



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0082068
(43) 공개일자 2024년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 25/01 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
(52) CPC특허분류
A61M 25/0105 (2013.01)
A61B 5/4887 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0166010
(22) 출원일자 2022년12월01일
심사청구일자 2022년12월01일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
구자현
서울시 서초구 방배로30길 84, 504호(방배동, 프
리우스아파트)
이태우
서울특별시 성북구 고려대로7가길 19, 103호
(74) 대리인
최훈식

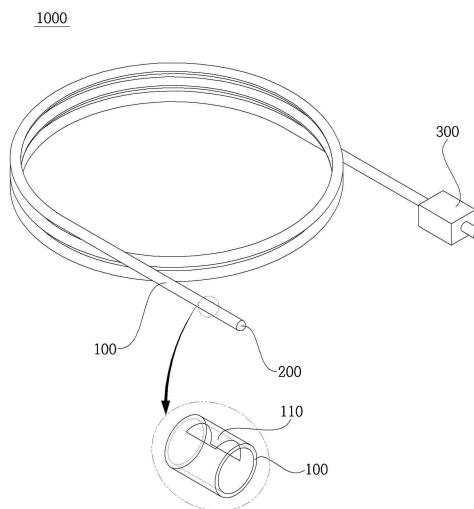
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 및 이를 이용한 카테터 시술방법

(57) 요약

플렉서블한 연질의 재료를 포함하고, 내면 또는 외면에 스트레인 센서를 구비하는 카테터 몸체; 상기 카테터 몸체의 일단에 구비되어 관 내로 삽입되는 카테터 팁; 및 상기 카테터 몸체 타단에 접촉되어 카테터가 삽입되는 길이 측정하는 길이 측정부;를 포함하고, 상기 스트레인 센서는 적어도 둘 이상이 이격되어 대면하여 구비되는, 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 2562/0261 (2013.01)

A61M 2025/0166 (2013.01)

A61M 2205/0216 (2013.01)

A61M 2205/332 (2013.01)

A61M 2205/3327 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플렉서블한 연질의 재료를 포함하고, 내면 또는 외면에 스트레인 센서를 구비하는 카테터 몸체;
 상기 카테터 몸체의 일단에 구비되어 관 내로 삽입되는 카테터 팁; 및
 상기 카테터 몸체 타단에 접촉되어 카테터가 삽입되는 길이를 측정하는 길이 측정부;를 포함하고,
 상기 스트레인 센서는 적어도 둘 이상이 이격되어 대면하여 구비되는,
 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 스트레인 센서는 저항패턴을 구비하여 저항값을 측정하는,
 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 스트레인 센서는 상기 카테터 몸체가 구부러짐에 따라 함께 구부러지고,
 상기 스트레인 센서가 구부러짐에 따라 달라지는 저항값을 이용하여 상기 스트레인 센서가 구부러지는 각도를 측정하는,
 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고,
 서로 대면하는 2개의 스트레인 센서의 저항값 및 상기 카테터의 삽입된 길이를 측정하여 3차원 좌표를 계산하여 카테터의 위치를 파악하는,
 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 스트레인 센서는 $100\mu\text{m}^2$ 내지 100mm^2 의 크기를 가지는,
 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 길이 측정부는 롤러 형태로 구비되고,

상기 길이 측정부가 상기 카테터 몸체에 접하여 회전하면서 상기 카테터 몸체가 삽입되는 길이를 측정하는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치;

[식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

여기에서, Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화이다.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는,

스트레인 센서를 포함하는 카테터 장치;

[식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \emptyset$$

[식 5]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[식 6]

$$\emptyset = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 은 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\emptyset$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 스트레인 센서는 금속, 탄소 소재 및 전도성 폴리머 복합체 중 적어도 어느 하나로 구성되고,

상기 스트레인 센서는 플렉서블 기관과, 상기 플렉서블 기관 상에 구비되는 저항패턴을 포함하는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 금속은 금, 은, 구리, 니켈, 티타늄, 마그네슘 및 알루미늄 중 적어도 어느 하나를 포함하는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 탄소 소재는 그래핀, 탄소나노튜브, 흑연, 탄소섬유 및 카본블랙 중 적어도 어느 하나를 포함하는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 전도성 폴리머는 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리사이오펜(polythiophene), 폴리파라페닐렌(poly(para-phenylene)), 폴리페닐렌 설파이드(poly(phenylene sulfide)), 폴리파라페닐렌 비닐렌(poly(para-phenylene vinylene)), 폴리다이메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 폴리피롤(polypyrrole) 중 적어도 어느 하나를 포함하는,

스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치.

청구항 13

신체에 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 스마트 카테터 장치를 삽입하는 단계;

신체 내의 관을 따라 상기 카테터 몸체가 이동하고, 상기 카테터 몸체의 구부러짐에 따라 구부러지는 상기 스트레인 센서의 저항값을 측정하고 이를 상기 스트레인 센서의 구부러진 각도로 환산하는 단계; 및

상기 카테터 몸체가 삽입된 길이와 상기 스트레인 센서의 구부러진 각도를 이용하여 상기 스트레인 센서의 위치

를 특정하고 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계;를 포함하는,
카테터 장치를 이용하는 방법.

