



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월30일
(11) 등록번호 10-1843530
(24) 등록일자 2018년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 19/06 (2006.01) B25J 9/00 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) B25J 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 19/06 (2013.01)
B25J 9/0006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0006934
(22) 출원일자 2018년01월19일
심사청구일자 2018년01월19일
(56) 선행기술조사문헌
KR101574209 B1
KR101779100 B1
US20080066574 A1

(73) 특허권자
엘아이지넥스원 주식회사
경기도 용인시 기흥구 마북로 207 (마북동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
유재관
경기도 용인시 기흥구 연원로 49, 103동 1702호
(보정동, 연원마을정원상떼빌아파트)
진택성
경기도 용인시 수지구 달맞이로 49, 501호 (죽전동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 10 항

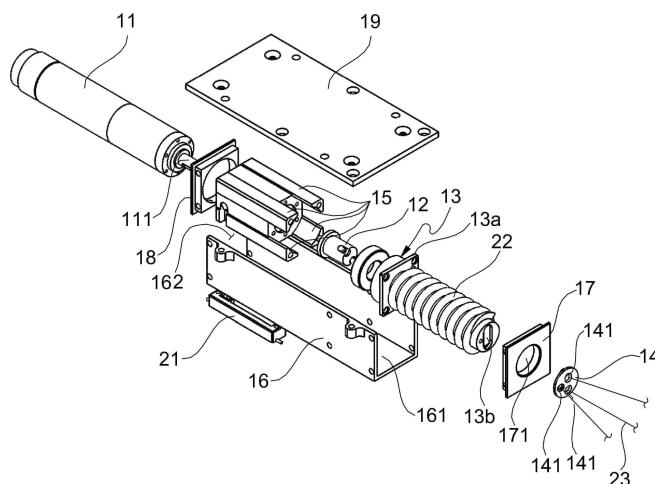
심사관 : 조은용

(54) 발명의 명칭 줄 꼬임 장치

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치는, 전방 덮개 및 후방 덮개를 포함하는 하우징; 전방 부위가 상기 후방 덮개 쪽으로 결합되는 구동모터; 상기 하우징 내부에 위치하는 것으로서, 상기 구동모터와 연결되어 상기 구동모터의 구동에 의해 회전하는 줄 감개; 상기 하우징 내부에 위치하며 내부에서 줄 꼬임이 이루어지는 것으로서 후방 내측에 상기 줄 감개가 위치하고 전방 부위가 전방 덮개에 연결되는 줄 채임버; 상기 줄 채임버의 외측에 구비되는 탄성체; 상기 줄 채임버 전방에 위치하는 것으로서, 복수의 구멍이 구비되는 마개; 상기 구동모터의 전방 부위가 내측으로 관통 결합되는 것으로서, 상기 줄 채임버 후방의 하우징 내부 구간에 위치하는 리니어 가이드; 및 꼬임이 가능하도록 복수로 구성되는 것으로서, 일측 단부가 상기 마개의 구멍을 통과하여 상기 줄 채임버 내부를 통해 상기 줄 감개와 연결되는 줄; 을 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B25J 9/0009 (2013.01)

B25J 9/1005 (2013.01)

B25J 9/126 (2013.01)

(72) 발명자

공경철

서울특별시 관악구 봉천로 387, 102동 1304호 (봉천동, 두산아파트)

최민규

서울특별시 양천구 신목로2길 21-13, 201호 (신정동)

서영식

전라남도 강진군 강진읍 중앙로 172-1

명세서

청구범위

청구항 1

전방 덮개 및 후방 덮개를 포함하는 하우징;

전방 부위가 상기 후방 덮개 쪽으로 결합되는 구동모터;

상기 하우징 내부에 위치하는 것으로서, 상기 구동모터와 연결되어 상기 구동모터의 구동에 의해 회전하는 줄 감개;

상기 하우징 내부에 위치하며 내부에서 줄 꼬임이 이루어지는 것으로서 후방 내측에 상기 줄 감개가 위치하고 전방 부위가 전방 덮개에 연결되는 줄 채임버;

상기 줄 채임버의 외측에 구비되는 탄성체;

상기 줄 채임버 전방에 위치하는 것으로서, 복수의 구멍이 구비되는 마개;

상기 구동모터의 전방 부위가 내측으로 관통 결합되는 것으로서, 상기 줄 채임버 후방의 하우징 내부 구간에 위치하는 리니어 가이드; 및

꼬임이 가능하도록 복수로 구성되는 것으로서, 일측 단부가 상기 마개의 구멍을 통과하여 상기 줄 채임버 내부를 통해 상기 줄 감개와 연결되는 줄;

을 포함하는 줄 꼬임 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄성체는,

스프링인 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 탄성체는,

일측 단부가 상기 줄 채임버의 외주에 구비되는 걸림단부에 밀착되고 타측 단부는 상기 전방 덮개에 밀착되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 하우징의 일측에는,

베이스 프레임이 구비되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 하우징 일측에는,

축이 상기 리니어 가이드와 연결되는 리니어 포텐서미터가 구비되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 리니어 포텐서미터의 축 이동거리를 통해 상기 리니어 가이드의 위치 변화량을 측정하고, 상기 위치 변화량을 통해 상기 탄성체의 위치 변화량을 측정하는 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 줄 채임버의 전방에는,

상기 줄이 통과할 수 있는 가로 폭보다 세로 폭이 더 긴 홀이 구비되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 전방 덮개에는,

관통공이 구비되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 줄 채임버의 전방 부위는,

상기 전방 덮개의 관통공을 통해 드나드는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 관통공에는,

