



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0053442
(43) 공개일자 2023년04월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61H 1/02 (2006.01) A63B 23/04 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61H 1/0237 (2013.01)

A63B 23/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0136951

(22) 출원일자 2021년10월14일

심사청구일자 2021년10월14일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

조창현

광주광역시 서구 풍암순환로 191(풍암동) 우미광
장아파트 103동 1010호

(74) 대리인

전상구

전체 청구항 수 : 총 14 항

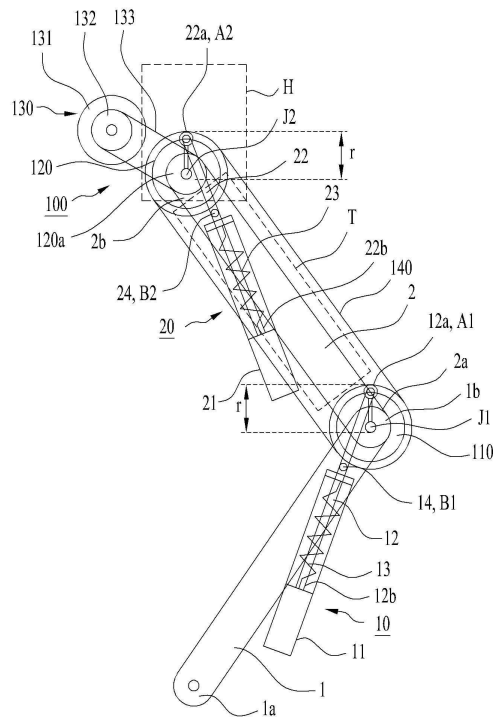
(54) 발명의 명칭 하지 보조 로봇

(57) 요약

본 발명은 사용자의 하지의 운동을 보조하도록 구성되는 보조로봇을 개시한다. 본 발명은 하지의 하퇴부를 지지하도록 구성되는 제 1 링크; 상기 하지의 대퇴부를 지지하도록 구성되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트 및 상기 제 1 조인트에 대향되게 배치되는 제 2 조인트를 포함하는 제 2 링크; 상기 제 1 조인트

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



에 회전가능하게 연결되는 제 1 연결부 및 상기 제 1 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액츄에이터; 상기 제 2 조인트에 회전가능하게 연결되는 제 3 연결부 및 상기 제 2 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 4 연결부를 포함하며, 상기 제 3 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액츄에이터; 및 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터에 연결되며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터에 의해 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 제 1 조절모듈을 포함하는 하지보조로봇을 제공한다.

(52) CPC특허분류

B25J 11/009 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하지의 하퇴부를 지지하도록 구성되는 제 1 링크;

상기 하지의 대퇴부를 지지하도록 구성되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트 및 상기 제 1 조인트에 대향되게 배치되는 제 2 조인트를 포함하는 제 2 링크;

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 연결되는 제 1 연결부 및 상기 제 1 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액추에이터;

상기 제 2 조인트에 회전가능하게 연결되는 제 3 연결부 및 상기 제 2 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 4 연결부를 포함하며, 상기 제 3 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액추에이터; 및

상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 연결되며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 제 1 조절모듈을 포함하는 하지보조로봇.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 가해지는 힘들의 방향들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 3 연결부들의 위치들을 변경하도록 구성되는 하지보조로봇.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 조인트들주위로 소정각도로 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 선회시켜, 상기 제 1 및 제 2 액추에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대향되는 분력 및 의도된 방향으로의 분력을 발생시키도록 구성되는 하지 보조 로봇.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은:

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 1 액추에이터의 제 1 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 1 풀리(pulley);

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 2 액추에이터의 제 3 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 2 풀리; 및

상기 제 1 및 제 2 풀리들에 동력을 제공하여 상기 제 1 및 제 2 풀리들과 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 회전시키도록 구성되는 제 1 구동기(driver)를 포함하는 하지보조로봇.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 1 동기화(synchronizer)를 더 포함하는 하지보조로봇.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 동조기는 상기 제 1 및 제 2 풀리들을 동시에 동일방향으로 동일한 각도로 상기 제 1 및 제 2 조인트에 대해 회전시키도록 구성되는 하지보조로봇.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들에 선택적으로 맞물리어, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들에 의해 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하도록 구성되는 제 2 조절모듈을 더 포함하는 하지보조로봇.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 2 연결부들사이의 제 1 거리 및 상기 제 3 및 제 4 연결부들사이의 제 2 거리를 변경하도록 구성되는 하지보조로봇.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 조절모듈은 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 링크들의 길이방향으로 이동시키도록 구성되는 하지보조로봇.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 조절모듈은:

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 1 액츄에이터의 제 2 연결부와 접촉하면서 상기 제 2 연결부를 직선운동시키도록 구성되는 제 1 캠(cam);

상기 제 2 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 2 액츄에이터의 제 4 연결부와 접촉하면서 상기 제 4 연결부를 직선운동시키도록 구성되는 제 2 캠; 및

상기 제 1 및 제 2 캠들에 결합되어 상기 제 1 및 제 2 캠들을 회전시키도록 구성되는 제 2 구동기를 포함하는 하지보조로봇.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 조절모듈은 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 2 동조기를 더 포함하는 하지보조로봇.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 동조기는 상기 제 1 및 제 2 캠들을 동시에 동일방향으로 동일한 각도로 상기 제 1 및 제 2 조인트들에 대해 회전시키도록 구성되는 하지보조로봇.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 액츄에이터는:

상기 제 1 힌지에 제공되는 제 1 실린더(cylinder);

상기 제 1 연결부를 형성하도록 상기 제 1 조인트에 연결되는 제 1 끝단 및 상기 제 1 실린더내에 이동가능하게 배치되는 제 2 끝단을 포함하는 제 1 커넥팅 로드(connecting rod);

상기 제 1 실린더내에 수용되며, 상기 제 1 커넥팅 로드와 결합되는 제 1 스프링; 및

상기 제 1 링크에 설치되어 상기 제 1 커넥팅 로드와 결합되며, 상기 제 1 커넥팅 로드의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 1 힌지축(hinge shaft)를 포함하는 하지보조로봇.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 액츄에이터는:

상기 제 2 힌지에 제공되는 제 2 실린더;

상기 제 2 연결부를 형성하도록 상기 제 2 조인트에 연결되는 제 3 끝단 및 상기 제 2 실린더내에 이동가능하게 배치되는 제 4 끝단을 포함하는 제 2 커넥팅 로드;

상기 제 2 실린더내에 수용되며, 상기 제 2 커넥팅 로드와 결합되는 제 2 스프링; 및

상기 제 2 링크에 설치되어 상기 제 2 커넥팅 로드와 결합되며, 상기 제 2 커넥팅 로드의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 2 힌지축을 포함하는 하지 보조 로봇.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신체의 운동을 보조하는 로봇에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 신체중 하지의 운동을 보조하도록 구성된 로봇에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 로봇은 일반적인 정의에 따르면, 인간과 유사한 모습과 기능을 가진 기계적 장치 또는 컴퓨터 프로그램으로 작동할 수 있고 자동적으로 복잡한 일련의 작업을 수행하는 기계적 장치를 의미한다. 그러나, 통상적으로 가장 직관적 개념에 의해서는 로봇은 인간을 보조하거나 인간을 대신해 소정의 일을 처리하는 능력을 가진 기계장치로 인식된다.

[0003] 이러한 로봇들중, 보조 로봇은 인간이 자신의 몸의 자세 및 움직임을 제어하는 것을 도와주도록 구성되는 기계 장치로 분류되며, 이러한 측면에서 보조 로봇은 앞서 언급된 로봇의 통상적이고 직관적인 정의에 가장 부합한다고 볼 수 있다. 현재, 일 예로서, 보조 로봇은 요양 및 재활의학분야에서 신체적 결함을 갖는 사람에 대한 기존의 치료사의 물리적인 노력을 대체하도록 적용되고 있다. 또한, 보조 로봇은 이의 기본적 구성을 이용하여 정상적인 인간의 활동을 보조하여 정상적인 인간의 신체적 능력을 증가시키기 위해서도 활용되고 있다. 이러한 여러 장점으로 인해, 보조 로봇은 단순한 재활 목적이 아닌 군사 및 산업분야와 같은 다양한 분야에서 적용되고 있으며, 이에 대한 기술개발 및 정책적 지원도 증가되어 오고 있다.

[0004] 인간의 신체의 여러부분중, 다리 및 팔이 가장 많은 운동을 수행하므로, 보조 로봇은 크게 다리의 자세 및 운동을 지원하는 하지 보조로봇 및 팔의 자세 및 운동을 지원하는 상지 보조로봇으로 크게 분류될 수 있다. 특히, 다리는 인간의 이동에 필수불가결한 역할을 수행하므로, 하지 보조로봇이 현재 가장 활발하게 연구 및 개발되고 있다.

[0005] 현재 상용화된 하지 보조로봇들은 전동방식을 채택하는 외골격 형태의 보행 보조장치들로 이루어진다. 보다 상세하게는, 이러한 전동형 하지 보조로봇에서, 로봇의 주요 관절들에 모터 및 기어장치들을 포함하는 액츄에이터가 장착되며, 액츄에이터들에 의해 상기 주요관절들에 운동을 위한 토크가 직접적으로 가해진다. 그러나, 이와 같은 전동형 액츄에이터들은 높은 가격 뿐만 아니라 큰 중량을 갖는다. 따라서, 전동형 보조로봇들은 낮은 가격을 가지면서도 경량화되기 어렵다.

[0006] 또한, 하지 보조 로봇은 사용자의 의도에 따른 움직임에 실시간적으로 반응하면서 그와 같은 움직임을 보조해야

한다. 그러나, 전동형 액츄에이터에서는, 모터의 운전뿐만 아니라 상기 모터의 동력을 전달하는 기어 트레인에서 불가피하게 발생하는 지연으로 인해, 사용자의 움직임에 대한 추종 제어가 구현되기 어렵다. 또한, 이와 같은 제어의 어려움으로 인해, 전동형 하지보조로봇은 시스템적인, 즉 구조 및 작동 측면 둘 다에 있어서 불안정성을 항상 내포하게 된다. 따라서, 이러한 전동형 하지 보조로봇들은 아직까지 사용자의 움직임을 실시간적으로 보조하도록 개발되지 못하고 있으며, 사용자들은 실제적으로 이러한 전동형 하지보조로봇들을 사용시에 불편함을 느끼게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상술된 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 사용자의 의도에 따라 실시간적으로 사용자의 움직임을 보조하도록 구성되는 하지 보조로봇을 제공하는 것이다.
- [0008] 또한, 본 발명의 다른 목적은 저렴하고 경량화된 하지 보조로봇을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술된 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 하지의 하퇴부를 지지하도록 구성되는 제 1 링크; 상기 하지의 대퇴부를 지지하도록 구성되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트 및 상기 제 1 조인트에 대향되게 배치되는 제 2 조인트를 포함하는 제 2 링크; 상기 제 1 조인트에 회전가능하게 연결되는 제 1 연결부 및 상기 제 1 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액츄에이터; 상기 제 2 조인트에 회전가능하게 연결되는 제 3 연결부 및 상기 제 2 링크의 몸체에 회전가능하게 연결되는 제 4 연결부를 포함하며, 상기 제 3 연결부에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액츄에이터; 및 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터에 연결되며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터에 의해 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 제 1 조절모듈을 포함하는 하지보조로봇을 제공할 수 있다.
- [0010] 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터에 의해 가해지는 힘들의 방향들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 3 연결부들의 위치들을 변경하도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 조인트들주위로 소정각도로 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 선회시켜, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대향되는 분력 및 의도된 방향으로의 분력을 발생시키도록 구성될 수 있다.
- [0011] 보다 상세하게는, 상기 제 1 조절모듈은: 상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 1 액츄에이터의 제 1 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 1 폴리(pulley); 상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 2 액츄에이터의 제 3 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 2 폴리; 및 상기 제 1 및 제 2 폴리들에 동력을 제공하여 상기 제 1 및 제 2 폴리들과 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 회전시키도록 구성되는 제 1 구동기(driver)를 포함할 수 있다. 또한, 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 1 동기화(synchronizer)를 더 포함할 수 있다. 상기 제 1 동기화는 상기 제 1 및 제 2 폴리들을 동시에 동일방향으로 동일한 각도로 상기 제 1 및 제 2 조인트에 대해 회전시키도록 구성될 수 있다.
- [0012] 한편, 본 발명의 하지보조로봇은 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들에 선택적으로 맞물리어, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들에 의해 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하도록 구성되는 제 2 조절모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제 2 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 2 연결부들사이의 제 1 거리 및 상기 제 3 및 제 4 연결부들사이의 제 2 거리를 변경하도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 제 2 조절모듈은 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 링크들의 길이방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0014] 보다 상세하게는, 상기 제 2 조절모듈은: 상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 1 액츄에이터의 제 2 연결부와 접촉하면서 상기 제 2 연결부를 직선운동시키도록 구성되는 제 1 캠(cam); 상기 제 2 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 2 액츄에이터의 제 4 연결부와 접촉하면서 상기 제 4 연결부를 직선운동시키도록 구성되는 제 2 캠; 및 상기 제 1 및 제 2 캠들에 결합되어 상기 제 1 및 제 2 캠들을 회전시키도록 구성되는 제 2 구동기를 포함할 수 있다. 상기 제 2 조절모듈은 상기 제 2 및 제 4 연결부들

을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 2 동조기를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 제 2 동조기는 상기 제 1 및 제 2 캠들을 동시에 동일방향으로 동일한 각도로 상기 제 1 및 제 2 조인트들에 대해 회전시키도록 구성될 수 있다.

[0015] 한편, 상기 제 1 액츄에이터는: 상기 제 1 힌지에 제공되는 제 1 실린더(cylinder); 상기 제 1 연결부를 형성하도록 상기 제 1 조인트에 연결되는 제 1 끝단 및 상기 제 1 실린더내에 이동가능하게 배치되는 제 2 끝단을 포함하는 제 1 커넥팅 로드(connecting rod); 상기 제 1 실린더내에 수용되며, 상기 제 1 커넥팅 로드와 의해 변형되도록 구성되는 제 1 스프링; 및 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 제 1 커넥팅 로드와 결합되며, 상기 제 1 커넥팅 로드의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 1 힌지축(hinge shaft)를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제 2 액츄에이터는: 상기 제 2 힌지에 제공되는 제 2 실린더; 상기 제 2 연결부를 형성하도록 상기 제 2 조인트에 연결되는 제 3 끝단 및 상기 제 2 실린더내에 이동가능하게 배치되는 제 4 끝단을 포함하는 제 2 커넥팅 로드; 상기 제 2 실린더내에 수용되며, 상기 제 2 커넥팅 로드와 의해 변형되도록 구성되는 제 2 스프링; 및 상기 제 2 링크에 설치되어 상기 제 2 커넥팅 로드와 결합되며, 상기 제 2 커넥팅 로드의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 2 힌지축을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 하지보조로봇은 전동력을 발생시키는 전동방식의 액츄에이터가 아닌 탄성력과 같은 기계적 힘을 발생시키는 액츄에이터를 사용한다. 이러한 기계적 방식의 액츄에이터는 사용자의 하지를 지지하는 링크와 직접적으로 연동되어 적절한 힘을 발생시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 하지보조로봇은 이러한 액츄에이터의 힘들을 기계적으로 제어하도록 구성되는 조절모듈을 포함하며, 이들 조절모듈을 사용하여 방향 및 크기를 하지보조로봇의 작동모드들에 따라 적절하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명의 하지보조로봇은 사용자의 움직임과 연동하면서 지연없이 요구되는 힘들을 제공하도록 구성될 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명의 하지보조로봇은 사용자의 움직임에 응답하여, 실시간적으로 사용자의 의도에 따라 하지의 움직임을 보조할 수 있다. 즉, 본 발명의 구성에 의해, 기존의 전동방식 액츄에이터와는 달리, 사용자의 움직임을 보조하는 데 있어서 제어가 최소화되며, 특히 전동방식의 임피던스 제어와 같은 사용자 의도인식 제어가 요구되지 않는다. 결과적으로, 본 발명의 하지보조로봇은 저항감없이 편리하게 사용자에게 사용될 수 있으며, 높은 신뢰성 및 안정성을 가질 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 하지보조로봇은 기계적 힘을 발생시키는 액츄에이터 및 이를 또한 기계적으로 제어하는 조절모듈을 탑재한다. 따라서, 본 발명의 하지보조로봇은 단순하고 신뢰성있는 구조로 이루어질 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명은 저렴하고 경량화된 하지보조로봇을 사용자에게 제공할 수 있다.

