



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0110140  
(43) 공개일자 2022년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 9/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 9/104 (2013.01)

B25J 9/1085 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0088749

(22) 출원일자 2022년07월19일

심사청구일자 2022년07월19일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

후세인 포아드 모하메드 알리

이집트 벤하 13511 벤하대학교 벤하공학부 기계공학

김영식

세종특별자치시 달빛로 80 가재마을12단지, 1208동 2302호

(74) 대리인

특허법인도담

전체 청구항 수 : 총 7 항

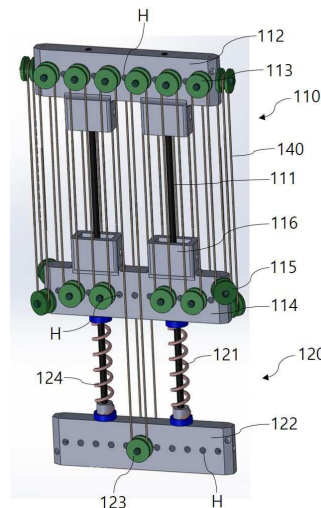
(54) 발명의 명칭 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터

(57) 요약

본 발명은, 특정 공간에서 선형 변위량을 극대화하도록 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선한 액추에이터에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명은, 일정 거리로 이격된 복수개의 제1폴리와 제2폴리가 지그재그로 연속적으로 배열된 고정 모듈; 일단은 상기 고정 모듈에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동 모듈; 및 상기 각 고정 모듈의 길이방향으로 지그재그 형태로 배치된 상태에서 상기 이동 모듈로 연장되어 배치되고 온도 변화에 따라 수축 또는 팽창되면서 상기 이동 모듈을 구동하는 형상기억합금 와이어;를 포함하여 구성된다.

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

일정 거리로 이격된 복수개의 제1폴리(113)와 제2폴리(115)가 지그재그로 연속적으로 배열된 고정모듈(110);

일단은 상기 고정모듈(110)에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동모듈(120); 및

상기 각 고정모듈(110)의 길이방향으로 지그재그 형태로 배치된 상태에서 상기 이동모듈(120)로 연장되어 배치되고 온도 변화에 따라 수축 또는 팽창되면서 상기 이동모듈(120)을 구동하는 형상기억합금 와이어(140);를 포함하는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고정모듈(110)은,

봉 형상의 제1이동가이드축(111);

상기 제1이동가이드축(111)의 일단에 고정되고 복수 개의 제1폴리(113)가 장착되는 제1고정부(112); 및

상기 제1이동가이드축(111)의 타단에 고정되고 복수 개의 제2폴리(115)를 구비하는 제2고정부(114);를 포함하고,

상기 제1폴리(113)와 제2폴리(115)는 상기 제1이동가이드축(111)과 평행하게 배치되는 상기 형상기억합금 와이어(140)가 상기 제1폴리(113)와 제2폴리(115)에 순차적으로 걸쳐지도록 상기 각 고정부 간을 왕복하여 배치되되, 상기 제1고정부(112) 및 제2고정부(114)의 전체 둘레에 배치되는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1이동가이드축(111)은 평행하게 배치된 한 쌍의 축으로서, 그 길이방향 일단에는 상기 제1고정부(112)가 고정되고, 그 타단에는 상기 제1폴리(113)와 제2폴리(115)가 일정 거리로 배치되는 위치에서 상기 제2고정부(114)가 고정되는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 이동모듈(120)은,

일정 길이로 형성되어 상기 제2고정부(114)에 일단이 장착되는 봉 형상의 제2이동가이드축(121);

상기 제2이동가이드축(121)의 타단에서 상기 제2이동가이드축(121)을 따라 슬라이드 이동 가능하게 설치되고, 상기 고정모듈(110)로부터 연장되는 상기 형상기억합금 와이어(140)가 감겨지는 하나 이상의 이동폴리(123)가 장착되는 이동부(122); 및

상기 형상기억합금 와이어(140)의 수축 또는 팽창에 따른 상기 이동부(122)의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부(114)와 이동부(122) 사이에서 상기 제2이동가이드축(121) 방향으로 장착되는 스프링(124);을 포함하는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

