



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월29일
 (11) 등록번호 10-1195700
 (24) 등록일자 2012년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B25J 19/00 (2006.01) B25J 18/00 (2006.01)
 F16H 1/28 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0030725
 (22) 출원일자 2010년04월05일
 심사청구일자 2010년04월05일
 (65) 공개번호 10-2011-0111580
 (43) 공개일자 2011년10월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020080048862 A*
 KR2019900011119 Y1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 고려대학교 산학협력단
 서울 성북구 안암동5가 1
 (72) 발명자
 송재복
 서울특별시 강남구 언주로30길 56, B동 2907호 (도곡동, 타워팰리스아파트)
 김병상
 경상북도 김천시 아랫장터5길 22 (감호동)
 (74) 대리인
 홍동우

전체 청구항 수 : 총 19 항

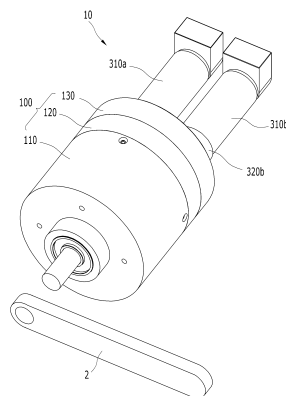
심사관 : 박영근

(54) 발명의 명칭 **가변 강성 액츄에이터 유닛**

(57) 요약

본 발명은, 하우징; 상기 하우징에 관통 배치되어 일단이 출력 링크와 연결되는 샤프트; 상기 샤프트에 회전력을 제공하는 액츄에이터부; 상기 샤프트와 상기 액츄에이터부 사이에 배치되어 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 상기 샤프트에 전달하는 위치 강성 조절부;를 구비하고, 외력에 의한 상기 출력 링크의 회전각의 변화가 발생하는 경우 상기 위치 강성 조절부가 일정 상태를 유지함과 동시에 상기 출력 링크의 회전 강성이 일정하게 유지 가능한 가변 강성 액츄에이터 유닛을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

하우징;

상기 하우징에 관통 배치되어 일단이 출력 링크와 연결되는 샤프트;

상기 샤프트에 회전력을 제공하는 액츄에이터부;

상기 샤프트와 상기 액츄에이터부 사이에 배치되어 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 상기 샤프트에 전달하는 위치 강성 조절부;를 구비하고,

외력에 의한 상기 출력 링크의 회전각의 변화가 발생하는 경우 상기 위치 강성 조절부가 일정 상태를 유지함과 동시에 상기 출력 링크의 회전 강성이 일정하게 유지 가능하고,

상기 위치 강성 조절부는:

상기 샤프트와 연결되는 가이드 링크와,

상기 가이드 링크에 접촉하고 위치 조절되어 상기 출력 링크의 위치 내지 회전 강성을 조절하는 강성 블록부와,

상기 액츄에이터부와 연결되어 상기 액츄에이터부로부터의 회전력을 상기 강성 블록부로 전달하고 상기 강성 블록부의 위치 조절 가능한 위치 강성 기어 트레인부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 액츄에이터부는 복수 개의 액츄에이터를 구비하고,

상기 위치 강성 기어 트레인부는:

상기 액츄에이터 측과 연결되어 회전력을 전달하는 위치 강성 구동 기어부와,

상기 위치 강성 구동 기어부를 통하여 전달받은 회전력에 의하여 상기 출력 링크의 회전 위치 내지 회전 강성을 조절하는 위치 강성 유성 기어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 위치 강성 유성 기어부는:

상기 위치 강성 구동 기어부의 일측과 회동 가능하게 연결되는 캐리어와,

상기 캐리어에 회동 가능하게 장착되는 유성 기어와,

상기 위치 강성 구동 기어부의 타측과 연결되고 상기 유성 기어와 치합되는 링기어와,

상기 캐리어에 가동 가능하게 배치되고 상기 유성 기어와 치합되는 랙기어를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 캐리어에는 리니어 모션 가이드가 배치되고,

상기 랙기어는 상기 리니어 모션 가이드 상에 가동 가능하게 배치되고,

상기 랙기어에는 상기 강성 블록부가 배치되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 위치 강성 구동 기어부는:

상기 액츄에이터부로부터의 회전력을 전달받는 구동 기어부와,

상기 구동 기어부의 일측과 치합되어 상기 캐리어에 회동력을 전달하는 캐리어 치합 기어와,

상기 구동 기어부의 다른 일측과 치합되어 상기 링기어에 회동력을 전달하는 링기어 치합 기어를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 캐리어 치합 기어는 캐리어 커넥터에 위치 고정되어 배치되고,

상기 캐리어 커넥터는 상기 캐리어와 연결되어 함께 회동 운동을 이루는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 링기어 치합 기어는 링기어 커넥터에 위치 고정되어 배치되고,

상기 링기어는 상기 링기어 커넥터에 위치 고정되어 배치되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 구동 기어부는:

상기 액츄에이터부 측과 직결되는 구동 기어를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 구동 기어부는:

상기 구동 기어와 치합되는 인접 아이들 기어와,

상기 인접 아이들 기어와 치합되어 상기 구동 기어와 동일한 방향으로 회동 상태를 형성하는 외곽 아이들 기어를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 강성 블록부는:

상기 위치 강성 기어 트레인부에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 베이스와,

일측이 상기 가이드 링크와 접촉 상태를 형성하는 강성 블록 접촉부와,

일단은 상기 강성 블록 접촉부에 연결되고 타단은 상기 강성 블록 베이스에 연결되어 상기 강성 블록 접촉부에 탄성력을 제공하는 강성 블록 탄성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 강성 블록 베이스는:

상기 위치 강성 기어 트레인부에 배치되는 강성 블록 베이스 바디와,

상기 강성 블록 베이스 바디에 연결되어 상기 강성 블록 탄성부의 타단과 연결되는 강성 블록 베이스 지지부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 강성 블록 탄성부는 코일 스프링을 포함하고,

상기 강성 블록 접촉부는:

상기 강성 블록 베이스에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록과,

상기 강성 블록 접촉 모션의 일측에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 강성 블록 탄성부는 토션 스프링을 포함하고,

상기 강성 블록 접촉부는:

일단이 상기 강성 블록 베이스에 연결되는 강성 블록 탄성부에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 강성 블록 탄성부는 판 스프링을 포함하고,

상기 강성 블록 접촉부는:

일단이 상기 강성 블록 베이스에 연결되는 강성 블록 탄성부에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 16

하우징;

상기 하우징에 관통 배치되어 일단이 출력 링크와 연결되는 샤프트;

상기 샤프트에 회전력을 제공하는 액츄에이터부;

상기 샤프트와 상기 액츄에이터부 사이에 배치되어 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 상기 샤프트에 전달하는 위치 강성 조절부;를 구비하고,

외력에 의한 상기 출력 링크의 회전각의 변화가 발생하는 경우 상기 위치 강성 조절부가 일정 상태를 유지함과 동시에 상기 출력 링크의 회전 강성이 일정하게 유지 가능하고,

상기 위치 강성 조절부는:

상기 샤프트와 연결되는 가이드 플레이트와,

상기 가이드 플레이트에 접촉하고 위치 조절되어 상기 출력 링크의 위치 내지 회전 강성을 조절하는 강성 블록부와,

상기 액츄에이터부와 연결되어 상기 액츄에이터부로부터의 회전력을 상기 강성 블록부로 전달하고 상기 강성 블

록부의 위치 조절 가능한 위치 강성 기어 트레인부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 강성 블록부는:

상기 위치 강성 기어 트레인부에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 베이스와,

일측이 상기 가이드 플레이트와 접촉 상태를 형성하는 강성 블록 접촉부와,

일단은 상기 강성 블록 접촉부에 연결되고 타단은 상기 강성 블록 베이스에 연결되어 상기 강성 블록 접촉부에 탄성력을 제공하는 강성 블록 탄성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 강성 블록 베이스는:

상기 위치 강성 기어 트레인부에 배치되는 강성 블록 베이스 바디와,

상기 강성 블록 베이스 바디의 대향하는 양단부에 연장 형성되고 내측으로 상기 강성 블록 탄성부를 지지하는 강성 블록 베이스 지지부를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 강성 블록 탄성부는 복수 개의 코일 스프링을 포함하고,

상기 강성 블록 접촉부는:

상기 강성 블록 베이스에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록과,

상기 강성 블록 접촉 모션의 일측에 배치되고 상기 가이드 플레이트와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브를 포함하고,

상기 강성 블록 탄성부는 상기 강성 블록 접촉 모션 블록의 가동방향으로 상기 강성 블록 접촉 모션 블록의 양측을 탄성 지지하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 강성 블록 베이스는 상기 강성 블록 베이스 지지부를 관통하는 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드가 배치되고, 상기 강성 블록 탄성부 및 상기 강성 블록 접촉 모션 블록은 상기 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드에 가동 가능하게 배치되는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액츄에이터 유닛.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 액츄에이터 모듈에 관한 것으로, 보다 상세하게는 간단한 구조의 콤팩트화 가능하고 안전 사고 발생을 방지할 수 있는 구조의 가변 강성 액츄에이터 유닛에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 로봇에 대한 수요는 산업용뿐만 아니라 가정용에 대한 수요도 증대되고 있고, 이에 따라 로봇 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 로봇의 동작에 관절 운동이 로봇 동작의 중요 부분을 이루는데, 종래 기술에 로봇은 강성과 위치 제어를 위하여 복잡한 구조와 상당한 장착 공간을 요구하였다.

[0003] 로봇 관절의 강성을 조절하는 방법은, 높은 강성을 갖는 로봇 팔에 힘/토크 센서와 같은 능동적인 요소를 말단

부 근처에 부착하고, 센서에서 검출되는 신호를 이용하여 관절의 토크를 조절함으로써 관절의 강성을 조절하는 효과를 구현하는 방법과, 힘/토크 센서를 사용하지 않고 강성을 조절할 수 있는 장치를 로봇관절에 삽입하여 상황에 따라 적절히 강성을 조절하는 방법이 있다.

[0004] 힘/토크 센서를 이용하는 방법의 경우 강성을 조절하기 위한 알고리즘이 복잡하고 안정성의 문제로 인하여 로봇의 강성을 매우 낮거나 또는 매우 높게 설정하는 것에 한계가 있을 뿐만 아니라, 비용적 측면에서 로봇의 상용화에 어려움이 따른다. 반면, 강성조절 장치를 이용한 강성 조절 방법의 경우 비용적 문제를 해결할 수 있으나 별도의 장치가 관절에 삽입되어 로봇의 전체적 부피를 증대시키고 강성 조절의 응답 속도 최적화에 문제점이 따른다.

[0005] 또 한편, 강성을 조절하는 방법의 경우 인간의 근육을 모사하는 구조를 취하여 강성을 조절하는 변수, 즉 강성 조절 변수에 대하여 비선형적 특성을 보이도록 함으로써 보다 효과적인 동작 구현 및 범용적 적용 가능성을 증대시켰다. 하지만, 종래 기술에 따른 장치의 경우 강성 조절 변수에 대하여 비선형적 특성을 갖는 토크를 구현 가능하였으나, 외력이 발생하여 출력 측이 회전 운동을 이루어 위치가 변동을 이루는 경우 출력 측의 회전 강성을 일정하게 유지시키기 위하여 회전 강성을 조절하는 강성 조절 변수도 함께 실시간으로 변동시켜야 하고, 이로 인하여 복잡한 제어 구조 내지 구성요소를 요하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 보다 간단한 구조로 강성 내지 위치 제어를 가능하게 하고, 외력에 의하여 출력 측의 위치 변동이 발생하더라도 강성 조절 변수가 일정한 경우 위치 강성 조절부가 일정한 상태를 유지함과 동시에 관절 강성도 일정한 값을 가지도록 할 수 있는 구조의 가변 강성 액츄에이터 유닛을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 하우징; 상기 하우징에 관통 배치되어 일단이 출력 링크와 연결되는 샤프트; 상기 샤프트에 회전력을 제공하는 액츄에이터부; 상기 샤프트와 상기 액츄에이터부 사이에 배치되어 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 상기 샤프트에 전달하는 위치 강성 조절부;를 구비하고, 외력에 의한 상기 출력 링크의 회전각의 변화가 발생하는 경우 상기 위치 강성 조절부가 일정 상태를 유지함과 동시에 상기 출력 링크의 회전 강성이 일정하게 유지 가능한 가변 강성 액츄에이터 유닛을 제공한다.

[0008] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 위치 강성 조절부는: 상기 샤프트와 연결되는 가이드 링크와, 상기 가이드 링크에 접촉하고 위치 조절되어 상기 출력 링크의 위치 내지 회전 강성을 조절하는 강성 블록부와, 상기 액츄에이터부와 연결되어 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 상기 강성 블록부로 전달하고 상기 강성 블록부의 위치 조절 가능한 위치 강성 기어 트레인부를 구비할 수도 있다.

[0009] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 액츄에이터부는 복수 개의 액츄에이터를 구비하고, 상기 위치 강성 기어 트레인부는: 상기 액츄에이터 측과 연결되어 회동력을 전달하는 위치 강성 구동 기어부와, 상기 위치 강성 구동 기어부를 통하여 전달받은 회동력에 의하여 상기 출력 링크의 회전 위치 내지 회전 강성을 조절하는 위치 강성 유성 기어부를 구비할 수도 있다.

[0010] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 위치 강성 유성 기어부는: 상기 위치 강성 구동 기어부의 일측과 회동 가능하게 연결되는 캐리어와, 상기 캐리어에 회동 가능하게 장착되는 유성 기어와, 상기 위치 강성 구동 기어부의 타측과 연결되고 상기 유성 기어와 치합되는 링기어와, 상기 캐리어에 가동 가능하게 배치되고 상기 유성 기어와 치합되는 랙기어를 구비할 수도 있다.

[0011] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 캐리어에는 리니어 모션 가이드가 배치되고, 상기 랙기어는 상기 리니어 모션 가이드 상에 가동 가능하게 배치되고, 상기 랙기어에는 상기 강성 블록부가 배치될 수도 있다.

[0012] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 위치 강성 구동 기어부는: 상기 액츄에이터부로부터의 회동력을 전달받는 구동 기어부와, 상기 구동 기어부의 일측과 치합되어 상기 캐리어에 회동력을 전달하는 캐리어 치합 기어와, 상기 구동 기어부의 다른 일측과 치합되어 상기 링기어에 회동력을 전달하는 링기어 치합 기어를 구비할 수도 있다.

[0013] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 캐리어 치합 기어는 캐리어 커넥터에 위치 고정되어 배치되고,

상기 캐리어 커넥터는 상기 캐리어와 연결되어 함께 회동 운동을 이룰 수도 있다.

