(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0097423
(43) 공개일자 2018년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 18/04 (2006.01) *B25J 9/04* (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 18/04 (2013.01)
B25J 9/042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0051581
(22) 출원일자 2017년04월21일
심사청구일자 2017년04월21일
(30) 우선권주장
1020170024241 2017년02월23일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
송재복
서울시 강남구 언주로30길 56 B동 2907호 (도곡동,타워팰리스)
이원범
경기도 안양시 동안구 귀인로 258, 107동 802호(평촌동, 꿈마을라이프아파트)
(74) 대리인
홍동우

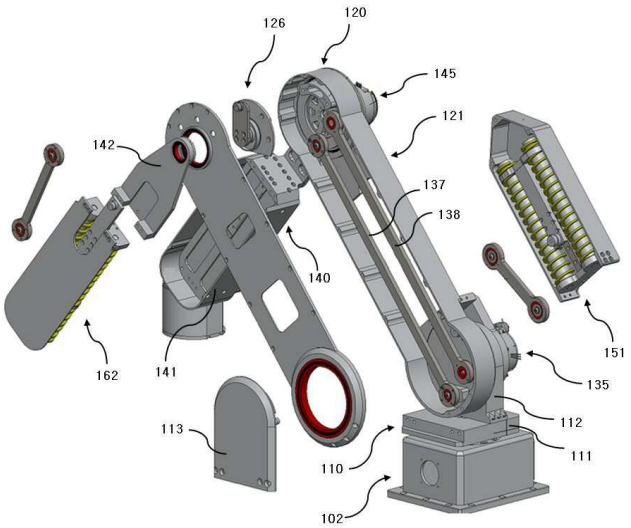
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **중력보상장치를 구비한 로봇 암**

(57) 요 약

본 발명에 따른 로봇 암은, 제 1 링크와, 제 1 링크와 제 1 피치 관절로 연결되는 제 2 링크 메인 바디 및 2 링크 메인 바디에 회전 가능하게 결합되는 제 2 링크 관절 바디를 구비하는 제 2 링크와, 제 2 링크와 제 2 피치 관절로 연결되는 제 3 링크와, 제 1 링크에 지지되어 제 2 링크를 제 1 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 1 피치 관절 구동부와, 제 2 링크에 지지되어 제 3 링크를 제 2 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 2 피치 관절 구동부와, 제 1 링크 및 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 제 1 링크와 제 2 링크 관절 바디를 연결하는 제 1 보조 링크와, 제 1 링크 및 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 제 1 링크와 제 2 링크 관절 바디 및 제 1 보조 링크와 함께 4절링크를 구성하는 제 2 보조 링크를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
B25J 9/106 (2013.01)
B25J 9/1638 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10063413
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 로봇산업융합핵심기술개발사업
연구과제명 작업자 공간공유 및 스마트공장 적용을 위한 차세대 제조용 로봇 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 (주)디에스티로봇
연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제 1 링크;

상기 제 1 링크와 제 1 피치 관절로 연결되는 제 2 링크 메인 바디 및 상기 제 2 링크 메인 바디에 회전 가능하게 결합되는 제 2 링크 관절 바디를 구비하는 제 2 링크;

상기 제 2 링크와 제 2 피치 관절로 연결되는 제 3 링크;

상기 제 1 링크에 지지되어 상기 제 2 링크를 상기 제 1 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 1 피치 관절 구동부;

상기 제 2 링크에 지지되어 상기 제 3 링크를 상기 제 2 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 2 피치 관절 구동부;

상기 제 1 링크 및 상기 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 관절 바디를 연결하는 제 1 보조 링크; 및

상기 제 1 링크 및 상기 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 관절 바디 및 상기 제 1 보조 링크와 함께 4절링크를 구성하는 제 2 보조 링크;를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 링크 메인 바디에 대한 상기 제 2 링크 관절 바디의 회전 중심축이 상기 제 2 피치 관절 상에 위치하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 링크 메인 바디의 길이 방향과 상기 제 1 보조 링크의 길이 방향 및 상기 제 2 보조 링크의 길이 방향이 모두 평행한 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 링크 메인 바디는 내측에 공간이 마련되고, 상기 제 2 링크 관절 바디는 상기 제 2 링크 메인 바디의 내측에 회전 가능하게 배치되며, 상기 제 1 보조 링크 및 상기 제 2 보조 링크는 상기 제 2 링크 메인 바디의 내측에 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 피치 관절에서 중력토크를 보상하기 위해 상기 제 1 링크에 지지되어 상기 제 2 링크의 하중을 지지

하는 제 1 카운터밸런서;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 카운터밸런서는,

상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 연결되는 제 1 커넥팅로드와, 상기 제 1 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 다른 하나에 가동 가능하게 설치되어 상기 제 1 커넥팅로드의 움직임에 연동하는 제 1 슬라이더와, 상기 제 1 커넥팅로드가 상기 제 1 슬라이더를 당기는 방향과 반대 방향으로 상기 제 1 슬라이더에 탄성력을 가하도록 상기 제 1 슬라이더와 연결되는 제 1 탄성부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 어느 하나에 결합되는 제 1 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 1 슬라이더는 상기 제 1 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 슬라이더의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 제 1 지지 프레임에 결합되는 제 1 가이드바를 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 제 1 슬라이더는 상기 제 1 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 제 1 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 피치 관절에서 중력토크를 보상하기 위해 상기 제 2 링크에 지지되어 상기 제 3 링크의 하중을 지지하는 제 2 카운터밸런서;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 카운터밸런서는,

상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 연결되는 제 2 커넥팅로드와, 상기 제 2 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 다른 하나에 가동 가능하게 설치되어 상기 제 2 커넥팅로드의 움직임에 연동하는 제 2 슬라이더와, 상기 제 2 커넥팅로드가 상기 제 2 슬라이더를 당기는 방향과 반대 방향으로 상기 제 2 슬라이더에 탄성력을 가하도록 상기 제 2 슬라이더와 연결되는 제 2 탄성부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 어느 하나에 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 로봇 암.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 2 슬라이더의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 제 2 지지 프레임에 결합되는 제 2 가이드바를 더 포함하고, 상기 제 2 탄성부재는 상기 제 2 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 제 2 슬라이더는 상기 제 2 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 제 2 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 카운터밸런서의 제 2 커넥팅로드는 상기 2 링크의 제 2 링크 관절 바디에 연결되는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 링크와 제 3 피치 관절로 연결되고, 복수의 손목 링크가 손목 관절로 연결되는 손목부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 피치 관절의 회전 중심축과 수직의 회전 중심축을 갖는 베이스 관절을 통해 상기 제 1 링크와 관절 연결되는 베이스;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 암.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 로봇 암에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 로봇 암의 자세 유지 및 구동 시에 로봇 암의 자중에 의해서 관절에 인가되는 중력토크를 상쇄시킬 수 있는 중력보상장치를 구비한 로봇 암에 관한 것이다.

배 경 기 술

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

[0003] 이러한 로봇 암이 자세를 유지하거나 구동할 때, 링크를 연결하는 관절에는 중력 방향으로 로봇 암의 자중에 의한 중력토크가 인가된다. 로봇 암이 대형화될수록 중력토크의 크기는 더욱 커지며 관절에 큰 구동부 동력이 필요하게 된다. 따라서 대형 로봇 암은 큰 용량의 모터 및 감속기를 구비해야 해서 제작 비용이 증가하고 작업에 소모되는 전력 역시 크게 증가하는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 로봇 암의 관절에 무게 추나 스프링을

이용한 중력보상장치를 설치하여 기계식으로 중력토크를 상쇄시키는 다양한 방법이 활용되고 있다.

[0004] 가장 간단하게는 무게 추 또는 스프링을 이용한 1자유도 중력보상장치를 이용하는 방법이 있다. 그러나 이러한 1자유도 중력보상장치는 다자유도의 로봇 암에 적용하기에 한계가 있다.

[0005] 이러한 한계를 극복하기 위해, 평행 4절 링크 구조를 이용한 다자유도 중력보상장치가 제안된 바 있다. 그런데 평행 4절 링크 구조의 중력보상장치는 평행 4절 링크 구조의 사점 때문에 관절의 가동 범위가 180도 미만으로 제한된다는 문제가 있다. 또한 종래의 평행 4절 링크 기반의 로봇 암은 몸체 외부에 추가적인 링크가 돌출되어 로봇 암의 부피가 커지는 단점도 가지고 있다.

[0006] 이러한 문제점들을 해결하기 위해 와이어와 벨트-풀리를 사용하여 관절 제한을 없애고 부피를 최소화한 다자유도 중력보상장치가 제안되었으나, 이 방법은 와이어와 벨트의 낮은 내구성과 재현성으로 인한 문제점을 가지고 있다. 따라서 관절의 가동 범위를 해치지 않으면서 충분한 내구성 및 재현성을 갖는 다자유도 중력보상장치의 발명이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제1190228호 (2012. 10. 12)

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제1270031호 (2013. 05. 31)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 바와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 높은 내구성과 넓은 가동 범위를 갖는 다자유도 중력보상장치를 이용함으로써, 가동 범위가 넓고 내구성이 우수하며 관절에 인가되는 토크가 최소화될 수 있는 중력보상장치를 구비한 로봇 암을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위한 본 발명에 따른 로봇 암은, 제 1 링크; 상기 제 1 링크와 제 1 피치 관절로 연결되는 제 2 링크 메인 바디 및 상기 제 2 링크 메인 바디에 회전 가능하게 결합되는 제 2 링크 관절 바디를 구비하는 제 2 링크; 상기 제 2 링크와 제 2 피치 관절로 연결되는 제 3 링크; 상기 제 1 링크에 지지되어 상기 제 2 링크를 상기 제 1 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 1 피치 관절 구동부; 상기 제 2 링크에 지지되어 상기 제 3 링크를 상기 제 2 피치 관절을 중심으로 회전시키는 제 2 피치 관절 구동부; 상기 제 1 링크 및 상기 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 관절 바디를 연결하는 제 1 보조 링크; 및 상기 제 1 링크 및 상기 제 2 링크 관절 바디에 각각 회전 가능하게 연결되어 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 관절 바디 및 상기 제 1 보조 링크와 함께 4절링크를 구성하는 제 2 보조 링크;를 포함한다.

[0010] 상기 제 2 링크 메인 바디에 대한 상기 제 2 링크 관절 바디의 회전 중심축이 상기 제 2 피치 관절 상에 위치할 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 로봇 암은, 상기 제 2 링크 메인 바디의 길이 방향과 상기 제 1 보조 링크의 길이 방향 및 상기 제 2 보조 링크의 길이 방향이 모두 평행한 것이 바람직하다.

[0012] 상기 제 2 링크 메인 바디는 내측에 공간이 마련되고, 상기 제 2 링크 관절 바디는 상기 제 2 링크 메인 바디의 내측에 회전 가능하게 배치되며, 상기 제 1 보조 링크 및 상기 제 2 보조 링크는 상기 제 2 링크 메인 바디의 내측에 배치될 수 있다.

[0013] 본 발명에 따른 로봇 암은, 상기 제 1 피치 관절에서 중력토크를 보상하기 위해 상기 제 1 링크에 지지되어 상기 제 2 링크의 하중을 지지하는 제 1 카운터밸런서;를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 제 1 카운터밸런서는, 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 연결되는 제 1 커

넥팅로드와, 상기 제 1 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 다른 하나에 가동 가능하게 설치되어 상기 제 1 커넥팅로드의 움직임에 연동하는 제 1 슬라이더와, 상기 제 1 커넥팅로드가 상기 제 1 슬라이더를 당기는 방향과 반대 방향으로 상기 제 1 슬라이더에 탄성력을 가하도록 상기 제 1 슬라이더와 연결되는 제 1 탄성부재를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 링크와 상기 제 2 링크 중 어느 하나에 결합되는 제 1 지지 프레임을 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 지지 프레임에 결합되고, 상기 제 1 슬라이더는 상기 제 1 지지 프레임에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.

[0016] 상기 제 1 카운터밸런서는 상기 제 1 슬라이더의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 제 1 지지 프레임에 결합되는 제 1 가이드바를 더 포함하고, 상기 제 1 탄성부재는 상기 제 1 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 제 1 슬라이더는 상기 제 1 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 제 1 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 로봇 암은, 상기 제 2 피치 관절에서 중력토크를 보상하기 위해 상기 제 2 링크에 지지되어 상기 제 3 링크의 하중을 지지하는 제 2 카운터밸런서;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 제 2 카운터밸런서는, 상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 어느 하나에 회전 가능하게 연결되는 제 2 커넥팅로드와, 상기 제 2 커넥팅로드가 회전 가능하게 연결되고 상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 다른 하나에 가동 가능하게 설치되어 상기 제 2 커넥팅로드의 움직임에 연동하는 제 2 슬라이더와, 상기 제 2 커넥팅로드가 상기 제 2 슬라이더를 당기는 방향과 반대 방향으로 상기 제 2 슬라이더에 탄성력을 가하도록 상기 제 2 슬라이더와 연결되는 제 2 탄성부재를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 2 링크와 상기 제 3 링크 중 어느 하나에 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.

