



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0084244
(43) 공개일자 2016년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 18/04 (2006.01) B25J 9/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 18/04 (2013.01)
B25J 9/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0000876
(22) 출원일자 2015년01월05일
심사청구일자 2015년01월05일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
정현환
대전광역시 유성구 도안대로 560, 105동, 703호
(봉명동, 도안마을1단지)
정주노
경상북도 포항시 남구 새천년대로 306, 107동
1404호 (효자동, 웰빙타운에스케이뷰아파트)
강봉기
경기도 수원시 권선구 경수대로395번길 14-23, 4
층 (권선동)
(74) 대리인
특허법인남촌

전체 청구항 수 : 총 15 항

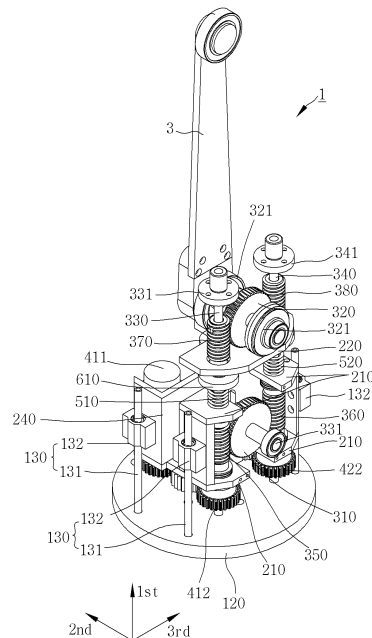
(54) 발명의 명칭 가변 강성 로봇 관절 시스템

(57) 요약

본 발명은 가변 강성 로봇 관절 시스템에 관한 것으로, 각각 제1 방향을 축으로 회전력을 발생하는 제1 구동 모듈 및 제2 구동 모듈과; 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 관절을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로의 회

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



전으로 전환하여 관절을 회전시키는 제1 회전 모듈과; 상기 제1 회전 모듈의 상기 제2 방향으로의 회전 운동을 탄성적으로 지지하여 강성을 제공하는 강성 제공 부재와; 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향으로의 직선 운동으로 변환하여 상기 강성 제공 부재의 탄성력을 조절하는 제2 회전 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 두 개의 구동 모터가 관절의 움직임과 강성 조절에 동시에 관여하여, 유연한 관절 구조를 제공하면서도 구동 모터의 활용 효율을 높일 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

각각 제1 방향을 축으로 회전력을 발생하는 제1 구동 모듈 및 제2 구동 모듈과;

상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 관절을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로의 회전으로 전환하여 관절을 회전시키는 제1 회전 모듈과;

상기 제1 회전 모듈의 상기 제2 방향으로의 회전 운동을 탄성적으로 지지하여 강성을 제공하는 강성 제공 부재와;

상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향으로의 직선 운동으로 변환하여 상기 강성 제공 부재의 탄성력을 조절하는 제2 회전 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 구동 모듈의 회전에 따라 상기 제1 방향을 축으로 회전하여 상기 제1 구동 모듈의 회전력을 상기 제1 회전 모듈 및 상기 제2 회전 모듈에 전달하는 제1 회전 중심축과;

상기 제2 구동 모듈의 회전에 따라 상기 제1 방향을 축으로 회전하여 상기 제2 구동 모듈의 회전력을 상기 제1 회전 모듈 및 상기 제2 회전 모듈에 전달하는 제1 회전 중심축을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 회전 모듈은

상기 제2 방향을 축으로 회전하여 상기 관절을 회전시키는 제1 관절축 회전 기어와,

상기 제1 회전 중심축과 상기 제2 회전 중심축에 각각 축 결합되고, 상기 제1 관절축 회전 기어에 맞물려 회전 하되 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 관절축 회전 기어를 회전시키도록 맞물려 회전하는 한 쌍의 제1 교차축 회전 기어를 포함하고;

상기 제2 회전 모듈은

상기 제1 방향으로의 슬라이딩 이동에 따라 상기 강성 조절 부재의 탄성력을 가변시키는 슬라이딩 프레임과,

상기 제2 방향을 축으로 회전하는 제2 관절축 회전 기어와,

상기 제1 회전 중심축과 상기 제2 회전 중심축에 각각 축 결합되고, 상기 제2 관절축 회전 기어에 맞물려 회전 하되 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향을 따라 이동시키는 한 쌍의 제2 교차축 회전 기어를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 강성 제공 부재는

한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어를 각각 상기 제1 방향으로 탄성적으로 가압하는 한 쌍의 탄성 부재를 포함

하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 슬라이딩 프레임은

한 쌍의 상기 제2 교차축 회전 기어의 상기 제1 방향으로의 양측을 각각 지지하고, 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축의 회전에 따라 한 쌍의 상기 제2 교차축 회전 기어가 상기 제2 관절축 회전 기어에 맞물려 상기 제1 방향을 따라 직선 이동할 때 함께 이동하여 상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향으로 직선 이동시키는 한 쌍의 제1 기어 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 슬라이딩 프레임은

상기 제1 기어 플레이트와 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어 사이에 배치되고, 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축이 각각 관통하는 한 쌍의 관통공이 형성된 제2 기어 플레이트를 더 포함하며;

상기 제1 회전 모듈은

상기 제2 기어 플레이트를 사이에 두고 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어 각각의 반대측에 배치된 상태로 각각의 상기 관통공을 통해 각각의 상기 제1 교차축 회전 기어와 연결되어 상기 제1 교차축 회전 기어의 반대측에서 상기 관통공에 걸리는 한 쌍의 스톱퍼를 더 포함하며;

각각의 상기 탄성 부재는 각각의 상기 스톱퍼를 상기 제1 방향으로 탄성적으로 가압하여 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어에 각각 탄성력을 제공하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

한 쌍의 상기 탄성 부재는 각각의 상기 제1 교차축 회전 기어에 상기 제1 방향으로 동일한 방향으로 탄성력을 제공하여, 상기 관절 및 상기 제1 교차축 회전 기어를 통해 외부로부터 전달되는 정역 방향으로 회전력을 각각 탄성적으로 지지하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어는 각각 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축에 상기 제1 방향을 따라 자유 이동 가능하게 설치되어, 각각의 상기 탄성 부재를 압축 또는 이완시키는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축을 각각 상기 제1 방향을 축으로 회전 가능하게 지지하는 중심축 지지부와;

상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향으로 직선 이동 가능하게 지지하는 플레이트 가이드를 갖는 메인 프레임을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 메인 프레임은 상기 제1 방향으로 상호 이격된 한 쌍의 지지 플레이트를 더 포함하며;

상기 플레이트 가이드는

한 쌍의 상기 지지 플레이트 사이에 상기 제1 방향을 따라 설치되는 복수의 고정 샤프트와;

상기 슬라이딩 프레임에 설치되어 각각의 고정 샤프트를 따라 직선 이동하는 슬라이딩 베어링 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 슬라이딩 프레임은 한 쌍의 상기 제1 기어 플레이트와 상기 제2 기어 플레이트를 연결하는 연결 플레이트를 더 포함하며;

한 쌍의 상기 제1 기어 플레이트는 한 쌍의 상기 지지 플레이트 사이에 배치되고, 상기 제2 기어 플레이트는 한 쌍의 상기 지지 플레이트 외곽에 배치되며;

한 쌍의 상기 지지 플레이트 중 상기 제1 기어 플레이트와 상기 제2 기어 플레이트 사이에 위치하는 하나에는 상기 연결 플레이트가 통과하는 플레이트 통과공이 형성되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 메인 프레임은

상기 제1 방향을 따라 연장되어 한 쌍의 상기 지지플레이트를 연결하는 메인 플레이트를 더 포함하며;

상기 제2 관절축 회전 기어 및 상기 제1 관절축 회전 기어는 상기 메인 플레이트에 회전 가능하게 설치되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 13

제3항에 있어서,

상기 제1 구동 모듈 및 상기 제2 구동 모듈은 각각

회전력을 발생하는 구동 모터와;

상기 구동 모터의 회전력을 상기 회전 중심축에 전달하는 적어도 하나의 회전력 전달부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 구동 모터는 회전축이 상기 제1 방향을 따라 형성되도록 상기 슬라이딩 프레임에 설치되고;

상기 회전력 전달부재는 상호 맞물려 회전하는 전달 기어 형태로 마련되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

청구항 15

제3항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 관절축 회전 기어와 상기 제2 관절축 회전 기어는 웜 휠 또는 링 기어 형태로 마련되고;

상기 제1 교차축 회전 기어와 상기 제2 교차축 회전 기어는 상기 웜 휠과 맞물려 회전하는 웜 기어 또는 상기 링 기어와 맞물려 회전하는 피니언 기어 형태로 마련되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 가변 강성 로봇 관절 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 두 개의 구동 모터가 관절의 움직임

