

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-527830

(P2017-527830A)

(43) 公表日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.

G O 1 B 7/16 (2006.01)

F 1

G O 1 B 7/16

テーマコード(参考)

C

2 F O 6 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-533153 (P2017-533153)
(86) (22) 出願日	平成27年9月4日(2015.9.4)
(85) 翻訳文提出日	平成29年5月1日(2017.5.1)
(86) 國際出願番号	PCT/NZ2015/050130
(87) 國際公開番号	W02016/036261
(87) 國際公開日	平成28年3月10日(2016.3.10)
(31) 優先権主張番号	630075
(32) 優先日	平成26年9月4日(2014.9.4)
(33) 優先権主張国	ニュージーランド(NZ)

(71) 出願人	517077522 ストレッチセンス リミテッド ニュージーランド国 1023 オークラ ンド、ロイヤル オーク、トゥラマ ロー ド ナンバー 50、フラット 5
(74) 代理人	110000855 特許業務法人浅村特許事務所
(72) 発明者	オブライエン、ベンジャミン マーク ニュージーランド国、オークランド、ロイ ヤル オーク、トゥラマ ロード ナンバ ー 50、フラット 5
(72) 発明者	ギスビー、トッド アラン ニュージーランド国、オークランド、ト ーベイ、テルマ クレセント 21

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改善された電気機械センサ

(57) 【要約】

一態様では、本発明は、接続された電気回路による変形の計測を可能にする、機械的の変形と共に変化する静電容量を有する電気的センサであって、該センサが、誘電材料により離隔される導電材料を含み、変形し、かつ前記キャパシタの変形と共に静電容量を変化させるように動作可能であり、該キャパシタが、捩れた平面の構造を有するように配置され、該キャパシタが、当該配置において支持材料により支持されている、電気的センサを提供する。

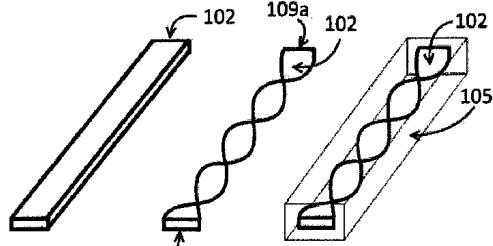


Figure 13

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

変形接続された電気回路の計測を可能にする、機械的変形と共に変化する静電容量を有するセンサであって、

前記キャパシタが、変形し、かつ前記キャパシタの変形と共に静電容量を変化させるように動作可能である、誘電材料により離隔された導電材料と、

捩れた平面の構造を有するように配置された前記キャパシタと、を備え、前記キャパシタが、当該配置において支持材料により支持されている、センサ。

【請求項 2】

前記支持材料、前記キャパシタの前記導電材料、前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料のうちの1つまたは2つ以上が弾性である、請求項1に記載のセンサ。 10

【請求項 3】

前記キャパシタが、誘電エラストマーデバイスである、請求項1または請求項2に記載のセンサ。

【請求項 4】

前記支持材料が、前記キャパシタの前記導電材料と前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料とのうちの1つまたは2つ以上よりも概して弾性が高くない、請求項1～4のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記支持材料が、前記キャパシタの前記導電材料と前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料とのうちの1つまたは2つ以上よりも概して弾性が低い、請求項1～4のうちのいずれか一項に記載のセンサ。 20

【請求項 6】

前記キャパシタが、周期的な捩れ構造を有するように配置されている、請求項1～5のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 7】

前記センサの屈曲変形の下で、前記支持材料内の相対的拡張の領域と相対的収縮の領域との間の接合部を画定する表面を、前記キャパシタの前記捩れた構造の中心に沿って拡張せるように配置された変形調節特徴を備えている、請求項1～6のうちのいずれか一項に記載のセンサ。 30

【請求項 8】

前記変形調節特徴が、前記キャパシタの周囲の領域内の支持材料よりも弾性が低い材料を含んでいる、請求項7に記載のセンサ。

【請求項 8】

前記変形調節材料が、前記センサの側方に沿って拡張する材料の細片を備えている、請求項8に記載のセンサ。

【請求項 9】

センサの製造の方法であって、
誘電材料により離隔された、導電材料で形成された2つまたは3つ以上の電極を備えた変形可能なキャパシタを形成するステップと、

前記キャパシタを他の部分に対して回転された部分を有する経路に沿って拡張する形状に配置せるように、前記キャパシタの端部を前記キャパシタの別の端部に対して回転させるステップと、

前記キャパシタを前記形状において支持するように、前記キャパシタの周囲に支持材料を提供するステップと、を含む、方法。

【請求項 10】

前記電極の前記導電材料、前記電極を離隔する前記誘電材料、および前記支持材料のうちの1つまたは2つ以上が可撓性かつ応從性を有する、請求項9に記載のセンサの製造の方法。

【請求項 11】

10

20

30

40

40

50

前記電極の前記導電材料、前記電極を離隔する前記誘電材料、および前記支持材料のうちの1つまたは2つ以上が可撓性かつ応從性を有する、請求項9または請求項10に記載のセンサの製造の方法。

【請求項12】

前記キャパシタが、誘電エラストマーデバイスである、請求項9～11のうちのいずれか一項に記載のセンサの製造の方法。

【請求項13】

前記センサの側方のための材料を提供するステップを含み、前記材料が、前記支持材料よりも弾性が低く、前記細片に近接する領域において支持材料の拡張に抵抗するように動作可能である、請求項9～12のうちのいずれか一項に記載のセンサの製造の方法。

10

【請求項14】

図9～14に関連して実質的に本明細書に記載例示されているようなセンサ。

【請求項15】

図13に関連して実質的に本明細書に記載および例示されているようなセンサの製造の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械的変形と共に変化する電気的特性を有するセンサ等の、電気機械センサにおける改善に関する。

20

【背景技術】

【0002】

可撓性および応從性を有する回路は、軟質な構造内に組み込んでこのような構造を計測するための理想的な構成要素である。これらは、それが例えば制御、ロジック、または電気機械変換素子のいずれの形態であるかにかかわりなく、構造の機械的挙動に影響を与えることなしに、先進の機能を提供し得る。

【0003】

特に、誘電エラストマー等の可撓性および応從性を有する回路または他の可撓性および応從性を有するセンシングデバイスは、例えば人体等の軟質な構造にとって優れたセンサである。軟質な構造において典型的であるように、人体は、3D空間において大きくかつ複雑な運動をすることができる。例えばセンシングデバイスが剛直な素子を有する場合、このような構造に従来型のセンシング素子を取り付けることは、難題である。これらの素子は、軟質な構造の挙動を妨害し、機械的故障が生じやすい軟質体硬質のインターフェースを形成し得る。身体の大きな運動を制限された範囲に、かつ/またはセンサにとって適切な種類の動作に変換する中間伝達機構が必要とされ、これらが、複雑性および最終的には潜在的なエラーのソースを増大させる。

