

(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2005-227143

(P2005-227143A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int.Cl.⁷

G O 1 P 21/00

G O 1 P 3/44

G O 1 P 15/125

H O 1 L 29/84

F I

G O 1 P 21/00

G O 1 P 3/44

G O 1 P 15/125

H O 1 L 29/84

テーマコード (参考)

4 M 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2004-36439 (P2004-36439)

(22) 出願日 平成16年2月13日 (2004.2.13)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二

(74) 代理人 100108198

弁理士 三浦 高広

(74) 代理人 100111578

弁理士 水野 史博

(72) 発明者 五藤 敬介

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

Fターム(参考) 4M112 AA02 BA07 CA21 CA24 DA03

DA08 DA09 DA18 EA02 EA06

EA11 EA18 FA20

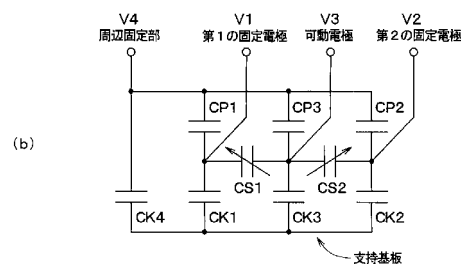
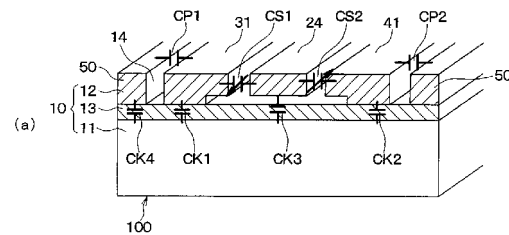
(54) 【発明の名称】 半導体力学量センサの検査方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体力学量センサにおいて、支持基板に電位を与える専用の電極を不要としつつ、可動電極の基板面と垂直方向への変位の異常を検査する。

【解決手段】 支持基板11上において周辺部にて固定支持された周辺固定部50、周辺固定部50の内周にて支持基板11に支持され基板面と水平方向に変位可能な可動電極24、周辺固定部50の内周にて支持基板11に固定支持され可動電極24に対向する固定電極31、41を備え、加速度が印加による可動電極24と固定電極31、41との距離変化に基づいて印加加速度を検出する半導体加速度センサ100の検査方法において、固定電極31、41および可動電極24に一定の電位V1、V2、V3を印加しつつ、周辺固定部50に印加する電位V4を変化させることにより、可動電極24と支持基板11との間の電位差を変化させ、可動電極24を基板面と垂直方向へ変位させる。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持基板（１１）上において当該支持基板（１１）の周辺部にて前記支持基板（１１）に固定されて支持された半導体からなる周辺固定部（５０）と、

前記支持基板（１１）上において前記周辺固定部（５０）の内周にて前記支持基板（１１）に支持され、基板面と水平方向に変位可能となっている半導体からなる可動電極（２４）と、

前記支持基板（１１）上において前記周辺固定部（５０）の内周にて前記支持基板（１１）に固定されて支持され、前記可動電極（２４）に対向する半導体からなる固定電極（３１、４１）と、を備え、

10

力学量が印加されたときの前記可動電極（２４）の変位に伴う前記可動電極（２４）と前記固定電極（３１、４１）との距離変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサを検査する検査方法において、

前記固定電極（３１、４１）および前記可動電極（２４）に一定の電位を印加しつつ、前記周辺固定部（５０）に印加する電位を変化させることにより、

前記可動電極（２４）と前記支持基板（１１）との間の電位差を変化させ、前記可動電極（２４）を前記基板面と垂直方向へ変位させるようにしたことを特徴とする半導体力学量センサの検査方法。

【請求項 2】

支持基板（１１）上において当該支持基板（１１）の周辺部にて前記支持基板（１１）に固定されて支持された半導体からなる周辺固定部（５０）と、

20

前記支持基板（１１）上において前記周辺固定部（５０）の内周にて前記支持基板（１１）に支持され、基板面と水平方向に変位可能となっている半導体からなる可動電極（２４）と、

前記支持基板（１１）上において前記周辺固定部（５０）の内周にて前記支持基板（１１）に固定されて支持され、前記可動電極（２４）との間にそれぞれ検出間隔を介して対向する半導体からなる第１の固定電極（３１）および第２の固定電極（４１）と、を備え、

前記可動電極（２４）と前記第１の固定電極（３１）との間に第１の容量ＣＳ１が形成され、前記可動電極（２４）と前記第２の固定電極（４１）との間に第２の容量ＣＳ２が形成されており、

30

力学量が印加されたときの前記可動電極（２４）の変位に伴う、前記第１の容量ＣＳ１と前記第２の容量ＣＳ２との差動容量変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサを検査する検査方法において、

前記第１の固定電極（３１）と前記支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ１、前記第２の固定電極（４１）と前記支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ２、前記可動電極（２４）と前記支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ３、前記周辺固定部（５０）と前記支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ４とし、

前記第１の固定電極（３１）に電位Ｖ１、前記第２の固定電極（４１）に電位Ｖ２、前記可動電極（２４）に電位Ｖ３、前記周辺固定部（５０）に電位Ｖ４を印加した場合の前記支持基板（１１）の電位Ｖ５は、次の数式１

40

（数１）

$$V5 = (CK1 \cdot V1 + CK2 \cdot V2 + CK3 \cdot V3 + CK4 \cdot V4) / (CK1 + CK2 + CK3 + CK4)$$

