



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월17일
(11) 등록번호 10-1696760
(24) 등록일자 2017년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D07B 1/06 (2006.01) D07B 1/14 (2006.01)
D07B 1/16 (2006.01) E01D 19/16 (2006.01)
E04C 5/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D07B 1/06 (2013.01)
D07B 1/0673 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0048366
(22) 출원일자 2016년04월20일
심사청구일자 2016년04월20일
(30) 우선권주장
1020150112555 2015년08월10일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070045624 A*
WO2011146151 A2*
KR1020050029730 A
KR1020120117012 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이영학
서울특별시 강남구 영동대로 210 5동 709호 (대치동, 쌍용아파트)
강성준
서울특별시 서초구 신반포로16길 15-20 105동 2202호 (반포동, 힐스테이트아파트)
김민숙
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1871 106동 302호 (하갈동, 청명호수마을신안인스빌1단지아파트)
(74) 대리인
특허법인세원

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박영민

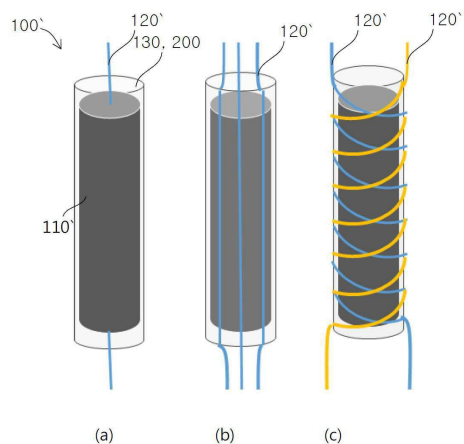
(54) 발명의 명칭 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈

(57) 요약

본 발명은 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로, 중심에 배치되는 중심강선(110);

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



상기 중심강선(110)을 다수개가 감싸는 형태로 배열되되 각기 상기 중심강선(110)과 나란히 배열되고 상호간에 끼이는 형상으로 배열되는 다수개의 외부강선(120);

을 포함하여 구성되되,

상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 역학적 성능을 확보하며, 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)의 일단에는 계측기(미도시)가 연결되어 상기 계측기(미도시)를 통하여 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100)에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

D07B 1/144 (2013.01)

D07B 1/145 (2013.01)

D07B 1/16 (2013.01)

E01D 19/16 (2013.01)

E04C 5/085 (2013.01)

D07B 2201/104 (2013.01)

D07B 2201/2009 (2013.01)

D07B 2205/3007 (2013.01)

D07B 2301/30 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0352806

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 산학협력 기술개발사업 첫걸음과제

연구과제명 고강도 탄소나노튜브를 활용한 스마트 텐돈의 개발 및 적용기법 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교(국제캠퍼스)

연구기간 2015.11.12 ~ 2016.11.11

명세서

청구범위

청구항 1

프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,

중심에 배치되는 텐돈(110`);

상기 텐돈(110`)의 중심에 삽입되거나 외부면에 부착된 탄소 나노튜브 섬유(120`);

를 포함하여 구성되되,

상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 단부에는 계측기(미도시)가 연결되어,

상기 텐돈(110`)의 변형에 따라 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 인장변형 또는 곡률변형 시 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 전도율 변화를 통하여 상기 텐돈(110`)의 변형을 감지할 수 있는 것을 특징으로 하고,

상기 텐돈(110`)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 기존의 강연선을 대신하여 긴장재로써 역학적 성능을 확보하는 중심강선(110) 및 외부강선(120)으로써, 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)의 일단에는 계측기(미도시)가 연결되어 상기 계측기(미도시)를 통하여 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`).

청구항 2

제1항에서,

상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 상기 텐돈(110`)의 외부면에 상기 텐돈(110`)의 길이방향으로 부착되거나 나선으로 부착되는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`).

청구항 3

제1항 또는 제2항에서,

상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 상기 텐돈(110`)의 외부면에 부착될 때,

PDMS(polydimethylsiloxane)를 이용하여 PDMS접착층(200)을 형성하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`).

