

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4348759号
(P4348759)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 C	19/56	(2006.01)	GO 1 C 19/56
GO 1 P	9/04	(2006.01)	GO 1 P 9/04
GO 1 P	15/18	(2006.01)	GO 1 P 15/00 K
GO 1 P	15/125	(2006.01)	GO 1 P 15/125
GO 1 P	15/14	(2006.01)	GO 1 P 15/14

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-355278
 (22) 出願日 平成10年12月15日(1998.12.15)
 (65) 公開番号 特開2000-180177(P2000-180177A)
 (43) 公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)
 審査請求日 平成17年9月26日(2005.9.26)

(73) 特許権者 000006220
 ミツミ電機株式会社
 東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2
 (72) 発明者 阿部 誠
 神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機
 株式会社 厚木事業所内
 (72) 発明者 柏木 隆芳
 神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機
 株式会社 厚木事業所内
 審査官 谷口 智利

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転振動型ジャイロ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、質量部と、前記質量部を支持する質量支持部と、前記質量部を駆動する駆動用部と、前記質量部が、直交する3つの軸で構成される三次元系において、X軸回りとY軸回りの角速度と、X軸方向とY軸方向とZ軸方向の加速度により変位し、前記質量部の変位量を検出することによって前記X軸回りとY軸回りの角速度、及び前記X軸方向とY軸方向とZ軸方向の加速度を検出する検出部を備えた回転振動型ジャイロにおいて、

前記駆動部は、前記基板側の駆動電極と前記質量部側の駆動電極との間で、円形状に配設されており、

前記質量部は、円形状に配設された前記駆動部の周囲に円環形状に配設され、

前記検出部は、前記基板上に形成された検出電極からなり、前記検出電極は前記質量部の全面と対向して前記駆動部の周囲に円環形状に配設され、

前記質量部の前記検出電極と対向する部分の厚みを、円環形状でかつ前記検出電極から離間する方向へ、前記質量支持部の厚みよりも厚くして前記質量部の回転中心と前記質量部の重心とに距離を持たせたことを特徴とする回転振動型ジャイロ。

【請求項2】

前記質量支持部は、前記円環形状をした質量部の外側に配置したことを特徴とする請求項1記載の回転振動型ジャイロ。

【請求項3】

前記質量支持部は、前記質量部の回転中心部に配設された固定部に一端が固定されて、

10

20

前記円環形状をした質量部の内側に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の回転振動型ジャイロ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多軸の加速度、角速度を検出可能な回転振動型ジャイロに関する。

【0002】

【従来の技術】

図 9、図 10、図 11 は、回転振動型ジャイロの従来例を示す図である。図 9 (A) はケースを取り外して見た回転振動型ジャイロ 10 の平面図で、同図 (B) はその A - A' 断面図である。

10

【0003】

図 9 において、1 は絶縁性の基板、2 は周囲に駆動電極 2 a、2 b、2 c、2 d が形成されたシリコン材からなる導電性の平板円形状の質量部、3 は一端が固定部 4 によって基板 1 に固定され、他端が質量部 2 と一体に形成された質量支持部、5、6、7、8 は質量部 2 と間隙をもって対抗し、基板 1 に固定された検出電極、9 a、9 b、9 c、9 d は一端が基板 1 に固定され、他端が駆動電極 2 a、2 b、2 c、2 d との間で駆動部を構成する駆動電極である。そして、図 9 (B) に示す如く、質量部 2 と検出電極 5、6、7、8 との間にそれぞれ電極間容量 C 1、C 2、C 3、C 4 が生じる。

【0004】

20

図 9 (B) に示す如く、質量部 1、駆動電極 2 d、6 d、質量支持部 3 は基板 1 から浮いて形成され、また図示されていないが、駆動電極 2 a、2 b、2 c、6 a、6 b、6 c も同様に、基板 1 から浮いて形成されている。

【0005】

次にこの装置の動作を説明する。基板側駆動電極 6 a、6 b、6 c、6 d に適当な交流電圧を印可すると、質量部側駆動電極 2 a、2 b、2 c、2 d との間に静電引力が働き、4ヶ所の固定部 4、4、4、4 に質量支持部 3、3、3、3 によって連結された質量部 2 は、質量部 2 の中心を中心軸とした Z 軸周りの回転振動を行う。その時、X 軸周りの角速度が回転振動型ジャイロ 10 に印可されると、質量部 2 は Y 軸周りの回転振動を行う。すなわち、図 10 に示す如く、質量部 2 が矢印方向に振動する。

