(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0006098
(43) 공개일자 2023년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 7/16 (2006.01) *G01R 31/58* (2020.01)
G06N 20/00 (2019.01) *H02N 1/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 7/16 (2021.01)
G01R 31/58 (2020.01)
(21) 출원번호 10-2021-0086836
(22) 출원일자 2021년07월02일
심사청구일자 2021년07월02일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김대원
서울특별시 송파구 송파대로 345 헬리오시티 316동 1401호
윤종현
경기도 용인시 기흥구 서그내로15번길 13-1, 202호
(74) 대리인
권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

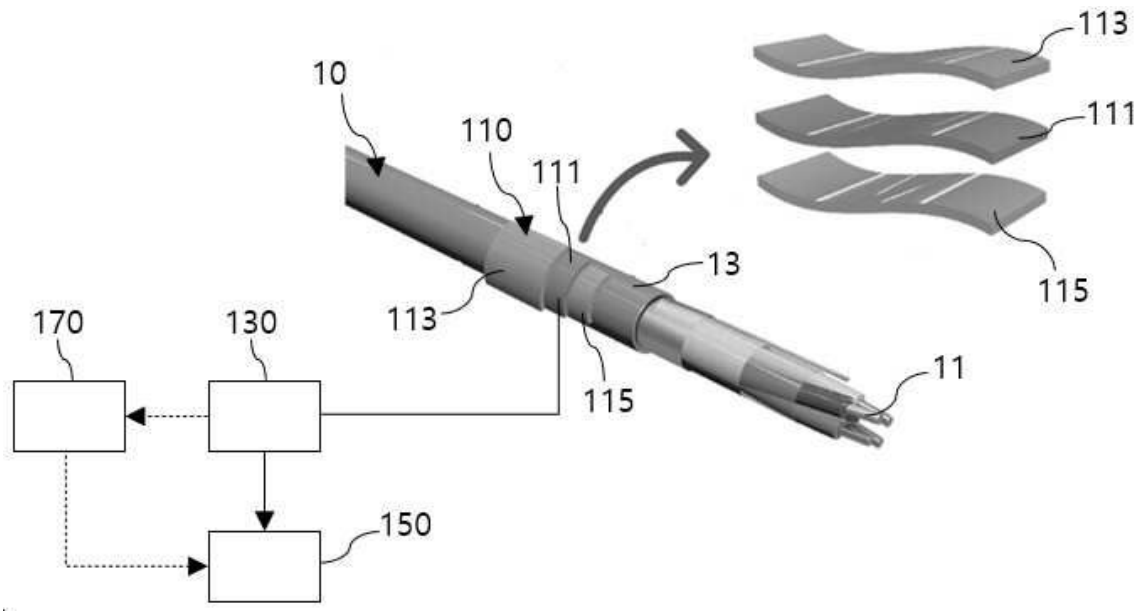
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **마찰 에너지 수확 기반의 실시간 케이블 모니터링 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명의 모니터링 장치는 케이블에 인가된 물리 현상을 감지하는 유닛 센서; 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 모니터링하는 모니터링 유니트;를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 20/00 (2021.08)
H02N 1/04 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

케이블에 설치되고, 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 센싱하는 유닛 센서;

를 포함하는 모니터링 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유닛 센서는 상기 케이블의 변형을 통해 발생된 마찰 에너지를 전기 신호로 변환하는 마찰 에너지 수확기를 포함하는 모니터링 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 마찰 에너지 수확기에서 출력된 교류 전기 신호를 처리하는 처리 유니트가 마련되고,

상기 처리 유니트에는 상기 교류 전기 신호를 직류 전기 신호로 변환하는 정류기, 상기 정류기의 출력단에 연결된 DC-DC 컨버터, DC-DC 컨버터의 출력단에 연결된 레귤레이터(regulator), 상기 레귤레이터에서 출력된 직류 전기 신호가 피딩(feeding)되는 통신 모듈이 마련된 모니터링 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 케이블에 인가된 물리 현상을 모니터링하는 모니터링 유니트가 마련되고,

상기 유닛 센서는 상기 모니터링 유니트에 상기 물리 현상의 센싱 결과를 제공하며,

상기 모니터링 유니트는 상기 센싱 결과의 분석을 통해 상기 케이블의 굽힘 상태, 상기 케이블에 가해진 외부 충격, 상기 케이블의 단선 중 적어도 하나를 모니터링하는 모니터링 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 물리 현상의 분석을 통해 상기 케이블의 굽힘 상태 또는 상기 케이블에 가해진 외부 충격을 모니터링하는 모니터링 유니트가 마련되고,