[0020] 상기 제 2 카운터밸런서는 상기 제 2 슬라이더의 슬라이딩 방향으로 연장되도록 상기 제 2 지지 프레임에 결합되는 제 2 가이드바를 더 포함하고, 상기 제 2 탄성부재는 상기 제 2 가이드바의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어지고, 상기 제 2 슬라이더는 상기 제 2 탄성부재를 압축할 수 있도록 상기 제 2 가이드바에 슬라이딩 가능하게 결합될 수 있다.

[0021] 상기 제 2 카운터밸런서의 제 2 커넥팅로드는 상기 2 링크의 제 2 링크 관절 바디에 연결될 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 로봇 암은, 상기 제 3 링크와 제 3 피치 관절로 연결되고, 복수의 손목 링크가 손목 관절로 연결되는 손목부;를 더 포함할 수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 로봇 암은, 상기 제 1 피치 관절의 회전 중심축과 수직의 회전 중심축을 갖는 베이스 관절을 통해 상기 제 1 링크와 관절 연결되는 베이스;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 로봇 암은 중력토크의 영향을 많이 받는 피치 관절에 이중 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치를 적용함으로써, 일반적인 로봇 암과 유사한 크기나, 내구성, 가동 범위를 가지면서, 자세 유지 및 구동 시에 필요한 토크의 크기를 최소화할 수 있다. 따라서 저용량의 모터 및 감속기를 사용함으로써 로봇 암의 제조단가를 낮출 수 있으며, 동일한 작업을 수행하는 데에 훨씬 작은 에너지가 소모되어 운용 비용을 줄일 수 있다.

[0025] 또한 본 발명에 따른 로봇 암은 탄성력을 제공하는 탄성부재와, 탄성부재의 탄성력을 전달하는 슬라이더 및 커넥팅로드를 포함하는 카운터밸런서로 링크 기구에 보상토크를 제공함으로써, 관절에서의 중력토크를 기계적으로 보상할 수 있다. 따라서 관절 구동부로부터 중력토크를 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.

[0026] 또한 본 발명에 따른 로봇 암은 단순한 구조의 카운터밸런서를 이용하여 중력보상을 구현함으로써 가반하중을 극대화시킬 수 있고, 관절에서의 토크 부하를 경감시켜 회동력을 최소화시킴으로써 고출력의 구동부를 사용하지 않고도 정확한 동작이 가능하며, 모터와 감속기 등 관절 구동부 부품의 용량을 크게 줄일 수 있다.

[0027] 또한 본 발명에 따른 로봇 암은 단순한 구조의 카운터밸런서를 통한 안정적인 중력보상과 더불어 컴팩트한 구조

를 가능하게 함으로써, 다양한 분야에서의 활용성을 극대화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암을 나타낸 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암을 일부 구성을 분리하여 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 주요 구성을 분해하여 나타낸 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 일부 구성을 삭제하여 나타낸 것이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 제 1 링크와 제 2 링크의 연결 구조를 설명하기 위한 분해 사시도들이다.

도 7 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 제 2 링크와 제 3 링크의 연결 구조를 설명하기 위한 분해 사시도들이다.

도 11 및 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 제 1 카운터밸런서의 구체적인 구성을 나타낸 것이다.

도 13 및 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 제 2 카운터밸런서의 구체적인 구성을 나타낸 것이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 중력보상장치의 작동 원리를 설명하기 위해 간략화한 개념도이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 중력보상장치의 효과를 설명하기 위해 설계변수를 적절히 선정했을 때 관절 회전각도에 따른 보상토크를 나타낸 그래프이다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암과 관련하여 단일 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치의 구성 및 원리를 설명하기 위한 개념도이다.

도 18 및 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암의 이중 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치의 구성 및 원리를 설명하기 위한 개념도들이다.

도 20은 도 18에 나타낸 이중 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치의 확장된 가동범위를 나타낸 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0030] 도면에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 중력보상장치를 구비한 로봇 암(100)은 베이스(102)와, 베이스(102)와 베이스 관절(Jb)로 연결되는 제 1 링크(110)와, 제 1 링크(110)와 제 1 피치 관절(Jp1)로 연결되는 제 2 링크(120)와, 제 2 링크(120)와 제 2 피치 관절(Jp2)로 연결되는 제 3 링크(140)와, 제 3 링크(140)와 제 3 피치 관절(Jp3)로 연결되는 손목부(180)와, 중력토크를 보상하기 위한 중력보상장치(150)를 포함한다.

[0031] 본 실시예에 따른 로봇 암(100)은 복수의 링크가 복수의 관절로 연결된 다중관절 구조를 갖는 것으로, 관절의 구성은 로봇 말단부의 위치를 결정하기 위한 몰(베이스 관절)-피치(제 1 피치 관절)-피치(제 2 피치 관절) 3개의 주요 관절과, 로봇 말단부의 방향을 결정하기 위한 3개의 손목부 관절(제 3 피치 관절, 제 1 속목 관절, 제 2 손목 관절)을 포함한다. 그리고 중력토크가 가장 크게 걸리는 2개의 피치 관절(제 1 피치 관절, 제 2 피치 관절)에 대한 중력보상을 수행하기 위해 스프링 기반의 중력보상장치(150)가 장착된다. 이러한 로봇 암(100)은 이중 평행 4절링크 구조를 채택하고, 이중 평행 4절링크가 중력보상장치(150)와 연동하여 다자유도 중력보상이 가능하다.

[0032] 베이스(102)는 베이스 관절(Jb)을 통해 제 1 링크(110)와 연결된다. 베이스(102)가 바닥에 고정 설치되는 경우 베이스 관절(Jb) 상의 회전 중심축은 바닥에 수직으로 배치될 수 있다. 베이스(102)에는 제 1 링크(110)를 베이스 관절(Jb)을 중심으로 회전시킬 수 있는 베이스 관절 구동부(미도시)가 설치될 수 있다.

[0033] 제 1 링크(110)는 베이스 관절(Jb)을 중심으로 회전할 수 있도록 베이스(102)에 결합된다. 제 1 링크(110)는 제 1 링크 베이스 바디(111)와, 제 1 링크 메인 바디(112)와, 제 1 링크 서브 바디(113)를 포함한다. 제 1 링크 베

이스 바디(111)는 베이스(102)의 상면과 평행하게 배치되어 베이스(102)에 회전 가능하게 결합된다. 제 1 링크 메인 바디(112)는 제 2 링크(120)를 회전 가능하게 지지할 수 있도록 제 1 링크 베이스 바디(111)와 대략 수직을 이루도록 제 1 링크 베이스 바디(111)의 상면에 배치된다. 제 1 링크 서브 바디(113)는 제 1 링크 메인 바디(112)와 마주하도록 제 1 링크 베이스 바디(111)의 상면에 배치된다. 제 1 링크 메인 바디(112)와 제 1 링크 서브 바디(113)의 사이에 제 2 링크(120)의 일단부가 위치한다.

[0034] 제 1 링크(110)에는 복수의 제 1 링크 피봇 연결부(114)(115)(116)가 구비된다. 이들 복수의 제 1 링크 피봇 연결부(114)(115)(116) 중 하나의 제 1 링크 피봇 연결부(114)는 제 1 보조 링크(137)의 연결을 위한 것이고, 다른 하나의 제 1 링크 피봇 연결부(115)는 제 2 보조 링크(138)의 연결을 위한 것이며, 또 다른 제 1 링크 피봇 연결부(116)는 후술할 제 1 카운터밸런서(151)에 구비되는 제 1 커넥팅로드(160)의 연결을 위한 것이다.

[0035] 제 1 링크(110)는 도시된 구조 이외에, 베이스(102)와 베이스 관절(Jb)로 연결되고, 제 2 링크(120)와 제 1 피치 관절(Jp1)로 연결될 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0036] 제 2 링크(120)는 제 1 링크(110)에 대해 회전할 수 있도록 제 1 링크(110)와 제 1 피치 관절(Jp1)로 연결된다. 제 1 피치 관절(Jp1) 상의 회전 중심축은 베이스 관절(Jb) 상의 회전 중심축과 수직을 이룬다. 제 2 링크(120)는 제 2 링크 메인 바디(121)와, 제 2 링크 서브 바디(124)와, 제 2 링크 관절 바디(126)를 포함한다. 제 2 링크(120)는 한쪽 단부가 제 1 링크(110)에 회전 가능하게 결합되어 제 1 링크(110)에 지지되는 제 1 피치 관절 구동부(135)에 의해 제 1 피치 관절(Jp1)을 중심으로 회전할 수 있다.

[0037] 제 1 피치 관절 구동부(135)는 제 1 링크(110)의 제 1 링크 메인 바디(112)에 지지되어 제 2 링크(120)를 회전시키기 위한 구동력을 제 2 링크(120)에 제공하는 다양한 구조를 취할 수 있다. 제 1 피치 관절 구동부(135)와 제 1 링크(110)의 연결 구조나, 제 1 피치 관절 구동부(135)와 제 2 링크(120)의 연결 구조는 도시된 것 이외의 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0038] 제 2 링크 메인 바디(121)는 제 2 링크 메인 바디 구동 프레임(122)과, 제 2 링크 메인 바디 구동 프레임(122)과 결합되는 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)을 포함한다. 제 2 링크 메인 바디 구동 프레임(122)은 제 1 피치 관절 구동부(135)와 연결되어 제 1 피치 관절 구동부(135)에 의해 제 1 피치 관절(Jp1)을 중심으로 회전한다. 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)은 양쪽 단부가 제 1 링크(110) 및 제 3 링크(140)와 각각 회전 가능하게 연결된다. 제 1 피치 관절 구동부(135)가 작동할 때 제 1 피치 관절 구동부(135)의 회전력이 제 2 링크 메인 바디 구동 프레임(122)을 통해 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)에 전달되어 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)이 제 1 피치 관절(Jp1)을 중심으로 회전할 수 있다. 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)의 내측에는 공간이 마련되며, 이 공간에 제 2 링크 관절 바디(126)와, 한 쌍의 보조 링크(137)(138)가 수용된다.

[0039] 제 2 링크 서브 바디(124)는 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)과 결합되며, 제 2 링크 서브 바디(124)의 한쪽 단부는 제 1 링크(110)에 회전 가능하게 결합되고, 제 2 링크 서브 바디(124)의 다른 쪽 단부에는 제 3 링크(140)의 일부분이 회전 가능하게 결합된다.

[0040] 제 2 링크 관절 바디(126)는 제 2 링크 메인 바디(121)의 제 3 링크(140)가 연결되는 단부에 회전 가능하게 결합된다. 제 2 링크 메인 바디(121)에 대한 제 2 링크 관절 바디(126)의 회전 중심축은 제 2 피치 관절(Jp2) 상에 위치한다. 제 2 링크 관절 바디(126)는 메인 관절 바디(127)와, 서브 관절 바디(128)와, 연결 관절 바디(129)를 포함한다.

[0041] 메인 관절 바디(127)는 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임(123)의 단부에 회전 가능하게 결합된다. 서브 관절 바디(128)는 메인 관절 바디(127)와 상호 마주하도록 결합된다. 메인 관절 바디(127)와 서브 관절 바디(128)의 사이에는 제 1 보조 링크(137) 및 제 2 보조 링크(138)의 단부가 위치할 수 있는 공간이 마련된다. 연결 관절 바디(129)는 서브 관절 바디(128)에 결합된다. 메인 관절 바디(127)와 서브 관절 바디(128)는 제 2 링크(120)의 제 2 링크 메인 바디(121)와 제 2 링크 서브 바디(124) 사이의 공간에 수용되고, 연결 관절 바디(129)는 제 2 링크 서브 바디(124)의 외측에 배치되어 제 2 링크 서브 바디(124)에 구비되는 관통구를 통해 서브 관절 바디(128)와 연결된다. 연결 관절 바디(129)는 제 2 카운터밸런서(162)와 연결된다.

[0042] 제 2 링크(120)에는 복수의 제 2 링크 피봇 연결부(131)(132)(133)가 구비된다. 이들 복수의 제 2 링크 피봇 연결부(131)(132)(133) 중에서 하나의 제 2 링크 피봇 연결부(131)는 제 1 보조 링크(137)와의 연결을 위한 것으로 메인 관절 바디(127)에 구비되고, 다른 하나의 제 2 링크 피봇 연결부(132)는 제 2 보조 링크(138)와의 연결을 위한 것으로 메인 관절 바디(127)에 배치된다. 또한 또 다른 제 2 링크 피봇 연결부(133)는 제 2 카운터밸런서(162)의 제 2 커넥팅로드(171)와의 연결을 위한 것으로 연결 관절 바디(129)에 구비된다. 제 2 커넥팅로드

(171)가 연결되는 제 2 링크 피봇 연결부(133)는 제 2 링크 관절 바디(126)의 회전 중심축으로부터 편심되어 위치한다.