## 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 고정모듈(110)이 복수개로 구비되어 상호간 간격을 두고 병렬로 배치되고,

상기 인접한 고정모듈(110) 간에는 상기 인접한 고정모듈(110) 간에 형상기억합금 와이어(140)의 연결을 위하여 일단은 상기 인접한 고정모듈(110) 중 어느 하나의 제1고정부(112)에 장착되고 타단은 상기 인접한 고정모듈(110) 중 다른 하나의 제1고정부(112)에 장착되는 연결모듈(130)이 더 포함되는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 연결모듈(130)은,

내측으로 장착공간을 구비하고 일단과 타단이 인접한 각 고정모듈(110)에 각각 장착되는 장착프레임(131)과,

상기 장착프레임(131)의 장착공간에 상기 각 고정모듈(110)의 배치방향으로 장착되는 폴리축(132)과,

각 고정모듈(110)에서 연장된 형상기억합금 와이어(140)가 감겨져 인접한 다른 고정모듈(110)로 연결되도록 상기 폴리축(132)에 장착되는 연결폴리(133)를 포함하는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

## 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 복수의 고정모듈(110)을 상호 이격된 상태로 병렬 고정하기 위하여 상기 고정모듈(110)에 대해 직각 방향으로 관통하여 각 고정모듈(110)에 고정되는 연결축(117)이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는, 특정 공간에서 선형 변위량을 극대화하도록 형상기억합금 와이어가 설치되는 모듈의 구조를 개선한 액추에이터에 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 열을 가하면 마치 이전의 모양을 기억하고 있었던 것처럼 곧게 펴지게 된다.

[0004] 즉, 형상기억합금은 고온의 오스테나이트 상에서 형상을 기억시킨 후 저온의 마르텐사이트 상에서 변형을 시키고 온도를 올려 주면 원래의 오스테나이트 상으로 바뀌면서 큰 응력을 발생시킴과 동시에 원래의 기억된 형상으

로 복원하는 특성을 나타내며, 형상을 기억시킨 특성에 따라서 일방향성(고온에서만 기억)과 이방향성(고온과 저온에서 기억)을 나타낸다.

- [0005] 따라서 일방향성 형상기억합금을 액추에이터로 응용할 경우에는 복원성을 향상시키기 위해서 일반적으로 스프링을 같이 사용한다.
- [0006] 이러한 형상기억합금의 변형율은 3~5%이고, 발생력 및 에너지밀도면에서 다른 액추에이터(압전소자, 정전액추에이터, 전자액추에이터 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 액추에이터는 길이변형 정도가 크지 않아도 무방한 분야에 적용될 수밖에 없는 한계가 있다.
- [0008] 이러한 한계점을 극복하기 위하여 본 발명자는 선형 변위량을 극대화할 수 있는 액추에이터를 개발하였고, 첫번째 형태로는 6각 기둥 형상(hexogen architecture)의 모듈을 폭방향으로 배열하여 6각 기둥의 6면에 형상기억합금 와이어를 배치한 액추에이터이고, 두번째 형태로는 평판 상의 모듈의 양면에 형상기억합금 와이어를 배치하면서 상기 모듈이 측방향으로 연결되면서 곡면을 형성하여 최소한의 공간에 보다 긴 와이어가 배치된 액추에이터를 개발한 바 있다.
- [0009] 그런데 첫번째 형태에서는 각 모듈에 6개의 와이어만 배열할 수밖에 없는 한계가 있었고, 두번째 형태에서는 각 모듈에 배열되는 와이어의 수는 증가하였지만 곡면상으로 배열되어 고밀도 배열에는 아직 미흡한 측면이 있었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1827815호(2018.02.05.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 선형 변위량을 극대화하도록 특정 공간에서 고밀도로 형상기억합금 와이어를 배열할 수 있는 선형 구동 액추에이터를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 특징에 따르면, 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터는, 일정 거리로 이격된 복수개의 제1폴리와 제2폴리가 지그재그로 연속적으로 배열된 고정 모듈; 일단은 상기 고정 모듈에 연결되고 타단은 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 이동 모듈; 및 상기 각 고정 모듈의 길이방향으로 지그재그 형태로 배치된 상태에서 상기 이동 모듈로 연장되어 배치되고 온도 변화에 따라 수축 또는 팽창되면서 상기 이동 모듈을 구동하는 형상기억합금 와이어;를 포함하여 구성된다.
- [0015] 상기 고정 모듈은, 봉 형상의 제1이동가이드축; 상기 제1이동가이드축의 일단에 고정되고 복수 개의 제1폴리가 장착되는 제1고정부; 및 상기 제1이동가이드축의 타단에 고정되고 복수 개의 제2폴리를 구비하는 제2고정부;를 포함하고, 상기 제1폴리와 제2폴리는 상기 제1이동가이드축과 평행하게 배치되는 상기 형상기억합금 와이어가 상기 제1폴리와 제2폴리에 순차적으로 걸쳐지도록 상기 각 고정부 간을 왕복하여 배치되되, 상기 제1고정부 및 제2고정부의 전체 둘레에 배치된다.
- [0016] 그리고 상기 제1이동가이드축은 평행하게 배치된 한 쌍의 축으로서, 그 길이방향 일단에는 상기 제1고정부가 고정되고, 그 타단에는 상기 제1폴리와 제2폴리가 일정 거리로 배치되는 위치에서 상기 제2고정부가 고정될 수 있