30

【0004】

可撓性および応從性を有する回路は、複雑な中間伝達機構を不要にする。これらは、身体に適合した形をとることができ、かつ軟質な材料で作製されるため、大きな動作範囲にわたって身体に適合した形を必ずとり続けるように、複雑な形状に変形することができる。例えば、可撓性および応從性を有する第2の皮膚が、可撓性および応從性を有するセンサにより計測され得、身体が動くにつれて第2の皮膚は実際の皮膚と同調して伸長し、伸長情報は、デジタル化されてより大きなシステムへの入力として使用され得るように、可撓性および応從性を有する伸長感應回路に送信される。

40

【0005】

可撓性および応從性を有する静電容量センサは、とりわけ軟質な構造を測定することによく適している。これらは、幾何形状の変化に感應するが、湿度および温度に対しては極小の感度を呈し、外部電気雑音ソースを遮断するように容易に電気的にシールドされ得る。

【0006】

50

可撓性および応從性を有する静電容量センサは全方向への変形に感應するため、これらの使用においては難題が発生する。総静電容量出力は、全方向への変形の総計であり、更なる情報がない限り、同じ総静電容量をもたらし得る複数の変形モードが存在する。これは、所与のセンサの状態に関する情報に対する制限を含意する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、可撓性および応從性を有する静電容量センサの使用において発生する難題を克服するセンサを有することは、有利なことであろう。

【0008】

したがって、上記の問題のうちのいずれかもしくは全部に対処するか、または少なくとも代替的な選択肢を公衆に提供し得るセンサを有することは、有利なことであろう。

【0009】

したがって、可撓性および応從性を有する静電容量センサの使用において発生する難題を克服するセンサを製造する方法を有することは、有利なことであろう。

【0010】

したがって、上記の問題のうちのいずれかもしくは全部に対処するか、または少なくとも代替的な選択肢を公衆に提供し得るセンサを製造する方法を有することは、有利なことであろう。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の態様によれば、接続された電気回路による変形の計測を可能にする、機械的変形と共に変化する静電容量を有する電気的センサであって、
変形し、かつキャパシタの変形と共に静電容量を変化させるように動作可能である、誘電材料により離隔された導電材料と、
捩れた平面の構造を有するように配置された前記キャパシタと、を備え、前記キャパシタが、当該配置において支持材料により支持されている、センサが提供される。

【0012】

支持材料は、弾性であってもよい。

【0013】

導電材料は、弾性であってもよい。

【0014】

導電材料を離隔する誘電材料は、弾性であってもよい。

【0015】

キャパシタは、弾性であってもよい。

【0016】

支持材料は、キャパシタの導電材料よりも概して弾性が高くななくてもよい。

【0017】

支持材料は、キャパシタの導電材料よりも概して弾性が高くななくてもよい。

【0018】

支持材料は、キャパシタよりも弾性が高くななくてもよい。

【0019】

支持材料は、キャパシタよりも弾性が低くてもよい。

【0020】

キャパシタは、周期的な捩れ構造を有するように配置されてもよい。

【0021】

センサは、センサの屈曲変形の下で、支持材料内の相対的拡張の領域と相対的収縮の領域との間の接合部を画定する表面を、キャパシタの捩れた構造の中心に沿って拡張せるように配置された屈曲調節特徴を備えていてもよい。

【0022】

10

20

30

40

50

これにより、キャパシタの捩れ構造を含む領域における拡張と収縮の平均値である、キャパシタの捩れ構造の中心経路は、拡張する。

【0023】

これは、キャパシタの別の領域における収縮と対をなす、キャパシタのある領域における拡張を、引き起こす。

【0024】

これは、キャパシタの周囲の支持材料の弾性とは異なる弾性を有する屈曲調節材料であり得る屈曲特徴の拡張を引き起こす。

【0025】

屈曲調節材料は、キャパシタの周囲の支持材料よりも弾性が低い弾性を有してもよい。 10

【0026】

屈曲調節材料は、センサの側方に沿って拡張する材料の細片を備えていてもよい。細片は、使用中に屈曲される場合、センサの内半径として意図されているセンサの側方に沿って拡張してもよい。

【0027】

屈曲調節特徴は、センサの側方に形成されたスリットを含んでいてもよい。

【0028】

キャパシタは、誘電エラストマーデバイスであってもよい。

【0029】

本発明の別の態様によれば、センサの製造の方法であって、
誘電材料により離隔された、導電材料で形成された2つまたは3つ以上の電極を備えたキャパシタリボンを形成するステップと、
キャパシタリボンの端部をキャパシタリボンの別の端部に対して回転させ、各々に対して回転された部分を有する形状にキャパシタを配置させるステップと、
キャパシタを該形状において支持するように、キャパシタの周囲に支持材料を提供するステップと、を含む方法、を含む。 20

【0030】

電極および誘電材料の導電材料は、可撓性および応從性を有してもよい。

【0031】

電極および誘電材料の導電材料は、弾性であってもよい。 30

【0032】

支持材料は、可撓性および応從性を有してもよい。

【0033】

支持材料は、弾性であってもよい。

【0034】

本方法は、近接する支持材料の拡張に抵抗する材料の細片をセンサの側方に設けるステップを含んでもよい。

【0035】

本発明の実施形態は、センシング素子に埋め込まれた様々なにおいて、様々な配向で、誘電材料により離隔されたキャパシタ電極の部分を有するキャパシタを提供する。 40

【0036】

本発明の実施形態は、様々な配向で、センシング素子の所与の領域および／または容積および／または部分内に埋め込まれた様々なにおいて、誘電材料により離隔されたキャパシタ電極の部分を有するキャパシタを提供する。

【0037】

本明細書で使用する場合、「捩れた」および類似のものは、以前は同じ直線上に、かつ同じ面上にあった部分が螺旋状の曲面上に位置するように、シートの両端部を、両端部間の経路の両端部を中心として、反対方向に回すことにより配置されるような形状を広く指す。

【0038】

50

20

30

40

50

本発明の追加的な更なる態様は、添付図面に関連して、例としてのみ与えられている以下の実施形態の説明から、読み手に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】各軸におけるキャパシタの変形の静電容量に対する影響を示す概略図である。

【図2】センサの静電容量に対して同等の効果を有する2つの異なる変形を図示するセンサの概略俯瞰図である。静電容量センサの1つの軸の長さの倍加は、垂直軸の長さの倍加と同じ効果を有する。

【図3】キャパシタを、それが埋め込まれる構造に対して再配向することが、垂直軸に沿った変形に対する静電容量センサの応答をどのように変化させるかを示す概略図である。

【図4】軟質な構造内に異なる配向で埋め込まれた2つのセンサからの絶対測定値および相対測定値の両方を使用することを使用してどのように複数の軸における変形の大きさを決定することができるかを示す概略図である。

【図5】更なるセンサが、例えば温度または湿度による影響に対する補償も潜在的に提供しながら、どのように冗長性を提供し得るかを示す概略図である。

【図6】軟質な構造内に埋め込まれた静電容量センサの、軟質な構造の変形に対する配向がどのようにセンサの感度に影響を与えるかを示す概略図である。

【図7】軟質な構造内に異なる配向で埋め込まれた複数のセンシング素子の出力を組み合わせることおよび/または比較することによりを使用して、どのように注目する軸に沿った変形を相殺または単離することができるかを示す概略図である。

