

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6008426号
(P6008426)

(45) 発行日 平成28年10月19日(2016.10.19)

(24) 登録日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 L 9/04 (2006.01) G O 1 L 9/04

請求項の数 3 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-219960 (P2012-219960)</p> <p>(22) 出願日 平成24年10月2日 (2012.10.2)</p> <p>(65) 公開番号 特開2014-71085 (P2014-71085A)</p> <p>(43) 公開日 平成26年4月21日 (2014.4.21)</p> <p>審査請求日 平成26年12月1日 (2014.12.1)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号</p> <p>(73) 特許権者 592254526 学校法人五島育英会 東京都渋谷区道玄坂1丁目10番7号</p> <p>(74) 代理人 100071870 弁理士 落合 健</p> <p>(74) 代理人 100097618 弁理士 仁木 一明</p> <p>(74) 代理人 100152227 弁理士 ▲ぬで▼島 慎二</p> <p>(72) 発明者 松本 謙司 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 薄膜センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

銅、マンガンおよびニッケルの合金である第1の合金の薄膜と、ニッケルおよびクロムの合金である第2の合金の薄膜とが積層され、前記積層された薄膜は、任意の直交軸に対して一方向の長さおよび幅の比が、他方向の長さおよび幅の比と同じであり、前記第1の合金の薄膜および前記第2の合金の薄膜の符号が逆で絶対値が略等しいゲージ率が相殺するように、前記第1の合金と前記第2の合金との膜厚比が設定されることを特徴とする薄膜センサ。

【請求項2】

前記第1の合金と前記第2の合金との膜厚比は略4：1であることを特徴とする、請求項1に記載の薄膜センサ。

【請求項3】

圧力を感知する感知部と前記感知部から延びるリード部とを備え、少なくとも前記感知部が前記第1の合金の薄膜および前記第2の合金の薄膜を積層して構成されることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の薄膜センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属薄膜に圧力が作用したときの電気抵抗の変化に基づいて圧力を検出する薄膜センサに関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献1には、薄膜センサの材料として銅、マンガンおよびニッケルの合金を使用し、それぞれの組成を適宜調整することにより、温度変化に対する圧力検出誤差を小さくしたものが記載されている。また同特許文献1には、薄膜センサの材料としてクロムおよび金の合金を用いるとともに、薄膜センサの感知部の形状を、任意の直交軸に対して一方向の長さおよび幅の比が、他方向の長さおよび幅の比と同じになるように構成することで、縦方向および横方向の歪み感度を略同じ値にして薄膜センサの歪みによる圧力検出誤差を小さくしたものが記載されている。そこには、上記後者の薄膜センサの感知部の一例として、一對の半円弧状部を組み合わせた形状のもの（一周型の薄膜センサ）が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4527236号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、この種の薄膜センサは厚さが極めて小さいために狭い隙間に装着することが可能であり、エンジンのピストンのスカート部の表面に加わる圧力を検出するような場合に好適に使用することができる。しかしながら、ピストンのスカート部は比較的剛性が低いために運転中に変形し易く、そこに装着された薄膜センサが母材であるスカート部の変形に追従して歪むことで、検出すべき圧力による歪み（電気抵抗変化）と母材の変形による歪み（電気抵抗変化）とが重畳してしまい、圧力の検出精度が低下する問題がある。ピストンのスカート部のような変形し易い母材の表面の圧力を精度良く検出するには、母材の変形による歪み（電気抵抗変化）の影響を効果的に排除可能な薄膜センサが必要となる。

20

【0005】

上記特許文献1に記載された一周型の薄膜センサでは、縦方向の歪み感度および横方向の歪み感度を略同じ値にして歪みによる圧力検出誤差を小さくしているが、縦方向および横方向の歪み感度を共にゼロにすることができれば、歪みによる圧力検出誤差を更に低減することができる。

30

【0006】

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、薄膜センサが装着される母材の変形の影響を排除して正確な圧力検出を可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明によれば、銅、マンガンおよびニッケルの合金である第1の合金の薄膜と、ニッケルおよびクロムの合金である第2の合金の薄膜とが積層され、前記積層された薄膜は、任意の直交軸に対して一方向の長さおよび幅の比が、他方向の長さおよび幅の比と同じであり、前記第1の合金の薄膜および前記第2の合金の薄膜の符号が逆で絶対値が略等しいゲージ率が相殺するように、前記第1の合金と前記第2の合金との膜厚比が設定されることを特徴とする薄膜センサが提案される

