



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0168186
(43) 공개일자 2022년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F03G 7/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F03G 7/06143 (2021.08)

F05B 2280/5006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0168045

(22) 출원일자 2022년12월05일

심사청구일자 2022년12월05일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

후세인 포아드 모하메드 알리

이집트 벤하 13511 벤하대학교 벤하공학부 기계공학과

김영식

세종특별자치시 달빛로 80 가재마을12단지, 1208동 2302호

(74) 대리인

특허법인도담

전체 청구항 수 : 총 9 항

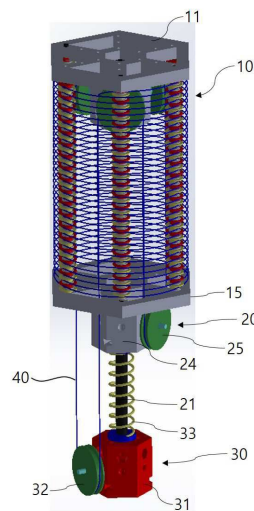
(54) 발명의 명칭 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액추에이터

(57) 요약

본 발명은, 선형 변위량을 극대화할 수 있고, 형상기억합금 와이어가 최소한의 공간에 최대한의 길이로 배치되게 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선하여 출력과 스트로크를 필요에 따라 변화시킬 수 있는 선형 액추에이터에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은, 내부에 공간을 형성하고 외부로 지지구조가 구비되는 제1고정모듈; 상기 제1고정모듈의 내부 공간에 장착되는 제2고정모듈; 일단은 상기 제2고정모듈에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동모듈; 및 상기 제2고정모듈에 대한 상기 이동모듈의 근접 또는 이격되는 길이에 비해 상대적으로 긴 길이로 제1고정모듈과 제2고정모듈을 둘러 배치된 상태에서 상기 이동모듈로 연장되어 배치되고, 온도 변화에 따라 수축 또는 신장되면서 상기 이동모듈을 구동하는 형상기억합금 와이어;를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109287
과제번호	2017R1A2B4008056
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	생체에서 영감을 얻은 모듈형 형상기억합금 스마트 액추에이터를 적용한 진보된 이
동성 및 작업성을 갖는 생체영감 소프트 로봇	
기 여 율	1/4
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711140276
과제번호	2021R1H1A2093798
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	생체모방 파동형 이동이 가능한 소프트 로봇 설계
기 여 율	1/4
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2021.09.01 ~ 2022.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711145354
과제번호	2019H1D3A1A01071124
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	인재활용확산지원(R&D)
연구과제명	딥러닝을 활용한 사용자 설정이 가능한 새로운 스마트 외골격 시스템의 최적화 및
제어 연구	

기 여 율	1/4
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711153346
과제번호	2022R1A2C1011462
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	자연에서 영감을 받은 형상기억소재 기반 멀티 스마트 액추에이터 및 인공근육 번들
시스템 설계와 로봇 응용 연구	
기 여 율	1/4
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 공간을 형성하고 외부로 지지구조가 구비되는 제1고정모듈(10);

상기 제1고정모듈(10)의 내부 공간에 장착되는 제2고정모듈(20);

일단은 상기 제2고정모듈(20)에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동모듈(30); 및

상기 제2고정모듈(20)에 대한 상기 이동모듈(30)의 근접 또는 이격되는 길이에 비해 상대적으로 긴 길이로 제1고정모듈(10)과 제2고정모듈(20)을 둘러 배치된 상태에서 상기 이동모듈(30)로 연장되어 배치되고, 온도 변화에 따라 수축 또는 신장되면서 상기 이동모듈(30)을 구동하는 형상기억합금 와이어(40);를 포함하는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1고정모듈(10)은,

상호 간에 이격 설치된 제1지지판(11) 및 제2지지판(15)과,

상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15) 간을 설정 간격으로 이격 배치되도록 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15) 사이를 연결하고 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15)의 테두리측을 둘러 배치되는 복수개의 지지축(16)로 이루어지는 지지구조를 포함하고,

상기 복수개의 지지축(16)에는 상기 형상기억합금 와이어(40)가 상호 이격되게 나선형으로 감기는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1지지판(11) 및 제2지지판(15)은,

내부 공간에 장착되는 이동가이드축(21)이 통과할 수 있는 통공이 형성되고 상기 통공 주변으로 상기 제1고정부(22) 또는 제2고정부(24)를 장착하기 위한 제1장착공을 구비하는 코어부(12)와,

상기 코어부(12)에 대해 일정 간격 방사상 확장되게 배치되는 외곽부(13)와,

상기 제1고정부(22)와 제2고정부(24) 및 이동부(31)의 각 폴리에 걸쳐지는 형상기억합금 와이어(40)가 통과하는 통과공이 형성되게 상기 코어부(12)와 외곽부(13)를 연결하며, 상기 지지축(16)이 장착될 수 있는 제2장착공을 구비하는 연결부(14)를 포함하는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연결부(14)는 상기 코어부(12)와 외곽부(13) 사이에서 6개로 형성되고, 각각에 지지축(16)을 장착하는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 지지축(16)에는, 상기 형상기억합금 와이어(40)를 지지하면서 상기 와이어(40)의 선형 변위에 따라 회동 가능한 지지폴리(17)가 장착되는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 지지폴리(17)는 복수개로 이루어져 상기 각 지지축(16)을 따라 적층되게 배치되는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 제2고정모듈(20)은,

일정 길이로 형성되는 봉 형상의 이동가이드축(21);

