

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0151948
(43) 공개일자 2024년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/00 (2006.01) A61H 1/02 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 9/0006 (2013.01)
A61H 1/0274 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2023-0047884
(22) 출원일자 2023년04월12일
심사청구일자 2023년04월12일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)
(72) 발명자
조창현
광주광역시 서구 풍암순환로 191(풍암동) 우미광장아파트 103동 1010호
(74) 대리인
전상구

전체 청구항 수 : 총 46 항

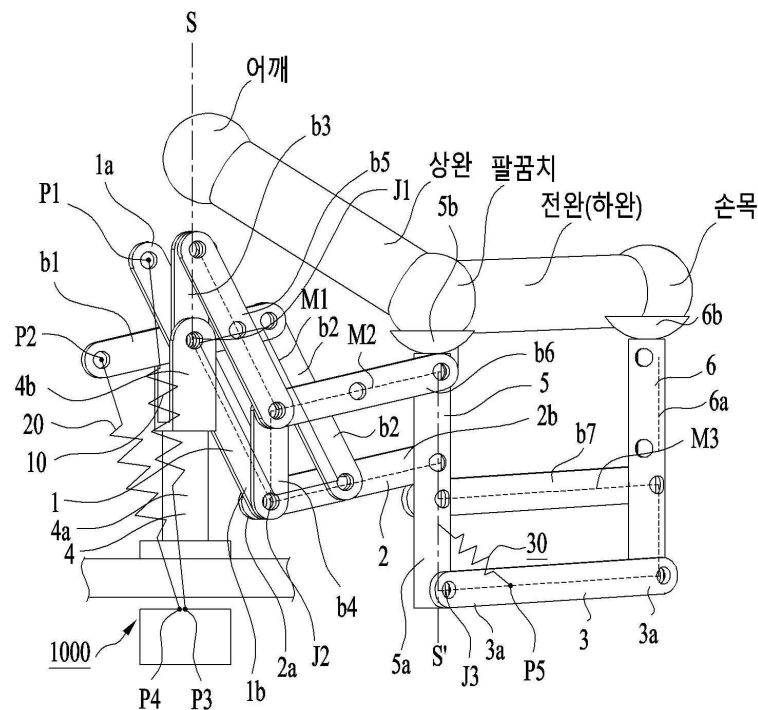
(54) 발명의 명칭 상지 보조 로봇

(57) 요약

본 발명은 사용자의 상지의 운동을 보조하도록 구성되는 보조로봇을 개시한다. 본 발명은 상지의 어깨부로부터 팔꿈치를 향해 연장되며, 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트를 포함하는 제 1 링크; 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트를 포함하며, 상기 제 1 링크로부터 상기 상지의 팔꿈치까지 연장되

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



어, 상기 제 1 링크와 함께 상기 상지의 상완을 지지하도록 구성되는 제 2 링크; 상기 제 1 링크에 연결되는 제 1 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부를 통해 상기 제 1 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액추에이터; 상기 제 2 링크에 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 2 연결부를 통해 상기 제 2 조인트에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액추에이터; 및 상기 제 1 및 제 2 액추에이터와 각각 연결되는 제 3 및 제 4 연결부들을 포함하며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 상기 제 1 및 제 2 조인트들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 조절모듈을 포함하는 상지보조로봇을 제공한다.

(52) CPC특허분류

B25J 9/106 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

상지의 어깨로부터 팔꿈치를 향해 연장되며, 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트를 포함하는 제 1 링크;

상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트를 포함하며, 상기 제 1 링크로부터 상기 상지의 팔꿈치까지 연장되어, 상기 제 1 링크와 함께 상기 상지의 상완을 지지하도록 구성되는 제 2 링크;

상기 제 1 링크에 연결되는 제 1 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부를 통해 상기 제 1 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액추에이터;

상기 제 2 링크에 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 2 연결부를 통해 상기 제 2 조인트에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액추에이터; 및

상기 제 1 및 제 2 액추에이터와 각각 연결되는 제 3 및 제 4 연결부들을 포함하며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 상기 제 1 및 제 2 조인트들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 조절모듈을 포함하는 상지보조로봇.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 액추에이터는:

상기 제 1 연결부를 형성하도록 상기 제 1 링크에 연결되는 제 1 끝단 및 상기 제 1 끝단에 대항되는 제 2 끝단을 갖는 제 1 와이어; 및

상기 조절모듈내에 수용되며, 상기 제 1 와이어의 제 2 끝단 및 상기 조절모듈에 각각 연결되어 상기 조절모듈의 이동에 따라 변형되도록 구성되는 제 1 스프링을 포함하는 상지보조로봇.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 액추에이터는:

상기 제 2 연결부를 형성하도록 상기 제 2 링크에 연결되는 제 3 끝단 및 상기 제 3 끝단에 대항되는 제 4 끝단을 갖는 제 2 와이어; 및

상기 조절모듈내에 수용되며, 상기 제 2 와이어의 제 4 끝단 및 상기 조절모듈에 각각 연결되어 상기 조절모듈의 이동에 따라 변형되도록 구성되는 제 2 스프링을 포함하는 상지보조로봇.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 가해지는 힘들의 방향들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들의 위치들을 변경하도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 제 3 및 제 4 연결부들의 위치들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 조인트를 통과하며 중력방향으로 연장되는 수직축으로부터 소정거리로 움직이거나 이격시켜, 상기 제 1 및 제 2 조인트에 가해지는 상기 제 1 및 제 2 액추에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대항되는 분력 및 의도된

방향으로의 분력을 발생시키도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 상기 수직축으로부터 읍셋시키기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 수평방향으로 이동시키도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들에 의해 상기 제 1 및 제 2 조인트에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하도록 더 구성되는 상지보조로봇.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

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

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 거리들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 수직방향으로 이동시키도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

소정의 평면상에 설치되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 결합되어 상기 제 1 및 제 2 링크들을 상기 평면에 대해 지지도록 구성되는 마운트를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 마운트는 상기 제 1 조인트를 통과하며 중력방향으로 연장되는 수직축을 중심으로 회전하도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 링크들에 제공되며, 상기 제 1 링크에 대해, 상기 제 2 링크의 운동을 허용하면서 상기 제 2 링크의 배향을 유지시키도록 구성되는 제 1 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 평행사변형 기구는 상기 제 1 링크에 회전가능하게 결합되는 제 1 바 부재 및 제 1 바 부재 및 제 2 링크에 각각 회전가능하게 연결되는 제 2 바 부재를 포함하는 상지보조로봇.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 팔꿈치를 지지하도록 구성되는 제 1 서포터를 더 포함하는 상

지보조로봇.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 링크들 및 상기 제 1 서포터에 제공되어, 상기 제 1 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 2 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 링크에 회전가능하게 연결되는 제 3 조인트를 포함하며, 상기 상지의 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 링크에 연결되어, 상기 제 3 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 3 액츄에이터를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 손목을 지지하도록 구성되는 제 2 서포터를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 3 링크 및 제 2 서포터에 제공되어 상기 제 2 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 3 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 조절모듈은:

상기 제 1 및 제 2 액츄에이터의 부품들을 수용하도록 구성되는 하우징;

상기 하우징에 제공되어 상기 하우징을 수평방향으로 이동시키도록 구성되는 제 1 구동기; 및

상기 하우징에 제공되어 상기 하우징을 수직방향으로 이동시키도록 구성되는 제 2 구동기를 포함하는 상지보조로봇.

청구항 21

제 10 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 마운트아래에 배치되도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 22

제 10 항에 있어서,

상기 조절모듈은 상기 마운트의 측부에 장착되도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 23

상지의 어깨로부터 팔꿈치를 향해 연장되며, 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트를 포함하는

제 1 링크;

상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트를 포함하며, 상기 제 1 링크로부터 상기 상지의 팔꿈치까지 연장되어, 상기 제 1 링크와 함께 상기 상지의 상완을 지지하도록 구성되는 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 상지보조로봇.

청구항 24

제 23 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 상지보조로봇.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 연결부들의 위치들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 조인트들을 통과하며 중력방향으로 각각 연장되는 수직축들로부터 소정거리로 옵셋시키거나 이격시켜, 상기 제 1 및 제 2 액추에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대향되는 분력 및 의도된 방향으로의 분력을 발생시키도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 상기 수직축들로부터 옵셋시키기 위해, 상기 제 1 및 제 2 조인트들주위로 소정각도로 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 선회시키도록 구성되는 상지 보조 로봇.

청구항 27

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은:

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 1 액추에이터의 제 1 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 1 폴리;

상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 2 액추에이터의 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 구동기를 포함하는 상지보조로봇.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 1 동조기를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 29

제 28 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 상지보조로봇.

청구항 30

제 23 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 상지보조로봇.

청구항 31

제 30 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 상지보조로봇.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 제 2 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 거리를 변경하기 위해, 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 링크들의 길이방향으로 이동시키도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 33

제 30 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 운동시키도록 구성되는 제 1 캠;

상기 제 2 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 2 액츄에이터의 제 4 연결부와 접촉하면서 상기 제 4 연결부를 운동시키도록 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 상지보조로봇.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

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

청구항 35

제 34 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 상지보조로봇.

청구항 36

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 액츄에이터는:

상기 제 1 링크에 제공되는 제 1 실린더;

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;

상기 제 1 실린더내에 수용되며, 상기 제 1 커넥팅 로드에 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 힌지축을 포함하는 상지보조로봇.

청구항 37

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 액츄에이터는:

상기 제 2 링크에 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 로드에 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 포함하는 상지 보조 로봇.

청구항 38

제 23 항에 있어서,

소정의 평면상에 설치되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 결합되어 상기 제 1 및 제 2 링크들을 상기 평면에 대해 지지도록 구성되는 마운트를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 마운트는 상기 제 1 조인트를 통과하며 중력방향으로 연장되는 수직축을 중심으로 회전하도록 구성되는 상지보조로봇.

청구항 40

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 링크들에 제공되며, 상기 제 1 링크에 대해, 상기 제 2 링크의 운동을 허용하면서 상기 제 2 링크의 배향을 유지시키도록 구성되는 제 1 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 41

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 팔꿈치를 지지하도록 구성되는 제 1 서포터를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 링크들 및 상기 제 1 서포터에 제공되어, 상기 제 1 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 2 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 43

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 링크에 회전가능하게 연결되는 제 3 조인트를 포함하며, 상기 상지의 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 제 3 링크에 제공되어, 상기 제 3 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 3 액츄에이터를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 45

제 43 항에 있어서,

상기 제 3 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 손목을 지지하도록 구성되는 제 2 서포터를 더 포함하는 상지보조로봇.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

상기 제 2 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 3 평행사변형 기구를 더 포함하는 상지보조로봇.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신체의 운동을 보조하는 로봇에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 신체중 상지, 즉 팔의 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 기계장치로 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, 다리와 마찬가지로 팔은 인간의 생활에 필수불가결한 역할을 수행하므로, 하지 보조로봇과 마찬가지로 상지 보조로봇도 현재 활발하게 연구 및 개발되고 있다.

[0005] 현재 상용화된 상지 보조로봇들은 전동방식을 채택하는 외골격 형태의 운동 보조장치들로 이루어진다. 보다 상세하게는, 이러한 전동형 상지 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, 상지 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 상지보조로봇은 시스템적인, 즉 구조 및 작동측면 둘 다에 있어서 불안정성

을 항상 내포하게 된다. 따라서, 이러한 전동형 상지 보조로봇들은 아직까지 사용자의 움직임 실시간적으로 보조하도록 개발되지 못하고 있으며, 사용자들은 실제로 이러한 전동형 상지보조로봇들을 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 상지 보조로봇을 제공하는 것이다.
- [0008] 또한, 본 발명의 다른 목적은 저렴하고 경량화된 상지 보조로봇을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술된 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 상지의 어깨로부터 팔꿈치를 향해 연장되며, 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트를 포함하는 제 1 링크; 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트를 포함하며, 상기 제 1 링크로부터 상기 상지의 팔꿈치까지 연장되어, 상기 제 1 링크와 함께 상기 상지의 상완을 지지하도록 구성되는 제 2 링크; 상기 제 1 링크에 연결되는 제 1 연결부를 포함하며, 상기 제 1 연결부를 통해 상기 제 1 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 1 액추에이터; 상기 제 2 링크에 연결되는 제 2 연결부를 포함하며, 상기 제 2 연결부를 통해 상기 제 2 조인트에 소정크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 2 액추에이터; 및 상기 제 1 및 제 2 액추에이터와 각각 연결되는 제 3 및 제 4 연결부들을 포함하며, 가해지는 중력을 상쇄하면서 의도된 방향으로 힘을 발생시키도록 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 상기 제 1 및 제 2 조인트들에 가해지는 힘들의 방향을 변경하도록 구성되는 조절모듈을 포함하는 상지보조로봇을 제공할 수 있다.
- [0010] 상기 제 1 액추에이터는: 상기 제 1 연결부를 형성하도록 상기 제 1 링크에 연결되는 제 1 끝단 및 상기 제 1 끝단에 대향되는 제 2 끝단을 갖는 제 1 와이어; 및 상기 조절모듈내에 수용되며, 상기 제 1 와이어의 제 2 끝단 및 상기 조절모듈에 각각 연결되어 상기 조절모듈의 이동에 따라 변형되도록 구성되는 제 1 스프링을 포함할 수 있다. 또한, 상기 제 2 액추에이터는: 상기 제 2 연결부를 형성하도록 상기 제 2 링크에 연결되는 제 3 끝단 및 상기 제 3 끝단에 대향되는 제 4 끝단을 갖는 제 2 와이어; 및 상기 조절모듈내에 수용되며, 상기 제 2 와이어의 제 4 끝단 및 상기 조절모듈에 각각 연결되어 상기 조절모듈의 이동에 따라 변형되도록 구성되는 제 2 스프링을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액추에이터에 의해 가해지는 힘들의 방향들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들의 위치들을 변경하도록 구성될 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 조절모듈은 상기 제 3 및 제 4 연결부들의 위치들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 조인트를 통과하며 중력방향으로 연장되는 수직축으로부터 소정거리로 움직이기거나 이격시켜, 상기 제 1 및 제 2 조인트에 가해지는 상기 제 1 및 제 2 액추에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대향되는 분력 및 의도된 방향으로의 분력을 발생시키도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 조절모듈은 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 상기 수직축으로부터 움직이기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 수평방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0012] 한편, 상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 액추에이터들에 의해 상기 제 1 및 제 2 조인트에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하도록 더 구성될 수 있다. 보다 상세하게는, 상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들에 가해지는 힘들의 크기들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 3 연결부들사이의 제 1 거리 및 상기 제 2 및 제 4 연결부들사이의 제 2 거리를 변경하도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 거리들을 변경하기 위해, 상기 제 3 및 제 4 연결부들을 수직방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0013] 또한, 상지보조로봇은 소정의 평면상에 설치되며, 상기 제 1 링크에 회전가능하게 결합되어 상기 제 1 및 제 2 링크들을 상기 평면에 대해 지지도록 구성되는 마운트를 더 포함할 수 있으며, 상기 마운트는 상기 제 1 조인트를 통과하며 중력방향으로 연장되는 수직축을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 또한, 상지보조로봇은 상기 제 1 및 제 2 링크들에 제공되며, 상기 제 1 링크에 대해, 상기 제 2 링크의 운동을 허용하면서 상기 제 2 링크의 배향을 유지시키도록 구성되는 제 1 평행사변형 기구를 더 포함할 수 있으며, 상기 제 1 평행사변형 기구는 상기 제 1 링크에 회전가능하게 결합되는 제 1 바 부재 및 제 1 바 부재 및 제 2 링크에 각각 회전가능하게 연결되는 제 2 바 부재를 포함할 수 있다.

- [0015] 또한, 상지보조로봇은 상기 제 2 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 팔꿈치를 지지하도록 구성되는 제 1 서포터를 더 포함할 수 있으며, 상기 제 1 및 제 2 링크들 및 상기 제 1 서포터에 제공되어, 상기 제 1 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 2 평행사변형 기구를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상지보조로봇은 상기 제 2 링크에 회전가능하게 연결되는 제 3 조인트를 포함하며, 상기 상지의 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크를 더 포함할 수 있다. 이러한 제 3 링크와 연계하여, 상지보조로봇은 상기 제 3 링크에 연결되어, 상기 제 3 조인트에 소정 크기의 힘을 가하도록 구성되는 제 3 액츄에이터를 더 포함할 수 있으며, 상기 제 3 링크의 끝단에 결합되며, 상기 상지의 손목을 지지하도록 구성되는 제 2 서포터를 더 포함할 수 있다. 또한, 상지보조로봇은 상기 제 3 링크 및 제 2 서포터에 제공되어 상기 제 2 서포터의 배향을 유지하도록 구성되는 제 3 평행사변형 기구를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 조절모듈은: 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터의 부품들을 수용하도록 구성되는 하우징; 상기 하우징에 제공되어 상기 하우징을 수평방향으로 이동시키도록 구성되는 제 1 구동기; 및 상기 하우징에 제공되어 상기 하우징을 수직방향으로 이동시키도록 구성되는 제 2 구동기를 포함할 수 있다. 이러한 조절모듈은 상기 마운트아래에 배치되도록 구성되거나, 상기 마운트의 측부에 장착되도록 구성될 수 있다.
- [0018] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 상지의 어깨로부터 팔꿈치를 향해 연장되며, 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트를 포함하는 제 1 링크; 상기 제 1 링크에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트를 포함하며, 상기 제 1 링크로부터 상기 상지의 팔꿈치까지 연장되어, 상기 제 1 링크와 함께 상기 상지의 상완을 지지하도록 구성되는 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 상지보조로봇을 제공할 수 있다.
- [0019] 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. 보다 상세하게는, 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 2 연결부들의 위치들을 변경하기 위해, 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 조인트들을 통과하며 중력방향으로 각각 연장되는 수직축들로부터 소정거리로 움직이거나 이격시켜, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터들의 힘들로부터 중력방향에 대항되는 분력 및 의도된 방향으로의 분력을 발생시키도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 상기 수직축들로부터 움직이기 위해, 상기 제 1 및 제 2 조인트들주위로 소정각도로 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 선회시키도록 구성될 수 있다.
- [0020] 세부적인 구성에 있어서, 제 1 조절모듈은: 상기 제 1 조인트에 회전가능하게 설치되며, 상기 제 1 액츄에이터의 제 1 연결부와 회전가능하게 결합되는 제 1 폴리; 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 구동기를 포함할 수 있다. 또한, 상기 제 1 조절모듈은 상기 제 1 및 제 3 연결부들을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 1 동조기를 더 포함할 수 있으며, 상기 제 1 동조기는 상기 제 1 및 제 2 폴리들을 동시에 동일방향으로 동일한 각도로 상기 제 1 및 제 2 조인트에 대해 회전시키도록 구성될 수 있다.
- [0021] 한편, 상지보조로봇은 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. 보다 상세하게는, 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 1 및 제 2 거리를 변경하기 위해, 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 상기 제 1 및 제 2 링크들의 길이방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0022] 세부적인 구성에 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 운동시키도록 구성되는 제 1 캠; 상기 제 2 조인트에 회전가능하게 설치되며, 회전하는 동안 상기 제 2 액츄에이터의 제 4 연결부와 접촉하면서 상기 제 4 연결부를 운동시키도록 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. 또한, 상기 제 2 조절모듈은 상기 제 2 및 제 4 연결부

들을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 2 동조기를 더 포함할 수 있으며, 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.

[0023] 또한, 세부적인 구성에 있어서, 상기 제 1 액츄에이터는: 상기 제 1 링크에 제공되는 제 1 실린더; 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; 상기 제 1 실린더내에 수용되며, 상기 제 1 커넥팅 로드와 결합되며, 상기 제 1 커넥팅 로드와 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 1 힌지축을 포함할 수 있다. 상기 제 2 액츄에이터는: 상기 제 2 링크에 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 결합되며, 상기 제 2 커넥팅 로드와 회전운동 및 선형운동을 허용하도록 구성되는 제 2 힌지축을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 상지보조로봇은 전동력을 발생시키는 전동방식의 액츄에이터가 아닌 탄성력과 같은 기계적 힘을 발생시키는 액츄에이터를 사용한다. 이러한 기계적 방식의 액츄에이터는 사용자의 상지를 지지하는 링크 어셈블리, 즉 골격과 직접적으로 연동되어 적절한 힘을 발생시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 상지보조로봇은 이러한 액츄에이터의 힘들을 기계적으로 제어하도록 구성되는 조절모듈을 포함하며, 이들 조절모듈을 사용하여 방향 및 크기를 상지보조로봇의 작동모드들에 따라 적절하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명의 상지보조로봇은 사용자의 움직임과 연동하면서 지연없이 요구되는 힘들을 제공하도록 구성될 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명의 상지보조로봇은 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 상지보조로봇은 저항감없이 편리하게 사용자에게 사용될 수 있으며, 높은 신뢰성 및 안정성을 가질 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 상지보조로봇은 기계적 힘을 발생시키는 액츄에이터 및 이를 또한 기계적으로 제어하는 조절모듈을 탑재한다. 따라서, 본 발명의 상지보조로봇은 단순하고 신뢰성있는 구조로 이루어질 수 있다. 이러한 이유로, 본 발명은 저렴하고 경량화된 상지보조로봇을 사용자에게 제공할 수 있다.

[0026] 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

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 상지보조로봇의 제 1 실시예를 나타내는 측면도이다.

도 2는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 액츄에이터 및 조절모듈의 세부적인 구성을 나타내는 개략도이다.

도 3은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 추력생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들(diagram)이다.

도 4는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 증가된 힘의 생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다.

도 5는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 조절모듈의 배치와 관련된 구성을 보여주는 개략도이다.

도 6-도 8은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

도 9는 본 발명에 따른 상지보조로봇의 제 2 실시예를 나타내는 측면도이다.

도 10은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리를 나타내는 측면도이다.

도 11은 도 10의 어셈블리를 나타내는 정면도이다.

도 12는 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 추력생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다.

도 13은 도 10의 어셈블리의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

도 14는 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리의 변형예를 나타내는 측면도이다.

도 15는 도 14의 어셈블리를 나타내는 정면도이다.

도 16은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 증가된 힘의 생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다.

도 17은 도 14의 어셈블리의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.

도 18은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리의 추가 변형예를 나타내는 측면도이다.

도 19는 도 18의 어셈블리를 나타내는 정면도이다.

도 20은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 변형예를 나타내는 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 상지보조로봇의 예들이 다음에서 상세히 설명된다.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0033] 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.

[0034] 다음에서 본 발명은 상지, 즉 신체의 팔을 보조하는 로봇을 일 예로서 설명하지만, 설명된 로봇의 예들은 이들의 원리(principle) 및 구성(configuration)에 대한 실질적인 변형없이 상지, 즉 신체의 다리 및 다른 부위의 움직임을 보조하는 로봇들에도 그대로 적용될 수 있다.

[0035] 도 1은 본 발명에 따른 상지보조로봇의 제 1 실시예를 나타내는 측면도이며, 도 2는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 액추에이터 및 조절모듈의 세부적인 구성을 나타내는 개략도이다. 또한, 도 3은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 추력생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이며, 도 4는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 증가된 힘의 생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다. 끝으로, 도 5는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 조절모듈의 배치와 관련된 구성을 보여주는 개략도이며, 도 6-도 8은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다. 이들 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 상지보조로봇의

제 1 실시예의 구성이 다음에서 설명된다.

- [0036] 도 1을 참조하면, 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 사용자의 팔에서 상완(upper arm)을 전체적으로 지지하도록 구성되며, 상대적으로 회전가능하게 연결된 링크 어셈블리(1,2)를 포함할 수 있다. 또한, 상지보조로봇은 사용자 팔, 정확하게는 상완의 운동을 보조하도록 링크 어셈블리(1,2)에 힘을 가하는 액추에이터들(10,20)을 포함할 수 있다. 또한, 나중에 상세하게 설명되는 바와 같이, 팔 운동의 보조를 위해 액추에이터(10,20)와 연동되는 부속장치, 즉 조절모듈(1000)이 상지보조로봇에 설치될 수 있다. 조절모듈(1000)은 액추에이터(10,20)에서 가해지는 힘을 제어하여 사용자의 의도에 부합하게 링크 어셈블리(1,2)를 이동시키며 이에 따라 사용자 팔의 운동을 적절하게 보조할 수 있다. 사용자의 상지, 즉 팔에서 상완은 어깨(shoulder) 및 전완(또는 하완)(forearm or lower arm) 둘 다에 대해 상대적으로 운동하면서 팔의 운동에서 주된 역할을 하게 된다. 따라서, 상지보조로봇은 이러한 장치들(1,2,10,20,1000)을 이용하여 상완의 운동을 보조함으로써, 상지, 즉 전체 팔의 운동의 보조를 실질적으로 달성할 수 있다.
- [0037] 또한, 상술된 장치들 (1,2,10,20,1000)에 추가적으로, 상지보조로봇은 상완을 지지하는 링크 어셈블리(1,2)에 연결되어 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크(3) 및 전완의 운동을 보조하도록 상기 제 3 링크(3)에 힘을 가하도록 구성되는 제 3 액추에이터(30)를 더 포함할 수 있다. 따라서, 상지보조로봇은 이들 장치들(3,30)을 추가적으로 이용하여 전완의 운동을 보조함으로써, 실제적인 전체 팔의 지지 및 운동보조를 수행할 수 있다. 더 나아가, 상지보조로봇은 지지부재로서 마운트(4) 및 서포터들(5,6)을 더 포함할 수 있으며, 이들 지지부재들(4-6)에 의해 상지보조로봇 및 상지의 보다 안정적인 지지가 가능하게 된다.
- [0038] 한편, 도 1-도 8는 일 예로서, 사용자의 우측 팔에 제공된 상지보조로봇의 제 1 실시예의 우측유닛을 보여주며, 설명의 편의를 위해 이러한 우측 유닛의 구성들이 다음에서 설명된다. 그러나, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 하지보조로봇은 사용자 팔의 균형된 운동보조를 위해 도시된 우측 유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 포함할 수 있다. 일 예로, 이러한 좌측유닛 및 도시된 우측유닛은 사용자의 좌측 및 우측팔들에 각각 제공될 수 있다. 따라서, 다음에서 특별하게 추가적으로 언급되지 않아도, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 설명되는 우측유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 추가적으로 포함할 수 있으며, 다음의 도 1-도 8를 참조하여 제공되는 우측유닛과 관련된 설명들도 동일하게 이러한 좌측유닛에 적용된다. 이러한 전체하에서, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇의 개별적인 구성요소들이 다음에서 보다 상세하게 설명된다.
- [0039] 먼저, 하지보조로봇은 링크 어셈블리로서, 사용자의 상지(즉, 팔)의 상완을 지지하도록 구성되는 제 1 링크(link)(1)를 포함할 수 있다. 제 1 링크(1)는 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 상완을 따라 연장되는 몸체로 이루어지며, 상기 상완의 외측부에 제공될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 링크(1)는 사용자의 어깨로부터 사용자의 팔꿈치를 향해 소정길이로 연장될 수 있으며, 이에 따라 상기 어깨에 인접하는 제 1 끝단부(1a) 및 상기 제 1 끝단부(1a)에 대향되는 제 2 끝단부(1b)를 가질 수 있다.
- [0040] 이러한 제 1 링크(1)는 상완의 운동보조를 위한 그 자신의 회전운동을 허용하기 위해, 상기 제 1 링크(1)를 지지하도록 구성되는 소정의 부속장치에 회전가능하게(pivotably) 연결될 수 있다. 즉, 제 1 링크(1)는 소정의 부속장치에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트(J1)(joint)를 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 링크(1)는 후술되는 바와 같이, 소정 평면에 설치되어 상지보조로봇의 부품들을 지지하도록 구성되는 마운트(4)에 회전가능하게 연결되며 이러한 회전을 허용하도록 구성되는 제 1 조인트(J1)를 가질 수 있다. 또한, 제 1 링크(1)는 마운트(4) 이외에도 상기 제 1 링크(1)를 지지하는 어떠한 부속장치, 즉 지지부재에 대해서도 회전가능한 연결을 가능하게 하는 제 1 조인트(J1)를 가질 수 있다. 예를 들어, 상지보조로봇이 마운트(4)와 같은 지지구조없이 사용자의 팔에만 직접 장착되는 경우, 사용자의 팔에 설치되는 소정의 장착유닛에 회전가능하게 연결되는 제 1 조인트(J1)를 가질 수 있다. 이와 같은 제 1 조인트(J1)에 의해 제 1 링크(1)는 회전운동을 수행하면서 상완의 운동을 보조할 수 있다.
- [0041] 보다 상세하게는, 일 예로서, 제 1 조인트(J1)는 제 1 링크(1)의 일부, 소정의 부속장치의 일부 및 이들 제 1 링크(1) 및 부속장치의 일부들을 회전가능하게 결합시키는 피벗 축 또는 핀(또는 힌지 축 또는 핀, 이하 "힌지 축")으로 이루어질 수 있다. 한편, 이러한 제 1 링크(1) 및 부속장치를 결합시키는 힌지 핀 또는 축 자체가 제 1 조인트(J1)가 될 수 있다. 다른 한편, 제 1 링크(1) 및 부속장치를 연결시키는 이들 제 1 링크(1) 및 부속장치의 일부들만이 제 1 조인트(J1)로 정의될 수도 있다. 이와 같은 제 1 조인트(J1)는 제 1 링크(1)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 1 조인트(J1)는 제 1 링크(1)의 제 1 및 제 2 끝단부(1a,1b)사이에, 보다 정확하게는 상기 제 1 끝단부(1a)에 인접하게 배치될 수 있다.
- [0042] 또한, 상지보조로봇은 링크 어셈블리로서, 제 1 링크(1)와 마찬가지로 사용자의 상지의 상완을 지지하도록 구성

되는 제 2 링크(link)(2)를 포함할 수 있다. 제 2 링크(2)는 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 상완을 따라 연장되는 몸체를 가지며, 상기 제 1 링크(1)와 함께 상완의 외측부에 제공될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 링크(2)는 사용자의 팔꿈치로부터 어깨를 향해 소정길이로 연장될 수 있으며, 제 1 링크(1)와 연결되도록 상기 제 1 링크(1)와 만날 수 있다. 즉, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)로부터 사용자의 팔꿈치까지 연장되는 것으로도 설명될 수 있으며, 이에 따라 기본적으로 제 1 링크(1)와 함께 상완을 지지하도록 구성될 수 있다. 이러한 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)의 제 2 끝단부(1b)에 인접하는 제 3 끝단부(2a) 및 상기 제 3 끝단부(2a)에 대향되며 팔꿈치에 인접하는 제 4 끝단부(2b)를 포함할 수 있다.

