



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월16일
 (11) 등록번호 10-1878592
 (24) 등록일자 2018년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B25J 9/16 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)
 B25J 18/00 (2006.01) B25J 18/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 B25J 9/1638 (2013.01)
 B25J 11/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0011252
 (22) 출원일자 2017년01월24일
 심사청구일자 2017년01월24일

(65) 공개번호 10-2017-0101775
 (43) 공개일자 2017년09월06일

(30) 우선권주장
 1020160023454 2016년02월26일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌
 KR101480346 B1*
 EP0189483 A1*
 JP06170780 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자
송재복
 서울시 강남구 언주로30길 56 B동 2907호 (도곡동, 타워팰리스)

안국현
 서울특별시 강동구 고덕로 130 116동 1701호 (암사동, 프라이어팰리스아파트)

(74) 대리인
홍동우

전체 청구항 수 : 총 11 항

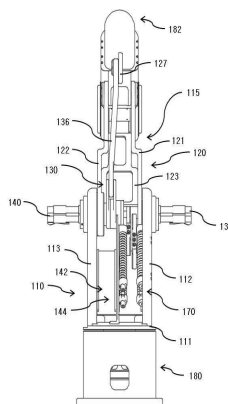
심사관 : 신호영

(54) 발명의 명칭 **중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터**

(57) 요약

본 발명에 따른 수직다관절 로봇 머니플레이터는, 제 1 링크와, 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 제 1 링크와 제 1 관절로 연결되는 제 2 링크와, 제 2 링크에 대해 회전할 수 있도록 제 2 링크와 제 1 관절로부터 이격되어 배치되는 제 2 관절로 연결되는 제 3 링크와, 제 2 링크와 별도로 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 제 1 링크와 연결되는 입력 링크와, 일측이 제 3 링크와 회전 가능하게 연결되고 다른 일측이 입력 링크와 회전 가능하게 연결되는 커플러 링크와, 제 2 링크를 제 1 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 제 1 링크에 설치되어 제 2 링크에 구동력을 제공하는 제 1 관절 구동부와, 입력 링크 및 커플러 링크를 통해 제 3 링크를 제 2 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 제 1 링크에 설치되어 입력 링크를 회전시키는 제 2 관절 구동부와, 제 2 링크와 입력 링크 중 적어도 어느 하나에 탄성력을 가하도록 제 1 링크에 설치되는 중력보상장치를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B25J 18/002 (2013.01)

B25J 18/04 (2013.01)

B25J 9/1641 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10048980

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 로봇산업융합핵심기술개발사업

연구과제명 다자유도 수동식 중력보상 기반 저가형 로봇시스템 개발

기여율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2016.07.01 ~ 2017.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 링크; 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 제 1 관절로 연결되는 제 2 링크; 상기 제 2 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 2 링크와 상기 제 1 관절로부터 이격되어 배치되는 제 2 관절로 연결되는 제 3 링크; 상기 제 2 링크와 별도로 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 연결되는 입력 링크; 일측이 상기 제 3 링크와 회전 가능하게 연결되고 다른 일측이 상기 입력 링크와 회전 가능하게 연결되는 커플러 링크; 상기 제 2 링크를 상기 제 1 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 제 2 링크에 구동력을 제공하는 제 1 관절 구동부; 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 통해 상기 제 3 링크를 상기 제 2 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 입력 링크를 회전시키는 제 2 관절 구동부; 및 상기 제 2 링크, 상기 제 3 링크, 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 포함하는 링크 기구의 자중에 의한 중력 토크를 보상하기 위해 상기 제 2 링크와 상기 입력 링크 중 적어도 어느 하나에 탄성력을 가하도록 상기 제 1 링크에 설치되는 중력보상장치;를 포함하고,

상기 중력보상장치는,

상기 제 1 링크에 지지되는 탄성부재와,

상기 링크 기구에 상기 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 제 2 링크 또는 상기 입력 링크 중 어느 하나의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 커넥팅로드와,

상기 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치되는 가동부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 중력보상장치는,

상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 지지 프레임을 더 포함하며,

상기 탄성부재는 상기 지지 프레임에 결합되고, 상기 가동부재는 상기 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 중력보상장치는,

상기 가동부재의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 지지 프레임에 결합되는 가이드바를 더 포함하며,

상기 탄성부재는 상기 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 가동부재는 상기 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 중력보상장치의 커넥팅로드는,

상기 제 2 링크 또는 상기 입력 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와,

상기 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 6

제 1 링크; 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 제 1 관절로 연결되는 제 2 링크; 상기 제 2 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 2 링크와 상기 제 1 관절로부터 이격되어 배치되는 제 2 관절로 연결되는 제 3 링크; 상기 제 2 링크와 별도로 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 연결되는 입력 링크; 일측이 상기 제 3 링크와 회전 가능하게 연결되고 다른 일측이 상기 입력 링크와 회전 가능하게 연결되는 커플러 링크; 상기 제 2 링크를 상기 제 1 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 제 2 링크에 구동력을 제공하는 제 1 관절 구동부; 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 통해 상기 제 3 링크를 상기 제 2 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 입력 링크를 회전시키는 제 2 관절 구동부; 및 상기 제 2 링크, 상기 제 3 링크, 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 포함하는 링크 기구의 자중에 의한 중력 토크를 보상하기 위해 상기 제 2 링크와 상기 입력 링크 중 적어도 어느 하나에 탄성력을 가하도록 상기 제 1 링크에 설치되는 중력보상장치;를 포함하고,

상기 중력보상장치는,

상기 제 1 링크에 지지되는 제 1 탄성부재와, 상기 제 2 링크에 상기 제 1 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 제 2 링크의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 제 1 커넥팅로드와, 상기 제 1 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 1 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 제 1 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치되는 제 1 가동부재를 갖는 제 1 카운터밸런서와,

상기 제 1 링크에 지지되는 제 2 탄성부재와, 상기 입력 링크에 상기 제 2 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 입력 링크의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 제 2 커넥팅로드와, 상기 제 2 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 2 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 제 2 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치되는 제 2 가동부재를 갖는 제 2 카운터밸런서를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 제 1 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 1 가동부재는 상기 제 1 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합되며,

상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 제 2 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 2 탄성부재는 상기 제 2 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 2 가동부재는 상기 제 2 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 커넥팅로드는,

상기 제 2 링크에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와,

상기 제 1 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 커넥팅로드는,

상기 입력 링크에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와,

상기 제 2 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 카운터밸런서와 상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 1 가동부재의 가동 방향과 상기 제 2 가동부재의 가동 방향이 상호 평행하도록 서로 마주하여 배치되는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 11

제 1 항 또는 제 6항에 있어서,

복수의 관절을 갖고 상기 제 3 링크에 결합되는 다중 관절 유닛;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

청구항 12

제 1 항 또는 제 6항에 있어서,

상기 제 1 링크와 베이스 관절로 연결되어 상기 제 1 링크를 상기 베이스 관절을 중심으로 회전시키는 베이스 유닛;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직다관절 로봇 머니플레이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로봇 머니플레이터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 로봇 머니플레이터의 자세 유지 및 구동 시 자중에 의해 관절에 인가되는 중력 토크를 상쇄시킬 수 있는 스프링 기반의 중력보상장치를 구비하여 관절에 필요한 구동 토크를 감소시킴으로써 구동부 동력을 최소화할 수 있는 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 다양한 산업 현장에서는 효율성 향상을 위해 공정 자동화가 활발히 수행되고 있으며, 이에 따라 여러 작업에 유연하게 사용될 수 있는 로봇 머니플레이터의 중요성이 커지고 있다. 특히, 수직다관절 로봇 머니플레이터는 중량물의 운반이나 조립, 용접, 도색 등 다양한 작업에 사용되고 있으며, 대상 작업에 따라 다양한 크기로 개발되어 사용되고 있다.

[0003] 수직다관절 로봇 머니플레이터의 자세를 유지하거나 구동할 때에 중력 방향으로 링크를 움직이는 관절에는 그 자중에 의한 중력 토크가 인가된다. 로봇 머니플레이터가 대형화될수록 그 크기는 더욱 커지고, 관절에는 더욱 큰 구동부 동력이 요구된다. 이러한 동력을 낮추어 필요한 모터 및 감속기의 용량을 감소시키기 위해 일부 산업용 로봇에는 무게 추를 작용점의 반대편에 설치하여 무게중심의 거리를 줄이거나, 스프링을 통해 링크의 무게를 보상하여 관절에 인가되는 중력 토크를 줄이는 방법이 사용되고 있다.

[0004] 그러나 무게 추의 사용은 로봇 머니플레이터의 자중 증가로 인해서 관성에 의한 영향을 증가시켜 다자유도 로봇에 적용하는 데에는 어려움이 있다. 그리고 종래의 스프링과 와이어 등의 기계요소를 기반으로 다자유도 로봇의 관절에 중력보상을 적용하는 여러 방법들은 복잡한 구조로 인해 로봇 머니플레이터에 적용하기에는 한계가 있으므로, 보다 간단하고 신뢰성 높은 다자유도 중력보상장치가 요구된다. 또한 종래의 코일 스프링 기반의 중력보상장치의 경우, 장기간 운용에 따른 스프링의 변형으로 인해 중력보상 성능이 저하되기 쉬우며, 이 경우 로봇 머니플레이터를 분해하여 스프링을 교체해야 하는데 분해가 어려워 유지 보수가 쉽지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제1190228호 (2012. 10. 12)
- (특허문헌 0002) 등록특허공보 제1270031호 (2013. 05. 31)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 신뢰성 높은 기계요소 기반의 다자유도 중력보상장치를 적용하여 중력 토크가 많이 인가되는 관절에 대하여 효과적인 중력 보상을 구현할 수 있는 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한 본 발명은 모듈식 설계를 통해 중력보상장치의 분해나 조립을 용이하게 함으로써 유지 보수 문제를 줄일 수 있는 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 머니플레이터는, 제 1 링크; 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 제 1 관절로 연결되는 제 2 링크; 상기 제 2 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 2 링크와 상기 제 1 관절로부터 이격되어 배치되는 제 2 관절로 연결되는 제 3 링크; 상기 제 2 링크와 별도로 상기 제 1 링크에 대해 회전할 수 있도록 상기 제 1 링크와 연결되는 입력 링크; 일측이 상기 제 3 링크와 회전 가능하게 연결되고 다른 일측이 상기 입력 링크와 회전 가능하게 연결되는 커플러 링크; 상기 제 2 링크를 상기 제 1 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 제 2 링크에 구동력을 제공하는 제 1 관절 구동부; 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 통해 상기 제 3 링크를 상기 제 2 관절을 중심으로 회전시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 설치되어 상기 입력 링크를 회전시키는 제 2 관절 구동부; 및 상기 제 2 링크, 상기 제 3 링크, 상기 입력 링크 및 상기 커플러 링크를 포함하는 링크 기구의 자중에 의한 중력 토크를 보상하기 위해 상기 제 2 링크와 상기 입력 링크 중 적어도 어느 하나에 탄성력을 가하도록 상기 제 1 링크에 설치되는 중력보상장치를 포함한다.