청구항 14

제13에 있어서,
상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하여 상기 카테터 몸체의 삽입 경로를 맵핑하는,
카테터 장치를 이용하는 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,
상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고,
서로 대면하는 2개의 상기 스트레인 센서의 저항값 및 삽입된 상기 카테터 몸체의 길이를 측정하여 3차원 좌표
를 계산하여 스트레인 센서의 위치를 파악하는,
카테터 장치를 이용하는 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,
상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는,
카테터 장치를 이용하는 방법;

[식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

여기에서, Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서
의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화이다.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는,
카테터 장치를 이용하는 방법;

[식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \varnothing$$

[식 5]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[식 6]

$$\varnothing = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 은 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\varnothing$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계 이후에, 상기 카테터 장치는 스텐트를 더 포함하여 특정된 위치에 스텐트를 시술하는 단계를 더 포함하는,

카테터 장치의 이용방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스트레인 센서를 포함하고 관내에 시술하는 스마트 카테터 장치 및 이를 이용한 카테터 장치의 이용 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 비뇨기질환은 체내에서 소변의 생성, 저장 및 배출하는 과정에서 장애를 주는 질환을 말하며, 남녀노소 구별없이 전 연령층에게 발생할 수 있다. 특히 요로결석의 경우 심한 통증이 발생하며, 이의 치료는 증상, 결석의 크기와 위치, 요폐나 요로감염의 유무, 결석의 원인 등에 따라 여러 가지 방식을 선택할 수 있다. 요로 결석은 대부분 자연적으로 배출되지만, 크기가 커서 자연배출을 기대하기 어려운 경우에는 레이저로 잘게 부숴 몸 밖으로 배출시킬 수 있다. 이 때 잘게 부숴진 결석이 밖으로 흘러나가기 쉽도록 스텐트를 설치하고, 수술 후 남아있는 결석의 양에 따라 2주~2개월 후에 제거해야 한다.

[0004] 스텐트는 카테터에 연결하여 신체 관 내에 시술할 수 있으며, 비뇨기 질환 외에도 심혈관 질환 치료 등에서 카테터를 이용한 스텐트 이식 시술이 널리 이용되고 있다. 이때, 스텐트를 정확하게 시술 하기 위해서는 조영제를 투여하여 X-ray 등의 방사선 이미지를 찍어 스텐트 삽입 위치를 정확하게 확인하며 시술하게 되지만, 부작용의 위험성이 있는 조영제를 다량 투입해야 하는 문제가 있다. 방사선 피폭에 민감한 환자이거나, 방사선에 반복적으로 노출되는 의료인력의 경우 피폭을 줄이기 위해 방사선 이미지의 사용을 되도록이면 피하고자 한다. 그러나 방사선 투과 이미지를 사용하지 않을 경우, 의사의 감각과 숙련도에 의존하여 시술을 진행해야 한다. 이 과정에서 숙련된 의료인력이 아니면 시술을 하기 어렵고, 또한 시술에 문제가 발생한 경우 재시술을 해야 하며 합병증이 발생할 위험 또한 존재한다.

[0005] 따라서 카테터를 삽입할 때, 실시간으로 카테터의 위치를 파악할 수 있는 기능을 가지면서 제작이 단순하고 경

제적인 의료용 장치가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 제5836697호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 센서를 포함하여 신체 내 관을 맵핑하고 스텐트를 시술할 수 있는 스마트 카테터 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은 스마트 카테터 장치를 이용하는 방법을 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0011] 또한 본 발명의 일측면에 따르면, 본 발명의 실시예들은, 플렉서블한 연질의 재료를 포함하고, 내면 또는 외면에 스트레인 센서를 구비하는 카테터 몸체; 상기 카테터 몸체의 일단에 구비되어 관 내로 삽입되는 카테터 팁; 및 상기 카테터 몸체 타단에 접촉되어 카테터가 삽입되는 길이를 측정하는 길이 측정부;를 포함하고, 상기 스트레인 센서는 적어도 둘 이상이 이격되어 대면하여 구비되는, 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치를 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 저항패턴을 구비하여 저항값을 측정하는 것일 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 상기 카테터 몸체가 구부러짐에 따라 함께 구부러지고, 상기 스트레인 센서가 구부러짐에 따라 달라지는 저항값을 이용하여 상기 스트레인 센서가 구부러지는 각도를 측정하는 것일 수 있다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고, 서로 대면하는 2개의 스트레인 센서의 저항값 및 상기 카테터의 삽입된 길이를 측정하여 3차원 좌표를 계산하여 카테터의 위치를 파악하는 것일 수 있다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 $100\mu\text{m}^2$ 내지 100mm^2 의 크기를 가지는 것일 수 있다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 길이 측정부는 롤러 형태로 구비되고, 상기 길이 측정부가 상기 카테터 몸체에 접하여 회전하면서 상기 카테터 몸체가 삽입되는 길이를 측정하는 것일 수 있다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는 것일 수 있다.

[0018] [식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

[0019]

[0020] 여기에서, Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화이다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는 것일 수 있다.

