



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0052583  
(43) 공개일자 2023년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 15/14 (2006.01) G01N 1/10 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 15/14 (2013.01)  
G01N 1/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0135807  
(22) 출원일자 2021년10월13일  
심사청구일자 2021년10월13일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
김동현  
서울특별시 서초구 서초중앙로2길 21  
이흥기  
서울특별시 양천구 신목로 77, 102동 902호(신정동, 유원목동아파트)  
(74) 대리인  
민영준

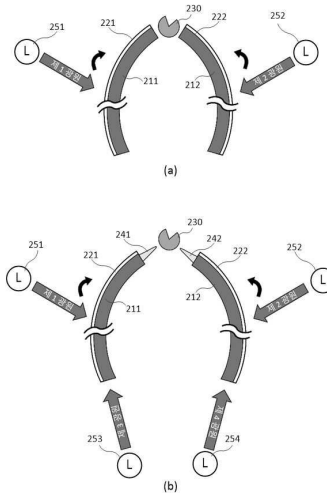
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 정밀 형상 가변형 섬유 장치

(57) 요약

본 발명은 섬유 재질로 구현되는 섬유 구조체, 상기 섬유 구조체의 외부 표면에 형성되는 적어도 하나의 금속체 및 상기 적어도 하나의 금속체가 열팽창되어 상기 섬유 구조체가 휘어지도록 상기 적어도 하나의 금속체에 전압 또는 광 중 하나를 인가하는 곡률 제어기를 포함하여, 물리적인 압력으로 조절할 수 없는 수준에서 섬유의 곡률을 매우 정교하게 미세 조절이 가능한 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 2001/1006 (2013.01)

(72) 발명자

**이현웅**

인천광역시 부평구 경원대로 1269, 121동 601호(산곡동, 현대아파트)

**문귀영**

서울특별시 서대문구 성산로 367-15, 501호(연희동)

**유하준**

서울특별시 서대문구 성산로17길 18-17, 102호(연희동, 리빙스톤B)

**푸누리마르지에**

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 공학원 263호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711129926
과제번호	2019R1A4A1025958
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구실용성사업
연구과제명	고스트 영상기법을 활용한 인체모사형 장뇌축 마이크로바이옴 연구
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711138179
과제번호	KMDF_PR_20200901_0103-02
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)
연구과제명	(참여1)의료영상기반의 정위기능수술 보조로봇시스템 및 부품모듈 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711138122
과제번호	KMDF_PR_20200901_0088-01
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)
연구과제명	(주관)퇴행성뇌질환의 정밀수술적용을 위한 원인물질 및 신경세포활성 변화 모니터

링 라만 분자영상 시스템 핵심기술개발

기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

섬유 재질로 구현되는 섬유 구조체;

상기 섬유 구조체의 외부 표면에 형성되는 적어도 하나의 금속체; 및

상기 적어도 하나의 금속체가 열팽창되어 상기 섬유 구조체가 휘어지도록 상기 적어도 하나의 금속체에 전압 또는 광 중 하나를 인가하는 곡률 제어기를 포함하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속체는

상기 섬유 구조체의 길이 방향으로 일측 또는 양측 외부 표면에 형성되는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 곡률 제어기는

상기 섬유 구조체의 양측에 형성된 금속체 중 상기 섬유 구조체의 일단을 기준으로 타단이 휘어져야 하는 방향의 반대 방향에 형성된 금속체로 전압 또는 광 중 하나를 인가하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 곡률 제어기는

상기 섬유 구조체가 요구되는 곡률로 휘어질 수 있도록 상기 금속체에 인가하는 전압 또는 광의 세기를 조절하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속체는

상기 섬유 구조체의 길이 방향으로 일측 또는 양측 외부 표면에 서로 이격되어 형성되는 다수의 미세 금속체를 포함하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 다수의 미세 금속체 각각은

상기 섬유 구조체의 외부 표면의 기지정된 위치에서 내부로 삽입되어 형성되는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 7

제5항에 있어서, 상기 곡률 제어기는

상기 다수의 미세 금속체 각각에 독립적으로 전압 또는 광을 인가하되, 상기 섬유 구조체에서 국부적으로 휘어져야 하는 영역에 형성된 미소 금속체 중 휘어져야 하는 방향에 대응하는 측에 형성된 미소 금속체에 전압 또는 광을 인가하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 정밀 형상 가변형 섬유 장치는

기관 상에서 미세 입자가 미리 지정된 경로를 따라 이동하도록 상기 기관 상에 배치되고, 상기 곡률 제어기는 상기 섬유 구조체가 지정된 경로에 대응하는 곡률을 갖도록 상기 적어도 하나의 금속체로 전압 또는 광을 인가하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 정밀 형상 가변형 섬유 장치는

각각 일단측에서 지정된 위치가 고정되고, 타단이 서로 마주하는 내측 방향으로 휘어지며, 외측 방향에 각각 상기 금속체가 형성된 다수의 섬유 구조체를 포함하여 상기 금속체에 인가되는 전압 또는 광에 따라 상기 다수의 섬유 구조체의 타단 사이의 간격이 좁아지도록 형성되는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 다수의 섬유 구조체는

광섬유로 구현되어 일단으로 입사되어 전달되는 광을 타단으로 방사하는 정밀 형상 가변형 섬유 장치.