[0009] 상기 중력보상장치는, 상기 제 1 링크에 지지되는 탄성부재와, 상기 링크 기구에 상기 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 제 2 링크 또는 상기 입력 링크 중 어느 하나의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 커넥팅로드와, 상기 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치

되는 가동부재를 포함할 수 있다.

- [0010] 상기 중력보상장치는, 상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 지지 프레임을 더 포함하며, 상기 탄성부재는 상기 지지 프레임에 결합되고, 상기 가동부재는 상기 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.
- [0011] 상기 중력보상장치는, 상기 가동부재의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 지지 프레임에 결합되는 가이드바를 더 포함하며, 상기 탄성부재는 상기 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 가동부재는 상기 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.
- [0012] 상기 중력보상장치의 커넥팅로드는, 상기 제 2 링크 또는 상기 입력 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와, 상기 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 중력보상장치는, 상기 제 1 링크에 지지되는 제 1 탄성부재와, 상기 제 2 링크에 상기 제 1 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 제 2 링크의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 제 1 커넥팅로드와, 상기 제 1 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 1 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 제 1 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치되는 제 1 가동부재를 갖는 제 1 카운터밸런서와, 상기 제 1 링크에 지지되는 제 2 탄성부재와, 상기 입력 링크에 상기 제 2 탄성부재의 탄성력을 전달하기 위해 상기 입력 링크의 상기 제 1 링크에 대한 회전 중심으로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되는 제 2 커넥팅로드와, 상기 제 2 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 2 커넥팅로드의 움직임에 연동하여 상기 제 2 탄성부재를 탄성 변형시킬 수 있도록 상기 제 1 링크에 대해 가동할 수 있게 설치되는 제 2 가동부재를 갖는 제 2 카운터밸런서를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 제 1 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 1 가동부재는 상기 제 1 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합되며, 상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 1 링크에 조립식으로 결합되는 제 2 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 2 탄성부재는 상기 제 2 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 2 가동부재는 상기 제 2 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.
- [0015] 상기 제 1 커넥팅로드는, 상기 제 2 링크에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와, 상기 제 1 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제 2 커넥팅로드는, 상기 입력 링크에 회전 가능하게 결합되는 제 1 헤드부와, 상기 제 1 헤드부에서 연장되는 제 1 로드 바디를 갖는 제 1 회전 로드와, 상기 제 2 가동부재에 회전 가능하게 결합되는 제 2 헤드부와, 상기 제 2 헤드부에서 연장되어 상기 제 1 회전 로드의 제 1 로드 바디와 조립식으로 결합되는 제 2 로드 바디를 갖는 제 2 회전 로드를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제 1 카운터밸런서와 상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 1 가동부재의 가동 방향과 상기 제 2 가동부재의 가동 방향이 상호 평행하도록 서로 마주하여 배치될 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 머니플레이터는, 복수의 관절을 갖고 상기 제 3 링크에 결합되는 다중 관절 유닛;을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 머니플레이터는, 상기 제 1 링크와 베이스 관절로 연결되어 상기 제 1 링크를 상기 베이스 관절을 중심으로 회전시키는 베이스 유닛;을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터는, 탄성력을 제공하는 탄성부재와, 탄성부재의 탄성력을 전달하는 가동부재 및 커넥팅로드를 포함하는 카운터밸런서로 링크 기구에 보상 토크를 제공함으로써, 링크 기구 등 무게를 가지는 부품에서 중력으로 인해 발생하는 토크를 기계적으로 보상할 수 있다. 따라서 관절 구동부로부터 중력 토크를 상쇄하기 위한 토크를 제공받지 않아도 되어 관절 구동부에서 발생하여야 하는 하중을 줄일 수 있고, 동일한 출력의 관절 구동부를 사용하여 보다 큰 하중을 감당하거나, 필요 하중에 대하여 작은 출력의 관절 구동부를 사용할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터는, 단순한 구조의 중력보상장치를 이용하여 중력 보상을 구현함으로써, 가반하중을 극대화시킬 수 있고, 관절에서의 토크 부하를 경감시켜 회동력을 최소화시킴으로써, 고출력의 구동부를 사용하지 않고도 정확한 동작이 가능하다.

[0022] 또한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터는, 실제 다축관절 로봇으로 적용하면 모터와 감속기 등 관절 구동부 부품의 용량을 크게 줄일 수 있으므로, 제조 비용을 획기적으로 낮출 수 있다.

[0023] 또한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터는, 단순한 구조의 카운터밸런서를 통한 안정적인 중력 보상과 더불어 컴팩트한 구조를 가능하게 함으로써, 컴팩트한 구조가 가능하여 다양한 분야에서의 활용성을 극대화시킬 수 있다.

[0024] 또한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터는, 중력보상장치의 설치 및 부품 수명에 따른 교체가 용이하도록 중력보상장치를 모듈식 구조로 설계함으로써, 유지 보수에 따른 시간과 비용을 크게 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 나타낸 측면도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 나타낸 후면도이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 각기 다른 각도에서 나타낸 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 4절 링크 구조를 설명하기 위해 간략하게 나타낸 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 중력보상장치를 분리하여 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 제 1 카운터밸런서의 결합 구조를 설명하기 위한 것이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 제 2 카운터밸런서의 결합 구조를 설명하기 위한 것이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 제 2 카운터밸런서를 분해하여 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 중력보상장치의 작동 원리를 설명하기 위해 간략화한 개념도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 중력보상장치의 효과를 설명하기 위해 설계변수를 적절히 선정했을 때 관절 회전각도에 따른 보상 토크를 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 각 피치 관절에 인가되는 중력 토크를 설명하기 위해 간략하게 나타낸 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 나타낸 측면도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 나타낸 후면도이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 각기 다른 각도에서 나타낸 사시도이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터의 4절 링크 구조를 설명하기 위해 간략하게 나타낸 개념도이며, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터를 중력보상장치를 분리하여 나타낸 것이다.

[0028] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)는, 제 1 링크(110)와, 제 1 링크(110)와 제 1 관절(J1)로 연결되는 링크 기구(115)와, 링크 기구(115)의

자중에 의한 중력 토크를 보상하는 중력보상장치(142)를 포함한다. 제 1 링크(110)는 베이스 유닛(180)과 베이스 관절(Jb)로 연결되고, 링크 기구(115)의 일단에는 다중 관절 유닛(182)이 연결된다. 다중 관절 유닛(182)의 단부에는 롤모터 또는 그립퍼 등으로 구현될 수 있는 엔드이펙터(미도시)가 설치될 수 있다.

- [0029] 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 머니플레이터(100)는 도면에 나타난 것과 같이, 공간 상에서 로봇 말단부의 위치를 결정할 수 있는 물-피치-피치의 3개 관절로 구성된 팔 파트(베이스 유닛(180), 제 1 링크(110), 링크 기구(115))와, 로봇 말단부의 방위를 결정하기 위한 3개 관절로 구성된 손목 파트(다중 관절 유닛(182))를 갖는 구조를 취할 수 있다. 팔 파트의 2개의 피치 관절(제 1 관절(J1) 및 제 2 관절(J2))에 대해 중력 보상을 구현하기 위해 제 1 관절(J1)과 제 2 관절(J2) 사이를 평행 4절 링크 구조의 링크 기구(115)로 구성하며, 중력보상장치(142)를 링크 기구(115)에 연결하여 제 1 관절(J1) 및 제 2 관절(J2)에 인가되는 중력 토크를 상쇄할 수 있다.
- [0030] 제 1 링크(110)는 베이스 유닛(180)과 베이스 관절(Jb)로 연결되어 베이스 유닛(180)에 대해 회전할 수 있다. 즉, 제 1 링크(110)는 지면에 대해 수직인 축(Z축)을 회전 중심축으로 하여 회전할 수 있다. 베이스 유닛(180)에는 제 1 링크(110)에 구동력을 제공하기 위한 구동부가 구비될 수 있다. 제 1 링크(110)는 베이스 유닛(180)과 연결되는 바닥 프레임(111)과, 바닥 프레임(111)의 상측에 상호 이격되어 마주하도록 배치되는 제 1 측벽 프레임(112) 및 제 2 측벽 프레임(113)을 포함한다.
- [0031] 링크 기구(115)는 제 1 링크(110)에 대해 움직일 수 있도록 제 1 링크(110)와 연결된다. 링크 기구(115)는 제 1 링크(110)의 일측에 연결되는 제 2 링크(120)와, 제 2 링크(120)와 연결되는 제 3 링크(127)와, 제 1 링크(110)의 다른 일측에 연결되는 입력 링크(130)와, 제 3 링크(127)와 입력 링크(130)를 연결하는 커플러 링크(136)를 포함한다.
- [0032] 제 2 링크(120)는 제 1 링크(110)와 제 1 관절(J1)로 연결되어 제 1 링크(110)에 대해 회전할 수 있다. 즉, 제 2 링크(120)는 지면에 대해 수평한 축(X축)을 회전 중심축으로 하여 일정 각도 범위 내에서 회전할 수 있다. 제 2 링크(120)는 제 1 링크(110)의 제 1 측벽 프레임(112)에 회전 가능하게 연결되는 제 2 링크 우측 바디(121)와, 제 2 링크 우측 바디(121)와 이격되어 서로 마주하도록 제 1 링크(110)의 제 2 측벽 프레임(113)에 회전 가능하게 연결되는 제 2 링크 좌측 바디(122)와, 제 2 링크 우측 바디(121)와 제 2 링크 좌측 바디(122)를 연결하는 연결 바디(123)를 포함한다. 제 2 링크 우측 바디(121)의 일측에는 제 2 링크 피봇 연결부(125;도 7 참조)가 구비된다. 제 2 링크 피봇 연결부(125)는 후술할 중력보상장치(142)의 제 1 카운터밸런서(144)에 구비되는 제 1 커넥팅로드(158)의 연결을 위한 것으로, 제 1 링크(110)에 대한 제 2 링크(120)의 회전 중심축으로부터 일정 간격 편심된 위치에 배치된다.
- [0033] 제 3 링크(127)는 제 2 링크(120)에 대해 회전할 수 있도록 제 2 링크(120)와 제 1 관절(J1)로부터 이격되어 배치되는 제 2 관절(J2)로 연결된다. 제 3 링크(127)는 지면에 대해 수평한 축(X축)을 회전 중심축으로 하여 일정 각도 범위 내에서 회전할 수 있다. 제 3 링크(127)에는 다중 관절 유닛(182)이 결합되며, 다중 관절 유닛(182)은 제 3 링크(127)의 움직임을 따라 움직이게 된다.
- [0034] 입력 링크(130)는 제 2 링크(120)와 별도로 제 1 링크(110)에 대해 회전할 수 있도록 제 1 링크(110)와 연결된다. 입력 링크(130)는 지면에 대해 수평한 축(X축)을 회전 중심축으로 하여 일정 각도 범위 내에서 회전할 수 있다. 입력 링크(130)의 회전 중심축과 제 2 링크(120)의 회전 중심축은 같다. 입력 링크(130)는 제 1 링크(110)의 제 2 측벽 프레임(113)에 회전 가능하게 결합되는 회전부(131)와, 회전부(131)의 외주면에 회전부(131)의 반경 방향으로 연장된 편심 연결부(132)를 포함한다. 회전부(131)의 일측에는 입력 링크 피봇 연결부(134;도 8 참조)가 구비된다. 입력 링크 피봇 연결부(134)는 후술할 중력보상장치(142)의 제 2 카운터밸런서(170)에 구비되는 제 2 커넥팅로드(177)의 연결을 위한 것으로, 제 1 링크(110)에 대한 회전부(131)의 회전 중심축으로부터 일정 간격 편심된 위치에 배치된다.
- [0035] 커플러 링크(136)는 일측이 제 3 링크(127)와 회전 가능하게 연결되고 다른 일측이 입력 링크(130)와 회전 가능하게 연결되어 제 3 링크(127)와 입력 링크(130)를 연결한다. 커플러 링크(136)의 일단은 제 3 링크(127)의 제 2 관절(J2)로부터 이격된 부분에 회전 가능하게 연결되고, 커플러 링크(136)의 타단은 입력 링크(130)의 편심 연결부(132)에 회전 가능하게 연결된다.
- [0036] 이와 같이, 링크 기구(115)는 제 2 링크(120)와, 제 3 링크(127), 입력 링크(130) 및 커플러 링크(136)가 연결된 4절 링크 구조를 이룬다. 도 5에 간략화하여 나타난 것과 같이, 제 2 링크(120)와 입력 링크(130)는 각각의 끝단이 제 1 링크(110)에 회전 가능하게 연결되고, 제 3 링크(127)는 제 2 링크(120)에 회전 가능하게 연결되며, 커플러 링크(136)는 그 양쪽 끝단이 제 3 링크(127)와 입력 링크(130) 각각과 회전 가능하게 연결되

