

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6623634号
(P6623634)

(45) 発行日 令和1年12月25日 (2019. 12. 25)

(24) 登録日 令和1年12月6日 (2019. 12. 6)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 C 19/5733 (2012. 01)	GO 1 C 19/5733
HO 3 H 9/24 (2006. 01)	HO 3 H 9/24 Z
B 8 1 B 3/00 (2006. 01)	B 8 1 B 3/00

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-182057 (P2015-182057)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年9月15日 (2015. 9. 15)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-58197 (P2017-58197A)		東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
(43) 公開日	平成29年3月23日 (2017. 3. 23)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成30年8月14日 (2018. 8. 14)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	古畑 誠
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	仲野 一秀
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 物理量センサー、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸としたとき、
前記 X 軸および前記 Y 軸を含む平面に沿っている底面を含む第 1 の凹部が設けられてい
るベース基板と、
前記第 1 の凹部に対向している第 2 の凹部が設けられ、前記第 1 の凹部と前記第 2 の凹
部との間に内部空間が形成されるように、前記ベース基板に接合されている蓋体と、
前記第 1 の凹部の前記底面に設けられている固定検出電極と、
前記固定検出電極と前記 Z 軸方向に離間して対向するように配置されている可動部、及
び前記可動部に連結され、前記 X 軸に沿って配置されている梁部を含み、前記内部空間に
配置されている構造体と、
を含み、
前記可動部は、前記梁部を回動軸として揺動可能であり、
前記梁部のバネ定数を k_r 、
前記内部空間の誘電率を ϵ 、
前記 Z 軸方向からの平面視で、前記固定検出電極の面積を S_e 、
前記可動部と前記固定検出電極との間に印加する電圧を V 、
初期状態での前記可動部と前記固定検出電極との離間距離を d 、
前記可動部の前記 Y 軸に沿った長さを l としたとき、
$$K_r > \frac{S_e \cdot V^2 \cdot (l / d^{3/2})}{2}$$

を満足することを特徴とする物理量センサー。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記固定検出電極と前記可動部との間に生じる静電力と、前記梁部の復元力と、が等しくなる位置を可動臨界としたとき、

前記 X 軸方向からの側面視で、

前記可動部は、前記可動臨界を超える前に、前記ベース基板又は前記固定検出電極と接触することを特徴とする物理量センサー。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記可動臨界は、前記ベース基板の前記可動部と対向する面に対して、前記可動部の側とは反対側に位置することを特徴とする物理量センサー。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、

前記構造体は、棒状の質量部を含み、

前記 Z 軸方向からの平面視で、前記可動部は、前記質量部の内側に配置され、

前記可動部は、前記梁部を介して、前記質量部に支持されていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記可動部は、前記 Y 軸に沿って並んでいる第 1 の可動部と第 2 の可動部とから構成されていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 において、

前記構造体は、駆動電極と駆動バネを含み、

前記質量部は、矩形状であり、

前記駆動バネの一端部は、前記質量部に接続され、

前記駆動バネの他端部は、前記ベース基板に接続されていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 7】

請求項 4 乃至 6 のいずれか一項において、

前記可動部は、前記質量部に向かって突出している突出部を含むことを特徴とする物理量センサー。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、

前記ベース基板は、

前記 Z 軸方向からの平面視で、前記可動部の先端部と対向する位置に配置され、

且つ、前記可動部の側とは反対側へ凹む段差部が設けられていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項において、

前記ベース基板の前記可動部と接触し得る箇所には、凹凸が形成されていることを特徴とする物理量センサー。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の物理量センサーを含むことを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の物理量センサーを含むことを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動子、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、ジャイロセンサー（角速度センサー）として、特許文献1に記載の構成が知られている。この特許文献1に記載のジャイロセンサーは、枠状の質量部（枠）と、質量部の内側に配置された可動部（振動装置）と、可動部と枠とを連結する梁部（懸架片）と、可動部と対向して配置された電極と、を有し、質量部をY軸方向に振動させた状態でX軸まわりの角速度が加わると、コリオリの力によって、可動部が梁部を捩り変形させつつZ軸方向に振動するように構成されている。このような可動部の振動によって、可動部と電極との間に形成された静電容量が変化するため、この静電容量の変化に基づいて、ジャイロセンサーに加わった角速度を検出することができる。

10

【0003】

しかしながら、このような特許文献1の構成では、可動部が電極側へ大きく変位すると、可動部と電極との間に発生する静電力（電氣的な引力）が、梁部の復元力（自然状態へ戻ろうとする力）よりも大きくなってしまい、前記静電力によって、可動部が電極に貼り付いてしまうおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特表2008-514968号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、可動部の基板への貼り付きを低減することのできる振動子、電子機器および移動体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

30

【0007】

本発明の振動子は、基板と、

前記基板と対向して配置されている可動部と、

前記可動部を、前記基板に対して前記基板の厚さ方向に変位可能に支持する弾性変形可能な梁部と、を有し、

前記基板と前記可動部との間に形成される静電力よりも前記梁部の復元力が大きい範囲で前記可動部が前記基板側へ変位することを特徴とする。

これにより、可動部の基板への貼り付きを低減することのできる振動子が得られる。

【0008】

本発明の振動子では、前記基板の側面視にて、

40

前記静電力と前記復元力とが等しくなる位置を可動臨界としたとき、

前記可動部は、前記可動臨界を超える前に前記基板と接触することが好ましい。

これにより、可動部の基板への貼り付きを低減することができる。

【0009】

本発明の振動子では、前記可動臨界は、前記基板の前記可動部と対向する面よりも、前記可動部と反対側に位置することが好ましい。

これにより、可動部の基板への貼り付きを低減することができる。

【0010】

本発明の振動子では、前記基板は、前記可動部と対向して配置されている電極と、前記電極を支持するベース基板と、を有していることが好ましい。

50

これにより、例えば、可動部と電極との間に形成される静電容量の変化を検知することで、可動部の変位量を検出することができる。そのため、例えば、加速度や角速度などの物理量を検出する物理量センサーとして好適に利用することができる。