상기 줄 채임버의 전방 부위 또는 마개가 대응 결합되는 것을 특징으로 하는 줄 꼬임 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 착용형 로봇 시스템, 정밀 제어 및 큰 구동력이 요구되는 선형 구동기 등과 같은 장치에 사용하는 줄 꼬임 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 착용형 로봇 시스템은 최소의 중량, 낮은 기계적 임피던스 및 높은 출력 및 정밀한 출력 구현이 가능한 구동기를 신체에 부착하고, 착용자의 움직임을 방해하지 않으면서 보조해야 하는 시스템이다. 착용형 로봇 시스템의 하중 신장을 위한 인체 상지 관절에 근력보조를 하기 위해서는 높은 동력을 요구한다. 요구 동력을 출력하기 위해 구동기 무게가 증가할 경우 인체가 착용하는 로봇시스템의 무게가 무거워지므로 인체의 부담이 늘어날 수 있다. 착용형 로봇에서 근력 보조를 위해 필요한 구동력이 정밀하게 전달되지 않을 경우 효과적인 근력 보조가 어려우며 의도하지 않은 힘 전달은 인체에 부담으로 작용하여 인체에 피로감을 유발할 수 있다. 강체로 구현된 하드 착용형 로봇을 이용하여 상지 근력을 보조하는 경우 상지의 관절의 높은 자유도와 넓은 운동 범위를 구현하기 위해 로봇의 구조적 복잡성이 증대하고 그에 따라 로봇 중량이 증가하게 되는 문제가 있다. 그런데 강체로 구성된 착용형 로봇 시스템은 오동작 시 착용자의 관절에 직접적으로 강한 힘을 가하게 되고 이는 착용자의 안전성을 보장할 수 없는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 케이블, 줄, 공압 근육과 같은 유연한 소재로 힘을 전달하는 소프트 착용형 로봇이 개발되고 있다. 소프트 착용형 로봇은 구동기의 구조적 복잡성과 전체 로봇 시스템의 무게의 최소화가 가능하며, 상대적으로 유연한 소재로 힘을 전달하기 때문에 강체 로봇 시스템에 비하여 로봇 구동 시 인체의 안전성을 보장하는 것이 용이하다. 그러나 현재까지 개발된 소프트 착용형 로봇의 구동기는 착용자의 정밀하고 큰 구동력 전달에 제한이 있다. 종래 개발된 기술로 릿을 활용하여 동력 전달하는 구동기, 공압 근육내 공기압을 조절하여 수축 이완을 통해 동력을 전달하는 공압 근육 구동기, 일반적

인 줄꼬임 구동기가 개발된 바 있다. 낚시 대의 릴과 같은 방식의 동력 전달 방식의 경우 구동모터와 연결된 릴을 회전시켜 줄을 감아 동력을 전달한다. 공압 근육 내 공기압을 조절하여 발생된 수축, 이완을 통해 동력을 전달한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1574209호(2015.12.11. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 전술한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예는 착용형 상지 근력 보조 로봇을 위한 유연한 소재를 활용하여 구조적으로 간단하며 정밀하고 큰 동력을 전달할 수 있는 줄 꼬임 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 전술한 목적을 이루기 위해 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치는, 전방 덮개 및 후방 덮개를 포함하는 하우징; 전방 부위가 상기 후방 덮개 쪽으로 결합되는 구동모터; 상기 하우징 내부에 위치하는 것으로서, 상기 구동모터와 연결되어 상기 구동모터의 구동에 의해 회전하는 줄 감개; 상기 하우징 내부에 위치하며 내부에서 줄 꼬임이 이루어지는 것으로서 후방 내측에 상기 줄 감개가 위치하고 전방 부위가 전방 덮개에 연결되는 줄 채임버; 상기 줄 채임버의 외측에 구비되는 탄성체; 상기 줄 채임버 전방에 위치하는 것으로서, 복수의 구멍이 구비되는 마개; 상기 구동모터의 전방 부위가 내측으로 관통 결합되는 것으로서, 상기 줄 채임버 후방의 하우징 내부 구간에 위치하는 리니어 가이드; 및 꼬임이 가능하도록 복수로 구성되는 것으로서, 일측 단부가 상기 마개의 구멍을 통과하여 상기 줄 채임버 내부를 통해 상기 줄 감개와 연결되는 줄; 을 포함할 수 있다.

[0006] 또한, 상기 탄성체는 스프링일 수 있다.

[0007] 또한, 상기 탄성체는 일측 단부가 상기 줄 채임버의 외주에 구비되는 걸림단부에 밀착되고 타측 단부는 상기 전방 덮개에 밀착될 수 있다.

[0008] 또한, 상기 하우징의 일측에는 베이스 프레임이 구비될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 하우징 일측에는 축이 상기 리니어 가이드와 연결되는 리니어 포텐서미터가 구비될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 리니어 포텐서미터의 축 이동거리를 통해 상기 리니어 가이드의 위치 변화량을 측정하고, 상기 위치 변화량을 통해 상기 탄성체의 위치 변화량을 측정할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 줄 채임버의 전방에는 상기 줄이 통과할 수 있는 가로 폭보다 세로 폭이 더 긴 홀이 구비될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 전방 덮개에는 관통공이 구비될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 줄 채임버의 전방 부위는 상기 전방 덮개의 관통공을 통해 드나들 수 있다.

[0014] 또한, 상기 관통공에는 상기 줄 채임버의 전방 부위 또는 마개가 대응 결합될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치에 의하면, 근력 보조를 목적으로 하는 상지 착용형 로봇 시스템에 적용할 수 있다.

[0016] 또한, 하중을 신장하기 위한 근력 보조 부위에 큰 동력을 전달할 수 있다.

[0017] 또한, 유연 소재를 이용하여 무게가 가볍다.

[0018] 또한, 하중을 신장하기 위한 충분한 동력을 제공할 수 있다.

