(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2013-250133
(P2013-250133A)
(43)公開日　平成25年12月12日(2013.12.12)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G01C | 19/5783 | (2012.01) | G01C | 19/56 | 283 | 2F105 |
| G01C | 19/5769 | (2012.01) | G01C | 19/56 | 269 | 3C081 |
| H01L | 29/84 | (2006.01) | H01L | 29/84 | Z | 4M112 |
| B81B | 7/02 | (2006.01) | B81B | 7/02 | | |
| B81C | 3/00 | (2006.01) | B81C | 3/00 | | |

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 72 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-124576 (P2012-124576)
(22)出願日　平成24年5月31日 (2012.5.31)

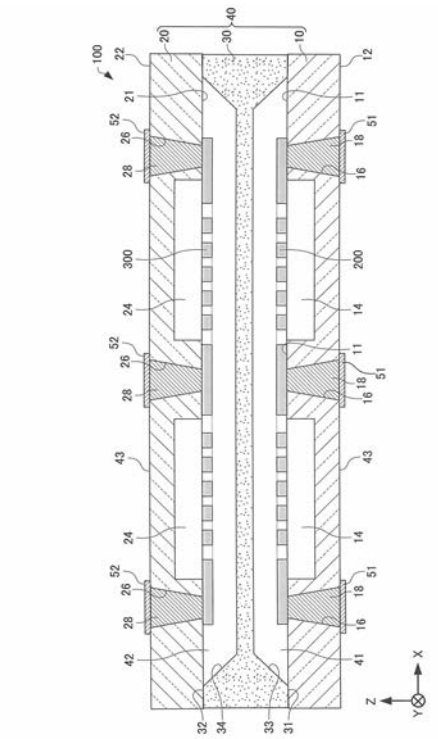
(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100090387
弁理士　布施　行夫
(74)代理人　100090398
弁理士　大渕　美千栄
(74)代理人　100113066
弁理士　永田　美佐
(72)発明者　前田　佳男
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　2F105 AA02 AA08 BB03 BB13 BB15 BB17 CC04 CD03 CD05

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子デバイス及びその製造方法、並びに電子機器

(57)【要約】
【課題】小型化・省スペース化により寄与する電子デバイス等を提供する。
【解決手段】本発明に係る電子デバイスは、第１基体と、第２基体と、前記第１基体および前記第２基体に狭持されている第３基体と、前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに設けられている第１機能素子と、前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに設けられている第２機能素子と、を含む。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１基体と、
第２基体と、
前記第１基体および前記第２基体に狭持されている第３基体と、
前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに設けられている第１機能素子と、
前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに設けられている第２機能素子と、
を含む、電子デバイス。
【請求項２】
請求項１において、
前記第１基体および前記第２基体には、アライメントマークがそれぞれ形成されている、電子デバイス。
【請求項３】
請求項１または２において、
前記第１機能素子は、前記第２機能素子と異なる、電子デバイス。
【請求項４】
請求項１または２において、
前記第１機能素子は、前記第２機能素子と同じであり、
前記第３基体は、前記第１キャビティーと前記第２キャビティーとを連通する開口部を有する、電子デバイス。
【請求項５】
請求項１ないし４のいずれか１項において、
前記第１および第２基体の材質はガラスであり、前記第３基体の材質はシリコンまたはガラスである、電子デバイス。
【請求項６】
請求項１ないし５のいずれか１項において、
前記第１および第２機能素子の信号を処理する集積回路を含む基板を含み、
前記基板に前記第１基体が実装され、
前記第１、第２、第３基体および前記基板をモールドするモールド部を含む、電子デバイス。
【請求項７】
第１基体を準備し、前記第１基体上に第１機能素子を形成することで、第１構造体を準備する第１準備工程と、
第２基体を準備し、前記第２基体上に第２機能素子を形成することで、第２構造体を準備する第２準備工程と、
第３基体を準備する第３準備工程と、
前記第３基体が前記第１基体と前記第２基体により狭持されるように積層することで、前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに前記第１機能素子を収容し、前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに前記第２機能素子を収容する積層工程と、
を含む、電子デバイスの製造方法。
【請求項８】
請求項７において、
前記積層工程は、
第１気圧雰囲気において、前記第１基体と前記第３基体とを接合することで、前記第１気圧雰囲気の前記第１キャビティーを形成する工程と、
第２気圧雰囲気において、前記第２基体と前記第３基体とを接合することで、前記第２気圧雰囲気の前記第２キャビティーを形成する工程と、

を含み、
前記第１気圧雰囲気の気圧と、前記第２気圧雰囲気の気圧は異なる、電子デバイスの製造方法。
【請求項９】
請求項７または８において、
前記第１準備工程は、第１アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第２準備工程は、第２アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第１および第２アライメントマークは、前記第１および第２機能素子を形成する際、一体的に形成され、
前記積層工程は、前記第１アライメントマークと前記第２アライメントマークを視覚的に検出することで位置あわせを行う工程を更に含む、電子デバイスの製造方法。
【請求項１０】
請求項７ないし９のいずれか１項において、
前記第１準備工程では複数の前記第１構造体を第１素子領域に有する第１ウェハを準備し、
前記第２準備工程では複数の前記第２構造体を第２素子領域に有する第２ウェハを準備し、
前記第３準備工程では複数の前記第３基体を第３素子領域に有する第３ウェハを準備し、
前記積層工程の後、積層された前記第１、第２、第３ウェハを個片化する工程を更に含む、電子デバイスの製造方法。
【請求項１１】
請求項１０において、
前記第１アライメントマークは、前記第１ウェハの前記第１素子領域外に形成され、前記第２アライメントマークは、前記第２ウェハの前記第２素子領域外に形成される、電子デバイスの製造方法。
【請求項１２】
請求項１ないし６のいずれか１項に記載の電子デバイスを含む、電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電子デバイス及びその製造方法、並びに電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、例えばシリコンＭＥＭＳ（Ｍｉｃｒｏ　Ｅｌｅｃｔｒｏ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｓｙｓｔｅｍ）技術を用いて物理量を検出する慣性センサーなどの電子デバイスが開発されている。このような電子デバイスは、例えば、デジタルスチルカメラ（ＤＳＣ）の手ブレ補正機能、自動車のナビゲーションシステム、ゲーム機器での動作入力装置等に用いられる。
【０００３】
このような電子デバイス分野においては、デバイスの小型化・省スペース化に対する要求がある。例えば、特許文献１には、例えば角速度センサーおよび加速度センサーを同一基板上に備えた電子デバイス（複合素子センサー）が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－５９５０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】

本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、このような電子デバイス（複合素子センサー）であって、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記の電子デバイスの製造方法を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記の電子デバイスを有する電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明は前述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することができる。

【０００７】

［適用例１］

本適用例に係る電子デバイスは、

第１基体と、

第２基体と、

前記第１基体および前記第２基体に狭持されている第３基体と、

前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに設けられている第１機能素子と、

前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに設けられている第２機能素子と、

を含む。

【０００８】

このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することができる。

【０００９】

また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、製造工程において機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【００１０】

また、このような電子デバイスによれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。したがって、製造工程を簡略化することができる電子デバイスを提供することができる。

【００１１】

また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されないため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる電子デバイスを提供することができる。

【００１２】

例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子および第２機能素子が形成されていた場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本適用例に係る電子デバイスによれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成されるため、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【００１３】

また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されないため、歩留まりに対する影響が低減された電子デバイスを提供することができる。

【００１４】

例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下し、電子デバイスの構造が歩留まりに大きく影響を与える。これに対し、本適用例に係る電子デバイスによれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【００１５】

［適用例２］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１基体および前記第２基体には、アライメントマークがそれぞれ形成されていてもよい。

【００１６】

これによれば、第１基体、第２基体、第３基体を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。したがって、より信頼性が向上した電子デバイスを提供することができる。

【００１７】

［適用例３］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１機能素子は、前記第２機能素子と異なっていてもよい。

【００１８】

［適用例４］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１機能素子は、前記第２機能素子と同じであり、

前記第３基体は、前記第１キャビティーと前記第２キャビティーとを連通する開口部を有していてもよい。

【００１９】

［適用例５］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１および第２基体の材質はガラスであり、前記第３基体の材質はシリコンまたはガラスであってもよい。

【００２０】

このような電子デバイスによれば、互いに熱膨張係数が異なるガラスとシリコンを用いた電子デバイスにおいて、シリコンからなる第３基体を、両面方向からガラスからなる第１基体および第２基体で狭持することができる。これにより製造工程の加熱プロセスにおいて、熱膨張係数の差から発生する応力が相殺（オフセット）されるため、信頼性がより向上した電子デバイスを提供することができる。

【００２１】

［適用例６］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１および第２機能素子の信号を処理する集積回路を含む基板を含み、

前記基板に前記第１基体が実装され、

前記第１、第２、第３基体および前記基板をモールドするモールド部を含んでいてもよい。

【００２２】

［適用例７］

本適用例に係る電子デバイスの製造方法は、

第１基体を準備し、前記第１基体上に第１機能素子を形成することで、第１構造体を準備する第１準備工程と、

第２基体を準備し、前記第２基体上に第２機能素子を形成することで、第２構造体を準

備する第２準備工程と、
　第３基体を準備する第３準備工程と、
　前記第３基体が前記第１基体と前記第２基体により狭持されるように積層することで、前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに前記第１機能素子を収容し、前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに前記第２機能素子を収容する積層工程と、
を含む。
【００２３】
　このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスの製造方法を提供することができる。
【００２４】
　また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。
【００２５】
　また、このような電子デバイスの製造方法によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。
【００２６】
　また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子を同一基板上に形成せず、第１基体および第２基体に個別に形成されるため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。
【００２７】
　例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子および第２機能素子を形成する場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本適用例に係る電子デバイスの製造方法によれば、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。
【００２８】
　また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子を同一基板上に形成しないために、歩留まりに対する影響を低減することができる。
【００２９】
　例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下する。これに対し、本適用例に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。
【００３０】
　［適用例８］
　本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
　前記積層工程は、
　第１気圧雰囲気において前記第１基体と前記第３基体とを接合することで、前記第１気圧雰囲気の前記第１キャビティーを形成する工程と、
　第２気圧雰囲気において前記第２基体と前記第３基体とを接合することで、前記第２気圧雰囲気の前記第２キャビティーを形成する工程と、
を含み、
　前記第１気圧雰囲気の気圧と、前記第２気圧雰囲気の気圧は異なっていてもよい。

【００３１】
このような電子デバイスの製造方法によれば、第１キャビティーと第２キャビティーの気圧雰囲気の異なる場合であっても、所望の気圧雰囲気下で第１基体と第３基体の接合工程と、第２基体と第３基体の接合工程を行うことでキャビティー内の雰囲気を所望の雰囲気とすることができる。
【００３２】
［適用例９］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１準備工程は、第１アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第２準備工程は、第２アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第１および第２アライメントマークは、前記第１および第２機能素子を形成する際、一体的に形成され、
前記積層工程は、前記第１アライメントマークと前記第２アライメントマークを視覚的に検出することで位置あわせを行う工程を更に含んでいてもよい。
【００３３】
これによれば、第１基体、第２基体、第３基体を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。
【００３４】
［適用例１０］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１準備工程では複数の前記第１構造体を第１素子領域に有する第１ウェハを準備し、前記第２準備工程では複数の前記第２構造体を第２素子領域に有する第２ウェハを準備し、前記第３準備工程では複数の前記第３基体を第３素子領域に有する第３ウェハを準備し、
前記積層工程の後、積層された前記第１、第２、第３ウェハを個片化する工程を更に含んでいてもよい。
【００３５】
［適用例１１］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１アライメントマークは、前記第１ウェハの前記第１素子領域外に形成され、前記第２アライメントマークは、前記第２ウェハの前記第２素子領域外に形成されてもよい。
【００３６】
これによれば、電子デバイス内にアライメントマークを設ける必要がないため、より小型化・省スペース化を図ることができる。また、位置合わせ工程をウェハレベルで行うことができるため、個別に視覚的に検査を行って位置合わせを行うよりもより簡便に製造することができる。
【００３７】
［適用例１２］
本適用例に係る電子機器は、
本適用例に係る電子デバイスを含む。
【００３８】
このような電子機器によれば、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを有することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３９】
【図１】第１実施形態に係る電子デバイスを模式的に示す断面図。
【図２】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の一例を模式的に示す平面図。

【図３】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図４】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図５】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図６】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図７】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第２機能素子の一例を模式的に示す平面図。
【図８】第１実施形態に係る電子デバイスの第１変形例を模式的に示す断面図。
【図９】第１実施形態に係る電子デバイスの第２変形例を模式的に示す断面図。
【図１０】第１実施形態に係る電子デバイスの第３変形例を模式的に示す断面図。
【図１１】第１実施形態に係る電子デバイスの第４変形例を模式的に示す断面図。
【図１２Ａ】第２実施形態に係る電子デバイスを模式的に示す断面図。
【図１２Ｂ】第２実施形態に係る電子デバイスの変形例を模式的に示す断面図。
【図１３】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を示すフローチャート。
【図１４】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１５】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１６】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１７】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１８】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１９】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２０】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２１】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２２】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す図。
【図２３】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２４】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２５】電子機器を模式的に示す斜視図。
【図２６】電子機器を模式的に示す斜視図。
【図２７】電子機器を模式的に示す斜視図。
【発明を実施するための形態】
【００４０】
以下、本発明の好適な実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。
【００４１】
１．電子デバイスの構成
１．１　第１実施形態
まず、第１実施形態に係る電子デバイスについて、図面を参照しながら説明する。図１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００を模式的に示す断面図である。便宜上、図では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。
【００４２】
電子デバイス１００は、図１に示すように、第１基体１０、第２基体２０、第３基体からなる第１キャビティー４１と、第２キャビティー４２を有するパッケージ４０と、パッケージ４０に収容された第１および第２機能素子２００、３００と、を含む。なお、便宜上、図１では第１および第２機能素子２００、３００を簡略化して図示している。
【００４３】
電子デバイス１００は、複数の物理量検出センサーが同一パッケージ内（同一基板）に

実装された複合素子センサーである。電子デバイス１００が収容する第１および第２機能素子２００、３００は、それぞれ異なる物理量を検出するセンサー素子であってもよいし、同じ物理量を検出するセンサー素子であってもよい。第１機能素子２００は、第２機能素子と異なってもよいし、同じであってもよい。また、図示はされないが、同一キャビティー内に複数の機能素子が設けられていてもよい。機能素子の詳細は後述される。

【００４４】

図１に示すように、第１基体１０は、第１機能素子２００が設けられる部材である。第１基体１０は、第３基体３０が接合される側の面である第１面１１と、第１面１１と反対側の第２面１２と、を有する。第１基体１０の第１面１１は、第１機能素子２００を支持する面であり、かつ、第１キャビティー４１を構成する面である。第１基体１０の第１面１１には、第１凹部１４が形成されており、第１凹部１４の上方に第１機能素子２００が載置される。第１凹部１４によって、第１機能素子２００は、第１基体１０に妨害されることなく、所望の方向にのみ可動することができる。

【００４５】

第１基体１０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。加工性などの観点から、第１基体１０の材質にはガラスを用いることができる。

【００４６】

第１基体１０には、第１面１１と第２面１２を貫通する複数の貫通孔１６が形成される。図示の例では、貫通孔１６は、第１基体１０をＺ軸方向に貫通している。貫通孔１６の内壁面は、図示されるように、テーパー状であってもよい。ただし、貫通孔１６の開口部の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、特に限定されず、円形または、矩形（例えば、正方形）であることができる。ここで、図１に示すように、貫通孔１６は、第１機能素子２００と開口部の一部がオーバーラップするように配置されていてもよい。また、図示はされないが、貫通孔１６の内壁面には、貫通孔１６内から第２面１２上に延びる導電層が形成されていてもよい。

【００４７】

導電部材１８は、貫通孔１６内に形成され、貫通孔１６を塞いでいる。導電部材１８の材質は、導電性部材であれば特に限定されず、例えば、Ｃｕ、Ｗ、Ａｌなどの導電材料を適宜選択することができる。

【００４８】

第１キャビティー４１内の密閉状態は、収容する機能素子の種類に応じて適宜選択される。第１機能素子２００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第１キャビティー４１は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましい。これにより、ジャイロセンサーの振動現象が空気粘性によって減衰することを抑制できる。また、例えば加速度センサーである場合、第１キャビティー４１は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましい。これにより、加速度センサーの慣性質量と大気圧との間で所望のダンピング（粘性）が発生し、所定の検出感度を有する加速度センサーとすることができる。

【００４９】

図１に示すように、第２基体２０は、第２機能素子３００が設けられる部材である。第２基体２０は、後述される第３基体３０を介して、第１基体１０と対向配置され、第２構造体３００が設けられている点を除き、第１基体１０と同様の構成を有していてもよい。

【００５０】

第２基体２０は、第３基体３０が接合される側の面である第１面２１と、第１面２１と反対側の第２面２２と、を有する。第２基体２０の第１面２１は、第２機能素子３００を支持する面であり、かつ、第２キャビティー４２を構成する面である。第２基体２０の第１面２１には、第１凹部２４が形成されており、第１凹部２４の上方に第２機能素子３００が載置される。第１凹部２４によって、第２機能素子３００は、第２基体２０に妨害されることなく、所望の方向にのみ可動することができる。

【００５１】
第２基体２０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。加工性などの観点から、第２基体２０の材質にはガラスを用いることができる。
【００５２】
第２基体２０には、第１面２１と第２面２２を貫通する複数の貫通孔２６が形成される。図示の例では、貫通孔２６は、第２基体２０をＺ軸方向に貫通している。貫通孔２６の内壁面は、図示されるように、テーパー状であってもよい。ただし、貫通孔２６の開口部の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、特に限定されず、円形または、矩形（例えば、正方形）であることができる。ここで、図１に示すように、貫通孔２６は、第２機能素子３００と開口部の一部がオーバーラップするように配置されていてもよい。また、図示はされないが、貫通孔２６の内壁面には、貫通孔２６内から第２面２２上に延びる導電層が形成されていてもよい。
【００５３】
導電部材２８は、貫通孔２６内に形成され、貫通孔２６を塞いでいる。導電部材２８の材質は、導電性部材であれば特に限定されず、例えば、Ｃｕ、Ｗ、Ａｌなどの導電材料を適宜選択することができる。
【００５４】
第２キャビティー４２内の密閉状態は、収容する機能素子の種類に応じて適宜選択される。第２機能素子３００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第２キャビティー４２は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましい。これにより、ジャイロセンサーの振動現象が空気粘性によって減衰することを抑制できる。また、例えば加速度センサーである場合、第２キャビティー４２は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましい。これにより、加速度センサーの慣性質量と大気圧との間で所望のダンピング（粘性）が発生し、所定の検出感度を有する加速度センサーとすることができる。
【００５５】
図１に示すように、第３基体３０は、第１基体１０および第２基体２０に狭持され、第１基体１０および第２基体２０に接合される。図示はされないが、第３基体３０は、第１および第２機能素子２００、３００の一部に接合されていてもよい。第３基体３０は、図示されるように、第１基体１０との接合面となる第１面３１と、第２基体２０との接合面となる第２面３２と、を有する。
【００５６】
図１に示すように、第３基体３０の第１面３１および第２面３２には、第１凹部３３および第２凹部３４がそれぞれ形成されていてもよい。第１凹部３３と第１基体１０の第１面１１により、第１機能素子２００を収容する第１キャビティー４１を形成してもよい。したがって、第１凹部２３は第１キャビティー４１の内壁を構成する。また、第２凹部３４と第２基体２０の第１面２１により、第２機能素子３００を収容する第２キャビティー４２を形成してもよい。したがって、第２凹部３４は第２キャビティー４２の内壁を構成する。
【００５７】
第３基体３０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。好適には、第２基体２０の材質にはシリコンを用いることができる。
【００５８】
第３基体３０を、第１基体１０および第２基体２０のそれぞれに接合する方法は特に限定されず、例えば、陽極接合による接合や低融点ガラス（ガラスペースト）による接合でもよいし、半田による接合でもよい。または、第１基体１０、第２基体２０および第３基体３０の各々の接合部分に金属薄膜（図示せず）を形成し、該金属薄膜同士を共晶接合させることにより、接合を行ってもよい。例えば、第１基体１０および第２基体２０がガラ

スからなり、第３基体３０がシリコンからなる場合、陽極接合による接合方法を用いることができる。一方、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０がガラスからなる場合、ガラス接合による接合方法を用いることができる。

【００５９】

第１基体１０、第２基体２０および第３基体３０からなるパッケージ４０の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、第１および第２機能素子２００、３００を収容できれば特に限定されず、例えば、矩形（より具体的には長方形）であってもよい。

【００６０】

また、図示されるように、パッケージ４０の外面４３には、外部端子用パッドや、配線パターンとなる導電層５１、５２が適宜形成されていてもよい。導電層５１は、貫通孔１８に設けられた導電性の導電部材１８に接続するように設けられる。また、導電層５２は、貫通孔２８に設けられた導電性の導電部材２８に接続するように設けられる。また、図示はされないが、導電層５１、５２が形成されない場合、導電部材１８、２８を外部端子として用い、直接ワイヤーボンディング接続されてもよい。

【００６１】

また、第１および第２基体１０、２０の材質はガラスであり、第３基体３０の材質はシリコンまたはガラスである場合、互いに熱膨張係数が異なるガラスとシリコンを用いた電子デバイスにおいて、シリコンからなる第３基体３０を、両面方向からガラスからなる第１基体１０および第２基体２０で狭持することができる。これにより製造工程の加熱プロセスにおいて、熱膨張係数の差から発生する応力が相殺（オフセット）されるため、信頼性がより向上した電子デバイスを提供することができる。

【００６２】

［機能素子の構成］

第１および第２機能素子２００、３００は、第１キャビティー４１および第２キャビティー４２内にそれぞれ載置（収容）されている。パッケージ４０に収容される第１および第２機能素子２００、３００は、例えば、陽極接合や直接接合によって、第１基体１０および第２基体２０にそれぞれ接合されていてもよいし、接着剤によって接合されていてもよい。

【００６３】

第１および第２機能素子２００、３００の形態としては、物理量を検出し、減圧状態や不活性ガス雰囲気で密閉されたキャビティー内で動作するものであれば、特に限定されず、例えば、ジャイロセンサー、加速度センサー、振動子、ＳＡＷ（弾性表面波）素子、マイクロアクチュエーターなどの各種の機能素子を挙げることができる。

【００６４】

第１および第２機能素子２００、３００の材質は、例えば、リン、ボロン等の不純物がドープされることにより導電性が付与されたシリコンである。

【００６５】

以下では、第１実施形態に係る電子デバイス１００の一例として、第１機能素子２００にジャイロセンサーを採用し、第２機能素子３００に加速度センサー（静電容量型ＭＥＭＳ加速度センサー素子）を採用した形態を説明する。図２は、第１実施形態に係る電子デバイス１００に載置された第１機能素子２００を模式的に示す平面図である。また、図７は、第１実施形態に係る電子デバイス１００に載置された第２機能素子３００を模式的に示す平面図である。しかしながら、第１および第２機能素子２００、３００の形態は以下の形態に限定されるものはなく、公知の機能素子の形態であることができる。なお、便宜上、図２では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。このことは、後述する図３～図７でも同様である。

【００６６】

［ジャイロセンサーの構成］

第１機能素子２００は、図２に示すように、振動系構造体１０５と、駆動用固定電極１３０と、検出用固定電極１４０と、固定部１５０と、を有することができる。

【００６７】
振動系構造体１０５は、例えば、第１基体１０（または、第２基体２０）に接合されたシリコン基板を加工することにより、一体的に形成されている。これにより、シリコン半導体デバイスの製造に用いられる微細な加工技術の適用が可能となり、振動系構造体１０５の小型化を図ることができる。
【００６８】
振動系構造体１０５は、第１基体１０に固定された固定部１５０によって、支持されており、第１基体１０と離間して配置されている。振動系構造体１０５は、第１振動体１０６と、第２振動体１０８と、を有することができる。第１振動体１０６および第２振動体１０８は、Ｘ軸に沿って互いに連結されている。
【００６９】
第１振動体１０６および第２振動体１０８は、両者の境界線Ｂ（Ｙ軸に沿った直線）に対して、対称となる形状を有することができる。したがって、以下では、第１振動体１０６の構成について説明し、第２振動体１０８の構成の説明については、省略する。
【００７０】
第１振動体１０６は、駆動部１１０と、検出部１２０と、を有する。駆動部１１０は、駆動用支持部１１２と、駆動用バネ部１１４と、駆動用可動電極１１６と、を有することができる。
【００７１】
駆動用支持部１１２は、例えば、フレーム状の形状を有し、駆動用支持部１１２の内側には、検出部１２０が配置されている。図示の例では、駆動用支持部１１２は、Ｘ軸に沿って延在する第１延在部１１２ａと、Ｙ軸に沿って延在する第２延在部１１２ｂと、によって構成されている。
【００７２】
駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２の外側に配置されている。図示の例では、駆動用バネ部１１４の一端は、駆動用支持部１１２の角部（第１延在部１１２ａと第２延在部１１２ｂとの接続部）近傍に接続されている。駆動用バネ部１１４の他端は、固定部１５０に接続されている。
【００７３】
図示の例では、駆動用バネ部１１４は、第１振動体１０６において、４つ設けられている。そのため、第１振動体１０６は、４つの固定部１５０によって、支持されている。なお、第１振動体１０６と第２振動体１０８との境界線Ｂ上の固定部１５０は、設けられていなくてもよい。
【００７４】
駆動用バネ部１１４は、Ｙ軸に沿って往復しながらＸ軸に沿って延在する形状を有している。複数の駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２の中心を通るＸ軸に沿った仮想線（図示せず）、および駆動用支持部１１２の中心を通るＹ軸に沿った仮想線（図示せず）に対して、対称に設けられている。駆動用バネ部１１４を上記のような形状とすることにより、駆動用バネ部１１４が、Ｙ軸方向およびＺ軸方向に変形することを抑制し、駆動用バネ部１１４を、駆動部１１０の振動方向であるＸ軸方向にスムーズに伸縮させることができる。そして、駆動用バネ部１１４の伸縮に伴い、駆動用支持部１１２を（駆動部１１０を）、Ｘ軸に沿って振動させることができる。なお、駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２をＸ軸に沿って振動させることができれば、その数は特に限定されない。
【００７５】
駆動用可動電極１１６は、駆動用支持部１１２の外側に、駆動用支持部１１２に接続されて配置されている。より具体的には、駆動用可動電極１１６は、駆動用支持部１１２の第１延在部１１２ａに接続されている。
【００７６】
駆動用固定電極１３０は、駆動用支持部１１２の外側に配置されている。駆動用固定電極１３０は、第１基体１０上に固定されている。図示の例では、駆動用固定電極１３０は