과 강성 조절에 동시에 관여하는 가변 강성 로봇 관절 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 로봇은 제조산업 전반에 걸쳐 사용되고 있으며 점차 서비스 영역에까지 그 이용 범위가 확대되고 있다. 특히, 제조산업 현장과 서비스 현장에서 로봇이 사용되면서 로봇의 구동 범위와 인간의 활동영역이 중첩되어 이 중첩된 영역에서 로봇의 구동에 대한 안전이 중요시되고 있다.
- [0003] 이에 따라 인간과 로봇의 중첩된 활동 영역에서의 충돌에 의한 피해를 최소화하기 위한 다양한 안전 로봇 기술이 개발되고 있다. 이러한 안전 로봇 기술의 예로 가변 강성 관절 시스템이 중요한 핵심 기술로 자리를 잡아가고 있다.
- [0004] 또한 저렴한 비용으로 높은 효율을 내는 고 효율의 로봇 관절 시스템 또한 로봇 연구 및 산업계의 하나의 큰 과제로 자리 잡고 있다. 정밀한 위치제어 성능과 안전한 접촉 작업 성능이 동시에 요구되는 바 이런 요구에 잘 부합하는 고성능의 로봇 관절 시스템의 개발이 필요하다.
- [0005] 가변 강성 로봇 관절 시스템의 일 예로, 일본공개특허공보 제2014-046417호에 개시된 "구동장치"에서는 스프링을 이용하여 관절의 회전 방향에 대한 강성을 조절하는 기술을 개시하고 있다.
- [0006] 다른 예로, 한국등록특허공보 제10-0835908호에 개시된 "더블 액츄에이터 유닛, 이를 구비하는 더블 액츄에이터 장치 및 이의 제어 방법"에서는 두 개의 모터를 이용하여 관절을 회전시키고 강성을 조절하는 기술을 제안하고 있다.
- [0007] 그러나, 상기 한국등록특허공보에 개시된 기술은 하나의 모터가 관절의 회전에만 관여하고, 나머지 하나의 모터는 강성의 조절에만 관여하고 있어 두 개의 모터를 사용하면서도 하나의 모터의 출력에만 관절이 움직임이 결정되고, 다른 하나의 모터는 단지 강성의 조절에만 사용되고 있어 모터 이용에 효율적이지 못한 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 두 개의 구동 모터가 관절의 움직임과 강성 조절에 동시에 관여하여, 유연한 관절 구조를 제공하면서도 구동 모터의 활용 효율을 높일 수 있는 가변 강성 로봇 관절 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 각각 제1 방향을 축으로 회전력을 발생하는 제1 구동 모듈 및 제2 구동 모듈과; 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 관절을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로의 회전으로 전환하여 관절을 회전시키는 제1 회전 모듈과; 상기 제1 회전 모듈의 상기 제2 방향으로의 회전 운동을 탄성적으로 지지하여 강성을 제공하는 강성 제공 부재와; 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈의 회전을 상기 제1 방향으로의 직선 운동으로 변환하여 상기 강성 제공 부재의 탄성력을 조절하는 제2 회전 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 로봇 관절 시스템에 의해서 달성된다.
- [0010] 여기서, 상기 제1 구동 모듈의 회전에 따라 상기 제1 방향을 축으로 회전하여 상기 제1 구동 모듈의 회전력을 상기 제1 회전 모듈 및 상기 제2 회전 모듈에 전달하는 제1 회전 중심축과; 상기 제2 구동 모듈의 회전에 따라 상기 제1 방향을 축으로 회전하여 상기 제2 구동 모듈의 회전력을 상기 제1 회전 모듈 및 상기 제2 회전 모듈에 전달하는 제1 회전 중심축을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 그리고, 상기 제1 회전 모듈은 상기 제2 방향을 축으로 회전하여 상기 관절을 회전시키는 제1 관절축 회전 기어와, 상기 제1 회전 중심축과 상기 제2 회전 중심축에 각각 축 결합되고, 상기 제1 관절축 회전 기어에 맞물려 회전하되 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 제1 관절축 회전 기어를 회전시키도록 맞물려 회전하는 한 쌍의 제1 교차축 회전 기어를 포함하고; 상기 제2 회전 모듈은 상기 제1 방향으로의 슬라이딩 이동에 따라 상기 강성 조절 부재의 탄성력을 가변시키는 슬라이딩 프레임과, 상기 제2 방향을 축으로 회전하는 제2 관절축 회전 기어와, 상기 제1 회전 중심축과 상기

제2 회전 중심축에 각각 축 결합되고, 상기 제2 관절축 회전 기어에 맞물려 회전하되 상기 제1 구동 모듈과 상기 제2 구동 모듈이 상기 관절을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향을 따라 이동시키는 한 쌍의 제2 교차축 회전 기어를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 강성 제공 부재는 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어를 각각 상기 제1 방향으로 탄성적으로 가압하는 한 쌍의 탄성 부재를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 슬라이딩 프레임은 한 쌍의 상기 제2 교차축 회전 기어의 상기 제1 방향으로의 양측을 각각 지지하고, 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축의 회전에 따라 한 쌍의 상기 제2 교차축 회전 기어가 상기 제2 관절축 회전 기어에 맞물려 상기 제1 방향을 따라 직선 이동할 때 함께 이동하여 상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향으로 직선 이동시키는 한 쌍의 제1 기어 플레이트를 포함할 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 슬라이딩 프레임은 상기 제1 기어 플레이트와 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어 사이에 배치되고, 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축이 각각 관통하는 한 쌍의 관통공이 형성된 제2 기어 플레이트를 더 포함하며; 상기 제1 회전 모듈은 상기 제2 기어 플레이트를 사이에 두고 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어 각각의 반대측에 배치된 상태로 각각의 상기 관통공을 통해 각각의 상기 제1 교차축 회전 기어와 연결되어 상기 제1 교차축 회전 기어의 반대측에서 상기 관통공에 걸리는 한 쌍의 스톱퍼를 더 포함하며; 각각의 상기 탄성 부재는 각각의 상기 스톱퍼를 상기 제1 방향으로 탄성적으로 가압하여 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어에 각각 탄성력을 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 한 쌍의 상기 탄성 부재는 각각의 상기 제1 교차축 회전 기어에 상기 제1 방향으로 동일한 방향으로 탄성력을 제공하여, 상기 관절 및 상기 제1 교차축 회전 기어를 통해 외부로부터 전달되는 정역 방향으로 회전력을 각각 탄성적으로 지지할 수 있다.

[0016] 그리고, 한 쌍의 상기 제1 교차축 회전 기어는 각각 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축에 상기 제1 방향을 따라 자유 이동 가능하게 설치되어, 각각의 상기 탄성 부재를 압축 또는 이완시킬 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제1 회전 중심축 및 상기 제2 회전 중심축을 각각 상기 제1 방향을 축으로 회전 가능하게 지지하는 중심축 지지부와; 상기 슬라이딩 프레임을 상기 제1 방향으로 직선 이동 가능하게 지지하는 플레이트 가이드를 갖는 메인 프레임을 더 포함할 수 있다.

[0018] 그리고, 상기 메인 프레임은 상기 제1 방향으로 상호 이격된 한 쌍의 지지 플레이트를 더 포함하며; 상기 플레이트 가이드는 한 쌍의 상기 지지 플레이트 사이에 상기 제1 방향을 따라 설치되는 복수의 고정 샤프트와; 상기 슬라이딩 프레임에 설치되어 각각의 고정 샤프트를 따라 직선 이동하는 슬라이딩 베어링 모듈을 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 슬라이딩 프레임은 한 쌍의 상기 제1 기어 플레이트와 상기 제2 기어 플레이트를 연결하는 연결 플레이트를 더 포함하며; 한 쌍의 상기 제1 기어 플레이트는 한 쌍의 상기 지지 플레이트 사이에 배치되고, 상기 제2 기어 플레이트는 한 쌍의 상기 지지 플레이트 외곽에 배치되며; 한 쌍의 상기 지지 플레이트 중 상기 제1 기어 플레이트와 상기 제2 기어 플레이트 사이에 위치하는 하나에는 상기 연결 플레이트가 통과하는 플레이트 통과공이 형성될 수 있다.

[0020] 그리고, 상기 메인 프레임은 상기 제1 방향을 따라 연장되어 한 쌍의 상기 지지플레이트를 연결하는 메인 플레이트를 더 포함하며; 상기 제2 관절축 회전 기어 및 상기 제1 관절축 회전 기어는 상기 메인 플레이트에 회전 가능하게 설치될 수 있다.

[0021] 그리고, 상기 제1 구동 모듈 및 상기 제2 구동 모듈은 각각 회전력을 발생하는 구동 모터와; 상기 구동 모터의 회전력을 상기 회전 중심축에 전달하는 적어도 하나의 회전력 전달부재를 포함할 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 구동 모터는 회전축이 상기 제1 방향을 따라 형성되도록 상기 슬라이딩 프레임에 설치되고; 상기 회전력 전달부재는 상호 맞물려 회전하는 전달 기어 형태로 마련될 수 있다.

[0023] 그리고, 상기 제1 관절축 회전 기어와 상기 제2 관절축 회전 기어는 웜 휠 또는 링 기어 형태로 마련되고; 상기 제1 교차축 회전 기어와 상기 제2 교차축 회전 기어는 상기 웜 휠과 맞물려 회전하는 웜 기어 또는 상기 링 기어와 맞물려 회전하는 피니언 기어 형태로 마련될 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따르면 두 개의 구동 모터가 관절의 움직임과 강성 조절에 동시에 관여하

여, 유연한 관절 구조를 제공하면서도 구동 모터의 활용 효율을 높일 수 있는 가변 강성 로봇 관절 시스템이 제공된다.

