

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5772873号
(P5772873)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 P 15/125 (2006.01)	GO 1 P 15/125 Z
GO 1 P 15/08 (2006.01)	GO 1 P 15/08 1 O 1 A
HO 1 L 29/84 (2006.01)	GO 1 P 15/08 1 O 1 B
	GO 1 P 15/08 1 O 2 E
	HO 1 L 29/84 Z

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-103188 (P2013-103188)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年5月15日 (2013.5.15)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2014-16341 (P2014-16341A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成26年1月30日 (2014.1.30)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成25年11月13日 (2013.11.13)		弁理士 矢作 和行
(31) 優先権主張番号	特願2012-134224 (P2012-134224)	(74) 代理人	100121991
(32) 優先日	平成24年6月13日 (2012.6.13)		弁理士 野々部 泰平
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	小川 晃
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量式物理量センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに直交の関係にあるx方向とy方向とによって規定されるx-y平面に一面が沿う基板(11)と、該基板の一面に固定されたアンカー(30)と、該アンカーを介して前記基板に連結された検出梁(20)と、該検出梁に連結された錘部(17)と、該錘部に形成された可動電極(18)と、該可動電極と前記x-y平面にて対向する固定電極(19)と、を有する静電容量式物理量センサであって、

前記検出梁は、前記y方向に可撓性を有し、

前記可動電極は、第1可動検出電極(21)と、第2可動検出電極(22)と、第1可動ダンピング電極(23)と、をそれぞれ複数有し、

前記固定電極は、第1固定検出電極(24)と、第2固定検出電極(25)と、第1固定ダンピング電極(26)と、をそれぞれ複数有し、

前記第1固定検出電極は、前記第1可動検出電極から、前記y方向の一方向である第1y方向に離れて位置して、前記第1可動検出電極と前記第1y方向にて互いに対向し、

前記第2固定検出電極は、前記第2可動検出電極から、前記第1y方向の反対である第2y方向に離れて位置して、前記第2可動検出電極と前記第2y方向にて互いに対向し、

複数の前記第1可動ダンピング電極それぞれは、対応する2つの前記第1固定ダンピング電極の間の中心に位置するように前記錘部から前記x方向に沿って延び、一方の前記第1固定ダンピング電極と前記第1y方向で互いに対向し、他方の前記第1固定ダンピング電極と前記第2y方向で互いに対向しており、

前記錘部は前記 y 方向に沿った形状を成し、

前記基板の一面に前記アンカーが 2 つ固定され、これら 2 つの前記アンカーそれぞれに前記検出梁 (2 0) が連結され、前記錘部の両端部それぞれが前記検出梁を介して前記アンカーに連結されており、

複数の前記第 1 可動検出電極と複数の前記第 2 可動検出電極それぞれは前記錘部の中央部の側面に形成され、

複数の前記第 1 可動ダンピング電極は、前記錘部の中心 (C P) を介して点対称、且つ、前記 y 方向に沿い前記錘部の中心を通る中心線 (C L) を介して線対称に位置するように、前記錘部の両端部それぞれの側面に形成されていることを特徴とする静電容量式物理量センサ。

10

【請求項 2】

互いに直交の関係にある x 方向と y 方向とによって規定される x - y 平面に一面が沿う基板 (1 1) と、該基板の一面に固定されたアンカー (3 0) と、該アンカーを介して前記基板に連結された検出梁 (2 0) と、該検出梁に連結された錘部 (1 7) と、該錘部に形成された可動電極 (1 8) と、該可動電極と前記 x - y 平面にて対向する固定電極 (1 9) と、を有する静電容量式物理量センサであって、

前記検出梁は、前記 y 方向に可撓性を有し、

前記可動電極は、第 1 可動検出電極 (2 1) と、第 2 可動検出電極 (2 2) と、第 1 可動ダンピング電極 (2 3) と、をそれぞれ複数有し、

前記固定電極は、第 1 固定検出電極 (2 4) と、第 2 固定検出電極 (2 5) と、第 1 固定ダンピング電極 (2 6) と、をそれぞれ複数有し、

20

前記第 1 固定検出電極は、前記第 1 可動検出電極から、前記 y 方向の一方向である第 1 y 方向に離れて位置して、前記第 1 可動検出電極と前記第 1 y 方向にて互いに対向し、

前記第 2 固定検出電極は、前記第 2 可動検出電極から、前記第 1 y 方向の反対である第 2 y 方向に離れて位置して、前記第 2 可動検出電極と前記第 2 y 方向にて互いに対向し、

複数の前記第 1 可動ダンピング電極それぞれは、対応する 2 つの前記第 1 固定ダンピング電極の間の中心に位置するように前記錘部から前記 x 方向に沿って延び、一方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 1 y 方向で互いに対向し、他方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 2 y 方向で互いに対向しており、

前記錘部は、前記 y 方向に沿う 2 つの第 1 棒部 (1 7 a)、及び、前記 x 方向に沿う 2 つの第 2 棒部 (1 7 b) それぞれの端部が連結されて枠形状を成し、

30

複数の前記第 1 可動検出電極と複数の前記第 2 可動検出電極それぞれは前記第 1 棒部の内面に形成され、

2 つの前記第 1 棒部それぞれの外面に、前記錘部の中心 (C P) を介して点対称、且つ、前記 y 方向に沿い前記錘部の中心を通る中心線 (C L) を介して線対称に位置するように、複数の前記第 1 可動ダンピング電極が形成されていることを特徴とする静電容量式物理量センサ。

【請求項 3】

互いに直交の関係にある x 方向と y 方向とによって規定される x - y 平面に一面が沿う基板 (1 1) と、該基板の一面に固定されたアンカー (3 0) と、該アンカーを介して前記基板に連結された検出梁 (2 0) と、該検出梁に連結された錘部 (1 7) と、該錘部に形成された可動電極 (1 8) と、該可動電極と前記 x - y 平面にて対向する固定電極 (1 9) と、を有する静電容量式物理量センサであって、

40

前記検出梁は、前記 y 方向に可撓性を有し、

前記可動電極は、第 1 可動検出電極 (2 1) と、第 2 可動検出電極 (2 2) と、第 1 可動ダンピング電極 (2 3) と、をそれぞれ複数有し、

前記固定電極は、第 1 固定検出電極 (2 4) と、第 2 固定検出電極 (2 5) と、第 1 固定ダンピング電極 (2 6) と、をそれぞれ複数有し、

前記第 1 固定検出電極は、前記第 1 可動検出電極から、前記 y 方向の一方向である第 1 y 方向に離れて位置して、前記第 1 可動検出電極と前記第 1 y 方向にて互いに対向し、

50

前記第 2 固定検出電極は、前記第 2 可動検出電極から、前記第 1 y 方向の反対である第 2 y 方向に離れて位置して、前記第 2 可動検出電極と前記第 2 y 方向にて互いに対向し、複数の前記第 1 可動ダンピング電極それぞれは、対応する 2 つの前記第 1 固定ダンピング電極の間の中心に位置するように前記錘部から前記 x 方向に沿って延び、一方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 1 y 方向で互いに対向し、他方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 2 y 方向で互いに対向しており、

前記錘部は、前記 y 方向に沿う 2 つの第 1 棒部 (1 7 a)、及び、前記 x 方向に沿う 2 つの第 2 棒部 (1 7 b) それぞれの端部が連結されて枠形状を成し、

複数の前記第 1 可動検出電極と複数の前記第 2 可動検出電極それぞれは前記第 1 棒部の内面に形成され、

10

2 つの前記第 1 棒部それぞれの外面に、前記錘部の中心 (C P) を介して点対称、且つ、前記 y 方向に沿い前記錘部の中心を通る中心線 (C L) を介して線対称に位置するように、複数の前記第 1 可動ダンピング電極が形成されており、

前記可動電極は、第 2 可動ダンピング電極 (2 7) を複数有し、

前記固定電極は、第 2 固定ダンピング電極 (2 8) を複数有し、

2 つの前記第 2 棒部それぞれに、前記第 2 可動ダンピング電極が形成され、

前記第 2 可動ダンピング電極は、2 つの前記第 2 固定ダンピング電極の間の中心に位置し、一方の前記第 2 固定ダンピング電極と前記 x 方向の一方向である第 1 x 方向で互いに対向し、他方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 1 x 方向の反対である第 2 x 方向で互いに対向しており、

20

複数の前記第 2 可動ダンピング電極は、前記錘部の中心を介して点対称に位置していることを特徴とする静電容量式物理量センサ。

【請求項 4】

互いに直交の関係にある x 方向と y 方向とによって規定される x - y 平面に一面が沿う基板 (1 1) と、該基板の一面に固定されたアンカー (3 0) と、該アンカーを介して前記基板に連結された検出梁 (2 0) と、該検出梁に連結された錘部 (1 7) と、該錘部に形成された可動電極 (1 8) と、該可動電極と前記 x - y 平面にて対向する固定電極 (1 9) と、を有する静電容量式物理量センサであって、

前記検出梁は、前記 y 方向に可撓性を有し、

前記可動電極は、第 1 可動検出電極 (2 1) と、第 2 可動検出電極 (2 2) と、第 1 可動ダンピング電極 (2 3) と、をそれぞれ複数有し、

30

前記固定電極は、第 1 固定検出電極 (2 4) と、第 2 固定検出電極 (2 5) と、第 1 固定ダンピング電極 (2 6) と、をそれぞれ複数有し、

前記第 1 固定検出電極は、前記第 1 可動検出電極から、前記 y 方向の一方向である第 1 y 方向に離れて位置して、前記第 1 可動検出電極と前記第 1 y 方向にて互いに対向し、

前記第 2 固定検出電極は、前記第 2 可動検出電極から、前記第 1 y 方向の反対である第 2 y 方向に離れて位置して、前記第 2 可動検出電極と前記第 2 y 方向にて互いに対向し、

複数の前記第 1 可動ダンピング電極それぞれは、対応する 2 つの前記第 1 固定ダンピング電極の間の中心に位置するように前記錘部から前記 x 方向に沿って延び、一方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 1 y 方向で互いに対向し、他方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 2 y 方向で互いに対向しており、