[0019] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 다음의 상세한 설명에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 효과들은 첨부된 도면들과 함께 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 더욱 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 하지보조로봇을 나타내는 측면도이다.

도 2는 도 1의 하지보조로봇을 나타내는 정면도이다.

도 3은 도 1의 하지보조로봇의 모델을 나타내는 개념도이다.

도 4는 도 1의 하지보조로봇의 작동 모드들을 나타내는 측면도들이다.

도 5는 본 발명에 따른 하지보조로봇의 변형예를 나타내는 측면도이다.

도 6은 도 5의 하지보조로봇을 나타내는 정면도이다.

도 7은 도 5의 하지보조로봇의 모델을 나타내는 개념도이다.

도 8은 도 5의 하지로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

도 9는 본 발명에 따른 하지보조로봇의 추가 변형예를 나타내는 측면도이다.

도 10은 도 9의 하지보조로봇의 나타내는 정면도이다.

도 11은 도 9의 하지보조로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 하지보조로봇의 예들이 다음에서 상세히 설명된다.
- [0022] 이러한 예들의 설명에 있어서, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0024] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0025] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0026] 본 발명에서, "이루어진다(comprise)", "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 같은 이유에서, 본 발명은 개시된 발명의 의도된 기술적 목적 및 효과에서 벗어나지 않는 한 앞선 언급된 용어를 사용하여 설명된 관련 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품의 조합으로부터도 일부 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품등이 생략된 조합도 포괄하고 있음도 이해되어야 한다.
- [0027] 다음에서 본 발명은 하지, 즉 신체의 다리를 보조하는 로봇을 일 예로서 설명하지만, 설명된 로봇의 예들은 이들의 원리(principle) 및 구성(configuration)에 대한 실질적인 변형없이 상지, 즉 신체의 팔 및 몸통의 움직임을 보조하는 로봇들에도 그대로 적용될 수 있다.
- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 하지보조로봇을 나타내는 측면도이며, 도 2는 도 1의 하지보조로봇을 나타내는 정면도이다. 또한, 도 3은 도 1의 하지보조로봇의 모델을 나타내는 개념도이다. 끝으로, 도 4는 도 1의 하지보조로봇의 작동 모드들을 나타내는 측면도들이다. 이들 도면들을 참조하여, 본 발명에 따른 하지보조로봇의 구성이 다음에서 상세하게 설명된다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 하지보조로봇은 사용자의 다리를 전체적으로 지지하도록 구성되며, 상대적으로 회전가능하게 연결된 링크 어셈블리(1,2)를 포함할 수 있다. 또한, 하지보조로봇은 사용자 다리의 운동을 보조하도록 링크 어셈블리(1,2)에 힘을 가하는 액추에이터들(10,20)을 포함할 수 있다. 또한, 나중에 상세하게 설명되는 바와 같이, 다리운동의 보조를 위해 액추에이터(10,20)와 연동되는 부속장치, 즉 조절모듈(100)이 하지보조로봇에 설치되며, 도 5-도 11에 도시되는 바와 같이, 다른 부속장치(200,300)도 설치될 수 있다. 조절모듈(100-300)은 액추에이터(10,20)에서 가해지는 힘을 제어하여 사용자의 의도에 부합하게 링크 어셈블리(1,2)를 이동시키며 이에 따라 사용자 다리의 운동을 적절하게 보조할 수 있다. 또한, 본 발명의 하지보조로봇은 도 1에 도시된 바와 같이, 사용자의 골반에 배치되는 장착유닛(H)을 포함할 수 있다. 장착유닛(H)은 앞서 언급된 하지보조로봇의 주요장치들(1,2,10,20,100-400)을 사용자의 신체에 장착하는 것을 보조할 수 있으나, 반드시 요구되지는 않는다.
- [0030] 한편, 도 1-도 4는 일 예로서, 사용자의 우측 다리에 제공된 하지보조로봇의 우측유닛을 보여주며, 설명의 편의를 위해 이러한 우측 유닛의 구성들이 다음에서 설명된다. 그러나, 본 발명의 하지보조로봇은 사용자 다리의 균형된 운동보조를 위해 도시된 우측 유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 포함할 수 있다. 일 예로, 이러한 좌측유닛 및 도시된 우측유닛은 착용유닛(H)의 좌우측에 각각 결합될 수 있다. 따라서, 다음에서 특별하게 추가적

으로 언급되지 않아도, 본 발명의 하지보조로봇은 설명되는 우측유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 포함하며, 다음의 도 1-4를 참조하여 제공되는 우측유닛과 관련된 설명들도 동일하게 이러한 좌측유닛에 적용된다. 마찬가지로, 본원의 도 5-도 11의 예들도 모두 하지보조로봇의 우측유닛에 관한 것이나, 본 발명의 하지보조로봇은 이러한 예들과 동일하게 구성된 좌측유닛을 포함하며, 상기 예들에 대한 설명들도 이와 같은 좌측유닛에 동일하게 적용된다. 이러한 전제하에서, 본 발명에 따른 하지보조로봇의 개별적인 구성요소들이 다음에서 보다 상세하게 설명된다.

[0031] 먼저, 하지보조로봇은 링크 어셈블리로서, 사용자의 하지의 하퇴부(lower leg)(즉, 다리의 종아리부)를 지지하도록 구성되는 제 1 링크(link)(1)를 포함할 수 있다. 제 1 링크(1)는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 하퇴부를 따라 연장되는 몸체로 이루어지며 상기 하퇴부의 외측부에 제공될 수 있다. 제 1 링크(1)는 하퇴부를 안정적으로 지지하기 위해 사용자의 발목부터 무릎까지 연장되는 길이를 가질 수 있다. 이러한 제 1 링크(1)는 따라서, 발목 부근에 배치되는 하부 끝단부(1a) 및 무릎 부근에 배치되는 상부 끝단부(1b)를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 하지보조로봇은 링크 어셈블리로서, 사용자의 하지의 대퇴부(upper leg)(즉, 다리의 허벅지부)를 지지하도록 구성되는 제 2 링크(link)(2)를 포함할 수 있다. 제 2 링크(2)는 대퇴부를 따라 연장되는 몸체로 이루어지며 상기 대퇴부의 외측부에 제공될 수 있다. 제 2 링크(2)는 대퇴부를 안정적으로 지지하기 위해 사용자의 무릎부터 엉덩이 부근, 예를 들어 고관절까지 연장되는 길이를 가질 수 있다. 이러한 제 1 링크(1)는 따라서, 무릎 부근에 배치되는 하부 끝단부(2a) 및 엉덩이 부근에 배치되는 상부 끝단부(2b)를 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 제 2 링크(2)는 상대적으로 회전운동을 하는 하퇴부 및 대퇴부의 운동을 보조하기 위해, 제 1 링크(1)에 회전가능하게(pivotably) 연결될 수 있다. 즉, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1), 정확하게는 제 1 링크(1)의 상부 끝단부(1b)에 상대적으로 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트(J1)(joint)를 가질 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 조인트(J1)는 제 1 링크(1)의 상부 끝단부(1b), 제 2 링크(2)의 하부 끝단부(2a) 및 이들 끝단부들(1b, 1a)을 회전가능하게 결합시키는 피봇 축 또는 핀(또는 힌지 축 또는 핀, 이하 "힌지 축")으로 이루어질 수 있다. 또는, 이러한 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 결합시키는 힌지 축 또는 핀 자체가 제 1 조인트(J1)가 될 수 있다. 다른 한편, 실제로 힘을 받으면서 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 연결시키는 제 1 링크(1)의 상부 끝단부(1b) 및 제 2 링크(2)의 하부 끝단부(2a)만이 제 1 조인트(J1)로 정의될 수도 있다. 또한, 제 2 링크(2)는 제 1 조인트(J1)에 대향되게 배치되는 제 2 조인트(J2)를 포함할 수 있다. 제 2 조인트(J2)는 예를 들어, 착용유닛(H)에 상대적으로 회전가능하게 연결되게 구성될 수 있으며, 이에 따라 상대적으로 사용자의 골반에 대한 대퇴부의 상대적인 운동을 보조할 수 있다. 보다 상세하게는, 일 예로서, 제 2 조인트(J2)는 제 2 링크(2)의 상부 끝단부(2b), 착용유닛(H) 및 상기 끝단부 및 유닛(2b, H)을 회전가능하게 결합시키는 피봇 축 또는 핀(또는 힌지 축 또는 핀, 이하 "힌지 축")으로 이루어질 수 있다. 또는, 이러한 제 2 링크(2) 및 착용유닛(H)을 결합시키는 힌지 핀 또는 축 자체가 제 2 조인트(J2)가 될 수 있다. 한편, 실제로 힘을 받으면서 제 2 링크(2)와 착용유닛(H)을 연결시키는 제 2 링크(1)의 상부 끝단부(2b) 및 착용유닛(H)의 하부만이 제 2 조인트(J2)로 정의될 수도 있다. 다른 한편, 착용유닛(H)은 선택적인 구성이므로, 만일 하지보조로봇이 착용유닛(H)을 포함하지 않는 경우에도, 제 2 링크(2), 즉 이의 상부 끝단부(2b)는 대퇴부에 부착된 상태로 힘을 받으면서 골반에 대해 상대적으로 회전하게 된다. 따라서, 이러한 경우, 제 2 조인트(J2)는 제 2 링크(2)의 상부 끝단부(2b) 또는 다른 부속장치(100)의 설치를 위해 상기 상부 끝단부(2b)에 제공되는 힌지 축이 될 수 있다. 이와 같은 제 1 및 제 2 조인트(J1, J2)는 사용자의 무릎관절 및 고관절 부근에 각각 배치되며, 상기 무릎관절 및 고관절에서의 회전운동을 보조하게 된다.

[0034] 상술된 링크 어셈블리(1,2)의 운동을 위한 힘을 가하도록, 하지보조로봇은 액츄에이터(10,20)를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 사용자의 하지에서 대퇴부는 하퇴부 및 골반 둘 다에 대해 상대적으로 운동하면서 상기 하지의 운동에서 주된 역할을 하게 된다. 따라서, 일차적으로 액츄에이터(10,20)는 이와 같은 대퇴부의 운동을 보조하는 제 2 링크(2)에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 또한, 대퇴부는 하지의 운동을 수행하기 위해 하퇴부 뿐만 아니라 골반 둘 다에 대해 회전하게 된다. 따라서, 상기 하퇴부의 절대적인 회전부위들인 무릎관절 및 고관절 둘 다에 힘이 가해지는 것이 하퇴부의 회전을 적절하게 보조하고 하퇴부뿐만 아니라 하지 전체를 안정적으로 운동시키는데 요구된다. 이러한 이유로, 하지보조로봇은 제 2 링크(2), 상세하게는 하퇴부의 무릎관절 및 고관절에 해당하는 제 1 및 제 2 조인트(J1, J2)에 각각 힘을 가하도록 구성되는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)를 포함할 수 있다.

[0035] 하지보조로봇에 적용되는 통상적인 액츄에이터는 전기를 이용하여 요구되는 힘을 발생시키는 전동 메커니즘을 갖는다. 이러한 통상적인 액츄에이터와 달리, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)는 전기력의 도움없이 기계 요소들에서 발생하는 기계적 힘만을 이용하여 하지보조로봇에 요구되는 힘을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 후술

되는 바와 같이, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)는 기계요소의 탄성력, 보다 상세하게는 탄성 부재의 변형 및 복원에 의한 장력 또는 탄성적 힘을 발생시켜 제 2 링크(2)에 제공할 수 있다. 또한, 통상적인 전동 액츄에이터는 조인트의 축에 직접 결합되어 토크를 상기 조인트의 축에 직접적으로 부가하도록 구성된다. 반면, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)는 기계요소의 변형에서 발생하는 힘을 이용하므로, 그와 같은 변형을 위한 공간을 필요로 하며, 이에 따라 해당 조인트 축에 직접적으로 결합되지 않고 이로부터 약간 이격될 수도 있다.

[0036] 이와 같은 통상적 전동 액츄에이터와의 구조적 차이로 인해, 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제공하도록 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 조인트(J1)에 연결되는 제 1 연결부(coupler)(A1)를 포함할 수 있다. 또한, 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 링크(1)에 연결되는 제 2 연결부(B1)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 연결부(A1)는 제 1 조인트(J1)에 직접적으로 결합되는 대신에, 후술되는 바와 같이 제 1 조인트(J1)에 제공되는 다른 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 1 풀리(110))에 결합됨으로써 상기 제 1 조인트(J1)에 연결될 수 있다. 제 1 액츄에이터(10)는 후술되는 바와 같이, 먼저 제 1 연결부(A1)에 발생된 힘을 직접적으로 가하며, 이에 따라 가해진 힘이 다시 제 1 조인트(J1)에 전달될 수 있다. 또한, 기계요소의 변형을 위한 지지가 가능하다면, 제 2 연결부(B1)은 제 1 링크(1)대신에 제 2 링크(2) 및 다른 부재들에 연결될 수도 있다. 이러한 제 1 액츄에이터(10)와 유사하게, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 조인트(J2)에 연결되는 제 3 연결부(coupler)(A2)를 포함할 수 있다. 또한, 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 링크(2)에 연결되는 제 4 연결부(B2)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 연결부(A2)는 제 2 조인트(J2)에 직접적으로 결합되는 대신에, 후술되는 바와 같이 제 2 조인트(J2)에 제공되는 다른 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 2 풀리(120))에 결합됨으로써 상기 제 2 조인트(J2)에 연결될 수 있다. 제 2 액츄에이터(20)는 후술되는 바와 같이, 먼저 제 3 연결부(A2)에 발생된 힘을 직접적으로 가하며, 이에 따라 가해진 힘이 다시 제 2 조인트(J2)에 전달될 수 있다. 또한, 기계요소의 변형을 위한 지지가 가능하다면, 제 4 연결부(B2)은 제 2 링크(2)대신에 인접하는 다른 부재들에 연결될 수도 있다. 한편, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)은 제 1-4 연결부(A1,B1,A2,B2)에 의해 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되므로, 이들의 링크(1,2)의 원활한 운동을 위해서는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)도 상기 링크(1,2)에 대해 상대적으로 운동하도록 구성될 필요가 있다. 이러한 이유로, 제 1 액츄에이터(10)에 있어서, 제 1 연결부(A1)는 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 연결되며, 제 2 연결부(B1)는 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되도록 구성될 수 있다. 마찬가지로, 제 2 액츄에이터(20)에 있어서, 제 3 연결부(A2)는 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 연결되게 구성되며, 제 4 연결부(B2)는 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결될 수 있다.