어 제 3 링크(127)와 입력 링크(130)를 연결한다.

- [0037] 이러한 4절 링크 구조의 링크 기구(115)는 제 1 링크(110)에 설치되는 제 1 관절 구동부(138) 및 제 2 관절 구동부(140)에 의해 움직인다. 제 1 관절 구동부(138)는 제 1 링크(110)의 제 1 측벽 프레임(112)에 설치되어 링크 기구(115)의 제 2 링크(120)를 제 1 관절(J1)을 중심으로 회전시킨다. 제 2 관절 구동부(140)는 제 1 링크(110)의 제 2 측벽 프레임(113)에 설치되어 링크 기구(115)의 입력 링크(130)를 제 1 링크(110)에 대해 회전시킨다. 제 2 관절 구동부(140)의 구동력은 입력 링크(130)와 커플러 링크(136)를 차례로 거쳐 제 3 링크(127)에 전달되며, 제 3 링크(127)는 제 2 관절 구동부(140)의 구동력을 제공받아 제 2 링크(120)에 대해 제 2 관절(J2)을 중심으로 회전할 수 있다. 즉, 제 2 관절 구동부(140)는 입력 링크(130) 및 커플러 링크(136)를 통해 제 3 링크(127)를 제 2 관절(J2)을 중심으로 회전시킬 수 있다.
- [0038] 링크 기구(115)는 제 1 관절 구동부(138) 및 제 2 관절 구동부(140)의 작용으로 그 자세가 다양하게 변할 수 있다. 그리고 링크 기구(115)는 제 1 관절 구동부(138)에 의해 제 1 링크(110)에 대한 제 2 링크(120)의 각도가 변하고, 제 2 관절 구동부(140)에 의해 제 2 링크(120)에 대한 제 3 링크(127)의 각도가 가변함으로써, 제 3 링크(127)에 결합된 다중 관절 유닛(182)의 위치를 다양하게 조절할 수 있다.
- [0039] 링크 기구(115)가 공간 상에서 어떤 위치 및 자세를 유지하기 위해서는 제 1 관절 구동부(138) 및 제 2 관절 구동부(140)가 움직임에 필요한 구동 토크를 제공해야 하는데, 링크 기구(115)의 위치 및 자세가 변하면 자중에 의한 중력 토크의 변화로 제 1 관절 구동부(138) 및 제 2 관절 구동부(140)의 필요 토크도 변하게 된다. 종래에는 로봇 머니플레이터의 관절에 장착되어 회전 각도를 측정하는 엔코더를 통하여 로봇 머니플레이터의 위치와 자세를 측정하고, 필요한 중력 토크를 계산한 후에 구동부의 제어를 통하여 필요한 토크를 발생시킴으로써 중력 토크를 보상하는 방법을 이용하였다.
- [0040] 이에 반해, 본 발명은 탄성력을 제공할 수 있는 중력보상장치(142)를 이용함으로써, 별도의 센서, 제어기, 구동부의 도움 없이도 수직다관절 로봇 머니플레이터(100)의 모든 위치 및 자세에 대하여 자동으로 중력 토크를 보상하는 토크를 기계적으로 발생할 수 있다. 따라서 중력 토크를 보상하기 위한 관절 구동부(138)(140)의 필요 토크를 0에 가깝게 할 수 있다.
- [0041] 도 2 내지 도 4, 도 6 내지 도 9를 참조하면, 중력보상장치(142)는 링크 기구(115)의 자중에 의한 중력 토크를 보상하기 위한 탄성력을 링크 기구(115)에 제공하기 위해 제 1 링크(110)에 설치된다. 이러한 중력보상장치(142)는 링크 기구(115)의 제 2 링크(120)에 중력 보상을 위한 탄성력을 가하는 제 1 카운터밸런서(144)와, 링크 기구(115)의 입력 링크(130)에 중력 보상을 위한 탄성력을 가하는 제 2 카운터밸런서(170)를 포함한다. 이들 제 1 카운터밸런서(144)와 제 2 카운터밸런서(170)는 설치 위치나, 링크 기구(115)와 연결되는 부분의 위치에서 차이가 있을 뿐, 전체적인 구조와 기능은 동일하다.
- [0042] 제 1 카운터밸런서(144)는 제 1 링크(110)에 고정되는 제 1 지지 프레임(145)과, 제 1 지지 프레임(145)에 지지되는 제 1 탄성부재(148)와, 제 1 지지 프레임(145)에 가동형으로 설치되는 제 1 가동부재(152)와, 제 1 가동부재(152)와 링크 기구(115)의 제 2 링크(120)를 연결하는 제 1 커넥팅로드(158)를 포함한다. 제 2 카운터밸런서(170)는 제 1 링크(110)에 고정되는 제 2 지지 프레임(171)과, 제 2 지지 프레임(171)에 지지되는 제 2 탄성부재(173)와, 제 2 지지 프레임(171)에 가동형으로 설치되는 제 2 가동부재(175)와, 제 2 가동부재(175)와 링크 기구(115)의 입력 링크(130)를 연결하는 제 2 커넥팅로드(177)를 포함한다. 여기에서, 중력보상장치(142)를 구성하는 구성 요소들을 제 1 카운터밸런서(144)와 제 2 카운터밸런서(170)에 따라 제 1과 제 2를 붙여 구분한 것은 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 이러한 명칭의 구분이 구조나 기능의 차이점이 있음을 나타내는 것은 아니다. 이하에서 제 1 카운터밸런서(144)를 설명함에 있어서, 일부 구성 요소에 대해서는 도 9에 나타난 제 2 카운터밸런서(170)의 구성 요소를 참조하기로 한다.
- [0043] 제 1 카운터밸런서(144)의 제 1 지지 프레임(145)은 제 1 링크(110)의 제 1 측벽 프레임(112)에 결합된다. 제 1 지지 프레임(145)은 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 제 1 측벽 프레임(112)에 분리 가능하게 결합될 수 있다. 제 1 지지 프레임(145)에는 제 1 가동부재(152)의 움직임을 가이드하기 위한 가이드 레일(146)에 구비된다.
- [0044] 제 1 탄성부재(148)는 제 1 지지 프레임(145)에 한 쌍이 상호 이격되어 설치된다. 제 1 탄성부재(148)의 설치를 위해 제 1 지지 프레임(145)에는 가이드바(149)가 결합된다. 가이드바(149)는 한 쌍이 상호 이격되어 평행하게 배치된다. 이들 가이드바(149)는 각각의 일단이 제 1 지지 프레임(145)에 고정되는 고정대(150)에 결합된다. 제 1 탄성부재(148)는 가이드바(149)의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어진다.