상기 모니터링 유니트는 기계 학습을 통해 생성된 예측 모델을 이용해 상기 굽힘 상태 또는 상기 외부 충격으로 인해 단선이 발생될 때까지의 수명을 예측하는 모니터링 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 케이블의 재킷(jacket) 외주면을 감싸는 전극, 상기 케이블과 상기 전극을 함께 감싸는 외피가 마련되고,

상기 유닛 센서는 상기 외피 또는 상기 전극에 발생된 마찰 에너지를 이용하여 발전하며,

상기 유닛 센서는 발전된 전기 신호를 상기 전극을 통해 모니터링 유니트에 제공하는 모니터링 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 재킷과 상기 전극의 사이에 배치되는 내피가 추가로 마련된 모니터링 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 외피는 상기 재킷과 동일한 재질을 포함하는 모니터링 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 전극은 상기 케이블의 외주면을 모두 감싸는 고리 형상의 단면을 갖고,

상기 전극은 상기 케이블의 길이 방향을 따라 연장되면서 상기 케이블에서 상기 물리 현상이 모니터링될 필요가 있는 관심 구간의 적어도 일부 길이 구간에 연속적으로 설치되며,

상기 외피는 단면상으로 상기 전극의 외주면을 모두 감싸는 고리 형상으로 형성된 모니터링 장치.

청구항 10

케이블에 인가된 물리 현상을 감지하는 유닛 센서;

상기 케이블에 인가된 물리 현상을 모니터링하는 모니터링 유니트;를 포함하고,

상기 유닛 센서는 상기 케이블의 외면에 밀착되고 대면 접촉되면서 상기 케이블을 감싸는 커버를 형성하며,

상기 유닛 센서는 상기 케이블을 감싸는 커버로서 상기 케이블과 함께 상기 물리 현상을 인가받고,

상기 모니터링 유니트는 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 대신하여 상기 유닛 센서에 인가된 물리 현상을 모니터링하며,

상기 모니터링 유니트는 상기 유닛 센서에 인가된 물리 현상을 이용하여 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 간접적으로 모니터링하는 모니터링 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 유닛 센서는 상기 케이블의 변형을 통해 발생된 마찰 에너지를 감지하는 마찰 에너지 수확기를 포함하고,

상기 마찰 에너지 수확기는 상기 케이블의 굽힘 또는 외부 충격의 물리 현상에 의해 상기 유닛 센서에서 발생되는 상기 마찰 에너지를 전기 신호로 변환하며,

상기 모니터링 유니트는 상기 전기 신호의 분석을 통해 상기 케이블의 굽힘 또는 외부 충격을 파악하는 모니터링 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 케이블 피복 주변에서 발생되는 마찰 에너지를 이용하여 케이블의 각종 상태를 모니터링하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 로봇을 포함한 각종 제어 장치에는 제어 신호 등이 유선 전달되는 케이블이 구비된다. 단선과 같은 케이블 이상 발생시 로봇 또는 제어 장치는 정상적으로 동작할 수 없다.

[0004] 케이블의 단선은 케이블의 특정 지점에서 발생되는 것이 아니라, 일정한 길이 구간 내에서 랜덤하게 발생되는 성향을 갖는다. 모니터링 구간이 특정 지점이 아니라 특정 라인으로 확대되는 특성으로 케이블의 단선과 같은 케이블 상태를 현실적으로 감시하거나 모니터링하는 것이 어렵다.

[0005] 한국등록특허공보 제2154978호에는 복수의 심선 사이에 형성된 자성 코어의 중앙부에 자속이 흐름에 따라 발생하는 전압차를 이용하여 자성 코어에 끼워진 각 심선 중 일부의 심선이 단선됨을 감지하는 기술이 나타나 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제2154978호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 각종 신호 또는 전기 에너지가 흐르는 케이블의 상태를 실시간으로 감시할 수 있는 모니터링 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 모니터링 장치는 케이블에 설치되고, 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 센싱하는 유닛 센서;를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 모니터링 장치는 케이블에 인가된 물리 현상을 감지하는 유닛 센서; 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 모니터링하는 모니터링 유니트;를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 유닛 센서는 상기 케이블의 외면에 밀착되고 대면 접촉되면서 상기 케이블을 감싸는 커버를 형성할 수 있다.