- [0014] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 링기어 치합 기어는 링기어 커넥터에 위치 고정되어 배치되고, 상기 링기어는 상기 링기어 커넥터에 위치 고정되어 배치될 수도 있다.
- [0015] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 구동 기어부는: 상기 액츄에이터부 측과 직결되는 구동 기어를 구비할 수도 있다.
- [0016] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 구동 기어부는: 상기 구동 기어와 치합되는 인접 아이들 기어 와, 상기 인접 아이들 기어와 치합되어 상기 구동 기어와 동일한 방향으로 회동 상태를 형성하는 외곽 아이들 기어를 구비할 수도 있다.
- [0017] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록부는: 상기 위치 강성 기어 트레인부에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 베이스와, 일측이 상기 가이드 링크와 접촉 상태를 형성하는 강성 블록 접촉부와, 일단은 상기 강성 블록 접촉부에 연결되고 타단은 상기 강성 블록 베이스에 연결되어 상기 강성 블록 접촉부에 탄성력을 제공하는 강성 블록 탄성부를 구비할 수도 있다.
- [0018] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 베이스는: 상기 위치 강성 기어 트레인부에 배치되는 강성 블록 베이스 바디와, 상기 강성 블록 베이스 바디에 연결되어 상기 강성 블록 탄성부의 타단과 연결되는 강성 블록 베이스 지지부를 구비할 수도 있다.
- [0019] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 탄성부는 코일 스프링을 포함하고, 상기 강성 블록 접촉부는: 상기 강성 블록 베이스에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록과, 상기 강성 블록 접촉 모션의 일측에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브를 포함할 수도 있다.
- [0020] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 탄성부는 토션 스프링을 포함하고, 상기 강성 블록 접촉부는: 일단이 상기 강성 블록 베이스에 연결되는 강성 블록 탄성부에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 롤러를 구비할 수도 있다.
- [0021] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 탄성부는 판 스프링을 포함하고, 상기 강성 블록 접촉부는: 일단이 상기 강성 블록 베이스에 연결되는 강성 블록 탄성부에 배치되고 상기 가이드 링크와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 롤러를 구비할 수도 있다.
- [0022] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 위치 강성 조절부는: 상기 샤프트와 연결되는 가이드 플레이트와, 상기 가이드 플레이트에 접촉하고 위치 조절되어 상기 출력 링크의 위치 내지 회전 강성을 조절하는 강성 블록부와, 상기 액츄에이터부와 연결되어 상기 액츄에이터로부터의 회전력을 상기 강성 블록부로 전달하고 상기 강성 블록부의 위치 조절 가능한 위치 강성 기어 트레인부를 구비할 수도 있다.
- [0023] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록부는: 상기 위치 강성 기어 트레인부에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 베이스와, 일측이 상기 가이드 플레이트와 접촉 상태를 형성하는 강성 블록 접촉부와, 일단은 상기 강성 블록 접촉부에 연결되고 타단은 상기 강성 블록 베이스에 연결되어 상기 강성 블록 접촉부에 탄성력을 제공하는 강성 블록 탄성부를 구비할 수도 있다.
- [0024] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 베이스는: 상기 위치 강성 기어 트레인부에 배치되는 강성 블록 베이스 바디와, 상기 강성 블록 베이스 바디의 대향하는 양단부에 연장 형성되고 내측으로 상기 강성 블록 탄성부를 지지하는 강성 블록 베이스 지지부를 구비할 수도 있다.
- [0025] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 탄성부는 복수 개의 코일 스프링을 포함하고, 상기 강성 블록 접촉부는: 상기 강성 블록 베이스에 가동 가능하게 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록과, 상기 강성 블록 접촉 모션의 일측에 배치되고 상기 가이드 플레이트와 접촉하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브를 포함하고, 상기 강성 블록 탄성부는 상기 강성 블록 접촉 모션 블록의 가동방향으로 상기 강성 블록 접촉 모션 블록의 양측을 탄성 지지할 수도 있다.
- [0026] 상기 가변 강성 액츄에이터 유닛에 있어서, 상기 강성 블록 베이스는 상기 강성 블록 베이스 지지부를 관통하는 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드가 배치되고, 상기 강성 블록 탄성부 및 상기 강성 블록 접촉 모션 블록은 상기 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드에 가동 가능하게 배치될 수도 있다.

발명의 효과

- [0027] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛은 다음과 같은 효과를 갖는다.
- [0028] 첫째, 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛은, 간단하고 컴팩트한 구조 형성을 가능하게 하여 위치와 강성의 독립적 제어를 가능하게 한다.
- [0029] 둘째, 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛은, 위치 강성 조절부의 조절을 통하여 회전 강성을 비선형적으로 조절을 가능하게 하되, 외력에 의하여 출력 축의 회전 위치가 변화하는 경우에도 위치 강성 조절부의 일정한 상태를 유지하여 별도의 조작없이도 회전 강성을 일정하게 유지할 수 있다.
- [0030] 셋째, 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛은, 강성 접촉부의 다양한 형태를 통하여 장착 공간의 요구 등 설계 사양에 따라 작동 효율을 최적화시킬 수도 있다.
- [0031] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 개략적인 분해 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 인쇄회로기판의 개략적인 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 분해 사시도이다.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부의 개략적인 사시도 및 분해 사시도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛 위치 강성 조절부의 개략적인 부분 사시 단면도이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부의 다른 일예의 개략적인 사시도 및 분해 사시도이다.
- 도 10 및 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부의 또 다른 일예의 개략적인 사시도 및 분해 사시도이다.
- 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 작동 구성도이다.
- 도 13 및 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 작동 구성도이다.
- 도 15 내지 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 제어부의 초기 상태, 강성 제어 상태, 위치 제어 상태 및 위치/강성 제어 상태의 개략적인 작동 구성도이다.
- 도 19 및 도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 제어부의 작동 상태를 나타내는 개략적인 작동 상태도이다.
- 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 강성 조절 변수들의 상관관계를 나타내는 개략적인 선도이다.
- 도 22는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 부분 절단 사시도이다.
- 도 23은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 강성 블록부에 대한 개략적인 분해 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하에서는 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

- [0034] 도 1에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 2에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 개략적인 분해 사시도가 도시되고, 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 인쇄회로기판의 개략적인 사시도가 도시되고, 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 분해 사시도가 도시되고, 도 5 및 도 6에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부의 개략적인 사시도 및 분해 사시도가 도시되고, 도 7에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 부분 사시 단면도가 도시되고, 도 8 및 도 9에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부 다른 일예의 개략적인 사시도 및 분해 사시도가 도시되고, 도 10 및 도 11에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 강성 블록부의 또 다른 일예의 개략적인 사시도 및 분해 사시도가 도시되고, 도 12에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 작동 구성도가 도시되고, 도 13 및 도 14에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 조절부의 개략적인 작동 구성도가 도시되고, 도 15 내지 도 18에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 제어부의 초기 상태, 강성 제어 상태, 위치 제어 상태 및 위치/강성 제어 상태의 개략적인 작동 구성도가 도시되고, 도 19 및 도 20에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 위치 강성 제어부의 작동 상태를 나타내는 개략적인 작동 상태도가 도시되고, 도 21에는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 강성 조절 변수들의 상관관계를 나타내는 개략적인 선도가 도시되고, 도 22에는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 부분 절단 사시도가 도시되고, 도 23에는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛의 강성 블록부에 대한 개략적인 분해 사시도가 도시된다.
- [0035] 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)은 하우징(100)과 샤프트(200)와 액츄에이터부(300)와 위치 강성 조절부(400)를 포함하는데, 샤프트(200)는 하우징(100)의 일단에 노출되어 배치된다.
- [0036] 하우징(100)은 하우징 바디(110)와 하우징 베이스(120)와 하우징 회로 베이스(130)를 포함하는데, 하우징 바디(110)와 하우징 베이스(120)와 하우징 회로 베이스(130)는 서로 체결되어 다른 구성요소를 수용하기 위한 내부 공간을 형성한다. 본 실시예에서 하기되는 액츄에이터부(300)는 외부에 노출되어 배치되는데, 하우징에 내장되어 배치되는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하고, 하우징 베이스와 하우징 회로 베이스가 일체로 형성될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 하우징 바디(110)와 하우징 베이스(120)와 하우징 회로 베이스(130)는 볼트와 같은 체결 수단을 통하여 연결됨으로써 결합 상태를 공고히 할 수 있다.
- [0037] 하우징 바디(110)의 일단에는 바디 관통구(111)가 배치되는데, 바디 관통구(111)를 통하여 하기되는 샤프트(200)의 일단이 외부로 노출되어 출력 링크(2)와의 연결이 가능하다. 하우징 베이스(120)의 단부에는 베이스 단차(121)가 형성되어 하우징 바디(110)와의 안정적인 결합 상태를 형성할 수도 있다. 하우징 회로 베이스(130)의 일면에는 회로 베이스 관통구(131)가 배치되는데, 회로 베이스 관통구(131)를 통하여 하기되는 액츄에이터부(300)의 구동축의 관통을 허용하여 이들과 다른 구성요소들 간의 연결을 가능하게 한다.
- [0038] 하우징 베이스(120)와 하우징 회로 베이스(130)가 형성하는 내부 공간에는 인쇄회로기판(20)이 배치될 수도 있는데, 인쇄회로기판(20)에는 각종 전기 소자(22)들이 배치될 수 있다. 인쇄회로기판(20)의 중앙에도 기판 관통구(21)가 형성되어 액츄에이터부(300)와 다른 구성요소 들간의 연결을 가능하게 한다. 인쇄회로기판(20)에는 기판 지지부(23)가 배치되는데, 이를 통하여 하우징 베이스(120)와 하우징 회로 베이스(130)의 내부 공간에서의 인쇄회로기판(20)의 안정적인 장착 상태를 형성할 수 있다.
- [0039] 샤프트(200)는 하우징(100)에 배치되어 일단이 출력 링크(2)와 연결되는데, 샤프트(200)는 일단이 바디 관통구(111)를 통하여 외부로 노출되어 출력 링크(2)와 연결되고, 샤프트(200)의 타단은 하기되는 가이드 링크(410)와 연결된다. 샤프트(200)는 샤프트 베어링(230)에 의하여 지지되는데, 샤프트 베어링(230)은 바디 관통구(111)에 안착되어 샤프트(200)를 안정적으로 지지한다.
- [0040] 샤프트(200)와 샤프트 베어링(230) 사이에는 감지부(500)가 더 구비될 수도 있는데, 감지부(500)는 감지 센서(510)와 감지 센서 대응부(520)를 구비한다. 감지 센서(510)는 광센서로 구현될 수 있고, 감지 센서 대응부(520)는 슬릿(521)이 형성되는 플레이트 타입의 엔코더로 구현될 수 있는데, 본 실시예의 감지 센서 대응부(520)는 하기되는 가이드 링크(410)와 함께 회동한다. 본 실시예에서 광 센서 타입의 감지 센서가 언급되었으나, 이는 일례로서 샤프트, 궁극적으로 출력 링크의 회전 각도 내지 회전 속도를 감지할 수 있는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.
- [0041] 액츄에이터부(300)는 샤프트(200)에 회전력을 제공하여 궁극적으로 출력 링크(2)의 위치 및/또는 강성 제어를

이루는 회전 운동을 형성한다. 액츄에이터부(300)는 복수 개의 액츄에이터(310;310a,310b), 본 실시예에서는 두 개의 액츄에이터(310)를 구비하는데, 각각은 액츄에이터 감속기(320;320a,320b)와 연결되어 소정의 범위에서의 속도 조절 및 토크 제공을 가능하게 한다. 액츄에이터부(300)의 단부에는 액츄에이터 샤프트(301a,301b)가 배치된다.

- [0042] 위치 강성 조절부(400)는 액츄에이터부(300)와 샤프트(200) 사이에는 배치되는데, 위치 강성 조절부(400)는 액츄에이터부(300)로부터의 회동력을 샤프트(200)에 전달한다. 위치 강성 조절부(400)는 출력 링크(2)의 회전각의 변화에 대하여 출력 링크(2)의 회전 강성을 일정하게 유지 가능하다.
- [0043] 위치 강성 조절부(400)는 가이드 링크(410)와 강성 블록부(420)와 위치 강성 기어 트레인부(430)를 포함하는데, 가이드 링크(410)는 샤프트(200)와 연결되고 강성 블록부(420)는 가이드 링크(410)에 접촉하고 위치 조절되어 출력 링크(2)의 회전 강성을 조절하고 위치 강성 기어 트레인부(430)는 액츄에이터부(300)와 연결되어 액츄에이터부(300)로부터의 회전력을 강성 블록부(420)에 전달하여 강성 블록부(420)의 위치 조절이 가능하다.
- [0044] 가이드 링크(410)는 가이드 링크 샤프트 연결부(411)와 가이드 링크 바디(413)을 구비하는데, 가이드 링크 바디(413)의 일면으로 바디 관통구(111)를 향한 일면에 가이드 링크 샤프트 연결부(411)가 배치된다. 가이드 링크(410)와 샤프트(200)는 일체로 형성될 수도 있고, 별개물로 형성되어 상호 체결되는 구조를 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0045] 가이드 링크 바디(413)의 타면으로 액츄에이터부(300)를 향한 일면에는 가이드 링크 바디 돌기(414)가 배치되는데, 가이드 링크 바디 돌기(414)는 하기되는 강성 블록부(420)와의 접촉을 통하여 가이드 링크 바디(413), 궁극적으로 샤프트(200) 및 출력 링크(2)의 회전 강성 및/또는 회전 위치가 조정될 수 있다.
- [0046] 본 실시예에서 가이드 링크 바디 돌기(414)는 가이드 링크 바디(413)의 타면에 형성되는 라인 타입의 돌기로 형성되나, 경우에 따라 소정의 가이드 홈 타입으로 구현될 수도 있는 등 하기되는 강성 블록부(420)와의 접촉을 이루는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.
- [0047] 강성 블록부(420)는 강성 블록 베이스(4210)와 강성 블록 접촉부(4220)와 강성 블록 탄성부(4230)를 포함하는데, 강성 블록 베이스(4210)는 하기되는 위치 강성 기어 트레인부(430)에 가동 가능하게 배치되고 강성 블록 접촉부(4220)는 일측이 가이드 링크(410)와 접촉 상태를 형성하고 강성 블록 탄성부(4230)는 일단이 강성 블록 접촉부(4220)에 연결되고 타단이 강성 블록 베이스(4210)에 연결되어 강성 블록 접촉부(4220)에 탄성력을 제공한다.
- [0048] 강성 블록 베이스(4210)는 강성 블록 베이스 바디(4211)와 강성 블록 베이스 지지부(4213)을 포함하는데, 강성 블록 베이스 바디(4211)는 위치 강성 기어 트레인부(430)에 배치되고 강성 블록 베이스 지지부(4213)은 강성 블록 베이스 바디(4211)에 연결되어 강성 블록 탄성부(4230)의 타단과 연결된다.
- [0049] 강성 블록 베이스 바디(4211)는 하기되는 위치 강성 기어 트레인부(430)의 리니어 모션 가이드(43150)의 리니어 모션 가이드 블록(43153) 상에 장착된다. 강성 블록 베이스 바디(4211)의 일면에는 강성 블록 베이스 바디 장착부(4217)가 형성되는데, 강성 블록 베이스 바디 장착부(4217)을 통하여 강성 블록 베이스 바디(4211)는 리니어 모션 가이드 블록(43153)에 상대 위치 고정되도록 배치된다.
- [0050] 강성 블록 베이스 지지부(4213)는 강성 블록 베이스 바디(4211)의 일단으로부터 수직하게 연장 형성되는데, 강성 블록 베이스 지지부(4213)는 강성 블록 베이스 바디(4211)와 일체로 형성될 수도 있고 경우에 따라 별개물로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0051] 강성 블록 베이스 지지부(4213)는 강성 블록 탄성부(4230)을 지지, 궁극적으로 강성 블록 접촉부(4220)의 가동을 지지하고 강성 블록 베이스(4211)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부(4220)가 가동되는데, 강성 블록 베이스(4211)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부(4220)의 가동을 이루는 구성요소가 배치될 수 있다. 강성 블록 베이스(4211)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부 가이드 레일 장착부(4212)가 배치되고, 강성 블록 접촉부 가이드 레일 장착부(4212)에는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214)가 위치 고정되어 장착된다. 강성 블록 접촉부(4220)는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214)을 따라 가동될 수 있다.
- [0052] 강성 블록 접촉부(4220)는 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)과 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)을 포함하는데, 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)은 강성 블록 베이스(4210)에 가동 가능하게 배치되고 강성 블록 접촉 모션 리브(4225,4226)는 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)의 일측에 배치되고 강성 블록 접촉 모션 리브(4225)는 가이드 링크(410)와 접촉한다.