【0011】

本発明の振動子では、前記可動部は、前記基板の面内方向に沿う回転軸まわりに回転することが好ましい。

これにより、可動部をスムーズに変位させることができる。

【0012】

本発明の振動子では、前記可動部は、先端部から先端側へ突出する突出部を有していることが好ましい。

これにより、仮に、可動部が基板に接触した際の、基板との接触面積を小さくすることができる。そのため、可動部の基板への貼り付きをより効果的に低減することができる。

【0013】

本発明の振動子では、前記基板は、前記可動部の先端部と対向する位置に設けられ、前記可動部と反対側へ凹む段差部を有していることが好ましい。

これにより、可動部と基板との接触を低減することができる。

【0014】

本発明の振動子では、前記基板の前記可動部と接触し得る箇所には、凹凸が形成されていることが好ましい。

これにより、仮に、可動部が基板に接触した際の、基板との接触面積を小さくすることができる。そのため、可動部の基板への貼り付きをより効果的に低減することができる。

【0015】

本発明の電子機器は、本発明の振動子を有することを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【0016】

本発明の移動体は、本発明の振動子を有することを特徴とする。

これにより、信頼性の高い移動体 that 得られる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る振動子を示す平面図である。

【図2】図1中のA-A線断面図である。

【図3】従来の問題点を説明するための断面図である。

【図4】従来の問題点を説明するための断面図である。

【図5】図1に示す振動子の断面図である。

【図6】図1に示す振動子の断面図である。

【図7】固定検出電極の変形例を示す断面図である。

【図8】機能素子の変形例を示す平面図である。

【図9】図8中のB-B線断面図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る振動子が備える検出用フラップ板を示す平面図である。

【図11】固定検出電極の変形例を示す平面図である。

【図12】検出用フラップ板の変形例を示す平面図である。

【図13】検出用フラップ板の変形例を示す平面図である。

【図14】本発明の第3実施形態に係る振動子の断面図である。

【図15】検出用フラップ板が基板に接触した状態を示す断面図である。

【図16】基板に設けられた角部を示す平面図である。

【図17】図16中のC-C線断面図である。

【図18】図16に示す角部の変形例を示す平面図である。

【図19】図16に示す角部の変形例を示す平面図である。

【図20】本発明の電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコン

10

20

30

40

50

ピューターの構成を示す斜視図である。

【図 2 1】本発明の電子機器を適用した携帯電話機（ P H S も含む ）の構成を示す斜視図である。

【図 2 2】本発明の電子機器を適用したデジタルスチールカメラの構成を示す斜視図である。

【図 2 3】本発明の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の振動子、電子機器および移動体を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

10

【 0 0 1 9 】

< 第 1 実施形態 >

まず、本発明の第 1 実施形態に係る振動子について説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る振動子を示す平面図である。図 2 は、図 1 中の A - A 線断面図である。図 3 および図 4 は、それぞれ、従来の問題点を説明するための断面図である。図 5 および図 6 は、それぞれ、図 1 に示す振動子の断面図である。図 7 は、固定検出電極の変形例を示す断面図である。図 8 は、機能素子の変形例を示す平面図である。図 9 は、図 8 中の B - B 線断面図である。なお、以下の説明では、互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸とする。また、X 軸に沿う方向を「X 軸方向」とも言い、Y 軸方向に沿う方向を「Y 軸方向」とも言い、Z 軸に沿う方向を「Z 軸方向」とも言う。

20

【 0 0 2 1 】

図 1 および図 2 に示す振動子 1 は、Y 軸まわりの角速度 γ を検出することのできるジャイロセンサー（角速度センサー）である。このような振動子 1 は、基板 2 と、蓋体 3 と、機能素子 4 と、を有する。なお、説明の便宜上、図 1 では、基板 2 および蓋体 3 の図示を省略している。

【 0 0 2 2 】

基板 2 は、ベース基板 2 1 と、ベース基板 2 1 に支持された固定検出電極 2 2 と、を有する。ベース基板 2 1 は、上面に開放する凹部 2 1 1 と、凹部 2 1 1 内に設けられたポスト（突起部）2 1 2 と、を有し、上面とポスト 2 1 2 とで機能素子 4 を支持している。また、固定検出電極 2 2 は、凹部 2 1 1 の底面 2 1 1 a に 2 つ設けられている。一方、蓋体 3 は、下面に開放する凹部 3 1 を有する。これらベース基板 2 1 と蓋体 3 とが、凹部 2 1 1 と凹部 3 1 とで内部空間 S を形成するように接合されている。そして、内部空間 S に機能素子 4 が収容されている。なお、内部空間 S は、減圧状態であることが好ましい。これにより、粘性抵抗が減り、機能素子 4 を効率的に振動させることができる。

30

【 0 0 2 3 】

本実施形態では、ベース基板 2 1 がガラス基板から形成されており、蓋体 3 がシリコン基板から形成されている。そのため、ベース基板 2 1 と蓋体 3 とを陽極接合によって接合することができる。ただし、ベース基板 2 1 および蓋体 3 の材料としては、これに限定されないし、ベース基板 2 1 と蓋体 3 との接合方法も、これに限定されない。

40

【 0 0 2 4 】

機能素子 4 は、前述したように、内部空間 S に配置されており、ベース基板 2 1 の上面とポスト 2 1 2 とに接合されている。このような機能素子 4 は、2 つの構造体 4 0（4 0 a、4 0 b）を有する。2 つの構造体 4 0 a、4 0 b は、X 軸方向に並んで設けられており、Y 軸に沿う仮想直線 に対して対称となっている。

【 0 0 2 5 】

構造体 4 0 は、質量部（振動部）4 1 と、駆動バネ部 4 2 と、固定部 4 3 と、可動駆動電極 4 4 と、固定駆動電極 4 5、4 6 と、検出用フラップ板（可動部）4 7 と、梁部 4 8 と、を有する。このような構造体 4 0 は、リン、ボロン等の不純物がドーピングされた導電性のシリコン基板をエッチング等によってパターンニングすることによって一体的に形成されている

