

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-6486  
(P2024-6486A)

(43)公開日 令和6年1月17日(2024.1.17)

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)  
A 6 1 B 5/026(2006.01) A 6 1 B 5/026 1 1 0 4 C 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-107388(P2022-107388)	(71)出願人	000114215 ミネベアミツミ株式会社 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3
(22)出願日	令和4年7月1日(2022.7.1)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
		(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(72)発明者	北村 厚 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内
		(72)発明者	浅川 寿昭 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内
		(72)発明者	丹羽 真一

最終頁に続く

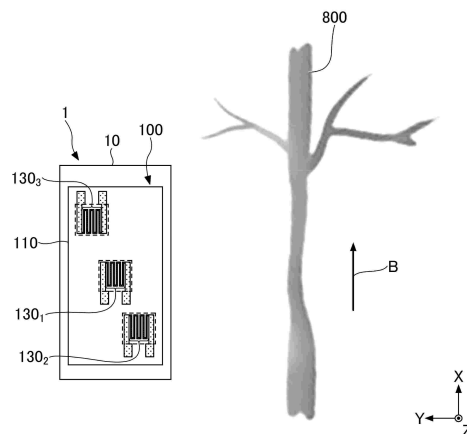
(54)【発明の名称】 バイタルセンサ

(57)【要約】

【課題】脈波に加えて血管の拡張方向や収縮方向を検出可能なバイタルセンサを提供する。

【解決手段】本バイタルセンサは、血流を監視するバイタルセンサであって、被験者の被測定部位に装着される起歪体と、前記起歪体上に配置されたひずみゲージと、を有し、前記ひずみゲージは、前記起歪体に生じるひずみによって生じる磁気変化を検出する検出素子を3つ以上有し、前記被測定部位において血管が延伸する方向を第1方向、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたときに、前記起歪体は、少なくとも3つの前記検出素子の前記第1方向の位置が異なり、かつ前記第2方向の位置が異なるように前記被測定部位に装着される。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

血流を監視するバイタルセンサであって、  
被験者の被測定部位に装着される起歪体と、  
前記起歪体上に配置されたひずみゲージと、を有し、  
前記ひずみゲージは、前記起歪体に生じるひずみによって生じる磁気変化を検出する検出素子を3つ以上有し、

前記被測定部位において血管が延伸する方向を第1方向、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたときに、

前記起歪体は、少なくとも3つの前記検出素子の前記第1方向の位置が異なり、かつ前記第2方向の位置が異なるように前記被測定部位に装着される、バイタルセンサ。

10

**【請求項 2】**

前記起歪体は、少なくとも3つの前記検出素子が前記第1方向及び前記第2方向に対して一定間隔となるように前記被測定部位に装着される、請求項1に記載のバイタルセンサ。

**【請求項 3】**

少なくとも3つの前記検出素子は、

第1検出素子と、

前記起歪体が前記被測定部位に装着されたときに前記第1検出素子の前記第1方向の一方側かつ前記第2方向の一方側に配置される第2検出素子と、

20

前記起歪体が前記被測定部位に装着されたときに前記第1検出素子の前記第1方向の他方側かつ前記第2方向の他方側に配置される第3検出素子と、を含み、

前記第2検出素子と前記第3検出素子は、前記第1検出素子を挟んで対向する、請求項1又は2に記載のバイタルセンサ。

**【請求項 4】**

少なくとも3つの前記検出素子は、

前記起歪体が前記被測定部位に装着されたときに前記第2検出素子の前記第2方向の他方側に配置される第4検出素子と、前記第3検出素子の前記第2方向の一方側に配置される第5検出素子と、をさらに含み、

前記第4検出素子と前記第5検出素子は、前記第1検出素子を挟んで対向する、請求項3に記載のバイタルセンサ。

30

**【請求項 5】**

少なくとも3つの前記検出素子は、

グリッド方向を同一方向に向けて配置された第1検出素子、第2検出素子、及び第3検出素子を含み、

前記第1検出素子、前記第2検出素子、及び前記第3検出素子は、グリッド方向の位置が異なり、かつグリッド方向に直交する方向の位置が異なり、

前記第2検出素子と前記第3検出素子は、前記第1検出素子を挟んで対向する、請求項1又は2に記載のバイタルセンサ。

**【請求項 6】**

40

少なくとも3つの前記検出素子は、

グリッド方向を前記同一方向に向けて配置された第4検出素子及び第5検出素子をさらに含み、

前記第4検出素子は、前記第2検出素子とグリッド方向の位置が同じで、かつ第3検出素子とグリッド方向に直交する方向の位置が同じであり、

前記第5検出素子は、前記第3検出素子とグリッド方向の位置が同じで、かつ第2検出素子とグリッド方向に直交する方向の位置が同じであり、

前記第4検出素子と前記第5検出素子は、前記第1検出素子を挟んで対向する、請求項5に記載のバイタルセンサ。

**【請求項 7】**

50

前記起歪体は、前記第1検出素子、前記第2検出素子、及び前記第3検出素子がグリッド方向を前記第1方向に向けて配置されるように前記被測定部位に装着される、請求項5又は6に記載のバイタルセンサ。

【請求項8】

ゲージ率が10以上である、請求項1乃至7の何れか一項に記載のバイタルセンサ。

【請求項9】

前記検出素子は磁性体を含み、

前記検出素子は、前記起歪体に生じるひずみによって前記磁性体に圧力が加わったときの前記磁性体の磁化の強さの変化を検出する検出素子である、請求項1乃至8の何れか一項に記載のバイタルセンサ。

10

【請求項10】

前記検出素子は、磁性膜で絶縁膜を挟んだ磁気トンネル接合の構造を含んでおり、

前記検出素子は、前記起歪体に生じたひずみによって前記構造で発生する磁気変化を検出する検出素子である、請求項1乃至8の何れか一項に記載のバイタルセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バイタルセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

心臓が血液を送り出すことに伴い発生する脈波を検出する脈波センサが知られている。一例として、外力の作用により撓み可能に支持されている起歪体となる受圧板と、その受圧板の撓みを電気信号に変換する圧電変換手段とが設けられた脈波センサが挙げられる。この脈波センサは、受圧板の可撓領域が外方に向かって凸曲面となるドーム状に形成されており、圧電変換手段として受圧板における頂部の内面に圧力検出素子を備えている（例えば、特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-78689号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、脈波の他に血管の拡張方向や収縮方向などについても計測できるバイタルセンサが求められている。

【0005】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、脈波に加えて血管の拡張方向や収縮方向を検出可能なバイタルセンサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本バイタルセンサは、血流を監視するバイタルセンサであって、被験者の被測定部位に装着される起歪体と、前記起歪体上に配置されたひずみゲージと、を有し、前記ひずみゲージは、3つ以上の検出素子であって、前記起歪体に生じるひずみによって生じる磁気変化を検出する検出素子を有し、前記被測定部位において血管が延伸する方向を第1方向、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたときに、前記起歪体は、少なくとも3つの前記検出素子の前記第1方向の位置が異なり、かつ前記第2方向の位置が異なるように前記被測定部位に装着される。

40

【発明の効果】

【0007】

開示の技術によれば、脈波に加えて血管の拡張方向や収縮方向を検出可能なバイタルセ

50

ンサを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態に係るバイタルセンサを例示する平面図である。

【図2】第1実施形態に係るバイタルセンサが被験者の血流を監視する様子を模式的に示す図(その1)である。

【図3】第1実施形態に係るバイタルセンサが被験者の血流を監視する様子を模式的に示す図(その2)である。

【図4】第1実施形態に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図である。

【図5】第1実施形態に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の断面図である。 10

【図6】第1実施形態の変形例1に係るバイタルセンサを例示する平面図である。

【図7】第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図である。

【図8】第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の断面図である。

【図9】第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図(その1)である。

【図10】第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図(その2)である。

【図11】第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図(その3)である。 20

【図12】第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図(その4)である。

【図13】第2実施形態に係るひずみゲージに含まれる検出素子の一例を示す平面図および断面図である。

【図14】第3実施形態に係るひずみゲージに含まれる検出素子の一例を示す斜視図、平面図、および断面図である。

【図15】第3実施形態に係るひずみゲージに含まれる検出素子の他の一例を示す斜視図、平面図、および断面図である。

【図16】第3実施形態に係るひずみゲージに含まれる検出素子の、更に他の一例を示す斜視図、平面図、および断面図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【0010】

第1実施形態

[バイタルセンサ]

図1は、第1実施形態に係るバイタルセンサを例示する平面図である。図1を参照すると、バイタルセンサ1は、被験者の被測定部位に装着される起歪体10と、起歪体10上に配置されたひずみゲージ100とを有している。 40

【0011】

起歪体10は、例えば、平面視で長形状である。起歪体10の大きさは、例えば、縦10mm×横15mm×厚さ0.1mm程度とすることができる。起歪体10の材料としては、例えば、SUS(ステンレス鋼)、銅、及びアルミニウム等を用いることができる。ひずみゲージ100は、3つ以上の検出素子を含んでいる。本実施形態では、ひずみゲージ100は、検出素子として抵抗体を含む抵抗体ひずみゲージである。

【0012】

ひずみゲージ100は、基材110上に、受感部となる第1抵抗体130<sub>1</sub>、第2抵抗体130<sub>2</sub>、及び第3抵抗体130<sub>3</sub>を有している。第1抵抗体130<sub>1</sub>、第2抵抗体1 50

30<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、例えば、平面視で同一形状である。ここで、同一形状とは、回転対称に配置された形状も含む。

【0013】

第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、各々の長手方向（後述のグリッド方向）を同一方向に向けて基材110上に配置されている。図1では、グリッド方向をX方向、グリッド方向と直交するグリッド幅方向をY方向としている。また、X方向及びY方向に直交する方向（起歪体10の厚さ方向）をZ方向としている。

【0014】

第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、グリッド方向の位置が異なり、かつグリッド方向に直交する方向の位置が異なる。なお、各抗体の位置とは、平面視で基材110の抗体が形成されている領域（以降、抗体形成領域とする）の重心の位置を指すものとする。つまり、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>の抗体形成領域の重心のX座標及びY座標は、すべて異なる。

10

【0015】

第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、例えば、グリッド方向に対して一定間隔に配置されている。つまり、例えば、第1抗体130<sub>1</sub>と第2抗体130<sub>2</sub>のX方向の距離と、第1抗体130<sub>1</sub>と第3抗体130<sub>3</sub>のX方向の距離とは等しい。

【0016】

第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、例えば、グリッド方向に直交する方向に対しても一定間隔に配置されている。つまり、また、例えば、第1抗体130<sub>1</sub>と第2抗体130<sub>2</sub>のY方向の距離と、第1抗体130<sub>1</sub>と第3抗体130<sub>3</sub>のY方向の距離とは等しい。

20

【0017】

なお、各抗体間の間隔（距離）とは、平面視で各抗体の抗体形成領域の重心の間隔（距離）を指すものとする。また、距離が等しいとは、短い方の距離が長い方の距離の90%以上である場合を含むものとする。

【0018】

第2抗体130<sub>2</sub>と第3抗体130<sub>3</sub>は、第1抗体130<sub>1</sub>を挟んで、グリッド方向に対して斜めとなる方向に、対向して配置されている。ここで、第2抗体130<sub>2</sub>と第3抗体130<sub>3</sub>が第1抗体130<sub>1</sub>を挟んで対向して配置されるとは、平面視で、第2抗体130<sub>2</sub>の抗体形成領域の重心と第3抗体130<sub>3</sub>の抗体形成領域の重心とを結ぶ直線が、第1抗体130<sub>1</sub>の何れかの部分を通過することである。