다.

- [0017] 또한 상기 이동 모듈은, 일정 길이로 형성되어 상기 제2고정부에 일단이 장착되는 봉 형상의 제2이동가이드축; 상기 제2이동가이드축의 타단에서 상기 제2이동가이드축을 따라 슬라이드 이동 가능하게 설치되고, 상기 고정 모듈로부터 연장되는 상기 형상기억합금 와이어가 감겨지는 하나 이상의 이동폴리가 장착되는 이동부; 및 상기 형상기억합금 와이어의 수축 또는 팽창에 따른 상기 이동부의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부와 이동부 사이에서 상기 제2이동가이드축 방향으로 장착되는 스프링;을 포함하여 구성된다.
- [0018] 상기 고정 모듈이 복수개로 구비되어 상호간 간격을 두고 병렬로 배치되고, 상기 인접한 고정 모듈 간에는 상기 인접한 고정 모듈 간에 형상기억합금 와이어의 연결을 위하여 일단은 상기 인접한 고정 모듈 중 어느 하나의 제1고정부에 장착되고 타단은 상기 인접한 고정 모듈 중 다른 하나의 제1고정부에 장착되는 연결모듈이 더 포함될 수 있다.
- [0019] 이때 상기 연결모듈은, 내측으로 장착공간을 구비하고 일단과 타단이 인접한 각 고정 모듈에 각각 장착되는 장착프레임과, 상기 장착프레임의 장착공간에 상기 각 고정 모듈의 배치방향으로 장착되는 폴리축과, 각 고정 모듈에서 연장된 형상기억합금 와이어가 감겨져 인접한 다른 고정 모듈로 연결되도록 상기 폴리축에 장착되는 연결폴리를 포함할 수 있다.
- [0020] 그리고 상기 복수의 고정 모듈을 상호 이격된 상태로 병렬 고정하기 위하여 상기 고정 모듈에 대해 직각 방향으로 관통하여 각 고정 모듈에 고정되는 연결축이 더 구비될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 특정 공간에서의 지그재그 배열을 통해 형상기억합금 와이어 선형 변위량을 증대시킨 선형 구동 액추에이터에 의하면, 특정 공간에 형상기억합금 와이어를 지그재그 형태로 배열하여, 특정 공간에서 선형 변위량을 현저히 증대시킬 수 있는 액추에이터를 제공할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명에 따른 액추에이터의 구성을 도시한 사시도,  
 도 2는 본 발명에 따른 고정 모듈이 복수개 구비된 형태의 액추에이터 구성을 도시한 사시도,  
 도 3은 도 2에 도시된 액추에이터의 연결 구성을 설명하는 도면,  
 도 4는 본 발명에 따른 액추에이터의 작용을 설명하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명의 특징과 장점은 첨부된 도면에 의하여 설명되는 실시예에 의하여 보다 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0026] 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.
- [0027] 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.
- [0028] 따라서 본 발명은 제시되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허청구 범위에 기재된 기술상의 균등한 범위 내에서 다양한 수정 및 변경이 가능하다.

