

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6759689号
(P6759689)

(45) 発行日 令和2年9月23日 (2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日 (2020.9.7)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 B 7/16 (2006.01) G O 1 B 7/16 R

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-94481 (P2016-94481)	(73) 特許権者	000004075
(22) 出願日	平成28年5月10日 (2016.5.10)		ヤマハ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-203656 (P2017-203656A)		静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号
(43) 公開日	平成29年11月16日 (2017.11.16)	(74) 代理人	100120329
審査請求日	平成31年3月22日 (2019.3.22)		弁理士 天野 一規
		(74) 代理人	100106264
			弁理士 石田 耕治
		(74) 代理人	100176876
			弁理士 各務 幸樹
		(72) 発明者	奥宮 保郎
			静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号 ヤマ
			ハ株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 克典
			静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号 ヤマ
			ハ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歪みセンサユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伸縮性を有する基材と、

前記基材に積層され、前記基材の伸縮方向に沿って配設される帯状の 1 又は複数の歪みセンサ素子と、

前記 1 又は複数の歪みセンサ素子の長手方向両端部近傍に歪みセンサ素子の幅方向に延びるよう前記基材に配設され、前記歪みセンサ素子よりも曲げ弾性率が大きく、上記基材の変形を抑制する 1 対の変形抑制部と

を備え、

前記 1 対の変形抑制部が前記 1 又は複数の歪みセンサ素子から離間して配設され、

前記変形抑制部の前記歪みセンサ素子の幅方向の長さが前記歪みセンサ素子の平均幅以上である歪みセンサユニット。

【請求項 2】

前記 1 対の変形抑制部と前記 1 又は複数の歪みセンサ素子の長手方向先端との距離が、前記 1 又は複数の歪みセンサ素子の平均長さの 1 / 5 以下である請求項 1 に記載の歪みセンサユニット。

【請求項 3】

複数の前記歪みセンサ素子が平行に配設され、

前記基材が前記複数の歪みセンサ素子の間に歪みセンサ素子と平行なスリットを有する請求項 1 又は請求項 2 に記載の歪みセンサユニット。

10

20

【請求項 4】

前記変形抑制部が歪みセンサ素子の長手方向に交差する方向の中心軸を有する密巻きコイルバネを含む請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載の歪みセンサユニット。

【請求項 5】

前記基材の裏面の平面視で歪みセンサ素子の長手方向両側に配設される 1 対の滑り止めをさらに備える請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の歪みセンサユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、歪みセンサユニットに関する。

10

【背景技術】

【0002】

伸縮に対する抵抗体の抵抗変化から歪みを検出する歪みセンサユニットが知られている。また、このような抵抗体としては、一般的には金属や半導体を用いられている。しかしながら、金属や半導体は可逆的に伸縮可能な変形量が小さい。そのため、抵抗体として金属や半導体を用いた歪みセンサユニットは用途等に制限がある。

【0003】

そこで、前記抵抗体として、カーボンナノチューブ (CNT) を用いた歪みセンサユニットが提案されている (特開 2011-47702 号公報参照)。この公報に記載の歪みセンサユニットは、所定方向に配向させた複数のカーボンナノチューブを含むカーボンナノチューブ膜を有する。具体的には、前記歪みセンサユニットは、帯状のカーボンナノチューブ膜の両端部を測定対象に固定することで、カーボンナノチューブ膜の伸縮歪みを検出する。この歪みセンサは、カーボンナノチューブ膜がカーボンナノチューブの配向方向又は配向方向と垂直方向へ比較的大きく伸縮できるため、大きな歪みにも対応できる。

20

【0004】

前記公報には、前記歪みセンサユニットを手袋に配設して手の指の動きを検出することも提案している。このように、カーボンナノチューブ膜を用いる歪みセンサユニットを人体の表面に装着される布帛に配設する場合、布帛が人体表面上で滑ることによって、歪みセンサユニットが位置ずれするおそれがある。測定対象部位によっては、布帛が人体に対して位置ずれしやすい場合や、歪みセンサユニットのわずかな位置ずれによって検出精度が大きく低下する場合がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011-47702 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前記不都合に鑑みて、本発明は、歪みセンサの位置ずれを抑制できる歪みセンサユニットを提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するためになされた発明は、伸縮性を有する基材と、前記基材に積層され、前記基材の伸縮方向に沿って配設される帯状の 1 又は複数の歪みセンサと、前記 1 又は複数の歪みセンサの長手方向両端近傍に歪みセンサの長手方向に交差する方向に延びるよう配設され、前記歪みセンサよりも曲げ弾性率が大きい 1 対の変形抑制部とを備える歪みセンサユニットである。

【0008】

当該歪みセンサユニットは、前記 1 又は複数の歪みセンサの長手方向両端近傍に歪みセンサの長手方向に交差する方向に延びるよう配設され、前記歪みセンサよりも曲げ弾性率