- [0053] 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)은 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)와 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)을 구비한다. 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)와 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)는 본 실시예에서 별개물로 형성되는데, 이들은 서로 일체형을 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0054] 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)는 강성 블록 베이스(4211)의 일면 상에 가동 가능하게 배치되는데, 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)는 강성 블록 베이스(4211) 상에 배치되는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214)에 가동 가능하게 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)의 하면에는 강성 블록 접촉 모션 블록 라인(4222)가 배치되는데, 강성 블록 접촉 모션 블록 라인(4222)는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214)와 상대 슬라이딩 운동 가능하게 맞물림 배치된다.
- [0055] 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)의 상부에 강성 블록 접촉 모션 바디(4223)가 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)에는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)가 배치되는데, 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)는 상기한 바와 같이 가이드 링크(410)와 접촉 상태 형성 가능하다. 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)는 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)의 일면 상에 형성되는 리브 수용부(4224)가 배치되고, 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)는 리브 지지부(4225)와 리브 접촉부(4226)를 포함한다. 리브 지지부(4225)의 일단에 리브 접촉부(4226)가 배치되는데, 리브 접촉부(4226)는 가이드 링크(410)와 직접적인 접촉을 이룬다. 리브 접촉부(4226)는 연결 재료로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0056] 리브 접촉부(4226)는 리브 지지부(4225)보다 큰 직경을 구비한다. 리브 지지부(4225)는 리브 수용부(4224)에 압입되어 위치 고정되는 구조를 취할 수도 있다. 리브 수용부(4224)에 수용되는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226)는 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)와 함께 가동될 수 있다.
- [0057] 강성 블록 탄성부(4230)는 일단이 강성 블록 접촉부(4220)와 연결되고 타단이 강성 블록 베이스(4210)에 연결되어 강성 블록 접촉부(4220)에 탄성력을 제공하는데, 강성 블록 탄성부(4230)는 코일 스프링 타입으로 구현될 수 있다. 강성 블록 탄성부(4230)는 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 코일 스프링 타입으로 구현되는데, 강성 블록 탄성부(4230)의 일단은 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223)의 일측면과 접하고 타단은 강성 블록 베이스(4210)의 강성 블록 베이스 지지부(4213)의 측면과 접한다. 따라서, 강성 블록 탄성부(4230)는 강성 블록 접촉부(4220)가 가동되는 경우 가압 변형되는데, 강성 블록 탄성부(4230)의 변형에 따른 탄성 저항력은 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)의 가동 거리에 따라 선형적으로 변화하고, 강성 블록 탄성부(4230)의 탄성 저항력에 의하여 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)에 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4215,4216)과 가이드 링크(410) 간의 접촉에 저항력이 변화되고, 궁극적으로 가이드 링크(410)와 연결되는 샤프트(200) 및 출력 링크(2)의 회전 강성이 변화된다.
- [0058] 강성 블록 탄성부(4230)는 코일 스프링 타입으로 구현되는 경우, 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)의 가동에 따라 변형될 때 강성 블록 탄성부(4230)의 안정적인 변형 및 복원 상태를 형성하기 위한 구성요소가 더 구비될 수도 있다. 즉, 도 6에 도시되는 바와 같이, 강성 블록 베이스(4210)의 강성 블록 베이스 지지부(4213)의 일측면에는 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232)가 배치되는데, 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232)는 강성 블록 탄성부(4230)의 안정적인 변형을 이루도록 한다. 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232)는 소정의 길이를 구비하여 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)이 가동되는 경우 상호 접촉으로 인한 간섭이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0059] 또한, 강성 블록 베이스(4210)의 강성 블록 베이스 바디(4211)의 일면 상에는 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223)가 강성 블록 탄성부(4230)의 탄성력에 의하여 원위치로부터 원치 않게 분리 이탈되는 것을 방지하는 구성요소가 더 구비될 수도 있다. 도 6에 도시되는 바와 같이, 강성 블록 베이스 바디(4211)의 일면 상으로 단부 측에 강성 블록 접촉 모션 스톱퍼 장착부(4117)가 배치되고 강성 블록 접촉 모션 스톱퍼 장착부(4117)에는 강성 블록 접촉 모션 스톱퍼(4227)가 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 스톱퍼(4227)는 강성 블록 접촉 모션 블록의 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221)과 접촉하여 강성 블록 접촉 모션 블록이 과도하게 이동하여 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214)로부터 이탈되는 것을 방지할 수도 있다.
- [0060] 상기 실시예에서 위치 강성 조절부(400)의 강성 블록부(420)는 코일 스프링 타입으로 구현되었으나, 강성 블록 접촉부에 소정의 탄성력 내지 탄성 저항력을 제공하는 범위에서 다양한 구성이 가능하다. 예를 들어, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 강성 블록부의 강성 블록 탄성부가 토션 스프링 타입으로 구현될 수도 있다. 즉, 강성 블록부(420a)는 강성 블록 베이스(4210a)와 강성 블록 접촉부(4220a)와 강성 블록 탄성부(4230a)를 포함하는

데, 강성 블록 베이스(4210a)는 소정의 플레이트 구조를 취하고 강성 블록 위치 강성 기어 트레인부(430)의 리니어 모션 가이드(43150)의 리니어 모션 가이드 블록(43153)의 상부에 배치되는 구조는 상기와 동일하다. 강성 블록 베이스(4210a)는 강성 블록 베이스 바디(4211a)와 강성 블록 베이스 지지부(4213a)를 구비하는데, 강성 블록 베이스 지지부(4213a)는 플레이트 타입으로 구현되는 강성 블록 베이스 바디(4211a)의 일면 상에 배치된다. 강성 블록 베이스 지지부(4213a)는 지지부 탄성 장착부(4215a)가 형성되는데, 지지부 탄성 장착부(4215a)에는 하기되는 강성 블록 탄성부(4230a)가 장착된다. 지지부 탄성 장착부(4215a)에 강성 블록 탄성부(4230a)가 장착되는 경우 원치 않는 분리 이탈을 방지하기 위한 지지부 탄성 장착 리브(4217a)가 배치되는데, 지지부 탄성 장착 리브(4217a)는 지지부 탄성 장착부(4215a)의 개방된 일단을 폐쇄시키는 구조를 취한다. 또한, 지지부 탄성 장착 리브(4217a)의 위치 변동을 방지, 궁극적으로 강성 블록 탄성부(4230a)가 지지부 탄성 장착부(4215a)로부터 분리 이탈되는 것을 방지하기 위하여 지지부 탄성 장착 리브(4217a)를 지지부 탄성 장착부(4215a)에 위치 고정시키는 구성요소가 더 구비될 수도 있다. 지지부 탄성 장착부(4215a)가 형성되는 강성 블록 베이스 지지부(4213a)에는 지지부 탄성 장착 관통구(4214a)가 더 구비되고, 지지부 탄성 장착 리브(4217a)의 지지부 탄성 장착 관통구(4214a)에 대응되는 위치에 지지부 탄성 장착 리브 관통구(4218a)가 배치되고 지지부 탄성 장착 관통구(4214a)와 지지부 탄성 장착 리브 관통구(4218a)에는 지지부 탄성 장착 핀(4216a)이 관통 삽입 배치된다. 이와 같은 구조를 통하여 지지부 탄성 장착 리브(4217a)는 지지부 탄성 장착부(4215a)에 위치 변동없이 안정적으로 위치 고정 배치되어 강성 블록 탄성부(4230a)를 안정적으로 위치시킬 수 있다.

[0061] 강성 블록 탄성부(4230a)는 강성 블록 베이스 지지부(4213a)에 위치 고정되어 지지되는데, 강성 블록 탄성부(4230a)는 강성 블록 탄성 장착부(4231a)와 강성 블록 탄성 연결부(4233a)와 강성 블록 탄성 체결부(4235a)를 포함한다. 강성 블록 탄성 장착부(4231a)와 강성 블록 탄성 연결부(4233a)와 강성 블록 탄성 체결부(4235a)는 연결되는 구조를 취하는데, 강성 블록 탄성 연결부(4233a)의 양단에는 각각 강성 블록 탄성 장착부(4231a)와 강성 블록 탄성 체결부(4235a)가 배치된다. 본 실시예에서, 강성 블록 탄성 연결부, 강성 블록 탄성 장착부 및 강성 블록 탄성 체결부는 한 쌍이 배치되는 구조를 취하는데, 이는 본 발명의 일예로서 토션 스프링 타입으로 구현되는 범위에서 다양한 구성이 가능하다. 다만, 본 실시예에서와 같은 쌍을 이루는 구조를 취하는 경우 안정적인 지지 가동 구조를 형성함으로써 원하는 소정의 동작을 안정적으로 이룰 수 있다는 점에서 쌍을 이루는 구조가 바람직하다. 쌍을 이루는 구조의 경우 각각의 강성 블록 탄성 체결부(4235a)는 서로 체결되어 맞물리어 연결되는 구조를 취하는데, 서로 맞닿아 연결되는 강성 블록 탄성 체결부(4235a)에는 강성 블록 접촉부(4220a)로서의 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225a)가 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225a)의 중앙에는 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226a)가 배치되는데, 강성 블록 탄성 체결부(4235a)는 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226a)를 관통하여 연결되는 구조를 취함으로써 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226a)는 강성 블록 탄성 체결부(4235a) 상에서 자유 회동 가능하도록 배치된다. 따라서 강성 블록 탄성 체결부(4235a) 상에 회전 가능하게 장착되는 강성 블록 접촉부(4220a)로서의 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225a)는 가이드 링크(410)와 접촉 상태를 형성할 수 있다. 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225a)는 외주면이 소정의 연질 재료로 형성되어 가이드 링크(410)와의 접촉시 발생하는 소음 내지 미끄럼 등을 방지하는 구조를 취할 수도 있다.

[0062] 또한, 강성 블록 탄성부는 코일 스프링 및 토션 스프링 타입 이외에 또 다른 구조로 형성될 수도 있다. 즉, 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 강성 블록부(420b)는 판 스프링 타입으로 구현되는데, 강성 블록부(420b)는 강성 블록 베이스(4210b)와 강성 블록 접촉부(4220b)와 강성 블록 탄성부(4230b)를 구비한다. 강성 블록 베이스(4210b)는 플레이트 타입으로 구현되는 강성 블록 베이스 바디(4211b)와 강성 블록 베이스 바디(4211b) 상에 배치되는 강성 블록 베이스 지지부(4213b)를 포함하는데, 강성 블록 베이스 지지부(4213b)은 강성 블록 베이스 바디(4211b)와 일체로 형성될 수도 있다.

[0063] 강성 블록 탄성부(4230b)는 판 스프링 타입으로 구현되는데, 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이 강성 블록 탄성부(4230b)는 강성 블록 탄성 장착부(4231b)와 강성 블록 탄성 연결부(4233b)와 강성 블록 탄성 체결부(4235b)를 구비한다. 강성 블록 탄성 연결부(4233b)의 양단에는 각각 강성 블록 탄성 장착부(4231b)와 강성 블록 탄성 체결부(4235b)가 각각 배치되는데, 강성 블록 탄성 장착부(4231b)와 강성 블록 탄성 연결부(4233b)와 강성 블록 탄성 체결부(4235b)는 일체로 형성되는데 설계 사양에 따라 소정의 형상을 이룰 수 있다. 강성 블록 베이스 지지부(4213b)의 일단 측면에는 지지부 탄성 장착 관통부(4214b)가 구비되고 강성 블록 탄성 장착부(4231b)에는 강성 블록 탄성 장착부 관통구(4237b)이 형성되는데, 지지부 탄성 장착 관통부(4214b)와 강성 블록 탄성 장착부 관통구(4237b)가 정렬 배치되고 볼트와 같은 체결 부재를 통하여 상호 체결될 수 있다.

[0064] 강성 블록 접촉부(4220b)는 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225b)로 구현되는데, 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225b)의 중앙에는 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226b)가 배치된다. 강성 블록 탄성 체결부(4235b)는 강성 블록

탄성 체결핀(4236b)를 포함하고 강성 블록 탄성 체결부(4235b)의 단부에 강성 블록 탄성 체결 핀(4236b)이 관통 장착되는 구조를 취하는데, 강성 블록 탄성 체결핀(4236b)은 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226b)를 관통하여 연결되는 구조를 취함으로써 강성 블록 접촉 모션 롤러 관통구(4226b)는 강성 블록 탄성 체결부(4235b), 보다 구체적으로 강성 블록 탄성 체결핀(4236b) 상에서 자유 회동 가능하도록 배치된다. 따라서 강성 블록 탄성 체결부(4235b) 상에 회전 가능하게 장착되는 강성 블록 접촉부(4220b)로서의 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225b)는 가이드 링크(410)와 접촉 상태를 형성할 수 있다. 강성 블록 접촉 모션 롤러(4225b)도 외주면이 소정의 연결 재료로 형성되어 가이드 링크(410)와의 접촉시 발생하는 소음 내지 미끄럼 등을 방지하는 구조를 취할 수도 있다.

