(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월31일
(11) 등록번호 10-2197484
(24) 등록일자 2020년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/10 (2006.01) *B25J 17/02* (2006.01)
B25J 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 9/1005 (2013.01)
B25J 17/0241 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0108183
(22) 출원일자 2019년09월02일
심사청구일자 2019년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150073791 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
안경관
울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 502호(무거동, 울산대학교)
토 수안, 딘
울산광역시 남구 신복로11번길 13, 1층(무거동)
보, 꽁 팟
울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 110호(무거동, 울산대학교)
(74) 대리인
김정수

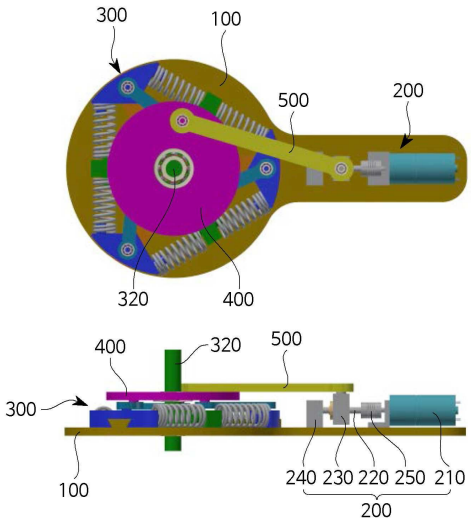
전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 이성수

(54) 발명의 명칭 **가변 강성 액추에이터**

(57) 요 약

본 발명은 로봇의 관절 등의 운동에 적용 가능한 액추에이터의 구조에 관한 것으로, 하우징; 상기 하우징의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동이 가능한 동력부; 상기 하우징의 내부에 상기 동력부와 이격되도록 구비되어 상기 동력부에 의해 강성이 조절 가능한 출력부; 상기 출력부의 상부에 회전 가능하게 설치되는 회전판; 및 일단이 상기 회전판에 연결되고, 타단이 상기 동력부와 연결되는 롱바를 포함하는 것을 특징으로 하여, 실린더로부터 힘을 전달받아 회전하는 출력링크의 회전 강성을 강하거나 약하게 조절하여 충격과 손상을 방지하고 지속적인 하중의 작용 시 부드러운 힘의 전달을 유지할 수 있도록 하는 가변 강성 액추에이터에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B25J 9/102 (2013.01)
B25J 9/126 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NRF-2017R1A2B3004625
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중견연구자 지원사업
연구과제명 유체마찰전기 기반의 에너지 수확기전 연구
기 여 율 1/1
과제수행기관명 울산대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

하우징;

상기 하우징의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동이 가능한 동력부;

상기 하우징의 내부에 상기 동력부와 이격되도록 구비되어 상기 동력부에 의해 강성이 조절 가능한 출력부;

상기 출력부의 상부에 회전 가능하게 설치되는 회전판; 및

일단이 상기 회전판에 연결되고, 타단이 상기 동력부와 연결되는 롱바를 포함하고,

상기 출력부는,

상기 회전판을 관통하여 회전 가능하게 설치되는 출력축;

상기 출력축을 중심으로 방사형으로 복수의 스포크가 구비되는 아웃풋 엘리먼트;

상기 출력축을 중심으로 상기 복수의 스포크 사이에 방사형으로 구비되는 복수의 레일;

상기 레일에 각각 결합되어 상기 레일의 길이 방향을 따라 직선 왕복 이동 가능한 순환모듈;

일측이 상기 순환모듈의 상단에 연결되고, 타측이 상기 회전판의 하부면에 연결되어 상기 회전판의 회전에 따라 상기 순환모듈을 직선 왕복 이동시킬 수 있는 복수의 숏바; 및

일단이 상기 스포크의 측면에 연결 가능하고, 타단이 상기 순환모듈의 측면에 연결 가능한 복수의 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액추에이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 동력부는,

모터;

상기 모터의 축에 연결되어 회전 가능한 볼 스크류 샤프트; 및

상기 볼 스크류 샤프트에 관통 결합되어 상기 볼 스크류 샤프트의 회전에 의해 직선 왕복 이동 가능한 볼 너트를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액추에이터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 볼 스크류 샤프트의 일단에는,