- [0045] 제 1 가동부재(152)는 제 1 지지 프레임(145)에 슬라이드 이동 가능하게 설치된다. 제 1 가동부재(152)는 제 1 지지 프레임(145)의 가이드 레일(146)을 따라 직선 왕복 이동할 수 있다. 제 1 가동부재(152)는 한 쌍의 가이드 바(149)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 가압부(153)와, 가압부(153)와 연결되어 가이드 레일(146)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 커넥팅로드 연결부(154)를 포함한다. 커넥팅로드 연결부(154)의 일측에는 제 1 커넥팅로드(158)의 결합을 위한 슬라이더 피봇 연결부(156)가 구비된다. 이러한 제 1 가동부재(152)는 제 1 커넥팅로드(158)에 의해 움직이며, 가압부(153)로 제 1 탄성부재(148)를 가압하여 탄성 변형시킬 수 있다.
- [0046] 제 1 커넥팅로드(158)는 링크 기구(115)의 제 2 링크(120)와 제 1 가동부재(152)를 연결한다. 제 1 커넥팅로드(158)는 제 2 링크(120)에 연결되는 제 1 헤드부(159)와, 제 1 가동부재(152)의 슬라이더 피봇 연결부(156)에 연결되는 제 2 헤드부(160)와, 제 1 헤드부(159)와 제 2 헤드부(160)를 연결하는 바디부(161)를 포함한다.
- [0047] 제 1 커넥팅로드(158)의 제 1 헤드부(159)는 제 2 링크(120)의 제 2 링크 우측 바디(121)에 구비되는 제 2 링크 피봇 연결부(125)를 통해 제 2 링크(120)에 회전 가능하게 연결된다. 제 2 링크 피봇 연결부(125)가 제 2 링크(120)의 회전 중심으로부터 편심되어 있으므로, 제 2 링크(120)의 회전 시 제 1 커넥팅로드(158)의 제 1 헤드부(159)는 제 2 링크(120)의 회전 중심 둘레를 따라 이동할 수 있다. 제 1 커넥팅로드(158)의 제 2 헤드부(160)는 제 1 가동부재(152)의 슬라이더 피봇 연결부(156)를 통해 제 1 가동부재(152)에 회전 가능하게 연결된다.
- [0048] 제 2 링크(120)의 회전 시 제 1 커넥팅로드(158)의 제 1 헤드부(159)가 제 2 링크(120)의 회전 중심 둘레를 따라 움직이고, 이에 의해 제 1 커넥팅로드(158)의 제 2 헤드부(160)가 제 1 가동부재(152)를 가이드바(149)를 따라 이동시킬 수 있다. 제 1 가동부재(152)의 움직임으로 제 1 탄성부재(148)가 탄성 변형되면, 제 1 탄성부재(148)의 탄성력이 제 1 가동부재(152)와 제 1 커넥팅로드(158)를 통해 제 2 링크(120)에 전달될 수 있다. 따라서 제 2 링크(120)의 회전 시 링크 기구(115)의 자중에 의한 중력 토크를 보상할 수 있는 보상 토크를 제 2 링크(120)에 제공할 수 있고, 제 2 링크(120)를 움직이기 위한 제 1 관절 구동부(138)의 구동 토크를 줄일 수 있다.
- [0049] 제 1 커넥팅로드(158)는 제 1 헤드부(159)를 갖는 제 1 회전 로드(163)와 제 2 헤드부(160)를 갖는 제 2 회전 로드(166)로 분리될 수 있다. 제 1 회전 로드(163)는 제 1 헤드부(159)와, 제 1 헤드부(159)에서 연장되는 제 1 로드 바디(164)를 갖는다. 제 2 회전 로드(166)는 제 2 헤드부(160)와, 제 2 헤드부(160)에서 연장되는 제 2 로드 바디(167)를 갖는다. 제 1 회전 로드(163)의 제 1 로드 바디(164)와 제 2 회전 로드(166)의 제 2 로드 바디(167)는 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 분리 가능하게 결합될 수 있다. 이렇게 제 1 커넥팅로드(158)가 제 2 링크(120)와 결합되는 부분과 제 1 가동부재(152)와 결합되는 부분이 분리될 수 있는 분리식 구조로 이루어짐으로써 제 1 카운터밸런서(144)의 조립이나 분해 작업이 쉬워진다.
- [0050] 예컨대, 제 1 카운터밸런서(144)의 조립 시, 제 1 커넥팅로드(158)의 제 1 회전 로드(163)와 제 2 회전 로드(166)를 제 2 링크(120)와 제 1 가동부재(152)에 각각 별도로 결합하고, 제 1 지지 프레임(145)을 제 1 링크(110)에 결합한 후, 제 1 회전 로드(163)와 제 2 회전 로드(166)를 결합하는 방법으로 제 1 카운터밸런서(144)를 조립할 수 있다.
- [0051] 또한 제 1 카운터밸런서(144)의 부품을 수리하거나 교체해야 할 경우, 먼저 제 1 커넥팅로드(158)의 제 1 회전 로드(163)와 제 2 회전 로드(166)를 분리한 후, 제 1 지지 프레임(145)을 제 1 링크(110)에서 분리하는 방법으로 제 1 카운터밸런서(144)를 손쉽게 분리할 수 있다.
- [0052] 이와 같이, 제 1 카운터밸런서(144)가 제 1 링크(110)에 조립식으로 설치되는 모듈형 구조를 취함으로써, 제 1 카운터밸런서(144)의 부품을 수리하거나 교체할 때, 제 1 카운터밸런서(144)를 쉽게 분리할 수 있고, 또한 쉽게 조립할 수 있다. 따라서 유지 보수에 따른 작업 시간과 비용을 절감할 수 있다.
- [0053] 제 2 카운터밸런서(170)는 제 1 링크(110)에 설치되어 링크 기구(115)의 자중에 의한 중력 토크를 보상할 수 있는 보상 토크를 제 1 카운터밸런서(144)와 별도로 링크 기구(115)의 입력 링크(130)에 제공할 수 있다. 제 2 카운터밸런서(170)는 제 2 가동부재(175)의 가동 방향이 제 1 카운터밸런서(144)의 제 1 가동부재(152)의 가동 방향과 상호 평행하도록 제 1 카운터밸런서(144)와 서로 마주하여 배치된다.
- [0054] 제 2 카운터밸런서(170)의 제 2 지지 프레임(171)은 제 1 링크(110)의 바닥 프레임(111)에 결합된다. 제 2 지지 프레임(171)은 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 바닥 프레임(111)에 분리 가능하게 결합될 수 있다. 제 2 지지 프레임(171)에는 제 2 가동부재(175)의 움직임을 가이드하기 위한 가이드 레일(146)에 구비된다. 제 2 지지 프레임(171)은 제 2 측벽 프레임(113) 등 제 1 링크(110)의 바닥 프레임(111) 이외의 다른 부분에 결합될 수도 있다.

- [0055] 제 2 탄성부재(173)는 제 2 지지 프레임(171)에 한 쌍이 상호 이격되어 설치된다. 제 2 탄성부재(173)의 설치를 위해 제 2 지지 프레임(171)에는 가이드바(149)가 결합된다. 가이드바(149)는 한 쌍이 상호 이격되어 평행하게 배치된다. 이들 가이드바(149)는 각각의 일단이 제 2 지지 프레임(171)에 고정되는 고정대(150)에 결합된다. 제 2 탄성부재(173)는 제 1 탄성부재(148)와 마찬가지로 가이드바(149)의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어진다.
- [0056] 제 2 가동부재(175)는 제 2 지지 프레임(171)에 슬라이드 이동 가능하게 설치된다. 제 2 가동부재(175)는 제 2 지지 프레임(171)의 가이드 레일(146)을 따라 직선 왕복 이동할 수 있다. 제 2 가동부재(175)는 한 쌍의 가이드바(149)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 가압부(153)와, 가압부(153)와 연결되어 가이드 레일(146)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 커넥팅로드 연결부(154)를 포함한다. 커넥팅로드 연결부(154)의 일측에는 제 2 커넥팅로드(177)의 결합을 위한 슬라이더 피봇 연결부(156)가 구비된다. 이러한 제 2 가동부재(175)는 제 2 커넥팅로드(177)에 의해 움직이며, 가압부(153)로 제 2 탄성부재(173)를 가압하여 탄성 변형시킬 수 있다.
- [0057] 제 2 커넥팅로드(177)는 링크 기구(115)의 입력 링크(130)와 제 2 가동부재(175)를 연결한다. 제 2 커넥팅로드(177)는 입력 링크(130)에 연결되는 제 1 헤드부(159)와, 제 2 가동부재(175)의 슬라이더 피봇 연결부(156)에 연결되는 제 2 헤드부(160)와, 제 1 헤드부(159)와 제 2 헤드부(160)를 연결하는 바디부(161)를 포함한다.
- [0058] 제 2 커넥팅로드(177)의 제 1 헤드부(159)는 입력 링크(130)의 회전부(131)에 구비되는 입력 링크 피봇 연결부(134)를 통해 입력 링크(130)에 회전 가능하게 연결된다. 입력 링크 피봇 연결부(134)가 입력 링크(130)의 회전 중심으로부터 편심되어 있으므로, 입력 링크(130)의 회전 시 제 2 커넥팅로드(177)의 제 1 헤드부(159)는 입력 링크(130)의 회전 중심 둘레를 따라 이동할 수 있다. 제 2 커넥팅로드(177)의 제 2 헤드부(160)는 제 2 가동부재(175)의 슬라이더 피봇 연결부(156)를 통해 제 2 가동부재(175)에 회전 가능하게 연결된다.
- [0059] 입력 링크(130)의 회전 시 제 2 커넥팅로드(177)의 제 1 헤드부(159)가 입력 링크(130)의 회전 중심 둘레를 따라 움직이고, 이에 의해 제 2 커넥팅로드(177)의 제 2 헤드부(160)가 제 2 가동부재(175)를 가이드바(149)를 따라 이동시킬 수 있다. 제 2 가동부재(175)의 움직임으로 제 2 탄성부재(173)가 탄성 변형되면, 제 2 탄성부재(173)의 탄성력이 제 2 가동부재(175)와 제 2 커넥팅로드(177)를 통해 입력 링크(130)에 전달될 수 있다. 따라서 입력 링크(130)의 회전 시 링크 기구(115)의 자중에 의한 중력 토크를 보상할 수 있는 보상 토크를 입력 링크(130)에 제공할 수 있고, 입력 링크(130)를 움직이기 위한 제 2 관절 구동부(140)의 구동 토크를 줄일 수 있다.
- [0060] 제 2 커넥팅로드(177)는 제 1 헤드부(159)를 갖는 제 1 회전 로드(163)와 제 2 헤드부(160)를 갖는 제 2 회전 로드(166)로 분리될 수 있다. 제 1 회전 로드(163)는 제 1 헤드부(159)와, 제 1 헤드부(159)에서 연장되는 제 1 로드 바디(164)를 갖는다. 제 2 회전 로드(166)는 제 2 헤드부(160)와, 제 2 헤드부(160)에서 연장되는 제 2 로드 바디(167)를 갖는다. 제 1 회전 로드(163)의 제 1 로드 바디(164)와 제 2 회전 로드(166)의 제 2 로드 바디(167)는 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 분리 가능하게 결합될 수 있다. 이렇게 제 2 커넥팅로드(177)가 입력 링크(130)와 결합되는 부분과 제 2 가동부재(175)와 결합되는 부분이 분리될 수 있는 분리식 구조로 이루어짐으로써 제 2 카운터밸런서(170)의 조립이나 분해 작업이 쉬워진다.
- [0061] 이와 같이, 제 2 카운터밸런서(170)가 제 1 링크(110)에 조립식으로 설치되는 모듈형 구조를 취함으로써, 제 2 카운터밸런서(170)의 부품을 수리하거나 교체할 때, 제 2 카운터밸런서(170)를 쉽게 분리할 수 있고, 또한 쉽게 조립할 수 있다. 따라서 유지 보수에 따른 작업 시간과 비용을 절감할 수 있다.
- [0062] 이하에서는, 도면을 참조하여 상술한 중력보상장치(142)의 작동 원리에 대하여 설명한다.
- [0063] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터의 중력보상장치의 작동 원리를 설명하기 위해 간략화한 개념도이고, 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터의 중력보상장치의 효과를 설명하기 위해 설계변수를 적절히 선정했을 때 관절 회전 각도에 따른 보상 토크를 나타낸 그래프이며, 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 수직다관절 로봇 머니플레이터의 각 피치 관절에 인가되는 중력 토크를 설명하기 위해 간략하게 나타낸 개념도이다.
- [0064] 도 10에 나타난 것과 같이, 중력보상장치(142)의 커넥팅로드(158)(177)의 길이를 l_{rod} , 링크 기구(115)의 회전 중심으로부터 커넥팅로드(158)(177)가 연결된 점 사이의 길이를 R , 탄성부재(148)(173)의 스프링 상수를 k , 링크 기구(115)의 회전각도를 θ , 커넥팅로드(158)(177)의 회전 각도를 ϕ 라고 하면, 링크 기구(115)의 회전에 따른 가동부재(152)(175)의 이동거리 s 는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[0065] $s=R+I_{rod}(R\cos\theta+I_{rod}\cos\phi)$

