



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0066391  
(43) 공개일자 2017년06월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01L 7/16* (2006.01) *H01G 7/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G01L 7/16* (2013.01)  
*H01G 7/00* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7008997
- (22) 출원일자(국제) 2015년09월04일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년04월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/NZ2015/050130
- (87) 국제공개번호 WO 2016/036261  
국제공개일자 2016년03월10일
- (30) 우선권주장  
630075 2014년09월04일 뉴질랜드(NZ)

- (71) 출원인  
스트래치센스 리미티드  
뉴질랜드, 1023, 오클랜드, 로얄 오크, 투라마 로드 50, 플랫 5
- (72) 발명자  
오브라이언 벤자민 마크  
뉴질랜드 1023 오클랜드 로얄 오크 투라마 로드 넘버 50 플랫 5  
기스비 토드 알란  
뉴질랜드 0630 오클랜드 토르베이 텔마 크레센트 21  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

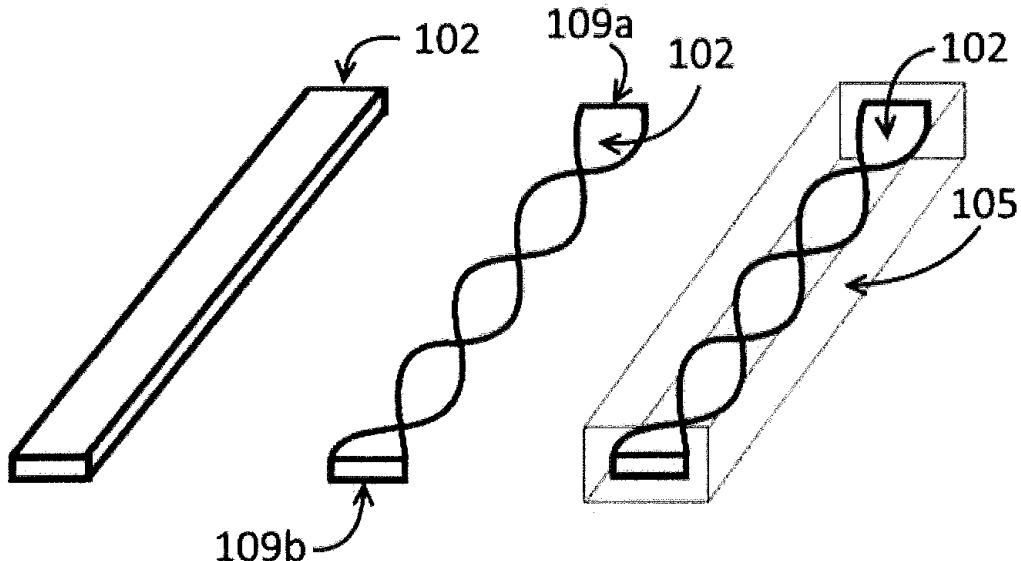
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 개선된 전자-기계적 센서

### (57) 요 약

일 양태에서, 본 발명은, 연결된 전기 회로에 의한 변형의 계측을 허용하도록 기계적 변형에 따라 변화하는 전기 용량을 갖는 전기적 센서로서, 센서는, 유전체 재료에 의해 분리되며 그리고, 커패시터의 변형에 따라 변형하도록 그리고 전기 용량이 변화하도록 작동 가능한, 도전성 재료를 포함하며, 커패시터는 비틀린 평면의 구조를 구비하도록 배열되고, 커패시터는 지지 재료에 의해 그러한 배열 상태로 지지되는 것인, 전기적 센서를 제공한다.

대 표 도 - 도13



(72) 발명자

하르부즈 안토니 에드워드

뉴질랜드 0630 오클랜드 마이란지 베이 선라이즈  
애비뉴 101

쥘라티 사무엘

스위스 2000 뉴욕텔 뤼 데 라 코트 115

스캇-우드 이안

뉴질랜드 1061 오클랜드 오네홍가 카메론 스트리트  
65

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

연결된 전기 회로에 의한 변형의 계측을 허용하도록 기계적 변형에 따라 변화하는 전기 용량을 갖는 센서로서, 유전체 재료에 의해 분리되는 도전성 재료로서, 커패시터의 변형에 따라 변형하도록 그리고 전기 용량이 변화하도록 작동 가능한 것인, 도전성 재료를 포함하고; 커패시터는 비틀린 평면의 구조를 구비하도록 배열되고, 커패시터는 지지 재료에 의해 그러한 배열 상태로 지지 되는 것인, 센서.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

지지 재료, 커패시터의 도전성 재료, 커패시터의 도전성 재료를 분리하는 유전체 재료 중의 하나 이상은, 탄력적인 것인, 센서.

#### 청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

커패시터는, 유전체 탄성 중합체 디바이스인 것인, 센서.

#### 청구항 4

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

지지 재료는, 대략 커패시터의 도전성 재료 및 커패시터의 도전성 재료를 분리하는 유전체 재료 중의 하나 이상 보다 더 탄력적이지 않은 것인, 센서.

#### 청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

지지 재료는, 대략 커패시터의 도전성 재료 및 커패시터의 도전성 재료를 분리하는 유전체 재료 중의 하나 이상 보다 덜 탄력적인 것인, 센서.

#### 청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

커패시터는, 주기적으로 비틀린 구조를 구비하도록 배열되는 것인, 센서.

#### 청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

센서의 굽힘 변형 하에서 지지 재료 내부에 상대적 신장 구역과 수축 구역 사이의 접점을 한정하는 표면이 비틀린 구조의 커패시터의 중심을 따라 연장되는 것을 야기하도록 배열되는, 변형-조절 특징부를 포함하는 것인, 센서.

#### 청구항 8

제 7항에 있어서,

변형 조절 특징부는, 커패시터 주변의 구역 내의 지지 재료보다 덜 탄력적인 재료를 포함하는 것인, 센서.

### 청구항 9

제 8항에 있어서,

변형 조절 재료는, 센서의 측면을 따라 연장되는 스트립 재료를 포함하는 것인, 센서.

### 청구항 10

센서의 제조 방법으로서,

유전체 재료에 의해 분리되는 도전성 재료로 형성되는 2 이상의 전극을 포함하는 변형 가능 커패시터를 형성하는 단계;

다른 섹션들에 대해 회전된 섹션들을 갖는 경로를 따라 연장되는 형상으로 커패시터를 배열하기 위해, 커패시터의 하나의 단부를 커패시터의 다른 단부에 대해 회전시키는 단계; 및

상기 형상으로 커패시터를 지지하기 위해 커패시터 주변에 지지 재료를 제공하는 단계  
를 포함하는 것인, 센서의 제조 방법.

### 청구항 11

제 10항에 있어서,

전극들의 도전성 재료, 전극들을 분리하는 유전체 재료 및 지지 재료 중의 하나 이상은, 가요성이고 순응성인 것인, 센서의 제조 방법.

### 청구항 12

제 10항 또는 제 11항에 있어서,

전극들의 도전성 재료, 전극들을 분리하는 유전체 재료 및 지지 재료 중의 하나 이상은, 가요성이고 순응성인 것인, 센서의 제조 방법.

### 청구항 13

제 10항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 있어서,

커패시터는, 유전체 탄성 중합체 디바이스인 것인, 센서의 제조 방법.

### 청구항 14

제 10항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

센서의 측면에 스트립 재료를 제공하는 단계로서, 스트립 재료는 지지 재료보다 덜 탄력적이며 그리고 스트립 재료에 인접한 구역에서 지지 재료의 신장에 저항하도록 작용 가능한 것인, 스트립 재료를 제공하는 단계를 포함하는 것인, 센서의 제조 방법.

### 청구항 15

센서로서,

실질적으로 본 명세서에 설명되는 그리고 도 9 내지 도 14를 참조하여 예시되는 바와 같은 것인, 센서.

### 청구항 16

센서의 제조 방법으로서,

실질적으로 본 명세서에 설명되는 그리고 도 13을 참조하여 예시되는 바와 같은 것인, 센서의 제조 방법.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은, 기계적 변형에 따라 변화하는 전기적 특성을 갖는 센서들과 같은, 전자-기계적 센서에 관한 개선에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 가요성 순응성 회로들은, 연질 구조물로의 통합을 위한, 그러한 구조물을 계측하기 위한, 이상적인 구성 요소이다. 이들은, 그것이 예를 들어 제어 요소, 논리 요소, 또는 전자 기계적 변환기 요소의 형태이든지 간에, 구조물의 기계적 거동에 실질적으로 영향을 미치지 않는, 발전된 기능성을 제공할 수 있다.