**발명의 설명****기술 분야**

[0001] 본 발명은 정밀 형상 가변형 섬유 장치에 관한 것으로, 줄열 또는 광열효과를 기반으로 곡률이 조절되어 정밀하게 형상이 가변될 수 있는 가변형 섬유 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 기존의 광섬유를 비롯한 여러 섬유 구조들은 광학 및 통신 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 섬유 구조는 소재 자체의 특성인 유연성을 이용하여 곡률을 변화시켜 여러 환경에서 다양한 응용이 가능하다는 장점이 있다.

[0003] 현재 섬유 구조는 대표적으로 광 통신에서 광신호의 전송 경로로 이용되고 있다. 그러나 섬유 구조는 각종 나노 구조체 또는 미세 입자의 운동이나 이동 방향을 정밀 제어하기 위해서도 이용되고 있다. 구체적으로 섬유 구조는 미세 입자를 이동시키고자 하는 경로에 따라 미리 곡률이 조절되어 배치되고, 미세 입자가 곡률 조절된 섬유의 외곽 라인 또는 내부에 형성된 공동을 따라 이동하도록 함으로써, 섬유 구조가 미세 입자의 이동 경로를 가이드하도록 할 수 있다. 유사하게 유체의 흐름 및 운동성을 가진 세포나 박테리아 등의 이동 경로를 가이드하도록 하거나, 유체나 세포 등이 섬유 구조에 대해 가하는 외력을 감지하도록 할 수 있다.

[0004] 다만 상기한 바와 같은 미세 입자나 유체의 이동 또는 운동을 제어하기 위해 섬유 구조가 이용되는 경우, 섬유의 정밀한 형상 제어가 요구되지만 기존에는 물리적인 힘을 가하는 방식으로만 곡률을 제어할 수밖에 없었기 때문에 정밀한 곡률 제어가 어렵다는 문제가 있었다.

**선행기술문헌****특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2021-0051706호 (2021.05.10 공개)

**발명의 내용****해결하려는 과제**

[0006] 본 발명의 목적은 줄열 또는 광열에 의한 열팽창 효과를 기반으로 형상을 정밀하게 조절할 수 있는 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 섬유 재질로 구현되는 섬유 구조체; 상기 섬유 구조체의 외부 표면에 형성되는 적어도 하나의 금속체; 및 상기 적어도 하나의 금속체가 열팽창되어 상기 섬유 구조체가 휘어지도록 상기 적어도 하나의 금속체에 전압 또는 광 중 하나를 인가하는 곡률 제어기를 포함한다.

- [0008] 상기 적어도 하나의 금속체는 상기 섬유 구조체의 길이 방향으로 일측 또는 양측 외부 표면에 형성될 수 있다.
- [0009] 상기 곡률 제어기는 상기 섬유 구조체의 양측에 형성된 금속체 중 상기 섬유 구조체의 일단을 기준으로 타단이 휘어져야 하는 방향의 반대 방향에 형성된 금속체로 전압 또는 광 중 하나를 인가할 수 있다.
- [0010] 상기 곡률 제어기는 상기 섬유 구조체가 요구되는 곡률로 휘어질 수 있도록 상기 금속체에 인가하는 전압 또는 광의 세기를 조절할 수 있다.
- [0011] 상기 적어도 하나의 금속체는 상기 섬유 구조체의 길이 방향으로 일측 또는 양측 외부 표면에 서로 이격되어 형성되는 다수의 미세 금속체를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 다수의 미세 금속체 각각은 상기 섬유 구조체의 외부 표면의 기지정된 위치에서 내부로 삽입되어 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 곡률 제어기는 상기 다수의 미세 금속체 각각에 독립적으로 전압 또는 광을 인가하되, 상기 섬유 구조체에서 국부적으로 휘어져야 하는 영역에 형성된 미소 금속체 중 휘어져야 하는 방향에 대응하는 측에 형성된 미소 금속체에 전압 또는 광을 인가할 수 있다.
- [0014] 상기 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 기관 상에서 미세 입자가 미리 지정된 경로를 따라 이동하도록 상기 기관 상에 배치되고, 상기 곡률 제어기는 상기 섬유 구조체가 지정된 경로에 대응하는 곡률을 갖도록 상기 적어도 하나의 금속체로 전압 또는 광을 인가할 수 있다.
- [0015] 상기 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 각각 일단측에서 지정된 위치가 고정되고, 타단이 서로 마주하는 내측 방향으로 휘어지며, 외측 방향에 각각 상기 금속체가 형성된 다수의 섬유 구조체를 포함하여 상기 금속체에 인가되는 전압 또는 광에 따라 상기 다수의 섬유 구조체의 타단 사이의 간격이 좁아지도록 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 다수의 섬유 구조체는 광섬유로 구현되어 일단으로 입사되어 전달되는 광을 타단으로 방사할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0017] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 섬유의 외곽 표면에 형성된 금속으로 전압 또는 광을 인가하여, 금속이 줄열 또는 광열에 의해 열팽창하도록 함으로써, 섬유의 곡률을 조절할 수 있다. 따라서 물리적인 압력으로 조절할 수 없는 수준에서 섬유의 곡률을 매우 정교하게 미세 조절이 가능하여, 나노 구조체와 같은 미세 입자나 세포 및 유체 등의 이동 경로를 매우 정확하게 가이드할 수 있도록 한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.
- 도 2는 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용한 집게형 미세 입자 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- 도 3 및 도 4는 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용한 가이드형 미세 입자 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기