【図8】軟質な構造内に埋め込まれた管状の静電容量センサの断面を示す概略図である。しかしながら、センサの機械的特性が周囲の材料に整合しない場合、構造の変形は、センシング素子内に複雑な応力状態を作り出す。

【図9】狭小な平面センサを使用し、センサの長さに沿って回転を加え、センサを軟質なマトリクス内に埋め込んで回転をロックインすることにより形成されるとして描かれている、本発明の好ましい実施形態による一軸伸長センサの概略図である。

【図10】図9と同じ本発明の実施形態の概略図であり、センサの長さに沿った回転を使用して、どのように径方向軸に沿って発生する変形を相殺することができるか、つまり、どのようにセンサの長さに位置合わせされた軸に対して垂直に発生する変形の総静電容量に対する影響を相殺することができるかを図示する。

【図11】図9および10と同じ実施形態による伸長センサの概略図であり、変形調節細片の効果を図示する。

【図12】図9および11と同じ実施形態による伸長センサの概略図であり、同じキャパシタの直交して配向された断面に対する一般的な変形の効果を図示する。

【図13】狭小な平面センサを使用し、センサの長さに沿って回転を加え、センサを軟質なマトリクス内に埋め込んで回転をロックインすることにより、図9～12と同じ実施形態の一軸伸長センサを製造する主要ステップを示す概略図である。

【図14】図9および13と同じ実施形態による伸長センサの概略図を示し、キャパシタの捩れた形状と横方向の変形との相互作用を図示する。

【図15】異なる変形モードを図示する、図9および14と同じ実施形態による伸長センサの概略図である。

【0040】

本発明の更なる態様は、特定の実施形態について、例としてのみ与えられる以下の本発明の説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための形態】

【0041】

可撓性および応從性を有するキャパシタに関する難題は、それが図1に描かれているいかなる方向への変形にも感應することである。例えば、可撓性および応從性を有する平面キャパシタの場合、X軸に沿った伸長は、Y軸に沿った伸長から区別不能である。主軸の各々に沿った伸長の著しく異なる組み合わせにより、同じ静電容量出力を生成することが

10

20

30

40

50

可能である。

【0042】

可撓性および応從性を有するキャパシタのY方向の長さを一定に保ちながらX方向の長さを倍加することは、該キャパシタのX方向の長さを一定に保ちながらY方向の長さが倍加された場合と同じ静電容量変化をもたらす。これは、図2に描かれている。キャパシタを面内で回転させても、この効果を変えることはできない。

【0043】

よって、更なる情報がない限り、キャパシタがこうむるあらゆる変形の総計的な効果のみが測定することができ、この総計出力を個々のX、Y、またはZ成分に分解することは可能ではない。

【0044】

しかしながら、センサ内の可撓性および応從性を有するキャパシタを面外になるように回転することは、面内変形に対するセンサの感度を変更する1つの方法を提供する。図3は、キャパシタがセンサ内に縦に埋め込まれているのを描く。ここで、センサがY方向に伸長されると、電極間の距離が増大するにつれて、静電容量は減少する。それに比べて、センサがX方向またはZ方向に伸長されると、静電容量は増大する。しかしながら、主軸の各々に沿った変形に対するセンサの応答はキャパシタを面外に再配向することにより変更されたものの、センサ出力をX、Y、およびZ成分に分解することは依然として可能ではない。

【0045】

センサの変形をX、Y、およびZ成分に分離するためには、少なくとも2つの可撓性および応從性を有するキャパシタが、異なる配向で、理想的には直交する配向でセンサ内に埋め込まれなければならない。

【0046】

図4は、相互に垂直に配向され、よって各軸に沿った変形に対して異なる感度を提供するキャパシタS1およびキャパシタS2を描く。S1およびS2の個々の静電容量を確認し、かつS1とS2との間の違いを比較することにより、各軸に沿った変形の大きさを導出することができる。例えば、X方向に伸長されると、S1が増加する一方で、S2は減少する。Y方向に伸長されると、S1減少する一方で、S2は増大する。更に、Z方向に伸長されると、S1およびS2の両方が増大する。これは、変形のX、Y、およびZ成分が区別され得ることを可能にする。

【0047】

各々が相互に垂直に配向された(図5)、可撓性および応從性を有するキャパシタの数を3つに増やすことは、伸長情報の点で冗長性を提供する。この場合も、S1、S2、およびS3を個別に、かつ相互との関連においての両方によって分析することにより、センサの完全な応力状態が決定され得る。更に、この更なる情報を有することは、更なる外部刺激が補償されることを可能にする。例えば、温度および/または湿度は、可撓性および応從性を有するキャパシタの誘電定数を、したがってその静電容量を、その物理的寸法を変えることなしに変更し得る。しかしながら、これがS1、S2、およびS3に同等に影響を与えると仮定すると、これらの変更の効果は、各キャパシタから到来する静電容量データに対する「コモンモード」成分に類似し、よって較正され得る。

【0048】

しかしながら、複数の可撓性および応從性を有するキャパシタをセンサ内に埋め込むことに関する難題は、それらがより多数の電気的相互接続部を必要とし、キャパシタおよびセンサが複雑な3D幾何形状を有し、いくつかの部分から構成され、かつ異なる効果を説明するために先進的数学が必要とされることである。更に、可撓性および応從性を有するキャパシタの機械的挙動を、それが埋め込まれる周囲マトリクスの機械的挙動に整合させることはかなりの難題であり、不適合があれば、キャパシタと支持材料との間に生じる複雑かつ/または不均質な応力状態を発生させ、センサの出力に影響を与える可能性が高い。

10

20

30

40

50

【0049】

この問題を単純化するため、先ず、センサに加わる所与の変形に対するキャパシタ配向の効果に立ち戻ろう。図6に関連して、センサがZ方向に伸長され、キャパシタがZ軸に垂直に配向されていると、静電容量は減少する。センサがZ方向に伸長され、キャパシタがZ軸に対して45度で配向されていると、キャパシタ電極間の離隔の増大とキャパシタ電極の面積の増大とは、相等しい正反対の効果を有し、静電容量は正味変化しない結果になる。最後に、センサがZ方向に伸長され、キャパシタがZ軸に平行して配向されると、静電容量は増大する。

【0050】

複数の可撓性および応從性を有するキャパシタを異なる配向で单一のセンサ内に埋め込むことは、変形、特に方向に対するセンサの感度を整調することを可能にする。例えば、図7は、8個のセンシング素子が八角形構成に配置されているのを示している。中央上部の静電容量をS1と定義し、残りのセンサを時計回り方向に順番にS2～S8と定義すると、Z方向へ伸長しても、8個の静電容量S1～S8の合計は正味変化しない結果になる。よって、センサは、Z方向への変形に感應しない。これは、Z方向への変形の結果としてS3とS7の合計が増大するのと同じ量だけS1とS5の静電容量の合計が減少する一方で、S2、S4、S6、およびS8はZ方向に対して45度で配向しているため静電容量が変化しないからである。よって、静電容量の正味変化はゼロである。同じことは、Y方向への変形についても、ならびにY成分およびZ成分の両方を有する平面変形についても、言うことができる。対照的に、X方向へのいかなる変形も（図示せず）、静電容量の全てに等しくない影響を与える、よって、静電容量の変化の合計は、非ゼロになる。

