

(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2017-53742

(P2017-53742A)

(43) 公開日 平成29年3月16日(2017.3.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 P 15/125 (2006.01)	GO 1 P 15/125 Z	3C081
HO 1 L 23/10 (2006.01)	HO 1 L 23/10 Z	4M112
HO 1 L 23/02 (2006.01)	HO 1 L 23/02 B	
GO 1 P 15/08 (2006.01)	GO 1 P 15/08 1O1A	
HO 1 L 29/84 (2006.01)	GO 1 P 15/08 1O2Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-178230 (P2015-178230)
 (22) 出願日 平成27年9月10日 (2015.9.10)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (74) 代理人 100164633
 弁理士 西田 圭介
 (74) 代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 (72) 発明者 ▲高▼木 成和
 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

最終頁に続く

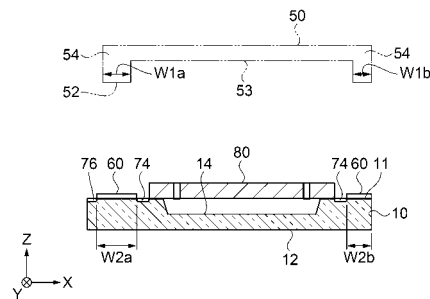
(54) 【発明の名称】 電子デバイスの製造方法、電子デバイス、電子機器、および移動体

(57) 【要約】

【課題】 基体と蓋体との接合面の平坦性を高め、接合強度を高めることが可能な電子デバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】 第1基体を用意する工程と、第1基体の第3基体が接合される少なくとも一部に保護層を形成する工程と、第1基体に第2基体を第1接合する工程と、第1接合工程で接合された第2基体を第1エッチングする工程と、保護層を第2エッチングにより除去する工程と、第1基体に第3基体を第2接合する工程と、を含み、第1エッチングは、第1基体および保護層よりも第2基体の方が、エッチングレートが速く、第2エッチングは、第1基体および第2基体よりも保護層の方が、エッチングレートが速い電子デバイスの製造方法。

【選択図】 図3B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルカリ金属イオンを有する第 1 基体に、シリコンを含む第 2 基体およびシリコンを含む第 3 基体を、それぞれ接合する工程を備えた電子デバイスの製造方法であって、

前記第 1 基体を用意する工程と、

前記第 1 基体の前記第 3 基体が接合される少なくとも一部に保護層を形成する工程と、

前記第 1 基体に前記第 2 基体を第 1 接合する工程と、

前記第 1 接合工程で接合された前記第 2 基体を第 1 エッチングする工程と、

前記保護層を第 2 エッチングにより除去する工程と、

前記第 1 基体に前記第 3 基体を第 2 接合する工程と、を含み、

前記第 1 エッチングは、前記第 1 基体および前記保護層よりも前記第 2 基体の方が、エッチングレートが速く、

前記第 2 エッチングは、前記第 1 基体および前記第 2 基体よりも前記保護層の方が、エッチングレートが速いことを特徴とする電子デバイスの製造方法。

10

【請求項 2】

前記保護層を形成する工程では、前記保護層を、周状に形成することを特徴とする請求項 1 に記載の電子デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記保護層を形成する工程では、前記保護層を DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜によって形成することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電子デバイスの製造方法。

20

【請求項 4】

前記第 2 基体は、平面視で、前記保護層と重なる領域の前記第 2 基体の前記第 1 基体との接合面に、逃げ溝部が設けられており、

前記第 1 接合する工程では、前記保護層を、前記逃げ溝部の内に配置して陽極接合することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の電子デバイスの製造方法。

【請求項 5】

前記第 1 接合する工程では、陽極接合によって前記第 1 基体に前記第 2 基体を接合することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の電子デバイスの製造方法。

30

【請求項 6】

前記第 2 接合する工程では、陽極接合によって前記第 1 基体に前記第 3 基体を接合することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の電子デバイスの製造方法。

【請求項 7】

アルカリ金属イオンを有する第 1 基体と、

前記第 1 基体に陽極接合された第 2 基体と、

前記第 1 基体に陽極接合された第 3 基体と、を備え、

前記第 1 基体は、前記第 3 基体との接合部を含む第 1 面と、前記第 1 面の周辺領域の少なくとも一部に、前記第 1 面よりも粗面状態の第 2 面を備えていることを特徴とする電子デバイス。

40

【請求項 8】

前記第 2 面は、

前記第 1 面の周辺領域のうちの、前記第 1 基体に接合された前記第 3 基体と、前記第 1 基体に接合された前記第 2 基体との間に設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の電子デバイス。

【請求項 9】

平面視で、前記第 1 面は、前記第 3 基体の接合面を内側に含んでいることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載の電子デバイス。

50

【請求項 10】

請求項 7 ないし請求項 9 のいずれか一項に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項 11】

請求項 7 ないし請求項 9 のいずれか一項に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子デバイスの製造方法、電子デバイス、電子機器、および移動体に関する 10

【背景技術】

【0002】

従来、例えばシリコン MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて物理量を検出する機能素子を備えた電子デバイスとして、半導体基板あるいはガラス基板などのパッケージ基板(基体)上に、シリコン基板などから形成された機能素子が設けられた加速度センサー、ジャイロセンサーなどが提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、基体(上述のパッケージ基板に相当する)の第 1 面側に接合されている蓋体と、基体および蓋体に囲まれるキャビティーに収容されている機能素子(センサー素子)と、を備えた電子デバイスおよびその製造方法が開示されている。そして、この電子デバイスの製造方法では、基体と陽極接合(1回目)されたシリコン基板をエッチング加工によって機能素子として形成した後、当該機能素子を内包して基体に蓋体を陽極接合(2回目)している。つまり、この電子デバイスの製造過程では、1回目の陽極接合の後にエッチング加工などの加工処理がおこなわれ、その後 2 回目の陽極接合が行われる。即ち電子デバイスの製造過程では、エッチング加工などの加工処理の前後で複数回の陽極接合が行われる。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 164285 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の特許文献 1 に記載されているように、基体と機能素子となるシリコン基板とを陽極接合(1回目)した後、機能素子を形成するためのエッチング加工を行うと、2 回目の陽極接合が行われる基板の表面が荒れて凹凸が大きくなり、平坦性が損なわれてしまう。このように平坦性が損なわれた基板の表面に蓋体を陽極接合(2回目)しようとする、蓋体と基体との接合が十分に行われず、結果的に蓋体と基体との接合強度が低下してしまったり、接合状態が不安定になってしまったりすることになり、結果的に蓋体と基体との気密性が低下してしまう虞があった。 40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

[適用例 1] 本適用例に係る電子デバイスの製造方法は、アルカリ金属イオンを有する第 1 基体に、シリコンを含む第 2 基体およびシリコンを含む第 3 基体を、それぞれ接合する工程を備えた電子デバイスの製造方法であって、前記第 1 基体を用意する工程と、前記 50

第 1 基体の前記第 3 基体が接合される少なくとも一部に保護層を形成する工程と、前記第 1 基体に前記第 2 基体を第 1 接合する工程と、前記第 1 接合工程で接合された前記第 2 基体を第 1 エッチングする工程と、前記保護層を第 2 エッチングにより除去する工程と、前記第 1 基体に前記第 3 基体を第 2 接合する工程と、を含み、前記第 1 エッチングは、前記第 1 基体および前記保護層よりも前記第 2 基体の方が、エッチングレートが速く、前記第 2 エッチングは、前記第 1 基体および前記第 2 基体よりも前記保護層の方が、エッチングレートが速いことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本適用例によれば、第 3 基体が接合される第 1 基体に設けられている保護層により、第 1 基体に接合（1 回目）された第 2 基体を第 1 エッチング加工しても、第 3 基体が接合される第 1 基体の表面が荒れて凹凸が大きくなり、平坦性が損なわれることを抑制することができる。そして、この保護層を除去した第 1 基体（平坦性が損なわれていない面）に第 3 基体を接合することにより、第 1 基体と第 3 基体との接合を十分に行うことができる。換言すれば、第 1 基体の平坦性が損なわれてしまうことによって生じる、第 1 基体と第 3 基体との接合強度が低下してしまったり、接合状態が不安定になってしまったりすることを抑制することができる。

10

なお、第 1 基体に接合された第 2 基体を加工する第 1 エッチングでは、第 1 基体および保護層よりも第 2 基体の方が、エッチングレートが速いため、第 1 基体および保護層へのダメージを抑制することができる。また、保護層を除去する第 2 エッチングでは、第 1 基体および第 2 基体よりも保護層の方が、エッチングレートが速いため、保護層を集中的に除去することができる。