[0003] 특히, 유전체 탄성 중합체 또는 다른 가요성 순응성 감지 디바이스와 같은 가요성 순응성 회로들은, 예를 들어 인체와 같은 연질 구조물을 위한 탁월한 센서들이다. 연질 구조물의 전형으로서, 인체는, 3D 공간에서 크고 복잡한 움직임이 가능하다. 그러한 구조물에, 감지 디바이스가 예를 들어 강성 요소들을 구비하는 전통적인 감지 요소들을 부착하는 것은 도전이다. 이러한 요소들은, 연질 구조물의 거동을 방해할 수 있으며 그리고 기계적 파손이 쉬운 연질-대-경질 계면들(interfaces)을 생성한다. 중간 전달 메커니즘이나, 인체의 큰 움직임을 제한된 범위 및/또는 센서에 적절한 움직임의 종류로 변환하기 위해 요구되며, 그리고 이들은 복잡함 및 궁극적으로 잠재적인 오류의 원인을 부가한다.

[0004] 가요성 순응성 회로들은, 복잡해진 중간 전달 메커니즘에 대한 필요성을 제거한다. 이들은, 인체에 순응할 수 있으며 그리고, 연질 재료들로 이루어지는 덕분에, 이들이 큰 범위의 움직임에 대해 인체에 순응된 상태로 유지되는 것을 보장하기 위해 복잡한 형상들로 변형될 수 있다. 예를 들어, 가요성 순응성 제2 피부가 가요성 순응성 센서에 의해 계측될 수 있으며, 따라서 인체가 움직임에 따라, 제2 피부는, 스트레치 민감형 가요성 순응성 회로들에 스트레치 정보를 제공하도록 따라서 이러한 정보가 디지털화되고 더 큰 시스템에 대한 입력으로서 사용될 수 있도록, 실제 피부와 동기식으로 신축한다.

[0005] 가요성 순응성 정전 용량형 센서들은, 연질 구조물을 측정하는데 특별히 잘 어울리게 된다. 이들은, 기하 형상의 변화에 민감하지만, 습도와 온도에 최소의 민감성을 보이며, 그리고 전기적 노이즈의 외부적 소스들을 차단하기 위해 쉽게 전기적으로 방호될 수 있다.

[0006] 가요성 순응성 정전 용량형 센서들의 사용시에, 이들이 모든 방향의 변형들에 민감하다는 도전이 생긴다. 전체 전기 용량 출력이, 모든 방향의 변형들에 대한 합계이며, 그리고 부가적인 정보가 없다면, 동일한 합계 전기 용량을 야기할 수 있는 복수 모드의 변형이 존재한다. 이는 주어진 센서의 상태에 관한 정보에 관한 한계를 암시한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 따라서, 가요성 순응성 정전 용량형 센서들의 사용시에 생기는 도전들을 극복하는 센서를 구비하는 것이 유리할 것이다.

[0008] 따라서, 임의의 또는 모든 이상의 문제점을 해소할 수 있는, 또는 적어도 대안적인 선택을 대중에게 제공할 수 있는, 센서를 구비하는 것이 유리할 것이다.

[0009] 따라서, 가요성 순응성 정전 용량형 센서들의 사용시에 생기는 도전들을 극복하는 센서를 제조하는 방법을 구비하는 것이 유리할 것이다.

[0010] 따라서, 임의의 또는 모든 이상의 문제점을 해소할 수 있는, 또는 적어도 대안적인 선택을 대중에게 제공할 수 있는, 센서를 제조하는 방법을 구비하는 것이 유리할 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 양태에 따라, 연결된 전기 회로에 의한 변형의 계측을 허용하도록 기계적 변형에 따라 변화하는 전기 용량을 갖는 전기적 센서로서:

[0012] 센서는, 유전체 재료에 의해 분리되며 그리고, 커패시터의 변형에 따라 변형하도록 그리고 전기 용량이 변화하도록 작동 가능한, 도전성 재료를 포함하고;

- [0013] 커패시터는 비틀린 평면의 구조를 구비하도록 배열되고, 커패시터는 지지 재료에 의해 그러한 배열 상태로 지지 되는 것인, 전기적 센서가 제공된다.
- [0014] 지지 재료는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0015] 도전성 재료는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0016] 도전성 재료를 분리하는 유전체 재료는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0017] 커패시터는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0018] 지지 재료는, 대략 커패시터의 도전성 재료보다 더 탄력적이지 않을 수 있을 것이다.
- [0019] 지지 재료는, 대략 커패시터의 유전체 재료보다 더 탄력적이지 않을 수 있을 것이다.
- [0020] 지지 재료는, 커패시터보다 더 탄력적이지 않을 수 있을 것이다.
- [0021] 지지 재료는, 커패시터보다 덜 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0022] 커패시터는, 주기적으로 비틀린 구조를 구비하도록 배열될 것이다.
- [0023] 센서는, 센서의 굽힘 변형 하에서 지지 재료 내부에 상대적 신장 구역과 수축 구역 사이의 접점을 한정하는 표면이 비틀린 구조의 커패시터의 중심을 따라 연장되는 것을 야기하도록 배열되는, 굽힘-조절 특징부를 포함할 수 있을 것이다.
- [0024] 이는, 비틀린 구조의 커패시터의 중앙 경로가, 비틀린 구조의 커패시터를 수용하는 구역에서의 신장과 수축의 평균인 연장을 경험하도록 야기한다.
- [0025] 이는, 커패시터의 하나의 구역에서의 연장이 커패시터의 다른 구역에서의 수축과 쌍을 이루도록 야기한다.
- [0026] 이는, 커패시터 주변의 지지 재료의 탄성과 상이한 탄성을 갖는 굽힘-조절 재료일 수 있는, 굽힘-조절 특징부의 연장을 야기할 수 있다.
- [0027] 굽힘-조절 재료는, 커패시터 주변의 구역 내의 지지 재료보다 덜 탄력적인 탄성을 구비할 수 있을 것이다.
- [0028] 굽힘-조절 재료는, 센서의 측면을 따라 연장되는 스트립 재료를 포함할 수 있을 것이다. 스트립 재료는, 센서가 사용시 굽혀질 때 센서의 내측 반경으로 의도되는, 센서의 측면을 따라 연장될 수 있다.
- [0029] 굽힘-조절 특징부가, 센서의 측면에 형성되는 슬릿들을 포함할 수 있을 것이다.
- [0030] 커패시터는, 유전체 탄성 중합체 디바이스일 수 있을 것이다.
- [0031] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명은, 센서의 제조 방법으로서:
- [0032] 유전체 재료에 의해 분리되는 도전성 재료로 형성되는 2 이상의 전극을 포함하는 커패시터 리본을 형성하는 단계;
- [0033] 각각에 대해 회전된 섹션들을 갖는 형상으로 커패시터를 배열하기 위해, 커패시터 리본의 하나의 단부를 커패시터 리본의 다른 단부에 대해 회전시키는 단계; 및
- [0034] 상기 형상으로 커패시터를 지지하기 위해 커패시터 주변에 지지 재료를 제공하는 단계
- [0035] 를 포함하는 것인, 센서의 제조 방법을 포함한다.
- [0036] 전극들의 도전성 재료 및 유전체 재료는 가요성 순응성일 수 있을 것이다.
- [0037] 전극들의 도전성 재료 및 유전체 재료는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0038] 지지 재료는 가요성 순응성일 수 있을 것이다.
- [0039] 지지 재료는 탄력적일 수 있을 것이다.
- [0040] 방법은, 센서의 측면에 스트립 재료를 제공하는 단계로서, 스트립 재료는 근처의 지지 재료의 연장에 저항하는 것인, 스트립 재료를 제공하는 단계를 포함할 수 있을 것이다.
- [0041] 본 발명의 실시예들은, 갑지 요소 내에 내장되는 다양한 배향의 다양한 유전체 재료에 의해 분리되는, 커패시터 전극들의 섹션들을 갖는 커패시터를 제공한다.

