



특허청구의 범위

청구항 1

제1 액추에이터에 의해 구동되는 직선 이송축;

상기 직선 이송축에 체결되어 상기 직선 이송축을 따라 전후 왕복운동을 하는 링크 결합부;

후단이 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 링크 결합부에 연결되는 외골격 로봇 팔;

상기 외골격 로봇 팔의 후단에 설치되어 상기 외골격 로봇 팔을 회전시키는 제2 액추에이터;

소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 외골격 로봇 팔의 선단에 연결되며 중량물을 다루기 위한 작업 영역이 설치되는 손목 접합부;

를 포함하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 외골격 로봇 팔은 4절 링크 구조와 스프링 메커니즘 중 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 직선 이송축의 후단에 연결되어 회전축을 통해 상기 직선 이송축을 회전시키는 제3 액추에이터;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 외골격 로봇 팔은,

상기 링크 결합부에 고정되는 고정 링크;

후단이 상기 고정 링크에 회전 가능하게 결합되는 주동 링크;

후단이 상기 고정 링크에 회전 가능하게 결합되고 선단이 상기 손목 접합부에 회전 가능하게 결합되는 제2 로봇 팔 링크;

후단이 상기 주동 링크의 선단에 회전 가능하게 결합되고 선단이 상기 제2 로봇 팔 링크의 선단 근처에 회전 가능하게 결합되는 연결 링크;

를 포함하며,

상기 주동 링크는 상기 제2 로봇 팔 링크에 비하여 길이가 짧고, 상기 고정 링크와 상기 주동 링크의 연결 축은 상기 제2 액추에이터와 체결되어 입력 축이 되고, 상기 고정 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크의 연결 축은 출력 축이 되며, 상기 제2 액추에이터가 상기 입력 축을 통해 상기 주동 링크를 회전시키면, 상기 연결 링크에 의해 상기 제2 로봇 팔 링크가 소정의 각도를 회전하는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 외골격 로봇 팔은,

상기 고정 링크와 상기 손목 접합부에 각각 회전 가능하게 결합되는 제1 로봇 팔 링크;

상기 제1 로봇 팔 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크 사이에 체결되는 스프링;

을 더 포함하며,

상기 스프링의 초기 위치는 상기 로봇 팔 링크들이 가장 위로 들어져 있을 때로 설정되고, 상기 로봇 팔 링크들이 아래에 위치할 때에 상기 스프링의 복귀력이 작용하는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 로봇 팔 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크는 상기 고정 링크 및 상기 손목 접합부와 4절 링크 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

청구항 7

후단이 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 링크 결합부에 연결되는 외골격 로봇 팔;

상기 외골격 로봇 팔의 후단에 설치되어 상기 외골격 로봇 팔을 회전시키는 액추에이터;

소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 외골격 로봇 팔의 선단에 연결되며 중량물을 다루기 위한 작업 영역이 설치되는 손목 접합부;

를 포함하며,

상기 외골격 로봇 팔은 4절 링크 구조와 스프링 메커니즘 중 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 하는 상지 근력 지원 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 상지 근력 지원 시스템에 관한 것으로서, 특히 산업현장 노동 작업에서 외골격 로봇 착용자의 근력을 지원하는 상지 근력 지원 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘날 외골격 로봇은 다양한 분야에서 활용되고 있다. 일례로 외골격 로봇은 정상적인 운동 및 보행이 어려운 노인과 환자의 거동을 보조하거나 재활을 돕는 보조기로 이용되고 있다. 또한 최근에는 중량물을 다루야 하는 산업현장에서 외골격 로봇을 이용하는 사례가 점점 늘고 있다.