40

前記錘部は、前記 y 方向に沿う 2 つの第 1 棒部 (1 7 a)、及び、前記 x 方向に沿う 2 つの第 2 棒部 (1 7 b) それぞれの端部が連結されて枠形状を成し、

複数の前記第 1 可動検出電極と複数の前記第 2 可動検出電極それぞれは前記第 1 棒部の内面に形成され、

2 つの前記第 1 棒部それぞれの内面に、前記錘部の中心 (C P) を介して点対称、且つ、前記 y 方向に沿い前記錘部の中心を通る中心線 (C L) を介して線対称に位置するように、複数の前記第 1 可動ダンピング電極が形成されており、

複数の前記第 1 可動検出電極は、2 つの前記第 1 棒部の内の一方の中央部の内面に形成され、複数の前記第 2 可動検出電極は、2 つの前記第 1 棒部の内の他方の中央部の内面に

50

形成され、複数の前記第 1 可動ダンピング電極は、2 つの前記第 1 棒部それぞれの両端部の内面に形成されており、

前記第 1 可動検出電極および前記第 2 可動検出電極それぞれは前記第 1 可動ダンピング電極よりも前記錘部の中心に近いことを特徴とする静電容量式物理量センサ。

【請求項 5】

前記第 1 可動ダンピング電極と前記第 1 固定ダンピング電極とは、相似の関係にあり、
前記第 1 可動ダンピング電極と前記第 1 固定ダンピング電極との対向間隔は、一定であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項に記載の静電容量式物理量センサ。

【請求項 6】

前記第 1 固定検出電極に、前記第 1 可動検出電極と前記第 1 固定検出電極とによって構成される第 1 検出コンデンサの静電容量を取り出すための第 1 固定検出パッド (3 2 a) が形成され、

前記第 2 固定検出電極に、前記第 2 可動検出電極と前記第 2 固定検出電極とによって構成される第 2 検出コンデンサの静電容量を取り出すための第 2 固定検出パッド (3 3 a) が形成され、

前記錘部に、一定の電圧を印加するための可動検出パッド (3 0 a) が形成され、
前記第 1 固定ダンピング電極に、前記可動検出パッドに印加されている電圧とは極性の異なる診断電圧を印加するためのダンピングパッド (3 4 a) が形成されており、

故障診断時において、前記第 1 固定検出パッドと前記第 2 固定検出パッドそれぞれに、極性の異なる電圧が所定時間印加され、この電圧印加直後、前記ダンピングパッドに前記診断電圧が印加され、この電圧印加時における前記第 1 検出コンデンサの静電容量が第 1 固定検出パッドから取り出され、前記第 2 検出コンデンサの静電容量が第 2 固定検出パッドから取り出されることを特徴とする請求項 1 ~ 5 いずれか 1 項に記載の静電容量式物理量センサ。

【請求項 7】

互いに直交の関係にある x 方向と y 方向とによって規定される x - y 平面に一面が沿う基板 (1 1 1 , 1 1 5) と、該基板の一面に固定されたアンカー (1 2 7) と、該アンカーを介して前記基板に連結された検出梁 (1 2 6) と、該検出梁に連結された錘部 (1 2 3) と、該錘部に形成された可動電極 (1 2 4) と、該可動電極と前記 x - y 平面に直交する z 方向にて対向する固定電極 (1 2 5) と、を有する静電容量式物理量センサであって、

前記検出梁は、前記 z 方向に可撓性を有し、
前記可動電極は、第 1 可動検出電極 (1 2 8) と、第 2 可動検出電極 (1 2 9) と、第 1 可動ダンピング電極 (1 3 0) と、を有し、

前記固定電極は、第 1 固定検出電極 (1 3 1) と、第 2 固定検出電極 (1 3 2) と、第 1 固定ダンピング電極 (1 3 3) と、を有し、

前記第 1 固定検出電極は、前記第 1 可動検出電極から、前記 z 方向の一方向である第 1 z 方向に離れて位置して、前記第 1 可動検出電極と前記第 1 z 方向にて互いに対向し、

前記第 2 固定検出電極は、前記第 2 可動検出電極から、前記第 1 z 方向の反対である第 2 z 方向に離れて位置して、前記第 2 可動検出電極と前記第 2 z 方向にて互いに対向し、

複数の前記第 1 可動ダンピング電極それぞれは、対応する 2 つの前記第 1 固定ダンピング電極の間の中心に位置し、一方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 1 z 方向で互いに対向し、他方の前記第 1 固定ダンピング電極と前記第 2 z 方向で互いに対向しており、

複数の前記第 1 可動ダンピング電極は、前記錘部の中心 (C P) を介して点对称、若しくは、前記 z 方向に沿い前記錘部の中心を通る中心線 (C L) を介して線対称に位置し、

前記第 1 可動検出電極および前記第 2 可動検出電極それぞれは前記第 1 可動ダンピング電極よりも前記錘部の中心に近いことを特徴とする静電容量式物理量センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

10

20

30

40

50

本発明は、基板と、該基板の一面に固定されたアンカーと、該アンカーを介して基板に連結された検出梁と、該検出梁に連結された錘部と、該錘部に形成された可動電極と、該可動電極と対向する固定電極と、を備える静電容量式物理量センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば特許文献1に示されるように、錘に形成された可動電極と、該可動電極と対向する固定電極と、錘に連結された、加速度に応じて変位可能な第1の梁と、第1の梁の変位量を規制する第1のストッパと、第1のストッパを支持する第2の梁と、を備える半導体加速度センサが提案されている。第1の梁はバネ定数の異なる複数の梁で構成され、各梁の変位量は対応するストッパにより規制され、隣接する梁とストッパとが連結されている。この構成により、加速度の印加によって可動電極が大きく変位した時の可動電極と固定電極とによって構成されるコンデンサの静電容量の直線性悪化が減少されるとともに、ダイナミックレンジが拡大されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-286615号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

上記したように、特許文献1に示される半導体加速度センサでは、第1の梁の変位量が第1のストッパによって規制されている。そのため、追突などの強い衝撃印加時においても、その時に生じる加速度を検出することができる。しかしながら、第1の梁はバネ定数の異なる複数の梁で構成され、各梁の変位量は対応するストッパにより規制され、隣接する梁とストッパとが連結された構成となっている。これによれば、上記した強い衝撃の印加時において、可動電極の形成された錘が回転し、錘の姿勢が変動する虞がある。錘の姿勢が変動すると、可動電極と固定電極との間の対向面積が変動し、加速度の検出精度が低下する虞がある。

【0005】

そこで、本発明は上記問題点に鑑み、姿勢制御することで、物理量の検出精度の低下が抑制された静電容量式物理量センサを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記した目的を達成するために、第1本発明は、互いに直交の関係にあるx方向とy方向とによって規定されるx-y平面に一面が沿う基板(11)と、該基板の一面に固定されたアンカー(30)と、該アンカーを介して基板に連結された検出梁(20)と、該検出梁に連結された錘部(17)と、該錘部に形成された可動電極(18)と、該可動電極とx-y平面にて対向する固定電極(19)と、を有する静電容量式物理量センサであって、検出梁は、y方向に可撓性を有し、可動電極は、第1可動検出電極(21)と、第2可動検出電極(22)と、第1可動ダンピング電極(23)と、をそれぞれ複数有し、固定電極は、第1固定検出電極(24)と、第2固定検出電極(25)と、第1固定ダンピング電極(26)と、をそれぞれ複数有し、第1固定検出電極は、第1可動検出電極から、y方向の一方向である第1y方向に離れて位置して、第1可動検出電極と第1y方向にて互いに対向し、第2固定検出電極は、第2可動検出電極から、第1y方向の反対である第2y方向に離れて位置して、第2可動検出電極と第2y方向にて互いに対向し、複数の第1可動ダンピング電極それぞれは、対応する2つの第1固定ダンピング電極の間の中心に位置するように錘部からx方向に沿って延び、一方の第1固定ダンピング電極と第1y方向で互いに対向し、他方の第1固定ダンピング電極と第2y方向で互いに対向しており、錘部はy方向に沿った形状を成し、基板の一面にアンカーが2つ固定され、これら2つのアンカーそれぞれに検出梁(20)が連結され、錘部の両端部それぞれが検出梁を介し

40

50

てアンカーに連結されており、複数の第1可動検出電極と複数の第2可動検出電極それぞれは錘部の中央部の側面に形成され、複数の第1可動ダンピング電極は、錘部の中心(CP)を介して点対称、且つ、y方向に沿い錘部の中心を通る中心線(CL)を介して線対称に位置するように、錘部の両端部それぞれの側面に形成されていることを特徴とする。

【0007】

これによれば、y方向に可速度が印加された際に、第1可動ダンピング電極(23)と第1固定ダンピング電極(26)との間で生じるダンピングによって、錘部(17)のy方向への過剰な変位が抑制される。そのため、追突などの強い衝撃印加時においても、その時に生じる加速度などの物理量を検出することができる。また、本発明では、複数の第1可動ダンピング電極(23)が、錘部(17)の中心(CP)を介して点対称、若しくは、y方向に沿い錘部の中心(CP)を通る中心線(CL)を介して線対称に位置している。これにより、上記した強い衝撃の印加時において、錘部(17)がx-y平面にて回転することが抑制され、錘部(17)の姿勢が制御される。そのため、錘部(17)のx方向への変位が抑制され、検出電極(21, 22, 24, 25)の対向面積の変動が抑制される。この結果、物理量の検出精度の低下が抑制される。なお、本発明では、点対称、若しくは、線対称と記しているが、これは、点対称であり、且つ、線対称である構成も含んでおり、両者が成立する構成を除外しているわけではない。