[0043] 제 2 링크(120)의 내측에는 제 1 보조 링크(137) 및 제 2 보조 링크(138)가 설치된다. 이들 보조 링크(137)(138)는 제 1 링크(110)와 제 2 링크 관절 바디(126)를 연결한다. 제 1 보조 링크(137)는 그 일단부가 제 1 링크(110)의 제 1 링크 피봇 연결부(114)를 통해 제 1 링크(110)에 회전 가능하게 연결되고 그 타단부가 제 2 링크 관절 바디(126)의 제 2 링크 피봇 연결부(131)를 통해 제 2 링크 관절 바디(126)에 회전 가능하게 연결된다. 제 2 보조 링크(138)는 그 일단부가 제 1 링크(110)의 제 1 링크 피봇 연결부(115)를 통해 제 1 링크(110)에 회전 가능하게 연결되고 그 타단부가 제 2 링크 관절 바디(126)의 제 2 링크 피봇 연결부(132)를 통해 제 2 링크 관절 바디(126)에 회전 가능하게 연결된다. 따라서 제 1 보조 링크(137)와 제 2 보조 링크(138)는 제 1 링크(110) 및 제 2 링크 관절 바디(126)와 함께 4절링크를 구성한다.

[0044] 또한 제 1 보조 링크(137)와 제 2 보조 링크(138) 각각의 길이 방향은 제 2 링크 메인 바디(121) 길이 방향과 평행하다. 따라서 도 18에 간략하게 나타낸 것과 같이, 제 1 링크(110)와, 제 2 링크(120)와, 제 2 링크 관절 바디(126) 및 한 쌍의 보조 링크(137)(138)는 이중 평행 4절링크 구조를 이룬다.

[0045] 본 실시예에 따른 로봇 암(100)은 상술한 것과 같은 이중 평행 4절링크 구조를 통해 패러렐로그램 기구(Parallelogram mechanism)를 형성할 수 있다. 패러렐로그램 기구는 링크와 관절로 구성되는 평행사변형의 기구로써 링크 기구의 관절 운동 시 기준으로 선정된 링크를 지면에 대해 일정한 각도를 유지하도록 해주는 역할을 한다. 패러렐로그램 기구를 통해 다자유도 링크 기구에 대한 기준면을 일치시킴으로써 중력보상토크를 최소화시키고 신속한 동작을 구현할 수 있다. 즉, 도 18에 나타낸 것과 같이, 패러렐로그램 기구를 통해 두 피치 관절(Jp1)(Jp2)에서 동일한 회전 상태를 유지함으로써 동일한 회전 기준을 형성할 수 있다. 따라서 제 2 링크(120)가 제 1 피치 관절(Jp1)을 중심으로 회전해도 제 2 링크 관절 바디(126)가 지면과 일정한 각도를 이루는 또 다른 기준면을 형성할 수 있으며, 제 2 피치 관절(Jp2)에서의 효과적인 중력보상이 가능하다.

[0046] 제 2 링크(120)는 도시된 구조 이외에, 제 1 링크(110)와 제 1 피치 관절(Jp1)로 연결되고, 제 3 링크(140)와 제 2 피치 관절(Jp2)로 연결될 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 제 2 링크(120)의 제 2 링크 관절 바디(126) 역시 제 2 링크 메인 바디(121)에 회전 가능하게 결합되고, 한 쌍의 보조 링크(137)(138) 및 제 2 커넥팅로드(171)가 연결될 수 있는 다양한 다른 구조를 취할 수 있다. 또한 제 2 링크(120) 및 한 쌍의 보조 링크(137)(138)에 의한 이중 평행 4절링크 구조도 도시된 것으로 한정되지 않고 다양하게 변경될 수 있다.

[0047] 제 3 링크(140)는 제 2 링크(120)에 대해 회전할 수 있도록 제 2 링크(120)와 제 2 피치 관절(Jp2)로 연결된다. 제 2 피치 관절(Jp2) 상의 회전 중심축은 제 1 피치 관절(Jp1) 상의 회전 중심축과 평행하다. 제 3 링크(140)는 제 3 링크 메인 바디(141)와, 제 3 링크 메인 바디(141)와 결합되는 제 3 링크 서브 바디(142)를 포함한다. 이러한 제 3 링크(140)는 한쪽 단부가 제 2 링크(120)에 회전 가능하게 결합되어 제 2 링크(120)에 지지되는 제 2 피치 관절 구동부(145)에 의해 제 2 피치 관절(Jp2)을 중심으로 회전할 수 있다.

[0048] 제 2 피치 관절 구동부(145)는 제 2 링크(120)에 지지되어 제 3 링크(140)를 회전시키기 위한 구동력을 제 3 링크(140)에 제공할 수 있는 다양한 구조를 취할 수 있다. 제 2 피치 관절 구동부(145)와 제 2 링크(120)의 연결 구조나, 제 2 피치 관절 구동부(145)와 제 3 링크(140)의 연결 구조는 도시된 것 이외의 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0049] 제 3 링크 메인 바디(141)는 제 2 피치 관절 구동부(145)와 연결되어 제 2 피치 관절 구동부(145)로부터 구동력을 제공받아 제 2 피치 관절(Jp2)을 중심으로 회전한다. 제 3 링크 서브 바디(142)는 제 2 링크 메인 바디(121)의 한쪽 단부를 사이에 두고 제 3 링크 메인 바디(141)와 마주하도록 제 2 링크 서브 바디(124)에 회전 가능하게 결합된다.

[0050] 손목부(180)는 제 3 링크(140)에 대해 회전할 수 있도록 제 3 링크(140)의 한쪽 단부에 제 3 피치 관절(Jp3)로 연결된다. 손목부(180)는 제 3 피치 관절 구동부(185)에 의해 제 3 피치 관절(Jp3)을 중심으로 회전할 수 있다. 제 3 피치 관절 구동부(185)는 제 3 링크(140)에 지지되어 손목부(180)를 회전시키기 위한 구동력을 손목부(180)에 제공할 수 있는 다양한 구조를 취할 수 있다.

[0051] 손목부(180)는 제 3 링크(140)에 회전 가능하게 결합되는 제 1 손목 링크(181)와, 제 1 손목 링크(181)와 제 1 손목 관절(Jw1)로 연결되는 제 2 손목 링크(182)와, 제 2 손목 링크(182)와 제 2 손목 관절(Jw2)로 연결되는 제 3 손목 링크(183)를 포함한다. 제 3 손목 링크(183)에는 롤모터 또는 그립퍼 등으로 구현될 수 있는 엔드이펙터(미도시)가 설치될 수 있다.

[0052] 손목부(180)는 도시된 구조 이외에, 제 3 링크(140)에 관절 운동 가능하게 연결되는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0053] 중력보상장치(150)는 제 1 피치 관절(Jp1)에서 중력토크를 보상하기 위해 제 1 링크(110)에 지지되어 제 2 링크(120)에 탄성력을 가하는 제 1 카운터밸런서(151)와, 제 2 피치 관절(Jp2)에서 중력토크를 보상하기 위해 제 2 링크(120)에 지지되어 제 3 링크(140)에 탄성력을 가하는 제 2 카운터밸런서(162)를 포함한다. 이들 제 1 카운터밸런서(151)와 제 2 카운터밸런서(162)는 탄성력을 이용하는 것으로, 설치 위치나 중력보상 대상 관절에서 차이가 있고, 전체적인 구조와 기능은 유사하다.

[0054] 도 11 및 도 12를 참조하면, 제 1 카운터밸런서(151)는 제 2 링크(120)에 고정되는 제 1 지지 프레임(152)과, 제 1 지지 프레임(152)에 지지되는 제 1 탄성부재(154)와, 제 1 지지 프레임(152)에 가동형으로 설치되는 제 1 슬라이더(156)와, 제 1 슬라이더(156)와 제 1 링크(110)를 연결하는 제 1 커넥팅로드(160)를 포함한다.

[0055] 제 1 지지 프레임(152)은 제 2 링크(120)의 제 2 링크 메인 바디(121)에 결합된다. 제 1 지지 프레임(152)은 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 제 2 링크 메인 바디(121)에 분리 가능하게 결합될 수 있다. 제 1 지지 프레임(152)에는 제 1 슬라이더(156)의 움직임을 가이드하기 위한 가이드 레일(153)이 구비된다.

[0056] 제 1 탄성부재(154)는 제 1 지지 프레임(152)에 한 쌍이 상호 이격되어 설치된다. 제 1 탄성부재(154)의 설치를 위해 제 1 지지 프레임(152)에는 한 쌍의 가이드바(155)가 설치된다. 이들 가이드바(155)는 일정한 간격 이격되어 상호 평행하게 배치된다. 제 1 탄성부재(154)는 가이드바(155)의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어진다.

[0057] 제 1 슬라이더(156)는 제 1 지지 프레임(152)에 슬라이드 이동 가능하게 설치된다. 제 1 슬라이더(156)는 제 1 지지 프레임(152)의 가이드 레일(153)을 따라 직선 왕복 이동할 수 있다. 제 1 슬라이더(156)는 한 쌍의 가이드바(155)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 가압부(157)와, 가압부(157)와 연결되어 가이드 레일(153)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 커넥팅로드 연결부(158)를 포함한다. 커넥팅로드 연결부(158)의 일측에는 제 1 커넥팅로드(160)의 결합을 위한 슬라이더 피봇 연결부(159)가 구비된다. 이러한 제 1 슬라이더(156)는 제 1 커넥팅로드(160)에 의해 움직이며, 가압부(157)로 제 1 탄성부재(154)를 가압하여 탄성 변형시킬 수 있다.

[0058] 제 1 커넥팅로드(160)는 제 1 링크(110)와 제 1 슬라이더(156)를 연결한다. 제 1 커넥팅로드(160)는 그 일단부가 제 1 링크(110)의 제 1 링크 피봇 연결부(116)에 회전 가능하게 연결되고, 타단부가 제 1 슬라이더(156)의 슬라이더 피봇 연결부(159)에 회전 가능하게 연결된다. 제 1 링크(110)의 제 1 링크 피봇 연결부(116)는 제 1 피치 관절(Jp1) 상의 회전 중심축으로부터 편심되어 위치한다.

[0059] 제 2 링크(120)가 제 1 링크(110)에 대해 회전할 때, 제 1 지지 프레임(152)이 제 2 링크(120)와 함께 움직이며, 이에 따라 제 1 커넥팅로드(160)가 제 1 링크(110)의 제 1 링크 피봇 연결부(116)를 중심으로 회전한다. 이때, 제 1 커넥팅로드(160)가 제 1 슬라이더(156)를 당겨 제 1 슬라이더(156)가 제 1 탄성부재(154)를 압축시키고, 제 1 탄성부재(154)의 탄성력이 제 1 슬라이더(156)와 제 1 커넥팅로드(160)를 통해 제 2 링크(120)에 전달될 수 있다. 따라서 제 2 링크(120)의 회전 시 제 1 피치 관절(Jp1)에서 중력토크를 보상할 수 있고, 제 2 링크(120)를 움직이기 위한 제 1 피치 관절 구동부(135)의 구동 토크를 줄일 수 있다.

[0060] 제 1 카운터밸런서(151)는 나사 등의 고정부재를 통해 조립식으로 설치되는 모듈형 구조를 취할 수 있다. 이와 같이, 제 1 카운터밸런서(151)를 조립식 구조로 하면 제 1 카운터밸런서(151)의 부품을 수리하거나 교체할 때, 제 1 카운터밸런서(151)를 제 1 링크(110) 및 제 2 링크(120)로부터 쉽게 분리할 수 있고, 또한 쉽게 조립할 수 있다. 따라서 유지 보수에 따른 작업 시간과 비용을 절감할 수 있다.

[0061] 제 1 카운터밸런서(151)는 도시된 것과 같이 제 1 링크(110)에 지지되어 제 2 링크(120)에 탄성력을 가하는 구조 이외에, 제 1 링크(110)에 지지되어 제 2 링크(120)의 하중을 지지함으로써, 제 1 피치 관절(Jp1)에서 중력토크를 보상할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0062] 예를 들어, 도면에는 제 1 카운터밸런서(151)의 제 1 지지 프레임(152)이 제 2 링크(120)의 제 2 링크 메인 바디(121)에 결합되고, 제 1 커넥팅로드(160)가 제 1 링크(110)의 제 1 링크 메인 바디(112)에 연결되는 것으로 나타냈으나, 제 1 지지 프레임이 제 1 링크(110)에 결합되고 제 1 커넥팅로드가 제 2 링크(120)에 연결되는 구조도 가능하다. 또한 제 1 탄성부재는 도시된 것과 같은 코일 스프링 구조 이외에 탄성력을 제공할 수 있는 다른 구조로 변경될 수 있고, 제 1 탄성부재의 탄성력을 전달하는 제 1 슬라이더와 제 1 커넥팅로드 각각의 구조나 연결 구조도 다양하게 변경될 수 있다.