40

【0008】

また請求項2に記載された発明によれば、請求項1の構成に加えて、前記第1の合金と前記第2の合金との膜厚比は略4：1であることを特徴とする薄膜センサが提案される。

【0009】

また請求項3に記載された発明によれば、請求項1または請求項2の構成に加えて、圧

50

力を感知する感知部と前記感知部から延びるリード部とを備え、少なくとも前記感知部が前記第1の合金の薄膜および前記第2の合金の薄膜を積層して構成されることを特徴とする薄膜センサが提案される。

【発明の効果】

【0010】

請求項1の構成によれば、第1の合金および第2の合金を積層した薄膜は、任意の直交軸に対して一方向の長さおよび幅の比が、他方向の長さおよび幅の比と同じであるので、縦方向および横方向の歪み感度を略同じ値にして薄膜センサの歪みによる圧力検出誤差を小さくすることができる。しかも薄膜センサを、銅、マンガンおよびニッケルの合金である第1の合金の薄膜と、ニッケルおよびクロムの合金である第2の合金の薄膜とを積層して構成し、第1の合金の薄膜および第2の合金の薄膜の符号が逆で絶対値が略等しいゲージ率が相殺するように、第1の合金と第2の合金との膜厚比を設定することで、薄膜センサの縦歪み感度および横歪み感度であるゲージ率を小さくして母材の歪みによる圧力検出誤差を減少させることができる。

10

【0011】

また請求項2の構成によれば、第1の合金と第2の合金との膜厚比は略4：1であるので、薄膜センサのゲージ率を略ゼロにすることができ、母材の歪みによる圧力検出誤差を最小限に抑えることができる。

【0012】

また請求項3の構成によれば、圧力を感知する感知部と、感知部から延びるリード部とのうち、少なくとも感知部が第1の合金の薄膜および第2の合金の薄膜を積層して構成されるので、圧力検出精度を確保することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】単線型の薄膜センサおよび一周型の薄膜センサの平面形状を示す図。

【図2】薄膜センサの圧力感度の測定装置を示す図。

【図3】一層型の薄膜センサの圧力感度を示すグラフ。

【図4】薄膜センサの温度感度の測定装置を示す図。

【図5】一層型の薄膜センサの温度感度を示すグラフ。

【図6】薄膜センサの歪み感度の測定装置を示す図。

30

【図7】単線型の薄膜センサおよび一周型の薄膜センサの断面形状を示す図。

【図8】二層型の薄膜センサをモデル化した回路を示す図。

【図9】二層型の薄膜センサの膜厚比を変えた場合の出力特性の変化を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図1～図9に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0015】

まず、本発明に適用するセンサ合金について説明する。

【0016】

表1に示すように、センサ合金(1)～センサ合金(4)は何れもCu-Mn-Ni合金であり、その組成(重量%)は、センサ合金(1)はCuが87.8%、Mnが8.75%、Niが3.45%であり、センサ合金(2)はCuが86.6%、Mnが11.0%、Niが2.4%であり、センサ合金(3)はCuが87.4%、Mnが9.6%、Niが3.0%であり、センサ合金(4)はCuが86.0%、Mnが12.0%、Niが2.0%である。またセンサ合金(5)はNi-Cr合金であり、その組成(重量%)は、Niが90%、Crが10%である。

40

【0017】

【表 1】

Sensor Alloy	Compositon ratio(mass%)
Cu-Mn-Ni(1)	87.8Cu,8.75Mn,3.45Ni
Cu-Mn-Ni(2)	86.6Cu,11.0Mn,2.4Ni
Cu-Mn-Ni(3)	87.4Cu,9.6Mn,3.0Ni
Cu-Mn-Ni(4)	86.0Cu,12.0Mn,2.0Ni
Ni-Cr(5)	90Ni,10Cr

10

【 0 0 1 8 】

図 1 (A) は単線型の薄膜センサ S a の形状を示すもので、一对のリード部 1 1 , 1 1 が直線状の感知部 1 2 で接続される。図 1 (B) は一周型の薄膜センサ S b の形状を示すもので、一对のリード部 1 1 , 1 1 と、二つの半円を組み合わせた接続部 1 3 , 1 3 とが、二つの半円弧状の感知部 1 2 , 1 2 で接続される。