、複数設けられ、駆動用可動電極１１６を介して、対向配置されている。図示の例では、駆動用固定電極１３０は、櫛歯状の形状を有しており、駆動用可動電極１１６は、駆動用固定電極１３０の櫛歯の間に挿入可能な突出部１１６ａを有している。駆動用固定電極１３０と突出部１１６aとの間の距離（ギャップ）を小さくすることにより、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に作用する静電力を、大きくすることができる。

【００７７】

駆動用固定電極１３０および駆動用可動電極１１６に、電圧を印加すると、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に静電力を発生させることができる。これにより、駆動用バネ部１１４をＸ軸に沿って伸縮させつつ、駆動用支持部１１２（駆動部１１０）を、Ｘ軸に沿って振動させることができる。このとき、振動系構造体１０５は減圧雰囲気、特に１０Ｐａ以下にすることで振動の効率は高くなる。

【００７８】

なお、図示の例では、駆動用可動電極１１６は、第１振動体１０６において、４つ設けられているが、駆動用支持部１１６をＸ軸に沿って振動させることができれば、その数は特に限定されない。また、図示の例では、駆動用固定電極１３０は、駆動用可動電極１１６を介して、対向配置されているが、駆動用支持部１１２をＸ軸に沿って振動させることができれば、駆動用固定電極１３０は、駆動用可動電極１１６の一方側にのみ配置されていてもよい。

【００７９】

検出部１２０は、駆動部１１０に連結されている。図示の例では、検出部１２０は、駆動用支持部１１２の内側に配置されている。検出部１２０は、検出用支持部１２２と、検出用バネ部１２４と、検出用可動電極１２６と、を有することができる。なお、図示はしないが、検出部１２０は、駆動部１１０に連結されていれば、駆動用支持部１１２の外側に配置されていてもよい。

【００８０】

検出用支持部１２２は、例えば、フレーム状の形状を有している。図示の例では、検出用支持部１２２は、Ｘ軸に沿って延在する第３延在部１２２ａと、Ｙ軸に沿って延在する第４延在部１２２ｂと、によって構成されている。

【００８１】

検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２の外側に配置されている。検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２と駆動用支持部１１２とを接続している。より具体的には、検出用バネ部１２４の一端は、検出用支持部１２２の角部（第３延在部１２２ａと第４延在部１２２ｂとの接続部）近傍に接続されている。検出用バネ部１２４の他端は、駆動用支持部１１２の第１延在部１１２ａに接続されている。

【００８２】

検出用バネ部１２４は、Ｘ軸に沿って往復しながらＹ軸に沿って延在する形状を有している。図示の例では、検出用バネ部１２４は、第１振動体１０６において、４つ設けられている。複数の検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２の中心を通るＸ軸に沿った仮想線（図示せず）、および検出用支持部１２２の中心を通るＹ軸に沿った仮想線（図示せず）に対して、対称に設けられている。検出用バネ部１２４を上記のような形状とすることにより、検出用バネ部１２４が、Ｘ軸方向およびＺ軸方向に変形することを抑制し、検出用バネ部１２４を、検出部１２０の振動方向であるＹ軸方向にスムーズに伸縮させることができる。そして、検出用バネ部１２４の伸縮に伴い、検出用支持部１２２を（検出部１２０を）、Ｙ軸に沿って変位させることができる。なお、検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２をＹ軸に沿って変位させることができれば、その数は特に限定されない。

【００８３】

検出用可動電極１２６は、検出用支持部１２２の内側に、検出用支持部１２２に接続されて配置されている。図示の例では、検出用可動電極１２６は、Ｘ軸に沿って延在しており、検出用支持部１２２の２つの第４延在部１２２ｂに、接続されている。

【００８４】

検出用固定電極１４０は、検出用支持部１２２の内側に配置されている。検出用固定電極１４０は、第１基体１０上に固定されている。図示の例では、検出用固定電極１４０は、複数設けられ、検出用可動電極１２６を介して、対向配置されている。

【００８５】

検出用可動電極１２６および検出用固定電極１４０の数および形状は、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量の変化を検出することができれば、特に限定されない。

【００８６】

次に、第１機能素子２００の動作について説明する。図３～図６は、第１実施形態に係る電子デバイス１００の第１機能素子２００の動作を説明するための図である。なお、便宜上、図３～図６では、第１機能素子２００の各部分を、簡略化して図示している。

【００８７】

駆動用固定電極１３０および駆動用可動電極１１６に、図示しない電源によって、電圧を印加すると、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に静電力を発生させることができる。これにより、図３および図４に示すように、駆動用バネ部１１４をＸ軸に沿って伸縮させることができ、駆動部１１０をＸ軸に沿って振動させることができる。

【００８８】

より具体的には、第１振動体１０６の駆動用可動電極１１６と固定電極１３０との間に第１交番電圧を印加し、第２振動体１０８の駆動用可動電極１１６と固定電極１３０との間に第１交番電圧と位相が１８０度ずれた第２交番電圧を印加する。これにより、第１振動体１０６の第１駆動部１１０ａ、および第２振動体１０８の第２駆動部１１０ｂを、互いに逆位相でかつ所定の周波数で、Ｘ軸に沿って振動させることができる。すなわち、Ｘ軸に沿って互いに連結された第１駆動部１１０ａおよび第２駆動部１１０ｂは、Ｘ軸に沿って、互いに逆位相で振動する。図３に示す例では、第１駆動部１１０ａは、α１方向に変位し、第２駆動部１１０ｂは、α１方向と反対方向のα２方向に変位している。図４に示す例では、第１駆動部１１０ａは、α２方向に変位し、第２駆動部１１０ｂは、α１方向に変位している。

【００８９】

なお、検出部１２０は、駆動部１１０に連結されているため、検出部１２０も駆動部１１０の振動に伴い、Ｘ軸に沿って振動する。すなわち、第１振動体１０６および第２振動体１０８は、Ｘ軸に沿って、互いに反対方向に変位する。

【００９０】

図５および図６に示すように、駆動部１１０ａ、１１０ｂが第１振動を行っている状態で、機能素子２００にＺ軸回りの角速度ωが加わると、コリオリの力が働き、検出部１２０は、Ｙ軸に沿って変位する。すなわち、第１駆動部１１０ａに連結された第１検出部１２０ａ、および第２駆動部１１０ｂに連結された第２検出部１２０ｂは、第１振動およびコリオリ力によって、Ｙ軸に沿って、互いに反対方向に変位する。図５に示す例では、第１検出部１２０ａは、β１方向に変位し、第２検出部１２０ｂは、β１方向と反対方向のβ２方向に変位している。図６に示す例では、第１検出１２０ａは、β２方向に変位し、第２検出部１２０ｂは、β１方向に変位している。

【００９１】

検出部１２０ａ、１２０ｂがＹ軸に沿って変位することにより、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の距離Ｌは、変化する。そのため、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量は、変化する。第１機能素子２００では、検出用可動電極１２６および検出用固定電極１４０に電圧を印加することにより、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量の変化量を検出し、Ｚ軸回りの角速度ωを求めることができる。

【００９２】

なお、上記では、静電力によって、駆動部１１０を駆動させる形態（静電駆動方式）について説明したが、駆動部１１０を駆動させる方法は、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ができる。尚、ジャイロセンサーの構成では、雰囲気を減圧下とすることで良好な振動特性および検出特性を得ることができる。

【００９３】

［加速度センサーの構成］

第２機能素子３００は、図７に示すように、固定部２８１、２８２と、連結部２８４、２８５と、可動部２８６と、可動電極部２８７と、固定電極部２８８、２８９と、を含むことができる。

【００９４】

可動部２８６は、Ｘ軸方向の加速度の変化に応じて、連結部２８４、２８５を弾性変形させながら、Ｘ軸方向（＋Ｘ方向または－Ｘ方向）に変位する。このような変位に伴って、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の隙間、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の隙間の大きさが変化する。すなわち、このような変位に伴って、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量の大きさが変化する。これらの静電容量の変化に基づいて、第２機能素子３００は、Ｘ軸方向の加速度を検出することができる。

【００９５】

固定部２８１、２８２は、第１基体１０の第１面１１に接合されている。図示の例では、固定部２８１、２８２は、平面視において、第２凹部１５の外周縁を跨ぐように設けられている。

【００９６】

可動部２８６は、固定部２８１と固定部２８２との間に設けられている。図７に示す例では、可動部２８６の平面形状は、Ｘ軸に沿った長辺を有する長方形である。

【００９７】

連結部２８４、２８５は、可動部２８６を固定部２８１、２８２に連結している。連結部２８４、２８５は、所望のばね定数を持ち、Ｘ軸方向に可動部２８６を変位し得るように構成されている。図７に示す例では、連結部２８４は、Ｙ軸方向に蛇行しながらＸ軸方向に延びる形状をなす２つの梁２８４ａ、２８４ｂによって構成されている。同様に、連結部２８５は、Ｙ軸方向に蛇行しながらＸ軸方向に延びる形状をなす２つの梁２８５ａ、２８５ｂによって構成されている。

【００９８】

可動電極部２８７は、可動部２８６に接続されている。可動電極部２８７は、複数設けられている。可動電極部２８７は、可動部２８６から＋Ｙ方向および－Ｙ方向に突出し、櫛歯状をなすようにＸ軸方向に並んでいる。

【００９９】

固定電極部２８８、２８９は、一方の端部が固定端として第１基体１０の第１面１１に接合され、他方の端部が自由端として可動部２８６側へ延出している。固定電極部２８８、２８９の各々は、複数設けられている。固定電極部２８８は、図示されない配線と電気的に接続され、固定電極部２８９は、図示されない配線と電気的に接続されている。固定電極部２８８、２８９は、櫛歯状をなすようにＸ軸方向に交互に並んでいる。固定電極部２８８、２８９は、可動電極部２８７に対して間隔を隔てて対向して設けられ、可動電極部２８７の一方側（－Ｘ方向側）に固定電極部２８８が配置され、他方側（＋Ｘ方向側）に固定電極部２８９が配置されている。

【０１００】

固定部２８１、２８２、連結部２８４、２８５、可動部２８６、および可動電極部２８７は、一体的に形成されている。

【０１０１】

固定部２８１は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４０を有する。これにより、固定部２８１は、外部接続端子と電気的に接続している。また、固定電極部２８８は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４２を有する。これにより、固定電極部２

８８は、外部接続端子と電気的に接続している。また、固定電極部２８９は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４４を有する。これにより、固定電極部２８９は、外部接続端子と電気的に接続している。

【０１０２】

第２機能素子３００では、電気的に接続された外部接続端子を用いることにより、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量を測定することができる。さらに、第２機能素子３００では、電気的に接続された外部接続端子を用いることにより、可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量を測定することができる。このように第２機能素子３００では、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量を別々に測定し、それらの測定結果に基づいて、高精度に物理量（加速度）を検出することができる。尚、加速度センサーの構成では、雰囲気を大気圧下とし、空気粘性を利用することで良好な検出特性を得ることができる。

【０１０３】

以上により、本実施形態に係る電子デバイス１００を構成することができる。

【０１０４】

本実施形態に係る電子デバイス１００は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１０５】

本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００が形成された場合と比べて、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することができる。

【０１０６】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、製造工程において機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【０１０７】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。したがって、製造工程を簡略化することができる電子デバイスを提供することができる。

【０１０８】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されないため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる電子デバイスを提供することができる。

【０１０９】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００が形成されていた場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、電子デバイス１００によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成されるため、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１１０】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されないため、歩留まりに対する影響が低減された電子デバイスを提供することができる。

【０１１１】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方のみが不良で

あった場合、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下し、電子デバイスの構造が歩留まりに大きく影響を与える。これに対し、電子デバイス１００によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１１２】

［第１変形例］

次に、第１実施形態の第１変形例について、図８を参照しつつ説明する。図８は、第１変形例に係る電子デバイス１０１を模式的に示す断面図である。第１変形例に係る電子デバイス１０１では、第１基体１０、第２基体２０、および第３基体３０の形状において、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【０１１３】

第１変形例に係る電子デバイス１０１においては、図示されるように、第３基体３０に第１凹部３３および第２凹部３４は形成されず、第３基体３０は、プレート状部材である。

【０１１４】

これに対し、第１基体１０の第１面１１の周縁には、第１キャビティー４１を形成するためのスペーサーとして、枠体１９が形成されている。したがって、第１機能素子２００を収容する第１キャビティー４１は、第１基体１０の第１面１１、枠体１９、および第３基体３０の第１面３１から構成される。

【０１１５】

また、第２基体２０の第１面２１の周縁には、第２キャビティー４２を形成するためのスペーサーとして、枠体２９が形成されている。したがって、第１機能素子２００を収容する第１キャビティー４１は、第１基体１０の第１面１１、枠体１９、および第３基体３０の第１面３１から構成される。

【０１１６】

第１変形例に係る電子デバイス１０１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有することができる。

【０１１７】

［第２変形例］

次に、第１実施形態の第２変形例について、図９を参照しつつ説明する。図９は、第２変形例に係る電子デバイス１０２を模式的に示す断面図である。第２変形例に係る電子デバイス１０２では、第３基体３３０の形状において、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【０１１８】

第２変形例に係る電子デバイス１０２においては、図示されるように、第３基体３３０に第１凹部３３および第２凹部３４は形成されず、第３基体３３０は第１キャビティー４１と第２キャビティー４２とを連通する開口部３３１を有する。換言すれば、第３基体３３０は、開口部３３１を有する枠体である。

【０１１９】

電子デバイス１０２においては、第１機能素子２００と第２機能素子３００は同じ物理量を検出する機能素子である。ただし、第１機能素子２００と第２機能素子３００において検出軸方向は異なっていてもよい

第２変形例に係る電子デバイス１０２は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有することができる。

【０１２０】
［第３変形例］
次に、第１実施形態の第３変形例について、図１０を参照しつつ説明する。図１０は、第３変形例に係る電子デバイス１０３を模式的に示す断面図である。第３変形例に係る電子デバイス１０３では、第１基体１０の第１面１１および第２基体２０の第１面２１のそれぞれにアライメントマーク６０が形成される点で、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。
【０１２１】
第１基体１０の第１面１１には、第１アライメントマーク６１が形成される。また、第２基体２０の第１面２１には、第２アライメントマーク６２が形成される。第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２は、それぞれが積層方向（図示の例ではＺ軸方向）において一致した場合に、第１機能素子１００と第２機能素子３００が所定の配置となり、所望の検出軸方向を有することができるように、配置される。第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２は、それぞれ複数形成されていてもよい。
【０１２２】
アライメントマーク６０（第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２）は、第１基体１０、第２基体２０、および第３基体３０を積層する工程において、視覚的に検出可能であって、位置合わせに用いることができる限り、特に限定されるものではない。以下において、アライメントマーク６０の一形態を説明する。
【０１２３】
図１０は、アライメントマーク６０の拡大平面図Ａ１を含み、アライメントマーク６０のＺ軸方向から見た平面視の形状を示す。図１０におけるアライメントマークは、拡大平面図Ａ１のＩＸ－ＩＸ線断面図に対応している。拡大平面図Ａ１に示されるように、アライメントマーク６０は、第１基体１０（または第２基体２０）に形成された溝部６３と、溝部６３の周囲に配置された構造体６４から構成されていてもよい。溝部６３は、例えば、平面視において十字形状（クロス形状）であってもよい。また、構造体６４は、図示されるように、溝部６３の十字形状（クロス形状）の開口部に沿って、互いに開口部を挟むように、４つ配置されていてもよい。
【０１２４】
第３変形例に係る電子デバイス１０３は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有し、さらに、以下の特徴を有することができる。
【０１２５】
電子デバイス１０３によれば、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。したがって、より信頼性が向上した電子デバイスを提供することができる。
【０１２６】
［第４変形例］
次に、第１実施形態の第４変形例について、図１１を参照しつつ説明する。図１１は、第４変形例に係る電子デバイス１０４を模式的に示す断面図である。第４変形例に係る電子デバイス１０４は、図示されるように、第２変形例に係る電子デバイス１０２に対して上記アライメントマーク６０が設けられた形態を有する。
【０１２７】
第４変形例に係る電子デバイス１０４は、第３変形例に係る電子デバイス１０３と同様の上記特徴を有することができる。
【０１２８】
１．２．　第２実施形態

次に、第２実施形態に係る電子デバイスについて、図面を参照しながら説明する。図１２Ａは、第２実施形態に係る電子デバイス４００を模式的に示す断面図である。便宜上、図では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。

【０１２９】

図示されるように、電子デバイス４００は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０１、１０２、１０３、１０４）が実装され、第１および第２機能素子２００、３００の信号を処理する集積回路を含む基板４１０と、パッケージ４０（第１、第２、第３基体１０、２０、３０）および基板４１０をモールド封止するモールド部４３０を含む。

【０１３０】

基板４１０には、集積回路と電気的に接続されたパッド４１１が複数設けられている。集積回路の構成は、第１機能素子２００、第２機能素子３００に対して電圧を印可し、第１機能素子２００、第２機能素子３００からの静電容量等の検出信号を処理することができる限り、特に限定されない。集積回路は、例えば、トランジスター等の能動素子や、抵抗、コイル、コンデンサー等の受動素子を含んでもよい。

【０１３１】

パッド４１１は、電子デバイス１００の導電層５１、５２とそれぞれ電気的に接続される。これにより、第１機能素子２００、第２機能素子３００と、基板４１０に設けられた集積回路とを電気的に接続することができる。

【０１３２】

図示の例では、第１基体１０の第２面１２に形成された導電層５１が基板４１０にフリップチップ実装され、第２基体２０の第２面２２に形成された導電層５２が基板４１０にワイヤーボンディング実装されている。具体的には、導電層５１とパッド４１１は導電部材４１６を介して電気的に接続され、導電層５２とパッド４１１はワイヤ４１２を介して電気的に接続される。ここで、導電部材４１６は、半田であってもよいし、公知の導電性接着剤であってもよい。

【０１３３】

ここで、図示はされないが、第１基体１０の第２面１２に形成された導電層５１が基板４１０にワイヤーボンディング実装され、第２基体２０の第２面２２に形成された導電層５２が基板４１０にフリップチップ実装されていてもよい。

【０１３４】

また、図示されるように、基板４１０は、配線基板４２０に搭載されていてもよい。配線基板４２０は、例えば、基板４１０が搭載されている面にパッド４２１が形成され、パッド４２１とワイヤ４２２によりワイヤーボンディング接続されていてもよい。また、配線基板４２０は、パッド４２１が形成されている面とは反対側の面に、外部端子４２３が形成されていてもよい。

【０１３５】

配線基板４２０の材質は、特に限定されず、シリコン基板、ガラス基板、セラミックス基板、プラスチック基板等を挙げることができる。また、配線基板４２０は、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）からなる基板又はフィルムであってもよい。あるいは、配線基板４２０は、ポリイミド樹脂からなるフレキシブル基板を使用してもよい。配線基板４２０に、フレキシブル基板としてＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）や、ＴＡＢ（Ｔａｐｅ　Ａｕｔｏｍａｔｅｄ　Ｂｏｎｄｉｎｇ）技術で使用されるテープ基板を使用してもよい。

【０１３６】

モールド部４３０は、少なくとも電子デバイス１００、基板４１０をモールド封止する。モールド部４３０の材質は、公知の樹脂モールドである限り、特に限定されない。

【０１３７】

電子デバイス４００によれば、電子デバイス１００がモジュール化された電子デバイスを提供することができる。しがたって、小型化・省スペース化に寄与することができる、モジュール化された電子デバイス４００を提供することができる。

【０１３８】
［変形例］
次に、第２実施形態の変形例について、図１２Ｂを参照しつつ説明する。図１２Ｂは、変形例に係る電子デバイス４０１を模式的に示す断面図である。変形例に係る電子デバイス４０１は、図示されるように、第２実施形態に係る電子デバイス４００とは、電子デバイス１００（１０１、１０２、１０３、１０４）の実装形態においてのみ異なる。
【０１３９】
第２実施形態に係る電子デバイス４００においては、電子デバイス１００の第１基体１０の第２面１２（若しくは、第２基体２０の第２面２２）が基板４１０のパッド４１１が形成された面と対向するようにフリップチップ実装されている。これに対し、変形例に係る電子デバイス４０１においては、電子デバイス１００の第１基体１０の第２面１２、および第２基体２０の第２面２２が基板４１０のパッド４１１が形成された面と実質的に直交するように実装されている。
【０１４０】
電子デバイス１００と基板４１０との電気的接続方法は特に限定されない。例えば、パッド４４１が複数設けられた基板４４０を介して電子デバイス１００と基板４１０との電気的接続を図ってもよい。具体的には、複数のパッド４４１は、導電部材４１６を介して、電子デバイス１００の導電層５１、導電層５２、若しくはパッド４１１と電気的に接続される。これにより、電子デバイス１００は、基板４１０および配線基板４２０と電気的に接続される。
【０１４１】
基板４４０には、例えば、公知のフレキシブル基板を用いることができる。フレキシブル基板としては、例えば、ＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）や、ＴＡＢ（Ｔａｐｅ　Ａｕｔｏｍａｔｅｄ　Ｂｏｎｄｉｎｇ）技術で使用されるテープ基板を用いることができる。また、図示はされないが、基板４４０には、断面図がＬ字形状のリジッド基板からなる配線基板を用いてもよい。
【０１４２】
変形例に係る電子デバイス４０１は、第２実施形態に係る電子デバイス４００と同様の上記特徴を有することができる。
【０１４３】
２．電子デバイスの製造方法
次に、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法について、図面を参照しながら説明する。図１３は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０３）の製造工程のフローチャートである。図１４～図２１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０３）の製造工程を模式的に示す断面図であって、図１に対応している。
【０１４４】
図１３に示すように、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、第１基体１０を準備し、第１基体１０の上に第１機能素子２００を形成することで、第１構造体１０ａを準備する第１準備工程（Ｓ１）と、第２基体２０を準備し、第２基体２０の上に第２機能素子３００を形成することで、第２構造体２０ａを準備する第２準備工程（Ｓ２）と、第３基体を準備する第３準備工程（Ｓ３）と、第３基体３０が第１基体１０と第２基体２０により狭持されるように積層することで、第１基体１０および第３基体３０に囲まれる第１キャビティー４１に第１機能素子２００を収容し、第２基体２０および第３基体３０に囲まれる第２キャビティー４２に第２機能素子３００を収容する積層工程（Ｓ４）と、を含む。
【０１４５】
本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、第１準備工程（Ｓ１）、第２準備工程（Ｓ２）、および第３準備工程（Ｓ３）の順番を限定するものではない。また、以下の詳細な説明は、電子デバイス１００（１０３）の製造方法の一例を説明するものであって、これに限定するものではない。

【０１４６】
[第１準備工程（Ｓ１）および第２準備工程（Ｓ２）]
まず、図１４に示すように、ガラスなどのプレート状基板から、第１基体１０を準備する。図示されるように、第１基体１０の第１面１１に、第１凹部１４および貫通孔１６を形成する。このとき、例えば、第１凹部１４を形成する際、同時にアライメントマーク６０の溝部６３を形成してもよい。第１凹部１４および貫通孔１６の形成方法は特に限定されず、公知のＭＥＭＳ加工技術を用いることができる。第１凹部１４は、例えば、公知のフォトリソグラフィー技術およびエッチング技術により形成し、貫通孔１６は、ブラスト加工により形成してもよい。
【０１４７】
また、図示はされないが、第１変形例に係る電子デバイスを製造する場合、本工程において、第１基体１０が枠体１９を有するように、適宜パターニングを行ってもよい（図８参照）。
【０１４８】
次に、図１５に示すように、第１機能素子２００の原料基板２００ａを第１基体１０の第１面１１に接合する。ここで、原料基板２００ａはシリコン基板からなり、第１機能素子２００よりも厚い基板である。原料基板２００ａと基板１０の接合は、例えば、陽極接合によって行われる。
【０１４９】
次に、図１６に示すように、貫通孔１６内に導電部材１８を形成する。導電部材１８を形成する方法は特に限定されず、例えば、表面に下地層を形成し、Ｃｕめっき処理を行うことで貫通電極となる導電部材１８を形成してもよい。また、図示されるように、導電部材１８と電気的に接続する導電層５１を形成することができる。導電層５１は、例えば、スパッタ法やＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法などによって成膜された後、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術によってパターニングされることによって形成される。
【０１５０】
次に、図１７に示すように、公知の研削、研磨処理により原料基板２００ａが所望の膜厚を有する原料基板２００ｂとなるまで薄膜化する。例えば、化学機械研磨処理（ＣＭＰ）により薄膜化を行ってもよい。
【０１５１】
次に、図１８に示すように、所望の膜厚まで薄膜化された原料基板２００ｂをパターニングすることにより、第１機能素子２００が形成される。パターニングは、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術によって行われる。
【０１５２】
ここで、図示されるように、アライメントマーク６１が形成される場合、原料基板２００ｂをパターニングすることにより、アライメントマーク６１の構造体６４が形成される。したがって、構造体６４は第１機能素子２００と一体的に形成される。
【０１５３】
以上の工程により、第１機能素子２００が形成された第１構造体１０ａを準備することができる。
【０１５４】
また、本工程において、所望の膜厚まで薄膜化された原料基板２００ｂをパターニングすることにより、第２機能素子３００を形成した場合、第２機能素子３００が形成された第２構造体２０ａを準備することができる。
【０１５５】
[第３準備工程（Ｓ３）]
次に、図１９に示すように、第３基体３０を準備する。第３基体３０は、シリコン基板を準備し、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術により、第１凹部３３および第２凹部３４を形成することで形成される。