[0037] 이러한 기본적 구성에 추가적으로, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 상세한 구성을 도 1 및 도 2를 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0038] 먼저, 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 힌지(1)에 제공되는 제 1 실린더(11)를 포함할 수 있다. 제 1 실린더(11)는 이의 내부에 형성된 소정크기의 공간을 형성할 수 있다. 제 1 실린더(11)는 형성된 내부공간내에 후술되는 제 1 스프링(13)을 수용하며, 상기 제 1 스프링(13)의 작동, 즉 변형 및 복원동안 상기 제 1 스프링(13)을 외부로부터 보호할 수 있다.

[0039] 또한, 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 실린더(11)로부터 제 1 조인트(J1)까지 연장되는 제 1 커넥팅 로드(12)를 포함할 수 있다. 제 1 커넥팅 로드(12)는 제 1 스프링(13) 및 이를 수용하는 제 1 실린더(11)를 제 1 조인트(J1)와 연결시키며, 이에 따라 상기 제 1 스프링(13)의 변형에 의해 발생하는 힘을 제 1 연결부(A1), 즉 제 1 조인트(J1)로 전달하는 역할을 수행할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 커넥팅 로드(12)는 길이방향으로 길게 연장되는 몸체와 상기 몸체의 양 끝단들에 해당하는 제 1 및 제 2 끝단(12a,12b)를 포함할 수 있다. 이러한 커넥팅 로드(12)의 제 1 끝단(12a)은 제 1 조인트(J1)에 인접하게 배치되며 상기 제 1 조인트(J1)에 예를 들어 힌지 구조로 회전가능하게 연결된다. 후술되는 바와 같이, 제 1 끝단(12a)은 제 1 조인트(J1)에 직접적으로 결합되는 대신에, 제 1 조인트(J1)에 제공되는 다른 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 1 풀리(110))에 회전가능하게 결합되며, 이에 따라 실질적으로 상기 제 1 조인트(J1)에도 회전가능하게 연결될 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 제 1 끝단(12a)이 앞서 설명된 바와 같은 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 연결되는 제 1 연결부(A1)를 실제로 형성할 수 있다. 이러한 제 1 연결부(A1)는 후술되는 바와 같이, 제 1 조인트(J1) 또는 이의 중심 주위로 선회하도록 구성될 수 있다. 한편, 제 1 커넥팅 로드(12)는 도시된 바와 같이, 제 1 실린더(11)내로 길게 연장되며, 이에 따라 제 2 끝단(12b)은 상기 제 1 실린더(11)내에 배치될 수 있다. 또한, 제 1 커넥팅 로드(12)는 제 1 스프링(13)과 결합되면서 제 1 실린더(11)에 대해 상대적으로 이동가능하도록 구성될 수 있다. 특히, 제 1 커넥팅 로드(12)의 선형이동에 따라 제 2 끝단(12b)이 제 1 실린더(11)내에서 이동하면서 제 1 스프

링(13)을 변형시킬 수 있다.

[0040] 또한, 제 1 액츄에이터(10)는 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 실린더(11)내에 수용되는 제 1 스프링(13)을 포함할 수 있다. 제 1 스프링(13)의 일측 끝단은 실린더(11)의 일부에 결합되며, 타측 끝단은 제 1 커넥팅 로드(12)의 제 2 끝단(12b)에 결합될 수 있다. 따라서, 제 1 실린더(11)에 대한 제 1 커넥팅 로드(12)의 이동, 즉 제 2 끝단(12b)의 이동에 의해 제 1 스프링(13)은 변형되면서 제 2 링크(2)를 이동시키기 위해 의도된 힘을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 제 1 스프링(13)은 의도된 힘을 정확하게 발생시킬 수 있도록 예를 들어, 무자유길이 스프링(zero-free length spring)으로 이루어질 수 있다. 이러한 무자유길이 스프링인 제 1 스프링(13)은 제 1 커넥팅 로드(12) 대신에 공지된 바와 같이 와이어를 이용하여 변형가능하게 구성될 수 있다.

[0041] 더 나아가, 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 링크(1)에 설치되며 제 1 커넥팅 로드(12)와 결합하는 제 1 힌지축(hinge shaft)(14)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 힌지축(14)은 제 1 링크(1)로부터 연장되어 제 1 커넥팅 로드(12)의 중간부의 소정 위치에 결합될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 커넥팅 로드(12)는 제 1 스프링(12)을 변형시키기 위해 제 1 실린더(11)에 대해 직선 왕복운동을 수행하도록 구성된다. 동시에, 제 1 커넥팅 로드(12)는 제 1 끝단(12a) 및 제 1 힌지축(14)에 의해 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 구속되어 있으므로, 상기 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 원활한 상대회전을 위해서는 마찬가지로 회전할 것이 요구된다. 이러한 이유로, 제 1 힌지축(14)은 제 1 커넥팅 로드(12)의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 커넥팅 로드(12)는 이의 길이방향을 따라 연장되는 레일(12c)을 포함할 수 있으며, 제 1 힌지축(14), 정확하게는 제 1 커넥팅 로드(12)와 결합되는 끝단에는 상기 레일(12c)에 의해 안내되어 직선운동을 안내하는 브라켓을 포함할 수 있다. 또한, 제 1 커넥팅 로드(12)와 결합되는 제 1 힌지축(14)의 끝단에는 레일(12c)내에서 이의 회전운동을 가능하게 하는 베어링을 포함할 수 있다. 따라서, 제 1 커넥팅 로드(12)는 제 1 힌지축(14) 및/또는 제 1 링크(1)에 대해 직선운동 및 회전운동을 수행할 수 있으며, 의도된 작동을 수행하면서도 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동을 방해하지 않을 수 있다. 또한, 제 1 힌지축(14)도 제 1 링크(1)에 결합된 상태이므로, 적어도 제 1 링크(1)의 회전운동을 방해하지 않기 위해서 제 1 힌지축(14)도 제 1 링크(1)에 움직이지 않게 고정되는 대신에 제 1 링크(1)에 대해 적어도 회전가능하게 구성될 수 있다. 이러한 경우, 제 1 힌지축(14)과 제 1 커넥팅 로드(12)가 서로 회전가능하지 않게 구성되어도, 이들 부재들(12,14)은 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 대해 회전가능하게 되며, 제 1 및 제 2 링크(1,2)와 함께 회전가능하게 된다. 따라서, 이러한 제 1 힌지축(14)의 구성을 고려할 때, 상기 제 1 힌지축(14)은 실질적으로 제 1 액츄에이터(10)를 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결시키는 제 2 연결부(B1)으로 기능할 수 있다. 또한, 도 2에 잘 도시된 바와 같이, 제 1 실린더(11)는 제 1 링크(1)에 결합된 제 1 힌지축(14)에 결합될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 1 실린더(11) 및 이에 고정된 제 1 스프링(13)의 일측 끝단은 이동하는 제 1 커넥팅 로드(12)에 상대적으로 고정된 위치를 유지할 수 있다. 따라서, 이동하는 제 1 커넥팅 로드(12)의 제 2 끝단(12b)에 의해 제 1 스프링(13)의 변형이 가능하게 된다.

[0042] 이와 같은 제 1 액츄에이터(10)에 있어서, 제 1 커넥팅 로드(12)가 별도의 구동 메커니즘(예를 들어, 후술되는 제 1 조절모듈(100)의 제 1 폴리(110))에 의해 제 1 실린더(11)에 상대적으로 직선으로 운동하면, 이러한 운동은 앞서 설명된 바와 같이 제 1 힌지축(14)에 의해 안정적으로 안내될 수 있다. 또한, 제 1 커넥팅 로드(12)의 이동에 의해 제 1 커넥팅 로드(12)의 제 2 끝단(12b)이 제 1 스프링(13)의 타측 끝단과 함께 실린더(11)내에서 이동하며, 상기 제 1 스프링(13)의 고정된 일측 끝단에 대해 상대적인 변형이 상기 제 1 스프링(13)에 발생될 수 있다. 이러한 변형에 의해 기계적 힘이 발생되며, 제 1 커넥팅 로드(12)를 통해 제 1 연결부(A1)에 일차적으로 가해질 수 있다. 이 후, 제 1 연결부(A1)에 가해진 힘은 이에 연결된 제 1 조인트(J1)로 전달될 수 있다. 또한, 제 1 커넥팅 로드(12), 즉 제 2 끝단(12b)의 이동량을 조절함으로써 제 1 스프링(13)의 변형량 및 발생하는 힘의 크기도 조절될 수 있다. 따라서, 이와 같이 제 1 액츄에이터(10)의 힘이 제 1 조인트(J1)에 전달되면, 전달된 힘에 의해 제 2 링크(2)는 이동할 수 있으며, 전달된 힘의 방향에 따라 제 2 링크(2)의 이동방향이 결정될 수 있다.

[0043] 또한, 제 2 액츄에이터(20)도 앞서 설명된 제 1 액츄에이터(10)와 유사한 구성을 포함할 수 있다. 먼저, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 힌지(2)에 제공되는 제 2 실린더(21)를 포함할 수 있다. 제 2 실린더(21)는 이의 내부에 형성된 소정크기의 공간을 형성할 수 있다. 제 2 실린더(21)는 형성된 내부공간내에 후술되는 제 2 스프링(23)을 수용하며, 상기 제 2 스프링(23)의 작동, 즉 변형 및 복원동안 상기 제 2 스프링(23)을 외부로부터 보호할 수 있다.

[0044] 또한, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 실린더(21)로부터 제 2 조인트(J2)까지 연장되는 제 2 커넥팅 로드(22)를 포함할 수 있다. 제 2 커넥팅 로드(22)는 제 2 스프링(23) 및 이를 수용하는 제 2 실린더(21)를 제 2 조인트(J2)와 연결시키며, 이에 따라 상기 제 2 스프링(23)의 변형에 의해 발생하는 힘을 제 3 연결부(A2), 즉 제 2 조인

트(J2)로 전달하는 역할을 수행할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 커넥팅 로드(22)는 길이방향으로 길게 연장되는 몸체와 상기 몸체의 양 끝단들에 해당하는 제 3 및 제 4 끝단(22a, 22b)를 포함할 수 있다. 이러한 제 2 커넥팅 로드(22)의 제 3 끝단(22a)은 제 2 조인트(J2)에 인접하게 배치되며 상기 제 2 조인트(J2)에 예를 들어 힌지 구조로 회전가능하게 연결된다. 후술되는 바와 같이, 제 3 끝단(22a)은 제 2 조인트(J2)에 직접적으로 결합되는 대신에, 제 2 조인트(J2)에 제공되는 다른 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 2 폴리(120))에 회전가능하게 결합되며, 이에 따라 실질적으로 상기 제 2 조인트(J2)에도 회전가능하게 연결될 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 제 3 끝단(22a)이 앞서 설명된 바와 같은 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 연결되는 제 3 연결부(A2)를 실제로 형성할 수 있다. 이러한 제 3 연결부(A2)는 후술되는 바와 같이, 제 2 조인트(J2) 또는 이의 중심 주위로 선회하도록 구성될 수 있다. 한편, 제 2 커넥팅 로드(22)는 도시된 바와 같이, 제 2 실린더(21)내로 길게 연장되며, 이에 따라 제 4 끝단(22b)은 상기 제 2 실린더(21)내에 배치될 수 있다. 또한, 제 2 커넥팅 로드(22)는 제 2 스프링(23)과 결합되면서 제 2 실린더(21)에 대해 상대적으로 이동가능하도록 구성될 수 있다. 특히, 제 2 커넥팅 로드(22)의 선형이동에 따라 제 4 끝단(22b)이 제 2 실린더(21)내에서 이동하면서 제 2 스프링(23)을 변형시킬 수 있다.

[0045] 또한, 제 2 액츄에이터(20)는 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 실린더(21)내에 수용되는 제 2 스프링(23)을 포함할 수 있다. 제 2 스프링(23)의 일측 끝단은 실린더(21)의 일부에 결합되며, 타측 끝단은 제 2 커넥팅 로드(22)의 제 4 끝단(22b)에 결합될 수 있다. 따라서, 제 2 실린더(21)에 대한 제 2 커넥팅 로드(22)의 이동, 즉 제 4 끝단(22b)의 이동에 의해 제 2 스프링(23)은 변형되면서 제 2 링크(2)를 이동시키기 위해 의도된 힘을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 제 2 스프링(23)은 의도된 힘을 정확하게 발생시킬 수 있도록 예를 들어, 무자유길이 스프링(zero-free length spring)으로 이루어질 수 있다. 이러한 무자유길이 스프링인 제 2 스프링(23)은 제 2 커넥팅 로드(22)대신에 공지된 바와 같이 와이어를 이용하여 변형가능하게 구성될 수 있다.

[0046] 더 나아가, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 링크(2)에 설치되며 제 2 커넥팅 로드(22)와 결합하는 제 2 힌지축(hinge shaft)(24)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 힌지축(24)은 제 2 링크(2)로부터 연장되어 제 2 커넥팅 로드(22)의 중간부의 소정 위치에 결합될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 커넥팅 로드(22)는 제 2 스프링(22)을 변형시키기 위해 제 2 실린더(21)에 대해 직선 왕복운동을 수행하도록 구성된다. 동시에, 제 2 커넥팅 로드(22)는 제 3 끝단(22a) 및 제 2 힌지축(24)에 의해 제 2 링크(2)에 구속되어 있으므로, 상기 제 2 링크(2)의 원활한 상대회전을 위해서는 마찬가지로 회전할 것이 요구된다. 이러한 이유로, 제 2 힌지축(24)은 제 2 커넥팅 로드(22)의 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 2 커넥팅 로드(22)는 이의 길이방향을 따라 연장되는 레일(22c)을 포함할 수 있으며, 제 2 힌지축(24), 정확하게는 제 2 커넥팅 로드(22)와 결합되는 끝단에는 상기 레일(22c)에 의해 안내되면서 직선운동을 안내하는 브라켓을 포함할 수 있다. 또한, 제 2 커넥팅 로드(22)와 결합되는 제 2 힌지축(24)의 끝단에는 레일(22c)내에서 이의 회전운동을 가능하게 하는 베어링을 포함할 수 있다. 따라서, 제 2 커넥팅 로드(22)는 제 2 힌지축(24) 및/또는 제 2 링크(2)에 대해 직선운동 및 회전운동을 수행할 수 있으며, 의도된 작동을 수행하면서도 제 2 링크(2)의 운동을 방해하지 않을 수 있다. 또한, 제 2 힌지축(24)도 제 2 링크(2)에 결합된 상태이므로, 적어도 제 2 링크(2)의 회전운동을 방해하지 않기 위해서 제 2 힌지축(24)도 제 2 링크(2)에 움직이지 않게 고정되는 대신에 제 2 링크(2)에 대해 적어도 회전가능하게 구성될 수 있다. 이러한 경우, 제 2 힌지축(24)과 제 2 커넥팅 로드(22)가 서로 회전가능하지 않게 구성되어도, 이들 부재들(22, 24)은 제 2 링크(2)에 대해 회전가능하게 되며, 제 1 및 제 2 링크(1, 2)와 함께 원활하게 이동할 수 있다. 따라서, 이러한 제 2 힌지축(24)의 구성을 고려할 때, 상기 제 2 힌지축(24)은 실질적으로 제 2 액츄에이터(20)을 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결시키는 제 4 연결부(B2)로 기능할 수 있다. 또한, 도 2에 잘 도시된 바와 같이, 제 2 실린더(21)는 제 2 링크(2)에 결합된 제 2 힌지축(24)에 결합될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 2 실린더(21) 및 이에 고정된 제 2 스프링(23)의 일측 끝단은 이동하는 제 2 커넥팅 로드(22)에 상대적으로 고정된 위치를 유지할 수 있다. 따라서, 이동하는 제 2 커넥팅 로드(22)의 제 4 끝단(22b)에 의해 제 2 스프링(23)의 변형이 가능하게 된다.

