

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-177526
(P2024-177526A)

(43)公開日 令和6年12月19日(2024.12.19)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 7/16 (2006.01) G 0 1 B 7/16 R

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全15頁)

(21)出願番号	特願2024-176932(P2024-176932)	(71)出願人	000114215 ミネベアミツミ株式会社
(22)出願日	令和6年10月9日(2024.10.9)		長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3
(62)分割の表示	特願2021-98282(P2021-98282)の 分割	(74)代理人	110004381 弁理士法人 I T O H
原出願日	令和3年6月11日(2021.6.11)	(72)発明者	小野 彩 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	北爪 誠 東京都多摩市鶴牧 2 丁目 1 1 番地 2 ミ ツミ電機株式会社内
		(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 最終頁に続く

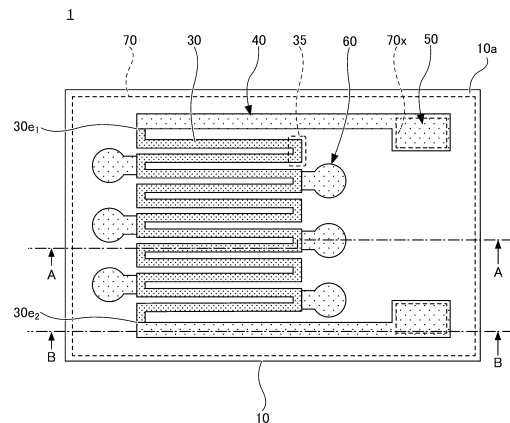
(54)【発明の名称】 ひずみゲージ

(57)【要約】

【課題】クリープ特性を改善したひずみゲージを提供する。

【解決手段】本ひずみゲージは、基材と、前記基材上に直接又は間接的に設けられた抵抗体と、前記抵抗体の端部に接続された配線と、を有し、前記配線は、前記抵抗体と同一材料で形成されて前記端部から延伸する第1金属層と、前記第1金属層上に前記第1金属層よりも低抵抗の材料から形成された第2金属層と、を含む。

【選択図】図 1



10

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基材と、
前記基材上に直接又は間接的に設けられた抵抗体と、
前記抵抗体の端部に接続された配線と、を有し、
前記配線は、前記抵抗体と同一材料で形成されて前記端部から延伸する第 1 金属層と、
前記第 1 金属層上に前記第 1 金属層よりも低抵抗の材料から形成された第 2 金属層と、を
含む、ひずみゲージ。

【請求項 2】

前記抵抗体は Cr を含む材料、Ni を含む材料、又は Cr と Ni の少なくとも一方を含む材料から形成される、請求項 1 に記載のひずみゲージ。 10

【請求項 3】

前記抵抗体の両端部にそれぞれ前記配線の一端が接続されており、前記配線の他端は開放されている、請求項 1 又は 2 に記載のひずみゲージ。

【請求項 4】

前記抵抗体及び前記配線を被覆する絶縁樹脂層を有し、
前記絶縁樹脂層は、前記配線の少なくとも一部を露出する開口部を備える、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のひずみゲージ。

【請求項 5】

前記開口部内に露出する前記配線上に、前記第 2 金属層よりも低融点の金属が積層されている、請求項 4 に記載のひずみゲージ。 20

【請求項 6】

前記抵抗体の周辺に、前記抵抗体及び前記配線と離隔して配置された第 3 金属層を有し、
前記第 3 金属層は、前記抵抗体と同一材料で形成されている、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載のひずみゲージ。

【請求項 7】

前記基材上に形成され、前記抵抗体と電氣的に接続された一对の電極を有し、
前記電極は、前記抵抗体を挟んでグリッド方向の両側に配置されている、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のひずみゲージ。 30

【請求項 8】

前記電極は、前記グリッド方向の幅よりも前記グリッド方向と直交する方向の幅が広い、請求項 7 に記載のひずみゲージ。

【請求項 9】

ゲージ率が 10 以上である、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載のひずみゲージ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ひずみゲージに関する。