50

が大きい１対の変形抑制部を備えることによって、歪みセンサの長手方向両側の基材が変形しにくい。このため、当該歪みセンサユニットは、歪みセンサの長手方向両側の基材が測定対象に対して滑りにくく、これにより歪みセンサの位置ずれが抑制されるので、比較的検出精度が高い。なお、歪みセンサの「近傍」とは、歪みセンサの長手方向先端からの距離が歪みセンサの平均長さの $1/5$ 以下、好ましくは $1/10$ 以下である範囲を意味する。また、「曲げ弾性率」とは、JIS-K7171(2008)に準拠して測定される値である。

【0009】

前記１対の変形抑制部が１又は複数の歪みセンサの端部に重畳されるとよい。このように、前記１対の変形抑制部が１又は複数の歪みセンサの端部に重畳されることによって、歪みセンサの位置ずれをより確実に抑制することができる。

10

【0010】

複数の前記歪みセンサが平行に配設され、前記基材が前記複数の歪みセンサの間に歪みセンサと平行なスリットを有するとよい。このように、複数の前記歪みセンサが平行に配設され、前記基材が前記複数の歪みセンサの間に歪みセンサと平行なスリットを有することによって、歪みセンサ間が分離され、１つの歪みセンサの変位が他の歪みセンサに影響を及ぼしにくいので、比較的検出精度が高くなる。

【0011】

前記変形抑制部が歪みセンサの長手方向に交差する方向の中心軸を有する密巻きコイルバネを含むとよい。このように、前記変形抑制部が歪みセンサの長手方向に交差する方向の中心軸を有する密巻きコイルバネを含むことによって、変形抑制部の剛性を比較的容易に最適化することができ、特に変形抑制部の歪みセンサの長手方向に交差する方向の圧縮変形を防止することができる。このため、当該歪みセンサユニットは、歪みセンサの位置ずれをより確実に抑制することができる。

20

【0012】

前記基材の裏面の平面視で歪みセンサの長手方向両側に配設される１対の滑り止めをさらに備えるとよい。このように、前記基材の裏面の平面視で歪みセンサの長手方向両側に配設される１対の滑り止めをさらに備えることによって、歪みセンサの長手方向両側の基材の測定対象に対する滑りをより確実に抑制して歪みセンサの位置ずれをより確実に抑制することができる。なお、「裏面」とは、測定対象に対向する面を意味する。

30

【発明の効果】

【0013】

以上のように、本発明の歪みセンサユニットは、歪みセンサの位置ずれを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図１】本発明の一実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

【図２】図１の歪みセンサユニットの模式的断面図である。

【図３】本発明の図１とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

40

【図４】図３の歪みセンサユニットの模式的断面図である。

【図５】本発明の図１及び図３とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

【図６】本発明の図１、図３及び図５とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

【図７】本発明の図１、図３、図５及び図６とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

【図８】本発明の図１、図３、図５乃至図７とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを示す模式的平面図である。

【図９】本発明の図１、図３、図５乃至図８とは異なる実施形態の歪みセンサユニットを

50

示す模式的平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、適宜図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳説する。

【0016】

[第一実施形態]

図1及び図2に示す本発明の第一実施形態に係る歪みセンサユニットは、伸縮性を有する基材1と、この基材1に積層され、基材1の伸縮方向に沿って配設される帯状の歪みセンサ2と、この歪みセンサ2の長手方向両端近傍に歪みセンサ2の長手方向に交差する方向に延びるよう配設され、歪みセンサ2よりも曲げ弾性率が高い1対の変形抑制部3とを備える。

10

【0017】

当該歪みセンサユニットは、例えば人や動物の体の特定の部位の動きを検出するために用いることができる。具体例としては、当該歪みセンサユニットは、人の顔の表情筋や顎関節等の動きを検出するために用いられる。

【0018】

<基材>

基材1は、当該歪みセンサユニットの構造材であり、シート状の材料から形成され、少なくとも歪みセンサ2を保持する部分が帯状に形成される。この基材1は、歪みセンサ2を保持すると共に、測定対象に取り付け可能に構成される。この基材1は、測定対象と共に伸縮し、この伸縮を歪みセンサ2に伝達することによって歪みセンサ2を測定対象と共に伸縮させる機能を果たす。

20

【0019】

基材1を形成する材料としては、伸縮性を有するものであれば特に限定されないが、例えば不織布、一方向に引き揃えられた縦糸とこの一方向に交差する方向に引き揃えられ縦糸と規則的に組み合わせられた横糸とからなる織物、一本又は数本の糸によって多数のループを形成し多数のループが絡み合うように編まれた編物等、これらのいずれかにエラストマーを含浸したシート、繊維を含まないエラストマー製シートなどが挙げられる。これらの中でも、伸縮性の観点から編物によって基材1を形成することが好ましい。