청구항 4

제2항에서,

상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 상기 텐돈(110`)의 외부면에 나선으로 부착된 후, 반도체소재(130`)가 둘러싸고, 상기 반도체소재(130`) 외부면에 다른 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 나선으로 부착되는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`).

청구항 5

제3항에서,

상기 PDMS접착층(200) 내부에 상기 탄소 나노튜브 섬유(120')가 결합(結合)되어 위치하는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100').

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,
- [0002] 강선을 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작하여 역학적 성능을 확보하여 구조 부재에 압축력을 가하는 기존 강연선의 역할을 수행할 수 있도록 함과 동시에, 강선의 일단에는 계측기가 연결되어 계측기를 통하여 강선에 작용하는 각각의 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 강선이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 이용한 스마트 텐돈과,
- [0003] 탄소 나노튜브 섬유의 전도율 변화를 이용한 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 일반적으로 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에는 긴장재로써 텐돈(tendon)이 설치되고 상기 텐돈(tendon)을 인장하여 장착구로 고정한다.
- [0006] 상기 텐돈(tendon)은 상시 많은 인장력이 작용하여 역학적 성능을 확보함과 동시에 상시 정밀한 계측이 필요하며,
- [0007] 특히 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure)에서는 포스트텐션 방식 또는 프리텐션 방식을 막론하고 콘크리트 내부의 긴장력, 온도, 진동, 응력/변형률 등의 변화에 따른 균열 등의 하자가 발생하므로 상기 긴장력, 온도, 진동, 응력/변형률 등의 계측요인의 상시 정밀한 계측이 필요하다.
- [0008] 이에 본 발명자는 상술한 필요성을 인식하여 텐돈(tendon)이 역학적 성능을 확보한 ‘긴장재’로써 그리고 계측요인을 계측하는 ‘센서’로써 동시에 역할을 수행할 수 있도록 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈을 개발하기에 이르렀다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) [문헌 1] 대한민국 등록실용신안 제20-0296024호 ‘피씨강연선으로 형성된 치구가 부착되어 있는 텐돈 제품’, 2002년11월22일.
- (특허문헌 0002) [문헌 2] 대한민국 공개특허 제10-2014-0022403호 ‘멀티-텐돈 케이블용 앵커링 장치’, 2014년02월24일

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위해서 제시되는 것이다. 그 목적은 구조물에 긴장

재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,

[0012] 강선을 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작하여 역학적 성능을 확보하며, 강선의 일단에는 계측기가 연결되어 계측기를 통하여 강선에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 강선이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈을 제공하고자 한다.

[0013] 더불어 탄소 나노튜브 섬유의 전도율 변화를 이용한 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은 프리캐스트 콘크리트 구조(precaster concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,

[0016] 중심에 배치되는 중심강선(110); 상기 중심강선(110)을 다수개가 감싸는 형태로 배열되되 각기 상기 중심강선(110)과 나란히 배열되되 상호간에 끼이는 형상으로 배열되는 다수개의 외부강선(120);을 포함하여 구성되되,

[0017] 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 역학적 성능을 확보하며, 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)의 일단에는 계측기(미도시)가 연결되어 상기 계측기(미도시)를 통하여 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100)에 관한 것이다.

[0018] 또한, 프리캐스트 콘크리트 구조(precaster concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,

[0019] 중심에 배치되는 텐돈(110'); 상기 텐돈(110')의 중심에 삽입되거나 외부면에 부착된 탄소 나노튜브 섬유(120');를 포함하여 구성되되,

[0020] 상기 탄소 나노튜브 섬유(120')의 단부에는 계측기(미도시)가 연결되어,

[0021] 상기 텐돈(110')의 변형에 따라 상기 탄소 나노튜브 섬유(120')의 인장변형 또는 곡률변형 시 상기 탄소 나노튜브 섬유(120')의 전도율 변화를 통하여 상기 텐돈(110')의 변형을 감지할 수 있는 것을 특징으로 하는 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100')에 관한 것이다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면 강선을 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작하여 역학적 성능을 확보하며, 강선의 일단에는 계측기가 연결되어 계측기를 통하여 강선에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 강선이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 하는 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈을 제공한다.