【０１５６】
また、図示はされないが、第２変形例に係る電子デバイスを製造する場合、本工程において、第３基体３３０が開口部３３１を有するように、適宜パターニングを行ってもよい（図９参照）。
【０１５７】
[積層工程（Ｓ４）]
次に、図２０に示すように、第１構造体１０ａと第３基体３０とを接合することで、第１基体１０および第３基体３０に囲まれる第１キャビティー４１に第１機能素子２００を収容する。第１構造体１０ａと第３基体３０との接合は、例えば、陽極接合によって行われる。
【０１５８】
ここで、所望の第１気圧雰囲気において、第１構造体１０ａと第３基体３０とを接合することで、第１気圧雰囲気の第１キャビティー４１を形成することができる。第１気圧雰囲気は、収容される機能素子の種類により適宜決定される。第１気圧雰囲気は、減圧雰囲気（好ましくは真空）であってもよいし、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気であってもよい。
【０１５９】
第１機能素子２００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第１キャビティー４１は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましいため、第１気圧雰囲気は減圧状態（より好ましくは真空状態）である。また、第１機能素子２００が例えば加速度センサーである場合、第１キャビティー４１は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましいため、第１気圧雰囲気は大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）である。
【０１６０】
次に、図２１に示すように、第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合することで、第２基体２０および第３基体３０に囲まれる第２キャビティー４２に第２機能素子３００を収容する。第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合は、例えば、陽極接合によって行われる。
【０１６１】
ここで、所望の第２気圧雰囲気において、第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合することで、第２気圧雰囲気の第２キャビティー４２を形成することができる。第２気圧雰囲気は、収容される機能素子の種類により適宜決定される。第２気圧雰囲気は、減圧雰囲気（好ましくは真空）であってもよいし、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気であってもよい。
【０１６２】
第２機能素子３００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第２キャビティー４２は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましいため、第２気圧雰囲気は減圧状態（より好ましくは真空状態）である。また、第２機能素子３００が例えば加速度センサーである場合、第２キャビティー４２は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましいため、第２気圧雰囲気は大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）である。
【０１６３】
また、第１構造体１０ａと第２構造体２０ａにアライメントマーク６０（第１アライメントマーク６１、第２アライメントマーク６２）がそれぞれ形成されている場合、積層工程（Ｓ４）は、第１アライメントマーク６１と第２アライメントマーク６１を視覚的に検出することで位置あわせを行う工程を更に含む。これによれば、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。
【０１６４】

以上の工程により、電子デバイス１００を製造することができる。

【０１６５】

本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１６６】

本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化に寄与する電子デバイスの製造方法を提供することができる。

【０１６７】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【０１６８】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができる。したがって、減圧した状態で、封止用貫通孔内の導電部材をレザー等で溶融させ、キャビティー内を封止するといった封止工程を行う必要がなく、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。

【０１６９】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００を同一基板上に形成せず、第１基体１０および第２基体２０に個別に形成されるため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１７０】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００を形成する場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１７１】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００を同一基板上に形成しないために、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１７２】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下する。これに対し、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１７３】

［変形例］

次に、本実施形態の変形例について、図２２～図２４を参照しつつ説明する。図２２、２３は、変形例に係る第１～第３準備工程（Ｓ１～Ｓ３）を模式的に説明するための図である。図２４は変形例に係る積層工程（Ｓ４）を模式的に説明するための図である。

【０１７４】

変形例に係る電子デバイスの製造方法においては、第１準備工程（Ｓ１）、第２準備工程（Ｓ２）、第３準備工程（Ｓ３）、および積層工程（Ｓ４）は、ウェハレベルで行われる。

【０１７５】
［第１～第３準備工程（Ｓ１～Ｓ３）］
第１準備工程（Ｓ１）では複数の第１構造体１０ａを第１素子領域２０１０に有する第１ウェハ２０００を準備する。ここで、図２２（Ａ）は第１ウェハ２０００の平面図であり、図２２（Ｂ）は図２２（Ａ）のＢ－Ｂ線断面図である。
【０１７６】
図示されるように、第１ウェハ２０００の平面形状は、例えば、略円形であってもよい。図２２（Ａ）に示すように、一部が切り欠かれていてもよい。
【０１７７】
第１ウェハ２０００は、図２２（Ａ）に示すように、複数の第１構造体１０ａが形成された領域である第１素子領域２０１０（図２２（Ａ）の灰色で示された領域）と、非素子領域２０２０（図２２（Ａ）の白色で示された領域）と、を有する。
【０１７８】
図２２（Ｂ）に示すように、第１素子領域２０１０は、第１ウェハ２０００の中央部に形成してもよい。図２２（Ａ）に示すように、切断ラインＬは、隣り合った第１構造体１０ａの境界線を示すものである。よって、切断ラインＬによって区画された１つの領域は、切断されて第１構造体１０ａとなる領域である。
【０１７９】
ここで、図示されるように、第１アライメントマーク６１は、第１ウェハ２０００の第１素子領域２０１０外（非素子領域２０２０）に形成されてもよい。
【０１８０】
第２準備工程（Ｓ２）では、図２３（Ａ）に示すように、第１ウェハ２０００と同様に、複数の第２構造体２０ａを第２素子領域３０１０に有する第２ウェハ３０００を準備する。図示されるように、第２ウェハ３０００は、複数の第２構造体２０ａが形成された領域である第２素子領域３０１０と、非素子領域３０２０と、を有する。
【０１８１】
ここで、図示されるように、第２アライメントマーク６２は、第２ウェハ３０００の第２素子領域３０１０外（非素子領域３０２０）に形成されてもよい。
【０１８２】
第３準備工程（Ｓ３）では、図２３（Ｂ）に示すように、複数の第３基体３０を第３素子領域４０１０に有する第３ウェハ４０００を準備する。図示されるように、第３ウェハ４０００は、複数の第３基体３０が形成された領域である第３素子領域４０１０と、非素子領域４０２０と、を有する。
【０１８３】
［積層工程（Ｓ４）］
図２４に示されるように、積層工程もウェハレベルで行われる。具体的には、第１ウェハ２０００と第３ウェハ４０００を接合し、第２ウェハ３０００と第３ウェハ４０００を接合することで、第１構造体１０ａ、第２構造体２０ａ、および第３基体３０からなる電子デバイス１００を複数有するウェハを形成することができる。
【０１８４】
変形例に係る電子デバイスの製造方法においては、積層工程の後、積層された第１、第２、第３ウェハ２０００、３０００、４０００をダイシング等の公知の切断技術により個片化する工程を更に含む。ダイシングは、切断ラインＬに沿って行われる。
【０１８５】
変形例に係る電子デバイスの製造方法によれば、ウェハレベルで製造するため、より多くの電子デバイス１００を効率よく製造することができる。
【０１８６】
また、図示されるように、第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２を用いることで、ウェハを積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有すること

ができる。また、電子デバイス内にアライメントマークを設ける必要がないため、より小型化・省スペース化を図ることができる。また、位置合わせ工程をウェハレベルで行うことができるため、個別に視覚的に検査を行って位置合わせを行うよりもより簡便に製造することができる。

【０１８７】

３．電子機器

次に、第１実施形態に係る電子機器について、図面を参照しながら説明する。第１実施形態に係る電子機器は、本発明に係る電子デバイスを含む。以下では、本発明に係る電子デバイスとして、電子デバイス１００を含む電子機器について、説明する。

【０１８８】

図２５は、第１実施形態に係る電子機器として、モバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピューター１１００を模式的に示す斜視図である。

【０１８９】

図２５に示すように、パーソナルコンピューター１１００は、キーボード１１０２を備えた本体部１１０４と、表示部１１０８を有する表示ユニット１１０６と、により構成され、表示ユニット１１０６は、本体部１１０４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。

【０１９０】

このようなパーソナルコンピューター１１００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０１９１】

図２６は、第１実施形態に係る電子機器として、携帯電話機（ＰＨＳも含む）１２００を模式的に示す斜視図である。

【０１９２】

図２６に示すように、携帯電話機１２００は、複数の操作ボタン１２０２、受話口１２０４および送話口１２０６を備え、操作ボタン１２０２と受話口１２０４との間には、表示部１２０８が配置されている。

【０１９３】

このような携帯電話機１２００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０１９４】

図２７は、第１実施形態に係る電子機器として、デジタルスチルカメラ１３００を模式的に示す斜視図である。なお、図２７には、外部機器との接続についても簡易的に示している。

【０１９５】

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ１３００は、被写体の光像をＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ）などの撮像素子により光電変換して撮像信号（画像信号）を生成する。

【０１９６】

デジタルスチルカメラ１３００におけるケース（ボディー）１３０２の背面には、表示部１３１０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１３１０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。

【０１９７】

また、ケース１３０２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１３０４が設けられている。

【０１９８】

撮影者が表示部１３１０に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン１３０６を押下すると、その時点におけるＣＣＤの撮像信号が、メモリー１３０８に転送・格納される。

【０１９９】

また、このデジタルスチルカメラ１３００においては、ケース１３０２の側面に、ビデオ信号出力端子１３１２と、データ通信用の入出力端子１３１４とが設けられている。そして、ビデオ信号出力端子１３１２には、テレビモニター１４３０が、データ通信用の入出力端子１３１４には、パーソナルコンピューター１４４０が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー１３０８に格納された撮像信号が、テレビモニター１４３０や、パーソナルコンピューター１４４０に出力される構成になっている。

【０２００】

このようなデジタルスチルカメラ１３００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０２０１】

以上のような電子機器１１００、１２００、１３００は、小型化・省スペース化に寄与することができる電子デバイス１００を有することができる。

【０２０２】

なお、上記電子デバイス１００を備えた電子機器は、図２５に示すパーソナルコンピューター（モバイル型パーソナルコンピューター）、図２６に示す携帯電話機、図２７に示すデジタルスチルカメラの他にも、例えば、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ー）、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、各種ナビゲーション装置、ページャー、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、ヘッドマウントディスプレイ、ワードプロセッサー、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、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、ロケット、船舶の計器類）、ロボットや人体などの姿勢制御、フライトシミュレーターなどに適用することができる。

【０２０３】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【０２０４】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

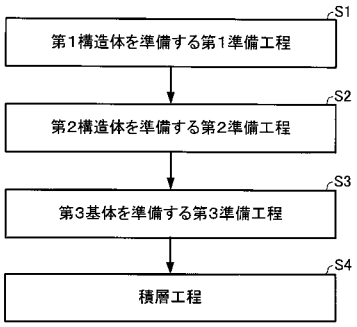
【符号の説明】

【０２０５】

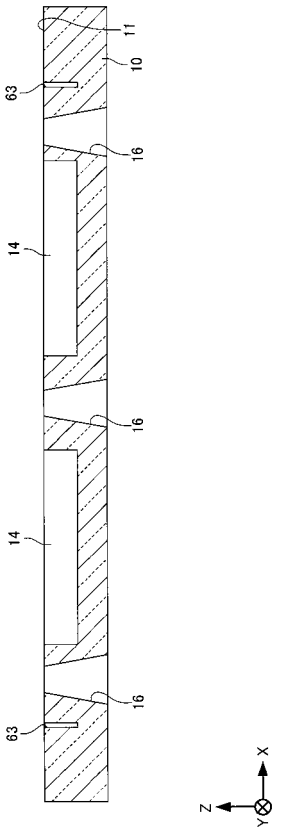
１０…第１基体、１０ａ…第１構造体、１１…第１面、１２…第２面、１４…第１凹部、１６…貫通孔、１８…導電部材、１９…枠体、２０…第２基体、２０ａ…第２構造体、２１…第１面、２２…第２面、２４…第１凹部、２６…貫通孔、２８…導電部材、２９…枠体、３０、３３０…第３基体、３１…第１面、３２…第２面、３３…第１凹部、３４…第２凹部、４０…パッケージ、４１…第１キャビティー、４２…第２キャビティー、４３…外面、５１…導電層、５２…導電層、６０…アライメントマーク、６１…第１アライメントマーク、６２…第２アライメントマーク、１００、１０１、１０２、１０３、１０４、４００、４０１…電子デバイス、１０５…振動系構造体、１０６…第１振動体、１０８…第２振動体、１１０…駆動部、１１２…駆動用支持部、１１２ａ…第１延在部、１１２ｂ…第２延在部、１１４…駆動用バネ部、１１６…駆動用可動電極、１１６ａ…突出部、１２０…検出部、１２２…検出用支持部、１２２ａ…第３延在部、１２２ｂ…第４延在部、１２４…検出用バネ部、１２６…検出用可動電極、１３０…駆動用固定電極、１４０…検出用固定電極、１５０…固定部、２００…第１機能素子、２８１、２８２…固定部、２８

４…連結部、２８４ａ、２８４ｂ…梁、２８５…連結部、２８５ａ、２８５ｂ…梁、２８６…可動部、２８７…可動電極部、２８８、２８９…固定電極部、３００…第２機能素子、３３１…開口部、４１０…基板、４１１…パッド、４１２…ワイヤ、４１６…導電部材、４２０…配線基板、４２１…パッド、４２２…ワイヤ、４２３…外部端子、４３０…モールド部、４４０…基板、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…デジタルスチルカメラ、１３０２…ケース、１３０４…ユニット、１３０６…シャッターボタン、１３０８…メモリー、１３１０…表示部、１３１２…ビデオ信号出力端子、１３１４…入出力端子、１４３０…テレビモニター、１４４０…パーソナルコンピューター、２０００…第１ウェハ、２０１０…第１素子領域、２０２０…非素子領域、３０００…第２ウェハ、３０１０…第２素子領域、３０２０…非素子領域、４０００…第３ウェハ、４０１０…第３素子領域、４０２０…非素子領域

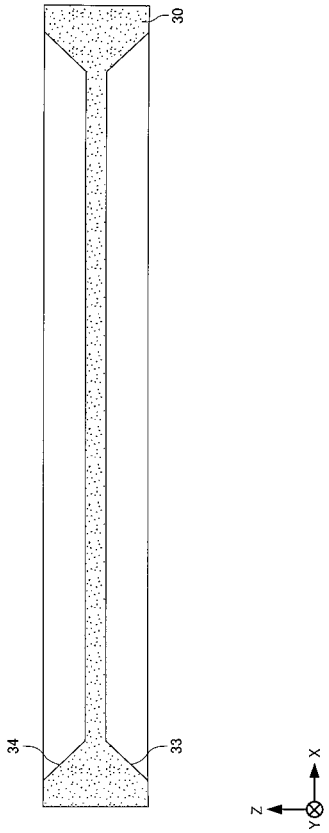
【図１３】



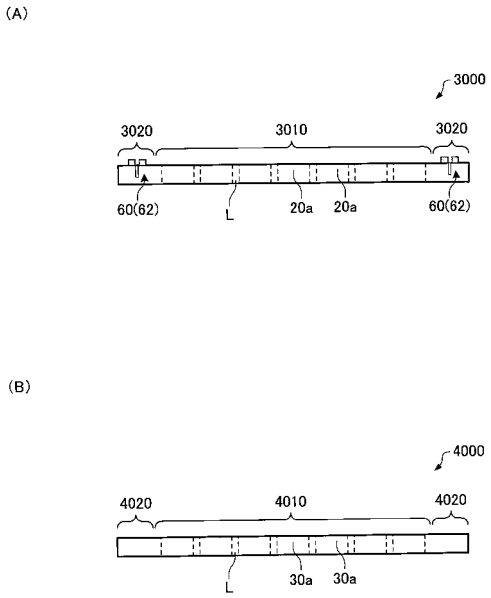

【図１４】



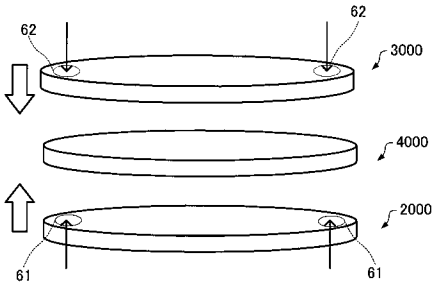
【図１９】



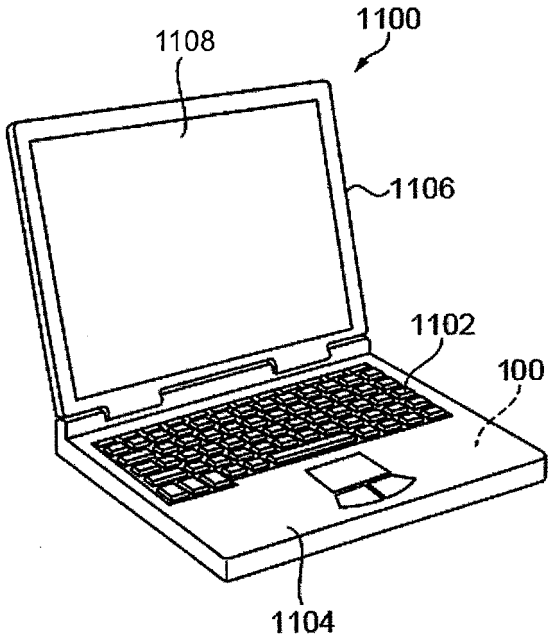

【図２３】



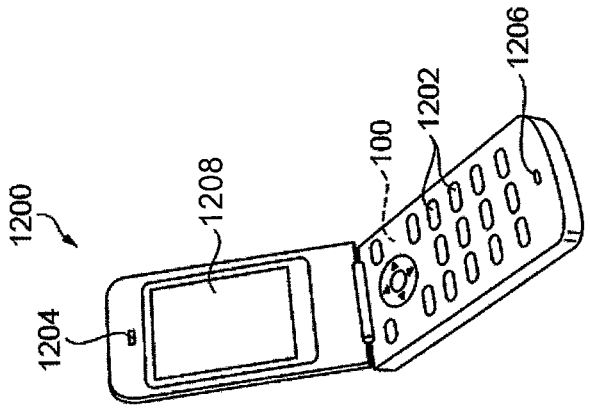

【図２４】



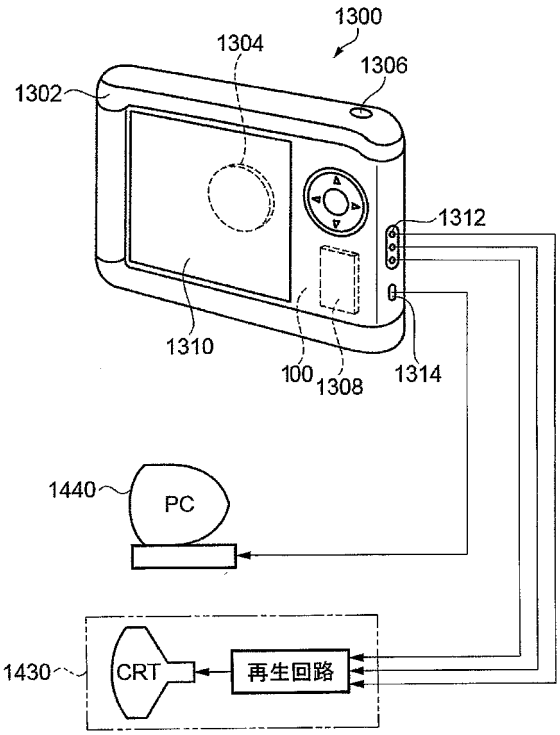

【図２５】



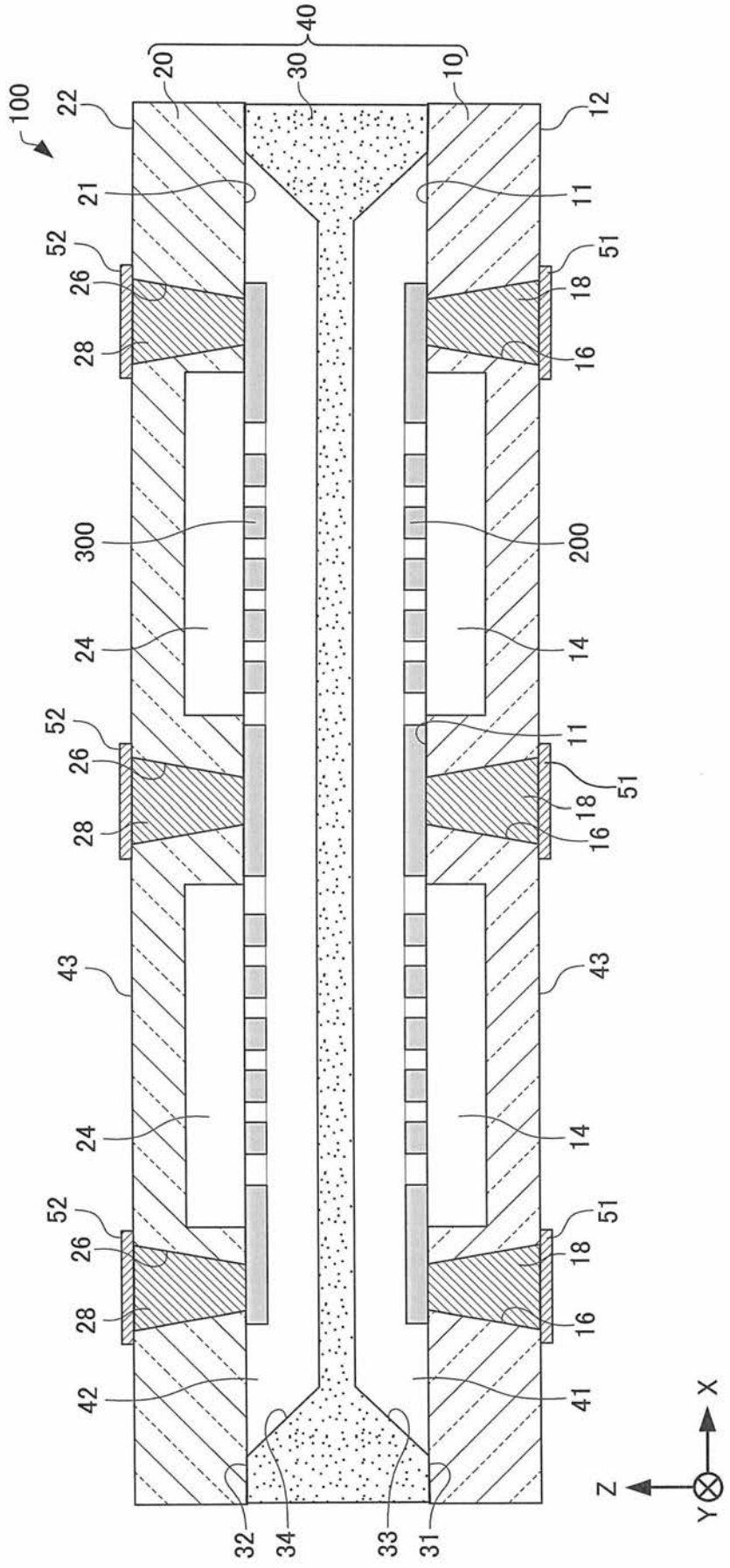
【図２６】


1200
1208
1206
1202
100
1204

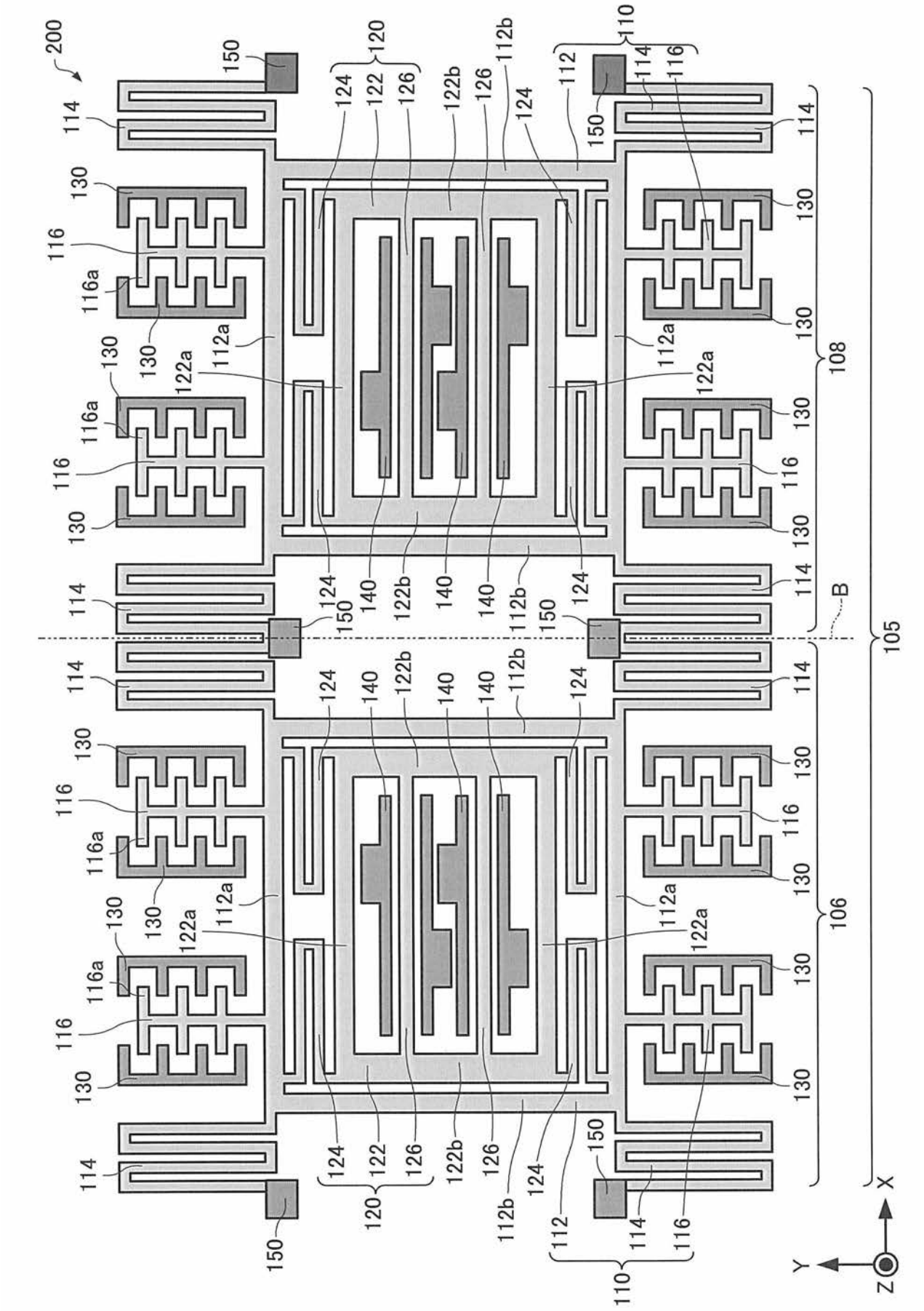
【図２７】


1300
1304
1306
1302
1312
1310
100
1308
1314
1440
PC
1430
CRT
再生回路

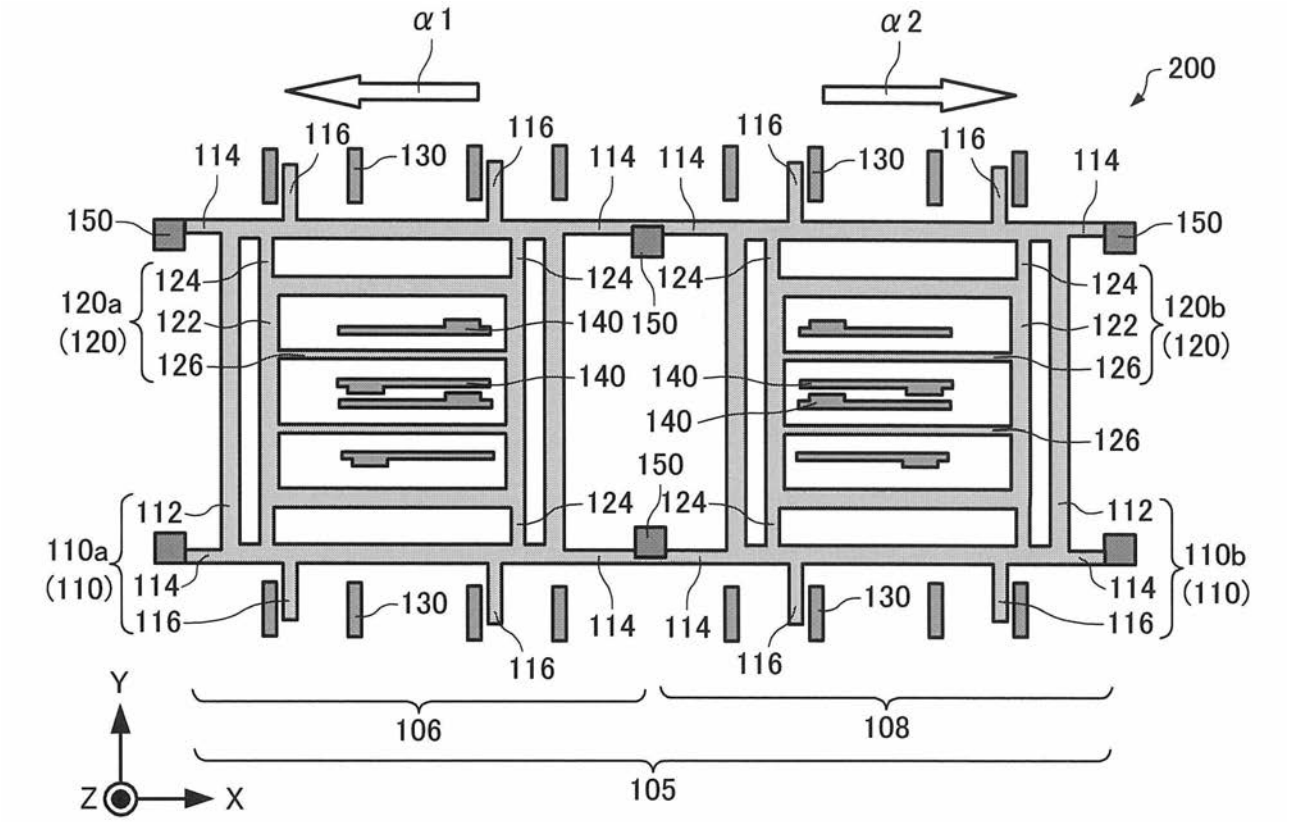
【図１】


100
40
20
30
10
22
12
21
11
52
51
26
18
28
16
300
200
24
14
52
11
26
51
18
28
16
43
43
24
14
52
51
26
18
28
16
42
41
32
34
33
31
X
Z
Y