【0020】

また、基材1の測定対象への取り付け構造としては、測定対象の外周に装着できるように基材1が予め環状に形成されてもよく、帯状の基材1の両端を例えば面ファスナー等で貼り合わせることによって装着時に環状にできものであってもよく、帯状の基材1の両端に測定対象の突起部等に引っかけられるフック又はループを有してもよい。具体例として、基材1は、人体に密着するタイツ等の着衣、サポーター、マスク等に類する構造を有するとよい。

30

【0021】

基材1の平均幅の下限としては、1cmが好ましく、1.5cmがより好ましい。一方、基材1の平均幅の上限としては、10cmが好ましく、7cmがより好ましい。基材1の平均幅が前記下限に満たない場合、基材1が面方向に変形して装着位置がずれやすくなるおそれがある。逆に、基材1の平均幅が前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットを装着した被検者の運動を阻害したり違和感を与えるおそれがある。

40

【0022】

基材1の平均厚さの下限としては、100μmが好ましく、200μmがより好ましい。一方、基材1の平均厚さの上限としては、2mmが好ましく、1mmがより好ましい。基材1の平均厚さが前記下限に満たない場合、基材1の強度が不十分となるおそれがある。逆に、基材1の平均厚さが前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットを装着した被検者の運動を阻害したり違和感を与えるおそれがある。

【0023】

基材1の目付の下限としては、100g/m²が好ましく、150g/m²がより好ま

50

しい。一方、基材 1 の目付の上限としては、 300 g/m^2 が好ましく、 250 g/m^2 がより好ましい。基材 1 の目付が前記下限に満たない場合、基材 1 の強度が不十分となるおそれがある。逆に、基材 1 の目付が前記上限を超える場合、基材 1 の剛性が高くなり、検出感度が不十分となるおそれや、当該歪みセンサユニットを装着した被検者の運動を阻害したり違和感を与えるおそれがある。

【0024】

基材 1 の 100% 伸び荷重（平均長さが 2 倍になる張力）の下限としては、1 N が好ましく、10 N がより好ましい。一方、基材 1 の 100% 伸び荷重の上限としては、10 kN が好ましく、1 kN がより好ましい。基材 1 の 100% 伸び荷重が前記下限に満たない場合、基材 1 の収縮力が不足し、収縮時の検出に遅れが生じるおそれや、位置ずれにより検出精度が低下するおそれがある。逆に、基材 1 の 100% 伸び荷重が前記上限を超える場合、測定する部位の動きを阻害したり、被検者に違和感を与えたりするおそれがある。

【0025】

<歪センサ>

前記歪センサ 2 は、基材 1 の表面（測定対象と反対側の面）に重ねられて固定されている。より詳しくは、当該歪みセンサユニットにおいて、歪センサ 2 は、基材 1 の短手方向中央に貼設されている。このように、歪センサ 2 を基材 1 の中央部に貼設することによって、歪センサ 2 の周囲の基材 1 が均等に伸縮し、歪センサ 2 の位置ずれを抑制できる。

【0026】

また、歪センサ 2 は、帯状に形成され、長手方向の伸縮を主に検出するように構成される。従って当該歪みセンサユニットにおいて、歪センサ 2 は、基材 1 の長手方向の伸縮を主に検出する。なお、「長手方向の伸縮を主に検出する」とは、検出値における長手方向の伸縮成分の寄与率が 90% 以上、好ましくは 95% 以上であることを意味する。

【0027】

これら歪センサ 2 としては、伸縮により抵抗値が変化する歪抵抗素子を用いることができ、特に、カーボンナノチューブ（以下、CNT ということがある）を用いた CNT 歪センサが好適に用いられる。つまり、当該歪みセンサユニットは、歪抵抗素子からなる歪センサ 2 の抵抗値を不図示の検出回路によって測定することにより、測定対象部位の動きに応じて変化する基材 1 の伸縮量を検出する。

【0028】

前記 CNT 歪センサは、例えば基材 1 に貼着される伸縮可能なシート状の支持膜と、この支持膜の表面側に積層される CNT 膜と、前記 CNT 膜を保護する保護膜とを備える構成とすることができる。

【0029】

前記 CNT 歪センサの支持膜の平均厚さとしては、例えば $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 5 mm 以下とすることができる。

【0030】

この支持膜の材質としては、柔軟性を有する限り特に限定されず、例えば合成樹脂、ゴム、不織布等を挙げることができる。

【0031】

前記合成樹脂としては、例えばフェノール樹脂（PF）、エポキシ樹脂（EP）、メラミン樹脂（MF）、尿素樹脂（ユリア樹脂、UF）、不飽和ポリエステル（UP）、アルキド樹脂、ポリウレタン（PUR）、熱硬化性ポリイミド（PI）、ポリエチレン（PE）、高密度ポリエチレン（HDPE）、中密度ポリエチレン（MDPE）、低密度ポリエチレン（LDPE）、ポリプロピレン（PP）、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン（PS）、ポリ酢酸ビニル（PVAc）、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂（ABS）、アクリロニトリルスチレン樹脂（AS）、ポリメチルメタアクリル（PMMA）、ポリアミド（PA）、ポリアセタール（POM）、ポリカーボネート（PC）、変性ポリフェニレンエーテル（m-PPE）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、環状ポリオレフィン（COP