상기 볼 스크류 샤프트를 따라 직선 왕복 운동하는 볼 너트의 이동이 제한 가능한 방지블록을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액추에이터.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 회전판과 연결되는 롱바의 일단은 상기 볼 너트의 상단에 베어링에 의해 연결 가능한 것을 특징으로 하는

가변 강성 액추에이터.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 로봇의 관절 등의 운동에 적용 가능한 액추에이터의 구조에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 실린더로부터 힘을 전달받아 회전하는 출력링크의 회전 강성을 강하거나 약하게 조절하여 충격과 손상을 방지하고 지속적인 하중의 작용 시 부드러운 힘의 전달을 유지할 수 있도록 하는 가변 강성 액추에이터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 로봇에 대한 수요는 산업용뿐만 아니라 가정용에 대한 수요도 점차 증대되어 가고 있으며, 사람을 대신해 위험한 작업을 할 수 있는 로봇 및 사람의 수족을 대신 할 수 있는 로봇 등에 대한 수요가 늘어나면서 무게 및 하중을 지탱하고 균형을 유지하기 위한 기본 관절장치의 성능으로써 적절한 토크의 생성 및 중량이 중요하게 인식됨에 따라 로봇 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0004] 일반적으로, 가변 강성 액추에이터의 경우 가변 강성 액추에이터를 구성하는 모터, 감속기, 스프링 등의 모든 구조가 일렬로 배열되어 있고, 높은 토크가 필요한 시점에서 요구되는 토크를 생성하기 위해서는 높은 감속비 및 소형화가 필요하다.

[0005] 특히, 로봇의 동작에 있어서 관절 운동이 로봇 동작의 주용 부분을 이루는데, 종래 기술에 로봇은 강성과 위치 제어를 위하여 복잡한 구조와 상당한 장착 공간을 요구하였다.

[0006] 로봇 관절의 강성을 조절하는 방법은, 높은 강성을 갖는 로봇 팔에 힘/토크 센서와 같은 능동적인 요소를 말단부 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.

[0007] 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.

[0008] 반면, 강성조절 장치를 이용한 강성 조절 방법의 경우, 비용적 문제를 해결할 수 있으나 별도의 장치가 관절에 삽입되거나 외부에 연결되어 로봇의 전체적 부피를 증대시키고 강성 조절의 응답 속도 최적화에 문제점이 따른다.

[0009] 또한, 강성을 조절하는 방법의 경우 인간의 근육을 모사하는 구조를 취하여 강성을 조절하는 변수, 즉, 강성조절 변수에 대하여 비선형적 특성을 보이도록 함으로써 보다 효과적인 동작 구현 및 범용적 적용 가능성을 증대시켰다.

[0010] 하지만, 종래 기술에 따른 장치의 경우, 강성조절 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 강성조절 변수도 함께 실시간으로 변동시켜야 하고, 이로 인하여 복잡한 제어 구조 내지 구성요소를 요하였으며, 강성조절 장치에 의해 로봇의 관절 출력축에 마찰이 발생하거나 출력축이 이동되는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-1195700 B1

(특허문헌 0002) KR 10-1781982 B1

(특허문헌 0003) KR 10-1514245 B1

(특허문헌 0004) KR 10-1478447 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 상기한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 실린더의 왕복 운동에 의해 회전하는 출력링크와 반대방향으로 슬라이딩 이동되면서 액추에이터의 출력축 방향으로 동일한 거리만큼 이동하거나 출력축에서 멀어지는 방향으로 동일한 거리만큼 이동하여 강성이 조절되는 복수의 스프링이 액추에이터의 출력축을 중심으로 방사상으로 배치되고, 동력부의 모터에 의해 자동으로 구동되도록 함으로써, 출력축을 기준으로 복수의 스프링이 편향되지 않고 이동 범위가 제한되어 내구성과 편심하중에 의한 동력 손실 등을 감소시킬 수 있으며, 단순한 구조로 로봇의 관절부에 쉽게 설치 가능하고, 스프링이 압축 또는 인장 되더라도 출력축이 이동되지 않는 가변 강성 액추에이터를 제공하는데 목적이 있다.

[0015] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하우징; 상기 하우징의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동이 가능한 동력부; 상기 하우징의 내부에 상기 동력부와 이격되도록 구비되어 상기 동력부에 의해 강성이 조절 가능한 출력부; 상기 출력부의 상부에 회전 가능하게 설치되는 회전판; 및 일단이 상기 회전판에 연결되고, 타단이 상기 동력부와 연결되는 롱바를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 강성 액추에이터를 제공한다.