[0063] 도 13 및 도 14를 참조하면, 제 2 카운터밸런서(162)는 제 3 링크(140)에 고정되는 제 2 지지 프레임(163)과,

제 2 지지 프레임(163)에 지지되는 제 2 탄성부재(165)와, 제 2 지지 프레임(163)에 가동형으로 설치되는 제 2 슬라이더(167)와, 제 2 슬라이더(167)와 제 2 링크(120)를 연결하는 제 2 커넥팅로드(171)를 포함한다.

[0064] 제 2 지지 프레임(163)은 제 3 링크(140)의 제 3 링크 메인 바디(141)에 결합된다. 제 2 지지 프레임(163)은 나사나 볼트 등의 고정부재를 통해 제 3 링크 메인 바디(141)에 분리 가능하게 결합될 수 있다. 제 2 지지 프레임(163)에는 제 2 슬라이더(167)의 움직임을 가이드하기 위한 가이드 레일(164)이 구비된다.

[0065] 제 2 탄성부재(165)는 제 2 지지 프레임(163)에 한 쌍이 상호 이격되어 설치된다. 제 2 탄성부재(165)의 설치를 위해 제 2 지지 프레임(163)에는 한 쌍의 가이드바(166)가 설치된다. 이들 가이드바(166)는 일정한 간격 이격되어 상호 평행하게 배치된다. 제 2 탄성부재(165)는 가이드바(166)의 외주에 감기는 스프링 구조로 이루어진다.

[0066] 제 2 슬라이더(167)는 제 2 지지 프레임(163)에 슬라이드 이동 가능하게 설치된다. 제 2 슬라이더(167)는 제 2 지지 프레임(163)의 가이드 레일(164)을 따라 직선 왕복 이동할 수 있다. 제 2 슬라이더(167)는 한 쌍의 가이드바(166)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 가압부(168)와, 가압부(168)와 연결되어 가이드 레일(164)에 슬라이드 이동 가능하게 결합되는 커넥팅로드 연결부(169)를 포함한다. 커넥팅로드 연결부(169)의 일측에는 제 2 커넥팅로드(171)의 결합을 위한 슬라이더 피봇 연결부(170)가 구비된다. 이러한 제 2 슬라이더(167)는 제 2 커넥팅로드(171)에 의해 움직이며, 가압부(168)로 제 2 탄성부재(165)를 가압하여 탄성 변형시킬 수 있다.

[0067] 제 2 커넥팅로드(171)는 제 2 링크(120)와 제 2 슬라이더(167)를 연결한다. 제 2 커넥팅로드(171)는 그 일단부가 제 2 링크(120)의 제 2 링크 피봇 연결부(133)에 회전 가능하게 연결되고, 타단부가 제 2 슬라이더(167)의 슬라이더 피봇 연결부(170)에 회전 가능하게 연결된다. 제 2 링크(120)의 제 2 링크 피봇 연결부(133)는 제 2 피치 관절(Jp2) 상의 회전 중심축으로부터 편심되도록 제 2 링크 관절 바디(126)의 연결 관절 바디(129)에 구비된다.

[0068] 제 3 링크(140)가 제 2 링크(120)에 대해 회전할 때, 제 2 지지 프레임(163)이 제 3 링크(140)와 함께 움직이며, 이에 따라 제 2 커넥팅로드(171)가 제 2 링크(120)의 제 2 링크 피봇 연결부(133)를 중심으로 회전한다. 이때, 제 2 커넥팅로드(171)가 제 2 슬라이더(167)를 당겨 제 2 슬라이더(167)가 제 2 탄성부재(165)를 압축시키고, 제 2 탄성부재(165)의 탄성력이 제 2 슬라이더(167)와 제 2 커넥팅로드(171)를 통해 제 3 링크(140)에 전달될 수 있다. 따라서 제 3 링크(140)의 회전 시 제 2 피치 관절(Jp2)에서 중력토크를 보상할 수 있고, 제 3 링크(140)를 움직이기 위한 제 2 피치 관절 구동부(145)의 구동 토크를 줄일 수 있다.

[0069] 제 2 카운터밸런서(162)는 나사 등의 고정부재를 통해 조립식으로 설치되는 모듈형 구조를 취할 수 있다. 이와 같이, 제 2 카운터밸런서(162)를 조립식 구조로 하면 제 2 카운터밸런서(162)의 부품을 수리하거나 교체할 때, 제 2 카운터밸런서(162)를 제 2 링크(120) 및 제 3 링크(140)로부터 쉽게 분리할 수 있고, 또한 쉽게 조립할 수 있다. 따라서 유지 보수에 따른 작업 시간과 비용을 절감할 수 있다.

[0070] 제 2 카운터밸런서(162)는 도시된 것과 같이 제 2 링크(120)에 지지되어 제 3 링크(140)에 탄성력을 가하는 구조 이외에, 제 2 링크(120)에 지지되어 제 3 링크(140)의 하중을 지지함으로써, 제 2 피치 관절(Jp2)에서 중력토크를 보상할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0071] 예를 들어, 도면에는 제 2 카운터밸런서(162)의 제 2 지지 프레임(163)이 제 3 링크(140)의 제 3 링크 메인 바디(141)에 결합되고, 제 2 커넥팅로드(171)가 제 2 링크(120)의 제 2 링크 관절 바디(126)에 연결되는 것으로 나타냈으나, 제 2 지지 프레임이 제 2 링크(120)에 결합되고 제 2 커넥팅로드가 제 3 링크(140)에 연결되는 구조도 가능하다. 또한 제 2 탄성부재는 도시된 것과 같은 코일 스프링 구조 이외에 탄성력을 제공할 수 있는 다른 구조로 변경될 수 있고, 제 2 탄성부재의 탄성력을 전달하는 제 2 슬라이더와 제 2 커넥팅로드 각각의 구조나 연결 구조도 다양하게 변경될 수 있다.

[0072] 본 실시예에 따른 로봇 암(100)은 이중 평행 4절링크 구조와 스프링 기반의 중력보상장치(150)를 채용함으로써, 중력보상토크를 최소화시키고 효과적인 중력토크 보상이 가능하다.

[0073] 이하에서는 본 실시예에 따른 로봇 암(100)의 중력보상 원리에 대하여 설명한다.

[0074] 먼저, 도 15를 참조하여 본 실시예에 적용된 중력보상장치(150)의 원리에 대하여 설명한다. 도 15는 스프링 기반의 중력보상장치의 작동 원리를 설명하기 위해 간략화한 개념도이다.

[0075] 스프링 기반의 중력보상장치는 탄성부재(이하, 스프링)와, 슬라이더와, 커넥팅로드를 포함한다. 링크와 커넥팅로드는 회전축의 위치가 R 만큼 떨어져 있으므로, 커넥팅로드는 링크가 회전함에 따라 슬라이더를 이동시켜 스프링을 압축시킨다. k, s, s0, lcr 를 각각 스프링 상수, 스프링의 총 압축거리, 스프링의 초기 압축거리, 커넥

팅로드의 길이라고 했을 때, 링크의 회전각도 Θ에 따른 스프링의 압축거리 s는 다음과 같다.

[0076] $$s = lcr + R - (lcrcosf + Rcosq) + s0$$

[0077] 변형 길이 s에 따라 발생하는 탄성력 Fs와 보상토크 τc는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[0078] $$Fs = ks$$,

[0079] $$\tau c = \frac{ks\sin(\phi+\theta)}{\cos\phi}R$$

[0080] 한편, 링크가 Θ만큼 회전할 때, 관절에 인가되는 중력토크 τg는 다음과 같다.

[0081] $$\tau_g = mgl\sin\theta$$

[0082] 여기에서, l은 링크의 회전 중심에서 링크의 질량 중심까지의 거리이다.

[0083] 보상토크 τc의 크기를 중력토크 τg에 근사하도록 4개의 설계변수 R, k, s0, lcr를 적절하게 설정함으로써 링크 회전에 따라 정현파 모양으로 나타나는 중력토크 τg를 상쇄할 수 있다. 도 16은 R이 36㎜, lcr=65㎜, k=6.54N/㎜, s0=36㎜일 때 발생하는 보상토크로 m=3.8kg, l=300㎜일 때 발생하는 중력토크 τg를 상쇄하는 그래프를 나타낸다.

[0084] 한편, 두 개의 피치관절에 대한 다자유도 중력보상은 도 17과 같이 단일 평행 4절링크 구조로 구현 가능하다. 이때 각 관절에는 다음과 같이 정현파 형태의 중력토크가 인가된다.

[0085] $$\tau_{g2} = (m_2 g l_{c2} + m_3 g l_2)\sin\theta_2$$,

[0086] $$\tau_{g3} = m_3 g l_{c3}\sin(\theta'_3)$$

[0087] 여기에서, m2, m3는 각 링크의 질량, lc2, lc3는 각 링크의 회전중심에서 무게중심까지의 거리, l2은 링크 2의 길이로서 피치 관절 사이의 거리이며, Θ2, Θ'3은 각 관절의 중력에 수직한 기준면에 대한 회전각도이다. 도시된 것과 같이 스프링 기반의 중력보상장치1과 중력보상장치2는 링크 2와 링크 3에 각각 설치되어, 각 링크와 기준면 사이에 스프링의 탄성력에 의해 발생하는 보상토크를 인가하여 다자유도 중력보상을 수행한다. 이때, 다자유도 중력보상장치가 적절한 크기의 보상토크를 발생시키기 위해서는 기준면들이 항상 지면에 수직해야 하고, 각 관절이 서로의 회전에 영향을 미치지 않아야 한다. 링크 2, 보조 링크, 기준면 1, 기준면 2가 평행 4절링크 구조를 이루어서 이 조건을 만족함으로써 각 관절에 대한 적절한 중력보상이 가능하다.

[0088] 그러나 도 17에 나타낸 것과 같은 단일 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치는 평행 4절링크의 사점에 의한 관절 범위 제한이 존재한다는 단점이 있다. 이로 인해 평행 4절링크 기반의 링크를 갖는 로봇 암은 모두 해당 관절에 180도 미만의 협소한 관절 범위를 가진다.

[0089] 본 발명은 이를 해결하기 위해 도 18과 같이 제 2 링크(120)와, 제 1 보조 링크(137) 및 제 2 보조 링크(138)가 중력에 대한 수직한 기준면1 및 기준면2와 함께 두 쌍의 평행 4절링크를 이루는 이중 평행 4절링크 구조를 사용한다. 제 1 보조 링크(137)와 제 2 보조 링크(138)의 회전축은 제 2 링크(120)에 대해 서로 직각인 위치에 존재하여, 도 19와 같이 한 쌍의 평행 4절링크가 사점(제 2 링크와 제 1 보조 링크가 겹쳐지는 지점)에 이르더라도 나머지 한 쌍의 평행 4절링크 구조에 의해 기준면2가 지면과 수직한 상태를 유지하게 된다. 따라서 결과적으로 이중 평행 4절링크 구조는 사점이 존재하지 않는다. 이를 통해 본 실시예에 따른 로봇 암(100)은 도 20과 같이 180도 이상의 확장된 관절 범위를 갖게 된다.

[0090] 상술한 것과 같이, 본 실시예에 따른 로봇 암(100)은 중력토크의 영향을 많이 받는 제 1 피치 관절(Jp1) 및 제 2 피치 관절(Jp2)에 이중 평행 4절링크 기반의 다자유도 중력보상장치(150)를 적용함으로써, 일반적인 로봇 암과 유사한 크기나, 내구성, 가동 범위를 가지면서, 자세 유지 및 구동 시에 필요한 토크의 크기를 최소화할 수 있다. 따라서 저용량의 모터 및 감속기를 사용함으로써 로봇 암(100)의 제조단가를 낮출 수 있으며, 동일한 작업을 수행하는 데에 훨씬 작은 에너지가 소모되어 운용 비용을 줄일 수 있다.

[0091] 한편, 미설명 부호 191~193은 제 2 링크(120) 또는 제 3 링크(140)에 결합되는 링크 커버를 나타내고, 미설명 부호 194 및 195는 제 1 카운터밸런서(151) 또는 제 2 카운터밸런서(162)에 결합되는 카운터밸런서 커버를 나타내는 것이다.

[0092] 이상 본 발명에 대해 바람직한 예를 들어 설명하였으나 본 발명의 범위가 앞에서 설명되고 도시되는 형태로 한정되는 것은 아니다.

