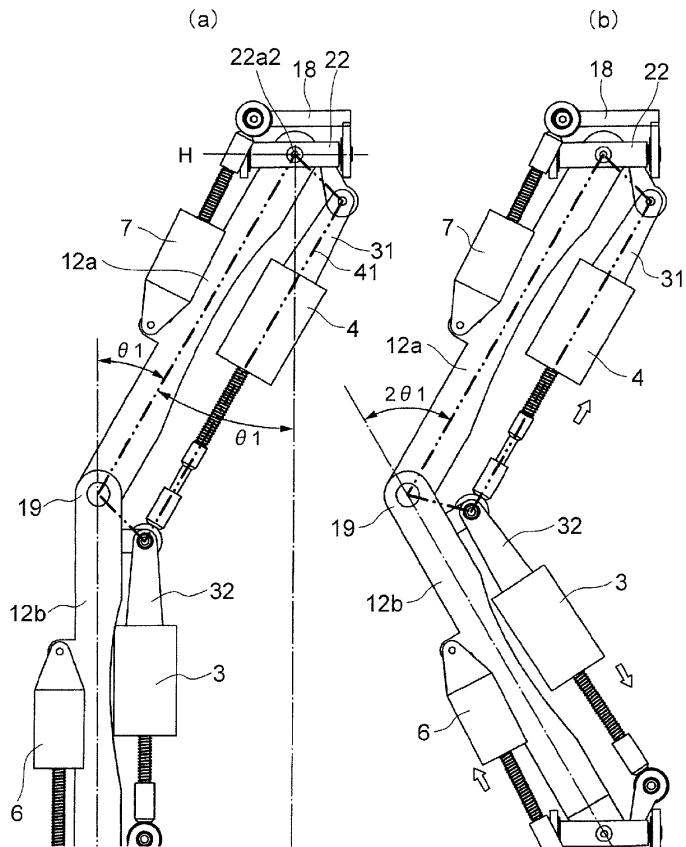
## 도면2



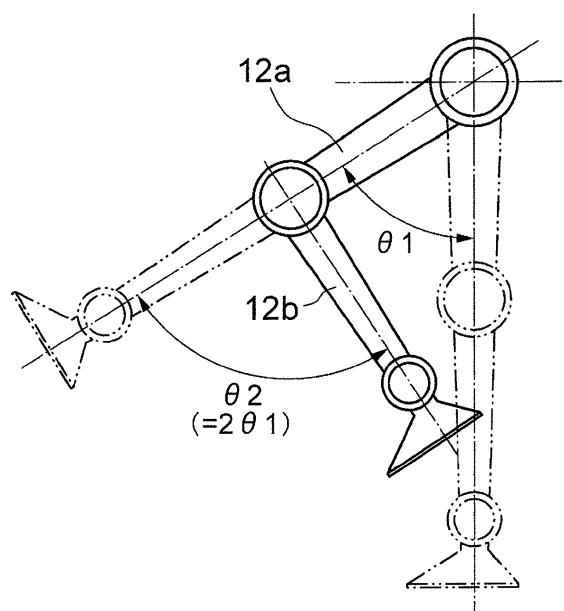
## 도면3



## 도면4



## 도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

무릎 관절 액추에이터

【변경후】

무릎 관절 액추에이터