[0025] 또한, 두 개의 구동 모터에 의해 발생하는 관절의 토크가 탄성 부재의 내압보다 작은 경우, 일반적인 고강성, 즉 무한대의 강성으로 동작하는 관절의 구현이 가능하게 되고, 두 개의 구동 모터에 의해 발생하는 관절의 토크가 탄성 부재의 내압보다 큰 경우, 유연 관절의 구현이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템의 구성을 나타낸 도면이고,
 도 2는 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템의 실제 구현 예를 도시한 도면이고,
 도 3은 도 2의 가변 강성 로봇 관절 시스템의 일부를 분해한 분해 사시도이고,
 도 4는 도 3의 제2 방향에서 바라본 평면도이고,
 도 5는 도 3의 제3 방향에서 바라본 평면도이고,
 도 6은 도 3의 배면에서 바라본 사시도이고,
 도 7은 도 2의 가변 강성 로봇 관절 시스템의 메인 프레임의 분해 사시도이고,
 도 8은 도 2의 가변 강성 로봇 관절 시스템의 제1 기어 프레임과 스퍼퍼를 설명하기 위한 도면이고,
 도 9는 도 2의 제1 방향에서 바라본 평면도이고,
 도 10은 도 2의 가변 강성 로봇 관절 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들에 대해 상세히 설명한다.

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 구성을 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)은 제1 구동 모듈(410), 제2 구동 모듈(420), 제1 회전 모듈(10), 제2 회전 모듈(30) 및 강성 제공 부재(510, 520)를 포함한다.

[0029] 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)은 각각 제1 방향(1st)으로 회전력을 발생한다.

[0030] 제1 회전 모듈(10)은 관절(3)과 연결되어 관절(3)을 제1 방향(1st)과 교차하는 제2 방향(2nd)을 축으로 하여 회전시킨다. 여기서, 제1 회전 모듈(10)은 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 동일한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 회전을 제2 방향(2nd)으로의 회전으로 전환하여 관절(3)을 회전시킨다.

[0031] 강성 제공 부재(510, 520)은 제1 회전 모듈(10)의 제2 방향(2nd)으로의 회전 운동을 탄성적으로 지지하여 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성을 제공한다. 이를 통해, 외력에 의해 관절(3)이 회전하는 방향으로 힘이 작용하게 되면, 강성 제공 부재(510, 520)의 탄성력에 의해 강성이 제공된다.

[0032] 제2 회전 모듈(30)은 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 회전을 제1 방향(1st)으로의 직선 운동으로 변환하여 강성 제공 부재(510, 520)의 탄성력을 조절함으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 조절 가능하게 된다.

[0033] 상기와 같은 구성에 따라, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 모두 관절(3)을 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하거나, 관절(3)을 반시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 회전력이 함께 제1 회전 모듈(10)에 전달되어 관절(3)을 회전시킴으로써, 작은 출력의 두 개의 구동 모듈을 이용하여 큰 출력을 제공할 수 있게 된다.

[0034] 반면, 제1 구동 모듈(410)이 관절(3)을 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하고 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 반시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하는 경우, 또는 그 반대의 경우에는 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 회전력에 의해 제2 회전 모듈(30)의 적어도 일 부분이 제1 방향(1st)으로 직선 이동하면서 강성 제공 부재(510, 520)의 탄성력을 조절하게 되어, 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 조절 가능하

게 된다.

- [0035] 이에 따라, 두 개의 구동 모듈이 관절(3)의 회전시키는데 사용되면서도, 강성 조절 기능도 함께 수행함으로써, 구동 모터와 같은 구동 모듈의 이용 효율을 높일 수 있게 된다.
- [0036] 여기서, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)을 포함할 수 있다.
- [0037] 제1 회전 중심축(330)은 제1 구동 모듈(410)의 회전에 따라 제1 방향(1st)을 축으로 회전하여 제1 구동 모듈(410)의 회전력을 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)에 전달한다. 그리고, 제2 회전 중심축(340)은 제2 구동 모듈(420)의 회전에 따라 제1 방향(1st)을 축으로 회전하여 제1 구동 모듈(410)의 회전력을 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)에 전달한다.
- [0038] 즉, 본 발명에 따른 실시예에서는 제1 구동 모듈(410)의 회전력이 하나의 제1 회전 중심축(330)을 통해 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)에 전달되고, 마찬가지로 제2 구동 모듈(420)의 회전력이 하나의 제2 회전 중심축(340)을 통해 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)에 전달되는 것을 예로 하고 있다. 이외에도, 제1 구동 모듈(410)의 회전력과 제2 구동 모듈(420)의 회전력을 각각 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)에 동시에 전달할 수 있는 다른 동력 전달 구조도 적용 가능함은 물론이다.
- [0039] 한편, 본 발명에 따른 제1 회전 모듈(10)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 관절축 회전 기어(320)와, 한 쌍의 제1 교차축 회전 기어(370,380)를 포함할 수 있다. 제1 관절축 회전 기어(320)는 제2 방향(2nd)을 축으로 하여 회전하고, 한 쌍의 제1 교차축 회전 기어(370,380)은 제1 관절축 회전 기어(320)에 각각 맞물려 회전하되 제1 방향(1st)을 축으로 회전한다.
- [0040] 본 발명에서 제1 관절축 회전 기어(320)가, 도 1에 도시된 바와 같이, 워 휠 형태로 마련되고, 한 쌍의 제1 교차축 회전 기어(370,380)가 워 기어 형태로 마련되는 것을 예로 하여 설명하며, 이하에서는 제1 관절축 회전 기어(320)를 제1 워 휠(320)로, 제1 교차축 회전 기어(370,380)를 제1 워 기어(370,380)로 정의하여 설명한다.
- [0041] 제1 워 휠(320)은 제2 방향(2nd)을 축으로 회전하여 관절(3)을 회전시킨다. 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)는 각각 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)에 축 결합하고, 제1 워 휠(320)의 제3 방향(3rd)으로의 양측에서 각각 제1 워 휠(320)에 맞물려 회전한다. 그리고, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 동일 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 제1 워 휠(320)에 맞물려 제1 워 휠(320)을 회전시킴으로써, 관절(3)을 회전시키게 된다.
- [0042] 한편, 본 발명에 따른 제2 회전 모듈(30)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 슬라이딩 프레임(200), 제2 관절축 회전 기어(310)와, 한 쌍의 제2 교차축 회전 기어(350,360)를 포함할 수 있다. 제2 관절축 회전 기어(310)는 제2 방향(2nd)을 축으로 하여 회전하고, 한 쌍의 제2 교차축 회전 기어(350,360)은 제2 관절축 회전 기어(310)에 각각 맞물려 회전하되 제1 방향(1st)을 축으로 회전한다.
- [0043] 본 발명에서 제2 관절축 회전 기어(310)가, 도 1에 도시된 바와 같이, 워 휠 형태로 마련되고, 한 쌍의 제2 교차축 회전 기어(350,360)가 워 기어 형태로 마련되는 것을 예로 하여 설명하며, 이하에서는 제2 관절축 회전 기어(310)를 제1 워 휠(310)로, 제2 교차축 회전 기어(350,360)를 제2 워 기어(350,360)로 정의하여 설명한다.
- [0044] 슬라이딩 프레임(200)은 제1 방향(1st)으로의 슬라이딩 이동에 따라 강성 조절 부재(510,520)의 탄성력을 가변시킨다. 그리고, 제2 워 휠(310)은 제2 방향(2nd)을 축으로 회전한다. 여기서, 제2 워 휠(310)은 제1 방향(1st)으로 제1 워 휠(320)과 이격된 상태로 배치되는 것을 예로 한다.
- [0045] 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)는 각각 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)에 각각 축 결합되고, 제2 워 휠(310)에 맞물려 회전한다. 그리고, 제2 워 기어(350,360)는 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 서로 상이한 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 슬라이딩 프레임(200)을 제1 방향(1st)을 따라 이동시킴으로써, 슬라이딩 프레임(200)이 강성 제공 부재(510,520)의 탄성력을 가변시키도록 제어하게 된다.
- [0046] 보다 구체적으로 설명하면, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 제2 워 휠(310)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때, 예를 들어, 도 1의 좌측의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 반시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하고, 도 1의 우측의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때, 슬라이딩 프레임(200)을 제1 방향(1st) 중 도 1의 위쪽 방향으로 이동시킨다.

[0047] 반면, 도 1의 좌측의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하고, 도 1의 우측의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 반시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때, 슬라이딩 프레임(200)을 제1 방향(1st) 중 도 1의 아래쪽 방향으로 이동시킨다.

[0048] 이와 같은 구성은 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 슬라이딩 프레임(200)과 함께 제1 방향(1st)을 따라 이동 가능하게 마련되고, 제2 워 휠(310)의 위치가 고정되는 경우, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제1 워 휠을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전할 때 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 고정된 제2 워 휠(310)을 따라 제1 방향(1st)으로 이동하게 되고, 제2 워 휠(310)과 함께 이동 가능하게 마련된 슬라이딩 프레임(200)이 제1 방향(1st)으로 이동함으로써, 강성 제공 부재(510,520)의 탄성력을 조절하게 된다.