재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 섬유 구조체(110), 섬유 구조체의 외부 표면에 형성되는 금속체(120) 및 곡률 제어기(140, 150)를 포함한다.
- [0024] 섬유 구조체(110)는 가늘고 긴 형상의 다양한 섬유(fiber)로 구현될 수 있으며, 섬유 구조체(110)를 구성하는 재료는 제한되지 않는다. 예로서 섬유 구조체(110)는 광섬유나 각종 화학 섬유 또는 천연 섬유일 수 있으며, 경우에 따라서는 내부에 공동이 형성된 관형태의 섬유일 수도 있다.
- [0025] 금속체(120)는 섬유 구조체(110)의 외부 표면의 기지정된 위치에 형성될 수 있다. 여기서 금속체(120)는 도 1에 도시된 바와 같이, 가늘고 긴 라인 형태의 섬유 구조체(110)의 일측을 따라 연장되는 패턴으로 형성될 수도 있으나, 양측에 형성될 수도 있으며, 여러 측에 서로 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0026] 도 1에서는 설명의 편의를 위하여 금속체(120)가 두껍게 도시되어 있으나, 금속체(120)는 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 알루미늄(Al) 또는 무기물 중 적어도 하나가 섬유 구조체(110)의 지정된 측방향에 증착되어 박막의 형태로 형성될 수 있다. 즉 금속체(120)는 매우 얇은 두께로 형성되어 섬유 구조체(110)의 형상 변화에 가급적 영향을 미치지 않도록 형성될 수 있다.
- [0027] 한편, 곡률 제어기(140, 150)는 섬유 구조체(110)의 지정된 위치에 형성된 금속체(120)에 전압을 인가하거나 광을 인가하여 금속체(120)가 열팽창하도록 함으로써, 섬유 구조체(110)의 곡률을 제어한다.
- [0028] 도 1에서 (a)는 곡률 제어기(140)가 전원 공급부(V)로 구현되는 경우를 나타내고, (b)는 곡률 제어기(150)가 광원(L)으로 구현되는 경우를 나타낸다.
- [0029] (a)와 같이 곡률 제어기(140)가 전원 공급부(V)로 구현되는 경우, 곡률 제어기(140)는 요구되는 섬유 구조체(110)의 곡률에 대응하는 전압을 금속체(120)로 인가한다. (a)에서와 같이, 곡률 제어기(140)가 금속체(120)로 전압을 인가하게 되면, 전압이 인가된 금속체(120)는 줄열을 발생하게 되고 이로 인해 열팽창하게 된다. 그리고 금속체(120)는 섬유 구조체(110)의 표면 상에 형성되어 결합되어 있으므로, 열 팽창되는 금속체(120)에 의해 섬유 구조체(110)는 휘어지게 된다. 즉 섬유 구조체(110)는 금속체(120)가 형성된 방향이 볼록해지도록 휘어지게 된다.
- [0030] 한편, (b)와 같이 곡률 제어기(150)가 광원(L)으로 구현되는 경우, 곡률 제어기(150)는 요구되는 섬유 구조체(110)의 곡률에 대응하는 세기의 광을 금속체(120)로 인가한다. (b)에서와 같이 곡률 제어기(150)가 금속체(120)로 광을 인가하는 경우에, 금속체(120)는 광열에 의해 전압이 인가되는 경우와 마찬가지로 열팽창하게 되며, 이로 인해, 섬유 구조체(110)는 금속체(120)가 형성된 방향이 볼록해지도록 휘어지게 된다.
- [0031] 결과적으로 곡률 제어기(140, 150)가 금속체(120)로 전압을 인가하거나 광을 인가하는 경우 모두 금속체(120)가 열팽창되므로 섬유 구조체(110)가 휘어지게 되며, 이로 인해 섬유 구조체(110)의 곡률이 변화되게 된다. 여기서 금속체(120)의 열팽창 수준은 곡률 제어기(140, 150)에서 인가되는 전압 또는 광의 세기에 따라 상이하므로, 곡률 제어기(140, 150)는 전압 또는 광의 세기를 조절하여 섬유 구조체(110)의 곡률을 조절할 수 있다.
- [0032] 이와 같이 섬유 구조체(110)의 표면에 형성된 금속체(120)의 열팽창을 이용하여 섬유 구조체(110)의 곡률을 조절하는 경우, 물리적인 압력을 섬유 구조체(110)에 가하는 경우에 비해 매우 미세하게 곡률을 조절할 수 있어, 섬유 구조체(110)의 곡률을 매우 정밀하게 제어할 수 있다.
- [0033] 도 1에서는 설명의 편의를 위하여, 금속체(120)가 섬유 구조체(110)의 일측에만 형성된 것으로 도시하였으나, 이로 인해 섬유 구조체(110)가 금속체(120)가 형성된 좌측 방향으로만 볼록해지도록 휘어질 수 있다. 그러나 상기한 바와 같이, 금속체(120)는 섬유 구조체(110)의 외부 표면의 다양한 측방향에 이격되어 다수로 형성될 수 있으며, 이격되어 형성된 다수의 금속체(120) 각각에 독립적으로 전압 또는 광을 인가함으로써, 섬유 구조체(110)가 다양한 방향으로 휘어지도록 할 수도 있다.
- [0034] 도 2는 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용한 집게형 미세 입자 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- [0035] 도 2는 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용하여 미세 입자(230)를 직접적으로 이동시킬 수 있도록 하는 집게를 구현한 집게형 미세 입자 제어 장치에 대한 도면으로, 도 2를 참조하면, 집게형 미세 입자 제어 장치는 2개의 섬유 구조체(211, 212)와 2개의 섬유 구조체(211, 212) 각각의 외곽 표면에 형성된 금속체(221, 222) 및