[0066] 여기에서, 가동부재(152)(175)의 움직임에 의한 탄성부재(148)(173)의 압축거리는 가동부재(152)(175)의 이동거리에 탄성부재(148)(173)의 초기 압축거리 s_i 를 더한 값과 같다. 따라서 탄성부재(148)(173)의 압축에 따른 탄성부재(148)(173)의 복원력 F_r 은 탄성부재(148)(173)의 강성에 탄성부재(148)(173) 압축거리를 곱하여 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.

[0067] $F_r=k\{R+I_{rod}(R\cos\theta+I_{rod}\cos\phi)+s_i\}$

[0068] 커넥팅로드(158)(177)에 인가되는 힘을 F 라고 하면, F 와 F_r 사이에는 다음의 관계가 성립한다.

[0069] $F=\frac{F_r}{\cos\phi}$

[0070] 또한 커넥팅로드(158)(177)를 통해 전달되는 힘과 제 1 관절(J1)의 중심 O 사이의 거리인 모멘트암 l_m 은 다음과 같다.

[0071] $l_m=R\sin(\theta+\phi)$

[0072] 최종적으로, 제 1 관절(J1)에는 다음과 같이 커넥팅로드(158)(177)를 통해 전달되는 힘과 모멘트암의 곱으로 나타나는 보상 토크 T_c 가 발생한다.

[0073] $T_c=Fl_m=kR\{R+I_{rod}(R\cos\theta+I_{rod}\cos\phi)+s_i\}\frac{\sin(\theta+\phi)}{\cos\phi}$

[0074] 한편, 커넥팅로드(158)(177)의 회전각도 ϕ 와 링크 기구(115)의 회전각도 θ 는 다음 식에 의해 구속된다.

[0075] $R\sin\phi=I_{rod}\sin\theta$

[0076] 따라서 링크 기구(115)의 회전각도 θ 에 따라 중력보상장치(142)에서 생성되는 보상 토크 T_c 는 4개의 설계변수 R , k , s_i , l_{rod} 에 의해 결정되며, 적절한 변수 선정을 통해 링크 기구(115) 회전에 따라 정현파 모양으로 나타나는 중력 토크 T_g 를 상쇄할 수 있다.

[0077] 일례로, R 이 25mm, l_{rod} 가 100mm, k 가 2.9N/mm, s_i 가 75mm일 때 발생하는 보상 토크를 그래프로 나타내면 도 11과 같이 정현파의 모양을 갖는다. 본 발명에서 개발한 중력보상장치(142)의 경우, 보상 토크의 수식이 중력 토크의 수식 $mg\sin\theta$ 와 수학적으로 완전히 일치하지는 않으므로, 중력보상장치(142)로 머니플래이터의 자중에 의한 중력 토크를 완전하게 상쇄하지는 못 한다. 그러나 설계변수를 최적화하여 중력보상장치를 설계하면 중력 토크와 보상 토크의 오차가 미미하게 나타나므로, 중력 토크를 보상하여 머니플래이터의 구동부 동력을 낮추는 것이 가능하다.

[0078] 도 12에 나타낸 것과 같이, 세 개의 링크(L1)(L2)(L3)를 구비하여 롤 관절 1(Jr) 위에 피치 관절 2(Jp1)과 피치 관절 3(Jp2)이 구비된 로봇 머니플래이터의 경우, 각 피치 관절(Jp1)(Jp2)에는 다음과 같은 중력 토크가 인가되는 것으로 나타낼 수 있다.

[0079] $T_{g2}=(m_2gl_{c2}+m_3gl_2)\sin\theta_2+m_3gl_{c3}\sin(\theta_2+\theta_3)$

[0080] $T_{g3}=m_3gl_{c3}\sin(\theta_2+\theta_3)$

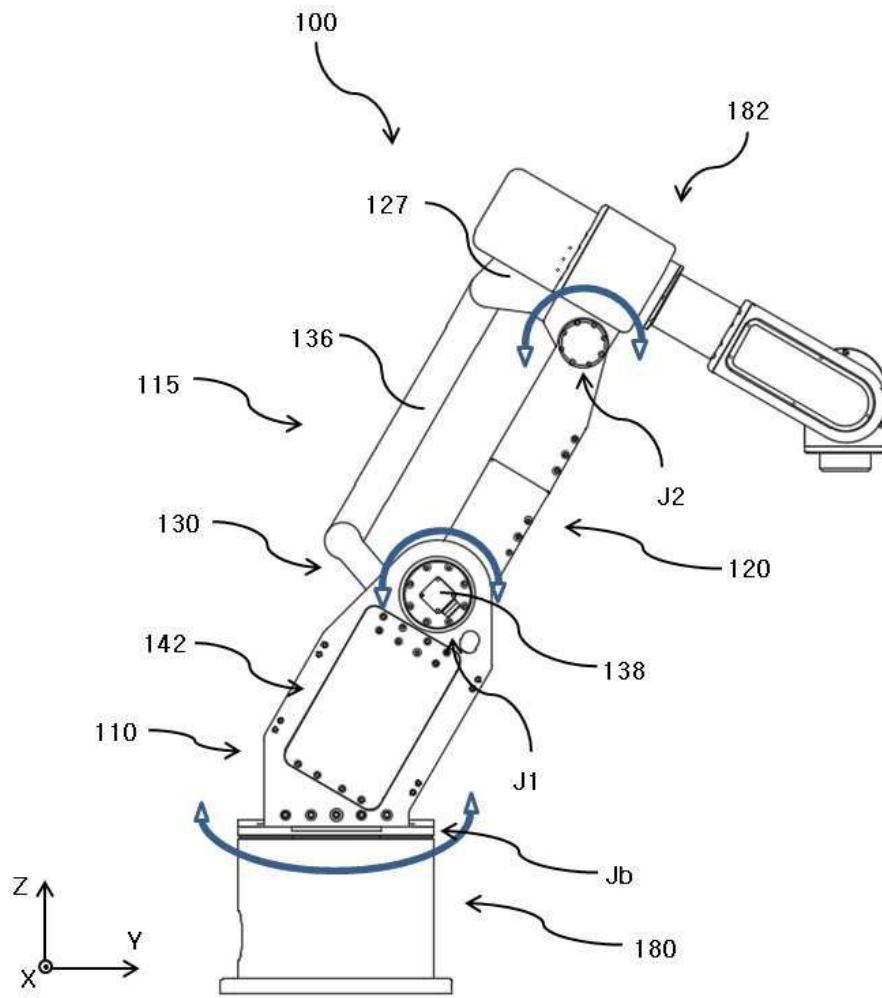
[0081] 여기서 m_2 , m_3 는 각 링크(L2)(L3)의 질량, l_{c2} , l_{c3} 는 각 링크(L2)(L3)의 무게중심 거리, θ_2 는 피치 관절 2(Jp1)와 피치 관절 3(Jp2) 사이의 거리이며, θ_2 , θ_3 는 각 피치 관절(Jp1)(Jp2)의 회전각도이다. 피치 관절 2(Jp1)의 중력 토크 식을 보면, 첫 번째 성분인 $(m_2gl_{c2}+m_3gl_2)\sin\theta_2$ 는 각도 θ_2 만의 함수이므로, 중력보상장치의 설계변수를 적절히 조절하여 보상하는 것이 가능하다. 그러나 두 번째 성분 $m_3gl_{c3}\sin(\theta_2+\theta_3)$ 은 피치 관절 2(Jp1)와 피치 관절 3(Jp2)에 대한 각도를 모두 반영해야 하므로 단순한 중력보상장치의 적용으로 보상하기는 어렵다. 이 항을 살펴보면, 피치 관절 3(Jp2)에 인가되는 중력 토크의 식과 동일한 것을 알 수 있으며, 이는 작용-반작용으로 인해 피치 관절 3(Jp2)에 인가된 중력 토크와 같은 크기의 토크가 링크(L2)를 통해 피치 관절 2(Jp1)로 전달되기 때문이다. 따라서 이러한 작용-반작용에 의한 토크를 링크가 아닌 다른 구조를 통해 베이스

쪽으로 전달한다면 피치 관절 2(Jp1)에 인가되는 토크는 피치 관절 2(Jp1)의 회전각도에만 의존하는 항만 남게 되어 중력보상장치를 적용하여 중력 토크를 보상하는 것이 가능하다.