10

20

30

40

50

）等を挙げることができる。

【0032】

前記ゴムとしては、例えば天然ゴム（NR）、ブチルゴム（IIR）、イソプレンゴム（IR）、エチレン・プロピレンゴム（EPDM）、ブタジエンゴム（BR）、ウレタンゴム（U）、スチレン・ブタジエンゴム（SBR）、シリコーンゴム（Q）、クロロプレンゴム（CR）、クロロスルホン化ポリエチレンゴム（CSM）、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、塩素化ポリエチレン（CM）、アクリルゴム（ACM）、エピクロルヒドリンゴム（CO，ECO）、フッ素ゴム（FKM）、ポリジメチルシロキサン（PDMS）等を挙げることができる。これらのゴムの中でも強度等の点から天然ゴムが好ましい。

10

【0033】

また、前記CNT歪センサのCNT膜の両端部分には電極が形成され、この電極に配線が例えば導電性接着剤等によって接続される。

【0034】

このCNT膜は、多数のCNT繊維を含有する樹脂組成物で形成される。具体的には、CNT膜は、一方向に配向する複数のCNT繊維からなる複数のCNT繊維束と、この複数のCNT繊維束の周面を被覆する樹脂層とを有する。このようなCNT膜を延伸する歪みが加わった場合に、CNT繊維同士の接触具合に変化が起こり、歪センサとして抵抗変化を得ることができる。なお、より効率よく歪みを検出するには、CNT膜中のCNT繊維が伸縮方向に配向されていることが好ましい。

20

【0035】

CNT膜の無荷重状態での平均厚さの下限としては、1 μmが好ましく、10 μmがより好ましい。一方、CNT膜の平均厚さの上限としては、1 mmが好ましく、0.5 mmがさらに好ましい。CNT膜の平均厚さが前記下限に満たない場合、このような薄膜の形成が困難になるおそれや、伸長時に抵抗が上昇し過ぎるおそれがある。逆に、CNT膜の平均厚さが前記上限を超える場合、伸縮性が不十分となるおそれや、伸縮に対する抵抗変化、つまり検出感度が不十分となるおそれや、被検者に違和感を与えるおそれがある。

【0036】

なお、CNT膜は、CNT繊維を平面状に略平行に配置した単層構造からなってもよいし、多層構造からなってもよい。但し、ある程度の導電性を確保するためには、多層構造とすることが好ましい。

30

【0037】

CNT繊維としては、単層のシングルウォールナノチューブ（SWNT）や、多層のマルチウォールナノチューブ（MWNT）のいずれも用いることができるが、導電性及び熱容量等の点から、MWNTが好ましく、直径1.5 nm以上100 nm以下のMWNTがさらに好ましい。

【0038】

また、前記CNT膜の樹脂層は、樹脂を主成分とし、複数のCNT繊維束の周面を被覆する層である。樹脂層の主成分としては、前記支持膜の材料として例示した合成樹脂やゴム等を挙げることができ、これらの中でもゴムが好ましい。ゴムを用いることで、大きな歪みに対してもCNT繊維の十分な保護機能を発揮することができる。また、CNT膜の樹脂層は前記支持膜又は保護膜と一体に形成されてもよい。換言すると、CNT繊維の層に含浸しない樹脂層の厚さを大きくすることによって、支持膜又は保護膜を省略してもよい。

40

【0039】

このようなCNT歪センサによって形成される歪センサ2の無荷重状態での平均幅の下限としては、0.1 mmが好ましく、0.5 mmがより好ましい。一方、歪センサ2の平均幅の上限としては、10 mmが好ましく、5 mmがより好ましい。歪センサ2の平均幅が前記下限に満たない場合、検出感度が不十分となるおそれや、測定対象部位の動きにより歪センサ2が断裂するおそれがある。逆に、歪センサ2の平均幅が前記上限を超える場

50

合、被検者に違和感を与えるおそれがある。

【0040】

また、歪センサ2の無荷重状態での平均長さは測定対象部位に応じて選択される。一般論として、歪センサ2の無荷重状態での平均長さの下限としては、3mmが好ましく、15mmがより好ましい。一方、歪センサ2の無荷重状態での平均長さの上限としては、70mmが好ましく、50mmがより好ましい。歪センサ2の平均長さが前記下限に満たない場合、基材1のわずかなずれによって検出値が大きく変化し、検出誤差が大きくなるおそれがある。逆に、歪センサ2の平均長さが前記上限を超える場合、検出する動きによって長さが変化しない領域を含むことになり、動きに対する歪センサ2の長さの変化率が小さくなることで検出感度が不十分となるおそれがある。