[0043] 또한, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)와 함께 상완의 운동을 보조하기 위해, 상기 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 즉, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되는 제 2 조인트(J2)를 가질 수 있다. 이와 같은 제 2 조인트(J2)에 의해 제 1 및 제 2 링크들(1,2)는 서로에 대해 상대적으로 회전할 수 있으며, 이러한 회전운동에 의해 상완의 운동을 안정적으로 보조할 수 있다. 제 2 조인트(J2)가 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 상대적인 회전운동을 가능하게 하도록 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 의해 공유되므로, 제 1 링크(1)가 상술된 제 1 조인트(J1) 뿐만 아니라 제 2 조인트(J2)도 포함한다고 설명될 수 있다.

[0044] 보다 상세하게는, 제 2 조인트(J2)는 제 1 링크(1)의 일부, 제 2 링크(2)의 일부 및 이들 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 일부들을 회전가능하게 결합시키는 피봇 축 또는 핀(또는 힌지 축 또는 핀, 이하 "힌지 축")으로 이루어질 수 있다. 한편, 이러한 제 1 링크(1) 및 제 2 링크(2)를 회전가능하게 결합시키는 힌지 핀 또는 축 자체가 제 2 조인트(J2)가 될 수 있다. 다른 한편, 제 1 링크(1) 및 제 2 링크(2)를 연결시키는 이들 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 일부들만이 제 2 조인트(J2)로 정의될 수도 있다. 이와 같은 제 2 조인트(J2)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 2 조인트(J2)는 서로 오버랩된 제 1 링크(1)의 제 2 끝단부(1b) 및 제 2 링크(2)의 제 3 끝단부(2a)에 배치될 수 있다. 즉, 제 2 조인트(J2)는 제 2 및 제 3 끝단부들(1b,2a) 및 이들을 결합시키는 힌지축으로 이루어지거나 이러한 끝단부(1b,2a)를 회전가능하게 연결하는 힌지축만으로 이루어질 수 있다.

[0045] 이와 같은 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)는 상완을 지지하는 링크 어셈블리(1,2)의 상대적인 회전운동을 가능하게 하며, 이에 따라 상기 링크 어셈블리(1,2)가 운동하면서 상완을 운동시킬 수 있다.

[0046] 사용자의 팔에서 상완은 어깨를 통해 운동가능하게 몸체에 연결되며, 전완은 팔꿈치에 의해 상완에 운동가능하게 연결된다. 즉, 상완의 운동을 안정적으로 보조하기 위해서는, 상지보조로봇은 상완의 자유단, 즉 팔꿈치를 안정적으로 지지하면서 이에 힘을 가하도록 구성될 필요가 있다. 예를 들어, 상지보조로봇에서 제 2 링크(2)의 일부, 즉 팔꿈치에 인접한 제 4 끝단부(2b)이 그와 같은 목적으로 사용자의 팔꿈치를 직접적으로 지지하도록 구성될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 팔꿈치를 지지하도록 구성된 별도의 지지부재를 포함할 수 있으며, 그와 같은 지지부재로서 제 1 서포터(supporter)(5)를 포함할 수 있다.

[0047] 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 1 서포터(5)는 대체적으로 수직하게 배향된 몸체를 가질 수 있다. 또한, 제 1 서포터(5)의 몸체의 일부, 예를 들어 이의 끝단은 팔꿈치를 지지하도록 상기 팔꿈치와 직접적으로 접촉할 수 있다. 따라서, 제 1 서포터(5)는 안정적으로 팔꿈치를 지지할 수 있다. 또한, 제 1 서포터(5)는 제 2 링크(2)에 연결되거나 결합될 수 있으며, 이에 따라 상완의 운동을 보조하도록 링크 어셈블리(1,2)의 힘 또는 운동을 팔꿈치에 전달할 수 있다. 더 나아가, 링크 어셈블리(1,2)의 힘 또는 운동의 보다 원활한(smooth) 전달을 위해, 제 1 서포터(5)는 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 일 예로서, 도 1에 도시된 바와 같이, 제 1 서포터(5)는 제 2 링크(2)의 제 4 끝단부(2b)에 회전가능하게 연결될 수 있다.

[0048] 보다 상세하게는, 제 1 서포터(5)는 대체적으로 수직하게 배향되며 연장되는 제 1 컬럼(column)(5a)을 가질 수 있다. 제 1 서포터(5)에서, 제 1 컬럼(5a)이 도시된 바와 같이, 제 2 링크(2)의 제 4 끝단부(2b)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 제 1 서포터(5)는 제 1 컬럼(5a)의 상단에 배치되는 홀더 또는 트레이(holder or tray)(5b)를 포함할 수 있다. 홀더(5b)는 도시된 바와 같이, 팔꿈치와 직접적으로 접촉하며, 안정적 지지를 위해 상기 팔꿈치를 감싸면서 붙잡도록 구성될 수 있다. 이와 같은 제 1 서포터(5)는 팔꿈치와 직접적으로 접촉 및 지지함으로써 상기 팔꿈치를 보다 안정적으로 지지하며 이에 힘을 가할 수 있다.

[0049] 또한, 상지보조로봇은 상완을 지지하도록 구성되는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 어셈블리에 추가적으로, 이러한 어셈블리(1,2)에 연결되어 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크(3)를 포함할 수 있다.

[0050] 제 3 링크(3)는 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 전완을 따라 연장되는 몸체를 가지며, 상기 전완의 외측부에 제공될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 링크(3)는 전완을 안정적으로 지지하기 위해, 팔꿈치로부터 손목까

지 연장될 수 있으며, 링크 어셈블리(1,2), 정확하게는 제 2 링크(2)와 연결되도록 상기 제 2 링크(2)와 만날 수 있다. 즉, 제 3 링크(3)는 제 2 링크(2)로부터 손목까지 연장된다고 정의될 수도 있다. 이러한 제 3 링크(3)는 따라서, 제 2 링크(2)의 제 4 끝단부(2b)에 인접하는 제 5 끝단부(3a) 및 상기 제 5 끝단부(3a)에 대향되며 손목에 인접하는 제 6 끝단부(3b)를 포함할 수 있다.

[0051] 또한, 제 3 링크(3)는 링크 어셈블리(1,2)와 연계하여 전완의 운동을 보조하기 위해, 상기 링크 어셈블리(1,2) 정확하게는 상기 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 즉, 제 3 링크(3)는 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결되는 제 3 조인트(J3)를 가질 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 서포터(5)없이 제 2 링크(2)가 직접적으로 팔꿈치를 지지하도록 구성되는 경우, 제 3 링크(3)는 제 2 링크(2)에 직접적으로 회전가능하게 연결되며, 이에 따라 상기 제 2 링크(2)에 직접적으로 제공되거나 연결되는 제 3 조인트(J3)를 가질 수 있다. 한편, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 1 서포터(5)가 상지보조로봇에 제공되는 경우, 제 3 링크(3)는 제 1 서포터(5)를 통해, 제 2 링크(2)에 대해 간접적으로 회전가능한 연결을 가지며, 그와 같은 연결을 가능하게 하는 제 3 조인트(J3)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 도시된 바와 같이, 제 3 링크(3)는 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결된 제 1 서포터(5), 즉 제 1 컬럼(5a)에 회전가능하게 연결되며 이에 따라 이러한 개재된 제 1 서포터(5)를 이용하여 상기 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 즉, 제 3 링크(3)는 제 1 서포터(5)에 직접적으로 회전가능하게 연결되는 제 3 조인트(J3)를 가지며, 이러한 제 3 조인트(J3)는 마찬가지로 제 1 서포터(5)에 회전가능하게 연결되는 제 2 링크(2)에도 회전가능하게 연결된다고 정의될 수 있다. 이와 같은 제 3 조인트(J3)에 의해, 제 3 링크(3)는 상완을 지지하는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 어셈블리에 대해 상대적으로 회전할 수 있으며, 이러한 회전운동에 의해 전완의 운동을 안정적으로 보조할 수 있다.

[0052] 보다 상세하게는, 제 3 조인트(J3)는 제 1 서포터(5)의 일부, 제 3 링크(3)의 일부 및 이들 제 1 서포터 및 제 3 링크(5,3)의 일부들을 회전가능하게 결합시키는 피봇 축 또는 핀(또는 힌지 축 또는 핀, 이하 "힌지 축")으로 이루어질 수 있다. 한편, 이러한 제 1 서포터(5) 및 제 3 링크(3)를 회전가능하게 결합시키는 힌지 핀 또는 축 자체가 제 3 조인트(J3)가 될 수 있다. 다른 한편, 제 1 서포터(5) 및 제 3 링크(3)를 연결시키는 이들 제 1 서포터(5) 및 제 3 링크(5,3)의 일부들만이 제 3 조인트(J3)로 정의될 수도 있다. 이와 같은 제 3 조인트(J3)는 제 1 서포터(5) 및 제 3 링크(3)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 3 조인트(J3)는 서로 오버랩된 제 1 서포터(5)의 일부(예를 들어, 하부) 및 제 3 링크(3)의 제 5 끝단부(3a)에 배치될 수 있다. 즉, 제 3 조인트(J3)는 제 1 서포터(5)의 일부, 제 3 링크(3)의 제 5 끝단부(3a) 및 이들을 결합시키는 힌지축으로 이루어지거나 이러한 일부 및 끝단부(3a)를 회전가능하게 연결하는 힌지축만으로 이루어질 수 있다. 한편, 제 1 서포터(5)없이 제 2 링크(2)가 직접적으로 팔꿈치를 지지하도록 구성되는 경우, 제 3 조인트(J3)는 제 1 서포터(4)의 일부 대신에 제 2 링크(2)의 제 4 끝단부(2b)와 제 3 링크(2)의 제 5 끝단부(3a)를 회전가능하게 연결시키는 힌지축으로 이루어질 수 있다.

[0053] 이와 같은 제 3 조인트(J3)는 전완을 지지하는 제 3 링크(3)의 회전운동을 허용하며, 이에 따라 상기 제 3 링크(3)가 운동하면서 전완을 운동시킬 수 있다.

[0054] 앞서 설명된 상완의 경우와 유사하게, 전완의 운동을 안정적으로 보조하기 위해서는, 상지보조로봇은 전완의 자유단, 즉 손목을 안정적으로 지지하면서 이에 힘을 가하도록 구성될 필요가 있다. 예를 들어, 상지보조로봇에서 제 3 링크(3)의 일부, 즉 손목에 인접한 제 6 끝단(3b)이 그와 같은 목적으로 사용자의 팔꿈치를 직접적으로 지지하도록 구성될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 손목을 지지하도록 구성된 별도의 지지부재를 포함할 수 있으며, 그와 같은 지지부재로서 제 2 서포터(6)를 포함할 수 있다.

[0055] 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 2 서포터(6)는 대체적으로 수직하게 배향된 몸체를 가질 수 있다. 또한, 제 2 서포터(6)의 몸체의 일부, 예를 들어 이의 상부 끝단은 손목을 지지하도록 상기 손목과 직접적으로 접촉할 수 있다. 따라서, 제 2 서포터(6)는 안정적으로 손목을 지지할 수 있다. 또한, 제 2 서포터(6)는 제 3 링크(3)에 연결되거나 결합될 수 있으며, 이에 따라 전완의 운동을 보조하도록 제 3 링크(3)의 힘 또는 운동을 손목에 전달할 수 있다. 더 나아가, 제 3 링크(3)의 힘 또는 운동의 보다 원활한 전달을 위해, 제 2 서포터(6)는 제 3 링크(3)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 일 예로서, 도 1에 도시된 바와 같이, 제 2 서포터(6)는 제 3 링크(3)의 제 6 끝단부(3b)에 회전가능하게 연결될 수 있다.

[0056] 보다 상세하게는, 제 2 서포터(6)는 대체적으로 수직하게 배향되며 연장되는 제 2 컬럼(column)(6a)을 가질 수 있다. 제 2 서포터(6)에서, 제 2 컬럼(6a)이 도시된 바와 같이, 제 3 링크(3)의 제 6 끝단부(3b)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 제 2 서포터(6)는 제 2 컬럼(6a)의 상단에 배치되는 홀더 또는 트레이(6b)를 포함할 수 있다. 홀더(6b)는 도시된 바와 같이, 손목과 직접적으로 접촉하며, 안정적 지지를 위해 상기 손목을 감싸면

서 불잡도록 구성될 수 있다. 이와 같은 제 2 서포터(6)는 손목과 직접적으로 접촉 및 지지함으로써 상기 손목을 보다 안정적으로 지지하며 이에 힘을 가할 수 있다.

[0057] 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 서로 상대적으로 회전가능하게 연결되는 부재들, 즉 링크들(1,2,3) 및 서포터들(5,6)의 어셈블리로 이루어진다. 따라서, 상지의 운동을 안정적으로 보조하기 위해서는, 상지보조로봇은 이와 같은 다수개의 부재들의 원활한 상호 운동을 보조하도록 구성된 보조기구(auxiliary mechanism)를 더 포함할 수 있다.

[0058] 이와 같은 보조기구로서, 보조로봇은 먼저 제 1 및 제 2 링크들(1,2)에 제공되는 제 1 평행사변형 기구(parallelogram mechanism)(M1)를 포함할 수 있다. 제 1 평행사변형 기구(M1)는 도 1에 실선으로 표시된 바와 같이, 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되는 제 1 바 부재(bar member)(b1) 및 상기 제 1 바 부재(b1) 및 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결되는 제 2 바 부재(b2)를 포함할 수 있다. 제 1 바 부재(b1)는 도시된 바와 같이, 제 1 링크(1)의 제 1 조인트(J1)를 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다. 즉, 제 1 바 부재(b1)는 그 자신의 상대적 회전운동을 위해 제 1 링크(1)와 제 1 조인트(J1)를 공유하도록 구성될 수 있으며, 이에 따라 회전운동을 가능하게 하면서도 구조적 단순화 및 안정성을 달성할 수 있다. 이러한 제 1 조인트(J1)는 제 1 바 부재(b1)의 어느 부위에도 배치될 수 있으며, 일 예로서 도 1에 도시된 바와 같이 제 1 바 부재(b1)의 양 끝단 사이에 배치될 수 있다. 또한, 일 예로서, 제 2 바 부재(b2)의 일측 끝단부는 제 1 바 부재(b1)의 어느 하나의 끝단부에 회전가능하게 연결되며, 제 2 바 부재(b2)의 타측 끝단부는 제 2 링크(2)의 중간부, 즉 이의 제 3 및 제 4 끝단부들(2a,2b)사이에서 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 바 부재(b1,b2)와 연동하도록, 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 일부들, 보다 상세하게는, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)사이의 제 1 링크(1)의 일부 및 제 2 조인트(J1) 및 제 2 바 부재(b2)와의 연결부사이의 제 2 링크(2)의 일부를 제 1 평행사변형 기구(M1)는 더 포함할 수 있다. 제 1 평행사변형 기구(M1)에서, 모든 회전가능하게 연결된 부위들에는 앞서 설명된 제 1-3 조인트들(J1-J3)과 유사하게 회전운동을 허용하는 힌지축들이 적용될 수 있다.

[0059] 이와 같은 제 1 평행사변형 기구(M1)에서, 제 1 링크(1)에 추가적으로 제 1 및 제 2 바 부재들(b1,b2)은 제 2 링크(2)에 직접적으로 힘을 가하면서 상기 제 2 링크(2)의 운동을 제어할 수 있다. 따라서, 제 1 평행사변형 기구(M1)에 의해 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)에 대해 보다 안정적으로 회전할 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 바 부재들(b1,b2)은 제 1 및 제 2 링크(1,2) 둘 다에 연결되므로, 제 1 링크(1)에 제 2 링크(2)를 구속할 수 있다. 따라서, 제 1 평행사변형 기구(M1)는 제 1 링크(1)에 대해 제 2 링크(2)의 배향(orientation)을 일정하게 유지시킬 수 있다. 즉, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)와 동일한 평면내에서 회전하도록 구속될 수 있다.

[0060] 또한, 제 1 서포터(5)는 팔꿈치를 지지하므로, 안정적 지지를 위해서는 항상 수직한 배향을 유지하는 것이 필요하다. 이러한 이유로, 상지보조로봇은 제 1 및 제 2 링크들(1,2) 및 제 1 서포터(5)에 제공되는 제 2 평행사변형 기구(M2)를 포함할 수 있다. 제 2 평행사변형 기구(M2)는 도 1에 점선으로 표시된 바와 같이, 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되는 제 3 바 부재(b3), 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결되는 제 4 바 부재(b4), 제 3 및 제 4 바 부재(b3,b4)에 각각 회전가능하게 연결되는 제 5 바 부재(b5), 그리고 제 4 바부재(b4) 및 제 1 서포터(5)에 각각 회전가능하게 연결되는 제 6 바 부재(b6)를 포함할 수 있다.

[0061] 제 3 바 부재(b3)는 도시된 바와 같이, 제 1 링크(1)의 제 1 조인트(J1)를 중심으로 회전하도록 구성될 수 있으며, 제 4 바부재(b4)는 제 2 링크(2)의 제 2 조인트(J2)를 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다. 즉, 제 3 및 제 4 바 부재(b3,b4)는 그 자신의 상대적 회전운동을 위해 제 1 링크(1) 및 제 2 링크(2)와 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 공유하도록 구성될 수 있으며, 이에 따라 회전운동을 가능하게 하면서도 구조적 단순화 및 안정성을 달성할 수 있다. 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)는 제 3 및 제 4 바 부재(b3,b4)의 어느 부위에도 배치될 수 있으며, 일 예로서 도 1에 도시된 바와 같이 제 3 및 제 4 바 부재(b3,b4)의 어느 한 끝단부들에 각각 배치될 수 있다. 또한, 일 예로서, 제 5 바 부재(b5)의 일측 끝단부는 제 3 바부재(b3)의 타측 끝단부에 회전가능하게 연결되며, 제 5 바 부재(b5)의 타측 끝단부는 제 4 바 부재(b4)의 타측 끝단부에 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 일예로서, 제 6 바 부재(b6)의 일측 끝단부는 제 5 바 부재(b5)의 타측 끝단부와 함께, 제 4 바 부재(b4)의 타측 끝단부에 회전가능하게 연결될 수 있으며, 제 6 바 부재(b6)의 타측 끝단부는 제 1 서포터(5)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 제 3-6 바 부재(b3-b6)와 연동하도록, 제 1 및 제 2 링크(1,2)와 제 1 서포터(5)의 일부들이 제 2 평행사변형 기구(M2)에 포함될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 3 및 제 4 바 부재(b3,b4)와의 연결부인 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)사이의 제 1 링크(1)의 일부, 제 4 바 부재(b4)와의 연결부인 제 2 조인트(J2)와 제 1 서포터(5)와의 연결부인 제 4 끝단(2b)사이의 제 2 링크(2)의 일부, 그리고 제 6 바 부재(b6)와의 연결부와 제 2 링크(2)와의 연결부사이의 제 1 서포터(5)의 일부를 포함할 수 있다. 제 1 평행사변형 기구(M2)에서, 모든 회전가능하게 연결된 부위들에는 앞서 설명된 제 1-3 조인트들(J1-

J3)과 유사하게 회전운동을 허용하는 힌지축들이 적용될 수 있다.

[0062] 이와 같은 제 2 평행사변형 기구(M2)에서, 제 3-6 바 부재(b3-b6)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되면서 동시에 제 1 서포터(5)와도 연결된다. 따라서, 제 1 서포터(5)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 구속된다. 따라서, 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 1 서포터(5)의 배향을 일정하게 유지할 수 있다. 즉, 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 1 서포터(5)의 수직한 방향으로 정렬시키며, 이에 따라 팔꿈치가 이러한 제 1 서포터(5)에 의해 항상 안정적으로 지지될 수 있다.

[0063] 더 나아가, 제 2 서포터(6)는 손목을 지지하므로, 안정적 지지를 위해서는 제 1 서포터(5)와 마찬가지로 항상 수직한 배향을 유지하는 것이 필요하다. 이러한 이유로, 상지보조로봇은 제 3 링크(3) 및 제 2 서포터(6)에 제공되는 제 3 평행사변형 기구(M3)를 포함할 수 있다. 제 3 평행사변형 기구(M3)는 도 1에 점선으로 표시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 서포터(5,6)에 각각 연결되는 제 7 바 부재(b7)를 포함할 수 있다. 일 예로서, 제 7 바 부재(b7)의 일측 끝단은 제 1 서포터(5)에 회전가능하게 연결되며, 제 7 바 부재(b7)의 타측 끝단은 제 2 서포터(6)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 또한, 제 7 바 부재(b7)와 연동하도록, 제 1 및 제 2 서포터(5,6)의 일부들이 제 3 평행사변형 기구(M3)에 포함될 수 있다. 즉, 제 3 평행사변형 기구(M3)는 제 3 링크(3) 자체, 제 3 링크(3)와의 연결부와 제 7 바 부재(b7)와의 연결부사이의 제 1 서포터(5)의 일부, 그리고 제 3 링크(3)와의 연결부와 제 7 바 부재(b7)와의 연결부사이의 제 2 서포터(5)의 일부를 더 포함할 수 있다. 제 1 평행사변형 기구(M3)에서, 모든 회전가능하게 연결된 부위들에는 앞서 설명된 제 1-3 조인트들(J1-J3)과 유사하게 회전운동을 허용하는 힌지축들이 적용될 수 있다.

[0064] 이와 같은 제 3 평행사변형 기구(M3)에서, 제 3 링크(3) 및 제 7 바 부재(b7)은 제 1 및 제 2 서포터들(5,6)사이를 가로지르면서 상기 서포터들(5,6)에 결합된다. 따라서, 제 1 및 제 2 서포터(5,6)는 서로 구속된다. 따라서, 제 3 평행사변형 기구(M3)는 이와 같은 구속을 통해 일정한 배향을 유지하는 제 1 서포터(5)로 인해 제 2 서포터(6)의 배향을 일정하게 유지할 수 있다. 즉, 제 3 평행사변형 기구(M3)는 제 2 서포터(6)를 수직한 방향으로 정렬시키며, 이에 따라 손목이 이러한 제 2 서포터(6)에 의해 항상 안정적으로 지지될 수 있다.

[0065] 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서, 링크들(1,2,3), 서포터들(5,6) 및 보조기구(M1-M3)는 상지보조로봇의 새시, 프레임 또는 골조(chassis, frame, or skeleton)를 형성하며, 상지의 운동을 보조하기 위해 상지를 지지하며, 상지에 힘 또는 운동을 가하는 기능을 수행한다. 이와 같은 상지보조로봇의 프레임(1,2,3,5,6,M1-M3)은 후술되는 동력 발생 및 제어장치, 즉 액추에이터(10,20,30) 및 조절모듈(1000)과 함께 사용자의 상지, 즉 팔에 직접 장착될 수 있으며, 이러한 장착을 위해 소정의 장착모듈이 상지보조로봇에 추가될 수 있다. 한편, 사용자의 상지는 지면과 직접 인터랙트하는 하지와는 달리 소정 평면으로부터 이격된 상태로 운동하는 것이 일반적이다. 예를 들어, 사용자가 서있는 경우, 사용자의 상지는 지면에 대해 이격된 상태로 운동하며, 사용자가 앉은 경우, 대부분의 경우 주변의 테이블 표면으로부터 이격된 상태로 운동할 수 있다. 따라서, 상지보조로봇의 프레임 및 부속장치들은 이러한 지면이나 테이블 표면과 같은 소정의 평면 또는 표면에 설치되고 이러한 표면에 대해 지지되면서 운동하도록 구성될 수 있으며, 이러한 경우에도 원활하게 의도된 사용자 상지운동의 보조를 안정적으로 수행할 수 있다. 이러한 이유로, 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 이의 프레임 및 장치들을 소정의 평면에 대해 지지하도록 구성되는 마운트(4)(mount)를 포함할 수 있다. 마운트(4)는 일차적으로 상지보조로봇의 프레임 및 부속장치들을 평면에 대해 지지하며, 이들 프레임들은 앞서 설명된 바와 같이, 사용자의 상지를 지지하도록 구성된다. 따라서, 마운트(4)는 소정 평면에 대해 사용자의 상지를 운동가능하게 지지하도록 구성될 수 있다. 이러한 마운트(4)는 기본적으로 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 평면에 대해 지지하며, 이에 따라 상완 및 이의 운동을 지지하도록 구성될 수 있다. 또한, 마운트(4)는 제 1 및 제 2 링크(1,2) 및 이에 직접 및 간접적으로 연결되는 다른 부재(3,5,6, M1-M3) 및 장치들(10,20,1000)을 평면에 대해 지지하도록 구성되며, 이에 따라 상지 전체 및 이의 운동을 지지하도록 구성될 수 있다.