- [0042] 본 발명의 실시예들은, 감지 요소의 주어진 구역 및/또는 용적 및/또는 섹션 내에 내장되는 다양한 배향의 다양한 유전체 재료에 의해 분리되는, 커패시터 전극들의 섹션들을 갖는 커패시터를 제공한다.
- [0043] 여기에서 사용되는 바와 같은 용어 '비틀린' 및 이와 유사한 것은, 시트의 단부들을 단부들 사이에서 경로의 단부들에 대해 반대로 회전시킴에 의해 배열되는 바와 같은 형상을 지칭하며, 따라서 이전에 동일한 직선 및 평면인 부분들이 나선형 곡선 내에 위치하게 된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0044] 본 발명의 부가적인 다른 양태들이, 첨부 도면을 참조하여, 단지 예로서 주어지는, 실시예들에 대한 뒤따르는 설명으로부터 독자에게 명백하게 될 것이다.
- 도 1은, 각각의 축에서의 커패시터의 변형들의 전기 용량에 관해 영향을 미치는 것을 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 2는, 센서의 전기 용량에 관한 균등한 영향을 구비하는, 2가지 상이한 변형을 예시하는 센서의 개략적 평면도이다. 정전 용량형 센서의 하나의 축에 대한 길이를 배가하는 것은, 직교 축에 대한 길이를 배가하는 것과 동일한 영향을 갖는다;
- 도 3은, 내장되는 구조물에 관해 커패시터를 다시 배향하는 것(reorienting)이 어떻게 직교 축들을 따르는 변형들에 대해 정전 용량형 센서의 응답을 변화시키는지를 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 4는, 상이한 배향으로 연질 구조물 내에 내장되는 2개의 센서로부터의 절대 측정값 및 상대 측정값 양자 모두를 사용하여 어떻게 복수의 축에서의 변형들의 크기를 결정하기 위해 사용될 수 있는지를 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 5는, 부가적인 센서들이 어떻게, 예를 들어 온도 또는 습도로 인한 영향에 대한 보상을 또한 잠재적으로 제공하는 가운데, 여분(redundancy)을 제공할 수 있는지를 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 6은, 연질 구조물의 변형에 대한 연질 구조물 내부에 내장되는 정전 용량형 센서의 배향이 어떻게 센서의 감도에 영향을 미치는지를 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 7은, 연질 구조물 내부에 상이한 배향으로 내장되는 복수의 감지 요소의 출력을 조합 및/또는 비교함에 의해 어떻게 관심 축을 따르는 변형들을 상쇄 또는 격리하기 위해 사용될 수 있는지를 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 8은, 연질 구조물 내부에 내장되는 정전 용량형 센서의 튜브형의 단면을 도시하는 개략적 도면이다. 그러나 센서의 기계적 특성들이 둘러싸는 재료와 조화를 이루지 못하는 경우, 구조물의 변형이 감지 요소 내에 복잡한 응력 상태를 생성한다;
- 도 9는, 좁은 평면형 센서를 취하고, 센서의 길이를 따라 회전을 가하며 그리고 회전을 고정하기 위해 연질 모재 내에 센서를 내장함에 의해 형성되는 것으로 도시되는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 단일 축 스트레치 센서의 개략적 도면이다;
- 도 10은, 도 9와 같은 본 발명의 동일한 실시예에 대한 개략적 도면이며 그리고 센서의 길이를 따르는 회전이 어떻게 반경 방향 축들을 따라 발생하는 변형들을 상쇄시키기 위해 사용될 수 있는지를 도시하고, 이는, 센서의 길이를 따라 정렬되는 축에 대해 수직으로 발생하는 변형들에 대한 전체 전기 용량에 관한 영향을 상쇄시키기 위한 것이다;
- 도 11은, 도 9 및 도 10과 같은 동일한 실시예에 따른 스트레치 센서의 개략적 도면이며 그리고 변형 조절 스트립 재료의 영향을 예시한다;
- 도 12는, 도 9 및 도 11과 같은 동일한 실시예에 따른 스트레치 센서의 개략적 도면이며 그리고 동일한 커패시터의 직교 배향 단면들에 관한 공통적 변형의 영향을 예시한다;
- 도 13은, 좁은 평면형 센서를 취하고, 센서의 길이를 따라 회전을 가하며 그리고 회전을 고정하기 위해 연질 모재 내에 센서를 내장함에 의한, 도 9 내지 도 13과 같은 동일한 실시예의 단일 축 스트레치 센서를 제조하는 메인 단계들을 도시하는 개략적 도면이다;
- 도 14는, 도 9 및 도 13과 같은 동일한 실시예에 따른 스트레치 센서의 개략적 도면이며 그리고 커패시터의 비틀린 형상과 횡 방향 변형의 상호작용을 예시한다;

도 15는, 변형의 상이한 모드를 예시하는, 도 9 및 도 14와 같은 동일한 실시예에 따른 스트레치 센서의 개략적 도면이다;

본 발명의 추가적인 양태들이, 단지 특정 실시예들에 대한 예로서 주어지는, 본 발명의 뒤따르는 설명으로부터 명백해질 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045]

가요성 순응성 커패시터에 동반되는 도전은, 가요성 순응성 커패시터가, 도 1에 도시된 바와 같이, 모든 방향의 변형들에 민감하다는 것이다. 예를 들어, 평면형 가요성 순응성 커패시터에 대해, X축을 따르는 신장이 Y축을 따르는 신장과 구별 가능하지 않다. 이는, 주된 축들의 각각을 따르는 신장의 상당히 상이한 조합들을 갖는 동일한 전기 용량 출력을 생성할 수 있다.

[0046]

Y축 방향으로 일정하게 길이를 유지하는 가운데 X축 방향으로 가요성 순응성 커패시터의 길이를 배가시키는 것은, 커패시터가 X축 방향으로 일정하게 길이를 유지하는 가운데 Y축 방향으로 길이가 배가된 것과 같은, 전기 용량의 동일한 변화를 야기한다. 이는 도 2에 도시된다. 커패시터를 평면에서 회전시키는 것은 이러한 영향을 변화시킬 수 없다.

[0047]

따라서, 부가적인 정보 없이, 단지 커패시터가 겪는 임의의 변형들의 합계의 영향만이 측정될 수 있으며, 그리고 이러한 합계의 출력을 자체의 개별적인 X, Y, 또는 Z 성분으로 분해하는 것은 불가능하다.

[0048]

그러나, 센서 내의 가요성 순응성 커패시터를 평면 외에 놓이도록 회전시키는 것은, 평면 내 변형들에 대한 센서의 감도를 변화시키는 하나의 방법을 제공한다. 도 3은, 센서 내에 수직으로 내장되는 커패시터를 도시한다. 이때 센서가 Y축 방향으로 신장될 때, 전기 용량은, 전극들 사이의 간격이 증가함에 따라, 감소할 것이다. 이와 비교하여, 센서가 X축 또는 Z축 방향으로 신장될 때, 전기 용량은 증가할 것이다. 그러나, 주된 축들의 각각을 따르는 변형들에 대한 센서의 응답이 평면 외로 커패시터를 다시 배향함(reorienting)에 의해 수정된 가운데, 센서 출력을 X, Y, 및 Z 성분으로 분해하는 것은 여전히 불가능하다.

[0049]

센서의 변형을 X, Y, 및 Z 성분으로 분해하기 위해, 적어도 2개의 가요성 순응성 커패시터가, 상이한, 이상적으로 직교하는, 배향으로 센서 내에 내장되어야만 한다.

[0050]

도 4는, 서로 수직으로 배향되어, 그에 따라 각 축을 따르는 변형들에 대한 상이한 감도를 제공하는, 커패시터(S1) 및 커패시터(S2)를 도시한다. 커패시터(S1)와 커패시터(S2) 사이의 차이를 비교함과 더불어 커패시터(S1) 및 커패시터(S2)의 개별적인 전기 용량을 관찰함에 의해, 각 축을 따르는 변형의 크기들이 유도될 수 있다. 예를 들어, X축 방향으로 신장될 때, 커패시터(S1)는, 커패시터(S2)가 감소하는 가운데, 증가하고; Y축 방향으로 신장될 때, 커패시터(S1)는, 커패시터(S2)가 증가하는 가운데, 감소하며; 그리고 Z축 방향으로 신장될 때, 커패시터(S1)와 커패시터(S2) 양자 모두 증가한다. 이는, 변형들의 X, Y, 및 Z 성분들이 구별될 수 있는 것을 가능하게 한다.

[0051]

가요성 순응성 커패시터들의 개수를, 각각 서로 수직으로 배향되는(도 5 참조), 3개로 증가시키는 것은, 스트레치 정보의 관점에서 여유를 제공한다. 다시, 개별적으로 그리고 서로에 대해 모두, 커패시터(S1), 커패시터(S2) 및 커패시터(S3)를 분석함에 의해, 센서의 완전한 응력 상태가 결정될 수 있다. 더불어, 부가적인 정보를 구비하는 것은, 부가적인 외부 자극이 보상되는 것을 허용한다. 예를 들어, 온도 및/또는 습도가, 유전 상수를 그리고 그에 따라, 물리적 치수들을 변화시키지 않는 가운데, 가요성 순응성 커패시터의 전기 용량을 수정할 수 있을 것이다. 그러나, 이것이 커패시터(S1), 커패시터(S2) 및 커패시터(S3)에 동일하게 영향을 미친다고 가정하면, 이러한 변화들의 영향들이, 각각의 커패시터로부터 나오는 전기 용량 데이터에 대한 "공통 모드" 성분과 유사해지며, 그리고 그에 따라 보정될 수 있다.

[0052]

그러나, 복수의 가요성 순응성 커패시터를 센서 내로 내장하는 것에 동반되는 도전이, 이들이 더 많은 수의 전기적 상호연결들을 요구하고,

[0053]

커패시터들 및 센서가 복잡한 3D 기하 형상을 구비하고 여러 부분으로 이루어지며, 그리고 고급 수학이 상이한 영향들을 설명하기 위해 요구된다는 것이다. 더불어, 가요성 순응성 커패시터의 기계적 거동을, 가요성 순응성 커패시터가 그 내부에 내장되는 둘러싸는 모재의 기계적 거동과 조화를 이루도록 하는 것이 중요한 도전이며, 그리고 임의의 부조화가, 센서의 출력에 영향을 미칠 커패시터와 지지 재료 사이에서 발생하는, 복잡한 및/또는 비-동질적 응력 상태를 초래할 수 있다.