50

。

【 0 0 2 6 】

質量部 4 1 は、矩形の枠体であり、構造体 4 0 の中央部に配置されている。そして、質量部 4 1 の 4 隅にそれぞれ駆動バネ部 4 2 の一端部が接続されている。また、駆動バネ部 4 2 の他端部は、固定部 4 3 に接続されており、固定部 4 3 は、ベース基板 2 1 の上面またはポスト 2 1 2 に接合（固定）されている。これにより、質量部 4 1 および駆動バネ部 4 2 が基板 2 から浮いた状態で支持された状態となる。そして、駆動バネ部 4 2 を X 軸方向に伸縮（弾性変形）させることで、質量部 4 1 を固定部 4 3 に対して X 軸方向に振動させることができる。なお、固定部 4 3 とポスト 2 1 2 との接合方法としては、特に限定されないが、例えば、陽極接合を用いることができる。

10

【 0 0 2 7 】

可動駆動電極 4 4 は、質量部 4 1 に設けられており、本実施形態では、質量部 4 1 の + Y 軸側に 2 つ、- Y 軸側に 2 つ、計 4 つ設けられている。これら可動駆動電極 4 4 は、質量部 4 1 から Y 軸方向に延出する幹部と、この幹部から X 軸方向に延出する複数の枝部と、を備えた櫛歯形状となっている。一方、固定駆動電極 4 5、4 6 は、ベース基板 2 1 に接合（固定）されている。固定駆動電極 4 5、4 6 は、可動駆動電極 4 4 と対向して設けられ、固定駆動電極 4 5、4 6 の間に可動駆動電極 4 4 が配置されている。また、固定駆動電極 4 5、4 6 は、Y 軸方向に延在する幹部と、この幹部から X 軸方向に延在する枝部と、を備えた櫛歯形状となっている。

【 0 0 2 8 】

そのため、可動駆動電極 4 4 と固定駆動電極 4 5、4 6 との間に駆動電圧を印加すると、可動駆動電極 4 4 と固定駆動電極 4 5、4 6 との間に静電力が発生し、これにより、駆動バネ部 4 2 を X 軸方向に伸縮させつつ、質量部 4 1 を X 軸方向に振動（駆動）させることができる。なお、構造体 4 0 a と構造体 4 0 b とでは、固定駆動電極 4 5 と固定駆動電極 4 6 の配置が逆である。すなわち、構造体 4 0 a では、可動駆動電極 4 4 の - X 軸側に固定駆動電極 4 5 が位置し、+ X 軸側に固定駆動電極 4 6 が位置しているのに対して、構造体 4 0 b では、可動駆動電極 4 4 の + X 軸側に固定駆動電極 4 5 が位置し、- X 軸側に固定駆動電極 4 6 が位置している。そのため、構造体 4 0 a の質量部 4 1 と、構造体 4 0 b の質量部 4 1 は、互いに接近、離間するように X 軸方向に逆位相で振動する。これにより、2 つの質量部 4 1 の振動をキャンセルことができ、振動漏れを低減することができる。

20

30

【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態では、上述したように、静電力によって質量部 4 1 を振動させる形態（静電駆動方式）について説明したが、質量部 4 1 を振動させる方法は、特に限定されず、圧電駆動方式や、磁場のローレンツ力を利用した電磁駆動方式等を適用することもできる。

【 0 0 3 0 】

検出用フラップ板 4 7 は、質量部 4 1 の内側に配置されている。また、検出用フラップ板 4 7 は、矩形の板状をなし、Y 軸方向の一端部において梁部 4 8 を介して質量部 4 1 に支持されている。このような検出用フラップ板 4 7 は、質量部 4 1 を X 軸方向に振動させた状態の振動子 1 に Y 軸まわりの角速度 y が加わることで、コリオリの力によって、梁部 4 8 を捩り変形（弾性変形）させつつ、梁部 4 8 で形成された回動軸 J まわりに回動（変位）する。これにより、検出用フラップ板 4 7 をスムーズに Z 軸方向に変位させることができる。

40

【 0 0 3 1 】

ベース基板 2 1 の検出用フラップ板 4 7 と対向する領域（Z 軸方向から見た平面視で重なる領域）には固定検出電極 2 2 が設けられており、固定検出電極 2 2 と検出用フラップ板 4 7 との間に静電容量 C が形成されている。前述したように、角速度 y によって検出用フラップ板 4 7 が回動軸 J まわりに変位（傾倒）すると、静電容量 C の大きさが変化するため、この静電容量 C の変化に基づいて角速度 y を検出することができる。なお、固

50

定検出電極 2 2 の構成材料としては、導電性を有していれば特に限定されず、例えば、アルミニウム、金、白金、ITO (Indium Tin Oxide) 等を用いることができる。

【0032】

以上、振動子 1 の形状について説明した。次に、振動子 1 の動作について説明する。可動駆動電極 4 4 と固定駆動電極 4 5、4 6 との間に駆動電圧を印加し、構造体 4 0 a の質量部 4 1 と構造体 4 0 b の質量部 4 1 とを逆位相でかつ所定の周波数で X 軸方向に振動させる。この状態において、振動子 1 に Y 軸まわりの角速度 γ が加わると、コリオリ力が働き、構造体 4 0 a の検出用フラップ板 4 7 と、構造体 4 0 b の検出用フラップ板 4 7 とが、回動軸 J まわりに (Z 軸方向に) 逆位相で変位する。検出用フラップ板 4 7 が変位することで、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 とのギャップが変化し、それに伴って静電容量 C が変化するため、この静電容量 C の変化量を検出することで、角速度 γ を求めることができる。