[0049] 본 발명에서는 강성 제공 부재(510,520)가 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)를 각각 제1 방향(1st)으로 탄성적으로 가압하는 한 쌍의 탄성 부재(510,520)로 마련되고, 슬라이딩 프레임(200)의 제1 방향(1st)으로의 슬라이딩 이동에 따라 압축 또는 신장되어 탄성력이 조절되도록 마련되는 것을 예로 한다.

[0050] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)이 관절(3)을 회전 운동시키고, 강성을 조절하는 원리를 [표 1]을 참조하여 상세히 설명한다. [표 1]에서 CW는 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 시계 방향으로 회전하는 방향을 나타내고, CCW는 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 반시계 방향으로 회전하는 방향을 나타낸 것이다. 이 때, CW와 CCW가 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 회전 방향을 나타낼 때, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)의 절대적인 회전 방향을 나타내는 것이 아니고 그 회전이 최종적으로 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)에 전달될 때 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)을 회전시키는 방향을 나타내는 것으로 정의하여 설명한다. 즉, 제1 워 기어(370,380)나 제2 워 기어(350,360)의 나사산의 방향에 따라 제1 워 휠(320) 또는 제2 워 휠(310)을 시계 방향이나 반시계 방향으로 회전시키는 회전 방향이 달라질 수 있는 바, 이를 관절(3), 즉, 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)의 회전 방향을 기준으로 설명한다.

표 1

제1 구동 모듈	제2 구동 모듈	제2 워 휠	제1 워 휠	슬라이딩 프레임	회전/강성
CW	CW	CW	CW	-	CW 회전
CCW	CCW	CCW	CCW	-	CCW 회전
CW	CCW	-	-	하강	강성 증가
CCW	CW	-	-	상승	강성 감소

[0052] [표 1]을 참조하여 설명하면, 제1 구동 모듈(410) 및 제2 구동 모듈(420)이 CW 방향으로 회전, 즉 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)을 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모듈(410) 및 제2 구동 모듈(420)의 회전력은 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)으로 전달되고, 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)와 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 각각 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)에 맞물려 회전함으로써, 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 시계 방향으로 회전하게 된다.

[0053] 따라서, 제1 워 휠(320)에 축 결합된 관절(3)은 시계 방향으로 회전함으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 관절(3) 운동이 가능하게 된다. 이 때, 제2 워 휠(310)도 시계 방향으로 함께 회전하게 되는데, 제2 워 휠(310)과 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 함께 회전함에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380) 및 슬라이딩 프레임(200)의 제1 방향(1st)으로의 위치는 변하지 않아 강성도 변하지 않는 상태가 된다.

[0054] 마찬가지로, 제1 구동 모듈(410) 및 제2 구동 모듈(420)이 CCW 방향으로 회전, 즉 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)을 반시계 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모듈(410) 및 제2 구동 모듈(420)의 회전력은 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)으로 전달되고, 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)와 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 각각 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)에 맞물려 회전함으로써, 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 반시계 방향으로 회전하게 된다.

[0055] 따라서, 제1 워 휠(320)에 축 결합된 관절(3)은 반시계 방향으로 회전함으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇

관절 시스템(1)의 관절(3) 운동이 가능하게 된다. 이 때, 제2 워 휠(310)도 시계 방향으로 함께 회전하게 되는데, 제2 워 휠(310)과 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 함께 회전함에 따라 한 쌍의 제2 워 기어(350,360) 및 슬라이딩 프레임(200)의 제1 방향(1st)으로의 위치는 변하지 않아 강성도 변하지 않는 상태가 된다.

[0056] 반면, 제1 구동 모듈(410)이 시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모듈(420)이 반시계 방향으로 회전하게 되면, 제1 워 휠(320)은 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)가 제1 워 휠(320)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하게 때문에 회전하지 않게 된다. 여기서, 한 쌍의 제1 워 휠(320)은 제1 방향(1st)을 따라 각각 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)에 슬라이딩 이동 가능하게 마련될 수 있다. 따라서, 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)는 제1 워 휠(320)에 대해 상대적으로 제1 방향(1st) 중 일측 방향을 이동하게 됨으로써, 제1 워 휠(320)이 회전하지 않은 상태에서 양측의 제1 워 기어(370,380)가 회전할 수 있게 된다.

[0057] 여기서, 제1 구동 모듈(410)이 시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모듈(420)이 반시계 방향으로 회전하게 되면, 제2 워 휠(310)은 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하기 때문에 회전하지 않게 되고, 이 때 각각의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 따라 회전하면서 하강하게 된다.

[0058] 그리고, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)의 하강에 따라 슬라이딩 프레임(200)이 하강하면서 한 쌍의 탄성 부재(510,520)를 압축하게 됨으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 증가하게 된다.

[0059] 반대로, 제1 구동 모듈(410)이 반시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모듈(420)이 시계 방향으로 회전하게 되면, 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)는 제1 워 휠(320)에 대해 상대적으로 제1 방향(1st) 중 일측 방향을 이동하게 된다.

[0060] 그리고, 제1 구동 모듈(410)이 반시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모듈(420)이 시계 방향으로 회전하게 되면, 제2 워 휠(310)은 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하기 때문에 회전하지 않게 되고, 이 때 각각의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 따라 회전하면서 상승하게 된다. 그리고, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)의 상승에 따라 슬라이딩 프레임(200)이 상승하면서 한 쌍의 탄성 부재(510,520)를 신장시키게 됨으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 감소하게 된다.

[0061] 여기서, 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)는 상술한 바와 같이, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)을 따라 제1 방향(1st)을 따라 슬라이딩 이동 가능하게 설치되고, 각각의 제1 워 기어(370,380)가 탄성 부재(510,520)에 의해 지지되어 제1 워 기어(370,380)이 제1 방향(1st) 방향으로의 슬라이딩 이동에 따라 탄성 부재(510,520)가 압축 또는 이완 가능한 상태가 된다.

[0062] 따라서, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)이 관절(3)을 회전시키기 위한 방향으로 회전하게 되면, 한 쌍의 제1 워 기어(370,380) 중 하나는 제1 방향(1st) 중 도 1을 기준으로 상승하는 방향으로 슬라이딩 이동하는 힘을 갖게 되고, 다른 하나는 도 1을 기준으로 하강하는 방향으로 슬라이딩 이동하는 힘을 받게 된다.

[0063] 이 때, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)에 의해 발생하는 관절(3)의 토크가 탄성 부재(510,520)의 내력, 즉 탄성력보다 큰 경우에는 일정한 강성을 갖고 회전하는 유연 관절과 같이 동작하게 된다. 반면, 제1 구동 모듈(410)과 제2 구동 모듈(420)에 의해 발생하는 관절(3)의 토크가 탄성 부재(510,520)의 내력보다 작은 경우, 일반적인 고강성의 관절, 즉 강성이 무한대인 관절 운동이 가능하게 된다.

[0064] 이하에서는, 도 2 내지 도 9를 참조하여 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 실제 구현 예에 대해 상세히 설명한다. 여기서, 도 1을 통해 설명한 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 기본 구성은 도 2 내지 도 9의 실제 구현 예에 적용되며 동일한 참조번호를 사용하여 설명한다.

[0065] 도 2 및 도 7을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)은 기본 골격을 형성하는 메인 프레임(100)을 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 메인 프레임(100)은 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 방향(1st)으로 상호 이격된 한 쌍의 지지 플레이트(120)와, 한 쌍의 지지 플레이트(120)를 연결하는 메인 플레이트(110)와, 한 쌍의 지지 플레이트(120)와 대향하는 루프 플레이트(150)와, 루프 플레이트(150)와 반대측의 지지 플레이트(120)를 연결하는 측면 플레이트(140)를 포함할 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.

[0066] 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)은 메인 프레임(100)에 제1 방향(1st)을 축으로 회전 가능하게 설치되는데, 도 4에 도시된 바와 같이, 제3 방향(3rd)으로 서로 이격된 상태로 설치되는 것을 예로 한다.