[0093] 예를 들어, 도면에는 로봇 암(100)이 제 1 링크(110)와, 제 2 링크(120) 및 제 3 링크(140)를 포함하는 링크 기구가 베이스(102)에 회전 가능하게 지지되고, 제 3 링크(140)의 단부에 다관절의 손목부(180)가 결합된 것으로 나타냈으나, 본 발명의 로봇 암을 구성하는 링크나 관절의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0094] 또한 제 2 링크(120)와 제 3 링크(140) 사이에도 보조 링크를 통한 패러랠로그램 기구가 마련될 수 있다.

[0095] 이상, 본 발명을 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 오히려 첨부된 청구범위의 사상 및 범위를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0096] 100 : 로봇 암 102 : 베이스 102

110 : 제 1 링크 111 : 제 1 링크 베이스 바디

112 : 제 1 링크 메인 바디 113 : 제 1 링크 서브 바디

114~116 : 제 1 링크 피봇 연결부 120 : 제 2 링크

121 : 제 2 링크 메인 바디

122 : 제 2 링크 메인 바디 구동 프레임

123 : 제 2 링크 메인 바디 연결 프레임

124 : 제 2 링크 서브 바디 126 : 제 2 링크 관절 바디

127 : 메인 관절 바디 128 : 서브 관절 바디

129 : 연결 관절 바디 131~133 : 제 2 링크 피봇 연결부

135 : 제 1 피치 관절 구동부 137, 138 : 제 1, 2 보조 링크

140 : 제 3 링크 141 : 제 3 링크 메인 바디

142 : 제 3 링크 서브 바디 145 : 제 2 피치 관절 구동부