[0047] 이와 같은 제 2 액츄에이터(20)에 있어서, 제 2 커넥팅 로드(22)가 별도의 구동 메커니즘(예를 들어, 후술되는 제 1 조절모듈(100)의 제 2 폴리(120))에 의해 제 2 실린더(21)에 상대적으로 직선으로 운동하면, 이러한 운동은 앞서 설명된 바와 같이 제 2 힌지축(24)에 의해 안정적으로 안내될 수 있다. 또한, 제 2 커넥팅 로드(22)의 이동에 의해 제 2 커넥팅 로드(12)의 제 4 끝단(22b)이 제 2 스프링(23)의 타측 끝단과 함께 실린더(21)내에서 이동하며, 상기 제 2 스프링(23)의 고정된 일측 끝단에 대해 상대적인 변형이 상기 제 2 스프링(23)에 발생될 수 있다. 이러한 변형에 의해 기계적 힘이 발생되며, 제 2 커넥팅 로드(22)를 통해 제 3 연결부(A2)에 일차적으로 가해질 수 있다. 이 후, 제 3 연결부(A2)에 가해진 힘은 이에 연결된 제 2 조인트(J2)로 전달될 수 있다. 또한, 제 2 커넥팅 로드(22), 즉 제 4 끝단(22b)의 이동량을 조절함으로써 제 2 스프링(23)의 변형량 및 발생하는

힘의 크기도 조절될 수 있다. 따라서, 이와 같이 제 2 액츄에이터(10)의 힘이 제 2 조인트(J2)에 전달되면, 전달된 힘에 의해 제 2 링크(2)는 이동할 수 있으며, 전달된 힘의 방향에 따라 제 2 링크(2)의 이동방향이 결정될 수 있다.

[0048] 앞서 설명된 바와 같은 본 발명의 하지보조로봇이 액츄에이터들(10,20)의 힘만을 이용하여 링크들(1,2)를 이동시키기도록 최적으로 설계되기 위해서는, 이의 역학적 모델이 검토될 필요가 있다. 따라서, 하지보조로봇, 즉 이의 링크 어셈블리(1,2) 및 액츄에이터들(10,20)이 역학적 모델로서 도 3에 도시된다.

[0049] 도 3(a)을 참조하면, x축 및 y축으로 이루어진 2차원 좌표계내에 링크 어셈블리(1,2) 및 액츄에이터들(10,20)들이 단순화되어 표시된다. y축은 중력의 작용방향, 즉 지면에 수직한 방향(수직방향)을 따라 설정되며, x축은 중력작용방향에 수직한 방향, 즉 지면에 대해 평행한 방향(수평방향)을 따라서 설정된다. 즉, y축은 수직축에 해당되고, x축은 수평축에 해당된다. 이러한 좌표계내에, 링크 어셈블리(1,2)는 소정길이의 바(bar) 부재로 도시되며, 하지보조로봇과 사용자의 질량(m)에 의해 중력(g)이 링크 어셈블리(1,2)에 작용된다. 또한, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)은 실제로 기계적 힘을 발생시키는 제 1 및 제 2 스프링(13,23)의 형태로 도시된다. 더 나아가, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 직접적으로 결합되므로, 상기 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되게 도시된다. 반면, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)는 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되기는 하나 직접적인 결합관계를 가지지 않으므로, 도시된 제 1 및 제 2 링크(1,2)로부터 이격되게 도시된다. 이러한 도 3(a)에서, 액츄에이터들(10,20)의 힘이 가해지는 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)는 수직축(y축)상에 배치된다. 따라서, 액츄에이터들(10,20)의 힘은 대체적으로 수직축(y축)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 작용하며, 중력(g)을 상쇄할 수 있다.

[0050] 한편, 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치가 변경되면, 이러한 위치변경에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 방향이 변경될 수 있다. 구체적으로 연결부들(A1,A2)의 위치는 연결부들(A1,A2)을 이동시킴으로써 변경시킬 수 있다. 보다 상세하게는, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 연결부들(A1,A2)은 수직축(y축)으로부터 소정각도(a)로 오프셋(offset) 또는 선회(revolve)되거나 소정거리도 이격(spaced apart)될 수 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)가 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)에 대해 상대적으로 이동되거나 다른 위치에 배치되게 할 수 있다. 다른 한편으로, 이러한 이동 및 위치변경은 하지보조로봇, 상세하게는 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 설정되는 중력작용방향인 수직축(y축)에 대한 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 상대적 이동 및 위치변경에 해당될 수 있다.

[0051] 이와 같이, 연결부들(A1,A2)의 위치가 변경되면, 도 3(b)에 잘 도시된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs)은 수직방향에 대해 각도(a)를 갖도록 배향되며, 이에 따라 수직분력(fg) 및 수평분력(fr)이 발생될 수 있다. 여기서, 수직분력(fg)는 하지보조로봇에 가해지는 중력(g)를 상쇄하게 되는 반면 수평분력(fr)은 하지보조로봇에 추가적인 힘으로서 작용된다. 또한, 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs)은 이로부터 발생하는 수직분력(fg)가 중력(g)을 완전하게 상쇄하도록 설정될 수 다. 이러한 경우, 발생된 모든 수평분력(fr)은 일종의 추력으로 작용하며, 이에 따라 사용자의 힘이 가해지지 않아도 제 2 링크(2), 즉 하지보조로봇을 이동시킬 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치변경에 의해 힘의 방향을 변경함으로써, 액츄에이터(10,20)의 힘은 가해지는 중력을 상쇄하면서도 의도된 방향으로 힘을 발생키도록 이용될 수 있다.

[0052] 더 나아가, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)가 서로 다른 위치들로 이동되면, 일 예로서, 즉 수직축(y)에 대한 각도(a)가 변경되면, 수직 및 수평분력(fg,fr)의 크기도 변경될 수 있다. 특히, 수평분력(fr)의 변경에 의해 하지보조로봇, 즉 제 2 링크(2)에 가해지는 힘의 크기도 실제로 요구되는 힘의 크기에 부합하도록 조절될 수 있다. 따라서, 이러한 수직축(y축)에 대한 각도(a)의 변경을 위해, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)는 소정의 중심(0), 예를 들어 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2) 또는 이들의 중심들에 대해 서로 다른 각도들로 선회(revolve)될 수 있다. 이러한 선회에 의해 각도(a) 및 이에 따른 수평분력(fr)이 요구되는 힘에 따라 조절될 수 있으며, 하지보조로봇의 운동제어가 원활하게 수행될 수 있다.

[0053] 이와 같은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치변경은 다양한 메커니즘들에 의해 실제로 수행될 수 있다. 이러한 메커니즘들중, 일 예로서 본 발명의 하지조절로봇은 소정 구동장치에 의해 구동되는 폴리 메커니즘을 채택한 제 1 조절모듈(100)을 포함할 수 있다. 이러한 제 1 조절모듈(100)은 폴리와 같은 단순한 기계요소를 이용하여, 위치변경을 위해 제 1 및 제 2 연결부(A1,A2)를 선회시킬 수 있으며, 이에 따라 의도된 기능을 수행하면서도 하지보조장치의 구조를 가볍고 컴팩하게 만들수 있다. 이러한 제 1 조절모듈(100)이 다음에서 도 1-도 4를 다시 참조하여 상세하게 설명된다.

[0054] 먼저, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 설치되는 제 1 폴리(pulley)(110)를 포함할 수 있다. 제 1 폴리(110)는 제 1 조인트(J1)에 안정적인 힘의 전달을 위해 제 1 조인트(J1)와 동심상으로 설치될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 1 폴리(110)는 제 1 조인트(J1)와 힌지 축 또는 힌지 핀을 공유하며, 그와 같은 상기 제 1 조인트(J1)의 힌지축에 회전가능하게 설치될 수 있다. 또한, 제 1 폴리(110)는 제 1 액추에이터(10), 상세하게는 이의 커넥팅 로드(12)의 제 1 끝단(12a)과 결합될 수 있다. 즉, 제 1 액추에이터(10)의 제 1 연결부(A1)가 제 1 폴리(110)에 회전가능하게 힌지결합될 수 있다. 따라서, 제 1 연결부(A1)는 제 1 폴리(110)와의 결합에 의해 상기 제 1 폴리(110)와 결합된 제 1 조인트(J1)와의 회전가능한 결합을 형성할 수 있다. 또한, 제 1 액추에이터(10)의 힘은 이러한 제 1 연결부(A1) 및 제 1 폴리(110)를 통해 제 1 조인트(J1)에 가해질 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 연결부(A1)(즉, 제 1 끝단(12a))는 제 1 폴리(110)의 외주부에 회전가능하게 연결된다. 즉, 제 1 연결부(A1)는 팔길이(r)로 제 1 조인트(J1) 및/또는 제 1 폴리(110)의 중심으로부터 이격되며, 이에 따라 제 1 연결부(A1)는 제 1 폴리(110)가 회전하면, 상기 중심주위로 선회, 즉 공전할 수 있다. 제 1 액추에이터(10)에서, 제 1 커넥팅 로드(12)의 제 2 끝단(12b)은 적어도 소정의 변형을 항상 제 1 스프링(13)에 발생시키도록 구성되며, 이에 따라 소정의 힘이 항상 제 1 액추에이터(10)로부터 제 1 연결부(A1), 즉 제 1 조인트(J1)에 가해질 수 있다. 또한, 제 1 폴리(110)이 회전하면 팔길이(r)로 선회하는 커넥팅 로드(12)는 직선운동을 하며, 앞서 제 1 액추에이터(10)와 관련하여 설명된 바와 같이, 제 2 끝단(12b)의 추가적인 이동에 의해 제 1 스프링(13)의 변형량 및 발생하는 힘의 크기가 변화될 수 있다. 이와 같은 커넥팅 로드(12)(즉, 제 2 끝단(12b))의 이동량 및 제 1 스프링(13)의 변형량은 하지보조로봇의 운동제어에서 요구되는 힘의 크기에 따라 적절하게 설계되어가 제어될 수 있다.

[0055] 또한, 제 1 조절모듈(100)은 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 설치되는 제 2 폴리(pulley)(120)를 포함할 수 있다. 제 2 폴리(120)는 제 2 조인트(J2)에 안정적인 힘의 전달을 위해 제 2 조인트(J2)와 동심상으로 설치될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 2 폴리(120)는 제 2 조인트(J2)와 힌지 축 또는 힌지 핀을 공유하며, 그와 같은 제 2 조인트(J2)의 힌지 핀에 회전가능하게 설치될 수 있다. 또한, 제 2 폴리(120)는 제 2 액추에이터(20), 상세하게는 이의 커넥팅 로드(22)의 제 3 끝단(22a)과 결합될 수 있다. 즉, 제 2 액추에이터(20)의 제 3 연결부(A2)이 제 2 폴리(120)에 회전가능하게 힌지결합될 수 있다. 따라서, 제 3 연결부(A2)는 제 2 폴리(120)와의 결합에 의해 상기 제 2 폴리(120)와 결합된 제 2 조인트(J2)와의 회전가능한 결합을 형성할 수 있다. 또한, 제 2 액추에이터(20)의 힘은 이러한 제 3 연결부(A2) 및 제 2 폴리(120)를 통해 제 2 조인트(J2)에 가해질 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 연결부(A2)(즉, 제 3 끝단(22a))는 제 2 폴리(120)의 외주부에 회전가능하게 연결된다. 즉, 제 3 연결부(A2)는 팔길이(r)로 제 2 조인트(J2) 및/또는 제 2 폴리(120)의 중심으로부터 이격되며, 이에 따라 제 3 연결부(A2)는 제 2 폴리(110)가 회전하면, 상기 중심주위로 선회, 즉 공전할 수 있다. 제 2 액추에이터(20)에서, 제 4 끝단(22b)은 적어도 소정의 변형을 항상 제 2 스프링(23)에 발생시키도록 구성되며, 이에 따라 소정의 힘이 항상 제 2 액추에이터(20)로부터 제 3 연결부(A2), 즉 제 2 조인트(J2)에 가해질 수 있다. 또한, 제 2 폴리(120)이 회전하면 팔길이(r)로 선회하는 제 2 커넥팅 로드(22)는 직선운동을 하며, 앞서 제 2 액추에이터(20)와 관련하여 설명된 바와 같이, 제 4 끝단(22b)의 추가적인 이동에 의해 제 2 스프링(23)의 변형량 및 발생하는 힘의 크기가 변화될 수 있다. 이와 같은 제 2 커넥팅 로드(22)(즉, 제 4 끝단(22b))의 이동량 및 제 2 스프링(23)의 변형량은 하지보조로봇의 운동제어에서 요구되는 힘의 크기에 따라 적절하게 설계되어가 제어될 수 있다.

[0056] 또한, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전시키도록 구성되는 제 1 구동기(driver)(130)를 포함할 수 있다. 일 예로서, 제 1 구동기(130)는 모터와 같은 동력을 제공하도록 구성되는 동력장치(131)와 상기 동력장치(131)에 결합되어 회전하도록 구성되는 구동폴리(132)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 구동기(130)는 제 2 폴리(120)에 제공되는 보조폴리(120a)와 구동폴리(132)에 감기는 구동벨트(133)를 포함할 수 있다. 한편으로, 보조폴리(120a)는 제 2 폴리(120)대신에 제 1 폴리(110)에 제공될 수 있다. 동력장치(131)에 의해 구동폴리(132)가 회전하면 구동벨트(133)에 의해 보조폴리(120a)가 회전되며, 이에 따라 제 2 폴리(120)(또는 제 1 폴리(110))가 회전될 수 있다. 또한, 후술되는 제 1 동조기(140)에 의해 제 1 및 제 2 폴리들(110,120)가 서로 동력을 전달하도록 연결되므로, 제 1 및 제 2 폴리들(110,120)중 어느 하나가 제 1 구동기(130)에 의해 회전되면, 다른 하나도 함께 회전할 수 있다. 따라서, 제 1 구동기(130)는 제 1 및 제 2 폴리들(110,120)에 동력을 제공하고 이들 폴리들(110,120)를 회전시키도록 구성될 수 있다. 또한, 제 1 구동기(130)는 제 1 및 제 2 폴리들(110,120)을 회전시키므로써 제 1 및 제 3 연결부들도 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 중심으로 선회시키도록 구성될 수 있다. 이러한 제 1 구동기(130)는 설명된 폴리 메커니즘 이외에도 기어 트레인 및 다른 여러 구동 메커니즘으로 이루어질 수 있다.

