

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4527236号  
(P4527236)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 L 1/18 (2006.01)** GO 1 L 1/18 Z  
**GO 1 L 1/20 (2006.01)** GO 1 L 1/20 Z

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-93797 (P2000-93797)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成12年3月30日(2000.3.30)	(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
(65) 公開番号	特開2001-281076 (P2001-281076A)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
(43) 公開日	平成13年10月10日(2001.10.10)	(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
審査請求日	平成19年3月21日(2007.3.21)	(72) 発明者	染谷 常雄 東京都世田谷区玉堤1-28-1 武蔵工業大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銅とマンガンとニッケルとの合金により構成される薄膜センサであって、前記銅の組成が87.4から87.8重量%であり、前記マンガンの組成が8.75から9.6重量%であり、前記ニッケルの組成が3.0から3.45重量%であることを特徴とする薄膜センサ。

【請求項 2】

クロムと金との合金により構成される薄膜センサであって、前記クロムの組成が3.0重量%以上4.4重量%以下であり、残部が金であって、任意の直交軸に対して一方向の長さと幅の比が、他方向の長さ<sup>と</sup>幅の比と同じであることを特徴とする薄膜センサ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の薄膜センサにおいて、被測定対象物とセンサとの間に形成される絶縁膜が窒化物であることを特徴とする薄膜センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜センサ、特に温度変化及び歪みによる影響の小さい薄膜センサの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、しゅう動部の圧力測定等の目的で薄膜センサが使用されている。このような薄膜センサは、センサ膜を真空蒸着あるいはスパッタリング法等により、しゅう動部表面に直接形成して測定を行うため、センサの取付によるしゅう動面への影響が少ないという特徴がある。

【 0 0 0 3 】

このような薄膜センサの例がトライボロジスト第 4 3 巻第 7 号 ( 1 9 9 8 ) 6 1 1 ~ 6 1 7 に記載されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記従来の薄膜センサでは、圧力測定時に、温度変化あるいは薄膜センサに加わる歪みにより測定圧力に誤差が生じるという問題があった。このため、たとえばエンジンの主軸受部等の高温かつ大きな歪みの発生する部位の圧力測定を行う場合には、従来の薄膜センサでは性能が不十分であった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、温度変化あるいは歪みによる影響を除去でき、圧力のみを測定を可能とする薄膜センサを提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、銅とマンガンとニッケルとの合金により構成される薄膜センサであって、銅の組成が 8 7 . 4 から 8 7 . 8 重量%であり、マンガンの組成が 8 . 7 5 から 9 . 6 重量%であり、ニッケルの組成が 3 . 0 から 3 . 4 5 重量%であることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、クロムと金との合金により構成される薄膜センサであって、クロムの組成が 3 . 0 重量%以上 4 . 4 重量%以下であり、残部が金であって、任意の直交軸に対して一方の長さと幅の比が、他方向の長さと幅の比と同じであることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、クロムと金との合金により構成される薄膜センサであって、縦方向のゲージ率と横方向のゲージ率がともに  $\pm 0 . 3$  以内であることが好適である。

【 0 0 1 0 】

また、上記薄膜センサにおいて、被測定対象物とセンサとの間に形成される絶縁膜が窒化物であることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に従って説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 ( a )、( b ) には、銅 ( C u ) とマンガン ( M n ) とニッケル ( N i ) との合金により構成された薄膜センサについて、銅、マンガン、ニッケルの組成比を種々変化させた場合の、5 0 における抵抗を基準とする温度に対する抵抗変化率の測定結果が示される。すなわち、図 1 ( b ) の ( 1 ) ~ ( 6 ) の組成割合 ( 重量% ) の合金を使用した薄膜センサの抵抗変化率が、図 1 ( a ) の ( 1 ) ~ ( 6 ) の直線でそれぞれ示されている。

【 0 0 1 3 】

なお、測定に使用した薄膜センサの形状は円形であり、測定圧力は 1 0 0 M P a である。ただし、温度感度、圧力感度はセンサの形状にほとんど依存しないので、円形以外の形状であっても結果には大きな相違は生じない。

【 0 0 1 4 】

圧力測定用の薄膜センサとしては、測定結果が温度変化に影響されないことが望ましく、図 1 ( a ) の破線で示されるように、温度の変化に対して抵抗変化率が 0 の線に特性が近いほどよい。図 1 ( a ) からわかるように、図 1 ( b ) に示された合金組成のうち ( 1 )