[0065] 위치 강성 기어 트레인부(430)는 액츄에이터부(300)와 연결되어 액츄에이터부(300)로부터의 회전력을 강성 블록부(420)에 전달하고 강성 블록부(420)의 위치를 조절 가능하게 함으로써, 강성 블록부(420)에 구비되는 강성 블록 탄성부(4230)의 탄성 저항 위치를 변동시킴으로써 강성 블록부(420)와 가이드 링크(410) 간의 접촉으로 인한 회전 강성 변화 내지 회전력 전달을 이룰 수 있다. 본 발명의 액츄에이터부(300)는 복수 개의 액츄에이터(310;310a,b)를 구비하고, 위치 강성 트레인부(430)는 위치 강성 구동 기어부(4320)와 위치 강성 유성 기어부(4310)를 포함한다. 위치 강성 구동 기어부(4320)는 액츄에이터(310;310a,b)와 연결되어 회전력을 전달하고, 위치 강성 유성 기어부(4310)는 위치 강성 구동 기어부(4320)를 통하여 전달받은 회전력에 의하여 출력 링크(2)의 회전 위치 내지 회전 강성을 조절할 수 있다.

[0066] 위치 강성 유성 기어부(4310)는 캐리어(43110)와 유성 기어(43120)와 링기어(43130)와 랙기어(43140)를 포함하고, 위치 강성 유성 기어부(4310)는 유성 기어 운동을 이루는데, 랙기어(43140)는 유성 기어 운동 중 선 기어의 기능에 대응된다.

[0067] 도 4 및 도 7에 도시된 바와 같이 캐리어(43110)는 소정의 플레이트 형상을 이루는데, 캐리어(43110)의 강성 블록부(420)를 향한 일면에는 캐리어 레일 장착부(43111)가 배치되고, 캐리어 레일 장착부(43111)에는 하기되는 리니어 모션 가이드(43150)의 리니어 모션 가이드 레일(43151)이 배치된다. 캐리어(43110)에는 캐리어 유성 기어 장착부(43113)이 배치되는데, 캐리어 유성 기어 장착부(43113)에는 유성 기어(43120)가 회동 가능하게 배치된다.

[0068] 유성 기어(43120)는 캐리어(43110)에 회동 가능하게 장착되는데, 유성 기어(43120)의 중앙에는 유성 기어 관통구(43121)가 배치되고 유성 기어 관통구(43121)에는 유성 기어 샤프트(43123)가 배치된다. 유성 기어 샤프트(43123)의 일단은 유성 기어(43120)의 유성 기어 관통구(43121)의 중앙에 배치되고 유성 기어 샤프트(43123)의 타단에는 유성 기어 장착부(43113)에 배치된다. 유성 기어 관통구(43121)와 유성 기어 샤프트(43123)의 외주에는 유성 기어 베어링(43125)이 배치되는데, 유성 기어 베어링(43125)을 통하여 유성 기어 샤프트(43123)와 유성 기어(43120) 간의 상호 회동을 이룬다. 본 실시예에서 유성 기어 베어링이 유성 기어와 유성 기어 샤프트 사이에 배치되는 구조를 취하는데, 유성 기어 베어링이 유성 기어 샤프트와 캐리어에 형성되는 캐리어 유성 기어 장착부 사이에 배치되는 구조를 취할 수도 있는 등 캐리어와 유성 기어 간의 상대 회동을 이루는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.

[0069] 링기어(43130)는 위치 강성 구동 기어부(4320)의 타측과 연결되고 유성 기어(43120)와 치합되는데, 링기어(43130)는 하기되는 위치 강성 구동 기어부(4320)의 링기어 치합 기어(43220)의 링기어 커넥터(43221)에 위치 고정되어 배치된다. 링기어(43130)는 유성 기어(43120)와 치합되는데, 링기어(43130)가 회동하는 경우 이와 치합되는 유성 기어(43120)도 함께 가동된다.

[0070] 본 실시예에서 링기어(43130)는 호상(弧狀)으로 형성되는데, 호상의 링기어(43130)의 각도 범위는 설계 사양에 따라 변동 가능하다. 또한, 호상 이외에도 설계 조건을 유지하는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.

[0071] 랙기어(43140)는 유성 기어(43120)와 치합되는데, 랙기어(43140)는 캐리어(43110)에 가동 가능하게 배치된다. 랙기어(43140)에는 랙기어 가이드 블록 장착부(43141)가 구비되는데, 랙기어 가이드 블록 장착부(43141)는 캐리어(43110)에 배치되는 리니어 모션 가이드(43150)의 리니어 모션 가이드 블록(43153)에 연결된다. 리니어 모션 가이드(43150)는 리니어 모션 가이드 레일(43151)과 리니어 모션 가이드 블록(43153)을 구비하는데, 리니어 모션 가이드 레일(43151)은 캐리어(43110)의 일면 상에 형성되는 캐리어 레일 장착부(43111)에 배치되고 리니어 모션 가이드 블록(43153)은 리니어 모션 가이드 레일(43151) 상에 가동 가능하게 배치된다. 유성 기어(43120)와 이에 치합되는 랙기어(43140) 간에 상대 회동 운동이 발생하는 경우 랙기어(43140)는 리니어 모션 가이드(43150)에 의하여 지지되며 캐리어(43110) 상에서 가동되는데, 랙기어(43140)가 가동되는 경우 랙기어(43140) 상에 배치되는 강성 블록부(420)의 위치 변동으로 인하여 강성 블록부(420)의 강성 블록 탄성부(4230)도 함께

위치 이동을 이루고 이에 의하여 강성 블록 탄성부(4230) 및 강성 블록 접촉부(4220)와 가이드 링크(410) 간의 접촉 위치를 변동시킴으로써 궁극적으로 출력 링크(2)의 회동 강성을 변화시킬 수 있다.

[0072] 위치 강성 구동 기어부(4320)는 액츄에이터부(300)의 액츄에이터(310;310a,b) 측과 연결되어 이로부터 전달받은 회전력을 위치 강성 유성 기어부(4310)로 전달한다. 위치 강성 구동 기어부(4320)는 구동 기어부(43230)와 캐리어 치합 기어(43210)와 링기어 치합 기어(43220)를 구비하는데, 구동 기어부(43230)는 액츄에이터부(300)로부터의 회전력을 전달받고, 캐리어 치합 기어(43210)는 구동 기어부(43230)의 일측과 치합되어 캐리어(43110)에 회동력을 전달하고, 링기어 치합 기어(43220)는 구동 기어부(43230)의 다른 일측과 이합되어 링기어(43130)에 회동력을 전달한다.

[0073] 구동 기어부(43230)는 액츄에이터부(300) 측과 직결되는 구동 기어(43231a,43231b)를 구비하는데, 구동 기어(43231a,43231b)는 쌍을 이루는 각각의 액츄에이터(310;310a,310b)에 각각 직결 연결된다. 도면 부호 43231a로 지시되는 구동 기어(43231a)는 감속기(320a)를 통하여 도면 부호 310a로 지시되는 액츄에이터(310a)의 액츄에이터 샤프트(301a)와 연결되고, 구동 기어(43231a)는 하기되는 캐리어 치합 기어(43210)와 연결되어 캐리어(43110) 측으로 강성 제어 내지 위치 제어를 위한 회동력을 전달한다. 도면 부호 43231b로 지시되는 구동 기어(43231b)는 감속기(320b)를 통하여 도면 부호 310b로 지시되는 액츄에이터(310b)의 액츄에이터 샤프트(301b)와 직결되는데, 구동 기어(43231b)는 링기어 치합 기어(43220)와 연결되어 링기어(43130) 측으로 강성 제어 내지 위치 제어를 위한 회동력을 전달한다.

[0074] 본 실시예의 구동 기어부(43230)는 구동 기어(43231a,b) 이외에 인접 아이들 기어(43235a,b) 및 외곽 아이들 기어(43233a,b)를 더 구비하는 구성을 취한다. 즉, 구동 기어(43231a,b)가 각각 캐리어 치합 기어(43210), 링기어 치합 기어(43220)과 치합되는 경우 안정적인 회동 상태 전달을 이루도록 구동 기어부(43230)는 인접 아이들 기어 및 외곽 아이들 기어를 더 구비할 수 있다.

[0075] 인접 아이들 기어(43235a,b)는 구동 기어(43231a,b)와 외접하여 회동하는 구조를 취하는데, 인접 아이들 기어(43235a,b)는 아이들 샤프트(43235c)를 통하여 하우징 베이스(120) 측에 회동 가능하게 배치된다. 외곽 아이들 기어(43233a,b)는 인접 아이들 기어(43235a,b)와 외접함과 동시에 각각 캐리어 치합 기어(43210), 링기어 치합 기어(43220)과도 치합된다. 외곽 아이들 기어(43233a,b)는 구동 기어(43231a,b)와 동일한 방향으로 회동하여 캐리어 치합 기어(43210) 및 링기어 치합 기어(43220)의 원활한 회동을 가능하게 할 수도 있다.

[0076] 도면 부호 43231a로 지시되는 구동 기어(43231a)와 치합되는 캐리어 치합 기어(43210)는 캐리어 커넥터(43211,43213)에 위치 고정되어 배치됨으로써 캐리어 치합 기어(43210)와 캐리어 커넥터(43211,43213) 간에는 상대 회동이 제한된다. 캐리어 커넥터(43211,43213)은 캐리어 커넥터 외주부(43211)와 캐리어 커넥터 중앙부(43213)을 포함하는데, 캐리어 치합 기어(43210)는 캐리어 커넥터 외주부(43211)에 위치 고정되어 배치된다. 캐리어 커넥터 중앙부(43213)는 캐리어 커넥터 외주부(43211)의 중앙에 위치하는데, 캐리어 커넥터 중앙부(43213)는 캐리어(43110)의 일측과 상대 회동 제한되도록 연결됨으로써 캐리어(43110)와 캐리어 커넥터(43211,43213)은 함께 회동한다. 캐리어(43110)와 연결되는 캐리어 커넥터 중앙부(43213)의 외주에는 캐리어 베어링(43215)이 배치되는데, 캐리어 베어링(43215)의 외주에는 하기되는 링기어 커넥터와 접함으로써 캐리어/캐리어 커넥터와 링기어/링기어 커넥터 간의 상대 회동을 가능하게 한다.

[0077] 도면 부호 43231b로 지시되는 구동 기어(43231b)와 치합되는 링기어 치합 기어(43220)는 링기어 커넥터(43221,43222,433223,43224) 간에는 상대 회동이 제한된다. 링기어 커넥터(43221,43222,433223,43224)는 캐리어 커넥터(43211,43213)을 외부에서 감싸는 구조를 형성한다. 링기어 커넥터(43221,43222,433223,43224)는 링기어 제 1 커넥터(43221,43222)와 링기어 제 2 커넥터(43223,43224)를 포함하는데, 링기어 치합 기어(43220)는 링기어 제 1 커넥터(43221,43222)와 연결되고 링기어 제 2 커넥터(43223,43224)는 링기어(43130)와 연결된다. 링기어 제 1 커넥터(43221,43222)는 링기어 제 1 커넥터 외주부(43221)와 링기어 제 1 커넥터 중앙부(43222)를 포함하는데, 링기어 치합 기어(43220)는 링기어 제 1 커넥터 외주부(43221)의 내측에 연결되고 링기어 제 1 커넥터 중앙부(43222)는 링기어 제 1 커넥터 외주부(43221)의 중앙에 배치된다. 링기어 제 2 커넥터(43223,43224)는 링기어 제 2 커넥터 외주부(43223)와 링기어 제 2 커넥터 중앙부(43224)를 포함하는데, 링기어 제 2 커넥터 중앙부(43224)는 링기어 제 2 커넥터 외주부(43223)의 중앙에 배치되는 구조를 취한다. 링기어 제 2 커넥터 외주부(43223)의 일측으로 링기어 제 1 커넥터(43221,43222)의 반대측에 링기어(43130)가 배치되고 링기어 제 2 커넥터 중앙부(43224)는 링기어 제 1 커넥터 중앙부(43222)와 상대 회동 제한되도록 연결됨으로써, 링기어 치합 기어(43220)는 링기어 커넥터(43221,43222,43223,43224)를 통하여 링기어(43130)와 함께 회동한다. 링기어 제 1 커넥터 중앙부(43222)와 링기어 제 2 커넥터 중앙부(43224)의 연결 부위의 외주에 링기

어 베어링(43225)가 배치되는데, 링기어 베어링(43225)에 의하여 링기어 커넥터가 하우징 베이스(120)의 내부에서 안정적인 위치를 확보함으로써 링기어 커넥터의 하우징 베이스(120) 내부에서의 안정적인 회동 상태를 형성할 수 있다.

[0078] 상기와 같은 구성을 통하여, 액츄에이터부(300)의 회동력이 위치 강성 조절부(400)의 위치 강성 기어 트레인부(430)를 거쳐 가이드 링크(410)를 통하여 샤프트(200)로 전달됨으로써, 샤프트(200)와 연결되는 출력 링크(2)의 위치 내지 강성 제어가 이루어질 수 있는데, 위치 강성 조절부(400)는 출력 링크(2)의 회전각이 변화에 대하여 출력 링크(2)의 회전 강성을 일정하게 유지할 수 있다.

[0079] 이하에서는 상기와 같은 특성을 지니는 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 작동 과정 및 원리에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

[0080] 도 12에는 본 발명의 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 위치 강성 조절부의 가이드 링크 및 강성 블록부를 통한 강성 조절의 원리를 설명하기 위한 개략적인 선도가 도시된다.