[0022] [식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[0023]

[0024] [식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[0025]

[0026] [식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \emptyset$$

[0027]

[0028] [식 5]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[0029]

[0030] [식 6]

$$\emptyset = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

[0031]

[0032] 여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 는 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\emptyset$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

[0033] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 금속, 탄소 소재 및 전도성 폴리머 복합체 중 적어도 어느 하나로 구성되고, 상기 스트레인 센서는 플렉서블 기판과, 상기 플렉서블 기판 상에 구비되는 저항패턴을 포함하는 것일 수 있다.

[0034] 일 실시예에 있어서, 상기 금속은 금, 은, 구리, 니켈, 티타늄, 마그네슘 및 알루미늄 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0035] 일 실시예에 있어서, 상기 탄소 소재는 그래핀, 탄소나노튜브, 흑연, 탄소섬유 및 카본블랙 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0036] 일 실시예에 있어서, 상기 전도성 폴리머는 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리사이오펜(polythiophene), 폴리파라페닐렌(poly(para-phenylene)), 폴리페닐렌 설파이트(poly(phenylene sulfide)), 폴리파라페닐렌 비닐렌(poly(para-phenylene vinylene)), 폴리다이메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 폴리피롤(polypyrrole) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0037] 또한 본 발명의 일측면에 따르면, 본 발명의 실시예들은 신체에 상기의 특징중 적어도 어느 하나를 가지는 스마트 카테터 장치를 삽입하는 단계; 신체 내의 관을 따라 상기 카테터 몸체가 이동하고, 상기 카테터 몸체의 구부러짐에 따라 구부러지는 상기 스트레인 센서의 저항값을 측정하고 이를 상기 스트레인 센서의 구부러진 각도로 환산하는 단계; 및 상기 카테터 몸체가 삽입된 길이와 상기 스트레인 센서의 구부러진 각도를 이용하여 상기 스트레인 센서의 위치를 특정하고 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계;를 포함하는 것일 수 있다.

[0038] 일 실시예에 있어서, 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하여 상기 카테터 몸체의 삽입 경로를 맵핑하는 것일 수 있다.

[0039] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고, 서로 대면하는 2개의 상기 스트레인 센서의 저항값 및 삽입된 상기 카테터 몸체의 길이를 측정하여 3차원 좌표를 계산하여 스트레인 센서의 위치를 파악하는 것일 수 있다.

[0040] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는 것일 수 있다.

[0041] [식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

[0042]

[0043] 여기에서, Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화이다.

[0044] 일 실시예에 있어서, 상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는 것일 수 있다.

[0045] [식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[0046]

[0047] [식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[0048]

[0049] [식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \emptyset$$

[0050]

[0051] [식 5]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[0052]

[0053] [식 6]

$$\emptyset = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

[0054]

[0055] 여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 은 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\emptyset$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

[0056] 일 실시예에 있어서, 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계 이후에, 상기 카테터 장치는 스텐트를 더 포함하여 특정된 위치에 스텐트를 시술하는 단계를 더 포함하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0058] 본 발명에 따르면 센서를 포함하여 신체 내 관을 맵핑하고 스텐트를 시술할 수 있는 스마트 카테터 장치를 제공할 수 있다.

[0059] 또한, 본 발명에 따르면 스마트 카테터 장치를 이용하는 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0061] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레인 센서를 포함하는 카테터 장치를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 4개의 스트레인 센서가 구비된 카테터 몸체의 단면을 나타낸 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 저항 패턴을 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 길이 측정부를 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레인 센서의 단면을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0062] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

[0063] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 이하의 설명에서 달리 명시되지 않는 한, 본 발명에 성분, 반응 조건, 성분의 함량을 표현하는 모든 숫자, 값 및/또는 표현은, 이러한 숫자들이 본질적으로 다른 것들 중에서 이러한 값을 얻는 데 발생하는 측정의 다양한 불확실성이 반영된 근사치들이므로, 모든 경우 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 기재에서 수치범위가 개시되는 경우, 이러한 범위는 연속적이며, 달리 지적되지 않는 한 이러한 범위의 최소값으로부터 최대값이 포함된 상기 최대값까지의 모든 값을 포함한다. 더 나아가, 이러한 범위가 정수를 지칭하는 경우, 달리 지적되지 않는 한 최소값으로부터 최대값이 포함된 상기 최대값까지를 포함하는 모든 정수가 포함된다