- [0054] 이러한 문제점을 단순화하기 위해, 먼저 센서에 적용되는 주어진 변형들에 대한 커패시터 배향의 영향으로 돌아간다. 도 6을 참조하면, 센서가 Z축 방향으로 신장되며 그리고 커패시터가 Z축에 수직으로 배향되는 경우, 전기 용량이 감소할 것이다. 센서가 Z축 방향으로 신장되며 그리고 커패시터가 Z축에 45도로 배향되는 경우, 커패시터 전극들의 면적의 증가와 조합되는 커패시터 전극들의 간격의 증가가, 동등한 반대의 영향들을 구비하여, 전기 용량의 순 변화(net change)를 초래하지 않도록 한다. 마지막으로, 센서가 Z축 방향으로 신장되며 그리고 커패시터가 Z축과 평행하게 놓이도록 배향되는 경우, 전기 용량이 증가할 것이다.
- [0055] 복수의 가요성 순응성 커패시터를 단일 센서 내에 상이한 배향으로 내장하는 것은, 특정 방향의 변형들에 대한 센서의 감도가 조율되는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 도 7은, 8각형 배치 형태로 배열되는 8개의 센서를 도시한다. 중앙 상부 센서가 'S1'로 정의되고 나머지 센서들이 시계 방향으로 순차적으로 'S2' 내지 'S8'로 정의될 때, Z축 방향의 신장은, 8개의 센서(S1 내지 S8)의 전기 용량의 순 변화를 초래하지 않는다. 따라서, 센서는 Z축 방향의 변화에 둔감하다. 이는, 센서(S1) 및 센서(S5)의 전기 용량의 합계가, 센서들(S2, S4, S6, 및 S8)이 그들의 Z축 방향에 대한 45도 배향으로 인해 전기 용량의 변화를 구비하지 않는 가운데, 센서(S3) 및 센서(S7)의 전기 용량의 합계가 증가하는 것과 동일한 양 만큼, Z축 방향의 변형의 결과로서 감소하기 때문이다. 따라서, 전기 용량의 순 변화는 제로이다. 동일한 것이, Y축 방향의 변형들 및 그리고 Y 및 Z 성분 양자 모두를 갖는 평면형 변형들에 대해 언급될 수 있다. 대조적으로, X축 방향의 임의의 변형(미도시)이 모든 센서의 전기 용량에 균등하게 영향을 미치며, 따라서 전기 용량의 변화의 합계가 제로가 아닐 것이다.
- [0056] 상기한 결과는, 튜브형 가요성 순응성 커패시터가, 튜브의 길이 방향으로의 변화에 민감하지만, 튜브의 단면이 타원형이 되도록 야기하는 튜브의 중심 축에 수직인 변형들에 둔감한, 센서를 위한 이상적인 형상 인자(form factor)임을 암시한다.
- [0057] 그러나, 이러한 형상 인자와 연관되는 실제적인 도전들이 존재한다. 튜브형 가요성 순응성 커패시터를 생성하는 것이 어려우며, 그리고 커패시터의 기계적 거동과, 커패시터가 그 내부에 내장되는 둘러싸는 지지 모재의 기계적 거동 사이에 어떠한 부조화가 존재하면, 튜브의 중심 축에 수직인 어떠한 변형이, 센서가 복잡한 기계적 응력 상태를 취하는 것을 야기할 것이다. 예를 들어, 도 8은, 커패시터의 기계적 특성들을 지지 모재와 조화를 이루도록 하는 경우, 센서가 균질의 고체로서 거동하며 그리고 커패시터 두께의 균일하게 분포되는 변화가 전기 용량의 제로 합계 변화를 생성하는 것을 예시한다. 그러나, 커패시터가 둘러싸는 지지 모재보다 더 딱딱하다면, 예를 들어, 굽힘이 튜브형 커패시터의 벽들에서 발생하지만, 커패시터 두께의 변화는 억제되고, 응력 집중이 커패시터와 지지 모재 사이의 계면에서 발생한다. 따라서, 전체 센서, 즉 센서와 모재의 변형이 균질적이지 않으며, 그리고 전기 용량의 변화들이 상쇄되지 않을 수 있을 것이다.
- [0058] 도 9는, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 센서(101)를 개략적으로 도시한다. 센서(101)는, 가요성 순응성이며 그리고, 연결된 전기적 디바이스(미도시)가 전기 용량 특성의 변화들을 측정함에 의해 변형 특성을 측정하는 것을 허용하도록, 변형에 따라 변화하는 전기 용량 특성을 구비한다. 이러한 구체적인 실시예에서, 센서는, 탄력적이며 그리고 변형 하에서 압축되지 않는, 가요성 순응성 재료들로 형성된다. 재료들은, 반복되는 변형들에 대해 탄력적이도록 선택된다.
- [0059] 센서는, 비틀린 시트형 커패시터의 구조를 갖는, 커패시터(102)를 구비한다. 화살표(103)가, 커패시터의 일단부의 타단부에 대한 회전을 묘사한다. 이러한 예에서, 센서(101) 및 커패시터는 신장되며 그리고 비틀린 구조의 커패시터는 비틀린 리본과 유사하다.
- [0060] 이러한 예의 커패시터(102)는, 유전성 탄성 재료의 층에 의해 분리되는 도전성 탄성 재료의 2개의 층으로 형성된다. 도전성 층들은 커패시터의 전극들을 제공하며 그리고 유전성 층은 커패시터를 위한 유전체를 제공한다. 커패시터의 전기 용량은, 커패시터의 연장에 따라 가변적이다. 변화는, 커패시터(102)에 연결되는 전기 디바이스(미도시)에 의해 측정되거나 또는 계산될 수 있을 것이다.
- [0061] 비틀린 구조의 커패시터(102)는, 본 예의 세장형 커패시터의 길이에 대해 획단하는 라인들(104)에 의해 묘사된다. 커패시터(102)의 구조는 또한, 커패시터를 따르는 라인들(104)의 상대적인 회전에 의해 묘사되는 바와 같이, 중심 궤도(central trajectory)를 따라 회전하게 되는 것으로 설명될 수 있을 것이다.
- [0062] 커패시터(102)는, 지지 재료(105)에 의해 비틀린 또는 회전된 구조로 지지된다. 이러한 예에서, 지지 재료는 탄성 재료이다. 지지 재료는, 커패시터를 그의 비틀린 또는 회전된 구조로 지지하는 것 및, 지지 재료가 변형됨에 따라, 커패시터가 변형되도록 야기하는 것 양자 모두를 위해 작용한다. 지지 재료는 계측될 물체에 고착될 수 있으며, 그리고 지지 재료는 변형될 것이고, 물체는, 굽힘에 의해서와 같이, 움직이거나 또는 변형될 것이다.

지지 재료의 작용에 의해, 센서의 이러한 변형이, 비틀린 또는 회전된 구조로 지지되는 커패시터의 변형을 야기 할 것이다. 바람직한 실시예에서, 지지 재료는, 커패시터의 재료들과 동일한 또는 적은 탄성을 갖는다.

[0063] 도 10은, 센서(101)의 길이를 따르는 커패시터(102)의 섹션들의 배향을 묘사한다. 각각의 섹션(102a 내지 102i)은, 각각 2개의 전극(106a, 106b)을 구비하는, 커패시터의 단면을 나타낸다. 이러한 실시예에서, 센서(101)의 커패시터 단면들(102a 내지 102i)의 각도 배향은 상이하다. 이러한 특정 실시예에 특수한 것으로서, 커패시터 단면들의 배향은, 뒤따르는 단면들에 관해 단조롭게 회전하게 된다.

[0064] 본 실시예의 센서(101)는, 센서의 길이의 변화에 민감하지만, 센서의 길이에 대해 횡단하는 치수들의 변화에 둔감하다. 도 10에 도시된 바와 같이, 센서의 섹션은, 커패시터의 다양한 단면(102n)을 수용할 것이다. 센서(101)의 길이의 변화가, 각 커패시터 단면(102n)의 전기 용량의 치수의 변화를 야기할 것이고, 배향과 무관하게, 커패시터의 전극들이 한데 모아지도록 야기할 것이다. 센서의 길이에 대한 횡단 방향 변화들이, 주어진 단면에서의 전극들(106)의 모아짐(drawing together) 및 그러한 주어진 단면에 수직인 단면에서의 전극들의 떨어짐(drawing apart)을 야기할 것이다.

[0065] 도 11은, 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 센서(201)와 함께, 도 9의 센서(101)를 도시한다. 센서(201)는, 지지 재료보다 덜 탄력적인 재료의 층 또는 스트립 재료(211)를 구비한다.