10

【0033】

次に、振動子 1 の特徴の 1 つである、検出用フラップ板 4 7 の可動域について詳細に説明する。前述したように、検出用フラップ板 4 7 は、質量部 4 1 を駆動させた状態で角速度 γ が加わることで、Z 軸方向に振動するようになっている。振動子 1 では、検出用フラップ板 4 7 が Z 軸方向に振動する際に、固定検出電極 2 2 との間に作用する静電力 (電気的な引力) によって固定検出電極 2 2 に貼り付いてしまうことを低減する構成となっている。

20

【0034】

まず、静電力による検出用フラップ板 4 7 の固定検出電極 2 2 への貼り付きについて説明する。まず、図 3 に示すように、振動子 1 の側面視 (X 軸方向から見た平面視) で、固定検出電極 2 2 との間に作用する静電力と、梁部 4 8 の復元力 (自然状態へ戻ろうとする力。ばね定数) と、が等しくなる境界をプルイン臨界 (可動臨界) L とする。すなわち、検出用フラップ板 4 7 がプルイン臨界 L よりも上側 (+Z 軸側) に位置していれば、梁部 4 8 の復元力の方が、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との間に作用する静電力よりも大きく、検出用フラップ板 4 7 の少なくとも一部がプルイン臨界 L よりも下側 (-Z 軸側) に位置していれば、梁部 4 8 の復元力の方が、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との間に作用する静電力よりも小さいことを意味する。

30

【0035】

そのため、例えば、過度な角速度 γ や検出用フラップ板 4 7 を Z 軸方向へ変位させるその他の外力が加わり、検出用フラップ板 4 7 がプルイン臨界 L よりも下側まで変位してしまうと、梁部 4 8 の復元力が静電力に対抗しきれず、検出用フラップ板 4 7 が固定検出電極 2 2 に引き付けられ、図 4 に示すように、基板 2 に貼り付いてしまうおそれがある。

【0036】

そこで、振動子 1 では、図 5 に示すように、プルイン臨界 L が基板 2 の検出用フラップ板 4 7 と対向する面 (本実施形態では、固定検出電極 2 2 の上面) よりも下側 (検出用フラップ板 4 7 と反対側) に位置するように、梁部 4 8 のばね定数や、固定検出電極 2 2 の面積等を設計している。このような設計とすると、図 6 に示すように、検出用フラップ板 4 7 がプルイン臨界 L を超える前に、検出用フラップ板 4 7 が基板 2 とぶつかり、それ以上の変位が規制される。言い換えると、検出用フラップ板 4 7 が基板 2 と接触するまで -Z 軸方向に変位しても、検出用フラップ板 4 7 がプルイン臨界 L よりも下側へ変位することがない。すなわち、プルイン臨界 L を超える前に検出用フラップ板 4 7 が基板 2 に接触する。そのため、常に、検出用フラップ板 4 7 をプルイン臨界 L よりも上側の領域内で振動させることができる。したがって、振動子 1 によれば、上述したような、検出用フラップ板 4 7 の基板 2 への貼り付きを低減することができる。

40

【0037】

なお、振動子 1 のように、プルイン臨界 L を固定検出電極 2 2 の上面よりも下側に位置させるために、例えば、梁部 4 8 のバネ定数を次のように設定することができる。すなわ

50

ち、梁部 4 8 のバネ定数を k_r とし、内部空間 S の誘電率を ϵ とし、固定検出電極 2 2 の面積を S_e とし、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との間に印加する電圧を V とし、初期状態での検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との離間距離を d 、検出用フラップ板 4 7 との長さ（Y 軸方向の長さ）を l としたとき、下記式（1）を満足することで、プルイン臨界 L を固定検出電極 2 2 の上面よりも下側に位置させることができる。

$$K_r > \epsilon \cdot S_e \cdot V^2 \cdot \left(\frac{1}{d} \left(\frac{3}{2} \right) \right) / 2 \dots (1)$$

【0038】

以上、本実施形態の振動子 1 について説明した。なお、本実施形態の振動子 1 では、検出用フラップ板 4 7 が Z 軸方向に過度に変位すると、固定検出電極 2 2 に接触するようになっているため、接触時にショートが発生するおそれがある。そのため、図 7 に示すように、検出用フラップ板 4 7 が Z 軸方向に過度に変位すると、固定検出電極 2 2 ではなくて凹部 2 1 1 の底面 2 1 1 a と接触するように構成されていてもよい。底面 2 1 1 a は、基板 2 が必ずしも露出していなくてもよい。例えば、基板 2 の上面に導電膜や検出用フラップ板 4 7 と電気的に接続された導電膜が設けられていてもよい。この場合は、底面 2 1 1 a または導電膜より下側にプルイン臨界 L が位置していればよい。

【0039】

なお、図 7 に示す構成とすることで、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との対向面積が減る。また、固定検出電極 2 2 を梁部 4 8 側に寄せて配置しているため、検出用フラップ板 4 7 が変位したときに、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 とのギャップの変化量が小さくなる。そのため、検出用フラップ板 4 7 と固定検出電極 2 2 との間の静電力の変動が小さくなり、検出用フラップ板 4 7 の基板 2 への貼り付きをより効果的に低減することができる。

【0040】

以上、第 1 実施形態の振動子 1 について説明した。なお、本実施形態では、各構造体 4 0 が 1 つの検出用フラップ板 4 7 を備えた構成について説明しているが、検出用フラップ板 4 7 の数としては、1 つに限定されない。例えば、図 8 および図 9 に示すように、検出用フラップ板 4 7 が Y 軸方向に並んで 2 つ設けられていてもよい。この構成では、2 つの検出用フラップ板 4 7 を自由端同士が背を向けるように配置しているが、例えば、自由端同士が向き合うように配置してもよいし、自由端同士が同じ方向を向くように配置してもよい。

【0041】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係る振動子について説明する。

【0042】

図 10 は、本発明の第 2 実施形態に係る振動子が備える検出用フラップ板を示す平面図である。図 11 は、固定検出電極の変形例を示す平面図である。図 12 および図 13 は、それぞれ、検出用フラップ板の変形例を示す平面図である。

