

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-96230

(P2008-96230A)

(43) 公開日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.

G 0 1 L 5/16 (2006.01)

F 1

G 0 1 L 5/16

テーマコード (参考)

2 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-277059 (P2006-277059)
 (22) 出願日 平成18年10月11日 (2006.10.11)

(71) 出願人 000111085
 ニッタ株式会社
 大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
 (74) 代理人 100089196
 弁理士 梶 良之
 (74) 代理人 100104226
 弁理士 須原 誠
 (72) 発明者 森本 英夫
 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株
 式会社奈良工場内
 Fターム(参考) 2F051 AB09 DA03 DB03

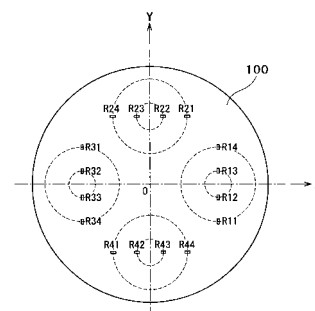
(54) 【発明の名称】 歪みゲージ式センサ

(57) 【要約】

【課題】 小型化を可能にする。

【解決手段】 歪みゲージ式センサは、4つの可撓部を有する第1フランジと、第1フランジに対向するように配置された4つの可撓部を有する第2フランジとを有している。第1フランジの各可撓部の中央部に形成された連結体と第2フランジの各可撓部の中央部に形成された連結体とは連結されている。第1フランジの下面には、それぞれ一直線上に配置された歪みゲージR11～R14、R21～R24、R31～R34、R41～R44が固定されている。一直線上に配置された4個の歪みゲージ、第1フランジの可撓部、第2フランジの可撓部及び連結体の組は、Z軸を中心に90度おき且つZ軸から等距離に配置されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一平面上において 2 個又は 4 個の歪みゲージが一直線上に配置された第 1 可撓部を有する第 1 部材と、

前記第 1 可撓部に対向する第 2 可撓部を有する第 2 部材と、

前記第 1 可撓部と前記第 2 可撓部とを連結する連結体とを備え、

前記 2 個又は 4 個の歪みゲージのそれぞれの抵抗値の変化に基づいて前記平面上の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージの配列方向に平行な方向の力及び前記平面に垂直な方向の力を検出することを特徴とする歪みゲージ式センサ。

【請求項 2】

前記連結体の外径は前記第 1 可撓部の外径よりも小さく、

前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは、前記第 1 可撓部の外端部及び前記連結体の外端部に対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 3】

前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは、前記第 1 可撓部の中心位置に対して対称に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 4】

前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ、前記第 1 可撓部、前記第 2 可撓部及び前記連結体の組が複数設けられており、

前記複数組の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ、前記第 1 可撓部、前記第 2 可撓部及び前記連結体は、前記平面上の中心点を中心に等角度おき且つ前記中心点から等距離に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 5】

前記角度は 90 度であることを特徴とする請求項 4 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 6】

前記複数組の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ及び前記第 1 可撓部は、前記中心点を原点とする X 軸および Y 軸上の正方向および負方向にそれぞれ対応した位置に配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 7】

X 軸上の正方向および負方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは X 軸と直交する方向に配列されていると共に、Y 軸上の正方向および負方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは Y 軸と直交する方向に配列されていることを特徴とする請求項 6 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 8】

前記角度は 120 度であることを特徴とする請求項 4 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 9】

前記複数組の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ及び前記第 1 可撓部は、前記中心点を原点とする X 軸正方向から Y 軸負方向に 30 度をなす第 1 線に対応した位置、X 軸負方向から Y 軸負方向に 30 度をなす第 2 線に対応した位置および Y 軸上の正方向に対応した位置にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項 8 に記載の歪みゲージ式センサ。

【請求項 10】

第 1 線に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは第 1 線と直交する方向に配列されており、第 2 線に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは第 2 線と直交する方向に配列されており、Y 軸上の正方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは Y 軸と直交する方向に配列されていることを特徴とする請求項 9 に記載の歪みゲージ式センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多軸成分の力などを検出することができる歪みゲージ式センサに関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、円盤形状のフランジから成る第1部材及び第2部材を備えた6軸センサが記載されている。上記の第1部材および第2部材は、それぞれ対向する4つのダイヤフラムを有している。そして、各ダイヤフラムには、8個の歪みゲージが配置されている。そして、各歪みゲージが配線により接続されることでブリッジ回路が構成されており、各歪みゲージの抵抗値の変化に基づいて力及びモーメントが検出される。

【特許文献1】特開2005-31062号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

しかしながら、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向の力を検出するためのブリッジ回路が別々に設けられている場合には、ブリッジ回路のみならず、ブリッジ回路からリード線を引き出すためのランドを含めた回路構成が必要であり、非常に複雑なものとなる。特にセンサの小型化を図る場合には、狭い領域内において上記の回路を構成する必要があるが困難である。そのため、歪みゲージの数は極力少なくし、回路構成を簡略化するのが好ましい。

【0004】

そこで、本発明の目的は、小型化が可能な歪みゲージ式センサを提供することである。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