- [0067] 여기서, 메인 프레임(100)은 제1 방향(1st)으로의 상부에 형성되어 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)을 각각 제1 방향(1st)을 축으로 회전 가능하게 지지하는 한 쌍의 중심축 지지부(331,341)를 포함할 수 있으며, 한 쌍의 중심축 지지부(331,341)는 루프 플레이트(150)에 설치될 수 있다. 이 때, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)의 제1 방향(1st)으로의 하부 끝단은 자유 단면을 갖는 형태로 마련된다.
- [0068] 그리고, 도 7에 도시된 바와 같이, 메인 프레임(100)의 한 쌍의 지지 플레이트(120) 중 상부 방향의 지지 플레이트(120)에는 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)이 관통하는 관통공(124)이 형성된다.
- [0069] 한편, 제1 워م 휠(320)과 제2 워م 휠(310)은 메인 프레임(100)의 메인 플레이트(110)와 측면 플레이트(140)에 제2 방향(2nd)을 축으로 회전 가능하게 설치된다. 도 4 및 도 7을 참조하여 설명하면, 제1 워م 휠(320)과 제2 워م 휠(310)은 메인 프레임(100)에 제1 방향(1st)으로 상호 이격된 상태로 배치된다.
- [0070] 제1 워م 휠(320)의 제2 방향(2nd)을 축으로 하는 회전을 지지하는 베어링과 같은 지지구조(321)가 제1 워م 휠(320)의 제2 방향(2nd)으로의 양측에 연결되고, 해당 지지구조(321)가 메인 플레이트(110)와 측면 플레이트(140)에 각각 설치된다. 이 때, 메인 프레임(100)에는 지지구조(321)가 설치되는 체결공(111)이 형성되며, 체결공(111)을 통해 반대측의 관절(3)과 축 연결됨으로써, 제1 워م 휠(320)의 회전이 관절(3)로 전달 가능하게 된다.
- [0071] 마찬가지로, 제2 워م 휠(310)의 제2 방향(2nd)을 축으로 하는 회전을 지지하는 베어링과 같은 지지구조(331)가 제2 워م 휠(310)의 제2 방향(2nd)으로의 양측에 연결되고, 해당 지지구조(331)가 메인 플레이트(110)와 측면 플레이트(140)에 각각 설치된다. 여기서, 메인 프레임(100)에는 지지구조(331)가 설치되는 체결공(112)이 형성되는 것을 예로 하고 있다.
- [0072] 한편, 슬라이딩 프레임(200)은, 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)와 제2 기어 플레이트(220)를 포함할 수 있다.
- [0073] 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)는 한 쌍의 제2 워م 기어(350,360)의 제1 방향(1st)으로의 양측을 각각 회전 가능하게 지지한다. 한 쌍의 제2 워م 기어(350,360)가 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210) 사이에 설치된 상태이므로, 상술한 바와 같이, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 한 쌍의 제2 워م 기어(350,360)가 제2 워م 휠(310)에 맞물려 제1 방향(1st)을 따라 이동하게 되면 한 쌍의 제2 워م 기어(350,360)의 제1 방향(1st)으로의 이동과 함께 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)가 제1 방향(1st)으로 이동함으로써, 상술한 바와 같이 슬라이딩 프레임(200) 전체가 제1 방향(1st)으로 이동하게 된다.
- [0074] 여기서, 본 발명에 따른 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)는, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 메인 프레임(100)의 한 쌍의 지지 플레이트(120) 사이에서 제1 방향(1st)으로 슬라이딩 이동 가능하게 설치됨으로써, 전체 슬라이딩 프레임(200)이 제1 방향(1st)으로 슬라이딩 이동 가능하게 된다.
- [0075] 이를 위해, 메인 프레임(100)은 슬라이딩 프레임(200)을 제1 방향(1st)으로 직선 이동 가능하게 지지하는 적어도 하나의 플레이트 가이드(130)를 포함하는 것을 예로 한다. 본 발명에서는 플레이트 가이드(130)가 복수의 고정 샤프트(131)와 슬라이딩 베어링 모듈(132)로 구성되는 것을 예로 한다.
- [0076] 도 2 내지 도 6을 참조하여 설명하면, 고정 샤프트(131)는 한 쌍의 지지 플레이트(120) 사이에 제1 방향(1st)을 따라 설치된다. 그리고, 슬라이딩 베어링 모듈(132)이 슬라이딩 프레임(200)에 설치되어 고정 샤프트(131)를 따라 직선 이동함으로써, 슬라이딩 프레임(200)을 제1 방향(1st)으로 슬라이딩 가능하게 지지하게 된다.
- [0077] 한편, 제2 기어 플레이트(220)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 기어 플레이트(210)와 제1 워م 기어(370,380) 사이에 배치된다. 그리고, 제2 기어 플레이트(220)에는, 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)이 각각 관통하는 한 쌍의 관통공(221)이 형성될 수 있다.
- [0078] 여기서, 제1 회전 모듈(10)은 제2 기어 플레이트(220)를 사이에 두고 한 쌍의 제1 워م 기어(370,380) 각각의 반대측에 배치되는 한 쌍의 스톱퍼를 포함할 수 있다. 각각의 스톱퍼(610,620)는, 도 8에 도시된 바와 같이, 제2 기어 플레이트(220)에 형성된 관통공(221)을 통해 각각의 제1 워م 기어(370,380)와 연결된다.
- [0079] 이 때, 각각의 스톱퍼(610,620)는 관통공(221)을 통과 가능한 직경의 연결부(611,621)와 스톱퍼(610,620)가 제1 워م 기어(370,380) 측으로 통과하지 못하도록 걸리는 스킵트부(612,622)로 구성됨으로써, 제1 워م 기어(370,380)의 반대측에서 관통공(221)에 걸리는 상태가 된다.
- [0080] 여기서, 각각의 탄성 부재(510,520)는 각 스톱퍼(610,620)를 제1 방향(1st)으로 탄성적으로 가압함으로써, 한

쌍의 제1 워 기어(370,380)에 각각 탄성력을 제공하게 된다. 이 때, 탄성 부재(510,520)의 타측은 메인 프레임(100)의 지지 플레이트(120)에 지지된 상태로 스톱퍼(610,620)를 가압하게 된다.

- [0081] 그리고, 각각의 탄성 부재(510,520)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 각각의 제1 워 기어(370,380)에 제1 방향(1st)으로 동일한 방향, 즉 도 4에서 상부 방향으로 탄성력을 제공하여, 관절(3) 및 제1 워 기어(370,380)를 통해 외부로부터 전달되는 정역 방향으로의 회전력을 각각 탄성적으로 지지하게 되는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [0082] 상기와 같은 구성에 따라, 도 4를 참조하여 설명하면, 슬라이딩 프레임(200)의 제2 기어 플레이트(220), 메인 프레임(100)의 하나의 지지 플레이트(120), 슬라이딩 프레임(200)의 하나의 제1 기어 플레이트(210), 슬라이딩 프레임(200)의 다른 하나의 제1 기어 플레이트(210), 메인 프레임(100)의 다른 하나의 지지 플레이트(120)가 제1 방향(1st)을 따라 순차적으로 배치되는 형태를 갖게 된다.
- [0083] 즉, 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)는 한 쌍의 지지 플레이트(120) 사이에 배치되고, 제2 기어 플레이트(220)는 한 쌍의 지지 플레이트(120) 외곽에 배치되는 형태가 되어, 슬라이딩 프레임(200)의 제2 기어 플레이트(220)와 슬라이딩 프레임(200)의 하나의 제1 기어 플레이트(210) 사이에 메인 프레임(100)의 하나의 지지 플레이트(120)가 배치된다.
- [0084] 여기서, 제1 기어 플레이트(210)와 제2 기어 플레이트(220) 사이에 위치하는 지지 플레이트(120)에는, 도 7에 도시된 바와 같이, 플레이트 통과공(121)이 형성되어 제1 기어 플레이트(210)와 제2 기어 플레이트(220)를 연결하는 연결 플레이트(230)가 플레이트 통과공(121)을 통해 제1 기어 플레이트(210)와 제2 기어 플레이트(220)를 연결하게 된다.
- [0085] 한편, 본 발명에 따른 제1 구동 모듈(410)은, 도 6 및 도 9에 도시된 바와 같이, 제1 구동 모터(411)와, 적어도 하나의 제1 회전력 전달부재(412)를 포함할 수 있다.
- [0086] 제1 구동 모터(411)는 회전력을 발생하는데, 본 발명에서는 제1 방향(1st)을 축으로 회전력이 발생되도록 설치되는 것을 예로 하며, 도 6에 도시된 바와 같이, 슬라이딩 프레임(200)의 모터 프레임(240)에 설치되는 것을 예로 한다.
- [0087] 그리고, 제1 회전력 전달부재(412)는, 도 9에 도시된 바와 같이, 상호 맞물려 회전하는 다수의 전달 기어 형태로 마련되어 제1 방향(1st)을 축으로 회전하는 제1 구동 모터(411)의 회전력을 제1 방향(1st)을 축으로 하는 제1 회전 중심축(330)에 전달하게 된다. 즉, 도 9의 좌측 가장자리의 전달 기어가 제1 구동 모터(411)의 회전축에 연결되고, 우측 가장자리의 전달 기어가 제1 회전 중심축(330)과 축 결합하여 제1 구동 모터(411)의 회전력을 제1 회전 중심축(330)에 전달하도록 마련될 수 있다.
- [0088] 마찬가지로, 제2 구동 모듈(420)도 제2 구동 모터(421)와, 적어도 하나의 제2 회전력 전달부재(422)를 포함할 수 있는 바, 그 상세한 설명은 제1 구동 모듈(410)에 대한 설명으로 대체한다.
- [0089] 이하에서는 상기와 같은 구성에 따라, 도 2 내지 도 9에 도시된 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 실제 구현 예가 동작하는 과정을 [표 1] 및 도 10을 참조하여 상세히 설명한다. [표 1]에서 설명한 바와 같이, 회전 방향에 대한 CW와 CCW는 관절(3)을 회전시키기 위한 회전 방향으로 제1 구동 모터(411), 제2 구동 모터(421), 제1 워 기어(370,380), 제2 워 기어(350,360)의 절대적인 회전 방향을 의미하는 것이 아니다.
- [0090] 먼저, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)에서 강성을 조절하는 과정에 대해 설명한다.
- [0091] 도 10의 (b)와 같은 상태에서, 제1 구동 모터(411)가 시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모터(421)가 반시계 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모터(411)의 회전력과 제2 구동 모터(421)의 회전력은 제1 회전력 전달부재(412) 및 제2 회전력 전달부재(422)에 의해 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)에 전달되어 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)이 제1 방향(1st)을 축으로 회전하게 된다.
- [0092] 이 때, 제1 워 휠(320)은 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)가 제1 워 휠(320)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하기 때문에 회전하지 않게 된다. 여기서, 한 쌍의 제1 워 휠(320)은 상술한 바와 같이, 제1 방향(1st)을 따라 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)에 슬라이딩 이동하기 때문에, 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)의 회전량만큼 제1 워 휠(320)과의 맞물리는 위치가 바뀌게 된다.
- [0093] 한편, 제1 구동 모터(411)가 시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모터(421)가 반시계 방향으로 회전하게 되면, 제2 워 휠(310)은 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로