【0043】

本実施形態に係る振動子では、主に、機能素子の構成（検出用フラップ板の形状）が異なること以外は、前述した第 1 実施形態にかかる振動子と同様である。

【0044】

なお、以下の説明では、第 2 実施形態の振動子に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 10 ないし図 12 では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【0045】

図 10 に示す機能素子 4 では、検出用フラップ板 4 7 が、その先端部から先端側へ突出する突出部 4 7 1 を有する。本実施形態では、略矩形の突出部 4 7 1 が互いに離間して複数設けられている。このような突出部 4 7 1 を設けることで、検出用フラップ板 4 7 の先端に凹凸が形成されるため、検出用フラップ板 4 7 が基板 2 に接触した際の基板 2 との接触面積を、例えば、前述した第 1 実施形態と比較して小さくすることができる。したがっ

10

20

30

40

50

て、前述した静電力の影響を小さくすることができると共に、静電力以外の要因に起因した検出用フラップ板 47 の基板 2 への貼り付きを低減することができる。なお、静電力以外の要因としては、例えば、検出用フラップ板 47 と基板 2 との接触による接触帯電や、検出用フラップ板 47 と基板 2 との接触摩擦（微小な凹凸同士の引っ掛かり）等による貼り付きが挙げられる。

【0046】

このような第 2 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0047】

なお、突出部 471 と固定検出電極 22 との接触を防止するために、図 11 に示すように、固定検出電極 22 の突出部 471 と対向する部分を除去してもよい。また、突出部 471 の形状としては、検出用フラップ板 47 と基板 2 との接触面積を小さくすることができれば、特に限定されない。例えば、突出部 471 は、図 12 に示すような三角形状や、図 13 に示すような半円形状等、先端へ向けて幅が漸減するテーパ状をなしていてもよい。また、突出部 471 の数としては、特に限定されず、1 つであってもよい。

【0048】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る振動子について説明する。

【0049】

図 14 は、本発明の第 3 実施形態に係る振動子の断面図である。図 15 は、検出用フラップ板が基板に接触した状態を示す断面図である。図 16 は、基板に設けられた角部を示す平面図である。図 17 は、図 16 中の C - C 線断面図である。図 18 および図 19 は、それぞれ、図 16 に示す角部の変形例を示す平面図である。

【0050】

本実施形態に係る振動子では、主に、基板の構成が異なっていること以外は、前述した第 1 実施形態にかかる振動子と同様である。

【0051】

なお、以下の説明では、第 3 実施形態の振動子に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 14 ないし 16 では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【0052】

図 14 に示す基板 2 では、凹部 211 の底面 211a の検出用フラップ板 47 と対向する位置に、下側へ凹む段差部（凹部）213 が形成されている。この段差部 213 は、検出用フラップ板 47 と基板 2 との接触を防止するための逃げ部として機能する。このような段差部 213 を設けることで、段差部 213 がいない場合（例えば前述した第 1 実施形態）と比較して、検出用フラップ板 47 の回動角度 θ を大きくすることができる。そのため、より大きい角速度 ω が検出可能となり、角速度 ω の検出許容範囲を広くすることができる。

【0053】

このような第 3 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0054】

なお、本実施形態では、検出用フラップ板 47 は、図 15 に示すように、底面 211a と段差部 213 との接続部に形成された角部 214 に接触し得る。そのため、角部 214 は、検出用フラップ板 47 のそれ以上の変位（-Z 軸側への変位）を規制するストッパーとして機能するとも言える。このように、角部 214 がストッパーとして機能することから、プルイン臨界 L は、角部 214 よりも下方（段差部 213 の底面側）に位置することが好ましく、段差部 213 の底面側よりも下方に位置することがより好ましい。これにより、検出用フラップ板 47 の基板 2 への貼り付きをより効果的に低減することができる。

【0055】

このような角部 2 1 4 (検出用フラップ板 4 7 と接触する位置) には、図 1 6 および図 1 7 に示すような凹凸を形成してもよい。図 1 6 および図 1 7 の構成では、角部 2 1 4 から段差部 2 1 3 内へ突出する矩形状の突出部 2 1 5 が互いに離間して複数設けられていることで凹凸が形成されている。このような構成とすることで、前述した第 2 実施形態と同様に、基板 2 と検出用フラップ板 4 7 との接触面積を小さくすることができるため、静電力の影響を小さくすることができると共に、静電力以外の要因に起因した検出用フラップ板 4 7 の基板 2 への貼り付きを低減することができる。

【 0 0 5 6 】

なお、突出部 2 1 5 の形状としては、検出用フラップ板 4 7 と基板 2 との接触面積を小さくすることができれば、特に限定されない。例えば、突出部 2 1 5 は、図 1 8 に示すような三角形状や、図 1 9 に示すような半円形状等、先端へ向けて幅が漸減するテーパ状をなしていてもよい。また、突出部 2 1 5 の数としては、特に限定されず、1 つであってもよい。

【 0 0 5 7 】

次に、本発明の振動子を備える電子機器について説明する。

図 2 0 は、本発明の電子機器を適用したモバイル型 (またはノート型) のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【 0 0 5 8 】

この図において、パーソナルコンピュータ 1 1 0 0 は、キーボード 1 1 0 2 を備えた本体部 1 1 0 4 と、表示部 1 1 0 8 を備えた表示ユニット 1 1 0 6 とにより構成され、表示ユニット 1 1 0 6 は、本体部 1 1 0 4 に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。このようなパーソナルコンピュータ 1 1 0 0 には、ジャイロセンサーとして機能する振動子 1 が内蔵されている。

【 0 0 5 9 】

図 2 1 は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機 (P H S も含む) の構成を示す斜視図である。