【 0 0 1 9 】

図 2 は薄膜センサの圧力感度の測定装置を示すもので、測定装置は、薄膜センサを収納する圧力容器 2 1 と、圧力容器 2 1 の内部を加圧する高圧ポンプ 2 2 と、圧力容器 2 1 の内部の圧力を電圧に変換する圧力センサ 2 3 と、圧力センサ 2 3 の出力を増幅する増幅器 2 4 と、薄膜センサの電気抵抗値を電圧に変換するホイートストンブリッジ 2 5 と、ホイートストンブリッジ 2 5 の出力を増幅する増幅器 2 6 と、データを記録する記録装置 2 7 とで構成される。

20

【 0 0 2 0 】

図 3 は各センサ合金毎の圧力感度の測定結果を示すもので、センサ合金(1) ~ センサ合金(4) の圧力感度は $1.8 \sim 2.1 \times 10^{-6}$ [(/) / MPa] にあって略同一であり、センサ合金(5) の圧力感度は $1.2 \sim 1.7 \times 10^{-6}$ [(/) / MPa] であってセンサ合金(1) ~ センサ合金(4) の圧力感度よりも僅かに低くなっている。

【 0 0 2 1 】

図 4 は薄膜センサの温度感度の測定装置を示すもので、測定装置は、薄膜センサを収納するヒータ 2 7 と、ヒータ 2 7 の内部の温度を電圧に変換する温度センサ 2 8 と、薄膜センサの電気抵抗値を電圧に変換するホイートストンブリッジ 2 9 と、ホイートストンブリッジ 2 9 の出力を増幅する増幅器 3 0 と、データを記録する記録装置 3 1 とで構成される。

30

【 0 0 2 2 】

図 5 は各センサ合金毎の温度感度の測定結果を示すもので、センサ合金(1) の温度感度は $1.0 \sim 3.0 \times 10^{-6}$ [(/) / °C]、センサ合金(2) の温度感度は $-1.2 \sim -3.6 \times 10^{-6}$ [(/) / °C]、センサ合金(3) の温度感度は $-2.0 \sim 8 \times 10^{-6}$ [(/) / °C]、センサ合金(4) の温度感度は $-4.3 \sim -5.3 \times 10^{-6}$ [(/) / °C] であって個々にばらついている。一方、センサ合金(5) の温度感度は $8.4 \sim 12.8 \times 10^{-6}$ [(/) / °C] であり、温度の上昇に伴って著しく増加している。

40

【 0 0 2 3 】

図 6 は薄膜センサの歪み感度を測定する手法を示すものである。断面コ字状の試験器 3 2 の一对の平行な梁部 3 3 , 3 3 に挟まれた薄肉部 3 4 に、図 1 (A) に示す単線型の薄膜センサ S a および図 1 (B) に示す一周型の薄膜センサ S b を 2 個ずつ貼り付ける。図中右側の単線型の薄膜センサ S a および一周型の薄膜センサ S b は縦歪み感度の測定用であり、その軸線が縦方向 (y 方向) に整列する。また図中左側の単線型の薄膜センサ S a および一周型の薄膜センサ S b は横歪み感度の測定用であり、その軸線が横方向 (x 方向) に整列する。更に、試験器 3 2 の薄肉部 3 4 には、縦方向および横方向の歪み量のモニタとして、市販の二軸型歪みゲージ 3 5 を貼り付ける。

50

【 0 0 2 4 】

尚、単線型の薄膜センサ S a は感知部 1 2 が直線で構成されていて方向性を持つため、その歪み感度は縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w で表される。一方、一周型の薄膜センサ S b は感知部 1 2 , 1 2 が一對の半円弧で構成されていて方向性を持たないため、その縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w は同じ値となる。以下、一周型の薄膜センサ S b の縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w をゲージ率 K_c と呼ぶ場合がある。

【 0 0 2 5 】

一對の梁部 3 3 , 3 3 に相互に対向する荷重 F , F を加え、薄肉部 3 4 に曲げモーメント M を作用させることで、薄肉部 3 4 に縦方向および横方向に歪ませ、単線型の薄膜センサ S a の出力および一周型の薄膜センサ S b の出力を 2 軸型歪みゲージ 3 5 の出力と比較することで、単線型の薄膜センサ S a および一周型の薄膜センサ S b の歪み感度を測定する。