30

【0019】

図2及び図3は、第1実施形態に係るバイタルセンサが被験者の血流を監視する様子を模式的に示す図である。図2は血管800が収縮したときの様子を模式的に示し、図3は血管800が拡張したときの様子を模式的に示している。図2及び図3の矢印Bは、被験者の被測定部位において血管800が延伸する方向であり、血液の流れる方向でもある。

【0020】

バイタルセンサ1は、血流を監視するセンサであって、例えば、起歪体10の下面側が被験者の橈骨動脈に当たるように被験者の手首に装着される。つまり、被験者の被測定部位は、例えば、被験者の手首である。

40

【0021】

起歪体10は、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>の血管の延伸する矢印Bの方向の位置が異なり、かつ矢印Bに直交する方向の位置が異なるように被験者の被測定部位に装着される。起歪体10は、例えば、グリッド方向であるX方向が矢印Bの方向と一致するように、被験者の被測定部位に装着される。つまり、起歪体10は、例えば、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>がグリッド方向を矢印Bの方向に向けて配置されるように被験者の被測定部位に装着され

50

る。

【0022】

なお、図2及び図3では便宜上バイタルセンサ1を拡大して示しているが、バイタルセンサ1は第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>のすべてが血管800上に位置する大きさとされている。ひずみゲージ100において、各抗体形成領域の大きさは、例えば、0.3mm角程度とすることができる。

【0023】

起歪体10が被験者の被測定部位に装着されたときに、例えば、第1抗体130<sub>1</sub>は、グリッド方向を矢印B方向に向けて、血管800の中心線付近上に配置される。また、第2抗体130<sub>2</sub>は、第1抗体130<sub>1</sub>の矢印Bの方向の一方側(図2及び図3ではX-側)かつ矢印Bに直交する方向の一方側(図2及び図3ではY-側)に配置される。

10

【0024】

また、第3抗体130<sub>3</sub>は、第1抗体130<sub>1</sub>の矢印Bの方向の他方側(図2及び図3ではX+側)かつ矢印Bに直交する方向の他方側(図2及び図3ではY+側)に配置される。つまり、第2抗体130<sub>2</sub>と第3抗体130<sub>3</sub>は、第1抗体130<sub>1</sub>を挟んで、矢印B方向に対して斜めとなる方向に、対向して配置される。

【0025】

第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、例えば、グリッド方向に対して一定間隔に配置される。また、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>は、例えば、グリッド方向に直交する方向に対しても一定間隔に配置される。

20

【0026】

血管800は、脈波に応じて収縮、拡張を繰り返す。バイタルセンサ1は、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>の矢印Bの方向の位置が異なり、かつ矢印Bに直交する方向の位置が異なるように被験者の被測定部位に装着される。そのため、バイタルセンサ1は、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>の出力の変化に基づいて、脈波を検出できると共に、血管800内の血液の流量変動と、血管800の拡張方向及び収縮方向の検出が可能となる。

【0027】

また、バイタルセンサ1は、ひずみゲージにより血流を監視するため、血管中の酸素化ヘモグロビンの吸収特性変化を利用した光学方式のセンサや、高価で大掛かりな光ファイバ式のFBGセンサ(Fiber Bragg Gratingセンサ)等に比べて、安価なウェアラブル方式のバイタルセンサを実現できる。特に、各抗体に後述のCr混相膜を用いる場合には、安価、小型、かつ高精度のウェアラブル方式のバイタルセンサを実現できる。

30

【0028】

以下、ひずみゲージ100について詳説する。なお、特に区別する必要がない場合は、第1抗体130<sub>1</sub>、第2抗体130<sub>2</sub>、及び第3抗体130<sub>3</sub>を抗体130と総称する場合がある。

【0029】

図4は、第1実施形態に係るひずみゲージの1つの抗体近傍の平面図である。図5は、第1実施形態に係るひずみゲージの1つの抗体近傍の断面図であり、図4のA-A線に沿う断面を示している。図1、図4、及び図5を参照すると、ひずみゲージ100は、抗体130、配線140、電極150、及びカバー層160を含む組を3組有しており、これらは1つの基材110上に配置されている。ただし、図1とは異なり、1つの基材110上に抗体130、配線140、電極150、及びカバー層160を含む組を1組有するひずみゲージを、起歪体10上に3つ配置してもよい。なお、図4では、便宜上、カバー層160の外縁のみを破線で示している。カバー層160は、必要に応じて設ければよい。

40

【0030】

なお、図4及び図5では、便宜上、ひずみゲージ100において、基材110の抗体

50

130が設けられている側を上側又は一方の側、抵抗体130が設けられていない側を下側又は他方の側とする。また、各部位の抵抗体130が設けられている側の面を一方の面又は上面、抵抗体130が設けられていない側の面を他方の面又は下面とする。ただし、ひずみゲージ100は天地逆の状態で見ることができ、又は任意の角度で配置できる。また、平面視とは対象物を基材110の上面110aの法線方向から視ることを指し、平面形状とは対象物を基材110の上面110aの法線方向から見た形状を指すものとする。

#### 【0031】

基材110は、抵抗体130等を形成するためのベース層となる部材であり、可撓性を有する。基材110の厚さは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、5 $\mu$ m~500 $\mu$ m程度とすることができる。特に、基材110の厚さが5 $\mu$ m~200 $\mu$ mであると、接着層等を介して基材110の下面に接合される起歪体表面からの歪の伝達性、環境に対する寸法安定性の点で好ましく、10 $\mu$ m以上であると絶縁性の点で更に好ましい。

10

#### 【0032】

基材110は、例えば、PI（ポリイミド）樹脂、エポキシ樹脂、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）樹脂、PEN（ポリエチレンナフタレート）樹脂、PET（ポリエチレンテレフタレート）樹脂、PPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂、LCP（液晶ポリマー）樹脂、ポリオレフィン樹脂等の絶縁樹脂フィルムから形成できる。なお、フィルムとは、厚さが500 $\mu$ m以下程度であり、可撓性を有する部材を指す。

20

#### 【0033】

ここで、『絶縁樹脂フィルムから形成する』とは、基材110が絶縁樹脂フィルム中にフィラーや不純物等を含むことを妨げるものではない。基材110は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含む絶縁樹脂フィルムから形成しても構わない。

#### 【0034】

基材110の樹脂以外の材料としては、例えば、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>（YSZも含む）、Si、Si<sub>2</sub>N<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（サファイヤも含む）、ZnO、ペロブスカイト系セラミックス（CaTiO<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>）等の結晶性材料が挙げられ、更に、それ以外に非晶質のガラス等が挙げられる。また、基材110の材料として、アルミニウム、アルミニウム合金（ジュラルミン）、チタン等の金属を用いてもよい。この場合、金属製の基材110上に、例えば、絶縁膜が形成される。

30

#### 【0035】

抵抗体130は、基材110上に所定のパターンで形成された薄膜であり、ひずみを受けて抵抗変化を生じる受感部である。抵抗体130は、基材110の上面110aに直接形成されてもよいし、基材110の上面110aに他の層を介して形成されてもよい。なお、図4では、便宜上、抵抗体130を濃い梨地模様で示している。

#### 【0036】

抵抗体130は、複数の細長状部が長手方向を同一方向（図4のA-A線方向（X方向））に向けて所定間隔で配置され、隣接する細長状部の端部が互い違いに連結されて、全体としてジグザグに折り返す構造である。複数の細長状部の長手方向がグリッド方向となり、グリッド方向と垂直な方向がグリッド幅方向（図4ではA-A線と垂直な方向（Y方向））となる。

40

#### 【0037】

グリッド幅方向の最も外側に位置する2つの細長状部の長手方向の一端部は、グリッド幅方向に屈曲し、抵抗体130のグリッド幅方向の各々の終端130e<sub>1</sub>及び130e<sub>2</sub>を形成する。抵抗体130のグリッド幅方向の各々の終端130e<sub>1</sub>及び130e<sub>2</sub>は、配線140を介して、電極150と電気的に接続されている。言い換えれば、配線140は、抵抗体130のグリッド幅方向の各々の終端130e<sub>1</sub>及び130e<sub>2</sub>と各々の電極150とを電気的に接続している。

#### 【0038】

50

抵抗体 130 は、例えば、Cr (クロム) を含む材料、Ni (ニッケル) を含む材料、又は Cr と Ni の両方を含む材料から形成できる。すなわち、抵抗体 130 は、Cr と Ni の少なくとも一方を含む材料から形成できる。Cr を含む材料としては、例えば、Cr 混相膜が挙げられる。Ni を含む材料としては、例えば、Cu - Ni (銅ニッケル) が挙げられる。Cr と Ni の両方を含む材料としては、例えば、Ni - Cr (ニッケルクロム) が挙げられる。

【0039】

ここで、Cr 混相膜とは、Cr、CrN、Cr<sub>2</sub>N 等が混相した膜である。Cr 混相膜は、酸化クロム等の不可避不純物を含んでもよい。

【0040】

抵抗体 130 の厚さは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、0.05 μm ~ 2 μm 程度とすることができる。特に、抵抗体 130 の厚さが 0.1 μm 以上であると、抵抗体 130 を構成する結晶の結晶性 (例えば、 $\alpha$ -Cr の結晶性) が向上する点で好ましい。また、抵抗体 130 の厚さが 1 μm 以下であると、抵抗体 130 を構成する膜の内部応力に起因する膜のクラックや基材 110 からの反りを低減できる点で更に好ましい。抵抗体 130 の幅は、抵抗値や横感度等の要求仕様に対して最適化し、かつ断線対策も考慮して、例えば、10 μm ~ 100 μm 程度とすることができる。

【0041】

例えば、抵抗体 130 が Cr 混相膜である場合、安定な結晶相である  $\alpha$ -Cr (アルファクロム) を主成分とすることで、ゲージ特性の安定性を向上できる。また、抵抗体 130 が  $\alpha$ -Cr を主成分とすることで、ひずみゲージ 100 のゲージ率を 10 以上、かつゲージ率温度係数 TCS 及び抵抗温度係数 TCR を -1000 ppm / °C ~ +1000 ppm / °C の範囲内とすることができる。ここで、主成分とは、対象物質が抵抗体を構成する全物質の 50 重量% 以上を占めることを意味するが、ゲージ特性を向上する観点から、抵抗体 130 は  $\alpha$ -Cr を 80 重量% 以上含むことが好ましく、90 重量% 以上含むことが更に好ましい。なお、 $\alpha$ -Cr は、bcc 構造 (体心立方格子構造) の Cr である。

【0042】

また、抵抗体 130 が Cr 混相膜である場合、Cr 混相膜に含まれる CrN 及び Cr<sub>2</sub>N は 20 重量% 以下であることが好ましい。Cr 混相膜に含まれる CrN 及び Cr<sub>2</sub>N が 20 重量% 以下であることで、ゲージ率の低下を抑制できる。

【0043】

また、CrN 及び Cr<sub>2</sub>N 中の Cr<sub>2</sub>N の割合は 80 重量% 以上 90 重量% 未満であることが好ましく、90 重量% 以上 95 重量% 未満であることが更に好ましい。CrN 及び Cr<sub>2</sub>N 中の Cr<sub>2</sub>N の割合が 90 重量% 以上 95 重量% 未満であることで、半導体的な性質を有する Cr<sub>2</sub>N により、TCR の低下 (負の TCR) が一層顕著となる。更に、セラミックス化を低減することで、脆性破壊の低減がなされる。