[0081] 도면 부호 11으로 지시되는 구성요소는 상기 실시예에서 캐리어(43110) 내지 캐리어(43110)의 일면 상에 배치되는 리니어 모션 가이드 레일(43151)에 대응되고, 도면 부호 12로 지시되는 구성요소는 상기 실시예에서의 가이드 링크(410)에 대응되고, 도면 부호 0로 지시되는 중심점은 샤프트(200)의 중심축에 대응되고, 도면 부호 S1 및 S2는 상기 실시예에서의 강성 블록부(420)의 강성 블록 탄성부(4230)와 강성 블록 접촉부(4220)에 대응되고, 도면 부호 P1, P2, P3, P4로 지시되는 구성요소는 리니어 모션 가이드 레일(43151) 상에서 중심점 0로부터 가동 가능한 예시적 위치를 나타내는데, 이들은 중심점 0로부터 r1, r2, r3, r4의 거리만큼 이격된 상태를 나타낸다. 링크(11)는 위치 고정되어 배치되는 구조를 취하고 링크(12)는 소정의 거리만큼 이격되는 중심점(0)로부터 회동 가능한 구조를 취하고, 링크(12)가 회동하는 경우 배치 위치 P1 내지 P4 중 어느 하나의 배치 위치에 배치되는 도면 부호 S1 및 S2에 의하여 소정의 탄성 지지되는 구조를 취하는데, S1은 일정한 스프링 강성(k)을 구비하므로 S2의 중심점 0로부터 이격된 r1, r2, r3, r4의 이격 위치에 따라 링크(12)의 회전 각도(θ)와 이격 거리 r1, r2, r3, r4에 실질적으로 비례하는 변형량(δ1, δ2, δ3, δ4)이 발생하고, S1에 가해지는 반력 F1, F2, F3, F4은 변형량(δ1, δ2, δ3, δ4)에 선형적으로 비례하여 발생한다. 즉, 링크(12)를 회전 각도(θ)만큼 회동시키는 경우, 각각의 배치 위치에 대하여 링크(12)에 가해지는 토크(τ)는 S1 및 S2의 배치 위치에 따라, 즉 중심점 0로부터 멀어지게 배치될수록 증가하는데, 이와 같이 링크(12)에 대하여 동일한 강성(k)이 적용되더라도 다양한 회전 강성을 형성할 수 있다. 이때, 중심점 0으로부터 S1 및 S2의 배치 위치까지의 이격 거리 즉 r1 내지 r4는 링크(12)의 회전 강성을 조절할 수 있는 강성 조절 변수의 역할을 수행한다.

[0082] 즉, 출력 링크의 회전 강성을 kj, 출력 링크를 회전시키기 위하여 필요한 토크를 τ, 강성 조절 변수로서의 중심점으로부터의 거리를 r, 출력 링크의 회전 각도를 θ, 강성 블록 탄성부의 강성을 k, 강성 블록 탄성부의 변형량을 δ이라 할 때, 출력 링크의 회전 강성과 강성 조절 변수 간에는 다음과 같은 관계가 형성될 수 있다.

[0083]
$$k_j = \tau / \theta = kr^2 \tan \theta \simeq kr^2$$

[0084] 이와 같이 변형량과 힘 간에 선형 관계가 형성되는 선형 스프링으로서의 강성 블록 탄성부가 사용되었음에도 회전 강성(kj)는 강성 조절 변수로서의 r의 제곱에 비례하여 증가하고, 반대로 강성 조절 변수로서의 r이 일정한 경우 강성 블록 탄성부의 강성(k)이 일정하게 유지되므로 출력 링크(2)의 회전 각도(θ)가 증가하더라도 출력 링크(2)의 회전 강성(kj)은 일정한 값이 유지됨으로써, 출력 링크(2)가 적용되는 로봇 등의 회전 운동시 복잡한 구성요소를 요하지 않고 단순한 구조를 통하여도 회전 강성을 일정하게 유지시켜 강성 제어를 보다 원활하게 이룰 수 있다.

[0085] 도 13에는 본 발명의 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 상기한 작동 원리가 적용되는 개략적인 구성도가 도시되는데, 도 14에는 도 13의 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 출력 링크 및 샤프트를 통하여 외부 토크가 가해진 경우의 회전 작동 과정을 설명하는 개략적인 구성도가 도시된다. 캐리어(3110) 상에 배치되는 리니어 모션 가이드 레일(43151) 상에 강성 블록부(420)의 강성 블록 베이스(4210)가 배치되는데, 강성 블록 베이스(4210)는 롤러처럼 표현되는 리니어 모션 가이드 블록(43153) 상에서 배치되어 x축 방향으로의 병진 운동이 가능하다. 강성 블록 베이스(4210) 상에는 강성 블록 접촉부(4220)의 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)와 강성 블록 탄성부(4230)가 배치되는데, 강성 블록 탄성부(4230)에 의하여 강성 블록 접촉부(4220)의 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)는 탄성 지지되며 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접촉 상태를 형성하고, 가

이드 링크(410)의 회전 중심에는 샤프트(200)가 연결 배치되고, 도시되지는 않았으나 샤프트(200)는 출력 링크와 연결되는 구조를 형성할 수 있다. 강성 블록 베이스(4210)와 리니어 모션 가이드 레일(43151)은 각각 액츄에이터부(300) 및 위치 강성 기어 트레인부(430)의 운동을 통하여 각각의 병진 운동 내지 회전 운동이 이루어질 수 있다. 도 14에서 샤프트(200)에 토크(τ)가 입력되는 경우 가이드 링크(410)는 시계 방향으로 회동하고 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)를 통하여 힘이 전달되고 이를 통하여 소정의 회전 각도로 회동 운동이 발생할 수 있다. 샤프트(200)에 반대 방향으로의 토크가 인가되는 경우 도 14의 좌측 강성 블록 탄성부가 탄성 변형되는 과정이 이루어질 수 있다. 이와 같이 양방향 대칭 구조를 통하여 샤프트(200)를 중심으로 시계 방향 및 반시계 방향으로의 회전 제어 내지 강성 제어가 실행될 수 있다.

[0086] 도 15는 위치 내지 강성 제어가 이루어지기 전의 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 위치 강성 조절부(400)를 도시하고, 도 16, 도 17 및 도 18은 각각 강성 제어, 위치 제어, 그리고 위치 및 강성 제어가 이루어지는 경우에 대한 개략적인 구성도가 도시된다. 도 15에 도시된 바와 같이, 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 접촉 위치는 샤프트(200)의 중심으로부터 도면 부호 r_1 으로 지시되는 간격만큼 이격되어 있다. 도 16에서 액츄에이터부 및 위치 강성 기어 트레인부의 작동을 통하여 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 접촉 위치는 샤프트(200)의 중심으로부터 도면 부호 $r_2(r_2 < r_1)$ 으로 지시되는 간격만큼 이격되도록 조정되는데, 샤프트(200)로부터의 이격 거리 축소로 인하여 회전 강성은 kr_1^2 으로부터 kr_2^2 로 감소되어 도 15의 경우보다 도 16의 경우가 회전 강성이 보다 저하된 상태를 형성할 수 있다.

[0087] 또한, 도 17에서와 같이 액츄에이터부 및 위치 강성 기어 트레인부의 작동을 통하여 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 접촉 위치와 샤프트(200)의 중심 간의 이격 거리는 도 15에서와 동일하게 유지하여 회전 강성을 일정하게 유지시키되, 샤프트(200)를 소정의 회전 각도(θ)만큼 회동시킬 수 있고, 도 18에서와 같이 샤프트(200)의 회전 운동과 동시에 가이드 링크(410)의 가이드 링크 바디 돌기(414)와 접하는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 접촉 위치와 샤프트(200)의 중심 간의 이격 거리를 변화시켜 회전 강성을 조정하는 위치 제어 및 강성 제어를 동시에 실행할 수도 있다.

[0088] 도 19 및 도 20에는 본 발명의 가변 강성 액츄에이터 유닛(10)의 출력 링크(2)의 회전각이 θ 이고, 캐리어(43110) 및 링기어(43130)가 각각 θ_c , θ_r 만큼 회동하며, θ 와 θ_c 가 동일하다고 할 때 위치 강성 조절부의 작동 전후의 개략적인 구조도가 도시되는데, 이때 출력 링크의 회전 강성은 다음과 같이 표시될 수 있다.

[0089]
$$k_j = kr_p^2 = k(r + l_p)^2 = k(r + l_r - l_c)^2$$

[0090]
$$l_r - l_c = r_r \theta_r - r_r \theta_c$$

[0091] 따라서, $k_j = k(r + r_r(\theta_r - \theta_c))^2$ 로 나타낼 수 있다. 이때, θ_c , θ_r 는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

[0092]
$$\frac{r_{\min} - r}{r_r} < \theta_r - \theta_c < \frac{r_{\max} - r}{r_r}$$

[0093] 여기서, r_{\min} 및 r_{\max} 는 샤프트(200)의 중심점(0)로부터 가이드 링크 바디 돌기(414)와 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)간의 접촉점의 거리의 최소 및 최대 거리 범위를 나타내는데, r_{\min} 은 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 반경에 의하여 결정되고 r_{\max} 는 유성 기어(43120)과 치합되는 랙기어(43140)의 최대 이동 길이에 의하여 결정된다. 또한, r 은 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225)의 반지름을 나타낸다.

[0094] 이와 같이 액츄에이터부의 제어를 통하여 위치 강성 기어 트레인부, 강성 블록부 및 가이드 링크와 연결되는 샤프트의 회전 위치 및 강성이 제어될 수 있고, 궁극적으로 샤프트에 연결되는 출력 링크(2)의 회전 위치 및/또는 강성이 제어되어 소정의 동작 제어를 이룰 수 있다.

- [0095] 상기와 같은 구성을 통하여 도 21에 도시된 바와 같이, 중심점으로부터 가이드 링크와의 접점 간의 거리인 r을 강성 조절 변수로 삼아 출력 링크의 강성을 변화시키는 경우 강성 조절 변수가 변화되는 경우 관절 강성은 비선형적으로 변화하고, 각각의 강성 조절 변수에 대하여 출력 링크의 회전 각도와 출력 링크를 회전시키기 위하여 요구되는 토크 간에 선형적 관계가 형성되는데, 강성 조절 변수가 일정한 값을 갖는 경우 외력에 의하여 출력 링크의 출력 회전 각도가 변화하더라도 출력 링크의 관절 강성이 일정하게 유지되는 관계를 형성할 수 있다. 즉, 이와 같은 구성을 통하여 외력에 의한 출력 링크의 회전 각도가 변화하는 상황이 발생하더라도 강성을 일정하게 유지시킬 수 있는 상태 형성을 간단한 구조를 통하여도 구현 할 수 있다.
- [0096] 한편, 상기 실시예에서는 위치 강성 조절부가 샤프트와 연결되는 가이드 링크 구조를 형성하고, 강성 블록부가 복수 개가 구비되어 가이드 링크와의 대칭적 지지 구조를 이루었으나, 이는 본 발명의 가변 강성 액츄에이터 유닛은 다양한 변형이 가능하다.
- [0097] 상기 실시예에서와 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 도면 부호를 부여하고 중복된 설명은 생략한다. 도 22에 도시된 바와 같이 가이드 플레이트(410-1)는 샤프트(200)와 연결되고 강성 블록부(420-1)는 가이드 플레이트(410-1)에 접촉하고 위치 조절되어 출력 링크(2)의 회전 강성을 조절함은 상기 실시예에서와 동일하다.
- [0098] 가이드 플레이트(410-1)는 가이드 플레이트 바디(413-1)를 구비하는데, 가이드 플레이트 바디에 샤프트와의 연결을 위한 돌기 구조의 연결부가 더 구비될 수도 있고, 샤프트와의 연결을 위한 관통구가 구비될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 가이드 플레이트 바디(413-1)의 타면으로 액츄에이터부(300)를 향한 일면에는 가이드 플레이트 바디 홈(414-1)이 배치되는데, 가이드 플레이트 바디 홈(414-1)은 하기되는 강성 블록부(420-1)와의 접촉을 통하여 가이드 플레이트 바디(413-1), 궁극적으로 샤프트(200) 및 출력 링크(2)의 회전 강성 및/또는 회전 위치가 조절될 수 있다. 본 실시예에서 가이드 플레이트 바디 홈(414-1)은 가이드 플레이트 바디(413-1)의 일측면으로부터 중심을 향하여 형성되는 라인 타입의 홈으로 형성되고, 가이드 플레이트 바디 홈(414-1)에는 하기되는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1, 4226-1)의 리브 지지부(4225-1)와 상대 가동 가능한 가이드 접촉 구조 등의 상대 운동을 이룬다.
- [0099] 도 23의 강성 블록부(420-1)는 강성 블록 베이스(4210-1)와 강성 블록 접촉부(4220-1)와 강성 블록 탄성부(4230-1)를 포함하는데, 강성 블록 베이스(4210-1)는 하기되는 위치 강성 기어 트레인부에 가동 가능하게 배치된다. 보다 구체적으로 강성 블록 베이스(4210-1)는 리니어 모션 가이드(43150)의 리니어 모션 가이드 레일(43151) 상에 가동 가능하게 배치되는 리니어 모션 가이드 블록(43153) 상에 배치되는 랙기어(43140)의 일면 상에 장착된다. 강성 블록 접촉부(4220-1)는 일측이 가이드 플레이트(410-1)와 접촉 상태를 형성하고 강성 블록 탄성부(4230-1)는 양단이 강성 블록 접촉부(4220-1)와 강성 블록 베이스(4210-1)에 접촉 연결되어 강성 블록 접촉부(4220-1)를 탄성 지지한다.
- [0100] 강성 블록 베이스(4210-1)는 강성 블록 베이스 바디(4211-1)와 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)를 포함하는데, 강성 블록 베이스 바디(4211-1)는 위치 강성 기어 트레인부, 보다 구체적으로 랙기어(43140)의 일면 상에 배치되고 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)는 강성 블록 베이스 바디(4211-1)의 양단으로부터 연장 형성되어 내측이 강성 블록 탄성부(4230-1)와 접촉 연결된다.
- [0101] 강성 블록 베이스 바디(4211-1)는 하기되는 위치 강성 기어 트레인부의 리니어 모션 가이드(43150-1)의 리니어 모션 가이드 블록(43153-1) 상에 장착된다. 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)는 강성 블록 베이스 바디(4211-1)의 단부로부터 수직하게 연장 형성되는데, 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)는 강성 블록 베이스 바디(4211-1)와 일체로 형성될 수도 있고 경우에 따라 별개물로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0102] 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)는 강성 블록 탄성부(4230-1)를 지지, 궁극적으로 강성 블록 접촉부(4220-1)의 가동을 지지하고 강성 블록 베이스(4211-1)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부(4220-1)가 가동되는데, 강성 블록 베이스(4211-1)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부(4220-1)의 가동을 이루는 구성요소가 배치될 수 있다. 강성 블록 베이스(4211-1)의 일면 상에는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214-1)이 위치 고정되어 장착된다. 강성 블록 접촉부(4220-1)는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214-1)을 따라 가동될 수 있다.
- [0103] 강성 블록 접촉부(4220-1)는 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1, 4223-1)과 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1, 4226-1)를 포함하는데, 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1, 4223-1)은 강성 블록 베이스(4210-1)에 가동 가능하게 배치되고 강성 블록 접촉 모션 리브(4225, 4226-1)는 강성 블록 접촉 모션 블록(4221, 4223-1)의 일측에 배치되고 강성 블록 접촉 모션 리브(4225-1)는 가이드 플레이트(410-1)와 접촉한다.