[0018] 이때, 상기 동력부는 모터; 상기 모터의 축에 연결되어 회전 가능한 볼 스크류 샤프트; 및 상기 볼 스크류 샤프트에 관통 결합되어 상기 볼 스크류 샤프트의 회전에 의해 직선 왕복 이동 가능한 볼 너트를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 볼 스크류 샤프트의 일단에는 상기 볼 스크류 샤프트를 따라 직선 왕복 운동하는 볼 너트의 이동이 제한 가능한 방지블록을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 그리고 상기 회전판과 연결되는 롱바의 일단은 상기 볼 너트의 상단에 베어링에 의해 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 출력부는 상기 회전판을 관통하여 회전 가능하게 설치되는 출력축; 상기 출력축을 중심으로 방사형으로 복수의 스포크가 구비되는 아웃풋 엘리먼트; 상기 출력축을 중심으로 상기 복수의 스포크 사이에 방사형으로 구비되는 복수의 레일; 상기 레일에 각각 결합되어 상기 레일의 길이 방향을 따라 직선 왕복 이동 가능한 순환모듈; 일측이 상기 순환모듈의 상단에 연결되고, 타측이 상기 회전판의 하부면에 연결되어 상기 회전판의 회전에 따라 상기 순환모듈을 직선 왕복 이동시킬 수 있는 복수의 숏바; 및 일단이 상기 스포크의 측면에 연결되고, 타단이 상기 순환모듈의 측면에 연결되는 복수의 스프링을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0023] 상기와 같이 구성된 본 발명을 제공함으로써, 모터의 회전에 따라 자동으로 인장되거나 압축되는 복수의 스프링이 출력축에 영향을 미치지 않으며, 복수의 스프링이 한번에 인장되거나 압축되도록 하여 스프링이 편향되지 않아 편심하중에 의한 동력 손실을 감소시키고, 실린더에 의해 움직이는 출력링크의 회전 강성을 빠르고 능동적으로 강하거나 약하게 조절하여 지속적인 하중의 작용에도 부드러운 힘의 전달이 유지될 수 있으며, 간단하고 컴팩트한 구조로 인해 설치 시 요구되는 설치공간이 좁고, 간단히 설치를 할 수 있어 전기 액추에이터나 유압 액추에이터, 로봇, 수술용 기구 등 다양한 산업 분야에 접목 가능하여 대중화를 기대할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도1은 본 발명에 따른 가변 강성 액추에이터를 나타내는 구성도.

도2는 본 발명에 따른 가변 강성 액추에이터의 작동 원리를 나타내는 동작예시도.

도3은 실시 예에 따른 가변 강성 액추에이터의 설치된 모습을 나타내는 예시도.

도4는 본 발명에 따른 가변 강성 액추에이터를 나타내는 동역학 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명에 대하여 동일한 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 첨부도면을 참조하여 바람직한 실시 예를 상세하게 설명하기로 한다.

[0029] 본 발명은 로봇의 관절 등의 운동에 적용 가능한 액추에이터의 구조에 관한 것으로, 여기서 말하는 로봇의 관절은 일반적으로 베이스(B)와, 일단이 상기 베이스(B)의 일단에 회전 가능하도록 연결되는 출력링크(L)와, 일단이 상기 베이스(B)의 타단에 연결되고, 타단이 상기 출력링크(L)의 타단에 연결되는 실린더(S)와, 상기 베이스(B)와 상기 출력링크(L) 사이에 연결되는 관절부로 이루어지는 로봇 또는 기계장치를 말한다.

[0030] 즉, 본 발명에 따른 가변 강성 액추에이터(A)는 상술한 바와 같은 로봇 또는 기계장치의 관절부에 설치되어 상기 출력링크(L)의 회전 강성을 조절하는 역할을 수행할 수 있는 것으로, 본 발명의 가변 강성 액추에이터(A)는 도1 내지 도3에 도시된 바와 같이, 액추에이터(A)의 외관 및 골격을 이루는 하우징(100)과, 동력부(200), 출력부(300), 회전판(400) 및 롱바(500)로 구성될 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 동력부(200)는 상기 하우징(100)의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동을 하여 상기 액추에이터(A)에서 강성이 조절될 수 있도록 하는 것으로, 동력을 발생시키는 모터(210)와, 상기 모터(210)에 연결되는 볼 스크류 샤프트(220) 및 상기 볼 스크류 샤프트(220)에 관통 결합되는 볼 너트(230)로 구성될 수 있다.