20

【0005】

本発明の歪みゲージ式センサは、一平面上において2個又は4個の歪みゲージが一直線上に配置された第1可撓部を有する第1部材と、前記第1可撓部に対向する第2可撓部を有する第2部材と、前記第1可撓部と前記第2可撓部とを連結する連結体とを備え、前記2個又は4個の歪みゲージのそれぞれの抵抗値の変化に基づいて前記平面上の前記2個又は4個の歪みゲージの配列方向に平行な方向の力及び前記平面に垂直な方向の力を検出することを特徴としている。

【0006】

この構成によると、一平面上に配置された2個又は4個の歪みゲージを用いて、平面上の2個又は4個の歪みゲージの配列方向に平行な方向の力及び平面に垂直な方向の力を検出することができる。そのため、上記の2つの方向の力を検出するための歪みゲージをそれぞれ別々に設ける必要がなく、2個又は4個の歪みゲージを共用することで、上記の2つの方向の力を検出するための歪みゲージの数を少なくすることができる。従って、ブリッジ回路及びそのブリッジ回路からリード線を引き出すためのランドを含めた回路構成が簡略化されるので、センサの小型化が容易になる。

30

【0007】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記連結体の外径は前記第1可撓部の外径よりも小さく、前記2個又は4個の歪みゲージは、前記第1可撓部の外端部及び前記連結体の外端部に対応した位置に配置されていてもよい。

【0008】

40

この構成によると、歪みゲージが第1可撓部において最も大きな歪みが発生する位置に配置されるので、センサ感度が向上する。

【0009】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記2個又は4個の歪みゲージは、前記第1可撓部の中心位置に対して対称に配置されていてもよい。

【0010】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記2個又は4個の歪みゲージ、前記第1可撓部、前記第2可撓部及び前記連結体の組が複数設けられており、前記複数組の前記2個又は4個の歪みゲージ、前記第1可撓部、前記第2可撓部及び前記連結体は、前記平面上の中心点を中心に等角度おき且つ前記中心点から等距離に配置されていてもよい。

50

【 0 0 1 1 】

この構成によると、多軸成分の力を検出することが可能であり、多軸方向の力、モーメントを検出することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記角度は 90 度であってもよい。

【 0 0 1 3 】

この構成によると、互いに直交する方向成分及びそれに直交する方向成分の力、モーメントを検出することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記複数組の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ及び前記第 1 可撓部は、前記中心点を原点とする X 軸および Y 軸上の正方向および負方向にそれぞれ対応した位置に配置されていてもよい。

【 0 0 1 5 】

この構成によると、平面上の中心点を原点とする X 軸方向及び Y 軸方向の力、モーメントを検出することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、X 軸上の正方向および負方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは X 軸と直交する方向に配列されていると共に、Y 軸上の正方向および負方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは Y 軸と直交する方向に配列されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によると、平面上の中心点を原点とする X 軸方向及び Y 軸方向の力、モーメントを容易に検出することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記角度は 120 度であってもよい。

【 0 0 1 9 】

この構成によると、角度が 90 度の場合と比較して、平面上に配置される電極や第 1 部材及び第 2 部材の可撓部の数が少なくなるので、製造コストを低減できる。

【 0 0 2 0 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、前記複数組の前記 2 個又は 4 個の歪みゲージ及び前記第 1 可撓部は、前記中心点を原点とする X 軸正方向から Y 軸負方向に 30 度をなす第 1 線に対応した位置、X 軸負方向から Y 軸負方向に 30 度をなす第 2 線に対応した位置および Y 軸上の正方向に対応した位置にそれぞれ配置されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

本発明の歪みゲージ式センサでは、第 1 線に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは第 1 線と直交する方向に配列されており、第 2 線に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは第 2 線と直交する方向に配列されており、Y 軸上の正方向に対応した位置に配置された前記 2 個又は 4 個の歪みゲージは X 軸と直交する方向に配列されていてもよい。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。図 2 は、図 1 の A - A 線における断面図である。図 3 は、歪みゲージの配置を示す図である。

【 0 0 2 3 】

図 1 の歪みゲージ式センサ 1 は、十分な剛性を有する固定部 300 に固定された第 1 フランジ 100 と、第 1 フランジ 100 に対向するように配置された第 2 フランジ 200 とを有している。固定部 300 は円盤形状であって、その上面の中央部は凹部になっている。そして、固定部 300 は、その周辺部で第 1 フランジ 100 を支持する構造になっている。第 1 フランジ 100 および第 2 フランジ 200 は、金属などで形成された円盤形状の

10

20

30

40

50

フランジから構成されている。第1フランジ100には、4つの肉薄の可撓部111～114が設けられており、各可撓部111～114の中央部には連結体121～124が形成されている。同様に、第2フランジ200には、4つの肉薄の可撓部211～214が設けられており、各可撓部211～214の中央部には連結体221～224が形成されている(図2参照)。