상기 이동가이드축(21)의 일단에 고정되고 하나 이상의 제1폴리(23)가 장착되는 제1고정부(22); 및

상기 이동가이드축(21)의 중단에 고정되고 하나 이상의 제2폴리(25)를 구비하는 제2고정부(24);를 포함하고,

상기 제1폴리(23)와 제2폴리(25)는 상기 이동가이드축(21)과 평행하게 배치되는 상기 형상기억합금 와이어(40)가 상기 제1폴리(23)와 제2폴리(25)에 순차적으로 걸쳐지도록 상기 각 고정부의 길이방향을 따라 교번하여 배치되는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 이동모듈(30)은,

상기 이동가이드축(21)의 타단에 슬라이드 가능하게 장착되고, 상기 제2고정모듈(20)로부터 연장되는 상기 형상기억합금 와이어(40)가 상기 제1폴리(23) 및 제2폴리(25)와 교번하여 감겨지는 하나 이상의 이동폴리(32)가 장착되는 이동부(31); 및

상기 형상기억합금 와이어(40)의 수축 또는 신장에 따른 상기 제2고정부(24)에 대한 이동부(31)의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부(24)와 이동부(31) 사이에서 상기 이동가이드축(21) 방향으로 장착되는 스프링(33);을 포함하는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 이동부(31)에는, 상호 반비례하는 출력과 스트로크를 구현하기 위하여 1개 내지 3개의 이동폴리(32)가 장착되는 것을 특징으로 하는 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터.

이터.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는, 선형 변위량을 극대화할 수 있고, 형상기억합금 와이어가 최소한의 공간에 최대한의 길이로 배치되게 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선하여 출력과 스트로크를 필요에 따라 변화시킬 수 있는 선형 액츄에이터에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 형상기억합금(Shape Memory Alloy)이란 다른 모양으로 변형시키더라도 가열에 의하여 다시 변형 전의 모양으로 되돌아오는 성질을 가진 합금을 말한다. 예를 들면 곧게 뻗은 형상기억합금의 막대를 코일 모양으로 구부려 놓고 얼마 있다가 열을 가하면 마치 이전의 모양을 기억하고 있었던 것처럼 곧게 펴지게 된다.
- [0004] 즉, 형상기억합금은 고온의 오스테나이트 상에서 형상을 기억시킨 후 저온의 마르텐사이트 상에서 변형시키고 온도를 올려 주면 원래의 오스테나이트 상으로 바뀌면서 큰 응력을 발생시킴과 동시에 원래의 기억된 형상으로 복원하는 특성을 나타내며, 형상을 기억시킨 특성에 따라서 일방향성(고온에서만 기억)과 이방향성(고온과 저온에서 기억)을 나타낸다.
- [0005] 따라서 일방향성 형상기억합금을 액츄에이터로 응용할 경우에는 복원성을 향상시키기 위해서 일반적으로 스프링을 같이 사용한다.
- [0006] 이러한 형상기억합금의 변형율은 3~5%이고, 발생력 및 에너지밀도면에서 다른 액츄에이터(압전소자, 정전액츄에이터, 전자액츄에이터 등)에 비해 우수한 특성을 가지고 있으며, 강자성 형상기억합금은 약 6%의 가역적인 변형을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.
- [0007] 형상기억합금의 변형율이 3~6% 정도에 머물러 있기 때문에 형상기억합금을 통한 액츄에이터는 길이변형 정도가 크지 않아도 무방한 분야에 적용될 수밖에 없는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1827815호(2018.02.05.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 선형 변위량을 극대화할 수 있는 선형 액츄에이터를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은, 형상기억합금 와이어가 최소한의 공간에 최대한의 길이로 배치되게 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선한 선형 액츄에이터를 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은, 출력과 스트로크를 필요에 따라 변화시킬 수 있는 선형 액츄에이터를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 특징에 따르면, 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터는, 내부에 공간을 형성하고 외부로 지지구조가 구비되는 제1고정모듈; 상기 제1고정모듈의 내부 공간에 장착되는 제2고정모듈; 일단은 상기 제2고정모듈에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동모듈; 및 상기 제2고정모듈에 대한 상기 이동모듈의 근접 또는 이격되는 길이에 비해 상대적으로 긴 길이로 제1고정모듈과 제2고정모듈을 둘러 배치된 상태에서 상기 이동모듈로 연장되어 배치되고, 온도 변화에 따라 수축 또는 신장되면서 상기 이동모듈을 구동하는 형상기억합금 와이어;를 포함한다.
- [0015] 상기 제1고정모듈은, 상호 간에 이격 설치된 제1지지판 및 제2지지판과, 상기 제1지지판과 제2지지판 간을 설정 간격으로 이격 배치되도록 상기 제1지지판과 제2지지판 사이를 연결하고 상기 제1지지판과 제2지지판의 테두리 측을 둘러 배치되는 복수개의 지지축로 이루어지는 지지구조를 포함하고, 상기 복수개의 지지축에는 상기 형상기억합금 와이어가 상호 이격되게 나선형으로 감긴다.
- [0016] 이때 상기 제1지지판 및 제2지지판은, 내부 공간에 장착되는 이동가이드축이 통과할 수 있는 통공이 형성되고 상기 통공 주변으로 상기 제1고정부 또는 제2고정부를 장착하기 위한 제1장착공을 구비하는 코어부와, 상기 코어부에 대해 일정 간격 방사상 확장되게 배치되는 외곽부와, 상기 제1고정부와 제2고정부 및 이동부의 각 폴리에 걸쳐지는 형상기억합금 와이어가 통과하는 통과공이 형성되게 상기 코어부와 외곽부를 연결하며, 상기 지지축이 장착될 수 있는 제2장착공을 구비하는 연결부를 포함할 수 있다.
- [0017] 그리고 상기 연결부는 상기 코어부와 외곽부 사이에서 6개로 형성되고, 각각에 지지축을 장착할 수 있다.
- [0018] 또한 상기 지지축에는, 상기 형상기억합금 와이어를 지지하면서 상기 와이어의 선형 변위에 따라 회동 가능한 지지폴리가 장착될 수 있다.
- [0019] 아울러 상기 지지폴리는 복수개로 이루어져 상기 각 지지축을 따라 적층되게 배치될 수 있다.
- [0020] 한편, 상기 제2고정모듈은, 일정 길이로 형성되는 봉 형상의 이동가이드축; 상기 이동가이드축의 일단에 고정되고 하나 이상의 제1폴리가 장착되는 제1고정부; 및 상기 이동가이드축의 중단에 고정되고 하나 이상의 제2폴리를 구비하는 제2고정부;를 포함하고, 상기 제1폴리와 제2폴리는 상기 이동가이드축과 평행하게 배치되는 상기 형상기억합금 와이어가 상기 제1폴리와 제2폴리에 순차적으로 걸쳐지도록 상기 각 고정부의 길이방향을 따라 교번하여 배치될 수 있다.
- [0021] 그리고 상기 이동모듈은, 상기 이동가이드축의 타단에 슬라이드 가능하게 장착되고, 상기 제2고정모듈로부터 연장되는 상기 형상기억합금 와이어가 상기 제1폴리 및 제2폴리와 교번하여 감겨지는 하나 이상의 이동폴리가 장착되는 이동부; 및 상기 형상기억합금 와이어의 수축 또는 신장에 따른 상기 제2고정부에 대한 이동부의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부와 이동부 사이에서 상기 이동가이드축 방향으로 장착되는 스프링;을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0022] 이때 상기 이동부에는, 상호 반비례하는 출력과 스트로크를 구현하기 위하여 1개 내지 3개의 이동폴리가 장착될 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 긴 형상기억합금 와이어의 육각형 권선과 나선형 권선의 조합을 사용한 선형 액츄에이터에 의하면, 선형 변위량을 극대화할 수 있어 변형율의 한계를 극복하여 다양한 분야의 액츄에이터에 적용 적용가능하다는 장점이 있다.
- [0025] 또한 본 발명에 따르면, 형상기억합금 와이어가 최소한의 공간에 최대한의 길이로 배치되게 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선함으로써 최소 공간에서 최대 길이의 변형량을 갖는 액츄에이터의 제공이 가능하다는 효과가 있다.
- [0026] 따라서 본 발명에 따른 액츄에이터는 생체 모방 로봇 등 생체의 인공 근육과 유사한 구동을 요구하는 다양한 시스템에 적용 가능할 것이다. 예를 들면, 인체의 형상에 맞춤형 구동을 제공할 수 있어 외골격 및 웨어러블 근력 보조시스템 등의 응용 분야에 적용되어 큰 파급효과를 유발할 수 것으로 기대된다.
- [0027] 아울러, 본 발명에 의하면, 출력과 스트로크를 필요에 따라 변화시킬 수 있으므로 하나의 기본형태에서 다양한