[0013] 상기 유닛 센서는 상기 케이블을 감싸는 커버로서 상기 케이블과 함께 상기 물리 현상을 인가받을 수 있다.

[0014] 상기 모니터링 유니트는 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 대신하여 상기 유닛 센서에 인가된 물리 현상을 모니터링할 수 있다.

[0015] 상기 모니터링 유니트는 상기 유닛 센서에 인가된 물리 현상을 이용하여 상기 케이블에 인가된 물리 현상을 간접적으로 모니터링할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 모니터링 장치는 실시간으로 동작 중인 기기에 연결된 케이블의 굽힘 정도를 실시간 모니터링하여,

부주의나 오작동으로 인한 케이블 단선을 예방할 수 있다.

[0018] 본 발명에 따르면, 외부 물체가 케이블에 충격을 가한 상황이 모니터링되며 각종 안전 사고가 예방될 수 있다.

[0019] 본 발명에 따르면, 케이블 단선 발생시, 즉각 확인이 가능하여 기기 또는 인적 자원 손실이 예방될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따르면, 딥 러닝(Deep learning)을 통하여 케이블이 단선되는 조건이 학습되고, 학습된 예측 모델을 이용하여 케이블의 예상 수명이 예측될 수 있다.

[0021] 본 발명의 모니터링 장치는 반복 운동을 하는 로봇에 연결된 케이블, 교량에 설치된 지지 케이블 등을 모니터링 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 모니터링 장치를 이용하면, 케이블 단선으로 인해 발생하는 경제적 및 인적 자원 피해가 감소될 수 있다. 또한, 케이블 수명 예측을 통해 수명이 남아있는 케이블의 불필요한 교체가 예방될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 모니터링 장치를 나타낸 개략도이다.

도 2는 본 발명의 유닛 센서를 나타낸 개략도이다.

도 3은 모니터링 유니트의 동작을 나타낸 개략도이다.

도 4는 처리 유니트를 나타낸 개략도이다.

도 5는 본 발명의 모니터링 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0026] 본 명세서에서, 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0027] 또한 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결되어' 있다거나 '직접 접속되어' 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0028] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용되는 것으로써, 본 발명을 한정하려는 의도로 사용되는 것이 아니다.

[0029] 또한 본 명세서에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.

[0030] 또한 본 명세서에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품, 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것일 뿐, 하나 또는 그 이상의 다른 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0031] 또한 본 명세서에서, '및/또는' 이라는 용어는 복수의 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다. 본 명세서에서, 'A 또는 B'는, 'A', 'B', 또는 'A와 B 모두'를 포함할 수 있다.

[0032] 또한 본 명세서에서, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략될 것이다.

[0033] 도 1은 본 발명의 모니터링 장치를 나타낸 개략도이다.

[0034] 기존의 케이블(10) 모니터링 방법은 검사관을 통한 수동 검수, 누설 전자기장을 이용한 비파괴 검사를 통해 이루어지고 있다. 그러나, 검사관을 통한 검수 방법은 객관성이 떨어지고 많은 검수 시간이 소요되는 문제가 있다. 누설 전자기장을 이용한 비파괴 검사는 단면 손실이 발생되어야 확인이 가능한 한계가 있으며, 실시간으로 케이블(10) 상태를 확인하기 어려운 문제가 있다.

[0035] 본 발명의 모니터링 장치는 케이블(10)의 굽힘, 외부 물체(90)에 의한 충격이 케이블(10)에 발생되었을 경우에 생기는 마찰 에너지를 마찰 대전 에너지 수확기를 이용하여 전기 신호로 변환할 수 있다. 따라서, 실시간으로 케이블(10)에 위협이 되는 충격, 잘못된 케이블(10) 사용법이 모니터링될 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 모니터링 장치는 케이블(10) 단선시 높은 전압에 의하여 발생되는 유전체 붕괴 현상을 이용하여 급증된 전기 신호를 통하여 단선을 확인할 수 있다. 본 발명의 모니터링 장치는 외부 충격, 굽힘 각도 등을 통하여 단선이 일어난 경우(단선 상황)를 분석하고, 딥러닝(Deep learning) 알고리즘을 이용하여 케이블(10)의 예상 수명을 산출할 수 있다.

[0037] 본 발명의 모니터링 장치는 기존의 케이블(10)에 사용하는 재킷(13)(Jacket)과 동일한 재질을 사용하여 매우 저렴한 비용으로 제작 가능하다.

[0038] 도 1에 도시된 모니터링 장치는 유닛 센서(110), 처리 유니트(130), 모니터링 유니트(150), 학습 유니트(170)를 포함할 수 있다.