회전하기 때문에 회전하지 않게 되고, 이 때 각각의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 따라 회전하면서 하강하게 된다.

[0094] 그리고, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)의 하강에 따라 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)를 지지하는 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)가 함께 하강하게 되고, 이와 연결된 제2 기어 플레이트(220)가 하강하게 된다.

[0095] 그리고, 제2 기어 플레이트(220)가 하강함에 따라 제2 기어 플레이트(220)에 걸려있는 스톱퍼(610,620)가 하강하면서, 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 메인 프레임(100)의 지지 플레이트(120)와의 사이에 위치하는 각각의 탄성 부재(510,520)가 압축됨으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 증가하게 된다.

[0096] 반대로, 도 10의 (a)와 같은 상태에서, 제1 구동 모터(411)가 반시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모터(421)가 시계 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모터(411)의 회전력과 제2 구동 모터(421)의 회전력은 제1 회전력 전달 부재(412) 및 제2 회전력 전달부재(422)에 의해 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)에 전달되어 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)이 제1 방향(1st)을 축으로 회전하게 된다.

[0097] 이 때, 제1 워 휠(320)과 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)는 반대 방향으로의 회전에서와 같이 제1 워 기어(370,380)가 제1 회전 중심축(330)과 제2 회전 중심축(340)의 회전량만큼 제1 워 휠(320)과의 맞물리는 위치가 바뀌게 된다.

[0098] 한편, 제1 구동 모터(411)가 반시계 방향으로 회전하고, 제2 구동 모터(421)가 시계 방향으로 회전하게 되면, 제2 워 휠(310)은 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 서로 다른 방향으로 회전시키는 방향으로 회전하기 때문에 회전하지 않게 되고, 이 때 각각의 제2 워 기어(350,360)가 제2 워 휠(310)을 따라 회전하면서 상승하게 된다.

[0099] 그리고, 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)의 상승에 따라 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)를 지지하는 한 쌍의 제1 기어 플레이트(210)가 함께 상승하게 되고, 이와 연결된 제2 기어 플레이트(220)가 상승하게 된다.

[0100] 그리고, 제2 기어 플레이트(220)가 상승함에 따라 제2 기어 플레이트(220)에 걸려있는 스톱퍼(610,620)가 탄성 부재(510,520)의 탄성력에 의해 상승하면서, 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 메인 프레임(100)의 지지 플레이트(120)와의 사이에 위치하는 각각의 탄성 부재(510,520)가 신장됨으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 강성이 감소하게 된다.

[0101] 한편, 관절(3)의 회전 운동과 관련하여, 제1 구동 모터(411) 및 제2 구동 모터(421)가 시계 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모터(411) 및 제2 구동 모터(421)의 회전력은 제1 회전력 전달부재(412) 및 제2 회전력 전달부재(422)에 의해 각각 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)으로 전달되고, 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)와 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 각각 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)에 맞물려 회전함으로써, 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 시계 방향으로 회전하게 된다.

[0102] 따라서, 제1 워 휠(320)에 축 결합된 관절(3)은 시계 방향으로 회전함으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 관절(3) 운동이 가능하게 된다. 이 때, 제2 워 휠(310)도 시계 방향으로 함께 회전하게 되는데, 제2 워 휠(310)과 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 함께 회전함에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380) 및 슬라이딩 프레임(200)의 제1 방향(1st)으로의 위치는 변하지 않아 강성도 변하지 않는 상태가 된다.

[0103] 여기서, 제1 워 기어(370,380)는 각각 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)을 따라 제1 방향(1st)으로 이동 가능하게 결합되는데, 메인 프레임(100)에 고정된 제1 워 휠(320)을 따라 회전하는

[0104] 마찬가지로, 제1 구동 모터(411) 및 제2 구동 모터(421)가 반시계 방향으로 회전하게 되면, 제1 구동 모터(411) 및 제2 구동 모터(421)의 회전력은 제1 회전력 전달부재(412) 및 제2 회전력 전달부재(422)를 통해 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)으로 전달되고, 제1 회전 중심축(330) 및 제2 회전 중심축(340)의 회전에 따라 한 쌍의 제1 워 기어(370,380)와 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 각각 제1 워 휠(320) 및 제2 워 휠(310)에 맞물려 회전함으로써, 제1 워 휠(320)과 제2 워 휠(310)이 반시계 방향으로 회전하게 된다.

[0105] 따라서, 제1 워 휠(320)에 축 결합된 관절(3)은 반시계 방향으로 회전함으로써, 본 발명에 따른 가변 강성 로봇 관절 시스템(1)의 관절(3) 운동이 가능하게 된다. 이 때, 제2 워 휠(310)도 시계 방향으로 함께 회전하게 되는데, 제2 워 휠(310)과 한 쌍의 제2 워 기어(350,360)가 시계 방향으로 회전시키는 방향으로 함께 회전함에 따라 한 쌍의 제2 워 기어(350,360) 및 슬라이딩 프레임(200)의 제1 방향(1st)으로의 위치는 변하지 않아 강성도 변

하지 않는 상태가 된다.

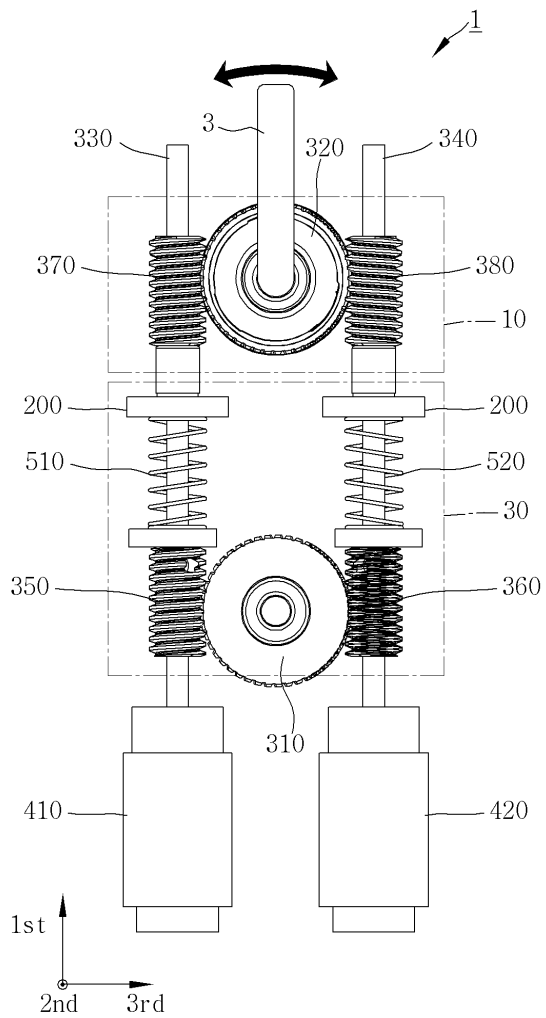
- [0106] 한편, 외력이 관절(3)을 통해 제1 워 휠(320)로 전달되는 경우, 예컨대, 도 10의 (c)에 도시된 바와 같이, 관절(3)을 시계 방향으로 회전시키는 외력이 작용하게 되면, 제1 워 휠(320)이 우측의 제1 워 기어(370,380)를 아래 방향으로 누르는 힘이 작용하게 되는데, 이 때 우측의 스톱퍼(610,620)를 통해 제1 워 기어(370,380)를 지지하는 탄성 부재(510,520)의 탄성력에 의해 탄성적으로 외력을 지지하게 된다.
- [0107] 반면, 도 10의 (d)에 도시된 바와 같이, 관절(3)을 반시계 방향으로 회전시키는 외력이 작용하게 되면, 제1 워 휠(320)이 좌측의 제1 워 기어(370,380)를 아래 방향으로 누르는 힘이 작용하게 되는데, 이 때 좌측의 스톱퍼(610,620)를 통해 제1 워 기어(370,380)를 지지하는 탄성 부재(510,520)의 탄성력에 의해 탄성적으로 외력을 지지하게 된다.
- [0108] 전술한 실시예에서는 제1 회전 모듈(10)과 제2 회전 모듈(30)의 제1 관절축 회전 기어(310), 제2 관절축 회전 기어(320), 제1 교차축 회전 기어(350,360), 제2 교차축 회전 기어(370,380)가 각각 워 휠과 워 기어 형태로 마련되는 것을 예로 하여 설명하였다. 이외에도, 제1 방향(1st)을 축으로 하는 회전을 제2 방향(2nd)을 축으로 하는 회전으로 전환 가능한 다른 동력 전달 구조도 적용 가능함은 물론이다.
- [0109] 예컨대, 제1 관절축 회전 기어(310) 및 제2 관절축 회전 기어(320)를 링 기어 형태로 마련하고, 제1 교차축 회전 기어(350,360) 및 제2 교차축 회전 기어(370,380)를 피니언 기어 형태로 마련될 수 있음은 물론이다.
- [0110] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