にて表され、

この数式１に示される関係を利用して、前記第１の固定電極（３１）に印加する電圧Ｖ１、前記第２の固定電極（４１）に印加する電圧Ｖ２、前記可動電極（２４）に印加する電圧Ｖ３を一定にしつつ、前記周辺固定部（５０）に印加する電位Ｖ４を変化させることにより、

前記可動電極（２４）と前記支持基板（１１）との間の電位差を変化させ、前記可動電

50

極（２４）を前記基板面と垂直方向へ変位させるようにしたことを特徴とする半導体力学量センサの検査方法。

【請求項３】

前記可動電極（２４）は、櫛歯状に複数本配列されたものであり、

前記固定電極（３１、４１）は、前記可動電極（２４）における櫛歯の隙間にかみ合うように櫛歯状に複数本配列されたものであることを特徴とする請求項１または２に記載の半導体力学量センサの検査方法。

【請求項４】

前記支持基板（１１）、前記周辺固定部（５０）、前記可動電極（２４）および前記固定電極（３１、４１）は、シリコン半導体からなるものであることを特徴とする請求項１ないし３のいずれか１つに記載の半導体力学量センサの検査方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、支持基板上にこの支持基板と離間して対向するように設けられた可動電極および固定電極を設け、力学量の印加に伴う可動電極と固定電極との間の距離変化に基づいて力学量を検出する半導体力学量センサの検査方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

この種の半導体力学量センサとしては、可動電極に対して第１の固定電極、第２の固定電極を設け、力学量が印加されたときの可動電極の変位に伴う可動電極と第１の固定電極との間の容量と、可動電極と第２の固定電極との間の容量との差動容量変化に基づいて印加力学量を検出するようにした差動容量式の半導体力学量センサが提案されている（たとえば、特許文献１参照）。 20

【０００３】

このものは、ＳＯＩ（シリコンオンインシュレータ）基板における下側のシリコン基板を支持基板とし、上側のシリコン基板にトレンチエッチングなどにより溝を形成して可動電極および固定電極、さらに、これら電極の周辺部としての周辺固定部を区画形成したものである。 30

【０００４】

より具体的に述べると、この差動容量式の半導体力学量センサは、支持基板上において当該支持基板の周辺部にて支持基板に固定支持された周辺固定部と、支持基板上において周辺固定部の内周にて支持基板に支持され基板面と水平方向に変位可能となっている可動電極と、支持基板上において周辺固定部の内周にて支持基板に固定支持され可動電極との間に検出間隔を介して対向する第１の固定電極および第２の固定電極とを備えて構成されている。

【０００５】

そして、可動電極と第１の固定電極との間に第１の容量ＣＳ１が形成され、可動電極と第２の固定電極との間に第２の容量ＣＳ２が形成されており、力学量が印加されたときの可動電極の変位に伴う、第１の容量ＣＳ１と第２の容量ＣＳ２との差動容量変化に基づいて印加力学量を検出するようにしている。 40

【０００６】

そのため、このような半導体力学量センサにおいては、可動電極と固定電極との間の検出容量部の作動に異常がないかどうかを調べる検査が行われる。

【０００７】

つまり、可動電極は力学量の印加によって基板面と水平方向に変位し、この変位に伴い、可動電極と固定電極との間の距離が変化し、その結果容量が変化するが、このとき、ある大きさの力学量が印加されたときに、所望の容量変化が得られるかどうかを検査するのである。 50

【特許文献１】特開堀 １ １－ ３ ２ ６ ３ ６ ５ 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 ０ ０ ０ ８ 】

ところで、上記した半導体力学量センサにおいては、支持基板上にこの支持基板と離間して対向するように可動電極を設けた構成となっているため、力学量の印加に伴う可動電極の基板面と垂直方向への変位についても異常があるかどうかを調べる必要がある。

【 ０ ０ ０ ９ 】

たとえば、可動電極と支持基板との間に、異物が存在するような場合、基板面と垂直方向への力学量の印加により、可動電極が支持基板方向へ変位し、当該異物と接触して、変位の異常をきたす恐れがある。 10

【 ０ ０ １ ０ 】

通常、こうした半導体力学量センサにおいては、可動電極の基板面と垂直方向への変位の異常を検査するためには、支持基板に電位を与える専用の電極を別途形成して支持基板電位を形成する。その場合には、支持基板と可動電極との間に発生する電位差により静電引力を発生させ、当該検査が可能になる。

【 ０ ０ １ １ 】

しかしながら、そのような支持基板に電位を与える専用の電極を別途形成することは、製造工程上、手間がかかり、センサの構成も複雑化する。

【 ０ ０ １ ２ 】

なお、上記したような問題は、上記した差動容量式の半導体力学量センサに限らず、支持基板上において上記周辺固定部を設け、その内周に可動電極およびこれに対向する固定電極を設け、力学量が印加されたときの可動電極と固定電極との距離変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサにおいて、共通した問題であると考えられる。 20

【 ０ ０ １ ３ 】

本発明は上記問題に鑑み、半導体力学量センサにおいて、支持基板に電位を与える専用の電極を不要としつつ、可動電極の基板面と垂直方向への変位の異常を検査できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 ０ ０ １ ４ 】