150 : 중력보상장치 151, 162 : 제 1, 2 카운터밸런서

152, 163 : 제 1, 2 지지 프레임 153, 164 : 가이드 레일

154, 165 : 제 1, 2 탄성부재 155, 166 : 가이드바

156, 167 : 제 1, 2 슬라이더 157, 168 : 가압부

159, 169 : 커넥팅로드 연결부 159 : 170 : 슬라이더 피봇 연결부

160, 171 : 제 1, 2 커넥팅로드 180 : 손목부

181~183 : 제 1, 2, 3 손목 링크 185 : 제 3 피치 관절 구동부

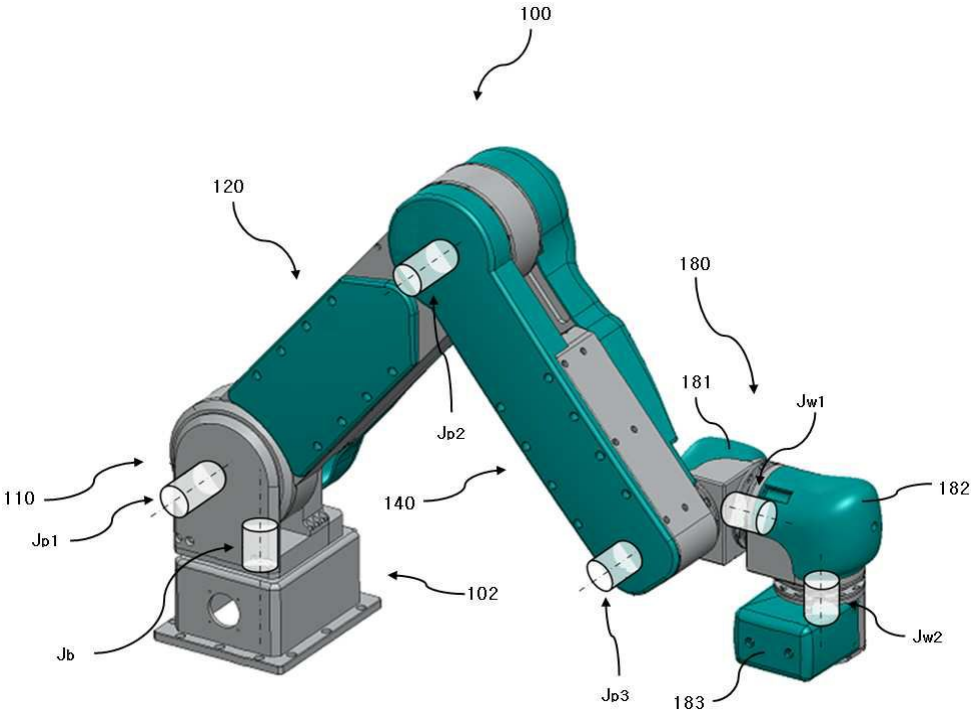
191~193 : 링크 커버 194, 195 : 카운터밸런서 커버

Jb : 베이스 관절 Jp1~Jp3 : 제 1,2,3 피치 관절

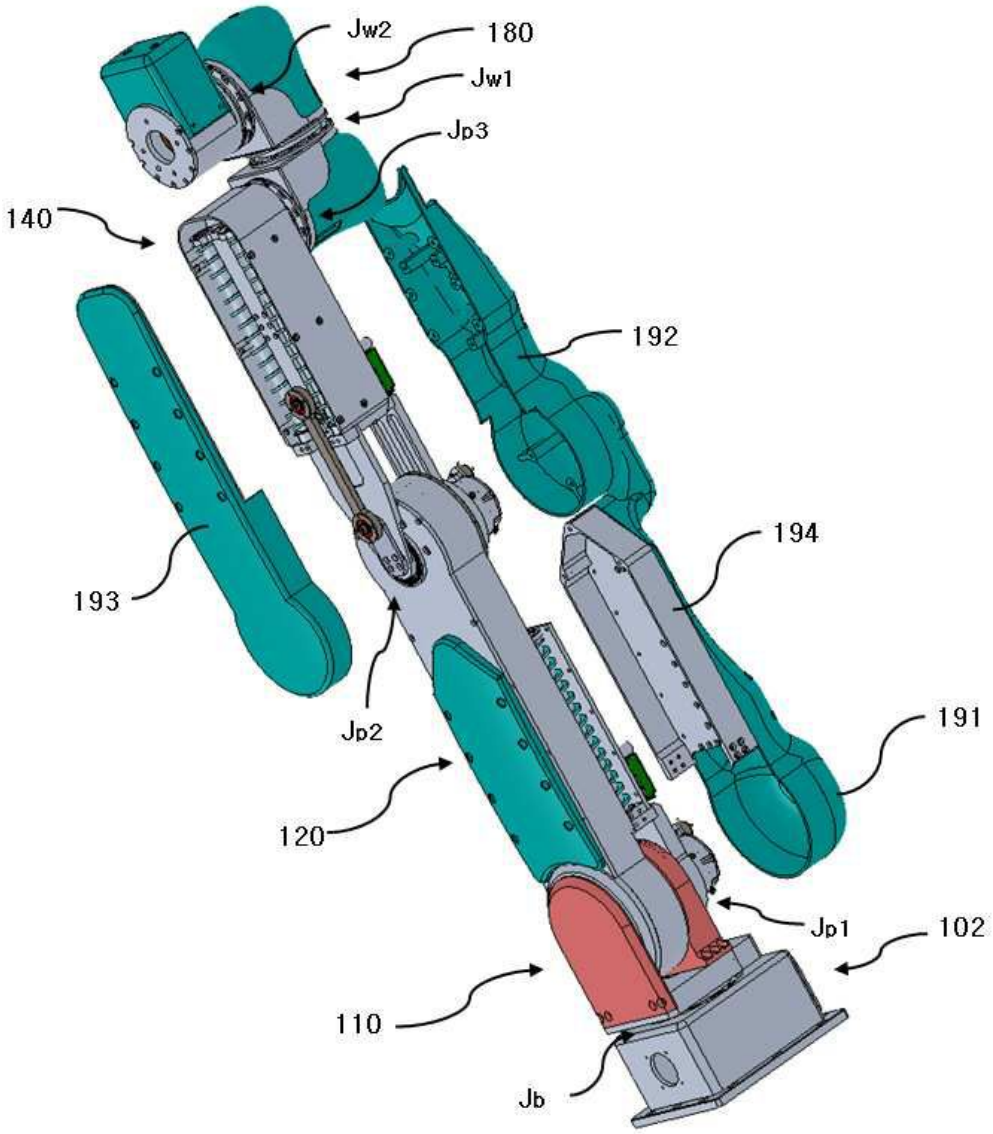
Jw1, Jw2 : 제 1, 2 손목 관절

도면

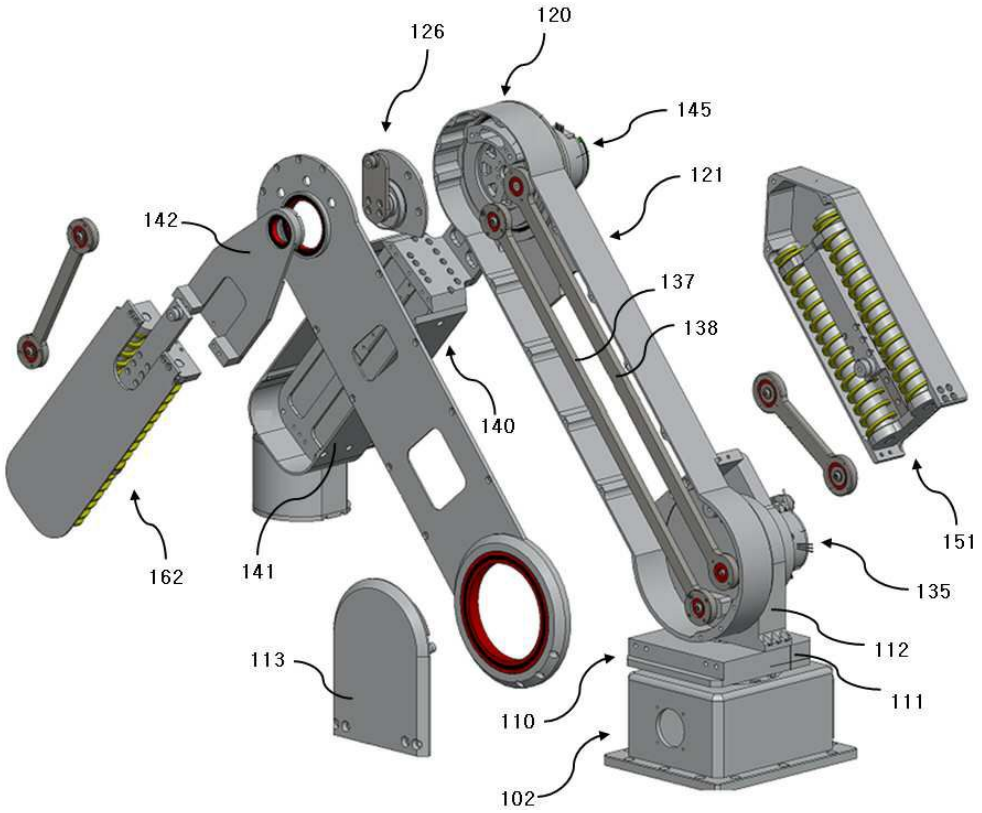
도면1



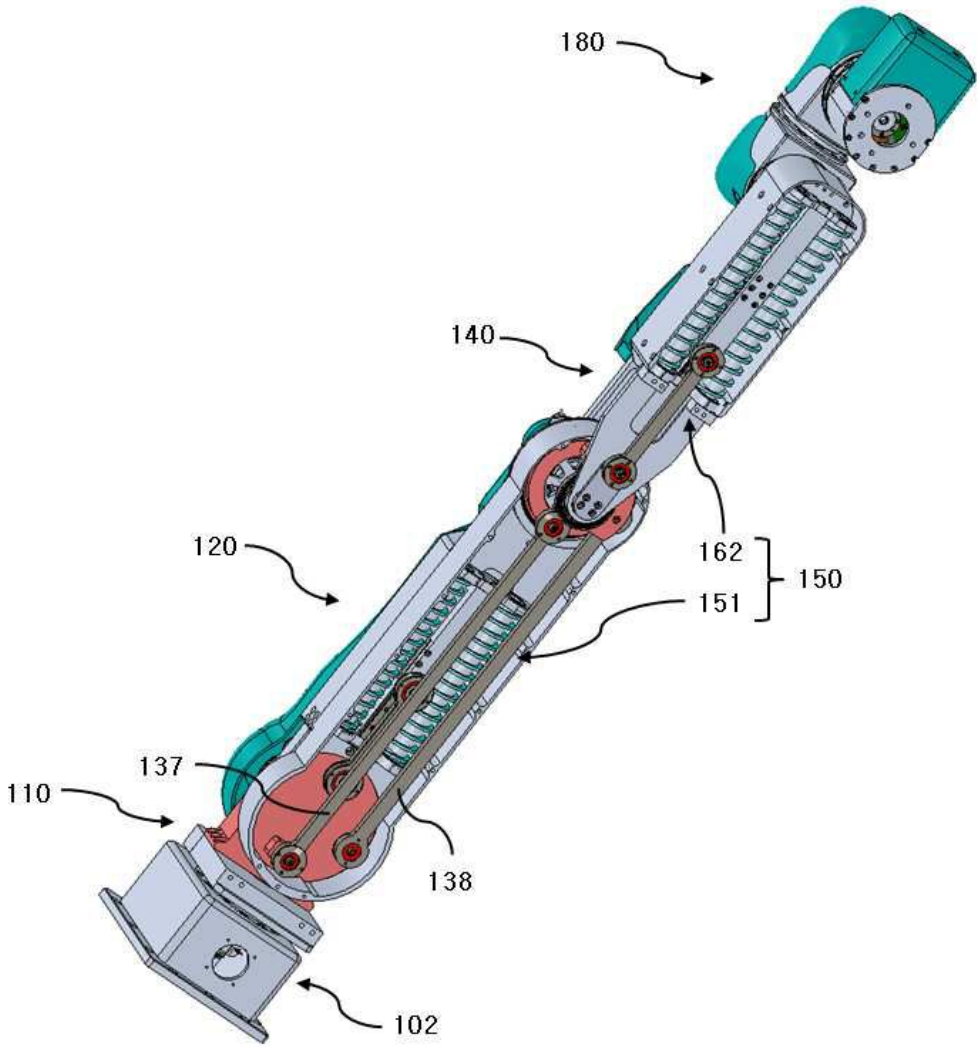
도면2



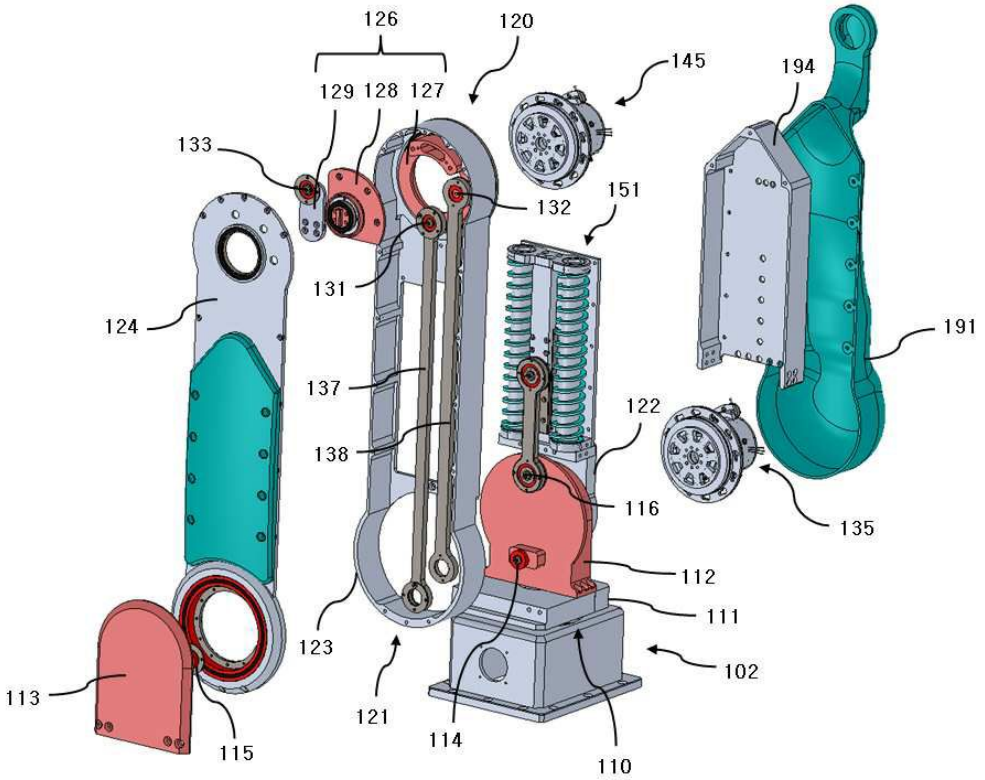
도면3


126
120
145
121
142
137
138
140
151
162
141
135
113
112
111
110
102

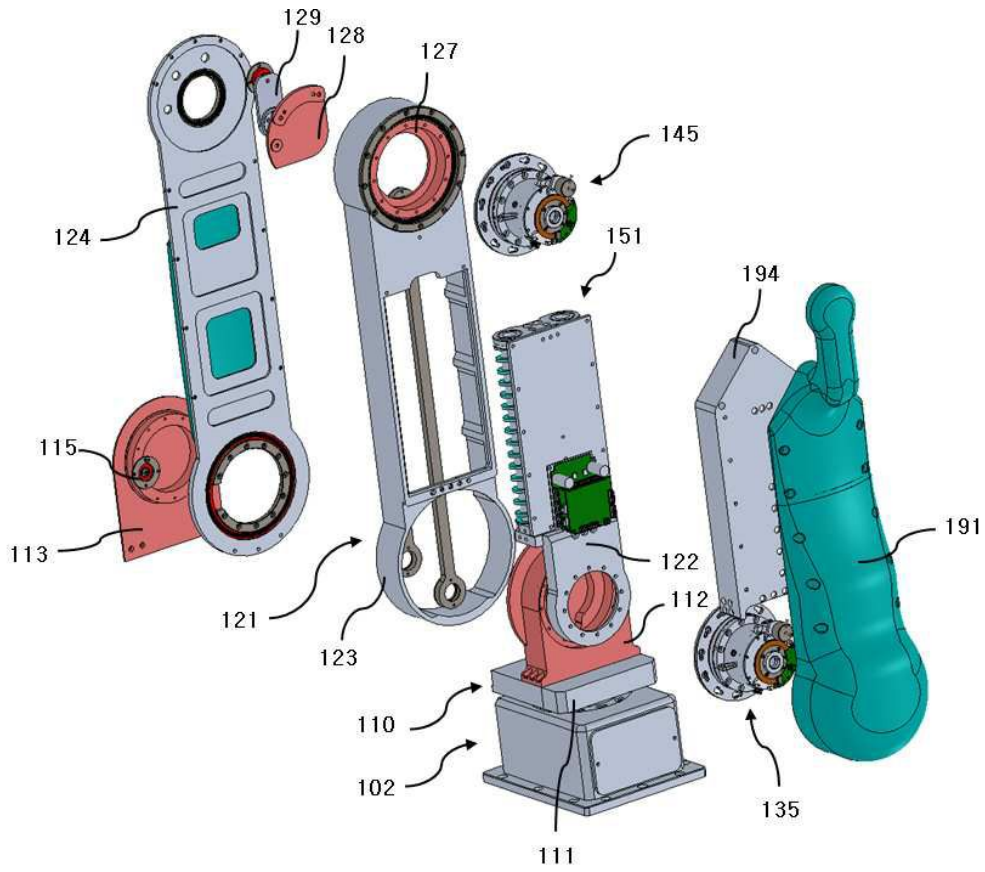
도면4



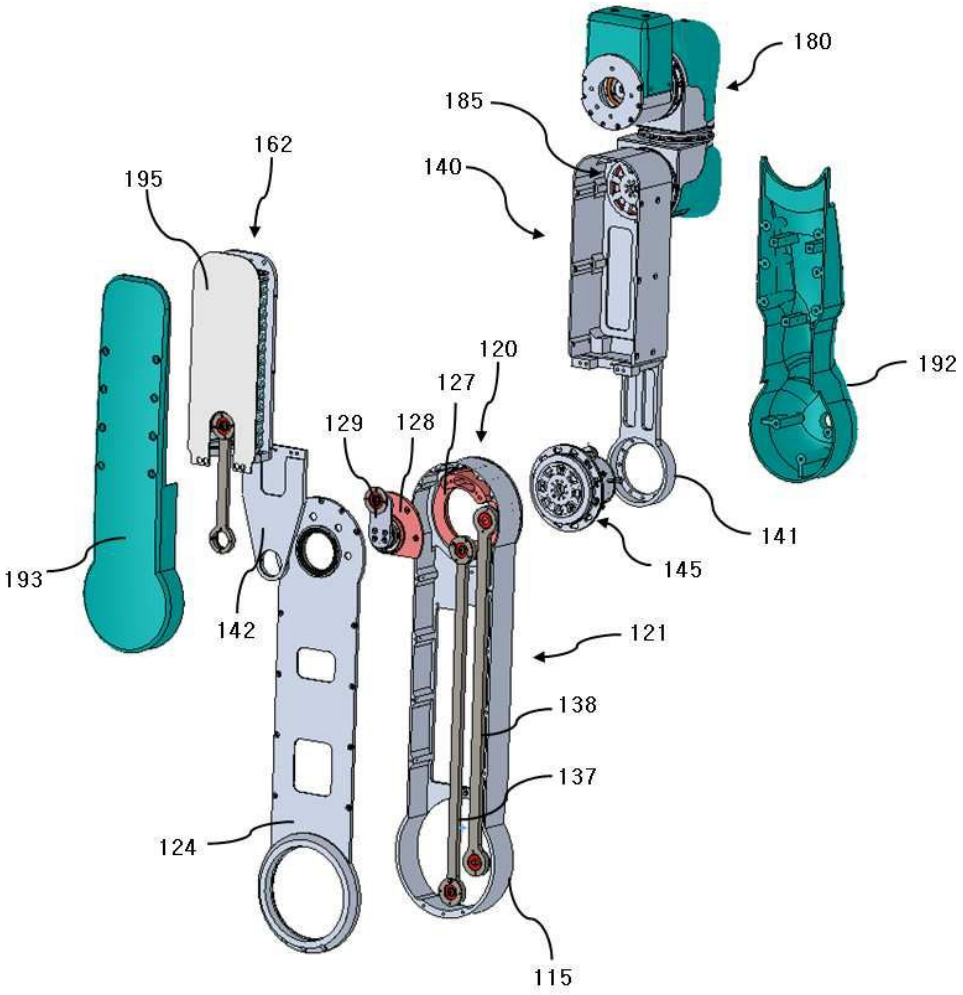
도면5


126
120
145
194
129
128
127
133
132
151
131
124
191
137
122
138
116
135
112
111
123
102
121
114
113
115
110