【0024】

そして、連結体121～124と連結体221～224とがボルト等の適当な手段を用いて連結されており、第1フランジ100の可撓部111～114及び連結体121～124と、第2フランジ200の可撓部211～214及び連結体221～224とは、ほぼ対称となっている。ここで、連結体121～124と連結体221～224とはそれぞれ強固に連結されているため、第1フランジ100と第2フランジ200とは一体の部材と見なすことができる。

10

【0025】

第1フランジ100の可撓部111～114は、図3に示すように、X軸およびY軸上の正方向および負方向にそれぞれ配置されている。第1フランジ100の下面であり且つ固定部300の凹部に対向した位置には、一平面上に配置された複数の歪みゲージR11～R14、R21～R24、R31～R34、R41～R44が配置されている。

【0026】

第1フランジ100の可撓部111～114は、それぞれ一直線上に配置された4個の歪みゲージを備えている。各可撓部111～114の4個の歪みゲージの配置位置は、図3に示すように、X軸正方向およびX軸負方向に配置された可撓部111～113においては、その中心位置を通り且つY軸に平行な線上における薄肉部分の外縁部と内縁部である。一方、Y軸正方向およびY軸負方向に配置された可撓部112～114においては、その中心位置を通り且つX軸に平行な線上における薄肉部分の外縁部と内縁部である。すなわち、可撓部111の歪みゲージR11、R12と歪みゲージR13、R14、及び、可撓部113の歪みゲージR31、R32と歪みゲージR33、R34はX軸に対して線対称に配置されている。また、可撓部112の歪みゲージR21、R22と歪みゲージR23、R24、及び、可撓部114の歪みゲージR41、R42と歪みゲージR43、R44はY軸に対して線対称に配置されている。このように、各可撓部111～114において、歪みゲージは最も大きな歪みが発生する位置に貼り付けられている。なお、歪みゲージのリード線の図示は省略している。

20

30

【0027】

このように、歪みゲージ式センサ1には、4個の歪みゲージ、第1フランジ100の可撓部、第2フランジ200の可撓部及び連結体の組を4組設けられている。そして、各組の4個の歪みゲージ、第1フランジ100の可撓部、第2フランジ200の可撓部及び連結体は、Z軸を中心に90度おき且つZ軸から等距離に配置されている。

【0028】

歪みゲージとしては、金属箔歪みゲージや金属線歪みゲージを用いている。歪みゲージは一種の抵抗体であり、歪みの発生する場所に貼り付けて使用する検出素子である。歪みの発生により抵抗値が変化することにより、歪みを測定することができる。一般には、引張りによる歪みに対しては抵抗値が大きくなり、圧縮による歪みに対しては抵抗値が小さくなる比例特性を持っている。また、通常は材料が歪みに対して応力が比例する弾性域で使用する。本実施形態でも第1フランジ100の弾性域で使用するものとしている。

40

【0029】

ここで、歪みゲージは、一般的な樹脂の上に金属箔のパターンを形成したものでもよい。また、第1フランジの下面に酸化シリコンなどの絶縁膜を形成し、その上にクロムまたはニッケルなどの合金の金属薄膜、酸化クロムなどの金属薄膜で歪みゲージを形成してもよい。この場合、歪みゲージを形成する面が平坦な一平面である場合には、フォトリソグラフィの技術を利用して、スパッタリング装置などでプロセス的に形成可能であり、量

50

産に適する。また、歪みを検出する素子としては、ピエゾ抵抗素子、感圧抵抗体、感圧抵抗インクなども利用可能であり、歪みを検出する素子であれば、これらに限られない。

【0030】

上述したように、第1フランジ100には可撓部111～114が形成され、第2フランジ200には可撓部211～214が形成されているので、第2フランジ200に力が作用すると、連結体121～124及び連結体221～224を介して、可撓部111～114に力が伝わり、3次元空間の力の大きさ及び方向に応じて可撓部111～114に歪みが発生する。よって、この歪みゲージ式センサ1は3次元空間の直交する3軸の力とその軸回りのモーメントを測定するための6軸力覚センサとして機能する。

【0031】

次に、各軸方向ごとに力とモーメントを検出する原理を説明する。以下、第1フランジが固定された状態で、第2フランジ200に力やモーメントが作用するものとする。

【0032】

図4に、X軸方向の力 F_x を加えたときの歪みゲージ式センサ1の状態を示す。このときは、第1フランジ100の可撓部111～114及び第2フランジ200の可撓部211～214は、図示したように変位し、歪みを検出される。図5に歪みゲージの抵抗値の変化を示す。図中、(+)は引張歪みを検出することによる抵抗値の増加を、(-)は圧縮歪みを検出することによる抵抗値の減少を示す。どちらの記号も無い歪みゲージは歪みが殆ど発生せず抵抗値の変化が殆ど無いことを示す。

【0033】

次に、Y軸方向の力 F_y を加えたときは、X軸方向の力 F_x を加えたときの状態を90度ずらして考えればよいので、ここでは省略する。

【0034】

図6にZ軸方向の力 F_z を加えたときの歪みゲージ式センサ1の状態を示す。図7に、このときの各歪みゲージの変化を示す。

【0035】

図8にY軸のモーメント M_y を加えたときの歪みゲージ式センサ1の状態を示す。このときは、可撓部111が固定部300側に押し出され、可撓部113が固定部300から離隔するように変位する。図9に、このときの各歪みゲージの変化を示す。