【背景技術】**【0002】**

基材上に抵抗体を備え、測定対象物に貼り付けて、測定対象物の特性を検出するひずみゲージが知られている。ひずみゲージは、例えば、材料のひずみを検出するセンサや、周囲温度を検出するセンサ等のセンサ用途として使用されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2001 - 221696 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ひずみゲージにおいて、クリープ特性は重要であり、クリープ特性を改善することで、例えば、ひずみゲージをセンサ用途のみでなく、はかり用途にも使用できる可能性がある。

【0005】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、クリープ特性を改善したひずみゲージ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】

本ひずみゲージは、基材と、前記基材上に直接又は間接的に設けられた抵抗体と、前記抵抗体の端部に接続された配線と、を有し、前記配線は、前記抵抗体と同一材料で形成されて前記端部から延伸する第1金属層と、前記第1金属層上に前記第1金属層よりも低抵抗の材料から形成された第2金属層と、を含む。

【発明の効果】

【0007】

開示の技術によれば、クリープ特性を改善したひずみゲージを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態に係るひずみゲージを例示する平面図である。

【図2】第1実施形態に係るひずみゲージを例示する断面図（その1）である。

【図3】第1実施形態に係るひずみゲージを例示する断面図（その2）である。

【図4】第1実施形態に係るひずみゲージを例示する断面図（その3）である。

【図5】第1実施形態の変形例1に係るひずみゲージを例示する平面図である。

【図6】第1実施形態の変形例1に係るひずみゲージを例示する断面図である。

【図7】第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージを例示する平面図である。

【図8】第1実施形態の変形例3に係るひずみゲージを例示する平面図である。

【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

図1は、第1実施形態に係るひずみゲージを例示する平面図である。図2は、第1実施形態に係るひずみゲージを例示する断面図（その1）であり、図1のA-A線に沿う断面を示している。図3は、第1実施形態に係るひずみゲージを例示する断面図（その2）であり、図1のB-B線に沿う断面を示している。

【0011】

図1～図3を参照すると、ひずみゲージ1は、基材10と、抵抗体30と、配線40と、電極50と、配線60と、カバー層70とを有している。なお、図1～図3では、便宜上、カバー層70の外縁のみを破線で示している。なお、カバー層70は、必要に応じて設ければよい。

【0012】

なお、本実施形態では、便宜上、ひずみゲージ1において、基材10の抵抗体30が設けられている側を上側又は一方の側、抵抗体30が設けられていない側を下側又は他方の側とする。又、各部位の抵抗体30が設けられている側の面を一方の面又は上面、抵抗体30が設けられていない側の面を他方の面又は下面とする。但し、ひずみゲージ1は天地逆の状態でも用いることができ、又は任意の角度で配置できる。又、平面視とは対象物を基材10の上面10a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10の上面10aの法線方向から視た形状を指すものとする。

10

20

30

40

50

【0013】

基材10は、抵抗体30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10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、 $5\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ 程度とすることができる。特に、基材10の厚さが $5\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ であると、接着層等を介して基材10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、 $10\mu\text{m}$ 以上であると絶縁性の点で更に好ましい。

【0014】

基材10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 $500\mu\text{m}$ 以下程度であり、可撓性を有する部材を指す。

【0015】

ここで、『絶縁樹脂フィルムから形成する』とは、基材10が絶縁樹脂フィルム中にフィラーや不純物等を含有することを妨げるものではない。基材10は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有する絶縁樹脂フィルムから形成しても構わない。

【0016】

基材10の樹脂以外の材料としては、例えば、 SiO_2 、 ZrO_2 （YSZも含む）、Si、 Si_2N_3 、 Al_2O_3 （サファイヤも含む）、 ZnO 、ペロブスカイト系セラミックス（ CaTiO_3 、 BaTiO_3 ）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10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10上に、例えば、絶縁膜が形成される。

【0017】

抵抗体30は、基材10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30は、基材10の上面10aに直接形成されてもよいし、基材10の上面10aに他の層を介して形成されてもよい。なお、図1では、便宜上、抵抗体30を濃い梨地模様で示している。

【0018】

抵抗体30は、複数の細長状部が長手方向を同一方向（図1のA-A線の方向）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折り返し部分35を形成し、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1のA-A線と直交する方向）となる。