、(3)、(4)に対応するものは温度に対する抵抗変化率が大きすぎて、薄膜センサの材料としては適さない。これらに対して、合金組成が(6)のものは、図1(a)に示された破線すなわち温度変化に対して抵抗変化率がない場合に極めて近く、薄膜センサの材料として好適であることがわかる。さらに、図1(b)に示された合金組成のうち(2)および(5)のものは、図1(a)に示されるように、温度に対する抵抗変化率が、100において $1.0(\%) \times 10^3$ 前後となっている。抵抗変化率の値としては、 $\pm 1.5(\%) \times 10^3$ 以内とするのが望ましいので、薄膜センサの材料としては、合金組成が(2)のものから(5)のものの間であることが好適と考えられる。

**【0015】**

以上より、薄膜センサの材料として、銅とマンガンとニッケルとの合金を使用する場合には、その組成が図1(b)に示された(2)と(5)の間、すなわち、銅の組成が87.4から87.8重量%であり、マンガンの組成が8.75から9.6重量%であり、ニッケルの組成が3.0から3.45重量%の間であるのが好適であると考えられる。

**【0016】**

図2には、クロム(Cr)と金(Au)との合金により構成された薄膜センサについて、クロムの含有量を種々変化させた場合の、50における抵抗を基準とする温度に対する抵抗変化率の測定結果が示される。図2において、使用したクロム、金合金中のクロム含有量は、3.0重量%、3.6重量%、3.8重量%、4.4重量%、5.7重量%である。

**【0017】**

図1(a)でも述べたとおり、圧力測定用の薄膜センサとしては、測定結果が温度変化に影響されないことが望ましく、図2で言えばクロム含有量3.6重量%が最も好適といえる。ただし、クロム含有量が5.7重量%のものを除けば、いずれのものも温度に対する抵抗変化率が100において $\pm 1.5(\%) \times 10^3$ 以内となっているので、薄膜センサの材料として使用可能である。したがって、クロムの組成が3.0重量%以上4.4重量%以下であるクロム、金合金が薄膜センサの材料として好適と考えられる。

**【0018】**

次に、図3に示された形状の薄膜センサにより、圧力測定値に及ぼす歪みの影響について説明する。図3においては、薄膜センサは2種類の材料A、Bでそれぞれ直線状のセンサを形成し、お互いを90°の方向に位置するように配置してある。

**【0019】**

また、図3に示された薄膜センサのうち、材料Aで形成した部分および材料Bで形成した部分についての特性値は、以下のとおりである。

**【0020】****【数1】**

## 材料A

$K_{Al}$  : 縦方向 (X-X方向)ひずみ感度 [  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  ]

$K_{Aw}$  : 横方向 (Y-Y方向)ひずみ感度 [  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  ]

$R_A$  : 抵抗値 [  $\Omega$  ]

$\rho_A$  : 電気抵抗率 [  $\Omega \cdot \text{mm}$  ] : 個有値

$l_A$  : 抵抗線の長さ [  $\text{mm}$  ]

$w_A$  : 抵抗線の幅 [  $\text{mm}$  ]

$t_A$  : 抵抗線の厚さ [  $\text{mm}$  ]

## 材料B

$K_{Bl}$  : 縦方向 (Y-Y方向)ひずみ感度 [  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  ]

$K_{Bw}$  : 横方向 (X-X方向)ひずみ感度 [  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  ]

$R_B$  : 抵抗値 [  $\Omega$  ]

$\rho_B$  : 電気抵抗率 [  $\Omega \cdot \text{mm}$  ]

$l_B$  : 抵抗線の長さ [  $\text{mm}$  ]

$w_B$  : 抵抗線の幅 [  $\text{mm}$  ]

$t_B$  : 抵抗線の厚さ [  $\text{mm}$  ]

なお、以後材料Aにより形成された薄膜センサをX方向の薄膜センサといい、材料Bで形成された薄膜センサをY方向の薄膜センサという。Y方向の薄膜センサのゲージ率すなわち歪みによる抵抗変化を  $K_{sl}$  (  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  )、X方向のゲージ率を  $K_{sw}$  (  $(\Omega / \Omega) / \varepsilon$  ) とし、を薄膜センサにかかる歪みの大きさとすると、これらのゲージ率はそれぞれ以下のように表される。