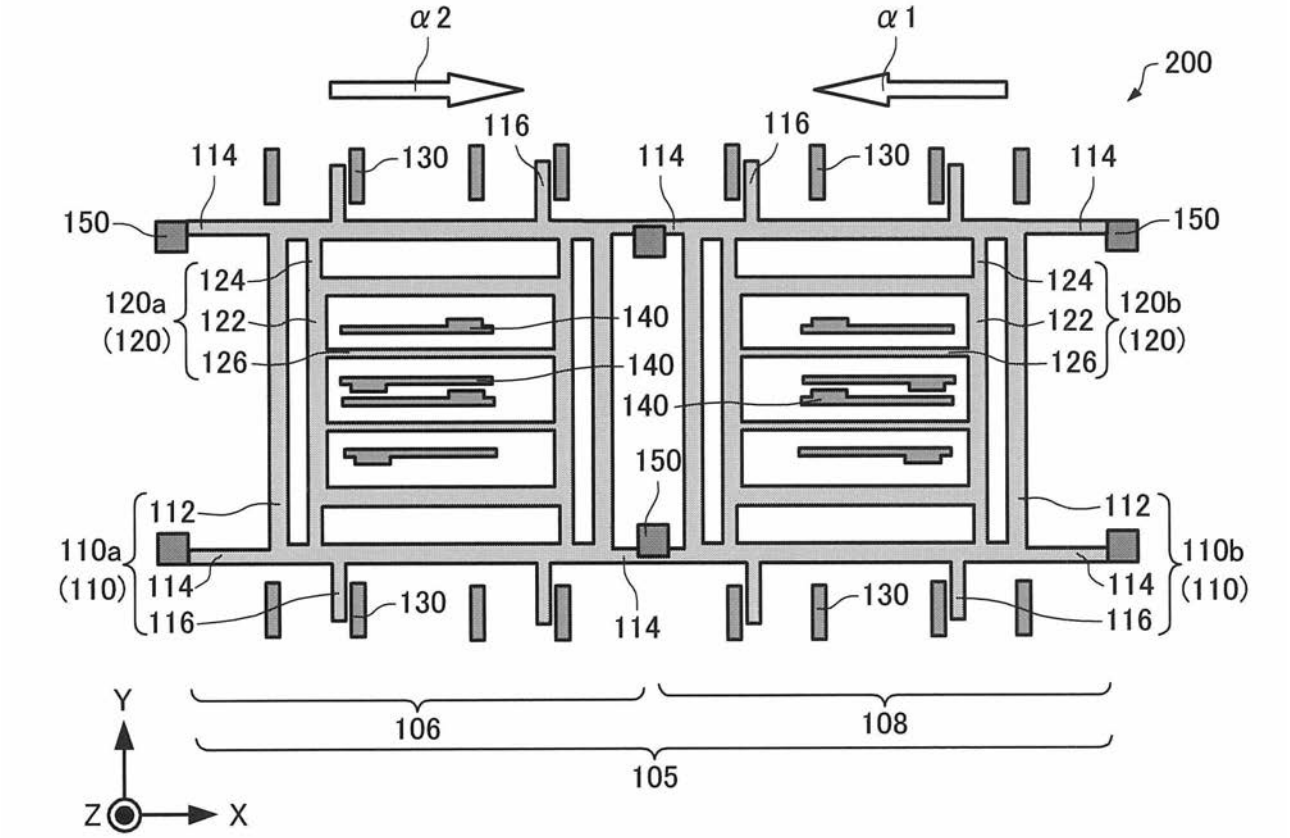
【図２】


200
105
106
108
110
112
112a
112b
114
116
116a
120
122
122a
122b
124
126
130
140
150
B
X
Y
Z

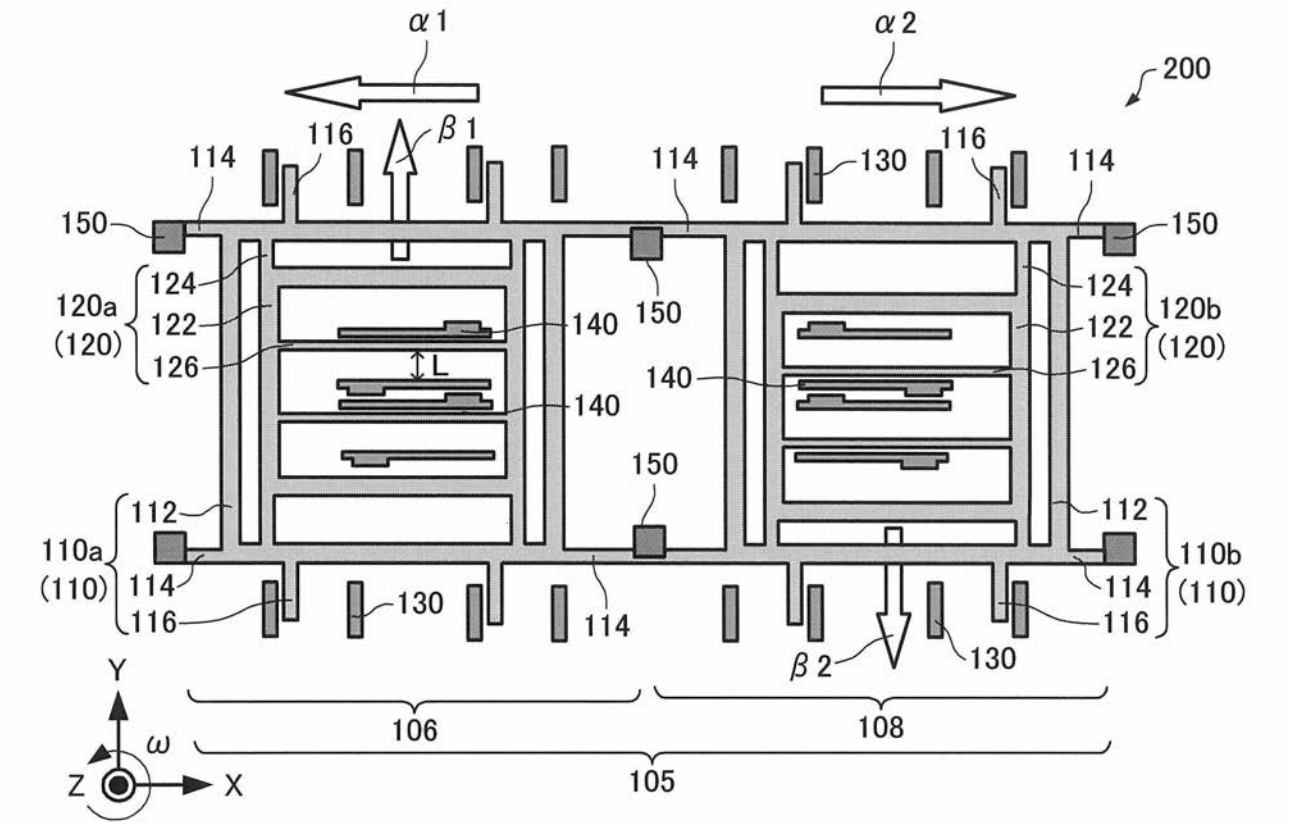
【図３】


α1
α2
200
114
116
130
150
120a
(120)
124
122
126
140
112
110a
(110)
120b
110b
106
108
105
Y
Z
X

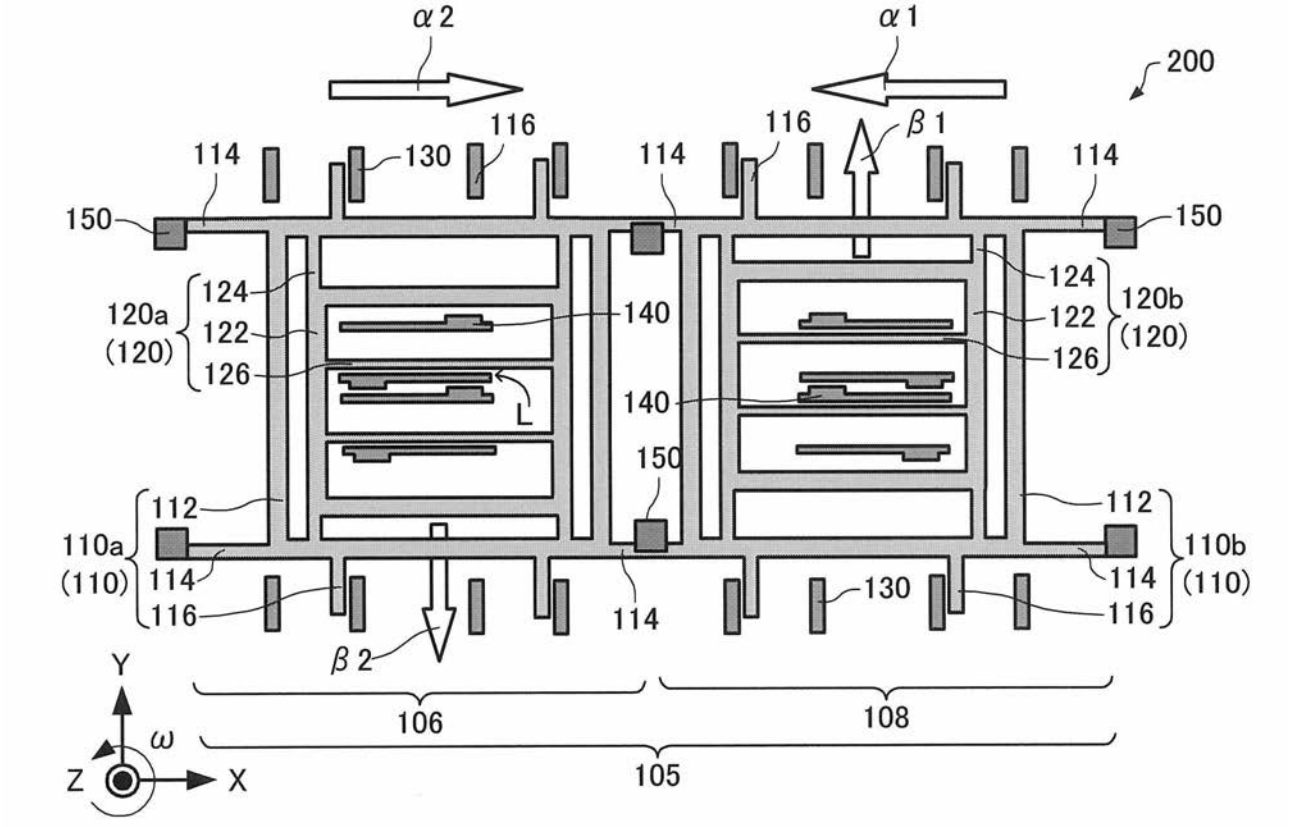
【図４】


α2
α1
200
114
116
130
150
120a
(120)
124
122
126
140
112
110a
(110)
120b
110b
106
108
105
Y
Z
X

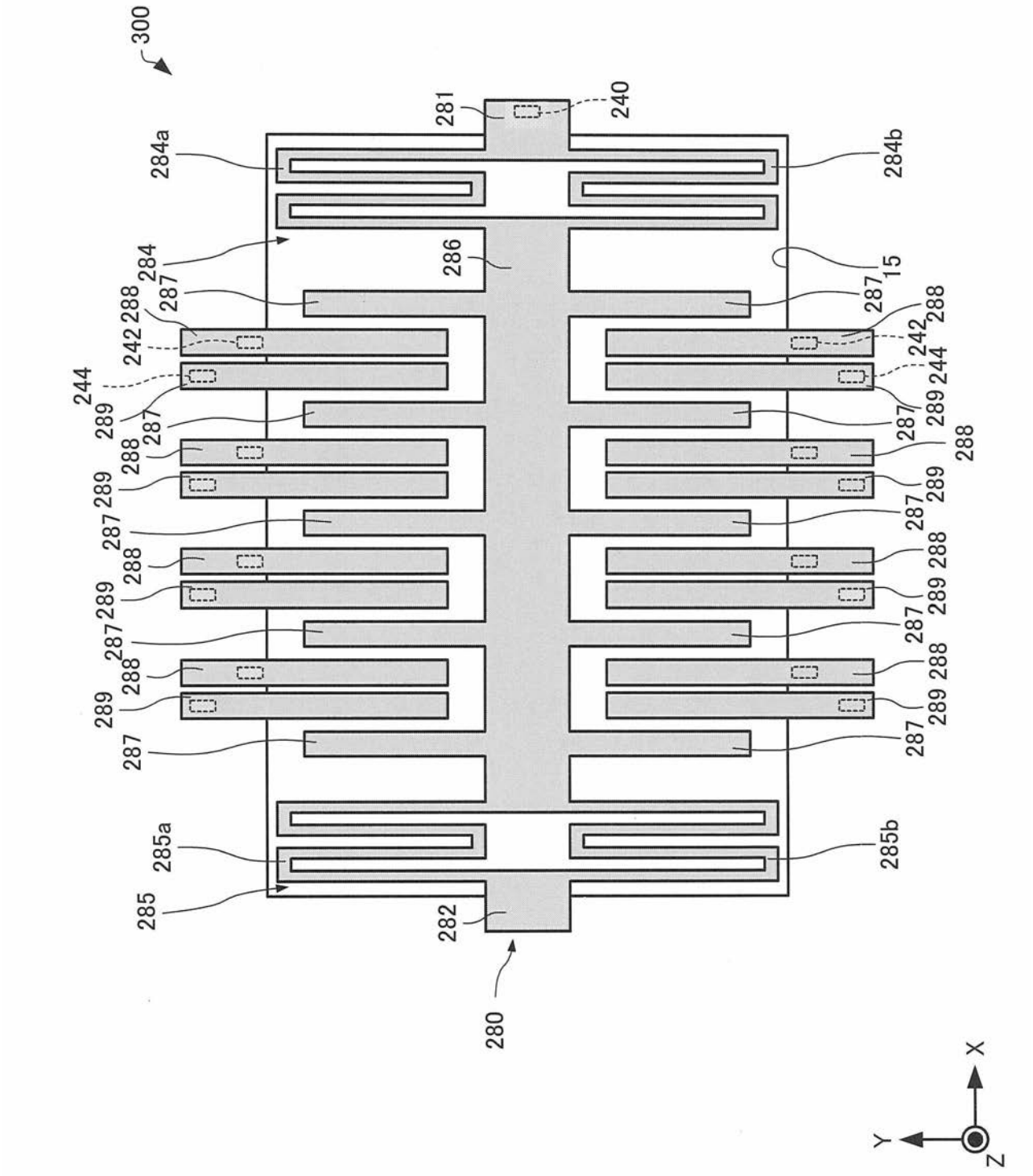
【図５】


α1
α2
200
β1
116
114
130
150
120a
(120)
124
122
126
140
L
112
110a
(110)
120b
110b
β2
106
108
105
Y
ω
Z
X

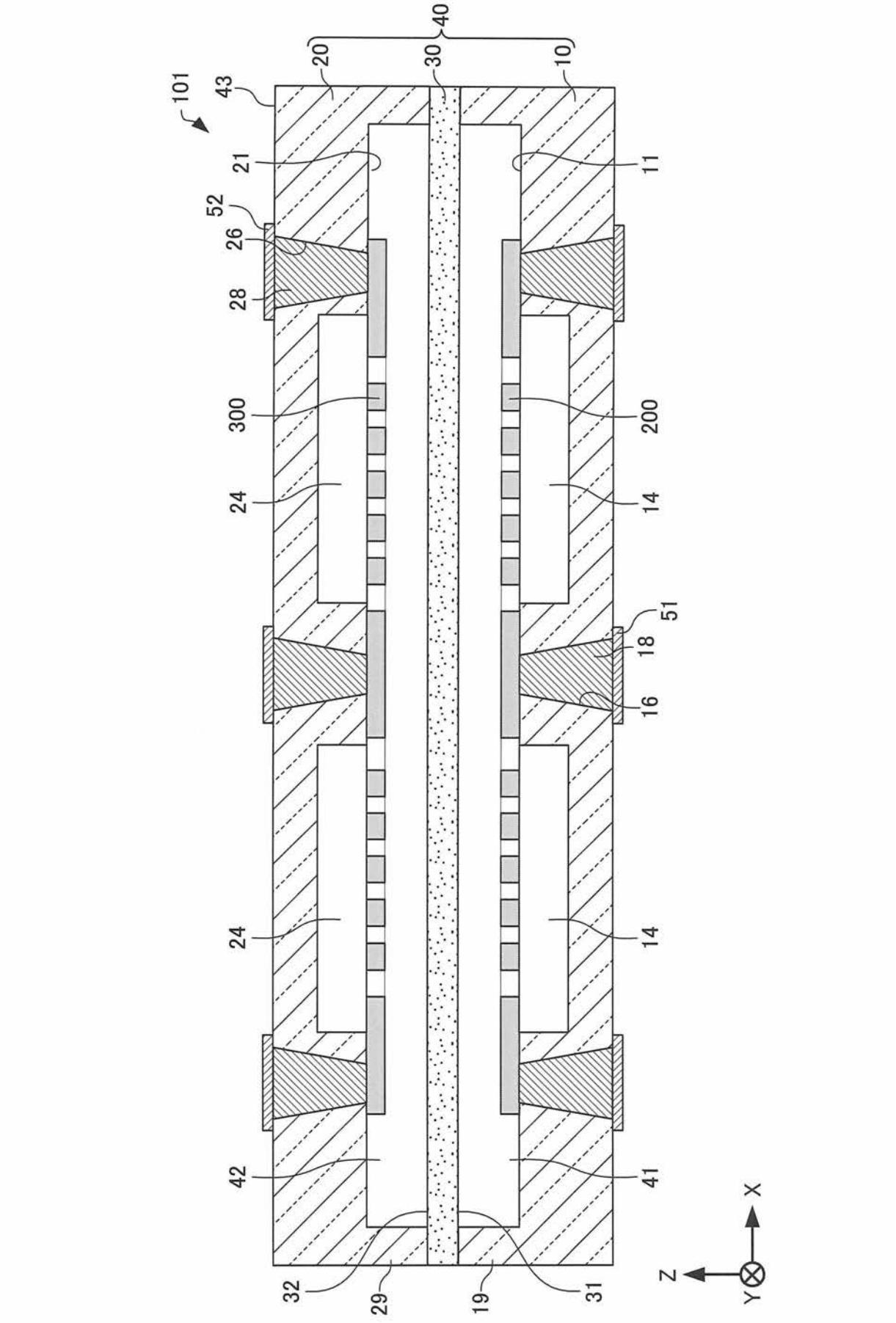
【図６】


α2
α1
200
β1
116
114
130
150
120a
(120)
124
122
126
140
L
112
110a
(110)
120b
110b
β2
106
108
105
Y
ω
Z
X