[0024] 더불어 탄소 나노튜브 섬유의 전도율 변화를 이용한 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 사시도 및 단면도이다.

도 2는 본 발명에 사용되는 고강도 탄소 나노튜브 섬유 및 상기 고강도 탄소 나노튜브 섬유의 집합체인 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 사시도이다.

도 3 내지 5는 본 발명의 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 실시예이다.

도 6 내지 9는 본 발명에 사용되는 탄소 나노튜브 섬유의 시험예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하 첨부한 도면과 함께 상기와 같은 본 발명의 개념이 바람직하게 구현된 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1(a)는 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 사시도이고 도 1(b)는 단면도이다.

- [0030] 그리고 도 2(a)는 본 발명에 사용되는 고강도 탄소 나노튜브 섬유이고 도 2(b)는 상기 고강도 탄소 나노튜브 섬유의 집합체인 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 사시도이다.
- [0031] 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100)은 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,
- [0032] 중심에 배치되는 중심강선(110); 및, 상기 중심강선(110)을 다수개가 감싸는 형태로 배열되되 각기 상기 중심강선(110)과 나란히 배열되고 상호간에 끼이는 형상으로 배열되는 다수개의 외부강선(120);을 포함하여 구성되되,
- [0033] 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 역학적 성능을 확보하며,
- [0034] 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)의 일단에는 계측기(미도시)가 연결되어 상기 계측기(미도시)를 통하여 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)이 센서 역할을 하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 부연하면, 상기 중심강선(110) 및 상기 외부강선(120)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 기존의 강연선을 대신하여 긴장재로써 구조적 역할을 하는 역학적 성능을 확보하는 것이다.
- [0036] 나노섬유는 섬유기술에 나노기술을 접목해 기존 섬유소재와는 전혀 다른 독특한 기능을 가진 섬유로써 굵기가 수십에서 수백 nm(10억분의 1m)에 불과한 초극세사(超極細絲)를 말한다. 보통 섬유와 달리 고분자물질에 전기 및 유체역학적 힘을 가해, 원료물질 내부에서 전기적 반발력에 의해 분자들이 뭉치도록 유도하여 용액 상태의 폴리머(polymer)를 순간적으로 섬유형태로 방사하는 전기방사(electrospinning)방식을 통해 생산한다. 옷감의 미세기공(공기구멍)이 불과 30~40nm(나노미터)에 불과한 나노섬유는 미세입자나 박테리아는 통과하지 못하게 하면서 내부의 땀은 배출시키는 호흡성이 있어 세균의 침투를 막아주기 때문에 생화학 방어외복 제조분야나 수술용 가운·마스크·환자복 등의 의료용 섬유(Medi-Tex), 고기능성 스포츠웨어 분야에 상용화되어 있다. 또한 나노섬유는 인공혈관이나 봉합사, 인공심장 같은 수술에 이용되는데, 생분해성 봉합사(絲)나 인공신장용 여과막 등은 사용화되어 있고, 향후 생체조직과 흡사하게 만든 인공단백질로 나노섬유를 만들어 인조피부나 인공혈관·인공신장 투석막 등의 첨단 의료용품 분야에서도 응용이 가능하다. 이 외에도 환경·에너지 부품소재·전기전자 소재와 같은 첨단 산업의 핵심소재로 사용된다.
- [0038] 이에 본 발명자는 상술한 특징으로 가지는 나노섬유를 탄소 또는 탄소섬유를 이용하여 제작하고 고강도의 역학적 성능을 부가함과 동시에 센서로써의 역할을 수행할 수 있도록 본 발명의 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100)을 개발하였다.
- [0040] 그리고 상기 다수개의 외부강선(120)은 제1 내지 6강선(121, 122, 123, 124, 125, 126)으로 구분되고,
- [0041] 상기 제1 내지 6강선(121, 122, 123, 124, 125, 126)은 각각 긴장력, 온도, 진동, 응력/변형률을 포함한 상기 계측요인을 계측하는 센서 역할을 하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 텐돈(tendon)의 긴장력 손실은 구조물의 큰 변형을 발생시키므로 긴장력 손실을 확인할 수 있는 계측 시스템이 필요하며, 프리캐스트 콘크리트 구조는 에너지 효율의 확인이 중요하므로 단열 및 내부 결로 현상을 확인할 수 있는 계측 시스템이 필요하다.
- [0044] 또한 층간 소음 등의 문제로 쾌적한 거주환경에 대한 요구가 증가하므로 지속적인 진동 계측을 통해 일상적인 관리가 필요하며, 건축물 사용 연한에 따른 구조부재의 손상을 계측하고 구조부재의 결함 등의 계측으로 건강한 건축물을 유지하는 것이 필요하다.
- [0045] 따라서 본 발명은 상기와 같은 필요성을 충족하는 다기능 모니터링 시스템을 구축할 수 있는 장점이 있다.
- [0046] 그리고 상기 중심강선(110)과 상기 외부강선(120)의 결합체를 감싸는 피복재(130);가 더 포함되는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 도 3 내지 5는 본 발명의 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈의 실시예이고, 도 6 내지 9는 본 발명에 사용되는 탄소 나노튜브 섬유의 시험예이다.
- [0050] 본 발명의 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100')은,
- [0051] 프리캐스트 콘크리트 구조(precast concrete structure), 사장교(cable stayed bridge, 斜張橋) 또는 현수교