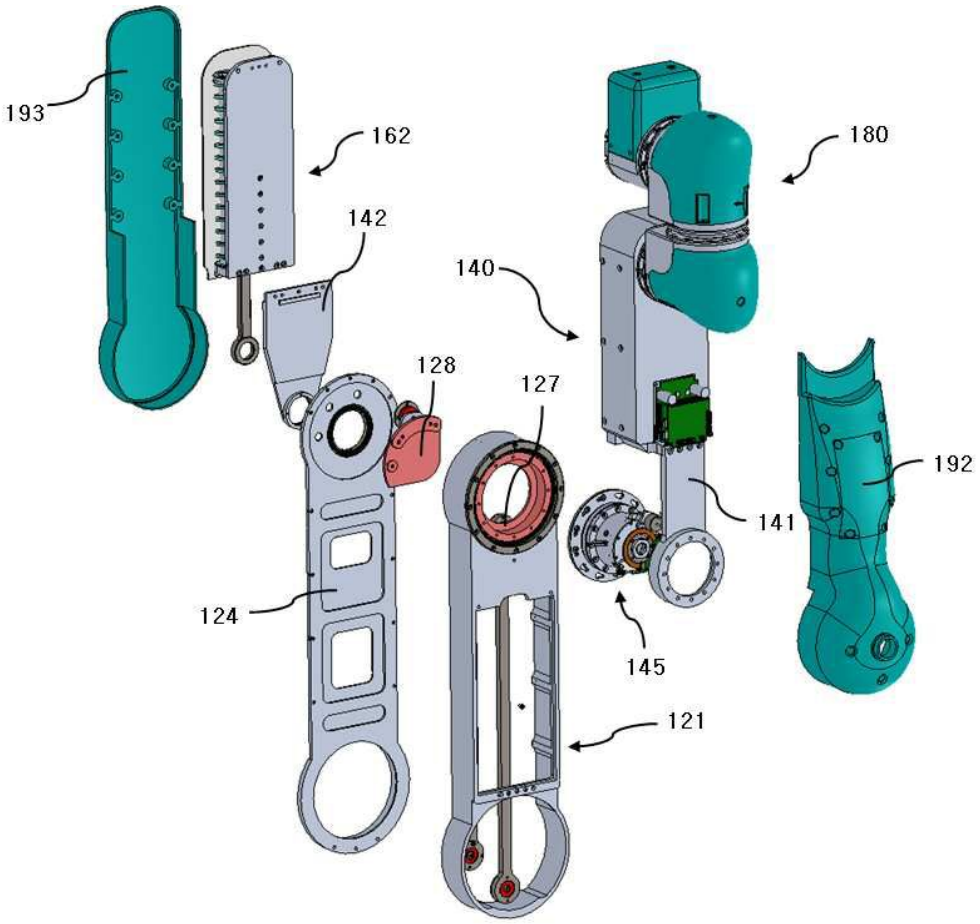
도면6


129
128
127
145
124
151
194
115
191
113
122
121
112
123
110
102
135
111

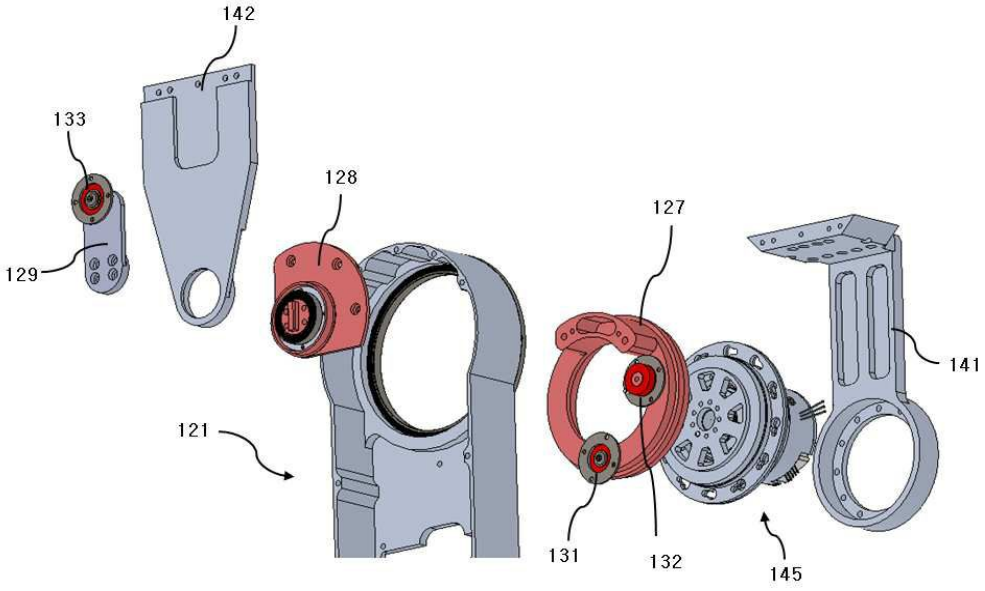
도면7


180
185
162
195
140
192
120
127
129
128
141
145
193
142
121
138
137
124
115

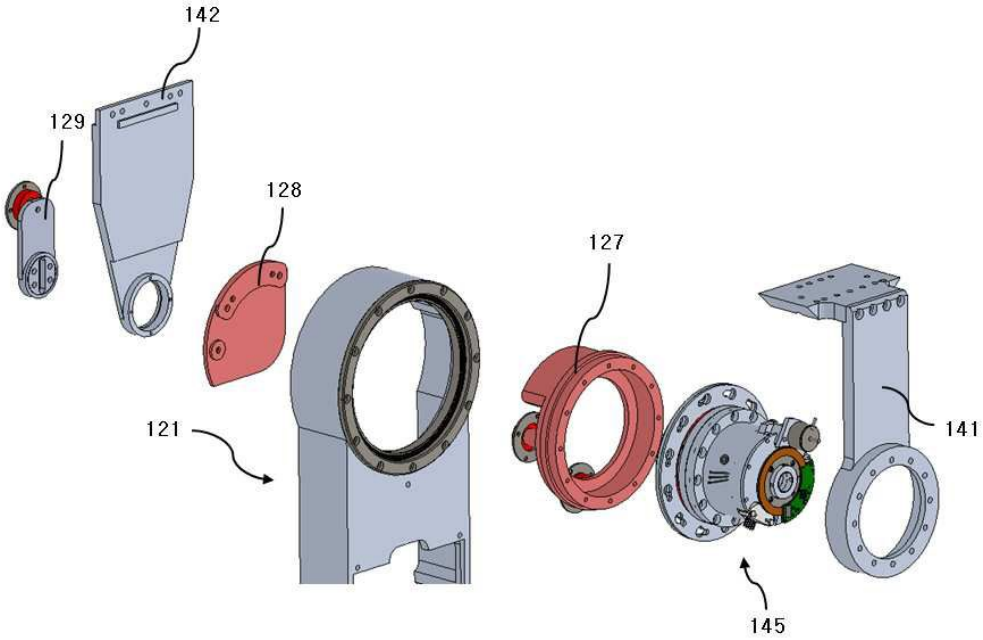
도면8


193
162
142
180
140
128
127
192
141
124
145
121

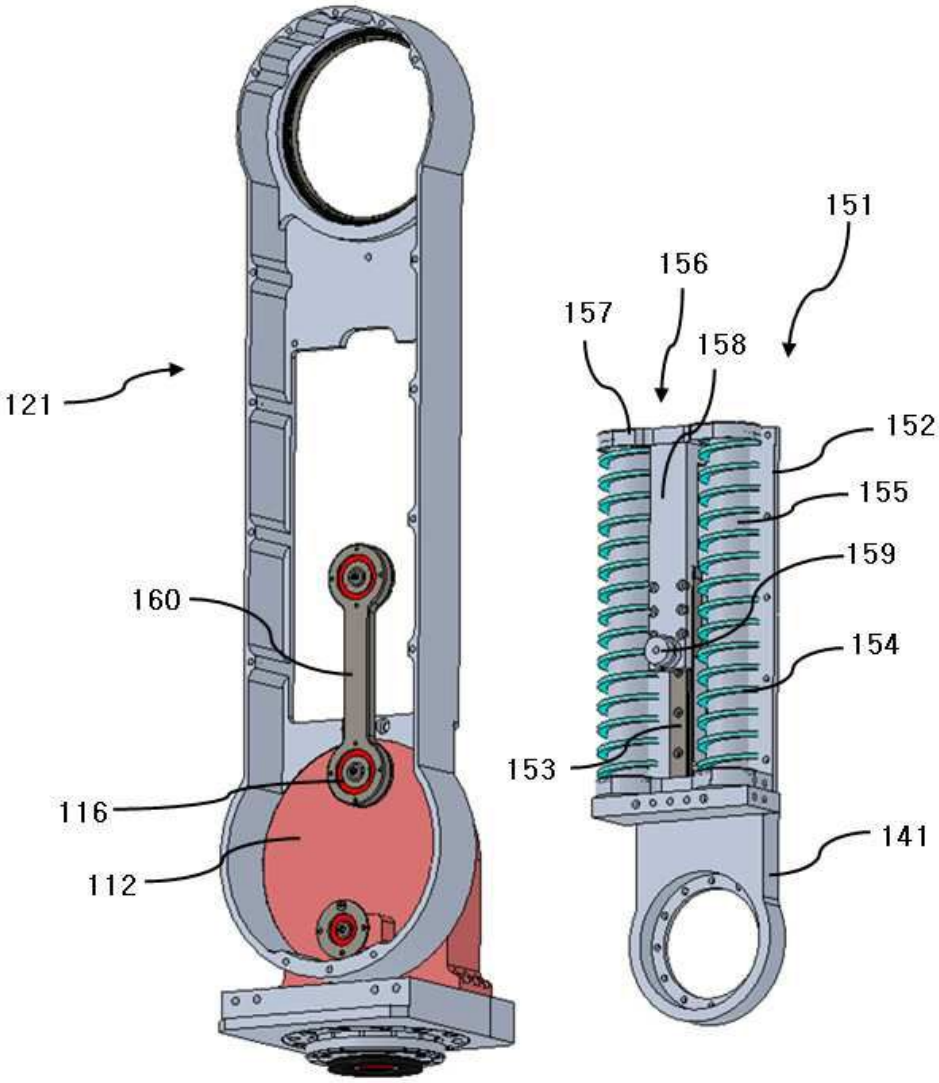
도면9


142
133
128
127
129
141
121
131
132
145

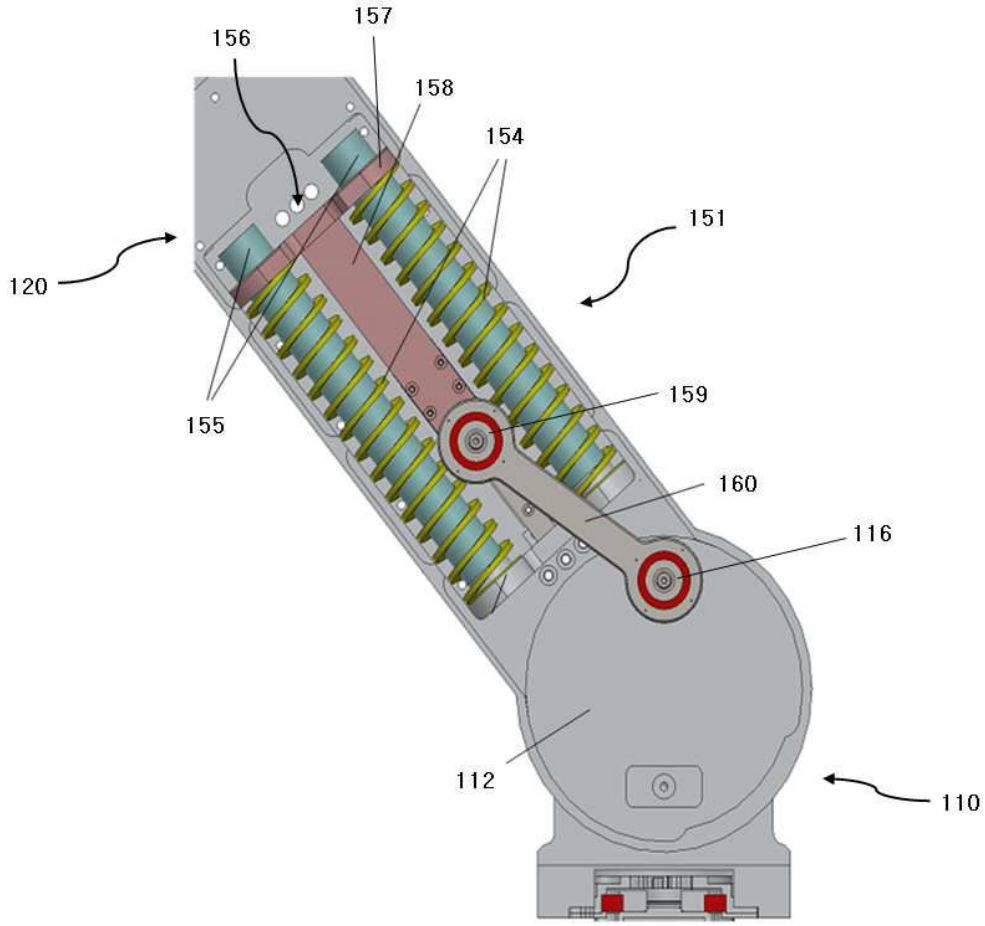
도면10



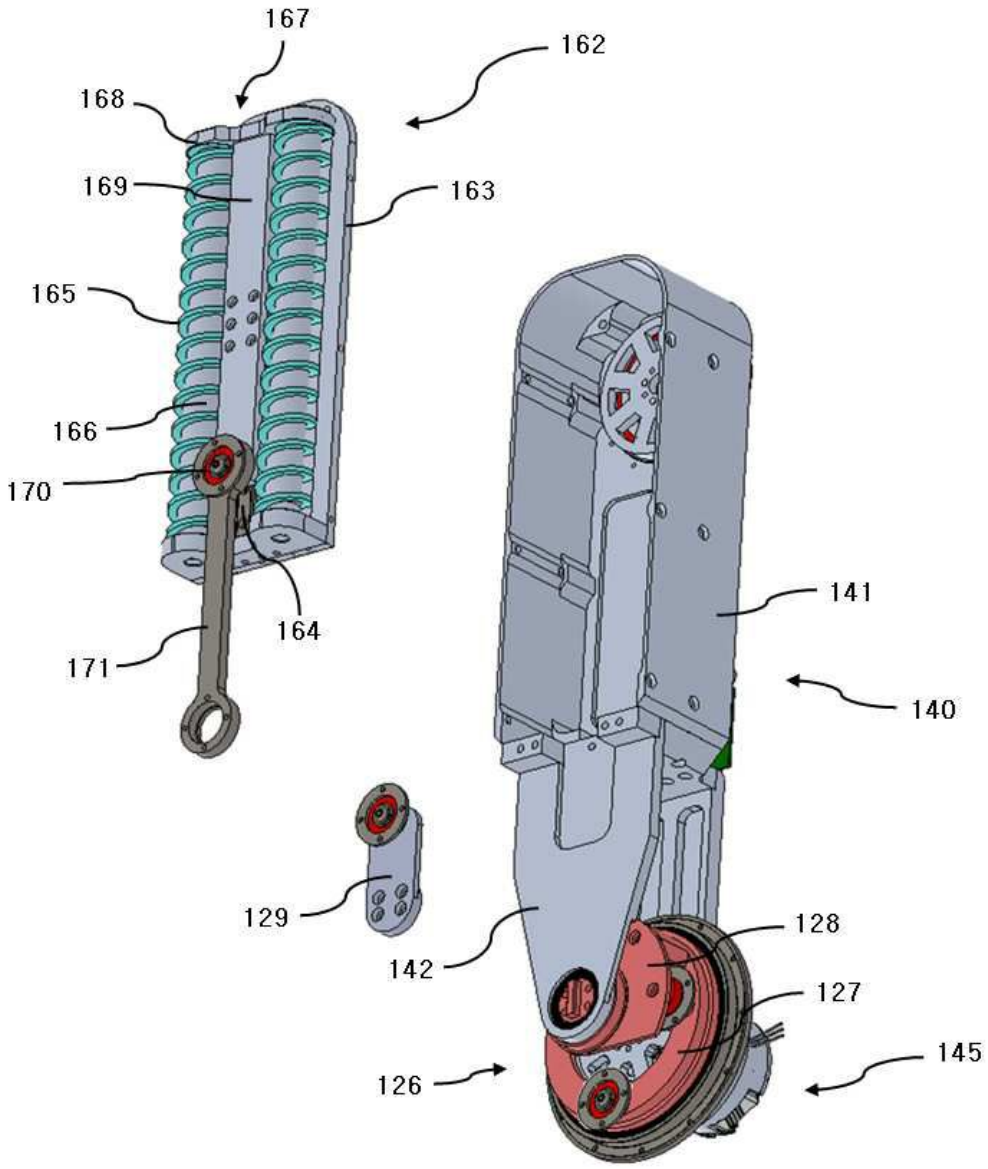