【0019】

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30のグリッド幅方向の各々の終端 $30e_1$ 及び $30e_2$ を形成する。抵抗体30のグリッド幅方向の各々の終端 $30e_1$ 及び $30e_2$ は、配線40を介して、電極50と電氣的に接続されている。言い換えれば、配線40は、抵抗体30のグリッド幅方向の各々の終端 $30e_1$ 及び $30e_2$ と各々の電極50とを電氣的に接続している。

【0020】

抵抗体30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30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。

【0021】

10

20

30

40

50

ここで、Cr混相膜とは、Cr、CrN、Cr₂N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。

【0022】

抵抗体30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30の厚さが0.1 μm以上であると、抵抗体30を構成する結晶の結晶性（例えば、 α -Crの結晶性）が向上する点で好ましい。また、抵抗体30の厚さが1 μm以下であると、抵抗体30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10からの反りを低減できる点で更に好ましい。抵抗体30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。

10

【0023】

例えば、抵抗体30がCr混相膜である場合、安定な結晶相である α -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30が α -Crを主成分とすることで、ひずみゲージ1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 $-1000 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ~ $+1000 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 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30は α -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、 α -Crは、bcc構造（体心立方格子構造）のCrである。

【0024】

また、抵抗体30がCr混相膜である場合、Cr混相膜に含まれるCrN及びCr₂N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Cr₂N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。

20

【0025】

また、CrN及びCr₂N中のCr₂N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Cr₂N中のCr₂N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Cr₂N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。

【0026】

一方で、膜中に微量のN₂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。

30

【0027】

配線40は、基材10上に形成され、抵抗体30及び電極50と電氣的に接続されている。配線40は、第1金属層41と、第1金属層41の上面に積層された第2金属層42とを有している。配線40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40は、任意の幅及び任意の長さとすることができる。なお、図1では、便宜上、配線40、電極50、及び配線60を抵抗体30よりも薄い梨地模様で示している。

40

【0028】

電極50は、基材10上に形成され、配線40を介して抵抗体30と電氣的に接続されており、例えば、配線40よりも拡幅して略矩形状に形成されている。電極50は、ひずみにより生じる抵抗体30の抵抗値の変化を外部に出力するための一对の電極であり、例えば、外部接続用のリード線等が接合される。

【0029】

電極50は、一对の第1金属層51と、各々の第1金属層51の上面に積層された第2金属層52とを有している。第1金属層51は、配線40の第1金属層41を介して抵抗体30の終端30e₁及び30e₂と電氣的に接続されている。第1金属層51は、平面

50

視において、略矩形状に形成されている。第1金属層51は、配線40と同じ幅に形成しても構わない。

【0030】

配線60は、基材10上に形成され、一端が抵抗体30の折り返し部分35の1つに接続され、他端が開放されているダミー配線である。図1の例では、配線60は、他端側に平面視で円形部分を含むが、これには限定されず、他端側に楕円形、矩形等の任意の形状を含んでもよい。あるいは、配線60は、一端側から他端側にかけて同一幅であってもよい。

【0031】

ひずみゲージ1は、配線60を1つ以上備えていればよいが、図1の例では、複数の配線60（具体的には6つ）を備えている。図1に示すように、複数の配線60は、抵抗体30を挟んでA-A線方向の両側に配置された配線60を含んでもよい。また、図1に示すように、複数の配線60は、A-A線と直交する方向に沿って配置された2以上の配線60を含んでもよい。

10

【0032】

また、ひずみゲージ1は、全ての折り返し部分35に配線60を1つずつ備えてもよい。各々の配線60同士は離隔しており、接続はされていない。配線60の面積は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択できるが、例えば、 0.07mm^2 以上とすることができる。配線60の合計の面積が大きいほど、ひずみゲージ1の剛性が高くなる点で好ましい。配線60は、抵抗体30と同一材料で形成されて折り返し部分35から延伸する第1金属層61と、第1金属層61の上面に積層された第2金属層62とを有している。

20

【0033】

なお、抵抗体30と第1金属層41と第1金属層51と第1金属層61は、便宜上別符号としているが、同一材料から形成してもよい。その場合、抵抗体30と第1金属層41と第1金属層51と第1金属層61は、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30と第1金属層41と第1金属層51と第1金属層61は、厚さが略同一である。

【0034】

また、第2金属層42と第2金属層52と第2金属層62は、便宜上別符号としているが、同一材料から形成してもよい。その場合、第2金属層42と第2金属層52と第2金属層62は、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42と第2金属層52と第2金属層62は、厚さが略同一である。