【0008】

更に、第2本発明は、互いに直交の関係にあるx方向とy方向とによって規定されるx-y平面に一面が沿う基板(11)と、該基板の一面に固定されたアンカー(30)と、該アンカーを介して基板に連結された検出梁(20)と、該検出梁に連結された錘部(17)と、該錘部に形成された可動電極(18)と、該可動電極とx-y平面にて対向する固定電極(19)と、を有する静電容量式物理量センサであって、検出梁は、y方向に可撓性を有し、可動電極は、第1可動検出電極(21)と、第2可動検出電極(22)と、第1可動ダンピング電極(23)と、をそれぞれ複数有し、固定電極は、第1固定検出電極(24)と、第2固定検出電極(25)と、第1固定ダンピング電極(26)と、をそれぞれ複数有し、第1固定検出電極は、第1可動検出電極から、y方向の一方向である第1y方向に離れて位置して、第1可動検出電極と第1y方向にて互いに対向し、第2固定検出電極は、第2可動検出電極から、第1y方向の反対である第2y方向に離れて位置して、第2可動検出電極と第2y方向にて互いに対向し、複数の第1可動ダンピング電極それぞれは、対応する2つの第1固定ダンピング電極の間の中心に位置するように錘部からx方向に沿って延び、一方の第1固定ダンピング電極と第1y方向で互いに対向し、他方の第1固定ダンピング電極と第2y方向で互いに対向しており、錘部は、y方向に沿う2つの第1棒部(17a)、及び、x方向に沿う2つの第2棒部(17b)それぞれの端部が連結されて枠形状を成し、複数の第1可動検出電極と複数の第2可動検出電極それぞれは第1棒部の内面に形成され、2つの第1棒部それぞれの外面に、錘部の中心(CP)を介して点対称、且つ、y方向に沿い錘部の中心を通る中心線(CL)を介して線対称に位置するように、複数の第1可動ダンピング電極が形成されていることを特徴とする。そして第3発明は、可動電極は、第2可動ダンピング電極(27)を複数有し、固定電極は、第2固定ダンピング電極(28)を複数有し、2つの第2棒部それぞれに、第2可動ダンピング電極が形成され、第2可動ダンピング電極は、2つの第2固定ダンピング電極の間の中心に位置し、一方の第2固定ダンピング電極とx方向の一方向である第1x方向で互いに対向し、他方の第1固定ダンピング電極と第1x方向の反対である第2x方向で互いに対向しており、複数の第2可動ダンピング電極は、錘部の中心を介して点対称に位置している。これによれば、第2可動ダンピング電極(27)と第2固定ダンピング電極(28)との間で生じるダンピングによって、錘部(17)がx-y平面にて回転することが更に効果的に抑制され、錘部(17)の姿勢が更に効果的に制御される。この結果、物理量の検出精度の低下が更に効果的に抑制される。

【0009】

なお、第1可動ダンピング電極と第1固定ダンピング電極とは、相似の関係にあり、第

10

20

30

40

50

1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極との対向間隔は、一定である構成が好ましい。これによれば、第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極とが、相似ではなく、第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極との対向間隔が不定である構成と比べて、第 1 可動ダンピング電極 (2 3) と第 1 固定ダンピング電極 (2 6) の間で生じるダンピングに偏りが生じ難くなる。そのため、上記した比較構成と比べて、錘部 (1 7) が回転することが抑制され、錘部 (1 7) の姿勢が制御される。この結果、物理量の検出精度の低下が抑制される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 実施形態に係る加速度センサの概略構成を示す上面図である。

10

【図 2】図 1 の I I - I I 線に沿う断面図である。

【図 3】加速度センサの変形例を示す上面図である。

【図 4】加速度センサの変形例を示す上面図である。

【図 5】加速度センサの変形例を示す上面図である。

【図 6】第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極の変形例を示す上面図である。

【図 7】第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極の変形例を示す上面図である。

【図 8】第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極の変形例を示す上面図である。

20

【図 9】加速度センサの変形例を示す断面図である。

【図 1 0】図 9 に示す第 1 半導体層および第 5 半導体の概略構成を示す上面図である。

【図 1 1】図 9 に示す第 2 半導体層および第 4 半導体層の概略構成を示す上面図である。

【図 1 2】図 9 に示す第 3 半導体層の概略構成を示す上面図である。

【図 1 3】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 4】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 5】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 6】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 7】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 8】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

30

【図 1 9】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 2 0】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 2 1】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 2 2】図 9 に示す加速度センサの製造工程を説明するための断面図である。

【図 2 3】第 3 半導体層の変形例を示す上面図である。

【図 2 4】第 3 半導体層の変形例を示す上面図である。

【図 2 5】第 2 半導体層および第 4 半導体層の変形例を示す上面図である。

【図 2 6】図 9 に示す加速度センサの変形例を示す断面図である。

【図 2 7】図 9 に示す加速度センサの変形例を示す断面図である。

【図 2 8】図 2 7 に示す加速度センサの詳細な構成を示す断面図である。

40

【図 2 9】角速度センサの概略構成を示す上面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明にかかる静電容量式物理量センサとしての加速度センサの実施の形態を図に基づいて説明する。

(第 1 実施形態)

図 1 及び図 2 に基づいて、本実施形態に係る加速度センサを説明する。図 1 及び図 2 では、構成を明りょうとするために、必要に応じてハッチングを施している。以下においては、互いに直交の関係にある 2 方向を x 方向、y 方向と示し、これら 2 つの方向によって規定される平面を x - y 平面と示す。また、図 1 に破線で示すように、y 方向に沿い、加

50

速度センサ 100 の中心（錘部 17 の中心 C P ）を通る線を中心線 C L と示す。

【 0012 】

図 1 及び図 2 に示すように、加速度センサ 100 は、半導体基板 10 に微細構造が形成されたものである。半導体基板 10 は、2つの半導体層 11, 12 の間に絶縁層 13 が挟まれて成る S O I 基板であり、この半導体基板 10 に、上記した微細構造に相当するセンサ素子 14 が形成されている。第 1 半導体層 11 が、特許請求の範囲に記載の基板に相当する。

【 0013 】

センサ素子 14 は、周知の露光技術を用いて、第 2 半導体層 12 と絶縁層 13 とを所定形状にエッチングすることで形成される。センサ素子 14 は、絶縁層 13 を介さずに、第 1 半導体層 11 に対して第 2 半導体層 12 が浮いた浮遊部 15 と、絶縁層 13 を介して、第 1 半導体層 11 に対して第 2 半導体層 12 が固定された固定部 16 と、を有する。

【 0014 】

浮遊部 15 は、質量中心を成す錘部 17、該錘部 17 に形成された可動電極 18、該可動電極 18 と対向する固定電極 19、及び、y 方向にバネ性を有する検出梁 20 を有する。固定部 16 は、検出梁 20 を介して錘部 17 を支持する第 1 アンカー 30、及び、固定電極 19 を支持する第 2 アンカー 31 を有する。第 2 アンカー 31 は、後述する第 1 固定検出電極 24 を支持する第 3 アンカー 32 と、後述する第 2 固定検出電極 25 を支持する第 4 アンカー 33 と、後述する第 1 固定ダンピング電極 26 を支持する第 5 アンカー 34 と、を有する。

【 0015 】

図 1 に示すように、錘部 17 は、y 方向に沿う 2 つの第 1 棒部 17 a、及び、x 方向に沿う 2 つの第 2 棒部 17 b を有し、それぞれの端部が連結された枠形状を成している。錘部 17 を構成する 2 つの第 2 棒部 17 b それぞれの内面に検出梁 20 が連結され、この検出梁 20 それぞれが、y 方向に延びた形状を成す第 1 アンカー 30 の端部に連結されている。この構成により、錘部 17 は y 方向に変位可能となっている。y 方向に沿う加速度が加速度センサ 100 に印加されると、その印加された加速度の大きさに応じて錘部 17 が変位し、その変位量が、後述する検出コンデンサの静電容量に変換される。この変換された静電容量が、加速度の検出信号として外部素子に出力される。

【 0016 】

可動電極 18 は、第 1 可動検出電極 21 と、第 2 可動検出電極 22 と、第 1 可動ダンピング電極 23 と、を有する。図 1 に示すように、錘部 17 を構成する一方の第 1 棒部 17 a の内面に、x 方向に長手方向が沿う第 1 可動検出電極 21 が櫛歯状に形成され、他方の第 1 棒部 17 a の内面に、x 方向に長手方向が沿う第 2 可動検出電極 22 が櫛歯状に形成されている。そして、2 つの第 1 棒部 17 a それぞれの外面に、x 方向に長手方向が沿う第 1 可動ダンピング電極 23 が櫛歯状に形成されている。複数の第 1 可動ダンピング電極 23 は、錘部 17 の中心 C P を介して点対称に位置しており、本実施形態では、中心線 C L を介して線対称にも位置している。

【 0017 】

固定電極 19 は、第 1 固定検出電極 24 と、第 2 固定検出電極 25 と、第 1 固定ダンピング電極 26 と、を有する。図 1 に示すように、y 方向に延びた形状を成す第 3 アンカー 32 における一方の第 1 棒部 17 a との対向面に、x 方向に長手方向が沿う第 1 固定検出電極 24 が櫛歯状に形成され、y 方向に延びた形状を成す第 4 アンカー 33 における他方の第 1 棒部 17 a との対向面に、x 方向に長手方向が沿う第 2 固定検出電極 25 が櫛歯状に形成されている。そして、枠形状を成す第 5 アンカー 34 における第 1 棒部 17 a との対向面に、x 方向に長手方向が沿う第 1 固定ダンピング電極 26 が櫛歯状に形成されている。

【 0018 】

図 1 に示すように、第 1 固定検出電極 24 は、対応する第 1 可動検出電極 21 から、y 方向の一方向である第 1 y 方向（紙面下方から紙面上方へ向かう方向）に離れて位置し、