- [0029] 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.
- [0031] 다음에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 발명에 따른 액추에이터의 구성을 도시한 사시도이다.
- [0034] 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 액추에이터는 크게 고정모듈(110), 이동모듈(120) 및 형상기억합금 와이어(140)로 구성된다.
- [0035] 상기 고정모듈(110)은 일정 거리로 이격된 복수개의 제1풀리(113)와 제2풀리(115)가 지그재그로 연속적으로 배열된 것으로, 제1이동가이드축(111), 제1고정부(112), 제2고정부(114)를 포함하여 구성된다.
- [0036] 상기 제1이동가이드축(111)은 소정 길이로 형성되고 봉 형상으로 구성된다. 그리고 본 발명에 따른 제1고정부(112)와 제2고정부(114)가 다수의 풀리 설치를 위하여 그 횡방향 길이가 상대적으로 길 수도 있는데, 이때 제1고정부(112)와 제2고정부(114)의 안정적인 연결을 위하여 평행하게 배치된 한 쌍의 축으로 구성될 수도 있다. 이때 상기 제1이동가이드축(111)의 길이방향 일단에는 상기 제1고정부(112)가 고정되고, 그 타단에는 상기 제1풀리(113)와 제2풀리(115)가 일정 거리로 배치되는 위치에서 상기 제2고정부(114)가 고정된다.
- [0037] 그리고 제1고정부(112)는 상기 제1이동가이드축(111)의 일단에 고정되는 것으로 평판 형태로 이루어지고 모든 측면에 복수개의 제1풀리(113)가 장착된다. 즉, 상기 제1고정부(112)는 도 1에 도시된 바와 같은 평판 형태로 이루어지는데, 상대적으로 넓은 전면 및 후면과 상대적으로 좁은 양 측면을 구비하고, 각 측면은 라운드지거나 3개의 면으로 분할 구성될 수 있다.
- [0038] 또한 제1고정부(112)의 전면과 후면, 측면에는 하나 이상의 제1풀리(113)가 장착되는데, 이러한 제1풀리(113)의 장착을 위하여 상기 제1고정부(112)에는 다수개의 장착공이 마련된다. 예를 들면, 제1고정부(112)의 전면과 후면에는 각각 11개의 장착공이 형성되고, 3개의 분할면 각각에 1개의 장착공이 형성될 수 있으므로, 제1고정부(112)에는 총 28개(11+11+3+3)의 장착공이 형성될 수 있다.
- [0039] 한편, 제2고정부(114)는 상기 제1이동가이드축(111)의 타단에 고정되고 복수 개의 제2풀리(115)를 구비한다. 이러한 제2고정부(114)도 평판 형태로 이루어지고 측면에 제2풀리(115)가 장착된다. 그리고 그 외에 제2고정부(114)의 구성은 상술한 제1고정부(112)와 동일하다.
- [0040] 이때 형상기억합금 와이어(140)가 제1풀리(113)와 제2풀리(115)에 순차적으로 걸쳐지도록 상기 각 고정부 간을 왕복하여 배치되므로, 제1풀리(113)와 제2풀리(115)는 각 고정부의 장착공에 장착되되 장착공을 하나씩 건너서 배열될 수 있다. 따라서 제1풀리(113)와 제2풀리(115)의 배열은 도 1에 도시된 바와 같이 이루어질 수 있다. 예를 들면, 도면에서는 제1고정부(112)의 전면에 6개, 후면에 6개, 일측 분할면에 1개의 제1풀리(113)가 장착되므로, 상기 제1고정부(112)에 총 14개의 제1풀리(113)가 장착될 수 있다. 그리고 제2고정부(114)에서는 전면에 4개, 후면에 4개, 일측 2개의 분할면에 각 1개씩의 제2풀리(115)가 장착되므로, 상기 제2고정부(114)에 총 12개의 제2풀리(115)가 장착된다.
- [0041] 이때 도면에서는 고정모듈(110)의 하단에 이동모듈(120)이 장착되어 있으므로, 제2고정부(114)의 전면과 후면 중앙에는 제2풀리(115)가 생략되어 형상기억합금 와이어(140)가 제1고정부(112)의 제1풀리(113)에서 이동모듈(120)의 이동풀리(123)로 연결될 수 있게 구성된다.
- [0042] 상기 제1고정부(112)와 제2고정부(114)에는 상기 제1이동가이드축(111)이 고정되는데, 상기 제1이동가이드축(111)의 장착을 위해 장착돌기(116)를 구비한다. 즉, 상기 제1이동가이드축(111)은 상기 각 장착돌기(116)에 삽입되고 상기 장착돌기(116)의 측면으로 볼트 등의 가압부재가 삽입되어 상기 제1이동가이드축(111)을 가압함에 의해 상기 제1이동가이드축(111)에 제1고정부(112)와 제2고정부(114)가 고정된다.
- [0043] 한편, 이동모듈(120)은 그 일단이 상기 고정모듈(110)에 연결되고 타단이 그 일단에 대해 선형으로 근접 또는 이격되게 구동되는 것으로, 제2이동가이드축(121), 이동부(122) 및 스프링(124)을 포함하여 구성된다.