10

【 0 0 2 6 】

表 2 は歪み感度の測定結果を示すものである。単線型の薄膜センサ S a の歪み感度は、Cu - Mn - Ni のセンサ合金(1) ~ (4) を用いた場合、縦歪み感度 K_l が 0 . 5 0 ~ 0 . 7 0、横歪み感度 K_w が - 1 . 1 ~ - 1 . 4 であり、Ni - Cr のセンサ合金(5) を用いた場合、縦歪み感度 K_l が 2 . 4 ~ 2 . 5、横歪み感度 K_w が - 0 . 1 1 ~ - 0 . 1 3 である。

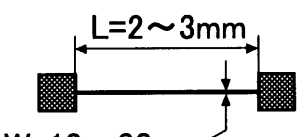
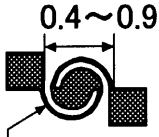
【 0 0 2 7 】

また一周型の薄膜センサ S b の歪み感度は、Cu - Mn - Ni のセンサ合金(1) ~ (4) を用いた場合、縦歪み感度 K_l が - 0 . 2 5 ~ - 0 . 3 5、横歪み感度 K_w が - 0 . 2 5 ~ - 0 . 3 5 であり、Ni - Cr のセンサ合金(5) を用いた場合、縦歪み感度 K_l が 1 . 1 8 ~ 1 . 2、横歪み感度 K_w が 1 . 1 8 ~ 1 . 2 である。

20

【 0 0 2 8 】

【表 2】

	Straight line		Twin-arc	
(y)Lateral ↑ ↓ (x)Longitudinal ← →				
Direction	(X)	(Y)	(X)	(Y)
Cu-Mn-Ni	$K_l = 0.5 \sim 0.7$	$K_w = -1.1 \sim -1.4$	$K_l = -0.25 \sim -0.35$	$K_w = -0.25 \sim -0.35$
Ni-Cr	$K_l = 2.4 \sim 2.5$	$K_w = -0.11 \sim -0.13$	$K_l = 1.18 \sim 1.2$	$K_w = 1.18 \sim 1.2$

30

【 0 0 2 9 】

上記特許文献 1 に開示されているように、薄膜センサに加わる歪みの影響を排除して圧力を高精度に検出するには、縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w を一致させることが望ましいが、単線型の薄膜センサ S a では、何れのセンサ合金(1) ~ (5) を用いた場合であっても、縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w が不一致であり、薄膜センサに加わる歪みの影響を排除できないことが分かる。

40

【 0 0 3 0 】

それに対し、一周型の薄膜センサ S b を採用すれば、何れのセンサ合金(1) ~ (5) を用いた場合であっても、縦歪み感度 K_l および横歪み感度 K_w 、即ちゲージ率 K_c を略一致させ、薄膜センサ S b に加わる歪みの影響をかなり排除できることが分かる。

【 0 0 3 1 】

しかしながら、一周型の薄膜センサ S b のゲージ率 K_c をゼロにすることができれば、

50

薄膜センサ S b に加わる歪みの影響をより一層排除して圧力を更に高精度を検出することができる。本発明は、従来は一層のセンサ合金で構成されていた一周型の薄膜センサ S b を、二層のセンサ合金で構成することで、上記課題を達成するものである。

【 0 0 3 2 】

図 7 (A) は従来の一層型の薄膜センサの断面を示すもので、母材 1 5 に非導電性を有する絶縁膜 1 6、センサ合金よりなるセンサ層 1 7 および耐摩耗性を有する保護膜 1 8 を積層して構成される。図 7 (B) は本発明の一層型の薄膜センサの断面を示すもので、一層型の薄膜センサの一層のセンサ層 1 7 に代えて、第 1 センサ層 1 7 A および第 2 センサ層 1 7 B よりなる二層のセンサ層を備える。第 1 センサ層 1 7 A は Cu - Mn - Ni 合金よりなり、第 2 センサ層 1 7 B は Ni - Cr 合金よりなり、第 1 センサ層 1 7 A の厚さおよび第 2 センサ層 1 7 B の厚さは所定の比率に設定される。

10

【 0 0 3 3 】

尚、母材 1 5 はシリコンウエハであっても良いし、ピストンのスカート部のような圧力検出を行う部材であっても良い。また上記二層構造は、図 1 (B) に示す一周型の薄膜センサ S b の一対のリード部 1 1 , 1 1、感知部 1 2 , 1 2 および接続部 1 3 , 1 3 の全てに適用しても良いが、リード部 1 1 , 1 1 および接続部 1 3 , 1 3 は必ずしも二層構造である必要はなく、一層構造であっても良い。