20

【 0 0 0 9 】

[適用例 2] 上記適用例に記載の電子デバイスの製造方法において、前記保護層を形成する工程では、前記保護層を、周状に形成することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本適用例によれば、保護層を周状に形成することにより、第 1 基体の荒れていない面（接合面）も周状にすることができる。したがって、第 1 基体と第 3 基体との接合も周状に行うことができるため、第 2 基体を内側にした外周の接合を安定して行うことが可能となる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 3] 上記適用例に記載の電子デバイスの製造方法において、前記保護層を形成する工程では、前記保護層を DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜によって形成することが好ましい。

30

【 0 0 1 2 】

本適用例によれば、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜は、シリコン基板の加工などでは一般的に用いられており、特別な工程とすることなく保護層を形成することができる。なお、DLC 膜は、硬く且つシリコン基板との密着性が良好であり、ドライエッチングガスなどに対する耐性を有している。そして除去に関しても、例えば酸素プラズマなどで容易に行うことができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 4] 上記適用例に記載の電子デバイスの製造方法において、前記第 2 基体は、平面視で、前記保護層と重なる領域の前記第 2 基体の前記第 1 基体との接合面に、逃げ溝部が設けられており、前記第 1 接合する工程では、前記保護層を、前記逃げ溝部の内に配置して陽極接合することが好ましい。

40

【 0 0 1 4 】

本適用例によれば、逃げ溝部で保護層を避けることができるため、保護層を設けたまま第 2 基体を第 1 基体に接合することができる。これにより、複数の第 2 基体が接続された状態での接合を行うことができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 5] 上記適用例に記載の電子デバイスの製造方法において、前記第 1 接合する

50

工程では、陽極接合によって前記第 1 基体に前記第 2 基体を接合することが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本適用例によれば、第 1 基体に第 2 基体を陽極接合することにより、接合強度を高め、安定した接合を行うことができる。これにより、第 2 基体に対してエッチングなどを行うことが可能となる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 6] 上記適用例に記載の電子デバイスの製造方法において、前記第 2 接合する工程では、陽極接合によって前記第 1 基体に前記第 3 基体を接合することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本適用例によれば、第 1 基体に第 3 基体を陽極接合することにより、接合強度を高め、安定した接合を行うことができる。これにより、第 3 基体による気密封止を確実に行うことができる。

10

【 0 0 1 9 】

[適用例 7] 本適用例に係る電子デバイスは、アルカリ金属イオンを有する第 1 基体と、前記第 1 基体に陽極接合された第 2 基体と、前記第 1 基体に陽極接合された第 3 基体と、を備え、前記第 1 基体は、前記第 3 基体との接合部を含む第 1 面と、前記第 1 面の周辺領域の少なくとも一部に、前記第 1 面よりも粗面状態の第 2 面を備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本適用例によれば、第 1 基体と第 3 基体との接合部を含む第 1 面の周辺領域に第 1 面よりも粗面状態の第 2 面を備えている。換言すれば、第 1 基体と第 3 基体との接合部を含む第 1 面は、その周辺領域よりも面粗さが小さく構成されている。したがって、第 1 基体と第 3 基体との接合を安定させることができ、接合強度も高くすることができる。

20

なお、粗面状態とは、面の凹凸による面高さの歪みが大きく、所謂表面粗さの大きな(粗い)状態のことをいう。

【 0 0 2 1 】

[適用例 8] 上記適用例に記載の電子デバイスにおいて、前記第 2 面は、前記第 1 面の周辺領域のうちの、前記第 1 基体に接合された前記第 3 基体と、前記第 1 基体に接合された前記第 2 基体との間に設けられていることが好ましい。

【 0 0 2 2 】

本適用例によれば、第 3 基体は、第 1 面よりも粗面状態の第 2 面の領域によって生じる空間によって機能素子 8 0 と触れることなく第 2 基体を内包し、第 1 基体に接合されることができる。

30

【 0 0 2 3 】

[適用例 9] 上記適用例に記載の電子デバイスにおいて、平面視で、前記第 1 面は、前記第 3 基体の接合面を内側に含んでいることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本適用例によれば、面粗さの小さな第 1 面で第 3 基体が第 1 基体に接合されているため、第 3 基体と第 1 基体との接合を安定させることができ、接合強度も高くすることができる。

40

【 0 0 2 5 】

[適用例 1 0] 本適用例に係る電子機器は、上記適用例の一例に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本適用例によれば、第 1 基体と第 3 基体との接合強度を高め安定した接合が行われた電子デバイスを備えているため、信頼性を向上させた電子機器とすることができる。

【 0 0 2 7 】

[適用例 1 1] 本適用例に係る移動体は、上記適用例の一例に記載の電子デバイスを備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

50

本適用例によれば、第1基体と第3基体との接合強度を高め安定した接合が行われた電子デバイスを備えているため、信頼性を向上させた移動体とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】電子デバイスの一例としての加速度センサーの概略構成を模式的に示す平面図。

【図2】加速度センサーを模式的に示し、図1のA-A線における正断面図。

【図3A】基体と蓋体との接合部分を模式的に示す平面図。

【図3B】基体と蓋体との接合部分を模式的に示し、図3AのB-B線における正断面図。

【図4】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法の概略を示すフローチャート。

【図5A】本実施形態に係る電子デバイスの製造方法を示す工程フロー1（正断面図）。

【図5B】電子デバイスの製造方法を示す工程フロー2（正断面図）。

【図5C】電子デバイスの製造方法を示す工程フロー3（正断面図）。

【図5D】電子デバイスの製造方法を示す工程フロー4（正断面図）。

【図5E】電子デバイスの製造方法を示す工程フロー5（正断面図）。

【図5F】電子デバイスの製造方法を示す工程フロー6（正断面図）。

【図6】保護膜の形成方法の一例を示す正断面図。

【図7】蓋体と保護膜と逃げ部（凹部）との関係を模式的に示す正断面図。

【図8A】変形例1に係る電子デバイスの製造方法の概略を示す工程フロー1（正断面図）。

【図8B】変形例1に係る製造方法を示す工程フロー2（正断面図）。

【図8C】変形例1に係る製造方法を示す工程フロー3（正断面図）。

【図9】変形例2に係る電子デバイスの基体と蓋体との接合部分を模式的に示す正断面図。

【図10】電子デバイスを備えている電子機器としてのモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を模式的に示す斜視図。

【図11】電子デバイスを備えている電子機器としての携帯電話機（PHSも含む）の構成を模式的に示す斜視図。

【図12】電子デバイスを備えている電子機器としてのデジタルスチールカメラの構成を模式的に示す斜視図。

【図13】電子デバイスを備えている移動体の一例としての自動車を模式的に示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下で説明する本実施形態は、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、本実施形態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。また、以下では、説明の便宜上、各図において、互いに直交する3つの軸として、X軸、Y軸およびZ軸を図示しており、X軸に平行な方向を「X軸方向」、Y軸に平行な方向を「Y軸方向」、Z軸に平行な方向を「Z軸方向」という。また、+Z軸側を「上」もしくは「上方」、-Z軸側

【0031】

<実施形態>

図1、図2、図3A、図3B、図4、図5A～図5F、図6、および図7を用い、本発明の実施形態に係る電子デバイスおよび電子デバイスの製造方法について説明する。図1および図2は、本発明の実施形態に係る電子デバイスを模式的に示しており、図1は、平面図、図2は、図1のA-A線における正断面図である。図3Aおよび図3Bは、本実施形態に係る電子デバイスにおける基体と蓋体との接合部分を模式的に示し、図3Aは平面図、図3Bは図3AのB-B線における正断面図である。図4は、本実施形態に係る電子デバイスの製造方法の概略を示すフローチャートである。図5A～図5Fは、本実施形態

10

20

30

40

50

に係る電子デバイスの製造方法を示す工程フロー図（各工程における電子デバイスを模式的に示す正断面図）であり、図 5 A は、工程フロー 1 を示し、図 5 B は、工程フロー 2 を示し、図 5 C は、工程フロー 3 を示し、図 5 D は、工程フロー 4 を示し、図 5 E は、工程フロー 5 を示し、図 5 F は、工程フロー 5 を示している。図 6 は、保護膜の形成方法の一例を示す正断面図である。図 7 は、蓋体と保護膜と逃げ部（凹部）との関係を模式的に示す正断面図である。