[0003] 산업현장 노동 작업에서 외골격 로봇은 착용자의 근력을 지원해 줌으로써 작업 역량과 능률을 향상시킬 수 있게 한다. 즉, 외골격 로봇 착용자는 모터로부터 공급된 힘을 외골격 로봇을 통해 전달 받음으로써 적은 힘으로도 쉽게 중량물을 다룰 수 있게 된다. 이때 모터의 힘은 외골격 로봇의 메커니즘적인 특성에 의해 효과적으로 착용자에게 전달되어진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 일반적인 구조의 착용형 외골격 로봇에 비해 향상된 근력 지원 효과를 가지는 구조 및 메커니즘이 적용된 상지 근력 지원 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 외골격 로봇 팔을 구동하는 액추에이터의 토크를 증폭시켜 액추에이터에 걸리는 부하 토크를 줄임으로써 시스템의 안정성을 향상시키는 상지 근력 지원 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 기존 2개의 회전축으로 구성된 외골격 팔에 비해 중량물에 대한 모멘트 팔의 길이를 짧게 하여 최대 필요토크를 감소시키는 메커니즘을 가진 상지 근력 지원 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 본 발명의 또 다른 목적은 스프링 메커니즘을 중력과의 상쇄균형 장치로 적용하여 최대 필요토크 용량을 줄이는 상지 근력 지원 시스템을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 기존 착용형 외골격 로봇에 비해 착용자와의 접합점을 손목 한 곳으로 줄임으로써 착용자의 동작 범위를 향상시키고 착용 피로도와 착탈시간을 감소시키는 상지 근력 지원 시스템을 제공하기