[0064] 또한, 본 발명에서 범위가 변수에 대해 기재되는 경우, 상기 변수는 상기 범위의 기재된 종료점들을 포함하는 기재된 범위 내의 모든 값들을 포함하는 것으로 이해될 것이다. 예를 들면, "5 내지 10"의 범위는 5, 6, 7, 8, 9, 및 10의 값들뿐만 아니라 6 내지 10, 7 내지 10, 6 내지 9, 7 내지 9 등의 임의의 하위 범위를 포함하고, 5.5, 6.5, 7.5, 5.5 내지 8.5 및 6.5 내지 9 등과 같은 기재된 범위의 범주에 타당한 정수들 사이의 임의의 값도 포함하는 것으로 이해될 것이다. 예를 들면, "10% 내지 30%"의 범위는 10%, 11%, 12%, 13% 등의 값들과 30%까지를 포함하는 모든 정수들 뿐만 아니라 10% 내지 15%, 12% 내지 18%, 20% 내지 30% 등의 임의의 하위 범위를 포함하고, 10.5%, 15.5%, 25.5% 등과 같이 기재된 범위의 범주 내의 타당한 정수들 사이의 임의의 값도 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0065] 도 1(1000)은 본 발명의 일 실시예에 의한 스트레인 센서가 부착된 카테터 장치를 나타낸 모식도이다. 도 1은 신체관 내에 삽입되는 카테터 몸체(100) 및 카테터 몸체의 내벽에 구비되어 있는 스트레인 센서(110)를 나타낸다. 상기 스트레인 센서(110)는 신체관의 형상에 따라 카테터 몸체(100)가 구부러질 때 함께 구부러질 수 있고, 이때 발생하는 저항을 측정하여 상기 카테터 몸체(100)의 위치를 추적할 수 있다. 도 1에서 카테터 팁(200)은 카테터 몸체(100)가 신체 내로 쉽게 삽입될 수 있게 도와주고 진행하는 방향을 잡아주는 것일 수 있다. 또한 길이 측정부(300)는 내부에 길이를 측정하는 수단이 구비되어 있어 카테터 몸체(100)가 삽입되는 길이를 측정하는 것일 수 있다.

[0067] 본 발명의 실시예는 플렉서블한 연질의 재료를 포함하고, 내면 또는 외면에 스트레인 센서(110)를 구비하는 카테터 몸체(100); 상기 카테터 몸체의 일단에 구비되어 관 내로 삽입되는 카테터 팁(200); 및 상기 카테터 몸체 타단에 접촉되어 카테터가 삽입되는 길이를 측정하는 길이 측정부(300);를 포함하고, 상기 스트레인 센서는 적어도 둘 이상이 이격되어 대면하여 구비되는, 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치를 포함할 수 있다.

[0068] 상기 스트레인 센서는 저항패턴을 구비하여 저항값을 측정하는 것일 수 있다. 상기 스트레인 센서는 상기 카테터 몸체가 구부러짐에 따라 함께 구부러지고, 상기 스트레인 센서가 구부러짐에 따라 달라지는 저항값을 이용하여 구부러지는 각도를 측정하는 것일 수 있다.

[0069] 상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고, 2개의 스트레인 센서가 대면하여 쌍으로 구비될 수 있다. 상기 스트레인 센서는 저항값 및 상기 카테터 몸체가 삽입된 길이를 측정하여 3차원 좌표를 계산하여 위치를 파악하는 것일 수 있다. 구체적으로 대면하는 2개의 상기 스트레인 센서는 상기 스트레인 센서가 구부러질 때 달라지는 저항값을 측정할 수 있다. 각각의 상기 스트레인 센서에서 측정된 저항값은 오차를 줄이기 위하여 대면하는 스트레인 센서 사이에 평균값을 계산하여 평균 저항값을 도출할 수 있다. 상기 평균 저항값은 대면하는 스트레인 센서 쌍의 위치에 따라 다르게 도출될 수 있으며, 상기 평균 저항값들을 조합하여 상기 스트레인 센서의 굽힘 각도를 계산할 수 있다. 계산된 상기 스트레인 센서의 굽힘 각도를 3차원 위치로 변환하고 상기 카테터 몸체가 삽입된

길이를 계산하여 상기 카테터 몸체가 있는 위치를 추적할 수 있다. 또한 상기 카테터 몸체가 있는 위치를 추적하는 것은 신체의 관내를 통과하면서 실시간으로 이루어질 수 있고, 이들을 조합하여 관내를 맵핑할 수 있다.

도 2는 본 발명의 일 실시예로 상기 스트레인 센서가 4개 구비된 카테터 몸체의 단면도를 나타낸 것일 수 있다. 상기 스트레인 센서(110a-d)는 카테터 몸체(100)의 내면에 접하여 일정 간격을 두고 이격되어 구비될 수 있다. 상기 스트레인 센서(110a-d)는 얇고 플렉서블하여 곡면을 가지는 상기 카테터 몸체(100)에 접하여 구비될 수 있다. 상기 스트레인 센서를 이용한 3차원 좌표 측정은 예를 들어, 스트레인 센서 110a 및 110c에서 각각 측정된 저항값의 평균을 계산하고, 스트레인 센서 110b 및 110d에서 각각 측정된 저항값의 평균을 계산한 후 이들을 이용하여 상기 스트레인 센서의 위치를 계산할 수 있다.

상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는 것일 수 있다.

[식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

상기 Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화를 나타내는 것일 수 있다.

일 실시예에 있어서, 상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는 것일 수 있다.