- [0019] 또한, 동력 전달을 위한 착용자 움직임에 제한이 적다.
- [0020] 또한, 급작스런 큰 충격을 완화해주므로 안정성을 확보할 수 있다.
- [0021] 또한, 탄성체를 통해 힘을 측정할 수 있으므로 정밀한 동력 전달이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 하우징 상부가 개방된 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 분리 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 줄 꼬임 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 탄성체가 압축되는 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 채임버 및 탄성체의 확대도이다.
- 도 7은 일반적인 줄 꼬임 장치의 수학적 해석을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 수학적 해석을 나타내는 도면이다.
- 도 9, 10은 일반적인 줄 꼬임 장치와 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 비교 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0024] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 구성을 설명한다.
- [0025] 도 1, 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치는, 줄 채임버(13)를 감싸는 하우징(16), 구동모터(11), 구동모터(11)와 연결되는 줄 감개(12), 내부에서 줄 꼬임이 이루어지는 줄 채임버(13), 줄 채임버(13) 외측에 결합되는 탄성체(22), 하우징(16)의 전방 덮개(17)에 구비되는 마개(14), 하우징(16) 내부에 위치하는 것으로서 하우징(16)의 길이방향으로 직선 운동을 하는 리니어 가이드(15) 및 구동모터(11)에 의해 꼬임이 이루어지는 줄(23)을 포함한다.
- [0026] 도 3, 6에 도시된 바와 같이 하우징(16)은 전방 덮개(17) 및 후방 덮개(18)를 포함한다. 하우징(16)의 구조에는 제한이 없다. 예컨대, 하우징(16)은 전, 후, 상부가 개방된 구조일 수 있다.
- [0027] 하우징(16)의 일측 개구부(161)에는 전방 덮개(17)가 결합된다. 하우징(16)의 타측 개구부(162)에는 후방 덮개(18)가 대응 결합된다. 전방 덮개(17) 쪽으로 꼬임 줄(23)이 삽입된다.
- [0028] 후방 덮개(18) 쪽으로 구동모터(11)가 결합된다. 하우징(16)의 개방된 상부 측에는 베이스 프레임(19)이 결합될 수 있다. 베이스 프레임(19)에 의해 줄 꼬임 장치를 프레임에 부착할 수 있다.
- [0029] 전방 덮개(17)의 중앙에는 관통공(171)이 구비될 수 있다. 관통공(171)을 통해 줄 채임버(13)의 전방 부위가 외측으로 노출될 수 있다. 관통공(171)에는 줄 채임버(13)의 전방 부위와 마개(14)가 대응 결합될 수 있다.
- [0030] 구동모터(11)는 전방 부위가 후방 덮개(18) 내측으로 결합된다. 구동모터(11)의 축(111) 부위는 줄 감개(12)와 연결된다.
- [0031] 줄 감개(12)는 하우징(16) 내부에 위치한다. 줄 감개(12)는 구동모터(11)와 연결되어 구동모터(11)의 구동에 의해 회전한다. 줄 감개(12)는 꼬임 대상인 줄(23)과 연결된다.
- [0032] 줄 채임버(13)는 하우징(16) 내부에 위치한다. 줄 채임버(13) 내부에서 줄(23) 꼬임이 이루어진다. 줄 채임버(13)는 충분한 줄(23) 꼬임 공간을 제공할 수 있도록 길이 방향으로 긴 형태를 이룬다.
- [0033] 줄 채임버(13) 후방 내측으로 줄 감개(12)가 위치한다. 줄 채임버(13)의 전방 부위는 전방 덮개(17)에

연결된다. 줄 채임버(13)의 외측 후방에는 걸림단부(13a)가 구비된다. 걸림단부(13a)에는 탄성체(22)의 일측 단부가 밀착된다.