【0036】

次に、X軸のモーメント M_x を加えたときは、Y軸のモーメント M_y を加えたときの状態を90度ずらして考えればよいので、ここでは省略する。

【0037】

また、Z軸のモーメント M_z を加えたときは、連結体121～124及び連結体221～224がZ軸を中心とする円周に沿って同じ回転方向に傾倒するように変位する。

【0038】

表1に、上述した各力およびモーメントに対する各歪みゲージの抵抗値の変化を示す。表中、+は抵抗値の増加、-は抵抗値の減少を示し、符号無しは抵抗値が殆ど変化しないことを示す。また、反対方向の力やモーメントの場合は符号が逆になる。

【0039】

10

20

30

40

【表 1】

力	R11	R12	R13	R14	R21	R22	R23	R24
F _x	0	0	0	0	－	＋	－	＋
F _y	＋	－	＋	－	0	0	0	0
F _z	－	＋	＋	－	－	＋	＋	－
M _x	0	0	0	0	－	＋	＋	－
M _y	－	＋	＋	－	0	0	0	0
M _z	－	＋	－	＋	－	＋	－	＋

10

力	R31	R32	R33	R34	R41	R42	R43	R44
F _x	0	0	0	0	＋	－	＋	－
F _y	－	＋	－	＋	0	0	0	0
F _z	－	＋	＋	－	－	＋	＋	－
M _x	0	0	0	0	－	＋	＋	－
M _y	－	＋	＋	－	0	0	0	0
M _z	－	＋	－	＋	－	＋	－	＋

20

【 0 0 4 0 】

以上の性質を利用して、数式 1 の演算を行うことにより各力およびモーメントを検出することができる。

【 0 0 4 1 】

【数 1】

$$F_x = (R_{22} + R_{24} - R_{21} - R_{23}) + (R_{41} + R_{43} - R_{42} - R_{44})$$

$$F_y = (R_{11} + R_{13} - R_{12} - R_{14}) + (R_{32} + R_{34} - R_{31} - R_{33})$$

$$F_z = (R_{12} + R_{13} - R_{11} - R_{14}) + (R_{22} + R_{23} - R_{21} - R_{24}) + (R_{32} + R_{33} - R_{31} - R_{34}) + (R_{42} + R_{43} - R_{41} - R_{44})$$

30

$$M_x = (R_{22} + R_{23} - R_{21} - R_{24}) - (R_{42} + R_{43} - R_{41} - R_{44})$$

$$M_y = (R_{12} + R_{13} - R_{11} - R_{14}) - (R_{32} + R_{33} - R_{31} - R_{34})$$

$$M_z = (R_{12} + R_{14} - R_{11} - R_{13}) + (R_{22} + R_{24} - R_{21} - R_{23}) + (R_{32} + R_{34} - R_{31} - R_{33}) + (R_{42} + R_{44} - R_{41} - R_{43})$$

【 0 0 4 2 】

上記の数式 1 を別の表現で記載すると、数式 2 になる。

【 0 0 4 3 】

【数 2】

$$\begin{aligned}
F_x &= (\text{可撓部112の連結体122に作用するX+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部114の連結体124に作用するX+方向の力}) \\
F_y &= (\text{可撓部111の連結体121に作用するY+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部113の連結体123に作用するY+方向の力}) \\
F_z &= (\text{可撓部111の連結体121に作用するZ+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部112の連結体122に作用するZ+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部113の連結体123に作用するZ+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部114の連結体124に作用するZ+方向の力}) \\
M_x &= (\text{可撓部112の連結体122に作用するZ+方向の力}) \\
&\quad - (\text{可撓部114の連結体124に作用するZ+方向の力}) \\
M_y &= (\text{可撓部111の連結体121に作用するZ+方向の力}) \\
&\quad - (\text{可撓部113の連結体123に作用するZ+方向の力}) \\
M_z &= (\text{可撓部111の連結体121に作用するY-方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部112の連結体122に作用するX+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部113の連結体123に作用するY+方向の力}) \\
&\quad + (\text{可撓部114の連結体124に作用するX-方向の力})
\end{aligned}$$

10

20

【0044】

以上のことから、可撓部111、113に配置された歪みゲージR11～R14、R31～R34は、Y軸方向の力とZ軸方向の力とを検出する機能を有しており、可撓部112、114に配置された歪みゲージR21～R24、R41～R44は、X軸方向の力とZ軸方向の力とを検出する機能を有していることが分かる。

【0045】

また、数式1の演算は、歪みゲージの抵抗値を直接検出して行ってもよいし、各抵抗値を電圧又は電流に変換して行ってもよい。また、マイクロコンピュータやパソコンのAD変換機能を利用して一旦デジタル値に変換してから行ってもよい。なお、演算方法は数式1に限られないのは勿論である。