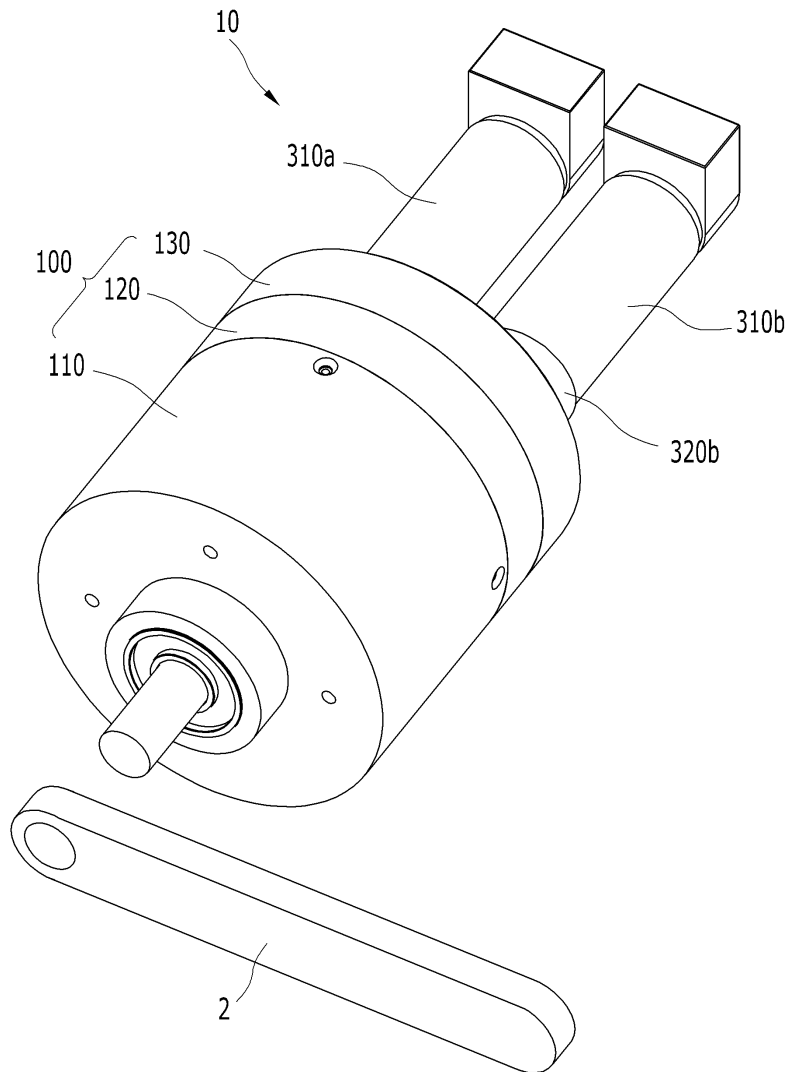
- [0104] 강성 블록 접촉 모션 블록(4221,4223-1)은 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)와 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)을 구비한다. 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)와 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)는 본 실시예에서 별개물로 형성되는데, 이들은 서로 일체형을 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0105] 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)는 강성 블록 베이스(4211-1)의 일면 상에 가동 가능하게 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)는 강성 블록 베이스(4211-1) 상에 배치되는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214-1)에 가동 가능하게 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)의 하면에는 강성 블록 접촉 모션 블록 라인(4222-1)이 배치되는데, 강성 블록 접촉 모션 블록 라인(4222-1)는 강성 블록 접촉부 가이드 레일(4214-1)와 상대 슬라이딩 운동 가능하게 맞물림 배치된다.
- [0106] 강성 블록 접촉 모션 블록 베이스(4221-1)의 상부에 강성 블록 접촉 모션 바디(4223-1)가 배치된다. 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)는 단면이 T자 형상을 이루어 하부를 기준으로 양측에 하기되는 강성 블록 탄성부(4230-1)가 탄성 지지하는 구조를 취한다. 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)에는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225,4226-1)가 배치되는데, 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1,4226-1)는 상기한 바와 같이 가이드 플레이트(410-1)와 접촉 상태 형성 가능하다. 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1,4226-1)는 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)의 일면 상에 형성되는 리브 수용부(4224-1)가 배치되고, 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1,4226-1)는 리브 지지부(4225-1)와 리브 접촉부(4226-1)를 포함한다. 리브 지지부(4225-1)의 일단에 리브 접촉부(4226-1)가 배치되는데, 리브 접촉부(4226-1)는 가이드 플레이트(410-1)와 직접적인 접촉을 이룬다. 리브 접촉부(4226-1)는 연결 재료로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0107] 리브 접촉부(4226-1)는 리브 지지부(4225-1)보다 큰 직경을 구비한다. 리브 지지부(4225-1)는 리브 수용부(4224-1)에 압입되어 위치 고정되는 구조를 취할 수도 있다. 리브 수용부(4224-1)에 수용되는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4225-1,4226-1)는 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)와 함께 가동될 수 있다.
- [0108] 강성 블록 탄성부(4230-1)는 일단이 강성 블록 접촉부(4220-1)와 연결되고 타단이 강성 블록 베이스(4210-1)에 연결되어 강성 블록 접촉부(4220-1)에 탄성력을 제공하는데, 강성 블록 탄성부(4230-1)는 코일 스프링 타입으로 구현될 수 있다. 강성 블록 탄성부(4230-1)는 도 23에 도시된 바와 같이 코일 스프링 타입으로 구현되는데, 강성 블록 탄성부(4230-1)의 일단은 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)의 하단 측면과 접하고 타단은 강성 블록 베이스(4210-1)의 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)의 내측면과 접하여 강성 블록 접촉 모션 블록 바디(4223-1)를 기준으로 양측에서 탄성 지지하는 구조를 취한다. 따라서, 가동 가능한 양방향으로 탄성 지지되는 강성 블록 탄성부(4230-1)는 강성 블록 접촉부(4220-1)가 일방향으로 가동되는 경우 해당 방향으로 가압 변형되는데, 강성 블록 탄성부(4230-1)의 변형에 따른 탄성 저항력은 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1,4223-1)의 가동 거리에 따라 선형적으로 변화하고, 강성 블록 탄성부(4230-1)의 탄성 저항력에 의하여 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1,4223-1)에 배치되는 강성 블록 접촉 모션 블록 리브(4215-1,4216-1)와 가이드 플레이트(410-1) 간의 접촉에 저항력이 변화되고, 궁극적으로 가이드 플레이트(410-1)와 연결되는 샤프트(200-1) 및 출력 링크(2-1)의 회전 강성이 변화된다.
- [0109] 강성 블록 탄성부(4230-1)는 코일 스프링 타입으로 구현되는 경우, 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1,4223-1)의 가동에 따라 변형될 때 강성 블록 탄성부(4230-1)의 안정적인 변형 및 복원 상태를 형성하기 위한 구성요소가 더 구비될 수도 있다. 즉, 도 23에 도시되는 바와 같이, 강성 블록 베이스(4210-1)의 강성 블록 베이스 지지부(4213-1)의 일측면에는 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232-1)가 배치되는데, 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232-1)는 강성 블록 탄성부(4230-1)의 안정적인 변형을 이루도록 한다. 강성 블록 베이스 바디 탄성 가이드(4232-1)는 소정의 길이를 구비하여 강성 블록 접촉 모션 블록(4221-1,4223-1)이 가동되는 경우 상호 접촉으로 인한 간섭이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0110] 이와 같은 단일의 강성 블록부 및 가이드 플레이트 구조를 통하여 장착 공간 및 작동 구조를 보다 간결하면서도 컴팩트한 구성을 가능하게 하여 유지 보수 관리가 용이하고 제조 원가를 현저하게 저감시킬 수 있는 구조를 더 제공할 수도 있다.
- [0111] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 가변 강성 액츄에이터 유닛은, 간단한 구조로 컴팩트한 구성을 가능하게 하고 간단한 구조를 통하여 위치 강성 조절부를 통한 출력 링크의 회전각 변화에 대하여도 회전 강성을 일정하게 유지시킬 수 있는 가변 강성 액츄에이터 유닛을 제공할 수 있다.

부호의 설명

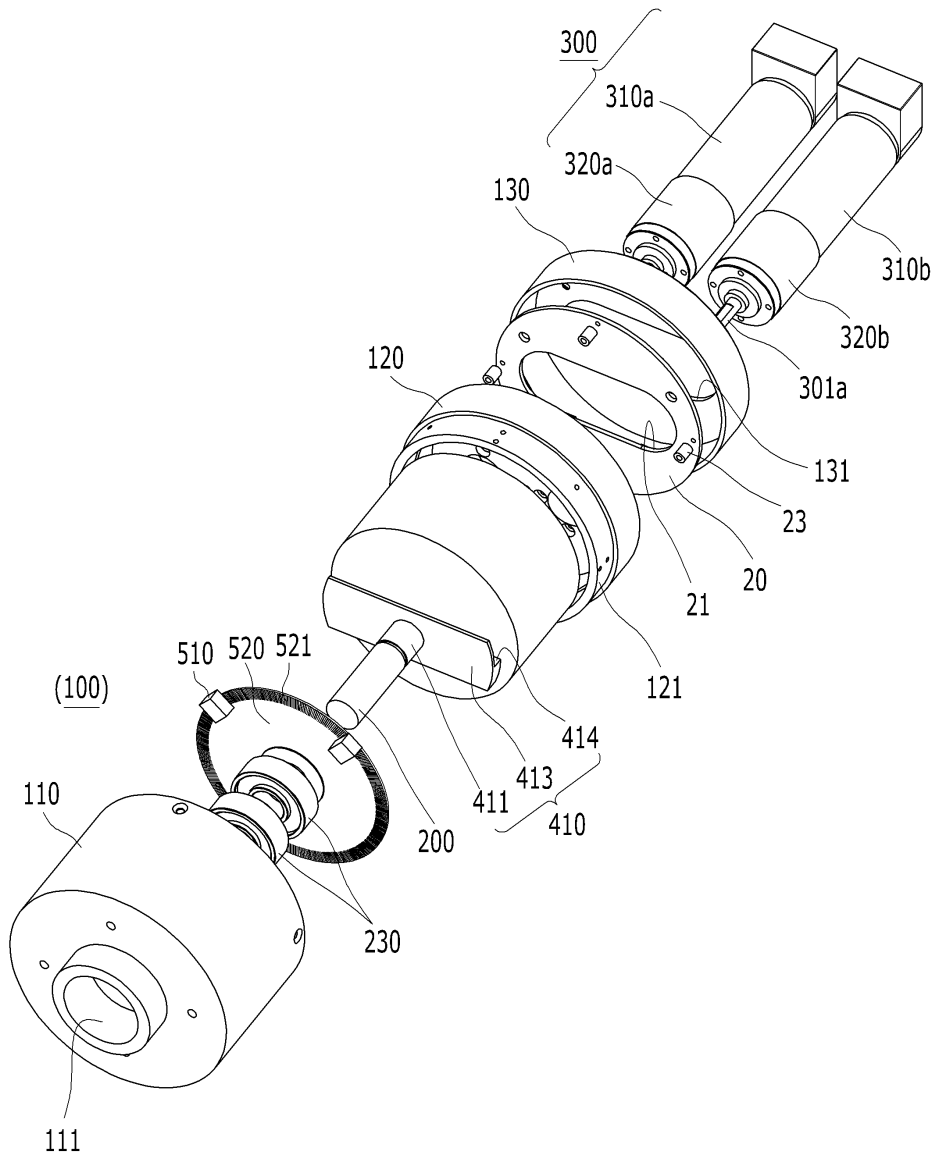
- | | | |
|--------|---------------------|---------------------|
| [0112] | 10...가변 강성 액추에이터 유닛 | 100...하우징 |
| | 200...샤프트 | 300...액추에이터부 |
| | 400...위치 강성 조절부 | 410...가이드 링크 |
| | 420...강성 블록부 | 4210...강성 블록 베이스 |
| | 4220...강성 블록 접촉부 | 4230...강성 블록 탄성부 |
| | 430...위치 강성 트레인부 | 4310...위치 강성 유성 기어부 |
| | 4320...위치 강성 구동 기어부 | |