【 0 0 6 0 】

この図において、携帯電話機 1 2 0 0 は、アンテナ (図示せず) 、複数の操作ボタン 1 2 0 2 、受話口 1 2 0 4 および送話口 1 2 0 6 を備え、操作ボタン 1 2 0 2 と受話口 1 2 0 4 との間には、表示部 1 2 0 8 が配置されている。このような携帯電話機 1 2 0 0 には、ジャイロセンサーとして機能する振動子 1 が内蔵されている。

【 0 0 6 1 】

図 2 2 は、本発明の電子機器を適用したデジタルスチールカメラの構成を示す斜視図である。

【 0 0 6 2 】

デジタルスチールカメラ 1 3 0 0 におけるケース (ボディー) 1 3 0 2 の背面には表示部 1 3 1 0 が設けられ、CCD による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部 1 3 1 0 は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。また、ケース 1 3 0 2 の正面側 (図中裏面側) には、光学レンズ (撮像光学系) や CCD などを含む受光ユニット 1 3 0 4 が設けられている。そして、撮影者が表示部 1 3 1 0 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1 3 0 6 を押すと、その時点における CCD の撮像信号が、メモリー 1 3 0 8 に転送・格納される。このようなデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 には、例えば、ジャイロセンサーとして手振れ補正に用いられる振動子 1 が内蔵されている。

このような電子機器は、振動子 1 を備えているので、優れた信頼性を有している。

【 0 0 6 3 】

なお、本発明の電子機器は、図 2 0 のパーソナルコンピュータ、図 2 1 の携帯電話機、図 2 2 のデジタルスチールカメラの他にも、例えば、スマートフォン、タブレット端末、時計、インクジェット式吐出装置 (例えばインクジェットプリンタ) 、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダ、カーナビゲ

10

20

30

40

50

ーション装置、ページャ、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニタ、電子双眼鏡、POS端末、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシュミレータ等に適用することができる。

【0064】

次に、本発明の移動体について説明する。

図23は、本発明の移動体を適用した自動車を示す斜視図である。

【0065】

図23に示すように、自動車1500には振動子1が内蔵されており、例えば、振動子1によって車体1501の姿勢を検出することができる。振動子1の検出信号は、車体姿勢制御装置1502に供給され、車体姿勢制御装置1502は、その信号に基づいて車体1501の姿勢を検出し、検出結果に応じてサスペンションの硬軟を制御したり、個々の車輪1503のブレーキを制御したりすることができる。その他、このような姿勢制御は、二足歩行ロボットやラジコンヘリコプター（ドローンを含む）で利用することができる。以上のように、各種移動体の姿勢制御の実現にあたって、振動子1が組み込まれる。

【0066】

以上、本発明の振動子、電子機器および移動体を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

【0067】

また、前述した実施形態では、検出用フラップ板が回転軸まわりに回転する構成について説明したが、検出用フラップ板としては、Z軸方向に変位することができれば、どのように変位してもよい。例えば、検出用フラップ板は、回転軸まわりにシーソー揺動してもよいし、姿勢を保ったままZ軸方向に変位していてもよい。すなわち、シーソー揺動型の振動子であってもよいし、平行平板型の振動子であってもよい。

【0068】

また、振動子としては、角速度を検出するジャイロセンサーに限定されず、例えば、加速度センサー、気圧センサー等の角速度以外の物理量を検知する物理量センサーであってもよい。また、物理量センサー以外にも、例えば、発振器等に用いられる振動子であってもよい。

【符号の説明】

【0069】

1...振動子、2...基板、21...ベース基板、211...凹部、211a...底面、212...ポスト、213...段差部、214...角部、215...突出部、22...固定検出電極、3...蓋体、31...凹部、4...機能素子、40...構造体、40a、40b...構造体、41...質量部、42...駆動バネ部、43...固定部、44...可動駆動電極、45、46...固定駆動電極、47...検出用フラップ板、471...突出部、48...梁部、1100...パーソナルコンピューター、1102...キーボード、1104...本体部、1106...表示ユニット、1108...表示部、1200...携帯電話機、1202...操作ボタン、1204...受話口、1206...送話口、1208...表示部、1300...デジタルスチールカメラ、1302...ケース、1304...受光ユニット、1306...シャッターボタン、1308...メモリー、1310...表示部、1500...自動車、1501...車体、1502...車体姿勢制御装置、1503...車輪、C...静電容量、J...回転軸、L...プルイン臨界、S...内部空間、...仮想直線、...回転角度、y...角速度