30

【0046】

また、図10は、数式1の演算を行うために利用可能なブリッジ回路を示す図である。各可撓部111～114では、ハーフブリッジ回路が各2回路形成されており、定電圧で駆動している。そして、歪みゲージR11、R12間の節点電圧をY1Pとし、歪みゲージR13、R14間の節点電圧をY1Nとする。また同様に、図10に示すように、節点電圧Y2P、Y2N、Y3P、Y3N、Y4P、Y4Nを定める。これらの節点電圧を図示しないリード線で引き出し、図11に示すように、OPアンプなどの演算器に入力すれば、 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z を算出することができる。なお、各節点電圧を増幅してからAD変換器に入力し、マイクロコンピュータやパソコンなどで図8に相当する演算を行ってもよい。

40

【0047】

以上説明したように、本実施の形態の歪みゲージ式センサ1では、一平面上に配置された4個の歪みゲージを用いて、平面上の歪みゲージの配列方向に平行な方向の力及び平面に垂直な方向の力とを検出することができる。そのため、上記の2つの方向の力とを検出するための歪みゲージをそれぞれ別々に設ける必要がなく、4個の歪みゲージを共用することで、上記の2つの方向の力とを検出するための歪みゲージの数を少なくすることができる。従って、ブリッジ回路及びそのブリッジ回路からリード線を引き出すためのランドを含めた回路構成が簡略化されるので、センサの小型化が容易になる。

50

【 0 0 4 8 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について、図 1 2 ~ 図 1 4 を参照して説明する。図 1 2 は本発明の第 2 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの歪みゲージの配置を示す図である。図 1 3 は、図 1 2 の歪みゲージ式センサで演算を行うために利用可能なブリッジ回路を示す図である。図 1 4 は、X 方向、Y 方向及び Z 方向のベクトルへの分解を示す図である。

【 0 0 4 9 】

本実施の形態の歪みゲージ式センサが、第 1 の実施の形態の歪みゲージ式センサ 1 と大きく異なる点は、第 1 フランジ 1 0 0 の下面における歪みゲージの配置及び数である。つまり、第 1 の実施の形態では、4 組の可撓部及び 4 個の歪みゲージが 9 0 度おきに配置されているが、本実施の形態では、3 組の可撓部及び 4 個の歪みゲージが 1 2 0 度おきに配置されている。そのため、第 1 フランジ及び第 2 フランジは、3 組の可撓部に対応した位置に配置された 3 つの連結体を有している。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態では、3 個の可撓部 1 1 1 ~ 1 1 3 が、X 軸正方向から Y 軸負方向に 3 0 度をなす第 1 線に対応した位置、Y 軸上の正方向に対応した位置および X 軸負方向から Y 軸負方向に 3 0 度をなす第 2 線に対応した位置にそれぞれ配置されている。そして、可撓部 1 1 1 に配置された 4 個の歪みゲージ R 1 1 ~ R 1 4 は第 1 線と直交する方向に配列されており、可撓部 1 1 2 に配置された 4 個の歪みゲージ R 2 1 ~ R 2 4 は Y 軸と直交する方向に配列されており、可撓部 1 1 3 に配置された 4 個の歪みゲージ R 3 1 ~ R 3 4 は第 2 線と直交する方向に配列されている。

【 0 0 5 1 】

第 2 フランジ 2 0 0 に対して、第 1 の実施の形態と同様に、 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z の力やモーメントを作用させると、表 2 のように、各歪みゲージの抵抗値が変化する。

【 0 0 5 2 】

【 表 2 】

力	R11	R12	R13	R14	R21	R22	R23	R24
F_x	+	-	+	-	-	+	-	+
F_y	+	-	+	-	0	0	0	0
F_z	-	+	+	-	-	+	+	-
M_x	+	-	-	+	-	+	+	-
M_y	-	+	+	-	0	0	0	0
M_z	-	+	-	+	-	+	-	+

力	R31	R32	R33	R34
F_x	+	-	+	-
F_y	-	+	-	+
F_z	-	+	+	-
M_x	+	-	-	+
M_y	+	-	-	+
M_z	-	+	-	+

【 0 0 5 3 】

表中、+ は抵抗値の増加、- は抵抗値の減少を示し、符号無しは抵抗値が殆ど変化しないことを示す。また、反対方向の力やモーメントの場合は符号が逆になる。

【 0 0 5 4 】

各可撓部 1 1 1 ~ 1 1 3 では、図 1 3 に示すように、ハーフブリッジ回路が各 2 回路形成されており、定電圧で駆動している。そして、歪みゲージ R 1 1、R 1 2 間の節点電圧を V 1 1 とし、歪みゲージ R 1 3、R 1 4 間の節点電圧を V 1 2 とする。また同様に、節点電圧 V 2 1、V 2 2、V 3 1、V 3 2 を定める。これらの節点電圧を図示しないリード線で引き出し、第 1 の実施の形態と同様に、OP アンプなどの演算器に入力すれば、F x、F y、F z、M x、M y、M z を算出することができる。