- [0034] 줄 채임버(13)의 전방에는 홀(13b)이 구비될 수 있다. 홀(13b)을 통해 줄(23)이 줄 채임버(13) 내부로 삽입될 수 있다. 홀(13b)은 줄(23) 꼬임이 용이하게 이루어질 수 있도록 가로 폭은 좁고 세로 폭은 긴 구조로 형성된다.
- [0035] 탄성체(22)는 코일 스프링일 수 있다. 탄성체(22)는 줄 채임버(13)의 외측에 끼워진다. 탄성체(22)의 일측 단부는 줄 채임버(13)의 걸림단부(13a)에 밀착된다. 탄성체(22)의 타측 단부는 전방 덮개(17)에 밀착된다. 탄성체(22)는 걸림단부(13a)와 전방 덮개(17) 사이에 압축이 이루어진다.
- [0036] 마개(14)는 전방 덮개(17)에 결합될 수 있다. 마개(14)와 줄 채임버(13)의 전방 부위는 일치한다. 마개(14)는 줄 채임버(13) 전방에 위치한다. 마개(14)에는 복수의 구멍(141)이 구비된다. 구멍(141)을 통해 줄(23)이 삽입된다. 도면에는 구멍(141)이 3개인 것으로 도시되어 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 구멍(141)은 2개 또는 3개 이상 구비될 수 있다.
- [0037] 리니어 가이드(15)는 하우징(16) 내부에 위치한다. 리니어 가이드(15)는 줄 채임버(13)와 후방 덮개(18) 사이에 위치한다. 구동모터(11)는 전방 부위가 리니어 가이드(15)의 내측으로 관통결합된다. 리니어 가이드(15)의 내측으로 관통하여 노출되는 구동모터(11)의 축(111) 부위는 줄 감개(12)와 연결된다.
- [0038] 줄(23)은 꼬임 가능하도록 복수로 구성된다. 줄(23)은 일측 단부가 마개(14)의 구멍(141)을 통과하여 줄 채임버(13) 내부를 통해 줄 감개(12)와 연결된다. 줄(23)의 타측 단부는 동력전달대상인 로봇 팔 등과 같은 장치와 연결되어 동력을 전달할 수 있다.
- [0039] 리니어 포텐서미터(21)는 하우징(16) 일측에 위치한다. 리니어 포텐서미터(21)의 축(211)은 리니어 가이드(15)와 연결된다. 리니어 가이드(15)에는 리니어 포텐서미터(21)의 축(211)과 연결되는 대응 결합부가 구비될 수 있다.
- [0040] 도 5에 도시된 바와 같이 리니어 포텐서미터(21)의 축(211) 이동거리(L)를 통해 리니어 가이드의 위치 변화량을 측정할 수 있다. 이러한 위치 변화량을 통해 탄성체(22)의 위치 변화량을 측정할 수 있다.
- [0041] 리니어 포텐서미터(linear potentiometer)는 직선변위를 전기저항의 변화로 바꾸는 가변저항기로서, 이미 널리 알려진 기술이므로 상세한 구성설명은 생략한다.
- [0042] 다음은 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 과정을 설명한다.
- [0043] 도 4 (a)와 같이 구동모터(11)의 작동 전 상태에서는 줄(23)에 아무런 변화가 없다.
- [0044] 도 4 (b)와 같이 구동모터(11)의 구동에 의해 구동모터(11)의 축(111)과 연결된 줄 감개(12)가 회전한다. 줄 감개(12)가 회전에 따라 채임버(13) 내부에서 줄 감개(12)에 고정된 줄(23)의 꼬임이 이루어진다. 이러한 줄(23) 꼬임으로 인해 동력 전달 메커니즘을 구현할 수 있다.
- [0045] 다음은 본 발명의 실시예에 따른 직렬탄성구동 메커니즘에 대해 설명한다.
- [0046] 도 5 (a)와 같이 구동모터(11)의 구동 전 탄성체(22)는 신장 상태이다.
- [0047] 도 5 (b)와 같이 하우징(16)과 리니어 포텐서미터(21)의 고정 상태에서 구동모터(11)의 구동에 의해 구동모터(11)의 축(111)과 연결된 줄 감개(12)가 회전한다. 줄 감개(12)의 회전작동에 의해 줄 채임버(13) 내부에서 줄(23) 꼬임이 이루어진다.
- [0048] 줄(23) 꼬임으로 인해 구동모터(11)는 전방으로 당겨진다. 구동모터(11)가 전방으로 당겨짐에 따라 리니어 가이드(15)와 줄 채임버(13)가 전방 덮개(17) 방향으로 이동한다. 리니어 가이드(15)와 줄 채임버(13)는 구동모터(11)의 미는 힘에 의해 리니어 포텐서미터(21)의 축(211) 이동거리(L) 만큼 전진 이동한다.
- [0049] 줄 채임버(13)의 이동에 의해 걸림단부(13a)가 탄성체(22)의 후단을 밀기 때문에 전방 덮개(17)와 걸림단부(13a) 사이의 거리가 좁혀지고, 이로 인해 신장되어 있던 탄성체(22)가 압축된다. 이때, 줄 채임버(13)의 전방 부위는 마개(14)와 함께 전방 덮개(17)의 관통공(171)을 통해 외측으로 나온다.
- [0050] 리니어 포텐서미터(21)의 축(211) 이동거리(L)를 통해 리니어 가이드(15)의 위치 변화량을 측정할 수 있고, 이로 인해 탄성체(22)의 위치 변화량을 측정할 수 있다.

- [0051] 리니어 가이드(15)의 위치 변화량은 압축스프링인 탄성체(22)의 위치 변화량과 동일하므로 리니어 포텐서미터(21)의 축(211) 이동거리(L)를 이용하여 탄성체(22)의 위치 변화량 측정할 수 있다.
- [0052] 측정된 위치 변화량은 스프링 상수를 이용하여 줄(23)의 장력 추정이 가능하다. 추정된 장력 정보를 통해 필요 동력을 출력하기 위한 되먹임 제어기 등과 같은 장치에 이용 가능하므로 정밀한 동력 생성이 가능하다.
- [0053] 이와 같이 본 발명의 실시예는 줄 채임버(13)와 줄 채임버(13)에 결합되는 탄성체(22)를 이용하여 직렬탄성구동 메커니즘을 구현할 수 있다.
- [0054] 도 7과 같이 일반적인 줄 꼬임 구동기의 수학적 해석을 시도하면, 모터 회전속도에 따른 끝단의 구동 속도의 비율(감속비)은 $\frac{l_d}{\theta_m} = \frac{r^2 \theta_m}{\sqrt{L^2 - (r\theta_m)^2}}$ (r =줄 꼬임 반경, L =줄 길이, l_d =구동 거리, θ_m =모터 회전각)로 계산할 수 있다.
- [0055] 도 8과 같이 본 발명의 실시예는 도시된 수식을 통해 모터 회전각에 따른 구동 거리, 감속비를 계산할 수 있다. 본 발명의 실시예의 수학적 해석을 시도하면, 모터 회전 속도에 따른 끝단의 구동 속도의 비율(감속비)은 $\frac{l_d}{\theta_m} = \frac{r^2 \theta_m}{\sqrt{D^2 + (r\theta_m)^2}}$ (r =줄 꼬임 반경, D =줄 꼬임 영역, l_d =구동 거리, θ_m =모터 회전각)로 계산할 수 있다. 위 식에서 모터가 회전하여 $r\theta_m \gg D$ 의 조건을 만족하면 $\frac{l_d}{\theta_m} = \frac{r^2 \theta_m}{\sqrt{D^2 + (r\theta_m)^2}} \approx r$ 의 식과 같이 줄 꼬임 반경의 값으로 수렴하여 감속비가 일정한 값으로 수렴함을 이론적으로 확인할 수 있다.
- [0056] 도 9, 10과 같이 일반적인 구동기 및 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치의 감속비를 비교하면, 종래의 줄 꼬임 구동기(파선 참조)의 경우 감속비가 가변하는 반면 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치(실선 참조)의 경우 감속비가 일정 값으로 수렴함을 확인할 수 있다.
- [0057] $F = \frac{1}{G} \tau_m$ (F =구동력, G =감속비, τ_m =모터 토크)의 관계식을 가지며, 감속비가 가변할 경우 필요 구동력을 출력하기 위한 모터 토크를 추정하기 어려워 정밀하게 동력을 출력함에 어려움이 발생하므로 감속비가 일정할수록 정밀한 동력을 출력하는 것이 용이하다.
- [0058] 종래의 일반적인 줄 꼬임 구동기의 경우 줄 전반에서 줄 꼬임이 발생하는 반면, 본 발명의 실시예에 따른 줄 꼬임 장치는 줄 채임버 내 영역으로 줄 꼬임이 발생하기 때문에 상대적으로 일정한 감속비를 제공할 수 있고 이로 인해 정밀한 동력 출력이 가능하다.
- [0059] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