【 0 0 3 4 】

次に、一周型の薄膜センサ S b を二層構造にすることで、その歪み感度をゼロにできる理由を説明する。

20

【 0 0 3 5 】

符号を以下のように定義すると、

- R : 二層構造の薄膜センサの抵抗値 []
- K : 二層構造の薄膜センサの歪み感度
- : 二層構造の薄膜センサの歪み
- RA : 第 1 センサ層 1 7 A の電気抵抗値 []
- A : 第 1 センサ層 1 7 A の電気抵抗率 [・ m]
- tA : 第 1 センサ層 1 7 A の厚さ [m]
- KA : 第 1 センサ層 1 7 A の歪み感度
- A : 第 1 センサ層 1 7 A の歪み
- RB : 第 2 センサ層 1 7 B の電気抵抗値 []
- B : 第 2 センサ層 1 7 B の電気抵抗率 [・ m]
- tB : 第 2 センサ層 1 7 B の厚さ [m]
- KB : 第 2 センサ層 1 7 B の歪み感度
- B : 第 2 センサ層 1 7 B の歪み
- L : センサ層の長さ [m]
- W : センサ層の幅 [m]

30

歪みによる薄膜センサの出力は次のように表される。

【 0 0 3 6 】

【 数 1 】

40

$$dR/R = K \cdot d\varepsilon \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 7 】

図 8 に示すように、第 1 センサ層 1 7 A および第 2 センサ層 1 7 B は電氣的に並列に接続されていると見做すことができるため、薄膜センサの抵抗値 R は、

【 0 0 3 8 】

【数 2】

$$1/R = 1/R_A + 1/R_B \quad \dots (2)$$

で与えられる。

【0039】

(1)式および(2)式から

【0040】

【数 3】

$$K \cdot d\varepsilon = \frac{dR}{R_A} + \frac{dR}{R_B} \quad \dots (3)$$

10

が得られる。

【0041】

ここで、 R_A および R_B に (1) 式を変形して代入し、 dR に (2) 式を変形して代入すると、

【0042】

【数 4】

$$\begin{aligned} K \cdot d\varepsilon &= \frac{dR}{dR_A} \cdot K_A \cdot d\varepsilon_A + \frac{dR}{dR_B} \cdot K_B \cdot d\varepsilon_B \\ &= \frac{dR_B}{dR_A + dR_B} \cdot K_A \cdot d\varepsilon_A + \frac{dR_A}{dR_A + dR_B} \cdot K_B \cdot d\varepsilon_B \end{aligned} \quad \dots (4)$$

20

が得られる。

【0043】

第1センサ層17Aの歪みと第2センサ層17Bの歪みは等しいと見做せるため、つまり $d\varepsilon_A = d\varepsilon_B$ であるため、(4)式から、

30

【0044】

【数 5】

$$K = \frac{dR_B}{dR_A + dR_B} \cdot K_A + \frac{dR_A}{dR_A + dR_B} \cdot K_B \quad \dots (5)$$

が得られる。

【0045】

また抵抗値 R の変化は、

40

【0046】

【数 6】

$$dR = d\rho \cdot \frac{dL}{dW \cdot dt} \quad \dots (6)$$

で与えられる。

【0047】

また $dL_A = dL_B$ 、 $dW_A = dW_B$ 、 $dL = dL_A = dL_B$ と見なし、かつ $W = W_A = W_B$ から $dt = dt_A = dt_B$ と見なし、(5)式に(6)式を代入すると、

50

【 0 0 4 8 】

【 数 7 】

$$K = \frac{\rho_B \cdot t_A}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot K_A + \frac{\rho_A \cdot t_B}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot K_B \quad \dots (7)$$

が得られる。

【 0 0 4 9 】

(7)式において、第1センサ層17Aの電気抵抗率 A および第2センサ層17bの電気抵抗率 B は、表3に示すように既知である。

10

【 0 0 5 0 】

【 表 3 】

No.	Sensor Alloy	Erectric resistivity: $\rho(\Omega \cdot \text{cm})$
(1)	Cu alloy	$\rho = (42 \sim 45) \times 10^{-6}$
(2)	Cu alloy	
(3)	Cu alloy	
(4)	Cu alloy	
(5)	Ni alloy	$\rho = (62 \sim 66) \times 10^{-6}$