위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 이러한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명은 상지 근력 지원 시스템을 제공한다. 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은, 제1 액추에이터에 의해 구동되는 직선 이송축; 상기 직선 이송축에 체결되어 상기 직선 이송축을 따라 전후 왕복운동을 하는 링크 결합부; 후단이 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 링크 결합부에 연결되는 외골격 로봇 팔; 상기 외골격 로봇 팔의 후단에 설치되어 상기 외골격 로봇 팔을 회전시키는 제2 액추에이터; 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 외골격 로봇 팔의 선단에 연결되며 중량물을 다루기 위한 작업 영역이 설치되는 손목 접합부를 포함하여 구성된다.
- [0010] 본 발명의 상지 근력 지원 시스템에 있어서, 상기 외골격 로봇 팔은 4절 링크 구조와 스프링 메커니즘 중 적어도 하나를 구비할 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 상지 근력 지원 시스템은 상기 직선 이송축의 후단에 연결되어 회전축을 통해 상기 직선 이송축을 회전시키는 제3 액추에이터를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명의 상지 근력 지원 시스템에 있어서, 상기 외골격 로봇 팔은, 상기 링크 결합부에 고정되는 고정 링크; 후단이 상기 고정 링크에 회전 가능하게 결합되는 주동 링크; 후단이 상기 고정 링크에 회전 가능하게 결합되고 선단이 상기 손목 접합부에 회전 가능하게 결합되는 제2 로봇 팔 링크; 후단이 상기 주동 링크의 선단에 회전 가능하게 결합되고 선단이 상기 제2 로봇 팔 링크의 선단 근처에 회전 가능하게 결합되는 연결 링크를 포함할 수 있으며, 이때 상기 주동 링크는 상기 제2 로봇 팔 링크에 비하여 길이가 짧고, 상기 고정 링크와 상기 주동 링크의 연결 축은 상기 제2 액추에이터와 체결되어 입력 축이 되고, 상기 고정 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크의 연결 축은 출력 축이 되며, 상기 제2 액추에이터가 상기 입력 축을 통해 상기 주동 링크를 회전시키면, 상기 연결 링크에 의해 상기 제2 로봇 팔 링크가 소정의 각도를 회전하는 것이 특징이다.
- [0013] 또한, 본 발명의 상지 근력 지원 시스템에 있어서, 상기 외골격 로봇 팔은, 상기 고정 링크와 상기 손목 접합부에 각각 회전 가능하게 결합되는 제1 로봇 팔 링크; 상기 제1 로봇 팔 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크 사이에 체결되는 스프링을 더 포함할 수 있으며, 이때 상기 스프링의 초기 위치는 상기 로봇 팔 링크들이 가장 위로 들어져 있을 때로 설정되고, 상기 로봇 팔 링크들이 아래에 위치할 때에 상기 스프링의 복귀력이 작용하는 것이 특징이다.
- [0014] 또한, 본 발명의 상지 근력 지원 시스템에 있어서, 상기 제1 로봇 팔 링크와 상기 제2 로봇 팔 링크는 상기 고정 링크 및 상기 손목 접합부와 4절 링크 구조를 이룰 수 있다.
- [0015] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 다음 구성의 상지 근력 지원 시스템이 제공된다. 이 경우의 상지 근력 지원 시스템은, 후단이 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 링크 결합부에 연결되는 외골격 로봇 팔; 상기 외골격 로봇 팔의 후단에 설치되어 상기 외골격 로봇 팔을 회전시키는 액추에이터; 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 상기 외골격 로봇 팔의 선단에 연결되며 중량물을 다루기 위한 작업 영역이 설치되는 손목 접합부를 포함하며, 상기 외골격 로봇 팔은 4절 링크 구조와 스프링 메커니즘 중 적어도 하나를 구비하는 것이 특징이다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은 일반적인 구조의 착용형 외골격 로봇에 비해 향상된 근력 지원 효과를 가지는 구조 및 메커니즘이 적용된다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은 외골격 로봇 팔을 구동하는 액추에이터의 토크를 증폭시켜 액추에이터에 걸리는 부하 토크를 줄임으로써 시스템의 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은 기존 2개의 회전축으로 구성된 외골격 팔에 비해 중량물에 대한 모멘트 팔의 길이를 짧게 하여 최대 필요토크를 감소시키는 메커니즘을 가진다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은 스프링 메커니즘을 중력과의 상쇄균형 장치로 적용하여 최대 필요토크 용량을 줄일 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 