10

20

30

40

50

第2固定検出電極25は、対応する第2可動検出電極22から、第1y方向の反対である第2y方向（紙面上方から紙面下方へ向かう方向）に離れて位置している。そして、第1y方向にて互いに対向するように、櫛歯状の第1検出電極21, 24が互いに噛み合わさることで複数の第1検出コンデンサが構成され、第2y方向にて互いに対向するように、櫛歯状の第2検出電極22, 25が互いに噛み合わさることで複数の第2検出コンデンサが構成されている。また、第1可動ダンピング電極23が、2つの第1固定ダンピング電極26の間の中心に位置し、一方の第1固定ダンピング電極26と第1y方向で互いに対向し、他方の第1固定ダンピング電極26と第2y方向で互いに対向している。そして、第1可動ダンピング電極23と第1固定ダンピング電極26とは、相似の関係にあり、第1可動ダンピング電極23と第1固定ダンピング電極26との対向間隔は、一定となっている。

10

【0019】

上記したように、第1検出電極21, 24は第1y方向にて互いに対向し、第2検出電極22, 25は第2y方向にて互いに対向している。そのため、錘部17が第1y方向に移動した場合、第1検出電極21, 24は互いに近づくように変位する一方、第2検出電極22, 25は互いに離れるように変位する。これとは反対に、錘部17が第2y方向に移動した場合、第1検出電極21, 24は互いに離れるように変位する一方、第2検出電極22, 25は互いに近づくように変位する。このように、第1検出コンデンサと第2検出コンデンサそれぞれの静電容量の増減が逆となる。これら2つの検出コンデンサの静電容量の差分に基づいて、y方向の加速度が検出される。

20

【0020】

上記したように、第1アンカー30は、y方向に延びた形状を成し、その両端部に検出梁20が連結されている。そして、アンカー32, 33それぞれは、y方向に延びた形状を成し、その側面に固定検出電極24, 25が形成されている。また、第5アンカー34は、枠形状を成し、その内面に第1固定ダンピング電極26が形成されている。

【0021】

第1アンカー30の中央に、一定の電圧を印加するための可動検出パッド30aが形成され、第3アンカー32の中央に、第1検出コンデンサの静電容量変化を取り出すための第1固定検出パッド32aが形成され、第4アンカー33の中央に、第2検出コンデンサの静電容量変化を取り出すための第2固定検出パッド33aが形成されている。そして、第5アンカー34に、可動検出パッド30aに印加される電圧とは極性の異なる診断電圧を印加するためのダンピングパッド34aが形成されている。

30

【0022】

本実施形態に係る加速度センサ100は、加速度を検出する通常動作と、自身の故障を診断する故障診断動作と、を行う。

【0023】

通常動作時、可動検出パッド30aに一定電圧が印加され、加速度の印加によって生じた検出コンデンサの静電容量変化が、固定検出パッド32a, 33aそれぞれから出力される。そして、ダンピングパッド34aは、加速度センサ100の電位を保つために、グランドに接続される。

40

【0024】

これとは異なり、故障診断時では、先ず、固定検出パッド32a, 33aそれぞれに、極性の異なる電圧が所定時間印加される。この電圧印加によって検出電極21, 22, 24, 25に生じた静電気力によって、錘部17をy方向に変位させる。この後、固定検出パッド32a, 33aそれぞれへの電圧の印加が休止されるとともに、ダンピングパッド34aに診断電圧が印加される。この電圧印加によって第1ダンピング電極23, 26に生じた静電気力によって、錘部17を更にy方向に変位させる。この静電気力によって生じた検出コンデンサの静電容量変化が、固定検出パッド32a, 33aそれぞれから取り出される。この取り出された静電容量変化が、期待値と一致するか否かを判定することで、加速度センサ100の故障の有無が判定される。

50

【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態に係る加速度センサ 1 0 0 の作用効果を説明する。上記したように、錘部 1 7 の中心 C P を介して点対称に位置するように、第 1 可動ダンピング電極 2 3 が錘部 1 7 に形成され、この第 1 可動ダンピング電極 2 3 が、2 つの第 1 固定ダンピング電極 2 6 の間の中心に位置し、一方の第 1 固定ダンピング電極 2 6 と第 1 y 方向で互いに対向し、他方の第 1 固定ダンピング電極 2 6 と第 2 y 方向で互いに対向している。これによれば、y 方向に可速度が印加された際に、第 1 ダンピング電極 2 3 , 2 6 の間で生じるダンピングによって、錘部 1 7 の y 方向への過剰な変位が抑制される。そのため、追突などの強い衝撃印加時においても、その時に生じる加速度を検出することができる。また、複数の第 1 可動ダンピング電極 2 3 は、錘部 1 7 の中心 C P を介して点対称に位置している。これにより、上記した強い衝撃の印加時において、錘部 1 7 が x - y 平面にて回転することが抑制され、錘部 1 7 の姿勢が制御される。そのため、錘部 1 7 の x 方向への変位が抑制され、第 1 検出電極 2 1 , 2 4 間、及び、第 2 検出電極 2 2 , 2 5 間それぞれの対向面積の変動が抑制される。この結果、加速度の検出精度の低下が抑制される。なお、複数の第 1 可動ダンピング電極 2 3 は、中心線 C L を介して線対称にも位置している。これによっても、錘部 1 7 が x - y 平面にて回転することが抑制され、錘部 1 7 の姿勢が制御される。そのため、加速度の検出精度の低下が抑制される。

10

【 0 0 2 6 】

第 1 可動ダンピング電極 2 3 と第 1 固定ダンピング電極 2 6 とは、相似の関係にあり、第 1 可動ダンピング電極 2 3 と第 1 固定ダンピング電極 2 6 との対向間隔は、一定となっている。これによれば、第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極とが、相似ではなく、第 1 可動ダンピング電極と第 1 固定ダンピング電極との対向間隔が不定である構成と比べて、第 1 可動ダンピング電極 2 3 と第 1 固定ダンピング電極 2 6 との間に生じるダンピングに偏りが生じ難くなる。そのため、上記した比較構成と比べて、錘部 1 7 が x - y 平面にて回転することが抑制され、錘部 1 7 の姿勢が制御される。この結果、加速度の検出精度の低下が抑制される。

20

【 0 0 2 7 】

上記したように、故障診断時において、ダンピングパッド 3 4 a に診断電圧を印加して、錘部 1 7 を y 方向に変位させることで、加速度センサ 1 0 0 の故障の有無を判定する。このように、第 1 ダンピング電極 2 3 , 2 6 とダンピングパッド 3 4 a を活用することで、加速度センサ 1 0 0 の故障を自己診断することができる。

30

【 0 0 2 8 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は上記した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することが可能である。

【 0 0 2 9 】

本実施形態では、第 1 棒部 1 7 a の外面に第 1 可動ダンピング電極 2 3 が形成され、棒形状を成す第 5 アンカー 3 4 に第 1 固定ダンピング電極 2 6 が形成された例を示した。しかしながら、図 3 に示すように、第 1 棒部 1 7 a の内面に第 1 可動ダンピング電極 2 3 が形成され、y 方向に延びた形状を成す第 5 アンカー 3 4 の側面に第 1 固定ダンピング電極 2 6 が形成された構成を採用することもできる。

40

【 0 0 3 0 】

本実施形態では、第 1 棒部 1 7 a の外面に第 1 可動ダンピング電極 2 3 が形成され、棒形状を成す第 5 アンカー 3 4 における第 1 棒部 1 7 a との対向面に、第 1 固定ダンピング電極 2 6 が形成された例を示した。しかしながら、図 4 に示すように、本実施形態に記載の構成に加えて、第 2 棒部 1 7 b の外面に第 2 可動ダンピング電極 2 7 が形成され、棒形状を成す第 5 アンカー 3 4 における第 2 棒部 1 7 b との対向面に、第 2 固定ダンピング電極 2 8 が形成された構成を採用することもできる。第 2 可動ダンピング電極 2 7 は、2 つの第 2 固定ダンピング電極 2 8 の間の中心に位置し、一方の第 2 固定ダンピング電極 2 8 と x 方向の一方向である第 1 x 方向（紙面左方から紙面右方へ向かう方向）で互いに対向

50

し、他方の第2固定ダンピング電極28と第1x方向の反対である第2x方向(紙面右方から紙面左方へ向かう方向)で互いに対向している。そして、複数の第2可動ダンピング電極27は、錘部17の中心CPを介して点対称に位置している。これによれば、第2可動ダンピング電極27と第2固定ダンピング電極28との間で生じるダンピングによって、本実施形態に記載の構成よりも更に効果的に、錘部17がx-y平面にて回転することが抑制され、錘部17の姿勢が制御される。この結果、加速度の検出精度の低下が更に効果的に抑制される。

【0031】

本実施形態では、錘部17は、y方向に沿う2つの第1棒部17a、及び、x方向に沿う2つの第2棒部17bを有し、それぞれの端部が連結された枠形状を成す例を示した。しかしながら、図5に示すように、錘部17は、y方向に延びた形状を採用することもできる。図5に示す変形例では、錘部17の両端部それぞれが、検出梁20を介して第1アンカー30に連結され、錘部17の側面に、可動電極21~23が形成されている。

【0032】

本実施形態では、図1に示すように、第1ダンピング電極23, 26それぞれの平面形状が、矩形である例を示した。しかしながら、第1ダンピング電極23, 26の平面形状としては、両者が相似の関係にあり、両者の対向間隔が一定であれば良い。この構成としては、図6~図8に示すように、第1ダンピング電極23, 26それぞれの平面形状が、ジグザグ状、クランク状、波状を採用することができる。これら変形例によれば、本実施形態で示したように、第1ダンピング電極23, 26それぞれの平面形状が、矩形である構成と比べて、第1ダンピング電極23, 26それぞれの対向面積が増大され、第1可動ダンピング電極23と第1固定ダンピング電極26との間に生じるダンピングが強まる。これにより、錘部17が回転することが更に効果的に抑制され、錘部17の姿勢が更に効果的に制御される。この結果、加速度の検出精度の低下が更に効果的に抑制される。

【0033】

本実施形態では、y方向の加速度を検出する加速度センサ100の構成例を示した。しかしながら図9~図28に示すように、z方向の加速度を検出する加速度センサ200を採用することもできる。以下、図9~図28に基づいて加速度センサ200を説明するが、各図面では構成要素を明瞭とするために、必要に応じて構成要素を破線や一点差線で囲って示している。