上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、支持基板（１１）上において当該支持基板（１１）の周辺部にて支持基板（１１）に固定されて支持された半導体からなる周辺固定部（５０）と、支持基板（１１）上において周辺固定部（５０）の内周にて支持基板（１１）に支持され、基板面と水平方向に変位可能となっている半導体からなる可動電極（２４）と、支持基板（１１）上において周辺固定部（５０）の内周にて支持基板（１１）に固定されて支持され、可動電極（２４）に対向する半導体からなる固定電極（３１、４１）と、を備え、力学量が印加されたときの可動電極（２４）の変位に伴う可動電極（２４）と固定電極（３１、４１）との距離変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサを検査する検査方法において、次のような特徴点を有する検査方法が提供される。 40

【 ０ ０ １ ５ 】

すなわち、固定電極（３１、４１）および可動電極（２４）に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部（５０）に印加する電位を変化させることにより、可動電極（２４）と支持基板（１１）との間の電位差を変化させ、可動電極（２４）を基板面と垂直方向へ変位させるようにしている。

【 ０ ０ １ ６ 】

このような点を特徴とする本発明の検査方法によれば、固定電極（３１、４１）および可動電極（２４）に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部（５０）に印加する電位を変化させるだけで、可動電極（２４）を基板面と垂直方向へ変位させることができるため、支 50

持基板（１１）に電位を形成する専用の電極を不要としつつ、可動電極（２４）の基板面と垂直方向への変位の異常を検査することができる。

【００１７】

請求項２に記載の発明では、支持基板（１１）上において当該支持基板（１１）の周辺部にて支持基板（１１）に固定されて支持された半導体からなる周辺固定部（５０）と、支持基板（１１）上において周辺固定部（５０）の内周にて支持基板（１１）に支持され、基板面と水平方向に変位可能となっている半導体からなる可動電極（２４）と、支持基板（１１）上において周辺固定部（５０）の内周にて支持基板（１１）に固定されて支持され、可動電極（２４）との間にそれぞれ検出間隔を介して対向する半導体からなる第１の固定電極（３１）および第２の固定電極（４１）と、を備え、可動電極（２４）と第１の固定電極（３１）との間に第１の容量ＣＳ１が形成され、可動電極（２４）と第２の固定電極（４１）との間に第２の容量ＣＳ２が形成されており、力学量が印加されたときの可動電極（２４）の変位に伴う、第１の容量ＣＳ１と第２の容量ＣＳ２との差動容量変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサを検査する検査方法において、次のような特徴点を有する検査方法が提供される。

10

【００１８】

まず、第１の固定電極（３１）と支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ１、第２の固定電極（４１）と支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ２、可動電極（２４）と支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ３、周辺固定部（５０）と支持基板（１１）との間の寄生容量をＣＫ４とする。

20

【００１９】

そして、第１の固定電極（３１）に電位Ｖ１、第２の固定電極（４１）に電位Ｖ２、可動電極（２４）に電位Ｖ３、周辺固定部（５０）に電位Ｖ４を印加した場合の支持基板（１１）の電位Ｖ５は、次の数式２にて表される。

【００２０】

（数２）

$$V5 = (CK1 \cdot V1 + CK2 \cdot V2 + CK3 \cdot V3 + CK4 \cdot V4) / (CK1 + CK2 + CK3 + CK4)$$

そして、この数式２に示される関係を利用して、第１の固定電極（３１）に印加する電圧Ｖ１、第２の固定電極（４１）に印加する電圧Ｖ２、可動電極（２４）に印加する電圧Ｖ３を一定にしつつ、周辺固定部（５０）に印加する電位Ｖ４を変化させることにより、可動電極（２４）と支持基板（１１）との間の電位差を変化させ、可動電極（２４）を基板面と垂直方向へ変位させる。

30

【００２１】

これらの点を特徴とする本発明の検査方法によれば、差動容量式の半導体力学量センサにおいて、固定電極（３１、４１）および可動電極（２４）に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部（５０）に印加する電位を変化させるだけで、可動電極（２４）を基板面と垂直方向へ変位させることができるため、支持基板（１１）に電位を形成する専用の電極を不要としつつ、可動電極（２４）の基板面と垂直方向への変位の異常を検査することができる。

40

【００２２】

ここで、請求項３に記載の発明のように、請求項１または請求項２に記載の半導体力学量センサの検査方法においては、可動電極（２４）は、櫛歯状に複数本配列されたものであり、固定電極（３１、４１）は、可動電極（２４）における櫛歯の隙間にかみ合うように櫛歯状に複数本配列されたものにできる。

【００２３】

また、請求項４に記載の発明のように、請求項１～請求項３に記載の半導体力学量センサの検査方法においては、支持基板（１１）、周辺固定部（５０）、可動電極（２４）および固定電極（３１、４１）は、シリコン半導体からなるものにできる。

【００２４】

50

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各図相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、説明の簡略化を図るべく、図中、同一符号を付してある。

【0026】

本実施形態は、半導体力学量センサとしての差動容量式の半導体加速度センサについて、本発明を適用したものである。この半導体加速度センサは、たとえば、エアバッグ、ABS、VSC等の作動制御を行うための自動車用加速度センサやジャイロセンサなどに適用することができる。

【0027】

[センサ構成等]

図1は、本発明の実施形態に係る半導体加速度センサ100の全体構成を示す概略平面図、図2は図1中のA-A線に沿ったセンサ100の概略断面図、図3は図1中のB-B線に沿ったセンサ100の概略断面図である。

【0028】

この半導体加速度センサ100は、半導体基板10に周知のマイクロマシン加工を施すことにより形成される。

【0029】

本例では、半導体加速度センサ100を構成する半導体基板10は、図2および図3に示されるように、第1の半導体層としての第1シリコン基板11と第2の半導体層としての第2シリコン基板12との間に、絶縁層としての酸化膜13を有する矩形のSOI基板10である。ここで、第1シリコン基板11は支持基板として構成されている。