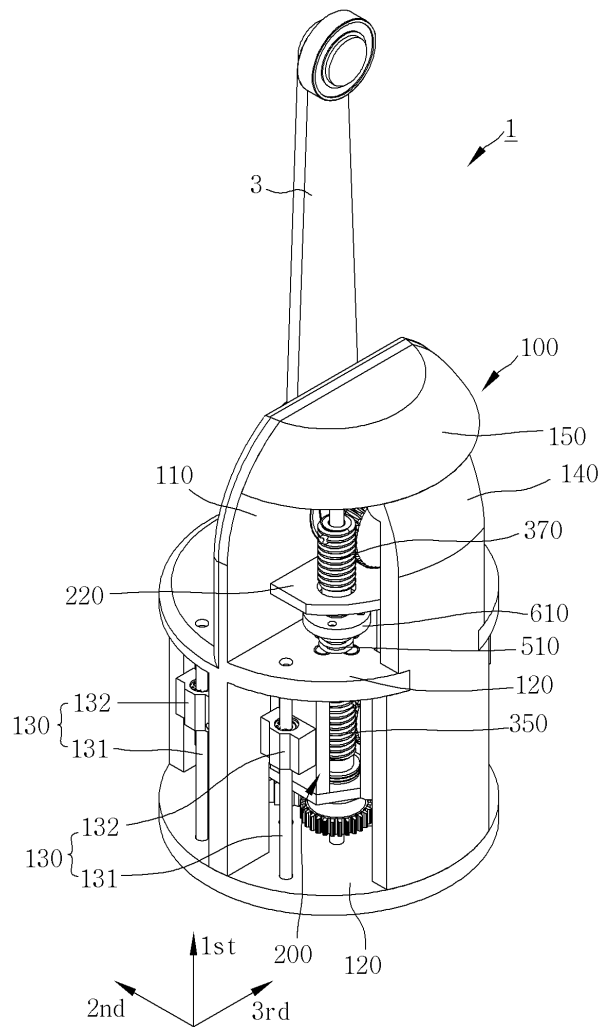
- [0111]
- | | | | |
|---------|-------------------|---------|---------------|
| 1 | : 가변 강성 로봇 관절 시스템 | | |
| 3 | : 관절 | 100 | : 메인 프레임 |
| 10 | : 제1 회전 모듈 | 30 | : 제2 회전 모듈 |
| 100 | : 메인 프레임 | 110 | : 메인 플레이트 |
| 120 | : 지지 플레이트 | 130 | : 플레이트 가이드 |
| 131 | : 고정 샤프트 | 132 | : 슬라이딩 베어링 모듈 |
| 140 | : 측면 플레이트 | 150 | : 루프 플레이트 |
| 200 | : 슬라이딩 프레임 | 210 | : 제1 기어 플레이트 |
| 220 | : 제2 기어 플레이트 | 230 | : 연결 플레이트 |
| 240 | : 모터 프레임 | 310 | : 제1 워 휠 |
| 320 | : 제2 워 휠 | 330 | : 제1 회전 중심축 |
| 340 | : 제2 회전 중심축 | 350,360 | : 제2 워 기어 |
| 370,380 | : 제2 워 기어 | 410 | : 제1 구동 모듈 |
| 411 | : 제1 구동 모터 | 412 | : 제1 회전력 전달부재 |
| 420 | : 제2 구동 모듈 | 421 | : 제2 구동 모터 |
| 422 | : 제2 회전력 전달부재 | 510,520 | : 탄성 부재 |
| 610,620 | : 스톱퍼 | | |