【0032】

1. 電子デバイス

先ず、本実施形態に係る電子デバイスについて、図 1、図 2、図 3 A、および図 3 B を参照しながら説明する。図 1 および図 2 に示すように、本実施形態に係る電子デバイス 100 は、基体（第 1 基体）10 と、溝部 15 と、配線 20 と、外部接続端子 30 と、蓋体（第 3 基体）50 と、機能素子（第 2 基体）80 とを含む。さらに、電子デバイス 100 は、溝部 16、17 と、配線 22、24 と、外部接続端子 32、34 と、第 2 貫通孔 58 と、封止部材 70 と、第 1 貫通孔 57 と、充填部材 90 とを含むことができる。なお、便宜上、図 1 では、蓋体 50、および封止部材 70 を透視して図示している。

10

【0033】

第 1 基体としての基体 10 の材質は、例えば、ガラス（ホウ珪酸ガラス）、シリコンである。基体 10 は、図 2 に示すように、表（おもて）面 11 と、表面 11 と反対側の裏面 12 と、を有している。表面 11 には、凹部 14 が設けられている。凹部 14 の上方には、第 2 基体としての機能素子 80 の可動部 86 および可動電極部 87 が配置され、凹部 14 によって、可動部 86 および可動電極部 87 は、基体 10 に妨害されることなく、所望の方向に可動することができる。凹部 14 の平面形状（Z 軸方向から見たときの形状）は特に限定されないが、本例では長方形である。

20

【0034】

溝部 15 は、基体 10 の表面 11 に設けられている。溝部 15 は、基体 10 および蓋体 50 によって囲まれるキャビティー 56 の内側から外側に延在している。溝部 15 は、例えば、配線 20 および外部接続端子 30 の平面形状に対応した平面形状を有している。

【0035】

同様に、溝部 16、17 は、基体 10 の表面 11 に設けられている。図 1 に示す例では、溝部 16、17 は、凹部 14 の外周に沿うように設けられている。溝部 16、17 は、キャビティー 56 の内側から外側に延在している。溝部 16 は、例えば、配線 22 および外部接続端子 32 の平面形状に対応した平面形状を有している。溝部 17 は、例えば、配線 24 および外部接続端子 34 の平面形状に対応した平面形状を有している。

30

【0036】

溝部 15、16、17 の深さ（Z 軸方向の大きさ）は、配線 20、22、24 および外部接続端子 30、32、34 の厚み（Z 軸方向の大きさ）よりも大きい。これにより、配線 20、22、24 および外部接続端子 30、32、34 が、表面 11 よりも上方（+Z 方向）に突出することを防止することができる。

【0037】

配線 20 は、溝部 15 内に設けられている。より具体的には、配線 20 は、溝部 15 の底面を規定する基体 10 の面に設けられている。配線 20 は、機能素子 80 と外部接続端子 30 とを電氣的に接続している。図示の例では、配線 20 は、溝部 15 内に設けられたコンタクト部 40 を介して、機能素子 80 の固定部 81 に接続されている。

40

【0038】

配線 22 は、溝部 16 内に設けられている。より具体的には、配線 22 は、溝部 16 の底面を規定する基体 10 の面に設けられている。配線 22 は、機能素子 80 と外部接続端子 32 とを電氣的に接続している。図示の例では、配線 22 は、コンタクト部 42 を介して、機能素子 80 の固定電極部 88 に接続されている。

【0039】

配線 24 は、溝部 17 内に設けられている。より具体的には、配線 24 は、溝部 17 の

50

底面を規定する基体 10 の面に設けられている。配線 24 は、機能素子 80 と外部接続端子 34 とを電氣的に接続している。図示の例では、配線 24 は、コンタクト部 44 を介して、機能素子 80 の固定電極部 89 に接続されている。

【0040】

外部接続端子 30 は、基体 10 の表面 11 側に設けられている。図 2 に示す例では、外部接続端子 30 は、溝部 15 内であって配線 20 上に設けられている。外部接続端子 30 は、キャビティー 56 の外側に配置されている。すなわち、外部接続端子 30 は、蓋体 50 と重ならない位置に設けられている。

【0041】

同様に、外部接続端子 32, 34 は、基体 10 の表面 11 側に設けられている。例えば、外部接続端子 32 は、溝部 16 内であって配線 22 上に設けられ、外部接続端子 34 は、溝部 17 内であって配線 24 上に設けられている。外部接続端子 32, 34 は、キャビティー 56 の外側に配置されている。図 1 に示す例では、外部接続端子 30, 32, 34 は、Y 軸に沿って並んで配置されている。

10

【0042】

配線 20, 22, 24 および外部接続端子 30, 32, 34 の材質は、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、アルミニウム、金、白金、チタン、タンゲステン、クロム、等である。コンタクト部 40, 42, 44 の材質は、例えば、金、銅、アルミニウム、白金、チタン、タンゲステン、クロム、等である。配線 20, 22, 24 および外部接続端子 30, 32, 34 の材質が ITO 等の透明電極材料であると、基体 10 が透明である場合に、例えば、配線 20, 22, 24 上や外部接続端子 30, 32, 34 上に存在する異物を、基体 10 の裏面 12 側から容易に視認することができる。

20

【0043】

なお、上記では、一例として、3つの配線 20, 22, 24 および3つの外部接続端子 30, 32, 34 を備える電子デバイス 100 について説明したが、配線および外部接続端子の数は、機能素子 80 の形状や数によって適宜変更することができる。

【0044】

第3基体としての蓋体 50 は、基体 10 の表面 11 上に載置されている。蓋体 50 は、第3面 51 と、第3面 51 と反対側の第4面 52 と、を有している。第4面 52 は、基体 10 (接合面 13) と接合される部分である外周縁部 54 を含むことができる。第4面 52 には、キャビティー 56 を形成する凹部 56a が設けられ、これにより、蓋体 50 は、機能素子 80 を内包するキャビティー 56 を規定する第5面 53 を有することができる。図 3A、図 3B に示すように、蓋体 50 は、第4面 52 と基体 10 の表面 11 の内の第1面としての接合面 72 とが接合されることによって、基体 10 に接合される。

30

【0045】

図 3A、および図 3B に示すように、第1面としての接合面 72 は、基体 10 上に設けられた保護層 60 が設けられていた領域であり、その保護層 60 が除去された領域 (基体 10 の表面 11) である。接合面 72 は、保護層 60 によって、後述する機能素子 (第2基体) 80 を形成する際の、エッチング処理などによって浸食されずに、概ね鏡面仕上げされた基体 10 の表面 11 のそのままの表面状態 (平坦性の高い面状態) の部位である。換言すれば、接合面 72 の周辺領域には、接合面 72 よりも粗い面状態 (粗面状態) の粗面 (第2面) 74, 76 を備えている。なお、本例では、基体 10 に接合された機能素子 80 と、基体 10 に接合された蓋体 50 との間に設けられた粗面 (第2面) 74 と、基体 10 に接合された蓋体 50 の外周側に設けられた粗面 (第2面) 76 とを有している。ここで、基体 10 に接合された機能素子 80 と、基体 10 に接合された蓋体 50 との間に、粗面 (第2面) 74 が設けられていることにより、蓋体 50 は、粗面 (第2面) 74 の領域によって生じる空間によって機能素子 80 と触れることなく、基体 10 に接合されることことができる。

40

【0046】

なお、粗面 74, 76 において、上述した粗い面状態、もしくは粗面状態とは、面の凹

50

凸による面高さのバラツキが大きく、所謂表面粗さの大きな（粗い）状態の面状態のことを指しており、所謂梨地状態、もしくは鏡面ではない白濁状態（所謂、曇りカラス状態）として視認することができる。換言すれば、粗面 74, 76 と、接合面 72 とは、基体 10 を平面視したときの透明感の違いによって判別することができる。なお、表面粗さ計などの計測器を用いても判別が可能である。

【0047】

接合面 72 は、図 3 A に示すように、Z 軸方向から見た平面視で、機能素子（第 2 基体）80 の外周を囲む周状に設けられている。接合面 72 の幅寸法 $W2a \sim W2d$ は、蓋体 50 の第 4 面 52 の幅寸法 $W1a \sim W1d$ 以上の寸法に（ $W1a < W2a$ 、 $W1b < W2b$ 、 $W1c < W2c$ 、 $W1d < W2d$ ）構成されている。換言すれば、平面視で、接合面 72 は、蓋体 50 の接合面である第 4 面 52 を内側に含んでいる。このように構成することで、蓋体 50 の第 4 面 52 が接合される基体 10 の面が、平坦性の高い面状態となっており、蓋体 50 と基体 10 の接合の安定性を高め、接合強度も高くすることができる。

10

【0048】

なお、接合面 72 の幅寸法 $W2a \sim W2d$ は、蓋体 50 の第 4 面 52 の幅寸法 $W1a \sim W1d$ よりも幅広（ $W1a < W2a$ 、 $W1b < W2b$ 、 $W1c < W2c$ 、 $W1d < W2d$ ）で構成することがさらに好ましい。そして、蓋体 50 の第 4 面 52 は、接合面 72 内に配置される。このように構成することで、蓋体 50 は、配置位置のばらつきがあっても、平坦性の高い接合面 72 内に接合することができ、さらに接合安定性を向上させることができる。