[0039] 유닛 센서(110)(unit sensor)는 케이블(10)에 설치되고 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 센싱할 수 있다. 유닛 센서(110)는 모니터링 유니트(150)에 물리 현상의 센싱 결과를 제공할 수 있다.

[0040] 처리 유니트(130)는 유닛 센서(110)에서 출력되는 전기 신호를 가공할 수 있다.

[0041] 모니터링 유니트(150)는 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 모니터링할 수 있다. 모니터링 유니트(150)는 센싱 결과의 분석을 통해 케이블(10)의 굽힘 상태, 케이블(10)에 가해진 외부 충격, 케이블(10)의 단선 중 적어도 하나를 모니터링할 수 있다.

[0042] 케이블(10)은 선 형상으로 형성되며 설정 구조물을 지지하거나 각종 전기 신호를 전달할 수 있다. 일 예로, 케이블(10)은 로봇에서 각종 제어 신호와 센싱 신호가 입수되거나 전달되어야 하는 암(arm)과 로봇의 몸체에 연결될 수 있다. 또는, 케이블(10)은 교량 등의 구조물을 지지할 수 있다. 이 경우, 케이블(10)은 구조물을 잡아당기는 인력을 유지하는 용도로 사용될 수 있다.

[0043] 유닛 센서(110)는 케이블(10)에 대면 접촉되게 케이블(10)에 직접 설치될 수 있다. 케이블(10)에 설치된 유닛 센서(110)는 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 센싱할 수 있다.

[0044] 케이블(10)에 인가된 물리 현상은 케이블(10)의 수명과 관련될 수 있다. 일 예로, 케이블(10)에 인가된 물리 현상은 케이블(10)의 벤딩(굽힘), 케이블(10)을 대상으로 한 외부 물체(90)의 충격 등을 포함할 수 있다. 케이블(10)의 벤딩 회수, 벤딩 각도(곡률 반경), 외부 물체(90)에 의한 충격은 케이블(10)의 수명을 단축시킬 수 있다.

[0045] 케이블(10)이 자유롭게 구부러질 수 있는 환경을 제공하면서 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 센싱하기 위해 유닛 센서(110)는 케이블(10)의 변형, 마찰을 통해 발생된 마찰 에너지를 전기 신호로 변환하는 마찰 에너지 수확기를 포함할 수 있다.

[0046] 케이블(10)은 전기가 흐르는 심선(11)과, 심선(11)을 감싸는 재킷(13)(jacket)을 포함할 수 있다. 케이블(10)의 벤딩 동작, 외부 물체(90)의 충격 등을 통해 심선(11)과 재킷(13) 사이에 마찰 에너지가 발생되거나 재킷(13)의 외면에 마찰 에너지가 발생될 수 있다. 하지만, 케이블(10)에 발생된 마찰 에너지를 직접 감지하는 것은 현실적으로 어려울 수 있다.

[0047] 본 발명의 모니터링 장치는 케이블(10)에 발생된 마찰 에너지를 간접적으로 감지할 수 있다.

[0048] 일 예로, 케이블(10)에 인가된 벤딩 또는 충격 등의 물리 현상을 감지하는 유닛 센서(110)는 케이블(10)의 외면에 밀착되고 대면 접촉되면서 케이블(10)을 감싸는 커버를 형성할 수 있다.

[0049] 유닛 센서(110)는 마치 케이블(10)의 재킷(13)을 다시 감싸는 2차 재킷(13)처럼, 케이블(10)을 감싸는 커버로서 케이블(10)과 함께 각종 물리 현상을 인가받을 수 있다. 케이블(10)에 인가된 벤딩 각도, 충격량을 추종하기 위해 유닛 센서(110)의 일부 재질은 케이블(10)과 동일할 수 있다.

[0050] 모니터링 유니트(150)는 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 대신하여 유닛 센서(110)에 인가된 물리 현상을 모니터링할 수 있다. '모니터링'은 유닛 센서(110)에서 센싱, 감지된 값, 전기 신호 등을 수신하거나, 수신된 전기 신호를 이용해 유닛 센서(110)에 인가된 물리 현상의 종류, 강도를 분석하는 과정을 포함할 수 있다. 또는, '모니터링'은 수신된 전기 신호, 물리 현상의 종류, 강도 등을 저장하거나 사용자 단말기에 전송, 표시하는 과정을 포함할 수 있다. 또는, '모니터링'은 물리 현상의 종류, 강도 등을 이용하여 케이블(10)의 수명을 예측하는 과정을 포함할 수 있다.