[0066] 스트립 재료(211)는, 변형 조절 특징부로서 작용한다. 이러한 예에서, 스트립 재료(211)는, 센서(101)의 반대편 측면(106)과 같은, 센서의 다른 부분들에 대해 스트립 재료의 구역에서의 센서(201)의 신장을 제한한다. 이러한 영향은, 상대적 신장 및 상대적 수축의 구역들(213, 214)의 접점의 깊이(212)를 제어하기 위한 것이다. 이러한 실시예에서, 접점은, 센서가 측정하도록 의도되는 변형의 모드를 나타내는, 경로(108, 208)를 따라 연장되도록 배열된다.

[0067] 도 12는, 센서의 길이를 따라 인접한 경우에 일어날 수 있는 것과 같은, 동일한 변형들 하에서 커패시터(102)의 직교 단면들의 쌍들에 대한 영향을 묘사한다. 센서 단면들(102a, 102c)의 위쪽 쌍은, 센서(101)가 페이지에 대해 우측 또는 좌측으로 굽혀지게 되거나 또는 페이지에 대해 우측 또는 좌측으로 압축되는 경우에 일어날 수 있는 것과 같은, 비교적 수직으로 신장된 형성으로 변형된다. 단면(102a)의 커패시터의 전극 쌍들(106)은, 그러한 섹션의 전기 용량을 감소시키도록 떨어지게 되지만, 센서 단면(102c)의 커패시터 전극 쌍들은, 센서의 전체 신장으로 인한 순 변화에 대해 단면(102a)의 전기 용량의 변화를 균형 잡게 하기 위해, 전기 용량을 증가시키도록 모아지게 된다.

[0068] 사용시, 센서(201)는 물체의 변형을 계측하기 위해 물체에 기계적으로 결합된다. 전형적인 예에서, 센서는, 몸체 부분과 함께 굽혀지도록 몸체 부분에 대해 배치될 것이다. 지지 재료가 굽혀짐에 따라, 지지 재료의 층들이, 서로에 대해 다양한 정도로 신장 또는 수축될 것이다. 스트립 재료가 적당한 탄성 또는 지지 재료와 비교하여 부족한 탄성을 구비하며 그리고 지지 재료의 깊이 및/또는 커패시터의 폭이 적당한 경우, 이때 지지 재료 내부의 중심 표면(109)이 단지 신장만을 보일 것이며 그리고 상기 표면 위아래의 구역들은 신장 또는 수축을 경험할 것이다. 커패시터의 중심선(110)이 상기 표면을 따라 연장되는 경우, 커패시터의 중심선(110) 및, 라인들(103)이 상기 표면(109) 내에 놓이는, 임의의 섹션들은, 단지 신장만을 경험할 것이다. 중심 굽힘 표면의 양 측면의 구역들은 신장되거나 또는 수축될 것이다. 중심 굽힘 표면을 통해 연장되는 라인들(103)을 구비하는, 세장형 커패시터의 섹션들은, 신장과 수축 양자 모두를 경험할 것이지만, 굽힘 표면을 따라 확인되는 신장으로 평균화될 것이다. 이러한 섹션들에서의 전기 용량은 따라서, 커패시터의 신장 전용 섹션들과 동일한 것으로 변화할 것이다. 이는, 굽힘의 정도 또는 단순히 굽힘으로 인한 센서의 신장이 계측되는 것을 허용한다.

[0069] 도 13은, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 센서(101)의 제조 방법을 개략적으로 도시한다.

[0070] 제1 단계에서, 탄성 커패시터(102)가, 탄성 유전체 재료의 층에 의해 분리되는 탄성 도전성 재료의 2개의 층으로 형성된다. 대안적인 실시예에서, 커패시터는, 2개 이상의 유전체 재료 층에 의해 분리되는 3개 이상의 도전성 재료 층을 구비할 수 있을 것이다. 이러한 예에서, 커패시터는 세장형이다.

[0071] 제2 단계에서, 세장형 커패시터의 단부들(109a, 109b)이, 커패시터(102)를 회전된 또는 비틀린 구조로 배열하기 위해, 서로에 대해 회전하게 된다.

[0072] 제3 단계에서, 커패시터는, 커패시터를 비틀린 구조로 지지하기 위해 탄성 지지 재료(105) 내에 설치된다.

[0073] 제4 단계에서, 센서의 상대적인 신장 및 수축 구역들을 한정하는 센서 내부의 수학적 표면을 조절하기 위해, 지지 재료 및/또는 커패시터 재료보다 덜 탄력적인 스트립 재료(미도시)가 적용된다.

- [0074] 이러한 제조 방법에 의해, 센서(101)는, 단순한 제작 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 길고 좁은 센서(101)가, 평면형 2D 제조 방법을 사용하여, 이후 커판시터의 길이를 따라 비틀림을 부과하기 위해 반대 방향으로 단부들을 단순히 회전시킴에 의해, 그리고 연질 지지 모재 내에 커판시터를 내장함에 의해 제작될 수 있으며, 진정한 단일 축 센서가 생성된다.
- [0075] 이러한 특정 실시예에서, 커판시터는, 탄소와 같은 도전성 재료가 함침되는, 실리콘과 같은 경화 이전에 유체인 탄성 재료의 전극들을, 경화 이전에 유사하게 유체인 유전체 재료와 함께, 적층함에 의해 형성된다.
- [0076] 도 14는, 비틀린 커판시터의 라인에 횡단 방향 또는 수직으로 적용되는 변형 압력에 대한 비틀린 구조의 관련성을 묘사한다. 비틀린 구조의 섹션에 걸쳐 분포하게 되는 길이 방향에 수직인 변형들이, 도 6을 참조하여 설명된 바와 같이 모든 가능한 커판시터 단면 배향으로 커판시터를 변형시키며, 그리고 이러한 섹션 내부의 전기 용량 변화의 합계는 실질적으로 제로와 같다.
- [0077] 도 15는, 커판시터의 동일한 신장을 동반하는 2개의 대안적인 평면에서 굽혀지는 그리고 커판시터(102)의 전기 용량의 동일한 변화를 드러내는, 센서(101)를 묘사한다. 도 15는 상이한 모드의 변형을 예시한다. 도시된 각각의 예에서, 센서(101)의 길이는, 센서가 계측될 변형 구조물의 외측 반경에 부착되는 경우에, 신장될 것이다. 이는, 센서가 민감성을 유지하도록 의도되는, 변형의 모드일 수 있으며, 그리고 이는, 비틀린 구조임에도 불구하고, 센서와 함께 신장될 것으로 예상되는 경로를 따라 연장되는, 커판시터(102)에 의해 달성된다. 센서가 좌측, 우측 또는 상방으로 굽혀지는지와 같은, 다른 모드의 변형이, 동일한 커판시터가 다른 섹션들에 대해 직교하는 단면들을 구비하도록, 세장형 센서를 통한 경로를 중심으로 하는 비틀림을 갖도록 배열되는 커판시터에 의해, 둔감해질 수 있을 것이다.
- [0078] 본 발명의 추가적이고 부가적인 실시예들이 지금부터 설명될 것이다.
- [0079] 가장 단순한 형태에서, 본 발명의 실시예에 따른 센서의 길이를 따르는 균일한 비틀림이, 센서의 길이에 대해 횡단 방향으로 센서에 압력을 가하는 접촉 영역이 비틀림의 주기보다 더 큰 경우에, 센서의 어떠한 변형이 압력의 작용 라인에 대해 커판시터의 모든 배향에서 센서의 세그먼트들을 가로질러 효과적으로 고르게 분포되는 것을 보장한다. 이는, 전기 용량을 증가시키도록 변형하는 센서의 세그먼트들이 실질적으로 전기 용량을 감소시키도록 변형하는 센서의 세그먼트들과 동등함에 따라, 그리고 그에 따라 비틀린 센서 구조의 전체 전기 용량에 관한 그들의 영향에 대해 실질적으로 반대로 작용함에 따라, 압력에 대해 센서를 효과적으로 둔감해지도록 하는 역할을 한다. 그러나, 주어진 압력에 대해 전기 용량을 감소시키는 세그먼트들에 대한 전기 용량을 증가시키는 세그먼트들의 비는 동등할 필요는 없으며, 그리고 주어진 변형에 대해 특정 배향을 갖는 센서 길이의 비율을 변화시킴에 의해 구조물의 감도를 조율할 수 있다. 예를 들어, 이러한 비등방성 감도는, 예상되는 압력에 대해 특정 각도로 배향되는, 비틀린 구조 내부에 센서의 평면형 세그먼트들을 구비함에 의해 조율될 수 있다. 이러한 단순한 제어 방법을 사용하여, 특정 배향을 갖는 센서의 길이의 비율이, 모든 3개의 주된 직교 축에서 상이한 감도를 갖는 센서 구조를 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0080] 센서(101)의 비틀린 리본 구조는, 센서의 임의의 주어진 구역 또는 섹션에서 복수의 배향의 커판시터의 전극들을 제공하며, 따라서 구역에 의해 그리고 구역 내의 커판시터에 의해 경험되는 변형들이, 상이한 배향을 구비하는 구역 또는 섹션 내의 전극들에 의해 균형 잡히게 되는 전극들에서의 변형을 수반하도록 하는, 통합된 변형 가능 커판시터에 의해 달성 가능한 구조의 예이다. 이상적으로, 임의의 주어진 구역은, 어떤 작용 해상도까지의, 직교 전극들의 쌍을 구비한다. 그러나, 독자는, 이것이 일부 적용들에서 요구되지 않을 수 있다는 것을 인식할 것이다. 대안적인 실시예에서, 실질적으로 동일한 커판시터의 적당하게 조화를 이루는 배향들을 달성하는 임의의 구조의 커판시터가 사용될 수 있을 것이다.
- [0081] 센서의 일부 실시예들은, 센서의 굽힘 특성을 제어하기 위해 더 큰 신장을 촉진하기 위한 증가된 탄성률을 갖는 지지 재료의 구역을 구비할 수 있을 것이다. 예를 들어, 상대적으로 수축하는 것에 대해 상대적으로 신장하는 센서 내부의 깊이가 결정될 수 있을 것이다. 센서의 일부 실시예들은, 센서의 굽힘 특성을 제어하기 위해 지지 재료 내에 슬릿들을 구비할 수 있을 것이다.
- [0082] 대안적인 실시예에서, 커판시터의 단면들이, 센서의 길이를 따라 다른 단면들에 비해 단조롭지 않게 회전하게 될 수 있을 것이다. 대안적으로 표현하면, 회전 또는 상대적 비틀림은, 전체 길이를 따라 균일하지 않다. 일부 실시예에서, 번갈아 반복되는 긴 비틀림에 이은 좁은 비틀림이 제공된다. 이러한 실시예들은, 상이한 방향에서 압력에 대한 가변적인 감도를 구비할 수 있을 것이다.
- [0083] 본 발명의 실시예들은, 기하 형상의 어떠한 변화에 민감한 평면형 가요성 순응성 정전 용량형 센서들로부터 생