[0066] 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 마운트(4)는 대체적으로 수직하게 배향되면 소정 길이를 갖는 몸체를 가질 수 있다. 마운트(4)의 상부 끝단부는 제 1 링크(1)의 회전운동을 허용하도록 상기 제 1 링크(1)와 회전가능하게 연결될 수 있다. 같은 이유로, 마운트(4)의 상부 끝단부는 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되는 제 1 바 부재(b1) 및 제 3 바 부재(b3)의 회전운동을 허용하도록 상기 제 1 및 제 3 바 부재(b1,b3)와도 회전가능하게 연결될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 구조적 단순화 및 안정성을 위해 제 1 링크(1) 및 제 1 및 제 3 바 부재(b1,b3)는 제 1 조인트(J1)를 공유하면서 서로 상대적으로 회전가능하므로, 같은 목적으로 마운트(4)의 상부 끝단부도 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 결합될 수 있다. 또한, 마운트(4)의 하부 끝단부는 표면 또는 평면과 접촉하며 이에 따라 상부 끝단부에 결합되는 제 1 및 제 2 링크(1,2) 및 이에 연결되는 다른 부재들(3,5,6, M1-M3) 및 장치들(10,20,30,1000)을 표면에 대해 안정적으로 지지할 수 있다. 또한, 마운트(4)는 중력방향으로 지

면에 대해 수직하게 연장되는 축(S)을 중심으로 회전하도록 구성될 수 있다. 이러한 수직축(S)은 마운트의 중심 및 제 1 조인트(J1)를 통과할 수 있으며, 이와 같은 수직축(S)을 중심으로 마운트(4)는 안정적으로 회전할 수 있다. 따라서, 이러한 수직축(S)을 중심으로 회전하면서, 마운트(4)는 이에 결합된 프레임(1,2,3,5,6,M1-M3) 및 장치들(10,20,30,1000)와 이에 결합된 상지 자체도 표면 또는 평면상(on or above)에서 회전시킬 수 있다.

[0067] 보다 상세하게는, 마운트(4)는 수직하게 배향되며 평면으로부터 소정길이를 연장되는 로드(rod)(4a)를 가질 수 있다. 이러한 로드(4a)는 평면에 접촉하면서 결합된 프레임(1,2,3,5,6,M1-M3) 및 장치들(10,20,30,1000)와 이에 결합된 상지 자체를 상기 평면에 대해 안정적으로 지지할 수 있다. 또한, 로드(4a)는 제 1 조인트(J1)를 통과하면서 중력방향으로 연장되는 수직축(S)을 중심으로 회전할 수 있다. 이러한 회전을 위해, 예를 들어, 로드(4a)의 하단부에는 베어링 및 모션 가이드와 같은 운동을 안내하고 지지하는 장치가 설치될 수 있다. 또한, 로드(4a) 즉, 마운트(4)는 수동으로 회전될 수 있으며, 또는 회전을 위해 외력을 부가하는 구동장치가 마운트(4), 즉 로드(4a)에 제공될 수 있다. 예를 들어, 구동장치는 모터와 같은 동력원과 기어트레인 또는 폴리/벨트와 같은 발생된 힘을 로드(4a)에 전달하는 전달기구를 포함할 수 있다. 또한, 마운트(4)는 로드(4a)의 상부에 배치되는 브라켓(4b)을 포함할 수 있다. 이러한 브라켓(4b)은 기본적으로 제 1 링크(1) 및 제 1/3 바 부재(b1,b3)의 회전운동을 허용하도록 이들(1,b1,b3)과 회전가능하게 결합될 수 있다. 보다 상세하게는, 도 5(a)에 도시된 바와 같이, 브라켓(4b)은 제 1 링크(1) 및 제 1/3 바 부재(b1,b3)를 서로 회전가능하게 연결하는 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 결합할 수 있다. 보다 안정적인 결합을 위해, 도시된 바와 같이, 한 쌍의 브라켓(4b)이 로드(4a)의 상부에 제공되며, 제 1 조인트(J1)와 결합되면서 제 1 링크(1) 및 제 1 바 부재(b1)을 회전가능하게 붙잡거나 지지할 수 있다.

[0068] 상술된 링크 어셈블리(1,2)의 운동을 위한 힘을 가하도록, 동력계통 또는 구동계통(power system or driving system)으로써 상지보조로봇은 액추에이터(10,20)를 포함할 수 있다. 이러한 동력계통에서, 액추에이터(10,20)는 요구되는 힘을 발생키도록 구성된 동력발생장치에 해당된다. 또한, 동일한 동력계통으로써, 상지보조로봇은 조절모듈(1000)을 포함할 수 있으며, 조절모듈(1000)은 액추에이터(10,20)에 의해 발생된 힘을 적절하게 조절하도록 구성되는 동력제어장치에 해당된다.

[0069] 앞서 설명된 바와 같이, 사용자의 상지에서 상완은 어깨 및 팔꿈치 둘 다에 대해 상대적으로 운동하면서 상지 상지의 운동에서 주된 역할을 하게 된다. 따라서, 일차적으로 액추에이터(10,20)는 이와 같은 상지의 운동을 보조하는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 어셈블리에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 또한, 이들 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동은 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대한 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 상대적 회전에 의해 달성된다. 이러한 이유로, 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동을 위해, 상지보조로봇은 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 각각 힘을 가하도록 구성되는 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)를 포함할 수 있다. 도 6-도 8에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘은 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 통해 상지의 팔꿈치에 합력으로서 작용하게 된다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 상지보조로봇이 팔꿈치용 지지부재, 예를 들어 제 1 서포터(5)를 포함하는 경우, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘은 제 1 및 제 2 링크(1,2) 및 제 1 서포터(5)를 통해 팔꿈치에 합력으로서 작용할 수 있다. 이러한 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)로부터 팔꿈치로의 힘의 전달은 반대되는 설명이 없는 한, 제 1 실시예 및 후술되는 제 2 실시예에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0070] 상지보조로봇에 적용되는 통상적인 액추에이터는 전기를 이용하여 요구되는 힘을 발생시키는 전동 메커니즘을 갖는다. 이러한 통상적인 액추에이터와 달리, 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)는 전기력의 도움없이 기계 요소들에서 발생하는 기계적 힘만을 이용하여 상지보조로봇에 요구되는 힘을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 후술되는 바와 같이, 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)는 기계요소의 탄성력, 보다 상세하게는 탄성 부재의 변형 및 복원에 의한 장력 또는 탄성적 힘을 발생시켜 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 제공할 수 있다. 또한, 통상적인 전동 액추에이터는 조인트의 축에 직접 결합되어 토크를 상기 조인트의 축에 직접적으로 부가하도록 구성된다. 반면, 제 1 및 제 2 액추에이터(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.

[0071] 이와 같은 통상적 전동 액추에이터와의 구조적 차이로 인해, 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제 1 조인트(J1)에 제공하도록 제 1 액추에이터(10)는 제 1 링크(1)에 연결되는 제 1 연결부(coupler)(P1)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 액추에이터(10)에 포함되는 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해, 제 1 액추에이터(10)는 제 1 연결부(P1)으로부터 이격되는 다른 부재 또는 장치, 즉 조절모듈(1000)에 연결되는 제 3 연결부(P3)를 포함할 수 있다. 상대적으로, 조절모듈(1000)이 제 1 액추에이터(10)에 연결되는 제 3 연결부(P3)를 갖는다고 설명될 수 있다. 후술되는 바와 같이, 조절모듈(1000)은 제 3 연결부(P3)에 대한 적절한 조

작을 통해 제 1 조인트(J1)에 가해지는 힘을 제어하도록 구성된다.

[0072] 보다 상세하게는, 제 1 연결부(P1)는 제 1 링크(1)에 물리적으로 결합되므로, 일차적으로 제 1 액츄에이터(10)의 힘은 제 1 연결부(P1)에 가해지고, 상기 제 1 연결부(P1)에 연결된 제 1 링크(1)의 몸체를 통해 제 1 조인트(J1)에 전달될 수 있다. 이러한 제 1 연결부(P1)은 제 1 링크(1)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 일 예로서, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 1 연결부(P1)은 제 1 링크(1)의 끝단부, 제 1 끝단부(1a)에 배치될 수 있다.

[0073] 이러한 제 1 액츄에이터(10)와 유사하게, 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제 2 조인트(J2)에 제공하도록 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 링크(2)에 연결되는 제 2 연결부(coupler)(P2)를 포함할 수 있다. 또한, 제 2 액츄에이터(20)에 포함되는 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 연결부(P2)으로부터 이격되는 다른 부재 또는 장치, 즉 조절모듈(1000)에 연결되는 제 4 연결부(P4)를 포함할 수 있다. 상대적으로, 조절모듈(1000)이 제 2 액츄에이터(20)에 연결되는 제 4 연결부(P4)를 갖는다고 설명될 수 있다. 후술되는 바와 같이, 조절모듈(1000)은 제 4 연결부(P4)에 대한 적절한 조작을 통해 제 2 조인트(J2)에 가해지는 힘을 제어하도록 구성된다.

[0074] 보다 상세하게는, 제 2 연결부(P2)는 제 1 연결부(P1)와 유사하게 제 2 링크(2)에 직접 배치되거나 결합될 수 있다. 이러한 경우, 제 2 액츄에이터(20)의 힘은 제 2 연결부(P2)에 먼저 가해지고, 제 2 연결부(P2)와 물리적으로 연결된 제 2 링크(2) 몸체를 통해 제 2 조인트(J2)에 전달될 수 있다. 한편, 도시된 상지보조로봇의 구성을 고려할 때, 제 2 링크(2)에 제 2 액츄에이터(20)가 직접 연결되는 경우, 이러한 제 2 액츄에이터(20)가 주변의 다른 부재들과 간섭할 가능성이 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 평행사변형 기구(M1)는 제 1 링크(1)에 대한 제 2 링크(2)의 상대적 운동을 위해 상기 제 2 링크(2)에 힘을 가하도록 구성된다. 따라서, 제 2 액츄에이터(20)는 제 1 평행사변형 기구(M1)의 최외곽에 배치 및 노출되는 제 1 바 부재(b1)에 연결될 수 있으며, 제 2 연결부(P2)는 이러한 제 1 바 부재(b1)에 배치될 수 있다. 제 2 연결부(P2)는 제 1 바 부재(b1)에 결합됨으로써 제 2 바 부재(b2)를 통해 제 2 링크(2)에 연결될 수 있다. 이러한 경우, 제 2 액츄에이터(20)의 힘은 제 2 연결부(P2)에 먼저 가해지고, 제 1 및 제 2 바 부재(b1, b2)와 제 2 링크(2)의 몸체를 통해 제 2 조인트(J2)에 전달될 수 있다. 이러한 제 2 연결부(P2)는 제 1 바 부재(b1)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 일 예로서, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 2 연결부(P2)는 제 1 바 부재(b1)의 끝단부에 배치될 수 있다.

[0075] 한편, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10, 20)는 제 1-4 연결부(P1-P4)에 의해 제 1 및 제 2 링크(1, 2)와 조절모듈(100)에 연결되므로, 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(P1)는 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되며, 제 3 연결부(P2)는 제 2 링크(2), 즉 제 1 바 부재(b1)에 회전가능하게 연결되도록 구성될 수 있다.

[0076] 이러한 기본적 구성에 추가적으로, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10, 20)의 상세한 구성을 연계된 조절모듈(1000)의 구성과 함께 도 1 및 도 2를 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0077] 먼저, 도 2에 잘 도시된 바와 같이, 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 링크(1)로부터 조절모듈(1000)로 연장되는 제 1 와이어(wire)(11)를 포함할 수 있다. 조절모듈(1000)은 도시된 바와 같이, 소정크기의 내부공간(1101)을 형성하는 하우징(1100)을 포함한다. 조절모듈(1000)은 형성된 내부공간(1101)내에 후술되는 제 1 스프링(12)을 제 1 액츄에이터(10)의 다른 부품들과 함께 수용하며, 제 1 스프링(12)의 작동, 즉 변형 및 복원동안 상기 제 1 스프링(12)을 외부로부터 보호할 수 있다. 제 1 와이어(11)는 제 1 링크(1)로부터 조절모듈(1000)의 내부공간(1101)까지 연장되어 상기 제 1 링크(1)와 제 1 스프링(12)을 연결시키며, 이에 따라 제 1 스프링(12)의 변형에 의해 발생하는 힘을 제 1 연결부(P1)을 통해 제 1 링크(1), 즉 제 1 조인트(J1)에 전달할 수 있다.

[0078] 보다 상세하게는, 제 1 와이어(11)는 길이방향으로 길게 연장되는 몸체와 상기 몸체의 양 끝단들에 해당하는 제 1 및 제 2 끝단(11a, 11b)를 포함할 수 있다. 이러한 제 1 와이어(11)의 제 1 끝단(11a)은 제 1 링크(1), 정확하게는 이의 제 1 끝단부(1a)에 결합될 수 있으며, 소정의 회전기구, 예를 들어 힌지구조를 이용하여 상기 제 1 끝단부(1a)에 회전가능하게 연결될 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 제 1 와이어(11)의 제 1 끝단(11a)이 앞서 설명된 바와 같은 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되는 제 1 연결부(P1)를 실제로 형성할 수 있다. 한편, 제 1 와이어(11)는 도시된 바와 같이, 조절모듈(1000)의 하우징(1100)의 내부, 즉 내부공간(1101)내로 길게 연장되며, 이에 따라 제 2 끝단(11b)은 상기 하우징(1100)내에 배치되면서 제 1 스프링(12)과 연결될 수 있다. 제 1 스프링(12)의 변형 및 복원시 발생하는 힘은 제 1 와이어(11)를 통해 제 1 링크(1)에 전달되므로, 발생한 힘이 손실없이 전달되기 위해서는 제 1 와이어(11)에는 적절한 장력이 가해질 필요가 있다. 이러한 이유로, 조절모

들(1000)의 하우징(1100)내에는 폴리들(1102)이 제공되며, 이러한 폴리들(1102)에 제 1 와이어(11)를 감음으로써 제 1 와이어(11)에 적절한 장력이 제공될 수 있다. 또한, 이러한 폴리들(1102)에 안내되면서, 제 1 와이어(11)는 조절모듈(1000), 정확하게는 이의 하우징(1100)에 대해 상대적으로 이동가능하게 구성될 수 있다. 즉, 제 1 와이어(11)의 제 1 끝단(11a)가 제 1 링크(1)에 일차적으로 구속되므로, 조절모듈(1000)(즉, 하우징(1100))의 수평 또는 수직방향으로의 이동에 따라 제 1 와이어(11), 특히 제 2 끝단(11b)은 하우징(1100)내에서 상대적으로 변위되며, 이러한 변위에 의해 소정의 힘을 발생시키도록 제 1 스프링(13)을 변형 또는 복원시킬 수 있다. 이와 같이, 제 1 스프링(13)을 변형시키기 위해, 제 1 와이어(11)는 조절모듈(1000)와 물리적으로 접촉하면서 지지될 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000) 및 제 1 와이어(11)의 서로 접촉하거나 지지되는 부위가 제 1 액츄에이터(10) 및 조절모듈(1000)의 제 3 연결부(P3)로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 제 1 와이어(11)와 접촉하는 하우징(1100)의 일부, 상세하게는 내부공간(1101)으로 제 1 와이어(11)을 안내 및 도입하는 입구부가 제 3 연결부(P3)로서 기능할 수 있다. 추가적으로 제 1 와이어(11)와 접촉하는 조절모듈(1000)의 다양한 부위, 즉 폴리(1102) 및 하우징(1100)의 다른 부위들도 이러한 제 3 연결부(P3)로서 기능하거나 정의될 수 있다.

[0079] 또한, 제 1 액츄에이터(10)는 앞서 설명된 바와 같이, 조절모듈(1000)내에 수용되는 제 1 스프링(12)을 포함할 수 있다. 제 1 스프링(12)의 일측 끝단은 조절모듈(1000)의 하우징(1100)의 일부에 결합되며, 타측 끝단은 제 1 와이어(11)의 제 2 끝단(11b)에 결합될 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000)에 대한 제 1 와이어(11)의 상대적 이동, 즉 제 2 끝단(11b)의 이동에 의해 제 1 스프링(12)은 변형되면서 의도된 힘을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 제 1 스프링(12)은 제 1 와이어(11)와 함께 의도된 힘을 정확하게 발생시킬 수 있도록 예를 들어, 무자유길이 스프링(zero-free length spring)으로 이루어질 수 있다.

[0080] 또한, 제 2 액츄에이터(20)도 앞서 설명된 제 1 액츄에이터(10)와 유사한 구성을 포함할 수 있다.

[0081] 먼저, 도 2에 잘 도시된 바와 같이, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 링크(2)로부터 조절모듈(1000)로 연장되는 제 2 와이어(wire)(21)를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 조절모듈(1000)은 형성된 내부공간(1101)내에 후술되는 제 2 스프링(22)을 제 2 액츄에이터(20)의 다른 부품들과 함께 수용하며, 제 2 스프링(22)의 작동, 즉 변형 및 복원동안 상기 제 2 스프링(22)을 외부로부터 보호할 수 있다. 또한, 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 링크(2)에 직접 연결될 수 있으나, 도시된 제 1 실시예에서, 다른 부품들과의 간섭을 피하기 위해 제 1 평행사변형 기구(M1)의 제 1 바 부재(b1)에 연결된다. 따라서, 제 2 와이어(21)은 도시된 제 1 실시예에서, 제 2 링크(2) 대신에 제 1 바부재(b1)으로부터 조절모듈(1000)의 내부공간(1101)까지 연장되어 상기 제 1 및 제 2 바 부재(b1, b2)을 통해 제 2 링크(2)와 제 2 스프링(22)을 연결시키며, 이에 따라 제 2 스프링(22)의 변형에 의해 발생하는 힘을 제 2 연결부(P2)와 제 1 및 제 2 바 부재(b1, b2)를 통해 제 2 링크(2), 즉 제 2 조인트(J2)에 전달할 수 있다.

[0082] 보다 상세하게는, 제 2 와이어(21)은 길이방향으로 길게 연장되는 몸체와 상기 몸체의 양 끝단들에 해당하는 제 3 및 제 4 끝단(21a, 21b)을 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 이러한 제 2 와이어(21)의 제 3 끝단(21a)은 제 2 링크(2)에 직접적으로 결합되는 대신에, 제 2 링크(2)에 연결되는 다른 부재, 즉 제 1 바 부재(b1)의 끝단부에 연결되며, 이에 따라 실질적으로 제 2 링크(2)에도 연결될 수 있다. 또한, 제 2 와이어(21)의 제 3 끝단(21a)은 원활한 상대적 회전을 위해 소정의 회전기구, 예를 들어 힌지구조를 이용하여 제 1 바 부재(b1)의 끝단부에 회전가능하게 연결될 수 있다. 이러한 구성으로 인해, 제 2 와이어(21)의 제 3 끝단(21a)이 앞서 설명된 바와 같은 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결되는 제 2 연결부(P2)를 실제로 형성할 수 있다. 한편, 제 2 와이어(21)은 도시된 바와 같이, 조절모듈(1000)의 하우징(1100)의 내부, 즉 내부공간(1101)내로 길게 연장되며, 이에 따라 제 4 끝단(21b)은 상기 하우징(1100)내에 배치되면서 제 2 스프링(22)과 연결될 수 있다. 제 2 스프링(22)의 변형 및 복원시 발생하는 힘은 제 2 와이어(21)를 통해 제 2 링크(2)에 전달되므로, 발생된 힘이 손실없이 전달되기 위해서는 제 2 와이어(21)에는 적절한 장력이 가해질 필요가 있다. 이러한 이유로, 조절모듈(1000)의 하우징(1100)내에는 폴리들(1102)이 제공되며, 이러한 폴리들(1102)에 제 2 와이어(21)를 감음으로써 제 2 와이어(21)에 적절한 장력이 제공될 수 있다. 또한, 이러한 폴리들(1102)에 안내되면서, 제 2 와이어(21)는 조절모듈(1000), 정확하게는 이의 하우징(1100)에 대해 상대적으로 이동가능하게 구성될 수 있다. 즉, 제 2 와이어(21)의 제 3 끝단(21a)가 제 2 링크(2) 정확하게는 제 1 바 부재(b1)에 일차적으로 구속되므로, 조절모듈(1000)(즉, 하우징(1100))의 수평 또는 수직방향으로의 이동에 따라 제 2 와이어(21), 특히 제 4 끝단(21b)은 하우징(1100)내에서 상대적으로 변위되며, 이러한 변위에 의해 소정의 힘을 발생시키도록 제 2 스프링(23)을 변형 또는 복원시킬 수 있다. 이와 같이, 제 2 스프링(23)을 변형시키기 위해, 제 2 와이어(21)는 조절모듈(1000)와 물리적으로 접촉하면서 지지될 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000) 및 제 2 와이어(21)의 서로 접촉

하거나 지지되는 부위가 제 2 액츄에이터(20) 및 조절모듈(1000)의 제 4 연결부(P4)로서 기능할 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 제 2 와이어(21)와 접촉하는 하우징(1100)의 일부, 상세하게는 내부공간(1101)으로 제 2 와이어(21)을 안내 및 도입하는 입구부가 제 4 연결부(P4)로서 기능할 수 있다. 추가적으로 제 2 와이어(21)와 접촉하는 조절모듈(1000)의 다양한 부위, 즉 폴리(1102) 및 하우징(1100)의 다른 부위들도 이러한 제 4 연결부(P4)로서 기능하거나 정의될 수 있다.

[0083] 또한, 제 2 액츄에이터(20)는 앞서 설명된 바와 같이, 조절모듈(1000)내에 수용되는 제 2 스프링(22)을 포함할 수 있다. 제 2 스프링(22)의 일측 끝단은 조절모듈(1000)의 하우징(1100)의 일부에 결합되며, 타측 끝단은 제 2 와이어(21)의 제 4 끝단(21b)에 결합될 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000)에 대한 제 2 와이어(21)의 상대적 이동, 즉 제 4 끝단(21b)의 이동에 의해 제 2 스프링(22)은 변형되면서 의도된 힘을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 제 2 스프링(22)은 제 2 와이어(21)과 함께 의도된 힘을 정확하게 발생시킬 수 있도록 예를 들어, 무자유길이 스프링(zero-free length spring)으로 이루어질 수 있다.

[0084] 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)은 변형가능한 스프링(12,22)과 이들에서 발생된 힘을 전달하는 와이어(11,21)만을 포함하는 단순한 구조를 가지므로, 도 2를 제외한 다른 도면들에서 나타나는 바와 같이, 제 1 링크(1) 및 제 2 링크(2)(즉, 제 1 바 부재(b1))와 조절모듈(1000)을 연결하는 탄성부재로서 심벌화(symbolize)될 수 있다. 한편, 이러한 심벌과 일치되게, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)은 실제로 조절모듈(1000)의 외부에 배치되어 제 1 링크(1) 및 제 2 링크(2)(즉, 제 1 바 부재(b1))와 조절모듈(1000)을 연결하는 탄성부재들, 즉 스프링들로 이루어질 수도 있다. 이러한 경우, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)의 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되는 스프링 부재의 일측 끝단으로 이루어지고, 이의 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)는 조절모듈(1000)에 연결되는 스프링부재의 타측 끝단이 될 수 있다.

[0085] 앞서 설명된 바와 같은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇이 액츄에이터들(10,20)의 힘만을 이용하여 링크들(1,2)를 이동시키기도록 최적으로 설계되기 위해서는, 이의 역학적 모델이 검토될 필요가 있다. 따라서, 상지보조로봇, 즉 이의 링크 어셈블리(1,2) 및 액츄에이터들(10,20)이 역학적 모델로서 도 3 및 도 4에 도시된다. 먼저 도 3은 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 추력생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들(diagram)이다.

[0086] 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. 보다 상세하게는, 예를 들어, y축은 마운트(4)의 중심 또는 제 1 조인트(J1)를 통과하면서 중력방향으로 연장되는 수직축(S)이 될 수 있으며, x축은 이와 같은 y축에 수직하게 연장되는 수평축이 될 수 있다.

[0087] 이러한 좌표계내에, 링크 어셈블리(1,2)는 소정길이의 바(bar) 부재로 도시되며, 상지보조로봇과 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(12,22)의 형태로 도시된다. 더 나아가, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)는 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되게 도시된다. 또한, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)는 앞서 설명된 바와 같이 조절모듈(1000)에 연결되게 도시된다. 이러한 도 3(a)에서, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)가 y축, 즉 수직축(S)상에 정렬되거나, 수직축(y축,S)에 인접하게 배치되면, 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs)은 모두 대체적으로 수직축(y축)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 작용하는 상쇄힘(fg)(counteracting, counterveiling, counterbalancing, or canceling force)으로 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 작용할 수 있다. 이에 따라 사용자의 상지 및 상지보조로봇, 적어도 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 가해지는 중력(g)을 상쇄할 수 있으며, 상지보조로봇 또는 상지에 가해지는 어떠한 외력에 의해서도 사용자의 상지는 용이하게 운동할 수 있다.

[0088] 한편, 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 위치가 수평방향으로 거리(d)로 변경되면, 이러한 위치변경에 의해 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘의 방향이 변경될 수 있다. 구체적으로 제 3 및 제 4 연결부들(P3,P4)의 위치는 이들 연결부들(P3,P4)을 이동시킴으로써 변경시킬 수 있다. 보다 상세하게는, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 제 3 및 제 4 연결부들(P3,P4)은 수직축(y축,S)으로부터 수평방향으로 소정거리(d)로 오프셋(offset) 또는 이격될 수 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)가 제 1 및 제 2 연결부들(P1,P2)에 대해 상대적으로 수평방향으로 이동되거나 다른 위치에 배치되게 할 수 있다. 다른 한편으로, 이러한 이동 및 위치변경은 상지보조로봇, 상세

하계는 중력작용방향인 수직축(y축,S)에 대한 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 수평방향의 상대적 이동 및 위치변경에 해당될 수 있다.

[0089] 이와 같이, 연결부들(P3,P4)의 위치가 변경되면 즉, 수직축(y축,S)으로부터 수평방향으로 거리(d)로 움직이면, 도 3(b)에 잘 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 연결부들(P1,P2) 및 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)사이에 배치되는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 배향이 변화되며, 이러한 배향변화에 의해 조인트들(J1,J2)에 가해지는 힘의 방향 및 배향도 변화될 수 있다. 보다 상세하게는, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)은 수직방향, 즉 수직축(y축,S)에 대해 소정 각도(a)를 갖도록 배향되며, 이에 따라 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 수직분력(f_g) 및 수평분력(f_t)이 발생될 수 있다. 여기서, 수직분력(f_g)은 중력방향에 대향되게 작용하여 사용자의 상지 및 상지보조로봇(상세하게는, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))에 가해지는 중력(g)을 상쇄하는 상쇄력인 반면, 수평분력(f_t)은 상지보조로봇 및 사용자의 상지에 추가적인 힘, 즉 추력으로 작용된다. 또한, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)은 이로부터 발생하는 수직분력(f_g)이 중력(g)을 완전하게 상쇄하도록 설정될 수 있다. 이러한 경우, 발생된 수평분력(f_t)은 설계시 의도된 방향으로 작용하는 분력, 즉 일종의 추력에 해당하며, 이에 따라 사용자의 힘이 가해지지 않아도 상지보조로봇 및 사용자의 상지(상세하게는, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))를 이동시킬 수 있다. 따라서, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 위치변경에 의해 힘의 방향을 변경함으로써, 액츄에이터(10,20)의 힘은 가해지는 중력을 상쇄하면서도 의도된 방향으로 힘을 발생키도록 이용될 수 있다.

[0090] 더 나아가, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)가 수평방향으로 서로 다른 위치들로 이동되면, 일 예로서, 수직축(y축)으로부터의 움직거리(d)가 변경되면, 수직 및 수평분력(f_g, f_t)의 크기도 변경될 수 있다. 특히, 수평분력(f_t)의 변경에 의해 상지보조로봇에 가해지는 힘의 크기도 실제로 요구되는 힘의 크기에 부합하도록 조절될 수 있다.

[0091] 도 4는 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇에서 증가된 힘의 생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다. 보다 상세하게는, 도 4는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 발생하는 힘 자체의 크기를 상지보조로봇의 작동 상황에 따라 조절하는 역학모델을 보여준다. 도 4(a) 및 도 4(b)은 도 3(a) 및 도 3(b)에서 설명된 것과 동일한 기본역학모델들을 포함한다. 따라서, 도 4의 기본 역학모델들에 대한 설정 및 작동은 앞서 도 3을 참조하여 이미 설명되었으므로, 도 3과 관련된 설명이 적용되며 추가된 역학모델에 대한 설명만이 다음에 제공된다.