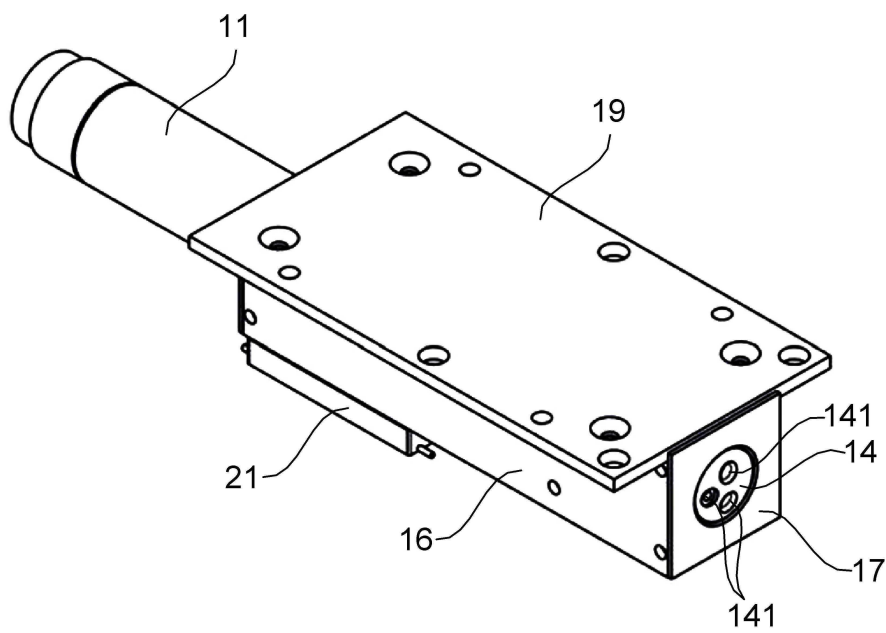
부호의 설명

- [0060] 11: 구동모터
12: 줄 감개
13: 줄 채임버
13a: 걸림단부
13b: 홀
14: 마개
15: 리니어 가이드
16: 하우징
17: 전방 덮개

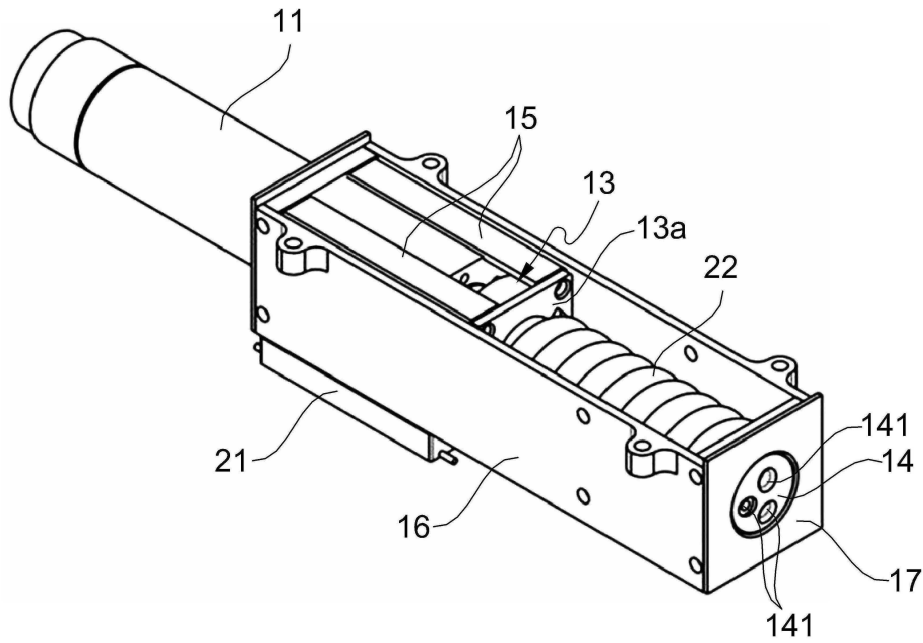
- 18:후방 덮개
- 19:베이스 프레임
- 21:리니어 포텐셔미터
- 22:탄성체
- 23:줄
- 111:축
- 141:구멍
- 161:일측 개구부
- 162:타측 개구부
- 171:관통공
- 211:축
- L:이동거리