기는 출원인에 의해 관찰된 도전들을 극복한다.

[0084] 실시예들은, 주어진 모드의 변형에 대한 조절된 또는 감소된 감도를 구비할 수 있는 센서들을 제공한다.

[0085] 실시예들은, 모든 방향의 변형들의 합계인, 특성들 또는 전기적으로 측정 가능한 변화를 제공한다. 이러한 실시예들은, 그렇지 않은 경우 부가적인 정보 없이 불가능할 수 있는, 선택된 모드의 변형에 관한 정보를 제공한다.

[0086] 본 발명의 실시예들은, 둔감해진 모드에서 변형하는 전극 및 유전체 셋션들을 구비하도록 커패시터를 배열하여, 그러한 모드의 변형으로 인한 개별적인 전기 용량의 변화들을 상쇄시키지만, 둔감해지지 않은 모드의 변형으로부터의 변형의 통상적인 변화를 경험하도록 하는 경향을 갖도록 함으로써, 다른 모드를 둔감해지도록 함에 의해, 변형 이전에 초기에 직선형인 세장형 센서의 길이 또는 길이를 따라서와 같은, 주어진 모드의 변형에서 변형들에 대한 계측을 허용한다. 이는, 복수의 축을 따르는 변형을 경험하도록 정렬되는 별개의 전기 용량들에서, 각 전기 용량의 절대 값과 상대 값 양자 모두를 비교할 필요성을 제거하는, 이점을 구비할 수 있을 것이다. 이는, 부가적인 상호 연결들, 및 관심의 변형 모드를 확인하기 위한 커패시터 출력의 부가적인 후 처리 및 조정에 대한 필요성을 제거할 수 있을 것이다.

[0087] 본 발명의 실시예들은, 관심의 요구되는 축에 대해 정렬되지 않은 기하 형상의 변화들로부터 생기는 변형들에 대해 실질적으로 둔감해지는 핵심 속성을 구비하는, 가요성 순응성 모재 내에 내장되는 3차원 형상으로 구성되는 가요성 순응성 커패시터를 포함하는 것으로 설명되는, 센서를 제공한다. 이러한 센서의 핵심 양태들이, 뒤따르는 개요로부터 명백해질 것이다.

[0088] 일부 실시예에서, 센서는, 가요성이며 그리고 순응성이다.

[0089] 일부 실시예에서, 센서는, 최대 감도의 요구되는 방향과 정렬되는 하나의 축을 구비한다.

[0090] 일부 실시예에서, 센서는, 최대 감도의 요구되는 방향과 정렬되는 축의 길이의 변화에 민감하지만, 최대 감도의 방향과 정렬되는 축에 수직으로 정렬되는 축들의 길이의 변화에 실질적으로 둔감하다.

[0091] 일부 실시예에서, 센서는, 가요성이며 순응성인, 전기 회로를 포함한다.

[0092] 일부 실시예에서, 센서 내에 포함되는 가요성 순응성 회로는, 가요성 순응성 커패시터이다.

[0093] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 적어도 2개의 가요성 순응성 전기 도전성 층 사이에 끼워지는, 적어도 하나의 가요성 순응성 비-전기 도전성 유전체로 구성된다.

[0094] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 실질적으로 평면형의 형태로 제조되는 전기 도전성 및 비-전기 도전성 층들을 조립함에 의해 형성된다.

[0095] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 가요성 순응성 커패시터를 형성하기 위해, 전기 전도성 및 전기 비-전도성 물질들을 선택적으로 중착함에 의해 형성된다.

[0096] 일부 실시예에서, 센서의 출력은, 가요성 순응성 커패시터의 기하 형상과 관련된다.

[0097] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터의 하나의 축이, 최대 감도의 요구되는 방향과 정렬되는 센서의 축과 정렬된다.

[0098] 일부 실시예에서, 최대 감도의 방향과 정렬되는 축을 따르는 가요성 순응성 커패시터의 길이는, 최대 감도의 방향과 정렬되는 축과 수직인 축들 각각을 따르는 가요성 순응성 커패시터의 길이보다 더 길다.

[0099] 일부 실시예에서, 최대 감도의 방향의 축이 그를 통해 통과하는 가요성 순응성 커패시터의 단부들이, 커패시터 상에 비틀림을 부과하기 위해 서로에 대해 반대 방향으로 회전하게 된다.

[0100] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터의 단부들이, 커패시터가 비틀리게 될 때, 서로에 대해 적어도 90도의 회전을 겪는다.

[0101] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 그의 사용 도중에, 비틀린 상태로 유지된다.

[0102] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 비틀림 해제로부터 방지된다.

[0103] 일부 실시예에서, 가요성 순응성 커패시터는, 비틀림 해제로부터 방지하기 위해, 가요성 순응성 모재 내에 내장된다.

[0104] 일부 실시예에서, 최대 감도의 축에 수직으로 가해지는 압력으로부터 생기는 센서의 변형이, 가요성 순응성 모

재에 의해 가요성 순응성 커패시터 내의 비틀림의 주기의 적어도 1/4에 걸쳐 분포하게 된다.

[0105] 일부 실시예에서, 최대 감도의 축에 수직으로 가해지는 압력으로부터 생기는 센서의 변형은, 가요성 순응성 모재에 의해 가요성 순응성 커패시터 내의 비틀림의 주기의 적어도 1/4에 걸쳐 균일하게 분포하게 된다.

[0106] 일부 실시예에서, 최대 감도의 축과 정렬되지 않은 외부 압력의 결과로서의 변형으로 인한 센서의, 가요성 순응성 커패시터의 단부로부터 어느 정도 거리를 갖는 것으로 한정되는, 국부적인 구역에 대한 전기 용량의 변화는, 가요성 순응성 커패시터를 따르는 그러한 거리에서의, 가요성 순응성 커패시터의 표면과 외부 압력의 작용 라인 사이의 기울기 각에 의해 지배된다.

[0107] 일부 실시예에서, 최대 감도의 축과 정렬되지 않은 외부 압력에 의해 생성되는 변형이 그 위에 존재하는, 가요성 순응성 커패시터의 길이를 따르는 센서의 각 국부적인 구역의, 전기 용량의 변화들의 총계는, 실질적으로 제로와 동등하다.