도면11



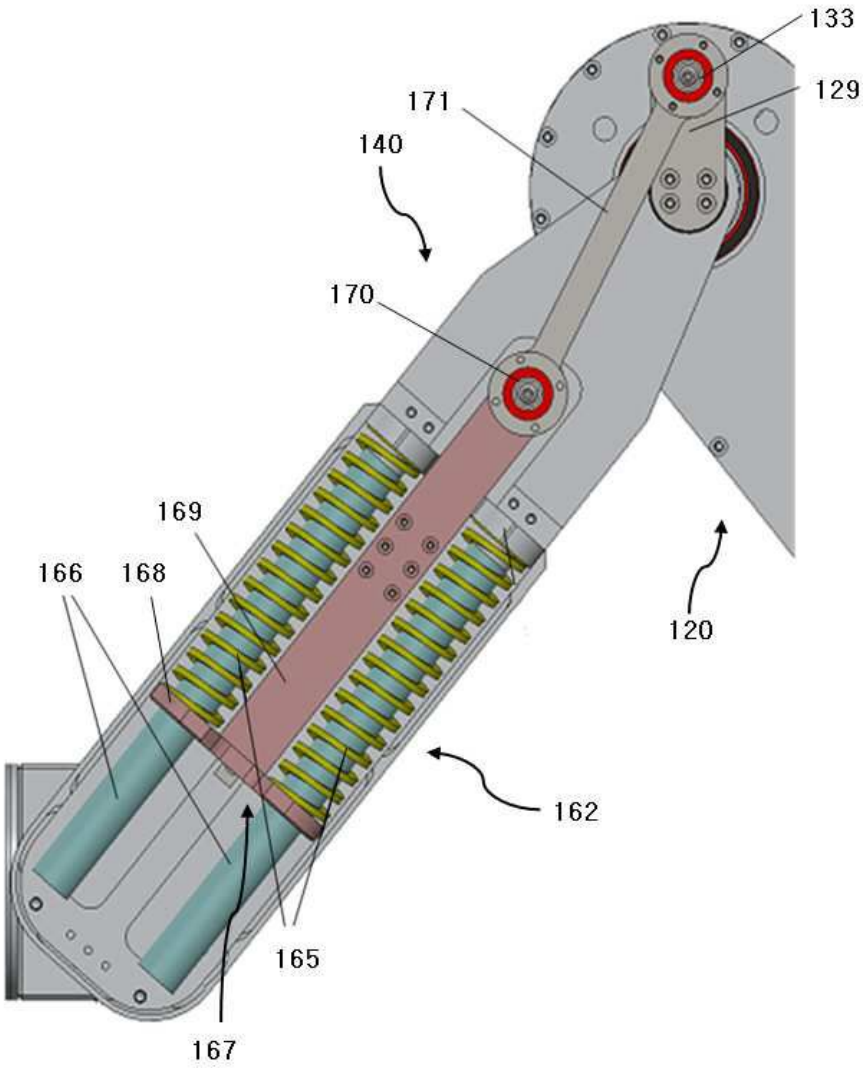
도면12



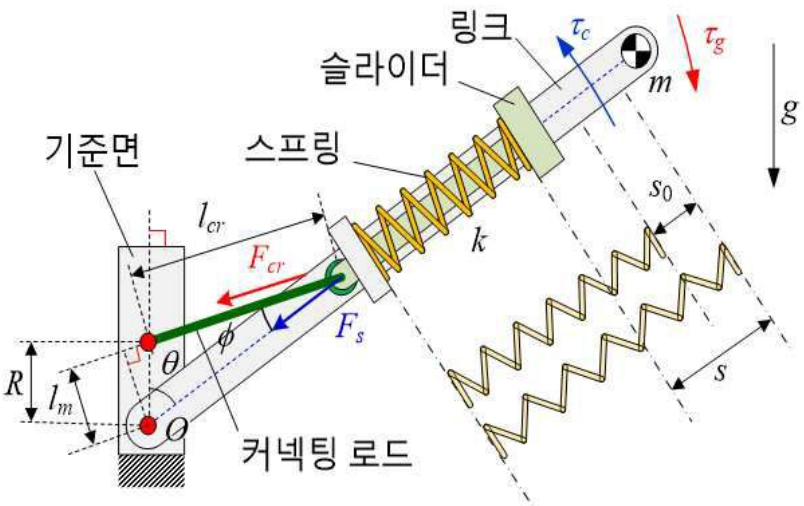
도면13


167
162
168
169
163
165
166
170
164
171
141
140
129
142
128
127
145
126

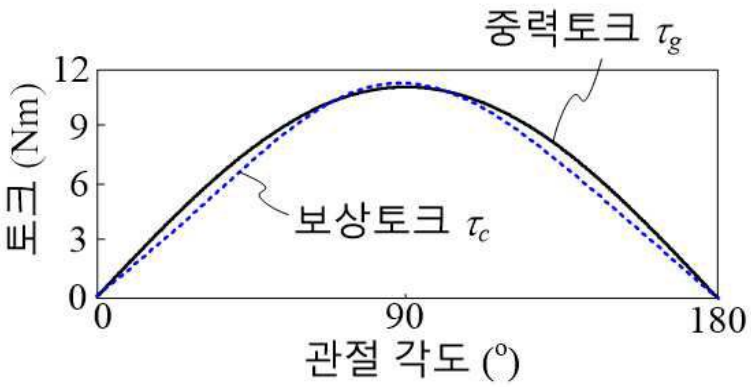
도면14


133
129
171
140
170
169
166
168
120
162
165
167

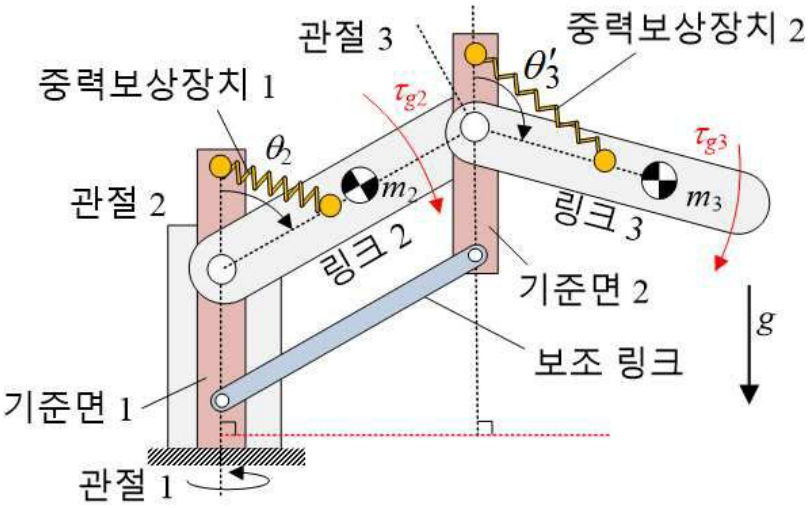
도면15


링크
슬라이더
기준면
스프링
커넥팅 로드
τ_c
τ_g
m
g
s_0
s
k
l_{cr}
F_{cr}
F_s
ϕ
θ
R
l_m
O

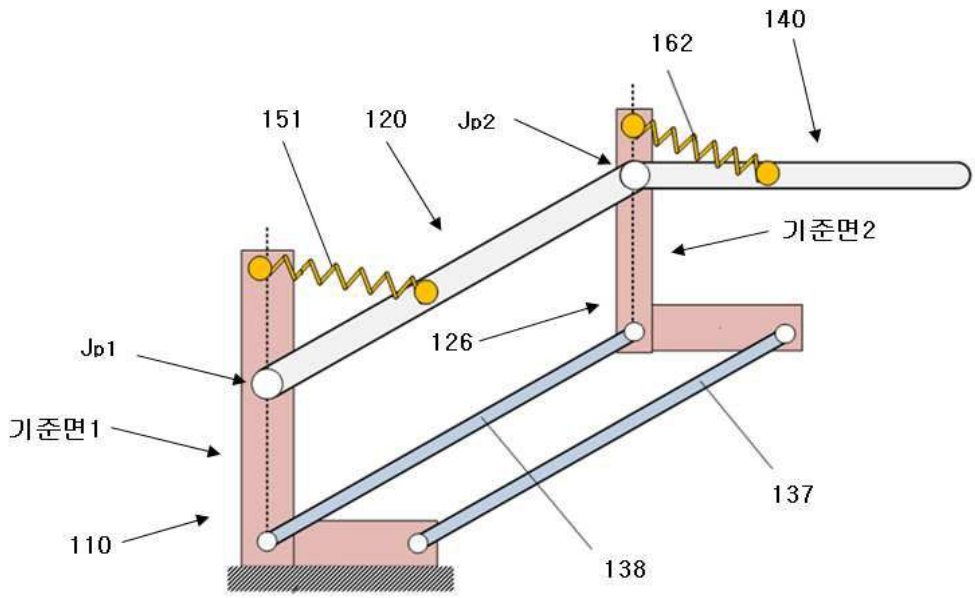
도면16



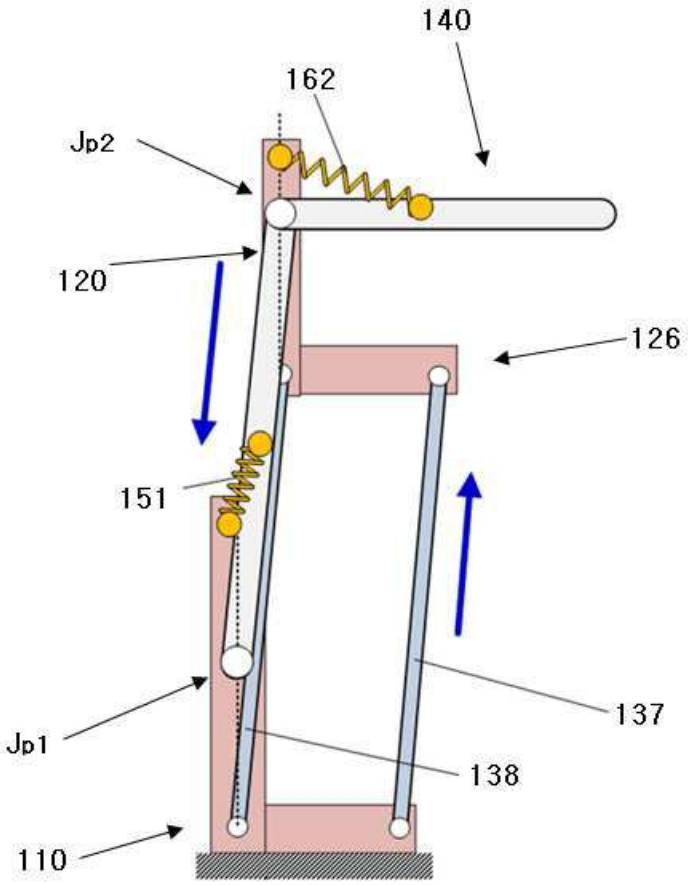
도면17



도면18



도면19



도면20