【 0 0 2 1 】

【 数 2 】

$$K_{sl} = \frac{K_{Aw} \cdot R_A + K_{Bl} \cdot R_B}{R_A + R_B}$$

$$K_{sw} = \frac{K_{Al} \cdot R_A + K_{Bw} \cdot R_B}{R_A + R_B}$$

ここで、一般に  $R = \rho \cdot (l / S) = \rho \cdot (l / w t)$  となる。なお、Sは各薄膜センサの断面積である。この式を上述したY方向の薄膜センサのゲージ率  $K_{sl}$  およびX方向の

薄膜センサのゲージ率  $K_{sw}$  にそれぞれ代入すると各ゲージ率の式は以下のとおりとなる。

【 0 0 2 2 】

【数 3】

$$K_{sl} = \frac{K_{Aw} \cdot \rho_A \frac{l_A}{w_A \cdot t_A} + K_{Bl} \cdot \rho_B \frac{l_B}{w_B \cdot t_B}}{\rho_A \frac{l_A}{w_A \cdot t_A} + \rho_B \frac{l_B}{w_B \cdot t_B}}$$

$$K_{sw} = \frac{K_{Al} \cdot \rho_A \frac{l_A}{w_A \cdot t_A} + K_{Bw} \cdot \rho_B \frac{l_B}{w_B \cdot t_B}}{\rho_A \frac{l_A}{w_A \cdot t_A} + \rho_B \frac{l_B}{w_B \cdot t_B}}$$

ここで、X方向の薄膜センサおよびY方向の薄膜センサの材料を適宜選択し、 $K_{sl} = 0$ 、 $K_{sw} = 0$  とできれば、図3に示された薄膜センサにどの方向から歪みが加わっても、歪みの影響のない圧力センサを実現することができる。 20

【 0 0 2 3 】

上記のような条件を完全には実現できないとしても、Y方向の薄膜センサおよびX方向の薄膜センサのゲージ率を同じにすれば、それぞれの薄膜センサに生じる歪みの影響を同じにできるので、相互にキャンセルすることにより薄膜センサに加わる歪みによる抵抗変化を補正することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

一般的に、薄膜センサを形成する場合には、図3に示されたY方向およびX方向について同じ材料を使用するので、上記  $K_{sl}$ 、 $K_{sw}$  の式に以下の条件を代入できる。 30

【 0 0 2 5 】

【数 4】

$$\rho_A = \rho_B = \rho$$

$$K_{Al} = K_{Bl} = K_l$$

$$K_{Aw} = K_{Bw} = K_w$$

また、それぞれの薄膜センサの厚さを同じとした上で、Y方向およびX方向について、それぞれ長さとの幅の比を同じにすると、上記  $K_{sl}$ 、 $K_{sw}$  の式には以下の条件も代入できる。

【 0 0 2 6 】

【数 5】

$$t_A = t_B = t$$

$$\frac{l_A}{w_A} = \frac{l_B}{w_B} = \alpha$$

これにより、 $K_{sl}$ 、 $K_{sw}$ は以下のとおりとなる。

【0027】

【数6】

$$K_{sl} = \frac{K_w + Kl}{2}$$

$$K_{sw} = \frac{Kl + K_w}{2}$$

以上より、薄膜センサのX方向の長さとの幅の比およびY方向の長さとの幅の比を同じにすれば、薄膜センサのY方向ゲージ率 $K_{sl}$ とX方向ゲージ率 $K_{sw}$ とを同じ値とすることができる。これは、薄膜センサの形状を、任意の直交軸に対して一方向の長さとの幅の比が、他方向の長さとの幅の比と同じになるようにすれば、それぞれの軸方向のゲージ率を互いに同じ値とすることができることを意味している。

【0028】

図4(a)、(b)には、上述した薄膜センサの形状の影響を調べるための2種類の形状パターンが示される。すなわち、図4(a)には、任意の直交軸に対して一方向の長さとの幅の比が、他方向の長さとの幅の比と異なる例(以下、単線パターンという)が示され、図4(b)には両方の比が同じである例(以下、一周パターンという)がそれぞれ示される。