- [0057] 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 하지보조로봇을 운동시키기 위해, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)은 하지의 운동을 주로 수행하는 대퇴부 및 이의 관절들에 해당하는 제 2 링크(2), 즉 이의 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 힘을 가하도록 기본적으로 구성된다. 만일 제 1 및 제 2 조인트들(J1,J2)에 힘이 시차를 두고 가해지면 가해지는 힘의 불균형으로 인해 제 2 링크(2), 더 나아가 하지보조로봇이 불안정하게 운동할 수 있다. 따라서, 안정적인 하지보조로봇의 운동, 즉 제 2 링크(2)의 운동을 위해서는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)는 동시에 제 2 링크(2)에 힘을 가해야 한다. 또한, 같은 이유로, 이들 액츄에이터들(10,20)에서 가해지는 힘의 방향이 변경되는 경우, 안정적인 운동을 위해서는 힘의 방향도 같은 방향으로 변경될 필요가 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘의 방향은 제 1 및 제 3 연결부들(A1,A2)의 위치에 의해 결정되며, 이러한 위치는 연결부들(A1)의 이동거리 및 이동방향에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부들(A1,A2)을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 1 동조기(synchronizer)(140)를 포함할 수 있다. 이와 같은 제 1 동조기(140)에는 다양한 메커니즘이 적용될 수 있으며, 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 조절모듈(100)이 폴리(110,120)를 사용하므로, 도시된 바와 같이 이들 폴리들(110,120)의 회전을 동기화시킬 수 있는 벨트가 사용될 수 있다. 이러한 제 1 동조기(140)로서의 벨트는 제 1 및 제 2 폴리(110,120)를 서로 동력을 전달하도록 연계시키며, 이에 따라 폴리들(110,120)의 동기화된 회전을 가능하게 할 수 있다. 한편으로, 도 1에 점선으로 도시된 바와 같이, 벨트를 대신하여 제 1 및 제 2 폴리(110,120)사이에 배치되어 이들과 맞물리는 기어 트레인(T)이 적용될 수 있으며, 이외에도 다른 전동(transmission) 메커니즘이 제 1 동조기(140)로 사용될 수 있다. 이러한 제 1 동조기(140)는 구동기(130)에 의해 어느 하나의 폴리, 예를 들어 도시된 바와 같이, 제 2 폴리(120)가 회전되면, 동시에 제 1 폴리(110)도 회전시킬 수 있다. 또한, 이러한 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전은 동일한 방향으로 동일한 각도로 수행될 수 있다. 이와 같은 동일방향 및 동일각도의 회전에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)는 동일한 위치에 배치되며, 액츄에이터들(10,20)에서 가해지는 힘의 방향들을 같은 방향으로 변화시킬 수 있다.
- [0058] 이와 같은 제 1 조절모듈(100)에서, 제 1 구동기(130)가 제 1 및 제 2 폴리(110,120)를 동시에 같은 방향으로 같은 각도로 회전시키면, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)는 소정의 중심(O), 예를 들어 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대해 같은 각도들로 선회(revolve)된다. 이러한 선회에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치는 변화되며, 액츄에이터들(10,20)에 의해 이들 연결부(A1,A2)(즉, 조인트들(J1,J2))에 가해지는 힘들의 방향들도 변화될 수 있다. 예를 들어, 만일 변화된 방향에 의해 힘들이 수직축에 대해 소정각도(a)를 갖도록 배향되면, 도 3(b)에 도시된 바와 같이 중력상쇄를 위한 수직분력(fg) 및 로봇의 이동에 이용가능한 수평분력(fr)이 발생될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전에 따라 각도(a)가 변경되면, 수직 및 수평분력(fg,fr)도 적절하게 변경될 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 방향을 변경하도록 구성되며, 이에 따라 액츄에이터들(10,20)의 힘을 하지보조로봇에 가해지는 중력을 상쇄하는 힘 (즉, 수직분력(fg)) 및 상기 로봇, 즉 제 2 링크(2)의 운동으로 위해 의도된 방향으로 작용하는 힘(수평분력(fr))로 변환할 수 있다. 즉, 제 1 조절모듈(100)은 액츄에이터(10,20)가 중력반대방향 및 의도된 방향으로 둘 다로 힘을 제공하도록 제어할 수 있다.
- [0059] 또한, 이러한 액츄에이터들(10,20) 및 이에 연계된 제 1 조절모듈(100)은 사용자의 의도 및 이에 따른 운동을 적절하게 수행하도록 구성된 하지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 4를 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.
- [0060] 먼저, 도 4(a)는 하지보조로봇의 무중력모드를 보여준다. 이러한 무중력 모드에서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)를 선회시켜, 하지보조로봇, 즉 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수직축(y축)상에 위치시킬 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x축)의 위쪽(above)의 수직축(y축)의 일부에 연결부들(A1,A2)를 배치시킬 수 있다. 이러한 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치에 의해, 앞서 도 3(a)를 참조하여 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘의 방향은 대체적으로 수직축(y축)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 배향된다. 앞서 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs) 뿐만 아니라 이들의 수직분력(fr)은 항상 하지보조로봇에 작용하는 중력(g)보다 크게 설정되므로, 이러한 배향에 의해 중력(g)은 완전하게 상쇄되며, 하지보조로봇에는 어떠한 중력도 작용하지 않는 상태가 된다. 따라서, 사용자는 자신의 힘을 약간만 가해도 링크 어셈블리(1,2)를 이동시킬 수 있으며, 이들에 의해 지지되면서 안정적으로 하지를 운동시킬 수 있다.
- [0061] 또한, 도 4(b)는 하지보조로봇의 스윙모드(swing mode)를 보여준다. 이러한 스윙모드에서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)를 선회시켜, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수직축에 대해 소정각도(a)를 갖도록 배치할 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)는 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x)상에 수

직축(y축)에 대해 90도의 위상각(a)를 갖도록 배치될 수 있다. 이러한 연결부들(A1,A2)의 위치에 의해 앞서 도 3(b)를 참조하여 설명된 바와 같이, 수직분력(fr)에 의해 작용되는 중력(g)는 완전하게 상쇄될 수 있다. 또한, 수평분력(fr)이 도시된 바와 같이, 하지운동의 진행방향, 즉 전방방향으로 발생 및 배향될 수 있다. 따라서, 이러한 수평분력(fr)에 의해 링크 어셈블리(1,2)가 이동되며, 사용자는 이러한 어셈블리(1,2)의 이동에 의해 자신의 힘을 거의 사용하지 않고도 보행할 수 있다.

[0062] 더 나아가, 도 4(c)는 하지보조로봇의 스탠딩 모드(standing mode)를 보여준다. 이러한 스탠딩 모드에서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)를 선회시켜, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수직축(y축)상에 위치시킬 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 조절모듈(100)은 도 4(a)의 무중력모드와는 반대로, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x축)의 아래쪽(below)의 수직축(y축)의 일부에 연결부들(A1,A2)를 배치시킬 수 있다. 이러한 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)의 위치에 의해, 액츄에이터들(10,20)의 힘의 방향은 대체적으로 수직축(y축)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향과 동일한 방향으로 배향된다. 따라서, 이러한 액츄에이터들(10,20)의 힘은 사용자에게 지면에 대해 자신의 하지를 지탱할 수 있는 부가적인 힘으로서 작용할 수 있다. 이러한 이유로 사용자는 직립한 자신의 자세를 자신의 힘을 거의 사용하지 않고도 유지할 수 있다.

[0063] 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 도 1-도 4의 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)에서의 힘의 작용 방향을 변화시키기 위해 상기 연결부들(A1,A2)의 위치를 변경시키므로, 이러한 위치변경에 의해 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)의 커넥팅 로드들(12,22)은 운동할 수 있다. 또한, 연결부들(A1,A2)가 서로 다른 위치들에 배치되면, 이러한 위치들에 따라 액츄에이터들(10,20)의 제 1 및 제 2 커넥팅 로드들(12,22)의 이동량도 변화하며, 이에 결합된 제 1 및 제 2 스프링들(12,23)의 변형량도 변화될 수 있다. 따라서, 연결부들(A1,A2)의 위치들, 즉 하지보조로봇의 모드들에 따라 액츄에이터들(10,20)에서 제공되는 힘의 크기들이 약간 서로 달라질 수 있다. 또한, 하지보조로봇의 각 모드에서, 사용자의 의지 및 상태, 환경과 같은 작동조건들에 따라, 상기 하지보조로봇의 보다 원활한 운동을 위해 액츄에이터들(10,20)에게 서로 다른 힘들이 요구될 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명의 하지보조로봇은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A3), 즉 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 작용되는 힘의 크기를 조절하도록 구성될 수 있으며, 이러한 변형예가 관련된 도면들을 참조하면 다음에서 설명된다.

[0064] 도 5는 본 발명에 따른 하지보조로봇의 변형예를 나타내는 측면도이며, 도 6은 도 5의 하지보조로봇을 나타내는 정면도이다. 또한, 도 7은 도 5의 하지보조로봇의 모델을 나타내는 개념도이다. 끝으로, 도 8은 도 5의 하지보조로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

[0065] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 하지보조로봇의 변형예도 기본적으로 링크 어셈블리(1,2), 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20) 및 제 1 조절모듈(100)을 포함할 수 있다. 이러한 장치들(1,2,10,20,100)은 기본적으로 앞서 도 1-도 4를 참조하면 설명된 것과 동일한 구성을 가지며 동일한 작동을 수행하므로, 도 1-도 4의 설명들이 이들 장치들(1,2,10,20,100)에 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 대신에, 도 1-도 4의 예와 다른 구성들만이 다음에서 필요한 경우 추가적으로 설명될 수 있다.

[0066] 도 1-도 4의 예와 마찬가지로, 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)에 작용되는 힘의 크기를 조절하도록 설계되기 위해서는 하지보조로봇의 역학적 모델이 먼저 검토될 수 있으며, 그와 같은 역학적 모델이 도 7에 도시된다. 하지보조로봇의 역학적 모델의 기본 설정은 앞서 도 3을 참조하여 설명되었으므로, 도 3과 관련된 설명이 적용되며 추가적인 설명은 생략된다.

[0067] 도 7을 참조하면, 제 1 액츄에이터(10)의 제 1 및 제 2 연결부(A1,B1)사이에는 제 1 길이(L1)이 형성되며, 제 2 액츄에이터(20)의 제 3 및 제 4 연결부(A2,B2)사이에는 제 2 길이(L2)이 형성된다. 이러한 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)는 도 1, 도 2, 도 5 및 도 6와 관련하여 도시되고 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 스프링(13,23)의 변형량을 결정하며, 이에 따라 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 생성하는 힘의 크기도 결정할 수 있다. 만일 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)가 새로운 제 1 및 제 2 길이(L1',L2')로 변경되면, 변경된 길이만큼 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)의 구성요소들(예를 들어, 커넥팅 로드(12,22)와 실린더(11,21))사이의 상대거리도 변경될 수 있다. 또한, 이러한 구성요소들사이의 거리변화에 의해 이들 구성요소들에 구속된 제 1 및 제 2 스프링(13,23)의 변형량도 변화되며 변화된 변형량에 따라 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs) 크기도 새로운 크기의 힘(fs')으로 변경될 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)가 변경되면, 이러한 거리변화에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 크기가 변경될 수 있다.

[0068] 일 예로서, 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)는 도 7에 도시된 바와 같이, 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)를 새로운 위치(B1',B2')에 배치되도록 이동시킴으로써 변경될 수 있다. 보다 상세하게는, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)은 제 1 및 제 2 링크들(1,2)의 몸체를 따라(즉, 이의 길이방향을 따라) 이

동될 수 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)가 소정위치에 배치 또는 정지된 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)에 대해 상대적으로 이동되거나 다른 위치로 배치되게 할 수 있다. 다른 한편, 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)는 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2) 대신에 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대해 상대적으로 이동되어 변경된 위치로 배치된다고 설명될 수도 있다. 또한, 도 7은 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)의 변경을 위해 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)의 이동을 보여주나, 이러한 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)에 상대적으로 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)가 이동될 수도 있으며, 동일한 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)의 변경을 가져올 수 있다.

[0069] 이와 같이, 길이(L1,L2)의 변화에 의해 스프링(13,23)의 변형량이 변화되면, 액추에이터들(10,20)의 힘의 크기가 변형될 수 있다. 또한, 길이(L1,L2)를 서로 다른 값으로 조절하면, 액추에이터들(10,20)도 서로 다른 크기들의 힘을 제공할 수 있다. 예를 들어, 앞서 언급된 하지보조로봇의 작동조건에 부합하는 길이(L1,L2)의 조절(예를 들어, 실시간적 조절)에 의해 액추에이터(10,20)의 힘은 실시간적으로 증가되거나 감소될 수 있으며, 이에 따라 하지보조로봇의 작동은 보다 원활하고 안정적으로 수행될 수 있다.

[0070] 이와 같은 제 1 및 제 2 길이(L1,L2)의 변경은 다양한 메커니즘들에 의해 수행될 수 있으며, 일 예로서 본 발명의 하지보조로봇은 소정 구동장치에 의해 구동되는 캠(cam) 메커니즘을 채택한 제 2 조절모듈(200)을 포함할 수 있다. 이러한 제 2 조절모듈(200)은 캠과 같은 단순한 기계요소를 이용하여, 이러한 기계요소는 필요에 따라 선택적으로 제 1 및 제 2 액추에이터들(10,20)과 맞물릴 수 있다(engage). 따라서, 제 2 조절모듈(200)은 거리(L1,L2)변경을 위해 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)를 이동시킬 수 있으며, 이에 따라 의도된 기능을 수행하면서도 하지보조장치의 구조를 가볍고 컴팩트하게 만들 수 있다. 이러한 제 2 조절모듈(200)이 다음에서 도 5-도 8를 다시 참조하여 상세하게 설명된다.

[0071] 먼저, 제 2 조절모듈(200)은 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 설치되는 제 1 캠(cam)(210)을 포함할 수 있다. 제 1 캠(210)은 제 1 폴리(110)와 마찬가지로 제 1 조인트(J1)와 동심상으로 설치될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 1 캠(210)은 제 1 조인트(J1)와 힌지 축 또는 힌지 핀을 공유하며, 그와 같은 제 1 조인트(J1)의 힌지축에 회전가능하게 설치될 수 있다. 제 1 캠(210)은 도시된 바와 같이, 제 1 폴리(110)와 제 1 조인트(J1)사이에 배치될 수 있으며, 다른 한편으로, 제 1 조인트(J1)의 힌지 핀의 축방향으로 제 1 폴리(110)의 바깥쪽에도 배치될 수 있다.