(suspension bridge, 懸垂橋)를 포함한 구조물에 긴장재로써 사용되는 텐돈(tendon)에 관한 것으로,

- [0052] 중심에 배치되는 텐돈(110`);
- [0053] 도 3(a)와 같이 상기 텐돈(110`)의 중심에 삽입되거나 도 3(b) 및 (c)와 같이 외부면에 부착된 탄소 나노튜브 섬유(120`);를 포함하여 구성되되,
- [0054] 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 단부에는 계측기(미도시)가 연결되어,
- [0055] 상기 텐돈(110`)의 변형에 따라 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 인장변형 또는 곡률변형 시 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 전도율 변화를 통하여 상기 텐돈(110`)의 변형을 감지할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0056] 그리고 상술한 바와 같이, 상기 텐돈(110`)은 고강도 탄소 나노튜브 섬유로 제작되어 기존의 강연선을 대신하여 긴장재로써 역학적 성능을 확보하는 중심강선(110) 및 외부강선(120)으로써, 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)의 일단에는 계측기(미도시)가 연결되어 상기 계측기(미도시)를 통하여 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)에 작용하는 계측요인을 계측하여 정량적으로 확인할 수 있도록 상기 중심강선(110) 또는 상기 외부강선(120)이 센서 역할을 할 수 있다.
- [0057] 이때, 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 도 3(b)에 도시된 바와 같이 상기 텐돈(110`)의 외부면에 상기 텐돈(110`)의 길이방향으로 부착되거나 도 3(c)에 도시된 바와 같이 나선으로 부착될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`)은 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 상기 텐돈(110`)의 외부면에 부착될 때, PDMS(polydimethylsiloxane)를 이용하여 PDMS접착층(200)을 형성한다.
- [0060] 이때 도 5(a)에 도시된 바와 같이, 상기 PDMS접착층(200) 내부에 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 결합(結合)되는 것이 바람직하다.
- [0062] 그리고 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 상기 텐돈(110`)의 외부면에 나선으로 부착된 후, 반도체소재(130`)가 둘러싸고, 상기 반도체소재(130`) 외부면에 다른 탄소 나노튜브 섬유(120`)가 나선으로 부착되는 것을 특징으로 한다.
- [0064] 도 5(b)에 도시된 바와 같이 본 발명의 다른 실시예는, 상기 PDMS접착층(200)은 상기 텐돈(110`)의 외부면의 제1접착층(210);과 상기 제1접착층(210) 외부면의 제2접착층(230);으로 구분되고,
- [0065] 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)의 하부는 제1접착층(210) 상부에 결합(結合)되고 상부는 상기 제2접착층(230) 하부에 결합(結合)되는 것을 특징으로 한다.
- [0067] 그리고 도 5(c)에 도시된 바와 같이 본 발명의 또 다른 실시예는, 상기 PDMS접착층(200)은 상기 텐돈(110`)의 외부면의 제1접착층(210);과 상기 제1접착층(210) 외부면의 제2접착층(230);으로 구분되고,
- [0068] 상기 탄소 나노튜브 섬유(120`)는 제1접착층(210) 외부에 설치되면서 상기 제2접착층(230)에 결합(結合)되는 것을 특징으로 한다.
- [0070] 도 6 내지 9는 본 발명에 사용되는 탄소 나노튜브 섬유의 시험결과를 도시한 것으로 써,
- [0071] 구체적으로 도 6 및 7은 탄소 나노튜브 섬유의 인장력 변화에 따른 전도율 변화를 계측한 것이고, 도 8 및 9는 탄소 나노튜브 섬유의 굽힘에 따른 전도율 변화를 계측한 것이다.
- [0072] 따라서 본 발명의 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈(100`)은 여러 변형인자 중 적어도 인장력(긴장력)과 굽힘에 대한 센서로 탄소 나노튜브 섬유를 사용할 수 있음을 위 시험결과가 입증한 것이다.
- [0074] 본 발명은 상기에서 언급한 바와 같이 바람직한 실시예와 관련하여 설명되었으나, 본 발명의 요지를 벗어남이 없는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하며, 다양한 분야에서 사용 가능하다.
- [0075] 따라서 본 발명의 청구범위는 이진 발명의 진정한 범위 내에 속하는 수정 및 변형을 포함한다.