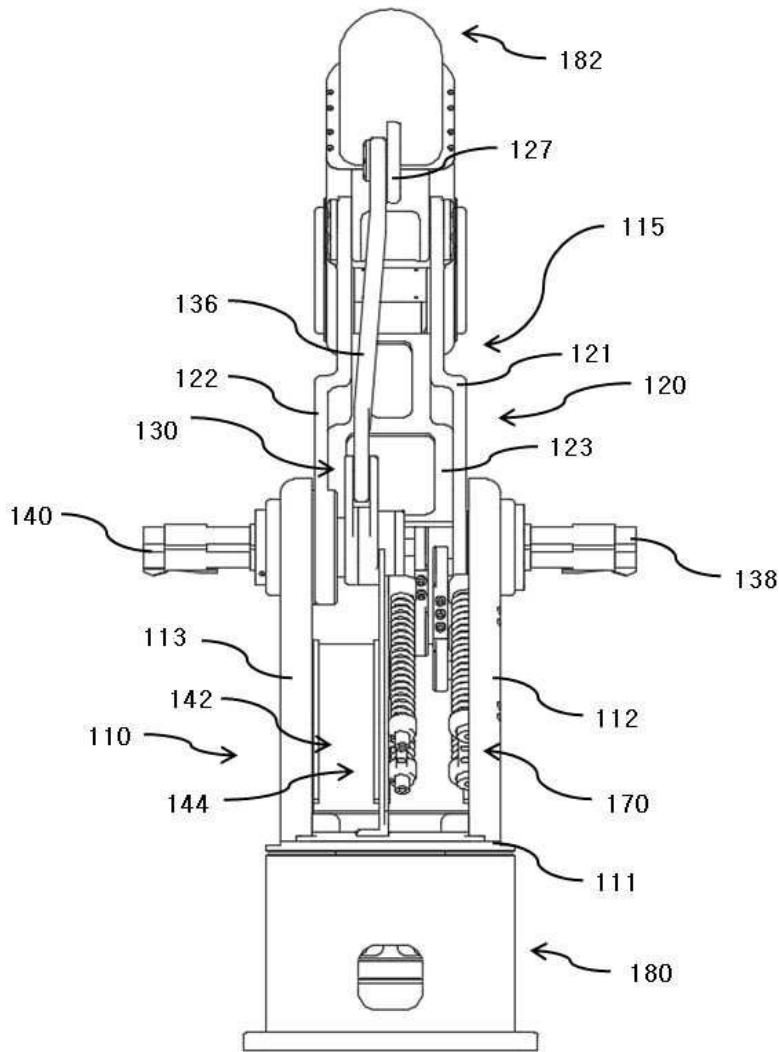
- [0082] 피치 관절 3(Jp2)에 걸리는 중력 토크 Tg3의 경우, 위 식과 같이 피치 관절 2(Jp1)과 피치 관절 3(Jp2)의 회전각도의 합인 ($\Theta_2 + \Theta_3$)에 의해 결정되는데, 이는 도 12에서 나타난 것과 같이 중력 방향을 기준으로 링크 3(L3)의 회전각을 나타낸 값이다. 따라서 피치 관절 3(Jp2)에서 중력방향을 기준으로 하여 중력보상장치를 적용하면 링크 3(L3)에 의한 중력 토크를 보상하는 것이 가능하다.
- [0083] 위의 내용을 정리하면, 2개의 피치 관절(Jp1)(Jp2)로 구성된 로봇 매니퓰레이터의 중력 토크를 보상하기 위해서는, 중력 토크의 작용-반작용에 의해 발생하는 토크를 다른 관절에 인가하지 않으면서 링크 1(L1)로 전달할 수 있는 메커니즘과 다른 관절의 회전에 관계없이 항상 중력 방향을 기준으로 작동하는 중력보상장치의 구현이 필요하다.
- [0084] 본 발명은 도 5에 나타난 것과 같이, 2개의 피치 관절(J1)(J2) 사이를 평행 4절 링크로 구성함으로써 이 문제를 해결할 수 있다. 평행 4절 링크를 구성하는 입력 링크(130)의 회전 기준은 제 2 링크(120)와 마찬가지로 제 1 링크(110) 위에 있으므로 제 2 링크(120)의 회전에 영향을 받지 않는다. 따라서 평행 4절 링크의 입력 링크(130)에 중력보상장치(142)를 적용하면 항상 중력 방향을 기준으로 제 2 관절(J2)을 동작시키는 것이 가능하다.
- [0085] 또한 제 2 관절(J2)에 인가되는 중력 토크를 평행 4절 링크의 커플러 링크(136)를 통해 제 1 링크(110)로 전달하므로, 제 1 관절(J1)은 제 2 관절(J2)의 중력 토크에 영향을 받지 않아 제 1 관절(J1)에는 제 1 관절(J1)의 회전각도에 따른 성분만 남고 단순한 중력보상장치(142)의 적용이 가능하다. 이와 같이, 평행 4절 링크 구조로 두 피치 관절(J1)(J2)을 구성함으로써, 두 관절(J1)(J2)에 대해 모두 탄성력을 통한 중력보상을 적용하는 것이 가능하다.
- [0086] 또한 제 2 관절 구동부(140)를 제 1 관절 구동부(138)와 같이 제 1 링크(110) 상에 위치시켜 제 2 관절(J2)의 회전이 제 1 관절(J1)의 회전에 영향을 주지 않는다. 그리고 제 2 관절(J2)의 토크를 커플러 링크(136)와 입력 링크(130)를 통해 제 1 링크(110)에 전달하므로, 제 2 관절(J2)의 토크가 제 1 관절(J1)에 작용하지 않는다.
- [0087] 상술한 것과 같이, 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)는 일반적인 산업용 수직다관절 로봇의 구조를 따르면서 중력 토크의 영향을 가장 많이 받는 두 관절(J1)(J2)에 대해 중력 토크를 보상할 수 있다. 따라서 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)의 자세 유지 및 구동 시에 각 관절(J1)(J2)에서 필요한 토크의 크기가 획기적으로 감소하여 관절 구동부(138)(140)에서 필요한 동력을 낮출 수 있으므로 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)의 제조 단가를 낮출 수 있다.
- [0088] 또한 본 발명에 따른 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)는, 중력 보상으로 인해서 동일한 작업을 수행하는 데 훨씬 작은 동력을 사용할 수 있으므로, 로봇 운영 시의 에너지를 절감하는 효과를 얻을 수 있다. 또한 중력보상장치(142)의 설치 및 부품 수명에 따른 교체가 용이하도록 중력보상장치(142)를 모듈식으로 설계함으로써, 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)의 유지 보수 문제를 해결할 수 있다.
- [0089] 이상 본 발명에 대해 바람직한 예를 들어 설명하였으나 본 발명의 범위가 앞에서 설명되고 도시되는 형태로 한정되는 것은 아니다.
- [0090] 예를 들어, 도면에는 수직다관절 로봇 매니퓰레이터(100)가 다관절 구조의 팔 파트와, 다관절 구조의 손목 파트를 갖는 로봇 팔의 형태로 구현된 것으로 나타냈으나, 본 발명의 수직다관절 로봇 매니퓰레이터는 다양한 개수의 링크와 관절 수를 갖는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0091] 또한 도면에는 링크 기구(115)가 4절 링크 구조로 이루어지는 것으로 나타냈으나, 링크 기구는 다양한 개수의 다양한 모양을 갖는 링크를 포함하는 다른 구조로 변경될 수 있다. 다른 예로, 링크 기구를 구성하는 제 2 링크의 회전 중심과 입력 링크의 회전 중심은 서로 어긋난 위치에 배치될 수도 있다.
- [0092] 또한 도면에는 중력보상장치(142)가 링크 기구(115)의 제 2 링크(120)에 보상 토크를 제공하는 제 1 카운터밸런서(144)와 입력 링크(130)에 보상 토크를 제공하는 제 2 카운터밸런서(170)를 포함하는 것으로 나타냈으나, 중력보상장치는 제 2 링크(120)와 입력 링크(130) 중 적어도 어느 하나에 보상 토크를 제공하는 하나의 카운터밸런서를 갖는 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0093] 또한 중력보상장치(142)를 구성하는 제 1 카운터밸런서(144)와 제 2 카운터밸런서(170)의 구조는 도시된 것으로 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다. 다른 예로, 카운터밸런서를 구성하는 탄성부재는 도시된 것과 같은 코일 스프링 구조 이외에 링크 기구에 탄성력을 제공할 수 있는 다른 구조로 변경될 수 있고, 탄성부재의 탄성력