【0044】

一方で、膜中に微量の N<sub>2</sub> もしくは原子状の N が混入、存在した場合、外的環境 (例えば高温環境下) によりそれらが膜外へ抜け出ること、膜応力の変化を生ずる。化学的に安定な CrN の創出により上記不安定な N を発生させることがなく、安定なひずみゲージを得ることができる。

【0045】

配線 140 は、基材 110 上に形成され、抵抗体 130 及び電極 150 と電氣的に接続されている。配線 140 は、第 1 金属層 141 と、第 1 金属層 141 の上面に積層された第 2 金属層 142 とを有している。配線 140 は直線状には限定されず、任意のパターンとすることができる。また、配線 140 は、任意の幅及び任意の長さとすることができる。なお、図 4 では、便宜上、配線 140 及び電極 150 を抵抗体 130 よりも薄い梨地模様で示している。

【0046】

電極 150 は、基材 110 上に形成され、配線 140 を介して抵抗体 130 と電氣的に

10

20

30

40

50

接続されており、例えば、配線 140 よりも拡幅して略矩形状に形成されている。電極 150 は、ひずみにより生じる抵抗体 130 の抵抗値の変化を外部に出力するための一対の電極であり、例えば、外部接続用のリード線等が接合される。

【0047】

電極 150 は、一対の第 1 金属層 151 と、各々の第 1 金属層 151 の上面に積層された第 2 金属層 152 とを有している。第 1 金属層 151 は、配線 140 の第 1 金属層 141 を介して抵抗体 130 の終端 130e<sub>1</sub> 及び 130e<sub>2</sub> と電氣的に接続されている。第 1 金属層 151 は、平面視において、略矩形状に形成されている。第 1 金属層 151 は、配線 140 と同じ幅に形成しても構わない。

【0048】

なお、抵抗体 130 と第 1 金属層 141 と第 1 金属層 151 とは便宜上別符号としているが、同一工程において同一材料により一体に形成できる。従って、抵抗体 130 と第 1 金属層 141 と第 1 金属層 151 とは、厚さが略同一である。また、第 2 金属層 142 と第 2 金属層 152 とは便宜上別符号としているが、同一工程において同一材料により一体に形成できる。従って、第 2 金属層 142 と第 2 金属層 152 とは、厚さが略同一である。

【0049】

第 2 金属層 142 及び 152 は、抵抗体 130 (第 1 金属層 141 及び 151) よりも低抵抗の材料から形成されている。第 2 金属層 142 及び 152 の材料は、抵抗体 130 よりも低抵抗の材料であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できる。例えば、抵抗体 130 が Cr 混相膜である場合、第 2 金属層 142 及び 152 の材料として、Cu、Ni、Al、Ag、Au、Pt 等、又は、これら何れかの金属の合金、これら何れかの金属の化合物、あるいは、これら何れかの金属、合金、化合物を適宜積層した積層膜が挙げられる。第 2 金属層 142 及び 152 の厚さは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、3 μm ~ 5 μm 程度とすることができる。

【0050】

第 2 金属層 142 及び 152 は、第 1 金属層 141 及び 151 の上面の一部に形成されてもよいし、第 1 金属層 141 及び 151 の上面の全体に形成されてもよい。第 2 金属層 152 の上面に、更に他の 1 層以上の金属層を積層してもよい。例えば、第 2 金属層 152 を銅層とし、銅層の上面に金層を積層してもよい。あるいは、第 2 金属層 152 を銅層とし、銅層の上面にパラジウム層と金層を順次積層してもよい。電極 150 の最上層を金層とすることで、電極 150 のはんだ濡れ性を向上できる。

【0051】

このように、配線 140 は、抵抗体 130 と同一材料からなる第 1 金属層 141 上に第 2 金属層 142 が積層された構造である。そのため、配線 140 は抵抗体 130 よりも抵抗が低くなるため、配線 140 が抵抗体として機能してしまうことを抑制できる。その結果、抵抗体 130 によるひずみ検出精度を向上できる。

【0052】

言い換えれば、抵抗体 130 よりも低抵抗な配線 140 を設けることで、ひずみゲージ 100 の実質的な受感部を抵抗体 130 が形成された局所領域に制限できる。そのため、抵抗体 130 によるひずみ検出精度を向上できる。

【0053】

特に、抵抗体 130 として Cr 混相膜を用いたゲージ率 10 以上の高感度なひずみゲージにおいて、配線 140 を抵抗体 130 よりも低抵抗化して実質的な受感部を抵抗体 130 が形成された局所領域に制限することは、ひずみ検出精度の向上に顕著な効果を発揮する。また、配線 140 を抵抗体 130 よりも低抵抗化することは、横感度を低減する効果も奏する。

【0054】

なお、配線 140 の引き回しパターンや、各電極 150 の位置は、適宜設定できる。例えば、各抵抗体に接続される電極 150 を所定の位置に一列に並べてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

カバー層 1 6 0 は、基材 1 1 0 上に形成され、抵抗体 1 3 0 及び配線 1 4 0 を被覆し電極 1 5 0 を露出する。配線 1 4 0 の一部は、カバー層 1 6 0 から露出してもよい。抵抗体 1 3 0 及び配線 1 4 0 を被覆するカバー層 1 6 0 を設けることで、抵抗体 1 3 0 及び配線 1 4 0 に機械的な損傷等が生じることを防止できる。また、カバー層 1 6 0 を設けることで、抵抗体 1 3 0 及び配線 1 4 0 を湿気等から保護できる。なお、カバー層 1 6 0 は、電極 1 5 0 を除く部分の全体を覆うように設けてもよい。

## 【 0 0 5 6 】

カバー層 1 6 0 は、例えば、P I 樹脂、エポキシ樹脂、P E E K 樹脂、P E N 樹脂、P E T 樹脂、P P S 樹脂、複合樹脂（例えば、シリコーン樹脂、ポリオレフィン樹脂）等の絶縁樹脂から形成できる。カバー層 1 6 0 は、フィラーや顔料を含有しても構わない。カバー層 1 6 0 の厚さは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、2  $\mu$  m ~ 3 0  $\mu$  m 程度とすることができる。

## 【 0 0 5 7 】

ひずみゲージ 1 0 0 を製造するためには、まず、基材 1 1 0 を準備し、基材 1 1 0 の上面 1 1 0 a に金属層（便宜上、金属層 A とする）を形成する。金属層 A は、最終的にパターンニングされて抵抗体 1 3 0、第 1 金属層 1 4 1、及び第 1 金属層 1 5 1 となる層である。従って、金属層 A の材料や厚さは、前述の抵抗体 1 3 0、第 1 金属層 1 4 1、及び第 1 金属層 1 5 1 の材料や厚さと同様である。

## 【 0 0 5 8 】

金属層 A は、例えば、金属層 A を形成可能な原料をターゲットとしたマグネトロンスパッタ法により成膜できる。金属層 A は、マグネトロンスパッタ法に代えて、反応性スパッタ法や蒸着法、アークイオンプレーティング法、パルスレーザー堆積法等を用いて成膜してもよい。

## 【 0 0 5 9 】

ゲージ特性を安定化する観点から、金属層 A を成膜する前に、下地層として、基材 1 1 0 の上面 1 1 0 a に、例えば、コンベンショナルスパッタ法により所定の膜厚の機能層を真空成膜することが好ましい。

## 【 0 0 6 0 】

本願において、機能層とは、少なくとも上層である金属層 A（抵抗体 1 3 0）の結晶成長を促進する機能を有する層を指す。機能層は、更に、基材 1 1 0 に含まれる酸素や水分による金属層 A の酸化を防止する機能や、基材 1 1 0 と金属層 A との密着性を向上する機能を備えていることが好ましい。機能層は、更に、他の機能を備えていてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

基材 1 1 0 を構成する絶縁樹脂フィルムは酸素や水分を含むため、特に金属層 A が C r を含む場合、C r は自己酸化膜を形成するため、機能層が金属層 A の酸化を防止する機能を備えることは有効である。

## 【 0 0 6 2 】

機能層の材料は、少なくとも上層である金属層 A（抵抗体 1 3 0）の結晶成長を促進する機能を有する材料であれば、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、C r（クロム）、T i（チタン）、V（バナジウム）、N b（ニオブ）、T a（タンタル）、N i（ニッケル）、Y（イットリウム）、Z r（ジルコニウム）、H f（ハフニウム）、S i（シリコン）、C（炭素）、Z n（亜鉛）、C u（銅）、B i（ビスマス）、F e（鉄）、M o（モリブデン）、W（タングステン）、R u（ルテニウム）、R h（ロジウム）、R e（レニウム）、O s（オスミウム）、I r（イリジウム）、P t（白金）、P d（パラジウム）、A g（銀）、A u（金）、C o（コバルト）、M n（マンガン）、A l（アルミニウム）からなる群から選択される 1 種又は複数種の金属、この群の何れかの金属の合金、又は、この群の何れかの金属の化合物が挙げられる。

## 【 0 0 6 3 】

上記の合金としては、例えば、F e C r、T i A l、F e N i、N i C r、C r C u 等

10

20

30

40

50

が挙げられる。また、上記の化合物としては、例えば、 $TiN$ 、 $TaN$ 、 $Si_3N_4$ 、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $SiO_2$ 等が挙げられる。

【0064】

機能層が金属又は合金のような導電材料から形成される場合には、機能層の膜厚は抵抗体の膜厚の $1/20$ 以下であることが好ましい。このような範囲であると、 $-Cr$ の結晶成長を促進できると共に、抵抗体に流れる電流の一部が機能層に流れて、ひずみの検出感度が低下することを防止できる。

【0065】

機能層が金属又は合金のような導電材料から形成される場合には、機能層の膜厚は抵抗体の膜厚の $1/50$ 以下であることがより好ましい。このような範囲であると、 $-Cr$ の結晶成長を促進できると共に、抵抗体に流れる電流の一部が機能層に流れて、ひずみの検出感度が低下することを更に防止できる。

10

【0066】

機能層が金属又は合金のような導電材料から形成される場合には、機能層の膜厚は抵抗体の膜厚の $1/100$ 以下であることが更に好ましい。このような範囲であると、抵抗体に流れる電流の一部が機能層に流れて、ひずみの検出感度が低下することを一層防止できる。

【0067】

機能層が酸化物や窒化物のような絶縁材料から形成される場合には、機能層の膜厚は、 $1\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ とすることが好ましい。このような範囲であると、 $-Cr$ の結晶成長を促進できると共に、機能層にクラックが入ることなく容易に成膜できる。

20

【0068】

機能層が酸化物や窒化物のような絶縁材料から形成される場合には、機能層の膜厚は、 $1\text{nm} \sim 0.8\mu\text{m}$ とすることがより好ましい。このような範囲であると、 $-Cr$ の結晶成長を促進できると共に、機能層にクラックが入ることなく更に容易に成膜できる。

【0069】

機能層が酸化物や窒化物のような絶縁材料から形成される場合には、機能層の膜厚は、 $1\text{nm} \sim 0.5\mu\text{m}$ とすることが更に好ましい。このような範囲であると、 $-Cr$ の結晶成長を促進できると共に、機能層にクラックが入ることなく一層容易に成膜できる。