[0072] 제 1 캠(210)은 도시된 바와 같이 소정두께를 갖는 디스크 부재 또는 몸체로 이루어지며, 이러한 몸체는 소정의 반경을 갖는 제 1 베이스(base)(211)와 상기 제 1 베이스(211)보다 큰 반경을 갖는 제 1 확장부(212)를 포함할 수 있다. 즉, 제 1 캠(210)은 몸체 외주부의 소정 위치에 제공되는 제 1 확장부(212)를 갖도록 구성될 수 있다. 이러한 제 1 확장부(212)는 제 1 캠(210), 정확하게는 이의 몸체의 외주부를 따라 원주방향으로 소정길이를 연장되며, 상기 몸체로부터 반경방향으로 돌출될 수 있다. 따라서, 제 1 캠(210), 정확하게는 제 1 확장부(212)는 후술되는 바와 같이 선택적으로 제 2 연결부(B1), 즉 제 1 힌지축(14)과 접촉하거나 맞물리어(engage) 제 2 연결부(B1)를 이동시키는 역할을 수행할 수 있다. 또한, 제 1 베이스(211)는 도 6에 도시된 바와 같이, 제 1 힌지축(14)으로부터 이격될 수 있다. 그러나, 도 5에 도시된 바와 같이, 제 1 베이스(211)는 제 1 힌지축(14)과 접촉하도록 구성될 수 있으며, 이러한 경우 제 1 베이스(211) 및 제 1 확장부(212) 둘 다, 즉 제 1 캠(210)은 계속적으로 제 1 힌지축(14)과 접촉하면서 상기 축(14)의 이동을 안정적으로 안내할 수 있다. 한편, 제 1 힌지축(14)도 제 1 캠(210)에 의해 이동될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 링크(1)는 이의 몸체를 따라 연장되는 홈(1c)를 포함할 수 있으며, 제 1 힌지축(14)의 끝단은 이러한 홈(1c)내에 삽입될 수 있다. 또한, 이러한 힌지축(14)의 끝단은 홈(1c)로부터 분리되지 않게 상기 홈(1c)의 내벽에 걸리는 브라켓 또는 플랜지를 포함할 수 있다. 따라서, 힌지축(14)에 캠(210)에 의해 외력이 작용하면, 힌지축(14)은 홈(1c)에 의해 안내되면서 안정적으로 상기 홈(1c)을 따라 이동할 수 있다.

[0073] 또한, 제 2 조절모듈(200)은 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 설치되는 제 2 캠(220)을 포함할 수 있다. 제 2 캠(220)은 제 2 폴리(120)와 마찬가지로 제 2 조인트(J2)와 동심상으로 설치될 수 있으며, 이에 따라 상기 제 2 캠(220)은 제 2 조인트(J2)와 힌지 축 또는 힌지 핀을 공유하며, 그와 같은 제 2 조인트(J2)의 힌지축에 회전가능하게 설치될 수 있다. 제 2 캠(220)은 도시된 바와 같이, 제 2 폴리(120)와 제 2 조인트(J2)사이에 배치될 수 있으며, 다른 한편으로, 제 2 조인트(J2)의 축방향으로 제 2 폴리(120)의 바깥쪽에도 배치될 수 있다.

[0074] 제 2 캠(220)은 도시된 바와 같이 소정두께를 갖는 디스크 부재 또는 몸체로 이루어지며, 이러한 몸체는 소정의 반경을 갖는 제 2 베이스(base)(221)와 상기 제 2 베이스(221)보다 큰 반경을 갖는 제 2 확장부(222)를 포함할 수 있다. 즉, 제 2 캠(220)은 몸체 외주부의 소정 위치에 제공되는 제 2 확장부(222)를 갖도록 구성될 수 있다. 이러한 제 2 확장부(222)는 제 2 캠(210), 정확하게는 이의 몸체의 외주부를 따라 원주방향으로 소정길이를 연

장되며, 상기 몸체로부터 반경방향으로 연장될 수 있다. 따라서, 제 2 캠(220), 정확하게는, 제 2 확장부(222)는 후술되는 바와 같이 선택적으로 제 4 연결부(B2), 즉 제 2 힌지축(24)와 접촉하거나 맞물리어(engage) 제 4 연결부(B2)를 이동시키는 역할을 수행할 수 있다. 또한, 제 2 베이스(221)는 도 6에 도시된 바와 같이, 제 2 힌지축(24)으로부터 이격될 수 있다. 그러나, 도 5에 도시된 바와 같이, 제 2 베이스(221)는 제 2 힌지축(24)과 접촉하도록 구성될 수 있으며, 이러한 경우 제 2 베이스(221) 및 제 2 확장부(222) 둘 다, 즉 제 2 캠(220)은 계속적으로 제 2 힌지축(24)과 접촉하면서 상기 축(24)의 이동을 안정적으로 안내할 수 있다. 한편, 제 2 힌지축(24)도 제 2 캠(210)에 의해 이동될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 2 링크(2)는 이의 몸체를 따라 연장되는 홈(2c)를 포함할 수 있으며, 제 2 힌지축(24)의 끝단은 이러한 홈(2c)내에 삽입될 수 있다. 또한, 이러한 힌지축(24)의 끝단은 홈(2c)로부터 분리되지 않게 상기 홈(2c)의 내벽에 걸리는 브라켓 또는 플랜지를 포함할 수 있다. 따라서, 힌지축(24)에 제 2 캠(220)에 의해 외력이 작용하면, 힌지축(24)는 홈(2c)에 의해 안내되면서 안정적으로 상기 홈(2c)을 따라 이동할 수 있다.

[0075] 또한, 제 2 조절모듈(200)은 제 1 및 제 2 캠(210,220)을 회전시키도록 구성되는 제 2 구동기(driver)(230)를 포함할 수 있다. 이러한 제 2 구동기(230)는 앞서 도 1-도 4를 참조하여 설명된 제 1 구동기(130) 및 이의 구성요소들(131,132,133)과 실질적으로 동일하게 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 도 1-도 4의 제 1 구동기(130)관련 설명이 동일하게 적용되며, 추가적인 설명은 생략된다. 한편, 제 1 조절모듈(100)과 마찬가지로, 제 2 구동기(230)도 후술되는 제 2 동조기(240)를 이용하여 제 1 및 제 2 캠들(210,220)중 어느 하나를 회전시킴으로써 다른 하나도 함께 회전시킬 수 있다.

[0076] 한편, 앞서 제 1 조절모듈(100)의 제 1 동조기(140)과 관련하여 설명된 바와 같이, 안정적인 하지보조로봇의 운동, 즉 제 2 링크(2)의 운동을 위해서는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 가해지는 힘의 크기변화는 동시에 수행될 필요가 있다. 또한, 도 7을 참조하여 설명된 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘의 크기에서의 변화는 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)의 변화에 의해 결정되며, 이러한 거리변화는 연결부들(B1,B2)의 이동거리에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 제 2 조절모듈(200)은 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 2 동조기(synchronizer)(240)를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 확장부(212,222)가 연결부들(B1,B2)의 이동을 수행하므로, 제 2 동조기(240)는 상기 확장부(212,222)가 적어도 동시에 연결부들(B1,B2)와 접촉하거나 맞물리게 하도록 구성될 수 있다. 이와 같은 제 2 동조기(240)에는 다양한 메커니즘이 적용될 수 있으며, 제 1 동조기(140)와 유사하게 도시된 바와 같이 캠들(210,220)의 회전을 동기화시킬 수 있는 벨트가 사용될 수 있다. 이러한 제 2 동조기(240)로서의 벨트는 제 1 및 제 2 캠(210,220)를 서로 동력을 전달하도록 연계시키며, 이에 따라 캠들(210,220)의 동기화된 회전을 가능하게 할 수 있다. 한편으로, 제 1 동조기(140)과 마찬가지로, 벨트를 대신하여 제 1 및 제 2 캠(210,220)사이에 배치되어 이들과 맞물리는 기어 트레인(T)이 적용될 수 있으며, 이외에도 다른 전동(transmission) 메커니즘이 제 2 동조기(240)로 사용될 수 있다. 이러한 제 2 동조기(240)는 제 2 구동기(230)에 의해 어느 하나의 캠, 예를 들어 도시된 바와 같이, 제 2 캠(220)가 회전되면, 동시에 제 1 캠(210)도 회전시킬 수 있다. 또한, 이러한 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전은 동일한 방향으로 동일한 각도로 수행될 수 있다. 이와 같은 동시적인 동일방향 및 동일각도의 회전에 의해 캠들(210,220)의 확장부(212,222)가 동시에 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)와 맞물리면서 이들 연결부들(B1,B2)(즉, 제 1 및 제 2 힌지축들(14,24))를 동일한 거리로 이동시킬 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)의 동일한 거리변화가 동시에 발생되며, 이에 따라 액츄에이터(10,20)에서 가해지는 힘도 동일한 크기로 동시에 변화될 수 있다.

[0077] 이와 같은 제 2 조절모듈(200)에서, 제 2 구동기(230)가 제 1 및 제 2 캠(210,220)를 동시에 같은 방향으로 같은 각도로 회전시키면, 확장부(212,222)가 제 1 및 제 2 힌지축(14,24)와 맞물리며, 이들에 힘을 가하게 된다. 따라서, 제 1 및 제 2 힌지축(14,24)는 홈들(1c,2c)를 따라 동일거리로 이동하게 되며, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 변화될 수 있다. 예를 들어, 제 1 액츄에이터(10)의 경우, 제 1 연결부(A1)는 커넥팅 로드(12)의 일부를 형성하며 제 2 연결부(B1)는 힌지축(14) 및 이에 결합된 실린더(11)의 일부에 해당하므로, 제 1 및 제 2 연결부(A1,B1)사이의 제 1 거리(L1)의 변화는 실제로 커넥팅 로드(12)와 실린더(11)사이의 상대적 위치의 변화 및 이에 따른 거리의 변화를 가져온다. 따라서, 로드 및 실린더(12,11)에 구속된 제 1 스프링(13)은 이와 같은 로드 및 실린더(12,11)사이의 거리변화에 의해 추가적으로 변형되면서 로드(12)를 통해 변화된 크기의 힘을 제 1 연결부(A1), 즉 제 1 조인트(J1)에 가하게 된다. 같은 과정으로, 제 2 액츄에이터(20)의 제 2 스프링(23)도 추가적으로 변형되면서 제 2 커넥팅 로드(22)를 통해 변화된 크기의 힘을 제 3 연결부(A2), 즉 제 2 조인트(J2)에 가하게 된다. 따라서, 제 2 조절모듈(200)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(A1,A2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 크기를 변경하도록 구성될 수 있으며, 변경된 크기의 힘에 기초하여 하지보조로봇의 작동도 안정적으로 수행될 수 있다. 즉, 제 2 조절모듈(200)은 모드들에 따라 약간씩 다르게 발생하는 액츄에이터들(10,20)의 힘들을 보상하며, 모드들에 따라 추가적으로 하지보조로봇

에서 요구되는 힘들에 맞게 발생하는 힘들을 조절할 수 있다.

- [0078] 또한, 이러한 제 2 조절모듈(200)은 제 1 조절모듈(100)과 연계하여 하지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 8을 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.
- [0079] 먼저, 도 8(a)는 하지보조로봇의 무중력모드를 보여준다. 이러한 도 8(a)에 따른 무중력 모드에서의 제 1 조절모듈(100)의 작동은 앞서 도 4(a)를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 이러한 무중력 모드에서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈(100)은 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)를 이동시켜, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 액추에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 추가적인 힘을 발생시킬 수 있다. 제 1 조절모듈(100)에 의해 액추에이터들(10,20)의 힘의 방향은 무중력모드에서 수직축(y)을 따라 중력에 반대되는 방향으로 사전에 설정되므로, 제 2 조절모듈(200)에 의해 발생하는 추가적인 힘도 마찬가지로 중력에 반대되는 방향으로 작용된다. 이러한 이유로, 추가적인 하중 및 이에 의한 추가적인 중력(g)이 하지보조로봇에 작용되는 경우에도, 제 2 조절모듈(200)에 의해 액추에이터들(10,20)에서 발생하는 추가적인 힘에 의해 하지보조로봇을 의도된 바와 같이 무중력상태로 만들 수 있다.
- [0080] 또한, 도 8(b)는 하지보조로봇의 스윙모드(swing mode)를 보여준다. 이러한 스윙 모드에서의 제 1 조절모듈(100)의 작동은 앞서 도 4(b)를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 이러한 스윙 모드에서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈(100)은 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)를 이동시켜, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 액추에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 추가적인 힘을 발생시킬 수 있다. 제 1 조절모듈(100)에 의해 액추에이터들(10,20)의 힘의 방향, 정확하게 수평분력(fr)은 하지운동의 진행방향, 즉 전방방향으로 사전에 배향되므로, 이러한 추가적인 힘의 수평분력(fr)도 마찬가지로 전방방향으로 작용된다. 이러한 이유로, 사용자는 이러한 추가적인 힘을 이용하여 작동조건이 변경되는 경우에도 원활하게 보행할 수 있다.
- [0081] 더 나아가, 도 8(c)는 하지보조로봇의 스탠딩 모드(standing mode)를 보여준다. 이러한 스탠딩 모드에서의 제 1 조절모듈(100)의 작동은 앞서 도 8(c)를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 이러한 스탠딩 모드에서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈(100)은 제 2 및 제 4 연결부(B1,B2)를 이동시켜, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 액추에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 추가적인 힘을 발생시킬 수 있다. 액추에이터들(10,20)의 힘의 방향은 무중력모드에서 수직축(y)을 따라 중력과 동일한 방향으로 사전에 설정되므로, 이러한 추가적인 힘도 마찬가지로 중력과 동일한 방향으로 작용된다. 따라서, 사용자는 작동조건의 변화에도 안정적으로 자신의 직립상태를 유지할 수 있다.
- [0082] 한편, 앞서 설명된 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)은 액추에이터(10,20)의 힘의 방향 및 크기를 조절하기 위해 기본적으로 서로 유사하게 회전하는 기계요소, 즉 폴리(110,120) 및 캠(210,220)을 사용한다. 따라서, 이러한 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)은 하나의 메커니즘으로 통합될 수 있으며, 이에 따라 단일의 메커니즘으로 힘의 방향 및 크기의 조절이 수행될 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명의 하지보조로봇은 통합된 단일 조절 메커니즘을 포함하도록 구성될 수 있으며, 이러한 변형예가 관련된 도면들을 참조하여 다음에서 설명된다.
- [0083] 도 9는 본 발명에 따른 하지보조로봇의 추가 변형예를 나타내는 측면도이며, 도 10은 도 9의 하지보조로봇의 나타내는 정면도이다. 또한, 도 11은 도 9의 하지보조로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.
- [0084] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 하지보조로봇의 변형예도 기본적으로 링크 어셈블리(1,2), 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)를 포함할 수 있다. 이러한 장치들(1,2,10,20,100)은 기본적으로 앞서 도 1-도 8를 참조하면 설명된 것과 동일한 구성을 가지며 동일한 작동을 수행하므로, 도 1-도 8의 설명들이 이들 장치들(1,2,10,20)에 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 대신에, 도 1-도 8의 예와 다른 구성들만이 다음에서 필요한 경우 추가적으로 설명될 수 있다.
- [0085] 앞서 논의된 바와 같이, 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)은 기본적 구성 및 작동원리의 유사성으로 인해 서로 통합가능하며, 이들의 통합된 메커니즘이 제 3 조절모듈(300)로서 상술된 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)을 대신하여, 하지보조로봇에 제공될 수 있다. 이와 같은 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)의 기능들을 수행하면서도 하지보조장치의 구조를 보다 가볍고 컴팩트하게 만들 수 있다. 이러한 제 3 조절모듈(300)이 다음에서 도 9 및 도 10을 참조하여 상세하게 설명된다.
- [0086] 먼저, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 설치되는 제 1 로터(rotor)(310)를 포함할 수 있

다. 이러한 제 1 로터(310)의 기본적인 구성 및 기능은 앞서 도 1-도 4에 설명된 제 1 폴리(110)와 동일하므로, 이러한 설명이 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 또한, 제 1 로터(310)는 소정두께를 갖는 디스크 부재 또는 몸체로 이루어지며, 이러한 몸체는 소정의 반경을 갖는 제 1 실린더(311)와 상기 제 1 실린더(311)보다 큰 반경을 갖는 제 1 돌출부(312)를 포함할 수 있다. 이러한 제 1 실린더(311) 및 제 1 돌출부(312)는 도 5-도 8에서 설명된 제 1 캠(210)의 제 1 베이스(211) 및 제 1 확장부(212)와 실질적으로 동일하므로, 제 1 베이스(211) 및 제 1 확장부(212)의 설명이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 로터(310)에 연결되는 제 1 연결부(A1)의 위치가 제 1 액츄에이터(10)에서 주어지는 힘의 방향을 결정하므로, 힘의 크기도 힘의 방향과 함께 조절될 수 있도록 제 2 연결부(B1)을 이동시키는 제 1 돌출부(312)는 도시된 바와 같이, 제 1 연결부(A1)에 인접하게 상기 제 1 로터(310)에 배치될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 돌출부(312)는 적어도 제 1 연결부(A1)가 배치되는 제 1 로터(310)의 몸체의 외주부 일부에 걸쳐 제공될 수 있다.

