



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0121452
(43) 공개일자 2019년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/60 (2006.01) G01N 29/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/60 (2013.01)
G01N 29/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0044765
(22) 출원일자 2018년04월18일
심사청구일자 2018년04월18일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
최덕현
경기도 성남시 분당구 정자로76번길 10, 203동 805호(정자동, 상록마을라이프2단지아파트)
황희재
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 공과대학 실험동 223호(서천동, 경희대학교국제캠퍼스)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

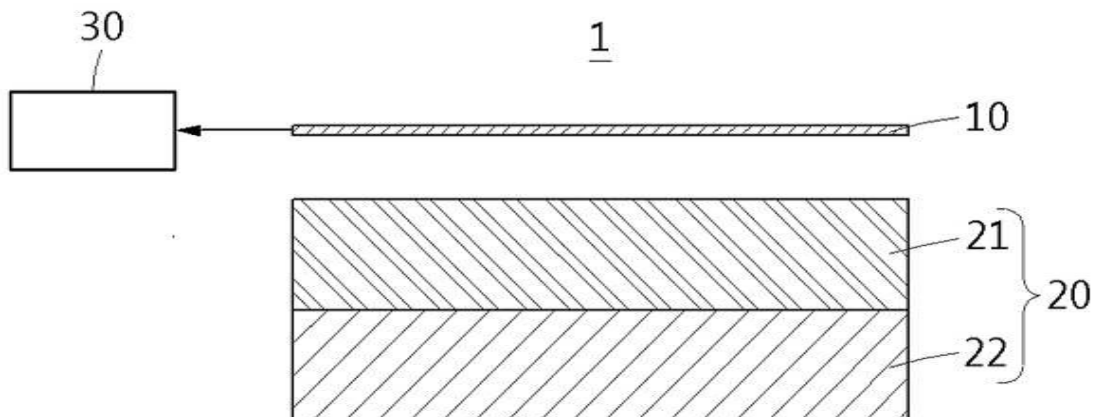
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 와이어 센서장치

(57) 요약

개시된 본 발명에 의한 와이어 센서장치는, 진동 가능한 와이어부, 와이어부와 간섭을 통해 정전기력을 발생시켜 전기적 에너지를 발생시키는 발생부 및 와이어부 및 발생부 중 적어도 어느 하나와 연결되어 와이어부의 공진 주파수를 측정하여 대상물의 상태를 감지하는 센서부를 포함한다. 이러한 구성에 의하면, 저비용으로 다양한 조건에 적용될 수 있는 센서를 제공할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유지섭

부산광역시 해운대구 반여로 133, 1505호(반여동,
장산1차롯데낙천대아파트)

정연석

부산광역시 사상구 백양대로342번길 17, 207동
1201호(주례동, 엘지신주레아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B2008419

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 고효율 지속가능한 공진설계 기반 정전소자 진동 발전 패키지 개발

연구과제명 중견연구

기 여 율 34/100

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016R1A4A1012950

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 나노표면 기반 전기에너지 생산 기초 연구실

연구과제명 기초연구실지원사업

기 여 율 33/100

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014M3A7B4052202

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 나노-마이크로 직물형 유/무기 에너지 소재 및 소자 설계 최적화

연구과제명 나노소재기술개발사업

기 여 율 33/100

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2014.09.01 ~ 2019.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

진동 가능한 와이어부;

상기 와이어부와 간섭을 통해 정전기력을 발생시켜 전기적 에너지를 발생시키는 발생부; 및

상기 와이어부 및 발생부 중 적어도 어느 하나와 연결되어, 상기 와이어부의 공진 주파수를 측정하여 대상물의 상태를 감지하는 센서부;

를 포함하는 와이어 센서장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 와이어부는 양전하 또는 음전하 물질에 의해 대전 가능한 금속재료의 와이어 또는 폴리머(Polymer)를 포함하는 비금속재료의 와이어 중 어느 하나로 마련되며,