출력과 스트로크를 발휘하는 액츄에이터의 구현이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액츄에이터의 구성을 도시한 사시도,
 도 2는 본 발명에 따른 제1고정모듈 및 제2고정모듈과 이동모듈 간의 결합관계를 도시한 사시도,
 도 3은 본 발명에 따른 제1고정모듈의 결합관계를 도시한 사시도,
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액츄에이터의 구성을 도시한 사시도,
 도 5는 본 발명에 따른 제1고정모듈과 제2고정모듈 간에 형상기억합금 와이어의 장착방식을 도시한 도면,
 도 6은 본 발명에 따른 제1고정모듈과 이동모듈 간에 형상기억합금 와이어의 장착방식을 도시한 도면,
 도 7은 본 발명에 따른 일실시예에 따른 액츄에이터의 작용을 도시한 사시도,
 도 8은 본 발명에 따른 다른 실시예에 따른 액츄에이터의 작용을 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명의 특징과 장점은 첨부된 도면에 의하여 설명되는 실시예에 의하여 보다 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0031] 본 발명의 실시예에 기재되거나 도면에 도시된 구성요소들의 구성 및 배열에 의해 본 발명의 응용이 제한되는 것은 아니다. 본 발명은 다른 실시예들로 구현될 수 있고, 다양한 방법으로 수행될 수 있다. 또한, 장치 또는 요소의 방향 등과 같은 용어들에 관하여 실시예에 사용된 표현 및 술어는 단지 본 발명의 설명을 단순화하기 위해 사용되며, 관련된 장치 또는 요소가 단순히 특정 방향을 가져야 함을 나타내거나 의미하지 않는다. 예를 들면, "제1", "제2"와 같은 용어가 본 발명을 설명하는 실시예와 청구항에 사용되는데, 이러한 용어가 상대적인 중요성 또는 취지를 나타내거나 의미하는 것으로 의도되지 않는다.
- [0032] 또한, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니되며, 발명자가 발명의 용어와 개념을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념에 입각하여 기재한 것으로 해석하여야 한다.
- [0033] 따라서 본 발명은 제시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재된 특허청구 범위에 기재된 기술상의 균등한 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능하다.
- [0034] 특히 풀리(pulley)는 측면에 홈이 파여져 있어 그 홈으로 와이어를 걸 수 있는 기계요소인데, 본 발명에 기재된 풀리는 상술한 구성인 것이 가장 바람직한 실시예를 나타내는 것일 뿐 그 구성에 한정되는 것은 아니고, SMA 와이어를 걸 수 있는 구성이라면 적용 가능하다. 예를 들면, 본 발명에서는 홈이 파여져 있지 않는 구성, 회전되지 않는 구성, 원형이 아닌 다각형 구성 등도 풀리의 대응구성으로 적용 가능하다.
- [0036] 다음에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액츄에이터의 구성을 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 제1고정모듈 및 제2고정모듈과 이동모듈 간의 결합관계를 도시한 사시도이며, 도 3은 본 발명에 따른 제1고정모듈의 결합관계를 도시한 사시도이다. 그리고 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 액츄에이터의 구성을 도시한 사시도이고, 도 5는 본 발명에 따른 제1고정모듈과 제2고정모듈 간에 형상기억합금 와이어의 장착방식을 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명에 따른 제1고정모듈과 이동모듈 간에 형상기억합금 와이어의 장착방식을 도시한 도면이다.
- [0039] 도시된 바와 같이, 일실시예에 따른 액츄에이터는 크게 제1고정모듈(10), 제2고정모듈(20), 이동모듈(30) 및 형상기억합금 와이어(40)를 포함하여 구성된다.
- [0040] 상기 제1고정모듈(10)은 내부에 공간을 형성하고 외부로 지지구조가 구비되는 것으로, 상기 지지구조로 제1고정