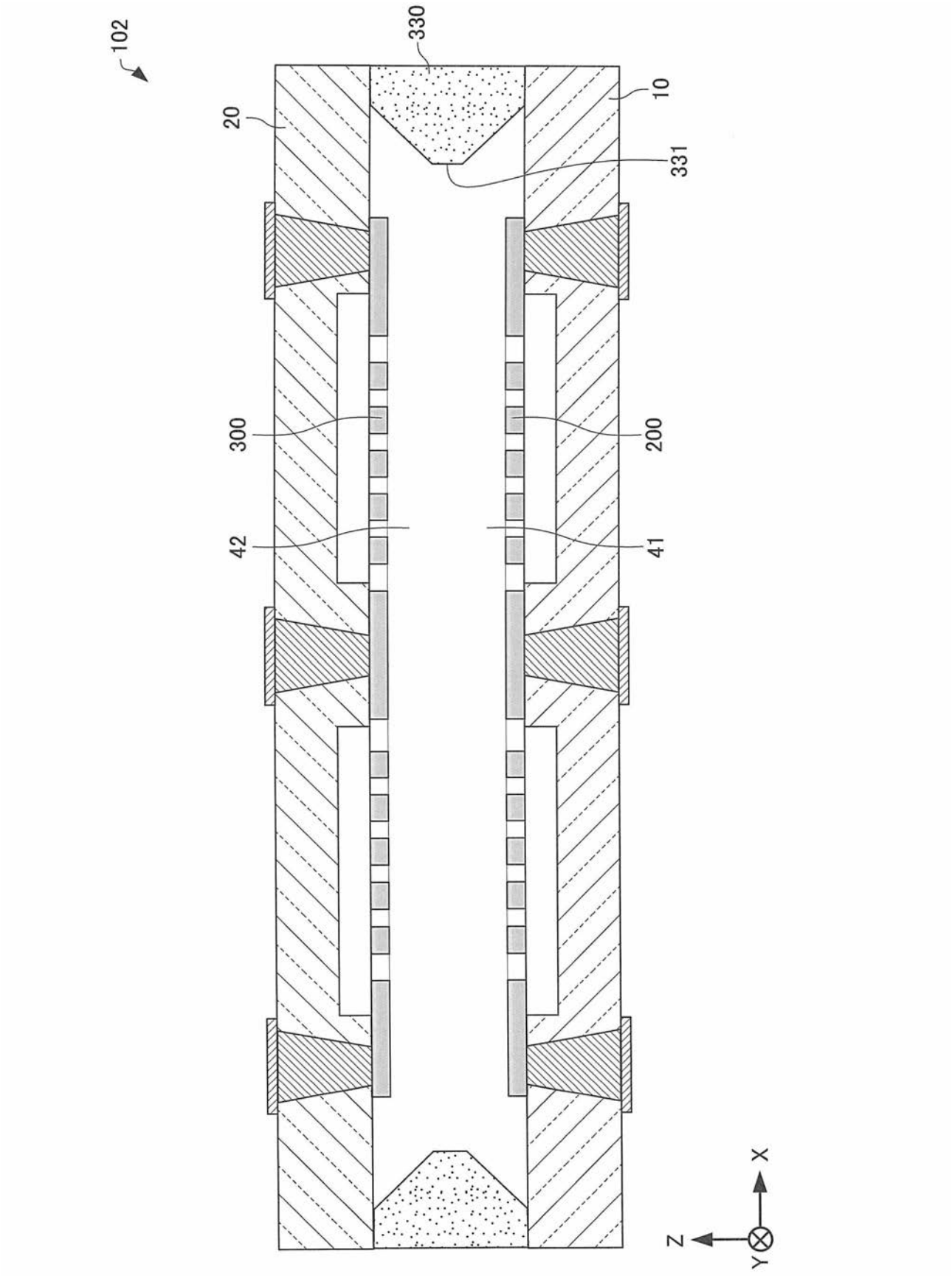
【図７】


300
281
240
284a
284b
284
286
15
287
288
242
244
289
280
282
285
285a
285b
X
Y
Z

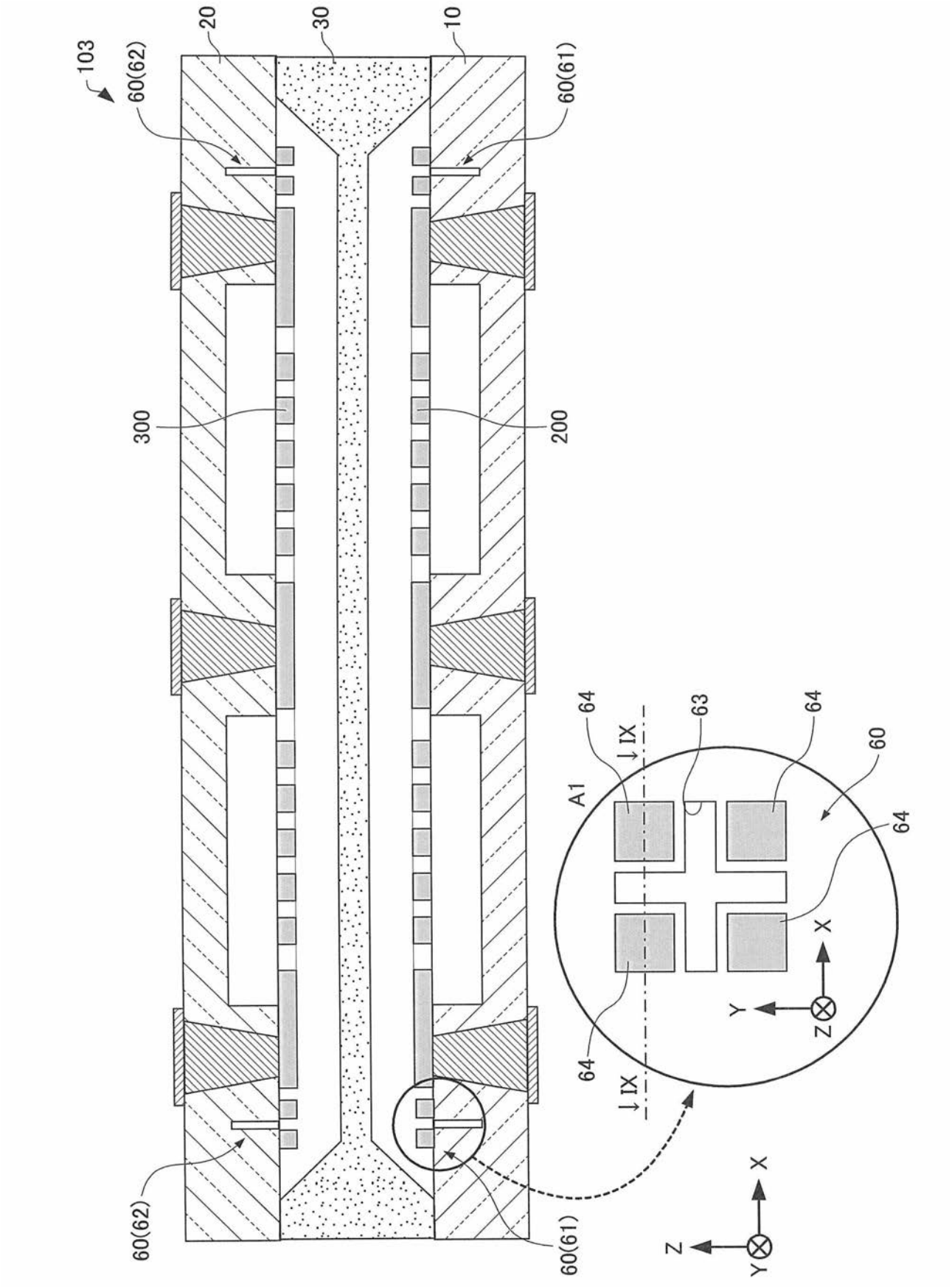
【図８】


101
43
20
30
10
40
21
11
52
26
28
300
200
24
14
51
18
16
24
14
42
41
32
29
19
31
X
Z
Y

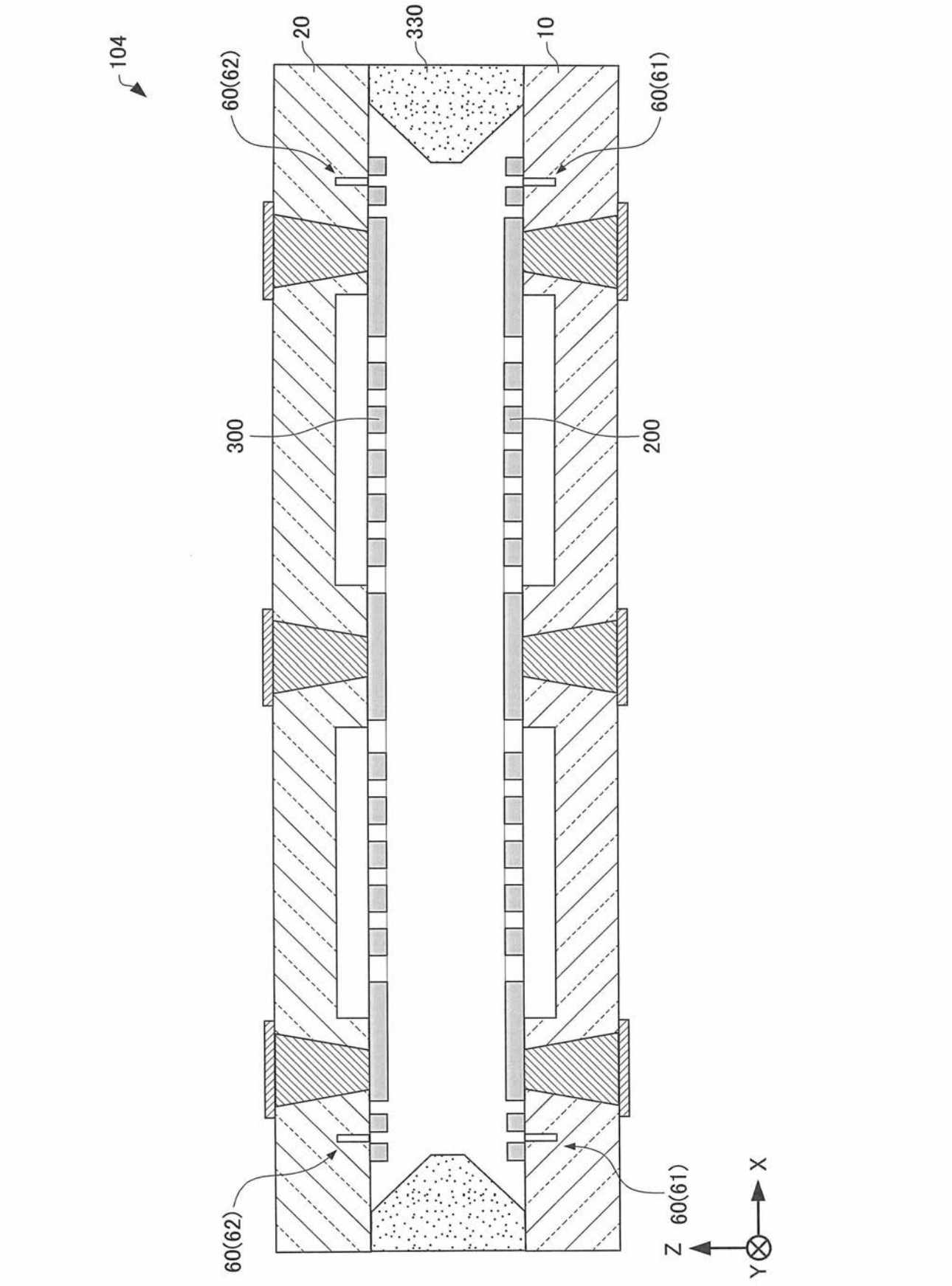
【図９】



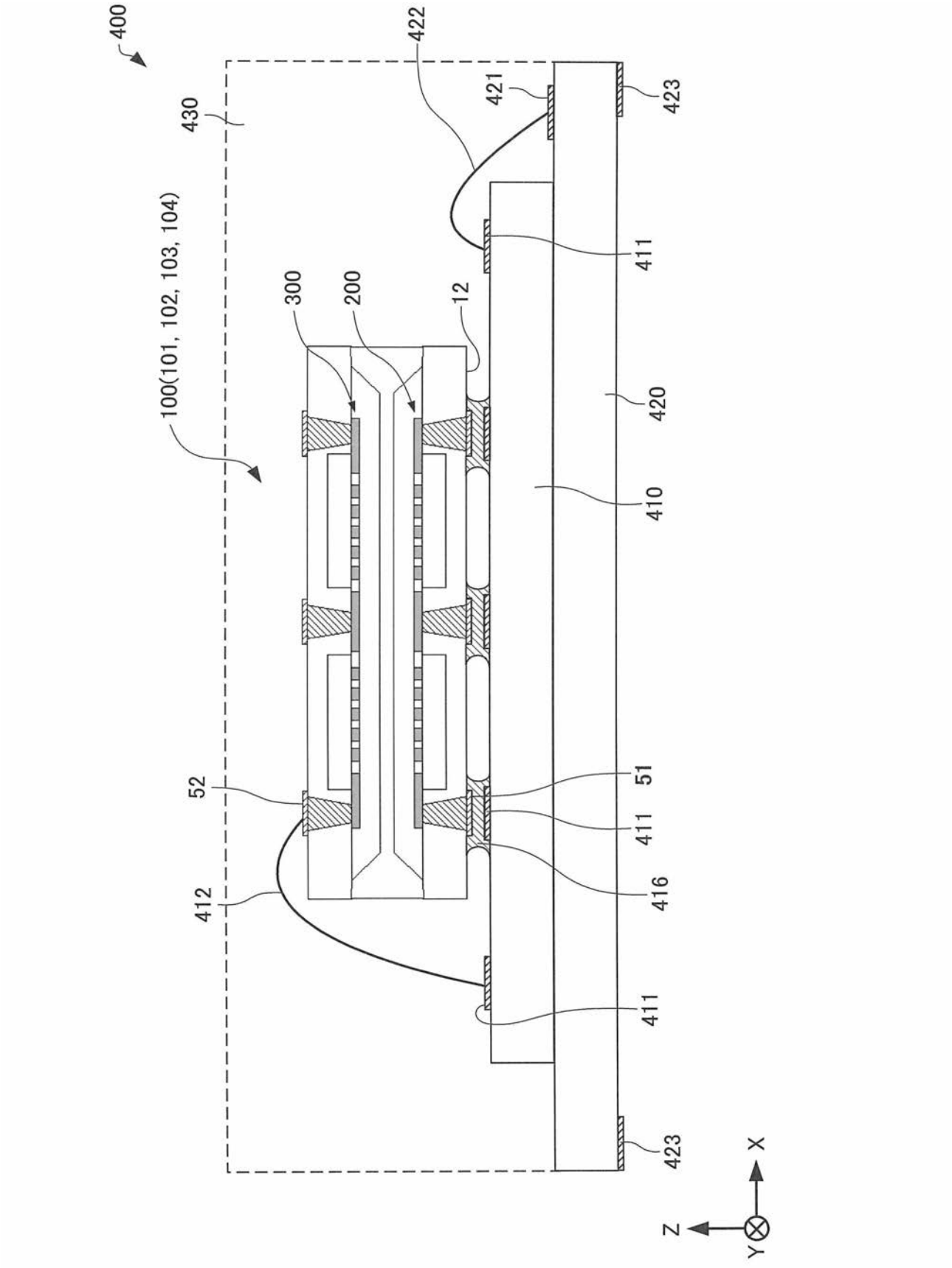
【図１０】


103
20
30
10
60(62)
60(61)
300
200
64
63
64
60
A1
XI
64
64
XI
X
Y
Z
60(62)
60(61)
X
Z
Y

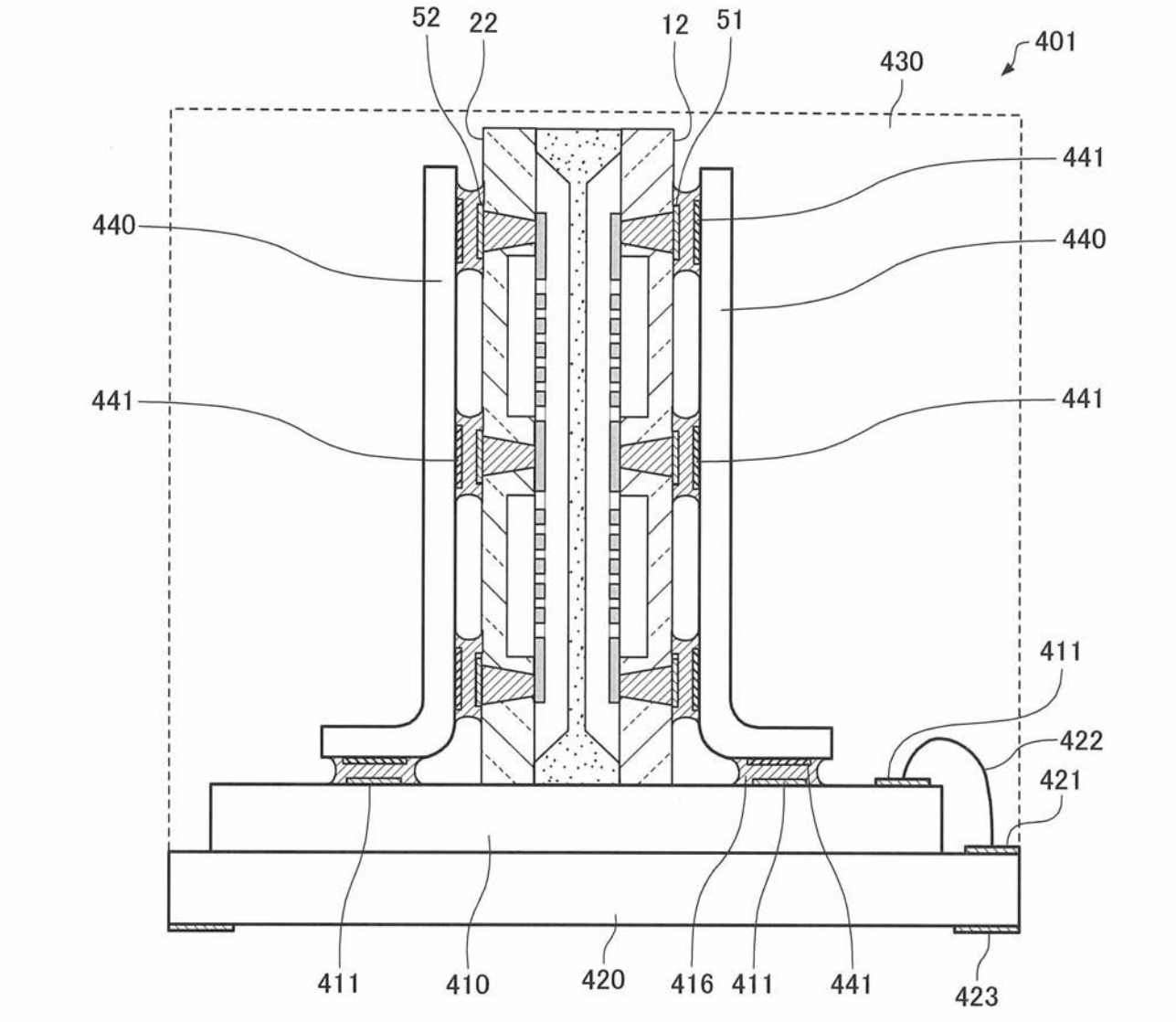
【図１１】



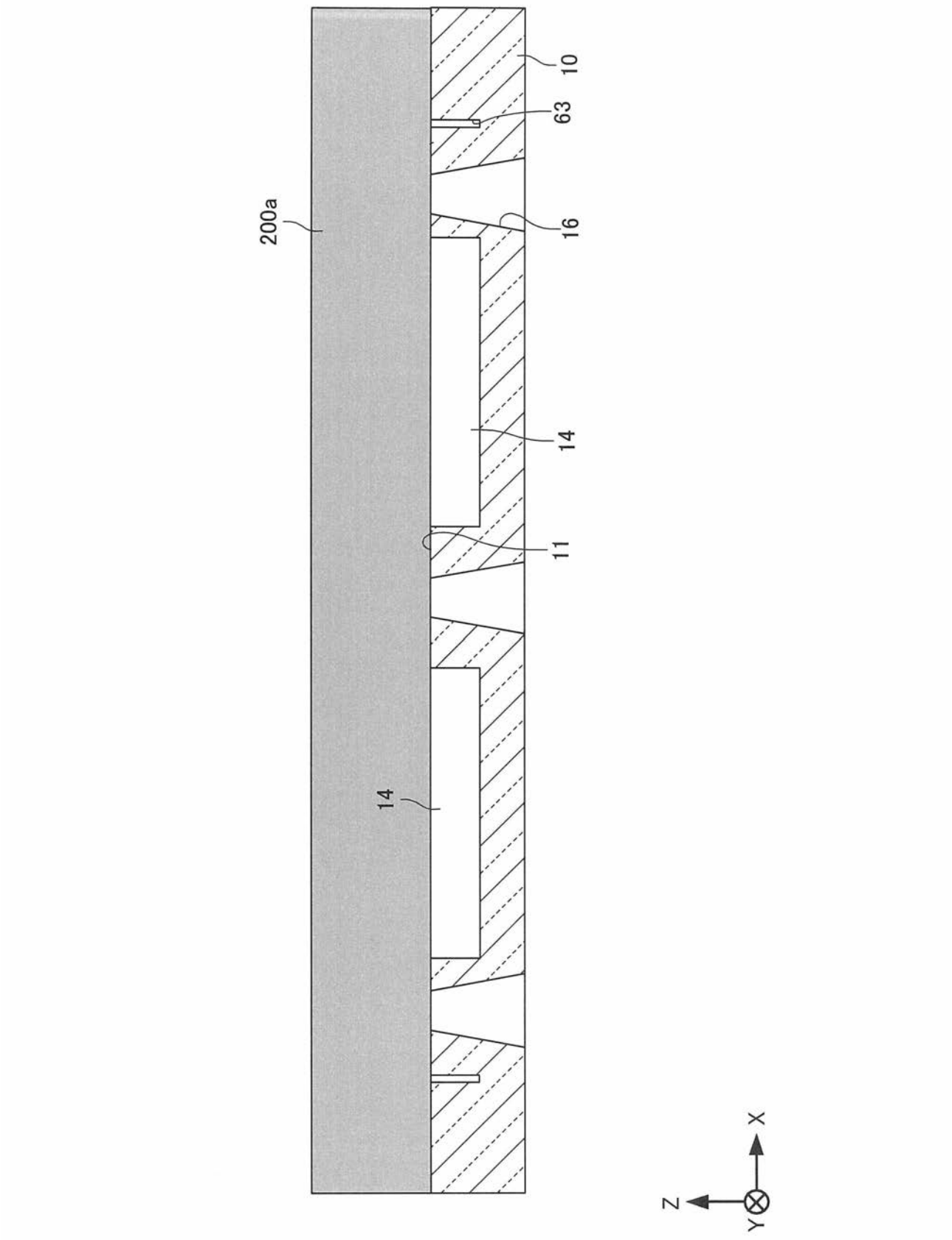
【図１２Ａ】


400
422
421
423
430
411
100(101, 102, 103, 104)
300
200
12
420
410
52
51
411
412
416
411
423
X
Z
Y

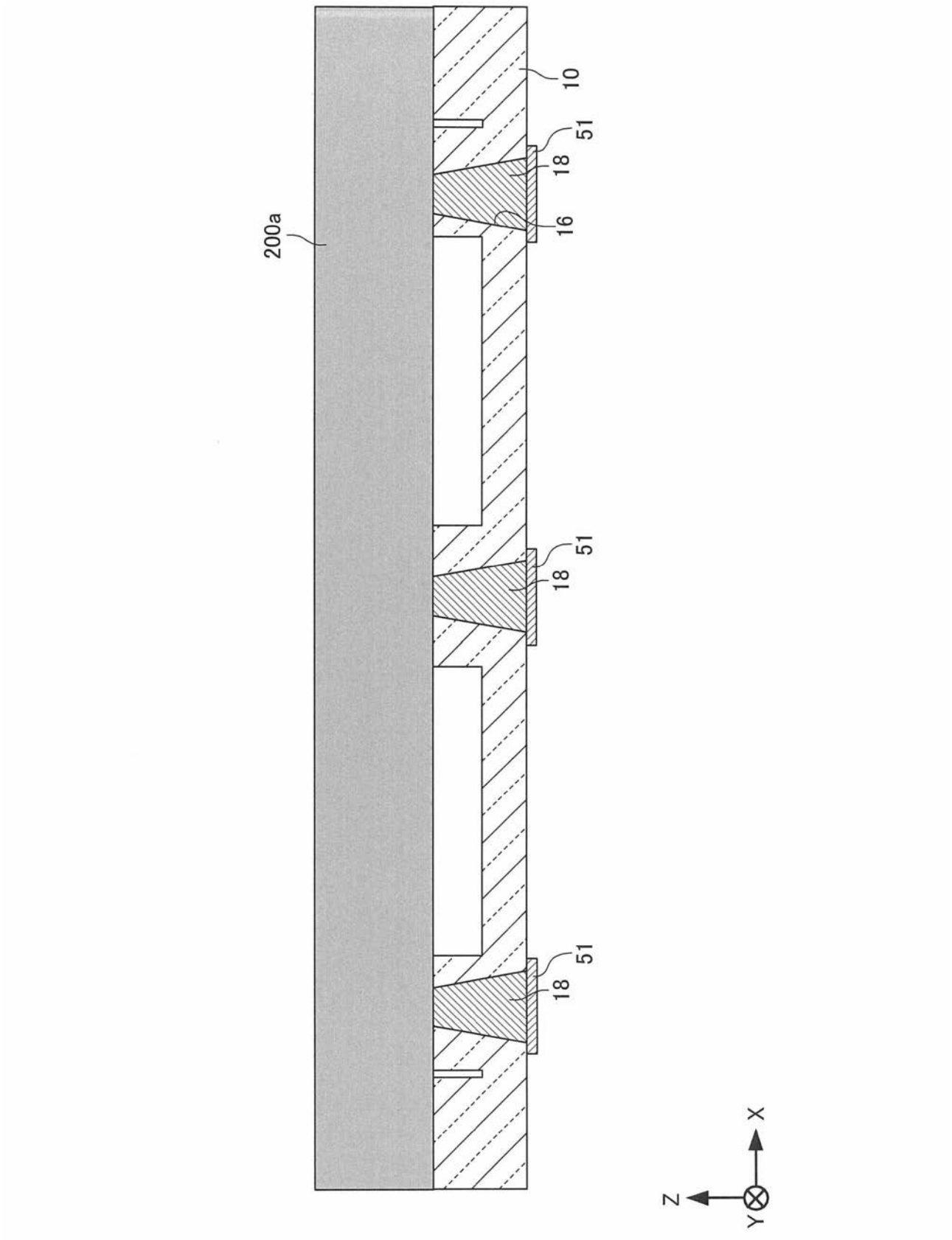
【図１２Ｂ】


52
22
12
51
401
430
441
440
440
441
441
411
422
421
411
410
420
416
411
441
423

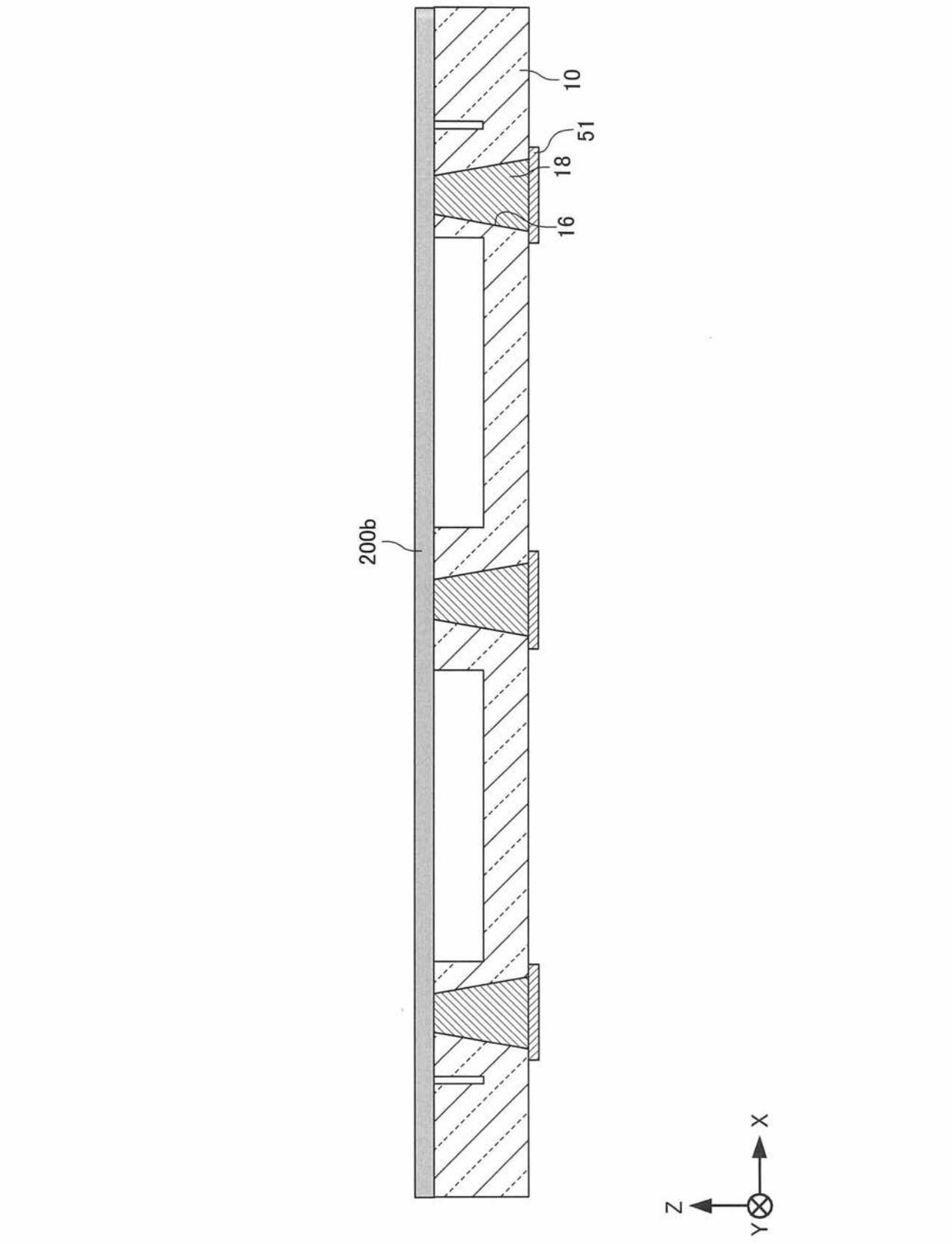
【図１５】



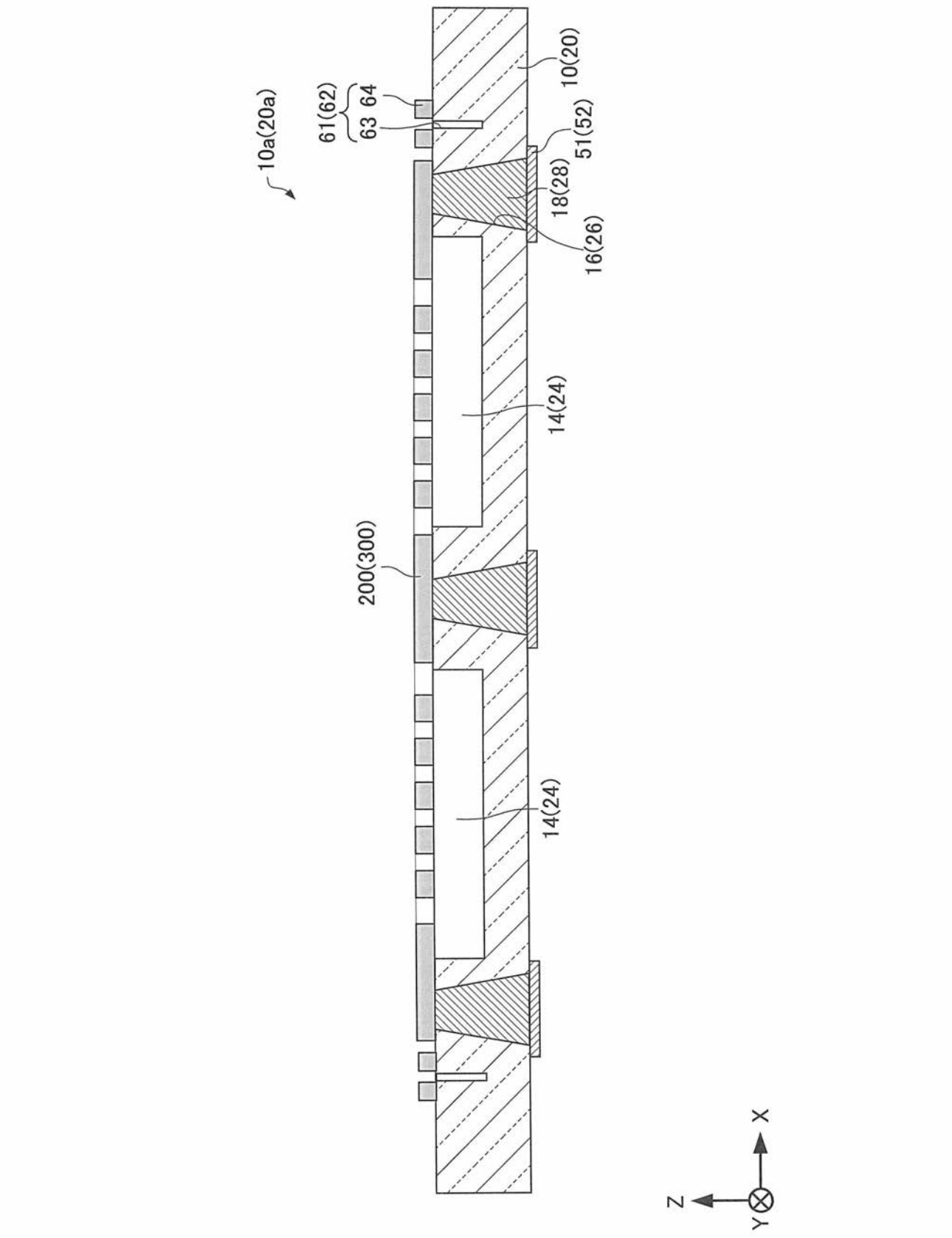
【図１６】



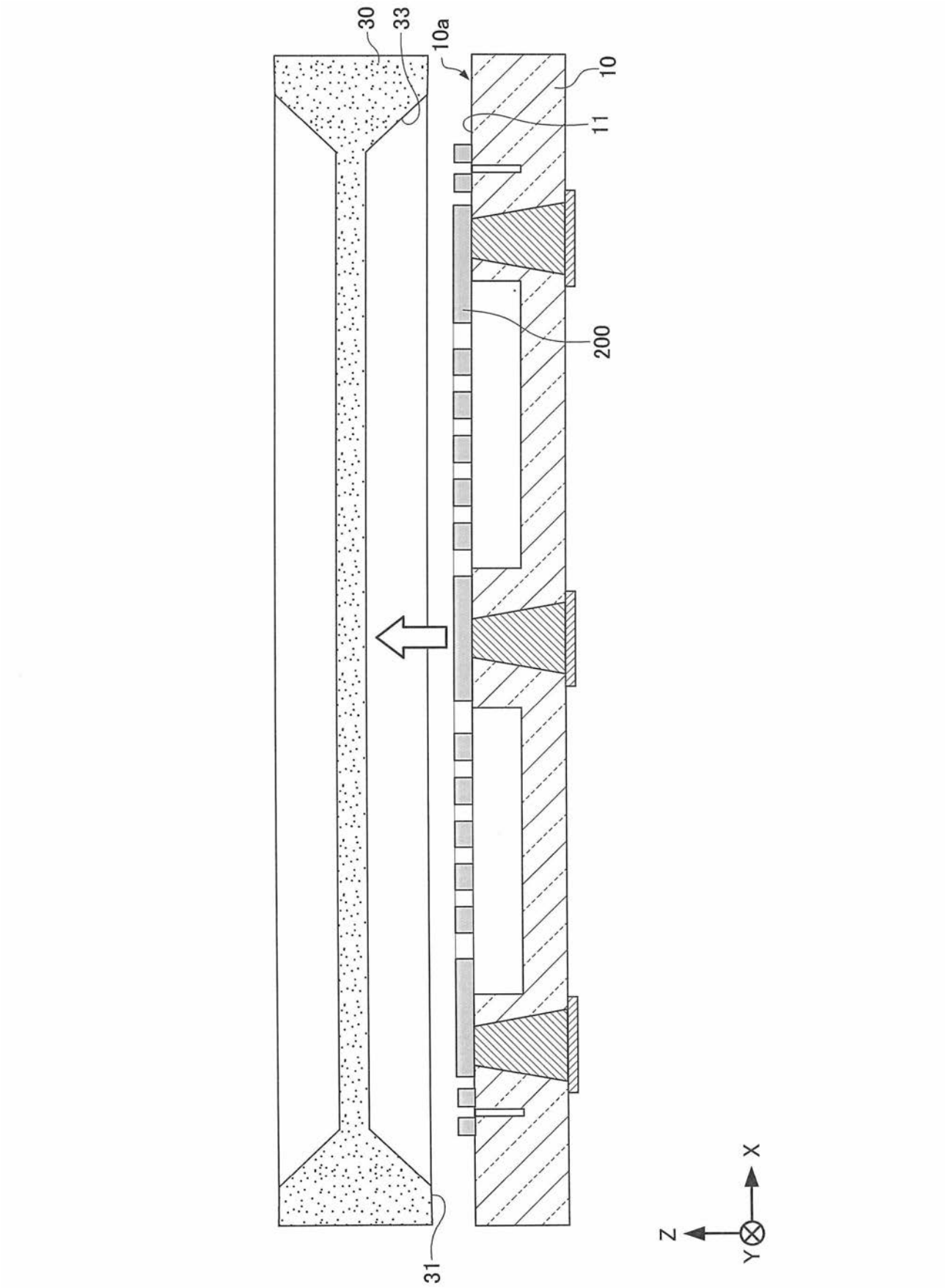
【図１７】



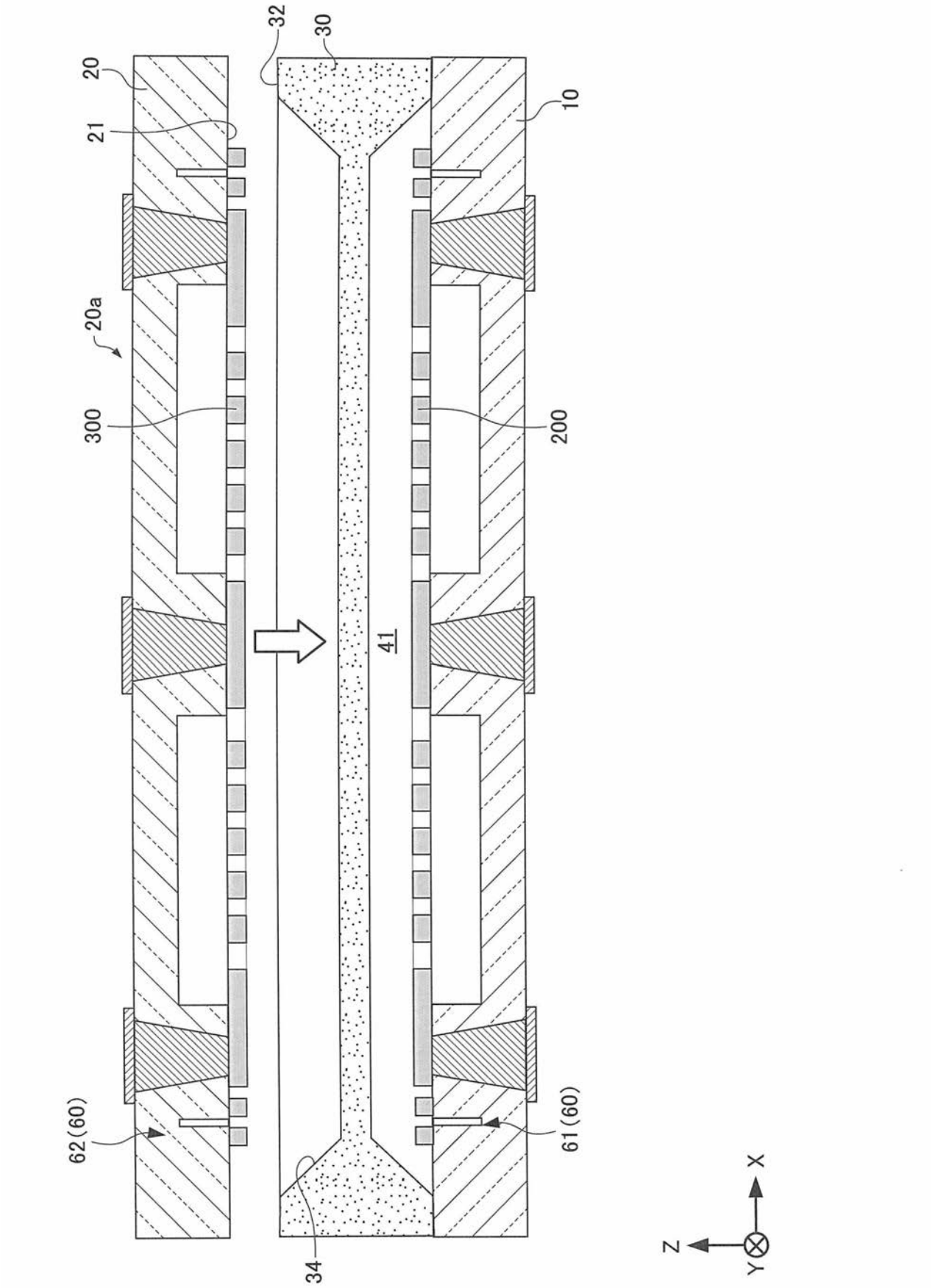
【図１８】



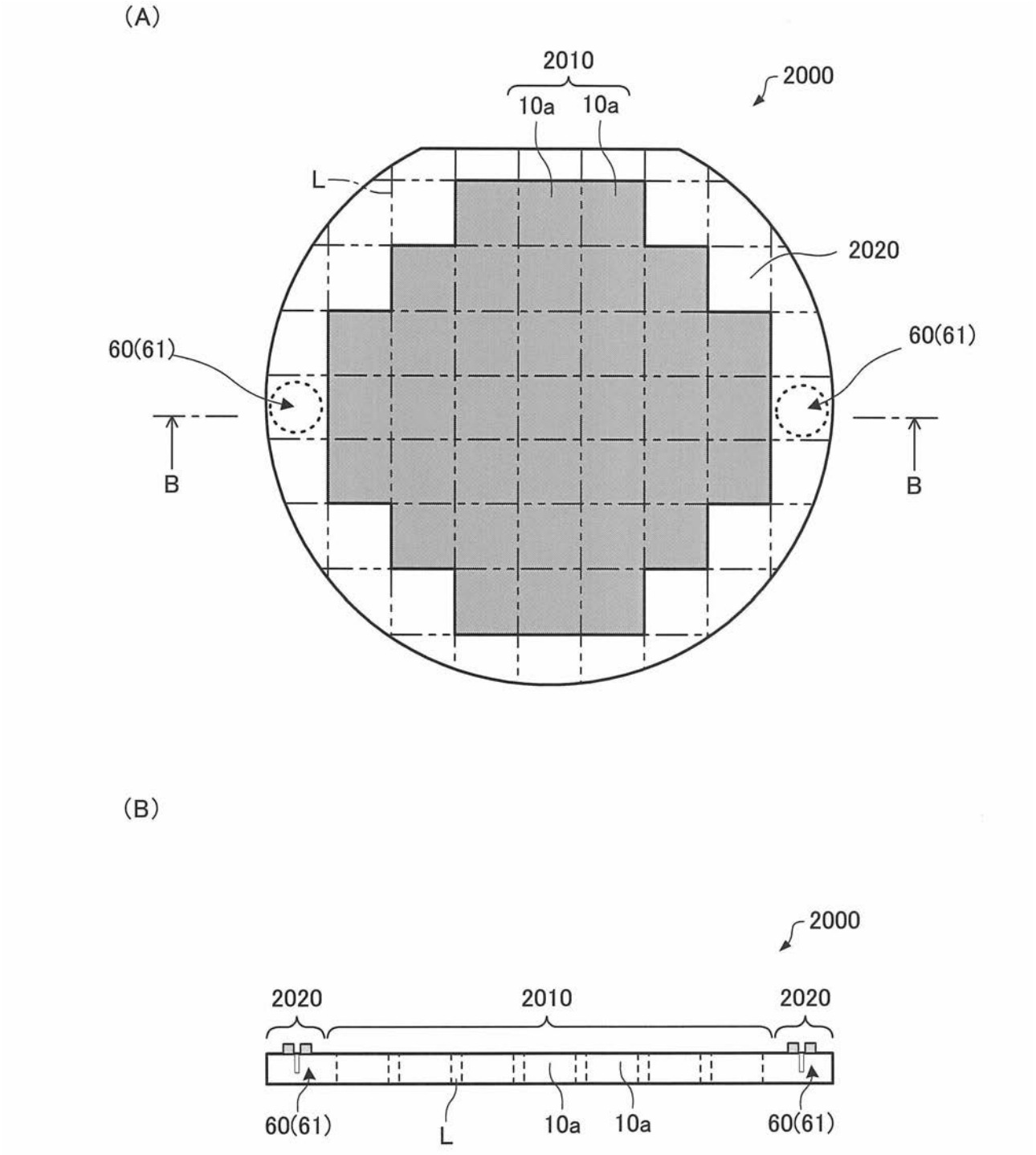
【図２０】



【図２１】



【図２２】




【手続補正書】
【提出日】平成25年5月29日(2013.5.29)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電子デバイス及びその製造方法、並びに電子機器に関する。

【背景技術】
【０００２】
近年、例えばシリコンＭＥＭＳ（Ｍｉｃｒｏ Ｅｌｅｃｔｒｏ Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ Ｓｙｓｔｅｍ）技術を用いて物理量を検出する慣性センサーなどの電子デバイスが開発されている。このような電子デバイスは、例えば、デジタルスチルカメラ（ＤＳＣ）の手ブレ補正機能、自動車のナビゲーションシステム、ゲーム機器での動作入力装置等に用いられる。
【０００３】
このような電子デバイス分野においては、デバイスの小型化・省スペース化に対する要求がある。例えば、特許文献１には、例えば角速度センサーおよび加速度センサーを同一基板上に備えた電子デバイス（複合素子センサー）が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－５９５０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、このような電子デバイス（複合素子センサー）であって、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記の電子デバイスの製造方法を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の１つは、上記の電子デバイスを有する電子機器を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は前述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することができる。
【０００７】
［適用例１］
本適用例に係る電子デバイスは、
第１基体と、
第２基体と、
前記第１基体および前記第２基体に狭持されている第３基体と、
前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに設けられている第１機能素子と、
前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに設けられている第２機能素子と、
を含む。
【０００８】
このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することができる。
【０００９】
また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、製造工程において機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。
【００１０】
また、このような電子デバイスによれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、より簡便な方

法でキャビティー封止を行うことができる。したがって、製造工程を簡略化することができる電子デバイスを提供することができる。

【００１１】

また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されないため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる電子デバイスを提供することができる。

【００１２】

例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子および第２機能素子が形成されていた場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本適用例に係る電子デバイスによれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成されるため、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【００１３】

また、このような電子デバイスによれば、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されないため、歩留まりに対する影響が低減された電子デバイスを提供することができる。

【００１４】

例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下し、電子デバイスの構造が歩留まりに大きく影響を与える。これに対し、本適用例に係る電子デバイスによれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【００１５】

［適用例２］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１基体および前記第２基体には、アライメントマークがそれぞれ形成されていてもよい。

【００１６】

これによれば、第１基体、第２基体、第３基体を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。したがって、より信頼性が向上した電子デバイスを提供することができる。

【００１７】

［適用例３］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１機能素子は、前記第２機能素子と異なっていてもよい。

【００１８】

［適用例４］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１機能素子は、前記第２機能素子と同じであり、

前記第３基体は、前記第１キャビティーと前記第２キャビティーとを連通する開口部を有していてもよい。

【００１９】

［適用例５］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１および第２基体の材質はガラスであり、前記第３基体の材質はシリコンまたはガラスであってもよい。

【００２０】

このような電子デバイスによれば、互いに熱膨張係数が異なるガラスとシリコンを用いた電子デバイスにおいて、シリコンからなる第３基体を、両面方向からガラスからなる第１基体および第２基体で狭持することができる。これにより製造工程の加熱プロセスにおいて、熱膨張係数の差から発生する応力が相殺（オフセット）されるため、信頼性がより向上した電子デバイスを提供することができる。

【００２１】

［適用例６］

本適用例に係る電子デバイスにおいて、

前記第１および第２機能素子の信号を処理する集積回路を含む基板を含み、

前記基板に前記第１基体が実装され、

前記第１、第２、第３基体および前記基板をモールドするモールド部を含んでいてもよい。

【００２２】

［適用例７］

本適用例に係る電子デバイスの製造方法は、

第１基体を準備し、前記第１基体上に第１機能素子を形成することで、第１構造体を準備する第１準備工程と、

第２基体を準備し、前記第２基体上に第２機能素子を形成することで、第２構造体を準備する第２準備工程と、

第３基体を準備する第３準備工程と、

前記第３基体が前記第１基体と前記第２基体により狭持されるように積層することで、前記第１基体および前記第３基体に囲まれる第１キャビティーに前記第１機能素子を収容し、前記第２基体および前記第３基体に囲まれる第２キャビティーに前記第２機能素子を収容する積層工程と、

を含む。

【００２３】

このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスの製造方法を提供することができる。

【００２４】

また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子が積層された電子デバイスを提供することができるため、機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【００２５】

また、このような電子デバイスの製造方法によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。

【００２６】

また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子を同一基板上に形成せず、第１基体および第２基体に個別に形成されるため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【００２７】