도면

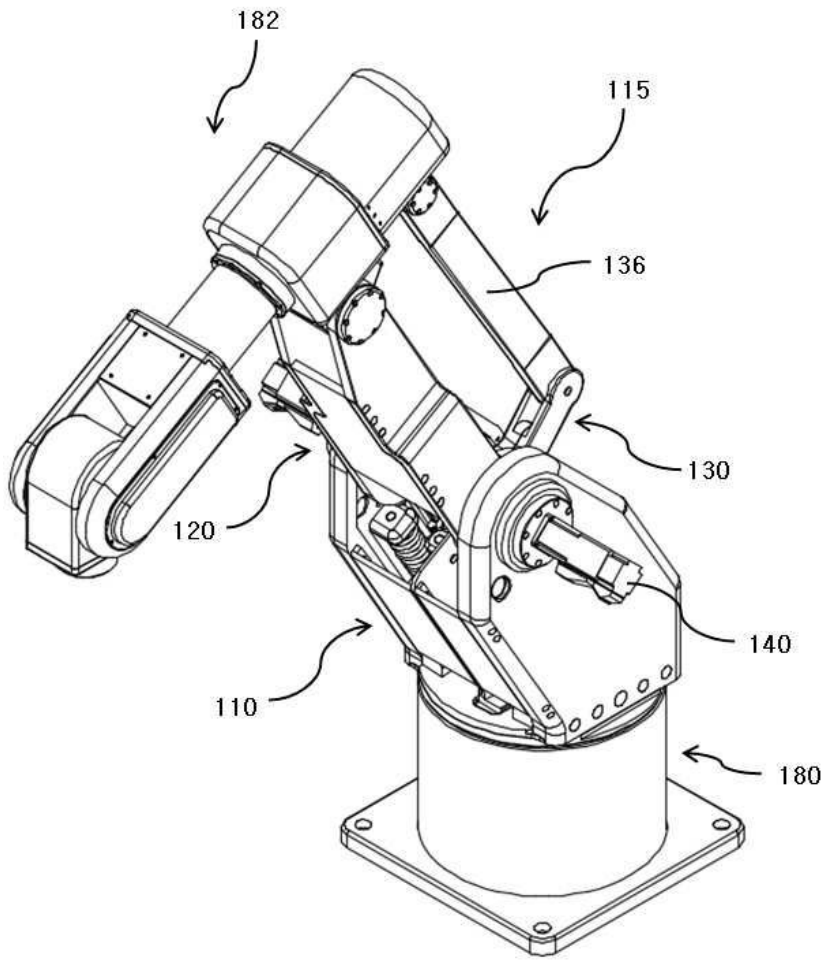
도면1



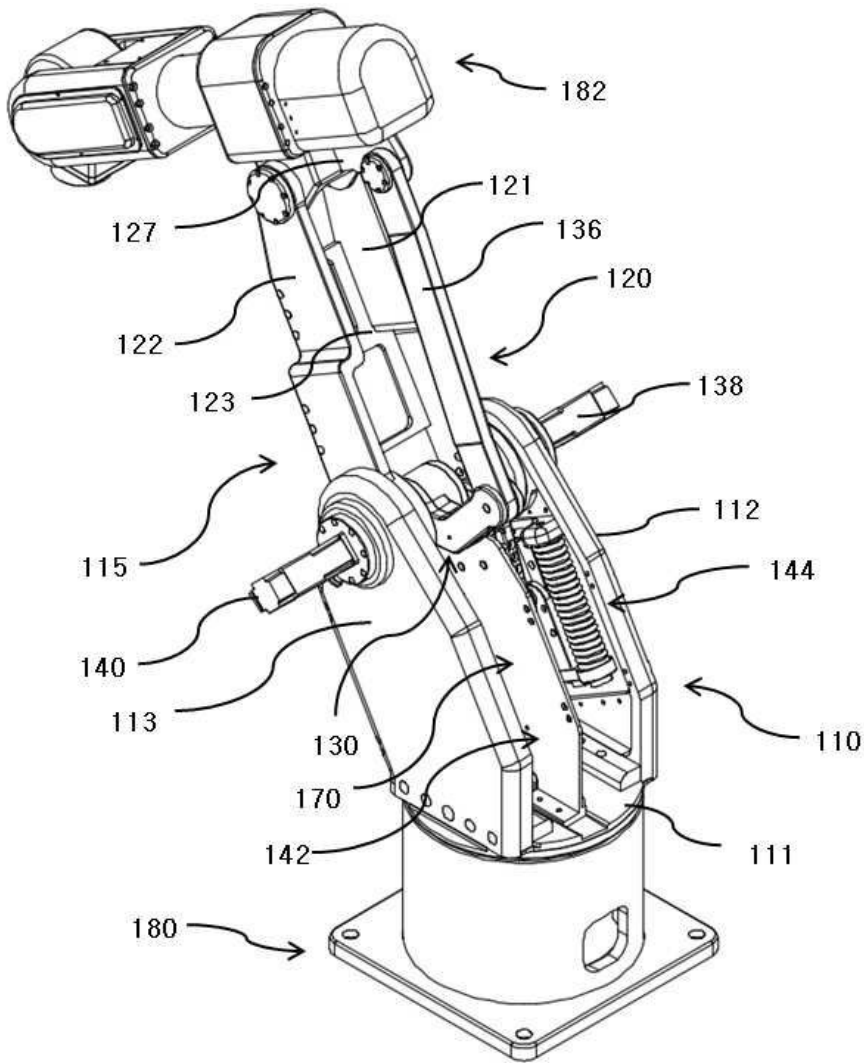
도면2



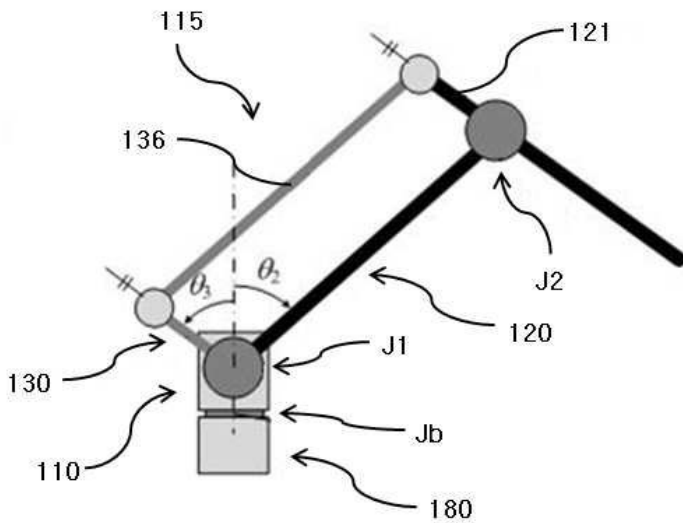
도면3



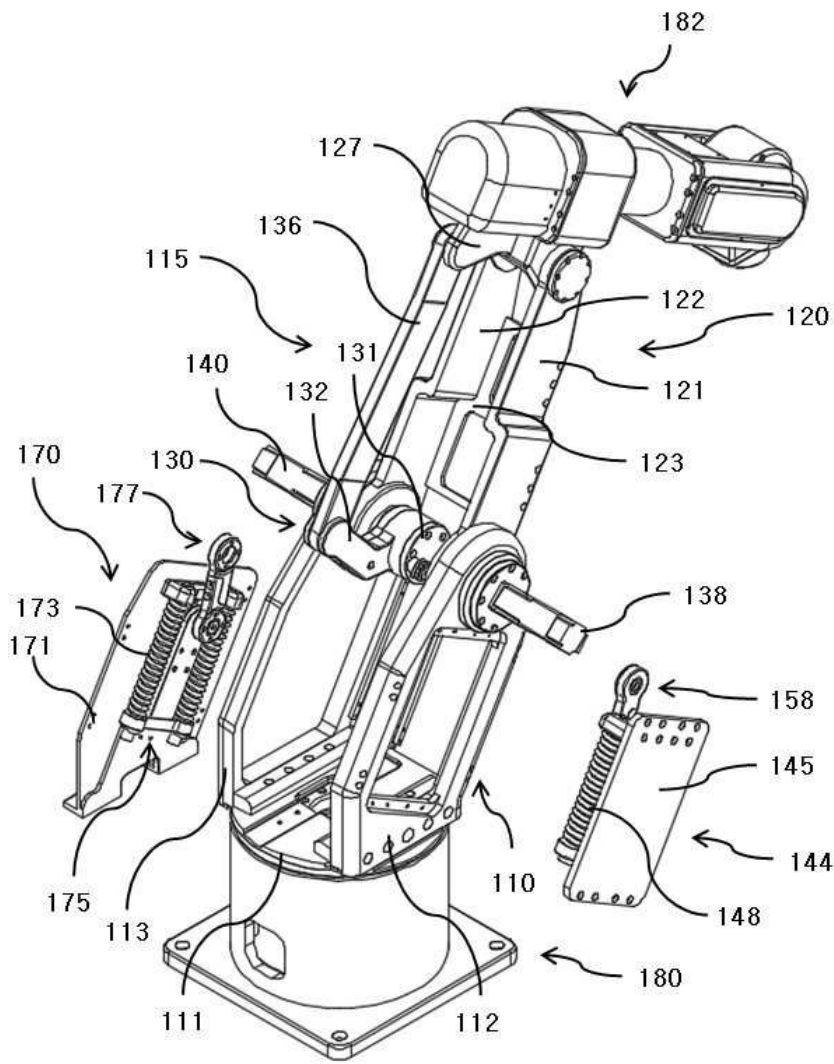
도면4



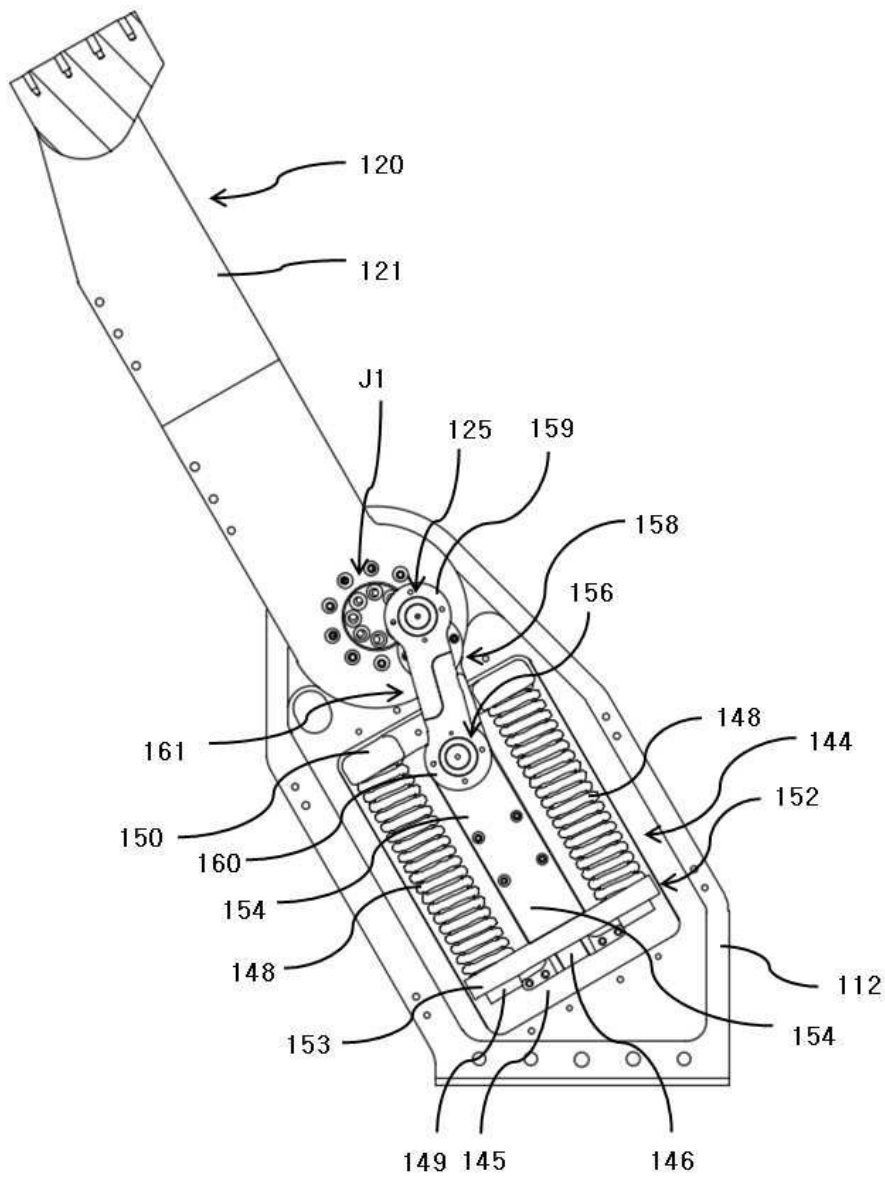