【0029】

また、表1には、図4に示された薄膜センサの形状に対するゲージ率の測定結果が示される。

【0030】

【表1】

センサ形状	Au-Cr合金のCr量[%]					
	3.0		3.6		4.5	
	K <sub>s1</sub>	K <sub>sw</sub>	K <sub>s1</sub>	K <sub>sw</sub>	K <sub>s1</sub>	K <sub>sw</sub>
単線パターン	0.43	-0.50	0.28	-0.55	-0.19	-0.62
	0.45	-0.55	0.30		0.13	
一周パターン	-0.02	-0.03	-0.09	-0.11	-0.34	-0.38
	-0.05	-0.04	-0.10	-0.12		

なお、上記表 1 には、薄膜センサの材料として使用した金、クロム合金のクロム含有量を 3 種類選び、それぞれのクロム含有量毎の両パターンにおけるゲージ率が示されている。

【0031】

表 1 に示されるように、クロム含有量が 3.0 重量%および 3.6 重量%の場合では、Y 方向ゲージ率  $K_{s1}$  および X 方向ゲージ率  $K_{sw}$  のいずれにおいても単線パターンに対して一周パターンの値が大幅に小さくなっている。すなわち、クロム含有量が 3.0 重量%および 3.6 重量%の場合には、単線パターンでは、ほとんどの場合ゲージ率が  $\pm 0.3$  より大きい値であるのに対し、一周パターンの場合にはいずれも  $\pm 0.3$  以内となっている（0.3 を大きく下回っている）。

【0032】

また、一周パターンにおいては、Y 方向ゲージ率  $K_{s1}$  と X 方向ゲージ率  $K_{sw}$  の値がほぼ同じ値となっており、上述したように薄膜センサに加わる歪みによる抵抗変化を高精度に補正することも可能となっている。

【0033】

図 5 には、被測定対象物が導電体の場合の被測定対象物上に薄膜センサを形成した場合の例が示される。図 5 において、被測定対象物 10 の上に形成された薄膜センサ 14 は、絶縁膜 12 により全体が覆われている。このような構成により、被測定対象物 10 と薄膜センサ 14 との間を絶縁しつつ圧力測定を行う。なお、被測定物が絶縁体の場合には、絶縁膜 12 を使用する必要はない。

【0034】

また、上記絶縁膜 12 は、図 5 に示されるように、薄膜センサ 14 全体を覆っているため、薄膜センサ 14 の保護膜としても機能している。

【0035】

このような絶縁膜 12 としては、従来  $Al_2O_3$  等の酸化物が使用されていたが、本発明者らは、この絶縁膜 12 の材料として  $Si_3N_4$  等の窒化物を使用することが好適であることを見いだした。

【0036】

図 6 には、上記絶縁膜 12 として酸化物を使用した場合と窒化物を使用した場合における薄膜センサ 14 の温度変化に対する抵抗変化率が示される。図 6 に示されるように、絶縁膜 12 の材料として酸化物を使用した場合には温度に対する抵抗変化率が  $8.3 \sim 12.7 \times 10^{-6} ( / ) / ( )$  であったのに対し、窒化物を使用した場合には  $6.7 \sim 9.7 \times 10^{-6} ( / ) / ( )$  となった。

【0037】

このように、絶縁膜 12 の材料として窒化物を使用した場合には酸化物を使用した場合に

20

30

40

50

比べ単位温度あたりの圧力誤差値を小さくすることができる。したがって、絶縁膜 1 2 の材料には窒化物が好適であることがわかる。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、薄膜センサの材料として銅、マンガン、ニッケル合金あるいはクロム、金合金を使用し、それぞれの組成を適宜調整することにより、単位温度あたりの圧力誤差値を小さくでき、薄膜センサの性能を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

また、薄膜センサの形状を、任意の直交軸に対して長さとの比が一定となるように調整することにより、縦方向および横方向のゲージ率を小さくできるとともに、縦方向、横方向のゲージ率の値をほぼ同じ値とすることができる。 10

【 0 0 4 0 】

また、絶縁膜として窒化物を使用することにより、薄膜センサの圧力誤差値を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 銅、マンガン、ニッケル合金を材料とする薄膜センサの温度に対する抵抗変化率を示す図である。