【0030】

第2シリコン基板12には、溝部14を形成することにより、可動部20および固定部30、40よりなる櫛歯形状を有する梁構造体が形成されている。

【0031】

また、第2シリコン基板12のうち上記梁構造体20～40の形成領域に対応した部位は、図1中の破線の矩形15に示されるように、酸化膜13と離間するように薄くなっている。この矩形15の部分は、第2シリコン基板12における薄肉部15ということにする。

【0032】

このような半導体加速度センサ100は、たとえば、次のようにして製造される。SOI基板10の第2シリコン基板12にフォトリソグラフ技術を用いて梁構造体に対応した形状のマスクを形成する。

【0033】

その後、 CF_4 や SF_6 等のガスを用いてドライエッチング等にてトレンチエッチングを行い、溝14を形成することによって、梁構造体20～40のパターンを一括して形成する。

【0034】

続いて、さらにエッチングを進め、サイドエッチングにより、さらに第2シリコン基板12の下部を除去し、上記薄肉部15を形成する。このようにして半導体加速度センサ100を製造することができる。

【0035】

この半導体加速度センサ100において、薄肉部15としての可動部20は、細長四角形状の錘部21の両端が、バネ部22を介してアンカー部23aおよび23bに一体に連結された構成となっている。

【0036】

10

20

30

40

50

これらアンカー部 2 3 a および 2 3 b は、図 3 に示されるように、酸化膜 1 3 に固定されており、酸化膜 1 3 を介して支持基板としての第 1 シリコン基板 1 1 上に支持されている。これによって、薄肉部 1 5 である錘部 2 1 およびバネ部 2 2 は、酸化膜 1 3 から離間した状態となっている。

【0037】

ここでは、バネ部 2 2 は、図 1 に示されるように、平行な 2 本の梁がその両端で連結された矩形枠状をなしており、2 本の梁の長手方向と直交する方向に変位するバネ機能を有するものである。

【0038】

具体的に、バネ部 2 2 は、図 1 中の矢印 X 方向の成分を含む加速度を受けたときに錘部 2 1 を基板面水平方向にて矢印 X 方向へ変位させるとともに、加速度の消失に応じて元の状態に復元させるようになっている。 10

【0039】

よって、このようなバネ部 2 2 を介して半導体基板 1 0 に連結された可動部 2 0 は、加速度の印加に応じて、酸化膜 1 3 すなわち支持基板 1 1 上において基板面水平方向にて上記矢印 X 方向へ変位可能となっている。

【0040】

また、図 1 に示されるように、可動部 2 0 は、薄肉部 1 5 としての櫛歯状の可動電極 2 4 を備えている。この可動電極 2 4 は、上記錘部 2 1 の長手方向（矢印 X 方向）と直交した方向にて、錘部 2 1 の両側面から互いに反対方向へ延びる梁形状をなす複数本のものである。 20

【0041】

言い換えれば、可動電極 2 4 は、上記錘部 2 1 の長手方向（バネ部 2 2 の変位方向、矢印 X 方向）を配列方向とし、この配列方向に沿って櫛歯状に複数本配列されたものとなっている。

【0042】

図 1 では、可動電極 2 4 は、錘部 2 1 の左側および右側にそれぞれ 4 個ずつ突出して形成されており、各可動電極 2 4 は断面矩形の梁状に形成されて、酸化膜 1 3 から離間した状態となっている。

【0043】

このように、各可動電極 2 4 は、梁部 2 2 および錘部 2 1 と一体的に形成されることにより、梁部 2 2 および錘部 2 1 とともに、基板面水平方向にて矢印 X 方向へ変位可能となっている。 30

【0044】

また、図 1 ～図 3 に示されるように、固定部 3 0、4 0 は、薄肉部 1 5 の外周部のうちアンカー部 2 3 a、2 3 b が支持されていないもう 1 組の対向辺部の外周にて、酸化膜 1 3 に固定されている。そして、固定部 3 0、4 0 は酸化膜 1 3 を介して支持基板としての第 1 シリコン基板 1 1 上に支持されている。

【0045】

図 1 において、錘部 2 1 の左側に位置する固定部 3 0 は、左側固定電極 3 1 および左側固定電極用配線部 3 2 とから構成されている。一方、図 1 において、錘部 2 1 の右側に位置する固定部 4 0 は、右側固定電極 4 1 および右側固定電極用配線部 4 2 とから構成されている。 40

【0046】

本例では、図 1 に示されるように、各固定電極 3 1、4 1 は薄肉部 1 5 であり、可動電極 2 4 における櫛歯の隙間にかみ合うように櫛歯状に複数本配列されたものである。

【0047】

ここで、図 1 においては、錘部 2 1 の左側については、個々の可動電極 2 4 に対して矢印 X 方向に沿って上側に左側固定電極 3 1 が設けられており、一方、錘部 2 1 の右側については、個々の可動電極 2 4 に対して矢印 X 方向に沿って下側に右側固定電極 4 1 が設け 50

られている。

【0048】

このように、基板面水平方向において個々の可動電極24に対して、それぞれ固定電極31、41が対向して配置されており、各対向間隔において、可動電極24の側面（つまり検出面）と固定電極31、41の側面（つまり検出面）との間に容量を検出するための検出間隔が形成されている。