모듈(10)의 형상을 유지하면서 긴 길이의 형상기억합금 와이어(40)가 감겨질 수 있는 구조를 마련한다.

- [0041] 보다 상세히 설명하면, 상기 제1고정모듈(10)은, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 제1지지판(11)과 제2지지판(15) 및 지지축(16)으로 이루어지는 지지구조를 포함한다. 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15)은 상호 간에 이격 설치되고, 코어부(12), 외곽부(13) 및 연결부(14)를 포함한다.
- [0042] 상기 코어부(12)는 내부 공간에 장착되는 이동가이드축(21)이 통과할 수 있는 통공(12a)이 형성되고 상기 통공 주변으로 상기 제1고정부(22) 또는 제2고정부(24)를 장착하기 위한 제1장착공(12b)을 구비한다.
- [0043] 또한 상기 외곽부(13)는 상기 코어부(12)에 대해 일정 간격 방사상 확장되게 배치된다.
- [0044] 그리고 상기 연결부(14)는 상기 제1고정부(22)와 제2고정부(24) 및 이동부(31)의 각 폴리에 걸쳐지는 형상기억합금 와이어(40)가 통과하는 통과공(14a)이 형성되게 상기 코어부(12)와 외곽부(13)를 연결하며, 상기 지지축(16)이 장착될 수 있는 제2장착공(14b)을 구비한다. 본 실시예에서는 이러한 연결부(14)는 상기 코어부(12)와 외곽부(13) 사이에서 6개로 형성되고, 각각에 지지축(16)을 장착한다.
- [0045] 한편, 지지축(16)은 복수개로 이루어지는 것으로, 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15) 간을 설정 간격으로 이격 배치되도록 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15) 사이를 연결하고 상기 제1지지판(11)과 제2지지판(15)의 테두리측을 둘러 배치된다. 그리고 상기 복수개의 지지축(16)에는 상기 형상기억합금 와이어(40)가 상호 이격되게 나선형으로 감기게 된다.
- [0046] 형상기억합금 와이어(40)의 권취를 위하여 상기 지지축(16)에는 지지폴리(17)가 장착된다. 상기 지지폴리(17)는 형상기억합금 와이어(40)를 지지하면서 상기 와이어(40)의 선형 변위에 따라 회동하도록 구성된다.
- [0047] 상기 지지축(16)에는, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같은 형상기억합금 와이어(40)가 촘촘하게 장착될 수 있으므로 이를 위해 상기 지지폴리(17)는 복수개로 이루어져 상기 각 지지축(16)을 따라 적층 배치된다. 이러한 구성을 통해 형상기억합금 와이어(40)는 지지폴리(17)에 지지되어 상기 지지축(16)의 외곽을 둘러 나선형으로 배치될 수 있다.
- [0048] 이와 같은 제1고정모듈(10)의 구성에 의해 형상기억합금 와이어(40)는 6개의 지지축(16)에 의해 육각형 권선을 이루면서 적층 배치된 각 지지축을 둘러 배치되면서 나선형 권선을 이루게 되고 이러한 육각형 권선과 나선형 권선의 조합으로 형상기억합금 와이어는 적은 부피에 길게 배치될 수 있게 된다.
- [0049] 이때 지지축(16)과 지지폴리(17)를 통한 형상기억합금 와이어(40)의 나선형 배치는, 긴 길이의 형상기억합금 와이어를 권취시키기 위한 구성에일 뿐 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 상하 이격 배치되는 다수개의 폴리에 형상기억합금 와이어(40)가 상하방향으로 지그재그 형태로 감겨질 수도 있다.
- [0050] 또한 제2고정모듈(20)은 상기 제1고정모듈(10)의 내부 공간에 장착되는 것으로, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 이동가이드축(21), 제1고정부(22) 및 제2고정부(24)를 포함한다.
- [0051] 이동가이드축(21)은 일정 길이로 형성되는 봉 형상으로서 액츄에이터의 선형 변형을 지지하면서 가이드하는 역할을 수행한다.
- [0052] 제1고정부(22)는 상기 이동가이드축(21)의 일단에 고정되고 측면에 하나 이상의 제1폴리(23)가 장착된다. 상기 제1고정부(22)는 육각기둥 형태(hexagonal architecture)로 이루어지고 그 중앙에 이동가이드축(21)이 삽입되어 고정된다.
- [0053] 상기 육각기둥 형태에 의한 6개의 측면 중 하나 이상에는 제1폴리(23)가 장착된다. 상기 제1폴리(23)는 상기 제1고정부(22)의 측면에 하나만 장착되거나, 2개 또는 3개 장착될 수 있고, 인접한 측면은 비운 상태로 등각 배열된다.
- [0054] 상기 제1폴리(23)의 중앙으로는 연결축(23a)이 관통하고 상기 연결축은 상기 제1고정부(22)에 형성된 체결공(23b)에 장착되어 상기 제1폴리(23)가 제1고정부(22)의 측면에 설치되게 한다.
- [0055] 상기 제2고정부(24)는 상기 제1고정부(22)와 이격되게 상기 이동가이드축(21)에 고정된다. 제1고정부(22)와 이격되게 상기 이동가이드축(21)에 고정되는 제2고정부(24)의 측면에도 폴리가 장착된다. 즉, 제2고정부(24)에는 제2폴리(25)가 장착되고, 상기 제2폴리(25)는 상기 이동가이드축 방향으로 상기 제1폴리(23) 및 이동부(31)의 이동폴리(32)와 겹치지 않는 위치에 배치된다.
- [0056] 그리고 이동모듈(30)은 상기 제2고정모듈(20)에 연결되어 상기 제1고정모듈(10) 및 제2고정모듈(20)에 감겨져