20

【0049】

また、蓋体 50 は、図 2 に示すように、配線 20 が溝部 15 内に設けられていることにより、配線 20 と離間して配置されている。より具体的には、蓋体 50 の第 4 面 52 は、配線 20 と空隙を介して対向配置された部分を含んでいる。同様に、第 4 面 52 は、配線 22, 24 と空隙を介して対向配置された部分を含んでもよい。

【0050】

蓋体 50 の材質は、例えば、シリコン、ガラスなどを適用することができる。蓋体 50 と基体 10 との接合方法は、例えば、第 1 基体としての基体 10 の材質がアルカリ金属イオンを有するガラスであり、第 3 基体としての蓋体 50 の材質がシリコンである場合に、陽極接合法を適用することができる。本実施形態においては、2 回目の陽極接合（後述する第 2 接合工程）によって基体 10 と蓋体 50 とが接合されている。これにより、機能素子 80 を内包する蓋体 50 の陽極接合において、より安定した接合強度を得ることができる。

30

【0051】

基体 10 および蓋体 50 は、パッケージを構成することができる。基体 10 および蓋体 50 は、キャビティー 56 を形成することができ、キャビティー 56 に機能素子 80 を收容することができる。キャビティー 56 は、例えば、不活性ガス（例えば窒素ガス）雰囲気や減圧状態で密閉されている。

【0052】

第 1 貫通孔 57 は、蓋体 50 に設けられている。第 1 貫通孔 57 は、図示しないが、平面視において（Z 軸方向から見て）、溝部 15, 16, 17 と重なる位置に設けられている。本例では、第 1 貫通孔 57 は、溝部 15, 16, 17 の上方（配線 20, 22, 24 の上方）に設けられている。

40

【0053】

第 1 貫通孔 57 は、図 2 に示すように、蓋体 50 の第 3 面 51 から第 4 面 52 まで設けられ、蓋体 50 を Z 軸方向に貫通している。第 1 貫通孔 57 は、例えば、基体 10 側に向かうにつれて（第 3 面 51 から第 4 面 52 に向かうにつれて）、開口径が小さくなるテーパ形状であることが好ましい。このような形態では、充填部材 90（後述）を成膜時に、孔底まで成膜しやすくなる。

【0054】

50

なお、図示の例では、平面視において、溝部 15, 16, 17 と重なる 1 つの第 1 貫通孔 57 が設けられているが、複数の溝部 15, 16, 17 に対応して複数の貫通孔が設けられていてもよい。このような形態では、例えば、基体 10 と蓋体 50 との接合面積を大きくすることができ、接合強度を大きくすることができる。

【0055】

充填部材 90 は、図 2 に示すように、第 1 貫通孔 57 内および溝部 15, 16, 17 内に設けられ、溝部 15, 16, 17 を埋めている。図 2 に示す例では、充填部材 90 は、溝部 15 の一部を埋めている。充填部材 90 は、例えば、第 1 貫通孔 57 の内面（第 1 貫通孔 57 を規定する蓋体 50 の面）に沿って設けられ、配線 20, 22, 24 および基体 10 の第 1 面 11 に接している。図示はしないが、充填部材 90 は、第 1 貫通孔 57 を完全に埋め込むように設けられていてもよい。充填部材 90 によって、キャビティー 56 は、密閉されている。充填部材 90 としては、例えば、酸化シリコン膜（より具体的には、TEOS (Tetra Ethyl Ortho Silicate) 膜)、窒化シリコン (SiN) 膜などの絶縁膜を用いる。

10

【0056】

第 2 貫通孔 58 は、蓋体 50 の第 3 面 51 から第 5 面 53 まで設けられ、蓋体 50 を Z 軸方向に貫通している。第 2 貫通孔 58 は、キャビティー 56 と連通している。第 2 貫通孔 58 は、例えば、基体 10 側に向かうにつれて（第 3 面 51 から第 5 面 53 に向かうにつれて）、開口径が小さくなるテーパ形状が好ましい。このような形態では、半田ボール（後述）溶融時に半田ボールの落下を防止することができる。また、キャビティー 56 側に向かうにつれて開口面積が狭くなっていく構造のため、より確実に封止することができる。

20

【0057】

封止部材 70 は、第 2 貫通孔 58 内に設けられ、第 2 貫通孔 58 を塞いでいる。封止部材 70 によって、キャビティー 56 は、密閉されている。封止部材 70 の材質は、例えば、AuGe、AuSi、AuSn、SnPb、PbAg、SnAgCu、SnZnBi などの合金である。

【0058】

このような第 2 貫通孔 58 および第 2 貫通孔 58 を塞ぐ封止部材 70 が設けられていることにより、第 2 貫通孔 58 を通して、キャビティー 56 を、不活性ガス（例えば窒素ガス）雰囲気とすることができる。また、第 2 貫通孔 58 を通して、キャビティー 56 の真空度を調整することができる。

30

【0059】

第 2 基体としての機能素子 80 は、図 2 に示すように、基体 10 の表面 11 に（基体 10 上に）支持されている。機能素子 80 は、基体 10 および蓋体 50 によって囲まれるキャビティー 56 に収容されている。以下では、機能素子 80 が、水平方向（X 軸方向）の加速度を検出する加速度センサー素子（静電容量型 MEMS 加速度センサー素子）である場合について説明する。

【0060】

第 2 基体としての機能素子 80 は、図 1 および図 2 に示すように、固定部 81, 82 と、連結部 84, 85 と、可動部 86 と、可動電極部 87 と、固定電極部 88, 89 と、を含むことができる。

40

【0061】

可動部 86 は、X 軸方向の加速度の変化に応じて、連結部 84, 85 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 87 と固定電極部 88 との間の隙間、および可動電極部 87 と固定電極部 89 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 87 と固定電極部 88 との間の静電容量、および可動電極部 87 と固定電極部 89 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、機能素子 80 は（電子デバイス 100 は）、X 軸方向の加速度を検出することができる。

50

【 0 0 6 2 】

固定部 8 1 , 8 2 は、基体 1 0 の表面 1 1 に接合されている。図示の例では、固定部 8 1 , 8 2 は、図中 Z 軸方向から見た平面視において、凹部 1 4 の外周縁を跨ぐように設けられている。

【 0 0 6 3 】

可動部 8 6 は、固定部 8 1 と固定部 8 2 との間に設けられている。図 1 に示す例では、可動部 8 6 の平面形状は、X 軸に沿った長辺を有する長方形である。

【 0 0 6 4 】

連結部 8 4 , 8 5 は、可動部 8 6 を固定部 8 1 , 8 2 に連結している。連結部 8 4 , 8 5 は、所望のばね定数を持ち、X 軸方向に可動部 8 6 を変位し得るように構成されている。図 1 に示す例では、連結部 8 4 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 8 4 a , 8 4 b によって構成されている。同様に、連結部 8 5 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 8 5 a , 8 5 b によって構成されている。

【 0 0 6 5 】

可動電極部 8 7 は、可動部 8 6 に接続されている。可動電極部 8 7 は、複数設けられている。可動電極部 8 7 は、可動部 8 6 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。

【 0 0 6 6 】

固定電極部 8 8 , 8 9 は、一方の端部が固定端として基体 1 0 の表面 1 1 に接合され、他方の端部が自由端として可動部 8 6 側へ延出している。固定電極部 8 8 , 8 9 の各々は、複数設けられている。固定電極部 8 8 は、配線 2 2 と電氣的に接続され、固定電極部 8 9 は、配線 2 4 と電氣的に接続されている。固定電極部 8 8 , 8 9 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 8 8 , 8 9 は、可動電極部 8 7 に対して間隔を隔てて対向して設けられ、可動電極部 8 7 の一方側 (- X 方向側) に固定電極部 8 8 が配置され、他方側 (+ X 方向側) に固定電極部 8 9 が配置されている。

【 0 0 6 7 】

固定部 8 1 , 8 2 、連結部 8 4 , 8 5 、可動部 8 6 、および可動電極部 8 7 は、一体的に形成されている。機能素子 8 0 の材質は、例えば、リン、ボロン等の不純物がドーブされることにより導電性が付与されたシリコンである。