10

【0041】

また、歪センサ2の10%伸び荷重の下限としては、0.01Nが好ましく、0.03Nがより好ましく、0.05Nがさらに好ましい。一方、歪センサ2の10%伸び荷重の上限としては、0.5Nが好ましく、0.3Nがより好ましく、0.2Nがさらに好ましい。歪センサ2の10%伸び荷重が前記下限に満たない場合、測定対象部位の動作以外の要因で伸縮することにより検出精度が不十分となるおそれがある。逆に、歪センサ2の10%伸び荷重が前記上限を超える場合、伸長時の反力が大きくなり、被検者に違和感や拘束感を与えるおそれがある。

【0042】

それぞれの歪センサ2の無荷重状態での抵抗値の下限としては、例えば10 が好ましく、100 がより好ましい。一方、歪センサ2の無荷重状態での抵抗値の上限としては、100k が好ましく、10k がより好ましい。歪センサ2の無荷重状態での抵抗値が前記下限に満たない場合、伸びを検出するための電流が大きくなり消費電力が大きくなるおそれがある。逆に、歪センサ2の無荷重状態での抵抗値が前記上限を超える場合、検出回路の電圧が高くなり、小型化及び省電力化が困難となるおそれがある。

20

【0043】

それぞれの歪センサ2の伸長による抵抗値の変化率は、十分な検出精度が得られるよう適宜選択されるものであるが、歪センサ2の無荷重状態での抵抗値に対する10%延伸した状態での抵抗値の比としては、例えば1.5倍以上20倍以下とされる。

【0044】

基材1への歪センサ2の貼着は、基材1及び歪センサ2の伸縮を阻害しないこと、具体的には伸び荷重が十分に小さい接着剤を用いることが好ましい。このような伸び荷重が小さい接着剤としては、例えば湿気硬化型ポリウレタン接着剤等が挙げられる。

30

【0045】

<変形抑制部>

1対の変形抑制部3は、歪みセンサ2の長手方向両端部の基材1の変形を抑制することにより、1対の変形抑制部3の間の基材1の反り返りを防止して測定対象への密着性を向上することで、歪みセンサ2の位置ずれを抑制する。

【0046】

本実施形態における変形抑制部3は、歪みセンサ2と重ならないようわずかに隙間を空けて配設されている。このように、変形抑制部3を歪みセンサ2から離間して配設することにより、平面視で変形抑制部3が傾斜した場合に歪みセンサ2に加わる応力を抑制することができる。

40

【0047】

また、変形抑制部3は、例えば人体表面の凹部に基材1の変形抑制部3配設部分が嵌まり込むような形状となるよう、測定対象の凹凸に合わせて形状を選択することにより、変形抑制部3の測定対象に対する位置ずれを効果的に抑制できる。このため、変形抑制部3は、無負荷状態で基材1を歪みセンサ2の長手方向と垂直な方向の断面視で湾曲させるように屈曲していてもよい。

【0048】

50

変形抑制部 3 の構成としては、基材 1 に他の部材を取り付けることで剛性を大きくした構成であってもよく、例えば糸の縫い付け、樹脂組成物の塗布等によって基材 1 の変形を抑制するものであってもよい。また、バネ性を有する糸状又は板状の部材を配置してもよい。

【0049】

変形抑制部 3 は、歪みセンサ 2 の長手方向に交差する方向に延びる帯状に形成されることが好ましい。このように、変形抑制部 3 が帯状に形成されることにより、変形抑制部 3 の占有面積を小さくしつつ効果的に基材 1 の変形を抑制できるので、当該歪みセンサユニットの装着性を損なうことなく、歪みセンサ 2 の位置ずれを防止することができる。

【0050】

変形抑制部 3 は、歪みセンサ 2 の長手方向に交差する方向の基材 1 の伸縮を防止できるものであることが好ましい。具体的には、変形抑制部 3 は、歪みセンサ 2 の長手方向に交差する方向の中心軸を有する密巻きコイルバネを含むとよい。密巻きコイルバネは、隙間を空けずにワイヤを巻回して形成される弦巻きバネであって、長さ方向（中心軸方向）に圧縮不能である。また、ワイヤの曲げ弾性率を選択することで、当該歪みセンサユニットの使用に際して実質的に伸長せず、測定対象の表面形状に合わせる程度に屈曲することは可能としつつ、基材 1 が反り返るような大きな変形を防止して基材 1 が測定対象に対して滑りやすくなることを防止することができる。

【0051】

密巻きコイルバネは、例えば布帛、エラストマー樹脂シート等のシート状の材料に固定されていることが好ましい。具体的には、密巻きコイルバネが 1 対の布帛又はエラストマー樹脂シートによって挟み込まれていてもよく、1 枚の布帛又はエラストマー樹脂シートに接着又は縫い付けされていてもよい。このように、密巻きコイルバネがシート状の材料に固定されていることによって、基材 1 に対して比較的容易に固定することができるので、変形抑制部 3 を形成しやすくなる。