[0092] 도 4(a) 및 도 4(b)를 참조하면, 제 1 액츄에이터(10)의 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)사이에는 제 1 거리(L1)이 형성되며, 제 2 액츄에이터(20)의 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)사이에는 제 2 거리(L2)이 형성된다. 이러한 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 제 1 길이 및 제 2 길이로도 설명될 수 있다. 이러한 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 실제적으로 도 2를 참조하여 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 와이어(11,21)의 조절모듈(1000)에 대한 상대적 이동량, 즉 이의 제 2 및 제 4 끝단부들(11b,21b)의 조절모듈(1000)에 대한 변위를 나타낸다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 제 2 및 제 4 끝단부들(11b,21b)에 연결된 제 1 및 제 2 스프링(12,22)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 거리(L1,L2)가 새로운 제 1 및 제 2 거리(L1',L2')로 변경되면, 변화된 길이만큼 제 1 및 제 2 스프링(12,22)는 더 변형하게 된다. 또한, 제 1 및 제 2 스프링(12,22)의 변화된 변형량에 따라 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s) 크기도 새로운 크기의 힘(f_s')으로 변경될 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 변경되면, 이러한 거리변화에 의해 액츄에이터(10,20)에서 발생하는 힘의 크기가 변경되며, 이에 따라 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)를 통해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘의 크기가 변경될 수 있다.

[0093] 일 예로서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 도 4(a) 및 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 새로운 위치(P3',P4')에 배치되도록 이동시킴으로써 변경될 수 있다. 보다 상세하게는, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 제 3 및 제 4 연결부들(P3,P4)은 중력방향에 나란한 수직방향으로 소정높이 또는 거리(h)로 이동될 수 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)가 소정위치에 배치 또는 정지된 제 1 및 제 2 연결부(P1,P4)에 대해 상대적으로 수직방향으로 이동되거나 다른 위치로 배치되게 할 수 있다. 다른 한편, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)는 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2) 대신에 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대해 상대적으로 수직방향으로 이동되어 변경된 위치로 배치된다고 설명될 수도 있다.

[0094] 이와 같이, 거리(L1,L2)의 변화에 의해 스프링(13,23)의 변형량이 변화되면, 액츄에이터들(10,20)의 힘이 새로운 크기의 힘(f_s')로 변화될 수 있다. 일예로서, 새로운 힘(f_s')의 크기는 증가될 수 있다. 이러한 경우, 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 중력방향에 대향되는 방향으로 작용하는 상쇄힘(f_g)도 증가될 수 있으며, 보다 완전하게 사용자의 상지 및 상지보조로봇(세부적으로, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))에 작용하는 중력(g)을 상쇄할 수 있다. 또한, 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 증가된 힘(f_s')에 의해, 이의 분력들인

수직분력(f_g') 및 수평분력(f_t'), 즉 상쇄력 및 추력도 증가되어 상지보조로봇의 적절한 작동에 요구되는 힘의 변화에 적절하게 대응할 수 있다.

[0095] 또한, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)가 수직방향으로 서로 다른 위치들로 이동하면, 즉, 수직방향 이동높이(h)가 변경되면, 거리(L1,L2)도 서로 다른 값들로 변경될 수 있다. 이와 같이, 거리(L1,L2)를 서로 다른 값으로 조절하면, 액츄에이터들(10,20)도 서로 다른 크기들의 힘을 제공할 수 있다. 예를 들어, 상지보조로봇의 작동조건에 부합하는 거리(L1,L2)의 조절(예를 들어, 실시간적 조절)에 의해 액츄에이터(10,20)의 힘은 실시간적으로 증가되거나 감소될 수 있으며, 이에 따라 상지보조로봇의 작동은 보다 원활하고 안정적으로 수행될 수 있다.

[0096] 조절모듈(1000)의 구성 및 이에 따른 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 기하학적 위치로 인해, 도 3 및 도 4에서, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 이동은 제 1 조인트(J1)를 통과하는 수직축(S)을 기준으로 설명된다. 그러나, 이러한 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 이동에 의해 발생하는 힘의 방향 및 크기변화는 도 6-도 8에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 각각 연계되는 제 1 조인트(J1)를 통과하는 수직축(S) 및 제 2 조인트(J2)를 통과하는 수직축 둘 다에서 개별적으로 발생된다. 즉, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 이동에 의해, 제 1 액츄에이터(10)에 의해 가해지는 힘은 제 1 조인트(J1)를 통과하는 수직축(S)에서 중력의 상쇄, 추력의 발생 및 증가를 가져오며, 제 2 액츄에이터에 의해 가해지는 힘은 제 2 조인트(J2)를 통과하는 수직축에서, 별도로 중력의 상쇄, 추력의 발생 및 증가를 가져온다.

[0097] 앞서 도 3 및 도 4를 통해 설명된 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 위치변경 및 거리(L1,L2)의 변경은 다양한 메커니즘에 의해 수행될 수 있다. 이러한 메커니즘들중, 일 예로서 본 발명의 상지조절로봇은 소정 구동장치에 의해 구동되는 병진운동(translation) 메커니즘을 채택하는 조절모듈(1000)을 포함할 수 있다. 조절모듈(1000)은 이와 같은 병진운동 메커니즘을 이용하여 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 조작(manipulate)함으로써 도 3 및 도 4의 역학모델에서 제시된 액츄에이터들(10,20)에서의 힘의 방향 및 크기의 변화를 달성할 수 있다. 즉, 조절모듈(1000)은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 수평 및 수직방향으로의 병진운동시키며, 이러한 병진운동의 결과로 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 위치를 변경시키며, 거리(L1,L2)를 변경시킬 수 있다. 따라서, 이러한 조절모듈(1000)은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 수직 및 수평병진을 가능하게 함으로써 도 3 및 도 4의 역학모델에서 제시된 그와 같은 수직 및 수평병진에 기초한 모든 작동들을 가능하게 한다. 조절모듈(1000)은 다음에서 설명되는 바와 같이, 단순한 기계요소들만을 사용하는 병진운동 메커니즘을 채택하므로, 의도된 기능을 수행하면서도 상지보조장치의 구조를 가볍고 컴팩트하게 만들 수 있다. 이러한 조절모듈(1000)의 세부적인 구성이 다음에서 도 2 및 도 5를 참조하여 상세하게 설명된다.

[0098] 먼저, 조절모듈(1000)은 병진운동 메커니즘으로써 조절모듈(1000)의 몸체, 즉 하우징(1100)에 제공되는 제 1 구동기(driver)(1200)를 포함할 수 있다. 제 1 구동기(1200)는 하우징(1100)을 수평방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 구동기(1200)는 하우징(1100)의 수평방향 병진을 안내하고 지지하는 제 1 안내장치(1201)를 포함할 수 있다. 일 예로서, 제 1 구동기(1200)는 이러한 제 1 안내장치(1201)로서 선형모션 가이드(linear motion guide)를 포함할 수 있다. 제 1 구동기(1200)는 제 1 안내장치(1201)로서 레일과 같은 수평방향 병진을 안내 및 지지하는 다른 어떠한 장치도 채택할 수 있다. 또한, 하우징(1100), 즉 조절모듈(1000)은 제 1 안내장치(1201)의 안내를 받으며 수동으로 수평방향으로 이동할 수 있다. 한편으로, 하우징(1100)의 수평방향 병진을 위해 외력을 부가하는 제 1 동력장치를 제 1 구동기(1200)는 더 포함할 수 있다. 제 1 동력장치는 하우징(1100)에 외력을 부가하도록 구성된 어떠한 장치들로도 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제 1 동력장치는 모터와 같은 동력원과 기어트레인 또는 폴리/벨트와 같은 발생된 힘을 하우징(1100)에 전달하는 전달기구를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 구동기(1200)에 의해 조절모듈(1000)의 하우징(1100)이 수평방향으로 이동하며, 이에 따라 조절모듈(1000), 즉 하우징(1100)에 연결 또는 결합된 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)도 함께 수평방향으로 이동할 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000)은 제 1 구동기(1200)에 의한 하우징(1100)의 운동에 의해 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 수평방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 또한, 하우징(1100)과 연결부들(P3,P4)는 서로 연결된 상태로 함께 이동하며 하우징(1100)은 조절모듈(1000)의 대부분을 구성하는 본체에 해당하므로, 실질적으로 조절모듈(1000) 자체가 제 3 및 제 4 연결부들(P3,P4)의 수평방향의 이동을 위해, 연결부들(P3,P4)과 함께 수평방향으로 이동하도록 구성된다고도 설명될 수 있다. 한편, 앞서 설명된 제 1 구동기(1200)는 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 주변부에만 적용될 수 있으며, 이에 따라 하우징(1100) 전체를 이동시키는 대신에 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 주변부만이 그와 같은 제 1 구동기(1200)에 의해 이동될 수 있다.

[0099] 또한, 조절모듈(1000)은 병진운동 메커니즘으로써 조절모듈(1000)의 몸체, 즉 하우징(1100)에 제공되는 제 2 구동기(driver)(1300)를 포함할 수 있다. 제 2 구동기(1300)는 하우징(1100)을 수직방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 구동기(1300)는 하우징(1100)의 수직방향 병진을 안내하고 지지하는 제 2 안내

장치(1301)를 포함할 수 있다. 일 예로서, 제 2 구동기(1300)는 이러한 제 2 안내장치(1301)로서 선형모션 가이드를 포함할 수 있다. 제 2 구동기(1300)는 제 2 안내장치(1301)로서 레일과 같은 수직방향 병진을 안내 및 지지하는 다른 어떠한 장치도 채택할 수 있다. 또한, 하우징(1100), 즉 조절모듈(1000)은 제 2 안내장치(1301)를 받으며 수동으로 수직방향으로 이동할 수 있다. 한편으로, 하우징(1100)의 수직방향 병진을 위해 외력을 부가하는 제 2 동력장치를 제 2 구동기(1300)는 포함할 수 있다. 제 2 동력장치는 하우징(1100)에 외력을 부가하도록 구성된 어떠한 장치들로도 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제 2 동력장치는 모터와 같은 동력원과 기어트레인 또는 폴리/벨트와 같은 발생된 힘을 하우징(1200)에 전달하는 전달기구를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 구동기(1300)에 의해 조절모듈(1000)의 하우징(1100)이 수직방향으로 이동하며, 이에 따라 조절모듈(1000), 즉 하우징(1100)에 연결된 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)도 함께 수직방향으로 이동할 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000)은 제 3 구동기(1300)에 의한 하우징(1100)의 운동에 의해 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 수직방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 또한, 하우징(1100)과 연결부들(P3,P4)는 서로 연결된 상태로 함께 이동하며 하우징(1100)은 조절모듈(1000)의 대부분을 구성하는 본체에 해당하므로, 실질적으로 조절모듈(1000) 자체가 제 3 및 제 4 연결부들(P3,P4)의 수직방향의 이동을 위해, 연결부들(P3,P4)과 함께 수직방향으로 이동하도록 구성된다고도 설명될 수 있다. 한편, 앞서 설명된 제 2 구동기(1300)는 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 주변부에만 적용될 수 있으며, 이에 따라 하우징(1100) 전체를 이동시키는 대신에 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 주변부만이 그와 같은 제 2 구동기(1300)에 의해 이동될 수 있다.

[0100] 이와 같은 조절모듈(1000)에서, 제 1 구동기(1200)가 하우징(1100)을 수평방향으로 이동시키면, 하우징(1100), 즉 조절모듈(1000)에 연결된 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)도 소정거리로 수평방향으로 이동된다. 이러한 이동에 의해 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)는 수직축(S)에 대해 수평방향으로 움직이면서 이의 위치들이 변화되며, 액츄에이터들(10,20)에 의해 이들 연결부(P3,P4)(즉, 조인트들(J1,J2))에 가해지는 힘들의 방향들도 변화될 수 있다. 예를 들어, 만일 변화된 방향에 의해 힘들이 수직축(S)에 대해 소정각도(a)를 갖도록 배향되면, 도 3(b)에 도시된 바와 같이 중력상쇄를 위한 수직분력(fg) 및 로봇의 이동에 이용가능한 수평분력(fr)이 발생할 수 있다. 또한, 제 1 구동기(1200)에 의한 하우징(1200)의 이동거리, 즉 연결부들(P3,P4)의 수평병진거리가 변경되면, 수직 및 수평분력(fg,fr)도 적절하게 변경될 수 있다. 따라서, 조절모듈(1000)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 방향을 변경하도록 구성되며, 이에 따라 액츄에이터들(10,20)의 힘을 상지보조로봇에 가해지는 중력을 상쇄하는 힘(즉, 수직분력(fg)) 및 상기 로봇, 즉 제 1, 2 링크(1,2)의 운동으로 위해 의도된 방향으로 작용하는 힘(즉, 수평분력(fr))로 변환할 수 있다. 즉, 조절모듈(100)은 액츄에이터(10,20)가 중력반대방향 및 의도된 방향으로 둘 다를 힘을 제공하도록 제어할 수 있다.

[0101] 또한, 제 2 구동기(1300)가 하우징(1100)을 수직방향으로 이동시키면, 하우징(1100), 즉 조절모듈(1000)에 연결된 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)도 소정거리로 수직방향으로 이동되며, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 변화될 수 있다. 이러한 거리(L1,L2)의 변화에 의해 제 1 및 제 2 와이어(11,21)은 조절모듈(1000)에 대해 상대적으로 이동하며, 이에 따라 상기 와이어들(11,21)의 스프링들(12,22)에 연결된 끝단들(11b,21b)의 상대적 변위가 발생된다. 따라서, 이러한 상대적 이동 및 변위에 의해 스프링(12,22)이 추가적으로 변형되면서 와이어들(11,21)을 통해 변화된 크기의 힘을 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2), 즉 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가하게 된다. 따라서, 조절모듈(1000)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 크기를 변경하도록 구성될 수 있으며, 변경된 크기의 힘에 기초하여 상지보조로봇의 작동도 안정적으로 수행될 수 있다. 즉, 조절모듈(1000)은 작동환경에 따라 추가적으로 상지보조로봇에서 요구되는 힘들에 맞게 액츄에이터들(10,20) 발생하는 힘들을 조절할 수 있다.

[0102] 앞서 설명된 바와 같이, 특히 액츄에이터들(10,20)의 힘의 방향 조절에 있어서, 조절모듈(1000)은 수직축(S)에 대한 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 상대적 이동 및 위치를 제어하도록 구성된다. 따라서, 도 5에 점선으로 도시되는 바와 같이, 이러한 수직축(S)에 대해 연결부들(P3,P4)를 용이하게 정렬할 수 있도록, 조절모듈(1000)은 수직축(S)이 통과하는 제 1 조인트(J1)를 포함하는 마운트(4) 아래(below)에 배치되도록 구성될 수 있다. 이러한 경우, 조절모듈(1000)은 마운트(4)가 설치되는 테이블의 아래에 배치될 수 있다. 한편, 조절모듈(1000)은 실선으로 도시된 바와 같이, 마운트(4)의 측부에 배치될 수도 있다. 이러한 경우, 조절모듈(1000)은 수직축(S)로부터 약간 이격되며, 이에 연결된 액츄에이터들(10,20)도 수직축(S)에 약간의 각도로 배향되므로, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 발생하는 힘의 분력이 기본적으로 조인트들(J1,J2)에 작용되며, 이러한 분력에 대해 앞서 설명된 바와 같은 방향 및 크기의 변경이 조절모듈(1000)에 의해 수행될 수 있다. 이와 같은 마운트(4) 측부에 배치된 조절모듈(100)은 마운트(4)와 함께 테이블 또는 지면 위쪽(above)에 배치될 수 있다.

- [0103] 이와 같은 마운트(4)의 아래 및 측부에 배치되는 조절모듈(1000)은 둘 다 도 2에 도시된 바와 같은 제 1 및 제 2 구동기(1200,1300)와 함께 설치될 수 있다. 또한, 마운트(4)의 아래 및 측부에 배치되는 조절모듈(1000)은 둘 다에 있어서, 수직축(S)에 대한 용이한 정렬 및 상대적 이동을 위해, 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)는 조절모듈(1000)상에 서로 인접하게 배치될 수 있으며, 바람직하게는 조절모듈(1000)의 수직방향 중심축상 또는 이에 인접하게 배치될 수 있다.
- [0104] 앞서 설명된 액츄에이터들(10,20) 및 이에 연계된 조절모듈(1000)은 사용자의 의도 및 이에 따른 운동을 적절하게 수행하도록 구성된 상지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 6-도 8를 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.
- [0105] 먼저, 도 6는 상지보조로봇의 중력보상모드를 보여준다. 이러한 중력보상 모드에서, 조절모듈(1000)은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 제 1 조인트(J1)를 통과하는 수직축(S)상에 위치시킬 수 있다. 이러한 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)의 위치에 의해, 앞서 도 3(a)를 참조하여 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)은 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2) 각각에서 대체적으로 수직축(y축)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 배향되는 상쇄힘(f_g)로 작용한다. 또한, 각 조인트들(J1,J2)에 작용하는 힘(f_s)는 합력(f_e)으로 제 1 서포터(5)를 통해 사용자의 팔꿈치에 작용하며, 그와 같은 합력(f_e)이 상쇄힘(f_g)로서 작용할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)은 상지 및 상지보조로봇(적어도, 상완 및 이를 지지하는 제 1 및 제 2 링크(1,2))에 작용하는 중력(g)보다 크게 설정되므로, 이러한 배향에 의해 중력(g)은 완전하게 상쇄되며, 적어도 상지 및 링크들(1,2)에는 어떠한 중력도 작용하지 않는 상태가 된다. 따라서, 사용자는 자신의 힘을 약간만 가해도 상지보조로봇, 상세하게는 링크 어셈블리(1,2)를 이동시킬 수 있으며, 이들에 의해 지지되면서 안정적으로 상지를 운동시킬 수 있다.
- [0106] 또한, 도 7은 상지보조로봇의 추력모드를 보여준다. 이러한 추력모드에서, 조절모듈(1000)은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 수평방향으로 병진시켜 수직축(S)로부터 읍셋시킬 수 있다. 이러한 연결부들(P3,P3)의 위치로 인해, 앞서 도 3(b)를 참조하여 설명된 바와 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)의 방향은 변화하여 수직축(S)에 대해 소정각도(α)를 갖도록 배향될 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2) 각각에서, 변화된 배향을 갖는 힘(f_s)은 수직분력(f_g) 및 수평분력(f_t)을 발생시킨다. 또한, 조인트들(J1,J2)에 작용하는 힘(f_s)은 제 1 서포터(5)를 통해 사용자의 팔꿈치에 합력(f_e)로서 작용하며, 이러한 합력(f_e)도 마찬가지로 조인트들(J1,J2)에 발생하는 수직분력(f_g)의 합력 및 수평분력(f_t)의 합력에 각각 해당하는 수직분력(f_g) 및 수평분력(f_t)을 발생시킨다. 이러한 수직 합력(f_g)은 앞서 설명된 바와 같이, 상지 및 상지보조로봇, 상세하게는 상완 및 링크들(1,2)에 작용하는 중력을 완전하게 상쇄할 수 있다. 또한, 수평합력(f_r)은 도시된 바와 같이, 전방방향으로 발생 및 배향될 수 있다. 따라서, 이러한 수평합력(f_r)에 의해 상지보조로봇, 정확하게는 링크 어셈블리(1,2) 및 이에 연결된 다른 부재 및 장치들이 전방으로 이동되며, 사용자는 이러한 어셈블리(1,2)의 이동에 의해 자신의 힘을 거의 사용하지 않고도 상지를 전방으로 이동시킬 수 있다.
- [0107] 더 나아가, 도 8은 추력강화모드를 보여준다. 추력강화모드는 도 7을 참조하여 설명된 추력모드에서 발생하는 추력을 강화하기 위한 모드이므로, 기본적으로 도 7에서 설명된 조절모듈(100)의 작동 및 이에 따라 힘의 방향 변화를 포함한다. 이러한 추력강화모드에서, 조절모듈(1000)은 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)를 수직방향으로 병진시켜 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 도 4(b)를 참조하여 설명된 바와 같이, 액츄에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 각각의 조인트들(J1,J2)에서 소정각도(α)로 배향되며 증가되는 힘(f_s')을 발생시킬 수 있다. 또한, 앞서 설명된 도 7의 역학관계와 마찬가지로, 조인트들(J1,J2)에 작용하는 증가된 힘(f_s')은 제 1 서포터(5)를 통해 사용자의 팔꿈치에 증가된 합력(f_e')로서 작용하며, 증가된 합력(f_e')은 같은 이유로 증가된 수직합력(f_g') 및 수평합력(f_t')을 발생시킨다. 이와 같은 증가된 수평합력(f_t')도 전방으로 작용하며, 힘(f_t')의 증가된 크기로 인해 작동조건이 변경되는 경우에도 원활하게 사용자는 상지를 전방으로 이동시킬 수 있다. 또한, 증가된 수직합력(f_g')에 의해 상지 및 상지보조로봇에 가해지는 중력(g)도 보다 완전하게 상쇄될 수 있다.
- [0108] 한편, 사용자의 상지는 상완 및 이에 연결된 전완을 포함하며, 이러한 전완도 상당한 크기를 갖는다. 따라서, 사용자의 상지 전체의 운동은 상완의 운동을 보조함으로써 실질적으로 달성될 수 있으나, 상기 상지를 보다 원활하게 운동시키기 위해서는 하지의 운동도 보조하는 것이 바람직하다. 따라서, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 앞서 설명된 상완의 운동을 위한 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 추가적으로, 상지보조로봇은 동력계통 또는 구동계통(power system or driving system)으로써 제 3 액츄에이터(30)를 더 포함할 수 있다.
- [0109] 앞서 설명된 바와 같이, 상지보조로봇에서 제 3 링크(3)가 전완을 지지하며 이의 운동을 보조하도록

구성되므로, 제 3 액츄에이터(30)는 상기 제 3 링크(3)에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 또한, 제 3 링크(3)의 운동은 제 3 조인트(J3)에 대한 제 3 링크(3)의 상대적 회전에 의해 달성된다. 이러한 이유로, 제 3 링크(3)의 운동 및 이를 통한 전완의 운동보조를 위해, 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 조인트(J3)에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 도 6-도 8에 도시된 바와 같이, 제 3 액츄에이터(30)에 의해 제 3 조인트(J3)에 가해지는 힘은 제 3 링크(3)(추가적으로 제 2 서포터(6))를 통해 상지의 손목에 최종적으로 작용하게 된다.

[0110] 전동 메커니즘을 갖는 통상적인 액츄에이터 대신에, 제 3 액츄에이터(30)도 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 유사하게 기계요소에서 발생하는 기계적 힘, 즉 탄성부재의 변형 및 복원에 의해 발생하는 탄성력을 제 3 링크(3)에 제공하도록 구성될 수 있다. 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제 3 조인트(J3)에 제공하도록 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 링크(3)에 연결되는 제 5 연결부(coupler)(P5)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 5 연결부(P5)는 제 3 링크(3)에 물리적으로 결합되므로, 일차적으로 제 3 액츄에이터(30)의 힘은 제 5 연결부(P5)에 가해지고, 상기 제 5 연결부(P5)에 연결된 제 3 링크(1)의 몸체를 통해 제 3 조인트(J3)에 전달될 수 있다. 이러한 제 5 연결부(P5)는 제 3 링크(3)의 어느 부위에도 배치될 수 있다. 일 예로서, 도 1 및 도 6-8에 도시된 바와 같이, 제 5 연결부(P5)는 제 3 조인트(J3), 즉 제 3 링크(3)의 제 5 끝단부(3a)에 인접하게 배치될 수 있다. 또한, 제 3 링크(30)이 제 3 액츄에이터(30)에 의해 구속되지 않고 원활하게 운동하기 위해서는, 제 3 액츄에이터(30)도 상기 제 3 링크(3)에 대해 상대적으로 운동하도록 구성될 필요가 있다. 이러한 이유로, 제 3 액츄에이터(30)에 있어서, 제 5 연결부(P5)는 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)와 유사하게, 제 3 링크(3)에 회전가능하게 연결되도록 구성될 수 있다.

[0111] 이와 같은 기본적 구성에 추가적으로, 제 3 액츄에이터(30)는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 동일하게 기계적 힘을 이용하도록 구성되므로, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 유사한 세부적 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 유사하게, 제 3 액츄에이터(30)도 제 3 링크(30)로부터 연장되는 와이어 및 상기 와이어에 변형가능하게 연결되는 스프링을 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 와이어의 일측 끝단은 제 3 링크(30)에 회전가능하게 연결되어, 제 5 연결부(P5)를 형성할 수 있다. 또한, 와이어의 타측 끝단은 스프링에 연결될 수 있다. 이러한 와이어의 일부 및 스프링은 앞서 설명된 조절모듈(1000)과 유사한 별도의 수용 모듈의 하우징내에 배치될 수 있다. 즉, 와이어는 제 3 링크(3)로부터 수용모듈의 하우징내로 연장됨으로써 상기 수용모듈내의 스프링과 결합될 수 있으며, 스프링의 변형에 의해 발생된 탄성력을 제 3 링크(3), 즉 제 3 조인트(J3)에 전달할 수 있다. 또한, 조절모듈(1000)과 마찬가지로, 수용모듈은 그 내부에 와이어의 장력을 유지하도록 구성되는 폴리들을 포함할 수 있다. 이와 같은 제 3 액츄에이터(30)는 그 구성 및 기능을 고려할 때, 도 1 및 도 6-8에서 도시된 바와 같이, 단순한 탄성부재로서 심벌화될 수 있다. 한편, 이러한 심벌과 일치되게, 제 3 액츄에이터(30)는 실제적으로 제 3 링크(3)에 연결되며, 변형을 위한 지지를 제공하는 다른 부재, 도시된 바와 같은 제 1 서포터(5)에 연결되는 탄성부재, 즉 스프링으로 이루어질 수도 있다.

[0112] 이와 같은 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 조인트(J3)을 통과하며 (이에 따라 제 1 서포터(5)의 중심선을 통과하며) 중력방향으로 연장되는 수직축(S')을 따라 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 3 액츄에이터(30)가 도시된 바와 같이, 단순히 제 1 서포터(5)와 제 3 링크(3)사이에서 변형되면서 연장되는 스프링 부재로 이루어거나, 제 3 액츄에이터(30)의 수용모듈이 이의 와이어와의 연결부를 상기 수직축(S')상에 배치되도록 상기 수직축에 정렬되는 경우, 제 3 액츄에이터(30)의 힘은 그와 같은 수직축(S')을 따라 작용될 수 있다. 이러한 경우, 도 6-도 8에 도시된 바와 같이, 제 3 액츄에이터(30)에 의해 제 3 조인트(J3)에 가해지는 힘(f_s)은 제 3 링크(3)(추가적으로 제 2 서포터(6))를 통해 상지의 손목에 최종적으로 상쇄력(f_w)로서 작용하게 된다. 이러한 상쇄력(f_w)에 의해 전완 및 제 3 링크(3)에 작용되는 중력은 완전하게 상쇄될 수 있으며, 사용자의 상지 및 상지보조로봇 전체가 완전하게 중력의 영향을 받지 않게 된다. 따라서, 도 6의 중력보상모드에서, 사용자는 약간의 힘만으로도 보다 원활하게 상지보조로봇 및 상지 전체를 운동시킬 수 있다. 또한, 도 7 및 도 8의 추력모드 및 추력보상모드에서, 수평합력(f_t) 및 증가된 수평합력(f_t')에 의해, 사용자는 중력의 영향이 완전하게 배제된 상태에서 보다 원활하게 자신의 힘을 사용하지 않고도 상지를 전방으로 이동시킬 수 있다.

[0113] 한편, 제 3 액츄에이터(30)의 수용모듈이 앞서 설명된 조절모듈(1000)과 유사하게 수직 및 수평방향으로 이동하도록 구성되는 경우, 제 3 액츄에이터(30)의 힘(f_s)의 방향 및 크기는 변화될 수 있으며, 중력의 보상 및 추력의 제공이 수행될 수 있다. 이와 같은 일련의 제 3 액츄에이터(30)의 수용모듈의 작동들에 대해서는, 모두 도 2에서의 조절모듈(1000)의 구성, 도 3-도 4에서의 역학모델 및 도 6-도 8의 작동모드들을 통한 설명이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.