[식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \emptyset$$

[식 5]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[식 6]

$$\emptyset = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 은 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\emptyset$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

상기 스트레인 센서의 저항값을 측정하여 상기 식들을 통해 상기 스트레인 센서의 위치를 특정하는 방법은 다음과 같은 수 있다. 우선 상기 카테터 몸체가 삽입되는 길이(ΔL)에 따른 스트레인 센서의 3차원 순간 좌표를 (Δx , Δy , Δz)라고 할 수 있다. 상기 Δx , Δy , Δz 를 x-z 평면에 프로젝션한 것, 즉(Δx , 0, Δz)이 이루는 각도를 θ_1 이라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 를 y-z 평면에 프로젝션한 것, 즉(0, Δy , Δz)이 이루는 각도를 θ_2 라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 를 x-y 평면에 프로젝션한 것, 즉(Δx , Δy , 0)이 이루는 각도를 θ_3 이라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 가 z축과 이루는 각도를 $\emptyset$ 라 할 수 있다. θ_1 및 θ_2 는 상기 스트레인 센서의 데이터를 통하여 얻어낼 수 있고, θ_3 및 $\emptyset$ 는 상기 식을 이용하여 θ_1 및 θ_2 로부터 구할 수 있다. 최종적으로 측정된 L,

얻어진 θ_3 및 θ 를 상기 식에 대입하여 3차원 순간 좌표(Δx , Δy , Δz)를 구할 수 있다. 상기 스트레인 센서가 지나는 경로를 실시간으로 추적하여 상기 3차원 순간 좌표를 연속적으로 얻을 수 있으며, 이를 통해 신체 관의 경로를 맵핑할 수 있다. 이렇게 맵핑된 경로를 통하여 카테터 또는 스텐트의 시술을 용이하게 할 수 있다.

[0088] 상기 스트레인 센서는 금속, 탄소 소재 및 전도성 폴리머 복합체 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어 상기 스트레인 센서는 플렉서블 기관과, 상기 플렉서블 기관 상에 구비되는 저항패턴을 포함하는 것일 수 있다. 상기 플렉서블 기관은 상기 저항패턴을 지지하고, 전도성 물질로 형성되어 있어 상기 저항패턴이 측정하는 저항의 민감성을 향상시킬 수 있다. 상기 저항패턴은 금속 또는 탄소 소재를 포함할 수 있고 플렉서블한 특성을 가져 상기 카테터 몸체가 구부러질 때 함께 구부러질 수 있다. 상기 저항패턴은 응력 분포를 고려하여 모서리가 둥글고 패턴의 말단이 두껍게 형성되는 것일 수 있다. 상기 저항패턴은 예를 들어 도 3의 형태일 수 있다. 다만 이는 예시에 불과하고 이에 한정되지 않는다.

[0089] 상기 저항패턴은 예를 들어 필름 형태의 금속 박막을 만들어 부착할 수도 있으나, 이에 한정되지 않고 진공 증착, 프린팅 공정 등을 통해 직접 상기 카테터 몸체에 형성될 수도 있다. 상기 진공 증착 방법은 예를 들어 전자빔(E-beam), 스퍼터(sputter) 및 CVD(chemical vapor deposition) 중 적어도 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 또한 상기 프린팅 공정은 전도성잉크를 이용하여 제작할 수 있으며, 예를 들어 롤투롤 프린팅(roll to roll printing), 스크린 프린팅, 콤마 프린팅(comma printing) 및 3D 프린팅 중 적어도 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0090] 상기 금속은 예를 들어 금, 은, 구리, 니켈, 티타늄, 마그네슘 및 알루미늄 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한 예를 들어 상기 탄소 소재는 전기 전도성이 있는 탄소 소재로, 그래핀, 탄소나노튜브, 흑연, 탄소섬유 및 카본블랙 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한 예를 들어 상기 전도성 폴리머는 전기 전도성이 있는 폴리머로서, 폴리아닐린(polyaniline), 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜)(poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리싸이오펜(polythiophene), 폴리파라페닐렌(poly(para-phenylene)), 폴리페닐렌 설파이트(poly(phenylene sulfide)), 폴리파라페닐렌 비닐렌(poly(para-phenylene vinylene)), 폴리다이메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 폴리피롤(polypyrrole) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0091] 상기 길이 측정부는 신체 내로 삽입되는 상기 카테터 몸체의 길이를 측정하는 것일 수 있으며, 형태나 방식에 제한이 없다. 예를 들어 상기 길이 측정부는 롤러 형태로 구비되고, 상기 롤러가 상기 카테터 몸체에 접하여 회전하면서 상기 카테터 몸체가 삽입되는 길이를 측정하는 것일 수 있다. 이때 측정되는 길이를 이용하여 상기 식 1에서의 ΔL 을 구할 수 있다. 상기 길이 측정부가 롤러 형태로 구비된 경우 도 4와 같은 형태일 수 있다. 도 4에서 상기 카테터 몸체(100)에 접하는 롤러(310)가 구비되어 있어 카테터 몸체(100)가 삽입되는 길이에 따라 롤러(310)가 회전하여 삽입된 길이를 구할 수 있다. 여기에서 상기 카테터 몸체(100)가 삽입된 길이는 롤러(310)가 상기 카테터 몸체(100)를 접하는 길이(예를 들어 롤러의 둘레)에 롤러의 회전수를 곱하여 구할 수 있다.

[0092] 또는 상기 길이 측정부는 카테터 몸체의 타단에 센서를 구비하여 상기 카테터 몸체가 신체 내에 들어가는 길이를 측정하는 것일 수 있다.

[0093] 또는 상기 길이 측정부는 상기 카테터 몸체의 외부 표면에 눈금이 구비되는 것일 수 있다.