10

20

30

【0051】

上記の結果は、管状の可撓性および応從性を有するキャパシタは、管の長さの変化に感應するが、管の断面が楕円体になる管の中心軸に垂直な変形には感應しないセンサにとって理想的なフォームファクタであることを含意する。

【0052】

しかしながら、このフォームファクタに関連する実務上の難題も存在する。管状の可撓性および応從性を有するキャパシタを生産することは困難であり、キャパシタと、キャパシタが埋め込まれる周囲の支持マトリクスとの機械的挙動の間に不整合があれば、管の中心軸に垂直ないかなる変形も、複雑な機械的応力状態をセンサにもたらす。例えば、図8は、キャパシタの機械的特性が支持マトリクスに整合していると、センサは均質な固体として振る舞い、均一に分散されたキャパシタ厚さの変化は静電容量の零和の変化をもたらすことを図示する。しかしながら、キャパシタが周囲の支持マトリクスよりも剛質であると、例えば管状キャパシタの壁部内で屈曲が発生するが、キャパシタ厚さの変化は抑圧され、キャパシタと支持マトリクスとの間のインターフェースにおいて応力集中が発生する。よって、センサ全体、すなわちセンサとマトリクスとの変形は、均質ではなく、静電容量の変化を相殺できないことがある。

30

【0053】

図9は、本発明の好ましい実施形態によるセンサ101を概略的に描く。センサ101は、可撓性および応從性を有し、変形と共に変化する静電容量特性を有し、接続された電気デバイス（図示せず）が、静電容量特性の変化を測定することにより、変形特性を測定することを可能にする。この特定の実施形態では、センサは、弾性を有し、変形時に圧縮されない、可撓性および応從性を有する材料から形成される。材料は、繰り返される変形にわたって弾性を回復するように選択される。

40

【0054】

センサは、捩れたシート状のキャパシタの構造を有するキャパシタ102を有する。矢印103は、キャパシタの一方端部の他方端部に対する回転を描く。この実施例では、センサ101およびキャパシタは細長であり、キャパシタの捩れ構造は捩れリボンに似ている。

【0055】

50

この実施例のキャパシタ102は、誘電弹性材料の層により離隔された2つの導電弹性材料層から形成される。導電層は、キャパシタの電極を提供し、誘電層は、キャパシタの誘電体を提供する。キャパシタの静電容量は、キャパシタの伸長と共に変動する。変動は、キャパシタ102に接続された電気デバイス(図示せず)により測定または算出されてもよい。

【0056】

キャパシタ102の捩れ構造は、この実施例の細長キャパシタの長さに対して横方向の線104により描かれている。キャパシタ102の構造はまた、線104のキャパシタに沿った相対回転により描かれるような中心軌道に沿って回転されたものとして説明されてもよい。

10

【0057】

キャパシタ102は、支持材料105により、捩れた構造または回転構造内に支持されている。この実施例では、支持材料は、弾性材料である。支持材料は、キャパシタをその捩れた構造または回転構造内に支持することと、支持材料が変形する際にキャパシタを変形させることとの両方の機能を果たす。支持材料は、計測対象の物体に取り付けられてもよく、支持材料は変形し、物体は屈曲等により移動または変形する。支持材料の作用により、センサのこの変形は、捩れ構造または回転構造内に支持されているキャパシタの変形を引き起こす。好ましい実施形態では、支持材料は、キャパシタの材料と同じか、またはそれよりも低い弾性を有する。

20

【0058】

図10は、センサ101の長さに沿ったキャパシタ102の部分の配向を描く。各部分102a～102iは、キャパシタの断面を表し、各々が2つの電極106aおよび106bを有する。この実施形態では、センサ101のキャパシタ断面102a～102iの配向角度は異なっている。この特定の実施形態に固有なこととして、キャパシタ断面の配向は、次のものに対して単調に回転されている。

30

【0059】

この実施形態のセンサ101は、センサの長さの変化に感應するが、センサの長さに対して横方向の寸法の変化には感應しない。図10に描かれるように、センサの一部分は、キャパシタの様々な断面102nを含む。センサ101の長さの変化は、各キャパシタ断面102nの静電容量の大きさの変化を引き起こし、配向にかかわらず、キャパシタの電極を寄り集めさせる。センサの長さに対して横方向の変化は、所与の断面の電極106同士を寄り集まらせ、当該の所与の断面に直交する断面の電極同士を引き離す。

30

【0060】

図11は、図9のセンサ101を、本発明の代替的な実施形態によるセンサ201と共に示す。センサ201は、支持材料よりも弾性の低い材料の層または細片211を有する。

40

【0061】

細片211は、変形調節特徴として機能する。これらの実施例では、細片211は、センサ101の対辺106等の、センサの他の部分に関係する細片の領域において、センサ201の伸長を規制する。この効果は、相対的拡張の領域213および214と相対的収縮の領域との接合部の深さ212を制御することである。この実施形態では、接合部は、センサが測定することを意図している変形モードを表す経路108または208に沿って伸長するように配置されている。

40

【0062】

図12は、同じ変形の下で、センサの長さに沿って近接していれば発生するであろうよう、キャパシタ102の直交する断面の対の効果を描く。センサ断面の上部対102aおよび102cは、センサ101がページに対して右もしくは左に屈曲されるか、またはページの右および左から圧縮される場合に発生し得るような相対的に縦に細長な形状に変形される。断面102aのキャパシタの電極対106は引き離されて、当該部分の静電容量を減少させるが、センサ断面102cのキャパシタ断面は引き寄せられて、静電容量を

50

増大させ、断面 102a の静電容量の変化をセンサの全体的な拡張による正味変化に釣り合わせる。

【0063】

使用中、センサ 201 は、物体の変形を計測するために、物体に機械的に連結される。典型的な実施例では、センサは、身体部分に掛けられ、身体部分と共に屈曲する。支持材料が屈曲するにつれて、支持材料内の層は、様々な程度に相対的に拡張または収縮する。細片が好適な弾性を有するか、または支持材料に比較して弾性を欠き、かつ支持材料の奥行 207 および / またはキャパシタの幅 108 が好適である場合、支持材料内の中心面 109 には拡張のみが生じ、表面の上方または下方の領域は拡張するか、または収縮するかのいずれかである。キャパシタの中心線 110 が表面に沿ってキャパシタの中心 110 および線 103 が表面 109 内にあるあらゆる部分を拡張する場合、は拡張するのみである。中心屈曲面の両側の領域は、拡張または収縮する。中心屈曲面を通って拡張する線 103 を有する細長キャパシタの一部は、拡張と収縮の両方を行うが、平均すると、屈曲の面に沿って見られる拡張になる。したがって、これらの部分における静電容量は、キャパシタの拡張のみの部分と同じように変化するであろう。これは、屈曲の程度、または単純に屈曲によるセンサ内の拡張が計測されることを可能にする。