例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子および第２機能素子を形成する場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本適用例に係る電子デバイスの製造方法によれば、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【００２８】

また、このような電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子および第２機能素子

を同一基板上に形成しないために、歩留まりに対する影響を低減することができる。
【００２９】
例えば、第１機能素子および第２機能素子の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子および第２機能素子が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下する。これに対し、本適用例に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１基体と第２基体のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。
【００３０】
［適用例８］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記積層工程は、
第１気圧雰囲気において前記第１基体と前記第３基体とを接合することで、前記第１気圧雰囲気の前記第１キャビティーを形成する工程と、
第２気圧雰囲気において前記第２基体と前記第３基体とを接合することで、前記第２気圧雰囲気の前記第２キャビティーを形成する工程と、
を含み、
前記第１気圧雰囲気の気圧と、前記第２気圧雰囲気の気圧は異なっていてもよい。
【００３１】
このような電子デバイスの製造方法によれば、第１キャビティーと第２キャビティーの気圧雰囲気の異なる場合であっても、所望の気圧雰囲気下で第１基体と第３基体の接合工程と、第２基体と第３基体の接合工程を行うことでキャビティー内の雰囲気を所望の雰囲気とすることができる。
【００３２】
［適用例９］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１準備工程は、第１アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第２準備工程は、第２アライメントマークを形成する工程を更に含み、
前記第１および第２アライメントマークは、前記第１および第２機能素子を形成する際、一体的に形成され、
前記積層工程は、前記第１アライメントマークと前記第２アライメントマークを視覚的に検出することで位置あわせを行う工程を更に含んでいてもよい。
【００３３】
これによれば、第１基体、第２基体、第３基体を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。
【００３４】
［適用例１０］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１準備工程では複数の前記第１構造体を第１素子領域に有する第１ウェハを準備し、前記第２準備工程では複数の前記第２構造体を第２素子領域に有する第２ウェハを準備し、前記第３準備工程では複数の前記第３基体を第３素子領域に有する第３ウェハを準備し、
前記積層工程の後、積層された前記第１、第２、第３ウェハを個片化する工程を更に含んでいてもよい。
【００３５】
［適用例１１］
本適用例に係る電子デバイスの製造方法において、
前記第１アライメントマークは、前記第１ウェハの前記第１素子領域外に形成され、前記第２アライメントマークは、前記第２ウェハの前記第２素子領域外に形成されてもよい

。
【００３６】
これによれば、電子デバイス内にアライメントマークを設ける必要がないため、より小型化・省スペース化を図ることができる。また、位置合わせ工程をウェハレベルで行うことができるため、個別に視覚的に検査を行って位置合わせを行うよりもより簡便に製造することができる。
【００３７】
［適用例１２］
本適用例に係る電子機器は、
本適用例に係る電子デバイスを含む。
【００３８】
このような電子機器によれば、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを有することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３９】
【図１】第１実施形態に係る電子デバイスを模式的に示す断面図。
【図２】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の一例を模式的に示す平面図。
【図３】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図４】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図５】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図６】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第１機能素子の動作を説明する平面図。
【図７】第１実施形態に係る電子デバイスが備える第２機能素子の一例を模式的に示す平面図。
【図８】第１実施形態に係る電子デバイスの第１変形例を模式的に示す断面図。
【図９】第１実施形態に係る電子デバイスの第２変形例を模式的に示す断面図。
【図１０】第１実施形態に係る電子デバイスの第３変形例を模式的に示す断面図。
【図１１】第１実施形態に係る電子デバイスの第４変形例を模式的に示す断面図。
【図１２Ａ】第２実施形態に係る電子デバイスを模式的に示す断面図。
【図１２Ｂ】第２実施形態に係る電子デバイスの変形例を模式的に示す断面図。
【図１３】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を示すフローチャート。
【図１４】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１５】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１６】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１７】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１８】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図１９】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２０】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２１】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２２】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す図。
【図２３】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す断面図。
【図２４】変形例に係る電子デバイスの製造方法を模式的に示す斜視図。
【図２５】電子機器を模式的に示す斜視図。
【図２６】電子機器を模式的に示す斜視図。
【図２７】電子機器を模式的に示す斜視図。
【発明を実施するための形態】

【００４０】
以下、本発明の好適な実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。
【００４１】
１．電子デバイスの構成
１．１　第１実施形態
まず、第１実施形態に係る電子デバイスについて、図面を参照しながら説明する。図１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００を模式的に示す断面図である。便宜上、図では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。
【００４２】
電子デバイス１００は、図１に示すように、第１基体１０、第２基体２０、第３基体からなる第１キャビティー４１と、第２キャビティー４２を有するパッケージ４０と、パッケージ４０に収容された第１および第２機能素子２００、３００と、を含む。なお、便宜上、図１では第１および第２機能素子２００、３００を簡略化して図示している。
【００４３】
電子デバイス１００は、複数の物理量検出センサーが同一パッケージ内（同一基板）に実装された複合素子センサーである。電子デバイス１００が収容する第１および第２機能素子２００、３００は、それぞれ異なる物理量を検出するセンサー素子であってもよいし、同じ物理量を検出するセンサー素子であってもよい。第１機能素子２００は、第２機能素子と異なってもよいし、同じであってもよい。また、図示はされないが、同一キャビティー内に複数の機能素子が設けられていてもよい。機能素子の詳細は後述される。
【００４４】
図１に示すように、第１基体１０は、第１機能素子２００が設けられる部材である。第１基体１０は、第３基体３０が接合される側の面である第１面１１と、第１面１１と反対側の第２面１２と、を有する。第１基体１０の第１面１１は、第１機能素子２００を支持する面であり、かつ、第１キャビティー４１を構成する面である。第１基体１０の第１面１１には、第１凹部１４が形成されており、第１凹部１４の上方に第１機能素子２００が載置される。第１凹部１４によって、第１機能素子２００は、第１基体１０に妨害されることなく、所望の方向にのみ可動することができる。
【００４５】
第１基体１０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。加工性などの観点から、第１基体１０の材質にはガラスを用いることができる。
【００４６】
第１基体１０には、第１面１１と第２面１２を貫通する複数の貫通孔１６が形成される。図示の例では、貫通孔１６は、第１基体１０をＺ軸方向に貫通している。貫通孔１６の内壁面は、図示されるように、テーパー状であってもよい。ただし、貫通孔１６の開口部の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、特に限定されず、円形または、矩形（例えば、正方形）であることができる。ここで、図１に示すように、貫通孔１６は、第１機能素子２００と開口部の一部がオーバーラップするように配置されていてもよい。また、図示はされないが、貫通孔１６の内壁面には、貫通孔１６内から第２面１２上に延びる導電層が形成されていてもよい。
【００４７】
導電部材１８は、貫通孔１６内に形成され、貫通孔１６を塞いでいる。導電部材１８の材質は、導電性部材であれば特に限定されず、例えば、Ｃｕ、Ｗ、Ａｌなどの導電材料を適宜選択することができる。
【００４８】
第１キャビティー４１内の密閉状態は、収容する機能素子の種類に応じて適宜選択され