【0049】

また、左側固定電極31と右側固定電極41とは、それぞれ互いに電氣的に独立している。そして、各固定電極31、41は、可動電極24に対して略平行に延びる断面矩形の梁状に形成されている。

10

【0050】

ここで、左側固定電極31および右側固定電極41は、それぞれ、酸化膜13を介して支持基板11に固定されている各固定電極用配線部32、42に片持ち状に支持された状態となっている。そして、各固定電極31、41は、酸化膜13から離間した状態となっている。

【0051】

このように、左側固定電極31および右側固定電極41については、それぞれの複数本の電極が、電氣的に共通した各配線部32、42にまとめられた形となっている。

【0052】

また、図1に示されるように、半導体基板10における第2シリコン基板12のうち可動電極24および固定電極31、41の溝部14を介した外周部は、周辺固定部50として構成されている。

20

【0053】

この周辺固定部50は、支持基板である第1シリコン基板11上において当該第1シリコン基板11の周辺部にて酸化膜13を介して第1シリコン基板11に固定されて支持された部位である。

【0054】

また、左側固定電極用配線部32および右側固定電極用配線部42上の所定位置には、それぞれ、左側固定電極用パッド30aおよび右側固定電極用パッド40aが形成されている。

30

【0055】

また、一方のアンカー部23bと一体に連結された状態で、可動電極用配線部25が形成されており、この配線部25上の所定位置には、可動電極用パッド25aが形成されている。さらに、周辺固定部50の所定位置には、周辺固定部用パッド50aが形成されている。

【0056】

上記の各電極用パッド25a、30a、40a、50aは、たとえばアルミニウムをスパッタや蒸着することなどにより形成されている。そして、これら各電極用パッド25a、30a、40a、50aは、図示しない回路チップとボンディングワイヤを介して電氣的に接続されるものである。

40

【0057】

この回路チップは、半導体加速度センサ100からの出力信号を処理するための検出回路（後述の図4参照）や、検査用の回路が形成されたものである。

【0058】

〔センサの検出動作〕

次に、本半導体加速度センサ100の検出動作について説明する。本実施形態では、加速度の印加に伴う可動電極24と固定電極31、41との間の容量変化に基づいて加速度を検出するようになっている。

【0059】

上述したように、本半導体加速度センサ100においては、個々の可動電極24の側面

50

(つまり検出面)に対してそれぞれ固定電極 3 1、4 1 の側面(つまり検出面)が対向して設けられており、これら両電極 3 1、4 2 の側面の各対向間隔において、容量を検出するための検出間隔が形成されている。

【0060】

ここで、左側固定電極 3 1 と可動電極 2 4 との間隔に、検出容量として第 1 の容量 $C S 1$ が形成されており、一方、右側固定電極 4 1 と可動電極 2 4 との間隔に、検出容量として第 2 の容量 $C S 2$ が形成されているとする。

【0061】

そして、基板面水平方向において上記図 1 中の矢印 X 方向へ加速度が印加されると、バネ部 2 2 のバネ機能により、アンカー部を除く可動部 2 0 全体が一体的に矢印 X 方向へ変位し、当該矢印 X 方向への可動電極 2 4 の変位に応じて上記各容量 $C S 1$ 、 $C S 2$ が変化する。

【0062】

たとえば、上記図 1 において、可動部 2 0 が、矢印 X 方向に沿って下方へ変位したときを考える。このとき、左側固定電極 3 1 と可動電極 2 4 との間隔は広がり、一方、右側固定電極 4 1 と可動電極 2 4 との間隔は狭まる。

【0063】

よって、可動電極 2 4 と固定電極 3 1、4 1 による差動容量 ($C S 1 - C S 2$) の変化に基づいて、矢印 X 方向の加速度を検出することができる。

【0064】

具体的には、この容量の差 ($C S 1 - C S 2$) に基づく信号が半導体加速度センサ 1 0 0 から出力信号として出力され、この信号は上記回路チップにて処理され、最終的に出力される。

【0065】

図 4 は、本半導体加速度センサ 1 0 0 における加速度を検出するための検出回路 4 0 0 の一例を示す回路図である。

【0066】

この検出回路 4 0 0 において、スイッチドキャパシタ回路 (SC 回路) 4 1 0 は、容量が $C f$ であるコンデンサ 4 1 1、スイッチ 4 1 2 および差動増幅回路 4 1 3 を備え、入力された容量差 ($C S 1 - C S 2$) を電圧に変換するものとなっている。

【0067】

そして、本半導体加速度センサ 1 0 0 においては、たとえば、左側固定電極用パッド 3 0 a から振幅 $V c c$ の搬送波 1、右側固定電極用パッド 4 0 a から搬送波 1 と位相が 180° ずれた搬送波 2 を入力し、SC 回路 4 1 0 のスイッチ 4 1 2 を所定のタイミングで開閉する。

【0068】

そして、矢印 X 方向の印加加速度は、下記の数式 3 に示す様に、電圧値 $V 0$ として出力される。

【0069】

(数 3)

$$V 0 = (C S 1 - C S 2) \cdot V c c / C f$$

このようにして、加速度の検出がなされる。なお、この加速度検出時では、周辺固定部 5 0 は、基準電位すなわち 0 V の状態となっている。

【0070】

[センサの検査方法]

このような基本構成および作動を行う本半導体加速度センサ 1 0 0 において、上述したように、加速度の印加に伴う可動電極 2 4 の基板面と垂直方向への変位の異常を調べる検査が必要である。ここで、基板面と垂直方向は図 2、図 3 において矢印 Z にて示されている。