있는 형상기억합금 와이어(40)의 수축 또는 신장에 의해 선형 구동되는 것으로, 그 일단은 상기 제2고정모듈(20)에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동된다.

[0057] 이러한 이동모듈(30)은 이동부(31)와 스프링(33)을 포함하여 구성된다.

[0058] 상기 이동부(31)는 육각기둥 형태로 이루어지고 그 중앙으로 상기 이동가이드축(21)이 관통하되, 상기 이동가이드축(21)에 슬라이드 가능하게 설치된다. 이러한 이동부(31)의 측면에는 상기 이동가이드축 방향으로 상기 제1폴리(23) 및 제2폴리(25)와 교번하여 측면에 배치되는 이동폴리(32)가 구비된다.

[0059] 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 제1고정부(22) 및 제2고정부(24)와 이동부(31)에서 6개의 서로 대응하는 측면을 1-6의 번호를 부여할 때 제1폴리(23)가 1, 3 및 5번 측면에 장착된다면, 제2폴리(25)가 2번과 4번 측면에 장착되고 이동폴리(32)는 이들과 교번되게 장착되도록 이동부(31)의 6번 측면에 장착될 수 있다.

[0060] 또는 제2폴리(25)가 2번 측면에 장착되고 이동폴리(32)는 이동부(31)의 4번 및 6번 측면에 장착될 수 있다. 그리고 도 4에 도시된 바와 같이, 제2폴리(25)가 생략되고 이동폴리(32)는 이동부(31)의 2번, 4번 및 6번 측면에 장착될 수도 있다.

[0061] 이때 이동부(31)에 장착되는 이동폴리(32)의 개수가 증대되면 형상기억합금 와이어(40)가 이동부(31)에 걸쳐지는 가닥수가 많아지는데, 출력은 각 형상기억합금 와이어(40)의 가닥수로 결정되므로 형상기억합금 와이어(40)에 의한 상기 이동부(31)의 출력이 증대된다. 하지만 형상기억합금 와이어(40)의 가닥수 증가에 따라 제1고정부(22) 및 제2고정부(24)에 감겨지는 와이어(40)의 길이는 감소되므로 스트로크(변형량)는 감소하게 된다.

[0062] 반대로 이동부(31)에 장착되는 이동폴리(32)의 개수가 감소되면 형상기억합금 와이어(40)에 걸쳐지는 가닥수가 줄어들게 되므로 제1고정부(22) 및 제2고정부(24)에 감겨지는 와이어(40)의 길이는 증대되어 스트로크(변형량)는 증대되지만 이동모듈(30)에 감겨진 적은 와이어(40)의 가닥수로 인해 이동부(31)의 출력은 감소된다.

[0063] 그리고 상기 이동폴리(32)의 중앙으로도 연결축(32a)이 관통하고 상기 연결축은 상기 이동부(31)에 형성된 체결공(32b)에 장착되어 상기 이동폴리(32)가 이동부(31)의 측면에 설치되게 한다.

[0064] 스프링(33)은 형상기억합금 와이어(40)의 수축 또는 신장에 따른 상기 제2고정부(24)에 대한 이동부(31)의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부(24)와 이동부(31) 사이에서 상기 이동가이드축 방향으로 장착된다. 본 실시예에서는, 형상기억합금 와이어(40)가 수축하면서 스프링(33)을 압축하여 복원력을 생성하고(도 7의 (a) 참조) 이 복원력에 의해 형상기억합금 와이어(40)의 복원성능을 증대시키도록 설계된다(도 7의 (b) 참조). 그러나 이에 한정되는 것은 아니고, 스프링(33)은 그 반대로 구동되도록 설계될 수도 있다.

[0065] 여기서 상기 제1고정부(22), 제2고정부(24) 및 이동부(31)는 육각기둥 형태로 이루어지는데, 그 이유는 육각기둥 형태의 육각형 단면으로 평면을 배열할 때 평면영역을 최대한 활용하면서 형상기억합금 와이어(40)를 배열하고 이를 통해 최소면적으로 최대 효과를 발휘할 수 있는 액츄에이터 다발을 형성할 수 있기 때문이다.

[0066] 형상기억합금 와이어(40)는 상기 제2고정부(20)에 대한 상기 이동모듈(30)의 근접 또는 이격되는 길이에 비해 상대적으로 긴 길이로 제1고정부(22)와 제2고정부(24)를 둘러 배치된 상태에서 상기 이동모듈(30)로 연장되어 배치되고, 온도 변화에 따라 수축 또는 신장되면서 상기 이동모듈(30)을 구동한다.

[0067] 형상기억합금 와이어(40)는 한가닥의 실 형태로 이루어져 상기 제1고정부(22)와 제2고정부(24) 및 이동모듈(30)에 순차적으로 걸쳐지는 것으로, 본 실시예에서는 상기 제1고정부(22)는 지지축(16) 외곽으로 지지폴리(17)에 지지된 상태로 나선형으로 감겨지고 제2고정부(24)와 이동모듈(30)에서는 제1폴리(23), 제2폴리(25) 및 이동폴리(32)를 둘러 교번하여 감겨진다.