다수의 광원(251 ~ 254)를 포함한다.

- [0036] 여기서 2개의 섬유 구조체(211, 212) 각각은 광이 전송되는 광섬유로 구현되고, 금속체(221, 222)는 도 1과 동일하게 대응하는 섬유 구조체(211, 212)의 외부 표면에 증착 등의 방식으로 박막으로 형성될 수 있다. 다만 도 2의 집계형 미세 입자 제어 장치에서는 2개의 섬유 구조체(211, 212)의 일단측에서 지정된 위치가 고정되며, 이에 타단이 서로 마주하는 내측 방향으로 휘어지게 되면 집계로서 기능을 할 수 있다. 즉 2개의 섬유 구조체(211, 212)가 집계의 외부 방향으로 볼록해지도록 구성되어도 된다. 따라서 금속체(221, 222)는 2개의 섬유 구조체(211, 212) 각각에서 외부 방향에만 형성되어도 무방하다.
- [0037] 한편, 다수의 광원(251 ~ 254) 중 제1 및 제2 광원(251, 252)은 우선 (a)에 도시된 바와 같이, 각각 2개의 섬유 구조체(211, 212) 중 대응하는 섬유 구조체의 곡률을 제어하기 위한 곡률 제어기로서, 금속체(221, 222)로 광을 인가한다. 제1 및 제2 광원(251, 252)에서 방출된 광이 인가된 금속체(221, 222)는 광열에 의해 열팽창한다. 이에 섬유 구조체(211, 212)는 외부 방향으로 볼록해지도록 휘어지지만, 일단측의 지정된 위치가 고정되어 있으므로, 2개의 섬유 구조체(211, 212)의 마주하는 타단이 서로 인접하게 된다.
- [0038] 그리고 제1 및 제2 광원(251, 252)이 광을 방출하고 있는 상태에서, (b)에 도시된 바와 같이, 제3 및 제4 광원(253, 254)은 2개의 섬유 구조체(211, 212) 각각의 일단을 통해 2개의 섬유 구조체(211, 212)의 내부로 인가하고, 2개의 섬유 구조체(211, 212)의 내부로 인가된 광은 타단으로 방출된다. 2개의 섬유 구조체(211, 212)의 타단에서 방출되는 광은 광자(photon)로서 미세 입자(230)에 대해 물리적인 영향을 미칠 수 있다. 이는 2개의 섬유 구조체(211, 212) 타단 사이에 위치하는 미세 입자(230)에 직접 간섭할 수 있음을 의미한다. 즉 광 편선했을 효과를 유도하여 집계형 미세 입자 제어 장치가 미세 입자를 잡은 상태와 유사한 효과를 나타낼 수 있다.
- [0039] 따라서 다수의 광원(251 ~ 254)이 광을 방출하는 동안 2개의 섬유 구조체(211, 212)를 이동시킴으로써 미세 입자(230)의 위치를 변화시킬 수 있다. 즉 미세 입자(230)의 이동을 제어할 수 있게 된다.
- [0040] 여기서 광을 인가하여 미세 입자의 위치에 직접 간섭하는 방식은 공지된 기법이므로 여기서는 상세하게 설명하지 않는다.
- [0041] 도 3 및 도 4는 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용한 가이드형 미세 입자 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- [0042] 도 3에 도시된 가이드형 미세 입자 제어 장치는 미세 입자가 이동하는 경유 경로를 가이드하기 위한 장치로서, 도 3에서는 서로 나란하게 진행하는 2개의 가이드만(310, 320)을 예로서 도시하다. 이는 2개의 가이드(310, 320)가 서로 나란하게 진행하도록 곡률이 형성됨으로써 이후 미세 입자(330)가 진행할 경로를 형성할 수 있도록 하기 위함이다. 즉 미세 입자(330)는 양측에 배치된 2개의 가이드(310, 320)에 의해 지정된 경로를 따라 이동할 수 있게 된다.
- [0043] 도 3에 도시된 2개의 가이드(310, 320) 각각은 도 1의 정밀 형상 가변형 섬유 장치와 동일한 구성으로, 섬유 구조체(311, 321), 섬유 구조체(311, 321)의 외부 표면에 형성되는 금속체(312, 322)를 포함한다.
- [0044] 그리고 도시하지 않았으나, 가이드형 미세 입자 제어 장치는 도 1에서와 마찬가지로 곡률 제어기(미도시)를 더 포함한다. 이에 곡률 제어기에서 금속체(312, 322)로 인가되는 전압 또는 광의 세기에 따라 섬유 구조체(310)는 도 3에 도시된 바와 같이, 금속체(312, 322)가 형성된 방향으로 볼록하게 휘어지게 되며, 섬유 구조체(311, 321)가 지정된 곡률로 휘어지면, 미세 입자(330)를 기관 상에서 가이드의 일측에 위치시킨 후, 기관을 기울임으로써, 미세 입자(330)가 휘어진 가이드를 따라 이동하도록 할 수 있다. 경우에 따라서는 도 2에 도시된 집계형 미세 입자 제어 장치를 이용하여, 미세 입자(330)가 가이드를 따라 이동하도록 할 수도 있다.
- [0045] 도 3에 도시된 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 가이드형 미세 입자 제어 장치로 이용될 뿐만 아니라, 미세 입자의 운동에 따른 외력 측정 장치로 이용될 수도 있다.
- [0046] 가이드를 외력 측정 장치로 이용하고자 하는 경우, 도 3과 달리 하나의 가이드(예를 들면 310)만이 배치될 수 있다. 그리고 곡률 제어부가 전압이나 광을 금속체(312)로 인가하지 않고서 섬유 구조체(311)가 도 3과 같이 휘어져 배치된 상태에서 미세 입자(330)가 섬유 구조체(311)를 따라 이동하도록 한다. 이때 이동하는 미세 입자(330)는 원심력에 의해 섬유 구조체(311)에 힘을 가하게 되고, 따라서 섬유 구조체(311)의 곡률이 변화하게 된다.
- [0047] 만일 섬유 구조체(311)가 광 섬유로 구현되고 일단에 광을 인가되고 있다면, 섬유 구조체(311)의 타단에는 섬유 구조체(311)의 내부를 따라 전송된 광이 방출되고, 광이 방출되는 위치는 미세 입자(330)가 섬유 구조체(311)에