상지 근력 지원 시스템은 기존 착용형 외골격 로봇에 비해 착용자와의 접합점을 손목 한 곳으로 줄임으로써 착용자의 동작 범위를 향상시키고 착용 피로도와 착용시간을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템의 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템의 측면도 및 부분 확대도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템에서 4절 링크 구조의 원리를 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템에서 스프링의 작용을 설명하기 위한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 다만, 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 잘 알려져 있고 본 발명과 직접 관련이 없는 사항에 대해서는 본 발명의 핵심을 흐리지 않고 명확히 전달하기 위해 설명을 생략할 수 있다.
- [0023] 한편, 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 첨부 도면을 통틀어 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조번호를 부여한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템의 사시도이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 상지(上肢, upper limb) 근력 지원 시스템은 외골격 로봇 팔(13)을 토대로 하여 여러 구성요소들로 이루어지며, 산업현장 노동 작업에 종사하는 사용자의 손목에 착용되어 사용된다. 상지 근력 지원 시스템은 착용자의 근력을 지원해 줌으로써 작업 역량과 능력을 향상시킬 수 있으며, 착용자는 적은 힘으로도 쉽게 중량물을 다룰 수 있게 된다.
- [0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 상지 근력 지원 시스템은 크게 직선 이송축(10), 제1 액추에이터(11), 링크 결합부(12), 외골격 로봇 팔(13), 제2 액추에이터(14), 손목 결합부(15), 작업 영역(16), 제3 액추에이터(18)로 구성된다. 특히, 외골격 로봇 팔(13)에는 4절 링크(4-Bar linkage) 구조와 스프링 메커니즘이 적용되는데, 이에 대해서는 도 2 내지 도 4를 참조하여 후술한다.
- [0027] 직선 이송축(10)은 제1 액추에이터(11)에 의해 구동된다. 직선 이송축(10)에는 링크 결합부(12)가 체결되며, 링크 결합부(12)는 직선 이송축(10)을 따라 전후 왕복운동을 할 수 있다. 링크 결합부(12)에는 외골격 로봇 팔(13)의 후단이 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 연결된다. 외골격 로봇 팔(13)의 회전은 외골격 로봇 팔(13)의 후단에 설치된 제2 액추에이터(14)에 의해 이루어진다. 외골격 로봇 팔(13)의 선단에는 손목 결합부(15)가 소정의 범위 내에서 회전 가능하도록 연결된다. 손목 결합부(15)에는 사용자가 중량물(도 4의 17)을 다루기 위한 작업 영역(16)이 설치된다. 한편, 직선 이송축(10) 후단에는 제3 액추에이터(18)에 의해 직선 이송축(10)을 회전시키는 회전축이 연결될 수 있다.
- [0028] 개략적으로 이러한 구성을 가지는 본 실시예의 상지 근력 지원 시스템에 대하여, 이하 도 1 내지 도 4를 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0029] 먼저, 도 1과 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상지 근력 지원 시스템의 측면도 및 부분 확대도이다.
- [0030] 전술한 바와 같이, 링크 결합부(12)는 직선 이송축(10)에 체결되며, 제1 액추에이터(11)에 의해 구동되는 직선 이송축(10)을 따라 전후 왕복운동을 한다. 또한, 링크 결합부(12)에는 외골격 로봇 팔(13)의 후단이 회전 가능하도록 연결되고, 외골격 로봇 팔(13)의 후단에는 제2 액추에이터(14)가 설치된다. 따라서 링크 결합부(12)가 직선 이송축(10)을 따라 움직일 때, 외골격 로봇 팔(13)과 제2 액추에이터(14)의 위치도 직선 이송축(10)을 따라 이동하게 되며, 모멘트 중심이 변하게 된다.
- [0031] 이와 같이, 기존 2개의 회전축으로 구성된 외골격 팔에 비해 중량물에 대한 모멘트 팔의 길이를 짧게 함으로써 최대 필요토크를 감소시킬 수 있다. 즉, 직선 이송축(10)을 이용하여 외골격 로봇 팔(13)의 모멘트 중심을 변화시킴으로써, 중량물에 의해 링크 결합부(12)에 발생하는 토크의 크기를 줄인다. 일반적으로 상지 근력 지원 외골격 로봇은 착용자의 작업 영역(16)을 움직이기 위해 2개의 링크가 필요한데, 본 발명은 필요한 2개의 링크 중 하나를 직선 이송축(10)으로 적용하여 모멘트 중심이 되는 링크 결합부(12)를 이동시킴으로써 중량물