도면5



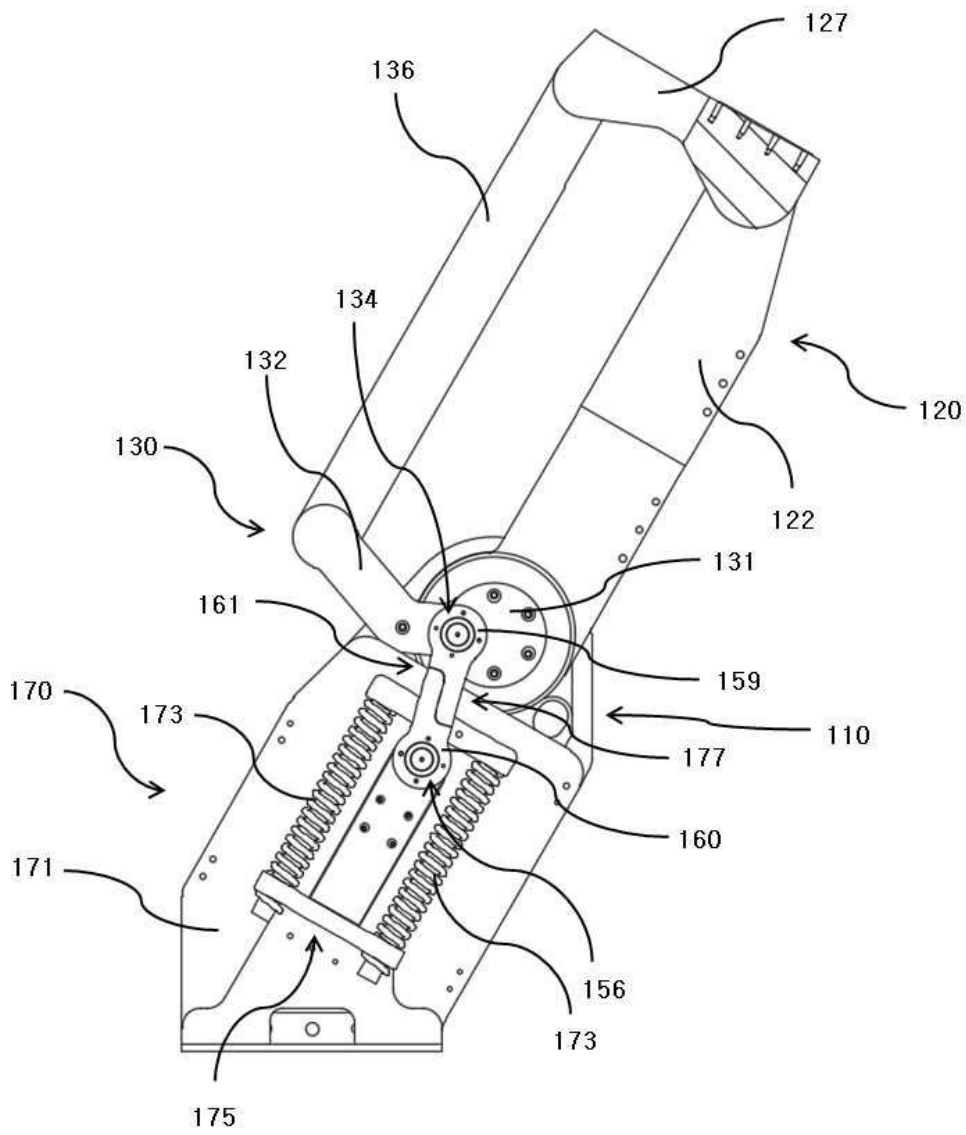
도면6



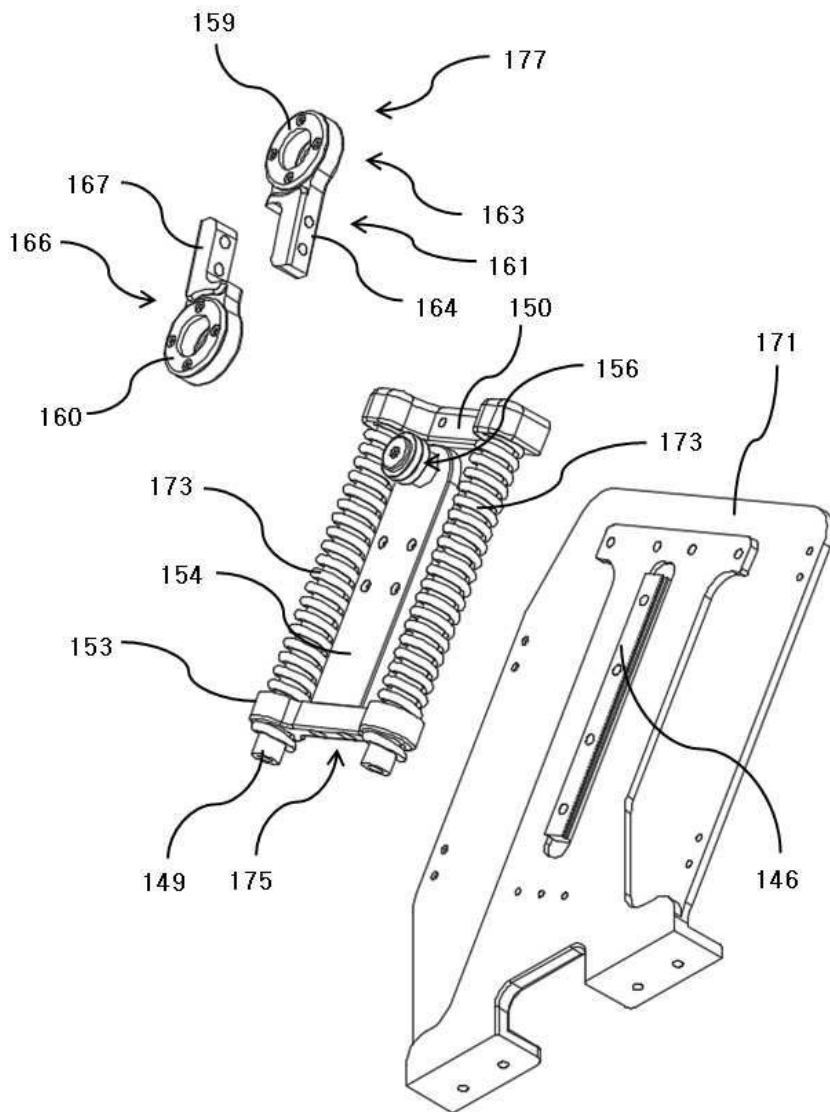
도면7



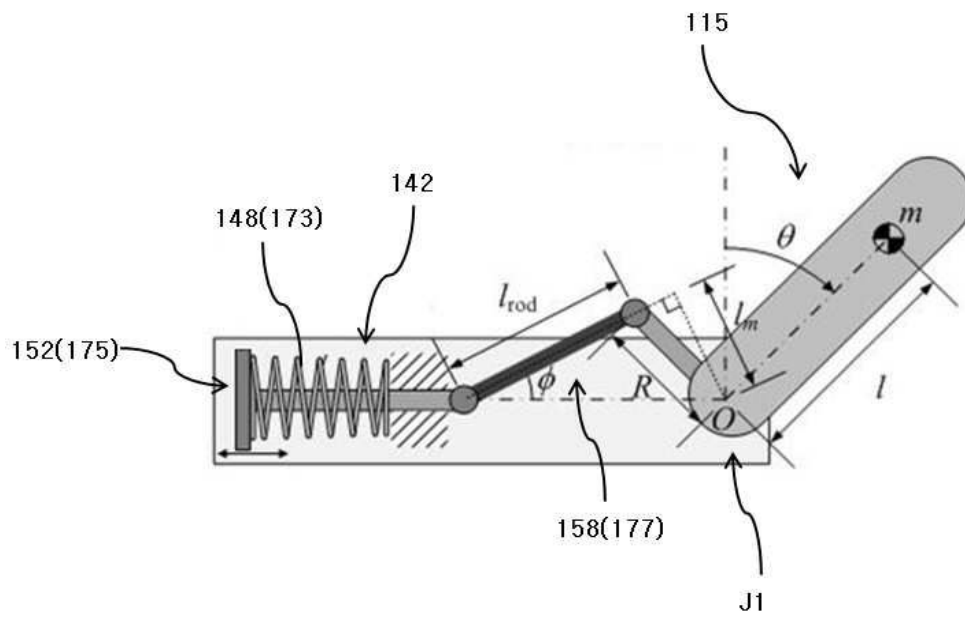
도면8



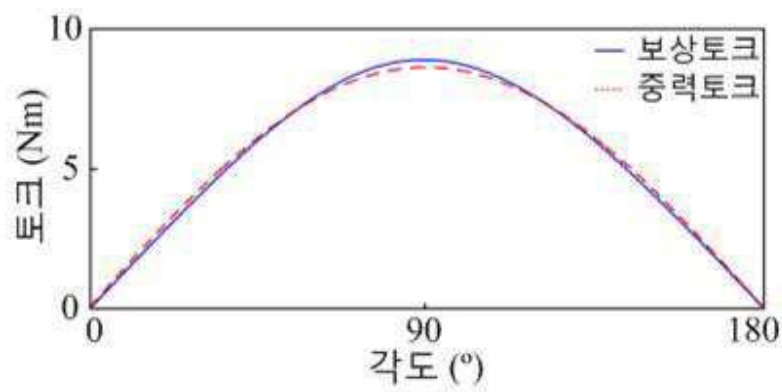
도면9



도면10



도면11



도면12