【0070】

なお、機能層の平面形状は、例えば、図4に示す抵抗体の平面形状と略同一にパターンニングされている。しかし、機能層の平面形状は、抵抗体の平面形状と略同一である場合には限定されない。機能層が絶縁材料から形成される場合には、抵抗体の平面形状と同一形状にパターンニングしなくてもよい。この場合、機能層は少なくとも抵抗体が形成されている領域にベタ状に形成されてもよい。あるいは、機能層は、基材110の上面全体にベタ状に形成されてもよい。

30

【0071】

また、機能層が絶縁材料から形成される場合に、機能層の厚さを $50\text{nm}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下となるように比較的厚く形成し、かつベタ状に形成することで、機能層の厚さと表面積が増加するため、抵抗体が発熱した際の熱を基材110側へ放熱できる。その結果、ひずみゲージ100において、抵抗体の自己発熱による測定精度の低下を抑制できる。

40

【0072】

機能層は、例えば、機能層を形成可能な原料をターゲットとし、チャンバ内に $Ar$ (アルゴン)ガスを導入したコンベンショナルスパッタ法により真空成膜できる。コンベンショナルスパッタ法を用いることにより、基材110の上面110aを $Ar$ でエッチングしながら機能層が成膜されるため、機能層の成膜量を最小限にして密着性改善効果を得ることができる。

【0073】

ただし、これは、機能層の成膜方法の一例であり、他の方法により機能層を成膜してもよい。例えば、機能層の成膜の前に $Ar$ 等を用いたプラズマ処理等により基材110の上

50

面 1 1 0 a を活性化することで密着性改善効果を獲得し、その後マグネトロンスパッタ法により機能層を真空成膜する方法を用いてもよい。

【 0 0 7 4 】

機能層の材料と金属層 A の材料との組み合わせは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、機能層として T i を用い、金属層 A として - C r ( アルファクロム ) を主成分とする C r 混相膜を成膜可能である。

【 0 0 7 5 】

この場合、例えば、C r 混相膜を形成可能な原料をターゲットとし、チャンバ内に A r ガスを導入したマグネトロンスパッタ法により、金属層 A を成膜できる。あるいは、純 C r をターゲットとし、チャンバ内に A r ガスと共に適量の窒素ガスを導入し、反応性スパッタ法により、金属層 A を成膜してもよい。この際、窒素ガスの導入量や圧力 ( 窒素分圧 ) を変えることや加熱工程を設けて加熱温度を調整することで、C r 混相膜に含まれる C r N 及び C r<sub>2</sub> N の割合、並びに C r N 及び C r<sub>2</sub> N 中の C r<sub>2</sub> N の割合を調整できる。

10

【 0 0 7 6 】

これらの方法では、T i からなる機能層がきっかけで C r 混相膜の成長面が規定され、安定な結晶構造である - C r を主成分とする C r 混相膜を成膜できる。また、機能層を構成する T i が C r 混相膜中に拡散することにより、ゲージ特性が向上する。例えば、ひずみゲージ 1 0 0 のゲージ率を 1 0 以上、かつゲージ率温度係数 T C S 及び抵抗温度係数 T C R を - 1 0 0 0 p p m / ~ + 1 0 0 0 p p m / の範囲内とすることができる。なお、機能層が T i から形成されている場合、C r 混相膜に T i や T i N ( 窒化チタン ) が含まれる場合がある。

20

【 0 0 7 7 】

なお、金属層 A が C r 混相膜である場合、T i からなる機能層は、金属層 A の結晶成長を促進する機能、基材 1 1 0 に含まれる酸素や水分による金属層 A の酸化を防止する機能、及び基材 1 1 0 と金属層 A との密着性を向上する機能の全てを備えている。機能層として、T i に代えて T a 、 S i 、 A l 、 F e を用いた場合も同様である。

【 0 0 7 8 】

このように、金属層 A の下層に機能層を設けることにより、金属層 A の結晶成長を促進可能となり、安定な結晶相からなる金属層 A を作製できる。その結果、ひずみゲージ 1 0 0 において、ゲージ特性の安定性を向上できる。また、機能層を構成する材料が金属層 A に拡散することにより、ひずみゲージ 1 0 0 において、ゲージ特性を向上できる。

30

【 0 0 7 9 】

次に、金属層 A の上面に、第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 を形成する。第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 は、例えば、フォトリソグラフィ法により形成できる。

【 0 0 8 0 】

具体的には、まず、金属層 A の上面を覆うように、例えば、スパッタ法や無電解めっき法等により、シード層を形成する。次に、シード層の上面の全面に感光性のレジストを形成し、露光及び現像して第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 を形成する領域を露出する開口部を形成する。このとき、レジストの開口部の形状を調整することで、第 2 金属層 1 4 2 のパターンを任意の形状とすることができる。レジストとしては、例えば、ドライフィルムレジスト等を用いることができる。

40

【 0 0 8 1 】

次に、例えば、シード層を給電経路とする電解めっき法により、開口部内に露出するシード層上に第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 を形成する。電解めっき法は、タクトが高く、かつ、第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 として低応力の電解めっき層を形成できる点で好適である。膜厚の厚い電解めっき層を低応力とすることで、ひずみゲージ 1 0 0 に反りが生じることを防止できる。なお、第 2 金属層 1 4 2 及び第 2 金属層 1 5 2 は無電解めっき法により形成してもよい。

【 0 0 8 2 】

次に、レジストを除去する。レジストは、例えば、レジストの材料を溶解可能な溶液に

50

浸漬することで除去できる。

【0083】

次に、シード層の上面の全面に感光性のレジストを形成し、露光及び現像して、図4の抵抗体130、配線140、及び電極150と同様の平面形状にパターニングする。レジストとしては、例えば、ドライフィルムレジスト等を用いることができる。そして、レジストをエッチングマスクとし、レジストから露出する金属層A及びシード層を除去し、図4の平面形状の抵抗体130、配線140、及び電極150を形成する。

【0084】

例えば、ウェットエッチングにより、金属層A及びシード層の不要な部分を除去できる。金属層Aの下層に機能層が形成されている場合には、エッチングによって機能層は抵抗体130、配線140、及び電極150と同様に図4に示す平面形状にパターニングされる。なお、この時点では、抵抗体130、第1金属層141、及び第1金属層151上にシード層が形成されている。

【0085】

次に、第2金属層142及び第2金属層152をエッチングマスクとし、第2金属層142及び第2金属層152から露出する不要なシード層を除去することで、第2金属層142及び第2金属層152が形成される。なお、第2金属層142及び第2金属層152の直下のシード層は残存する。例えば、シード層がエッチングされ、機能層、抵抗体130、配線140、及び電極150がエッチングされないエッチング液を用いたウェットエッチングにより、不要なシード層を除去できる。

【0086】

その後、必要に応じ、基材110の上面110aに、抵抗体130及び配線140を被覆し電極150を露出するカバー層160を設けることで、ひずみゲージ100が完成する。カバー層160は、例えば、基材110の上面110aに、抵抗体130及び配線140を被覆し電極150を露出するように半硬化状態の熱硬化性の絶縁樹脂フィルムをラミネートし、加熱して硬化させて作製できる。カバー層160は、基材110の上面110aに、抵抗体130及び配線140を被覆し電極150を露出するように液状又はペースト状の熱硬化性の絶縁樹脂を塗布し、加熱して硬化させて作製してもよい。

【0087】

第1実施形態の変形例1

第1実施形態の変形例1では、第1実施形態とは抵抗体の配置が異なるひずみゲージを備えたバイタルセンサの例を示す。なお、第1実施形態の変形例1において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

【0088】

図6は、第1実施形態の変形例1に係るバイタルセンサを例示する平面図である。図6を参照すると、バイタルセンサ1Aは、ひずみゲージ100がひずみゲージ100Aに置換された点が、バイタルセンサ1と相違する。ひずみゲージ100Aは、第4抵抗体130<sub>4</sub>及び第5抵抗体130<sub>5</sub>が追加された点が、ひずみゲージ100と相違する。第4抵抗体130<sub>4</sub>及び第5抵抗体130<sub>5</sub>は、グリッド方向をX方向に向けて配置されている。

【0089】

第4抵抗体130<sub>4</sub>は、第2抵抗体130<sub>2</sub>とグリッド方向の位置が同じで、かつ第3抵抗体130<sub>3</sub>とグリッド方向に直交する方向の位置が同じである。第5抵抗体130<sub>5</sub>は、第3抵抗体130<sub>3</sub>とグリッド方向の位置が同じで、かつ第2抵抗体130<sub>2</sub>とグリッド方向に直交する方向の位置が同じである。第4抵抗体130<sub>4</sub>と第5抵抗体130<sub>5</sub>は、第1抵抗体130<sub>1</sub>を挟んで、グリッド方向に対して斜めとなる方向に、対向して配置されている。

【0090】

このように、第4抵抗体130<sub>4</sub>及び第5抵抗体130<sub>5</sub>が追加されたことで、第4抵抗体130<sub>4</sub>及び第5抵抗体130<sub>5</sub>から出力が得られるため、バイタルセンサ1Aが被

10

20

30

40

50

験者の被測定部位に装着されたときに、脈波、血管内の血液の流量変動、血管の拡張方向及び収縮方向の検出精度を向上できる。

【0091】

第1実施形態の変形例2

第1実施形態の変形例2では、第1実施形態とは各抵抗体の構造が異なるひずみゲージを備えたバイタルセンサの例を示す。なお、第1実施形態の変形例2において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

【0092】

図7は、第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図である。図8は、第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の断面図であり、図7のB-B線に沿う断面を示している。図7及び図8を参照すると、ひずみゲージ100Bは、基材110と、抵抗体230（複数の抵抗部231及び232）と、複数の電極251及び252とを有している。

10

【0093】

ひずみゲージ100Bは、抵抗体230並びに電極251及び252を含む組を3組有しており、これらは1つの基材110上に配置されている。抵抗体230並びに電極251及び252を含む各組において抵抗体230は、図1の第1抵抗体130<sub>1</sub>、第2抵抗体130<sub>2</sub>、及び第3抵抗体130<sub>3</sub>と同じ位置に配置される。ただし、1つの基材110上に抵抗体230並びに電極251及び252を含む組を1組有するひずみゲージを、起歪体10上に3つ配置してもよい。

20

【0094】

抵抗体230は、基材110上に形成されており、ひずみに応じて連続的に抵抗値が変化する受感部である。抵抗体230は、基材110の上面110a及び下面110bに直接形成されてもよいし、基材110の上面110a及び下面110bに他の層を介して形成されてもよい。

【0095】

抵抗体230は、絶縁層である基材110を介して積層された複数の抵抗部231及び232を含んでいる。なお、図7では、便宜上、抵抗部231及び232を梨地模様で示している。

【0096】

複数の抵抗部231は、基材110の上面110aに、長手方向をX方向に向けて所定間隔でY方向に並置された薄膜である。複数の抵抗部232は、基材110の下面110bに、長手方向をY方向に向けて所定間隔でX方向に並置された薄膜である。但し、複数の抵抗部231と複数の抵抗部232とは平面視で直交している必要はなく、交差していればよい。抵抗体230は、例えば、抵抗体130と同様の材料から形成される。

30

【0097】

抵抗体230の幅は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、0.1µm～1000µm（1mm）程度とすることができる。隣接する抵抗体230のピッチは、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、1mm～100mm程度とすることができる。なお、図7及び図8では、抵抗部231を6本、抵抗部232を10本図示しているが、抵抗部231及び232は、実際には数100～数10000本程度設けられる。