[0032] 이때, 상기 볼 스크류 샤프트(220)는 상기 모터(210)의 축에 회전 가능하도록 연결될 수 있으며, 이를 위해 상기 모터(210)와 상기 볼 스크류 샤프트(220)의 연결부분에는 축과 축을 연결하여 회전력을 전달하기 위한 부재인 커플링(250)(coupling)이 설치될 수 있다.

[0033] 또한, 상기 볼 스크류 샤프트(220)에 관통 결합되는 상기 볼 너트(230)는 상기 모터(210)에 연결되어 회전하는 상기 볼 스크류 샤프트(220)에 의해 전/후로 직선 왕복 이동이 되며, 이를 위해 상기 볼 스크류 샤프트(220)의 외측면과 상기 볼 너트(230)에 형성되어 상기 볼 스크류 샤프트(220)에 관통되는 관통공의 내측면에는 상호 대응하는 나사산이 형성될 수 있다.

[0034] 이때, 상기 볼 스크류 샤프트(220)의 일단에는 상기 볼 스크류 샤프트(220)를 따라 직선 왕복 운동하는 상기 볼 너트(230)의 이동을 규제하는 방지블록(240)이 더 구비되도록 하여, 상기 볼 스크류 샤프트(220)에서 상기 볼 너트(230)가 이탈되는 것을 방지하고, 상기 볼 너트(230)가 과도하게 이동되는 것을 방지할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0035] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 출력부(300)는 상기 하우징(100)의 내부에 상기 동력부(200)와 이격되도록 구비될 수 있으며, 상기 동력부(200)에 의해 강성이 조절될 수 있도록 하는 역할을 수행할 수 있다.

[0036] 즉, 상기 출력부(300)는 상기 동력부(200)의 모터(210)에 의해 자동으로 조절되는 강성이 상기 베이스(B)에 연결되어 상기 실린더(S)에 의해 회전하는 상기 출력링크(L)의 작동에 적용될 수 있도록 상기 동력부(200)에서 강성이 조절될 수 있도록 하는 역할을 수행할 수 있는 것이다.

[0037] 이와 같은 상기 출력부(300)는 상기 출력부(300)의 상부에 회전 가능하도록 설치될 수 있는 상기 회전판(400)을 관통하여 회전 가능하도록 설치되는 출력축(320)과, 상기 출력축(320)을 중심으로 구비되는 아웃풋 엘리먼트(310)와 복수의 레일(330), 그리고 상기 레일(330)에 결합되는 순환모듈(340)과, 상기 순환모듈(340)을 직선 왕복 이동시키는 복수의 숏바(350) 및 인장과 압축이 반복적으로 수행될 수 있는 복수의 스프링(360)으로 구성될 수 있다.

[0038] 이때, 상기 회전판(400)은 상기 출력부(300)의 상부에 회전 가능하도록 결합됨과 동시에 롱바(500)에 의해 상기 동력부(200)와 연결되어 상기 동력부(200)의 직선 왕복 운동을 회전 운동으로 변환시켜 상기 출력부(300)로 회

전력을 전달하는 역할을 수행할 수 있다.

[0039] 즉, 상기 출력부(300)의 상부에 회전 가능하도록 결합되는 상기 회전판(400)은 일단이 상기 회전판(400)에 연결되고, 타단이 상기 동력부(200)에 연결되는 상기 롱바(500)를 통해 상기 동력부(200)의 직선 왕복 운동을 전달받아 양방향으로 회전될 수 있으며, 이러한 상기 회전판(400)의 회전 운동이 상기 출력부(300)로 전달될 수 있도록 할 수 있는 것이다.

[0040] 이때, 상기 롱바(500)는 상기 동력부(200)에서 직선 왕복 이동되는 상기 볼 너트(230)의 상단에 연결되어 상기 회전판(400)으로 상기 동력부(200)의 직선 왕복 운동을 전달시킬 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 원활한 힘의 전달을 위해 상기 회전판(400) 및 상기 동력부(200)의 볼 너트(230)에 베어링에 의해 연결되는 것이 바람직하다.