20

【 0 0 5 1 】

また第1センサ層17Aの歪み感度KA および第2センサ層17Bの歪み感度KB は、表2に示すように測定可能である。即ち、表2の一周型の薄膜センサSbの欄のCu-Mn-Ni合金のKlあるいはKwが(7)式のKAに対応し、表2の一周型の薄膜センサSbの欄のNi-Cr合金のKlあるいはKwが(7)式のKBに対応する。

【 0 0 5 2 】

また第1センサ層17Aの厚さtA および第2センサ層17Bの厚さtB は任意に設定可能であるため、それらの比(膜厚比 = t_B / t_A)を適切な値に設定することにより、二層構造の薄膜センサの歪み感度K、つまり一周型の薄膜センサSbがゲージ率Kcをゼロにすることができる。

30

【 0 0 5 3 】

図9(A)は膜厚比 = t_B / t_A を変化させたときの二層構造の単線型の薄膜センサの縦歪み感度Kl(参照)および横歪み感度Kw(参照)の測定値と、二層構造の一周型の薄膜センサSbの歪み感度であるゲージ率Kc(参照)の測定値とを示すもので、実線で示す計算値と良く一致している。同図から、膜厚比 = 略25%のとき、例えば、第1センサ層17Aの厚さtAを200nmとし、第2センサ層17Bの厚さtBを50nmとしたとき、一周型の薄膜センサSbのゲージ率Kcが略ゼロになることが分かる。

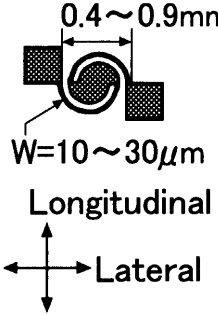
【 0 0 5 4 】

40

表4は、一周型の薄膜センサSbの縦歪み感度Klおよび横歪み感度Kwの測定値を、Cu-Mn-Ni合金の一層構造を適用したものと、Ni-Cr合金の一層構造を適用したものと、Cu-Mn-Ni合金およびNi-Cr合金の二層構造を適用したものとについて、それぞれ示している。

【 0 0 5 5 】

【表 4】

Sensor form and dimension	Sensor alloy	Gauge factor(Kc)	
		Longitudinal	Lateral
 <p>0.4~0.9mm W=10~30μm Longitudinal Lateral</p>	Cu-Mn-Ni (Single layer)	K _l = -0.25 ~-0.35	K _w = -0.25 ~-0.35
	Ni-Cr (Single layer)	K _l = 1.18 ~1.20	K _w = 1.18 ~1.20
	Cu-Mn-Ni +Ni-Cr (Double layer)	K _l = 0.01 ~-0.02	K _w = 0.01 ~-0.02

10

【0056】

Cu-Mn-Ni合金の一層構造を適用したものと、Ni-Cr合金の一層構造を適用したものと、縦歪み感度K_lおよび横歪み感度K_wが相互に等しい値になっているが、それらをゼロにすることはできない。一方、Cu-Mn-Ni合金およびNi-Cr合金の膜厚比=略25%の二層構造を適用したものは、縦歪み感度K_lおよび横歪み感度K_wが共に略ゼロになっていることが分かる。

20

【0057】

次に、二層構造の一周型の薄膜センサS_bの圧力感度および温度感度について説明する。

【0058】

P：二層構造の薄膜センサの圧力感度 [() / MPa]

PA：第1センサ層17Aの圧力感度 [() / MPa]

PB：第2センサ層17Bの圧力感度 [() / MPa]

T：二層構造の薄膜センサの温度感度 [() / °C]

TA：第1センサ層17Aの温度感度 [() / °C]

TB：第2センサ層17Bの温度感度 [() / °C]

30

と定義すると、二層構造の薄膜センサの歪み感度Kを示す(7)式と同様にして、二層構造の薄膜センサの温度感度 P および二層構造の薄膜センサの温度感度 T を示す式を、それぞれ次のように導くことができる。

【0059】

【数8】

$$\alpha_P = \frac{\rho_B \cdot t_A}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot \alpha_{PA} + \frac{\rho_A \cdot t_B}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot \alpha_{PB} \quad \dots (8)$$

40

【0060】

【数9】

$$\alpha_T = \frac{\rho_B \cdot t_A}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot \alpha_{TA} + \frac{\rho_A \cdot t_B}{\rho_A \cdot t_B + \rho_B \cdot t_A} \cdot \alpha_{TB} \quad \dots (9)$$