【0034】

加速度センサ200を構成する半導体基板110は、5つの半導体層111~115と、これら半導体層111~115の間に設けられた絶縁層116~119と、を有する。半導体層111, 115が本実施形態で示した第1半導体層11に相当し、半導体層112~114および絶縁層117, 118が本実施形態で示した第2半導体層12に相当する。そして、絶縁層116, 119が本実施形態で示した絶縁層13に相当する。

【0035】

図9に示すように、第1半導体層111と第2半導体層112の間に第1絶縁層116が設けられ、第2半導体層112と第3半導体層113の間に第2絶縁層117が設けられている。そして、第3半導体層113と第4半導体層114の間に第3絶縁層118が設けられ、第4半導体層114と第5半導体層115の間に第4絶縁層119が設けられている。半導体層111, 115は互いに厚さが等しく、半導体層112, 114は互いに厚さが等しくなっている。そして、絶縁層116~119それぞれも互いに厚さが等しく、絶縁層116~119の内の1つを介して対向する半導体層111~115の内の2つの間の距離が等しくなっている。

【0036】

センサ素子120は、周知の露光技術を用いて半導体基板110を所定形状にエッチングすることで形成される。センサ素子120は、絶縁層116, 119を介さずに、半導体層111, 115に対して半導体層112~114および絶縁層117, 118それぞれが浮いた浮遊部121と、絶縁層116, 119を介して、半導体層111, 115に

10

20

30

40

50

対して半導体層 112 ~ 114 および絶縁層 117, 118 それぞれが固定された固定部 122 と、を有する。

【0037】

浮遊部 121 は、質量中心を成す錘部 123、錘部 123 に形成された可動電極 124、可動電極 124 と z 方向にて対向する固定電極 125、および、z 方向に可撓性を有する検出梁 126 を有する。固定部 122 は、検出梁 126 を介して錘部 123 を支持する第 1 アンカー 127 を有する。なお、半導体層 111, 115 それぞれの一部にも固定電極 125 が形成されている。

【0038】

図 9 に示すように、錘部 123 は半導体層 112 ~ 114 の中央部が絶縁層 117, 118 によって連結されてなる。この錘部 123 を構成する半導体層 112, 114 それぞれの一部が可動電極 124 を担っている。そして、錘部 123 を構成する第 3 半導体層 113 が、検出梁 126 を介して第 1 アンカー 127 に連結されている。この構成により、錘部 123 は z 方向に変位可能となっている。z 方向に沿う加速度が加速度センサ 200 に印加されると、その印加された加速度の大きさに応じて錘部 123 が z 方向に変位し、その変位量が、後述する検出コンデンサの静電容量に変換される。この変換された静電容量が、加速度の検出信号として外部素子に出力される。

【0039】

可動電極 124 は、第 1 可動検出電極 128 と、第 2 可動検出電極 129 と、第 1 可動ダンピング電極 130 と、を有する。図 9 に破線で示すように、錘部 123 を構成する第 2 半導体層 112 に第 1 可動検出電極 128 が構成され、錘部 123 を構成する第 4 半導体層 114 に第 2 可動検出電極 129 が構成されている。また、図 9 に一点鎖線で示すように、錘部 123 を構成する第 2 半導体層 112 および第 4 半導体層 114 それぞれの端部に第 1 可動ダンピング電極 130 が構成されている。複数の第 1 可動ダンピング電極 130 は、錘部 123 の中心 CP を介して点対称に位置している。本実施形態では、複数の第 1 可動ダンピング電極 130 は、中心 CP を z 方向に貫く中心線 CL を介して線対称にも位置している。

【0040】

固定電極 125 は、第 1 固定検出電極 131 と、第 2 固定検出電極 132 と、第 1 固定ダンピング電極 133 と、を有する。図 9 に示すように、第 1 半導体層 111 には絶縁層 111a によって絶縁分離された部位が形成されており、この部位が z 方向において第 1 可動検出電極 128 と対向している。この第 1 可動検出電極 128 と z 方向にて対向する部位が第 1 固定検出電極 131 に相当する。また、第 5 半導体層 115 には絶縁層 115a によって絶縁分離された部位が形成されており、この部位が z 方向において第 2 可動検出電極 129 と対向している。この第 2 可動検出電極 129 と z 方向にて対向する部位が第 2 固定検出電極 132 に相当する。検出電極 128, 129, 131, 132 によって検出コンデンサが構成されている。また図 9 に示すように、第 1 アンカー 127 が固定された半導体層 111, 115 それぞれの端部、および、第 3 半導体層 113 の端部それぞれの一部は、z 方向において第 1 可動ダンピング電極 130 と対向している。この対向する部位が、第 1 固定ダンピング電極 133 に相当する。このように、固定電極 131 ~ 133 の内、第 3 半導体層 113 の端部から成る第 1 固定ダンピング電極 133 のみが浮遊部 121 に含まれる。

【0041】

図 9 に示すように、第 1 固定検出電極 131 は、対応する第 1 可動検出電極 128 から、z 方向の一方向である第 1 z 方向（紙面上方から紙面下方へ向かう方向）に離れて位置し、第 2 固定検出電極 132 は、対応する第 2 可動検出電極 129 から、第 1 z 方向の反対である第 2 z 方向（紙面下方から紙面上方へ向かう方向）に離れて位置している。第 1 z 方向にて第 1 検出電極 128, 131 が互いに対向することで第 1 検出コンデンサが構成され、第 2 z 方向にて第 2 検出電極 129, 132 が互いに対向することで第 2 検出コンデンサが構成されている。また、第 1 可動ダンピング電極 130 は、2 つの第 1 固定ダ

10

20

30

40

50

ンピング電極 1 3 3 の間の中心に位置し、一方の第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 と第 1 z 方向で互いに対向し、他方の第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 と第 2 z 方向で互いに対向している。詳しく言えば、第 2 半導体層 1 1 2 から成る第 1 可動ダンピング電極 1 3 0 は、z 方向において、第 1 半導体層 1 1 1 から成る第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 および第 3 半導体層 1 1 3 から成る第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 の間に位置している。そして、第 4 半導体層 1 1 4 から成る第 1 可動ダンピング電極 1 3 0 は、z 方向において、第 3 半導体層 1 1 3 から成る第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 および第 5 半導体層 1 1 5 から成る第 1 固定ダンピング電極 1 3 3 の間に位置している。これにより、錘部 1 2 3 が第 1 z 方向および第 2 z 方向いずれに変位したとしても、ダンピング電極 1 3 0, 1 3 3 間でダンピングが生じる。

10

【 0 0 4 2 】

以下、半導体層 1 1 1 ~ 1 1 5 の上面形状について個別に説明する。図 1 0 に示すように、半導体層 1 1 1, 1 1 5 それぞれには、電位を分離するための環状の絶縁層 1 1 1 a, 1 1 5 a が設けられている。これら絶縁層 1 1 1 a, 1 1 5 a によって囲まれた半導体層 1 1 1, 1 1 5 の部位が、上記した固定検出電極 1 3 1, 1 3 2 に相当する。

【 0 0 4 3 】

図 1 1 に示すように、半導体層 1 1 2, 1 1 4 それぞれには、浮遊部 1 2 1 と固定部 1 2 2 とを機械的に分離するために、浮遊部 1 2 1 を構成する部位と固定部 1 2 2 とを構成する部位との間に環状のエッチングが施されている。

【 0 0 4 4 】

図 1 2 に示すように、第 3 半導体層 1 1 3 には所定形状のエッチングが成され、錘部 1 2 3、第 1 アンカー 1 2 7、検出梁 1 2 6、および、第 1 可動ダンピング電極 1 3 0 それぞれの一部が形作られている。第 1 アンカー 1 2 7 は環状を成し、錘部 1 2 3 は矩形を成している。第 1 可動ダンピング電極 1 3 0 も矩形を成し、検出梁 1 2 6 はつづら折りの形状を成している。詳しく言えば、検出梁 1 2 6 は、x - y 平面における形状が L 字状の 2 つの L 字部 1 2 6 a, 1 2 6 b と、これら 2 つの L 字部 1 2 6 a, 1 2 6 b それぞれを連結する、x 方向に延びた延設部 1 2 6 c と、を有する。L 字部 1 2 6 a, 1 2 6 b それぞれは、x 方向に延びた部位と、y 方向に延びた部位とを有し、それら 2 つの部位の端部同士が連結されることで、x - y 平面における形状が L 字を成している。第 1 L 字部 1 2 6 a の x 方向に延びた部位の一端が第 1 アンカー 1 2 7 に連結され、第 2 L 字部 1 2 6 b の x 方向に延びた部位の一端が錘部 1 2 3 に連結されている。そして、L 字部 1 2 6 a, 1 2 6 b それぞれの y 方向に延びた部位が x 方向に並んで配置され、その部位における x 方向に延びた部位との連結端とは反対側の端部が延設部 1 2 6 c を介して連結されている。上記構成により、検出梁 1 2 6 はつづら折りの形状を成している。加速度が z 方向に印加されると、延設部 1 2 6 c と L 字部 1 2 6 a, 1 2 6 b それぞれの y 方向に延びた部位が z 方向に撓み、錘部 1 2 3 (可動電極 1 2 4) が z 方向に変位する。なお図 1 2 に破線で示すように、第 3 半導体層 1 1 3 の中心 (錘部 1 2 3 の中心 C P) を x 方向に貫く第 1 基準線、および、y 方向に貫く第 2 基準線それぞれを介して、複数の第 1 可動ダンピング電極 1 3 0 が線対称および点対称に位置している。また図 1 1 および図 1 2 では図示しないが、半導体層 1 1 2 ~ 1 1 4 それぞれには、エッチングレイトを調整するための切欠きが複数形成されている。