상기 발생부는 상기 와이어부와 마주하며 음전하 또는 양전하 물질이 대전되는 대전층 및 상기 대전층이 적층된 전극층을 포함하는 와이어 센서장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 대전층은 테프론(Teflon)을 포함하며,

상기 전극층은 알루미늄(Al), ITO 및 그래핀(Graphene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전도성 재질로 마련되는 와이어 센서장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 발생부는 단위 전극(Single electrode) 모드 또는 독립적인 마찰 전기(freestanding triboelectric) 모드 중 어느 하나의 모드로 상기 전기 에너지를 발생시키는 와이어 센서장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 센서부는 하기 수학적식에 의해 상기 와이어부의 공진 주파수를 계산하며,

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

여기서, 상기 f는 상기 와이어부의 공진 주파수, 상기 n은 자유도, 상기 L은 상기 와이어부의 길이, 상기 T는 장력 및, 상기 μ 는 선형 밀도인 와이어 센서장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 와이어부는 금속재료 또는 비금속재료로 형성되며,

상기 센서부는 상기 전극층과 연결되어 공진 주파수를 실시간으로 아두이노 코딩(Arduino Coding)으로 계산하는 와이어 센서장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 와이어부는 수동 또는 자동으로 튕김 가능한 와이어 센서장치.

청구항 8

진동 가능한 와이어부;

상기 와이어부와 의 간섭을 통해 마찰 대전 에너지 하베스팅(Triboelectric Energy Harvesting, TENG)을 발생시키는 발생부; 및

상기 와이어부 및 발생부 중 어느 하나와 연결되어, 상기 와이어부의 공진 주파수를 측정하여 대상물의 상태를 감지하는 센서부;

를 포함하는 와이어 센서장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 와이어부는 양전하 물질이 대전 가능한 금속재질 또는 폴리머(Polymer)를 포함하는 비금속재질로 마련되며,

상기 발생부는 상기 와이어부와 마주하여 음전하 물질 또는 양전하 물질이 대전되는 비금속재질의 대전층 및 상기 대전층이 적층되는 전도성 있는 재질의 전극층을 포함하여,

상기 와이어부는 튕김에 의해 진동되어 상기 대전층과 근접하거나 멀어짐으로써 교류 전압을 발생시켜 주파수를 센싱 가능한 와이어 센서장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 대전층은 테프론(Teflon)을 포함하는 와이어 센서장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 센서부는 하기 수학식에 의해 상기 와이어부의 공진 주파수를 계산하며,

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

여기서, 상기 f는 상기 와이어부의 공진 주파수, 상기 n은 자유도, 상기 L은 상기 와이어부의 길이, 상기 T는 장력 및, 상기 μ 는 선형 밀도인 와이어 센서장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 와이어부는 수동 또는 자동으로 튕김 가능한 금속재질로 형성되며,

상기 센서부는 상기 와이어부와 연결되어 공진 주파수를 실시간으로 아두이노 코딩(Arduino Coding)으로 센싱하는 와이어 센서장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 와이어 센서장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 와이어의 공진 주파수와 정전기 원리를 이용하

[0001]

여 대상물의 상태를 감지할 수 있는 와이어 센서장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 정전 발전 원리는 1) 접촉 및 분리, 2) 분리, 3) 단위 전극(Single-electrode) 및 4) free standing이다. 이러한 정전기 발전 원리를 적용한 에너지 하베스팅은 양전하 물질과 음전하 물질이 정전기 현상으로 인해 대전되는 현상을 이용하여 전기적 에너지를 생산한다. 이때, 양전하 물질과 음전하 물질이 부딪혔다 떨어지게 되면 양전하 물질에 있는 전자가 음전하 물질로 이동하게 되며, 또 다시 부딪히려고 하게 되면 전자는 음전하 물질에서 양전하 물질로 이동하게 된다. 이러한 전자의 흐름이 전류의 흐름이 되고, 이를 정전 발전이라고 한다.