로부터의 최종 토크가 걸리는 모멘트 팔(13)의 길이를 감소시켜 최대 필요토크를 감소시킨다.

- [0032] 또한, 직선 이송축(10)을 구동하는 제1 액추에이터(11)는 중량물이 걸리는 방향에 수직 방향으로 직선 이송축(10)을 구동하므로 기존의 회전구동축에 비해 적은 용량을 사용할 수 있다. 따라서 전원공급의 효율이 향상되고 전체 시스템의 경량화를 가져올 수 있다.
- [0033] 아울러, 후단에서 직선 이송축(10)을 회전시키는 제3 액추에이터(18)도 중량물이 걸리는 방향에 수직 방향으로 구동되므로 기존의 구동축에 비해 적은 용량을 사용할 수 있다. 이로 인해 제1 액추에이터(11)와 같이 전원공급의 효율 향상과 시스템 경량화를 가져올 수 있다.
- [0034] 한편, 전술한 바와 같이, 외골격 로봇 팔(13)은 그 후단이 링크 결합부(12)에 회전 가능하도록 연결되고 그 선단이 손목 접합부(15)에 회전 가능하도록 연결된다. 즉, 외골격 로봇 팔(13)은 링크 결합부(12)와 손목 접합부(15)를 서로 연결한다. 외골격 로봇 팔(13)은 제2 액추에이터(14)에 의해 소정의 범위 내에서 회전이 가능하며, 이때 사용자와의 접합점에 해당하는 손목 접합부(15)도 외골격 로봇 팔(13)에 대하여 소정의 범위 내에서 회전한다.
- [0035] 이를 위하여, 본 실시예의 외골격 로봇 팔(13)은 4절 링크(4-Bar linkage) 구조와 스프링 메커니즘을 구비한다.
- [0036] 도 2의 부분 확대도에 잘 나타난 바와 같이, 외골격 로봇 팔(13)은 제1 로봇 팔 링크(21), 제2 로봇 팔 링크(22), 고정 링크(23), 주동 링크(24), 연결 링크(25), 스프링(28)을 포함한다.
- [0037] 고정 링크(23)는 링크 결합부(12)에 고정된다. 고정 링크(23)에는 제1 로봇 팔 링크(21)의 후단, 제2 로봇 팔 링크(22)의 후단, 주동 링크(24)의 후단이 각각 회전 가능하게 결합된다. 제1 로봇 팔 링크(21)와 제2 로봇 팔 링크(22)의 선단은 각각 손목 접합부(15)에 회전 가능하게 결합되고, 주동 링크(24)의 선단은 연결 링크(25)의 후단에 회전 가능하게 결합된다. 연결 링크(25)의 선단은 제2 로봇 팔 링크(22)의 선단 근처에 회전 가능하게 결합된다.
- [0038] 제1 로봇 팔 링크(21)를 제외한 제2 로봇 팔 링크(22), 고정 링크(23), 주동 링크(24), 연결 링크(25)는 4절 링크 구조를 이룬다. 고정 링크(23)와 주동 링크(24)의 연결 축은 제2 액추에이터(14)와 체결되어 입력 축(26)이 된다. 제2 액추에이터(14)가 입력 축(26)을 통해 주동 링크(24)를 회전시키면, 주동 링크(24)에 결합된 연결 링크(25)에 의해 제2 로봇 팔 링크(22)가 회전한다. 즉, 제2 로봇 팔 링크(22)는 종동 링크이다. 또한, 고정 링크(23)와 제2 로봇 팔 링크(22)의 연결 축은 출력 축(27)이 된다.
- [0039] 이러한 4절 링크 구조의 원리가 도 3에 도시되어 있다. 도 3에서 Q는 고정 링크(23), S는 주동 링크(24), L은 연결 링크(25), P는 종동 링크인 제2 로봇 팔 링크(22)에 해당한다. 도시된 바와 같이, 주동 링크(24, S)는 종동 링크(22, P)에 비하여 그 길이가 짧다. 따라서 주동 링크(24, S)가 회전할 때 종동 링크(22, P)는 소정의 각도를 왕복운동하게 된다.
- [0040] 이러한 외골격 로봇 팔(13)의 4절 링크 구조에서는 입력 축(26)에 가해지는 입력토크가 출력 축(27)에서 발생하는 출력토크로 증폭된다. 이와 같이 제2 액추에이터(14)의 토크를 증폭시킴으로써, 제2 액추에이터(14)가 중량물(도 4의 17)을 들 수 있는 수준의 힘을 출력시킬 수 있으며, 제2 액추에이터(14)에 걸리는 부하 토크를 줄일 수 있다. 전기식 액추에이터로 많이 쓰이는 모터와 이에 장착되는 감속기에는 일반적으로 고회전으로 갈수록 모터와 감속기가 낼 수 있는 토크보다 적은 수준의 허용가능 토크 용량이 설정되어 있다. 따라서 4절 링크 구조를 통해 제2 액추에이터(14)에 걸리는 부하 토크를 줄임으로써 시스템의 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 한편, 고정 링크(23)와 손목 접합부(15) 사이에는 4절 링크 구조의 제2 로봇 팔 링크(22) 외에도 제1 로봇 팔 링크(21)가 연결된다. 그리고 제1 로봇 팔 링크(21)와 제2 로봇 팔 링크(22) 사이에는 스프링(28)이 체결된다. 특히, 스프링(28)의 초기 위치는 로봇 팔 링크들(21, 22)이 가장 위로 들어져 있을 때로 설정된다. 따라서 로봇 팔 링크들(21, 22)이 아래에 위치할 때에는 스프링(28)의 복귀력이 작용하게 된다.
- [0042] 이러한 스프링(28)의 작용은 도 4a 및 도 4b를 통해 더 잘 이해할 수 있을 것이다. 도 4a는 중량물(17)을 드는 동작을, 도 4b는 중량물(17)을 내리는 동작을 각각 보여주고 있다.
- [0043] 제1 로봇 팔 링크(21)와 제2 로봇 팔 링크(22)도 고정 링크(23) 및 손목 접합부(15)와 4절 링크 구조를 이룬다. 따라서 별도의 액추에이터 없이도 손목 접합부(15)와 연결된 작업 영역(16)이 항상 지면과 평행을 이루도록 한다. 이로 인해 로봇의 자세와 상관없이 중량물(17)을 안정적으로 들 수 있고 전체 시스템의 전원공급 효율 향상과 경량화를 이룰 수 있다. 특히, 외골격 로봇 팔(13)의 선단에 작용하는 손목 접합부(15)의 경량화는