[0068] 그리고 제1고정부(22)와 제2고정부(24) 및 이동모듈(30) 간에 형상기억합금 와이어(40)의 연결은, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 이루어진다. 보다 상세히 설명하면, 상기 제1고정부(22)의 상단에서는, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1고정부(22)의 지지폴리(17)에 감겨진 상태에서 제2고정부(24)의 제1폴리(23)에 감겨지는 방식으로 제1고정부(22)와 제2고정부(24) 간에 형상기억합금 와이어(40)가 장착된다. 또한 상기 제1고정부(22)의 하단에서는, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제1고정부(22)의 지지폴리(17)에 감겨진 상태에서 연결부(14)의 통과공(14a)을 통과한 형상기억합금 와이어(40)가 이동모듈(30)의 이동폴리(32)에 감겨지는 방식으로 제1고정부(22)와 이동모듈(30) 간에 형상기억합금 와이어(40)가 장착된다. 이러한 장착구조는 형상기억합금 와이어를 장착하기 위한 하나의 예시일 뿐 이에 한정되지 않는다.

- [0070] 도면에 도시된 액츄에이터의 선형 변위량을 도출하기 위하여 와이어의 길이를 계산해 보면 다음과 같다. 전체 와이어 길이에서 나선형 감기는 대략 85% 내외, 그리고 풀리에 감겨지는 와이어 길이는 대략 15% 내외를 차지하도록 설계되었다.
- [0071] 스펀의 길이는 100mm, n_{helical} (나선형으로 감은 횟수)는 35회, d_{helical} (나선형 감기의 직경)은 56.5mm, $d_{\text{GreenPulley}}$ (상하방향으로 배치되는 녹색 풀리의 직경)은 18mm이며, π 는 3.14일 때, 전체 와이어 길이는 다음과 같이 표현되고 계산될 수 있다.
- [0073] 전체 와이어 길이 = $n_{\text{helical}} \times \pi \times d_{\text{helical}} + 3 \times \pi \times d_{\text{GreenPulley}} + 6 \times \text{스판}$
- [0074] = $35 \times \pi \times 56.5 + 3 \times \pi \times 18 + 6 \times 100$
- [0075] = $6,212.5 + 170 + 600 = 6,982.5\text{mm}$
- [0077] 이때 와이어의 직경은 0.5mm이고, 와이어 한 가닥의 수축력은 3.5kgF이다.
- [0079] 이와 같이 구성되는 액츄에이터는, 이동부(31)에 장착되는 이동폴리(32)의 개수에 따라 출력과 스트로크에 변화가 발생한다. 즉, 도 7의 (a)에 도시된 바와 같은 액츄에이터에서는 이동부(31)에 하나의 이동폴리(32)가 장착되므로, 제2고정부(24)에 2개의 제2폴리(25)가 장착된다. 이때 형상기억합금 와이어(40)의 총 길이는 6,982.5mm이고 예상 수축량이 4%라고 하면 279.3.84mm만큼 변형된다. 이때 하나의 이동폴리(32)에는 2가닥의 와이어(40)가 감겨지므로 변형량(스트로크)은 139.65mm($279.3/2$)로서 스펀의 139.65%만큼 선형 변위될 수 있다.
- [0080] 한편, 하나의 형상기억합금 와이어(40)의 수축력은 3.5kgF이므로, 상기와 같은 액츄에이터의 출력은 7kgF(3.5×2)로 된다.
- [0081] 또한 도 8의 (a)에 도시된 바와 같은 액츄에이터에서는 이동부(31)에 3개의 이동폴리(32)가 장착된다. 이때에는 제2고정부(24)에 제2폴리(25)는 생략된다.
- [0082] 형상기억합금 와이어(40)의 총 길이는 상술한 바와 같이 6,982.5mm이므로 279.3mm만큼 변형된다. 이때 3개의 이동폴리(32)에는 6가닥의 와이어(40)가 감겨지므로 변형량(스트로크)은 46.55mm($279.3/6$)만큼 선형 변위될 수 있다.
- [0083] 한편, 상기와 같은 액츄에이터의 출력은 3개의 이동폴리(32)에 6가닥의 와이어(40)가 감겨지므로 21kgF(3.5×6)로 된다.
- [0085] 이러한 액츄에이터는 가열에 의해 형상기억합금 와이어(40)가 수축하여 이동모듈(30)이 제2고정부(20)를 향하는 방향으로 선형 변위를 발생시키고 냉각에 의해 형상기억합금 와이어(40)가 원상 복원되면서 스프링(33)의 복원력에 의해 이동모듈(30)이 제2고정부(20)로부터 이격되는 방향으로 선형 변위를 발생시킨다.
- [0086] 이때 이동부(31)의 이동폴리(32)의 개수에 따라 출력과 스트로크는 달라지므로, 고-스트로크가 필요한 액츄에이터에서는 이동모듈(30)의 개수를 감소시키고 고-출력이 필요한 액츄에이터에서는 이동모듈(30)의 개수를 증대시켜 구현할 수 있다.
- [0088] 이상에서와 같이 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