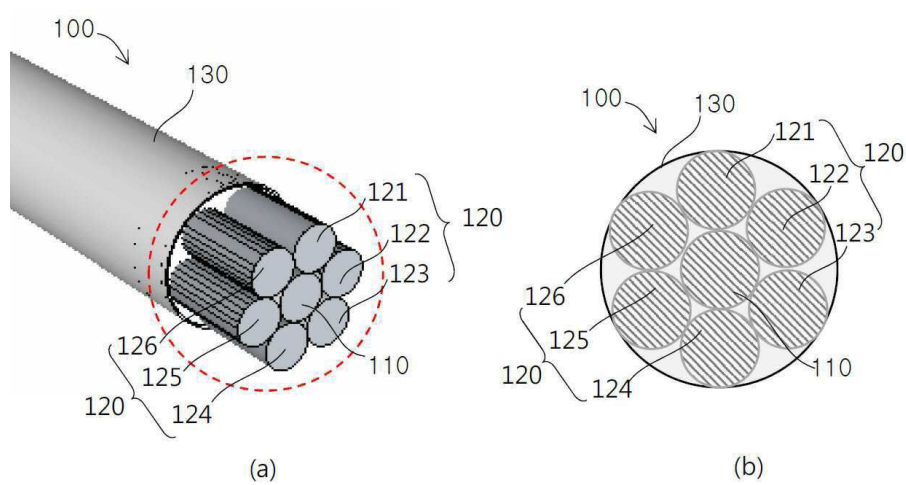
부호의 설명

- [0077] 100: 고강도 탄소 나노튜브 섬유를 사용한 스마트 텐돈
110: 중심강선
110`: 텐돈

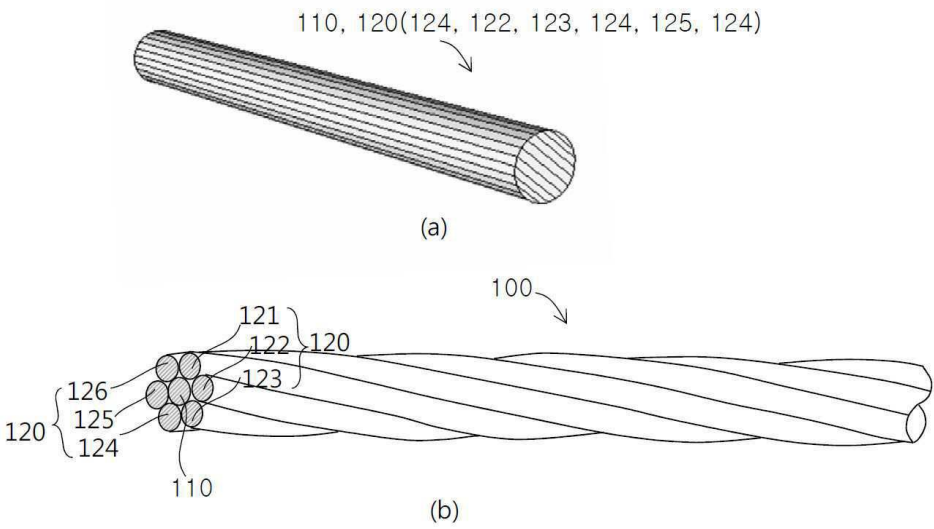
- 120: 외부강선
- 120': 탄소 나노튜브 섬유
- 121: 제1강선
- 122: 제2강선
- 123: 제3강선
- 124: 제4강선
- 125: 제5강선
- 126: 제6강선
- 130: 피복재
- 130': 반도체소재
- 200: PDMS접착층
- 210: 제1접착층
- 230: 제2접착층