외골격 로봇 팔(13)의 길이와 연관되어 에너지 측면에서 효과적으로 작용된다. 이러한 효과로써 제2 액추에이터(14)의 최대 필요토크를 감소시킨다.

[0044] 본 발명의 상지 근력 지원 시스템은 중량물 들기 동작에서 상대적으로 높은 액추에이터 토크가 필요하고 내리기 동작에서는 중력에 의해 토크가 적게 필요한 특성을 가진다. 따라서 스프링 메커니즘을 중력과의 상쇄균형(counter-balancing) 장치로 적용함으로써 최대 필요토크 용량을 줄일 수 있다.

[0045] 구체적으로 설명하면, 중량물 들기 동작에서는 상대적으로 높은 액추에이터 토크가 필요하고 내리기 동작에서는 중량물이나 링크들의 무게로 인한 중력의 보상을 받아 토크가 거의 필요하지 않다. 이러한 시스템의 특성을 이용하여 스프링(28)을 링크에 장착해 줌으로써 액추에이터 에너지 효율성을 가진다. 전술한 바와 같이, 스프링(28)의 초기 위치는 로봇 팔 링크들(21, 22)이 가장 위로 들어져 있을 때로 설정된다. 따라서 로봇 팔 링크들(21, 22)이 아래에 위치할 때에는 스프링(28)의 복귀력이 작용하게 된다. 이를 통해 높은 토크가 필요한 중량물 들기 동작에서는 스프링(28) 복귀력의 도움을 받아 최대 필요토크 용량을 감소시키고, 반대로 중량물 내리기 동작에서는 스프링(28) 복귀력에 반하는 힘을 중량물이나 링크들의 중력 보상을 받아 내릴 수 있도록 한다. 이로 인해 액추에이터 관점에서 전체적인 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0046] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명이 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

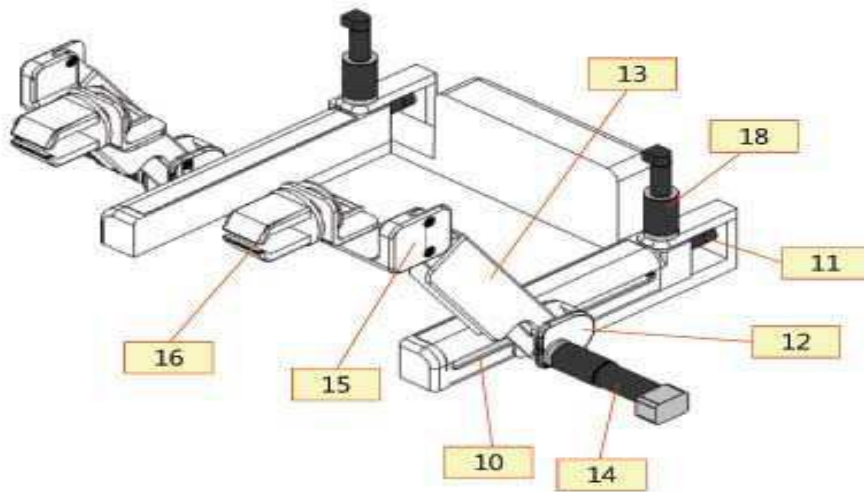
부호의 설명

[0047]