30

【0006】

これは、図 11 に示す如く、速度 V で矢印方向に移動する物体 m に対して、その方向に直交する軸周りの角速度 ω が物体 m に対して印可された時、残りの軸方向にコリオリ力 F_c が発生することによる。

【0007】

質量部 2 が回転振動すると、図 10 に示す如く、質量部 2 が変位し、この結果、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の電極間容量 C 1、C 2、C 3、C 4 が変化し、X 軸周りの角速度 ω_x の検出をする。

【0008】

同様に Y 軸周りの角速度 ω_y が回転振動型ジャイロ 10 に印可されれば X 軸周りの回転振動が発生する。回転振動すると、質量部 2 が変位し、この結果、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の電極間容量 C 1、C 2、C 3、C 4 が変化し、X 軸周りの角速度 ω_x の検出をする。

40

【0009】

以上の様に、角速度 ω により質量部 2 が、X、Y 2 軸周りに回転振動を行うと、質量部 2 と基板上の検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C 1、C 2、C 3、C 4 が変化する。その容量変化を検出することにより回転振動型ジャイロ 10 に印可された角速度 ω の大きさを測定することができる。また、X、Y 2 軸周りの角速度 ω_x 、 ω_y を検出することができることから、回転振動型ジャイロ 10 は 2 軸の角速度センサとして機能する。

【0010】

50

また、この回転振動型ジャイロ 10 に対して、Z軸方向の加速度 G が印可された場合、質量部 2 は Z 軸方向に変位する。その変位量は、印可された加速度の大きさにより変化するので、質量部 2 と基板側容量検出電極 5、6、7、8 との間の電気容量 C1、C2、C3、C4 を測定することにより、この回転振動型ジャイロ 10 は Z 軸方向の加速度センサとしても機能する。

【0011】

回転振動型ジャイロ 10 は上記の要素より構成されており、Si マイクロマシニング技術により製作される。

【0012】

上記従来の回転振動型ジャイロ 1 では、X、Y 2 軸周りの角速度、及び Z 軸方向の加速度 G の検出を行うことができる。

10

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、上記構成の回転振動型ジャイロ 10 においては、X 軸、及び Y 軸方向の加速度が回転振動型ジャイロスコープ 10 に印可された場合、質量部は加速度の方向に平行移動を行うが、Z 軸方向への変位は起こらない。すなわち、質量部 2 が図 10 の矢印方向へ回転振動しないので、質量部 2 と検出電極 5、6、7、8 との間の電気容量の変化を生じない。従って、従来の構成では、X、Y 軸周りの角速度の検出と、Z 軸方向の加速度の検出はできるが、X、Y 軸方向の加速度の検出ができないという課題がある。

【0014】

20

本発明は、X、Y 軸周りの角速度と X、Y、Z 軸方向の加速度を検出可能なジャイロを提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の上記目的は、基板上に、質量部と、前記質量部を支持する質量支持部と、前記質量部を駆動する駆動部と、前記質量部が、直交する 3 つの軸で構成される三次元系において、X 軸回りと Y 軸回りの角速度と、X 軸方向と Y 軸方向と Z 軸方向の加速度により変位し、前記質量部の変位量を検出することによって前記 X 軸回りと Y 軸回りの角速度、及び前記 X 軸方向と Y 軸方向と Z 軸方向の加速度を検出する検出部を備えた回転振動型ジャイロにおいて、前記駆動部は、前記基板側の駆動電極と前記質量部側の駆動電極との間で、円形状に配設されており、前記質量部は、円形状に配設された前記駆動部の周囲に円環形状に配設され、前記検出部は、前記基板上に形成された検出電極からなり、前記検出電極は前記質量部の全面と対向して前記駆動部の周囲に円環形状に配設され、前記質量部の前記検出電極と対向する部分の厚みを、円環形状でかつ前記検出電極から離間する方向へ、前記質量支持部の厚みよりも厚くして前記質量部の回転中心と前記質量部の重心とに距離を持たせたことによって達成できる。