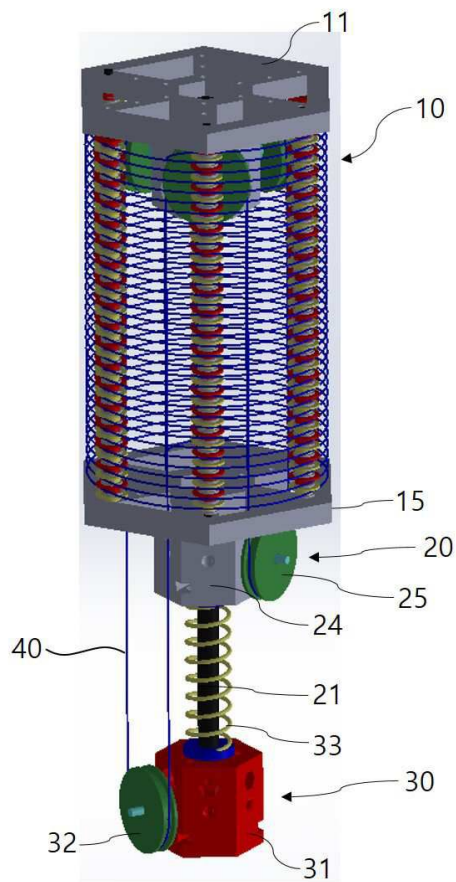
부호의 설명

- [0090] 10 : 제1고정부 11 : 제1지지판 12 : 코어부

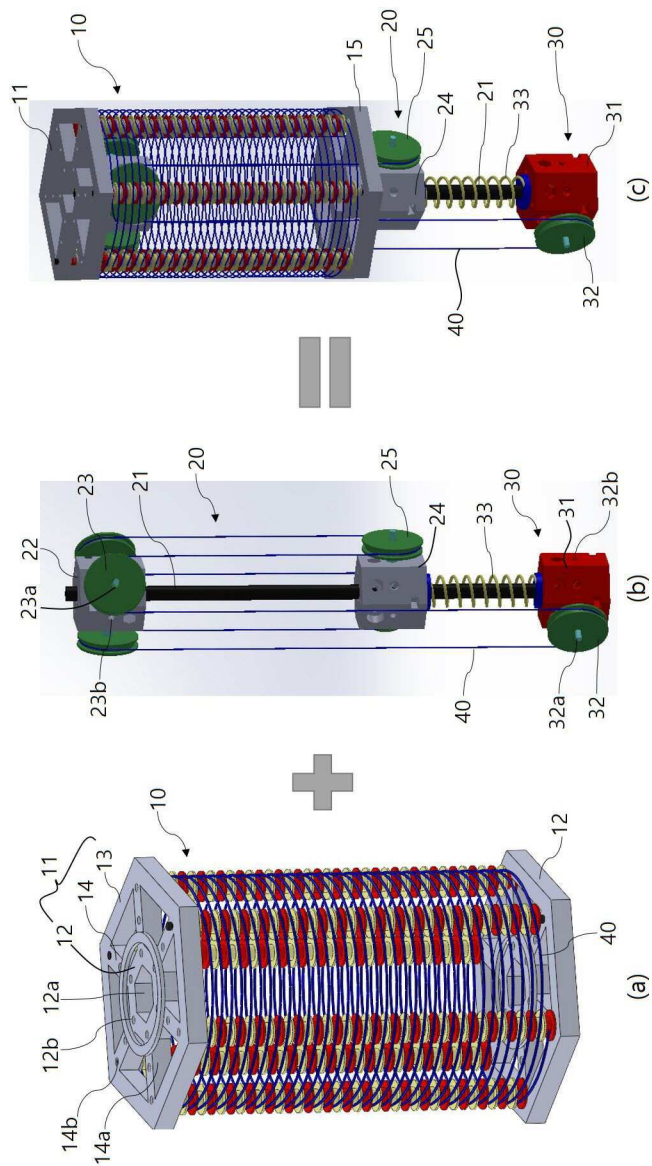
- 12a : 통공 12b : 제1장착공
 13 : 외곽부 14 : 연결부
 14a : 통과공 14b : 제2장착공
 15 : 제2지지판 16 : 지지축
 17 : 지지폴리
 20 : 제2고정모듈 21 : 이동가이드축 22 : 제1고정부
 23 : 제1폴리 23a : 연결축
 23b : 체결공 24 : 제2고정부
 25 : 제2폴리
 30 : 이동모듈 31 : 이동부 32 : 이동폴리
 32a : 연결축 32b : 체결공
 33 : 스프링
 40 : 형상기억합금 와이어