40

【0098】

電極251は、基材110の上面110aにおいて、各々の抵抗部231の両端部から延在しており、平面視において、抵抗部231よりも拡幅して略矩形状に形成されている。電極251は、押圧力により生じる抵抗部231の抵抗値の変化を外部に出力するための1対の電極であり、例えば、外部接続用のフレキシブル基板やリード線等が接合される。電極251の上面を、電極251よりもはんだ付け性が良好な金属で被覆してもよい。なお、抵抗部231と電極251とは便宜上別符号としているが、両者は同一工程において同一材料により一体に形成することができる。

50

## 【0099】

電極252は、基材110の下面110bにおいて、各々の抵抗部232の両端部から延在しており、平面視において、抵抗部232よりも拡幅して略矩形状に形成されている。電極252は、押圧力により生じる抵抗部232の抵抗値の変化を外部に出力するための1対の電極であり、例えば、外部接続用のフレキシブル基板やリード線等が接合される。電極252の上面を、電極252よりもはんだ付け性が良好な金属で被覆してもよい。なお、抵抗部232と電極252とは便宜上別符号としているが、両者は同一工程において同一材料により一体に形成することができる。

## 【0100】

なお、基材110を貫通する貫通配線（スルーホール）を設け、電極251及び252を基材110の上面110a側又は下面110b側に集約してもよい。 10

## 【0101】

抵抗部231を被覆し電極251を露出するように基材110の上面110aにカバー層（絶縁樹脂層）を設けても構わない。又、抵抗部232を被覆し電極252を露出するように基材110の下面110bにカバー層（絶縁樹脂層）を設けても構わない。カバー層を設けることで、抵抗部231及び232に機械的な損傷等が生じることを防止できる。又、カバー層を設けることで、抵抗部231及び232を湿気等から保護することができる。なお、カバー層は、電極251及び252を除く部分の全体を覆うように設けてもよい。

## 【0102】

ひずみゲージ100Bにおいて、抵抗部231及び/又は抵抗部232が血流による圧力でひずむと、ひずんだ抵抗部（抵抗部231及び/又は抵抗部232）に接続された1対の電極間の抵抗値がひずみの大きさに応じて連続的に変化する。したがって、各電極251及び252から検出される抵抗値の変化をモニターすることで、血流による圧力が検出された位置のXY座標や圧力の大きさや、それらの変化を知ることができる。 20

## 【0103】

なお、血管は細く、末端になるほど分岐して血液の流れが変わるため、長手方向が一方のみを向く抵抗体では十分な感度が得られない場合がある。ひずみゲージ100Bのように格子状の抵抗体230を有することで、血管の分岐や血管の太さ、血管の拡張や収縮などの状態に拘らず脈波情報が得られるので、より精度の高いバイタルセンサを実現できる。 30

## 【0104】

## 第1実施形態の変形例3

第1実施形態の変形例3では、第1実施形態とは各抵抗体の構造が異なるひずみゲージを備えたバイタルセンサの他の例を示す。なお、第1実施形態の変形例3において、既に説明した実施形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

## 【0105】

図9は、第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図（その1）である。図9を参照すると、ひずみゲージ100Cは、基材110と、抵抗体330と、電極351及び352とを有している。 40

## 【0106】

ひずみゲージ100Cは、抵抗体330並びに電極351及び352を含む組を3組有しており、これらは1つの基材110上に配置されている。抵抗体330並びに電極351及び352を含む各組において抵抗体330は、図1の第1抵抗体130<sub>1</sub>、第2抵抗体130<sub>2</sub>、及び第3抵抗体130<sub>3</sub>と同じ位置に配置される。ただし、1つの基材110上に抵抗体330及び電極351及び352を含む組を1組有するひずみゲージを、起歪体10上に3つ配置してもよい。

## 【0107】

抵抗体330は、平面視において、円形渦巻き状にパターンニングされている。抵抗体330は、電極351と電極352とを接続する1本の連続するパターンであるが、ここで 50

は、便宜上、電極 3 5 1 からパターンが折り返す折り返し部 3 3 5 までを第 1 抵抗配線 3 3 1、折り返し部 3 3 5 から電極 3 5 2 までを第 2 抵抗配線 3 3 2 と称する。なお、図 9 では、便宜上、第 1 抵抗配線 3 3 1、第 2 抵抗配線 3 3 2、及び折り返し部 3 3 5 を互いに異なる梨地模様で示している。

【 0 1 0 8 】

抵抗体 3 3 0 において、第 1 抵抗配線 3 3 1 は、電極 3 5 1 から延伸して時計回りに外周側から中心側に円形渦巻き状にパターンニングされ、折り返し部 3 3 5 に至る。第 2 抵抗配線 3 3 2 は、折り返し部 3 3 5 から延伸して反時計回りに中心側から外周側に円形渦巻き状にパターンニングされ、電極 3 5 2 に至る。

【 0 1 0 9 】

第 1 抵抗配線 3 3 1 と第 2 抵抗配線 3 3 2 は、原則として交互に配置される。すなわち、折り返し部 3 3 5 近傍の一部分を除き、第 1 抵抗配線 3 3 1 の隣は必ず第 2 抵抗配線 3 3 2 であり、第 1 抵抗配線 3 3 1 の隣は必ず第 2 抵抗配線 3 3 2 である。折り返し部 3 3 5 近傍の一部分を除き、第 1 抵抗配線 3 3 1 同士、又は第 2 抵抗配線 3 3 2 同士が隣接することはない。抵抗体 3 3 0 は、例えば、抵抗体 1 3 0 と同様の材料から形成される。

【 0 1 1 0 】

起歪体 1 0 が血压を受けると、起歪体 1 0 の中心から同心円状に引張と圧縮のひずみ分布が生じる。そのため、同心円に沿うように抵抗体 3 3 0 を円形渦巻き状に設けることで、同心円全周のひずみを検知することができ、血压によりわずかに発生したひずみを効率よく検知することができる。

【 0 1 1 1 】

図 1 0 は、第 1 実施形態の変形例 3 に係るひずみゲージの 1 つの抵抗体近傍の平面図（その 2）である。図 1 0 を参照すると、ひずみゲージ 1 0 0 D は、基材 1 1 0 と、抵抗体 4 3 0 と、電極 4 5 1 及び 4 5 2 とを有している。

【 0 1 1 2 】

ひずみゲージ 1 0 0 D は、抵抗体 4 3 0 並びに電極 4 5 1 及び 4 5 2 を含む組を 3 組有しており、これらは 1 つの基材 1 1 0 上に配置されている。抵抗体 4 3 0 並びに電極 4 5 1 及び 4 5 2 を含む各組において抵抗体 4 3 0 は、図 1 の第 1 抵抗体 1 3 0<sub>1</sub>、第 2 抵抗体 1 3 0<sub>2</sub>、及び第 3 抵抗体 1 3 0<sub>3</sub> と同じ位置に配置される。ただし、1 つの基材 1 1 0 上に抵抗体 4 3 0 及び電極 4 5 1 及び 4 5 2 を含む組を 1 組有するひずみゲージを、起歪体 1 0 上に 3 つ配置してもよい。

【 0 1 1 3 】

抵抗体 4 3 0 は、平面視において、角形渦巻き状にパターンニングされている。抵抗体 4 3 0 は、抵抗体 3 3 0 の第 1 抵抗配線 3 3 1、第 2 抵抗配線 3 3 2、及び折り返し部 3 3 5 が第 1 抵抗配線 4 3 1、第 2 抵抗配線 4 3 2、及び折り返し部 4 3 5 に置換されたものである。また、電極 3 5 1 及び 3 5 2 が電極 4 5 1 及び 4 5 2 に置換されている。

【 0 1 1 4 】

このように、抵抗体は円形渦巻き状には限定されず、抵抗体 4 3 0 のような角形渦巻き状であってもよい。或いは、円形、角形以外の渦巻き状であってもよい。これらの場合も、円形渦巻き状の抵抗体 3 3 0 を配置する場合と同様の効果を奏する。

【 0 1 1 5 】

図 1 1 は、第 1 実施形態の変形例 3 に係るひずみゲージの 1 つの抵抗体近傍の平面図（その 3）である。図 1 1 を参照すると、ひずみゲージ 1 0 0 E は、抵抗体 3 3 0 B と、電極 3 5 1 B 及び 3 5 2 B が追加された点が、ひずみゲージ 1 0 0 C と相違する。抵抗体 3 3 0 B は、平面視で、抵抗体 3 3 0 の外側に配置された円形渦巻き状パターンである。

【 0 1 1 6 】

抵抗体 3 3 0 B において、第 1 抵抗配線 3 3 1 B は、電極 3 5 1 B から延伸して時計回りに外周側から中心側に円形渦巻き状にパターンニングされ、折り返し部 3 3 5 B に至る。第 2 抵抗配線 3 3 2 B は、折り返し部 3 3 5 B から延伸して反時計回りに中心側から外周側に円形渦巻き状にパターンニングされ、電極 3 5 2 B に至る。抵抗体 3 3 0 と抵抗体 3 3

10

20

30

40

50

0 B は、略同心円状に配置されている。

【0117】

ひずみゲージ100Eは、抵抗体330及び330B、電極351及び352、並びに電極351B及び351Bを含む組を3組有しており、これらは1つの基材110上に配置されている。抵抗体330及び330B、電極351及び352、並びに電極351B及び351Bを含む各組において抵抗体330及び330Bは、図1の第1抵抗体130<sub>1</sub>、第2抵抗体130<sub>2</sub>、及び第3抵抗体130<sub>3</sub>と同じ位置に配置される。ただし、1つの基材110上に抵抗体330及び330B、電極351及び352、並びに電極351B及び351Bを含む組を1組有するひずみゲージを、起歪体10上に3つ配置してもよい。

10

【0118】

このように、各々の抵抗体は、円形渦巻き状パターンの抵抗体330と、平面視で抵抗体330を囲むように配置された他の円形渦巻き状パターンの抵抗体330Bとを含んでもよい。この場合、抵抗体330と抵抗体330Bでハーフブリッジ回路を構成可能である。その結果、抵抗体からの出力を2倍にできるため、血流を精度よく検出できる。なお、起歪体10の下面側にも抵抗体330及び330Bと同様の円形渦巻き状パターンの抵抗体を配置してもよい。この場合、上面側の抵抗体330及び330Bと合わせてフルブリッジ回路を構成可能である。

【0119】

図12は、第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージの1つの抵抗体近傍の平面図(その4)である。図12を参照すると、ひずみゲージ100Fは、抵抗体430Bと、電極451B及び452Bが追加された点が、ひずみゲージ100Dと相違する。抵抗体430Bは、平面視で、抵抗体430の外側に配置された角形渦巻き状パターンである。

20

【0120】

抵抗体430Bにおいて、第1抵抗配線431Bは、電極451Bから延伸して時計回りに外周側から中心側に角形渦巻き状にパターンニングされ、折り返し部435Bに至る。第2抵抗配線432Bは、折り返し部435Bから延伸して反時計回りに中心側から外周側に角形渦巻き状にパターンニングされ、電極452Bに至る。抵抗体430と抵抗体430Bは、略同心状に配置されている。

【0121】

このように、角形渦巻き状のパターンの抵抗体430及び430Bを2重に配置してもよい。この場合も、円形渦巻き状のパターンを有する抵抗体330及び330Bを2重に配置する場合と同様の効果を奏する。なお、起歪体10の下面側にも抵抗体430及び430Bと同様の角形渦巻き状パターンの抵抗体を配置してもよい。この場合、上面側の抵抗体430及び430Bと合わせてフルブリッジ回路を構成可能である。