30

【0016】

また、上記構成において、前記質量支持部を、前記円環形状をした質量部の外側に配置することによって達成できる。

【0017】

40

また、前記質量支持部は、前記質量部の回転中心部に配設された固定部に一端が固定されて、前記円環形状をした質量部の内側に配置するよって達成できる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面に示した実施形態を参照して、本発明を詳細に説明する。なお、上記従来例で示した部分と対応する部分は同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0021】

図 1 (A)、図 1 (B)、図 2 は、本発明に係る回転振動型ジャイロの第 1 実施形態を示す図であり、図 1 (A) は、ケースを取り外して見た回転振動型ジャイロ 11 の平面図で、同図 (B) はその B - B' 線断面図である。

50

【 0 0 2 2 】

本実施形態においては、図 1 (A) , (B) に示すように、シリコン材料からなる導電性の平板円形形状からなる質量部 2 が、基板側駆動電極 9 a、9 b、9 c、9 d と導電性の平板円形形状からなる質量部 2 側の駆動電極 2 a、2 b、2 c、2 d との間で形成された駆動部が、円形形状に配設され、その周囲に質量部 2 が円環形状に配設されている。これに伴い、質量部 2 と対抗する検出電極 5、6、7、8 も円環形状に配設されている。質量支持部 3 は、中心部に配された固定部 4 に一端が固定されている。

【 0 0 2 3 】

次に、上記構成の動作説明をする。X、Y 2 軸周りの角速度、及び Z 軸方向の加速度 G の検出については、上記従来例で述べた内容と同様なので、説明を省略し、以下に X 軸方向の加速度の検出について説明する。

10

【 0 0 2 4 】

X 軸方向の加速度 G が印加されると、質量部 2 は図 2 の動作説明図に示す如く、矢印方向へ変位する。この結果、質量部 2 が中心部から離れて円環形状に形成されているため、質量部 2 が内側にあるのに比し、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C 5、C 6、C 7、C 8 が大きく変化し、X 軸方向の加速度 G を感度良く検出する。

【 0 0 2 5 】

同様に、Y 軸方向の加速度 G が印加されると、質量部 2 は図 2 の動作説明図に示す如く、矢印方向へ変位する。この結果、質量部 2 が中心部から離れて円環形状に形成されているため、質量部 2 が内側にあるのに比し、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C 5、C 6、C 7、C 8 が大きく変化し、Y 軸方向の加速度 G を感度良く検出する。

20

【 0 0 2 6 】

上述した如く、本第 1 の実施形態においては、X、Y 軸周りの角速度、及び X、Y、Z 方向の加速度 G の検出をする。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、本発明に係る回転振動型ジャイロの第 2 実施形態を示す図であり、ケースを取り外して見た回転振動型ジャイロ 1 2 の平面図である。本実施形態においては、質量支持部 3 及びこの質量支持部 3 の一端を固定する固定部 4 を質量部の外側に配置したものである。この構成により、X、Y 軸周りの角速度、及び X、Y、Z 方向の加速度 G の検出ができ、動作は上記第 1 実施形態と同様なので、説明を省略する。

30

【 0 0 2 8 】

図 4、図 5、図 6 は、本発明に係る回転振動型ジャイロの第 3 実施形態を示す図であり、図 4 (A) は、ケースを取り外して見た回転振動型ジャイロ 1 3 の平面図で、同図 (B) はその C - C' 線断面図である。

【 0 0 2 9 】

本実施形態においては、図 4 (A)、(B) に示すように、シリコン材料からなる導電性の平板円形形状からなる質量部 2 が、基板側駆動電極 9 a、9 b、9 c、9 d と導電性の平板円形形状からなる質量部 2 側の駆動電極 2 a、2 b、2 c、2 d との間で形成された駆動部が、円形形状に配設され、その周囲に質量部 2 が円環形状に配設されている。これに伴い、質量部 2 と対抗する検出電極 5、6、7、8 も円環形状に配設されている。質量支持部 3 は、中心部に配された固定部 4 に一端が固定されている。

40

【 0 0 3 0 】

また、図 4 (B) に示す如く、質量部 2 の厚さ寸法 T を質量支持部 3 の厚さ寸法 (t) より大 (T > t) としたものである。

【 0 0 3 1 】

次に、上記構成の動作説明をする。X、Y 2 軸周りの角速度、及び Z 軸方向の加速度 G の検出については、上記従来例で述べたと同様なので、説明を省略し、以下に X 軸方向の加速度の検出について説明する。