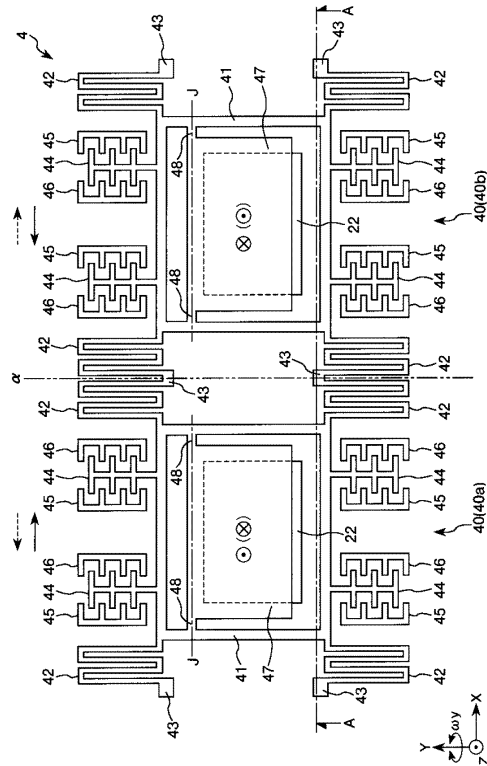
10

20

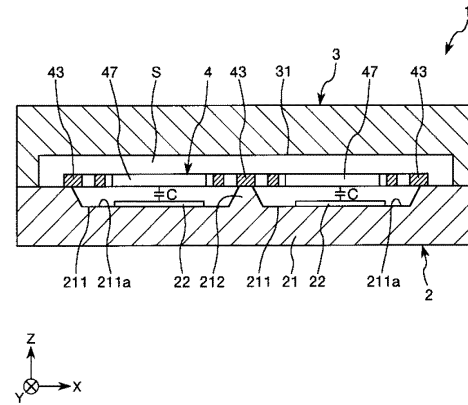
30

40

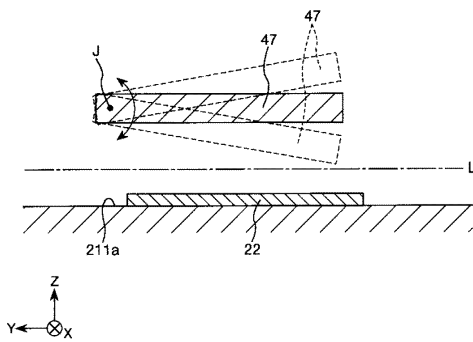
【図 1】



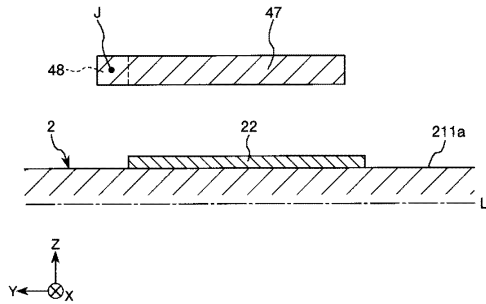
【図 2】



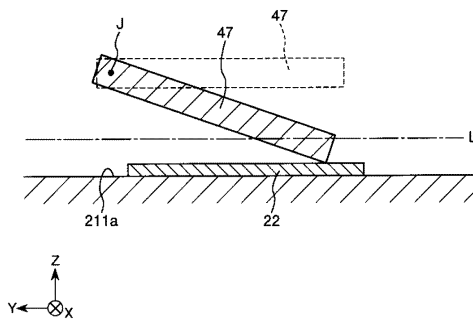
【図 3】



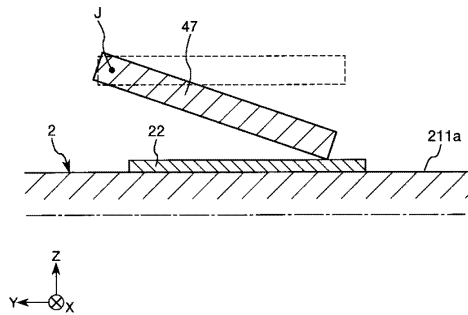
【図 5】



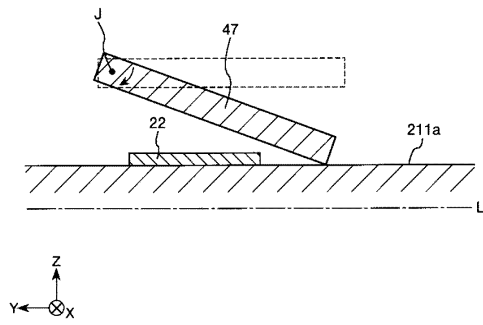
【図 4】



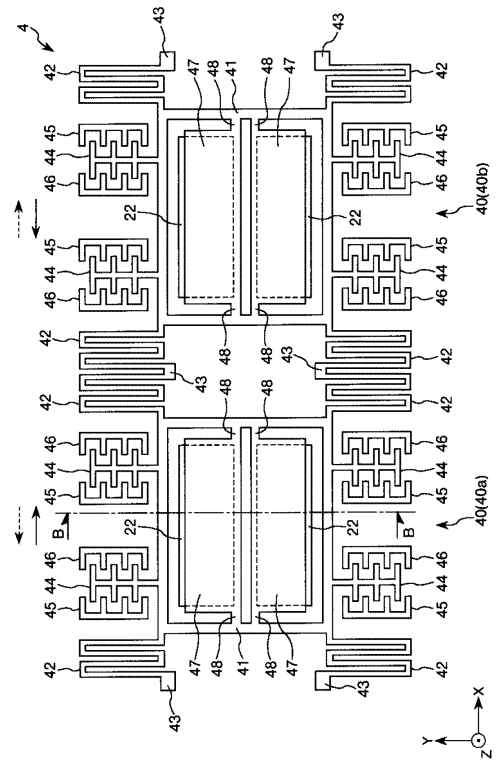
【図 6】



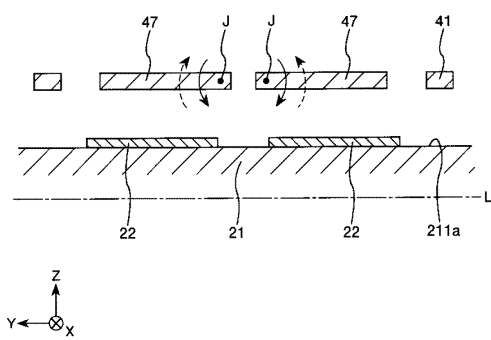
【図 7】



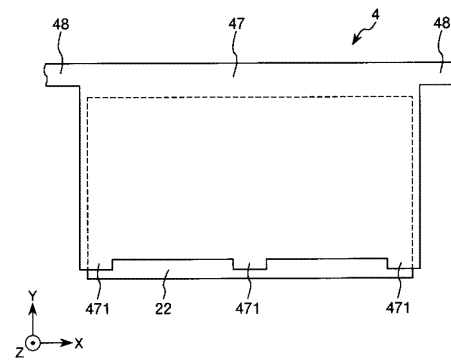
【図 8】



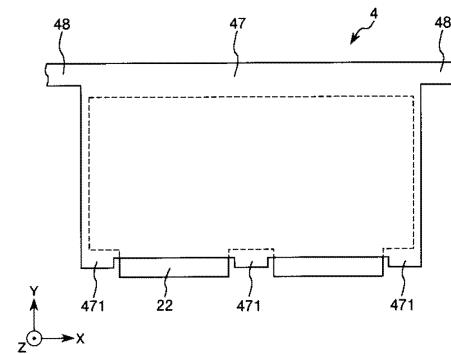
【図 9】



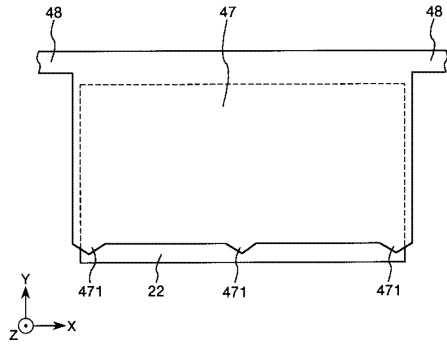
【図 10】



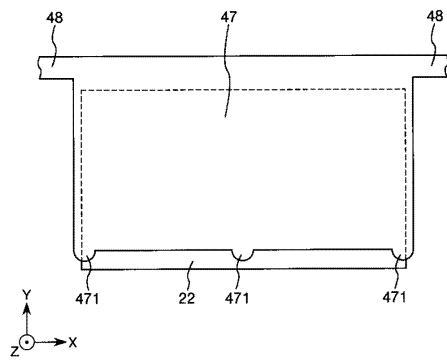
【図 11】



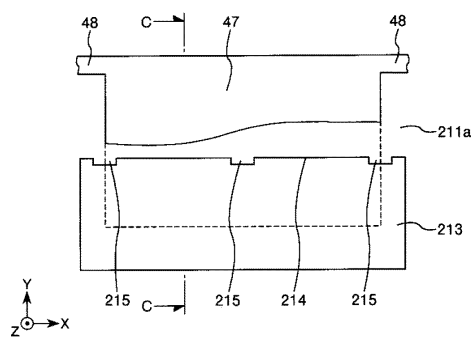