- [0044] 상기 제2이동가이드축(121)은 일정 길이로 형성되고 봉 형상으로 구성된다. 이러한 제2이동가이드축(121)은 고정모듈(110) 각각에 장착될 수도 있지만, 어느 하나의 고정모듈(110), 바람직하게는 중심에 배치된 고정모듈(110)에만 장착될 수도 있다. 이때 이러한 제2이동가이드축(121)과 상기 제1이동가이드축(111)이 동축으로 배열되는 경우에는 제1이동가이드축(111)과 제2이동가이드축(121)은 동일한 축으로 구성될 수도 있다.
- [0045] 상기 이동부(122)는 상기 제2이동가이드축(121)의 타단에서 상기 제2이동가이드축(121)을 따라 슬라이드 이동 가능하게 설치되고, 상기 고정모듈(110)로부터 연장되는 상기 형상기억합금 와이어(140)가 상기 제1폴리(113) 및 제2폴리(115)와 교번하여 감겨지는 하나 이상이 이동폴리(123)가 장착된다.
- [0046] 또한 스프링(124)은 상기 형상기억합금 와이어(140)의 수축 또는 팽창에 따른 제2고정부(114)에 대한 이동부(122)의 슬라이드 이동력을 증대 또는 감소시키도록 상기 제2고정부(114)와 이동부(122) 사이에서 상기 제2이동가이드축(121) 방향으로 장착된다.
- [0047] 형상기억합금 와이어(140)는 상기 각 고정모듈(110)의 길이방향으로 지그재그 형태로 배치된 상태에서 상기 이동모듈(120)로 연장되어 배치되고 온도 변화에 따라 수축 또는 팽창되면서 상기 이동모듈(120)을 구동한다. 보다 상세하게는, 상기 형상기억합금 와이어(140)는 상기 각 고정모듈(110)의 제1고정부(112)와 제2고정부(114)에 장착된 제1폴리(113)와 제2폴리(115)를 상호 교번하여 지그재그 형태로 감겨지고 고정모듈(110)의 중심부에서 이동모듈(120)로 연장되어 상기 이동모듈(120)의 이동폴리(123)에도 교번하여 감겨진다. 이 상태에서 상기 형상기억합금 와이어(140)에 온도 변화를 가하게 되면 형상기억합금 와이어(140)가 수축 또는 팽창하게 되고 그 결과로 이동모듈(120)의 이동부(122)가 선형 구동되게 한다.
- [0049] 한편, 상술한 실시예에서는 하나의 고정모듈(110)과 하나의 이동모듈(120)이 결합되어 있으나, 이에 한정되지 않고, 액추에이터의 선형 길이를 증대시키기 위하여 복수 개의 고정모듈(110)과 하나의 이동모듈(120)이 결합될 수도 있고, 변형력을 증대시키기 위하여 복수 개의 고정모듈(110)과 복수 개의 이동모듈(120)이 결합될 수도 있다.
- [0050] 이 중에서 도 3에는 3개의 고정모듈(110)과 하나의 이동모듈(120)이 결합된 형태가 예시되어 있다. 이때 3개의 고정모듈(110)을 제1모듈(110a), 제2모듈(110b) 및 제3모듈(110c)이라 할 때, 각 모듈은 병렬로 상호간 간격을 두고 배치된다.
- [0051] 그리고 제1모듈(110a) 내지 제3모듈(110c)을 상호 이격된 상태로 병렬 고정하기 위하여 상기 모듈에 대해 직각 방향으로 관통하여 각 고정모듈(110)에 고정되는 연결축(117)이 구비된다. 상기 연결축(117)은 각 고정부에서 폴리가 장착되지 않은 장착공에 관통하여 고정됨으로써 복수 개의 고정모듈(110)을 안정적으로 결속할 수 있다.
- [0052] 또한 제1모듈(110a)과 제2모듈(110b), 제2모듈(110b)과 제3모듈(110c)은 연결모듈(130)에 의해서도 각각 연결된다. 이때 상기 연결모듈(130)은 인접한 고정모듈(110) 간에 형상기억합금 와이어(140)의 연결을 위한 것으로, 제1모듈(110a)과 제2모듈(110b)의 각 제1고정부(112) 일측에 연결모듈(130)이 장착될 수 있고, 제2모듈(110b)과 제3모듈(110c)의 각 제1고정부(112) 타측에 연결모듈(130)이 장착될 수 있으며, 연결폴리(133)를 구비하여 형상기억합금 와이어(140)가 걸쳐져서 인접한 고정모듈(110)로 연결될 수 있다.
- [0053] 보다 상세히 설명하면, 상기 연결모듈(130)은 도 4에 도시된 바와 같이, 내측으로 장착공간을 구비하고 일단과 타단이 인접한 각 고정모듈(110)에 각각 장착되는 장착프레임(131)과, 상기 장착프레임(131)의 장착공간에 상기 각 고정모듈(110)의 배치방향으로 장착되는 폴리축(132)과, 각 고정모듈(110)에서 연장된 형상기억합금 와이어(140)가 감겨져 인접한 다른 고정모듈(110)로 연결되도록 상기 폴리축(132)에 장착되는 연결폴리(133)를 포함한다.
- [0054] 이러한 연결폴리(133)는 하나의 연결모듈(130)에 2개로 구비되어 고정모듈(110) 둘레로 배치되는 와이어의 일단 및 타단이 각 연결폴리(133)에 걸쳐지면서 인접한 고정모듈(110)로 연결될 수 있다.
- [0055] 이동모듈(120)은 상술한 실시예와 동일하고, 3개의 모듈 중 제2모듈(110b)의 일단에만 연결되어 있다. 따라서 제1모듈(110a) 및 제2모듈(110b)에는 이동모듈(120)이 연결되어 있지 않으므로, 이동모듈(120)의 이동폴리(123)에 와이어를 연결하기 위하여 비워둔 위치에도 제2폴리(115)를 장착할 수 있다. 따라서 제1모듈(110a)과 제2모듈(110b)에는 각각 14개의 제2폴리(115)가 장착된다.
- [0056] 이러한 상태에서 액추에이터의 선형 변형 길이를 증대시키고자 한다면 연결모듈(130)을 추가하면서 고정모듈(110)을 증설하고 그 고정모듈(110)에도 형상기억합금 와이어(140)를 권취하면 된다. 또는 이러한 상태에서 액