도면

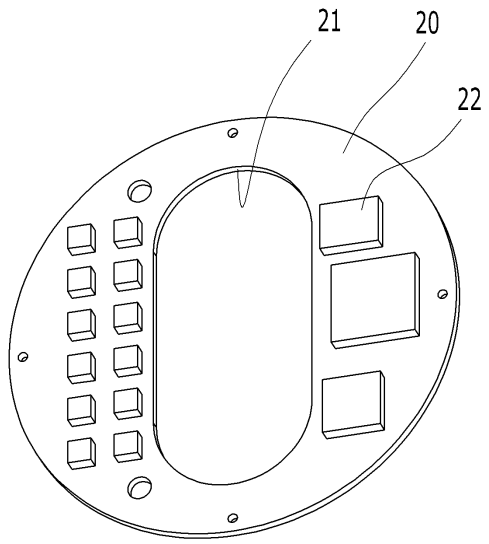
도면1



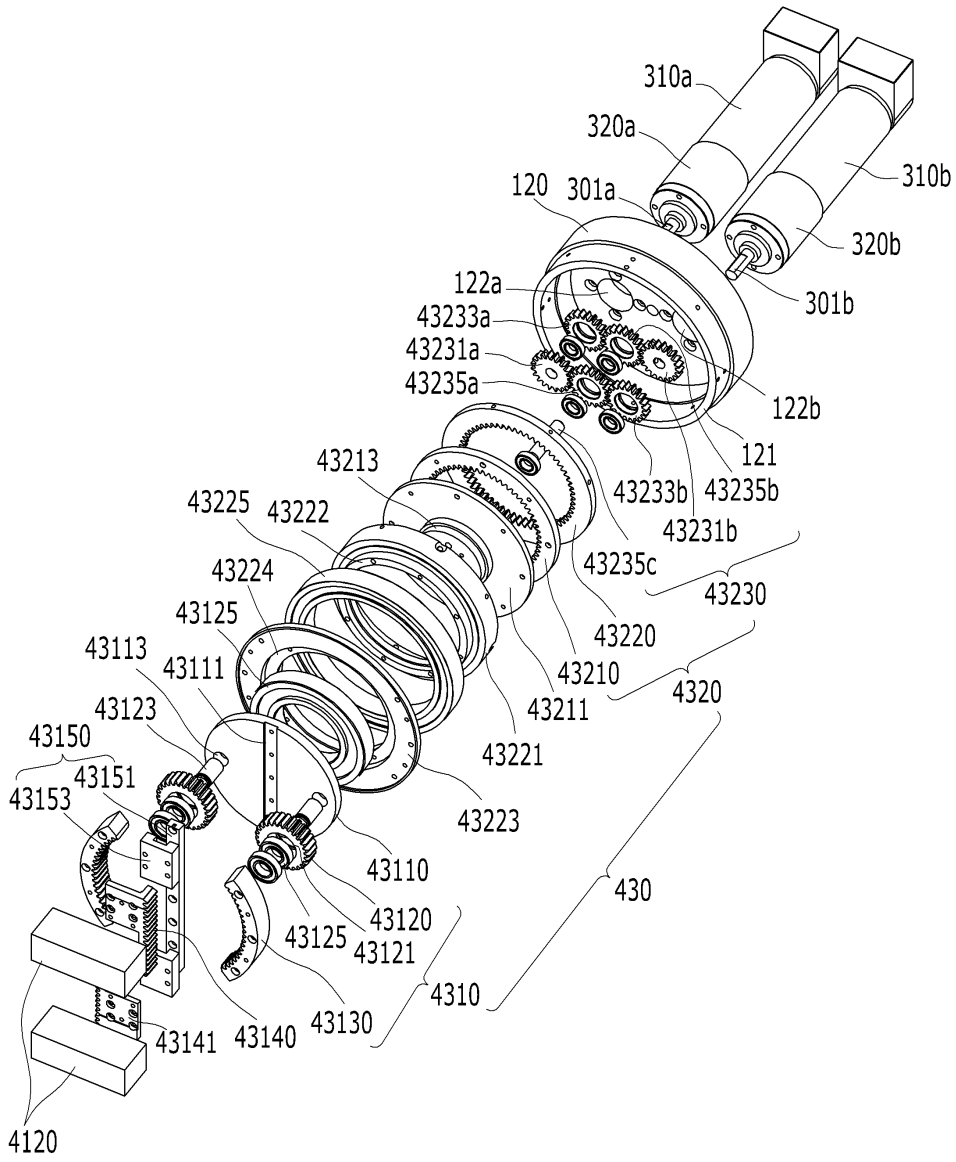
도면2



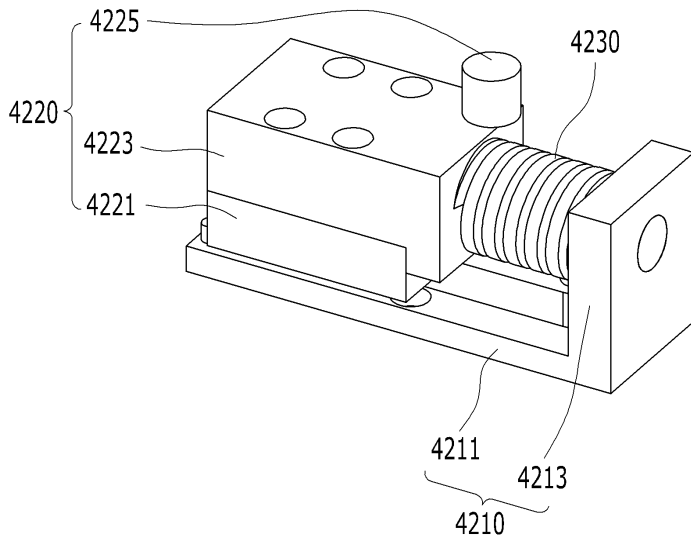
도면3



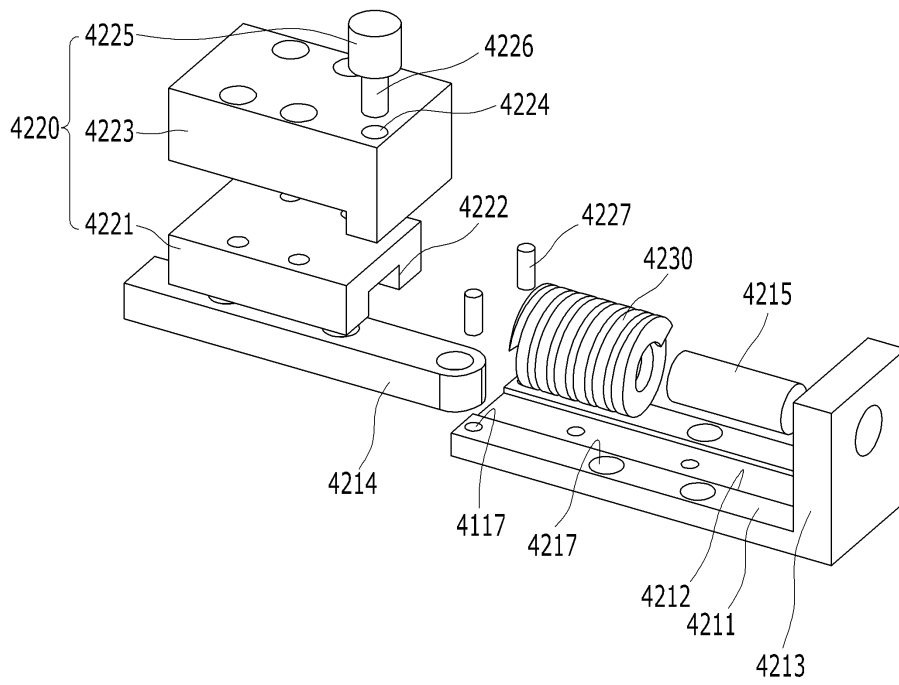
도면4



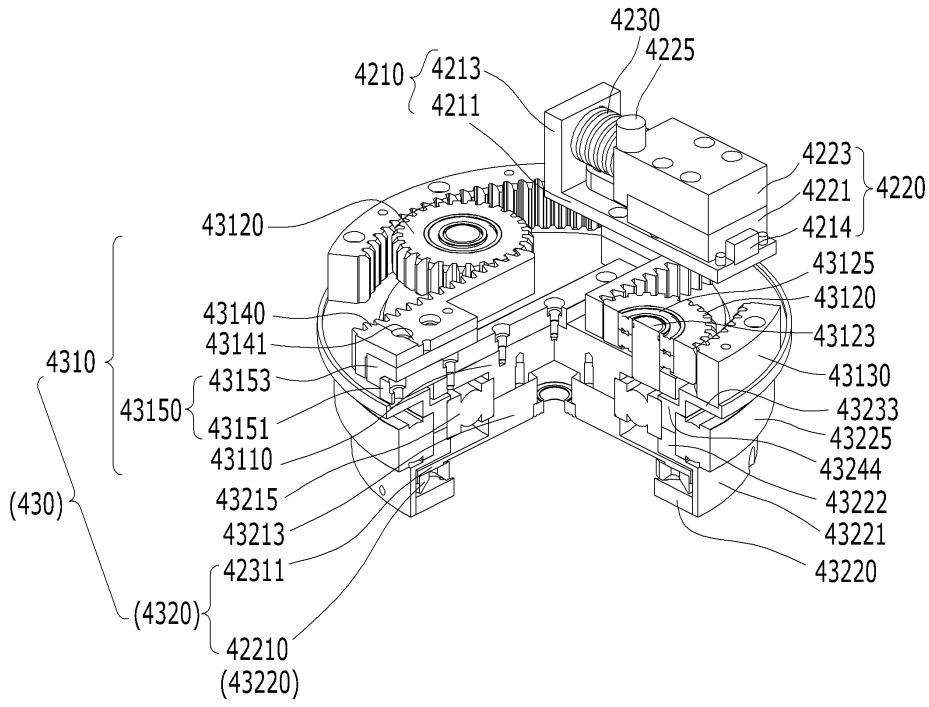
도면5



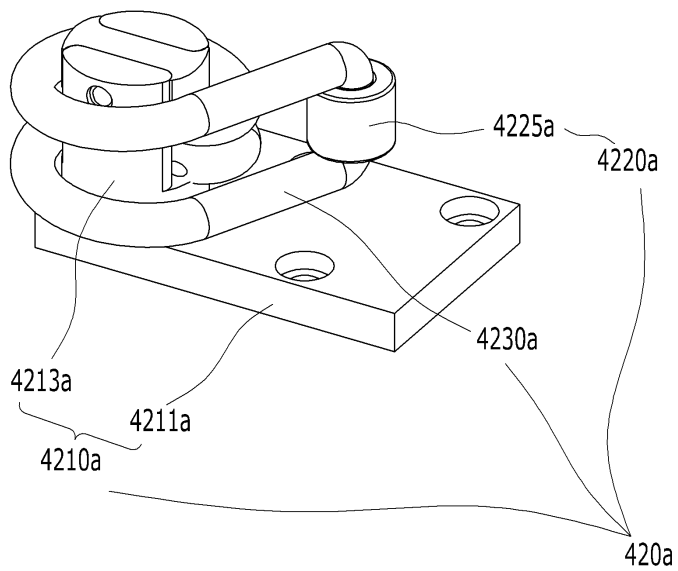
도면6



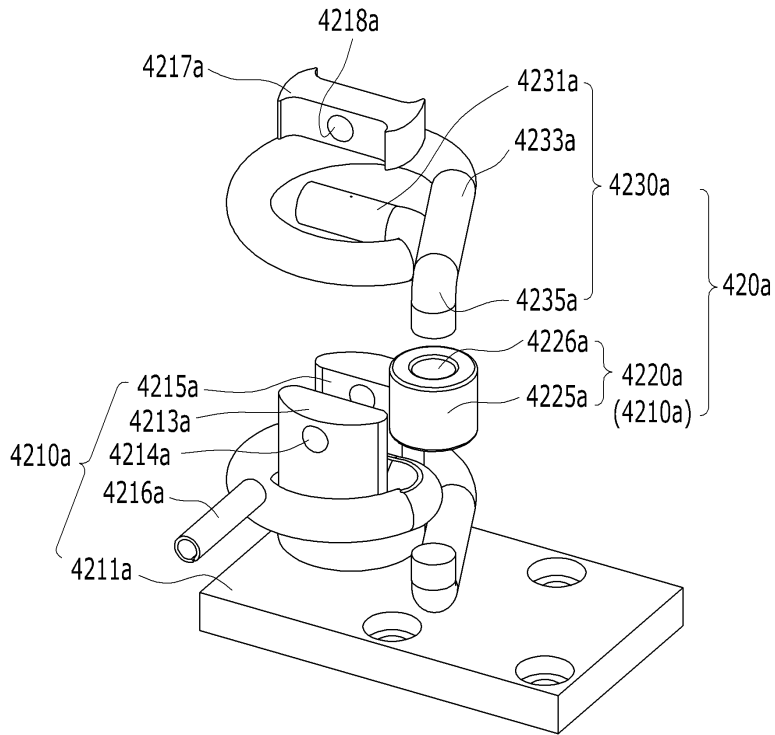
도면7



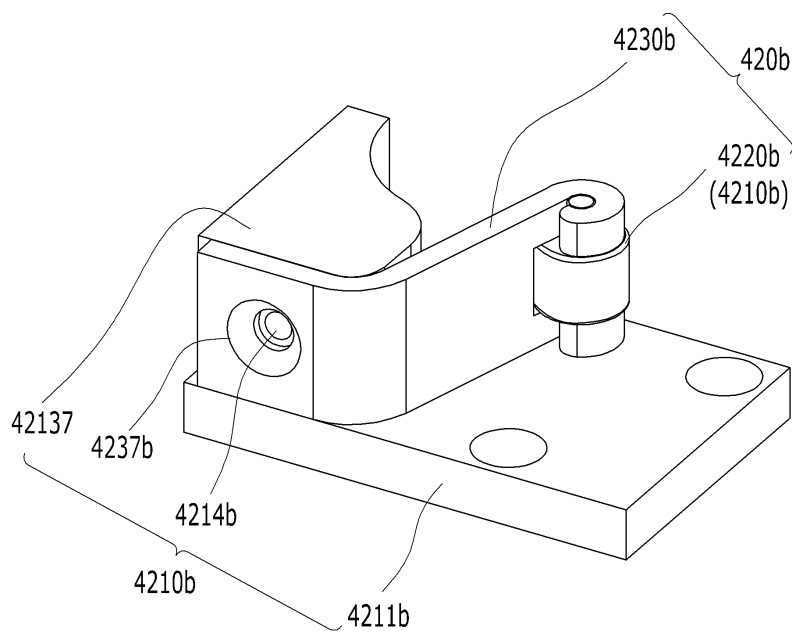
도면8



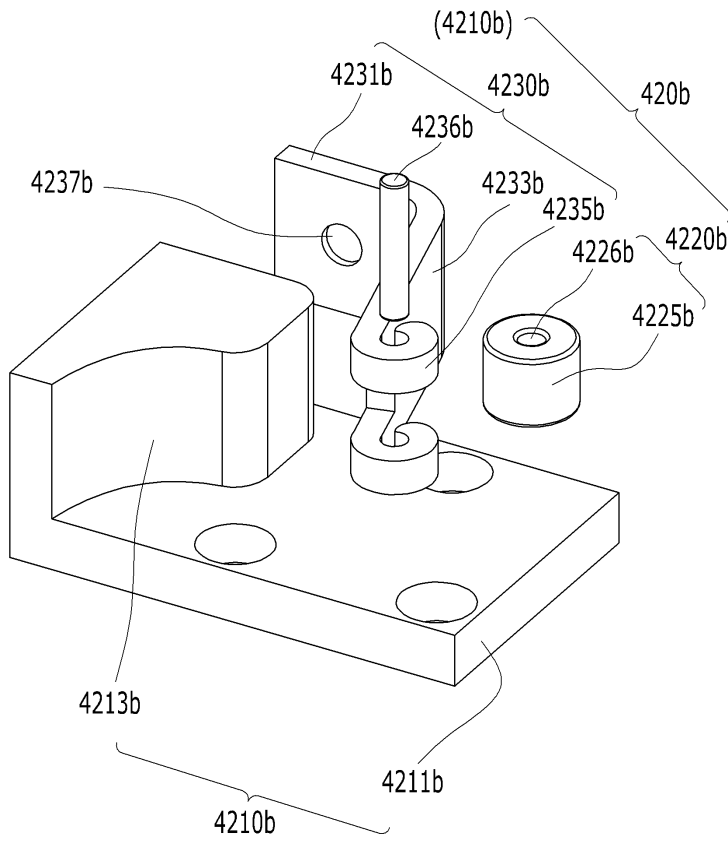
도면9



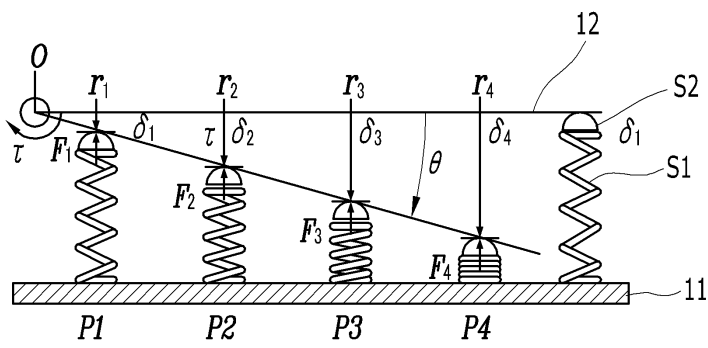
도면10