[0051] 모니터링 유니트(150)는 유닛 센서(110)에 인가된 물리 현상을 이용하여 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 간접적으로 모니터링할 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 모니터링 장치는 유닛 센서(110)에 인가된 물리 현상을 감지하고, 해당 감지 결과를 이용해서 케이블(10)에 인가된 물리 현상의 종류, 강도를 추정, 파악하거나 케이블(10)의 수명을 예측할 수 있다.

[0052] 앞에서 언급한 바와 같이 유닛 센서(110)는 케이블(10)의 변형을 통해 발생된 마찰 에너지를 감지하는 마찰 에너지 수확기를 포함할 수 있다. 마찰 에너지 수확기는 케이블(10)의 굽힘 또는 외부 충격의 물리 현상에 의해 유닛 센서(110)에서 발생되는 마찰 에너지를 전기 신호로 변환할 수 있다. 모니터링 유니트(150)는 해당 전기 신호의 분석을 통해 케이블(10)의 굽힘 또는 외부 충격을 파악할 수 있다.

[0053] 모니터링 유니트(150)에서 파악된 케이블(10)의 굽힘 상태, 외부 충격의 정확도 개선을 위해, 유닛 센서(110)는 케이블(10)과 한 몸처럼 형성되는 것이 좋다.

[0054] 도 2는 본 발명의 유닛 센서(110)를 나타낸 개략도이다.

[0055] 유닛 센서(110)에는 케이블(10)의 재킷(13)(jacket) 외주면을 감싸는 전극(111), 케이블(10)과 전극(111)을 함께 감싸는 외피(113)가 마련될 수 있다.

[0056] 전극(111)은 전도체를 포함할 수 있다. 전극(111)은 케이블(10)과 함께 벤딩 가능하도록 플렉시블한 재질을 포함할 수 있다.

[0057] 외피(113)는 부도체를 포함할 수 있다. 외피(113) 역시 케이블(10)과 함께 벤딩 가능하도록 플렉시블한 재질을 포함할 수 있다.

[0058] 외피(113)에 대면되는 전극(111)의 외면에는 대전체가 마련될 수 있다. 이에 대응하여, 전극(111)에 대면되는 외피(113)의 내면에도 대전체가 마련될 수 있다. 케이블(10)의 벤딩, 외부 충격이 가해지면 외피(113)와 전극(111)은 서로에 대해 슬라이딩될 수 있다. 슬라이딩을 통해 발생된 마찰 에너지 또는 상호 위치 변동으로 인해 대전체 간의 전자기유도 작용이 발생되고 전기 신호가 발생될 수 있다.

[0059] 재킷(13)과 전극(111)의 사이에 배치되는 내피(115)가 추가로 마련될 수 있다. 내피(115)는 재킷(13) 손상시 케이블(10)에 흐르는 과도한 전류가 전극(111)으로 직접 유입되는 현상을 방지할 수 있다. 경우에 따라, 전극(111)에 대면되는 내피(115)의 일면에도 전극(111)의 대전체와 상호 작용하는 대전체가 마련될 수 있다. 이 경우, 전극(111)과 내피(115) 사이에 발생한 마찰 에너지도 전기 신호로 변환될 수 있다.

[0060] 외피(113) 또는 내피(115)는 재킷(13)과 동일한 재질을 포함할 수 있다. 일 예로, 외피(113) 또는 내피(115)의 재질은 PTPE(폴리테트라 플루오로에틸렌, Polytetrafluoroethylene), PE(폴리에틸렌, Polyethylene), PVC(폴리염화비닐, Polyvinyl Chloride), PUT(폴리우레탄, polyurethane) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0061] 전극(111)은 케이블(10)의 재킷(13) 외주면을 모두 감싸는 고리 형상의 단면을 가질 수 있다.

[0062] 전극(111)은 케이블(10)의 길이 방향을 따라 연장되면서 케이블(10)에서 물리 현상이 모니터링될 필요가 있는 관심 구간의 적어도 일부 길이 구간에 연속적으로 설치될 수 있다.

[0063] 외피(113)는 단면상으로 전극(111)의 외주면을 모두 감싸는 고리 형상으로 형성될 수 있다.