10

【0064】

図 13 は、本発明の好ましい実施形態によるセンサ 101 の製造の方法を概略的に描く。

20

【0065】

第 1 のステップでは、弾性キャパシタ 102 が、弾性誘電材料の層により離隔された 2 つの弾性導電材料層により形成される。代替的な実施形態では、キャパシタは、2 つまたは 3 つ以上の誘電材料層により離隔された 3 つまたは 4 つ以上の導電層を有してもよい。この実施例では、キャパシタは細長である。

20

【0066】

第 2 のステップでは、キャパシタ 102 を回転構造または捩れ構造内に配置するように、細長キャパシタの端部 109a および 109b を相互に対し回転する。

30

【0067】

第 3 のステップでは、キャパシタを捩れ構造内に支持するように、キャパシタを弾性支持材料 105 内に据える。

30

【0068】

第 4 のステップでは、センサの相対的拡張の領域および相対的収縮の領域を画定するセンサ内の数学的表面を調節するために、支持材料および / またはキャパシタ材料よりも弾性が低い材料の細片（図示せず）を塗布する。

40

【0069】

この製造の方法により、センサ 101 は、単純な製作方法を使用して形成することができる。例えば、平面 2D 製作方法を使用して長い狭小なセンサ 101 を作ることができ、次いで単純に両端部を対向方向に回転させてキャパシタの長さにわたって捩れを付与し、かつそれを軟質な支持マトリクス内に埋め込むことにより、真の一軸センサが作製される。

【0070】

この特定の実施形態では、キャパシタは、シリコン等の、凝結前は流動性である弾性材料の電極を積層することにより形成され、炭素等の導電材料により、凝結前は同様に流動性である誘電材料により、含浸される。

【0071】

図 14 は、捩れ構造と、捩れたキャパシタの線に対して横方向または垂直に加えられる変形圧力との関係を描く。捩れ構造の一部分にわたって分散される長さ方向に垂直な変形は、図 6 に関連して説明したように、全ての可能なキャパシタ断面配向においてキャパシタを変形し、この部分内の静電容量の変化の合計は実質的にゼロに等しい。

40

【0072】

50

図15は、2つの互い違いの面において屈曲されたセンサ101をキャパシタの同じ拡張と共に描いており、これらは、キャパシタ102の静電容量の変化と同じ変化を示す。図15は、異なる変形モードを図示する。各々の実施例において、計測対象の変形構造の外側半径にセンサが付着される場合、示されているセンサ101の長さは、拡張される。これは、センサが感度を保持することを意図している変形モードであってもよく、これは、センサと共に拡張すると予想される経路に沿って拡張する捩れ構造を通して、キャパシタ102により達成される。細長センサを通過する経路を中心とした捩れを有するキャパシタが配置されることにより、センサが左に、右に、または上方に屈曲されているかどうか等の他の変形モードは脱感作されてもよく、同じキャパシタが他の部分に対して直交する断面を有する。

10

【0073】

本発明の更なる実施形態をこれより説明する。

【0074】

本発明の実施形態によるセンサの長さに沿った均一な捩れは、その最も単純な形態において、センサの長さに対して横方向にセンサに圧力を加える接触面積が捩れの周期よりも大きいならば、センサのいかなる変形も、キャパシタ断面の各配向において、センサのセグメントにわたって、圧力の作用線に対して事実上一様に分散されることを保証する。静電容量を増大させるように変形するセンサのセグメントは、静電容量を減少させるように変形するセンサのセグメントに実質的に等しく、よって捩れたセンサ構造の総静電容量に対するそれらの影響に関連して相互を実質的に打ち消し合うため、これは、センサを圧力に対して事実上脱感作する機能を果たす。所与の圧力について、静電容量が減少するセグメントに対する静電容量が増加するセグメントの比率は、必ずしも等しいわけではないが、しかしながら、所与の変形に対して特定の配向を有するセンサ長の割合を変化させることにより、構造の感度を整調することは可能である。例えば、この異方性の感度は、予想される圧力に対して特定の角度で配向されたセンサの平坦部を捩れ構造内に有することにより、整調され得る。特定の配向を有するセンサの長さの割合を制御するこの単純な方法を使用することを使用して、3つの主要な直交軸の全てにおいて異なる感度を有するセンサ構造を作製することができる。

20

【0075】

センサ101の捩れたリボンの構造は、センサの任意の所与の領域または部分内のキャパシタの電極の複数の配向を提供する、変形可能な一体型キャパシタにより達成可能な構造の一例であり、領域および領域内のキャパシタが被る変形は、異なる配向を有する領域または部分内の電極により相殺される電極内の変形を伴う。理想的には、任意の所与の領域は、ある作業決定により、直交する電極の対を有する。しかしながら、読み手は、これはいくつかの応用では必要とされないことがあることを理解するであろう。代替的な実施形態では、実質的に同じキャパシタの好適に整合した配向を達成する、任意のキャパシタの構造が使用されてもよい。

30

【0076】

センサのいくつかの実施形態は、センサの屈曲特性を制御するためにより大きな拡張を促進するために、増大した弾性率を有する支持材料の領域を有してもよい。例えば、相対的に拡張するか、または相対的に収縮するセンサ内の奥行が決定されてもよい。センサのいくつかの実施形態は、センサの屈曲特性を制御するために、支持材料内にスリットを有してもよい。

40

【0077】

代替的な実施形態では、キャパシタの断面は、センサの長さに沿って他の部分に対して非単調的に回転されてもよい。別様に表現すると、回転または相対的な捩れは、全体の長さに沿って均一ではない。いくつかの実施形態では、長い捩れと緊密な捩れとが交互に設けられる。これらの実施形態は、異なる方向において様々に異なる感度を有し得る。

【0078】

本発明の実施形態は、幾何形状のあらゆる変化に感応する可撓性および応從性を有する

50

平面静電容量センサにより発生する、出願人により観察された難題を解決するものである。

【0079】

実施形態は、所与の変形モードに対して調整された感度または低減された感度を有するセンサを提供する。

【0080】

実施形態は、全ての方向における変形の総計である、電気的に測定可能な、または特性の変化を提供する。これらの実施形態は、別 の方法では更なる情報がなければ可能ではないような、選択された変形モードに関する情報を提供する。

【0081】

本発明の実施形態は、他のモードを脱感作することにより、キャパシタを脱感作モードにおいて変形する電極部および誘電体部を有するように配置することにより、それらのモードにおける変形によるそれぞれの静電容量の変化は解消するが、非脱感作モードの変形からの変形の一般的な変化は被る傾向を有することによって、長さに沿って、または変形前の当初は真っ直ぐである細長センサの長さに沿って等、所与の変形モードにおける変形を計測することを可能にする。これは、複数の軸に沿って変形を被るように位置合わせされた別々の静電容量において、各静電容量の絶対値および相対値の両方を比較することを不要にするにおいて利点を有し得る。これは、更なるインターフェクト、ならびに目的の変形モードを識別するためのキャパシタ出力の更なる後処理および調整を不要にし得る。