[0094] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 스트레인 센서를 제작한 후 그 단면을 나타낸 것이다. 도 5의 스트레인 센서는 예를 들어 하기와 같은 방법으로 제조될 수 있다. 슬라이드 글라스(slide glass)(111)위에 PDMS(polydimethylsiloxane)을 500~4000rpm으로 30초 동안 스핀코팅 하여 플렉서블 기관(112)을 형성할 수 있다. PDMS 플렉서블 기관(112) 위에 전자빔(E-beam), 스퍼터(Sputter) 등의 진공 증착 장치를 이용하여 다양한 금속 박막층을 형성할 수 있다. 또는, PDMS 플렉서블 기관(112) 위에 O_2 플라즈마를 이용하여 다양한 금속 박막 필름을 부착하여 금속 박막층을 형성할 수 있다. 금속 박막층을 레이저 커팅하여 저항패턴(113)을 가공하고 연결선(114)을 형성한 후 와이어 솔더링(wire soldering) 후 PDMS로 인캡슐레이션(encapsulation)하여 스트레인 센서를 제작할 수 있다.

[0095] 상기 스트레인 센서는 상기 카테터 몸체의 내면 또는 외면에 접하여 구비될 수 있고 구비되는 방법에 제한은 없을 수 있다. 다만, 접착제를 이용하여 구비되는 경우에, 경화 후에 단단해지는 접착제는 상기 스트레인 센서가 상기 카테터 몸체에 접하여 구부러지는 것을 방해하여 이용이 제한될 수 있다. 상기 스트레인 센서가 상기 카테터 몸체에 접하여 구비되지 않으면 센싱의 민감도가 감소할 수 있다. 따라서, 상기 스트레인 센서는 상기 와이어 솔더링을 마친 후 상기 카테터 몸체(내면 또는 외면)에 플렉서블한 폴리머로 인캡슐레이션하여 부착될 수 있

다. 여기에서 인캡슐레이션에 사용되는 플렉서블한 폴리머는 예를 들어 PDMS일 수 있다. 또는 상기 스트레인 센서는 상기 와이어 솔더링 후 플렉시블(flexible)/스트retchable) 접착제 등을 이용하여 부착할 수 있다. 또는 상기 스트레인 센서는 상기 와이어 솔더링 후 전도성 잉크로 상기 카테터 몸체에 직접 프린팅하여 구비될 수 있다.

[0096] 상기 스트레인 센서는 상기 카테터 장치의 직경에 따라 크기가 다르게 제작될 수 있다. 상기 스트레인 센서가 구비되는 카테터는 예를 들어 12FR 내지 24FR까지 다양하게 이용될 수 있으며, 부착되는 상기 스트레인 센서의 개수를 고려하여 크기가 결정될 수 있다. 따라서 예를 들어 상기 스트레인 센서는 $100\mu\text{m}^2$ 내지 100mm^2 범위 내에서 제작될 수 있다.

[0097] 또한 상기 카테터 몸체에 스텐트를 장착할 수 있고, 상기 카테터 몸체가 삽입된 신체 관에 상기 스텐트를 시술할 수 있다.

[0099] 또한 본 발명의 일측면에 따르면, 본 발명의 실시예들은 신체에 상기 특징 중 적어도 어느 하나를 가지는 스트레인 센서를 포함하는 스마트 카테터 장치를 삽입하는 단계; 신체 내의 관을 따라 상기 카테터 몸체가 이동하고, 상기 카테터 몸체의 구부러짐에 따라 구부러지는 상기 스트레인 센서의 저항값을 측정하고 이를 상기 스트레인 센서의 구부러진 각도로 환산하는 단계; 및 상기 카테터 몸체가 삽입된 길이와 상기 스트레인 센서가 구부러진 각도를 이용하여 상기 스트레인 센서의 위치를 특정하고, 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계;를 포함하는, 카테터 장치를 이용하는 방법을 포함할 수 있다.

[0100] 상기 카테터 장치를 이용하는 방법은 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하여 상기 카테터 몸체의 삽입 경로를 맵핑하는 것일 수 있다.

[0101] 상기 스트레인 센서는 짝수로 구비되고, 서로 대면하는 2개의 스트레인 센서의 저항값 및 삽입된 상기 카테터 몸체의 길이를 측정하여 3차원 좌표를 계산하여 상기 스트레인 센서의 위치를 파악하는 것일 수 있다. 각각의 상기 스트레인 센서는 일정 간격으로 이격되어 상기 카테터 몸체에 접하여 구비될 수 있다.

[0102] 일 실시예에 있어서, 상기 스트레인 센서의 위치는 식 1에 의하여 계산되는 3차원 좌표로 측정되는 것일 수 있다.

[0103] [식 1]

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} = \Delta L$$

[0104]

[0105] 상기 Δx 는 스트레인 센서의 x축 좌표 변화, Δy 는 스트레인 센서의 y축 좌표 변화, Δz 는 스트레인 센서의 z축 좌표 변화 및 ΔL 은 삽입된 카테터 몸체의 길이 변화를 나타내는 것일 수 있다.

[0106] 상기 식 1은 하기 식 2 내지 식 6에 의하여 계산되는 것일 수 있다.