【0052】

変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向に直交する方向の最大長さの下限としては、歪みセンサ 2 の平均幅の 5 倍が好ましく、10 倍がより好ましい。一方、変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向に直交する方向の最大長さの上限としては、歪みセンサ 2 の平均幅の 100 倍が好ましく、50 倍がより好ましい。変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向に直交する方向の最大長さが前記下限に満たない場合、歪みセンサ 2 の位置ずれを十分に抑制できないおそれがある。逆に、変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向に直交する方向の最大長さが前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットの幅が不必要に大きくなることで被検者に違和感や拘束感を与えるおそれがある。

【0053】

変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向の幅の下限としては、特に限定されず、変形抑制部 3 の剛性が十分大きくなる幅とすればよい。一方、変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向の幅の上限としては、歪みセンサ 2 の平均長さの 1 倍が好ましく、0.5 倍がより好ましい。変形抑制部 3 の歪みセンサ 2 の長手方向の幅が前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットの幅が不必要に大きくなることで被検者に違和感や拘束感を与えるおそれがある。

【0054】

変形抑制部 3 の曲げ弾性率は、その断面積等によっても異なるが、歪みセンサ 2 よりも大きく、かつ基材 1 の反り返りを防止できる大きさとされる。具体的には、変形抑制部 3 の曲げ弾性率の下限としては、1 kPa が好ましく、10 kPa がより好ましい。一方、変形抑制部 3 の曲げ弾性率の上限としては、10 MPa が好ましく、1 MPa がより好ましい。変形抑制部 3 の曲げ弾性率が前記下限に満たない場合、基材 1 の反り返りを防止できないことで歪みセンサ 2 の位置ずれを抑制できないおそれがある。逆に、変形抑制部 3 の曲げ弾性率が前記上限を超える場合、基材 1 が測定対象に密着しないことで被験者（体の動きを測定される者）に違和感や拘束感を与えるおそれがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

< 利 点 >

当該歪みセンサユニットは、歪みセンサ 2 の長手方向両端近傍に曲げ弾性率が高い 1 対の変形抑制部 3 を備えることによって、歪みセンサ 2 の両側の基材 1 が変形しにくいので、歪みセンサ 2 の位置ずれが抑制されることで比較的検出精度が高い。

【 0 0 5 6 】

[第二実施形態]

図 3 及び図 4 に示す本発明の第二実施形態に係る歪みセンサユニットは、伸縮性を有する基材 1 と、この基材 1 に積層され、基材 1 の伸縮方向に沿って配設される帯状の歪みセンサ 2 と、この歪みセンサ 2 の長手方向両端近傍に歪みセンサ 2 の長手方向に交差する方向に延びよう配設され、歪みセンサ 2 よりも曲げ弾性率が高い 1 対の変形抑制部 3 a と、基材 1 の裏面の平面視で歪みセンサ 2 の長手方向両側に配設される 1 対の滑り止め 4 を備える。

10

【 0 0 5 7 】

図 3 及び図 4 の歪みセンサユニットにおける基材 1 及び歪みセンサ 2 の構成は、図 1 及び図 2 の歪みセンサユニットにおける基材 1 及び歪みセンサ 2 の構成と同様とすることができる。このため、図 3 及び図 4 の歪みセンサユニットについて、図 1 及び図 2 の歪みセンサユニットと同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

【 0 0 5 8 】

< 変形抑制部 >

20

図 3 及び図 4 の歪みセンサユニットにおける変形抑制部 3 a は、歪みセンサ 2 の端部に重畳されるよう配設される点を除いて、図 1 及び図 2 の歪みセンサユニットにおける変形抑制部 3 と同様である。

【 0 0 5 9 】

当該歪みセンサユニットでは、変形抑制部 3 a が歪みセンサ 2 の端部に重畳されるよう配設されるので、1 対の変形抑制部 3 a 間の距離が比較的小さくなることから歪みセンサ 2 の位置ずれをより確実に抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

< 滑り止め >

滑り止め 4 は、基材 1 の裏面に積層され、測定対象との摩擦を増大して、基材 1 ひいて場歪みセンサ 2 が位置ずれすることをより確実に抑制する。

30

【 0 0 6 1 】

滑り止め 4 は、平面視で変形抑制部 3 a と重複するよう配設されてもよく、変形抑制部 3 a のさらに外側に配設されてもよい。

【 0 0 6 2 】

滑り止め 4 の材質としては、例えば合成ゴム、天然ゴム等を用いることができる。また、滑り止め 4 に平面形状としては、特に限定されず、例えば方形、円形等任意の形状とすることができ、基材 1 を部分的に露出又は部分的に被覆するパターン状であってもよい。