30

【0035】

第2金属層42、52、及び62は、抵抗体30（第1金属層41、51、及び61）よりも低抵抗の材料から形成されている。第2金属層42、52、及び62の材料は、抵抗体30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30がCr混相膜である場合、第2金属層42、52、及び62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42、52、及び62の厚さは、特に制限はなく、目的

40

【0036】

第2金属層42、52、及び62は、第1金属層41、51、及び61の上面の一部に形成されてもよいし、第1金属層41、51、及び61の上面の全体に形成されてもよい。第2金属層52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52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52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50の最上層を金層とすることで、電極50のはんだ濡れ性を向上できる。

【0037】

このように、配線40は、抵抗体30と同一材料からなる第1金属層41上に第2金属

50

層 4 2 が積層された構造である。そのため、配線 4 0 は抗体 3 0 よりも抵抗が低くなるため、配線 4 0 が抗体として機能してしまうことを抑制できる。その結果、抗体 3 0 によるひずみ検出精度を向上できる。

【 0 0 3 8 】

言い換えれば、抗体 3 0 よりも低抵抗な配線 4 0 を設けることで、ひずみゲージ 1 の実質的な受感部を抗体 3 0 が形成された局所領域に制限できる。そのため、抗体 3 0 によるひずみ検出精度を向上できる。

【 0 0 3 9 】

特に、抗体 3 0 として Cr 混相膜を用いたゲージ率 1 0 以上の高感度なひずみゲージにおいて、配線 4 0 を抗体 3 0 よりも低抵抗化して実質的な受感部を抗体 3 0 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 4 0 を抗体 3 0 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。

【 0 0 4 0 】

また、抗体 3 0 の折り返し部分 3 5 に接続された配線 6 0 を設けることで、ひずみゲージ 1 の剛性が高くなるため、抗体 3 0 の変位を低減でき、クリープ特性を改善できる。すなわち、ひずみゲージ 1 において、クリープ量及びクリープリカバリー量を低減できる。なお、クリープ量及びクリープリカバリー量は、ひずみゲージ 1 において抗体 3 0 が設けられた面の弾性変形の量（ひずみ量）が時間経過と共に変化する量であり、一对の電極 5 0 の出力を演算処理することで測定できる。

【 0 0 4 1 】

クリープ量及びクリープリカバリー量を低減することで、ひずみゲージ 1 をはかり用途に用いることが可能となる。ひずみゲージ 1 をはかり用途に用いる場合には、クリープに関する規格を満足する必要がある。クリープに関する規格とは、例えば、O I M L R 6 0 に基づく精度等級 C 1（以降、C 1 規格とする）や、O I M L R 6 0 に基づく精度等級 C 2（以降、C 2 規格とする）が挙げられる。

【 0 0 4 2 】

C 1 規格では、クリープ量及びクリープリカバリー量を $\pm 0.0735\%$ 以下にする必要がある。また、C 2 規格では、クリープ量及びクリープリカバリー量を $\pm 0.0368\%$ 以下にする必要がある。なお、ひずみゲージ 1 をセンサ用途に用いる場合には、クリープ量及びクリープリカバリー量の規格は $\pm 0.5\%$ 程度である。

【 0 0 4 3 】

カバー層 7 0（絶縁樹脂層）は、基材 1 0 上に形成され、抗体 3 0、配線 4 0、及び配線 6 0 を被覆し電極 5 0 を露出する。カバー層 7 0 は開口部 7 0 x を備え、電極 5 0 は開口部 7 0 x 内に露出している。電極 5 0 の一部は、カバー層 7 0 に被覆されてもよい。また、配線 4 0 の一部は、カバー層 7 0 から露出してもよい。抗体 3 0、配線 4 0、及び配線 6 0 を被覆するカバー層 7 0 を設けることで、抗体 3 0、配線 4 0、及び配線 6 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 7 0 を設けることで、抗体 3 0、配線 4 0、及び配線 6 0 を湿気等から保護できる。なお、カバー層 7 0 は、電極 5 0 を除く部分の全体を覆うように設けてもよい。