도면

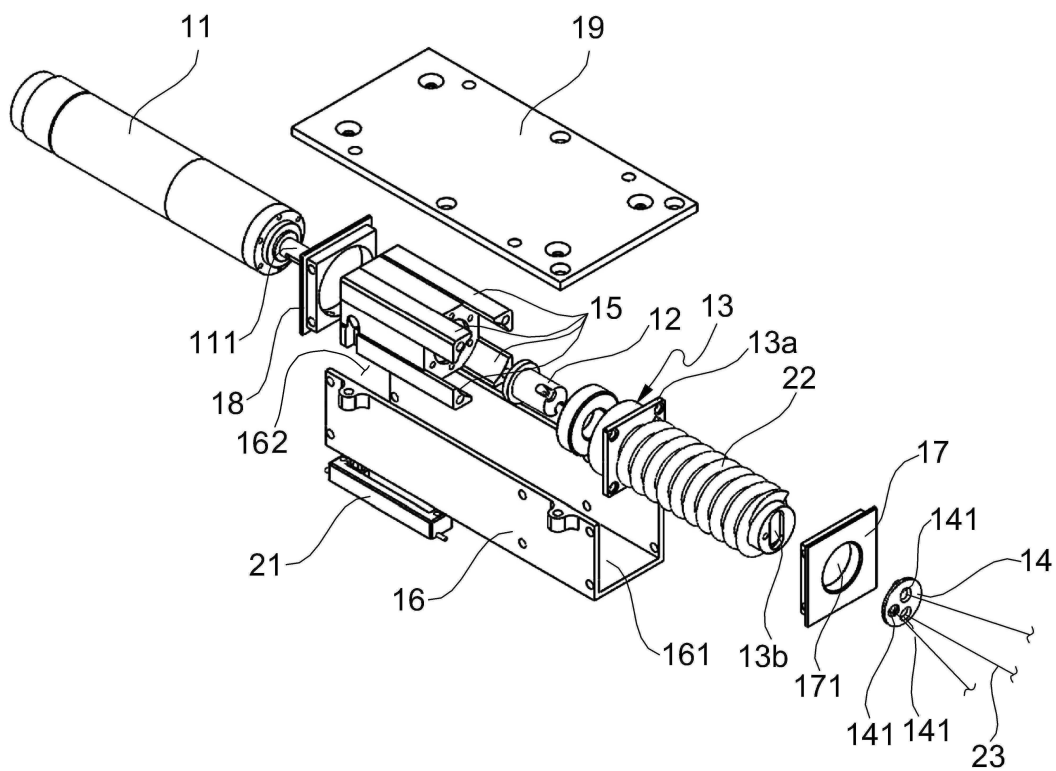
도면1



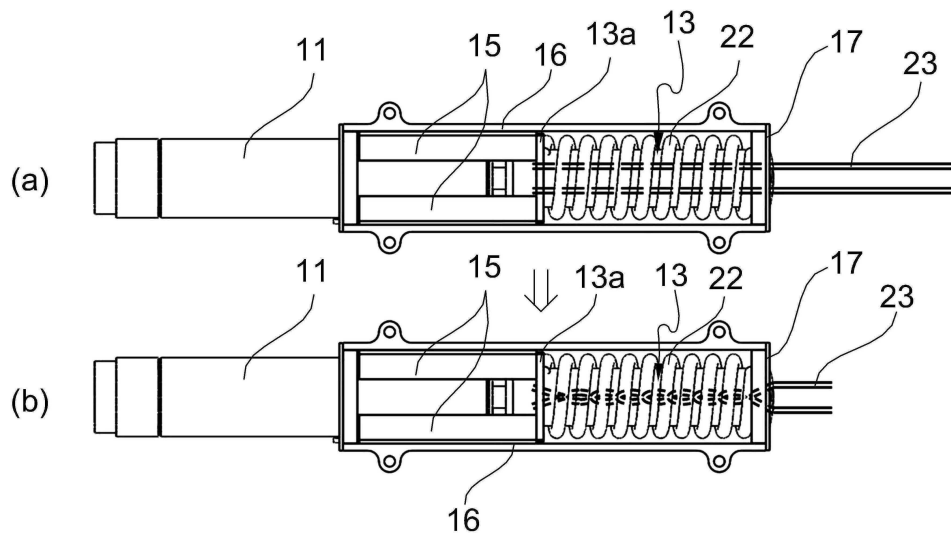
도면2



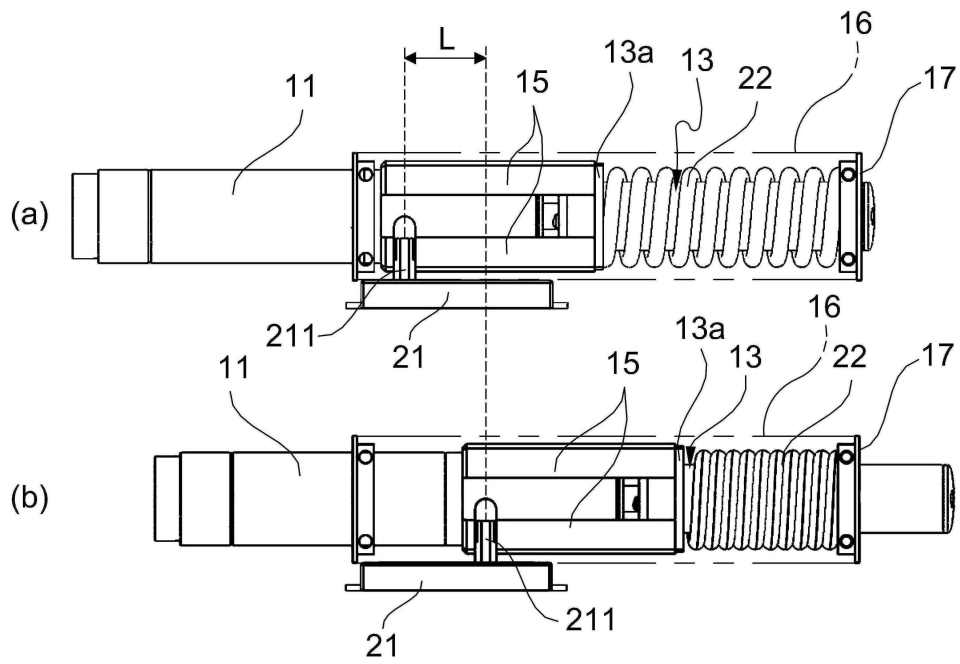
도면3



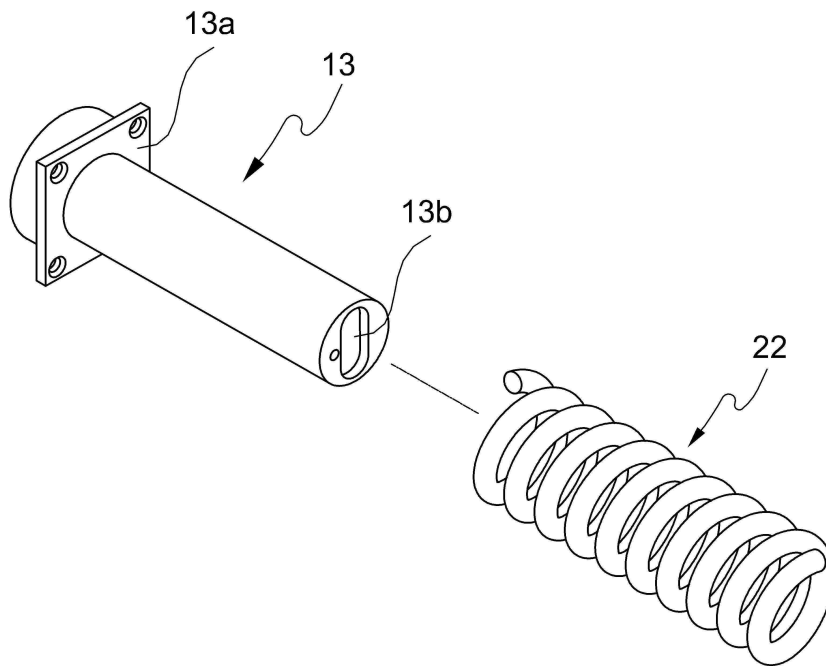
도면4



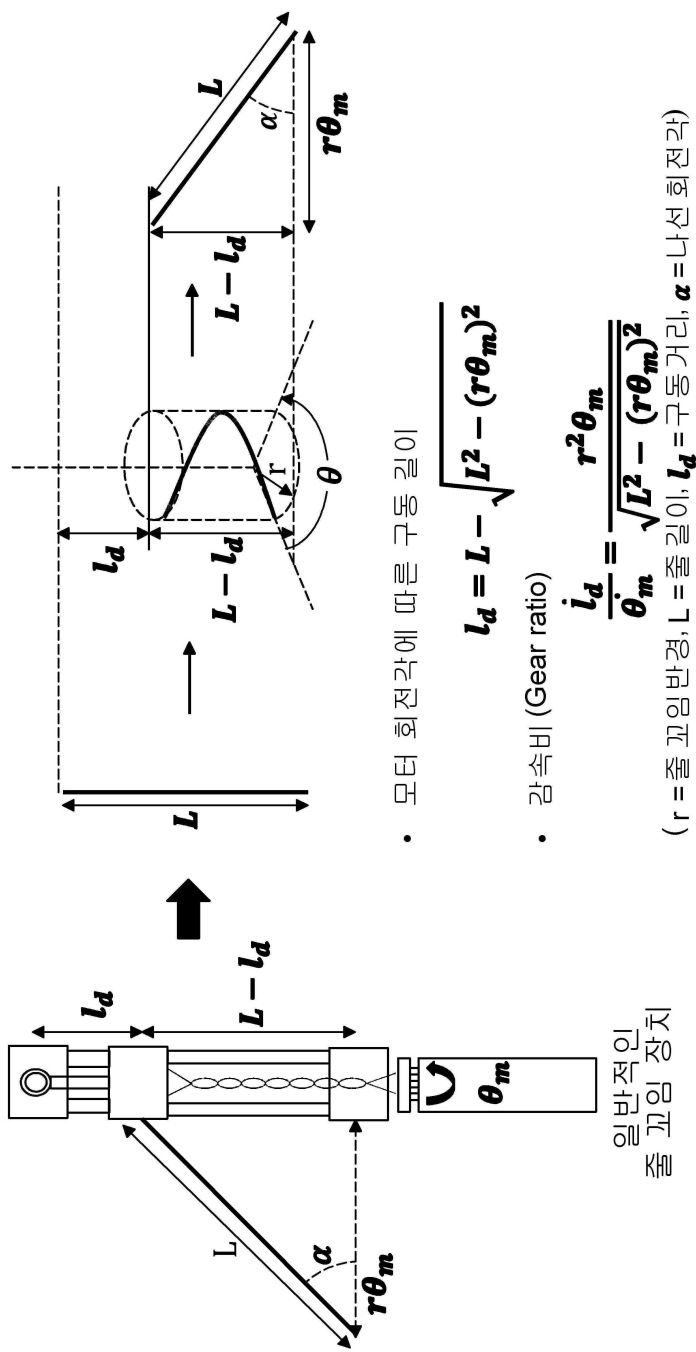
도면5