30

【0122】

以上、好ましい実施形態等について詳説したが、上述した実施形態等に制限されることなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施形態等に関する変形及び置換を加えることができる。

【0123】

このように、第1実施形態およびその変形例では、ひずみゲージ100の検出素子として、抵抗体を用いる例について説明した。すなわち、第1実施形態では、ひずみゲージ100が所謂「抵抗体ひずみゲージ」である場合について説明した。しかしながら、本開示に係るひずみゲージ100は抵抗体ひずみゲージに限定されない。例えば、ひずみゲージ100は、起歪体10に生じるひずみによって生じる磁気変化を検出する検出素子を3つ以上有したひずみゲージであってもよい。

40

【0124】

具体的には、ひずみゲージ100は、ピラリ現象(後述)を利用した検出素子を含んだひずみゲージであってもよい。また、ひずみゲージ100は、磁気トンネル接合(後述)の構造を有する検出素子を含んだひずみゲージであってもよい。以下、第2実施形態では

50

、ビラリ現象を利用した検出素子を含むひずみゲージ 100 について説明する。また、第 3 実施形態では、磁気トンネル接合の構造を有する検出素子を含んだひずみゲージ 100 について説明する。

#### 【0125】

##### 第 2 実施形態

図 13 は、第 2 実施形態に係るひずみゲージ 100 に含まれる検出素子 300 の一例を示す図である。図 13 の (a) は、検出素子 300 を図 1 の抵抗体 130<sub>1</sub>、130<sub>2</sub>、および 130<sub>3</sub> のように基材 110 に貼り付けたときの、上面（すなわち、貼付け面と反対の面）から見下ろした平面図である。一方、図 13 の (b) は、図 13 の (a) に示す検出素子 300 の、  
面における断面図を示している。なお、図 13 のいずれの図  
も、検出素子 300 の配線は図示していない。しかしながら、検出素子 300 は、後述する駆動コイル 320 と電源とを接続する配線と、感知コイル 380 によって検出された電流を伝達するための配線も有してよい。

10

#### 【0126】

図 13 の (a) に示す通り、検出素子 300 は、駆動コイル 320 と、感知コイル 380 と、ベース層 310 とを含む。感知コイル 380 は、ベース層 310 を芯材とするコイルである。また、駆動コイル 320 は、ベース層 310 を芯材としたコイルであって、感知コイルの外側に巻かれたコイルである。このように、駆動コイル 320 および感知コイル 380 は、駆動コイル 320 が外側、感知コイル 380 が内側に配置された 2 重構造を形成している。このように、感知コイル 380 を駆動コイル 320 の内側に巻くことで、  
感知コイル 380 全体に均一に交番磁界（後述）を加えることができる。これにより、検出素子 300 の性能が向上する。

20

#### 【0127】

駆動コイル 320 は、磁界を発生させるためのコイルである。電源から駆動コイル 320 に交流電流が供給されると、駆動コイル 320 はその周囲に交番磁界を生じさせる。ベース層 310 は、略平板状の金属板（後述するベース金属 370）を絶縁層（後述する絶縁層 360）で覆ったものである。ベース層 310 の金属板は、検出素子 300 における磁性体である。ベース層 310 の金属板は駆動コイル 320 が発生させた交番磁界によって磁化される。感知コイル 380 は、ベース金属 370 の磁化の強さを検出するためのコイルである。駆動コイル 320 および感知コイル 380 の材質は、Cu、Ag、Al、および Au 等の導電性金属、ならびに、これらの金属の合金であることが望ましい。なお、  
駆動コイル 320 および感知コイル 380 の巻き数および断面積の大きさは、検出素子 300 に要求されるひずみの検知感度に応じて適宜設計されてよい。

30

#### 【0128】

図 13 の (b) の断面図を参照して、検出素子 300 について更に詳述する。なお、以下説明する層 340 ~ 360 は、芯材であるベース金属 370 に巻き付けられや構造である。したがって、図 13 の (b) において、同じ部材番号を付した層はベース金属 370 を取り囲んで繋がっているといえる。

#### 【0129】

検出素子 300 は、前述の通り、ベース層 310 に感知コイル 380 および駆動コイル 320 が巻き付けられた構造をしている。ベース層 310 はベース金属 370 を絶縁層 360 が覆った構造をしている。絶縁層 360 を取り囲むように、絶縁層 350 が形成されている。絶縁層 350 は、感知コイル 380 を含む層であり、感知コイル 380 の間隙を絶縁材料で充填した層である。更に絶縁層 350 を取り囲むように、絶縁層 340 が形成される。絶縁層 340 は、駆動コイル 320 を含む層であり、駆動コイル 320 の間隙を絶縁材料で充填した層である。

40

#### 【0130】

なお、ベース金属 370 は、例えば、センダスト等の Fe-Si-Al 系合金、および、パーマロイ等の Ni-Fe 系合金等の軟磁性体材料で構成されることが望ましい。また、絶縁層 340、350、および 360 は、磁界に影響しないドライフィルムまたは感光性

50

ポリイミド等のレジスト硬化物であることが望ましい。

【0131】

図13の(b)の断面図が示す通り、検出素子300の貼り付け面側は、基材110に貼り付けられる。なお、検出素子300は、全体として平板または薄膜状の検出素子であってもよい。検出素子300が平板または薄膜状である場合、基材110へより容易に貼り付けることができる。

【0132】

以上、本実施形態に係る検出素子300は、磁性体であるベース金属370を含んでいる。駆動コイル320に電流が流れると磁界が発生し、ベース金属370は磁化される。この状態で起歪体10にひずみが生じると、ひずみは基材110を伝わり、ベース金属370に応力が加わる。ベース金属370に応力が加わると、その応力に応じて、ベース金属370の透磁率が変化し、磁化の強さが変化する。このように、磁性体に応力がかかることによって、磁性体の透磁率および磁化の強さが変化する現象のことを「ピラリ現象」という。検出素子300の構成によれば、ピックアップコイルである感知コイル380には、ベース金属370の磁化の強さに応じた交流電圧が誘起される。したがって、ピラリ現象の原理に基づけば、この交流電圧の値から、ベース金属370にかかる応力(すなわち、基材110のひずみ度合)を算出することができる。なお、図13の(a)に示した例の場合、検出素子300のグリッド方向は、同図における - 方向である。

10

【0133】

このような原理によって、検出素子300は、基材110が受けたひずみを検出することができる。すなわち、検出素子300は、ひずみゲージ100の検出素子として機能する。

20

【0134】

本実施形態に係るひずみゲージ100は、以上で説明したような検出素子300を3つ以上含んでいる。そして、起歪体10は、被測定部位において血管が延伸する方向を第1方向、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたときに、少なくとも3つの検出素子300の第1方向の位置が異なり、かつ第2方向の位置が異なるように被測定部位に装着される。これにより、本実施形態に係るバイタルセンサは、第1実施形態および第1実施形態の変形例1に係るバイタルセンサと同様の効果を奏する。すなわち、本実施形態に係るバイタルセンサは、脈波に加えて血管の拡張方向や収縮方向を検出することができる。

30

【0135】

また、本実施形態に係るひずみゲージ100の検出素子300は、第1実施形態および第1実施形態の変形例1に示したあらゆる配置位置で配置可能である。すなわち、第1実施形態に係る抗体130(抗体130<sub>1</sub>~130<sub>5</sub>)を検出素子300に置き換えた配置とすることが可能である。これにより、ピラリ現象を利用した検出素子300を用いて、抗体ひずみゲージを用いたときと同様に起歪体10のひずみを検出することができる。したがって、本実施形態に係るひずみゲージ100は、第1実施形態および第1実施形態の変形例1に係るひずみゲージ100と同様の効果を奏する。

【0136】

第3実施形態

40

図14は、第3実施形態に係るひずみゲージ100に含まれる検出素子500の一例を示す図である。図15は、第3実施形態に係る検出素子の他の一例を示す図である。また、図16は、第3実施形態に係る検出素子の更に他の一例を示す図である。図14~16の(a)はそれぞれ、検出素子500、600、および700の斜視図である。図14~16の(b)はそれぞれ、検出素子500、600、および700をz軸の負方向に見おろしたときの平面図である。図14~16の(c)は、検出素子500、600、および700の、zy平面に平行な面での断面図である。なお、検出素子500、600、および700の、基材110への貼り付け面は、下側(z軸の負の方向)の平面(xy平面に平行な面)である。なお、図14~16のいずれの図も、検出素子の配線は図示していない。しかしながら、これらの検出素子500、600、および700は、後述する上流電

50

極 5 1 0 と電源とを接続する配線と、下流電極 5 2 0 と電源とを接続する配線を有している。

【 0 1 3 7 】

図 1 4 の ( a ) に示す通り、検出素子 5 0 0、6 0 0、および 7 0 0 は、上流電極 5 1 0 と、下流電極 5 2 0 と、磁性膜 5 3 0 と、絶縁膜 5 4 0 と、を含む。絶縁膜 5 4 0 は、図示のように磁性膜 5 3 0 で挟まれている。この磁性膜 5 3 0 と絶縁膜 5 4 0 によって、磁気トンネル接合が形成される。すなわち、検出素子 5 0 0 は、磁気トンネル接合の構造に電極を接続した構造である。

【 0 1 3 8 】

以降の説明では、z 軸における正方向を「上側」、z 軸における負方向を「下側」とも称する。なお、上流電極 5 1 0 および / または下流電極 5 2 0 の更に下側には、プラスチックフィルム等で構成されるフレキシブル基板が設けられていてもよい。なお、当該基板は基材 1 1 0 を兼ねていてもよい。

【 0 1 3 9 】

磁性膜 5 3 0 は磁性ナノ薄膜である。絶縁膜 5 4 0 は絶縁体のナノ薄膜である。磁気トンネル接合の構造が形成可能であれば、磁性膜 5 3 0 と、絶縁膜 5 4 0 の材質は特に限定されない。例えば、磁性膜 5 3 0 としてコバルト鉄ボロン、または、Fe、Co、Ni などの 3 d 遷移金属強磁性体及びそれらを含む合金等を用いることができる。また、絶縁膜 5 4 0 として、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムや酸化マグネシウム等を用いることができる。

【 0 1 4 0 】

上流電極 5 1 0 および下流電極 5 2 0 は、磁気トンネル接合の構造に対し電圧を印加するための電極である。図 1 4 ~ 1 6 の例では、電流は上流電極 5 1 0 から下流電極 5 2 0 へと流れる。例えば図 1 4 の ( c ) の場合、上流電極 5 1 0 と下流電極 5 2 0 の間に電圧を印加すると、電子は上側の磁性膜 5 3 0 から、絶縁膜 5 4 0 を超えて下側の磁性膜 5 3 0 に流れ込む。これは「トンネル効果」と呼ばれている現象であり、電子が絶縁膜 5 4 0 を通過するときの電気抵抗は、「トンネル抵抗」と呼ばれている。なお、図 1 4 ~ 1 6 の例では、電極の各部の接合部は、磁気トンネル接合の構造をショートパスする電流が流れない様に端部が処理された構造となっている。