【図 12】



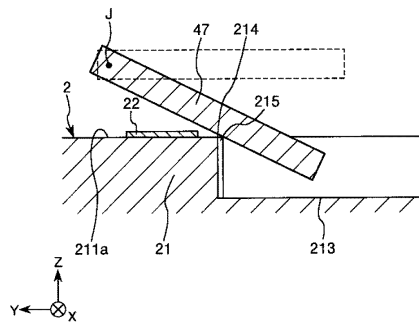
【図 13】



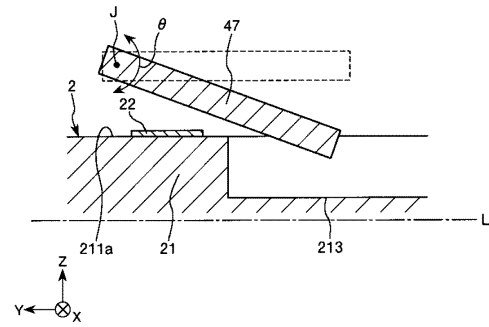
【図 16】



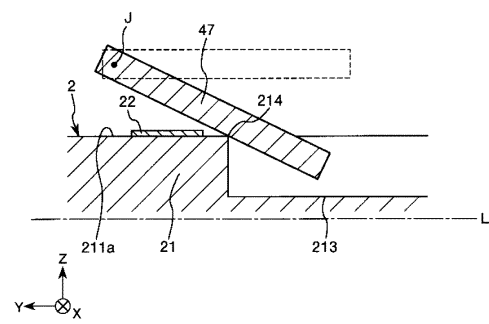
【図 17】



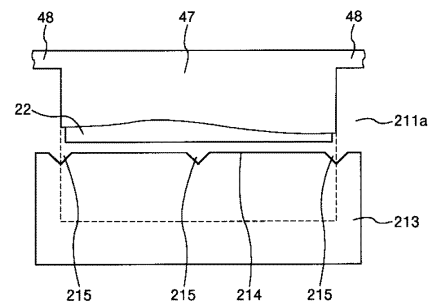
【図 14】



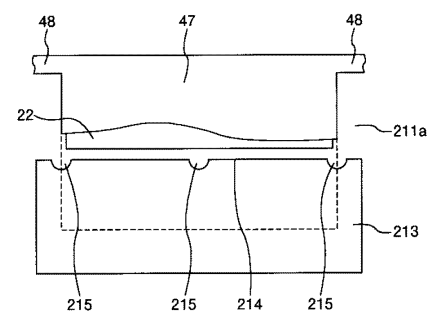
【図 15】



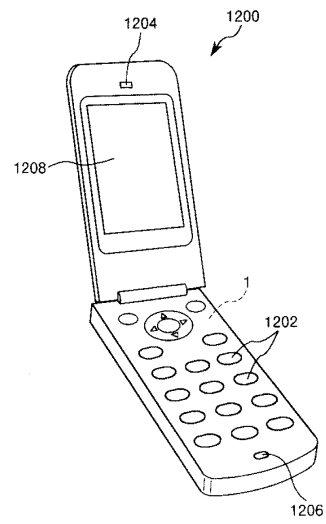
【図 18】



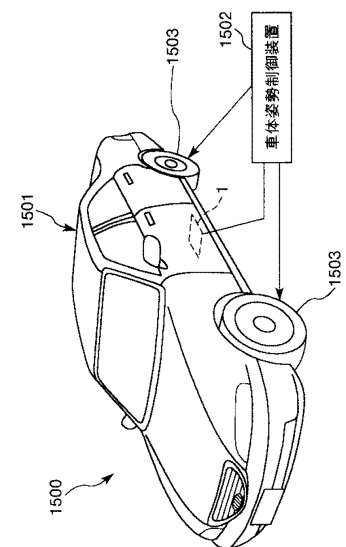
【図 19】



【 図 2 1 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2015 - 31692 (JP, A)
特開 2013 - 11549 (JP, A)
特開 2013 - 156121 (JP, A)
特開 2013 - 40856 (JP, A)
特開 2013 - 221919 (JP, A)
米国特許出願公開第 2012 / 0216616 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 19 / 5719 - 19 / 5769
G01P 15 / 08
B81B 1 / 00 - 7 / 04