도면

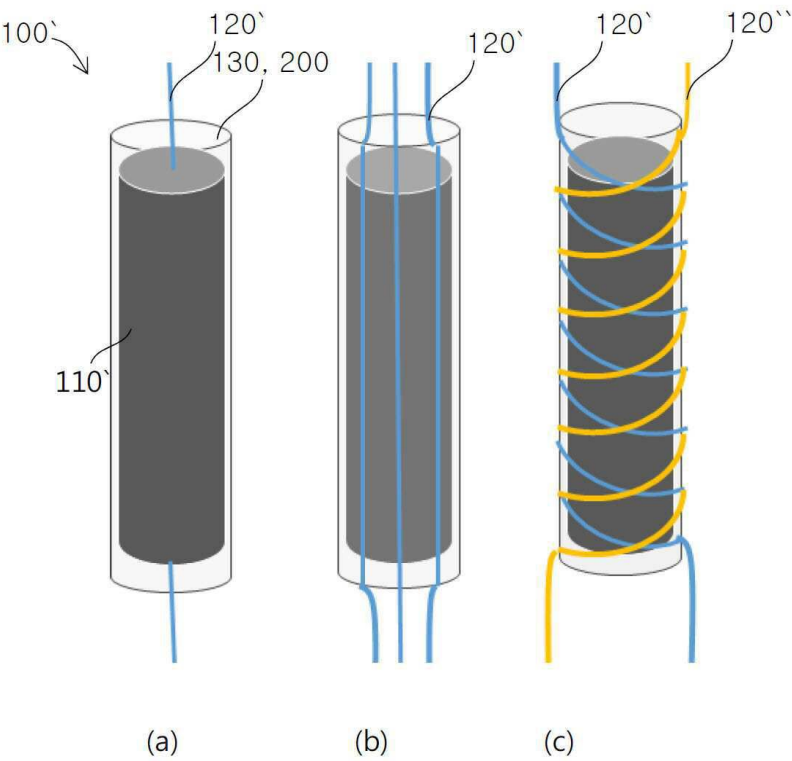
도면1



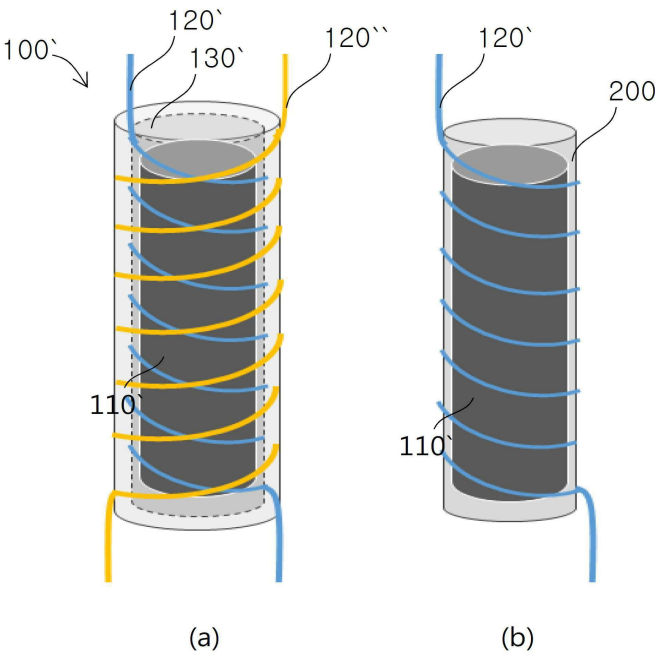
도면2



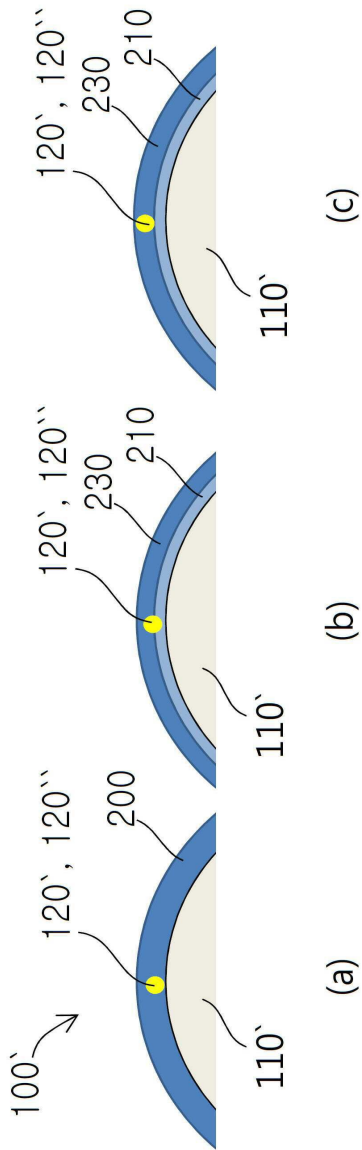
도면3



도면4



도면5

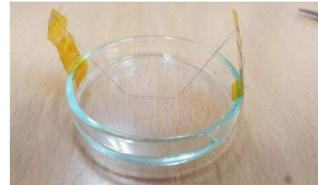
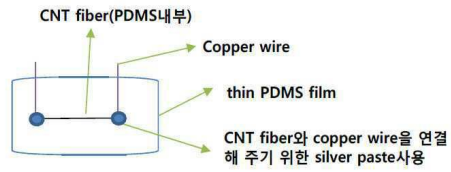


도면6

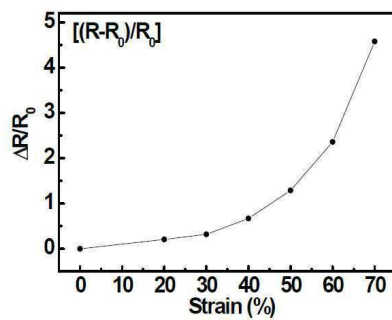
Carbon nanotube fiber device; Strain sensor