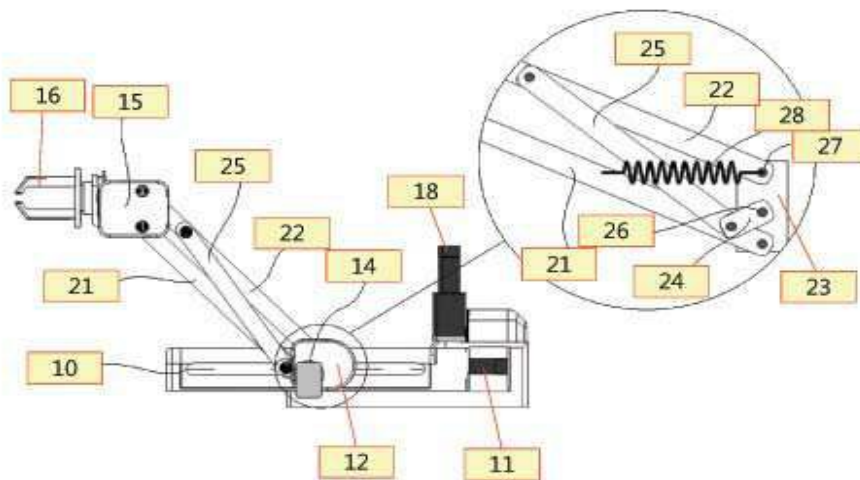
10: 직선 이송축	11: 제1 액추에이터
12: 링크 결합부	13: 외골격 로봇 팔
14: 제2 액추에이터	15: 손목 접합부
16: 작업 영역	17: 중량물
18: 제3 액추에이터	21: 제1 로봇 팔 링크
22: 제2 로봇 팔 링크(종동 링크)	23: 고정 링크
24: 주동 링크	25: 연결 링크
26: 입력 축	27: 출력 축
28: 스프링	

도면

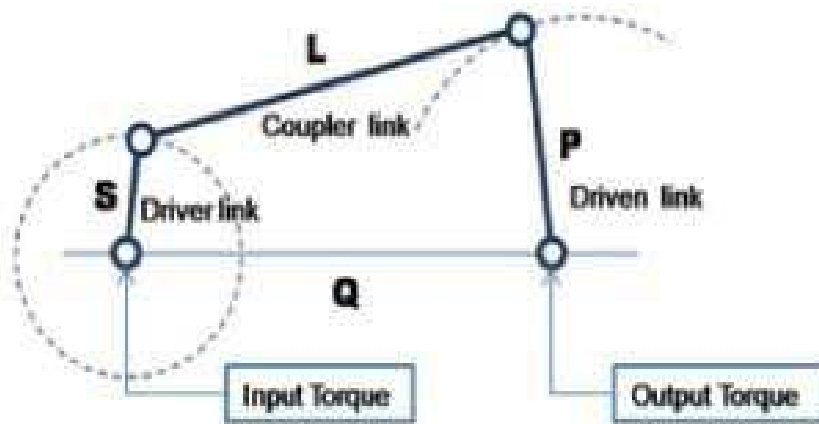
도면1



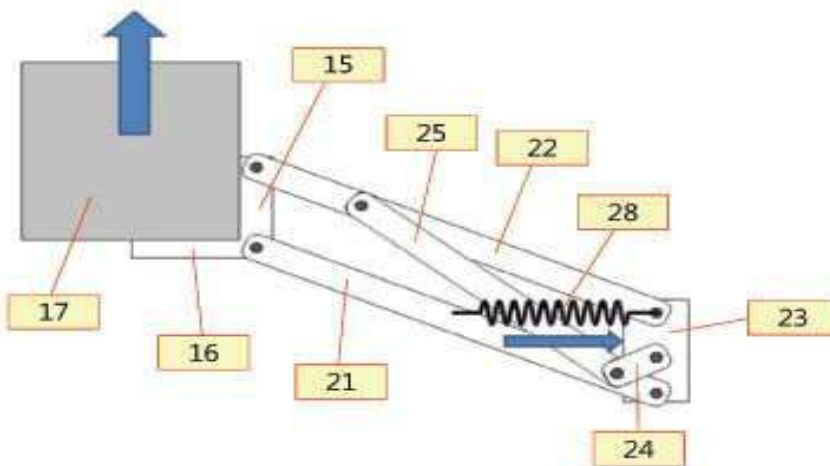
도면2



도면3



도면4a



도면4b