【0082】

本発明の実施形態は、目的の所望の軸に位置合わせされていない幾何形状の変化から発生する変形に実質的に感応しないという主な特質を有する、可撓性および応從性を有するマトリクスに埋め込まれた、3次元形状で構成された可撓性および応從性を有するキャパシタを含む、記載されるセンサを提供する。このセンサの主な態様は、以下の概要から明らかになるであろう。

【0083】

いくつかの実施形態では、センサは、可撓性および応從性の両方を有する。

【0084】

いくつかの実施形態では、センサは、最大限の感度の所望の方向に位置合わせされた1つの軸を有する。

【0085】

いくつかの実施形態では、センサは、最大限の感度の所望の方向に位置合わせされた軸の長さの変化に感応するが、最大限の感度の方向に位置合わせされた軸に垂直に位置合わせされた軸の長さの変化に実質的に感応しない。

【0086】

いくつかの実施形態では、センサは、可撓性および応從性の両方を有する電気回路を含む。

【0087】

いくつかの実施形態では、センサに含まれる可撓性および応從性を有する回路は、可撓性および応從性を有するキャパシタである。

【0088】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタは、少なくとも2つの可撓性および応從性を有する導電層の間に挟まれた、少なくとも1つの可撓性および応從性を有する非導電誘電体からなる。

【0089】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタは、実質的に平面形状に製造される導電層および非導電層を組み立てることにより形成される。

【0090】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタは、可撓性および応從性を有するキャパシタを形成するように導電材料および非導電材料を選択的に堆積させ

10

20

30

40

50

ることにより、形成される。

【0091】

いくつかの実施形態では、センサの出力は、可撓性および応從性を有するキャパシタの幾何形状に関連する。

【0092】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタの1つの軸は、最大限の感度の所望の方向に位置合わせされたセンサの軸に位置合わせされる。

【0093】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタの、最大限の感度の方向に位置合わせされた軸に沿った長さは、可撓性および応從性を有するキャパシタの、最大限の感度の方向に位置合わせされた軸に垂直な各々の軸に沿った長さよりも大きい。

【0094】

いくつかの実施形態では、最大限の感度の方向の軸が通過する、可撓性および応從性を有するキャパシタの端部は、キャパシタに捩れを付与するように、相互に反対方向に回転される。

【0095】

いくつかの実施形態では、キャパシタが捩じられる際、可撓性および応從性を有するキャパシタの端部は、相互に対し少なくとも90度の回転を被る。

【0096】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタは、その使用中、捩れた状態にとどまる。

【0097】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタの撓り戻しが防止される。

【0098】

いくつかの実施形態では、可撓性および応從性を有するキャパシタは、その撓り戻しを防止するための、可撓性および応從性を有するマトリクスに埋め込まれる。

【0099】

いくつかの実施形態では、最大限の感度の軸に対して垂直に加えられる圧力から発生するセンサの変形は、可撓性および応從性を有するマトリクスにより、可撓性および応從性を有するキャパシタ内の捩れの周期の少なくとも4分の1にわたって分散される。

【0100】

いくつかの実施形態では、最大限の感度の軸に対して垂直に加えられる圧力から発生するセンサの変形は、可撓性および応從性を有するマトリクスにより、可撓性および応從性を有するキャパシタ内の捩れの周期の少なくとも4分の1にわたって均一に分散される。

【0101】

いくつかの実施形態では、最大限の感度の軸に位置合わせされていない外部圧力の結果としての変形によるセンサの局所領域の静電容量の変化は、局所領域が可撓性および応從性を有するキャパシタの端部からある距離にあるとして定義される場合、可撓性および応從性を有するキャパシタに沿った当該距離における、外部圧力の作用線と可撓性および応從性を有するキャパシタの表面との間の入射角により支配される。

【0102】

いくつかの実施形態では、センサの各局所領域の静電容量の変化の、最大限の感度の軸に位置合わせされていない外部圧力によりそれにわたって変形が生成した、可撓性および応從性を有するキャパシタの長さに沿った積分は、実質的にゼロに等しい。

【0103】

いくつかの実施形態では、最大限の感度の軸に位置合わせされた外部圧力の結果としての変形によるセンサの局所領域の静電容量の変化は、局所領域が可撓性および応從性を有するキャパシタの端部からある距離にあるとして定義される場合、局所領域のセンサの端部に対する回転角にかかわらず、センサが最大限の感度の軸に沿って長くなる結果となる

10

20

30

40

50

変形については正であり、センサが短くなる結果となる変形については負である。

【0104】

上記の説明および以下の請求項において、「含む (c o m p r i s e)」という語またはそれと同等の変化形は、述べた特徴（複数可）の存在を明記する包括的な意味で使用されている。この用語は、様々な実施形態における更なる特徴の存在または追加を排除しない。

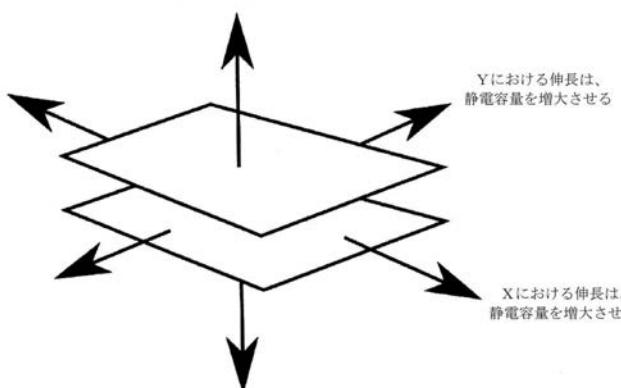
【0105】

本発明は本明細書に記載の実施形態には限定されないこと、ならびに本発明の趣旨および範囲内に属する更なる実施形態は、図面に関連して例示された実施例から熟練した読み手には明らかであろうことが、理解されるべきである。特に、本発明は、本明細書に記載の特徴のいかなる組み合わせに存し得、または代替的な実施形態に、もしくはこれらの特徴と所与の特徴の公知の同等物との組み合わせに存し得る。上記で検討した本発明の例示的な実施形態の修正および変化形は、当業者には明らかであり、添付の請求項に定義される本発明の範囲から逸脱することなしになされ得る。