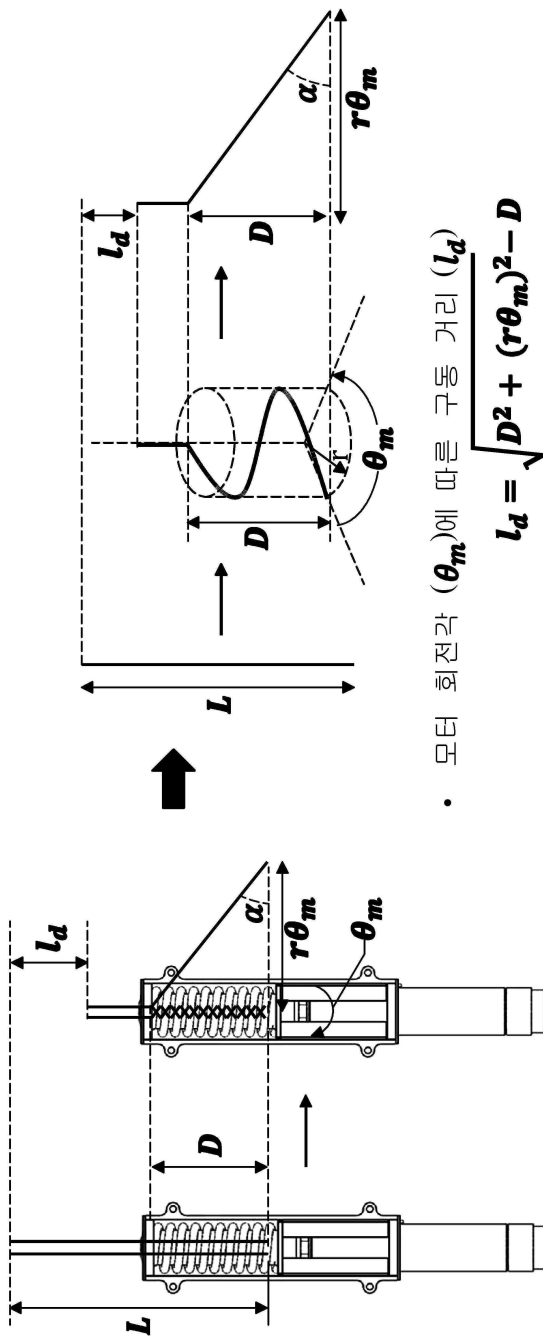


도면6



도면7





50
51
52

- 모든 회전자 (θ_m^w)에 따라 l_1^w 를

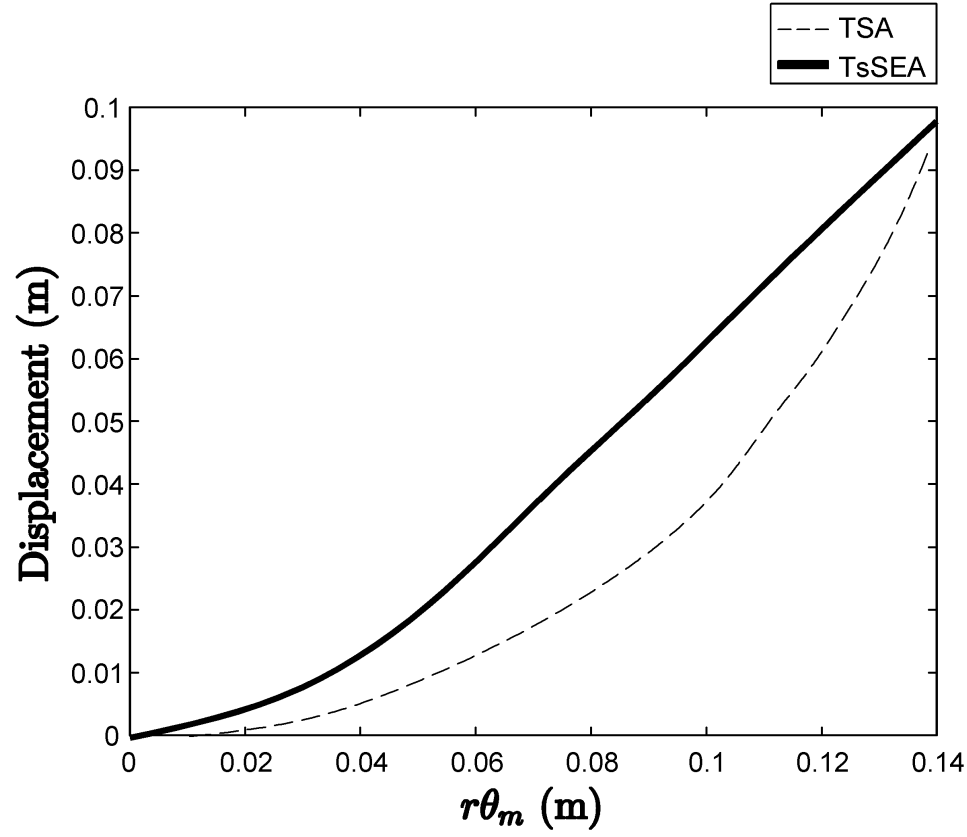
$$l_d = \sqrt{D^2 + (r\theta_m)^2} - D$$

- 감속비 (Gear ratio)

$$\frac{\dot{l}_d}{\dot{\theta}_m} = \frac{r^2 \theta_m}{\sqrt{D^2 + (r\theta_m)^2}}$$

($\mathbf{r} = \mathbf{r}_{\text{중심}}$, $\mathbf{L} = \mathbf{L}_{\text{중심}}$ 이, $\mathbf{D} = \mathbf{D}_{\text{중심}}$ 과, $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\alpha}_{\text{중심}}$)

도면9



도면10