【 0 1 4 1 】

ところで、基材 1 1 0 等を介して検出素子 5 0 0 にひずみがかかると、トンネル接合の構造において、磁気変化が起こる。より具体的には、上側と下側の磁性膜 5 3 0 の磁化方向がずれる。このように、上下の磁性膜 5 3 0 の磁化方向がずれると、磁化方向が平行な場合に比べて、トンネル抵抗が大きくなる (トンネル磁気抵抗効果)。したがって、前述の構成を備えた検出素子 5 0 0 では、検出素子 5 0 0 (より厳密には、磁気トンネル接合の部分) のひずみの大きさに応じて、電極間を流れる電流が小さくなる。すなわち、ひずみが大きくなるにつれ、電気抵抗が大きくなる。検出素子 5 0 0 は、このように、印加した電圧に対する電流値に基づきひずみを検出することができる。したがって、検出素子 5 0 0 を基材 1 1 0 に貼り付けることによって、起歪体 1 0 にかかるひずみを測定することができる。

【 0 1 4 2 】

磁気トンネル接合の構造を有する検出素子は、図 1 4 に示した例に限定されない。例えば、図 1 5 および図 1 6 に示すような検出素子 6 0 0 および 7 0 0 を採用することも可能である。図 1 5 に示す検出素子 6 0 0 も、図 1 6 に示す検出素子 7 0 0 も、上流電極 5 1 0、下流電極 5 2 0、磁性膜 5 3 0、および絶縁膜 5 4 0 で構成されること、および、これらの構成によってひずみを検出する原理については、検出素子 5 0 0 と同様である。また、検出素子 6 0 0 および 7 0 0 の基本的な動作についても、検出素子 5 0 0 と同様である。なお、検出素子 5 0 0、6 0 0、および 7 0 0 のグリッド方向は、それぞれ図 1 4 ~ 図 1 6 における y 軸方向 (y 軸の正方向および y 軸の負方向) に相当する。図 1 5 に示す検出素子 6 0 0 は図示の通り、上側の磁性膜 5 3 0 と下側の磁性膜 5 3 0 が、一部繋がっ

10

20

30

40

50

た構造をしている。すなわち、磁性膜 530 の一部の領域においてのみ、磁気トンネル接合の構造が形成されており、当該構造においてトンネル磁気抵抗効果が生じる。一方、図 16 に示す検出素子 700 は、基板 710 を介して基材 110 に貼り付けられる。図 14 ~ 図 16 に示すように、検出素子は前述の原理を超えない範囲であれば、要求されるサイズ、耐久性、および検出すべき応力の大きさ等に応じて、適宜その設計が変更されてよい。

#### 【0143】

なお、検出素子 500、600、および 700 は素子全体として、フィルム型などの略平板状の形状であってよい。これにより、基材 110 に、検出素子 500 を容易に貼り付けることができる。また、検出素子 500、600、および 700 は、駆動コイル等、磁気トンネル接合の構造部分に対して、微弱な磁界を印加するための構造を有していてもよい。磁気トンネル接合の構造部分に対して磁界を印加することにより、前述のトンネル磁気抵抗効果をより安定して測定することができるため、安定してひずみを検出することができる。

10

#### 【0144】

また、検出素子 500、600、および 700 における「上流電極」および「下流電極」は便宜上の名称であり、電流の流れる方向は逆であってもよい。つまり、図 14 ~ 図 16 で示した検出素子 500、600、および 700 において、下流電極 520 の方から、上流電極 510 の方へと電流が流れる設計であってもよい。

#### 【0145】

本実施形態に係るひずみゲージ 100 は、以上で説明したような検出素子 500 を 3 つ以上、600 を 3 つ以上、または 700 を 3 つ以上含んでいる。そして、起歪体 10 は、被測定部位において血管が延伸する方向を第 1 方向、前記第 1 方向に直交する方向を第 2 方向としたときに、少なくとも 3 つの検出素子 500、600、または 700 の第 1 方向の位置が異なり、かつ第 2 方向の位置が異なるように被測定部位に装着される。これにより、本実施形態に係るバイタルセンサは、第 1 実施形態および第 1 実施形態の変形例 1 に係るバイタルセンサと同様の効果を奏する。すなわち、本実施形態に係るバイタルセンサは、脈波に加えて血管の拡張方向や収縮方向を検出することができる。

20

#### 【0146】

また、本実施形態に係るひずみゲージ 100 の検出素子 500、600、および 700 は、それぞれ、第 1 実施形態および第 1 実施形態の変形例 1 に示したあらゆる配置位置で配置可能である。すなわち、第 1 実施形態に係る抗体 130 (抗体 130<sub>1</sub> ~ 130<sub>5</sub>) のセットを、検出素子 500、600、または 700 のセットに置き換えた配置とすることが可能である。これにより、磁気トンネル効果を利用した検出素子 500、600、および 700 を用いて、抗体ひずみゲージを用いたときと同様に起歪体 10 のひずみを検出することができる。したがって、本実施形態に係るひずみゲージ 100 は、第 1 実施形態および第 1 実施形態の変形例 1 に係るひずみゲージ 100 と同様の効果を奏する。

30

#### 【0147】

以上、好ましい実施形態等について詳説したが、上述した実施形態等に制限されることはなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施形態等に種々の変形及び置換を加えることができる。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0148】

1、1A バイタルセンサ、10 起歪体、100、100A、100B、100C、100D、100E、100F ひずみゲージ、110 基材、110a 上面、110b 下面、130、230、330、330B、430、430B 抗体、130<sub>1</sub> 第 1 抗体、130<sub>2</sub> 第 2 抗体、130<sub>3</sub> 第 3 抗体、130<sub>4</sub> 第 4 抗体、130<sub>5</sub> 第 5 抗体、130e<sub>1</sub>、130e<sub>2</sub> 終端、140 配線、141、151 第 1 金属層、142、152 第 2 金属層、150、251、252、351、351B、352、352B、451、451B、452、452B 電極、160 カバー層、

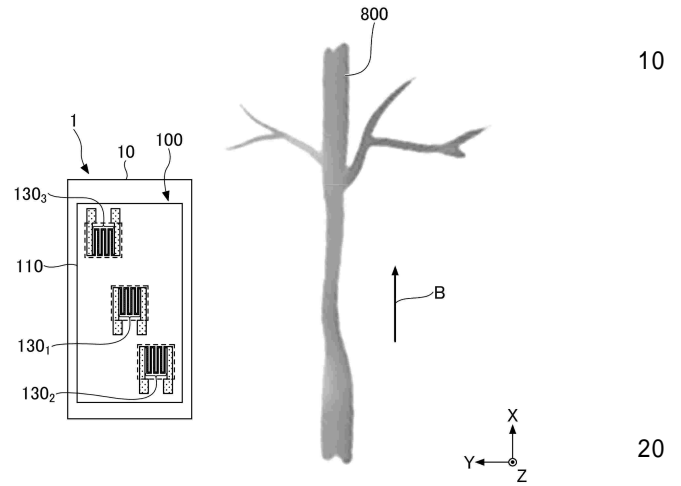
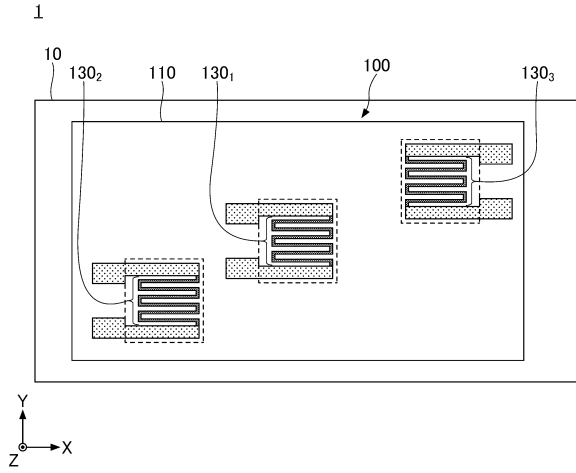
50

231、232 抵抗部、331、331B、431、431B 第1抵抗配線、332、332B、432、432B 第2抵抗配線、335、335B、435、435B 折り返し部、300、500、600、700 検出素子、310 ベース層、320 駆動コイル、340、350、360 絶縁層、370 ベース金属、380 感知コイル、510 上流電極、520 下流電極、530 磁性膜、540 絶縁膜、710 基板

【図面】

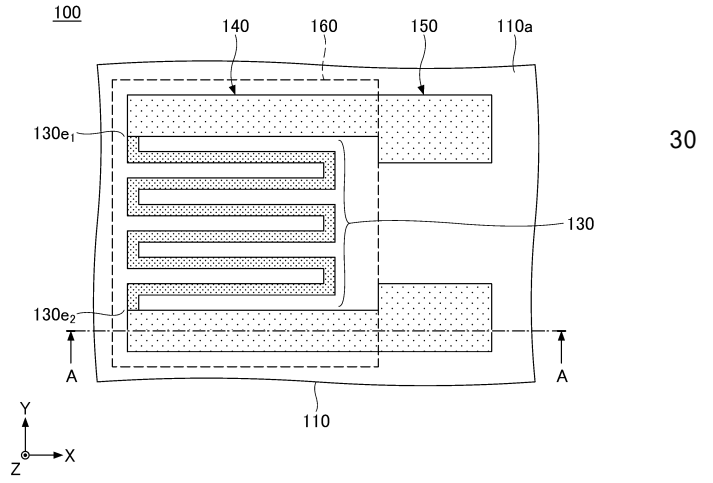
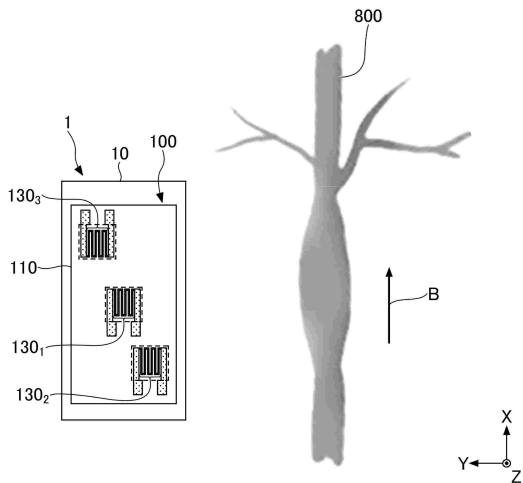
【図1】