[0064] 내피(115)가 추가된 경우, 내피(115)는 케이블(10)의 재킷(13) 외주면을 모두 감싸는 고리 형상의 단면을 가질 수 있다. 이 경우, 전극(111)은 케이블(10)과 내피(115)를 함께 감싸는 고리 형상의 단면을 가질 수 있다. 외피(113)는 케이블(10), 내피(115), 전극(111)을 함께 감싸는 고리 형상의 단면을 가질 수 있다.

[0065] 외부 물체(90)에 의한 충격이 케이블(10)에 인가되면, 해당 충격은 케이블(10)을 둘러싼 유닛 센서(110)에도 똑같이 인가될 수 있다.

[0066] 도 2에 도시된 바와 같이, 외부 물체(90)가 케이블(10)에 충돌하게 되면, 외부 물체(90)와 외피(113) 사이의 마

찰로 인하여 외피(113) 표면이 음의 전하로 대전될 수 있다. 전기적 평형 상태가 유지되도록, 전극(111)에 있는 전자들이 접지로 이동할 수 있다.

[0067] 케이블(10)에 충돌한 외부 물체(90)가 케이블(10)로부터 이탈되면, 외피(113) 표면에 음의 전하를 유도하던 외부 물체(90)의 접촉이 약해지고 외피(113) 표면의 음의 전하량이 감소될 수 있다. 전기적 평형 상태가 유지되도록, 외부에서 전극(111)으로 전자들이 이동할 수 있다. 이와 같이 외부 물체(90)가 케이블(10)에 충돌되면, 전자의 왕복 운동에 의해 전극(111)에는 교류 전기 신호가 발생될 수 있다.

[0068] 굽힘 과정(벤딩)이 발생한 경우, 외피(113)와 전극(111) 사이에서 마찰이 발생하고, 도 2와 유사하게 교류 전기 신호가 발생될 수 있다.

[0069] 결과적으로, 유닛 센서(110)는 외피(113) 또는 전극(111)에 발생된 마찰 에너지를 이용하여 발전할 수 있다. 유닛 센서(110)는 발전된 전기 신호를 전극(111)을 통해 모니터링 유니트(150)에 제공할 수 있다.

[0070] 도 3은 모니터링 유니트(150)의 동작을 나타낸 개략도이다.

[0071] 모니터링 유니트(150)는 기계 학습을 통해 생성된 예측 모델을 이용해 굽힘 상태(벤딩 각도, 벤딩 회수, 벤딩 빈도 등), 외부 충격으로 인해 단선이 발생될 때까지의 수명을 예측할 수 있다.

[0072] 모니터링 장치는 예측 모델을 생성하는 학습 유니트(170)를 포함할 수 있다.

[0073] 학습 유니트(170)는 유닛 센서(110)에서 센싱된 물리 현상, 물리 현상의 누적 결과에 따른 단선 여부를 데이터 셋으로 하는 딥러닝 등의 기계 학습을 이용하여, 예측 모델을 생성할 수 있다. 해당 예측 모델은 케이블(10)에 가해진 물리 현상에 의해 케이블(10)이 단선될 때까지의 수명을 예측할 수 있다. 해당 예측 모델은 모니터링 유니트(150)에 의해 수행되는 케이블(10)의 수명 예측에 사용될 수 있다.

[0074] 학습 유니트(170)는 'K-mean clustering' 방식을 이용하여 케이블(10)의 충격 패턴을 분류하여 데이터화시키고, 이 데이터를 Deep learning 알고리즘에 feeding 해주는 방식을 통해 예측 모델을 생성할 수 있다. 학습 유니트(170)는 이 분류된 데이터를 기반으로 얼마나 구부리거나 충격을 받아야 케이블(10)의 수명이 끝나는지 학습을 시켜 예측 모델을 생성하고, 모니터링 유니트(150)는 예측 모델을 바탕으로 케이블(10) 수명을 예측할 수 있다.

[0075] 도 4는 처리 유니트(130)를 나타낸 개략도이다.

[0076] 처리 유니트(130)는 마찰 에너지 수확기에서 출력된 교류 전기 신호를 처리할 수 있다.

[0077] 처리 유니트(130)에는 정류기(131), DC-DC 컨버터(133), 레귤레이터(135)(regulator), 통신 모듈(137)이 마련될 수 있다.

[0078] 정류기(131)는 교류 전기 신호를 직류 전기 신호로 변환할 수 있다.

[0079] DC-DC 컨버터(133)는 정류기(131)의 출력단에 연결될 수 있다. DC-DC 컨버터(133)는 직류 전기 신호의 전압을 낮추고 전류를 증가시킬 수 있다.