【0061】

(8)式に、図3に示す第1センサ層17Aの圧力感度 PAおよび第2センサ層17Bの圧力感度 PBと、表3に示す第1センサ層17Aの電気抵抗率 A および第2センサ層17bの電気抵抗率 B とを代入し、膜厚比 = t_B / t_A を変化させると、図9(B)の

50

グラフが得られる。 で示す測定値は実線で示す計算値に良く一致しており、膜厚比 = t_B / t_A に関わらずに二層構造の薄膜センサの圧力感度 P は略一定であることが分かる。

【 0 0 6 2 】

(9) 式に、図 5 に示す第 1 センサ層 1 7 A の温度感度 T_A および第 2 センサ層 1 7 B の温度感度 T_B と、表 3 に示す第 1 センサ層 1 7 A の電気抵抗率 A および第 2 センサ層 1 7 b の電気抵抗率 B とを代入し、膜厚比 = t_B / t_A を変化させると、図 9 (C) のグラフが得られる。膜厚比 = $t_B / t_A = 25\%$ に設定した場合、 で示すセンサ合金 (4) を採用すると、温度感度 T を略ゼロにできることが分かる。

【 0 0 6 3 】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【 0 0 6 4 】

例えば、本発明の薄膜センサは、実施の形態の一周型の薄膜センサ S_b に限定されず、任意の直交軸に対して一方向の長さおよび幅の比が、他方向の長さおよび幅の比と同じになるものであれば良い。

【 符号の説明 】

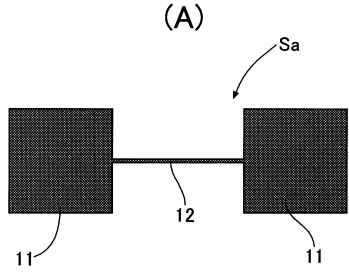
【 0 0 6 5 】

S_a	単線型の薄膜センサ
S_b	一周型の薄膜センサ
1 1	リード部
1 2	感知部
1 5	母材
1 6	絶縁膜
1 7	センサ層
1 7 A	第 1 センサ層
1 7 B	第 2 センサ
1 8	保護膜