가하는 힘만큼 변화하게 된다. 따라서 곡물 제어부가 섬유 구조체(311)의 타단에서 방사되는 광의 위치가 이전 위치로 돌아가도록 전압 또는 광을 금속체(312)로 공급하고, 곡물 제어부가 공급한 전압 또는 광의 양을 측정하면, 측정된 전압 또는 광의 양으로부터 미세 입자(330)가 섬유 구조체(311)를 따라 이동하면서 가한 외력을 추정할 수 있게 된다.

[0048] 한편 조건에 따라서는 도 3과 같이 미세 입자가 단순히 일측 방향으로 휘어지는 이동 경로를 따라 이동하도록 하는 것뿐만 아니라, 다양한 굴곡의 경로를 따라 이동하도록 해야 할 수도 있다.

[0049] 이 경우, 도 4와 같이, 다수의 가이드를 이용하여 미세 입자(430)의 이동 경로를 다양하게 설정할 수도 있다. 가이드형 미세 입자 제어 장치는 도 4에 도시된 바와 같이, 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425))가 결합되어 구성될 수 있다. 도 4에서는 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425))가 직렬로 연결되어 기관(400) 상에 배치되어 있다.

[0050] 그리고 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425))는 미세 입자(430)이 진행해야 하는 경로의 일 측에 위치하는 제1 가이드 그룹과 타 측에 위치하는 제2 가이드 그룹(421 ~ 425)으로 구분될 수 있다. 즉 제1 가이드 그룹과 제2 가이드 그룹은 미세 입자(430)를 진행시키고자 하는 진행 경로의 양측에 나란하게 진행하는 형태로 배치될 수 있다. 그리고 제1 가이드 그룹의 다수의 가이드(411 ~ 415)는 서로 직렬로 연속하여 연결되고, 제2 가이드 그룹의 다수의 가이드(421 ~ 425) 또한 서로 직렬로 연속으로 연결되어 미세 입자(430)가 인접한 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425)) 사이의 결합 위치에서 경로를 이탈하지 않도록 할 수 있다.

[0051] 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425)) 각각은 도 1 및 도 3과 같이, 섬유 구조체와 섬유 구조체에 형성된 금속체를 포함한다. 그리고 각 금속체에는 곡물 제어기(미도시)에서 전압 또는 광이 인가된다.

[0052] 여기서 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425)) 각각은 미세 입자(430)를 이동시키고자 하는 이동 경로의 형상에 따라 각 섬유 구조체에서 금속체가 형성된 위치가 상이하게 결합될 수 있다.