10

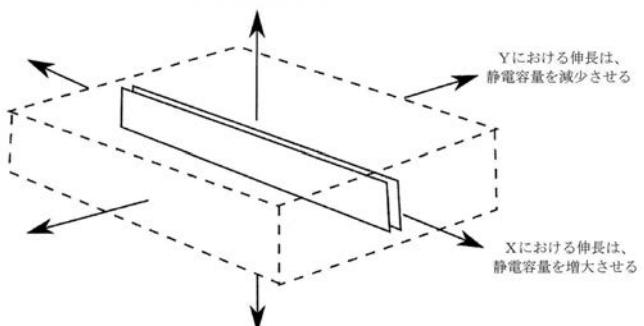
【図1】

Zにおける伸長は、
静電容量を減少させる



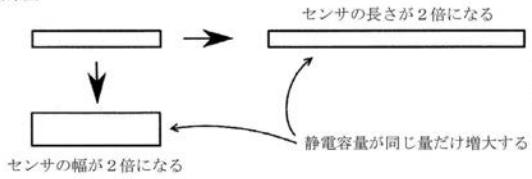
【図3】

Zにおける伸長は、
静電容量を増大させる



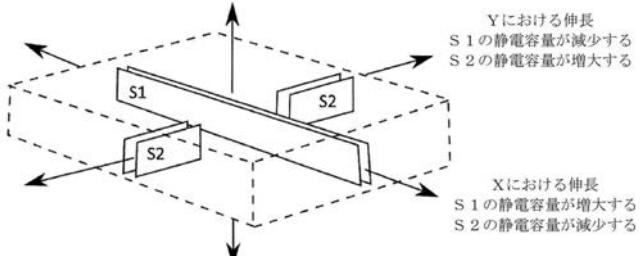
【図2】

基準センサの俯瞰図

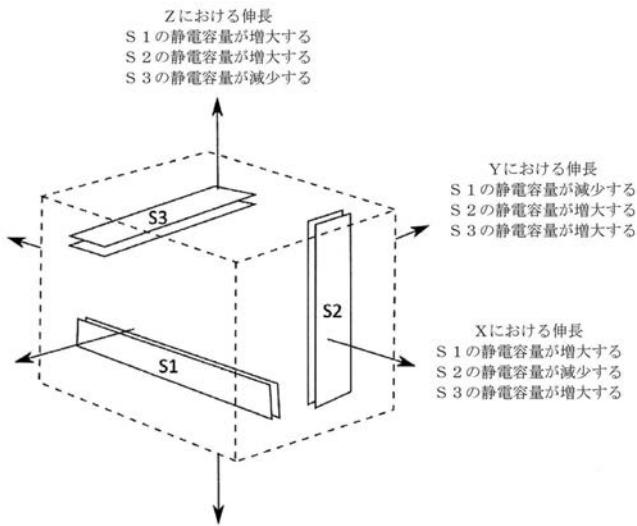


【図4】

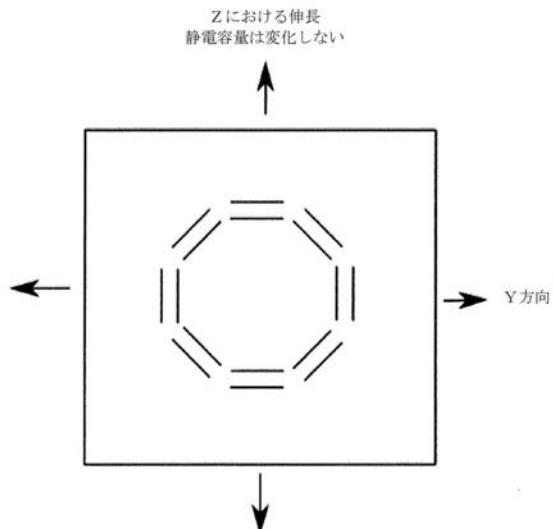
Zにおける伸長
S1の静電容量が増大する
S2の静電容量が増大する



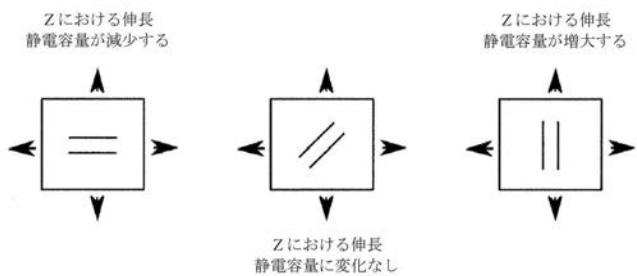
【図 5】



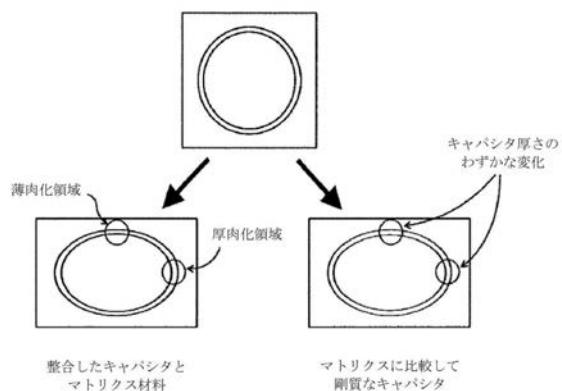
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 10】

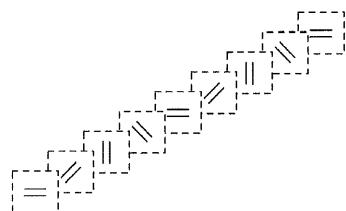


Figure 10

【図 9】

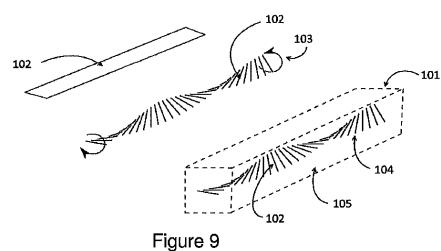


Figure 9

【図 11】

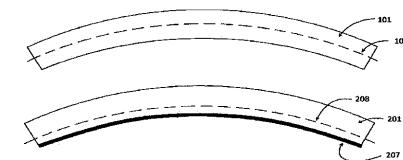


Figure 11

【図 12】

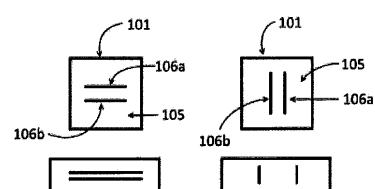


Figure 12

【図13】

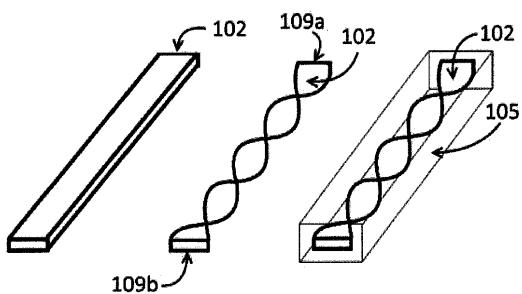


Figure 13

【図15】

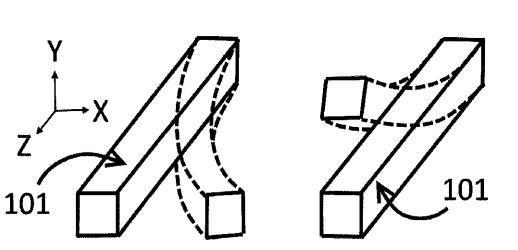


Figure 15

【図14】

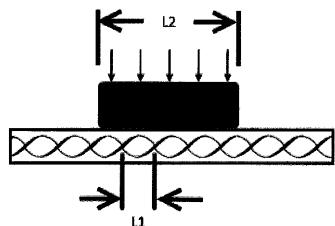


Figure 14

【手続補正書】

【提出日】平成29年5月8日(2017.5.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

接続された電気回路による変形の計測を可能にする、機械的変形と共に変化する静電容量を有するセンサであって、

変形し、かつ変形と共に静電容量を変化させるように動作可能なキャパシタを提供するよう誘電材料により離隔された導電材料と、

捩れた平面の構造を有するように配置された前記キャパシタと、を備え、

前記キャパシタが、当該配置において支持材料により支持されている、センサ。

【請求項2】

前記支持材料、前記キャパシタの前記導電材料、前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料のうちの1つまたは2つ以上が弾性である、請求項1に記載のセンサ。