추에이터의 변형력을 증대시키고자 한다면 제2모듈(110b)에 장착된 이동모듈(120)에서 이동폴리(123)의 개수를 증대시키거나, 제1모듈(110a)과 제3모듈(110c) 중 하나 이상에 이동모듈(120)을 장착하는 것으로 달성할 수 있다.

- [0058] 다음으로 본 발명에 따른 선형 구동 액추에이터의 작용에 대해 설명한다.
- [0059] 먼저 하나의 고정모듈에 하나의 이동모듈이 결합된 실시예에 대해 설명한다.
- [0060] 도 1에 도시된 바와 같이, 고정모듈(110)은 제1이동가이드축(111), 제1고정부(112)와 제2고정부(114)으로 구성되고, 제1이동가이드축(111)은 평행한 2개의 축으로 이루어진다. 그리고 이동모듈(120)은 제2고정부(114)에 장착되는 것으로, 제1이동가이드축(111)과 동축 배열되는 제2이동가이드축(121)과, 상기 제2이동가이드축(121)에 장착되는 이동부(122) 및 스프링(124)을 구비한다.
- [0061] 이때 제1고정부(112)에는 총 14개의 제1폴리(113)가 장착되며, 제2고정부(114)에는 총 12개의 제2폴리(115)가 장착된다. 그리고 이동부(122)에는 전면 및 후면에 각 1개의 이동폴리(123)가 장착된다.
- [0062] 이러한 상태에서 상기 제1폴리(113)로부터 제2폴리(115) 또는 이동폴리(123)까지의 거리(span)를 250mm로 예시하면, 하나의 제1폴리(113)에 2줄의 와이어가 배치되므로, 본 실시예에서는 총 28줄의 와이어가 배치된다. 따라서 형상기억합금 와이어(140)의 총 길이는 7,000mm(250\*28)로 된다. 그리고 형상기억합금 와이어(140)의 변형율이 2~5%이므로 변형량은 140~350mm이다.
- [0063] 따라서 각 이동폴리(123)에는 2줄의 와이어가 배치되어 이동모듈(120)에는 총 4개의 와이어가 배치되므로, 이동모듈(120)의 변형 길이는 35~87.5mm로서, 상기 span의 14~35% 범위만큼 선형 변형될 수 있다.
- [0064] 또한 상기 와이어의 직경이 0.5mm이고, 형상기억합금 와이어(140) 한 가닥의 변형력이 3.5kgF이라 하면, 변형력은 14kgF(3.5\*4)으로 된다.
- [0065] 따라서 본 실시예에 따른 액추에이터는 도 2에 도시된 바와 같이, 가열에 의해 수축되고 냉각과 스프링(124)의 복원력에 의해 원위치로 복귀하되, 선형 변위 및 변형력은 상술한 바와 같은 물리량으로 구동될 수 있다.
- [0067] 다음으로 복수 개의 고정모듈과 하나 이상의 이동모듈이 결합된 실시예에 대해 설명한다.