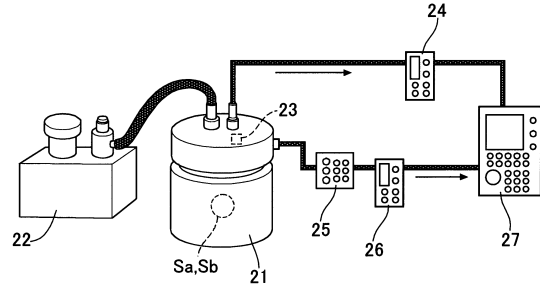
10

20

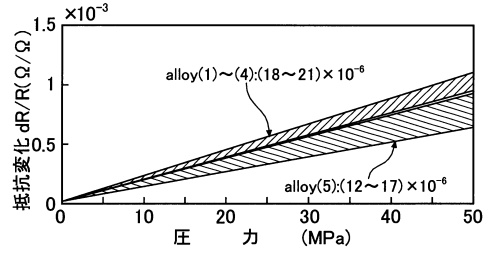
【図1】



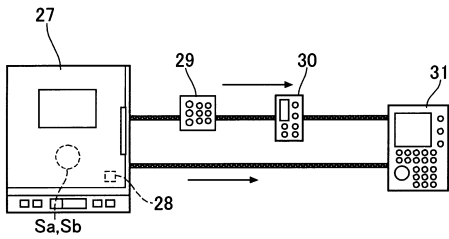
【図2】



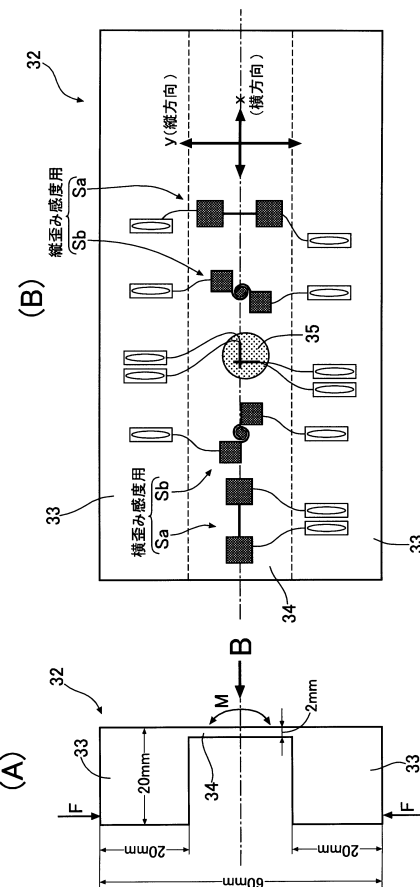
【図3】



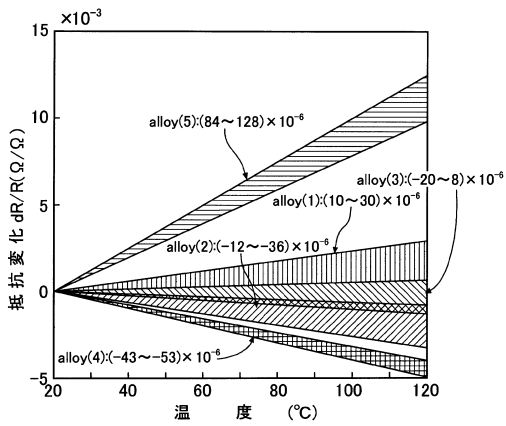
【図4】



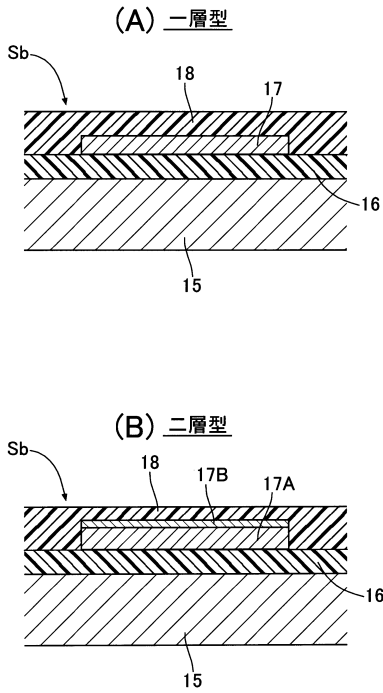
【図6】



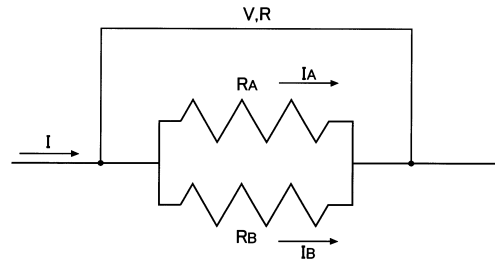
【図5】



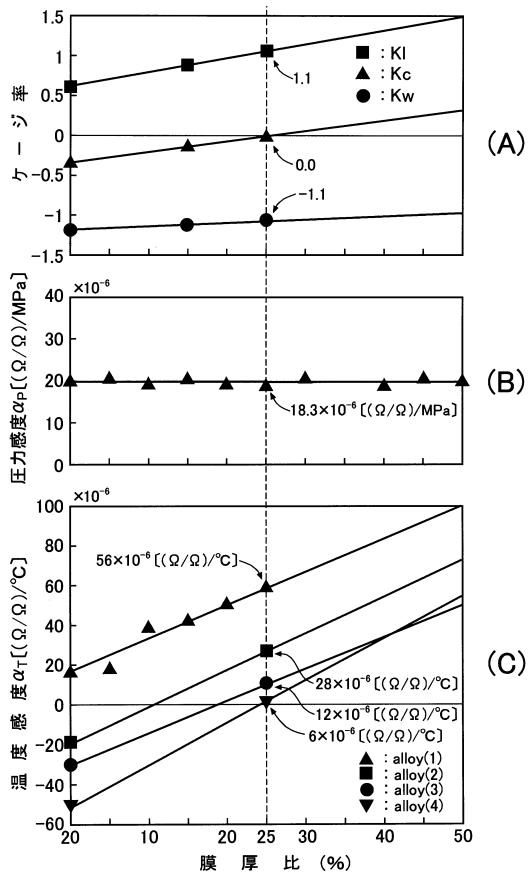
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 三原 雄司
東京都世田谷区玉堤1丁目28番1号 東京都市大学内

審査官 公文代 康祐

(56)参考文献 特開2001-281076(JP,A)
国際公開第01/004594(WO,A1)
特開昭59-075104(JP,A)
特開2003-035506(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01L 9/04
G01L 1/22
G01B 7/16