[0087] 또한, 제 3 조절모듈(300)은 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 설치되는 제 2 로터(rotor)(320)를 포함할 수 있다. 이러한 제 2 로터(320)의 기본적인 구성 및 기능은 앞서 도 1-도 4에 설명된 제 2 폴리(120)와 동일하므로, 이러한 설명이 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 또한, 제 2 로터(320)는 소정두께를 갖는 디스크 부재 또는 몸체로 이루어지며, 이러한 몸체는 소정의 반경을 갖는 제 2 실린더(321)와 상기 제 2 실린더(321)보다 큰 반경을 갖는 제 2 돌출부(322)를 포함할 수 있다. 이러한 제 2 실린더(321) 및 제 2 돌출부(322)는 도 5-도 8에서 설명된 제 2 캠(220)의 제 2 베이스(221) 및 제 2 확장부(222)와 실질적으로 동일하므로, 제 2 베이스(221) 및 제 2 확장부(222)의 설명이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 로터(320)에 연결되는 제 3 연결부(A2)의 위치가 제 2 액츄에이터(20)에서 주어지는 힘의 방향을 결정하므로, 힘의 크기도 힘의 방향과 함께 조절될 수 있도록 제 4 연결부(B2)를 이동시키는 제 2 돌출부(322)는 도시된 바와 같이, 제 3 연결부(A2)에 인접하게 상기 제 2 로터(320)에 배치될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 돌출부(322)는 적어도 제 3 연결부(A2)가 배치되는 제 2 로터(320)의 몸체의 외주부 일부에 걸쳐 제공될 수 있다.

[0088] 또한, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 2 로터(310,320)를 회전시키도록 구성되는 제 3 구동기(driver)(330)를 포함할 수 있다. 이러한 제 3 구동기(330)는 앞서 도 1-도 4를 참조하여 설명된 제 1 구동기(130) 및 도 5-도 8을 참조하여 설명된 제 2 구동기(230)와 실질적으로 동일하게 구성될 수 있다. 따라서, 이들 제 1 및 제 2 구동기(130,230)이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.

[0089] 더 나아가, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 3 연결부(A1,A3) 뿐만 아니라 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)을 동시에 이동시키도록 구성되는 제 3 동조기(synchronizer)(340)를 포함할 수 있다. 이러한 제 3 동조기는 앞서 설명된 제 1 및 제 2 동조기(140,240)와 실질적으로 동일한 구성을 가지며 이들의 기능들을 조합하여 수행하도록 구성되므로, 이들 동조기들(140,240)의 설명이 그대로 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.

[0090] 이와 같은 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 3 조절모듈(100,200)의 기능들을 조합된 형태로 수행하면서 하지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 11을 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.

[0091] 먼저, 도 11(a)는 하지보조로봇의 무중력모드를 보여주며, 도 11(b)는 스탠딩 모드를 보여준다. 이러한 무중력 모드 및 스탠딩 모드에서 제 3 조절모듈(300)은 기본적으로 도 4(a)/도 8(a) 및 도 4(c)/도 4(c)에서 제 1 조절모듈(100)이 수행하는 것과 동일한 작동을 수행하므로, 이들 도면들과 관련된 설명들이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 생략된다.

[0092] 한편, 도 11(a)의 무중력모드에서, 제 3 조절모듈(100)은 중력방향에 반대되게 액츄에이터들(10,20)의 힘을 작용시키기 위해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x축)의 위쪽(above)의 수직축(y축)의 일부에 연결부들(A1,A2)를 배치시킬 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 로터(310,320)의 제 1 및 제 2 돌출부(312,322)는 이러한 제 1 및 제 3 연결부들(A1,A2)에 인접하므로, 마찬가지로 수평축(x축)의 위쪽(above)에 배치된다. 따라서, 이들 돌출부(312,322)는 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)와 맞물리지 않으며, 액츄에이터(10,20)으로부터 추가적인 힘이 발생되지 않는다. 앞서 설명된 바와 같이, 기본적으로 액츄에이터(10,20)의 힘(f_s) 또는 이의 수직분력(f_g)는 적어도 하지보조로봇에 작용하는 중력(g)보다 크게 설계되므로, 액츄에이터(10,20)의 추가적인 힘이 없어도 중력(g)은 완전하게 상쇄되며, 사용자는 여전히 약간의 힘만으로도 여전히 하지보조로봇에 지지되면서 운동할 수 있다.

[0093] 반면, 도 11(b)의 스탠딩 모드에서, 제 3 조절모듈(100)은 중력방향과 동일한 방향으로 액츄에이터들(10,20)의 힘을 작용시키기 위해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x축)의 아래쪽의 수직축(y축)의 일부에 연결부들

(A1,A2)를 배치시킬 수 있다. 제 1 및 제 2 로터(310,320)의 제 1 및 제 2 돌출부(312,322)는 이러한 제 1 및 제 3 연결부들(A1,A2)에 인접하므로, 마찬가지로 수평축(x축)의 아래쪽에 배치된다. 따라서, 이들 돌출부(312,322)는 제 2 및 제 4 연결부들(B1,B2)와 맞물리며, 액츄에이터(10,20)으로부터 추가적인 힘이 발생될 수 있다. 일반적으로 하지보조로봇을 사용하는 사용자는 스스로 설 수 있을 정도로 힘을 가지고 있지 않기 때문에, 이와 같이 무중력 모드 대신에 스탠딩 모드에서 추가적인 힘을 발생시키는 것이 사용자의 의지에 따른 운동(즉, 서있는 상태를 유지하는 것)을 달성하는 데 있어서 더 효과적이고 유리할 수 있다.

[0094] 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 안되며 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

[0095]

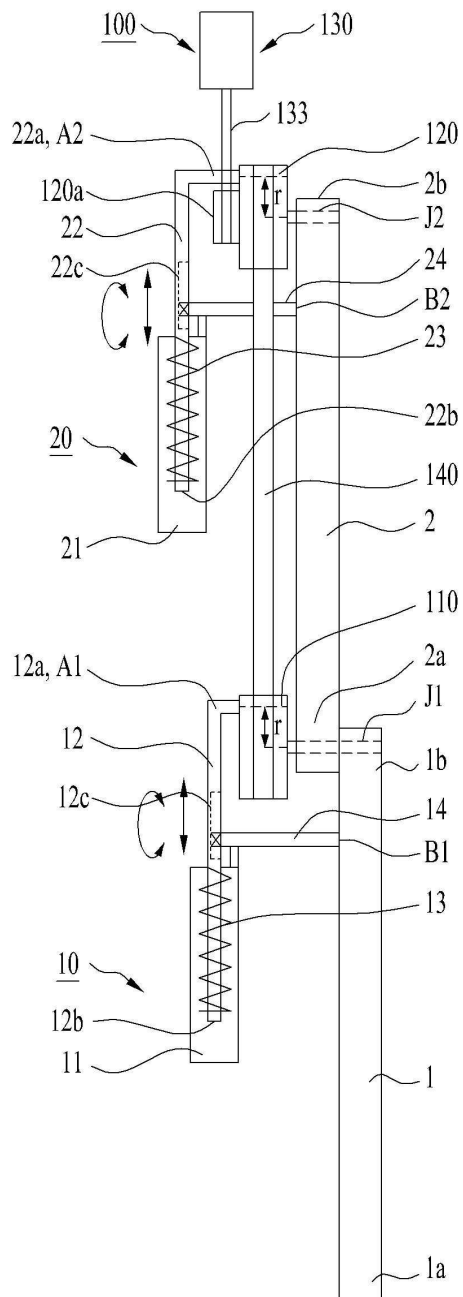
1: 제 1 링크 2: 제 2 링크

10: 제 1 액츄에이터 20: 제 2 액츄에이터

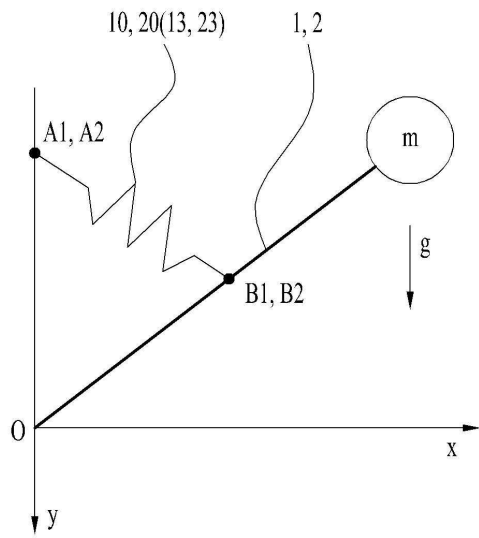
100: 제 1 조절모듈 200: 제 2 조절모듈

300: 제 3 조절모듈

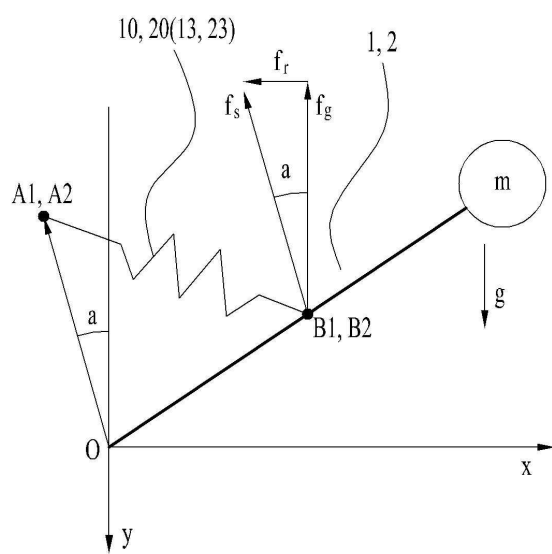
도면2



도면3

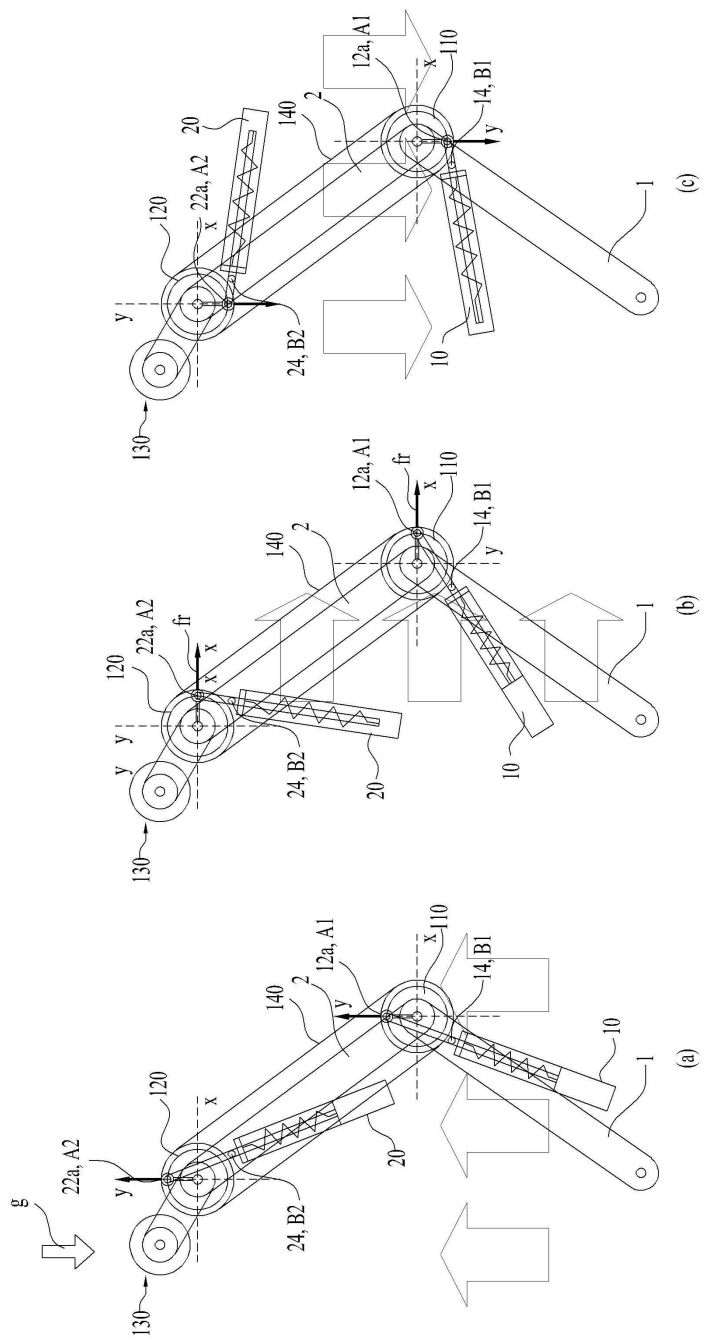


(a)