20

30

40

【 0 0 4 5 】

次に、加速度センサ 2 0 0 の製造工程を図 1 3 ~ 図 2 2 に基づいて説明する。図 1 3 に示すように、先ず、第 1 半導体層 1 1 1 に第 1 絶縁層 1 1 6 が形成された基板を用意する。次いで図 1 4 に示すように、第 1 半導体層 1 1 1 と第 1 絶縁層 1 1 6 それぞれの中央部位をエッチングする。そして図 1 5 に示すように、第 1 固定検出電極 1 3 1 を形作るためのエッチングを第 1 半導体層 1 1 1 に施す。この際、絶縁層 1 1 1 a も形成するが、それについては省略する。図 1 5 ~ 図 2 2 では絶縁層 1 1 1 a の記載を省略している。

【 0 0 4 6 】

その後図 1 6 に示すように、第 1 絶縁層 1 1 6 を介して、第 2 絶縁層 1 1 7 が形成され

50

た第2半導体層112を第1半導体層111に積層する。そして図17に示すように、浮遊部121と固定部122とを機械的に分離するためのエッチングを第2半導体層112と第2絶縁層117それぞれに施す。

【0047】

次いで図18に示すように、第2絶縁層117を介して、第3絶縁層118が形成された第3半導体層113を第2半導体層112に積層する。そして図19に示すように、錘部123、第1アンカー127、検出梁126、および、ダンピング電極130, 133それぞれを形成するためのエッチングを第3半導体層113と第3絶縁層118それぞれに施す。

【0048】

その後図20に示すように、第3絶縁層118を介して第4半導体層114を第3半導体層113に積層する。そして図21に示すように、浮遊部121と固定部122とを機械的に分離するためのエッチングを第4半導体層114に施す。

【0049】

次いで図22に示すように、今までに半導体層112~114および絶縁層116~118それぞれに施したエッチングによって形成された切欠きを介して等方エッチングを施す。こうすることで浮遊部121と固定部122とを形成する。最後に、図15と同等の形状を成すようにエッチングされた第5半導体層115に第4絶縁層119が形成された基板を、第4絶縁層119を介して第4半導体層114に積層する。以上の工程を経ることで、図9に示す加速度センサ200が製造される。

【0050】

以上説明したように、図9~図22で示した変形例では、錘部123の中心CPを介して点対称、および、中心線CLを介して線対称に位置するように、第1可動ダンピング電極130が錘部123に形成されている。そしてこの第1可動ダンピング電極130が、2つの第1固定ダンピング電極133の間の中心に位置し、一方の第1固定ダンピング電極133と第1z方向で互いに対向し、他方の第1固定ダンピング電極133と第2z方向で互いに対向している。これによれば、z方向に可速度が印加された際に、第1ダンピング電極130, 133の間で生じるダンピングによって、錘部123のz方向への過剰な変位が抑制される。そのため、追突などの強い衝撃印加時においても、その時に生じる加速度を検出することができる。また、複数の第1可動ダンピング電極130は、錘部123の中心CPを介して点対称、および、中心線CLを介して線対称に位置している。これにより、上記した強い衝撃の印加時において、錘部123がz-x平面にて回転することが抑制され、錘部123の姿勢が制御される。そのため、錘部123のx方向への変位が抑制され、第1検出電極128, 131間、および、第2検出電極129, 132間それぞれの対向面積の変動が抑制される。この結果、加速度の検出精度の低下が抑制される。

【0051】

錘部123の中心CPをx方向に貫く第1基準線、および、y方向に貫く第2基準線それぞれを介して、複数の第1可動ダンピング電極130が線対称および点対称に位置している。これによれば、複数の第1可動ダンピング電極130が非対称に位置した構成と比べて、錘部123がz-x平面にて回転することが抑制され、錘部123の姿勢が制御される。そのため、錘部123のx方向への変位が抑制され、第1検出電極128, 131間、および、第2検出電極129, 132間それぞれの対向面積の変動が抑制される。この結果、加速度の検出精度の低下が抑制される。

【0052】

なお、図9~図22に示す変形例では、第3半導体層113が図12に示す形状である例を示した。しかしながら、第3半導体層113の形状としては上記例に限定されない。例えば図23および図24に示す形状を採用することができる。図23および図24に示す第3半導体層113では、第1アンカー127と検出梁126それぞれが4つ形作られている。そして図23では、矩形を成す錘部123の4辺それぞれに第1可動ダンピング

10

20

30

40

50

電極 130 が形成され、図 24 では、錘部 123 の 4 辺の内 2 辺それぞれに第 1 可動ダンピング電極 130 が形成されている。

【0053】

上記した変形例では、第 3 半導体層 113 に検出梁 126 が形成される例を示した。しかしながら図 25 に示すように、半導体層 112, 114 に検出梁 126 が形成された構成を採用することもできる。図 25 に示す検出梁 126 は、y 方向に延設された延設部 126d と、延設部 126d の両端部を半導体層 112, 114 の中央部（錘部 123 の一部）に連結する第 1 連結部 126e と、延設部 126d の中央部を半導体層 112, 114 の端部（第 1 アンカー 127 の一部）に連結する第 2 連結部 126f と、を有する。図 25 では、複数の矩形の切り欠き部が半導体層 112, 114 それぞれに形成されているが、この切欠き部が、エッチングレイトを調整するためのものである。

10

【0054】

図 25 に示す第 2 半導体層 112 を採用した場合、加速度センサ 200 の断面形状は図 26 に示す形状となる。この場合、複数の第 1 可動ダンピング電極 130 は、中心線 CL を介して線対称に位置する。また、図 25 に示す半導体層 112, 114 それぞれを採用した場合、加速度センサ 200 の断面形状は図 27 に示す形状となる。この場合、複数の第 1 可動ダンピング電極 130 は、中心 CP を介して点対称に位置するとともに、中心線 CL を介して線対称にも位置する。

【0055】

なお、図 27 では加速度センサ 200 の概略構成を示したが、加速度センサ 200 のより具体的な構成としては、図 28 に示す構成が採用される。形状は複雑になっているが、基本的な構成は図 27 に示す加速度センサ 200 と同等なのでその記載を省略する。

20

【0056】

本実施形態では、物理量として加速度を検出する加速度センサを示した。しかしながら特許請求の範囲に記載の静電容量式物理量センサの特徴点を含む構成としては、上記例に限定されない。例えば図 29 に示すように、物理量として角速度を検出する角速度センサを採用することもできる。以下、図 29 に示す角速度センサ 300 を概説する。

【0057】

図 29 に示す角速度センサ 300 は、2 つの振動部 210 と、これら 2 つの振動部 210 を連結し、2 つの振動部 210 を連成振動させるための連成梁 220 と、振動部 210 を逆位相で振動させる振動部 230 と、角速度の印加によって発生したコリオリ力による振動部 210 の変位（振動）を検出する検出部 240 と、振動部 210 の振動姿勢を保つダンピング部 250 と、を有する。

30

【0058】

振動部 210 は、第 1 枠部 211 と第 2 枠部 212 を有し、第 1 枠部 211 の内面によって囲まれた空間に第 2 枠部 212 が設けられている。第 1 枠部 211 の外面にはアンカー 214 と固定するための固定梁 213 が連結され、第 1 枠部 211 と第 2 枠部 212 とは後述する検出梁 241 を介して連結されている。固定梁 213 は x 方向に可撓性を有し、検出梁 241 は y 方向に可撓性を有する。

【0059】

2 つの振動部 210 は x 方向に並んで配置され、両者は連成梁 220 を介して機械的に連結されている。連成梁 220 は、2 つの振動部 210 が x 方向に逆位相で連成振動するように、x 方向に可撓性を有している。

40

【0060】

振動部 230 は、2 つの振動部 210 それぞれの第 1 枠部 211 における x 方向に沿う部位の外面に設けられた第 1 加振電極 231 と、アンカー 214 に固定された第 2 加振電極 232 と、を有する。これら加振電極 231, 232 間に働く静電気力によって、2 つの振動部 210 それぞれが x 方向に逆位相で連成振動させられる。

【0061】

検出部 240 は、一端が第 1 枠部 211 の内面に連結され、他端が第 2 枠部 212 の外

50

面に連結された検出梁 2 4 1 と、振動部 2 1 0 の第 2 枠部 2 1 2 に固定された可動検出電極 2 4 2 と、コリオリ力による振動部 2 1 0 の y 方向の変位を検出するべく、可動検出電極 2 4 2 と y 方向で対向する固定検出電極 2 4 3 と、を有する。上記したように、2 つの振動部 2 1 0 は逆位相で x 方向に連成振動する。そのため z 方向に角速度が印加されると、2 つの振動部 2 1 0 それぞれに y 方向において逆向きのコリオリ力が発生する。これにより 2 つの振動部 2 1 0 それぞれに対応する検出梁 2 4 1 は y 方向において逆方向に撓み、2 つの振動部 2 1 0 は y 方向において逆方向に変位する。この 2 つの振動部 2 1 0 の y 方向への逆方向の変位が、上記した検出電極 2 4 2 , 2 4 3 によって構成された検出コンデンサの静電容量として検出される。この振動部 2 1 0 の y 方向の変位は、角速度に依存する。角速度は、2 つの振動部 2 1 0 それぞれに対応する検出コンデンサの静電容量の差分に基づいて検出される。