[0114] 앞서 도 1-도 8을 참조하여 설명된 제 1 실시예와 더불어, 본 발명은 사용자의 상지의 운동을 보조하도록 구성

되는, 즉 제 1 실시예와 동일한 작동을 수행하도록 구성되는 추가적인 실시예인 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇을 더 포함할 수 있다. 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 상지운동의 효과적이고 효율적인 보조를 위해 제 1 실시예와 동일한 기술적 개념을 사용하나, 제 1 실시예와는 다른 구조적 구성을 포함한다. 이러한 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇이 다음에서 도 9-도 19를 참조하여 설명된다.

[0115] 도 9는 본 발명에 따른 상지보조로봇의 제 2 실시예를 나타내는 측면도이다. 도 10은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리를 나타내는 측면도이며, 도 11은 도 10의 어셈블리를 나타내는 정면도이다. 또한, 도 12는 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 추력생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이며, 도 13은 도 10의 어셈블리의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다. 이들 도면들에서, 도 9는 상지보조로봇의 제 2 실시예의 전체적인 구성을 나타내며, 도 10-도 13은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리(즉, 후술되는 제 1 및 제 2 링크(1,2), 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20) 및 제 1 조절모듈(100))의 구성 및 작동을 상세하게 나타낸다. 따라서, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에 있어서, 이의 대략적인 전체구성과 상지의 주요부인 상완을 보조하는 어셈블리(1,2,10,20,100)가 먼저 도 9와 함께, 도 10-도 13을 참조하여 다음에서 설명된다.

[0116] 먼저 도 9를 참조하면, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 사용자의 팔에서 상완을 전체적으로 지지하도록 구성되며, 상대적으로 회전가능하게 연결된 링크 어셈블리(1,2)를 포함할 수 있다. 또한, 상지보조로봇은 사용자 팔, 정확하게는 상완의 운동을 보조하도록 링크 어셈블리(1,2)에 힘을 가하는 액추에이터들(10,20)을 포함할 수 있다. 또한, 나중에 상세하게 설명되는 바와 같이, 팔 운동의 보조를 위해 액추에이터(10,20)와 연동되는 부속장치, 즉 조절모듈(100)이 상지보조로봇에 설치될 수 있으며, 도 14-도 19에 도시되는 바와 같이, 다른 조절모듈들(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 팔의 운동을 적절하게 보조할 수 있다. 사용자의 상지, 즉 팔에서 상완은 어깨 및 전완(또는 하완) 둘 다에 대해 상대적으로 운동하면서 팔의 운동에서 주된 역할을 하게 된다. 따라서, 상지보조로봇은 이러한 장치들(1,2,10,20,100-300)을 이용하여 상완의 운동을 보조함으로써, 상지, 즉 전체 팔의 운동의 보조를 실질적으로 달성할 수 있다.

[0117] 또한, 상술된 장치들 (1,2,10,20,100-300)에 추가적으로, 상지보조로봇은 상완을 지지하는 링크 어셈블리(1,2)에 연결되어 전완을 지지하도록 구성되는 제 3 링크(3) 및 전완의 운동을 보조하도록 상기 제 3 링크(3)에 힘을 가하도록 구성되는 제 3 액추에이터(30)를 더 포함할 수 있다. 또한, 상지보조로봇은 제 3 액추에이터(30)에서 가해지는 힘을 제어하여 사용자의 의도에 부합하게 링크 어셈블리(3)를 이동시키도록 구성되는 보조조절모듈(400)을 포함할 수 있다. 따라서, 상지보조로봇은 이들 장치들(3,30,400)을 추가적으로 이용하여 전완의 운동을 보조함으로써, 실제적인 전체 팔의 지지 및 운동보조를 수행할 수 있다. 더 나아가, 상지보조로봇은 지지부재로서 마운트(4) 및 서포터들(5,6)을 더 포함할 수 있으며, 이들 지지부재들(4-6)에 의해 상지로봇 및 상지의 보다 안정적인 지지가 가능하게 된다.

[0118] 한편, 도 9-도 13은 일 예로서, 사용자의 우측 팔에 제공된 상지보조로봇의 제 2 실시예의 우측유닛을 보여주며, 설명의 편의를 위해 이러한 우측 유닛의 구성들이 다음에서 설명된다. 보다 상세하게는, 도 9는 상지보조로봇의 우측유닛의 전체 구성을 보여주며, 도 10-도 13은 그와 같은 우측유닛에서 우측팔의 상완의 운동을 보조하도록 구성되는 어셈블리를 상세하게 보여준다. 그러나, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 상지보조로봇은 사용자 팔의 균형된 운동보조를 위해 도시된 우측 유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 포함할 수 있다. 일 예로, 이러한 좌측유닛 및 도시된 우측유닛은 사용자의 좌측 및 우측팔들에 각각 제공될 수 있다. 따라서, 다음에서 특별하게 추가적으로 언급되지 않아도, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 설명되는 우측유닛과 동일하게 구성되는 좌측유닛을 추가적으로 포함할 수 있으며, 다음의 도 9-도 13을 참조하여 제공되는 우측유닛과 관련된 설명들도 동일하게 이러한 좌측유닛에 적용된다. 마찬가지로, 본원의 도 14-도 19의 예들도 모두 상지보조로봇의 우측유닛, 상세하게는 우측유닛의 상완보조 어셈블리에 관한 것이나, 본 발명의 상지보조로봇은 이러한 예들과 동일하게 구성된 어셈블리를 포함하는 좌측유닛을 포함하며, 상기 예들에 대한 설명들도 이와 같은 좌측유닛에 동일하게 적용된다. 이러한 전체하에서, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇의 개별적인 구성요소들이 다음에서 보다 상세하게 설명된다.

[0119] 먼저, 도 9에 도시된 바와 같이, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은, 앞서 설명된 제 1 실시예와 유사하게, 상완을 지지하기 위한 기본적인 새시, 프레임 또는 골격으로서, 제 1-3 링크들(1-3), 마운트(4) 및 제 1 및 제 2 서포터(5,6)를 포함할 수 있다. 이와 같은 제 2 실시예의 상지보조로봇의 새시(1-6)는 앞서 도 1-도 8을 참조하여 제 1 실시예와 관련하여 설명된 부재들(1-6)과 실질적으로 동일하며, 이에 따라 제 1 실시예에서 주어진 해

당 부재들에 대한 설명이 동일하게 제 2 실시예도 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.

- [0120] 상술된 상지보조로봇의 새시중 상완을 지지하는 링크 어셈블리(1,2)의 운동을 위한 힘을 가하도록, 동력계통 또는 구동계통으로써 제 2 실시예의 상지보조로봇은 액츄에이터(10,20)를 포함할 수 있다. 이러한 동력계통에서, 액츄에이터(10,20)는 요구되는 힘을 발생키도록 구성된 동력발생장치에 해당된다. 또한, 동일한 동력계통으로써, 상지보조로봇은 제 1 조절모듈(100)을 포함할 수 있다. 제 1 조절모듈(100)은 액츄에이터(10,20)에 의해 발생된 힘을 적절하게 조절하도록 구성되는 동력제어장치에 해당되며, 액츄에이터(10,20)에 뒤이어 나중에 보다 상세하게 설명된다.
- [0121] 앞서 설명된 바와 같이, 사용자의 상지에서 상완은 어깨 및 골반 둘 다에 대해 상대적으로 운동하면서 상기 상지의 운동에서 주된 역할을 하게 된다. 따라서, 일차적으로 액츄에이터(10,20)는 이와 같은 상지의 운동을 보조하는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 어셈블리에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 또한, 이들 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동은 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대한 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 상대적 회전에 의해 달성된다. 이러한 이유로, 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동을 위해, 상지보조로봇은 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. 제1 실시예와 관련하여 도 6-도 8에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘은 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 통해 상지의 팔꿈치에 합력으로서 작용하게 된다.
- [0122] 상지보조로봇에 적용되는 통상적인 액츄에이터는 전기를 이용하여 요구되는 힘을 발생시키는 전동 메커니즘을 갖는다. 이러한 통상적인 액츄에이터와 달리, 제 1 실시예와 마찬가지로, 제 2 실시예의 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)도 전기력의 도움없이 기계 요소들에서 발생하는 기계적 힘만을 이용하여 상지보조로봇에 요구되는 힘을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 후술되는 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 1 및 제 2 링크(1,2)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.
- [0123] 이와 같은 통상적 전동 액츄에이터와의 구조적 차이로 인해, 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제 1 조인트(J1)에 제공하도록 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 조인트(J1)에 연결되는 제 1 연결부(coupler)(P1)를 포함할 수 있다. 또한, 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해, 제 1 액츄에이터(10)는 제 1 연결부(P1)으로부터 이격되는 다른 부재 또는 장치, 즉 제 1 링크(1)에 연결되는 제 2 연결부(P2)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 연결부(P1)는 제 1 조인트(J1)에 직접적으로 결합되는 대신에, 후술되는 바와 같이 제 1 조인트(J1)에 제공되는 중간 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 1 폴리(110))에 결합됨으로써 상기 제 1 조인트(J1)에 연결될 수 있다. 제 1 액츄에이터(10)는 후술되는 바와 같이, 먼저 제 1 연결부(P1)에 발생된 힘을 직접적으로 가하며, 이에 따라 가해진 힘이 중간부재(예를 들어, 제 1 폴리(110))를 통해 다시 제 1 조인트(J1)에 전달될 수 있다. 또한, 기계요소의 변형을 위한 지지가 가능하다면, 제 2 연결부(P2)은 제 1 링크(1)대신에 제 2 링크(2) 및 다른 부재들에 연결될 수도 있다.
- [0124] 이러한 제 1 액츄에이터(10)와 유사하게, 제 2 액츄에이터(20)는 제 2 조인트(J2)에 연결되는 제 3 연결부(coupler)(P3)를 포함할 수 있다. 또한, 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해 제 2 액츄에이터(20)는 제 3 연결부(P3)으로부터 이격되는 다른 부재 또는 장치, 즉 제 2 링크(2)에 연결되는 제 4 연결부(P4)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 연결부(P3)는 제 2 조인트(J2)에 직접적으로 결합되는 대신에, 후술되는 바와 같이 제 2 조인트(J2)에 제공되는 중간 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 2 폴리(120))에 결합됨으로써 상기 제 2 조인트(J2)에 연결될 수 있다. 제 2 액츄에이터(20)는 후술되는 바와 같이, 먼저 제 3 연결부(P3)에 발생된 힘을 직접적으로 가하며, 이에 따라 가해진 힘이 중간부재(예를 들어, 제 2 폴리(120))를 통해 다시 제 2 조인트(J2)에 전달될 수 있다. 또한, 기계요소의 변형을 위한 지지가 가능하다면, 제 4 연결부(P4)은 제 2 링크(2)대신에 인접하는 다른 부재들에 연결될 수도 있다.
- [0125] 한편, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)은 제 1-4 연결부(P1-P4)에 의해 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 연결되므로, 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(P1)는 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 연결되며, 제 2 연결부(P2)는 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결되도록 구성될 수 있다. 마찬가지로, 제 2 액츄에이터(20)에 있어서, 제 3 연결부(P3)는 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 연결되게 구성

되며, 제 4 연결부(P4)는 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결될 수 있다.

[0126] 이러한 기본적 구성에 추가적으로, 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)의 상세한 구성을 도 10 및 도 11을 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0127] 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.

[0128] 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(P1), 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 중간 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 1 폴리(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(P1)를 실제로 형성할 수 있다. 이러한 제 1 연결부(P1)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 스프링(13)을 변형시킬 수 있다.

[0129] 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 1 링크(1)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.

[0130] 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(13)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 링크(1)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)을 제 1 링크(1)에 회전가능하게 연결시키는 제 2 연결부(P2)로 기능할 수 있다. 또한, 도 11에 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.

[0131] 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 풀리(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(P1)에 일차적으로 가해질 수 있다. 이 후, 제 1 연결부(P1)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 1 링크(1)는 이동할 수 있으며, 전달된 힘의 방향에 따라 제 2 링크(1)의 이동방향이 결정될 수 있다.

[0132] 또한, 제 2 액츄에이터(20)도 앞서 설명된 제 1 액츄에이터(10)과 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.

[0133] 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(P3), 즉 제 2 조인트(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 중간 부재(예를 들어, 제 1 조절모듈(100)의 제 2 풀리(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(P3)를 실제적으로 형성할 수 있다. 이러한 제 3 연결부(P3)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.

[0134] 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.

[0135] 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)을 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(23)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)

2)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)는 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)를 제 2 링크(2)에 회전가능하게 연결시키는 제 4 연결부(P4)로 기능할 수 있다. 또한, 도 11에 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.

[0136] 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(P3)에 일차적으로 가해질 수 있다. 이 후, 제 3 연결부(P3)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.

[0137] 앞서 설명된 바와 같은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 상기보조로봇이 액츄에이터들(10,20)의 힘만을 이용하여 링크들(1,2)를 이동시키기도록 최적으로 설계되기 위해서는, 이의 역학적 모델이 검토될 필요가 있다. 따라서, 상지보조로봇, 즉 이의 링크 어셈블리(1,2) 및 액츄에이터들(10,20)이 역학적 모델로서 도 12에 도시된다.

[0138] 도 12(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. 보다 상세하게는, 예를 들어, y축은 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 각각 통과하면서 중력방향으로 연장되는 수직축들(S1,S2)에 각각 해당하며, x축은 이와 같은 y축에 수직하게 연장되는 수평축에 해당할 수 있다.

[0139] 이러한 좌표계내에, 링크 어셈블리(1,2)는 소정길이의 바(bar) 부재로 도시되며, 상지보조로봇과 사용자의 질량(m)에 의해 중력(g)이 링크 어셈블리(1,2)에 작용된다. 또한, 제 1 및 제 2 액츄에이터들(10,20)은 실제적으로 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(P2,P4)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(P1,P3)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.

[0140] 이러한 도 12(a)에서, 액츄에이터들(10,20)의 힘이 가해지는 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)는 수직축(y축,S1,S2)상에 배치될 수 있다. 이러한 경우, 액츄에이터들(10,20)의 힘(f_s)은 대체적으로 수직축(y축,S1,S2)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 작용하는 상쇄힘(f_g)으로 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 작용하며, 상지보조로봇 및 사용자의 상지, 적어도 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 가해지는 중력(g)을 상쇄할 수 있다.

[0141] 한편, 도 12(b)에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)의 위치가 변경되면, 이러한 위치변경에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 방향이 변경될 수 있다. 구체적인

으로 연결부들(P1,P3)의 위치는 연결부들(P1,P3)을 이동시킴으로써 변경시킬 수 있다. 보다 상세하게는, 도 12(b)에 도시된 바와 같이, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)은 수직축(y축,S1,S2)으로부터 소정거리로 오프셋(offset) 또는 소정거리로 이격(spaced apart)될 수 있다. 또한, 이러한 오프셋 및 이격을 위해, 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)은 소정각도(a)로 수직축(y축,S1,S2)으로부터 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 중심으로 선회될 수도 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)가 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)에 대해 상대적으로 이동되거나 다른 위치에 배치되게 할 수 있다. 다른 한편으로, 이러한 이동 및 위치변경은 상지보조로봇, 상세하게는 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 설정되는 중력작용방향인 수직축(y축,S1,S2)에 대한 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)의 상대적 이동 및 위치변경에 해당될 수 있다.

[0142]

이와 같이, 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)의 위치가 수직축(y축,S1,S2)으로부터 오프셋되게 변경되면, 도 11(b)에 잘 도시된 바와 같이, 이들 연결부들(P1,P3)측, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs)은 수직방향, 즉 수직축(y축,S1,S2)에 대해 소정 각도(a)를 갖도록 배향되며, 이에 따라 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2) 각각에 수직분력(fg) 및 수평분력(fr)이 발생될 수 있다. 여기서, 수직분력(fg)은 중력방향에 대향되게 작용하여 사용자의 상지 및 상지보조로봇(적어도, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))에 가해지는 중력(g)를 상쇄하는 상쇄력인 반면, 수평분력(fr)은 상지보조로봇 및 사용자의 상지에 추가적인 힘, 즉 추력으로서 작용된다. 또한, 액츄에이터들(10,20)의 힘(fs)은 이로부터 발생되는 수직분력(fg)이 중력(g)을 완전하게 상쇄하도록 미리 설정될 수 있다. 이러한 경우, 발생된 수평분력(fr)은 설계시 의도된 방향으로 작용하는 분력, 즉 일종의 추력에 해당하며, 이에 따라 사용자의 힘이 가해지지 않아도 하지보조로봇 및 사용자의 상지(상세하게는, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))를 이동시킬 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)의 위치변경에 의해 힘의 방향을 변경함으로써, 액츄에이터(10,20)의 힘은 가해지는 중력을 상쇄하면서도 의도된 방향으로 힘을 발생키도록 이용될 수 있다.

[0143]

더 나아가, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)가 서로 다른 위치들로 이동되면, 일 예로서, 즉 수직축(y축,S1,S2)에 대한 오프셋거리 또는 각도(a)가 변경되면, 수직 및 수평분력(fg,fr)의 크기도 변경될 수 있다. 특히, 수평분력(fr)의 변경에 의해 상지보조로봇, 즉 제 1 및 제 2 링크(2)에 가해지는 힘의 크기도 실제로 요구되는 힘의 크기에 부합하도록 조절될 수 있다. 따라서, 이러한 수직축(y축,S1,S2)에 대한 오프셋 거리 또는 각도(a)의 변경을 위해, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)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 오프셋 거리 또는 각도(a) 및 이에 따른 수평분력(fr)이 요구되는 힘에 따라 조절될 수 있으며, 상지보조로봇의 운동제어가 원활하게 수행될 수 있다.

[0144]

이와 같은 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)의 위치변경은 다양한 메커니즘들에 의해 실제적으로 수행될 수 있다. 이러한 메커니즘들중, 일 예로서 제 2 실시예에 따른 상지조절로봇은 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 3 연결부(P1,P3)를 선회시킬 수 있으며, 이에 따라 의도된 기능을 수행하면서도 상지보조로봇의 구조를 가볍고 컴팩하게 만들수 있다. 이러한 제 1 조절모듈(100)이 다음에서 도 10-도 12를 다시 참조하여 상세하게 설명된다.

[0145]

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 액츄에이터(10), 상세하게는 이의 커넥팅 로드(12)의 제 1 끝단(12a)과 결합될 수 있다. 즉, 제 1 액츄에이터(10)의 제 1 연결부(P1)가 제 1 폴리(110)에 회전가능하게 힌지결합될 수 있다. 따라서, 제 1 연결부(P1)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 액츄에이터(10)의 힘은 이러한 제 1 연결부(P1) 및 제 1 폴리(110)를 통해 제 1 조인트(J1)에 가해질 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 연결부(P1)(즉, 제 1 끝단(12a))는 제 1 폴리(110)의 외주부에 회전가능하게 연결된다. 즉, 제 1 연결부(P1)는 팔길이(r)로 제 1 조인트(J1) 및/또는 제 1 폴리(110)의 중심으로부터 이격되며, 이에 따라 제 1 연결부(P1)는 제 1 폴리(110)가 회전하면, 상기 중심(또는 제 1 조인트(J1))주위로 선회, 즉 공전할 수 있다. 제 1 액츄에이터(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 액츄에이터(10)로부터 제 1 연결부(P1), 즉 제 1 조인트(J1)에 가해질 수 있다. 또한, 제 1 폴리(110)가 회전하면 팔길이(r)로 선회하는 커넥팅 로드(12)는 직선운동을 하며, 앞서 제 1 액츄에이터(10)와 관련하여 설명된 바와 같이, 제 2 끝단(12b)의 추가

적인 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 상지보조로봇의 운동제어에서 요구되는 힘의 크기에 따라 적절하게 설계되어 제어될 수 있다.

[0146] 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(P3)이 제 2 폴리(120)에 회전가능하게 힌지결합될 수 있다. 따라서, 제 3 연결부(P3)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(P3) 및 제 2 폴리(120)를 통해 제 2 조인트(J2)에 가해질 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 연결부(P3)(즉, 제 3 끝단(22a))는 제 2 폴리(120)의 외주부에 회전가능하게 연결된다. 즉, 제 3 연결부(P3)는 팔길이(r)로 제 2 조인트(J2) 및/또는 제 2 폴리(120)의 중심으로부터 이격되며, 이에 따라 제 3 연결부(P3)는 제 2 폴리(110)가 회전하면, 상기 중심(또는 제 2 조인트(J2))주위로 선회, 즉 공전할 수 있다. 제 2 액추에이터(20)에서, 제 4 끝단(22b)는 적어도 소정의 변형을 항상 제 2 스프링(23)에 발생시키도록 구성되며, 이에 따라 소정의 힘이 항상 제 2 액추에이터(20)로부터 제 3 연결부(P3), 즉 제 2 조인트(J2)에 가해질 수 있다. 또한, 제 2 폴리(120)가 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 상지보조로봇의 운동제어에서 요구되는 힘의 크기에 따라 적절하게 설계되어 제어될 수 있다.

[0147] 또한, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 폴리(110,120)를 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)(도 10 참조)를 포함할 수 있다. 또한, 제 1 구동기(130)는 제 1 폴리(110)에 제공되는 보조폴리(110a)와 구동폴리(132)에 감기는 구동벨트(133)를 포함할 수 있다. 한편으로, 보조폴리(110a)는 제 1 폴리(110)대신에 제 2 폴리(120)에 제공될 수 있다. 동력장치(131)에 의해 구동폴리(132)가 회전하면 구동벨트(133)에 의해 보조폴리(110a)가 회전되며, 이에 따라 제 1 폴리(110)(또는 제 2 폴리(120))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 회전시킴으로써 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)도 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 중심으로 선회시키도록 구성될 수 있다. 이러한 제 1 구동기(130)는 설명된 폴리 메커니즘 이외에도 모터/이에 연결되는 기어 트레인 및 다른 여러 구동 메커니즘들로 이루어질 수 있다.

[0148] 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 상지보조로봇을 운동시키기 위해, 제 1 및 제 2 액추에이터들(10,20)은 상지의 운동을 주로 수행하는 상완에 해당하는 제 1 및 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 1 및 제 2 링크(1,2), 더 나아가 상지보조로봇 전체가 불안정하게 운동할 수 있다. 따라서, 안정적인 상지보조로봇의 운동, 즉 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 운동을 위해서는 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)는 동시에 제 1 및 제 2 링크(2)에 일정 크기의 힘을 가해야 한다. 또한, 같은 이유로, 이들 액추에이터들(10,20)에서 가해지는 힘의 방향이 변경되는 경우, 안정적인 운동을 위해서는 힘의 방향도 같은 방향으로 변경될 필요가 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 액추에이터들(10,20)의 힘의 방향은 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)의 위치에 의해 결정되며, 이러한 위치는 연결부들(P3,P4)의 이동거리 및 이동방향에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)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)에 감기도록 구성되는 벨트가 사용될 수 있다. 이러한 제 1 동조기(140)로서의 벨트는 제 1 및 제 2 폴리(110,120)와 함께 회전함으로써 이들(110,120)을 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 적용

될 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 1 폴리(110)가 회전되면, 동시에 제 2 폴리(120)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(P1,P3)는 동일한 위치에 배치되며, 액추에이터들(10,20)에서 가해지는 힘의 방향들을 같은 방향으로 변화시킬 수 있다. 이와 같은 제 1 동조기(140)를 포함함으로써, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성될 수 있다.

[0149] 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(P1,P3)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(P1,P3)의 위치는 수직축(S1,S2)에 대해 동일한 거리를 형성하도록 변화되며, 액추에이터들(10,20)에 의해 이들 연결부(P1,P3)(즉, 조인트들(J1,J2))에 가해지는 힘들의 방향들도 동일하게 변화될 수 있다. 예를 들어, 만일 변화된 방향에 의해 힘들이 수직축에 대해 소정각도(a)를 갖도록 배향되면, 도 12(b)에 도시된 바와 같이 중력 상쇄를 위한 수직분력(fg) 및 로봇의 이동에 이용가능한 수평분력(ft)이 발생될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전에 따라 각도(a)가 변경되면, 수직 및 수평분력(fg,ft)도 적절하게 변경될 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 방향을 변경하도록 구성되며, 이에 따라 액추에이터들(10,20)의 힘을 상지보조로봇에 가해지는 중력을 상쇄하는 힘(즉, 수직분력(fg)) 및 상기 로봇, 즉 제 1,2 링크(1,2)의 운동을 위해 의도된 방향으로 작용하는 힘(즉, 수평분력(ft))로 변환할 수 있다. 한편, 제 1 조절모듈(100)에서, 제 1 구동기(130)는 제 1 및 제 2 폴리(110,120)를 동시에 같은 방향으로 같은 각도로 회전시켜, 수직축(S1,S2)상에 배치되도록 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)를 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대해 선회시킬 수 있다. 이러한 경우, 앞서 도 12(a)를 참조하여 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)의 힘은 모두 수직축(S1,S2)을 따라 작용하는 상쇄힘(fg)으로써 작용하며, 상지보조로봇 및 상지에 작용하는 중력을 상쇄할 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)은 액추에이터(10,20)가 중력반대방향 및 의도된 방향으로 둘 다를 힘을 제공하도록 제어할 수 있다.

[0150] 한편, 이와 같이 제 1 조절모듈(100)의 일부 부품들은, 즉 제 1 및 제 2 폴리(110,120) 및 이에 결합된 제 1 동조기(140)(즉, 벨트)는 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)를 통해 제 1 및 제 2 링크들(1,2) 둘 다에 연결될 수 있다. 특히, 이들 부품들(110,120,140)은 액추에이터들(10,20)(특히, 제 2 액추에이터(20))와의 연계를 통해 제 1 링크(1)에 대한 제 2 링크(2)의 상대적 운동을 제어할 수 있다. 따라서, 제 1 조절모듈(100)의 부품들(110,120,140)은 제 1 링크(1)에 대한 제 2 링크(2)의 운동을 허용하면서도 상기 제 1 링크(1)에 상기 제 2 링크(2)를 구속할 수 있다. 즉, 이들 부품들(110,120,140)에 의해, 제 2 링크(2)는 제 1 링크(1)에 대한 배향을 유지하면서, 제 1 링크(1)와 동일한 평면내에서 회전할 수 있다. 이러한 이유로, 적어도 제 1 조절모듈의 부품들(110,120,140)은 제 1 실시예와 동일한 기능을 수행하는 제 2 실시예의 제 1 평행사변형 기구(M1)으로서 기능할 수 있다.

[0151] 또한, 제 1 서포터(5)는 팔꿈치를 지지하므로, 안정적 지지를 위해서는 항상 수직한 배향을 유지하는 것이 필요하다. 이러한 이유로, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇도 제 1 실시예와 유사하게 제 1 및 제 2 링크들(1,2) 및 제 1 서포터(5)에 제공되는 제 2 평행사변형 기구(M2)를 포함할 수 있다. 도 9-도 11에 도시된 바와 같이, 제 2 실시예에 따른 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 설치되는 제 2 폴리(120), 제 1 서포터(5)에 연결되는 제 2 링크(2)의 일부에 회전가능하게 설치되는 제 3 폴리(150), 및 제 2 및 제 3 폴리(120,150)에 감기는 벨트(160)를 포함할 수 있다. 일 예로서, 앞서 설명된 바와 같이, 제 2 링크(2)의 제 4 끝단부(2b)가 제 1 서포터(5)에 회전가능하게 연결되므로, 제 3 폴리(150)는 이와 같은 제 4 끝단부(2b)에 소정의 힌지축을 이용하여 회전가능하게 설치될 수 있다. 또한, 일 예로서, 앞서 설명된 바와 같이, 제 3 링크(3)가 제 1 서포터(5) 대신에 제 2 링크(2)(즉, 예를 들어 제 4 끝단부(2b))에 직접적으로 연결되는 경우, 제 3 폴리(150)는 제 3 링크(3)의 제 3 조인트(J3)와 동심상으로 설치될 수 있으며, 회전가능한 설치를 위해 제 3 조인트(J3)와 힌지축 또는 힌지 핀을 공유할 수 있다. 벨트(160)는 제 2 폴리(120) 및 제 3 폴리(150)를 서로 연결하도록 구성되며, 필요한 경우 제 2 폴리(120)대신에 제 2 조인트(J2)에 설치되는 별도의 폴리에 감길 수도 있다.