[0003] 한편, 근래에는 크랙(Crack) 발생과 같은 구조물 결함을 감지하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, 대상물의 종류, 적용 환경 등과 같은 조건에 상관없이 간단하면서도 저비용으로 대상물의 상태를 감지하기 위한 연구가 지속적으로 진행 중에 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1104754호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1531396호
(특허문헌 0003) 일본공개특허 제2014-07950호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로서, 와이어의 공진 주파수와 정전기 원리를 이용하여 대상물의 상태를 감지할 수 있는 와이어 센서장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 와이어 센서장치는, 진동 가능한 와이어부, 상기 와이어부와 간섭을 통해 정전기력을 발생시켜 전기적 에너지를 발생시키는 발생부 및 상기 와이어부 및 발생부 중 적어도 어느 하나와 연결되어, 상기 와이어부의 공진 주파수를 측정하여 대상물의 상태를 감지하는 센서부를 포함한다.

[0007] 일측에 의하면, 상기 와이어부는 양전하 또는 음전하 물질에 의해 대전 가능한 금속재질의 와이어 또는 폴리머(Polymer)를 포함하는 비금속재질의 와이어 중 어느 하나로 마련되며, 상기 발생부는 상기 와이어부와 마주하며 음전하 또는 양전하 물질이 대전되는 대전층 및 상기 대전층이 적층된 전극층을 포함할 수 있다.

[0008] 일측에 의하면, 상기 대전층은 테프론(Teflon)을 포함하며, 상기 전극층은 알루미늄(Al), ITO 및 그래핀(Graphene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전도성 재질로 마련될 수 있다.

[0009] 일측에 의하면, 상기 발생부는 단위 전극(Single electrode) 모드 또는 독립적인 마찰 전기(freestanding triboelectric) 모드 중 어느 하나의 모드로 상기 전기 에너지를 발생시킬 수 있다.

[0010] 일측에 의하면, 상기 센서부는 하기 수학식에 의해 상기 와이어부의 공진 주파수를 계산하며,

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

[0012] 여기서, 상기 f는 상기 와이어부의 공진 주파수, 상기 n은 자유도, 상기 L은 상기 와이어부의 길이, 상기 T는 장력 및, 상기 μ 는 선형 밀도일 수 있다.

[0013] 일측에 의하면, 상기 와이어부는 금속재질 또는 비금속재질로 형성되며, 상기 센서부는 상기 전극층과 연결되어 공진 주파수를 실시간으로 아두이노 코딩(Arduino Coding)으로 계산할 수 있다.

[0014] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 와이어 센서장치는, 진동 가능한 와이어부, 상기 와이어부와 간섭을 통해 마찰 대전 에너지 하베스팅(Triboelectric Energy Harvesting, TENG)을 발생시키는 발생부 및 상기 와이어부 및 발생부 중 어느 하나와 연결되어, 상기 와이어부의 공진 주파수를 측정하여 대상물의 상태를 감지하는 센서부를 포함한다.

[0015] 일측에 의하면, 상기 와이어부는 양전하 물질이 대전 가능한 금속재질 또는 폴리머(Polymer)를 포함하는 비금속 재질로 마련되며, 상기 발생부는 상기 와이어부와 마주하여 음전하 물질 또는 양전하 물질이 대전되는 비금속재질의 대전층 및 상기 대전층이 적층되는 전도성 있는 재질의 전극층을 포함하여, 상기 와이어부는 텅깁에 의해 진동되어 상기 대전층과 근접하거나 멀어짐으로써 교류 전압을 발생시켜 주파수를 센싱 가능하다.

[0016] 일측에 의하면, 상기 대전층은 테프론(Teflon)을 포함할 수 있다.

[0017] 일측에 의하면, 상기 센서부는 하기 수학식에 의해 상기 와이어부의 공진 주파수를 계산하며,

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

[0019] 여기서, 상기 f는 상기 와이어부의 공진 주파수, 상기 n은 자유도, 상기 L은 상기 와이어부의 길이, 상기 T는 장력 및, 상기 μ 는 선형 밀도일 수 있다.