- [0068] 도 3에는 3개의 고정모듈(110)과 하나의 이동모듈(120)이 결합된 형태가 예시되어 있다. 이때 3개의 고정모듈(110)을 제1모듈(110a), 제2모듈(110b) 및 제3모듈(110c)이라 할 때, 이동모듈(120)은 제2모듈(110b) 일단에 연결되어 있다. 따라서 제1모듈(110a) 및 제2모듈(110b)에는 이동모듈(120)이 연결되어 있지 않으므로, 이동모듈(120)의 이동폴리(123)에 와이어를 연결하기 위하여 비워둔 위치에도 제2폴리(115)를 장착할 수 있다. 따라서 제1모듈(110a)과 제2모듈(110b)에는 각각 14개의 제2폴리(115)가 장착된다.
- [0069] 그리고 제1모듈(110a)과 제2모듈(110b), 제2모듈(110b)과 제3모듈(110c)을 각각 연결하는 연결모듈(130)에는 2개씩의 연결폴리(133)가 장착된다.
- [0070] 이러한 상태에서 상기 제1폴리(113)로부터 제2폴리(115) 또는 이동폴리(123)까지의 거리(span)를 250mm로 예시하면, 하나의 제1폴리(113)에 2줄의 와이어가 배치되므로, 본 실시예에서는 총 84줄(28\*3)의 와이어가 배치된다. 따라서 형상기억합금 와이어(140)의 총 길이는 21,000mm(250\*84)로 된다. 그리고 형상기억합금 와이어(140)의 변형율이 2~5%이므로 변형량은 420~1,050mm이다.
- [0071] 따라서 각 이동폴리(123)에는 2줄의 와이어가 배치되어 이동모듈(120)에는 총 4개의 와이어가 배치되므로, 이동모듈(120)의 변형 길이는 105~262.5mm로서, 상기 span의 42~105% 범위만큼 선형 변형될 수 있다.
- [0072] 또한 상기 와이어의 직경이 0.5mm이고, 형상기억합금 와이어(140) 한 가닥의 변형력이 3.5kgF이라 하면, 변형력은 14kgF(3.5\*4)으로 된다.
- [0073] 따라서 본 실시예에 따른 액추에이터는 가열에 의해 수축되고 냉각과 스프링의 복원력에 의해 원위치로 복귀하되, 선형 변위 및 변형력은 상술한 바와 같은 물리량으로 구동될 수 있다.
- [0075] 이상에서와 같이 본 발명의 권리는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되

며, 본 발명의 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

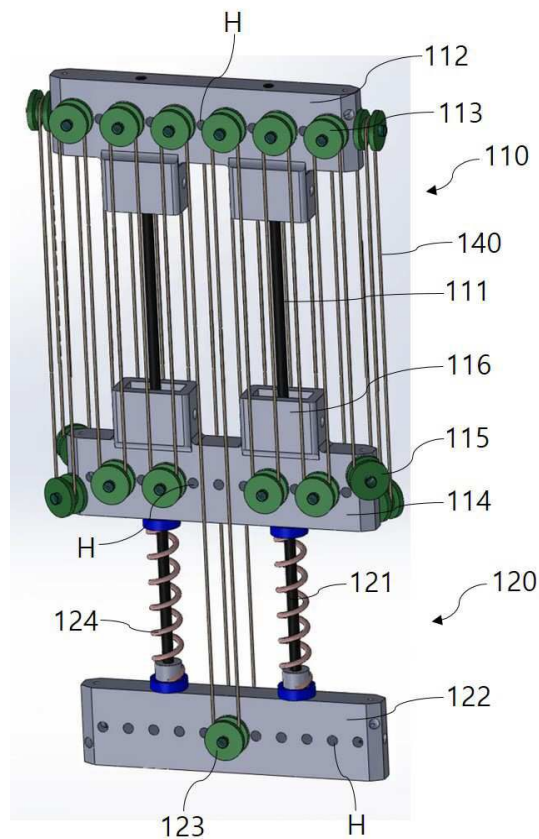
## 부호의 설명

[0077]