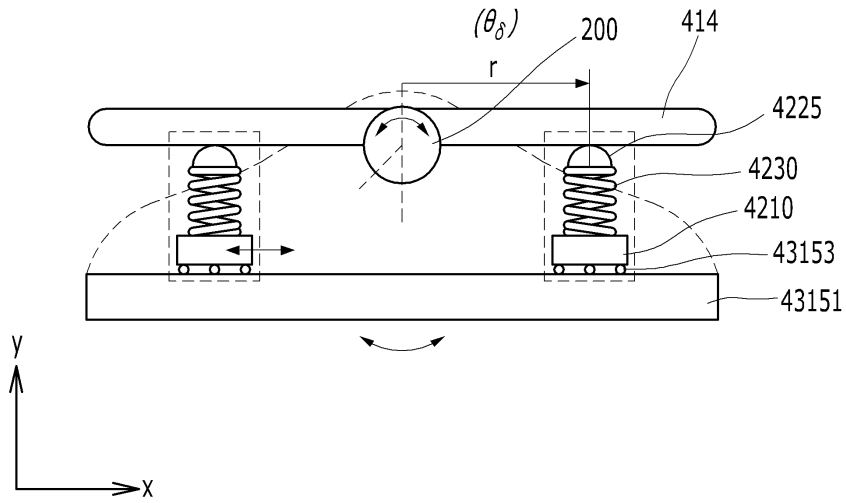
도면11



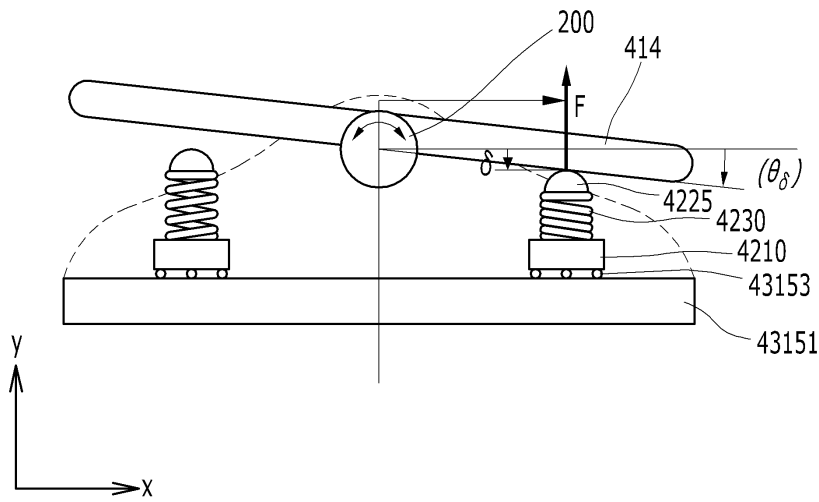
도면12



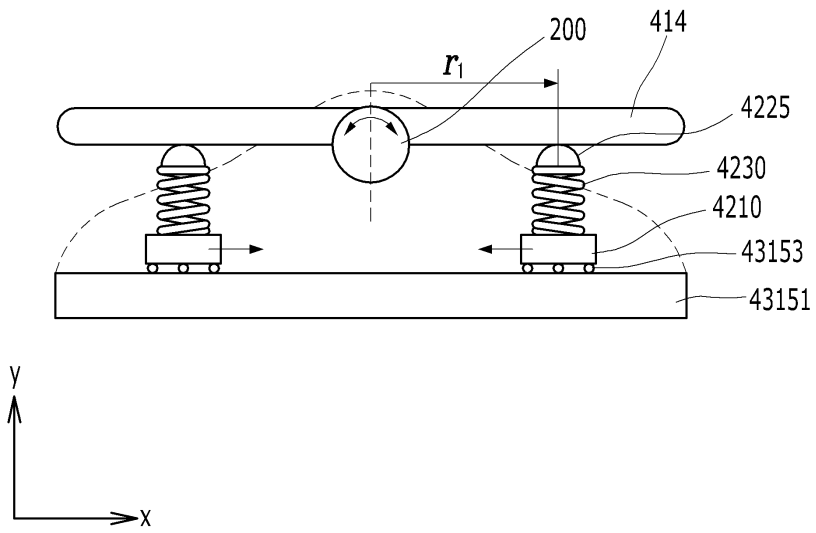
도면13



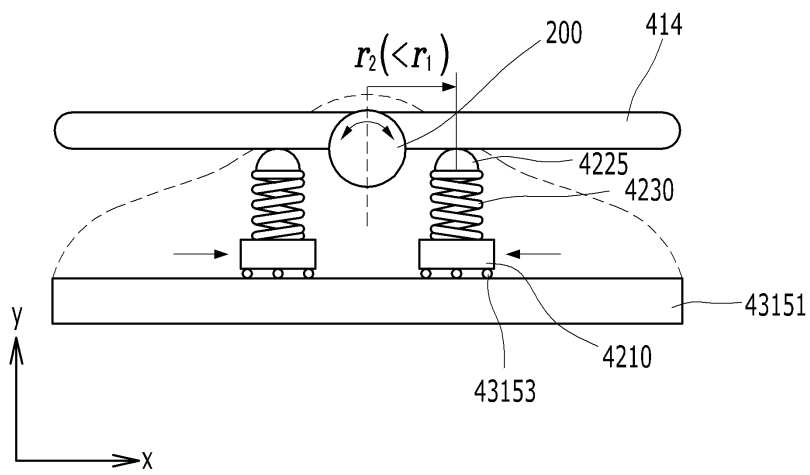
도면14



도면15

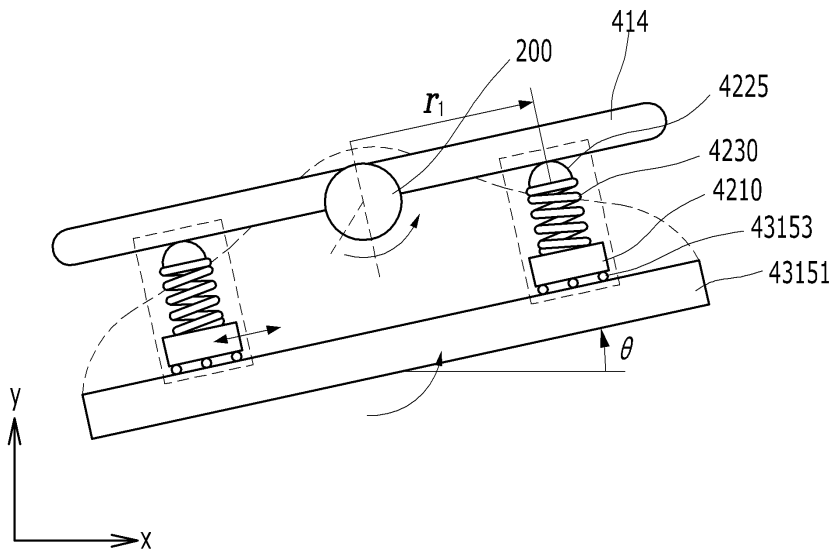


도면16

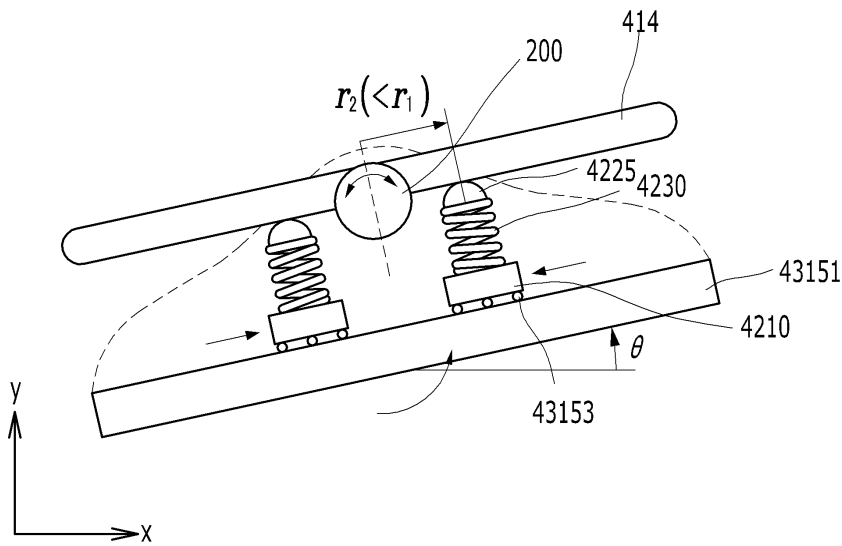


도면17

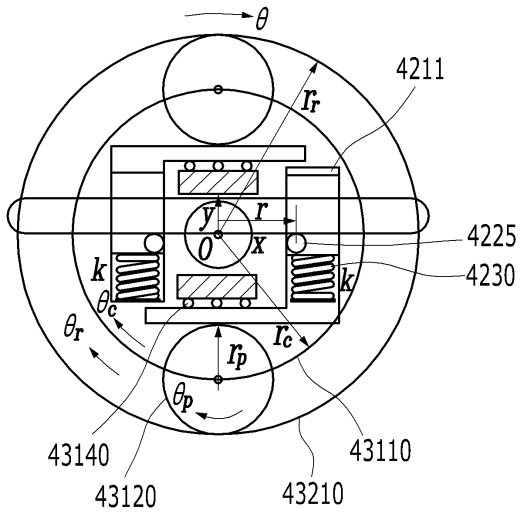
FIG. 17



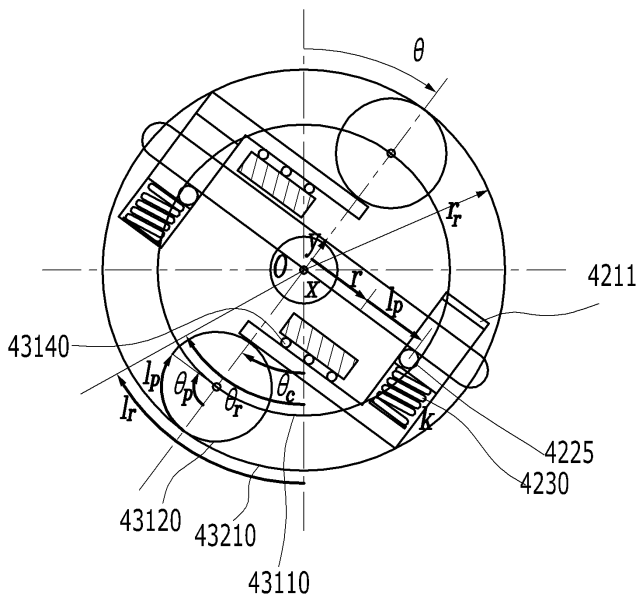
도면18



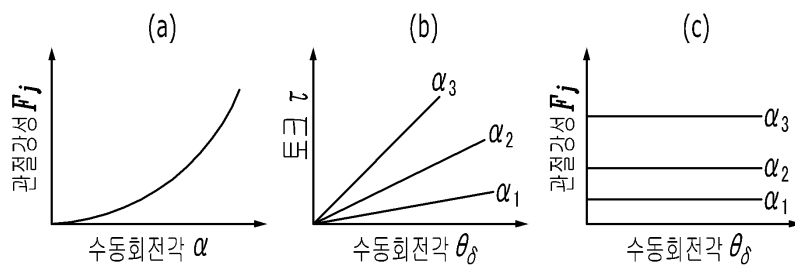
도면19



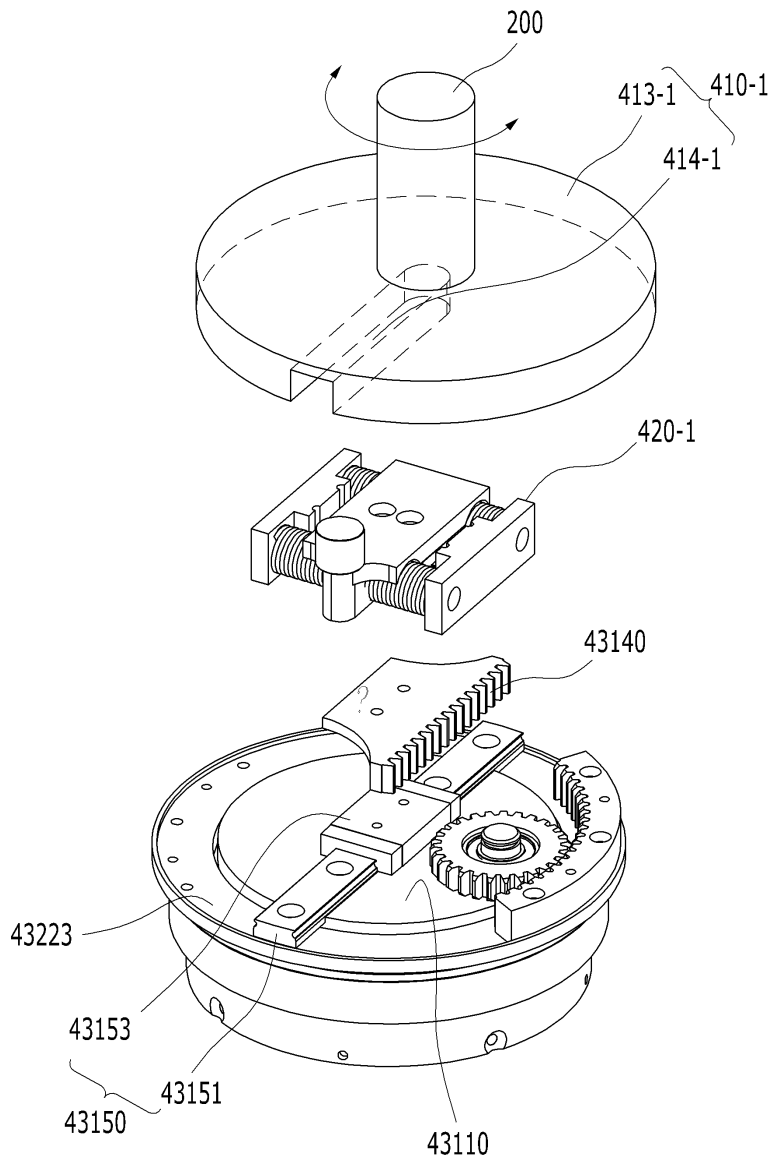
도면20



도면21



도면22



도면23