10

【 0 0 6 2 】

振動部 2 1 0 は、角速度が印加されていない場合 x 方向に振動し、角速度が印加された場合 y 方向に変位する。角速度は、x 方向の振動状態と y 方向の変位量とに依存する。そのため、振動部 2 1 0 が x - y 平面で回転運動すると、それによって角速度の検出精度が低下する虞がある。これに対して、上記したように角速度センサ 3 0 0 は、振動部 2 1 0 の振動姿勢を保つダンピング部 2 5 0 を有する。このダンピング部 2 5 0 は、振動部 2 1 0 の第 1 枠部 2 1 1 の外面に固定された第 1 可動ダンピング電極 2 5 1 と、振動部 2 1 0 の x - y 平面での回転運動を抑制するべく、第 1 可動ダンピング電極 2 5 1 と y 方向で対向する第 1 固定ダンピング電極 2 5 2 と、を有する。これらダンピング電極 2 5 1 , 2 5 2 それぞれは、質量中心を成す 2 つの振動部 2 1 0 の中心 C P を介して点対称に配置されており、中心 C P を y 方向に貫く中心線 C L を介して線対称にもなっている。また、1 つの振動部 2 1 0 に対応するダンピング電極 2 5 1 , 2 5 2 それぞれは、その振動部 2 1 0 の中心を介しても点対称に配置されており、その中心を y 方向に貫く中心線を介して線対称にもなっている。そして、複数の第 1 可動ダンピング電極 2 5 1 それぞれは、対応する 2 つの第 1 固定ダンピング電極 2 5 2 の間の中心に位置し、一方の第 1 固定ダンピング電極 2 5 2 と第 1 y 方向で互いに対向し、他方の第 1 固定ダンピング電極 2 5 2 と第 2 y 方向で互いに対向している。この構成により、振動部 2 1 0 が x - y 平面で回転運動しようとしても、ダンピング電極 2 5 1 , 2 5 2 間のダンピングによって、その回転運動が抑制される。

20

30

【 符号の説明 】

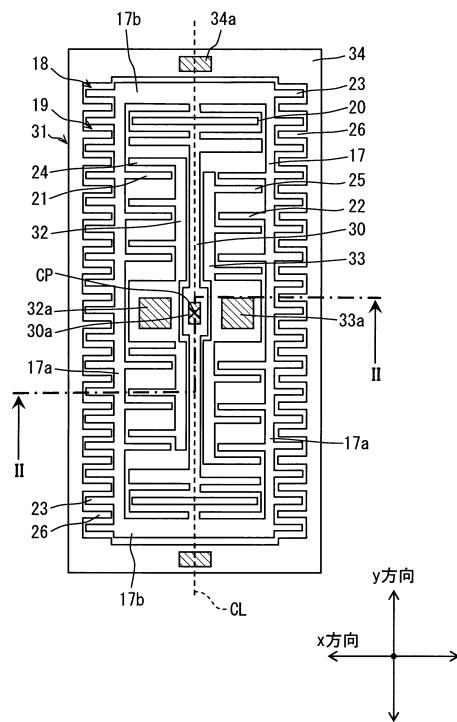
【 0 0 6 3 】

- 1 1 . . . 第 1 半導体層
- 1 7 . . . 錘部
- 2 1 . . . 第 1 可動検出電極
- 2 2 . . . 第 2 可動検出電極
- 2 3 . . . 第 1 可動ダンピング電極
- 2 4 . . . 第 1 固定検出電極
- 2 5 . . . 第 2 固定検出電極
- 2 6 . . . 第 1 固定ダンピング電極
- 3 0 . . . 第 1 アンカー
- 1 0 0 . . . 加速度センサ