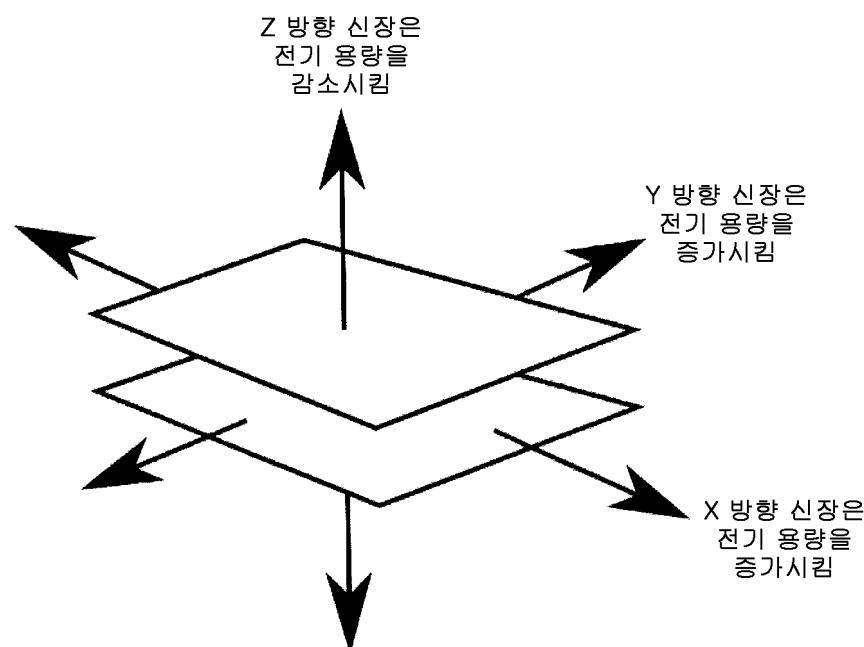
[0108] 일부 실시예에서, 최대 감도의 축과 정렬되지 않은 외부 압력의 결과로서의 변형으로 인한 센서의, 가요성 순응성 커패시터의 단부로부터 어느 정도 거리를 갖는 것으로 한정되는, 국부적인 구역에 대한 전기 용량의 변화는, 최대 감도의 축을 따라 센서가 더 길어지도록 야기하는 변형들에 대해 양성이며 그리고 센서의 단부에 대한 국부적인 구역의 회전 각도와 무관하게 센서가 더 짧아지도록 야기하는 변형들에 대해 음성이다.

[0109] 앞선 설명 및 뒤따르는 청구항들에서, 단어 "포함한다" 또는 그의 균등한 변형들이, 진술된 특징부 또는 특징부들의 존재를 구체화하기 위해 포괄적 의미로 사용된다. 이러한 용어는, 다양한 실시예에서 추가적인 특징부들의 존재 또는 부가를 배제하지 않는다.

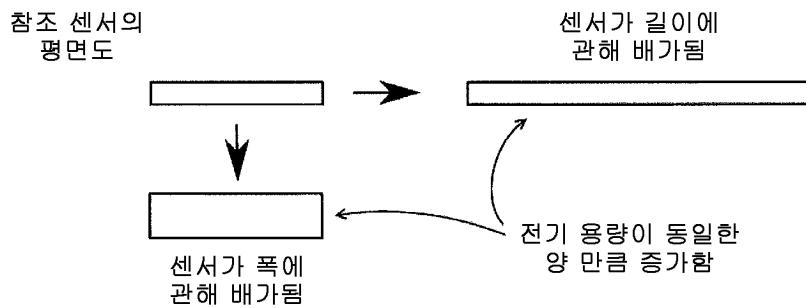
[0110] 본 발명은 여기에서 설명된 실시예들로 제한되지 않는다는 점 및 본 발명의 사상 및 범위 이내에서 추가적이고 부가적인 실시예들이 도면을 참조하여 예시되는 예들로부터 당업자에게 명백할 것이라는 점이 이해되어야 한다. 특히, 본 발명은, 여기에서 설명되는 특징부들의 임의의 조합에 존재할 수 있으며, 또는 대안적인 실시예들 또는 이러한 특징부들의 주어진 특징부들에 대한 공지의 균등물들과의 조합들에 존재할 수 있을 것이다. 이상에 논의된 본 발명의 예시적 실시예들의 수정들 및 변형들이, 당업자에게 명백할 것이며 그리고, 첨부 특허청구범위에 한정되는 바와 같은 본 발명의 범위로부터 벗어남 없이, 이루어질 수 있을 것이다.