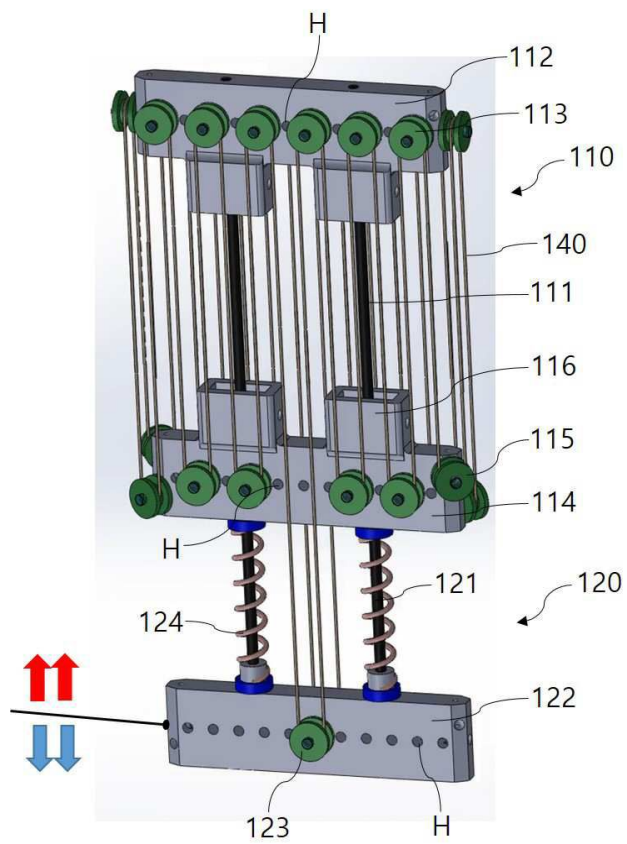
110 : 고정 모듈    110a : 제1모듈  
 110b : 제2모듈    110c : 제3모듈  
 111 : 제1이동가이드축    112 : 제1고정부  
 113 : 제1폴리    114 : 제2고정부  
 115 : 제2폴리    116 : 장착돌기  
 117 : 연결축  
 120 : 이동 모듈    121 : 제2이동가이드축  
 122 : 이동부    123 : 이동폴리  
 124 : 스프링  
 130 : 연결모듈    131 : 장착프레임  
 132 : 폴리축    133 : 연결폴리  
 140 : 형상기억합금 와이어

## 도면

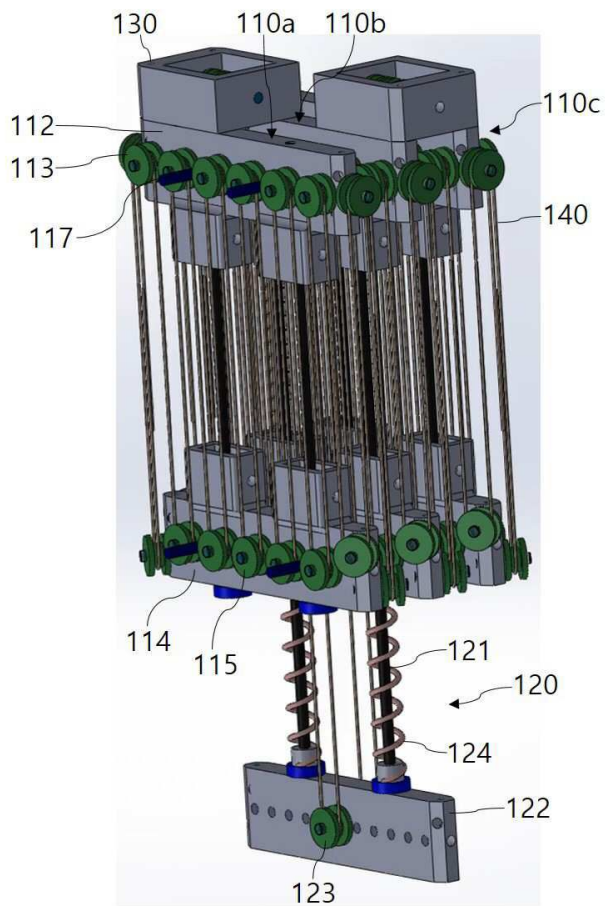
### 도면1



도면2



도면3



도면4