[0053] 도 4의 경우, 제1 가이드 그룹의 제11, 제12, 제14 및 제15 가이드(411, 412, 414, 415)에서 금속체가 섬유 구조체의 동일한 측방향에 형성된 반면, 제13 가이드(413)에서는 금속체가 섬유 구조체의 상이한 측방향에 형성되어 있음을 알 수 있다. 그리고 제2 가이드 그룹의 다수의 가이드(421 ~ 425)는 제1 가이드 그룹의 다수의 가이드(411 ~ 415)와 나란하게 진행되어야 한다. 따라서 제2 가이드 그룹의 제21, 제22, 제24 및 제25 가이드(421, 422, 424, 425)는 제1 가이드 그룹의 제11, 제12, 제14 및 제15 가이드(411, 412, 414, 415)와 마찬가지로 금속체가 섬유 구조체의 동일한 측방향에 형성된다. 반면, 제23 가이드(423)에서는 제13 가이드(413)와 마찬가지로 금속체가 섬유 구조체의 상이한 측방향에 형성된다.

[0054] 이에 각 금속체로 전압 또는 광이 인가된 제11, 제12, 제14, 제15, 제21, 제22, 제24 및 제25 가이드(411, 412, 414, 415, 421, 422, 424, 425)에 의해 가이드 되는 구간에서는 미세 입자(430)가 우측 방향으로 휘어지며 이동하도록 하는 반면, 제13 및 제23 가이드(413, 423)에 의해 가이드 되는 구간에서 미세 입자(430)는 좌측 방향으로 휘어지며 이동하게 된다.

[0055] 그리고 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425)) 각각의 금속체에 인가하는 전압 또는 광의 세기를 조절하여 미세 입자(430)의 이동 경로를 매우 정밀하게 조절할 수 있다.

[0056] 이때 미세 입자(430)는 상기한 바와 같이, 기관(400)을 기울여 이동시킬 수도 있으며, 가이드의 외부에 미세 입자(430)와 함께 유체를 함께 공급하여, 미세 입자(430)가 가이드를 따라 흐르는 유체를 따라 이동하도록 할 수 있다.

[0057] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.

[0058] 도 1 내지 도 4에서 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 금속체(120, 221, 222, 312, 322)가 섬유 구조체(110, 211, 212, 311, 321)의 일측방향에 형성되는 경우를 도시하였다. 이 경우, 곡물 제어기(140, 150, 251, 252)를 이용하여 전압 또는 광을 금속체(120, 221, 222, 312, 322)로 인가할 지라도 섬유 구조체(110, 211, 212, 311, 321)는 일 방향으로만 휘어질 수 있게 된다. 따라서 도 4에서와 같이, 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 이용하여 가이드형 미세 입자 제어 장치를 구현하고자 하는 경우, 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425)) 각각에서 금속체가 섬유 구조체에 형성된 위치를 반드시 확인하여 결합하고 기관(400) 상에 배치해야만 한다. 그리고 다수의 가이드((411 ~ 415), (421 ~ 425))가 결합되어 기관(400)에 배치된 이후에는 미세 입자(430)가 반대 방향으로 이동하도록 제어할 수 없게 된다. 즉 미세 입자(430)의 이동 경로를 자유롭게 조절할 수 없다는 한계가 있다.