Sample preparation

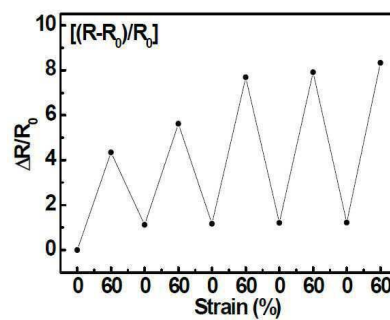
- Single carbon nanotube fiber inserted inside PDMS.



Change of resistance according to increase the strain.



Change of resistance between normal state and 60% strain.

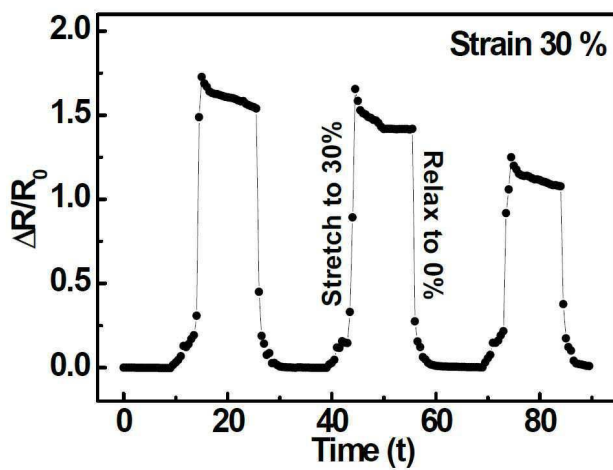


도면7

Carbon nanotube fiber device; Strain sensor

Change of resistance vs. time.

- Applied strain: 30%.
- Resistance increase with the strain.

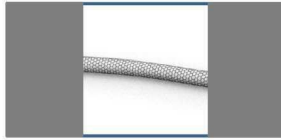


도면8

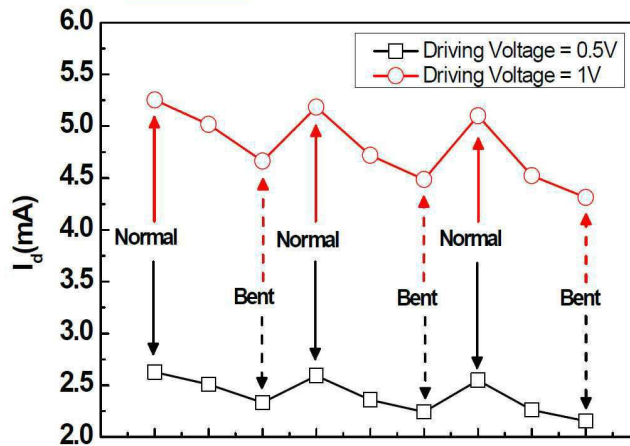
Carbon nanotube fiber device; Bend sensor

Bending test

- Single carbon nanotube fiber on PET



← Device structure

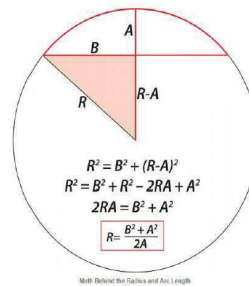
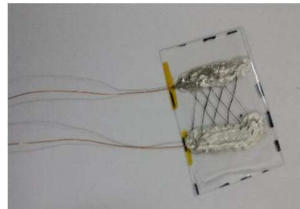
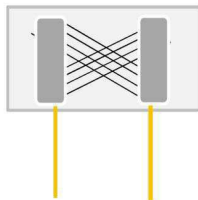


도면9

Carbon nanotube fiber device; Bend sensor

Sample preparation

- 4 by 4 structured of carbon nanotube fiber on PET.



Change of resistance vs. time.

- Bending radius: 0.89.
- Resistance decrease according to bending.