[0107] [식 2]

$$\Delta x = \frac{\Delta z}{\tan \theta_1}$$

[0108]

[0109] [식 3]

$$\Delta y = \frac{\Delta z}{\tan \theta_2}$$

[0110]

[0111] [식 4]

$$\Delta z = \Delta L \cdot \cos \varnothing$$

[0112]

[0113] [식 5]

[0114]

$$\Delta L = \sqrt{\left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{\tan \theta_2}\right)^2 + \Delta z^2}$$

[0115] [식 6]

[0116]

$$\emptyset = \cos^{-1} \sqrt{\frac{\tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}{\tan \theta_1^2 + \tan \theta_2^2 + \tan \theta_1^2 \cdot \tan \theta_2^2}}$$

[0117] 여기에서, θ_1 은 스트레인 센서 1의 구부러진 각도이고, θ_2 는 스트레인 센서 1과 대면하는 스트레인 센서 2의 구부러진 각도이고, θ_3 은 θ_1 및 θ_2 의 평균이고, $\emptyset$ 는 평면이 z축과 이루는 각도이다.

[0118] 상기 스트레인 센서의 저항값을 측정하여 상기 식들을 통해 상기 스트레인 센서의 위치를 특정하는 방법은 다음과 같은 수 있다. 우선 상기 카테터 몸체가 삽입되는 길이(ΔL)에 따른 스트레인 센서의 3차원 순간 좌표를 (Δx , Δy , Δz)라고 할 수 있다. 상기 Δx , Δy , Δz 를 x-z 평면에 프로젝션한 것, 즉(Δx , 0, Δz)이 이루는 각도를 θ_1 이라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 를 y-z 평면에 프로젝션한 것, 즉(0, Δy , Δz)이 이루는 각도를 θ_2 라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 를 x-y 평면에 프로젝션한 것, 즉(Δx , Δy , 0)이 이루는 각도를 θ_3 이라고 할 수 있다. Δx , Δy , Δz 가 z축과 이루는 각도를 $\emptyset$ 라 할 수 있다. θ_1 및 θ_2 는 상기 스트레인 센서의 데이터를 통하여 얻어낼 수 있고, θ_3 및 $\emptyset$ 는 상기 식을 이용하여 θ_1 및 θ_2 로부터 구할 수 있다. 최종적으로 측정된 ΔL , 얻어진 θ_3 및 $\emptyset$ 를 상기 식에 대입하여 3차원 순간 좌표(Δx , Δy , Δz)를 구할 수 있다. 상기 스트레인 센서가 지나는 경로를 실시간으로 추적하여 상기 3차원 순간 좌표를 연속적으로 얻을 수 있으며, 이를 통해 신체 관의 경로를 맵핑할 수 있다. 이렇게 맵핑된 경로를 통하여 카테터 또는 스텐트의 시술을 용이하게 할 수 있다.

[0119] 상기 카테터 장치를 이용하는 방법은 상기 카테터 몸체가 이동하는 위치를 추적하는 단계 이후에 스텐트를 시술하는 단계를 더 포함할 수 있다. 구체적으로 상기 카테터 몸체는 스텐트를 더 포함할 수 있고, 상기 카테터 장치로 추적된 위치에 의하여 신체의 부위의 위치를 특정하고, 특정된 신체의 부위에 상기 스텐트를 시술하는 것일 수 있다.