[0152] 이와 같은 제 2 평행사변형 기구(M2)에서, 제 3 폴리(150) 및 벨트(160)은 앞서 설명된 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 연결하는 제 1 평행사변형 기구(M1:110,120,140)에 제 1 서포터(5)를 연결시킨다. 따라서, 제 1 서포터

(5)는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 구속될 수 있다. 따라서, 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 1 서포터(5)의 배향을 일정하게 유지할 수 있다. 즉, 제 2 평행사변형 기구(M2)는 제 1 서포터(5)의 수직인 방향으로 정렬시키며, 이에 따라 팔꿈치가 이러한 제 1 서포터(5)에 의해 항상 안정적으로 지지될 수 있다. 또한, 제 2 평행사변형 기구(M2: 120,150,160)는 제 1 평행사변형 기구(M1:110,120,140)과 함께 제 1 및 제 2 링크(1,2) 및 제 1 서포터(5)를 하나의 어셈블리로 서로 연결시키고 구속하도록 구성되므로, 제 1 링크(1)에 대한 제 2 링크(2)의 상대적 운동 및 배향유지도 더욱 효과적으로 달성될 수 있다.

[0153] 제 1 실시예와 마찬가지로, 이러한 제 2 실시예에 따른 액추에이터들(10,20) 및 이에 연계된 제 1 조절모듈(100)도 사용자의 의도 및 이에 따른 운동을 적절하게 수행하도록 구성된 상지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 13을 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.

[0154] 먼저, 제 1 실시예의 도 6과 유사하게, 도 13(a)는 상지보조로봇의 중력보상모드를 보여준다. 이러한 중력보상 모드에서, 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 폴리(110,120)의 회전에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)를 선회시켜, 상지보조로봇, 즉 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수직축(y축,S1,S2)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(P1,P3)를 배치시킬 수 있다. 이러한 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)의 위치에 의해, 앞서 도 12(a)를 참조하여 설명된 바와 같이, 액추에이터들(10,20)의 힘(fs)의 방향은 대체적으로 수직축(y축,S1,S2)을 따라(즉, 수직방향으로) 중력방향에 반대되는 방향으로 배향되며, 중력을 제거하는 상쇄힘(fg)으로 작용할 수 있다. 또한, 도 6을 참조하면, 각 조인트들(J1,J2)에 작용하는 힘(fs)은 합력(fe)으로 제 1 서포터(5)를 통해 사용자의 팔꿈치에 작용하며, 그와 같은 합력(fe)이 상쇄힘(fg)로서 작용할 수 있다. 앞서 도 6을 참조하여 설명된 바와 같이, 액추에이터들(10,20)의 힘(fs)은 상지 및 상지보조로봇, 상세하게는 적어도 상완 및 이를 지지하는 제 1 및 제 2 링크(1,2)에 작용하는 중력(g)보다 크게 설정되므로, 이러한 배향에 의해 중력(g)은 완전하게 상쇄되며, 적어도 상지 및 링크들(1,2)에는 어떠한 중력도 작용하지 않는 상태가 된다. 따라서, 사용자는 자신의 힘을 약간만 가해도 상지보조로봇, 정확하게는 링크 어셈블리(1,2)를 이동시킬 수 있으며, 이들에 의해 지지되면서 안정적으로 상지를 운동시킬 수 있다.

[0155] 또한, 제 1 실시예의 도 7과 유사하게, 도 13(b)는 하지보조로봇의 추력모드를 보여준다. 이러한 추력모드에서, 제 1 조절모듈(100)은 폴리(110,120)의 회전에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)를 선회시켜, 점선으로 표시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수직축(y축,S1,S2)에 대해 소정각도(a)를 갖도록 배치할 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2) 각각에서, 변화된 배향을 갖는 힘(fs)은 수직분력(fg) 및 수평분력(ft)을 발생시킨다. 또한, 앞서 제 1 실시예의 도 7을 참조하여 설명된 바와 같이, 조인트들(J1,J2)에 작용하는 힘(fs)은 제 1 서포터(5)를 통해 사용자의 팔꿈치에 합력(fe)로서 작용하며, 이러한 합력(fe)도 마찬가지로 조인트들(J1,J2)에 발생하는 수직분력(fg)의 합력 및 수평분력(ft)의 합력에 각각 해당되는 수직분력(fg) 및 수평분력(ft)을 발생시킨다. 이러한 수직 합력(fg)은 앞서 설명된 바와 같이, 상지 및 상지보조로봇, 정확하게는 상완 및 링크들(1,2)에 작용하는 중력을 완전하게 상쇄할 수 있다. 또한, 수평합력(ft)은 도식된 바와 같이, 전방방향으로 발생 및 배향될 수 있다. 따라서, 이러한 수평합력(ft)에 의해 상지보조로봇, 정확하게는 링크 어셈블리(1,2) 및 이에 연결된 다른 부재 및 장치들이 전방으로 이동되며, 사용자는 이러한 어셈블리(1,2)의 이동에 의해 자신의 힘을 거의 사용하지 않고도 상지를 전방으로 이동시킬 수 있다. 또한, 예를 들어, 도 13(b)에 도시된 바와 같이, 제 1 조절모듈(100)에 의해 선회되어 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)는 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x)상에 수직축(y축)에 대해 90도의 위상각(a)를 갖도록 배치될 수 있다. 이러한 연결부들(P1,P3)의 위치에 의해 각 조인트(J1,J2)에서의 수평분력(ft) (즉, 팔꿈치(제 1 서포터(5))에서의 수평합력(ft))은 최대화될 수 있으며, 보다 용이하게 상지보조로봇에 의해 상지가 전방으로 이동될 수 있다.

[0156] 한편, 앞서 설명된 바와 같이, 도 10-도 13의 제 1 조절모듈(100)은 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)에서의 힘의 작용방향(또는 배향)을 변화시키기 위해 상기 연결부들(P1,P3)의 위치를 변경시키므로, 이러한 위치변경에 의해 제 1 및 제 2 액추에이터들(10,20)의 커넥팅 로드들(12,22)은 운동할 수 있다. 또한, 연결부들(P1,P3)가 서로 다른 위치들에 배치되면, 이러한 위치들에 따라 액추에이터들(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(P1,P3)의 위치들, 즉 상지보조로봇의 모드들에 따라 액추에이터들(10,20)에서 제공되는 힘의 크기들이 약간 서로 달라질 수 있다. 또한, 상지보조로봇의 각 모드에서, 사용자의 의지 및 상태, 환경과 같은 작동조건들에 따라, 상기 상지보조로봇의 보다 원활한 운동을 위해 액추에이터들(10,20)에게 서로 다른 힘들이 요구될 수 있다. 액추에이터(10,20)에서 변화된 힘의 크기를 보상하고 요구되는 힘을 생성하기 위해, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 액추에이터(10,20)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3), 즉 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 작용되는

힘의 크기를 조절하도록 구성될 수 있으며, 이러한 변형예가 관련된 도면들을 참조하면 다음에서 설명된다.

- [0157] 도 14는 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리의 변형예를 나타내는 측면도이며, 도 15는 도 14의 어셈블리를 나타내는 정면도이다. 또한, 도 16은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 증가된 힘의 생성과 관련된 역학모델들을 나타내는 개념도들이다. 끝으로, 도 17은 도 14의 어셈블리의 작동모드들을 나타내는 측면도들이다.
- [0158] 도 14 및 도 15를 참조하면, 제 2 실시예에 따른 상완보조 어셈블리의 변형예도 기본적으로 링크 어셈블리(1,2), 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20) 및 제 1 조절모듈(100)을 포함할 수 있다. 이러한 장치들(1,2,10,20,100)은 기본적으로 앞서 도 10-도 13를 참조하면 설명된 것과 동일한 구성을 가지며 동일한 작동을 수행하므로, 도 10-도 13의 설명들이 이들 장치들(1,2,10,20,100)에 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 대신에, 도 10-도 13의 예와 다른 구성들만이 다음에서 필요한 경우 추가적으로 설명된다.
- [0159] 도 10-도 13의 예와 마찬가지로, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)에 작용되는 힘의 크기를 조절하도록 설계되기 위해서는 하지보조로봇의 역학적 모델이 먼저 검토될 수 있으며, 그와 같은 역학적 모델이 도 16에 도시된다. 보다 상세하게는, 도 16는 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 크기를 변화시키기 위해, 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)에서 발생하는 힘 자체의 크기를 상지보조로봇의 작동상황에 따라 조절하는 역학모델을 보여준다. 도 16에서, 도 16(a) 및 도 16(b)은 도 12(a) 및 도 12(b)에서 설명된 것과 동일한 기본역학모델을 포함한다. 따라서, 도 16의 기본역학모델들에 대한 설정 및 작동에는 추가적인 설명 없이 앞서 도 12과 관련하여 주어진 설명이 적용되며, 도 16에 새롭게 추가된 역학모델에 대한 설명만이 다음에 제공된다.
- [0160] 도 16(a) 및 도 16(b)를 참조하면, 제 1 액추에이터(10)의 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)사이에는 제 1 거리(L1)가 형성되며, 제 2 액추에이터(20)의 제 3 및 제 4 연결부(P3,P4)사이에는 제 2 거리(L2)가 형성된다. 이러한 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 제 1 길이 및 제 2 길이로도 설명될 수 있다. 이러한 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 실제로도 도 10 및 도 11을 참조하여 설명된 바와 같이, 제 1 및 제 2 커넥팅로드(12,22)의 제 1 및 제 2 실린더(11,21)에 대한 상대적 이동량, 즉 제 2 및 제 4 끝단(12b,22b)의 제 1 및 제 2 실린더(11,21)에 대한 변위를 나타낸다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 제 2 및 제 4 끝단들(12b,22b)에 연결된 제 1 및 제 2 스프링(13,23)의 변형량을 결정하며, 이에 따라 제 1 및 제 2 액추에이터(10,20)에서 생성하는 힘의 크기도 결정할 수 있다. 만일 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 새로운 제 1 및 제 2 거리(L1',L2')로 변경되면, 변경된 길이만큼 제 1 및 제 2 액추에이터들(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 변화된다. 더 나아가, 제 1 및 제 2 스프링(12,22)의 변화된 변형량에 따라 액추에이터들(10,20)의 힘(f_s) 크기도 새로운 크기의 힘($f_{s'}$)으로 변경될 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 변경되면, 이러한 거리변화에 의해 액추에이터(10,20)에서 발생하는 힘의 크기가 변경되며, 이에 따라 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3) 및 이들을 통해 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 가해지는 힘의 크기가 변경될 수 있다.
- [0161] 일 예로서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)는 도 16(a) 및 도 16(b)에 도시된 바와 같이, 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)를 새로운 위치(P2',P4')에 배치되도록 이동시킴으로써 변경될 수 있다. 보다 상세하게는, 이와 같은 이동 및 위치변경을 위해, 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)은 제 1 및 제 2 링크들(1,2)의 몸체를 따라(즉, 이의 길이방향을 따라) 이동될 수 있다. 이러한 이동 및 위치변경은 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)가 소정위치에 배치 또는 정지된 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)에 대해 상대적으로 이동되거나 다른 위치로 배치되게 할 수 있다. 다른 한편, 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)는 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3) 대신에 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)에 대해 상대적으로 이동되어 변경된 위치로 배치된다고 설명될 수도 있다.
- [0162] 이와 같이, 거리(L1,L2)의 변화에 의해 스프링(13,23)의 변형량이 변화되면, 액추에이터들(10,20)의 힘이 새로운 크기를 갖는 힘($f_{s'}$)로 변화될 수 있다. 일 예로서, 새로운 힘($f_{s'}$)는 증가된 크기를 가질 수 있다. 이러한 경우, 도 16(a)에 도시된 바와 같이, 중력방향에 대항되는 방향으로 작용하는 상쇄힘(f_g)도 증가될 수 있으며, 사용자의 상지 및 상지보조로봇(적어도, 상완 및 제 1 및 제 2 링크(1,2))에 작용하는 중력(g)를 보다 완전하게 상쇄할 수 있다. 또한, 도 16(b)에 도시된 바와 같이, 액추에이터들(10,20)의 증가된 힘($f_{s'}$)에 의해, 이의 분력들인 수직분력($f_{g'}$) 및 수평분력($f_{t'}$), 즉 상쇄력 및 추력도 증가되어 상지보조로봇의 적절한 작동에 요구되는 힘의 변화에 적절하게 대응할 수 있다.
- [0163] 또한, 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)가 제 1 및 제 2 링크(1,2)상에 서로 다른 위치들로 이동하면, 거리(L1,L2)도

서로 다른 값을 변경되며, 액추에이터들(10,20)도 서로 다른 크기들의 힘을 제공할 수 있다. 예를 들어, 상지보조로봇의 작동조건에 부합하는 거리(L1,L2)의 조절(예를 들어, 실시간적 조절)에 의해 액추에이터(10,20)의 힘은 실시간적으로 증가되거나 감소될 수 있으며, 이에 따라 상지보조로봇의 작동은 보다 원활하고 안정적으로 수행될 수 있다.

[0164] 이와 같은 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)의 변경은 다양한 메커니즘들에 의해 수행될 수 있으며, 일 예로서 본 발명의 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 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 이용하며, 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(P2,P4)를 이동시킬 수 있으며, 이에 따라 의도된 기능을 수행하면서도 상지보조장치의 구조를 가볍고 컴팩트하게 만들 수 있다. 이러한 제 2 조절모듈(200)이 다 음에서 도 14-도 16를 다시 참조하여 상세하게 설명된다.

[0165] 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)사이 에 배치될 수 있으며, 다른 한편으로, 제 1 조인트(J1)의 힌지 핀의 축방향으로 제 1 폴리(110)의 바깥쪽에도 배치될 수 있다.

[0166] 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 소정길 이로 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(P2), 즉 제 1 힌지축(14)와 접촉하거나 맞물리어(engage) 제 2 연결부(P2)를 이동시키는 역할을 수행할 수 있다. 또한, 제 1 베이스(211)는 도 15에 도시된 바와 같이, 제 1 힌지축(14)으로부터 이격될 수 있다. 그러나, 도 14에 도시된 바와 같이, 제 1 베이스(211)은 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 브래킷 또는 플랜지를 포함할 수 있다. 따라서, 힌지축(14)에 캠(210)에 의해 외력이 작용하면, 힌지축(14)는 홈(1c)에 의해 안내되면서 안정적으로 상기 홈(1c)을 따라 이동할 수 있다.

[0167] 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)사이 에 배치될 수 있으며, 다른 한편으로, 제 2 조인트(J2)의 축방향으로 제 2 폴리(120)의 바깥쪽에도 배치될 수 있다.

[0168] 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 소정길 이로 연장되며, 상기 몸체로부터 반경방향으로 연장될 수 있다. 따라서, 제 2 캠(220), 정확하게는, 제 2 확장부(222)는 후술되는 바와 같이 선택적으로 제 4 연결부(P4), 즉 제 2 힌지축(24)와 접촉하거나 맞물리어(engage) 제 4 연결부(P4)를 이동시키는 역할을 수행할 수 있다. 또한, 제 2 베이스(221)는 도 15에 도시된 바와 같이, 제 2 힌지축(24)으로부터 이격될 수 있다. 그러나, 도 14에 도시된 바와 같이, 제 2 베이스(221)은 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)은 홈(2c)에 의해 안 내되면서 안정적으로 상기 홈(2c)을 따라 이동할 수 있다.

[0169] 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 10-도 13를 참조하여 설명된 제 1 구동기(130) 및 이의 구성요소들(131,132,133)과 실질적으로 동일하게 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 도 10-도 13의 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.

[0170] 한편, 앞서 제 1 조절모듈(100)의 제 1 동조기(140)과 관련하여 설명된 바와 같이, 안정적인 상지보조로봇의 운동, 즉 제 1,2 링크(1,2)의 운동을 위해서는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 가해지는 힘의 크기변화는 동시에 수행될 필요가 있다. 또한, 도 16을 참조하여 설명된 같이, 액츄에이터들(10,20)의 힘의 크기변화는 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)의 변화에 의해 결정되며, 이러한 거리변화는 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)의 이동거리에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 제 2 조절모듈(200)은 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성되는 제 2 동조기(synchronizer)(240)를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 확장부(212,222)가 연결부들(P2,P4)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(140)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)을 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 1 캠(210)이 회전되면, 동시에 제 2 캠(220)도 회전시킬 수 있다. 또한, 이러한 제 1 및 제 2 캠(210,220)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(P2,P4)와 맞물리면서 이들 연결부들(P2,P4)(즉, 제 1 및 제 2 힌지축들(14,24))를 제 1 및 제 2 링크(1,2)를 따라 동일한 거리로 이동시킬 수 있다. 따라서, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)의 동일한 거리변화가 동시에 발생되며, 이에 따라 동일한 스프링(13,23)의 변화량에 의해 액츄에이터(10,20)에서 가해지는 힘도 동일한 크기로 동시에 변화될 수 있다. 상술된 제 2 동조기(240)를 포함함으로써, 제 2 조절모듈(200)은 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성될 수 있다.

[0171] 이와 같은 제 2 조절모듈(200)에서, 제 2 구동기(230)가 제 1 및 제 2 캠(210,220)을 동시에 같은 방향으로 같은 각도로 회전시키면, 확장부(212,222)가 제 1 및 제 2 힌지축(14,24)(즉, 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4))와 맞물리며, 이들에 힘을 가하게 된다. 따라서, 제 1 및 제 2 힌지축(14,24)은 홈들(1c,2c)를 따라 동일거리로 이동하게 되며, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)가 변화될 수 있다. 따라서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈은 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)들을 길이방향으로 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)(즉, 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3))에 대향되는 제 1 및 제 2 링크(1,2)의 끝단을 향해 밀도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제 1 액츄에이터(10)의 경우, 제 1 연결부(P1)는 커넥팅 로드(12)의 일부를 형성하며 제 2 연결부(P2)는 힌지축(14) 및 이에 결합된 실린더(11)의 일부에 해당하므로, 제 1 및 제 2 연결부(P1,P2)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, 도 16에 도시된 바와 같이, 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 힘(f_s')을 제 1 연결부(P1), 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(P3), 즉 제 2 조인트(J2)에 가하게 된다. 따라서, 제 2 조절모듈(200)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 발생하는 힘 자체를 변화시켜 제 1 및 제 3 연결부(P1,P2)(즉, 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2))에 가해지는 힘의 크기를 변경하도록 구성될 수 있으며, 변화되는 작동조건에 따라 요구되는 힘의 변화에 적절하게 대응함으로써 상지보조로봇의 작동도 안정적으로 수행될 수 있다.

[0172] 한편, 도 14-도 17에 따른 상완보조 어셈블리의 변형예에서도, 도 10-도 13의 예와 동일하게 제 1 조절모듈

(100)의 부품들(110,120,140)이 제 1 링크(1)에 대한 제 2 링크(2)의 상대적 운동 및 배향을 위해 제 1 평행사변형 기구(M1)로 기능할 수 있다. 또한, 이러한 제 1 조절모듈(100)의 부품들(110,120,140)와 유사한 구성을 갖는 제 2 조절모듈(100)의 부품들(210,220,240)도 그와 같은 제 1 평행사변형 기구(M1)으로 기능할 수 있다.

[0173] 또한, 제 1 서포터(5)의 수직한 배향을 위해, 상완보조 어셈블리의 변형에도 제 2 평행사변형 기구(M2)를 형성하기 위해 동일하게 제 3 폴리(150) 및 벨트(160)을 더 포함할 수 있다. 도 15에 도시된 바와 같이, 벨트(160)가 제 2 캠(220)에 감겨있으나, 동일한 기능을 수행하도록 제 2 폴리(120)에 감길 수도 있다. 이러한 제 3 폴리(150) 및 벨트(160)의 구성은 도 10-도 13을 참조하여 상세하게 설명되었으므로, 그와 같이 설명이 그대로 적용되며 추가적인 설명은 생략된다.

[0174] 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서, 이러한 제 2 조절모듈(200)은 제 1 조절모듈(100)과 연계하여 상지보조로봇의 다양한 모드들을 구현할 수 있다. 이러한 모드들이 도 17을 참조하여 다음에서 상세하게 설명된다.

[0175] 먼저, 도 17(a)는 상지보조로봇의 중력보상모드를 보여준다. 이러한 도 17(a)에 따른 중력보상모드에서의 제 1 조절모듈(100)의 작동은 앞서 도 13(a)를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 이러한 중력보상모드에서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 캠(210,220)에 의해 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)를 이동시켜, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 액츄에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 새로운 크기, 즉 증가된 힘(f_s')을 발생시킬 수 있다. 제 1 조절모듈(100)에 의해 액츄에이터들(10,20)의 힘의 방향은 중력보상모드에서 수직축(y 축,S1,S2)을 따라 중력에 반대되는 방향으로 사전에 설정되므로, 제 2 조절모듈(200)에 의해 발생하는 증가된 힘(f_s')도 마찬가지로 중력에 반대되는 방향으로 작용하는 상쇄힘(f_g)이 될 수 있다. 도 6을 참조하여 설명된 바와 같이, 각 조인트들(J1,J2)에 작용하는 힘(f_s')은 합력(f_e)으로 사용자의 팔꿈치에 작용하며, 그와 같은 합력(f_e)이 상쇄힘(f_g)로서 작용할 수 있다. 이러한 이유로, 추가적인 하중 및 이에 의한 추가적인 중력(g)이 상지보조로봇에 작용되는 경우에도, 제 2 조절모듈(200)에 의해 액츄에이터들(10,20)에서 발생하는 추가적인 힘에 의해 상지보조로봇을 의도된 바와 같이 무중력상태로 만들 수 있다.

[0176] 또한, 도 17(b)은 상지보조로봇의 추력모드를 보여준다. 이러한 추력 모드에서의 제 1 조절모듈(100)의 작동은 앞서 도 13(b)를 참조하여 설명한 것과 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 다음에서 생략된다. 한편, 이러한 추력 모드에서, 도시된 바와 같이, 제 2 조절모듈(100)은 제 1 및 제 2 캠(210,220)에 의해 제 2 및 제 4 연결부(P2,P4)를 이동시켜, 제 1 및 제 2 거리(L1,L2)를 변경할 수 있다. 액츄에이터(10,20)는 변경된 거리들(L1,L2) 및 이에 따른 스프링들(13,23)의 추가적인 변형에 의해 추가적인 힘(f_s')을 발생시킬 수 있다. 점선으로 표시된 바와 가같이, 제 1 조절모듈(100)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)는 수직축(y 축,S1,S2)에 대해 소정각도(α)로 선회되므로, 증가된 힘(f_s')은 각각의 조인트(J1,J2)에 소정각도(α)로 배향되면서 작용하며, 증가된 수평분력(f_t') 및 수직분력(f_g')을 발생시킨다. 도 17(b)에서 이러한 증가된 힘(f_s') 및 분력(f_t' , f_g')은 제 1 조인트(J1)에 대해서만 도시되나, 동일한 힘 및 분력(f_s' , f_t' , f_g')이 도 13(b)에서 도시된 바와 같이, 제 2 조인트(J2)에 대해서도 발생된다. 도 8을 참조하여 설명된 바와 같이, 조인트들(J1,J2)에 작용하는 증가된 힘(f_s')은 사용자의 팔꿈치에 증가된 합력(f_e')로서 작용하며, 증가된 합력(f_e')은 같은 이유로 증가된 수직합력(f_g') 및 수평합력(f_t')을 발생시킨다. 이러한 이유로, 사용자는 이러한 추가적인 힘을 이용하여 작동조건이 변경되는 경우에도 상지보조로봇을 이용하여 상지를 원활하게 이동시킬 수 있다. 또한, 예를 들어, 도 17(b)에 도시된 바와 같이, 제 1 조절모듈(100)에 의해 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3)가 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)의 수평축(x)상에 배치되면, 도 13(b)를 참조하여 설명된 바와 같이, 각 조인트(J1,J2)에서의 수평분력(f_t')(즉, 팔꿈치(제 1 서포터(5))에서의 수평합력(f_t'))은 최대화될 수 있다. 이러한 경우에도, 제 2 조절모듈(200)에 의해 증가된 거리(L1,L2) 및 증가된 힘(f_s')에 의해 그와 같은 수평합력(f_t')은 더욱 강화될 수 있으며, 상지의 전방 이동에 더 많은 힘이 가해질 수 있다.

[0177] 한편, 앞서 설명된 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)은 액츄에이터(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 함께 수행될 수 있다. 이러한 이유로, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇의 상완보조 어셈블리는 통합된 단일 조절 메커니즘을 포함하도록 구성될 수 있으며, 이러한 변형예가 관련된 도면들을 참조하여 다음에서 설명된다.

[0178] 도 18은 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇에서 상완을 보조하는 어셈블리의 추가 변형예를 나타내는 측면도이며, 도 19는 도 18의 어셈블리를 나타내는 정면도이다.

- [0179] 도 18 및 도 19를 참조하면, 상완보조어셈블리의 추가 변형예도 기본적으로 링크 어셈블리(1,2), 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)을 포함할 수 있다. 이러한 장치들(1,2,10,20)은 기본적으로 앞서 도 10-도 17를 참조하면 설명된 것과 동일한 구성을 가지며 동일한 작동을 수행하므로, 도 10-도 17의 설명들이 이들 장치들(1,2,10,20)에 적용되며 추가적인 설명은 다음에서 생략된다. 대신에, 도 10-도 17의 예들과 다른 구성들만이 다음에서 필요한 경우 추가적으로 설명된다.
- [0180] 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, 상지보조로봇에 제공될 수 있다. 이와 같은 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)의 기능들을 수행하면서도 상지보조로봇의 구조를 보다 가볍고 컴팩트하게 만들수 있다. 이러한 제 3 조절모듈(300)이 다음에서 도 18 및 도 19를 참조하여 상세하게 설명된다.
- [0181] 먼저, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 조인트(J1)에 회전가능하게 설치되는 제 1 로터(rotor)(310)을 포함할 수 있다. 이러한 제 1 로터(310)의 기본적인 구성 및 기능은 앞서 도 10-도 13에 설명된 제 1 폴리(110)와 동일하므로, 이에 대한 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 14-도 17에서 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(P1)의 위치가 제 1 액츄에이터(10)에서 주어지는 힘의 방향을 결정하므로, 힘의 크기도 힘의 방향과 함께 조절될 수 있도록 제 2 연결부(P2)을 이동시키는 제 1 돌출부(312)는 도시된 바와 같이, 제 1 연결부(P1)에 인접하게 상기 제 1 로터(310)에 배치될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 1 돌출부(312)는 적어도 제 1 연결부(P1)가 배치되는 제 1 로터(310)의 몸체의 외주부 일부에 걸쳐 제공될 수 있다.
- [0182] 또한, 제 3 조절모듈(300)은 제 2 조인트(J2)에 회전가능하게 설치되는 제 2 로터(rotor)(320)을 포함할 수 있다. 이러한 제 2 로터(320)의 기본적인 구성 및 기능은 앞서 도 10-도 13에 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 14-도 17에서 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(P3)의 위치가 제 2 액츄에이터(20)에서 주어지는 힘의 방향을 결정하므로, 힘의 크기도 힘의 방향과 함께 조절될 수 있도록 제 4 연결부(P4)을 이동시키는 제 2 돌출부(322)는 도시된 바와 같이, 제 3 연결부(P3)에 인접하게 상기 제 2 로터(320)에 배치될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 2 돌출부(322)는 적어도 제 3 연결부(P3)가 배치되는 제 2 로터(320)의 몸체의 외주부 일부에 걸쳐 제공될 수 있다.
- [0183] 또한, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 2 로터(310,320)을 회전시키도록 구성되는 제 3 구동기(driver)(330)를 포함할 수 있다. 이러한 제 3 구동기(330)는 앞서 도 10-도 13를 참조하여 설명된 제 1 구동기(130) 및 도 14-도 17을 참조하여 설명된 제 2 구동기(230)와 실질적으로 동일하게 구성될 수 있다. 따라서, 이들 제 1 및 제 2 구동기(130,230)의 설명이 그대로 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.
- [0184] 또한, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 3 연결부(P1,P3) 뿐만 아니라 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)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.
- [0185] 한편, 도 18-도 19에 따른 상완보조 어셈블리의 추가 변형예에서도, 도 10-도 17의 예들과 유사하게 제 3 조절모듈(300)의 부품들(310,320,340)이 제 1 평행사변형 기구(M1)으로 기능할 수 있다. 또한, 제 1 서포터(5)의 수직한 배향을 위해, 상완보조 어셈블리의 추가 변형예도 제 2 평행사변형 기구(M2)를 형성하기 위해 동일하게 제 3 폴리(150) 및 벨트(160)를 더 포함할 수 있다. 도 19에 도시된 바와 같이, 제 2 평행사변형 구조(M2)를 형성하도록 벨트(160)는 제 2 로터(320) 및 제 3 폴리(150)에 감길 수 있다. 이러한 제 3 폴리(150) 및 벨트(160)의 구성은 도 10-도 13을 참조하여 상세하게 설명되었으므로, 그와 같이 설명이 그대로 적용되며 추가적인 설명

은 생략된다.