【図2】



【図3】

【図4】



10

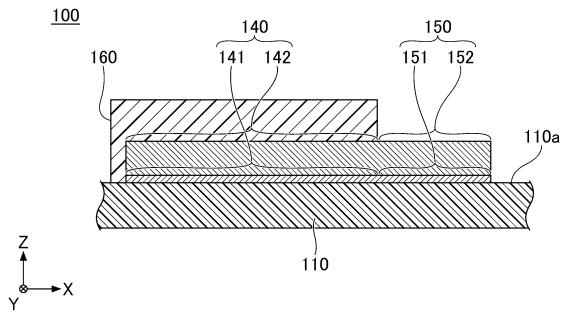
20

30

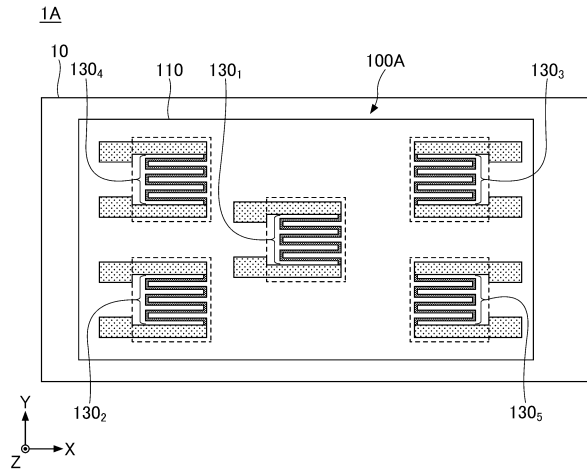
40

50

【 図 5 】

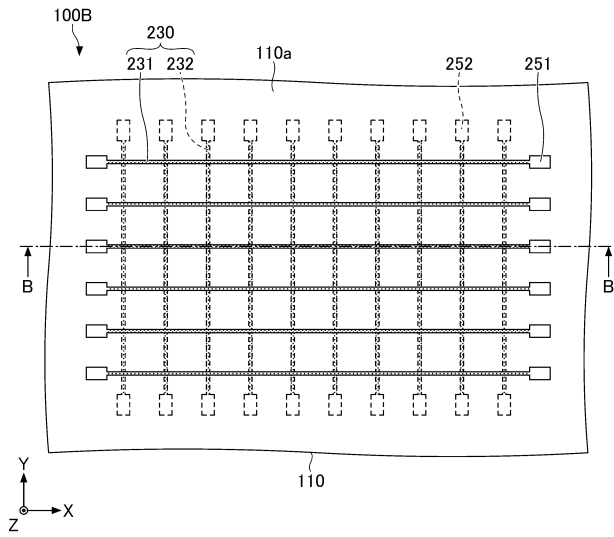


【 図 6 】

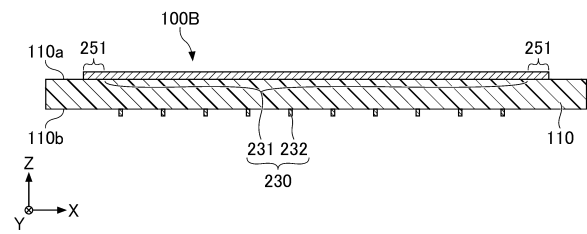


10

【 図 7 】



【 図 8 】



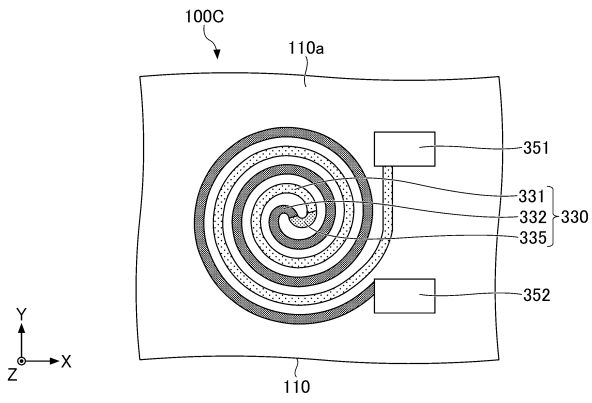
20

30

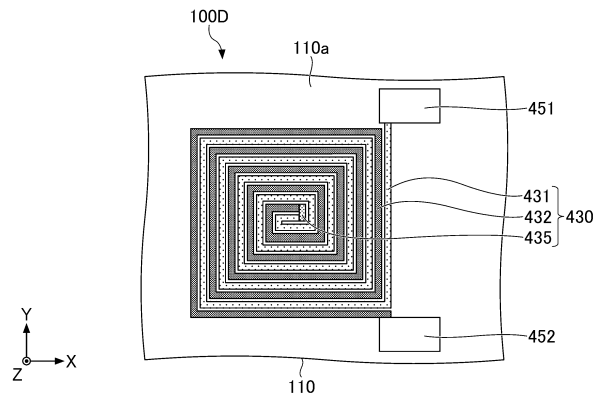
40

50

【 図 9 】

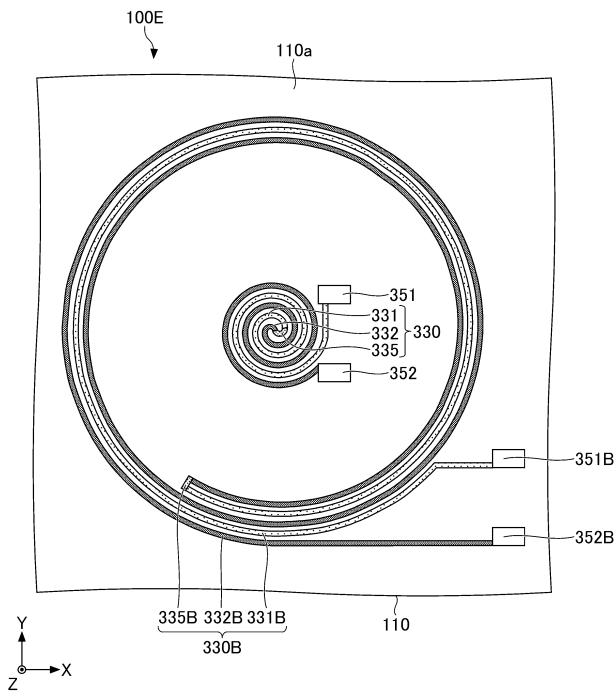


【 図 10 】

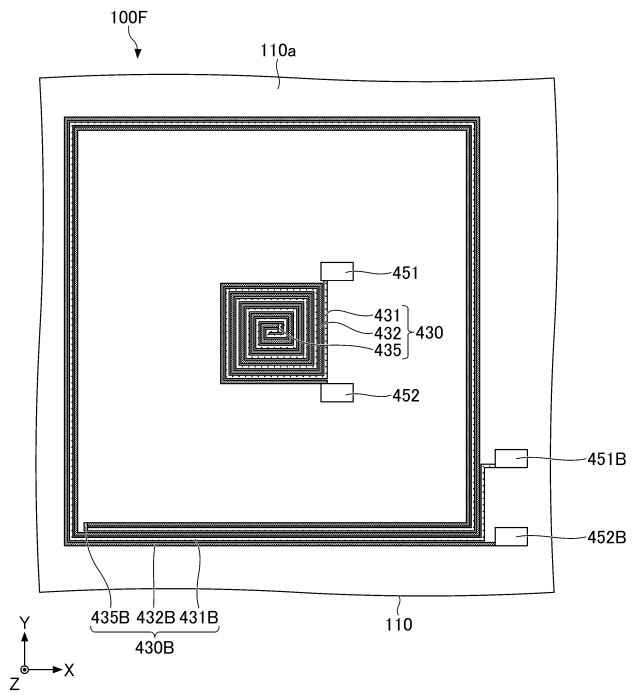


10

【 図 11 】



【 図 12 】



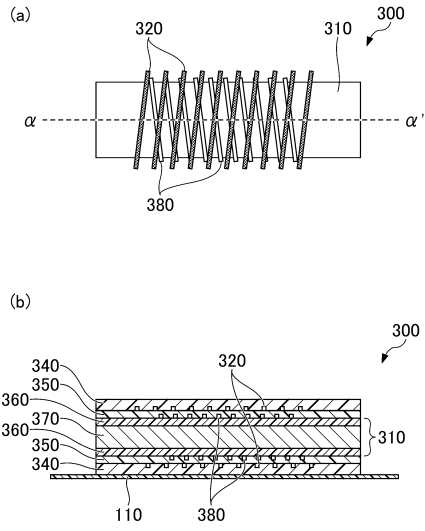
20

30

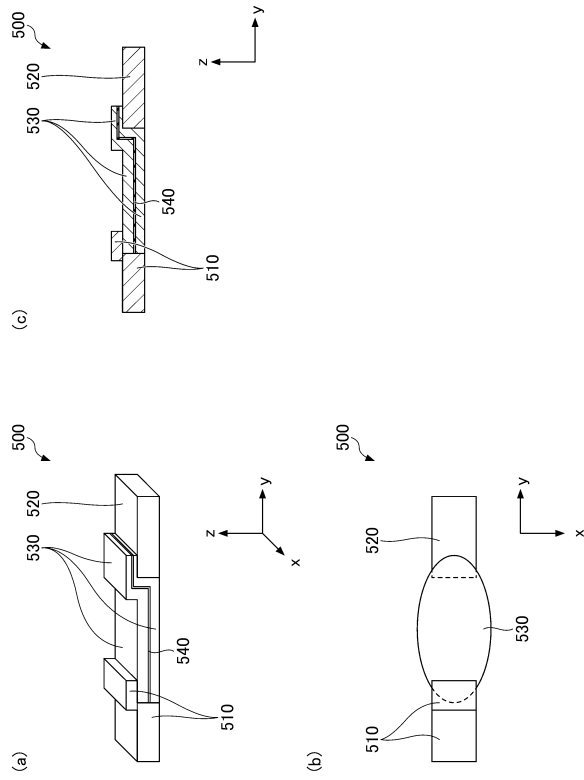
40

50

【 図 1 3 】



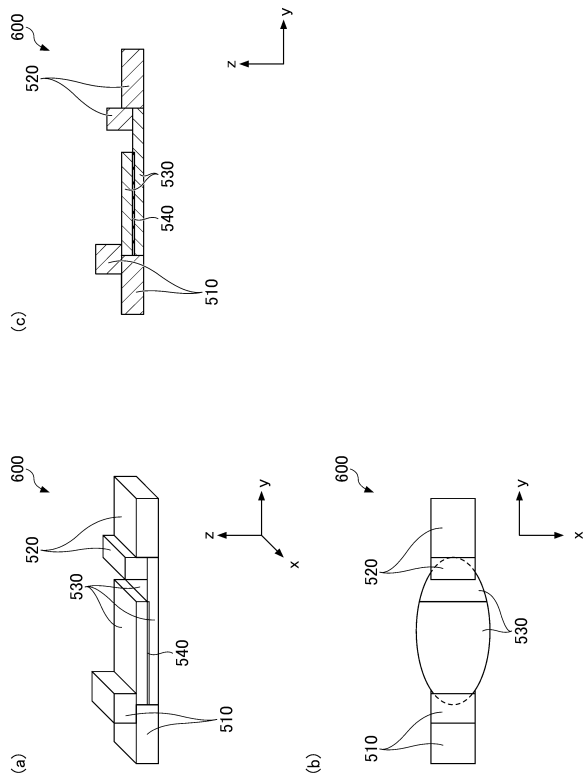
【 図 1 4 】



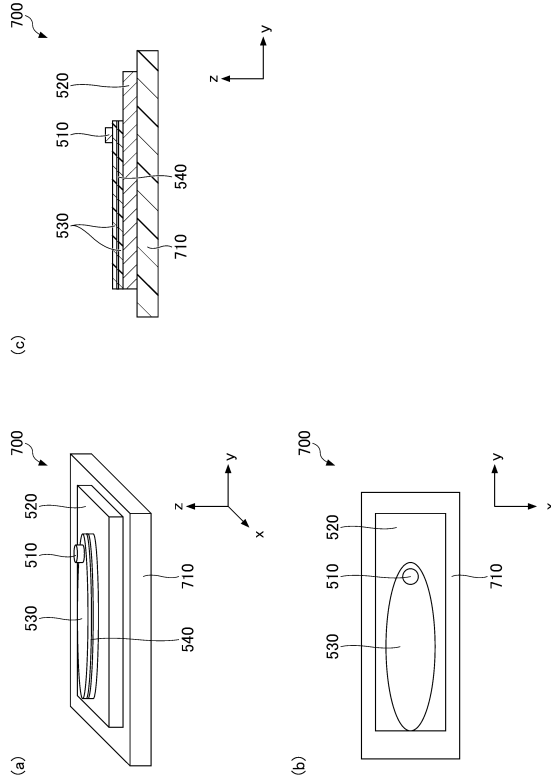
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



30

40

50

フロントページの続き

長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3 ミネベアミツミ株式会社内  
Fターム(参考) 4C017 AA09 AA11 AC03 FF05