[0041] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 출력축(320)은 상기 아웃풋 엘리먼트(310) 및 상기 회전판(400)의 중심을 관통함과 동시에 상기 하우징(100)의 양측으로 돌출되도록 연장되어 상기 베이스(B)의 일단에 상기 출력링크(L)와 함께 결합될 수 있으며, 상기 출력링크(L) 및 상기 액추에이터(A)가 회전 가능하도록 연결되기 위하여 베어링에 의해 연결되는 것이 바람직하다.

[0042] 또한, 상기 아웃풋 엘리먼트(310)는 그 중심이 상기 출력축(320)에 관통되도록 결합되어 상기 하우징(100)의 내측면에 고정되도록 구비될 수 있으며, 상기 출력축(320)을 중심으로 복수의 스포크(311)가 방사형으로 구비될 수 있다.

[0043] 예컨대, 복수의 상기 스포크(311)는 상기 출력축(320)에 의해 관통 결합되는 상기 아웃풋 엘리먼트(310)의 몸체의 외측면에서 동일한 간격으로 상호 이격되어 상기 출력축을 중심으로 방사형으로 돌출되도록 구비될 수 있으며, 이때 상기 아웃풋 엘리먼트(310)의 몸체는 복수의 상기 스포크(311)가 등간격으로 원활하게 배치될 수 있도록 원형으로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0044] 또한, 등간격으로 상호 이격되도록 구비된 상기 아웃풋 엘리먼트(310)의 스포크(311) 사이에는 복수의 레일(330)이 각각 구비되어 상기 하우징(100)의 내측면에 결합될 수 있으며, 상기 레일(330) 역시 상기 스포크(311)와 마찬가지로 상기 출력축(320)을 중심으로 방사형으로 배치될 수 있다.

[0045] 즉, 상기 스포크(311) 및 상기 레일(330)은 서로 번갈아 가며 복수 개가 반복적으로 구비될 수 있으며, 상기 하우징(100)의 내측에서 상기 출력축(320)을 중심으로 방사형으로 배치될 수 있는 것이다.

[0046] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 하우징(100)의 내측에 구비되는 복수의 상기 레일(330)에는 순환모듈(340)이 각각 구비되어 상기 레일(330)의 길이 방향을 따라 직선 왕복 이동이 가능하도록 결합될 수 있다.

[0047] 이때, 상기 순환모듈(340)이 상기 레일(330)의 길이 방향을 따라 직선 왕복 이동이 가능하도록 하는 것이 상기 숏바(350)의 역할이라 할 수 있다.

[0048] 예컨대, 상기 숏바(350)는 일측이 상기 순환모듈(340)의 상단에 연결될 수 있으며, 타측이 상기 회전판(400)의 하부면에 연결되어 상기 회전판(400)의 회전에 따라 상기 순환모듈(340)이 상기 레일(330)의 길이 방향을 따라 직선으로 왕복 이동될 수 있도록 할 수 있는 것이다.

[0049] 이때, 상기 순환모듈(340)의 직선 왕복 이동이 원활히 수행될 수 있도록 하기 위하여 상기 숏바(350)는 상기 순환모듈(340) 및 상기 회전판(400)에 베어링에 의해 연결되는 것이 바람직하다.

[0050] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 출력축(320)을 중심으로 방사형으로 번갈아 가며 구비되는 상기 스포크(311) 및 상기 순환모듈(340)의 사이에는 일단이 상기 스포크(311)의 측면에 연결되고, 타단이 상기 순환모듈(340)의 측면에 연결되는 스프링(360)이 복수 개 구비될 수 있으며, 복수의 상기 스프링(360)은 상기 회전판(400)의 양방향 회전 운동과 상기 순환모듈(340)의 직선 왕복 운동의 연계에 의해 압축과 인장이 반복적으로 이루어질 수 있다.

[0051] 예컨대, 상기 동력부(200)의 모터(210)가 시계 반대 방향으로 움직이는 경우, 상기 모터(210)는 상기 볼 스크류 샤프트(220)를 반 시계 방향으로 회전시키게 되며, 그에 따라 상기 볼 너트(230)가 상기 모터(210) 방향으로 이동될 수 있다.