【 0 0 3 2 】

X 軸方向の加速度 G が印加されると、円環形状に形成された質量部 2 が中心部から離れ、

50

しかも質量部 2 の厚さ寸法が質量支持部 3 の厚さ寸法より大に形成されているため、質量部 2 は図 5 の動作説明図に示す如く、矢印方向へ変位する。この結果、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} が変化し、X 軸方向の加速度 G を検出する。

【0033】

ここで、質量部 2 が矢印方向へ変位する原理を図 6 において説明する。同図において、質量部 2 の厚さを質量支持部 3 の厚さよりも厚くすると、質量部 2 の重心 Q と回転中心 S が一致しなくなる。そこで、矢印 N で示した水平方向の加速度が印加されると、 $M = FL$ (L は重心 Q と回転中心 S との間の距離) なるモーメントが発生する。その結果、質量部 2 は矢印 J 方向に回転振動をし図 5 で示した如く、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} が変化し、加速度 G を検出できることになる。

10

【0034】

同様に、Y 軸方向の加速度 G が印加されると、質量部 2 が回転変位をし、質量部 2 は図 2 の動作説明図に示す如く、矢印方向へ変位する。この結果、質量部 2 と、検出電極 5、6、7、8 との間の容量 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} が変化し、Y 軸方向の加速度 G を検出する。

【0035】

上述した如く、本第 3 の実施形態においても、X、Y 軸周りの角速度、及び X、Y、Z 方向の加速度 G の検出をする。

【0036】

図 7、図 8 は、本発明に係る回転振動型ジャイロの第 4 実施形態を示す図であり、図 7 (A) は、ケースを取り外して見た回転振動型ジャイロ 14 の平面図である。図 7 (B) は、図 7 (A) の D - D' 線断面図である。

20

【0037】

本実施形態においては、図 7 (A)、(B) に示すように、シリコン材料からなる導電性の平板円形状からなる質量部 2 が円形状に配設され、基板側駆動電極 9a、9b、9c、9d と質量部 2 側の駆動電極 2a、2b、2c、2d との間で形成された駆動部が、質量部の外側に配設され、その周囲に質量部 2 が円環形状に配設されている。これに伴い、質量部 2 と対向する検出電極 5、6、7、8 も円形状に配設されている。質量支持部 3 は、駆動部の外側に配された固定部 4 に一端が固定されている。

30

【0038】

また、図 7 (B) に示す如く、質量部 2 の厚さ寸法 T を質量支持部 3 の厚さ寸法 (t) より大 ($T > t$) としたものである。

【0039】

この第 4 実施態様においても、質量部 2 の厚さ寸法 T を質量支持部 3 の厚さ寸法 (t) より大 ($T > t$) としたため、図 8 の説明図に示すごとく、矢印 E 方向へ加速度を印加すると質量部 2 が X 方向に回転振動することから、X 軸方向に加速度 G が印加されると質量部 2 が図 7 (B) において回転振動して、質量部 2 と検出電極 5、6、7、8 との間の電気容量 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} が変化し、X 軸方向の加速度 G を検出する。

【0040】

同様に Y 軸方向の加速度 G の検出をする。これを含め、本実施態様においても、X、Y 軸周りの角速度、及び X、Y、Z 方向の加速度 G の検出をする。

40

【0041】

上記説明中、X、Y 軸方向の加速度による振動子の変位と、X、Y 軸周りの角速度による振動子の変位は、両者とも質量支持部を回転軸とした回転変位となり、同様な変位形態となる。従って、検出される信号を分離できないと、加速度による信号なのか、角速度による信号なのかを区別できず、センサとして機能することが不可能となる。これを解決するには、周波数フィルタを用いるとよい。通常、角速度を検出するために、振動子を加振するが、検出される加速度の周波数は、通常の使用 (自動車、産業用など) では 100 Hz 程度までが上限であるので、加振周波数を 1 kHz ~ 数 kHz とすれば、角速度により発生

50

するコリオリ力による振動も同じ周波数となり、角速度による信号と、加速度による信号は周波数帯が異なるので、周波数フィルタにより分離が可能となる。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】

以上述べた様に本発明によれば、一つの素子で多軸の加速度、角速度を検出できるジャイロの実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 1 の実施形態を示す図であって、(A) は平面図、(B) は B - B ' 断面図である。