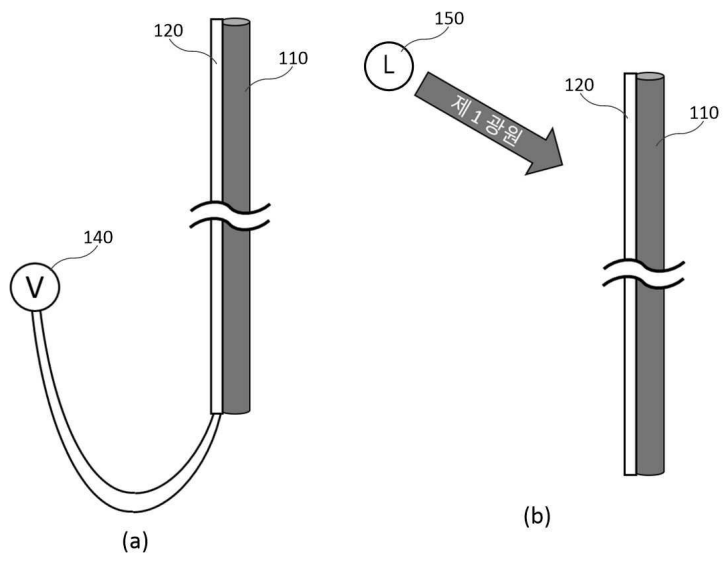
- [0059] 뿐만 아니라, 곡률 제어기(140)가 금속체(120, 221, 222, 312, 322)로 전압을 인가하는 경우, 섬유 구조체(110, 211, 212, 311, 321)는 일단부터 타단까지 전체적으로 균일한 곡률을 갖도록 휘어지게 되어 각 위치별로 휘어지는 방향이나 곡률을 상이하게 조절할 수 없다.
- [0060] 이러한 문제를 방지하기 위해, 도 5의 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 섬유 구조체(510)의 외부 표면에 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (521 ~ 52n))이 형성된다. 여기서 도 5에 도시된 바와 같이, 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))는 섬유 구조체(510)의 양측에 배치될 수 있으며, 서로 이격되어 배치될 수 있다. 즉 섬유 구조체(510)의 일측에 배치되는 다수의 제1 미소 금속체 (521 ~ 52n)와 타측에 배치되는 다수의 제2 미소 금속체 (531 ~ 53n)는 각각 서로 이격되어 독립적으로 섬유 구조체(510)의 표면에 형성된다.
- [0061] 그리고 곡률 제어기((541, 542), (551 ~ 55n))는 도 5의 (a) 및 (b)와 같이, 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n)) 각각에 대해 개별적으로 전압 또는 광의 세기를 조절하여 인가할 수 있다. 따라서 서로 이격되어 배치된 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))는 곡률 제어기((541, 542), (551 ~ 55n))에서 개별적으로 인가되는 전압 또는 광에 따라 개별적으로 열팽창하게 되며, 독립적으로 열팽창된 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))에 의해 섬유 구조체(510)는 국부적으로 서로 상이하게 휘어지게 된다. 즉 도 1 내지 도 4에서와 달리 도 5의 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 각 위치별로 서로 상이한 곡률로 휘어질 수 있다. 또한 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))가 섬유 구조체(510)의 양측에 배치되어 있으므로, 도 5의 정밀 형상 가변형 섬유 장치는 좌우측 어느 방향으로든 용이하게 휘어질 수 있다.
- [0062] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 정밀 형상 가변형 섬유 장치를 나타낸다.
- [0063] 도 6에서 (a)는 정밀 형상 가변형 섬유 장치가 휘어지기 이전 상태를 나타내고, (b)는 휘어진 상태를 나타낸다.
- [0064] 도 6의 정밀 형상 가변형 섬유 장치에서도 도 5에서와 마찬가지로 다수의 미소 금속체((621 ~ 62n), (631 ~ 63n))가 섬유 구조체(610)의 양측에 서로 이격되어 배치된다. 다만 도 5에서는 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))가 섬유 구조체(510)의 양측에 외부의 표면 상에 형성되었으나, 도 6에서는 다수의 미소 금속체((621 ~ 62n), (631 ~ 63n))가 섬유 구조체(610)의 측면에서 내부로 삽입되어 형성된다. 즉 섬유 구조체(610)의 외부로 다수의 미소 금속체((621 ~ 62n), (631 ~ 63n))가 돌출되지 않는다. 도 5의 경우, 비록 다수의 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))가 박막으로 형성될 지라도, 미세 입자의 크기 또한 매우 작으므로, 미세 입자가 섬유 구조체(510)의 측면을 따라 이동하는 경우, 돌출된 미소 금속체((521 ~ 52n), (531 ~ 53n))가 미세 입자의 이동을 방해하는 장애 요소로 작용할 수 있다. 그에 반해, 도 6의 정밀 형상 가변형 섬유 장치에서는 다수의 미소 금속체((621 ~ 62n), (631 ~ 63n))가 섬유 구조체(610)의 측면에서 내부로 삽입되어 형성됨으로써, 미세 입자의 이동에 방해가 되지 않는다. 즉 미세 입자가 용이하게 섬유 구조체(610)를 따라 이동할 수 있도록 한다.
- [0065] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0066] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

### 부호의 설명

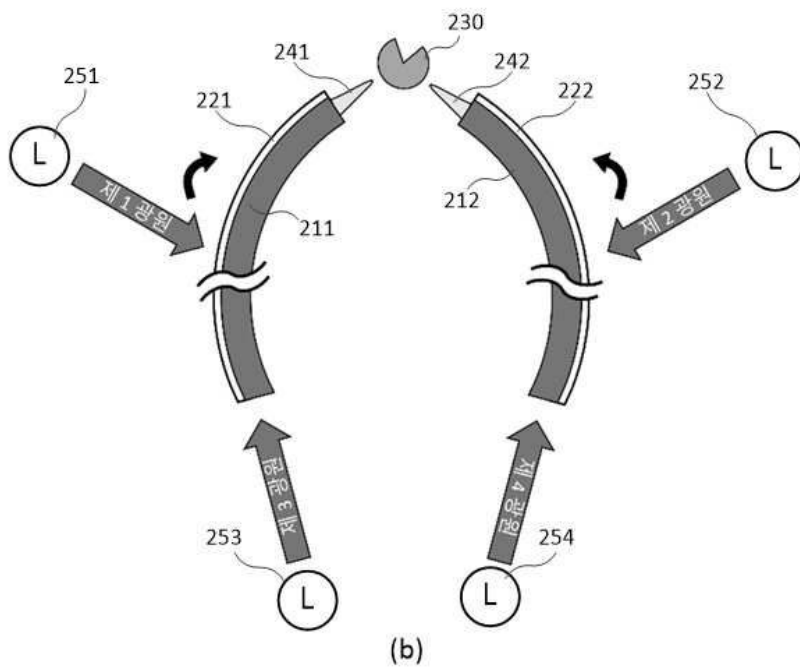
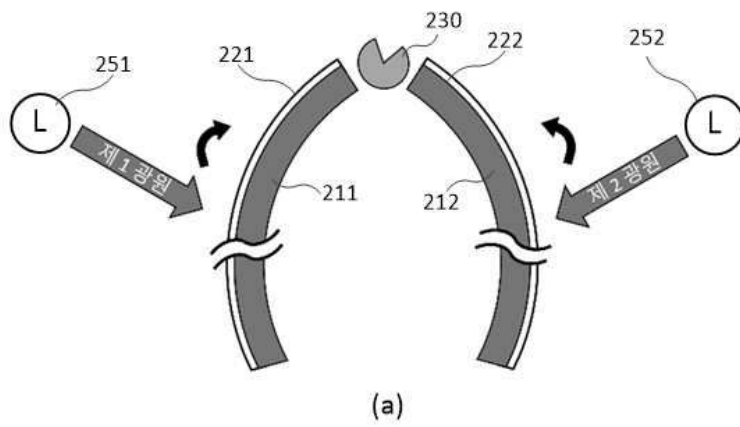
- [0067] 110, 211, 212, 311, 312, 510, 610: 섬유 구조체
- 120, 221, 222, 312, 322: 금속체
- 310, 320, 411 ~ 415, 421 ~ 425: 가이드
- 521 ~ 52n, 531 ~ 53n, 621 ~ 62n, 631 ~ 63n: 미소 금속체
- 140, 150, 251, 252, 541, 542, 551, 552, 651, 652: 곡률 제어기