[0052] 이때, 상기 볼 너트(230)와 상기 롱바(500)에 의해 베어링 연결된 상기 회전판(400)은 시계 방향으로 회전하게 되고, 상기 회전판(400)의 회전에 따라 상기 출력부(300)에서 상기 레일(330)에 구비되는 상기 순환모듈(340)이 상기 숏바(350)를 통해 상기 출력축(320) 방향으로 끌어 당겨지게 되어 상기 복수의 스프링(360)이 동시에 압축

될 수 있도록 할 수 있다.

[0053] 그에 따라 상기 복수의 스프링(360)이 충분히 압축되면 강성이 증가되고, 상기 액추에이터(A)와 상기 출력링크(L)는 빡빡한(stiff) 상태로 연결되어 상기 액추에이터(A)와 상기 출력링크(L)가 함께 고정되도록 할 수 있다.

[0054] 이와 반대로, 상기 동력부(200)의 모터(210)가 시계 방향으로 움직이는 경우에는, 상기 볼 스크류 샤프트(220)가 반 시계 방향으로 회전하게 되어 상기 볼 너트(230)를 상기 모터(210)에서 멀어지도록 이동시킬 수 있다.

[0055] 이때, 상기 볼 너트(230)와 상기 롱바(500)에 의해 베어링 연결된 상기 회전판(400)은 반 시계 방향으로 회전하게 되고, 상기 회전판(400)의 회전에 따라 상기 출력부(300)에서 상기 레일(330)에 구비되는 상기 순환모듈(340)이 상기 숏바(350)를 통해 밀어져 상기 출력축(320)에서 멀어지도록 이동되어 상기 복수의 스프링(360)이 동시에 인장될 수 있도록 변경되며, 이에 따라 상기 복수의 스프링(360)의 강성이 감소되어 상기 액추에이터(A)는 유연한(soft) 상태가 되어 상기 실린더(S)가 상기 액추에이터(A)를 기준으로 부드럽게 움직일 수 있도록(oscillate 가능하도록) 할 수 있다.

[0056] 상술한 바와 같은 상기 액추에이터(A)의 구조 및 구동 원리는 도1 내지 도3을 참조하여 이해할 수 있도록 한다.

[0057] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 도4에 도시된 바와 같이, 상기 베이스(B)와 상기 실린더(S), 그리고 상기 출력링크(L)로 구성된 로봇 또는 기계장치에서 상기 액추에이터(A)의 동역학 시스템을 살펴보면, τ_p는 상기 출력링크(L)의 스프링 탄성 토크, τ_k는 저항 토크, 그리고 τ_{ext}는 외부 토크를 의미한다.

[0058] 또한, q 는 상기 출력링크(L)의 위치, q1은 상기 베이스(B)의 위치, 그리고 q2는 모터(210)의 위치를 의미한다.

[0059] 이때, 상기 스프링의 편향(Θ)은 상기 출력링크(L)의 위치에서 상기 베이스(B)의 위치를 뺀 값($\Theta = q - q1$)으로 정의될 수 있다.

[0060] 또한, 상기 액추에이터(A)에 따른 강성의 제어 구조는 위치 제어와 강성 제어를 통해 이루어질 수 있다.

[0061] 즉, 상기 출력링크(L)의 움직임에서 원하는 궤도 각과 실제 출력링크(L)의 변위 각 사이의 오차를 기초로 하여 상기 실린더(S)에 전송된 제어 신호를 계산하는 한편, 동적 환경과 상호 작용하는 물리적 정보로부터 상기 출력링크(L)의 움직임에서 원하는 강성을 도출할 수 있도록 한다.

[0062] 그리고 목표하는 강성 값과 스프링(360)의 편향 각을 기준으로 상기 액추에이터(A)의 가변 강성 위치가 계산되는 것이며, 계산된 상기 액추에이터(A)의 가변 강성 위치는 상기 액추에이터(A)에 전송되는 제어 신호의 기초가 될 수 있다.

[0063] 따라서, 본 발명에 따른 가변 강성 액추에이터의 위치와 강성은 상황에 맞게 능동적이고 독립적으로 제어되어 상기 실린더(S)에 의해 움직이는 상기 출력링크(L)의 회전 강성을 빠르게 조절하는 것이 가능하다.