【図 2】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 1 の実施形態を示す図であって、質量部の変位を説明する図

10

【図 3】 本発明に係る回転型ジャイロの第 2 の実施形態を示す図である。

【図 4】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 3 の実施形態を示す図である。(A) は平面図、(B) は C - C ' 断面図である。

【図 5】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 3 の実施形態を示す図で、質量部の変位を説明する図

【図 6】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 3 の実施形態を示す図であって、質量部の変位を説明する原理図。

【図 7】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 4 の実施形態を示す図である。

【図 8】 本発明に係る回転振動型ジャイロの第 4 の実施形態を示す図であって、質量部の変位を説明する原理図。

20

【図 9】 従来例に係る回転振動型ジャイロを示す図であって、(A) は平面図、(B) は A - A ' 断面図である。

【図 10】 従来例に係る回転振動型ジャイロを示す図であって、質量部の変位を説明する図。

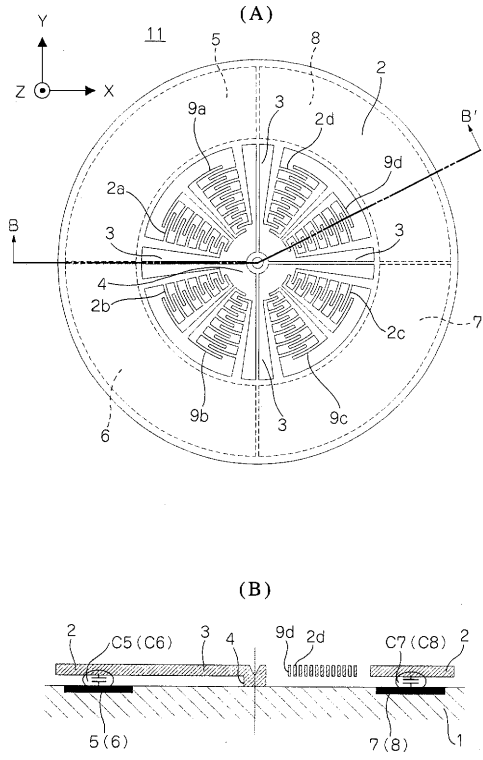
【図 11】 従来例に係る回転振動型ジャイロを示す図であって、コリオリを説明する図。

【符号の説明】

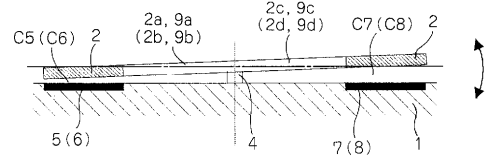
10、11、12、13、14	回転振動型ジャイロ
1	基板
2	質量部
3	質量支持部
4	固定部
5、6、7、8	検出電極
2a、2b、2c、2d	質量部側駆動電極
9a、9b、9c、9d	基板側駆動電極