도면

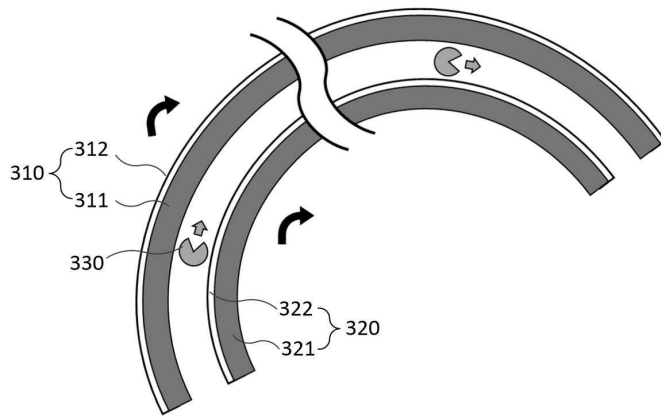
도면1



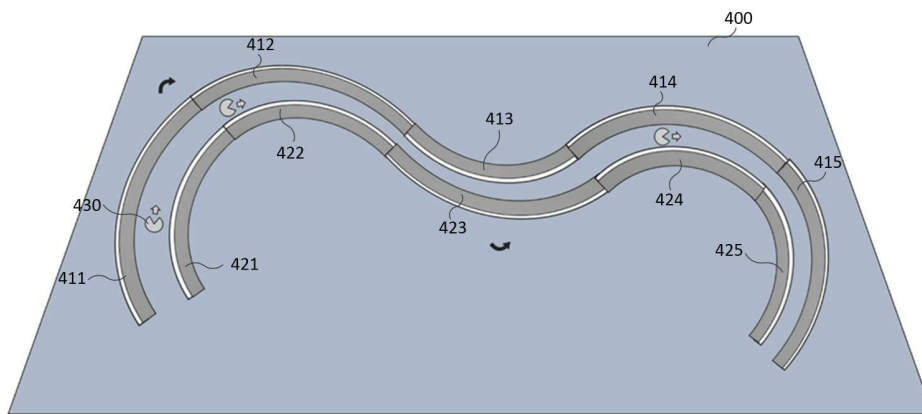
도면2



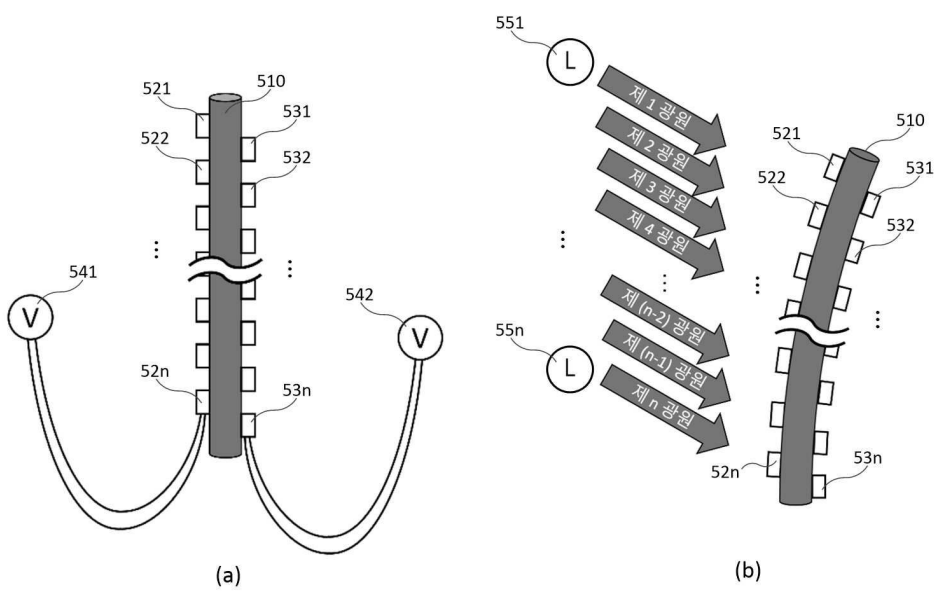
도면3



도면4



도면5



도면6