【 0 0 5 5 】

ここで、歪みゲージ R 1 1 ~ R 1 4、R 2 1 ~ R 2 4、R 3 1 ~ R 3 4 の抵抗値の変化から、連結体を傾倒させる力と Z 軸方向に作用する力とを検出できるが、連結体を歪みゲージの配列方向に傾倒させる場合に、歪みゲージの抵抗値が最も大きく変化し、センサ感度が最もよくなる。

【 0 0 5 6 】

また、歪みゲージ R 1 1 ~ R 1 4、R 2 1 ~ R 2 4、R 3 1 ~ R 3 4 の感度の方向性を考慮すると、図 1 4 のようなベクトル図になる。従って、可撓部 1 1 1 の連結体 1 2 1 を歪みゲージの配列方向に傾倒させる力は、V 1 2 - V 1 1 となり、可撓部 1 1 1 の連結体 1 2 1 の Z 軸方向に作用する力は、V 1 1 + V 1 2 となり、可撓部 1 1 2 の連結体 1 2 2 を歪みゲージの配列方向に傾倒させる力は、V 2 2 - V 2 1 となり、可撓部 1 1 2 の連結体 1 2 2 の Z 軸方向に作用する力は、- (V 2 1 + V 2 2) となり、可撓部 1 1 3 の連結体 1 2 3 を歪みゲージの配列方向に傾倒させる力は、V 3 2 - V 3 1 となり、可撓部 1 1 3 の連結体 1 2 3 の Z 軸方向に作用する力は、V 3 1 + V 3 2 となる。

【 0 0 5 7 】

ここで、可撓部 1 1 1 の連結体 1 2 1 の Z 軸方向に作用する力と、可撓部 1 1 3 の連結体 1 2 3 の Z 軸方向に作用する力とは、連結体が固定部 3 0 0 から離隔する方向つまり Z 軸正方向の力が作用した場合に、V 1 1 + V 1 2、V 3 1 + V 3 2 は増加するが、可撓部 1 1 2 の連結体 1 2 2 の Z 軸方向に作用する力は、連結体が固定部 3 0 0 から離隔する方向つまり Z 軸正方向の力が作用した場合に、V 2 1 + V 2 2 は減少するので、極性を考慮して符号「-」を付加している。

【 0 0 5 8 】

上記の数式 2 の考え方及び図 1 4 のベクトル図から、数式 3 の演算を行うことにより各力およびモーメントを検出することができる。

【 0 0 5 9 】

【 数 3 】

$$F_x = (V_{21} - V_{22}) - (V_{12} - V_{11})/2 - (V_{32} - V_{31})/2$$

$$F_y = -\frac{\sqrt{3}}{2}(V_{12} - V_{11}) + \frac{\sqrt{3}}{2}(V_{32} - V_{31})$$

$$F_z = (V_{11} + V_{12}) - (V_{21} + V_{22}) + (V_{31} + V_{32})$$

$$M_x = (V_{11} + V_{12}) + (V_{21} + V_{22}) + (V_{31} + V_{32})$$

$$M_y = (V_{11} + V_{12}) - (V_{31} + V_{32})$$

$$M_z = (V_{12} - V_{11}) + (V_{21} - V_{22}) + (V_{32} - V_{31})$$

【 0 0 6 0 】

これにより、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な設計変更が可能とも

10

20

30

40

50

のである。例えば、上述の第 1 及び第 2 の実施の形態では、6 軸の力およびモーメントを検出する歪みゲージ式センサについて説明しているが、これに限らず、6 軸の加速度および角加速度を検出する歪みゲージ式センサであってもよいし、X 軸と Y 軸との 2 方向の力だけを検出する 2 軸センサとして使用してもよい。また、各組の 4 個の歪みゲージ、第 1 フランジ 1 0 0 の可撓部、第 2 フランジ 2 0 0 の可撓部及び連結体は、Z 軸を中心に 9 0 度おき又は 1 2 0 度おき且つ Z 軸から等距離に配置されているが、これには限られない。また、可撓部 1 1 1 ~ 1 1 4 及び可撓部 2 1 1 ~ 2 1 4 の厚さや大きさは異なってもよいが同じであることが好ましい。また、第 1 フランジ 1 0 0 と第 2 フランジ 2 0 0 とは異なる大きさであってもよいし、シリコンゴムや合成樹脂で形成してもよい。各連結体は各フランジと同一部材であってもよい。