## 도면

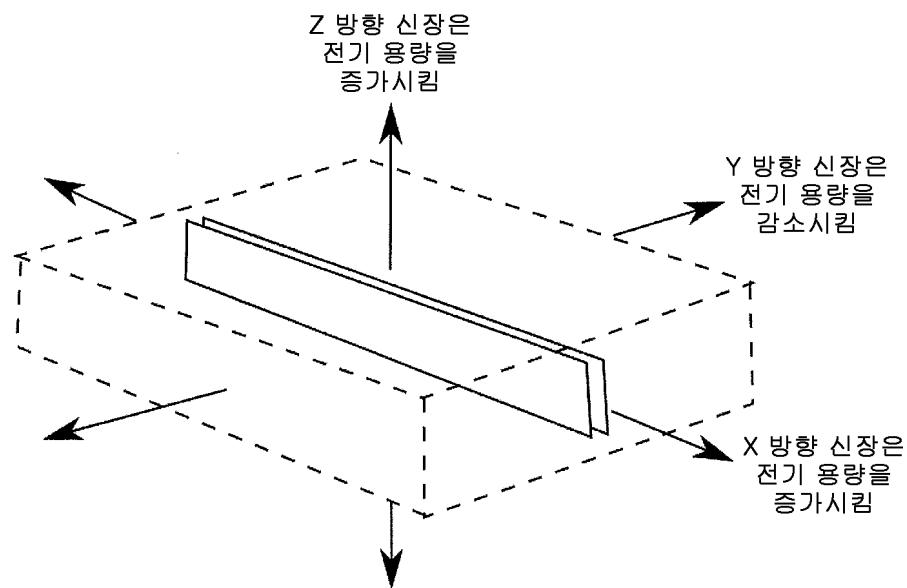
### 도면1



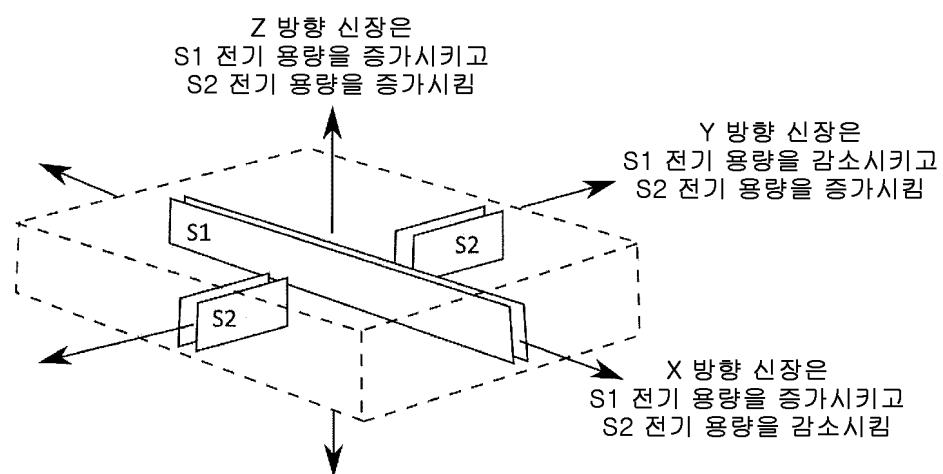
## 도면2



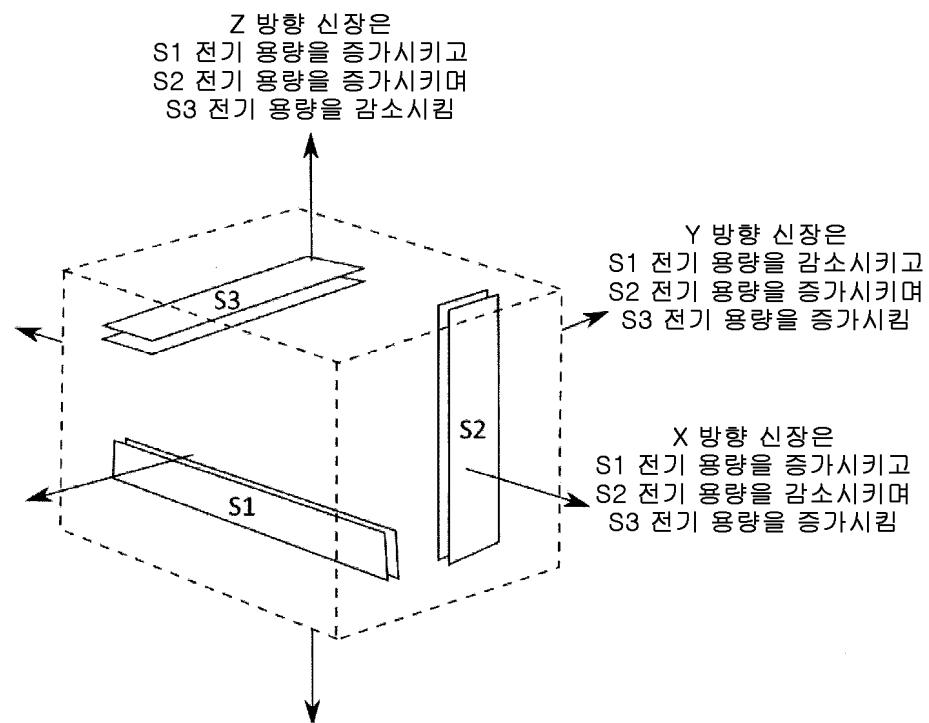
## 도면3



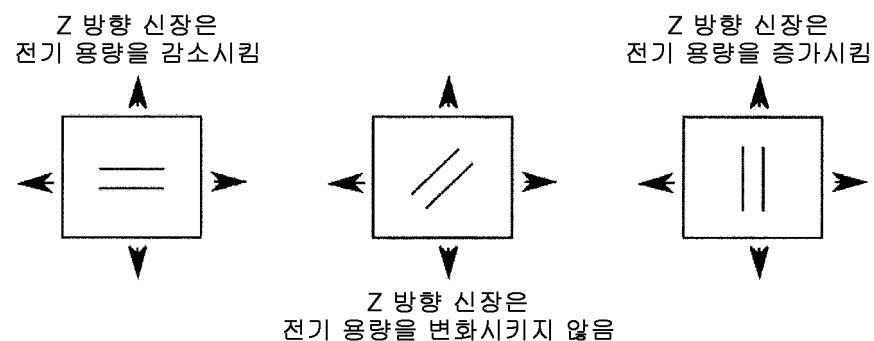
## 도면4



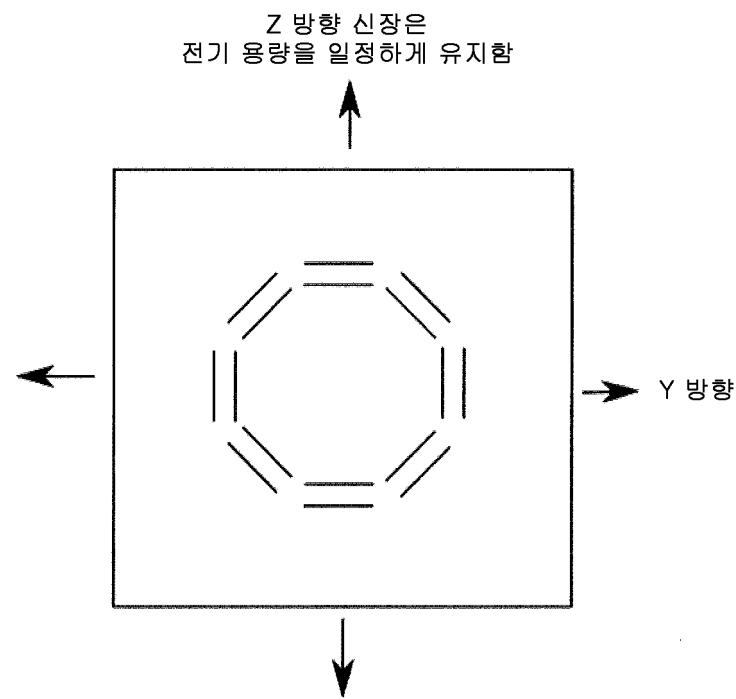
### 도면5



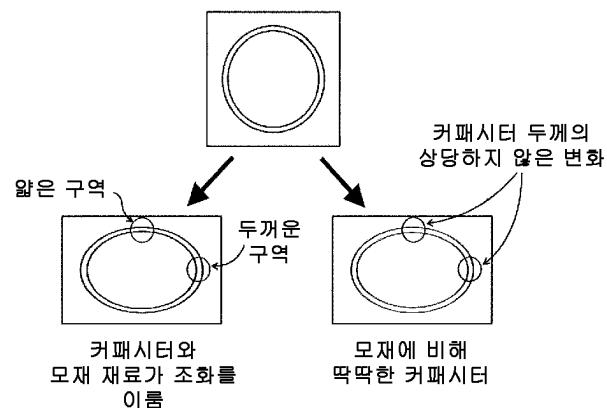
### 도면6



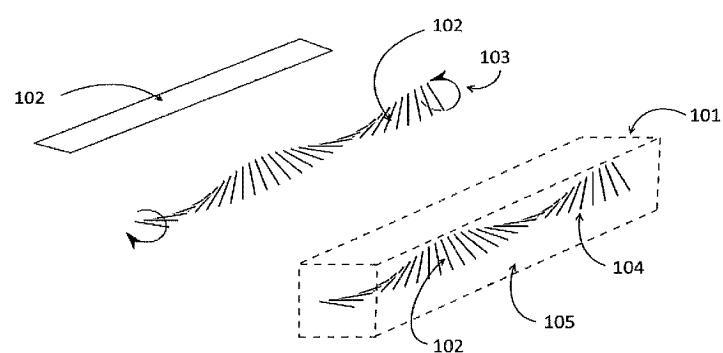
도면7



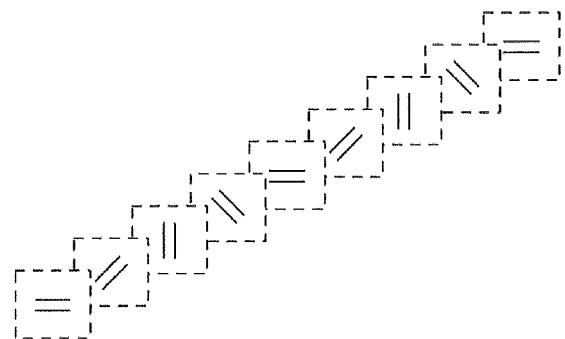
도면8



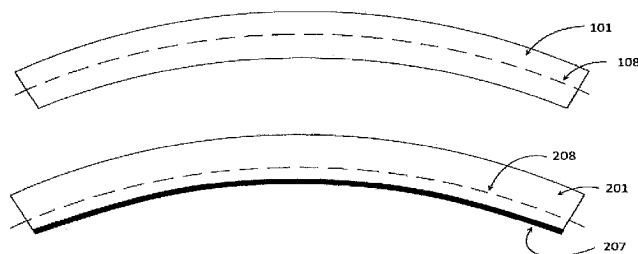
도면9



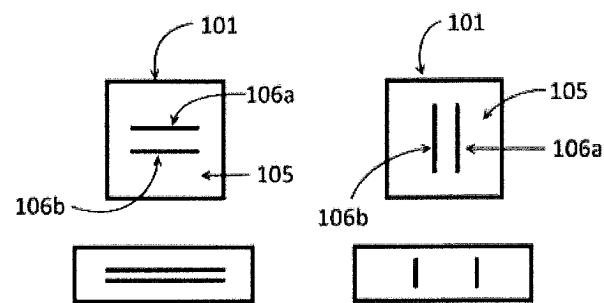
도면10



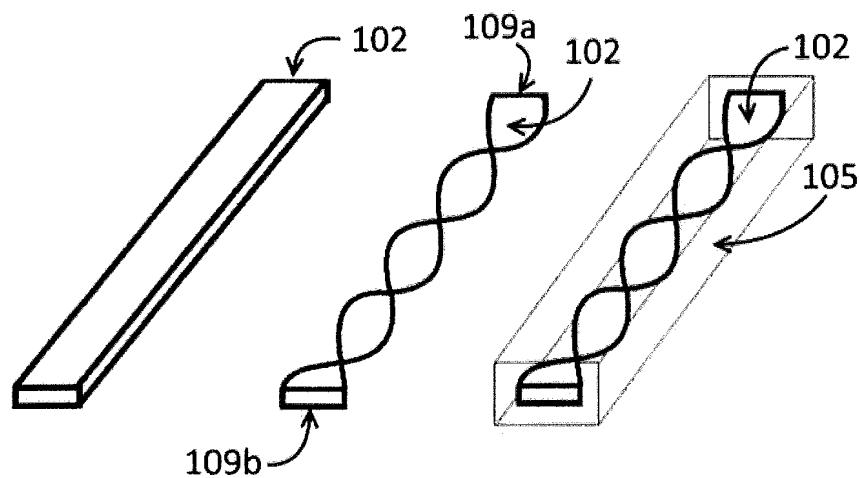
도면11



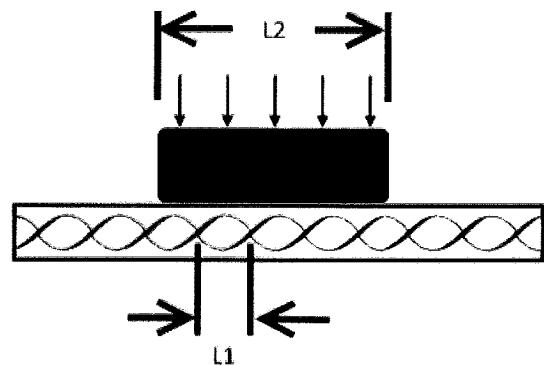
도면12



도면13



도면14



도면15