【0071】

10

20

30

40

50

図 5 は、その可動電極 24 の矢印 Z 方向への変位異常の検査の一例を示す図である。図 5 (a) に示されるように、可動電極 24 と支持基板である第 1 シリコン基板 11 との間に、異物 K が存在するような場合を考える。

【0072】

この場合、加速度の印加により、矢印 Z 方向へ可動電極 24 がへ変位し、図 5 (b) に示されるように、当該異物 K と可動電極 24 とが接触した場合、可動電極 24 の変位の異常をきたし、ひいてはセンサ特性を損なう恐れがある。

【0073】

そこで、本実施形態では、各電極 24、31、41 と第 1 シリコン基板 11 との間に寄生容量が存在することに着目し、各固定電極 31、41 および可動電極 24 に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部 50 に印加する電位を変化させることにより、支持基板である第 1 シリコン基板 11 に形成される電位を変化させるようにしている。

【0074】

それによれば、可動電極 24 と支持基板である第 1 シリコン基板 11 との間の電位差を変化させ、可動電極 24 を基板面と垂直方向すなわち矢印 Z 方向へ変位させることができる。このような検査方法について、図 6 を参照して具体的に説明する。

【0075】

本半導体加速度センサ 100 においては、各部間に各種の容量が形成されている。図 6 (a) は、本センサ 100 における各部間の容量を示す図であり、図 6 (b) は、図 6 (a) に示される各容量の関係を示す回路図である。

【0076】

図 6 (a) に示されるように、上述したが、検出容量として、可動電極 24 と第 1 の固定電極 31 との間に第 1 の容量 C S 1 が形成され、可動電極 24 と第 2 の固定電極 41 との間に第 2 の容量 C S 2 が形成されている。

【0077】

また、第 1 の固定電極 31 と第 1 シリコン基板 11 との間には、酸化膜 13 を介して寄生容量 C K 1 が形成され、第 2 の固定電極 41 と第 1 シリコン基板 11 との間には、酸化膜 13 を介して寄生容量 C K 2 が形成され、可動電極 24 と第 1 シリコン基板 11 との間には、酸化膜 13 を介して寄生容量 C K 3 が形成され、周辺固定部 50 と第 1 シリコン基板 11 との間には、酸化膜 13 を介して寄生容量 C K 4 が形成されている。

【0078】

また、第 1 の固定電極 31 と周辺固定部 50 との間には、溝部 14 を介して寄生容量 C P 1 が形成され、第 2 の固定電極 41 と周辺固定部 50 との間には、溝部 14 を介して寄生容量 C P 2 が形成され、図 6 (a) では示さないが、可動電極 24 と周辺固定部 50 との間には、溝部 14 を介して寄生容量 C P 3 が形成されている。

【0079】

ここで、これら各容量の関係は図 6 (b) に示され、第 1 の固定電極 31 に電位 V 1、第 2 の固定電極 41 に電位 V 2、可動電極 24 に電位 V 3、周辺固定部 50 に電位 V 4 を印加するとする。これら電位 V 1～V 4 の印加は、上述した回路チップにおける検査用の回路から、上記各パッド 25 a、31 a、41 a、50 a を介して行われる。

【0080】

そして、このように各電位 V 1、V 2、V 3、V 4 を印加した場合の第 1 シリコン基板 (支持基板) 11 の電位 V 5 は、電荷 Q と容量 C との関係に基づいて次の数式 4 のように表される。

【0081】

(数 4)

$$\begin{aligned} V 5 &= Q / C \\ &= (C K 1 \cdot V 1 + C K 2 \cdot V 2 + C K 3 \cdot V 3 + C K 4 \cdot V 4) / (C K 1 + C K 2 + C K 3 + C K 4) \end{aligned}$$

本実施形態では、この数式 4 に示される関係を利用して、第 1 の固定電極 31 に印加す

る電圧 V_1 、第 2 の固定電極 41 に印加する電圧 V_2 、可動電極 24 に印加する電圧 V_3 を一定にしつつ、周辺固定部 50 に印加する電位 V_4 を変化させる。

【0082】

それにより、第 1 シリコン基板 11 に形成される電位 V_5 は、上記数式 4 に基づいて変化し、可動電極 24 と第 1 シリコン基板 11 との間の電位差 (V_2 と V_5 との差) も変化する。すると、可動電極 24 を基板面と垂直方向 (矢印 Z 方向) へ適宜変位させることができる。

【0083】

ここで、限定するものではないが、図 7 に第 1 シリコン基板 (支持基板) 11 に形成される電位 V_5 の変化の様子の一例を示す。

10

【0084】

図 7 は、 $CK_1 \sim CK_4$ の関係を、 $CK_1 : CK_2 : CK_3 : CK_4 = 1 : 1 : 0 : 1 : n$ (n は 1 ~ 10 の変数) とした場合における周辺固定部 50 の電位 V_4 と第 1 シリコン基板 (支持基板) 11 の電位 V_5 との関係を示す図である。

【0085】

図 7 では、第 1 の固定電極 31 に印加する電圧 V_1 を 5 V、第 2 の固定電極 41 に印加する電圧 V_2 を 2 V、可動電極 24 に印加する電圧 V_3 を 2.5 V というように一定にしつつ、周辺固定部 50 に印加する電位 V_4 を変化させている。そして、図 7 では、 $n = 1$ の場合を白三角プロット、 $n = 5$ の場合を白四角プロット、 $n = 10$ の場合を黒菱形プロットにて示している。