[0186] 이와 같은 제 3 조절모듈(300)은 앞서 설명된 구성에 의해 제 3 구동기(330) 및 제 3 동조기(340)를 이용하여 제 1 및 제 2 로터(310,320)를 동시에 동일방향 및 동일각도로 회전시킬 수 있다. 따라서, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)을 동시에 동일방향으로 동일한 거리만큼 이동시키며, 상기 제 2 및 제 4 연결부들을 동시에 동일한 거리만큼 이동시키도록 구성될 수 있다. 보다 상세하게는, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)을 수직축(y축,S1,S2)로부터 소정거리로 읍셋시키거나 이격시키도록 제 1 및 제 2 조인트(J1,J2)주위로 소정각도로 이들 연결부들(P1,P3)을 선회시키며, 동시에 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)을 제 1 및 제 2 링크들(1,2)의 길이방향으로 이동시키도록 구성될 수 있다. 또한, 제 3 조절모듈(300)은 이러한 제 1 및 제 3 연결부들(P1,P3)의 선회 및 제 2 및 제 4 연결부들(P2,P4)의 선형 이동에 의해, 제 1 제 3 연결부들(P1,P3)의 수직축(y축,S1,S2)에 대한 상대적 위치들을 변경하며, 동시에 제 1 및 제 2 거리들(L1,L2)를 변경하도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 이와 같은 일련의 작동에 의해, 제 3 조절모듈(300)은 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)에서 발생하는 힘의 방향 및 크기를 동시에 변경할 수 있다. 이와 같은 제 3 조절모듈(300)의 작동들을 앞서 도 10-도 17의 제 1 및 제 2 조절모듈(100,200)의 작동들을 통해 이미 상세하게 설명되었으므로, 그와 같은 설명이 동일하게 제 3 조절모듈(300)에 적용되며 추가적인 설명은 생략된다.

[0187] 한편, 제 1 실시예와 마찬가지로, 사용자의 상지를 보다 원활하게 운동시키기 위해, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇도 도 9에 도시된 바와 같이, 전완의 운동을 보조하도록 구성되는 제 3 액츄에이터(30)를 더 포함할 수 있다.

[0188] 앞서 설명된 바와 같이, 상지보조로봇에서 제 3 링크(3)가 전완을 지지하며 이의 운동을 보조하도록 구성되므로, 제 3 액츄에이터(30)는 상기 제 3 링크(3)에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 또한, 제 3 링크(3)의 운동은 제 3 조인트(J3)에 대한 제 3 링크(3)의 상대적 회전에 의해 달성된다. 이러한 이유로, 제 3 링크(3)의 운동 및 이를 통한 전완의 운동보조를 위해, 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 조인트(J3)에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 제 1 실시예의 도 6-도 8 및 제 2 실시예의 도 9에 도시된 바와 같이, 제 3 액츄에이터(30)에 의해 제 3 조인트(J3)에 가해지는 힘은 제 3 링크(3)를 통해(추가적으로, 제 2 서포터(6)를 통해) 상지의 손목에 최종적으로 작용하게 된다.

[0189] 전동 메커니즘을 갖는 통상적인 액츄에이터 대신에, 제 3 액츄에이터(30)도 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 유사하게 기계요소에서 발생하는 기계적 힘, 즉 탄성부재의 변형 및 복원에 의해 발생하는 탄성력을 제 3 링크(3)에 제공하도록 구성될 수 있다. 기계적 힘을 적절하게 발생시켜 제 3 조인트(J3)에 제공하도록, 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 조인트(J3)에 연결되는 제 5 연결부(coupler)(P5)를 포함할 수 있다. 또한, 기계요소(즉, 탄성부재)의 변형 및 복원을 위한 지지를 제공하기 위해, 제 3 액츄에이터(30)는 제 5 연결부(P5)으로부터 이격되는 다른 부재 또는 장치, 즉 제 3 링크(5)에 연결되는 제 6 연결부(P6)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는, 제 5 연결부(P5)는 제 3 조인트(J3)에 직접적으로 결합되는 대신에, 후술되는 바와 같이 제 3 조인트(J3)에 제공되는 중간 부재(예를 들어, 보조조절모듈(400)의 제 1 보조폴리(410))에 결합됨으로써 상기 제 3 조인트(J3)에 연결될 수 있다. 제 3 액츄에이터(30)는 후술되는 바와 같이, 먼저 제 5 연결부(P5)에 발생된 힘을 직접적으로 가하며, 이에 따라 가해진 힘이 다시 제 3 조인트(J3)에 전달될 수 있다. 또한, 제 3 액츄에이터(30)은 후술되는 바와 같이 의도된 기능, 즉 힘의 발생과 힘의 방향 및 크기의 변화를 위해서는 제 3 링크(3)에 대해 상대적으로 운동하도록 구성될 필요가 있다. 이러한 이유로, 제 5 연결부(P5)는 제 3 조인트(J3)에 회전가능하게 연결되며, 제 6 연결부(P6)는 제 3 링크(3)에 회전가능하게 연결될 수 있다.

[0190] 이와 같은 기본적 구성에 추가적으로, 제 3 액츄에이터(30)는 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 동일하게 기계적 힘을 이용하도록 구성되므로, 상기 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)와 유사한 세부적 구성을 포함할 수 있다. 일 예로서, 제 3 액츄에이터(30)는 제 3 실린더(31), 제 3 커넥팅로드(32), 제 3 스프링(33) 및 제 3 힌지축(34)를 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)과 유사하게, 제 3 커넥팅 로드(32)는 제 3 조인트(J3)에 회전가능하게 연결되는 제 5 끝단(32a) 및 제 3 스프링(33)에 결합되는 제 6 끝단(32b)를 포함하며, 상기 제 5 끝단(32a)이 제 3 액츄에이터(30)의 제 5 연결부(P5)를 형성할 수 있다. 또한, 제 3 힌지축(34)가 제 3 액츄에이터(30)의 제 6 연결부(P6)를 형성할 수 있다. 이러한 제 3 액츄에이터(30)의 부품들(31-34) 및 관련된 제 3 링크(3)의 세부적인 구성들은 제 1 및 제 2 액츄에이터들의 해당 부품들(11-14,21-24) 및 제 1,2 링크들(1,2)의 세부적인 구성들과 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 10-도 13을 참조하여 제공된 해당 부품들(11-14,21-24) 및 제 1,2 링크들(1,2)의 설명들이 제 3 액츄에이터(30)의 부품들(31-34) 및 제 3 링크(3)에도 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.

- [0191] 또한, 도 12를 통해 설명된 힘의 방향변화를 달성하기 위해, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 보조조절모듈(400)을 더 포함할 수 있다. 이러한 보조조절모듈(400)은 앞서 설명된 제 1 조절모듈(100)과 유사한 세부구성을 가질 수 있다. 보다 상세하게는, 보조조절모듈(400)은 제 1 보조폴리(410) 및 제 1 보조폴리(410)을 회전시키도록 구성되는 보조구동기(430)를 포함할 수 있다. 보조 구동기(430)는 동력장치(431), 동력장치(431)에 결합되는 구동폴리(432), 그리고 구동폴리(432)와 제 1 보조폴리(410)를 연결하는 구동벨트(433)를 포함할 수 있다. 이러한 보조조절모듈(400)의 제 1 보조폴리(410) 및 보조구동기(430:431-433)는 제 1 조절모듈(100)의 제 1 폴리(110) 및 제 1 구동기(130:131-133)와 실질적으로 동일하다. 따라서, 도 10-도 13을 참조하여 제공된 해당 부품들(110,130)의 설명들이 보조조절모듈(400)의 부품들(410,430)에도 적용되며, 추가적인 설명은 다음에서 생략된다.
- [0192] 또한, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇도 손목의 안정적 지지를 위해, 제 1 실시예와 유사하게 제 2 서포터(6)의 수직한 배향을 유지하도록 구성되는 제 3 평행사변형 기구(M3)를 포함할 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 제 2 실시예에 따른 제 3 평행사변형 기구(M2)는 제 1 보조폴리(410), 제 2 서포터(6)/제 3 링크(3)에 회전 가능하게 연결되는 제 2 보조폴리(420), 그리고 이들 제 1 및 제 2 보조폴리(410,420)에 감지는 벨트(440)을 포함할 수 있다. 이와 같은 제 3 평행사변형 기구(M2)에서, 제 1 및 제 2 보조폴리와 벨트(410,420,440)는 제 1 및 제 2 서포터들(5,6)를 가로지르면서 이들을 서로 연결시킨다. 따라서, 제 1 및 제 2 서포터(5,6)는 서로 구속되며, 일정한 배향을 유지하는 제 1 서포터(5)로 인해 제 2 서포터(6)의 배향도 일정하게 유지할 수 있다.
- [0193] 이와 같은 보조조절모듈(400)은 도 9에 도시된 바와 같이, 제 1 보조폴리(410)를 회전시켜 제 3 액츄에이터(30)의 제 5 연결부(P5)를 수직축(S')상에 배치시킬 수 있다. 이러한 경우, 실선으로 표시된 바와 같이, 제 3 액츄에이터(30)의 힘(f_s)는 제 3 조인트(J3)에 상기 수직축(S')을 따라 중력에 대항되는 방향으로 작용하며, 제 3 링크(3) 및 제 2 서포터(6)를 통해 상지의 손목에 최종적으로 상쇄력(f_w)로서 작용할 수 있다. 또한, 보조조절모듈(400)이 제 5 연결부(P5)를 수직축(S')로부터 이격되게 배치시키는 경우, 도 13(b)에서도 설명된 바와 같이, 제 3 액츄에이터(30)의 힘(f_s)는 제 3 조인트(J3)에 수직축(S')에 소정각도로 배향되면서 작용하며, 도 9에 점선으로 표시된 바와 같이 제 3 링크(3) 및 제 2 서포터(6)를 통해 손목에 최종적으로 동일한 배향의 힘(f_w)로서 작용할 수 있다. 마찬가지로 점선으로 표시된 바와 같이, 이러한 힘(f_w)는 상기, 상세하게는 전완을 이동시키는 주력으로 작용하는 수평분력(f_t)와 중력을 상쇄하는 수직분력(f_g)을 발생시킬 수 있다. 이와 같은 보조조절모듈(400)에 의한 힘의 방향변화 및 이의 결과는 앞서 도 10-도 13을 참조하여 상세하게 설명된 것과 동일하며, 이에 따라 그와 같은 설명이 보조조절모듈(400)에도 그대로 적용된다.
- [0194] 또한, 보조조절모듈(400)에 추가적으로, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 제 3 액츄에이터(30)의 힘의 크기를 변경하도록 구성되는 추가적인 제 2 조절모듈(200)을 더 포함할 수 있다. 이러한 제 2 조절모듈(200)은 제 3 액츄에이터(30)의 힘의 크기만을 조절하므로, 앞서 설명된 부품들중, 제 3 조인트(J3)에 회전가능하게 설치되는 제 1 캠(210) 및 이를 구동하는 제 2 구동기(230)만을 포함할 수 있다. 앞서 도 14-도 17에서 설명된 것과 유사하게, 제 3 액츄에이터(30), 특히 이의 제 3 힌지축(34) 및 제 3 링크(3)도 이러한 제 3 액츄에이터(30)를 위한 제 2 조절모듈(200)과 연동하도록 추가적으로 변형될 수 있다. 이와 같은 제 2 조절모듈(200)과 관련부품들의 세부적인 구성 및 작동은 앞서 도 14-도 17을 참조하여 상세하게 설명된 것과 동일하며, 이에 따라 그와 같은 설명이 실질적인 변경없이 적용된다.
- [0195] 더 나아가, 이러한 보조조절모듈(400) 및 제 2 조절모듈(200)은 힘의 방향 및 크기를 동시에 변화시키도록 구성되는 제 3 조절모듈(300)로 대체될 수 있다. 즉, 제 2 실시예에 따른 상지보조로봇은 보조조절모듈(400) 및 제 2 조절모듈(200)을 대신에, 제 3 액츄에이터(300)의 힘의 크기 및 방향 둘 다를 조절하도록 구성되는 제 3 조절모듈(300)을 더 포함할 수 있다. 이러한 제 3 조절모듈(300)은 제 3 액츄에이터(30)의 힘만을 조작하므로, 앞서 설명된 부품들중, 제 3 조인트(J3)에 회전가능하게 설치되는 제 1 로터(310) 및 제 1 로터(310)을 회전시키는 제 3 구동기(330)만을 포함할 수 있다. 앞서 도 18 및 도 19에서 설명된 것과 유사하게, 제 3 액츄에이터(30), 특히 이의 제 3 힌지축(34) 및 제 3 링크(3)도 이러한 제 3 액츄에이터(30)를 위한 제 3 조절모듈(300)과 연동하도록 추가적으로 변형될 수 있다. 이와 같은 제 3 조절모듈(300)과 관련부품들의 세부적인 구성 및 작동은 앞서 도 18-도 19을 참조하여 상세하게 설명된 것과 동일하며, 이에 따라 그와 같은 설명이 실질적인 변경없이 적용된다.
- [0196] 한편, 도 20에 도시된 바와 같이, 앞서 도 9를 참조하여 설명된 제 2 실시예의 보조조절모듈(400) 및 제 3 액츄에이터(30)는 동일하게 제 1 실시예에도 적용될 수 있다. 즉, 제 2 실시예의 보조조절모듈(400) 및 제 3 액츄에이터(30)가 제 1 실시예의 새시(1-6, M1-M3)에 제 1 실시예의 제 1 및 제 2 액츄에이터(10,20)/조절모듈(1000)과 함께 적용될 수 있다. 또한, 앞서 설명된 바와 같이, 보조조절모듈(400)에 추가적으로 제 2 실시예의 제 3

액츄에이터(30)용 제 2 조절모듈(200)이 더 적용될 수 있으며, 보조조절모듈(400) 및 제 2 조절모듈(200)을 대신하여, 제 2 실시예의 제 3 조절모듈(300)만이 적용될 수 있다. 이러한 경우, 제 1 실시예의 상지보조로봇은 제 7 바부재(b7)을 이용하는 제 3 평행사변형 기구(M3)를 이미 포함하므로, 제 2 실시예의 제 3 평행사변형 기구(M3)인 제 2 보조폴리(420) 및 벨트(440)는 적용되지 않는다. 이와 같은 제 2 실시예의 제 3 액츄에이터(30) 및 관련조절모듈(200,300,400)의 적용에 의해 제 1 실시예에서도 손목에서의 중력상쇄 및 추력발생을 위한 힘의 방향 및 크기 변화가 효과적으로 수행될 수 있다.

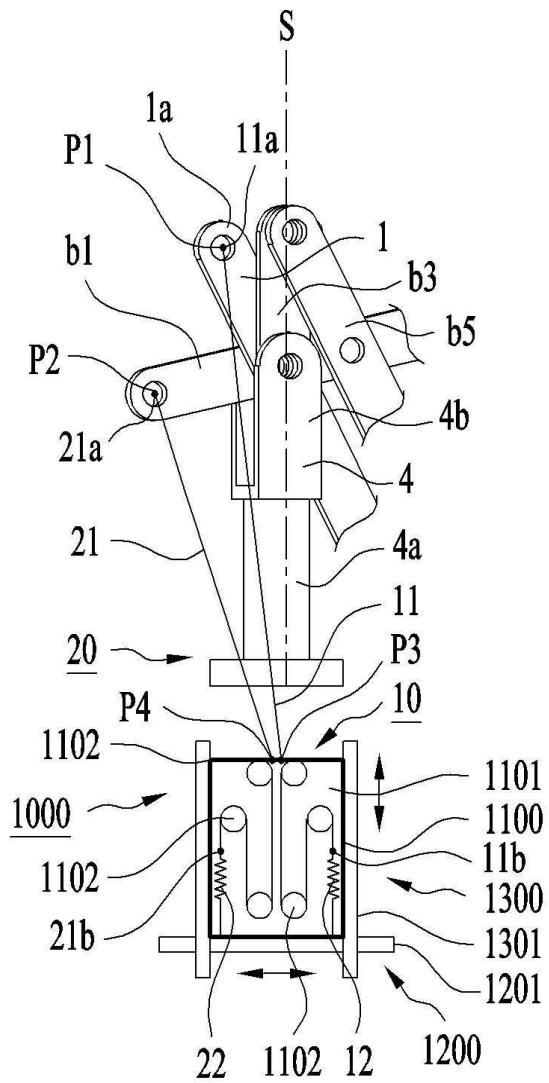
[0197] 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 안되며 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

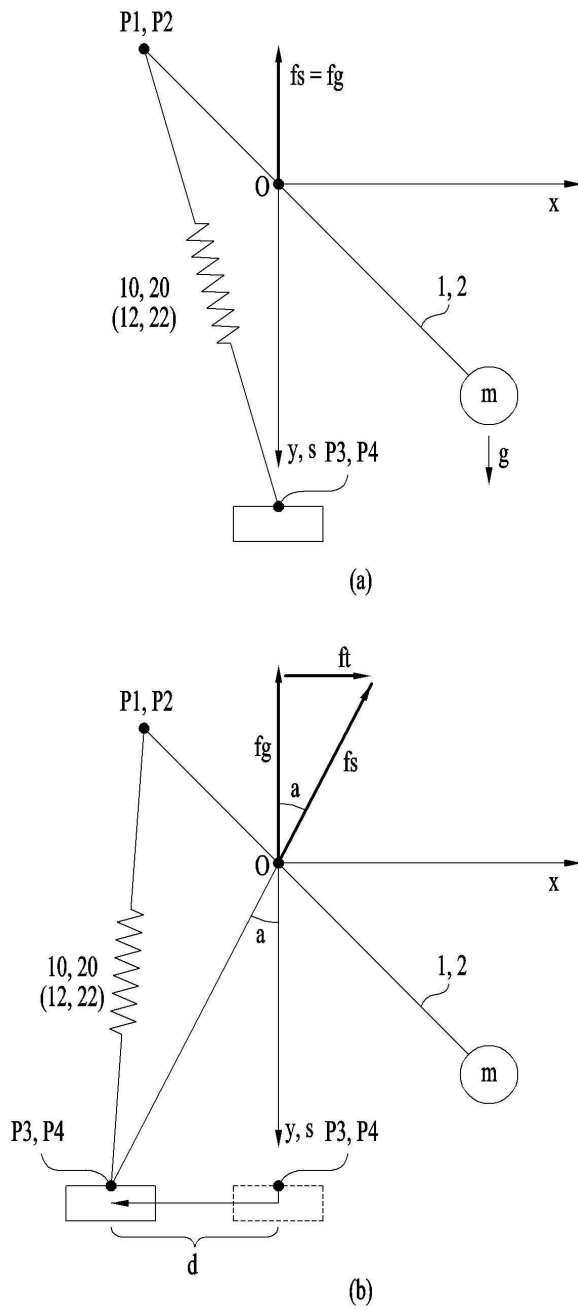
[0198]

1: 제 1 링크 2: 제 2 링크
 3: 제 3 링크 4: 마운트
 5: 제 1 서포터 6: 제 2 서포터
 10: 제 1 액츄에이터 20: 제 2 액츄에이터
 30: 제 3 액츄에이터 100: 제 1 조절모듈
 200: 제 2 조절모듈 300: 제 3 조절모듈
 400: 보조조절모듈 1000: 조절모듈