도면

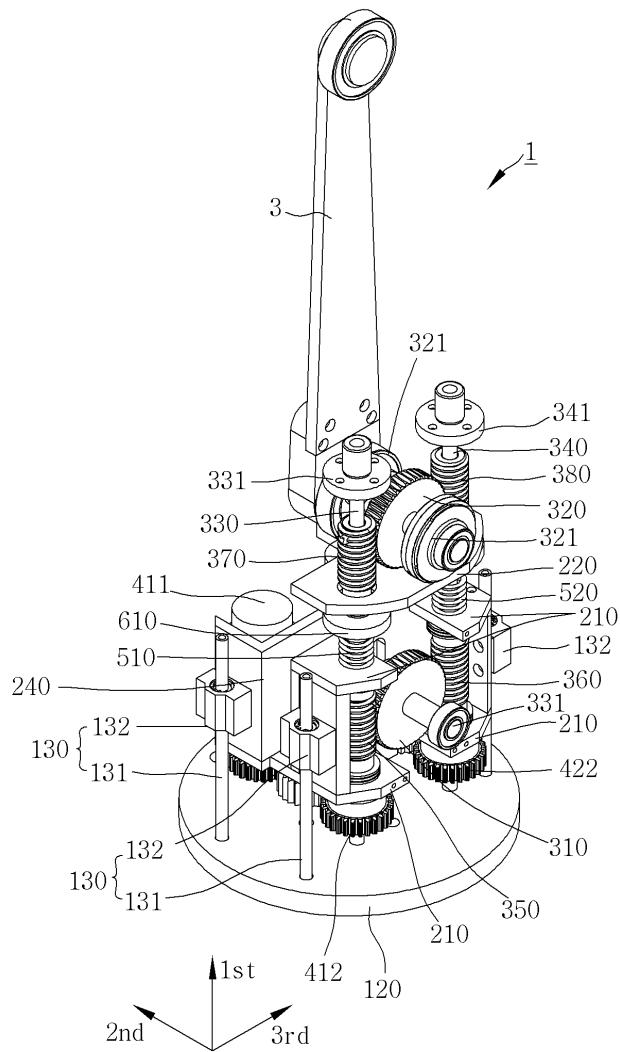
도면1



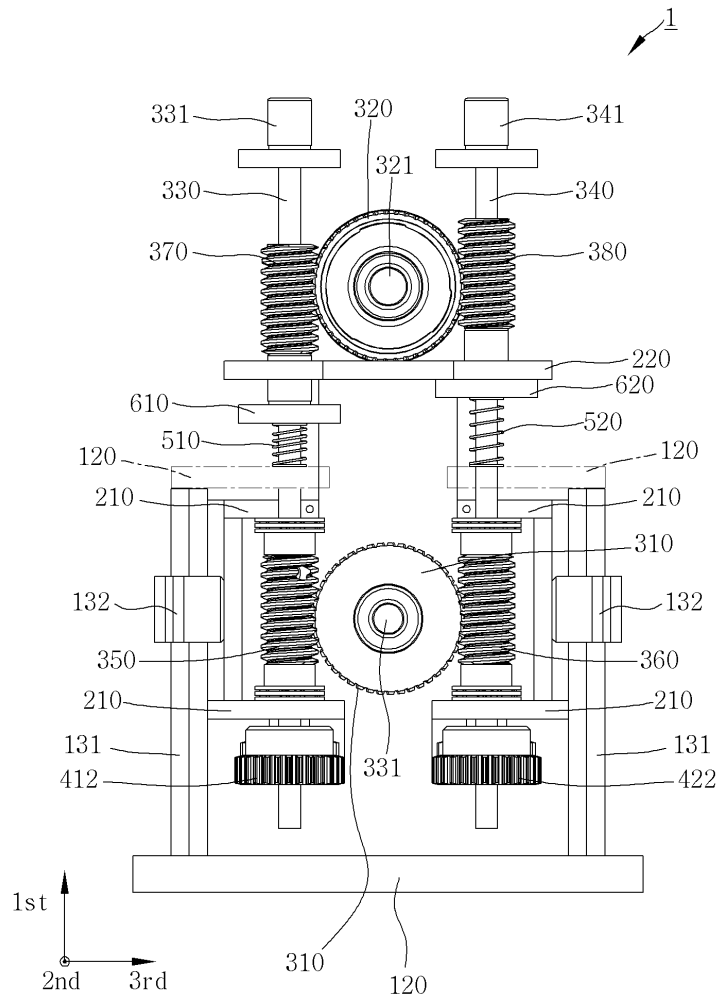
도면2



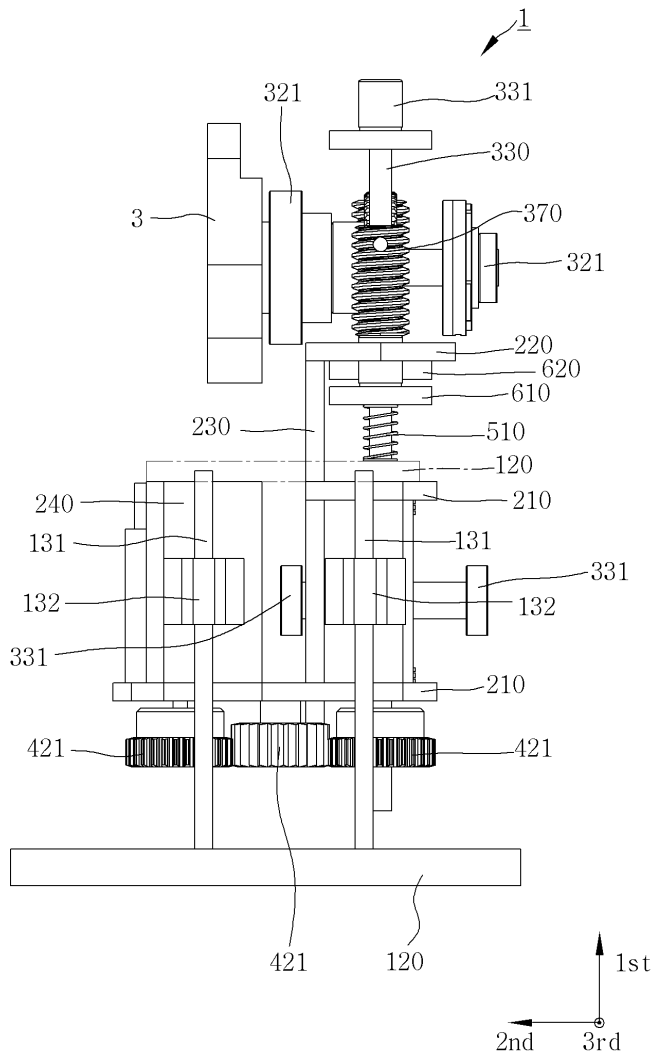
도면3



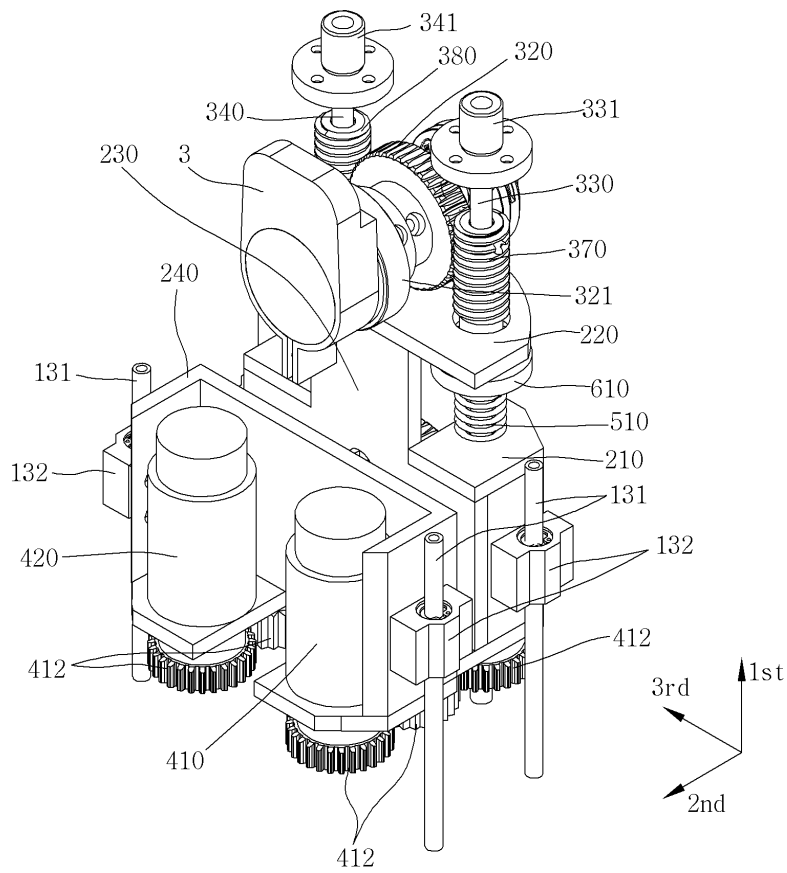
도면4



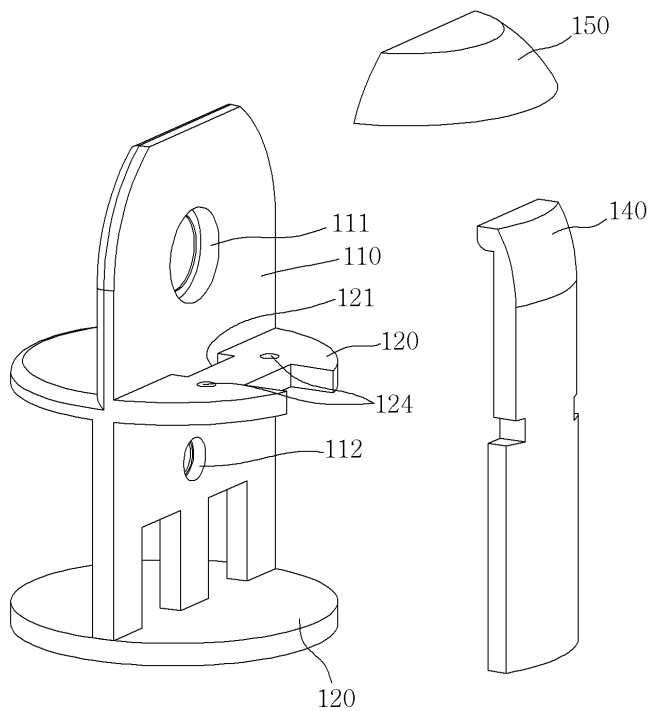
도면5



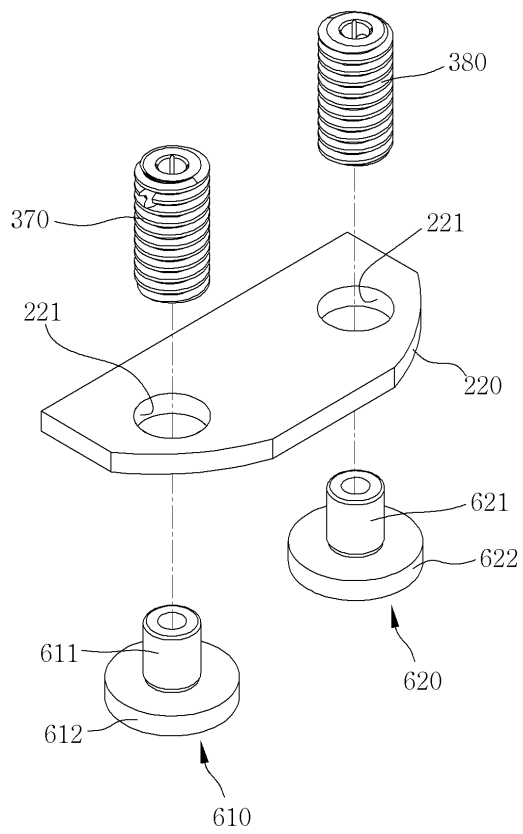
도면6



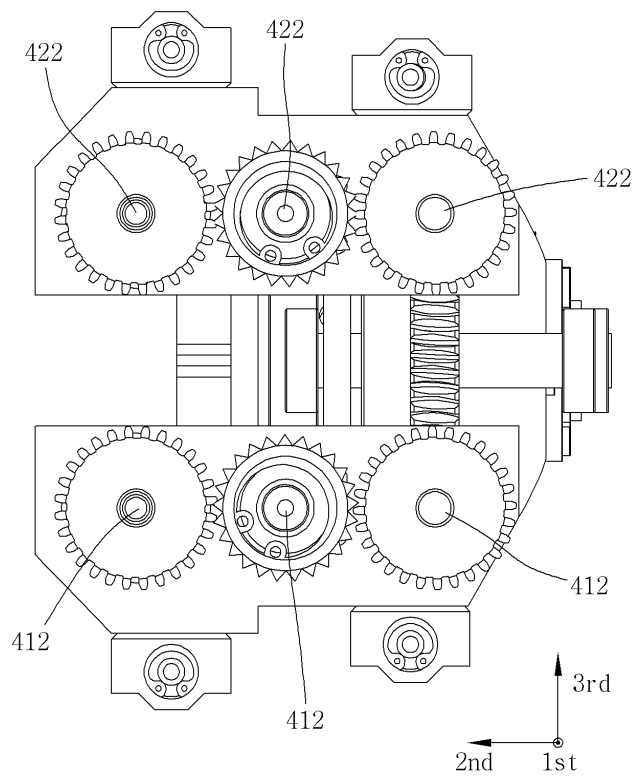
도면7



도면8



도면9



도면10