【 0 0 6 3 】

滑り止め 4 は、基材 1 の裏面に接着されてもよく、基材 1 の裏面に樹脂組成物を塗工することにより形成されてもよい。

40

【 0 0 6 4 】

滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向の平均長さの下限としては、1 mm が好ましく、3 mm がより好ましい。一方、滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向の平均長さの上限としては、50 mm が好ましく、30 mm がより好ましい。滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向の平均長さが前記下限に満たない場合、摩擦を増大できずに歪みセンサ 2 の位置ずれ抑制効果を促進できないおそれがある。逆に、滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向の平均長さが前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットが不必要に大きくなるおそれがある。

【 0 0 6 5 】

50

滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向に垂直な方向の平均長さの下限としては、3 mm が好ましく、5 mm がより好ましい。一方、滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向に垂直な方向の平均長さの上限としては、変形抑制部 3 a の長さの 1 . 2 倍が好ましく、変形抑制部 3 a の長さの 1 倍がより好ましい。滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向に垂直な方向の平均長さが前記下限に満たない場合、摩擦を増大できずに歪みセンサ 2 の位置ずれ抑制効果を促進できないおそれがある。逆に、滑り止め 4 の歪みセンサ 2 の長手方向に垂直な方向の平均長さが前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットが不必要に大きくなるおそれがある。

【 0 0 6 6 】

[第三実施形態]

図 5 に示す本発明の第三実施形態に係る歪みセンサユニットは、伸縮性を有する基材 1 b と、この基材 1 b に積層され、基材 1 b の伸縮方向に沿って平行に配設される複数 (2 つ) の歪みセンサ 2 と、この複数歪みセンサ 2 の長手方向両端近傍に歪みセンサ 2 の長手方向に交差する方向に延びよう配設され、歪みセンサ 2 よりも曲げ弾性率が大きい 1 対の変形抑制部 3 とを備える。

【 0 0 6 7 】

図 5 の歪みセンサユニットにおける歪みセンサ 2 及び変形抑制部 3 の構成は、図 1 及び図 2 の歪みセンサユニットにおける歪みセンサ 2 及び変形抑制部 3 の構成と同様とすることができる。このため、図 5 の歪みセンサユニットについて、図 1 及び図 2 の歪みセンサユニットと同じ構成要素には同じ符号を付して重複する説明を省略する。

【 0 0 6 8 】

< 基材 >

基材 1 b は、複数の歪みセンサ 2 の間に、これらの歪みセンサ 2 と平行なスリット 5 を有する。

【 0 0 6 9 】

(スリット)

スリット 5 は、複数の歪みセンサ 2 間で基材 1 b を分断することにより、複数の歪みセンサ 2 が互いに独立して伸縮できるようにする。つまり、当該歪みセンサユニットは、1 つの歪みセンサ 2 の変位が他の歪みセンサ 2 の変位に影響を及ぼしにくいので、比較的検出精度が高い。

【 0 0 7 0 】

スリット 5 の長さの下限としては、歪みセンサ 2 の幅方向中心線の長さの $1 / 2$ が好ましく、 $2 / 3$ がより好ましい。一方、スリット 5 の長さの上限としては、歪みセンサ 2 の幅方向中心線の長さの 1 . 2 倍が好ましく、1 倍がより好ましい。スリット 5 の長さが前記下限に満たない場合、歪みセンサ 2 間の相互干渉を十分に低減できないおそれがある。逆に、スリット 5 の長さが前記上限を超える場合、当該歪みセンサユニットが不必要に大きくなるおそれや、変形抑制部 3 により歪みセンサ 2 の位置ずれを抑制する効果が小さくなるおそれがある。

【 0 0 7 1 】

[その他の実施形態]

前記実施形態は、本発明の構成を限定するものではない。従って、前記実施形態は、本明細書の記載及び技術常識に基づいて前記実施形態各部の構成要素の省略、置換又は追加が可能であり、それらは全て本発明の範囲に属するものと解釈されるべきである。

【 0 0 7 2 】

当該歪みセンサユニットは、図 6 に示すように、1 対の変形抑制部 3 c が歪みセンサ 2 の長手方向に垂直な方向に対して傾斜していてもよく、図 7 に示すように、1 対の変形抑制部 3 d が互いに歪みセンサ 2 の長手方向に対して異なる傾斜角度で傾斜して配置されてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、当該歪みセンサユニットは、図 8 に示すように、変形抑制部 3 e が屈曲又は湾曲

10

20

30

40

50

していてもよい。

【0074】

当該歪みセンサユニットにおいて、例えば図9に示すように、変形抑制部3fの平面形状が、歪みセンサ2の長さ方向に長いものであってもよい。つまり、当該歪みセンサユニットにおける変形抑制部は、平面視で歪みセンサの長手方向に垂直な方向の長さが歪みセンサの幅よりも大きければよい。

【0075】

当該歪みセンサユニットは、平行に配設される3つ以上の歪みセンサを備えてもよい。また、当該歪みセンサユニットは、平行に配設される複数の歪みセンサを有する場合であっても、基材にスリットが形成されていなくてもよい。