【 0 0 6 8 】

機能素子 8 0 (固定部 8 1 , 8 2 および固定電極部 8 8 , 8 9) と基体 1 0 との接合方法は、例えば、基体 1 0 の材質がアルカリ金属イオンを有するガラスであり、機能素子 8 0 の材質がシリコンである場合は、陽極接合法を適用することができる。本実施形態においては、1 回目の陽極接合 (後述する第 1 接合工程) によって基体 1 0 と機能素子 8 0 とが接合されている。

【 0 0 6 9 】

電子デバイス 1 0 0 では、外部接続端子 3 0 , 3 2 を用いることにより、可動電極部 8 7 と固定電極部 8 8 との間の静電容量を測定することができる。さらに、電子デバイス 1 0 0 では、外部接続端子 3 0 , 3 4 を用いることにより、可動電極部 8 7 と固定電極部 8 9 との間の静電容量を測定することができる。このように電子デバイス 1 0 0 では、可動電極部 8 7 と固定電極部 8 8 との間の静電容量、および可動電極部 8 7 と固定電極部 8 9 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。

【 0 0 7 0 】

なお、上記では、機能素子 8 0 が、X 軸方向の加速度を検出する加速度センサー素子である場合について説明したが、機能素子 8 0 は、Y 軸方向の加速度を検出する加速度センサー素子であってもよいし、鉛直方向 (Z 軸方向) の加速度を検出する加速度センサー素子であってもよい。また、電子デバイス 1 0 0 には、このような機能素子 8 0 が複数搭載されていてもよい。また、機能素子 8 0 は、加速度センサー素子に限定されず、例えば

10

20

30

40

50

、角速度を検出するジャイロセンサー素子や、圧力センサー素子であってもよい。

【0071】

電子デバイス100によれば、第1基体としての基体10と、第3基体としての蓋体50との接合部を含む第1面としての接合面72の周辺領域に、接合面72よりも粗面状態の面である第2面としての粗面74, 76を備えている。換言すれば、基体10と蓋体50との接合部を含む接合面72は、その周辺領域よりも面粗さ(凹凸の大きさ)が小さく、平坦性が保たれた面(例えば、研磨面、鏡面仕上げ面)となっている。したがって、基体10と蓋体50との密着性を高めることができることから、例えば陽極接合を用いた基体10と蓋体50との接合を安定させることができ、接合強度も高くすることができる。

【0072】

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100の製造方法について、図4、図5A~図5F、および図6を参照しながら説明する。なお、図5A~図5Fの各図における断面位置は、図2と同様である。また、電子デバイス100の構成については、図1、図2、図3A、および図3Bも併せて参照しながら説明する。なお、上述と同様に、電子デバイス100として加速度センサーを適用した例を用いて説明する。

【0073】

図4に示すように、加速度センサーの製造方法は、準備工程として、第1基体としての基体10を用意する第1基体準備工程(ステップS101)と、第2基体としての機能素子80を形成する素板であるシリコン基板8を準備するシリコン基板準備工程(ステップS102)と、第3基体としての蓋体50を準備する第3基体準備工程(ステップS103)とを含んでいる。加えて、加速度センサーの製造方法は、基体10に保護層60を形成する保護層形成工程(ステップS104)と、1回目の陽極接合を含む第1接合工程(ステップS106)と、機能素子を形成する第1エッチング工程(ステップS108)と、保護層を除去する第2エッチング工程(ステップS110)と、2回目の陽極接合を含む第2接合工程(ステップS112)と、を含んでいる。さらに、加速度センサーの製造方法は、蓋体50に設けられた気体の入出用の孔部を塞ぐ封止工程(ステップS114)を含んでもよい。また、加速度センサーの製造方法は、基体10に設けられた溝部15, 16, 17と蓋体50との間を塞ぐための、蓋体50に設けられた第1貫通孔57を充填部材90で塞ぐ工程(不図示)を含んでもよい。

【0074】

[第1基体準備工程(ステップS101)]

先ず、図5Aに示すような、第1基体としての基体10を用意する。第1基体準備工程(ステップS101)では、基体10の表面(一方向)11に、凹部14および溝部15, 16, 17を形成する(図1参照)。凹部14および溝部15, 16, 17は、例えば、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術により形成される。これにより、表面11に凹部14および溝部15, 16, 17が設けられている基体10を用意することができる。基体10は、例えば、アルカリ金属イオンを有する、例えばホウ珪酸ガラス製である。

【0075】

そして、溝部15, 16, 17内に、それぞれ配線20, 22, 24を形成する。次に、配線20上に(基体10の表面11側に)、配線20と電氣的に接続されるように、外部接続端子30およびコンタクト部40を形成する。同様に、配線22上に、配線22と電氣的に接続されるように、外部接続端子32およびコンタクト部42を形成する(図1参照)。また、配線24上に、配線24と電氣的に接続されるように、外部接続端子34およびコンタクト部44を形成する(図1参照)。

【0076】

配線20, 22, 24は、例えば、導電層(図示せず)を、スパッタ法やCVD(Chemical Vapor Deposition)法などによって成膜した後、該導電層を、パターニングすることにより形成される。パターニングは、フォトリソグラフィ

10

20

30

40

50

技術およびエッチング技術によって行われる。別の方法としては、フォトリソグロフィー技術後に導電膜を成膜し、フォトリソグロフィー技術と同時に不要な膜を剥離することで配線を形成する、リフトオフ法で行うこともできる。外部接続端子 30, 32, 34 およびコンタクト部 40, 42, 44 は、例えば、配線 20, 22, 24 と同じ方法で形成される。

【0077】

以上の工程により、凹部 14、配線 20, 22, 24、外部接続端子 30, 32, 34、およびコンタクト部 40, 42, 44 などが設けられている基体 10 を用意することができる。

【0078】

[シリコン基板準備工程 (ステップ S102)]

併せて、図 5 B に示すような、第 2 基体としての機能素子 80 を形成する元基板としてのシリコン基板 8 を用意する。このシリコン基板準備工程 (ステップ S102) では、基体 10 に載置される側のシリコン基板 8 に、後述する保護層 60 の逃げ溝部としての逃げ凹部 9 をパターニングして形成する。逃げ凹部 9 のパターニングは、フォトリソグロフィー技術およびエッチング技術によって行われる。

10

【0079】

逃げ凹部 9 は、図 7 に示すように、基体 10 に配設される保護層 60 に対向し、平面視で幅寸法 $W2a$ の保護層 60 が内側となるような幅寸法 $W3a$ として周状に形成する。換言すれば、逃げ凹部 9 の幅寸法 $W3a$ は、保護層 60 の幅寸法 $W2a$ よりも大きくなるように ($W2a < W3a$) に構成することが好ましい。また、逃げ凹部 9 の深さ d は基体 10 に配設される保護層 60 の厚み h 以上であればよい ($d > h$)。このような構成とすることにより、保護層 60 に邪魔されることなく、シリコン基板 8 を基体 10 に確実に接合することができる。

20

【0080】

[第 3 基体 (蓋体) 準備工程 (ステップ S103)]

併せて、図 5 E に示すような、第 3 基体としての蓋体 50 を用意する。第 3 基体 (蓋体) の材質は、例えば、シリコン、ガラスなどを適用することができる。この第 3 基体 (蓋体) 準備工程 (ステップ S103) では、基体 10 との間にキャビティー 56 を形成する凹部 56a や、蓋体 50 の外面から凹部 56a 側に貫通する第 2 貫通孔 58 を形成する。凹部 56a や第 2 貫通孔 58 の形成には、フォトリソグロフィー技術およびエッチング技術を適用することができる。

30

【0081】

[保護層形成工程 (ステップ S104)]

次に、保護層 60 を形成する保護層形成工程 (ステップ S104) では、図 5 A に示すように、基体 10 の表面 11 の内で、後述する第 2 接合工程 (ステップ S112) において蓋体 50 が接合される領域に、保護層 60 を形成する。保護層 60 は、前述のフォトリソグロフィー技術およびエッチング技術を使う方法や、リフトオフ法を用いて形成することができる。保護層 60 は、DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜によって形成することが好ましい。DLC 膜は、半導体基板の加工などでは一般的に用いられており、特別な工程とすることなく保護層 60 を形成することができる。保護層 60 に DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜を用いる場合、好適にはリフトオフ法を用いて形成する。具体的には、図 6 に示すように、基体 10 上にパターニングされたレジスト膜 65 を設ける。そして、レジスト膜 65 を含めた基体 10 に DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜を形成すると、レジスト膜 65 上、および露出した基体 10 の表面 11 上に、DLC 膜が形成される。その後、レジスト膜 65 を剥離液などにより除去すると、レジスト膜 65 上の DLC 膜 61 も含めて除去され、基体 10 の DLC 膜が残存することになり、パターニングされた保護層 60 を形成することができる。なお、DLC 膜は、硬く且つ基材との密着性が良好であり、後述の第 1 エッチング工程 S108 で用いられるドライエッチングガスなどに対する耐性を有している。そして除去に関しても、例えば酸素プラズマなどで容易に行うことができる。