[0020] 일측에 의하면, 상기 와이어부는 수동 또는 자동으로 텅깁 가능한 금속재질로 형성되며, 상기 센서부는 상기 와이어부와 연결되어 공진 주파수를 실시간으로 아두이노 코딩(Arduino Coding)으로 센싱할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 와이어의 진동에 의해 간섭되어 전기적 에너지를 발생시켜 공진 주파수 측정에 따른 대상물 상태를 감지할 수 있음으로써, 저 비용으로 다양한 조건에 대응할 수 있는 센서를 제공할 수 있게 된다.

[0022] 둘째, 마찰 대전 에너지 하베스팅이 가능함으로써, 자체 전력을 이용한 효율 향상에 기여할 수 있게 된다.

[0023] 셋째, 와이어의 선형밀도 및 장력 조절을 통해 원하는 조건의 센서를 설정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 와이어 센서장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2의 (a) 및 (b)는 도 1에 도시된 일 실시예에 의한 와이어 센서장치에 의한 TENG 동작을 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면들이다.

도 3은 도 1에 도시된 일 실시예에 의한 와이어부의 선형 밀도에 따른 출력 변화를 개략적으로 비교한 그래프들이다.

도 4는 도 1에 도시된 일 실시예에 의한 와이어부의 장력에 따른 출력 변화를 개략적으로 비교한 그래프들이다. 그리고,

도 5는 도 1에 도시된 일 실시예에 의한 와이어 센서장치가 현수교에 적용된 일 예를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다. 다만, 본 발명의 사상이 그와 같은 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 사상은 실시예를 이루는 구성요소의 부가, 변경 및 삭제 등에 의해서 다르게 제안될 수 있을 것이나, 이 또한 발명의 사상에 포함되는 것이다.

[0027] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 와이어 센서장치(1)는 와이어부(10), 발생부(20) 및 센서부(30)를 포함한다.

[0028] 와이어부(10)는 텅깁에 의해 진동 가능한 와이어를 포함한다. 본 실시예에서는 와이어부(10)가 기타 줄과

같이, 금속재질의 양전하 또는 음전하 물질이 대전되는 와이어를 포함하며 본 실시예에서는 양전하 물질이 대전되는 것으로 예시한다. 또한, 와이어부(10)는 작업자에 의해 수동으로 뿔겨지거나 대상물(미도시)에 의해 간섭되어 자동으로 뿔겨질 수 있다.

[0029] 한편, 와이어부(10)가 금속재질 뿐만 아니라, 고분자 화합물인 폴리머(Polymer) 재질과 같은 비금속재질로 형성될 수도 있다. 아울러, 와이어부(10)의 두께에 따라 장력을 조절할 수 있으며, 도시된 예로 와이어부(10)의 두께가 한정되지 않음은 당연하다.

[0030] 발생부(20)는 와이어부(10)와의 간섭을 통해 정전기력에 의해 대전됨으로써 전기적 에너지를 발생시킨다. 여기서, 발생부(20)는 와이어부(10)와 직접 접촉되지 않고, 근접하거나 멀어지는 동작을 통해 전기적 에너지를 발생시키는 단위 전극(Single electrode) 모드가 적용된다.

[0031] 또한, 발생부(20)는 양전하가 대전된 금속재질의 와이어부(10)에 대응하여, 와이어부(10)와 마주하며 음전하 물질이 대전된 대전층(21) 및 대전층(21)이 적층되는 전극층(22)을 포함한다. 즉, 발생부(20)는 전극층(22)의 상면에 대전층(21)이 적층된 복층 구조를 가지며, 대전층(21)은 와이어부(10)와 간섭 가능하도록 마주한다. 여기서, 대전층(21)은 테프론(Teflon) 재질로 형성되는 것으로 예시하며, 전극층(22)은 알루미늄(Al), ITO 및 그래핀(Graphene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전도성 재질로 형성되어 그라운드(Ground)(G)와 연결된다.