[0080] 레귤레이터(135)는 통신 모듈(137)에서 요구하는 직류 전압이 안정적으로 공급되도록 DC-DC 컨버터(133)에서 출력된 직류 전기 신호를 조절, 안정화할 수 있다.

[0081] 통신 모듈(137)은 모니터링 유니트(150)에 직류 전기 신호를 유무선으로 전송할 수 있다.

[0082] 도 5는 본 발명의 모니터링 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0083] 도 5에 도시된 모니터링 방법은 도 1에 도시된 모니터링 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0084] 모니터링 방법은 센싱 단계(S 510), 모니터링 단계(S 520)를 포함할 수 있다.

[0085] 센싱 단계(S 510)는 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 감지할 수 있다. 센싱 단계(S 510)는 유닛 센서(110)에 의해 수행될 수 있다.

[0086] 모니터링 단계(S 520)는 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 모니터링할 수 있다. 모니터링 단계(S 520)는 모니터링 유니트(150)에 의해 수행될 수 있다.

[0087] 모니터링 단계(S 520)는 실질적으로 케이블(10)에 설치된 유닛 센서(110)에 인가된 물리 현상을 모니터링하고, 해당 모니터링 결과로 케이블(10)의 모니터링 결과를 대신할 수 있다.

[0088] 본 발명에 따르면, 간접 감지 방식을 통해 케이블(10)에 인가된 물리 현상을 현실적으로 센싱할 수 있다. 모니

터링 단계(S 520)는 학습 단계(S 590)를 통해 생성된 예측 모델을 이용해 케이블(10)의 수명을 예측할 수 있다. 학습 단계(S 590)는 센싱 단계(S 510)에서 센싱된 케이블(10)의 물리 현상과 해당 물리 현상의 누적에 따른 단선 여부를 데이터셋으로 하는 기계 학습을 통해 케이블(10)의 수명을 예측하는 예측 모델을 생성할 수 있다. 해당 예측 모델은 모니터링 단계(S 520)에서 수행되는 케이블(10)의 수명 예측에 사용될 수 있다.

[0089] 한편, 본 발명의 실시예는 지금까지 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 상술한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

[0090] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 통상의 기술자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0092] 10...케이블 11...심선