[0064] 상기와 같이 구성된 본 발명을 제공함으로써, 모터(210)의 회전에 따라 자동으로 인장되거나 압축되는 복수의 스프링(360)이 출력축(320)에 영향을 미치지 않으며, 복수의 스프링(360)이 한번에 인장되거나 압축되도록 하여 스프링(360)이 편향되지 않아 편심하중에 의한 동력 손실을 감소시키고, 실린더(S)에 의해 움직이는 출력링크(L)의 회전 강성을 빠르고 능동적으로 강하거나 약하게 조절하여 지속적인 하중의 작용에도 부드러운 힘의 전달이 유지될 수 있으며, 간단하고 컴팩트한 구조로 인해 설치 시 요구되는 설치공간이 좁고, 간단히 설치를 할 수 있어 전기 액추에이터나 유압 액추에이터, 로봇, 수술용 기구 등 다양한 산업 분야에 접목 가능하여 대중화를 기대할 수 있는 효과가 있다.

[0066] 이상에 설명한 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 용어 및 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 본 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0067] 따라서, 본 명세서에 기재된 도면 및 실시 예에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 하나의 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것이 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

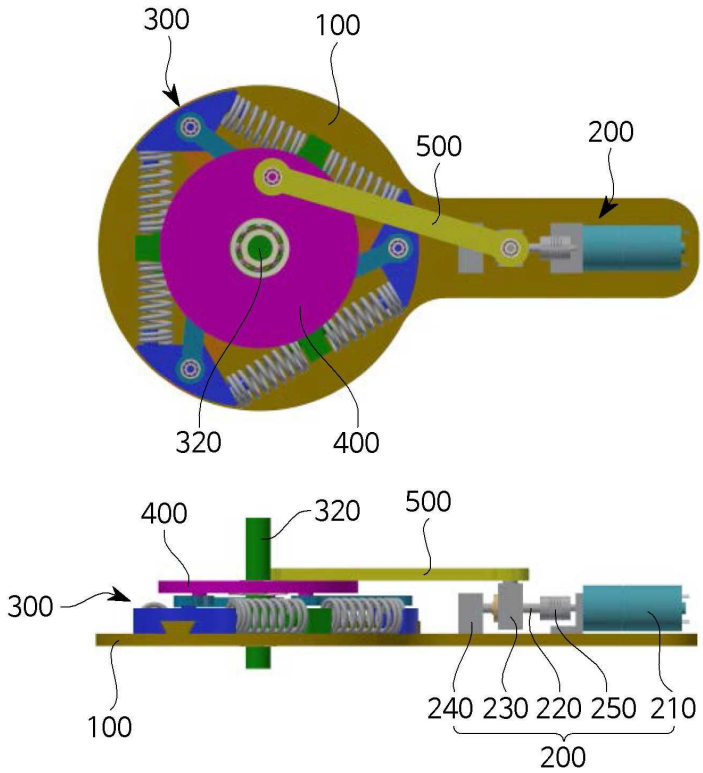
부호의 설명

[0069]

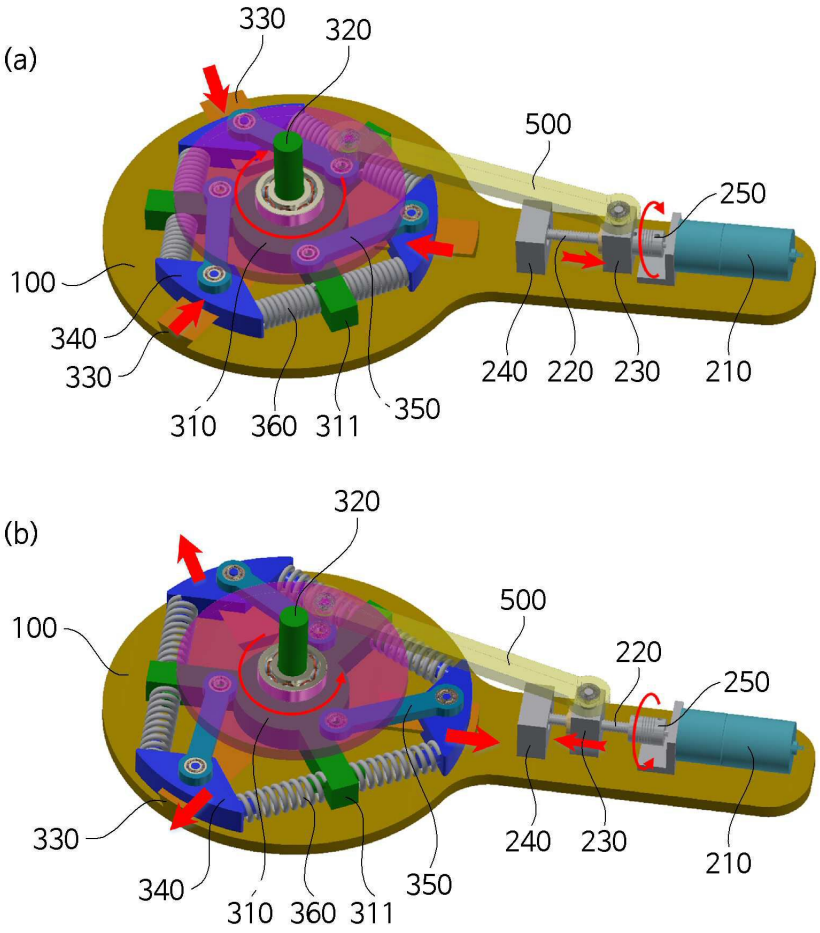
100 : 하우징
200 : 동력부
210 : 모터
220 : 볼 스크류 샤프트
230 : 볼 너트
240 : 방지블록
250 : 커플링
300 : 출력부
310 : 아웃풋 엘리먼트
311 : 스포크
320 : 출력축
330 : 레일
340 : 순환모듈
350 : 숏바
360 : 스프링
400 : 회전판
500 : 롱바
A : 액추에이터
B : 베이스
L : 출력링크
S : 실린더