10

【 0 0 6 2 】

また、上述の第 1 及び第 2 の実施の形態では、各可撓部は一直線上に配置された 4 個の歪みゲージを有しているが、各可撓部は一直線上に配置された 2 個の歪みゲージを有してもよい。従って、第 1 の実施の形態の図 1 0 において、例えば、R 1 2、R 1 3、R 2 2、R 2 3、R 3 2、R 3 3、R 4 2、R 4 3 を固定抵抗に置き換え、1 アクティブハーフブリッジにしても力及びモーメントを検出可能である。つまり、この場合には、可撓部 1 1 1 は 2 個の歪みゲージ R 1 1、R 1 4 を有し、可撓部 1 1 2 は 2 個の歪みゲージ R 2 1、R 1 4 を有し、可撓部 1 1 3 は 2 個の歪みゲージ R 3 1、R 3 4 を有し、可撓部 1 1 4 は 2 個の歪みゲージ R 4 1、R 4 4 を有することになる。同様に、第 2 の実施の形態の図 1 3 において、例えば、R 1 2、R 1 3、R 2 2、R 2 3、R 3 2、R 3 3 を固定抵抗に置き換え、1 アクティブハーフブリッジにしても力及びモーメントを検出可能である。但し、一直線上に配置された 4 個の歪みゲージを有している場合の方が、一直線上に配置された 2 個の歪みゲージを有している場合よりも、センサの温度特性はよくなる。なお、前記の例において、歪みゲージを固定抵抗に、固定抵抗を歪みゲージに置き換えても同様の効果を得る。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 3 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの中央縦断面正面図である。

【図 2】図 1 の A - A 線における断面図である。

30

【図 3】歪みゲージの配置を示す図である。

【図 4】X 軸方向の力 F_x を加えたときの歪みゲージ式センサの状態を示す図である。

【図 5】図 4 の状態での各歪みゲージの変化を示す図である。

【図 6】Z 軸方向の力 F_z を加えたときの歪みゲージ式センサの状態を示す図である。

【図 7】図 6 の状態での各歪みゲージの変化を示す図である。。

【図 8】Y 軸のモーメント M_y を加えたときの歪みゲージ式センサ 1 の状態を示す図である。

【図 9】図 8 の状態での各歪みゲージの変化を示す図である。。

【図 1 0】図 1 の歪みゲージ式センサで演算を行うために利用可能なブリッジ回路を示す図である。

40

【図 1 1】各節点電圧を演算器に入力する状態を示す図である。

【図 1 2】本発明の第 2 の実施の形態に係る歪みゲージ式センサの歪みゲージの配置を示す図である。

【図 1 3】図 1 2 の歪みゲージ式センサで演算を行うために利用可能なブリッジ回路を示す図である。

【図 1 4】X 方向、Y 方向及び Z 方向のベクトルへの分解を示す図である。

【図 1 5】演算を行うために利用可能なブリッジ回路の変形例を示す図である。

【図 1 6】演算を行うために利用可能なブリッジ回路の変形例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