【請求項3】

前記キャパシタが、誘電エラストマーデバイスである、請求項1または請求項2に記載のセンサ。

【請求項4】

前記支持材料が、前記キャパシタの前記導電材料と前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料とのうちの1つまたは2つよりも概して弾性が高くない、請求項1～3のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記支持材料が、前記キャパシタの前記導電材料と前記キャパシタの前記導電材料を離隔する前記誘電材料とのうちの1つまたは2つ以上よりも概して弾性が低い、請求項1～4のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 6】

前記キャパシタが、周期的に捩れた平面の構造を有するように配置されている、請求項1～5のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 7】

前記センサの屈曲変形の下で、前記支持材料内の相対的拡張の領域と相対的収縮の領域との間の接合部を画定する表面を、前記キャパシタの前記捩れた構造の中心に沿って拡張せるように配置された変形調節特徴を備えている、請求項1～6のうちのいずれか一項に記載のセンサ。

【請求項 8】

前記変形調節特徴が、前記キャパシタの周囲の領域内の支持材料よりも弾性が低い材料を含んでいる、請求項7に記載のセンサ。

【請求項 9】

前記変形調節材料が、前記センサの側方に沿って拡張する材料の細片を備えている、請求項8に記載のセンサ。

【請求項 10】

センサの製造の方法であって、
誘電材料により離隔された、導電材料で形成された2つまたは3つ以上の電極を備えた変形可能なキャパシタを形成するステップと、
前記キャパシタを他の部分に対して回転された部分を有する経路に沿って拡張する形状に配置せられるように、前記キャパシタの端部を前記キャパシタの別の端部に対して回転させるステップと、
前記キャパシタを前記形状において支持するように、前記キャパシタの周囲に支持材料を提供するステップと、を含む、方法。

【請求項 11】

前記電極の前記導電材料、前記電極を離隔する前記誘電材料、および前記支持材料のうちの1つまたは2つ以上が可撓性かつ応從性を有する、請求項10に記載のセンサの製造の方法。

【請求項 12】

前記電極の前記導電材料、前記電極を離隔する前記誘電材料、および前記支持材料のうちの1つまたは2つ以上が可撓性かつ応從性を有する、請求項10または請求項11に記載のセンサの製造の方法。

【請求項 13】

前記キャパシタが、誘電エラストマーデバイスである、請求項10～12のうちのいずれか一項に記載のセンサの製造の方法。

【請求項 14】

前記センサの側方のための材料を提供するステップを含み、前記材料が、前記支持材料よりも弾性が低く、前記細片に近接する領域において支持材料の拡張に抵抗するよう動作可能である、請求項10～13のうちのいずれか一項に記載のセンサの製造の方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/NZ2015/050130
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L 7/16(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L 7/16; G01L 9/06; G06F 17/30; H03M 1/22; G01R 27/26; H02J 7/00; G06F 3/045; G08B 6/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: sensor, electrical capacitance, mechanical deformation, electric circuit, conductive material, dielectric material, capacitor, structure and support material		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007-0043725 A1 (HOTELLING et al.) 22 February 2007 See paragraphs [0025]-[0048], claim 1 and figures 2A-7.	1-3,9-11
A	US 2011-0141052 A1 (BERNSTEIN et al.) 16 June 2011 See paragraphs [0008]-[0013], claim 1 and figures 5-10.	1-3,9-11
A	US 2011-0279250 A1 (RYHANEN et al.) 17 November 2011 See abstract, paragraphs [0021]-[0028] and figures 6-11.	1-3,9-11
A	US 2009-0243632 A1 (OZAWA, NAOFUMI) 01 October 2009 See abstract, claims 1-3 and figures 1-3.	1-3,9-11
A	US 2005-0274191 A1 (HASEGAWA et al.) 15 December 2005 See abstract, paragraphs [0017]-[0019] and figures 1A-2C.	1-3,9-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 24 January 2016 (24.01.2016)	Date of mailing of the international search report 25 January 2016 (25.01.2016)	
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140	Authorized officer  LEE, Hun Gil Telephone No. +82-42-481-8525	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/NZ2015/050130

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: 8, 8(1), 14, 15 because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claims 8 and 8(1) are unclear since they directly or indirectly refer to a multiple dependent claim which does not comply with PCT Rule 6.4(a).
(Note: the second claim 8 is renumbered as claim 8(1) by this authority because claim 8 is found twice.)
Claims 14 and 15 are contrary to PCT Rule 6.2(a) because they rely on unnecessary reference to the drawings.
3. Claims Nos.: 4-7, 12-13 because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/NZ2015/050130

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007-0043725 A1	22/02/2007	None	
US 2011-0141052 A1	16/06/2011	AU 2010-328407 A1 AU 2010-328407 B2 CN 102713805 A CN 104915002 A DE 112010004756 T5 EP 2510423 A2 JP 2013-513865 A JP 5655089 B2 KR 10-1369091 B1 KR 10-2012-0103670 A KR 10-2013-0122699 A KR 10-20130-122699 A MX 2012006710 A TW 201135567 A TW 201419112 A TW I436261 B US 2014-0009441 A1 US 2014-0092064 A1 US 2015-0160773 A1 US 2015-0293631 A1 US 8633916 B2 US 8797295 B2 WO 2011-071837 A2 WO 2011-071837 A3	26/07/2012 26/09/2013 03/10/2012 16/09/2015 14/03/2013 17/10/2012 22/04/2013 14/01/2015 28/02/2014 19/09/2012 07/11/2013 07/11/2013 30/07/2012 16/10/2011 16/05/2014 01/05/2014 09/01/2014 03/04/2014 11/06/2015 15/10/2015 21/01/2014 05/08/2014 16/06/2011 15/09/2011
US 2011-0279250 A1	17/11/2011	AR 084111 A1 CN 102893241 A EP 2569685 A1 US 8791800 B2 WO 2011-141854 A1	24/04/2013 23/01/2013 20/03/2013 29/07/2014 17/11/2011
US 2009-0243632 A1	01/10/2009	JP 2009-239666 A JP 5191769 B2 US 8125232 B2	15/10/2009 08/05/2013 28/02/2012
US 2005-0274191 A1	15/12/2005	JP 2006-030159 A US 7159466 B2	02/02/2006 09/01/2007

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 ハーバズ、アントニー エドワード
ニュージーランド国、オークランド、メイランギ ベイ、サンライズ アベニュー 101

(72)発明者 シュラッター、サミュエル
イスイス国、ヌーシャテル、リュ デ ラ コート 115

(72)発明者 スコット - ウッズ、イアン
ニュージーランド国、オークランド、オネフンガ、キャメロン ストリート 65

F ターム(参考) 2F063 AA25 BA29 HA01 HA05 HA10