40

50

【 0 0 8 2 】

保護層 6 0 は、図 7 に示すように、基体 1 0 に接合される蓋体 5 0 の第 4 面 5 2 に対向する領域を含む形状に形成する。したがって、保護層 6 0 は、基体 1 0 の表面 1 1 上に周状に形成される。保護層 6 0 の幅寸法 $W 2 a \sim W 2 d$ は、蓋体 5 0 の第 4 面 5 2 の幅寸法 $W 1 a \sim W 1 d$ 以上 ($W 1 a = W 2 a$ 、 $W 1 b = W 2 b$ 、 $W 1 c = W 2 c$ 、 $W 1 d = W 2 d$) となるように構成することが好ましい。換言すれば、平面視で、保護層 6 0 は、蓋体 5 0 の接合面 7 2 である第 4 面 5 2 と同じ幅寸法 ($W 1 a = W 2 a$ 、 $W 1 b = W 2 b$ 、 $W 1 c = W 2 c$ 、 $W 1 d = W 2 d$) とすることもよいし、蓋体 5 0 の接合面である第 4 面 5 2 を内側に含む幅寸法 ($W 1 a < W 2 a$ 、 $W 1 b < W 2 b$ 、 $W 1 c < W 2 c$ 、 $W 1 d < W 2 d$) とすることもよい。なお、保護層 6 0 は、基体 1 0 に接合される蓋体 5 0 の第 4 面 5 2 に対向する領域の少なくとも一部を含む形状としてもよく、基体 1 0 と蓋体 5 0 との接合強度を高めることができる。

10

【 0 0 8 3 】

なお、保護層 6 0 の幅寸法 $W 2$ は、蓋体 5 0 の第 4 面 5 2 の幅寸法 $W 1$ よりも幅広 ($W 1 < W 2$) で構成することがより好ましい。このようにすれば、後述する第 2 接合工程 (ステップ S 1 1 2) において、蓋体 5 0 の配置位置にばらつきを生じても、保護層 6 0 を除去した領域で構成される接合面 7 2 内に蓋体 5 0 を接合することができ、即ち平坦性の高い接合面 7 2 内に蓋体 5 0 を接合することができることから、さらに接合安定性を向上させることができる。

20

【 0 0 8 4 】

[第 1 接合工程 (ステップ S 1 0 6)]

次に、第 1 接合工程 (ステップ S 1 0 6) では、図 5 B に示すように、前述のシリコン基板準備工程 (ステップ S 1 0 2) で用意したシリコン基板 8 を、基体 1 0 に接合する。シリコン基板 8 は、基体 1 0 に設けられている保護層 6 0 を逃げ溝部としての逃げ凹部 9 の内側に位置させて基体 1 0 上に載置し、陽極接合 (1 回目の陽極接合) によって接合する。この 1 回目の陽極接合の条件としては、例えば 3 0 0 程度の加熱を行いながら、8 0 0 V から 1 k V 程度の直流電圧を印加することが好ましい。なお、陽極接合における加熱温度は、2 5 0 から 5 0 0 程度の範囲を適用することができる。なお、逃げ溝部としての逃げ凹部 9 は、有底であってもよいし、貫通している孔であってもよい。即ち、逃げ凹部 9 の深さ d は基体 1 0 に配設される保護層 6 0 の厚み h 以上であればよい ($d > h$)。そして、この陽極接合では、基体 1 0 とシリコン基板 8 の接する部分、即ちシリコン基板 8 の逃げ凹部 9、および基体 1 0 の凹部 1 4 の設けられている部分を除く領域が接合される。

30

【 0 0 8 5 】

[第 1 エッチング工程 (ステップ S 1 0 8)]

次に、第 1 エッチング工程 (ステップ S 1 0 8) では、図 5 C に示すように、前述の第 1 接合工程 (ステップ S 1 0 6) において基体 1 0 に陽極接合されたシリコン基板 8 にパターニングして、機能素子 8 0 (図 1 および図 2 参照) を形成する。このパターニングは、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によって行うことができる。なお、パターニング前にシリコン基板を所望の厚さに薄くしても良い。

40

【 0 0 8 6 】

第 1 エッチング工程 (ステップ S 1 0 8) ではドライエッチングもしくはウエットエッチングを用いることができる。好適には誘電結合プラズマ (ICP (Inductively Coupled Plasma)) 技術を使ったドライエッチング法を用いる。例えば SF 6 (六フッ化硫黄) を主たるエッチングガスとして用いた場合の、シリコン基板 8 に対する SF 6 のエッチングレートを R 8、基体 1 0 に対する SF 6 のエッチングレートを R 1 0、基体 1 0 に対する SF 6 のエッチングレートを R 1 0 とすると、シリコン基板 8 に対する SF 6 のエッチングレート R 8 は、基体 1 0 に対する SF 6 のエッチングレート R 1 0 よりも 1 0 倍以上速い。また、SF 6 の基体 1 0 に対するエッチングレート R 1 0 は、DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜によって形成された保護層 6 0 に対す

50

るSF6のエッチングレートR60よりも早い。即ち、各部材に対するSF6のエッチングレートは $R8 > R10 > R60$ という関係が成り立つ。

【0087】

このように、第1エッチング工程（ステップS108）において、基体10に接合されたシリコン基板8を加工する第1エッチングでは、基体10および保護層60よりもシリコン基板8の方が、エッチングレートが速いため、第1エッチングによる基体10および保護層60へのダメージを抑制することができる。また、保護層60の方が、基体10よりもエッチングレートが遅いため、基体10において保護層60の設けられている領域では、第1エッチングにおける表面の浸食が起こらず、初期の表面状態を保つことができる。しかしながら、基体10において、保護層60が設けられておらず、且つ機能素子80の設けられていない領域では、僅かながら第1エッチングにおける表面の浸食が発生することになる。つまり、保護層60の両側に、僅かな表面の浸食によって生じる粗い面状態、もしくは粗面状態である、幅寸法R1a, R1bの粗面74や幅寸法R2aの粗面76が形成される。なお、粗い面状態、もしくは粗面状態とは、面の凹凸による面高さのバラツキが大きく、所謂表面粗さの大きな（粗い）状態の面状態のことを指しており、所謂梨地状態、もしくは鏡面ではない白濁状態（所謂、曇りガラス状態）として視認することができる。

10

【0088】

[第2エッチング工程（ステップS110）]

次に、第2エッチング工程（ステップS110）では、図5Dに示すように、基体10の表面11に設けられている、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜によって形成された保護層60を第2エッチングにより除去する。保護層60の除去された基体10の表面11は、基体10の元々の表面状態（面粗度の小さな表面状態）が維持された接合領域78となる。なお、第2エッチングは、例えば酸素プラズマなどを用いたドライエッチング法を適用することができる。

20

【0089】

DLC膜によって形成された保護層60は、第2エッチングにおけるエッチングレートが、基体10および機能素子80（シリコン基板8）よりも早い。また、第2エッチングでは、基体10および機能素子80（シリコン基板8）よりも保護層60の方が、エッチングレートが速いため、保護層60を集中的に除去することができる。

30

【0090】

[第2接合工程（ステップS112）]

次に、第2接合工程（ステップS112）では、図5Eに示すように、前述の第3基体（蓋体）準備工程（ステップS103）で用意した蓋体50を、基体10に接合する。蓋体50は、前述の第1エッチング工程（ステップS108）で形成された機能素子80をキャビティー56内に収納し、基体10の表面11の内の保護層60の除去された接合領域78に、第4面52（図2参照）が当接するように載置された後、陽極接合（2回目の陽極接合）によって基体10に接合する。

【0091】

このように、蓋体50は、基体10の表面11上の保護層60の除去された接合領域78に接合される。接合領域78は、第2エッチング工程（ステップS110）における浸食が起こらず、基体10の表面11の平坦な（平坦性の高い）表面状態が保たれているため、基体10と蓋体50との接触面積が大きくなり、接合の安定性を高め、加えて接合強度も高くすることができる。

40

【0092】

また、接合領域78は、保護層60の設けられていた領域であり、第1接合工程（ステップS106）における陽極接合（1回目）において、シリコン基板8に保護層60の逃げ凹部9が設けられているため、直流電圧の印加がなされない。したがって、直流電圧が印加されることによって、基体10中に存在するアルカリ金属イオンが、シリコン基板8との接合部分に移動してしまい、アルカリ金属イオンが欠乏状態となっている空乏層を生