10

【0076】

当該歪みセンサユニットにおいて、基材は帯状でなくてもよく、例えばマスク、シャツ等に準じた人体に密着する任意の形状を有してもよい。

【0077】

当該歪みセンサユニットにおいて、歪みセンサは、基材の短手方向中央からずれた位置に配設されてもよい。

【0078】

当該歪みセンサユニットにおいて、変形抑制部は、基材の裏面側に積層されてもよく、この場合、変形抑制部が滑り止めを兼ねてもよい。

【0079】

20

1つの基材上に複数の歪みセンサと各歪みセンサの長手方向両側にそれぞれ1対の変形抑制部が配設されてもよい。例えばマスク状の基材に複数の表情筋等の動きを検出するために異なる形状の複数の歪みセンサ及び変形抑制部の組を異なる向きに配置してもよい。

【0080】

当該歪みセンサユニットは、人体以外に、例えば動物、機械等の動きを検出するために用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明に係る歪みセンサユニットは、特に人体の動きを検出するために好適に利用することができる。

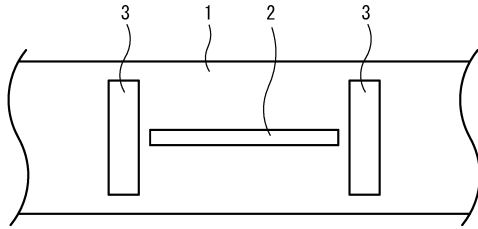
30

【符号の説明】

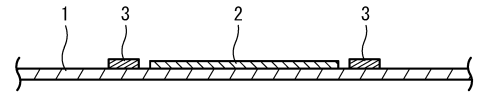
【0082】

- 1, 1b 基材
- 2 歪みセンサ
- 3, 3a, 3c, 3d, 3e, 3f 変形抑制部
- 4 滑り止め
- 5 スリット

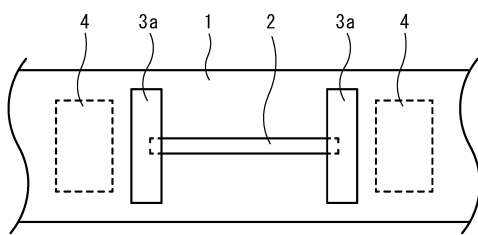
【図 1】



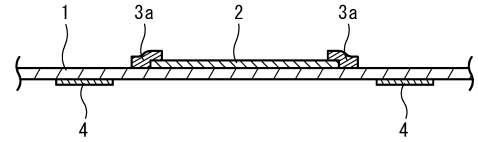
【図 2】



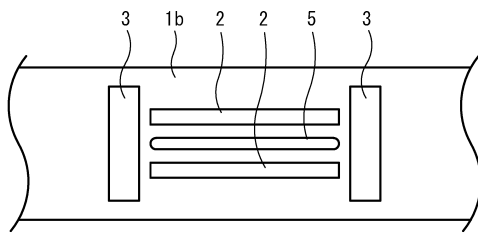
【図 3】



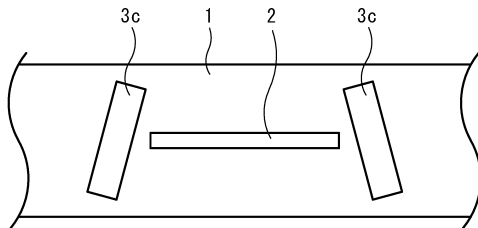
【図 4】



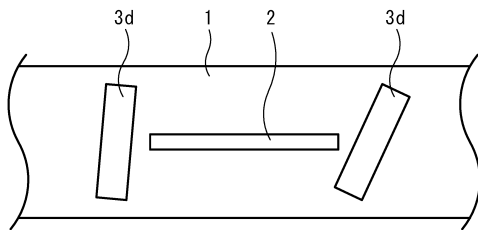
【図 5】



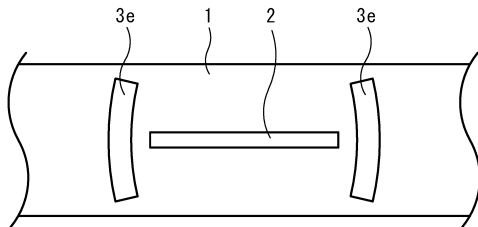
【図 6】



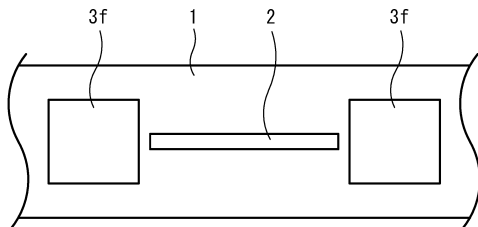
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 谷高 幸司
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開2016-145725(JP,A)
国際公開第2016/060031(WO,A1)
特開2000-159052(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 7/00-7/34