【 0 0 4 4 】

カバー層 7 0 は、例えば、PI 樹脂、エポキシ樹脂、PEEK 樹脂、PEN 樹脂、PET 樹脂、PPS 樹脂、複合樹脂（例えば、シリコン樹脂、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 7 0 は、フィラーや顔料を含有しても構わない。カバー層 7 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、 $2\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【 0 0 4 5 】

ひずみゲージ 1 を製造するためには、まず、基材 1 0 を準備し、基材 1 0 の上面 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抗体 3 0、第 1 金属層 4 1、第 1 金属層 5 1、及び第 1 金属層 6 1 となる層である。従って、金属層 A の材料や厚さは、前述の抗体 3 0、第 1 金属層 4 1、第 1 金属層 5

10

20

30

40

50

1、及び第1金属層61の材料や厚さと同様である。

【0046】

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。

【0047】

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10の上面10a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。

【0048】

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30）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10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10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。

【0049】

基材10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Crを含む場合、Cr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。

【0050】

機能層の材料は、少なくとも上層である金属層A（抵抗体30）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、Cr（クロム）、Ti（チタン）、V（バナジウム）、Nb（ニオブ）、Ta（タンタル）、Ni（ニッケル）、Y（イットリウム）、Zr（ジルコニウム）、Hf（ハフニウム）、Si（シリコン）、C（炭素）、Zn（亜鉛）、Cu（銅）、Bi（ビスマス）、Fe（鉄）、Mo（モリブデン）、W（タングステン）、Ru（ルテニウム）、Rh（ロジウム）、Re（レニウム）、Os（オスミウム）、Ir（イリジウム）、Pt（白金）、Pd（パラジウム）、Ag（銀）、Au（金）、Co（コバルト）、Mn（マンガン）、Al（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。

【0051】

上記の合金としては、例えば、FeCr、TiAl、FeNi、NiCr、CrCu等が挙げられる。また、上記の化合物としては、例えば、TiN、Ta₂N、Si₃N₄、TiO₂、Ta₂O₅、SiO₂等が挙げられる。

【0052】

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。

【0053】

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。

【0054】

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。

【0055】

10

20

30

40

50

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、 $1\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$ 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。

【0056】

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、 $1\text{ nm} \sim 0.8\text{ }\mu\text{ m}$ 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。

【0057】

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、 $1\text{ nm} \sim 0.5\text{ }\mu\text{ m}$ 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。

10

【0058】

なお、機能層の平面形状は、例えば、図1に示す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、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、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10の上面全体にベタ状に形成されてもよい。

【0059】

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 nm 以上 $1\text{ }\mu\text{ m}$ 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、抗体が発熱した際の熱を基材10側へ放熱できる。その結果、ひずみゲージ1において、抗体の自己発熱による測定精度の低下を抑制できる。

20

【0060】

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10の上面10a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。

【0061】

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10の上面10a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。

30

【0062】

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 Ti を用い、金属層Aとして -Cr （アルファロム）を主成分とする Cr 混相膜を成膜可能である。

【0063】

この場合、例えば、 Cr 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 Ar 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 Cr をターゲットとし、チャンバ内に Ar 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、 Cr 混相膜に含まれる CrN 及び Cr_2N の割合、並びに CrN 及び Cr_2N 中の Cr_2N の割合を調整できる。

40

【0064】

これらの方法では、 Ti からなる機能層がきっかけで Cr 混相膜の成長面が規定され、安定な結晶構造である -Cr を主成分とする Cr 混相膜を成膜できる。また、機能層を構成する Ti が Cr 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のゲージ率を10以上、かつゲージ率温度係数 TC S 及び抵抗温度係数 TC

50

R を $-1000 \text{ ppm} / \sim +1000 \text{ ppm} /$ の範囲内とすることができる。なお、機能層が Ti から形成されている場合、Cr 混相膜に Ti や TiN (窒化チタン) が含まれる場合がある。

【0065】

なお、金属層 A が Cr 混相膜である場合、Ti 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 10 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 10 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、Ti に代えて Ta、Si、Al、Fe を用いた場合も同様である。

【0066】

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 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 において、ゲージ特性を向上できる。

【0067】

次に、金属層 A の上面に、第 2 金属層 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 を形成する。第 2 金属層 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 は、例えば、フォトリソグラフィ法により形成できる。