[0032] 참고로, 와이어부(10)가 금속재질이 아닌 폴리머 재질과 같은 비금속재질의 와이어를 포함하거나 음전하 물질이 대전될 경우, 대전층(21)은 음전하 물질이 아닌 양전하 물질이 대전되는 변형예도 가능하다. 즉, 와이어부(10)와 마주하는 대전층(21)이 음전하 물질 또는 양전하 물질 중 어느 하나로 대전 가능한 것이다.

[0033] 발생부(20)의 전기적 에너지 발생 동작을 도 2를 참고하여 설명하면, 하기와 같다.

[0034] 도 2의 (a)와 같이, 와이어부(10) 즉, 양전하 물질에 힘이 가해지면 와이어부(10)의 자체 특성 즉, 장력, 길이 및 선형 밀도 등에 따라 특정 주파수 대역(이하, 공진 주파수로 지칭함)으로 진동한다. 이러한 와이어부(10)의 진동으로 인해 와이어부(10)는 대전층(21)과 가까워지거나 멀어지는 동작을 반복하게 되며, 이로 인해 전하가 이동하게 되어 교류 전압이 발생된다.

[0035] 보다 구체적으로, 도 2의 (b)와 같이, 진동에 의해 와이어부(10)의 양전하 물질이 대전층(21)의 음전하 물질과 멀어지게 되면, 음전하 물질에 부착되어 있는 전자가 전기적 평형을 이루기 위해 그라운드(G)로 이동하게 된다. 이때, 와이어부(10)가 다시 대전층(21)에 근접하게 되면, 그라운드(G)로 이동된 전자가 다시 전극층(22)으로 이동하게 됨으로써, 전기적 에너지가 발생된다. 이러한 와이어부(10)와 발생부(20) 사이의 간섭을 통한 마찰 대전 에너지 하베스팅(Triboelectric Energy Harvesting, TENG)이 발생된다.

[0036] 참고로, 발생부(20)에서 발생된 전기적 에너지인 TENG은 본 실시예에서 설명하는 와이어 센서장치(1)의 전력으로 사용될 수 있다.

[0037] 센서부(30)는 와이어부(10) 및 발생부(20) 중 적어도 어느 하나와 연결되어, 와이어부(10)의 교류 전압 발생에 따른 공진 주파수를 센싱하여 대상물(미도시)의 상태를 감지한다. 본 실시예에서는 센서부(30)가 금속재질의 와이어부(10)와 연결되어, 전기적 신호를 전달 받는 것으로 예시한다. 그러나, 꼭 이에 한정되는 것은 아니며, 와이어부(10)가 비금속재질로 형성되고 발생부(20)가 양전하 물질에 대전되는 경우, 센서부(30)가 발생부(20)의 전극층(22)과 연결되는 변형예도 가능함은 당연하다.

[0038] 한편, 센서부(30)는 와이어부(10)의 공진 주파수를 하기 수학적 식 1에 의해 계산 가능하다.

수학적 식 1

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

[0040] 여기서, 상기 f는 상기 와이어부의 공진 주파수, 상기 n은 자유도, 상기 L은 상기 와이어부의 길이, 상기 T는 장력, 상기 μ 는 선형 밀도이다.

[0041] 본 실시예에서는 자유도(n)를 0.5로 n값을 일정하게 제한할 경우, 와이어부(10)의 장력과 선형 밀도에 따라 와이어부(10)의 공진 주파수가 조절됨을 도 3 및 도 4의 그래프에서와 확인할 수 있다.