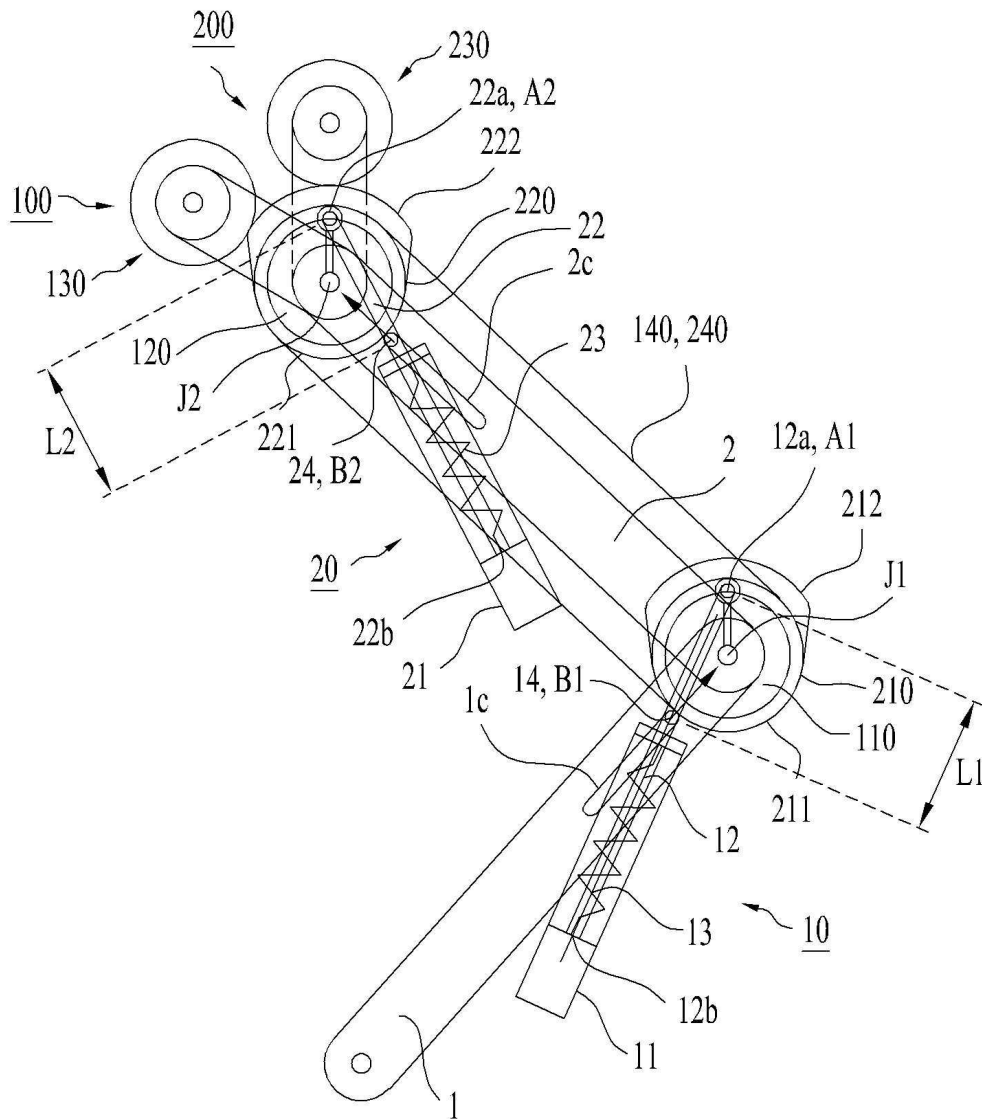


(b)

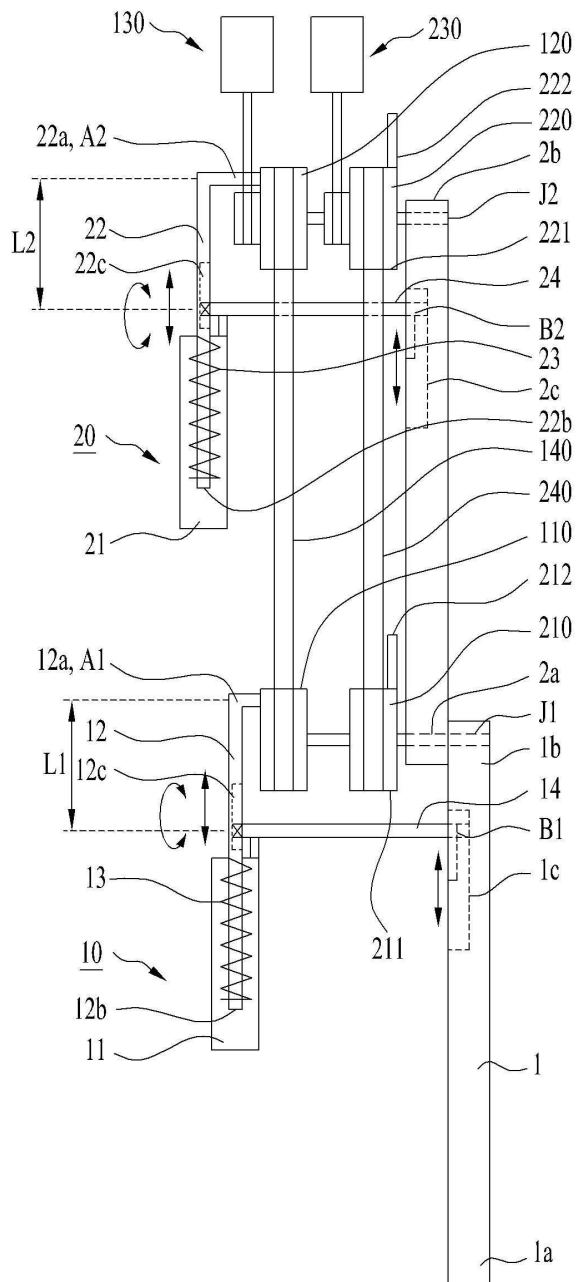
도면4



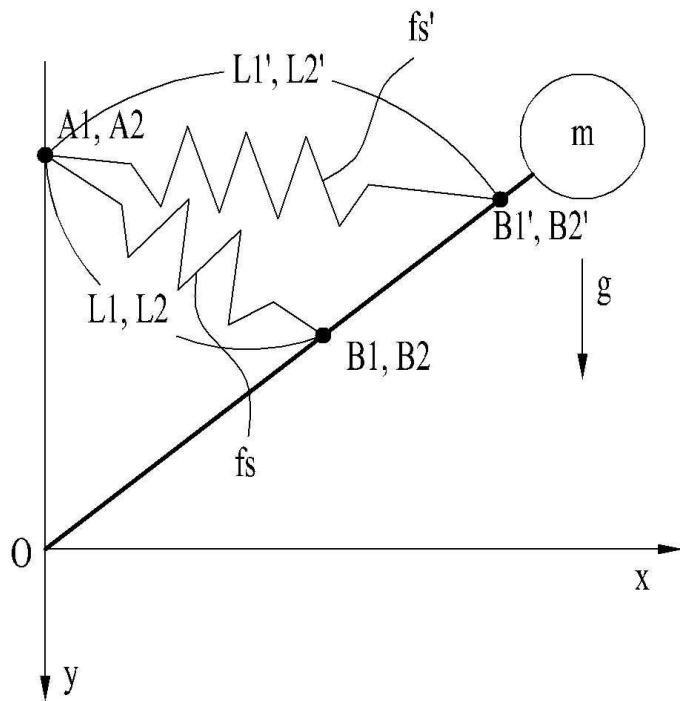
도면5



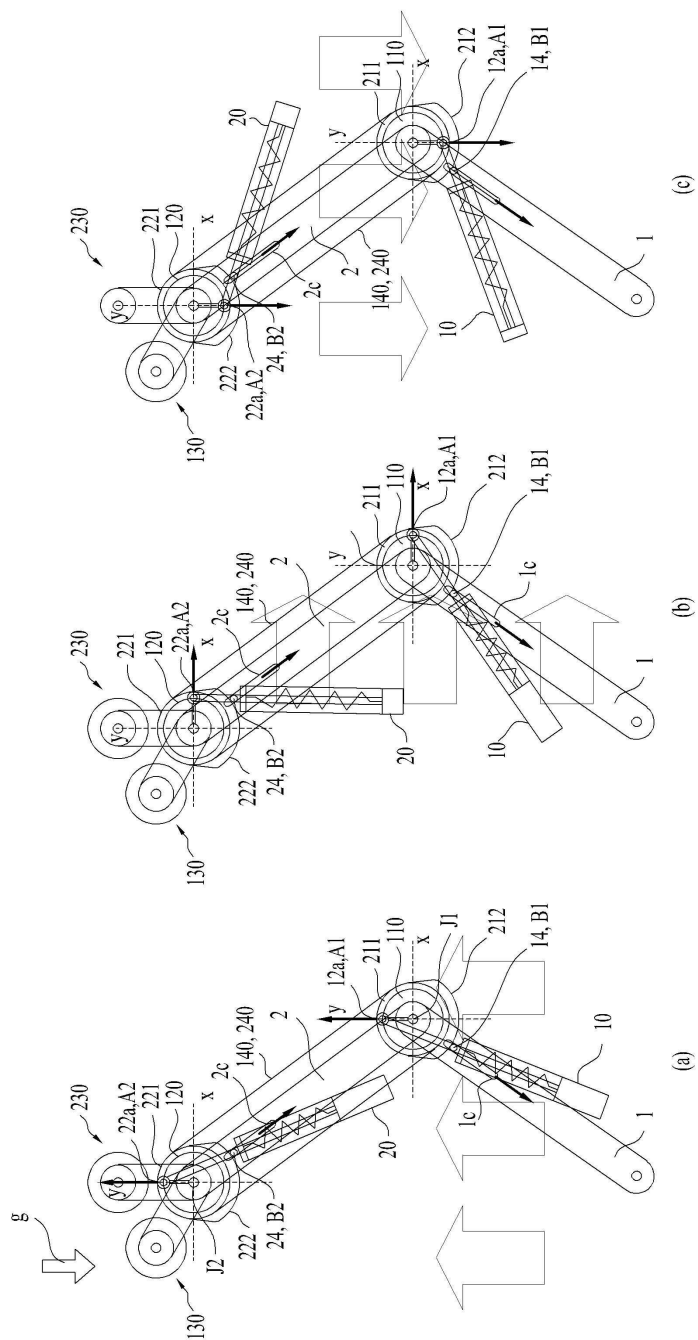
도면6



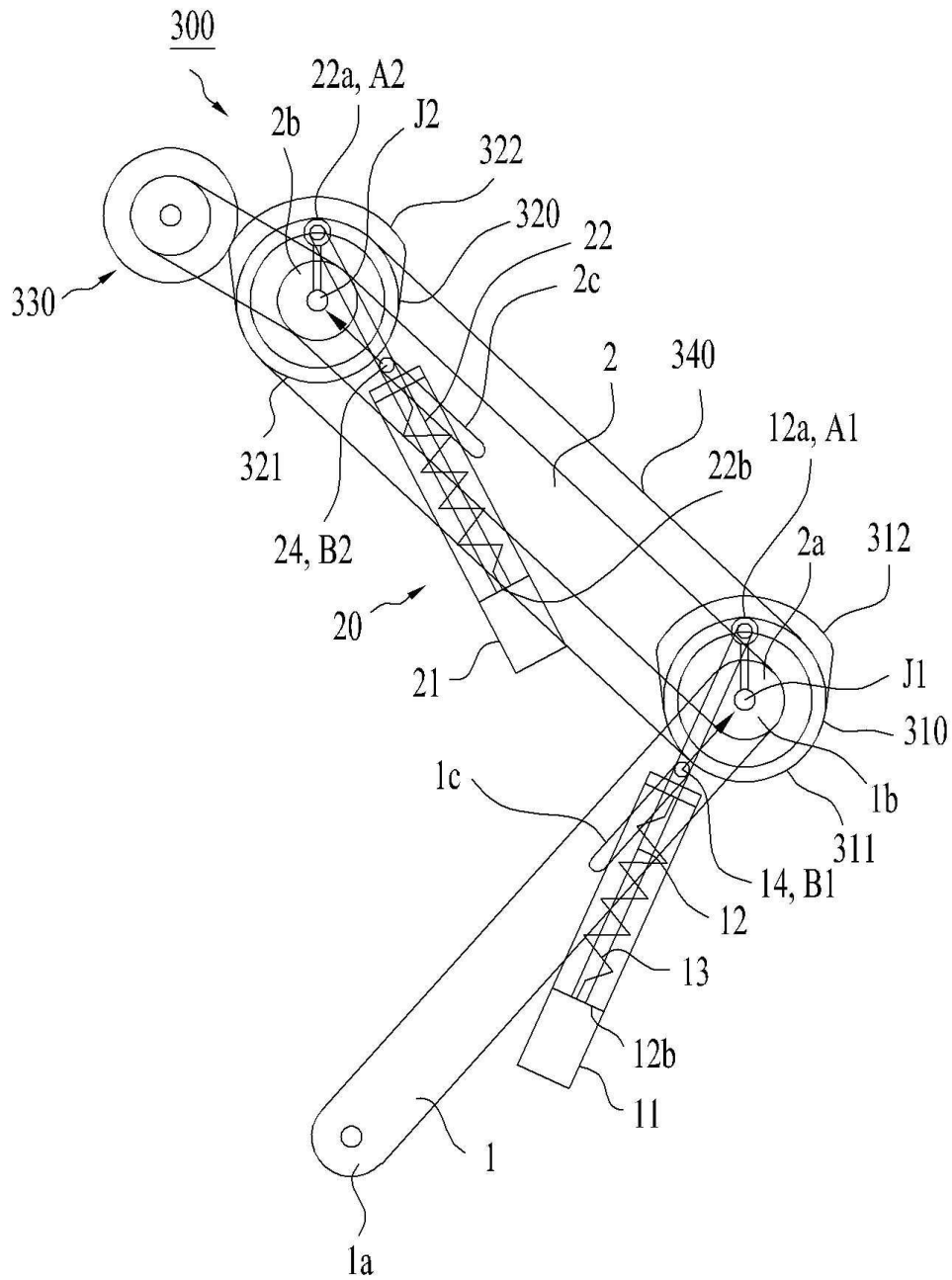
도면7



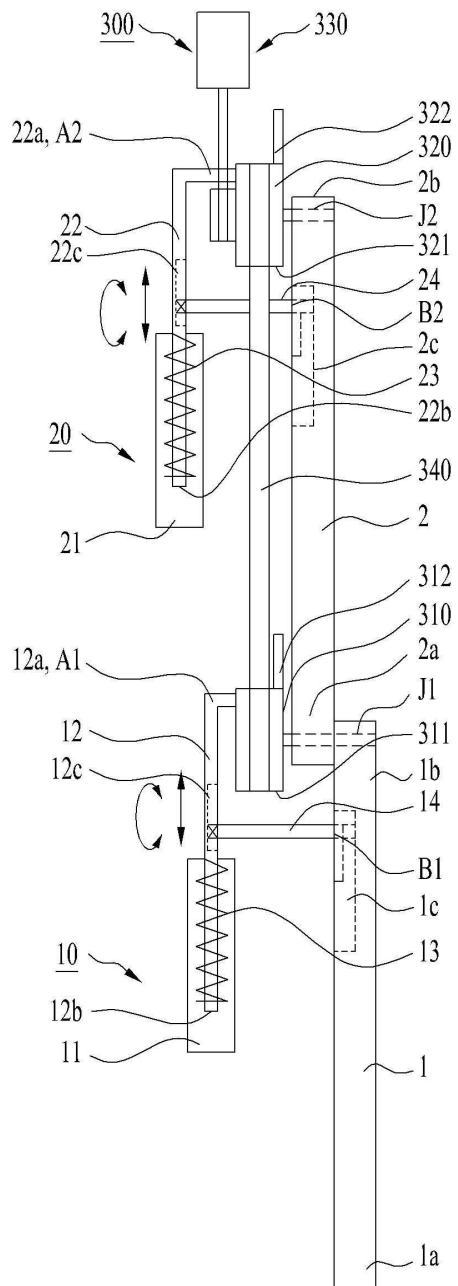
도면8



도면9



도면10



도면11