【0068】

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 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 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 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 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。

【0069】

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 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 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 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 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 に反りが生じることを防止できる。なお、第 2 金属層 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 は無電解めっき法により形成してもよい。

【0070】

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浸漬することで除去できる。

【0071】

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 1 の抵抗体 30、配線 40、電極 50、及び配線 60 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 1 の平面形状の抵抗体 30、配線 40、電極 50、及び配線 60 を形成する。

【0072】

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 30、配線 40、電極 50、及び配線 60 と同様に図 1 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 30、第 1 金属層 41、第 1 金属層 51、及び第 1 金属層 61 上にシード層が形成されている。

【0073】

次に、第 2 金属層 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 をエッチングマスクとし、第 2 金属層 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 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 42、第 2 金属層 52、及び第 2 金属層 62 が形成される。

なお、第2金属層42、第2金属層52、及び第2金属層62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30、配線40、電極50、及び配線60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。

【0074】

その後、必要に応じ、基材10の上面10aに、抵抗体30、配線40、及び配線60を被覆し電極50を露出するカバー層70を設けることで、ひずみゲージ1が完成する。カバー層70は、例えば、基材10の上面10aに、抵抗体30、配線40、及び配線60を被覆し電極50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70は、基材10の上面10aに、抵抗体30、配線40、及び配線60を被覆し電極50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。開口部70xは、例えば、フォトリソグラフィ法により形成できる。

10

【0075】

なお、抵抗体30、第1金属層41、第1金属層51、及び第1金属層61の下地層として基材10の上面10aに機能層を設けた場合には、ひずみゲージ1は図4に示す断面形状となる。符号20で示す層が機能層である。機能層20を設けた場合のひずみゲージ1の平面形状は、例えば、図1と同様となる。但し、前述のように、機能層20は、基材10の上面10aの一部又は全部にベタ状に形成される場合もある。

【0076】

第1実施形態の変形例1

第1実施形態の変形例1では、配線60上に第2金属層62よりも低融点の金属を積層する例を示す。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。

20

【0077】

図5は、第1実施形態の変形例1に係るひずみゲージを例示する平面図である。図6は、第1実施形態の変形例1に係るひずみゲージを例示する断面図であり、図5のC-C線に沿う断面を示している。図5及び図6を参照すると、ひずみゲージ1Aは、配線60上に第2金属層62よりも低融点の金属80が追加された点が、ひずみゲージ1(図1~図3等参照)と相違する。

30

【0078】

ひずみゲージ1Aでは、カバー層70は、配線60の少なくとも一部を露出する開口部70yを備えている。そして、開口部70y内に露出する配線60の第2金属層62上に、第2金属層62よりも低融点の金属80が積層されている。金属80は、例えば、はんだや金属ペーストである。

【0079】

このように、配線60上に第2金属層62よりも低融点の金属80を積層することで、ひずみゲージ1Aの剛性を、ひずみゲージ1よりもさらに高くできる。その結果、ひずみゲージ1Aのクリープ特性を、ひずみゲージ1よりもさらに改善できる。

【0080】

なお、抵抗体30の熱ダメージを考慮すると、金属80の材料として、鉛フリーはんだや金属ペーストを選択することが好ましい。高温はんだ及び高融点はんだは好ましくない。

40

【0081】

第1実施形態の変形例2

第1実施形態の変形例2では、抵抗体30の周辺に第3金属層を配置する例を示す。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。

【0082】

図7は、第1実施形態の変形例2に係るひずみゲージを例示する平面図である。図7を

50

参照すると、ひずみゲージ 1 B は、抵抗体 3 0 の周辺に、抵抗体 3 0 及び配線 6 0 と離隔して配置された第 3 金属層 9 0 を有する点が、ひずみゲージ 1 (図 1 ~ 図 3 等参照) と相違する。

【 0 0 8 3 】

第 3 金属層 9 0 は、抵抗体 3 0 と同一材料で形成されている。第 3 金属層 9 0 は、抵抗体 3 0 や第 1 金属層 4 1 等と同一工程で形成できる。第 3 金属層 9 0 は、抵抗体 3 0 の周辺の余剰スペースに、できるだけ大面積となるように配置することが好ましい。第 3 金属層 9 0 上に、第 2 金属層 6 2 と同一材料からなる金属層を積層してもよい。