50

じることがない。このように、陽極接合に必要な十分なアルカリ金属イオンが存在しているため、2回目の陽極接合である蓋体50と基体10との接合強度を高めるとともに、安定的に接合することができる。2回目の陽極接合の条件は、例えば400程度の加熱を行いながら、800Vから1kV程度の直流電圧を印加することが可能となる。

【0093】

なお、上述と違い、アルカリ金属イオンの空乏層が残っている場合の陽極接合（2回目の陽極接合）では、十分な接合強度を得ることができない場合がある。十分な接合強度を得るために加熱条件や印加電圧などの条件をより高めに設定した場合、様々な不具合要因となりうる。例えば加熱温度を高めると、基体10および蓋体50の熱膨張率の違いによる接合応力が大きくなり、接合状態の劣化、即ち接合強度の低下が生じる虞がある。

10

【0094】

[封止工程(ステップS114)]

先ず、図示しないが、第1貫通孔57(図2参照)内および溝部15(図2参照)内に、溝部15を埋めるように充填部材90(図2参照)を形成する。より具体的には、充填部材90を、第1貫通孔57から(第1貫通孔57を通して)溝部15内に埋める。充填部材90は、溝部16,17内にも形成され、溝部16,17を埋めることができる。充填部材90としては、例えば、酸化シリコン膜(より具体的には、TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate)膜)、窒化シリコン(SiN)膜などの絶縁膜が用いられ、CVD法などによって成膜される。このとき、あらかじめ用意した第1貫通孔57に対応する部分に貫通孔を有するマスクを用いることが好ましい。マスクは、例えば、メタルマスク、シリコンマスク、等を使用することができる。

20

【0095】

次に、封止工程(ステップS114)では、図5Fに示すように、第2貫通孔58(図5E参照)を封止部材70で塞ぐことによってキャビティー56を密封するが、これに先立ち、第2貫通孔58によって、キャビティー56の雰囲気調整する。例えば、第2貫通孔58を通して、キャビティー56を不活性ガス(窒素ガス)雰囲気にしてもよいし、減圧状態にしてもよい。

【0096】

そして、図5Fに示すように、第2貫通孔58内に封止部材70を形成し、第2貫通孔58を塞ぐ。より具体的には、封止部材70は、第2貫通孔58内に球状の半田ボール(図示せず)を配置し、該半田ボールをレーザー光Lの照射によって熔融させることにより形成される。封止部材70によって、キャビティー56を密閉することができる。

30

【0097】

なお、封止部材70を減圧した状態で形成することにより、第2貫通孔58を通してキャビティー56を減圧状態にする工程を、省略することができる。すなわち、第2貫通孔58を設けなくてもよい。これにより、工程の簡略化を図ることができる。例えば、機能素子80がジャイロセンサー素子である場合、キャビティー56は、減圧状態であることが望ましい。これにより、ジャイロセンサー素子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。

【0098】

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。

40

【0099】

上述の電子デバイス100の製造方法によれば、第3基体としての蓋体50が接合される第1基体としての基体10に設けられている保護層60により、基体10に接合(1回目)されたシリコン基板8を第1エッチング加工しても、蓋体50が接合される基体10の表面11が荒れてしまった表面状態の粗い面になり、平坦性が損なわれることを抑制することができる。そして、この保護層60を除去した基体10の表面11の接合領域78(平坦性が損なわれていない面)に蓋体50を接合することにより、基体10と蓋体50との接合を十分な接合強度で行うことができる。換言すれば、基体10の平坦性が損なわれてしまうことによって生じる、基体10と蓋体50との接合強度が低下してしまったり

50

、接合状態が不安定になってしまったりすることを抑制することができる。

【0100】

なお、基体10に接合されたシリコン基板8（第2基体としての機能素子80）を加工する第1エッチングでは、基体10および保護層60よりもシリコン基板8（第2基体としての機能素子80）の方が、エッチングレートが速いため、基体10および保護層60へのダメージを抑制することができる。また、保護層60を除去する第2エッチングでは、基体10およびシリコン基板8（第2基体としての機能素子80）よりも保護層60の方が、エッチングレートが速いため、保護層60を集中的に除去することができる。

【0101】

また、保護層60を周状に形成することにより、基体10の表面11の内で荒れていない面も周状にすることができる。したがって、基体10と蓋体50との接合も周状に行うことができるため、機能素子80を内側にした外周の接合を安定して行うことが可能となる。

10

【0102】

また、保護層60として用いるDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜は、シリコン基板の加工などでは一般的に用いられており、特別な工程とすることなく保護層60を形成することができる。なお、DLC膜は、硬く且つシリコン基板8や基体10との密着性が良好であり、ドライエッチングガスなどに対する耐性を有している。そして除去に関しても、例えば酸素プラズマなどで容易に行うことができる。

【0103】

また、逃げ溝部としての逃げ凹部9によって保護層60を避けることができるため、保護層60を設けたままでシリコン基板8を基体10に接合することができる。これにより、複数のシリコン基板8が接続された状態での接合を行うことができる。

20

【0104】

また、基体10にシリコン基板8（第2基体としての機能素子80）を陽極接合（1回目）することにより、接合強度を高め、安定した接合を行うことができる。これにより、シリコン基板8に対してエッチングなどを行うことが可能となる。

【0105】

また、基体10に蓋体50を陽極接合（2回目）することにより、接合強度を高め、安定した接合を行うことができる。これにより、蓋体50による気密封止を確実に行うことができる。

30

【0106】

なお、前述の実施形態では、第1接合工程（ステップS106）、および第2接合工程（ステップS112）の2回の陽極接合を用いる方法で説明したが、本発明に係る電子デバイスの製造方法は、複数回の陽極接合を行う製造方法に適用可能であり、2回を超える（3回以上）の陽極接合を行う場合についても適用することができる。

【0107】

また、上述では第1接合工程および第2接合工程で陽極接合を用いる方法で説明したが、他の接着物質を用いない接合方法を用いる場合でも、本発明は適用できる。具体的には、低温プラズマ活性化接合等の接合面の平坦度や清浄度が必要な直接接合技術に対しても適用可能である。

40

【0108】

（変形例1）

次に、図8A、図8B、および図8Cを参照しながら、電子デバイスの製造方法の変形例1について説明する。図8Aは、変形例1に係る電子デバイスの製造方法の概略を示す工程フロー1（正断面図）である。図8Bは、変形例1に係る製造方法を示す工程フロー2（正断面図）である。図8Cは、変形例1に係る製造方法を示す工程フロー3（正断面図）である。

【0109】

変形例1に係る電子デバイスの製造方法は、前述の実施形態に係る電子デバイス100

50

の製造方法と比し、第3基体としての機能素子80を形成する素板であるシリコン基板8の構成が異なる。本変形例1の説明では、実施形態に係る電子デバイス100の製造方法と異なる製造方法(構成)を中心に説明し、同様な方法(構成)についての説明は省略する場合がある。

【0110】

変形例1に係る電子デバイスの製造方法は、準備工程として、第1基体としての基体10を用意する工程と、第3基体としての機能素子80を形成する素板であるシリコン基板8cを準備する工程と、第3基体としての蓋体50を準備する工程とを含んでいる。ここで、基体10を用意する工程、および蓋体50を準備する工程は、前述の実施形態と同様であるので説明を省略し、前述の実施形態と異なるシリコン基板8cを準備する工程について説明する。

10

【0111】

シリコン基板8cを準備する工程では、シリコン基板8c(図8B参照)を、第3基体としての機能素子80の外形形状に倣った単品(個々)にパターニングして形成する。シリコン基板8cのパターニングは、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によって行われる。

【0112】

次に、図8Aに示すように、基体10の表面11の中で、蓋体50が接合される領域に、保護層60を形成する。保護層60は、凹部14の開口と所定の間隔を有して囲む周状に形成する。保護層60は、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜によって形成することが好ましい。なお、保護層60の構成は、前述の実施形態と同様であるので、詳細な説明を省略する。

20

【0113】

次に、図8Bに示すように、シリコン基板8cを準備する工程で準備されたシリコン基板8cを、基体10に接合する。シリコン基板8cは、基体10に設けられている保護層60の内側、且つ基体10に設けられている凹部14を跨ぐように載置し、陽極接合(1回目の陽極接合)によって接合する。なお、保護層60の内周とシリコン基板8cの外周とは、所定の間隔を有している。この1回目の陽極接合の条件は、前述の実施形態と同様であるので説明を省略する。この陽極接合では、基体10の表面11(図8A参照)とシリコン基板8cとの接する領域に陽極接合のための直流電圧が印加されて基体10にシリコン基板8cが接合される。そして、基体10とシリコン基板8cとが接しない領域には、陽極接合のための直流電圧が印加されない。