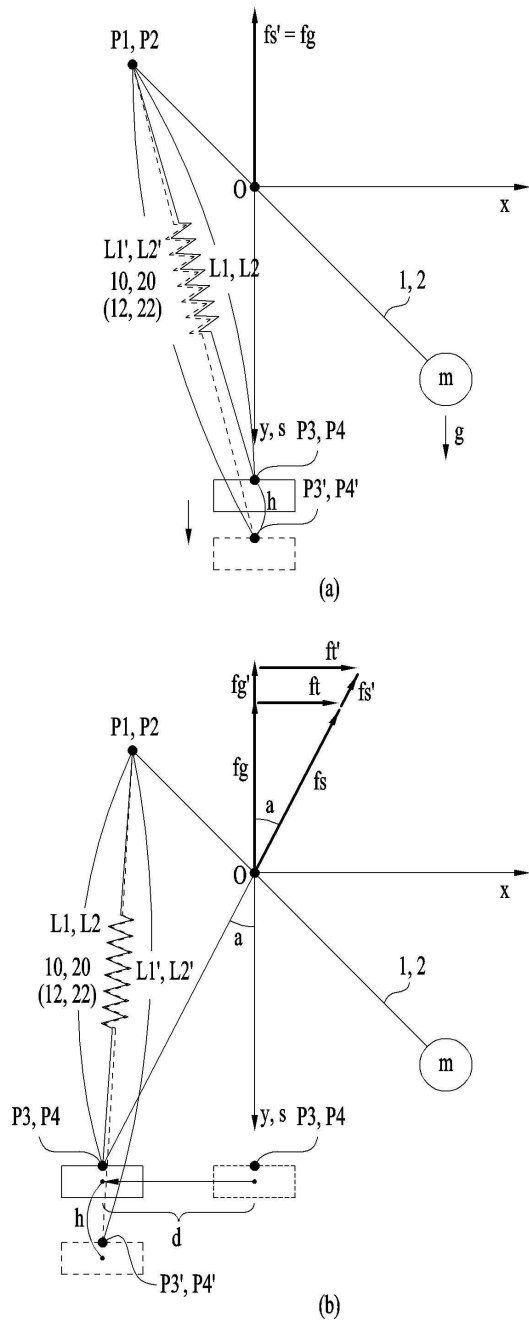
도면2



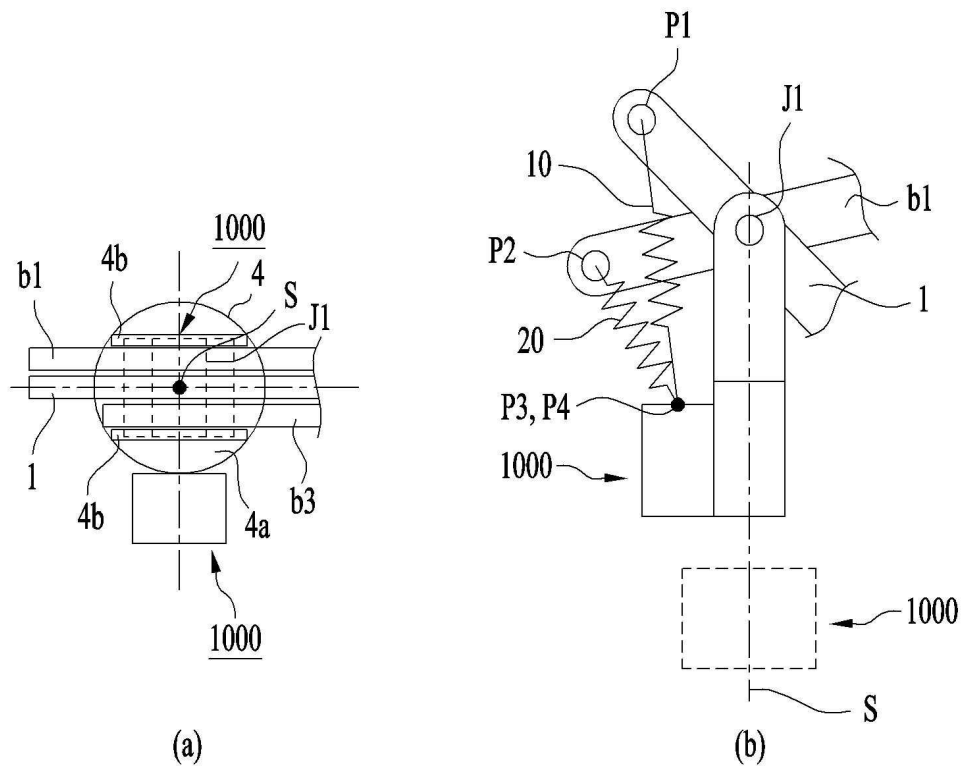
도면3



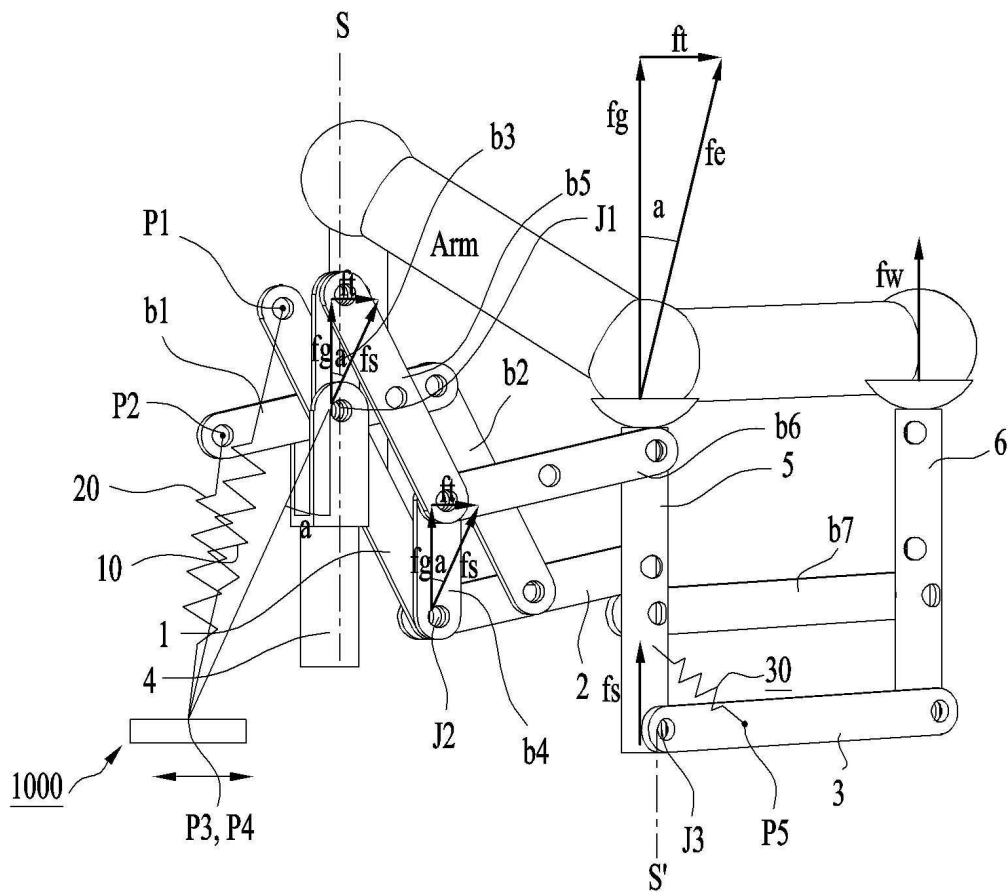
도면4



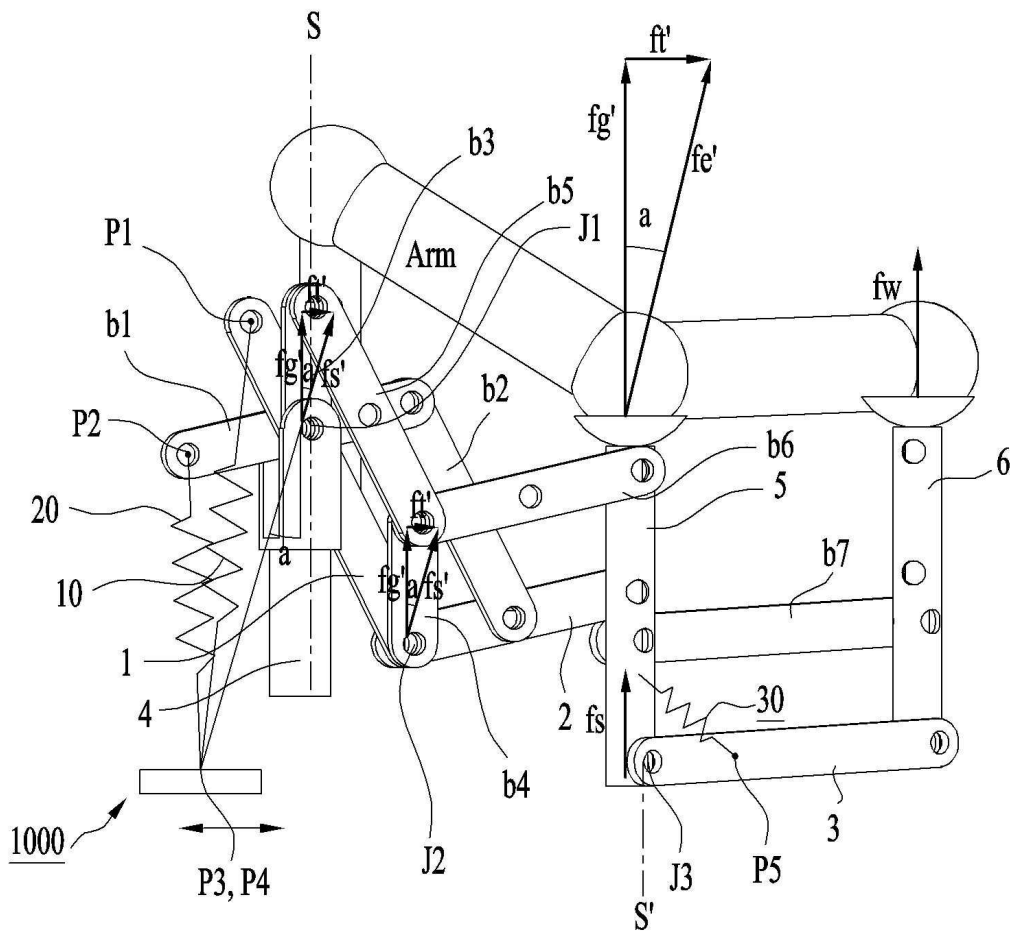
도면5



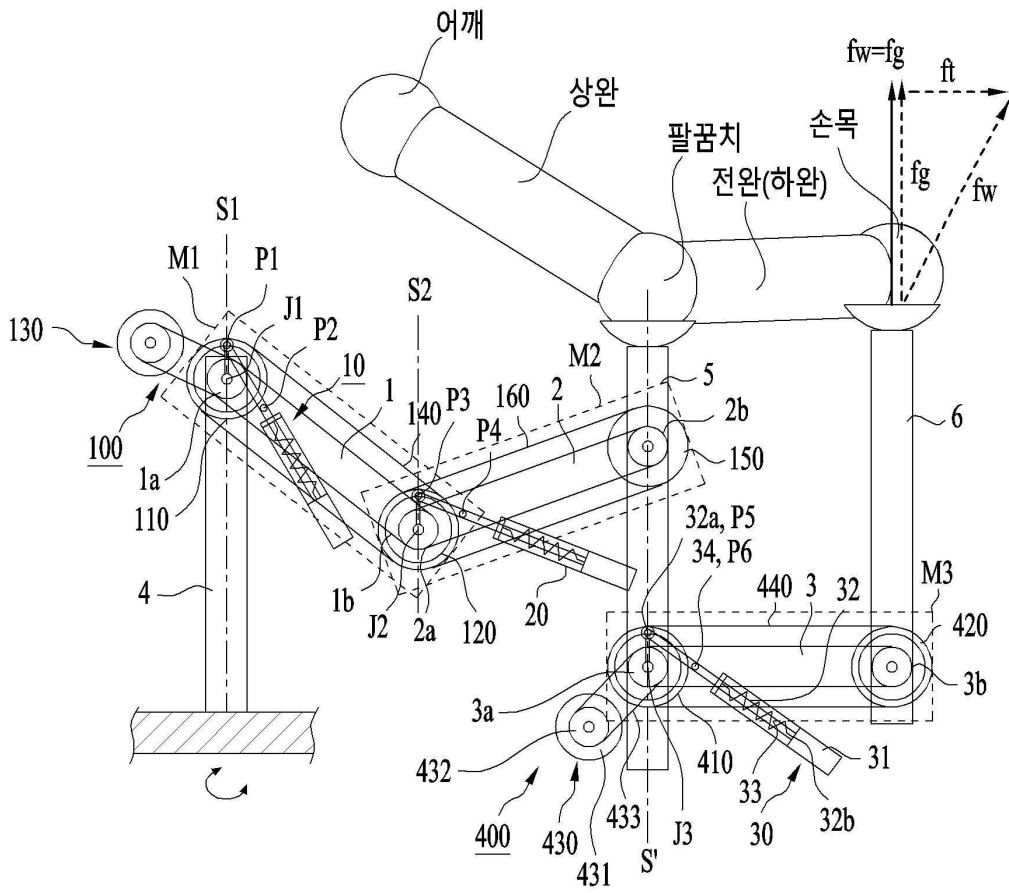
도면7



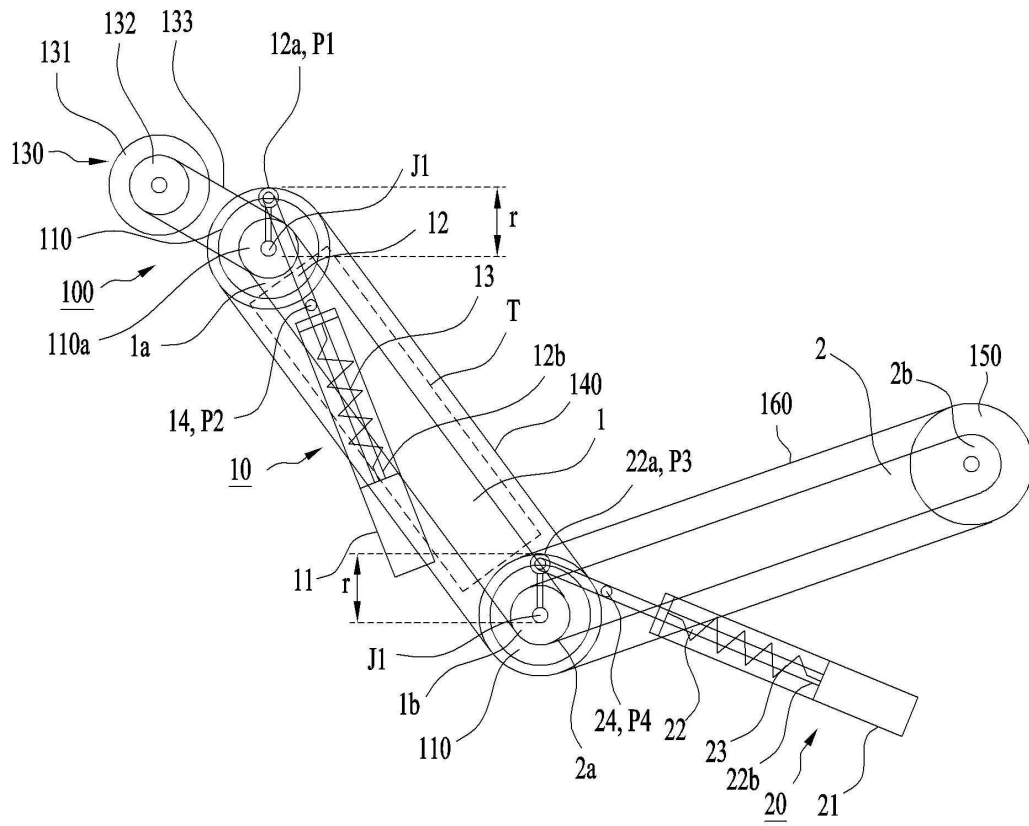
도면8



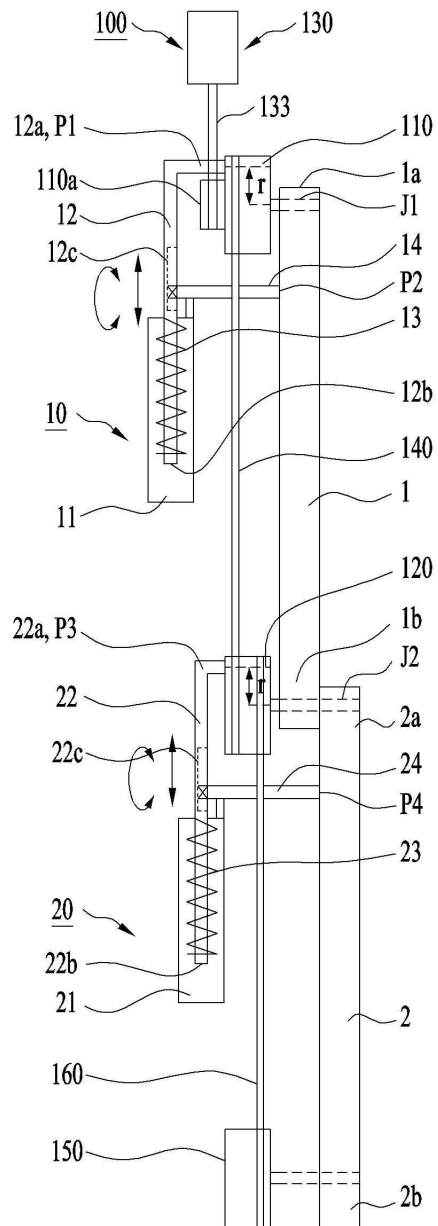
도면9



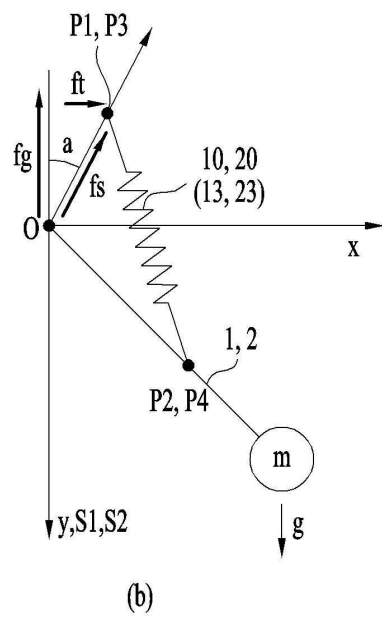
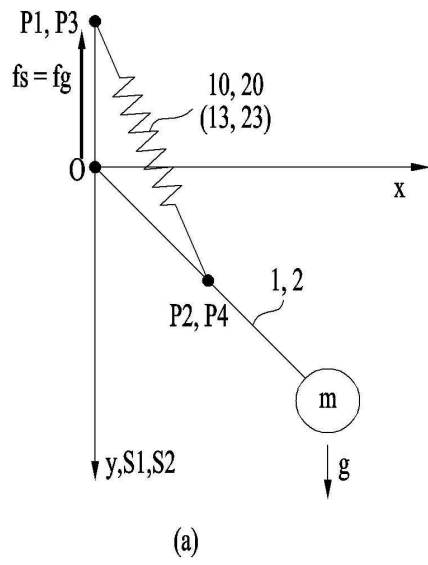
도면10



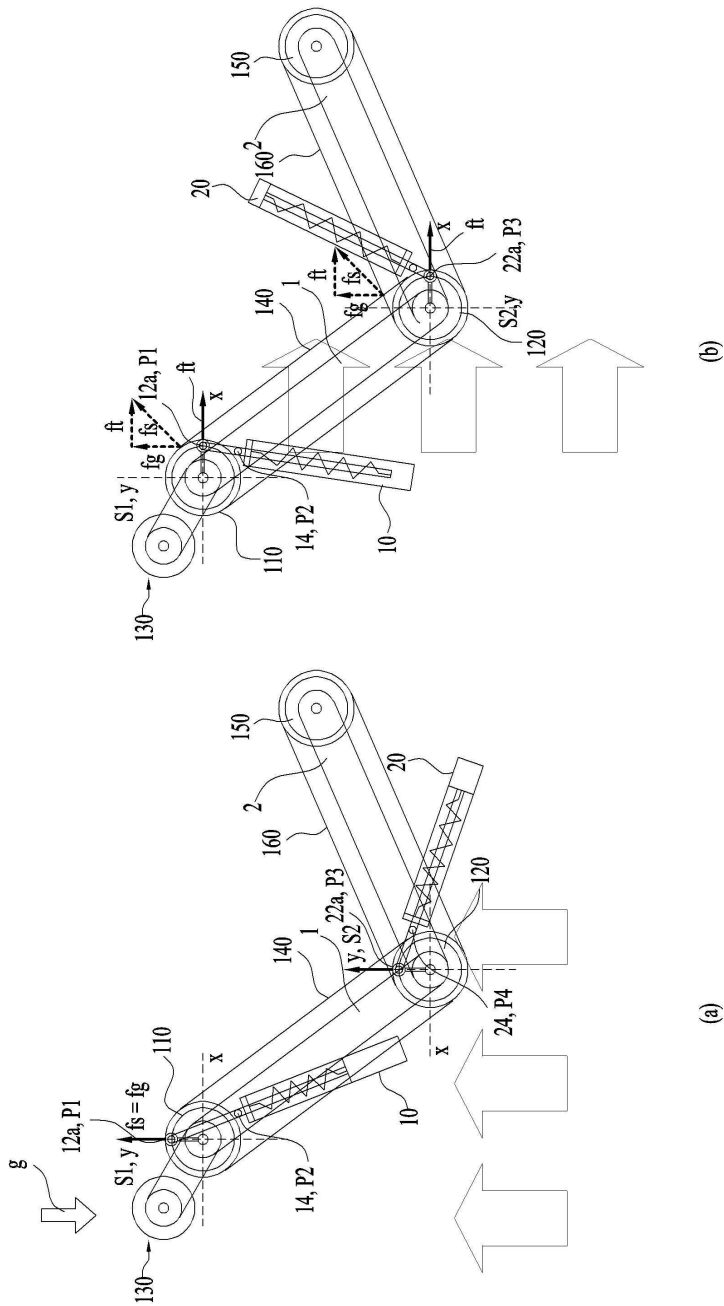
도면11



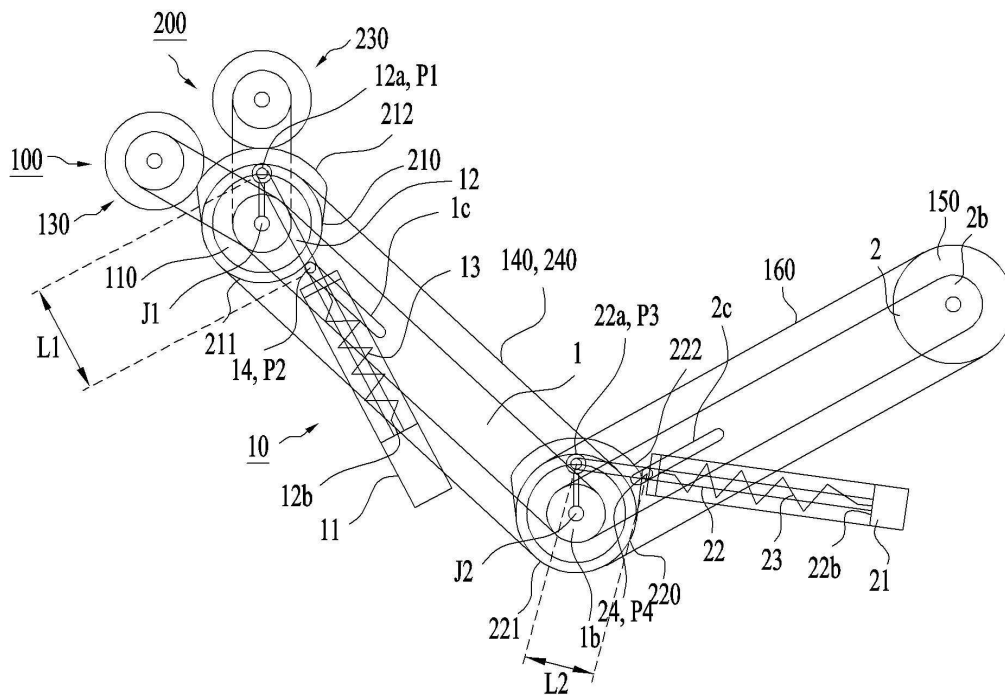
도면12



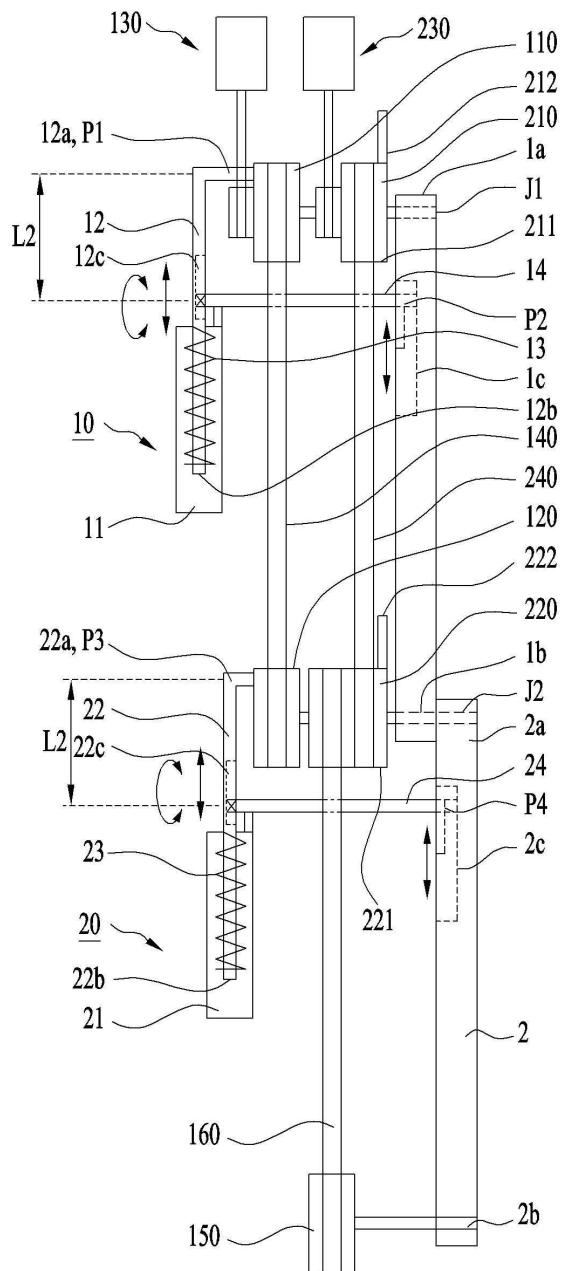
도면13



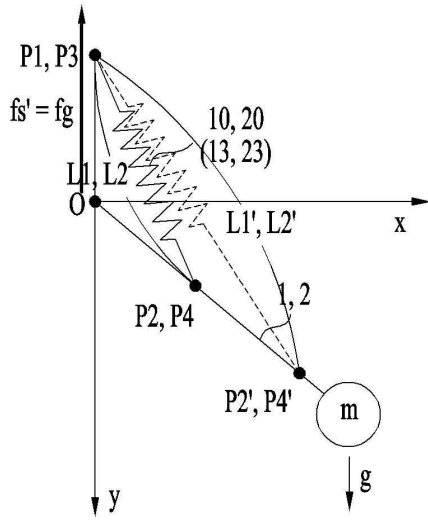
도면14



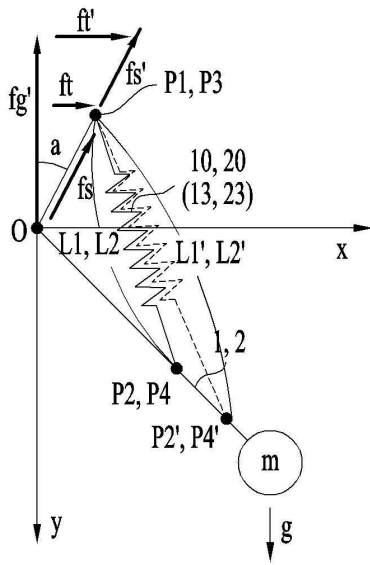
도면 15



도면16

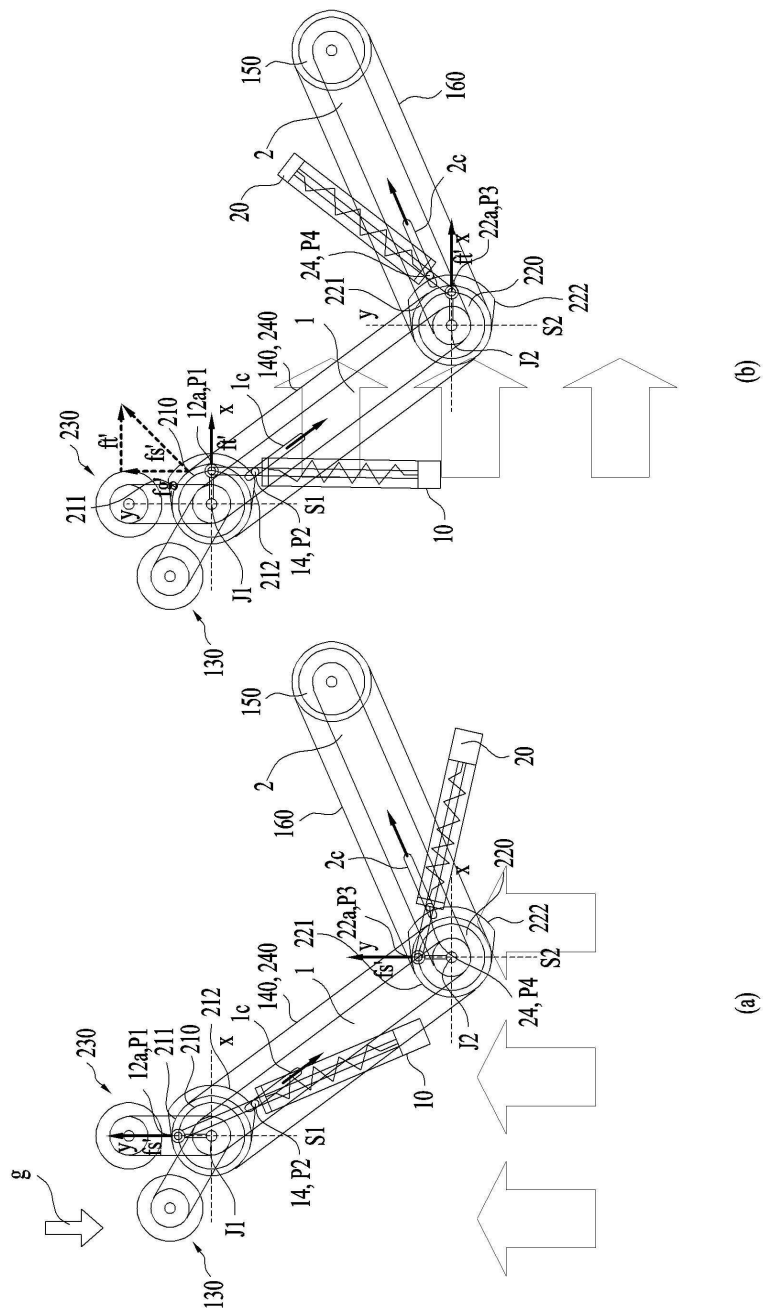


(a)

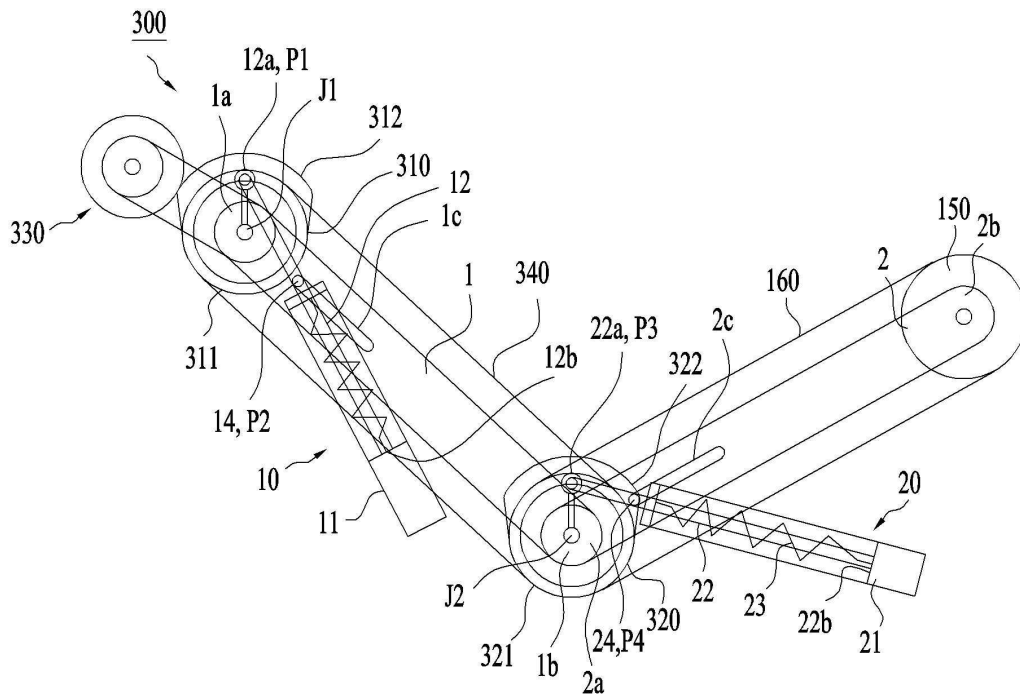


(b)

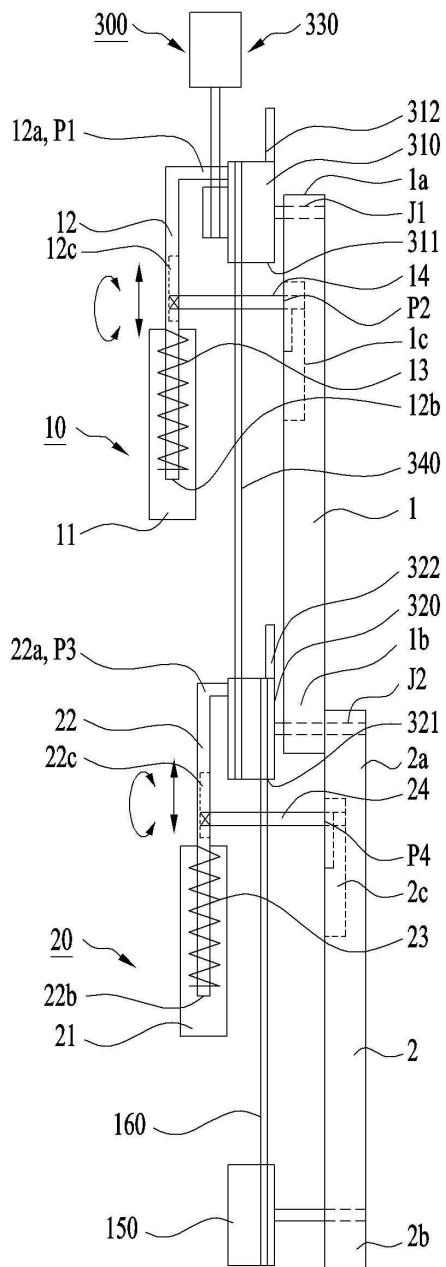
도면17



도면18



도면19



도면20