【 0 0 8 4 】

このように、抵抗体 3 0 の周辺に第 3 金属層 9 0 を配置することで、ひずみゲージ 1 B の剛性を、ひずみゲージ 1 よりもさらに高くできる。その結果、ひずみゲージ 1 B のクリープ特性を、ひずみゲージ 1 よりもさらに改善できる。なお、第 1 実施形態の変形例 2 は、第 1 実施形態の変形例 1 と組み合わせることも可能である。その場合、クリープ特性は一層改善する。

【 0 0 8 5 】

第 1 実施形態の変形例 3

第 1 実施形態の変形例 3 では、電極の配置を変える例を示す。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。

【 0 0 8 6 】

図 8 は、第 1 実施形態の変形例 3 に係るひずみゲージを例示する平面図である。図 8 を参照すると、ひずみゲージ 1 C は、電極 5 0 が電極 5 0 A に置換された点が、ひずみゲージ 1 (図 1 ~ 図 3 等参照) と相違する。電極 5 0 A の積層構造は、電極 5 0 の積層構造と同様である。

【 0 0 8 7 】

一对の電極 5 0 A は、抵抗体 3 0 を挟んで、抵抗体 3 0 の各細長状部の長手方向 (図 1 の A - A 線方向) の両側に配置されている。電極 5 0 A は、例えば、抵抗体 3 0 の各細長状部の長手方向 (図 1 の A - A 線方向) の幅よりも長手方向と直交する方向の幅が広い。電極 5 0 A は、抵抗体 3 0 の周辺の余剰スペースに、できるだけ大面積となるように配置することが好ましい。

【 0 0 8 8 】

このように、抵抗体 3 0 を挟んで、抵抗体 3 0 の各細長状部の長手方向 (図 1 の A - A 線方向) の両側に電極 5 0 A を配置することで、ひずみゲージ 1 C の剛性を、ひずみゲージ 1 よりもさらに高くできる。その結果、ひずみゲージ 1 C のクリープ特性を、ひずみゲージ 1 よりもさらに改善できる。なお、第 1 実施形態の変形例 3 は、第 1 実施形態の変形例 1 及び / 又は 2 と組み合わせることも可能である。その場合、クリープ特性は一層改善する。

【 0 0 8 9 】

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種々の変形及び置換を加えることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

1, 1 A, 1 B, 1 C ひずみゲージ、1 0 基材、1 0 a 上面、2 0 機能層、3 0 抵抗体、3 0 e₁, 3 0 e₂ 終端、3 5 折り返し部分、4 0, 6 0 配線、4 1, 5 1, 6 1 第 1 金属層、4 2, 5 2, 6 2 第 2 金属層、5 0, 5 0 A 電極、7 0 カバー層、7 0 x, 7 0 y 開口部、8 0 金属、9 0 第 3 金属層