20

【0086】

図 7 に示されるように、周辺固定部 50 の電位 V_4 を変化させることで、第 1 シリコン基板 11 に形成される電位 V_5 を変化させることができる。そして、このような関係を利用して可動電極 24 と支持基板 11 との間の電位差を変化させ、矢印 Z 方向の検査を行うことができる。

【0087】

[効果等]

以上述べてきたように、本実施形態によれば、支持基板 11 上において当該支持基板 11 の周辺部にて支持基板 11 に固定されて支持された半導体からなる周辺固定部 50 と、支持基板 11 上において周辺固定部 50 の内周にて支持基板 11 に支持され、基板面と水平方向に変位可能となっている半導体からなる可動電極 24 と、支持基板 11 上において周辺固定部 50 の内周にて支持基板 11 に固定されて支持され、可動電極 24 に対向する半導体からなる固定電極 31、41 と、を備え、加速度が印加されたときの可動電極 24 の変位に伴う可動電極 24 と固定電極 31、41 との距離変化に基づいて印加加速度を検出するようにした半導体加速度センサ 100 を検査する検査方法において、次のような特徴点を有する検査方法が提供される。

30

【0088】

すなわち、固定電極 31、41 および可動電極 24 に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部 50 に印加する電位を変化させることにより、可動電極 24 と支持基板 11 との間の電位差を変化させ、可動電極 24 を基板面と垂直方向へ変位させるようにしている。

40

【0089】

このような点を特徴とする本実施形態の検査方法によれば、固定電極 31、41 および可動電極 24 に一定の電位を印加しつつ、周辺固定部 50 に印加する電位を変化させるだけで、可動電極 24 を基板面と垂直方向へ変位させることができるため、支持基板 11 に電位を形成する専用の電極を不要としつつ、可動電極 24 の基板面と垂直方向への変位の異常を検査することができる。

【0090】

特に、本実施形態では、支持基板 11 上において周辺固定部 50 と、可動電極 24 と、第 1 の固定電極 31 および第 2 の固定電極 41 と、を備え、加速度が印加されたときの可動電極 24 の変位に伴う、第 1 の容量 CS_1 と第 2 の容量 CS_2 との差動容量変化に基づ

50

いて印加加速度を検出するようにした半導体加速度センサ 100 を検査する検査方法において、次のような特徴点を有する検査方法が提供される。

【0091】

すなわち、上記数式 4 に示される関係を利用して、第 1 の固定電極 31 に印加する電圧 V_1 、第 2 の固定電極 41 に印加する電圧 V_2 、可動電極 24 に印加する電圧 V_3 を一定にしつつ、周辺固定部 50 に印加する電位 V_4 を変化させることにより、可動電極 24 と支持基板 11 との間の電位差を変化させ、可動電極 24 を基板面と垂直方向へ変位させる検査方法である。

【0092】

つまり、本実施形態によれば、支持基板 11 に電位を形成する専用の電極を不要としつつ、可動電極 24 の基板面と垂直方向への変位の異常を検査することのできる差動容量式の半導体力学量センサの検査方法を提供することができる。

【0093】

(他の実施形態)

なお、上記実施形態の半導体加速度センサ 100 では、可動電極 24 は櫛歯状に複数本配列されたものであり、固定電極 31、41 は、可動電極 24 における櫛歯の隙間にかみ合うように櫛歯状に複数本配列されたものであるが、これら電極の構成は、これに限定されるものではない。

【0094】

また、本発明は、上記した加速度センサ以外にも、力学量として角速度を検出する角速度センサ等の半導体力学量センサに対しても適用可能である。

【0095】

要するに、本発明は、支持基板上において周辺固定部と、可動電極と、固定電極と、を備え、力学量が印加されたときの可動電極の変位に伴う可動電極と固定電極との距離変化に基づいて印加力学量を検出するようにした半導体力学量センサを検査する検査方法において、検査方法を上記特徴点のように規定したものであり、その他の細部については適宜設計変更が可能である。

【0096】

なお、本発明の検査方法は、上記した半導体力学量センサを製造する場合には、その製造工程における検査工程として用いられるものであり、その場合には、本検査方法は、半導体力学量センサの製造方法として特定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図 1】本発明の実施形態に係る半導体加速度センサの全体構成を示す概略平面図である。