13...재킷 90...외부 물체

110...유닛 센서 111...전극

113...외피 115...내피

130...처리 유니트 131...정류기

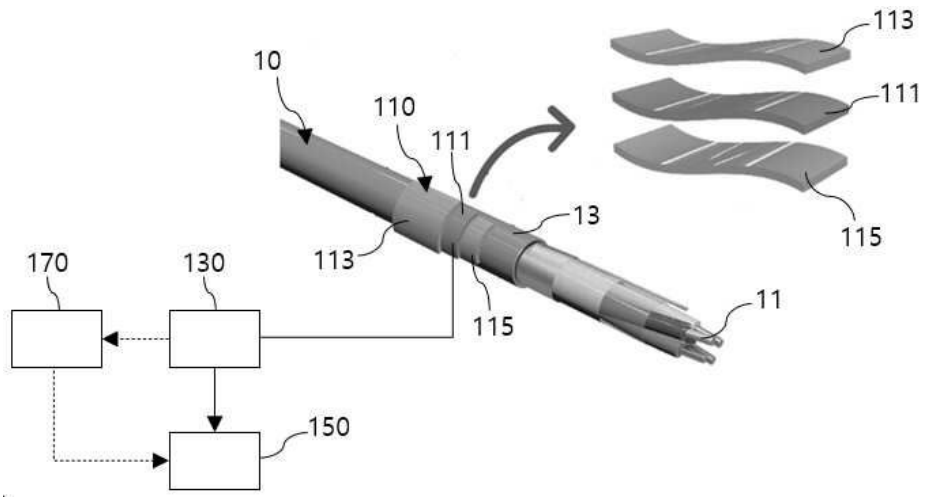
133...DC-DC 컨버터 135...레귤레이터

137...통신 모듈 150...모니터링 유니트

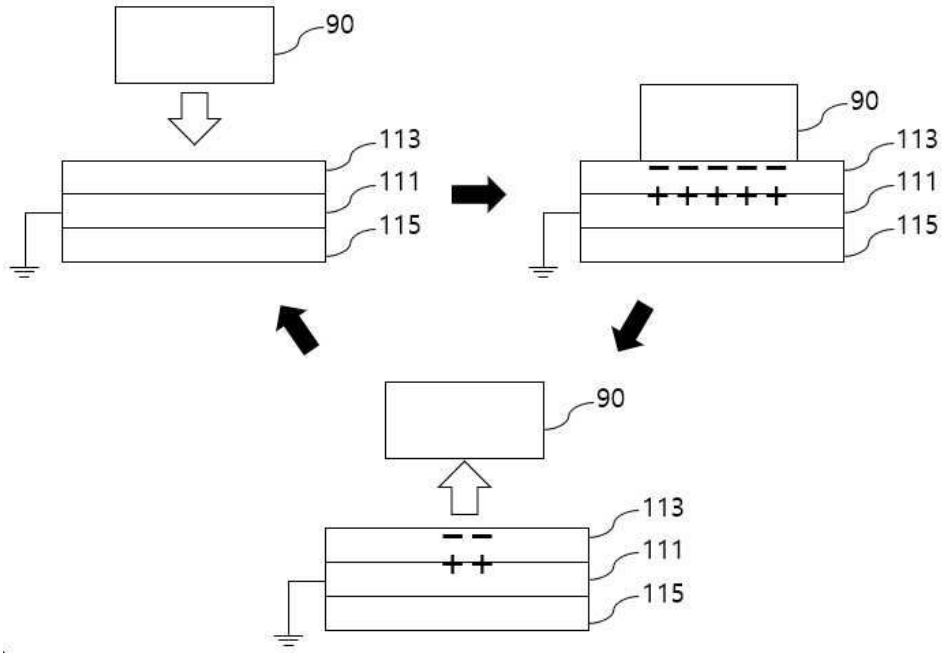
170...학습 유니트

도면

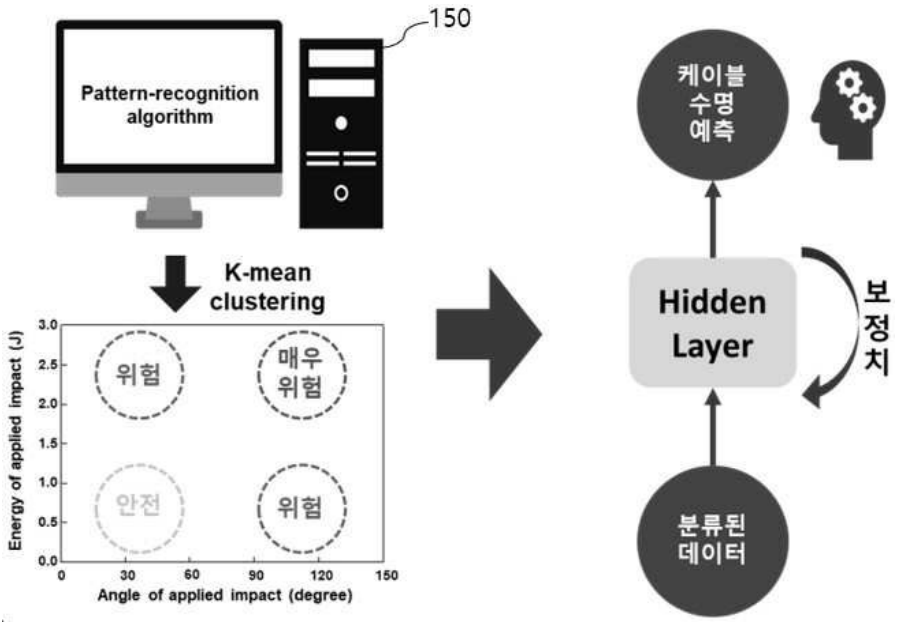
도면1



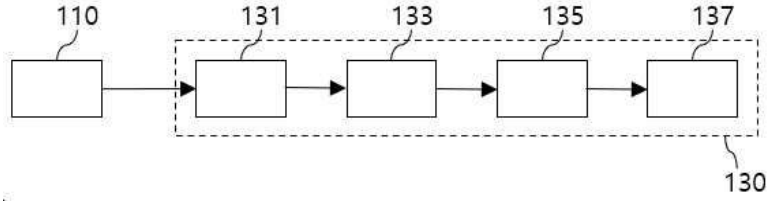
도면2


90
113
111
115
90
113
111
115
90
113
111
115

도면3


150
Pattern-recognition algorithm
K-mean clustering
Energy of applied impact (J)
Angle of applied impact (degree)
위험
매우 위험
안전
위험
케이블 수명 예측
Hidden Layer
보정치
분류된 데이터

도면4


110
131
133
135
137
130

도면5