40

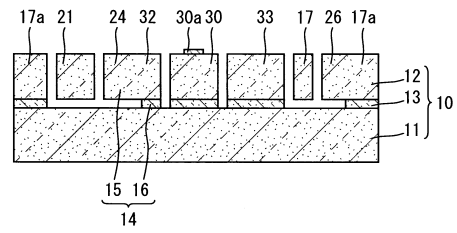
【 図 1 】

100



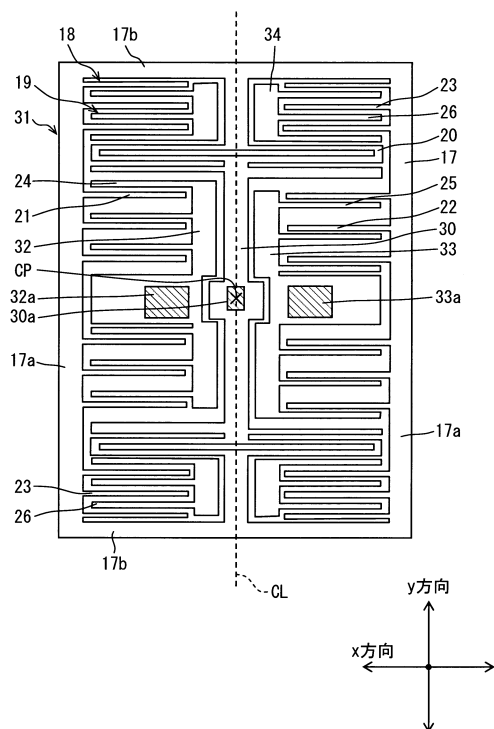
【 図 2 】

100



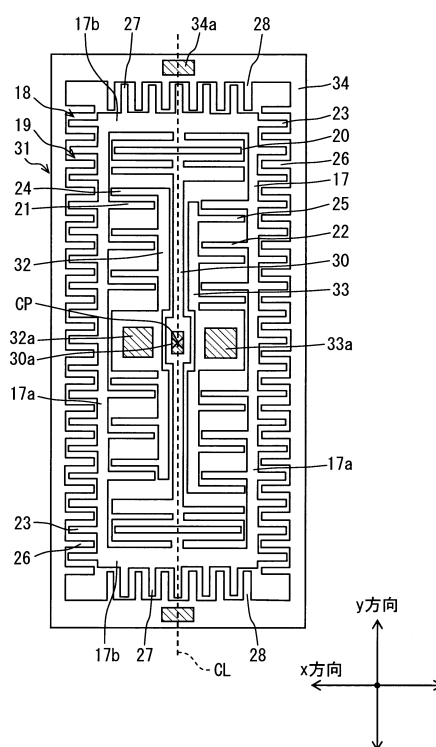
【圖 3】

100

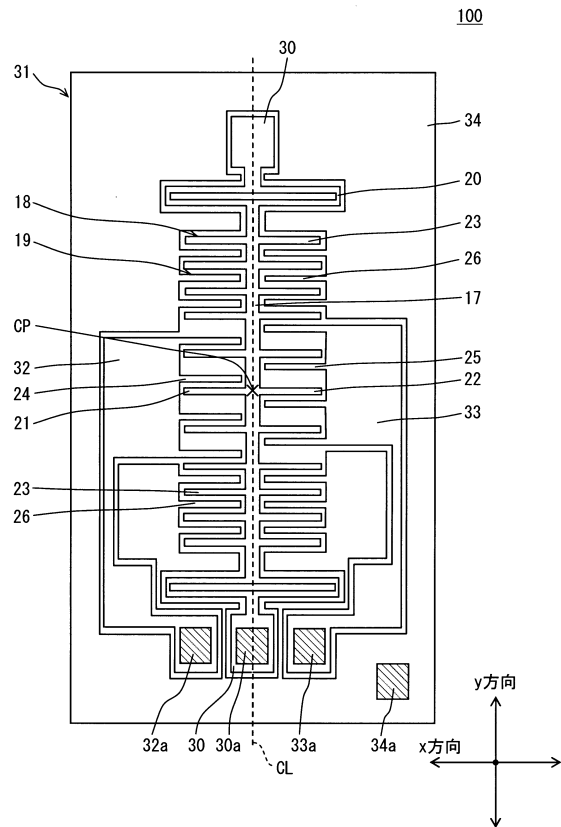


【圖 4】

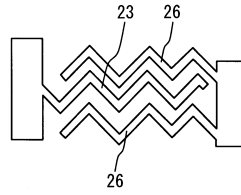
100



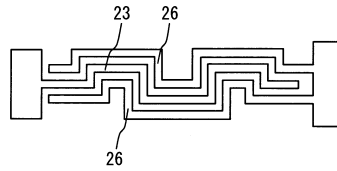
【図 5】



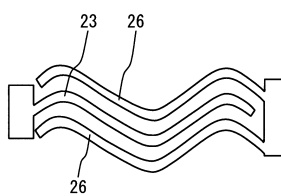
【図 6】



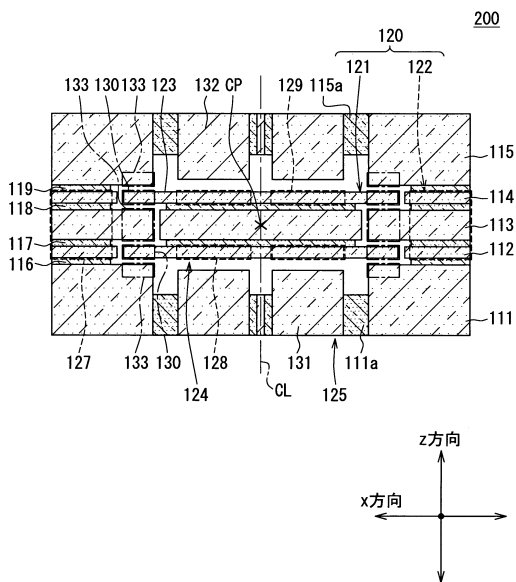
【図 7】



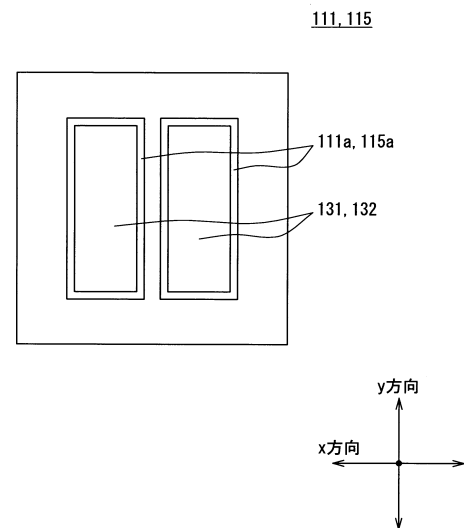
【図 8】



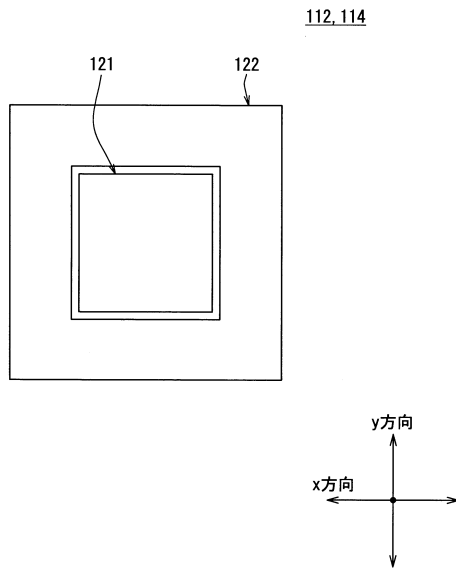
【図 9】



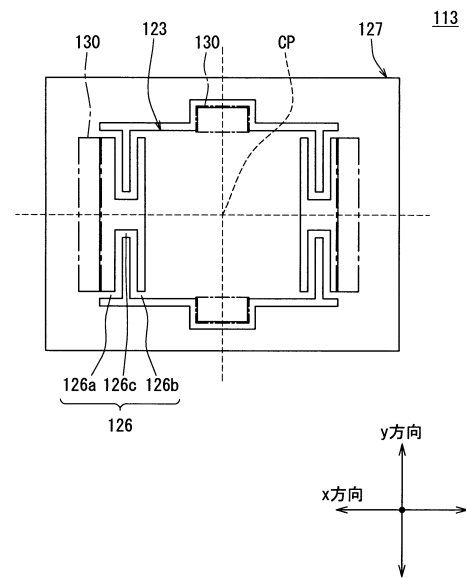
【図 10】



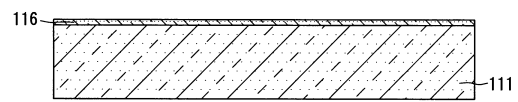
【図 1 1】



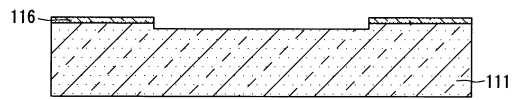
【図 1 2】



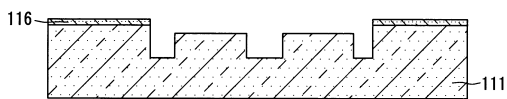
【図 1 3】



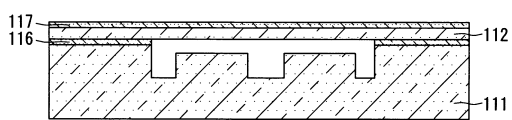
【図 1 4】



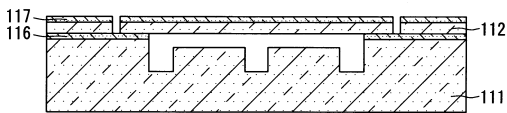
【図 1 5】



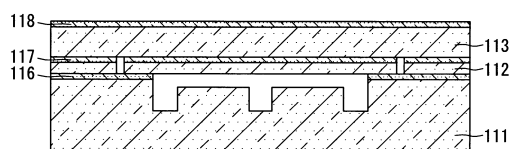
【図 1 6】



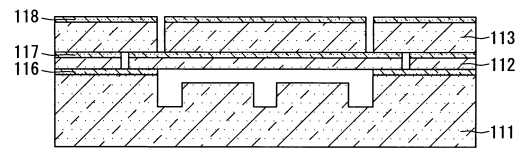
【図 1 7】



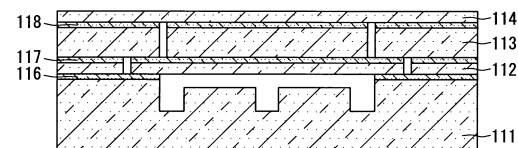
【図 1 8】



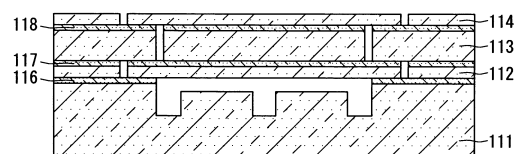
【図 1 9】



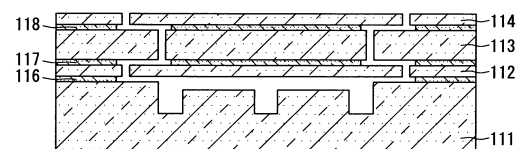
【図 2 0】



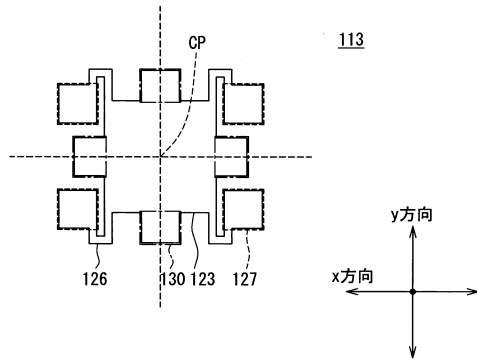
【図 2 1】



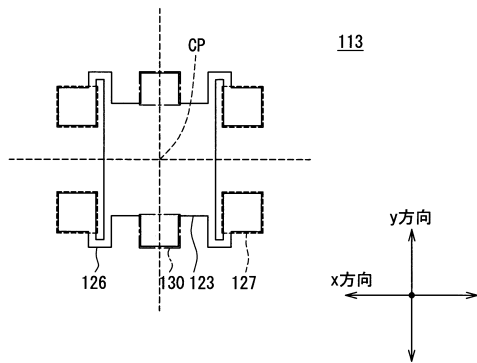
【図 2 2】



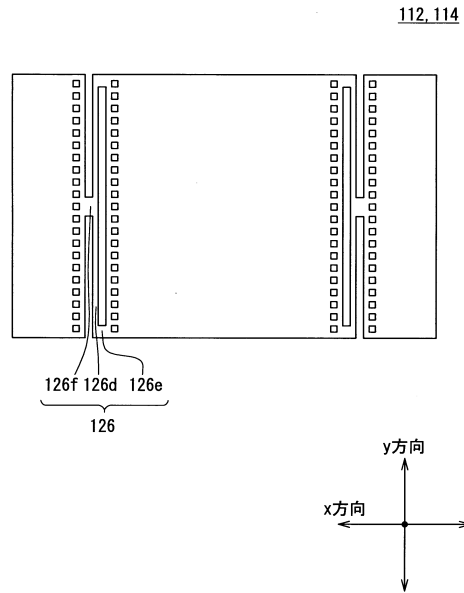
【図 2 3】



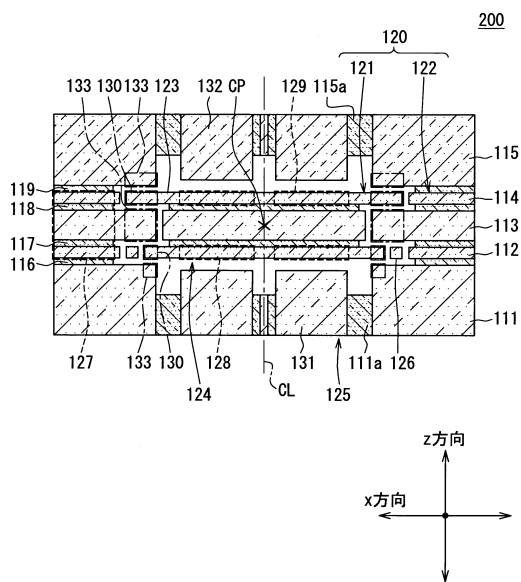
【図 2 4】



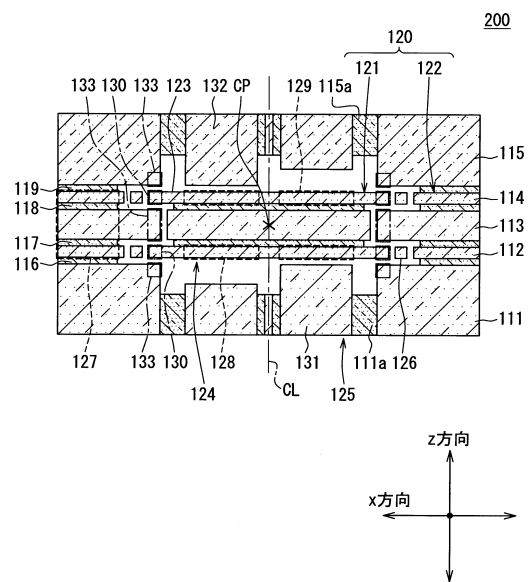
【図 2 5】



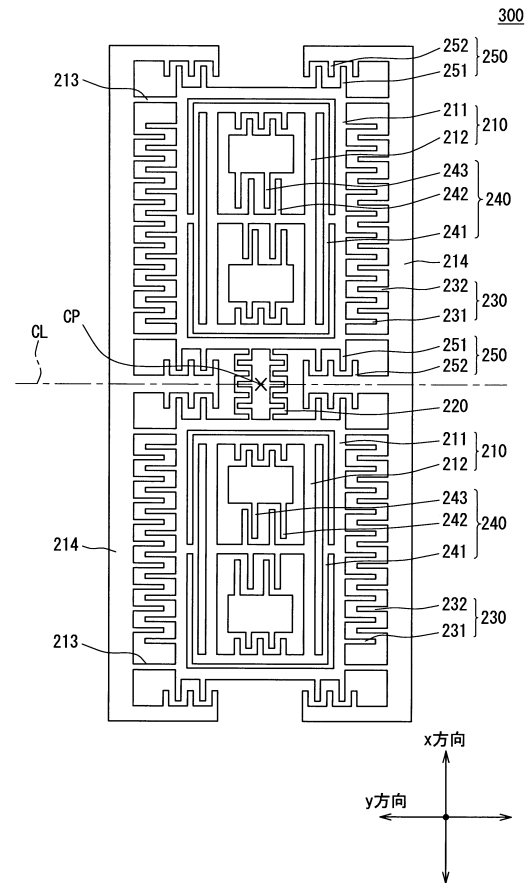
【図 2 6】



【図 2 7】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-168777(JP,A)
特開2011-058819(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0083506(US,A1)
特開2010-203990(JP,A)
特開平11-051967(JP,A)
特開2011-163967(JP,A)
特開平06-160419(JP,A)
特開2009-047649(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01P 15/125
G01P 15/08
H01L 29/84