도면

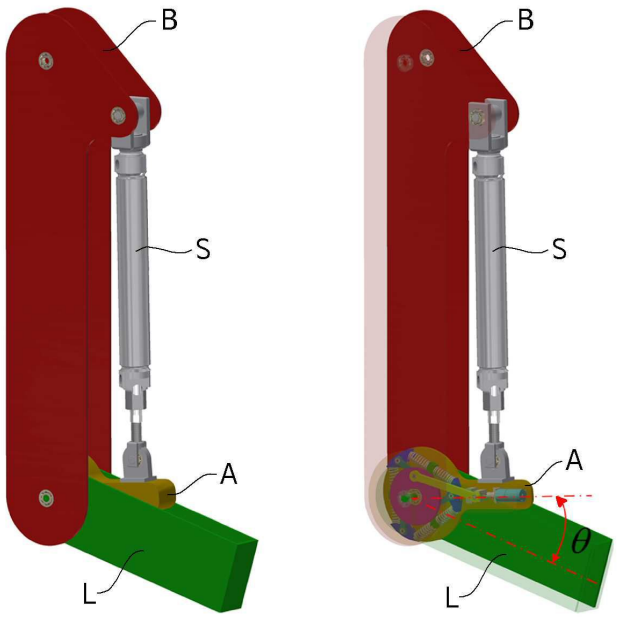
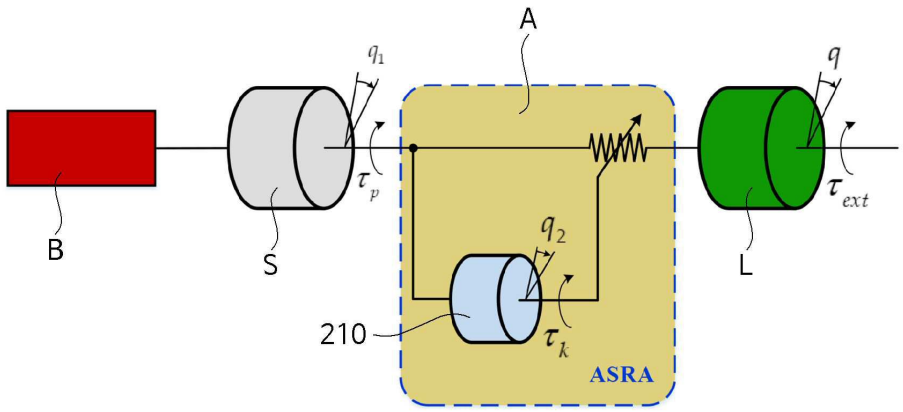
도면1



도면2


(a)
330
320
500
250
100
340
330
240
220
230
210
310
360
311
350
(b)
320
100
500
220
250
330
340
240
230
210
310
360
311
350

도면3


B
S
A
L
B
S
A
θ
L

도면4