[0042] 도 3을 참고하면, 와이어부(10)의 자유도(n)는 0.5, 와이어부(10)의 장력(T)은 4kgf, 와이어부(10)의 길이는 30cm로 고정하여 선형 밀도에 따른 변화를 측정한 값이 그래프들로 비교된다. 이 실험에서 사용된 와이어부(10)는 두께가 두꺼워질수록 선형 밀도가 커지게 되며, 이러한 선형 밀도에 따른 와이어부(10)의 공진 주파수가 수학적 1에 의해 계산된다. 참고로, 와이어부(10)는 도 3의 (a)의 1st wire에서 (f)의 6th wire로 갈수록 두께가 점차 두꺼워진다.

[0043] 도 3의 (a) 내지 (f)와 같이, 선형 밀도가 증가할수록 공진 주파수가 감소하며, 이러한 경향은 단위 시간당 실제 TENG 피크(Peak) 수와 유사하게 감소하는 경향을 보인다. 또한, 1초 동안에 TENG 피크 수를 측정하여 이론값과 비교하였을 때, 하기 표 1과 같이 최대 오차 0.045%임에 따라, 이론값과 거의 유사함을 알 수 있다.

표 1

Wire Number	Linear Density	Theoretical Value	Tuning App Value	TENG Value	Percent Error
1 st Wire	0.000548kg/m	446Hz	452Hz	451Hz	0.011%
2 nd Wire	0.000967kg/m	336Hz	339Hz	340Hz	0.012%
3 rd Wire	0.002050kg/m	230Hz	235Hz	236Hz	0.026%
4 th Wire	0.003052kg/m	189Hz	194Hz	194Hz	0.027%
5 th Wire	0.005081kg/m	146Hz	153Hz	153Hz	0.045%
6 th Wire	0.008282kg/m	115Hz	118Hz	116Hz	0.011%

[0044]

[0045] 이상과 같이, 와이어부(10)의 선형 밀도가 증가될수록 와이어부(10)의 공진 주파수가 감소함으로써, 전압 출력값이 증가된다. 아울러, 와이어부(10)의 두께가 두꺼워질수록 근접되는 표면적이 증가되며, 이를 통해 전압 출력값도 증가함을 알 수 있다.

[0046] 도 4에는 와이어부(10)에 가해지는 장력에 따라 와이어부(10)의 공진 주파수 변화를 실험한 결과값이 비교된다. 도 4의 (a) 내지 (d)는 각각 와이어부(10)의 장력(T)이 4kgf, 8kgf, 12kgf 및 16kgf일 경우의 공진 주파수를 비교한다. 도 4의 (a) 내지 (d)의 그래프와 같이, 와이어부(10)의 장력이 증가할수록 공진 주파수가 증가됨을 확인할 수 있다. 이 또한, 하기 표 2와 같이 이론값과 오차가 최대 0.028%로써, 정확한 공진 주파수 측정이 가능함을 알 수 있다.

표 2

Tension	Theoretical Value	Tuning App Value	TENG Value	Percent Error
4N	115Hz	118Hz	116Hz	0.011%
8N	162Hz	164Hz	165Hz	0.017%
12N	199Hz	197Hz	196Hz	0.013%
16N	229Hz	223Hz	223Hz	0.028%

[0047]

[0048] 참고로, 상기 수학적 1에 의해 공진 주파수를 계산하는 센서부(30)는 아두이노 코딩(Arduino Coding)을 통해 실시간으로 와이어부(10)의 공진 주파수를 계산할 수 있다. 또한, 음전하 물질인 대전층(21)의 표면 재질 또는 조건 변경 등을 통해 발생부(20)로부터 발생하는 전기적 에너지의 출력을 조절할 수 있음으로써, 발생한 전기적 에너지를 센싱 동작을 위한 전력 공급원으로 이용 가능하다. 즉, 본 실시예에 의한 와이어 센서장치(1)는 자가-발전(Self-Charging)이 가능하며 실시간으로 다양한 대상물의 상태를 감지할 수 있다.