【図 2】図 1 中の A-A 線に沿ったセンサの概略断面図である。

【図 3】図 1 中の B-B 線に沿ったセンサの概略断面図である。

【図 4】図 1 に示される半導体加速度センサにおける加速度を検出するための検出回路の一例を示す回路図である。

【図 5】可動電極の矢印 Z 方向への変位異常の検査の一例を示す図である。

【図 6】(a) は、図 1 に示されるセンサにおける各部間の容量を示す図であり、(b) は、(a) に示される各容量の関係を示す回路図である。

【図 7】支持基板に形成される電位 V_5 の変化の様子の一例を示す図である。

【符号の説明】

【0098】

11…支持基板としての第 1 シリコン基板、24…可動電極、
31…第 1 の固定電極、41…第 2 の固定電極、50…周辺固定部。

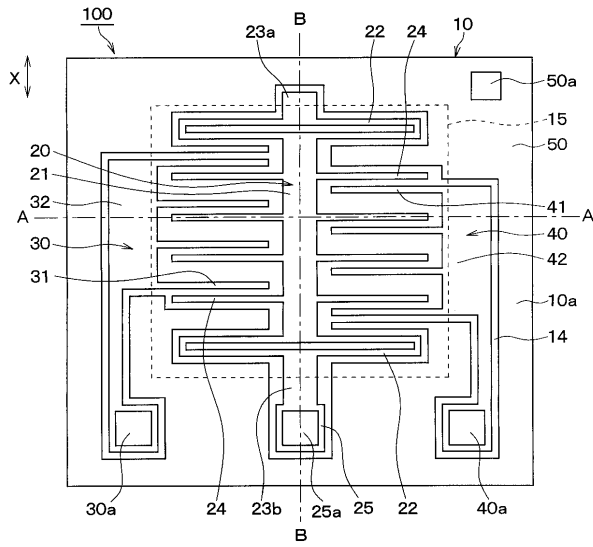
10

20

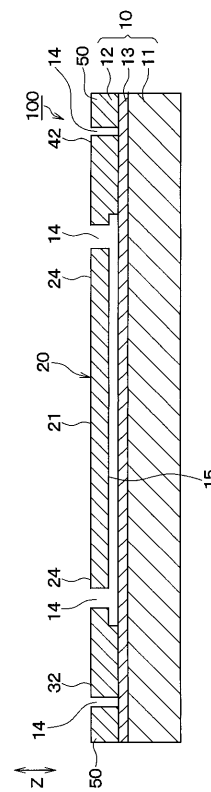
30

40

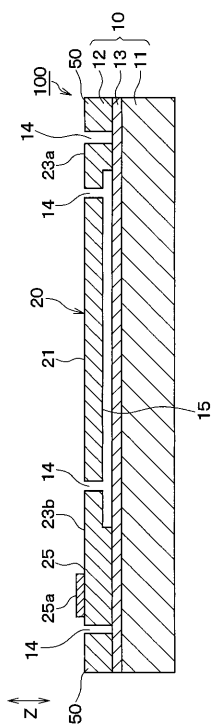
【図 1】



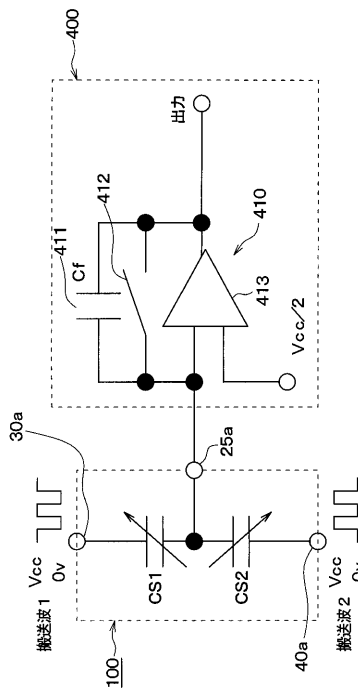
【図 2】



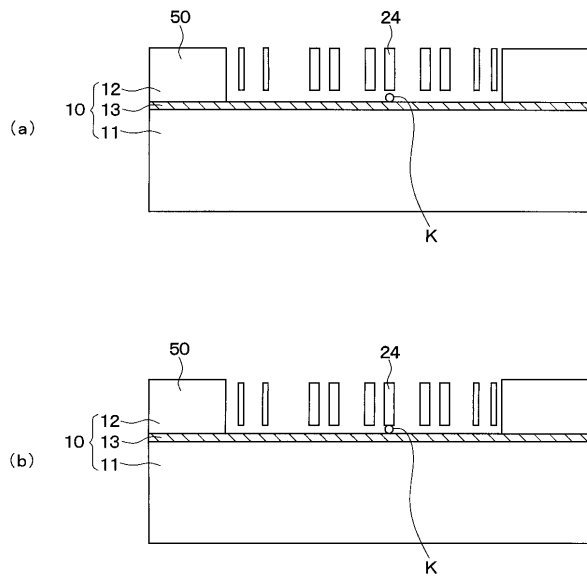
【図 3】



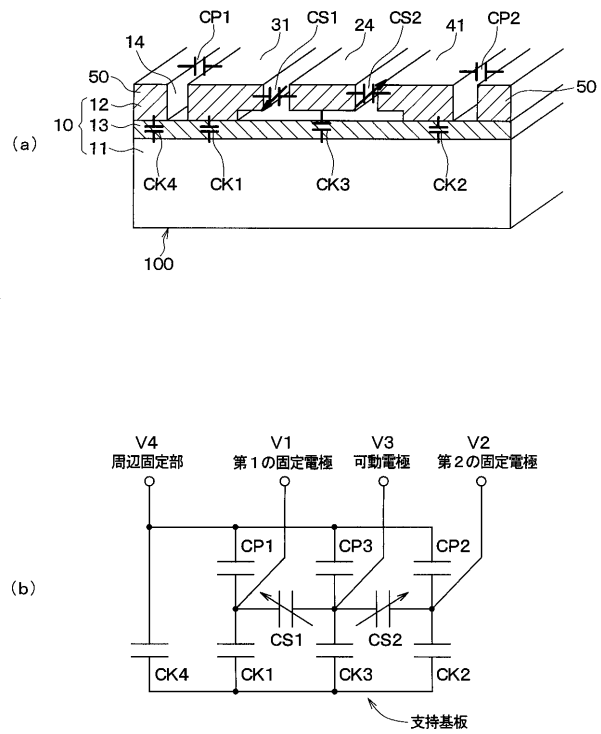
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