30

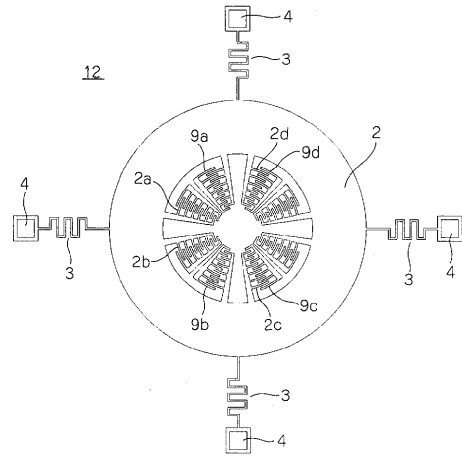
【図1】



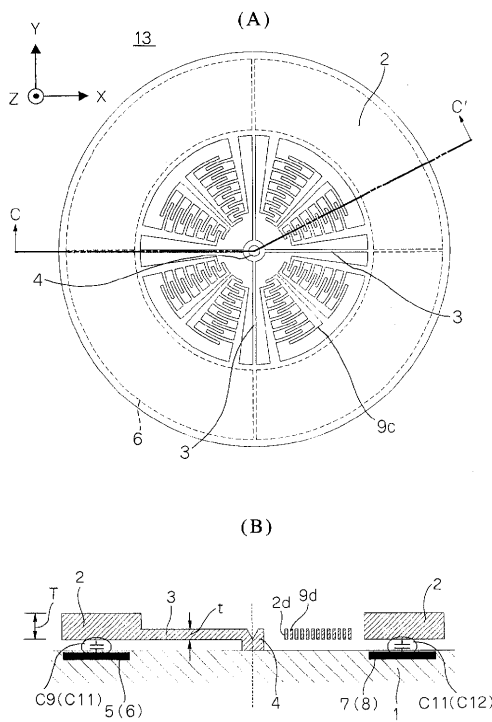
【図2】



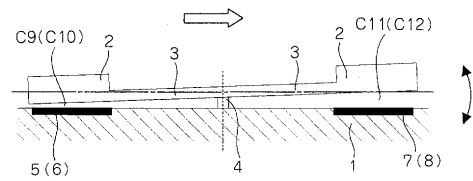
【図3】



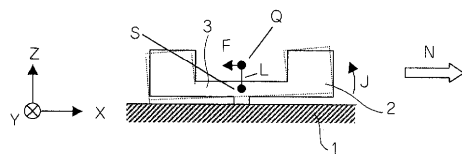
【図4】



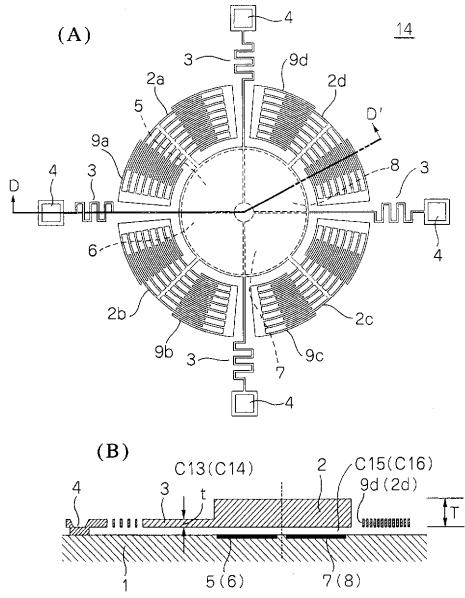
【図5】



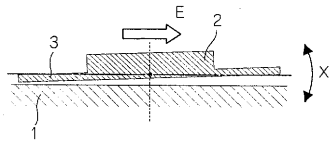
【図6】



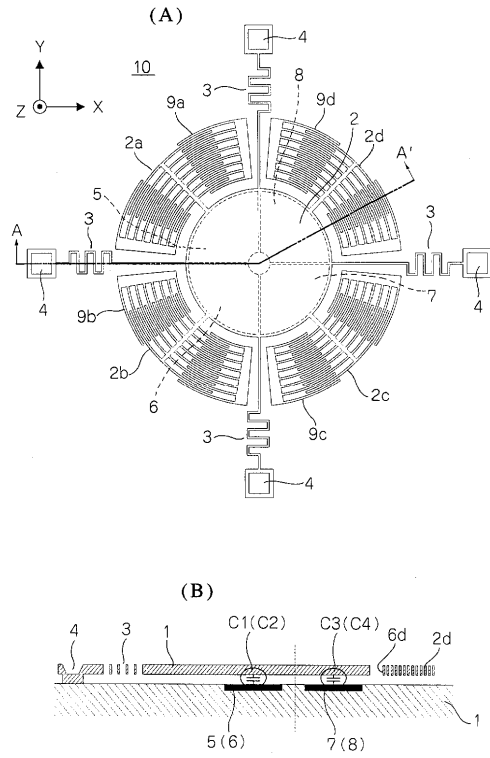
【 図 7 】



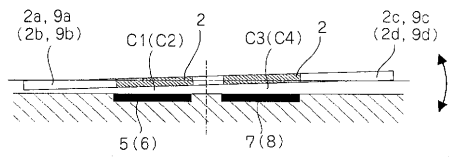
【 図 8 】



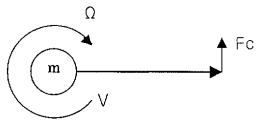
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-091958(JP,A)
特開平10-307028(JP,A)
特開平02-038862(JP,A)
特開平06-042971(JP,A)
特表平06-510604(JP,A)
特表2000-509812(JP,A)
国際公開第97/045699(WO,A1)
国際公開第96/035957(WO,A1)
国際公開第98/023917(WO,A1)
特開平10-239347(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/56
G01P 9/04
G01P 15/125
G01P 15/14
G01P 15/18