50

1 歪みゲージ式センサ

1 0 0 第 1 フランジ

1 1 1 ~ 1 1 4 可撓部

1 2 1 ~ 1 2 4 連結体

2 0 0 第 2 フランジ

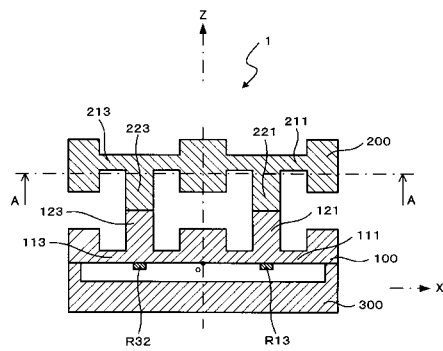
2 1 1 ~ 2 1 4 可撓部

2 2 1 ~ 2 2 4 連結体

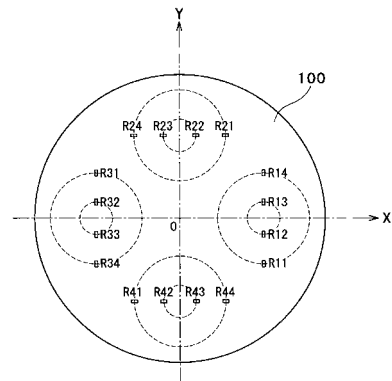
3 0 0 固定部

R 1 1 ~ R 1 4、R 2 1 ~ R 2 4、R 3 1 ~ R 3 4、R 4 1 ~ R 4 4 歪みゲージ

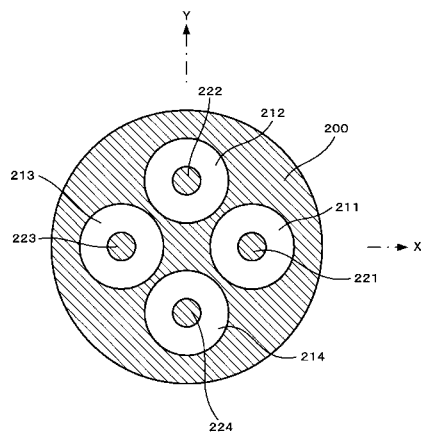
【 図 1 】



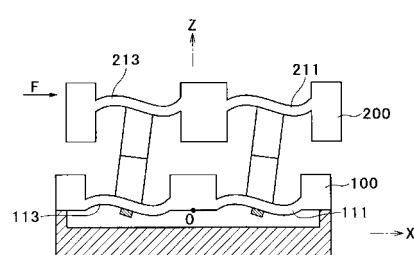
【 図 3 】



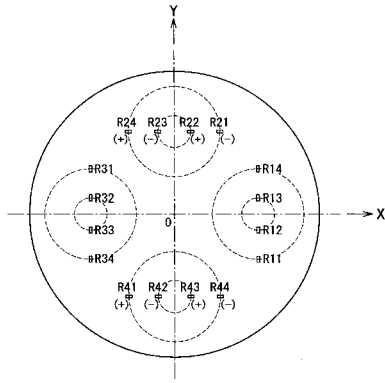
【 図 2 】



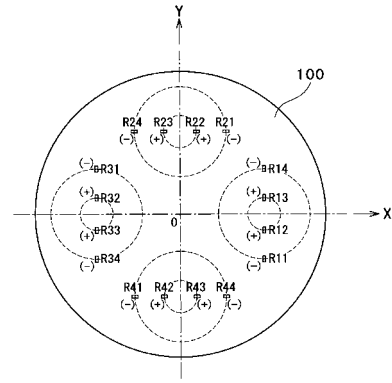
【 図 4 】



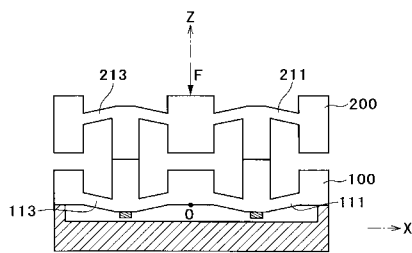
【図 5】



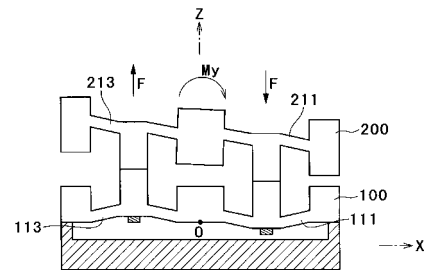
【図 7】



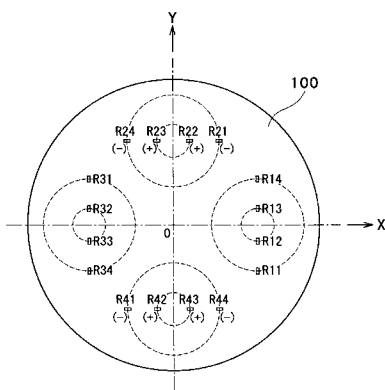
【図 6】



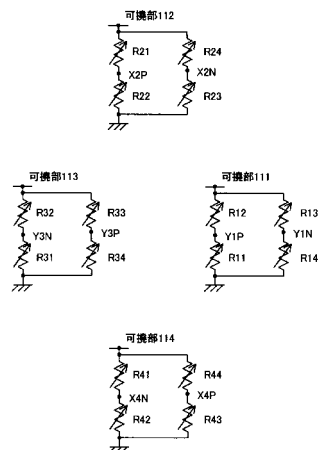
【図 8】



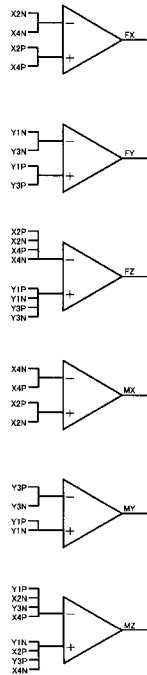
【図 9】



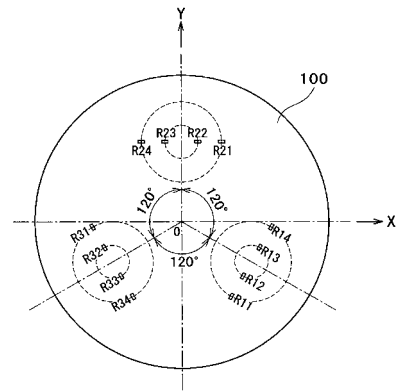
【図 10】



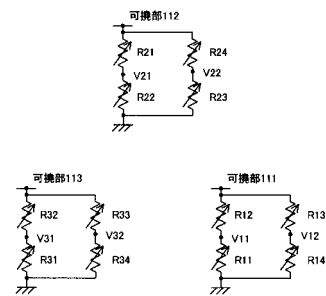
【図 1 1】



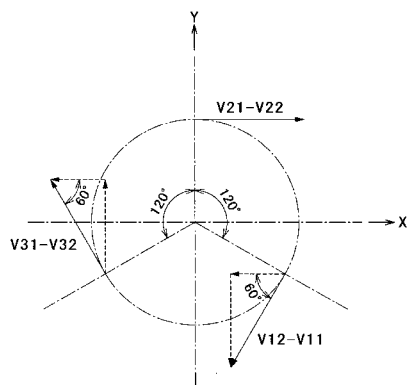
【図 1 2】



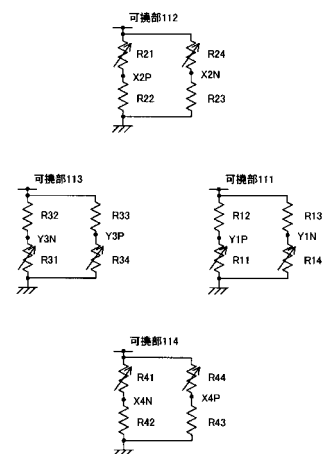
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】