[0121] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

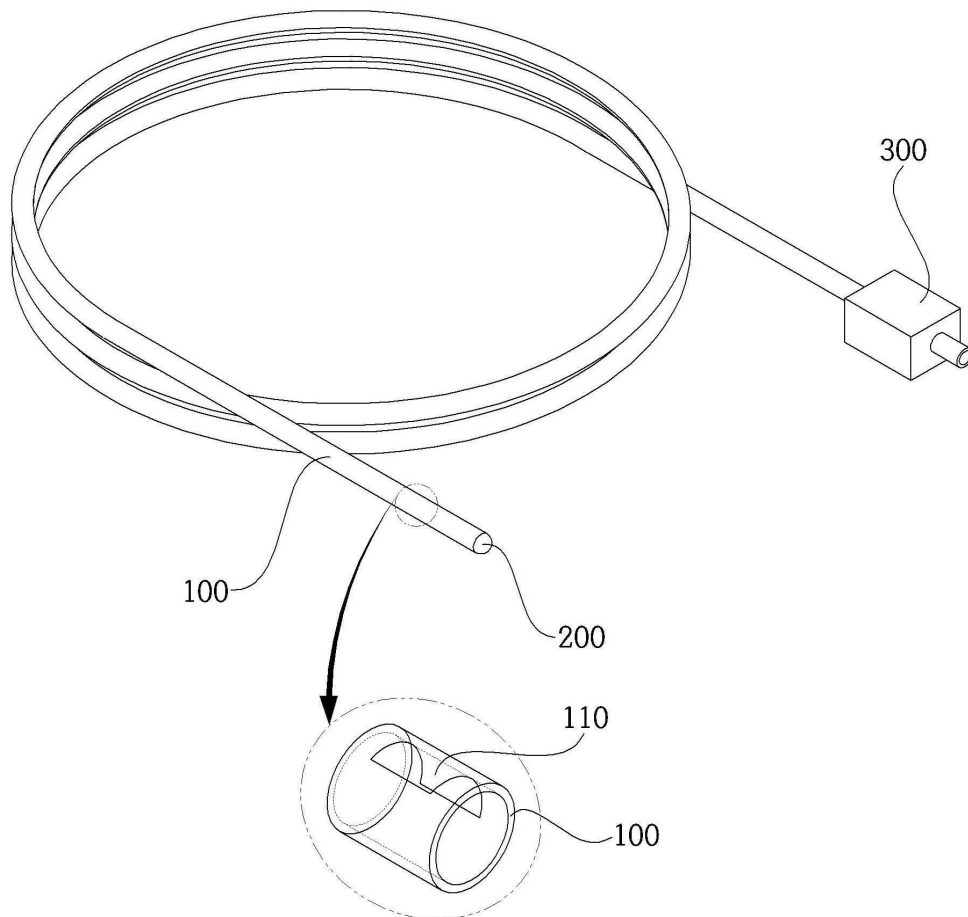
부호의 설명

[0123] 1000 : 카테터 장치
100 : 카테터 몸체
200 : 카테터 팁
300 : 길이측정부
110 : 스트레인 센서

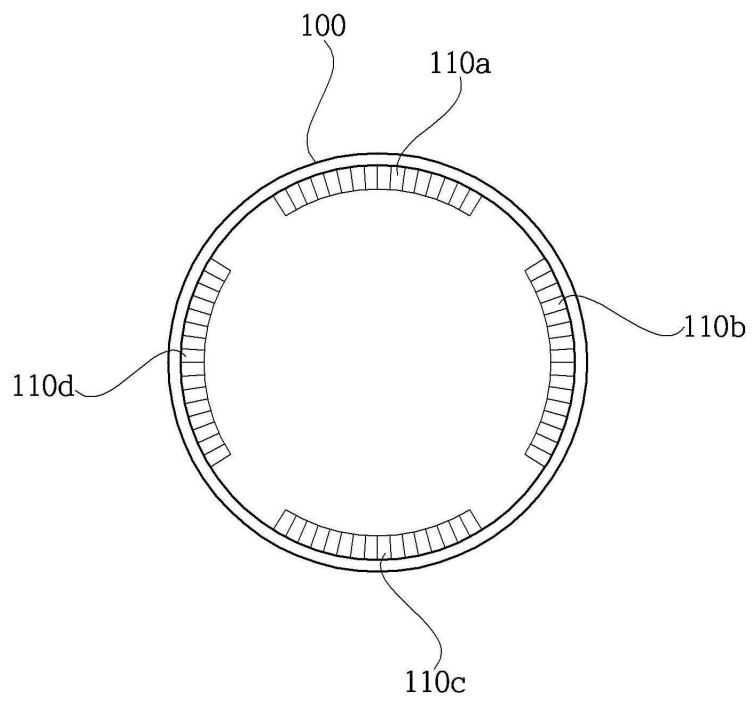
도면

도면1

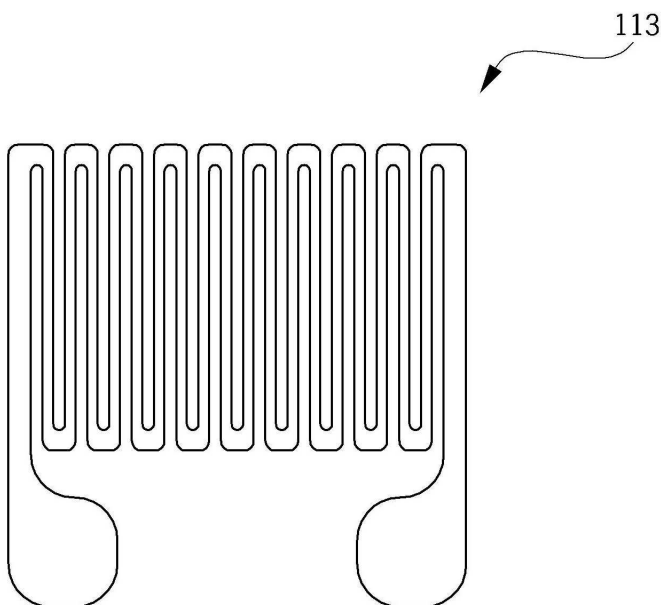
1000



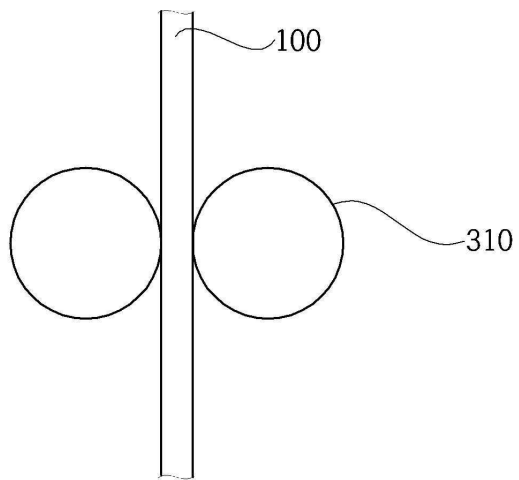
도면2



도면3



도면4



도면5