10

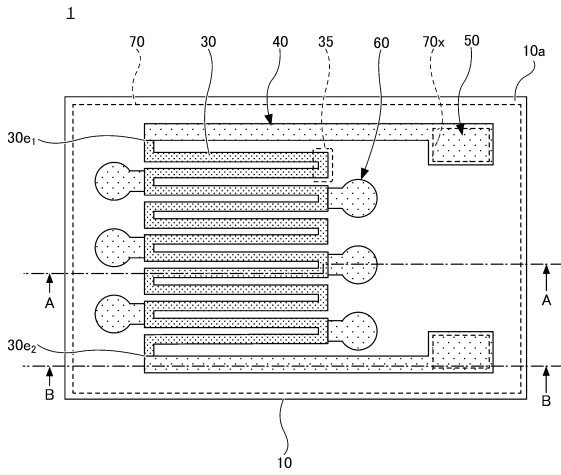
20

30

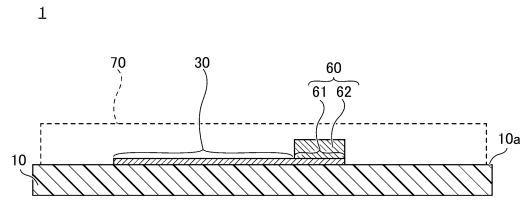
40

【 図面 】

【 図 1 】

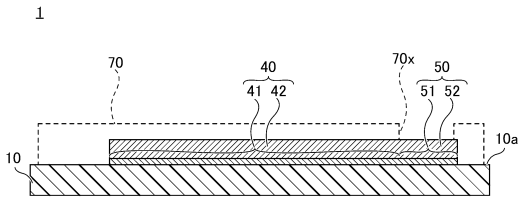


【 図 2 】

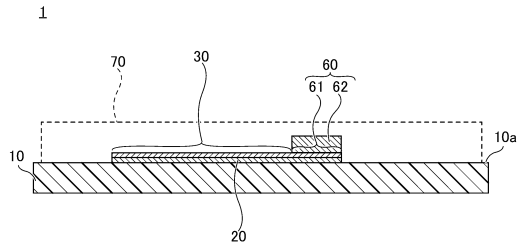


10

【 図 3 】



【 図 4 】



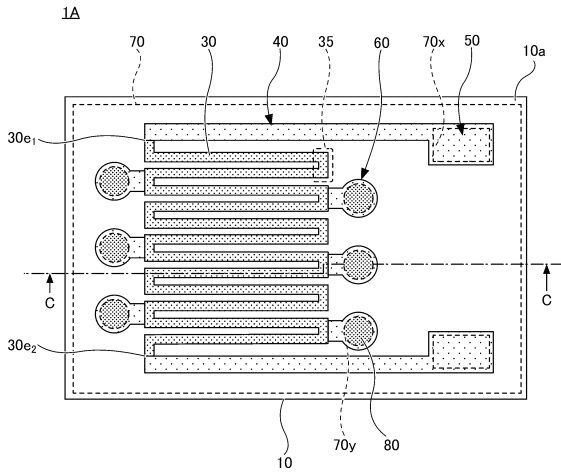
20

30

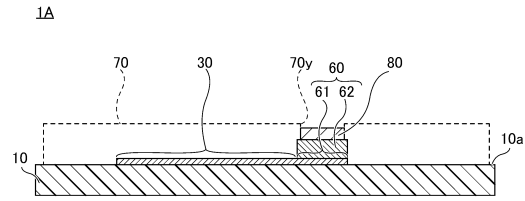
40

50

【 図 5 】

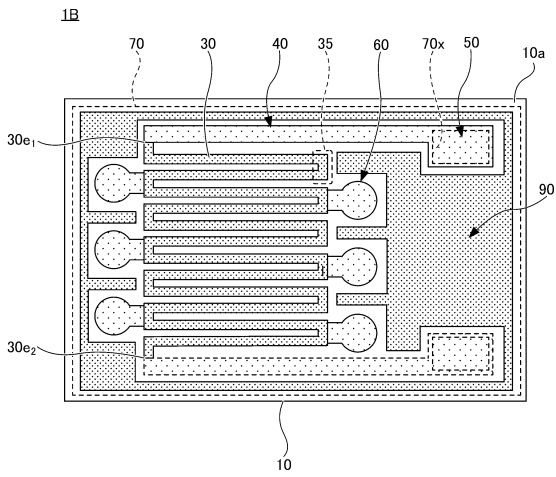


【 図 6 】

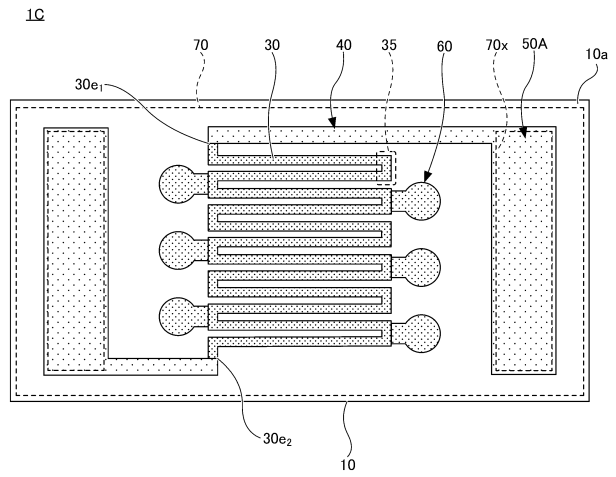


10

【 図 7 】



【 図 8 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(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