る。第１機能素子２００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第１キャビティー４１は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましい。これにより、ジャイロセンサーの振動現象が空気粘性によって減衰することを抑制できる。また、例えば加速度センサーである場合、第１キャビティー４１は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましい。これにより、加速度センサーの慣性質量と大気圧との間で所望のダンピング（粘性）が発生し、所定の検出感度を有する加速度センサーとすることができる。

【００４９】

図１に示すように、第２基体２０は、第２機能素子３００が設けられる部材である。第２基体２０は、後述される第３基体３０を介して、第１基体１０と対向配置され、第２機能素子３００が設けられている点を除き、第１基体１０と同様の構成を有していてもよい。

【００５０】

第２基体２０は、第３基体３０が接合される側の面である第１面２１と、第１面２１と反対側の第２面２２と、を有する。第２基体２０の第１面２１は、第２機能素子３００を支持する面であり、かつ、第２キャビティー４２を構成する面である。第２基体２０の第１面２１には、第２凹部２４が形成されており、第２凹部２４の下方に第２機能素子３００が載置される。第２凹部２４によって、第２機能素子３００は、第２基体２０に妨害されることなく、所望の方向にのみ可動することができる。

【００５１】

第２基体２０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。加工性などの観点から、第２基体２０の材質にはガラスを用いることができる。

【００５２】

第２基体２０には、第１面２１と第２面２２を貫通する複数の貫通孔２６が形成される。図示の例では、貫通孔２６は、第２基体２０をＺ軸方向に貫通している。貫通孔２６の内壁面は、図示されるように、テーパー状であってもよい。ただし、貫通孔２６の開口部の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、特に限定されず、円形または、矩形（例えば、正方形）であることができる。ここで、図１に示すように、貫通孔２６は、第２機能素子３００と開口部の一部がオーバーラップするように配置されていてもよい。また、図示はされないが、貫通孔２６の内壁面には、貫通孔２６内から第２面２２上に延びる導電層が形成されていてもよい。

【００５３】

導電部材２８は、貫通孔２６内に形成され、貫通孔２６を塞いでいる。導電部材２８の材質は、導電性部材であれば特に限定されず、例えば、Ｃｕ、Ｗ、Ａｌなどの導電材料を適宜選択することができる。

【００５４】

第２キャビティー４２内の密閉状態は、収容する機能素子の種類に応じて適宜選択される。第２機能素子３００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第２キャビティー４２は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましい。これにより、ジャイロセンサーの振動現象が空気粘性によって減衰することを抑制できる。また、例えば加速度センサーである場合、第２キャビティー４２は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましい。これにより、加速度センサーの慣性質量と大気圧との間で所望のダンピング（粘性）が発生し、所定の検出感度を有する加速度センサーとすることができる。

【００５５】

図１に示すように、第３基体３０は、第１基体１０および第２基体２０に狭持され、第１基体１０および第２基体２０に接合される。図示はされないが、第３基体３０は、第１および第２機能素子２００、３００の一部に接合されていてもよい。第３基体３０は、図示されるように、第１基体１０との接合面となる第１面３１と、第２基体２０との接合面

となる第２面３２と、を有する。

【００５６】

図１に示すように、第３基体３０の第１面３１および第２面３２には、第１凹部３３および第２凹部３４がそれぞれ形成されていてもよい。第１凹部３３と第１基体１０の第１面１１により、第１機能素子２００を収容する第１キャビティー４１を形成してもよい。したがって、第１凹部３３は第１キャビティー４１の内壁を構成する。また、第２凹部３４と第２基体２０の第１面２１により、第２機能素子３００を収容する第２キャビティー４２を形成してもよい。したがって、第２凹部３４は第２キャビティー４２の内壁を構成する。

【００５７】

第３基体３０の材質は特に限定されず、例えば、ガラス基板、シリコン基板、水晶基板を用いることができる。好適には、第３基体３０の材質にはシリコンを用いることができる。

【００５８】

第３基体３０を、第１基体１０および第２基体２０のそれぞれに接合する方法は特に限定されず、例えば、陽極接合による接合や低融点ガラス（ガラスペースト）による接合でもよいし、半田による接合でもよい。または、第１基体１０、第２基体２０および第３基体３０の各々の接合部分に金属薄膜（図示せず）を形成し、該金属薄膜同士を共晶接合させることにより、接合を行ってもよい。例えば、第１基体１０および第２基体２０がガラスからなり、第３基体３０がシリコンからなる場合、陽極接合による接合方法を用いることができる。一方、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０がガラスからなる場合、ガラス接合による接合方法を用いることができる。

【００５９】

第１基体１０、第２基体２０および第３基体３０からなるパッケージ４０の平面形状（Ｚ軸方向から見た形状）は、第１および第２機能素子２００、３００を収容できれば特に限定されず、例えば、矩形（より具体的には長方形）であってもよい。

【００６０】

また、図示されるように、パッケージ４０の外面４３には、外部端子用パッドや、配線パターンとなる導電層５１、５２が適宜形成されていてもよい。導電層５１は、貫通孔１６に設けられた導電性の導電部材１８に接続するように設けられる。また、導電層５２は、貫通孔２６に設けられた導電性の導電部材２８に接続するように設けられる。また、図示はされないが、導電層５１、５２が形成されない場合、導電部材１６、２８を外部端子として用い、直接ワイヤーボンディング接続されてもよい。

【００６１】

また、第１および第２基体１０、２０の材質はガラスであり、第３基体３０の材質はシリコンまたはガラスである場合、互いに熱膨張係数が異なるガラスとシリコンを用いた電子デバイスにおいて、シリコンからなる第３基体３０を、両面方向からガラスからなる第１基体１０および第２基体２０で狭持することができる。これにより製造工程の加熱プロセスにおいて、熱膨張係数の差から発生する応力が相殺（オフセット）されるため、信頼性がより向上した電子デバイスを提供することができる。

【００６２】

［機能素子の構成］

第１および第２機能素子２００、３００は、第１キャビティー４１および第２キャビティー４２内にそれぞれ載置（収容）されている。パッケージ４０に収容される第１および第２機能素子２００、３００は、例えば、陽極接合や直接接合によって、第１基体１０および第２基体２０にそれぞれ接合されていてもよいし、接着剤によって接合されていてもよい。

【００６３】

第１および第２機能素子２００、３００の形態としては、物理量を検出し、減圧状態や不活性ガス雰囲気で密閉されたキャビティー内で動作するものであれば、特に限定されず

、例えば、ジャイロセンサー、加速度センサー、振動子、ＳＡＷ（弾性表面波）素子、マイクロアクチュエーターなどの各種の機能素子を挙げることができる。

【００６４】

第１および第２機能素子２００、３００の材質は、例えば、リン、ボロン等の不純物がドープされることにより導電性が付与されたシリコンである。

【００６５】

以下では、第１実施形態に係る電子デバイス１００の一例として、第１機能素子２００にジャイロセンサーを採用し、第２機能素子３００に加速度センサー（静電容量型ＭＥＭＳ加速度センサー素子）を採用した形態を説明する。図２は、第１実施形態に係る電子デバイス１００に載置された第１機能素子２００を模式的に示す平面図である。また、図７は、第１実施形態に係る電子デバイス１００に載置された第２機能素子３００を模式的に示す平面図である。しかしながら、第１および第２機能素子２００、３００の形態は以下の形態に限定されるものはなく、公知の機能素子の形態であることができる。なお、便宜上、図２では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。このことは、後述する図３～図７でも同様である。

【００６６】

［ジャイロセンサーの構成］

第１機能素子２００は、図２に示すように、振動系構造体１０５と、駆動用固定電極１３０と、検出用固定電極１４０と、固定部１５０と、を有することができる。

【００６７】

振動系構造体１０５は、例えば、第１基体１０（または、第２基体２０）に接合されたシリコン基板を加工することにより、一体的に形成されている。これにより、シリコン半導体デバイスの製造に用いられる微細な加工技術の適用が可能となり、振動系構造体１０５の小型化を図ることができる。

【００６８】

振動系構造体１０５は、第１基体１０に固定された固定部１５０によって、支持されており、第１基体１０と離間して配置されている。振動系構造体１０５は、第１振動体１０６と、第２振動体１０８と、を有することができる。第１振動体１０６および第２振動体１０８は、Ｘ軸に沿って互いに連結されている。

【００６９】

第１振動体１０６および第２振動体１０８は、両者の境界線Ｂ（Ｙ軸に沿った直線）に対して、対称となる形状を有することができる。したがって、以下では、第１振動体１０６の構成について説明し、第２振動体１０８の構成の説明については、省略する。

【００７０】

第１振動体１０６は、駆動部１１０と、検出部１２０と、を有する。駆動部１１０は、駆動用支持部１１２と、駆動用バネ部１１４と、駆動用可動電極１１６と、を有することができる。

【００７１】

駆動用支持部１１２は、例えば、フレーム状の形状を有し、駆動用支持部１１２の内側には、検出部１２０が配置されている。図示の例では、駆動用支持部１１２は、Ｘ軸に沿って延在する第１延在部１１２ａと、Ｙ軸に沿って延在する第２延在部１１２ｂと、によって構成されている。

【００７２】

駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２の外側に配置されている。図示の例では、駆動用バネ部１１４の一端は、駆動用支持部１１２の角部（第１延在部１１２ａと第２延在部１１２ｂとの接続部）近傍に接続されている。駆動用バネ部１１４の他端は、固定部１５０に接続されている。

【００７３】

図示の例では、駆動用バネ部１１４は、第１振動体１０６において、４つ設けられている。そのため、第１振動体１０６は、４つの固定部１５０によって、支持されている。な

お、第１振動体１０６と第２振動体１０８との境界線Ｂ上の固定部１５０は、設けられていなくてもよい。

【００７４】

駆動用バネ部１１４は、Ｙ軸に沿って往復しながらＸ軸に沿って延在する形状を有している。複数の駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２の中心を通るＸ軸に沿った仮想線（図示せず）、および駆動用支持部１１２の中心を通るＹ軸に沿った仮想線（図示せず）に対して、対称に設けられている。駆動用バネ部１１４を上記のような形状とすることにより、駆動用バネ部１１４が、Ｙ軸方向およびＺ軸方向に変形することを抑制し、駆動用バネ部１１４を、駆動部１１０の振動方向であるＸ軸方向にスムーズに伸縮させることができる。そして、駆動用バネ部１１４の伸縮に伴い、駆動用支持部１１２を（駆動部１１０を）、Ｘ軸に沿って振動させることができる。なお、駆動用バネ部１１４は、駆動用支持部１１２をＸ軸に沿って振動させることができれば、その数は特に限定されない。

【００７５】

駆動用可動電極１１６は、駆動用支持部１１２の外側に、駆動用支持部１１２に接続されて配置されている。より具体的には、駆動用可動電極１１６は、駆動用支持部１１２の第１延在部１１２ａに接続されている。

【００７６】

駆動用固定電極１３０は、駆動用支持部１１２の外側に配置されている。駆動用固定電極１３０は、第１基体１０上に固定されている。図示の例では、駆動用固定電極１３０は、複数設けられ、駆動用可動電極１１６を介して、対向配置されている。図示の例では、駆動用固定電極１３０は、櫛歯状の形状を有しており、駆動用可動電極１１６は、駆動用固定電極１３０の櫛歯の間に挿入可能な突出部１１６ａを有している。駆動用固定電極１３０と突出部１１６aとの間の距離（ギャップ）を小さくすることにより、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に作用する静電力を、大きくすることができる。

【００７７】

駆動用固定電極１３０および駆動用可動電極１１６に、電圧を印加すると、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に静電力を発生させることができる。これにより、駆動用バネ部１１４をＸ軸に沿って伸縮させつつ、駆動用支持部１１２（駆動部１１０）を、Ｘ軸に沿って振動させることができる。このとき、振動系構造体１０５は減圧雰囲気、特に１０Ｐａ以下にすることで振動の効率は高くなる。

【００７８】

なお、図示の例では、駆動用可動電極１１６は、第１振動体１０６において、４つ設けられているが、駆動用支持部１１６をＸ軸に沿って振動させることができれば、その数は特に限定されない。また、図示の例では、駆動用固定電極１３０は、駆動用可動電極１１６を介して、対向配置されているが、駆動用支持部１１２をＸ軸に沿って振動させることができれば、駆動用固定電極１３０は、駆動用可動電極１１６の一方側にのみ配置されていてもよい。

【００７９】

検出部１２０は、駆動部１１０に連結されている。図示の例では、検出部１２０は、駆動用支持部１１２の内側に配置されている。検出部１２０は、検出用支持部１２２と、検出用バネ部１２４と、検出用可動電極１２６と、を有することができる。なお、図示はしないが、検出部１２０は、駆動部１１０に連結されていれば、駆動用支持部１１２の外側に配置されていてもよい。

【００８０】

検出用支持部１２２は、例えば、フレーム状の形状を有している。図示の例では、検出用支持部１２２は、Ｘ軸に沿って延在する第３延在部１２２ａと、Ｙ軸に沿って延在する第４延在部１２２ｂと、によって構成されている。

【００８１】

検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２の外側に配置されている。検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２と駆動用支持部１１２とを接続している。より具体的には、

検出用バネ部１２４の一端は、検出用支持部１２２の角部（第３延在部１２２ａと第４延在部１２２ｂとの接続部）近傍に接続されている。検出用バネ部１２４の他端は、駆動用支持部１１２の第１延在部１１２ａに接続されている。

【００８２】

検出用バネ部１２４は、Ｘ軸に沿って往復しながらＹ軸に沿って延在する形状を有している。図示の例では、検出用バネ部１２４は、第１振動体１０６において、４つ設けられている。複数の検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２の中心を通るＸ軸に沿った仮想線（図示せず）、および検出用支持部１２２の中心を通るＹ軸に沿った仮想線（図示せず）に対して、対称に設けられている。検出用バネ部１２４を上記のような形状とすることにより、検出用バネ部１２４が、Ｘ軸方向およびＺ軸方向に変形することを抑制し、検出用バネ部１２４を、検出部１２０の振動方向であるＹ軸方向にスムーズに伸縮させることができる。そして、検出用バネ部１２４の伸縮に伴い、検出用支持部１２２を（検出部１２０を）、Ｙ軸に沿って変位させることができる。なお、検出用バネ部１２４は、検出用支持部１２２をＹ軸に沿って変位させることができれば、その数は特に限定されない。

【００８３】

検出用可動電極１２６は、検出用支持部１２２の内側に、検出用支持部１２２に接続されて配置されている。図示の例では、検出用可動電極１２６は、Ｘ軸に沿って延在しており、検出用支持部１２２の２つの第４延在部１２２ｂに、接続されている。

【００８４】

検出用固定電極１４０は、検出用支持部１２２の内側に配置されている。検出用固定電極１４０は、第１基体１０上に固定されている。図示の例では、検出用固定電極１４０は、複数設けられ、検出用可動電極１２６を介して、対向配置されている。

【００８５】

検出用可動電極１２６および検出用固定電極１４０の数および形状は、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量の変化を検出することができれば、特に限定されない。

【００８６】

次に、第１機能素子２００の動作について説明する。図３～図６は、第１実施形態に係る電子デバイス１００の第１機能素子２００の動作を説明するための図である。なお、便宜上、図３～図６では、第１機能素子２００の各部分を、簡略化して図示している。

【００８７】

駆動用固定電極１３０および駆動用可動電極１１６に、図示しない電源によって、電圧を印加すると、駆動用固定電極１３０と駆動用可動電極１１６との間に静電力を発生させることができる。これにより、図３および図４に示すように、駆動用バネ部１１４をＸ軸に沿って伸縮させることができ、駆動部１１０をＸ軸に沿って振動させることができる。

【００８８】

より具体的には、第１振動体１０６の駆動用可動電極１１６と固定電極１３０との間に第１交番電圧を印加し、第２振動体１０８の駆動用可動電極１１６と固定電極１３０との間に第１交番電圧と位相が１８０度ずれた第２交番電圧を印加する。これにより、第１振動体１０６の第１駆動部１１０ａ、および第２振動体１０８の第２駆動部１１０ｂを、互いに逆位相でかつ所定の周波数で、Ｘ軸に沿って振動させることができる。すなわち、Ｘ軸に沿って互いに連結された第１駆動部１１０ａおよび第２駆動部１１０ｂは、Ｘ軸に沿って、互いに逆位相で振動する。図３に示す例では、第１駆動部１１０ａは、α１方向に変位し、第２駆動部１１０ｂは、α１方向と反対方向のα２方向に変位している。図４に示す例では、第１駆動部１１０ａは、α２方向に変位し、第２駆動部１１０ｂは、α１方向に変位している。

【００８９】

なお、検出部１２０は、駆動部１１０に連結されているため、検出部１２０も駆動部１１０の振動に伴い、Ｘ軸に沿って振動する。すなわち、第１振動体１０６および第２振動体１０８は、Ｘ軸に沿って、互いに反対方向に変位する。

【００９０】
図５および図６に示すように、駆動部１１０ａ、１１０ｂが第１振動を行っている状態で、機能素子２００にＺ軸回りの角速度ωが加わると、コリオリの力が働き、検出部１２０は、Ｙ軸に沿って変位する。すなわち、第１駆動部１１０ａに連結された第１検出部１２０ａ、および第２駆動部１１０ｂに連結された第２検出部１２０ｂは、第１振動およびコリオリ力によって、Ｙ軸に沿って、互いに反対方向に変位する。図５に示す例では、第１検出部１２０ａは、β１方向に変位し、第２検出部１２０ｂは、β１方向と反対方向のβ２方向に変位している。図６に示す例では、第１検出部１２０ａは、β２方向に変位し、第２検出部１２０ｂは、β１方向に変位している。
【００９１】
検出部１２０ａ、１２０ｂがＹ軸に沿って変位することにより、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の距離Ｌは、変化する。そのため、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量は、変化する。第１機能素子２００では、検出用可動電極１２６および検出用固定電極１４０に電圧を印加することにより、検出用可動電極１２６と検出用固定電極１４０との間の静電容量の変化量を検出し、Ｚ軸回りの角速度ωを求めることができる。
【００９２】
なお、上記では、静電力によって、駆動部１１０を駆動させる形態（静電駆動方式）について説明したが、駆動部１１０を駆動させる方法は、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ができる。尚、ジャイロセンサーの構成では、雰囲気を減圧下とすることで良好な振動特性および検出特性を得ることができる。
【００９３】
［加速度センサーの構成］
第２機能素子３００は、図７に示すように、固定部２８１、２８２と、連結部２８４、２８５と、可動部２８６と、可動電極部２８７と、固定電極部２８８、２８９と、を含むことができる。
【００９４】
可動部２８６は、Ｘ軸方向の加速度の変化に応じて、連結部２８４、２８５を弾性変形させながら、Ｘ軸方向（＋Ｘ方向または－Ｘ方向）に変位する。このような変位に伴って、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の隙間、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の隙間の大きさが変化する。すなわち、このような変位に伴って、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量の大きさが変化する。これらの静電容量の変化に基づいて、第２機能素子３００は、Ｘ軸方向の加速度を検出することができる。
【００９５】
固定部２８１、２８２は、第２基体２０の第１面２１に接合されている。図示の例では、固定部２８１、２８２は、平面視において、第１凹部２４の外周縁１５を跨ぐように設けられている。
【００９６】
可動部２８６は、固定部２８１と固定部２８２との間に設けられている。図７に示す例では、可動部２８６の平面形状は、Ｘ軸に沿った長辺を有する長方形である。
【００９７】
連結部２８４、２８５は、可動部２８６を固定部２８１、２８２に連結している。連結部２８４、２８５は、所望のばね定数を持ち、Ｘ軸方向に可動部２８６を変位し得るように構成されている。図７に示す例では、連結部２８４は、Ｙ軸方向に蛇行しながらＸ軸方向に延びる形状をなす２つの梁２８４ａ、２８４ｂによって構成されている。同様に、連結部２８５は、Ｙ軸方向に蛇行しながらＸ軸方向に延びる形状をなす２つの梁２８５ａ、２８５ｂによって構成されている。
【００９８】

可動電極部２８７は、可動部２８６に接続されている。可動電極部２８７は、複数設けられている。可動電極部２８７は、可動部２８６から＋Ｙ方向および－Ｙ方向に突出し、櫛歯状をなすようにＸ軸方向に並んでいる。

【００９９】

固定電極部２８８、２８９は、一方の端部が固定端として第１基体１０の第１面１１に接合され、他方の端部が自由端として可動部２８６側へ延出している。固定電極部２８８、２８９の各々は、複数設けられている。固定電極部２８８は、図示されない配線と電気的に接続され、固定電極部２８９は、図示されない配線と電気的に接続されている。固定電極部２８８、２８９は、櫛歯状をなすようにＸ軸方向に交互に並んでいる。固定電極部２８８、２８９は、可動電極部２８７に対して間隔を隔てて対向して設けられ、可動電極部２８７の一方側（－Ｘ方向側）に固定電極部２８８が配置され、他方側（＋Ｘ方向側）に固定電極部２８９が配置されている。

【０１００】

固定部２８１、２８２、連結部２８４、２８５、可動部２８６、および可動電極部２８７は、一体的に形成されている。

【０１０１】

固定部２８１は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４０を有する。これにより、固定部２８１は、外部接続端子と電気的に接続している。また、固定電極部２８８は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４２を有する。これにより、固定電極部２８８は、外部接続端子と電気的に接続している。また、固定電極部２８９は、図示されない配線と接続するコンタクト部２４４を有する。これにより、固定電極部２８９は、外部接続端子と電気的に接続している。

【０１０２】

第２機能素子３００では、電気的に接続された外部接続端子を用いることにより、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量を測定することができる。さらに、第２機能素子３００では、電気的に接続された外部接続端子を用いることにより、可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量を測定することができる。このように第２機能素子３００では、可動電極部２８７と固定電極部２８８との間の静電容量、および可動電極部２８７と固定電極部２８９との間の静電容量を別々に測定し、それらの測定結果に基づいて、高精度に物理量（加速度）を検出することができる。尚、加速度センサーの構成では、雰囲気を大気圧下とし、空気粘性を利用することで良好な検出特性を得ることができる。

【０１０３】

以上により、本実施形態に係る電子デバイス１００を構成することができる。

【０１０４】

本実施形態に係る電子デバイス１００は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１０５】

本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００が形成された場合と比べて、デバイスの小型化・省スペース化により寄与する電子デバイスを提供することができる。

【０１０６】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、製造工程において機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【０１０７】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができるため、

より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。したがって、製造工程を簡略化することができる電子デバイスを提供することができる。

【０１０８】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されないため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる電子デバイスを提供することができる。

【０１０９】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００が形成されていた場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、電子デバイス１００によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成されるため、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１１０】

また、本実施形態に係る電子デバイス１００によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されないため、歩留まりに対する影響が低減された電子デバイスを提供することができる。

【０１１１】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方のみが不良であった場合、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下し、電子デバイスの構造が歩留まりに大きく影響を与える。これに対し、電子デバイス１００によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１１２】

［第１変形例］

次に、第１実施形態の第１変形例について、図８を参照しつつ説明する。図８は、第１変形例に係る電子デバイス１０１を模式的に示す断面図である。第１変形例に係る電子デバイス１０１では、第１基体１０、第２基体２０、および第３基体３０の形状において、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【０１１３】

第１変形例に係る電子デバイス１０１においては、図示されるように、第３基体３０に第１凹部３３および第２凹部３４は形成されず、第３基体３０は、プレート状部材である。

【０１１４】

これに対し、第１基体１０の第１面１１の周縁には、第１キャビティー４１を形成するためのスペーサーとして、枠体１９が形成されている。したがって、第１機能素子２００を収容する第１キャビティー４１は、第１基体１０の第１面１１、枠体１９、および第３基体３０の第１面３１から構成される。

【０１１５】

また、第２基体２０の第１面２１の周縁には、第２キャビティー４２を形成するためのスペーサーとして、枠体２９が形成されている。したがって、第２機能素子３００を収容する第２キャビティー４２は、第２基体２０の第１面２１、枠体２９、および第３基体３０の第２面３２から構成される。

【０１１６】

第１変形例に係る電子デバイス１０１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有することができる。

【０１１７】
［第２変形例］
次に、第１実施形態の第２変形例について、図９を参照しつつ説明する。図９は、第２変形例に係る電子デバイス１０２を模式的に示す断面図である。第２変形例に係る電子デバイス１０２では、第３基体３３０の形状において、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。
【０１１８】
第２変形例に係る電子デバイス１０２においては、図示されるように、第３基体３３０に第１凹部３３および第２凹部３４は形成されず、第３基体３３０は第１キャビティー４１と第２キャビティー４２とを連通する開口部３３１を有する。換言すれば、第３基体３３０は、開口部３３１を有する枠体である。
【０１１９】
電子デバイス１０２においては、第１機能素子２００と第２機能素子３００は同じ物理量を検出する機能素子である。ただし、第１機能素子２００と第２機能素子３００において検出軸方向は異なっていてもよい
第２変形例に係る電子デバイス１０２は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有することができる。
【０１２０】
［第３変形例］
次に、第１実施形態の第３変形例について、図１０を参照しつつ説明する。図１０は、第３変形例に係る電子デバイス１０３を模式的に示す断面図である。第３変形例に係る電子デバイス１０３では、第１基体１０の第１面１１および第２基体２０の第１面２１のそれぞれにアライメントマーク６０が形成される点で、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる。以下の説明では、第１実施形態に係る電子デバイス１００と異なる点についてのみ説明する。既に説明した部材については、同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。
【０１２１】
第１基体１０の第１面１１には、第１アライメントマーク６１が形成される。また、第２基体２０の第１面２１には、第２アライメントマーク６２が形成される。第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２は、それぞれが積層方向（図示の例ではＺ軸方向）において一致した場合に、第１機能素子２００と第２機能素子３００が所定の配置となり、所望の検出軸方向を有することができるように、配置される。第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２は、それぞれ複数形成されていてもよい。
【０１２２】
アライメントマーク６０（第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２）は、第１基体１０、第２基体２０、および第３基体３０を積層する工程において、視覚的に検出可能であって、位置合わせに用いることができる限り、特に限定されるものではない。以下において、アライメントマーク６０の一形態を説明する。
【０１２３】
図１０は、アライメントマーク６０の拡大平面図Ａ１を含み、アライメントマーク６０のＺ軸方向から見た平面視の形状を示す。図１０におけるアライメントマークは、拡大平面図Ａ１のＩＸ－ＩＸ線断面図に対応している。拡大平面図Ａ１に示されるように、アライメントマーク６０は、第１基体１０（または第２基体２０）に形成された溝部６３と、溝部６３の周囲に配置された構造体６４から構成されていてもよい。溝部６３は、例えば、平面視において十字形状（クロス形状）であってもよい。また、構造体６４は、図示されるように、溝部６３の十字形状（クロス形状）の開口部に沿って、互いに開口部を挟むように、４つ配置されていてもよい。