【図 2】 クロム、金合金を材料とする薄膜センサの温度に対する抵抗変化率を示す図である。

【図 3】 X 方向、Y 方向に互いに直交するように直線状の薄膜センサを形成した例を示す図である。 20

【図 4】 薄膜センサの形状のパターンの例を示す図である。

【図 5】 被測定対象物上に薄膜センサを形成した場合の例を示す図である。

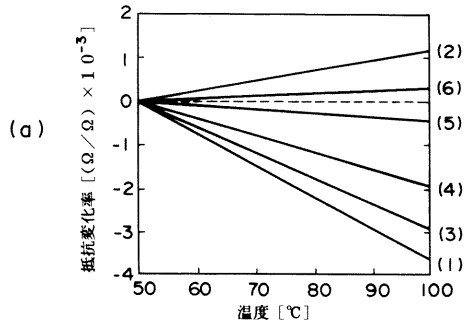
【図 6】 絶縁膜として酸化物および窒化物を使用した場合の温度に対する抵抗率変化を示す図である。

【符号の説明】

1 0 被測定対象物、 1 2 絶縁膜、 1 4 薄膜センサ。



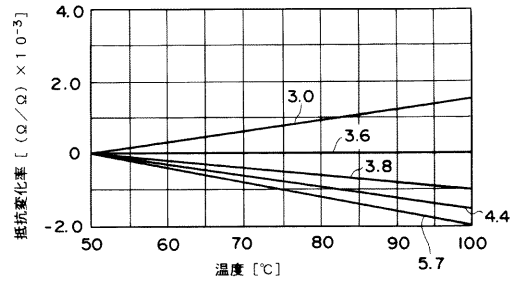
【図 1】



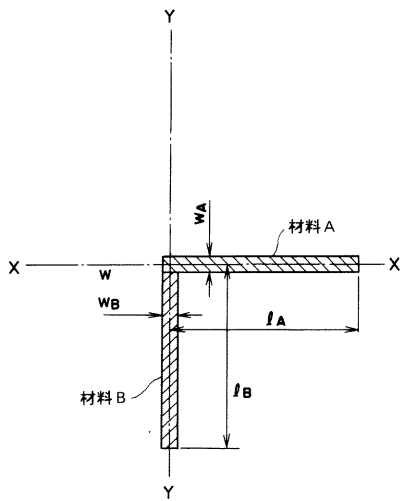
(b)

Cu-Mn-Ni合金の組織		
(1)	87Cu-	15Mn- 3Ni
(2)	87.8Cu-	8.75Mn- 3.45Ni
(3)	86Cu-	12Mn- 2Ni
(4)	86.6Cu-	11.0Mn- 2.4Ni
(5)	87.4Cu-	9.6Mn- 3.0Ni
(6)	87.6Cu-	9.2Mn- 3.2Ni

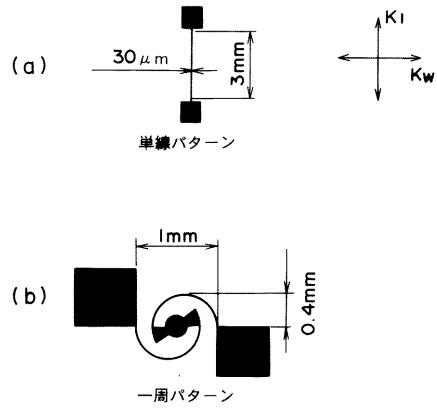
【図 2】



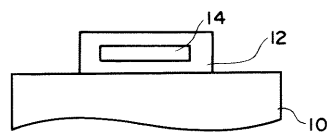
【図 3】



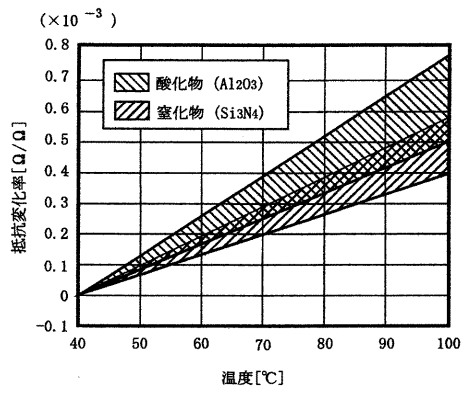
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

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 - 2 8 - 1 武蔵工業大学内

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 特開平 0 5 - 1 8 7 9 4 4 ( J P , A )

特開平 0 5 - 2 0 9 7 9 8 ( J P , A )

特開平 0 8 - 1 7 6 7 5 4 ( J P , A )

特開昭 6 1 - 2 8 6 7 3 1 ( J P , A )

特開平 1 1 - 1 9 3 4 2 6 ( J P , A )

特開昭 5 4 - 8 7 6 3 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01L 1/00 1/26

C22C 5/02

C22C 9/05 9/06