도면

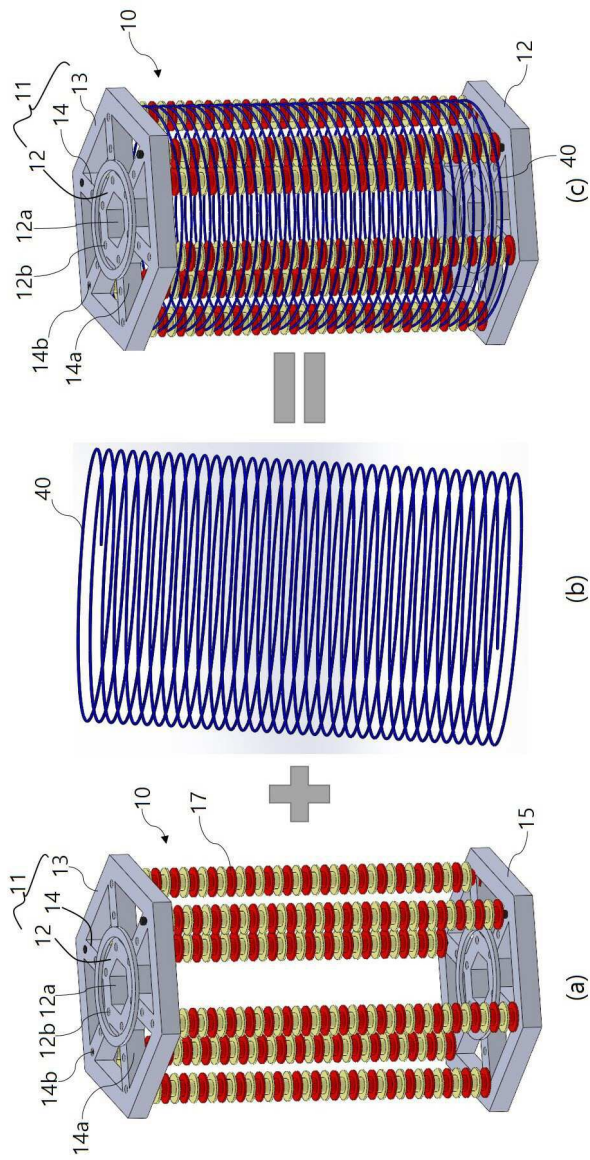
도면1



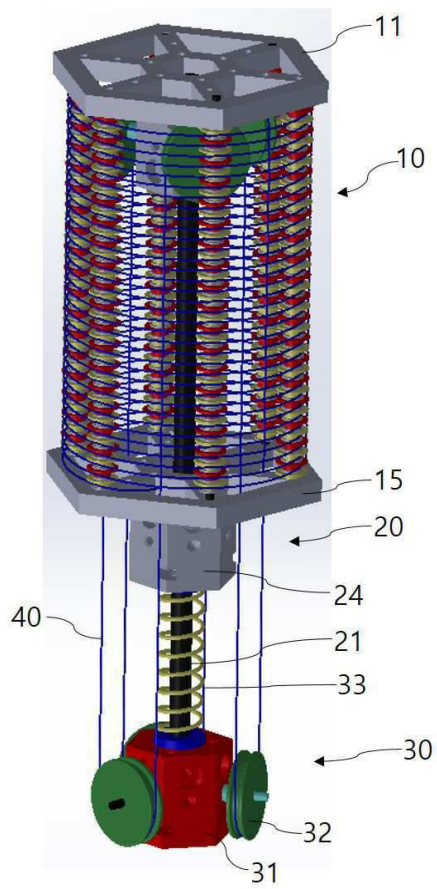
도면2



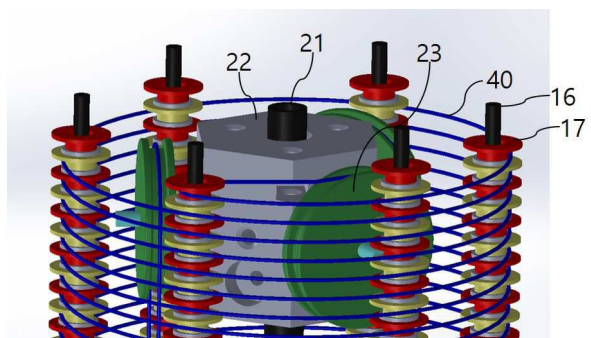
도면3



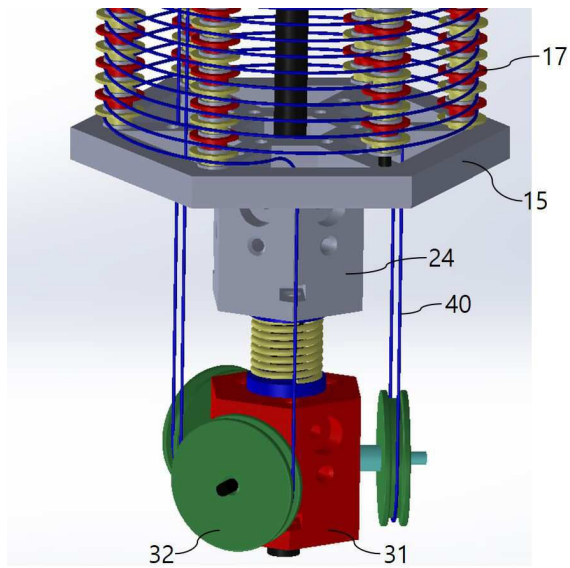
도면4



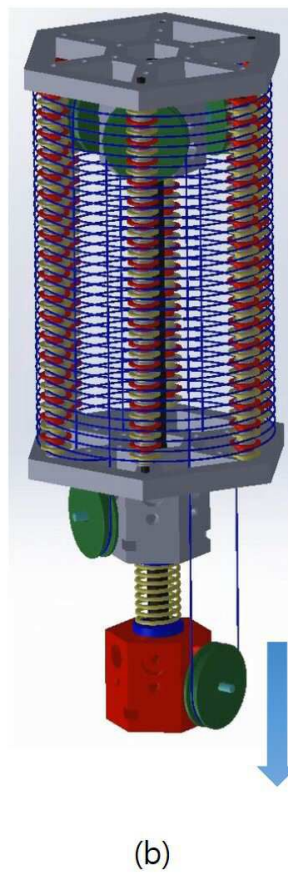
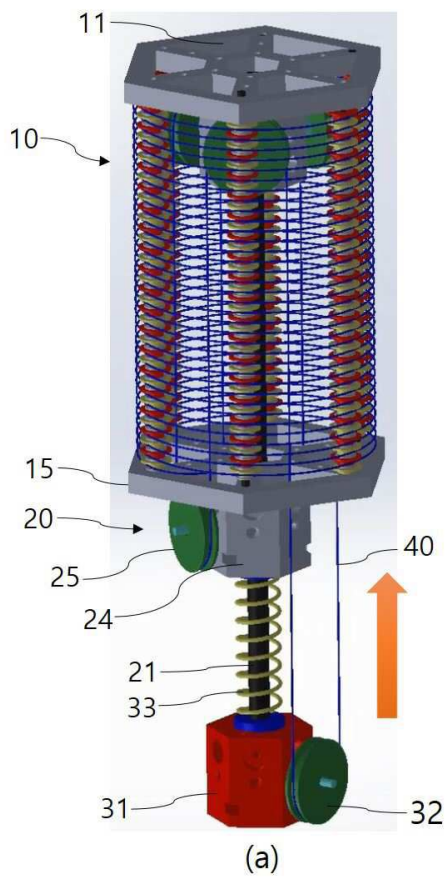
도면5



도면6



도면7



도면8