【０１２４】
第３変形例に係る電子デバイス１０３は、第１実施形態に係る電子デバイス１００と同様の上記特徴を有し、さらに、以下の特徴を有することができる。
【０１２５】
電子デバイス１０３によれば、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。したがって、より信頼性が向上した電子デバイスを提供することができる。
【０１２６】
［第４変形例］
次に、第１実施形態の第４変形例について、図１１を参照しつつ説明する。図１１は、第４変形例に係る電子デバイス１０４を模式的に示す断面図である。第４変形例に係る電子デバイス１０４は、図示されるように、第２変形例に係る電子デバイス１０２に対して上記アライメントマーク６０が設けられた形態を有する。
【０１２７】
第４変形例に係る電子デバイス１０４は、第３変形例に係る電子デバイス１０３と同様の上記特徴を有することができる。
【０１２８】
１．２．　第２実施形態
次に、第２実施形態に係る電子デバイスについて、図面を参照しながら説明する。図１２Ａは、第２実施形態に係る電子デバイス４００を模式的に示す断面図である。便宜上、図では、互いに直交する３つの軸として、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸を図示している。
【０１２９】
図示されるように、電子デバイス４００は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０１、１０２、１０３、１０４）が実装され、第１および第２機能素子２００、３００の信号を処理する集積回路を含む基板４１０と、パッケージ４０（第１、第２、第３基体１０、２０、３０）および基板４１０をモールド封止するモールド部４３０を含む。
【０１３０】
基板４１０には、集積回路と電気的に接続されたパッド４１１が複数設けられている。集積回路の構成は、第１機能素子２００、第２機能素子３００に対して電圧を印加し、第１機能素子２００、第２機能素子３００からの静電容量等の検出信号を処理することができる限り、特に限定されない。集積回路は、例えば、トランジスター等の能動素子や、抵抗、コイル、コンデンサー等の受動素子を含んでもよい。
【０１３１】
パッド４１１は、電子デバイス１００の導電層５１、５２とそれぞれ電気的に接続される。これにより、第１機能素子２００、第２機能素子３００と、基板４１０に設けられた集積回路とを電気的に接続することができる。
【０１３２】
図示の例では、第１基体１０の第２面１２に形成された導電層５１が基板４１０にフリップチップ実装され、第２基体２０の第２面２２に形成された導電層５２が基板４１０にワイヤーボンディング実装されている。具体的には、導電層５１とパッド４１１は導電部材４１６を介して電気的に接続され、導電層５２とパッド４１１はワイヤ４１２を介して電気的に接続される。ここで、導電部材４１６は、半田であってもよいし、公知の導電性接着剤であってもよい。
【０１３３】
ここで、図示はされないが、第１基体１０の第２面１２に形成された導電層５１が基板４１０にワイヤーボンディング実装され、第２基体２０の第２面２２に形成された導電層５２が基板４１０にフリップチップ実装されていてもよい。
【０１３４】
また、図示されるように、基板４１０は、配線基板４２０に搭載されていてもよい。配

線基板４２０は、例えば、基板４１０が搭載されている面にパッド４２１が形成され、パッド４２１とワイヤ４２２によりワイヤーボンディング接続されていてもよい。また、配線基板４２０は、パッド４２１が形成されている面とは反対側の面に、外部端子４２３が形成されていてもよい。

【０１３５】

配線基板４２０の材質は、特に限定されず、シリコン基板、ガラス基板、セラミックス基板、プラスチック基板等を挙げることができる。また、配線基板４２０は、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）からなる基板又はフィルムであってもよい。あるいは、配線基板４２０は、ポリイミド樹脂からなるフレキシブル基板を使用してもよい。配線基板４２０に、フレキシブル基板としてＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）や、ＴＡＢ（Ｔａｐｅ　Ａｕｔｏｍａｔｅｄ　Ｂｏｎｄｉｎｇ）技術で使用されるテープ基板を使用してもよい。

【０１３６】

モールド部４３０は、少なくとも電子デバイス１００、基板４１０をモールド封止する。モールド部４３０の材質は、公知の樹脂モールドである限り、特に限定されない。

【０１３７】

電子デバイス４００によれば、電子デバイス１００がモジュール化された電子デバイスを提供することができる。しがたって、小型化・省スペース化に寄与することができる、モジュール化された電子デバイス４００を提供することができる。

【０１３８】

［変形例］

次に、第２実施形態の変形例について、図１２Ｂを参照しつつ説明する。図１２Ｂは、変形例に係る電子デバイス４０１を模式的に示す断面図である。変形例に係る電子デバイス４０１は、図示されるように、第２実施形態に係る電子デバイス４００とは、電子デバイス１００（１０１、１０２、１０３、１０４）の実装形態においてのみ異なる。

【０１３９】

第２実施形態に係る電子デバイス４００においては、電子デバイス１００の第１基体１０の第２面１２（若しくは、第２基体２０の第２面２２）が基板４１０のパッド４１１が形成された面と対向するようにフリップチップ実装されている。これに対し、変形例に係る電子デバイス４０１においては、電子デバイス１００の第１基体１０の第２面１２、および第２基体２０の第２面２２が基板４１０のパッド４１１が形成された面と実質的に直交するように実装されている。

【０１４０】

電子デバイス１００と基板４１０との電気的接続方法は特に限定されない。例えば、パッド４４１が複数設けられた基板４４０を介して電子デバイス１００と基板４１０との電気的接続を図ってもよい。具体的には、複数のパッド４４１は、導電部材４１６を介して、電子デバイス１００の導電層５１、導電層５２、若しくはパッド４１１と電気的に接続される。これにより、電子デバイス１００は、基板４１０および配線基板４２０と電気的に接続される。

【０１４１】

基板４４０には、例えば、公知のフレキシブル基板を用いることができる。フレキシブル基板としては、例えば、ＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ　Ｐｒｉｎｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）や、ＴＡＢ（Ｔａｐｅ　Ａｕｔｏｍａｔｅｄ　Ｂｏｎｄｉｎｇ）技術で使用されるテープ基板を用いることができる。また、図示はされないが、基板４４０には、断面図がＬ字形状のリジッド基板からなる配線基板を用いてもよい。

【０１４２】

変形例に係る電子デバイス４０１は、第２実施形態に係る電子デバイス４００と同様の上記特徴を有することができる。

【０１４３】

２．電子デバイスの製造方法

次に、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法について、図面を参照しながら説明する。図１３は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０３）の製造工程のフローチャートである。図１４～図２１は、第１実施形態に係る電子デバイス１００（１０３）の製造工程を模式的に示す断面図であって、図１に対応している。

【０１４４】

図１３に示すように、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、第１基体１０を準備し、第１基体１０の上に第１機能素子２００を形成することで、第１構造体１０ａを準備する第１準備工程（Ｓ１）と、第２基体２０を準備し、第２基体２０の上に第２機能素子３００を形成することで、第２構造体２０ａを準備する第２準備工程（Ｓ２）と、第３基体を準備する第３準備工程（Ｓ３）と、第３基体３０が第１基体１０と第２基体２０により狭持されるように積層することで、第１基体１０および第３基体３０に囲まれる第１キャビティー４１に第１機能素子２００を収容し、第２基体２０および第３基体３０に囲まれる第２キャビティー４２に第２機能素子３００を収容する積層工程（Ｓ４）と、を含む。

【０１４５】

本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、第１準備工程（Ｓ１）、第２準備工程（Ｓ２）、および第３準備工程（Ｓ３）の順番を限定するものではない。また、以下の詳細な説明は、電子デバイス１００（１０３）の製造方法の一例を説明するものであって、これに限定するものではない。

【０１４６】

[第１準備工程（Ｓ１）および第２準備工程（Ｓ２）]

まず、図１４に示すように、ガラスなどのプレート状基板から、第１基体１０を準備する。図示されるように、第１基体１０の第１面１１に、第１凹部１４および貫通孔１６を形成する。このとき、例えば、第１凹部１４を形成する際、同時にアライメントマーク６０の溝部６３を形成してもよい。第１凹部１４および貫通孔１６の形成方法は特に限定されず、公知のＭＥＭＳ加工技術を用いることができる。第１凹部１４は、例えば、公知のフォトリソグラフィー技術およびエッチング技術により形成し、貫通孔１６は、ブラスト加工により形成してもよい。

【０１４７】

また、図示はされないが、第１変形例に係る電子デバイスを製造する場合、本工程において、第１基体１０が枠体１９を有するように、適宜パターニングを行ってもよい（図８参照）。

【０１４８】

次に、図１５に示すように、第１機能素子２００の原料基板２００ａを第１基体１０の第１面１１に接合する。ここで、原料基板２００ａはシリコン基板からなり、第１機能素子２００よりも厚い基板である。原料基板２００ａと基板１０の接合は、例えば、陽極接合によって行われる。

【０１４９】

次に、図１６に示すように、貫通孔１６内に導電部材１８を形成する。導電部材１８を形成する方法は特に限定されず、例えば、表面に下地層を形成し、Ｃｕめっき処理を行うことで貫通電極となる導電部材１８を形成してもよい。また、図示されるように、導電部材１８と電気的に接続する導電層５１を形成することができる。導電層５１は、例えば、スパッタ法やＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法などによって成膜された後、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術によってパターニングされることによって形成される。

【０１５０】

次に、図１７に示すように、公知の研削、研磨処理により原料基板２００ａが所望の膜厚を有する原料基板２００ｂとなるまで薄膜化する。例えば、化学機械研磨処理（ＣＭＰ）により薄膜化を行ってもよい。

【０１５１】

次に、図１８に示すように、所望の膜厚まで薄膜化された原料基板２００ｂをパターニングすることにより、第１機能素子２００が形成される。パターニングは、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術によって行われる。

【０１５２】

ここで、図示されるように、アライメントマーク６１が形成される場合、原料基板２００ｂをパターニングすることにより、アライメントマーク６１の構造体６４が形成される。したがって、構造体６４は第１機能素子２００と一体的に形成される。

【０１５３】

以上の工程により、第１機能素子２００が形成された第１構造体１０ａを準備することができる。

【０１５４】

また、本工程において、所望の膜厚まで薄膜化された原料基板２００ｂをパターニングすることにより、第２機能素子３００を形成した場合、第２機能素子３００が形成された第２構造体２０ａを準備することができる。

【０１５５】

[第３準備工程（Ｓ３）]

次に、図１９に示すように、第３基体３０を準備する。第３基体３０は、シリコン基板を準備し、フォトリソグラフィー技術およびエッチング技術により、第１凹部３３および第２凹部３４を形成することで形成される。

【０１５６】

また、図示はされないが、第２変形例に係る電子デバイスを製造する場合、本工程において、第３基体３３０が開口部３３１を有するように、適宜パターニングを行ってもよい（図９参照）。

【０１５７】

[積層工程（Ｓ４）]

次に、図２０に示すように、第１構造体１０ａと第３基体３０とを接合することで、第１基体１０および第３基体３０に囲まれる第１キャビティー４１に第１機能素子２００を収容する。第１構造体１０ａと第３基体３０との接合は、例えば、陽極接合によって行われる。

【０１５８】

ここで、所望の第１気圧雰囲気において、第１構造体１０ａと第３基体３０とを接合することで、第１気圧雰囲気の第１キャビティー４１を形成することができる。第１気圧雰囲気は、収容される機能素子の種類により適宜決定される。第１気圧雰囲気は、減圧雰囲気（好ましくは真空）であってもよいし、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気であってもよい。

【０１５９】

第１機能素子２００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第１キャビティー４１は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましいため、第１気圧雰囲気は減圧状態（より好ましくは真空状態）である。また、第１機能素子２００が例えば加速度センサーである場合、第１キャビティー４１は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましいため、第１気圧雰囲気は大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）である。

【０１６０】

次に、図２１に示すように、第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合することで、第２基体２０および第３基体３０に囲まれる第２キャビティー４２に第２機能素子３００を収容する。第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合は、例えば、陽極接合によって行われる。

【０１６１】

ここで、所望の第２気圧雰囲気において、第２構造体２０ａと第３基体３０とを接合することで、第２気圧雰囲気の第２キャビティー４２を形成することができる。第２気圧雰

囲気は、収容される機能素子の種類により適宜決定される。第２気圧雰囲気は、減圧雰囲気（好ましくは真空）であってもよいし、窒素ガス等の不活性ガス雰囲気であってもよい。

【０１６２】

第２機能素子３００が、例えば振動型ジャイロセンサーである場合、第２キャビティー４２は、減圧状態（より好ましくは真空状態）であることが望ましいため、第２気圧雰囲気は減圧状態（より好ましくは真空状態）である。また、第２機能素子３００が例えば加速度センサーである場合、第２キャビティー４２は、大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）であることが望ましいため、第２気圧雰囲気は大気圧状態であって、不活性ガス雰囲気（例えば、窒素ガス）である。

【０１６３】

また、第１構造体１０ａと第２構造体２０ａにアライメントマーク６０（第１アライメントマーク６１、第２アライメントマーク６２）がそれぞれ形成されている場合、積層工程（Ｓ４）は、第１アライメントマーク６１と第２アライメントマーク６２を視覚的に検出することで位置あわせを行う工程を更に含む。これによれば、第１基体１０、第２基体２０、第３基体３０を積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。

【０１６４】

以上の工程により、電子デバイス１００を製造することができる。

【０１６５】

本実施形態に係る電子デバイスの製造方法は、例えば、以下の特徴を有する。

【０１６６】

本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、デバイスの小型化・省スペース化に寄与する電子デバイスの製造方法を提供することができる。

【０１６７】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００が積層された電子デバイスを提供することができるため、機能素子の検出軸を簡便に高いアライメント精度で配置することができる。したがって、製造工程を簡略化し、かつ、検出軸が高いアライメント精度を有する電子デバイスを提供することができる。

【０１６８】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、所望の気圧雰囲気で積層工程を行うことで、所望の気圧雰囲気で封止されたキャビティーを形成することができる。したがって、減圧した状態で、封止用貫通孔内の導電部材をレザー等で溶融させ、キャビティー内を封止するといった封止工程を行う必要がなく、より簡便な方法でキャビティー封止を行うことができる。

【０１６９】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００を同一基板上に形成せず、第１基体１０および第２基体２０に個別に形成されるため、搭載される機能素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１７０】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方に、ジャイロセンサーが含まれた場合、製造工程上、ジャイロセンサーを駆動振動させる必要がある。同一基板上に第１機能素子２００および第２機能素子３００を形成する場合、振動が他方の機能素子に伝播し、機能素子の信頼性を低下させる可能性がある。これに対し、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、振動等により、素子の信頼性が低下することを防ぐことができる。

【０１７１】

また、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１機能素子２００および第２機能素子３００を同一基板上に形成しないために、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１７２】

例えば、第１機能素子２００および第２機能素子３００の少なくとも一方のみが不良であった場合であっても、第１機能素子２００および第２機能素子３００が同一基板上に形成されているために、歩留まりが著しく低下する。これに対し、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法によれば、第１基体１０と第２基体２０のそれぞれに機能素子が形成される。したがって、機能素子の一方に不良が発生した場合であっても、他方の機能素子を不良扱いする必要がないため、歩留まりに対する影響を低減することができる。

【０１７３】

［変形例］

次に、本実施形態の変形例について、図２２～図２４を参照しつつ説明する。図２２、２３は、変形例に係る第１～第３準備工程（Ｓ１～Ｓ３）を模式的に説明するための図である。図２４は変形例に係る積層工程（Ｓ４）を模式的に説明するための図である。

【０１７４】

変形例に係る電子デバイスの製造方法においては、第１準備工程（Ｓ１）、第２準備工程（Ｓ２）、第３準備工程（Ｓ３）、および積層工程（Ｓ４）は、ウェハレベルで行われる。

【０１７５】

［第１～第３準備工程（Ｓ１～Ｓ３）］

第１準備工程（Ｓ１）では複数の第１構造体１０ａを第１素子領域２０１０に有する第１ウェハ２０００を準備する。ここで、図２２（Ａ）は第１ウェハ２０００の平面図であり、図２２（Ｂ）は図２２（Ａ）のＢ－Ｂ線断面図である。

【０１７６】

図示されるように、第１ウェハ２０００の平面形状は、例えば、略円形であってもよい。図２２（Ａ）に示すように、一部が切り欠かれていてもよい。

【０１７７】

第１ウェハ２０００は、図２２（Ａ）に示すように、複数の第１構造体１０ａが形成された領域である第１素子領域２０１０（図２２（Ａ）の灰色で示された領域）と、非素子領域２０２０（図２２（Ａ）の白色で示された領域）と、を有する。

【０１７８】

図２２（Ｂ）に示すように、第１素子領域２０１０は、第１ウェハ２０００の中央部に形成してもよい。図２２（Ａ）に示すように、切断ラインＬは、隣り合った第１構造体１０ａの境界線を示すものである。よって、切断ラインＬによって区画された１つの領域は、切断されて第１構造体１０ａとなる領域である。

【０１７９】

ここで、図示されるように、第１アライメントマーク６１は、第１ウェハ２０００の第１素子領域２０１０外（非素子領域２０２０）に形成されてもよい。

【０１８０】

第２準備工程（Ｓ２）では、図２３（Ａ）に示すように、第１ウェハ２０００と同様に、複数の第２構造体２０ａを第２素子領域３０１０に有する第２ウェハ３０００を準備する。図示されるように、第２ウェハ３０００は、複数の第２構造体２０ａが形成された領域である第２素子領域３０１０と、非素子領域３０２０と、を有する。

【０１８１】

ここで、図示されるように、第２アライメントマーク６２は、第２ウェハ３０００の第２素子領域３０１０外（非素子領域３０２０）に形成されてもよい。

【０１８２】

第３準備工程（Ｓ３）では、図２３（Ｂ）に示すように、複数の第３基体３０を第３素子領域４０１０に有する第３ウェハ４０００を準備する。図示されるように、第３ウェハ

４０００は、複数の第３基体３０が形成された領域である第３素子領域４０１０と、非素子領域４０２０と、を有する。

【０１８３】

［積層工程（Ｓ４）］

図２４に示されるように、積層工程もウェハレベルで行われる。具体的には、第１ウェハ２０００と第３ウェハ４０００を接合し、第２ウェハ３０００と第３ウェハ４０００を接合することで、第１構造体１０ａ、第２構造体２０ａ、および第３基体３０からなる電子デバイス１００を複数有するウェハを形成することができる。

【０１８４】

変形例に係る電子デバイスの製造方法においては、積層工程の後、積層された第１、第２、第３ウェハ２０００、３０００、４０００をダイシング等の公知の切断技術により個片化する工程を更に含む。ダイシングは、切断ラインＬに沿って行われる。

【０１８５】

変形例に係る電子デバイスの製造方法によれば、ウェハレベルで製造するため、より多くの電子デバイス１００を効率よく製造することができる。

【０１８６】

また、図示されるように、第１アライメントマーク６１および第２アライメントマーク６２を用いることで、ウェハを積層する工程において、位置合わせを確実に行うことができるため、機能素子がより高いアライメント精度で位置合わせされた検出軸を有することができる。また、電子デバイス内にアライメントマークを設ける必要がないため、より小型化・省スペース化を図ることができる。また、位置合わせ工程をウェハレベルで行うことができるため、個別に視覚的に検査を行って位置合わせを行うよりもより簡便に製造することができる。

【０１８７】

３．電子機器

次に、第１実施形態に係る電子機器について、図面を参照しながら説明する。第１実施形態に係る電子機器は、本発明に係る電子デバイスを含む。以下では、本発明に係る電子デバイスとして、電子デバイス１００を含む電子機器について、説明する。

【０１８８】

図２５は、第１実施形態に係る電子機器として、モバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピューター１１００を模式的に示す斜視図である。

【０１８９】

図２５に示すように、パーソナルコンピューター１１００は、キーボード１１０２を備えた本体部１１０４と、表示部１１０８を有する表示ユニット１１０６と、により構成され、表示ユニット１１０６は、本体部１１０４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。

【０１９０】

このようなパーソナルコンピューター１１００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０１９１】

図２６は、第１実施形態に係る電子機器として、携帯電話機（ＰＨＳも含む）１２００を模式的に示す斜視図である。

【０１９２】

図２６に示すように、携帯電話機１２００は、複数の操作ボタン１２０２、受話口１２０４および送話口１２０６を備え、操作ボタン１２０２と受話口１２０４との間には、表示部１２０８が配置されている。

【０１９３】

このような携帯電話機１２００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０１９４】

図２７は、第１実施形態に係る電子機器として、デジタルスチルカメラ１３００を模式

的に示す斜視図である。なお、図２７には、外部機器との接続についても簡易的に示している。

【０１９５】

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ１３００は、被写体の光像をＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）などの撮像素子により光電変換して撮像信号（画像信号）を生成する。

【０１９６】

デジタルスチルカメラ１３００におけるケース（ボディー）１３０２の背面には、表示部１３１０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１３１０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。

【０１９７】

また、ケース１３０２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１３０４が設けられている。

【０１９８】

撮影者が表示部１３１０に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン１３０６を押下すると、その時点におけるＣＣＤの撮像信号が、メモリー１３０８に転送・格納される。

【０１９９】

また、このデジタルスチルカメラ１３００においては、ケース１３０２の側面に、ビデオ信号出力端子１３１２と、データ通信用の入出力端子１３１４とが設けられている。そして、ビデオ信号出力端子１３１２には、テレビモニター１４３０が、データ通信用の入出力端子１３１４には、パーソナルコンピューター１４４０が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー１３０８に格納された撮像信号が、テレビモニター１４３０や、パーソナルコンピューター１４４０に出力される構成になっている。

【０２００】

このようなデジタルスチルカメラ１３００には、電子デバイス１００が内蔵されている。

【０２０１】

以上のような電子機器１１００、１２００、１３００は、小型化・省スペース化に寄与することができる電子デバイス１００を有することができる。

【０２０２】

なお、上記電子デバイス１００を備えた電子機器は、図２５に示すパーソナルコンピューター（モバイル型パーソナルコンピューター）、図２６に示す携帯電話機、図２７に示すデジタルスチルカメラの他にも、例えば、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ー）、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、各種ナビゲーション装置、ページャー、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、ヘッドマウントディスプレイ、ワードプロセッサー、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、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、ロケット、船舶の計器類）、ロボットや人体などの姿勢制御、フライトシミュレーターなどに適用することができる。

【０２０３】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【０２０４】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、

実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成または同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

【０２０５】

１０…第１基体、１０ａ…第１構造体、１１…第１面、１２…第２面、１４…第１凹部、１６…貫通孔、１８…導電部材、１９…枠体、２０…第２基体、２０ａ…第２構造体、２１…第１面、２２…第２面、２４…第２凹部、２６…貫通孔、２８…導電部材、２９…枠体、３０、３３０…第３基体、３１…第１面、３２…第２面、３３…第１凹部、３４…第２凹部、４０…パッケージ、４１…第１キャビティー、４２…第２キャビティー、４３…外面、５１…導電層、５２…導電層、６０…アライメントマーク、６１…第１アライメントマーク、６２…第２アライメントマーク、１００、１０１、１０２、１０３、１０４、４００、４０１…電子デバイス、１０５…振動系構造体、１０６…第１振動体、１０８…第２振動体、１１０…駆動部、１１２…駆動用支持部、１１２ａ…第１延在部、１１２ｂ…第２延在部、１１４…駆動用バネ部、１１６…駆動用可動電極、１１６ａ…突出部、１２０…検出部、１２２…検出用支持部、１２２ａ…第３延在部、１２２ｂ…第４延在部、１２４…検出用バネ部、１２６…検出用可動電極、１３０…駆動用固定電極、１４０…検出用固定電極、１５０…固定部、２００…第１機能素子、２８１、２８２…固定部、２８４…連結部、２８４ａ、２８４ｂ…梁、２８５…連結部、２８５ａ、２８５ｂ…梁、２８６…可動部、２８７…可動電極部、２８８、２８９…固定電極部、３００…第２機能素子、３３１…開口部、４１０…基板、４１１…パッド、４１２…ワイヤ、４１６…導電部材、４２０…配線基板、４２１…パッド、４２２…ワイヤ、４２３…外部端子、４３０…モールド部、４４０…基板、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、１３１２…ビデオ信号出力端子、１３１４…入出力端子、１４３０…テレビモニター、１４４０…パーソナルコンピューター、２０００…第１ウェハ、２０１０…第１素子領域、２０２０…非素子領域、３０００…第２ウェハ、３０１０…第２素子領域、３０２０…非素子領域、４０００…第３ウェハ、４０１０…第３素子領域、４０２０…非素子領域

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|
| ***H01L 25/00*** | ***(2006.01)*** | H01L 25/00 | B | |
| ***H01L 23/02*** | ***(2006.01)*** | H01L 23/02 | Z | |

Fターム(参考) 3C081 AA11 BA07 BA11 BA30 BA44 BA48 BA53 BA76 CA32 DA03
DA06 EA02
4M112 AA02 BA07 CA21 CA22 CA24 CA26 CA31 CA33 DA02 DA05
DA09 DA15 DA16 DA18 EA03 EA10 EA11 EA13 EA14 FA01
FA09 FA20 GA01 GA03