[0049] 도 5를 참고하면, 와이어 센서장치(1)가 현수교에 적용된 일 예가 도시된다. 도 5와 같이, 현수교의 현수재 일 부분에 본 발명의 일 실시예에 의한 와이어 센서장치(1)가 적용되면, 와이어부(10)의 튕김으로 인해 발생부(20)와의 사이에서 발생한 전기적 에너지를 센서부(30)가 감지함으로써, 실시간 공진 주파수를 감지하게 된다. 그로 인해, 와이어 센서장치(1)는 실시간으로 계산된 공진 주파수의 변화를 감지하여, 현수교의 시간에 따른 다리의 처짐이나 안전 점검시의 현수재 및 주 케이블의 이상 유무를 용이하게 감지할 수 있다.

[0050] 또한, 자세히 도시되지 않았으나, 본 발명에 의한 와이어 센서장치(1)가 과적 차량 검사에 적용되어 차량의 허용 중량을 와이어부(10)의 튕김에 의해 발생된 TENG로 판별할 수도 있다. 뿐만 아니라, 구조물에 적용되어 와이어부(10)를 튕김으로써, 크랙 발생과 같은 구조물 결함도 감지할 수 있다.

[0052] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

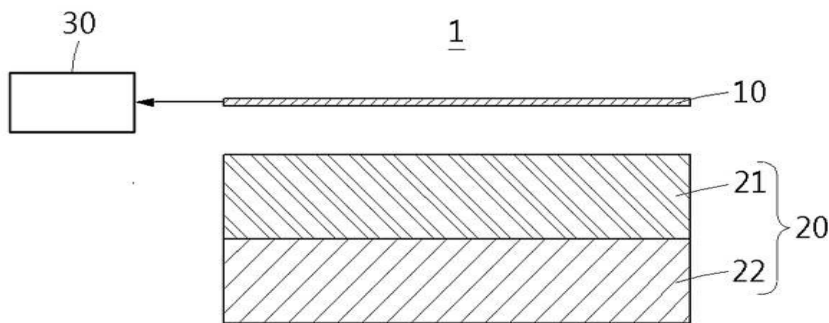
[0053] 1: 와이어 센서장치 10: 와이어부

20: 발생부 21: 대전층

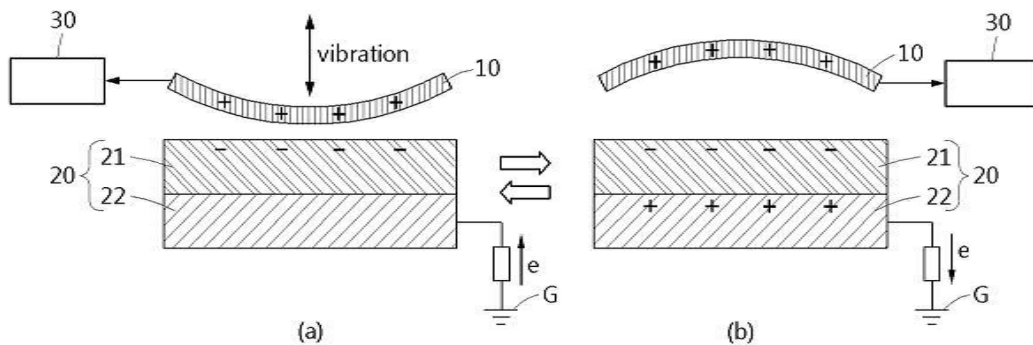
22: 전극층 30: 센서부

도면

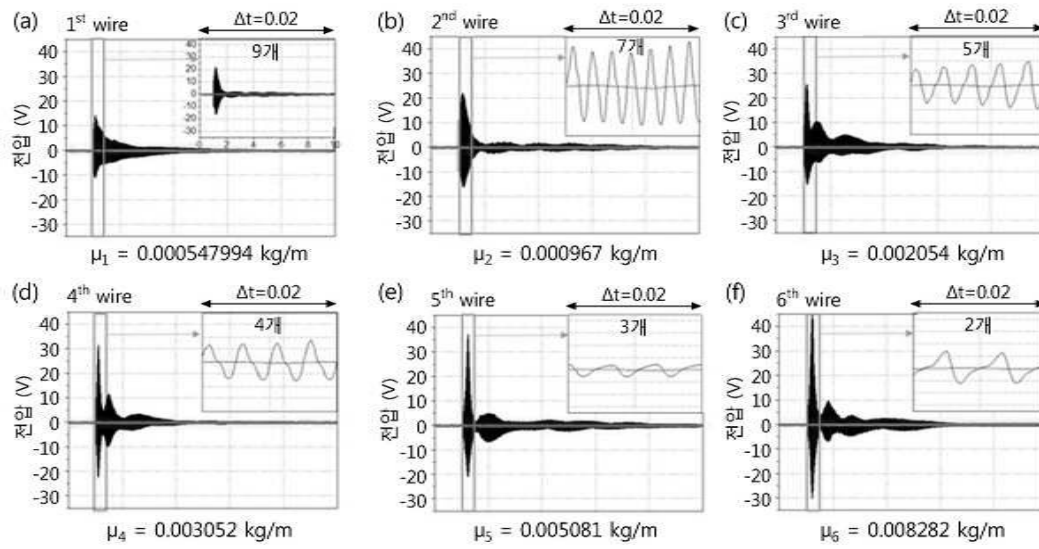
도면1



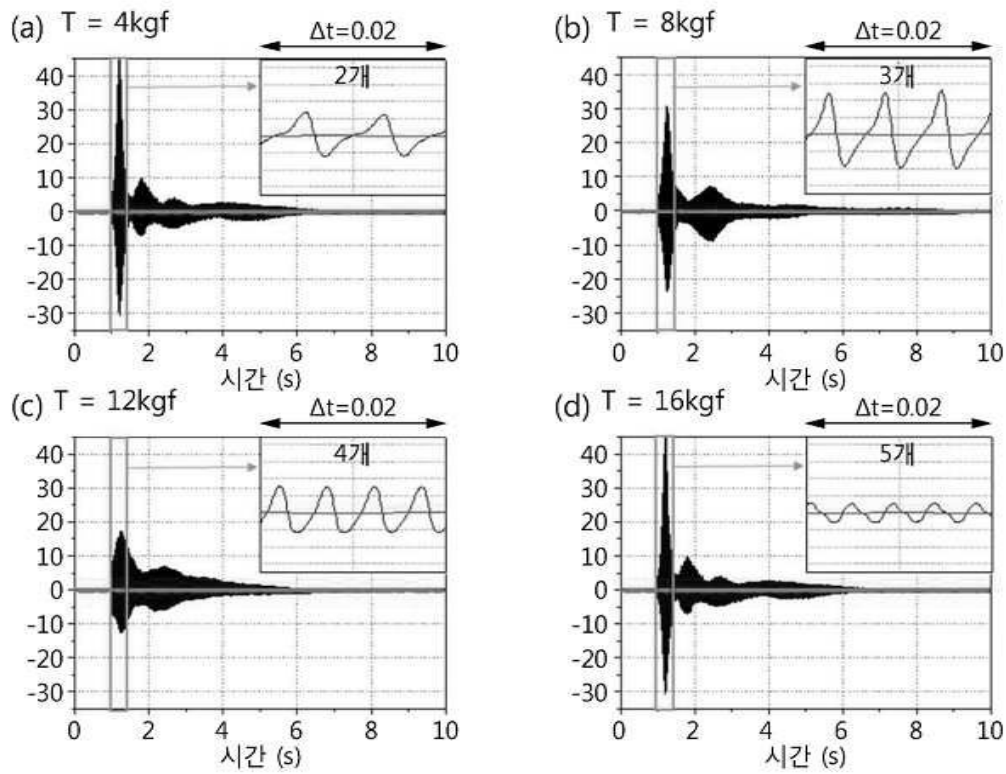
도면2



도면3



도면4



도면5