30

【0114】

次に、図8Cに示すように、基体10に陽極接合されたシリコン基板8cの厚さを薄くし、その後パターニングして、機能素子80(図1および図2参照)を形成する。このパターニングは、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によって行うことができる。基体10に接合されたシリコン基板8cのパターニングでは、保護層60の方が、基体10よりもエッチングレートが遅いため、基体10において保護層60の設けられている領域では、エッチングにおける表面の浸食が起こらず、初期の表面状態を保つことができる。しかしながら、基体10において、保護層60が設けられておらず、且つ機能素子80の設けられていない領域では、僅かながらエッチングにおける表面の浸食が発生することになる。つまり、保護層60の両側に、僅かな表面の浸食によって生じる粗い面状態、もしくは粗面状態である、幅寸法R1a、R1bの粗面74や幅寸法R2aの粗面76が形成される。なお、粗い面状態、もしくは粗面状態とは、面の凹凸による面高さのバラツキが大きく、所謂表面粗さの大きな(粗い)状態の面状態のことを指しており、所謂梨地状態、もしくは鏡面ではない白濁状態(所謂、曇りガラス状態)として視認することができる。

40

【0115】

以降、保護層60をエッチングにより除去する工程、蓋体50を、基体10に接合する工程、蓋体50に設けられた第2貫通孔58(図2参照)を塞ぎ、キャビティー56(図

50

2参照)を密封する封止工程と続くが、これらの工程は前述の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0116】

本変形例1における電子デバイスの製造方法のように、シリコン基板8cを、第3基体としての機能素子80の外形形状に倣った単品(個々)にバターニングして形成し、その後基体10に接合する方法でも、上述の実施形態における製造方法と同様な効果を奏することができる。例えば、基体10の平坦性が損なわれてしまうことによって生じる、基体10と蓋体50との接合強度が低下してしまったり、接合状態が不安定になってしまったりすることを抑制することができる。

【0117】

(変形例2)

次に、図9を参照しながら、電子デバイスの製造方法の変形例2について説明する。図9は、変形例2に係る電子デバイスの基体と蓋体との接合部分を模式的に示す正断面図である。本変形例2に係る電子デバイスの製造方法は、基体10の表面11に設ける保護層60aの形成方法が、前述の実施形態と異なる。他の工程は、前述の実施形態と同様であるので説明を省略し、ここでは保護層60aの形成方法について説明する。

【0118】

図9に示すように、変形例2に係る保護層60aは、基体10の表面11から掘り込まれた有底の凹部68内に配設されている。凹部68は、基体10に接合される蓋体50の接合部分に対向する領域を含む形状に形成する。したがって、凹部68は、基体10の表面11上に周状に形成される。これにより、保護層60aは、基体10に接合される蓋体50の接合部分に対向する領域を含む周状に形成される。保護層60aは、前述の実施形態と同様に、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜によって形成することが好ましい。

【0119】

なお、保護層60aは、後工程において、前述の実施形態と同様に除去され、露出した凹部68の底部内に蓋体50が接合される。

【0120】

このような変形例2の保護層60aの構成においても、機能素子80を形成するエッチング液による基体10の浸食が起らず、蓋体50と接合する領域の面粗さが粗くなってしまうことを抑制することができる。

【0121】

(電子機器)

次に、上述した電子デバイス100を備えている電子機器について説明する。図10は、電子デバイス100を備えている電子機器としてのモバイル型(またはノート型)のパーソナルコンピュータの構成を模式的に示す斜視図である。

図10に示すように、パーソナルコンピュータ1100は、キーボード1102を備えた本体部1104と、表示部1101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。このようなパーソナルコンピュータ1100には、電子デバイス100(加速度センサー)が内蔵されている。

【0122】

図11は、電子デバイス100を備えている電子機器としての携帯電話機(PHSも含む)の構成を模式的に示す斜視図である。図11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1201が配置されている。このような携帯電話機1200には、電子デバイス100(加速度センサー)が内蔵されている。

【0123】

図12は、電子デバイス100を備えている電子機器としてのデジタルスチールカメラの構成を模式的に示す斜視図である。なお、この図12には、外部機器との接続について

10

20

30

40

50

も簡易的に示されている。ここで、通常のカメらは、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、デジタルスチールカメラ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。

【0124】

デジタルスチールカメラ1300におけるケース (ボディー) 1302の背面 (図中手前側) 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。また、ケース1302の正面側 (図中奥側) 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。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。

10

【0125】

また、このデジタルスチールカメラ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。更に、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。このようなデジタルスチールカメラ1300には、電子デバイス100 (加速度センサー) が内蔵されている。

20

【0126】

このような電子機器は、上述した電子デバイス100 (加速度センサー) を備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、小型化が図られ信頼性に優れている。なお、上述した電子デバイス100を備えている電子機器としては、これら以外に、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、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、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、フライトシミュレーターなどが挙げられる。いずれの場合にも、これらの電子機器は、上述した電子デバイス100を備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、小型化が図られ信頼性に優れている。

30

【0127】

(移動体)

次に、上述した電子デバイス100を備えている移動体について説明する。図13は移動体の一例としての自動車を模式的に示す斜視図である。自動車1500には、電子デバイス100 (加速度センサー) が搭載されている。例えば、同図に示すように、移動体としての自動車1500には、加速度センサー1を内蔵してタイヤ1503などを制御する電子制御ユニット1502が車体1501に搭載されている。これによれば、自動車1500は、上述した電子デバイス100 (加速度センサー) を備えていることから、上記実施形態で説明した効果が反映され、信頼性に優れている。なお、電子デバイス100 (加速度センサー) は、他にもキーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム (ABS)、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム (TPMS: Tire Pressure Monitoring System)、エンジンコントロール、ハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム、等の電子制御ユニット (ECU: Electronic Control Unit) に広く適用できる。

40

【0128】

50

上述した電子デバイスは、上記自動車1500に限らず、自走式ロボット、自走式搬送機器、列車、船舶、飛行機、人工衛星などを含む移動体の姿勢検出センサーなどとして好適に用いることができ、いずれの場合にも、上記実施形態で説明した効果が反映され、信頼性に優れた移動体を提供することができる。

【0129】

なお、上述した電子デバイスは、加速度センサーに限定されるものではなく、機能素子が角速度検出機能を備えている角速度センサー、機能素子が圧力検出機能を備えている圧力センサー、機能素子が重量検出機能を備えている重量センサーや、これらのセンサー（加速度センサーを含む）が複合した複合センサーなどであってもよい。

また、電子デバイスは、機能素子が振動片である振動子、発振器、周波数フィルターなどであってもよい。

【符号の説明】

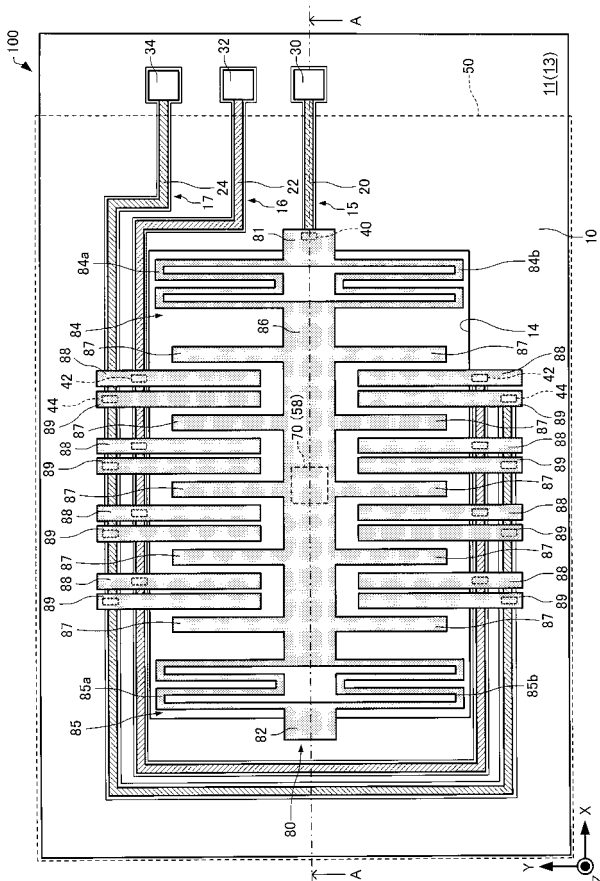
【0130】

8...シリコン基板（第2基体）、9...逃げ溝部としての逃げ凹部、10...基体（第1基体）、11...表（おもて）面（一方面）、12...裏面、13...接合面、14...凹部、15, 16, 17...溝部、20, 22, 24...配線、30, 32, 34...外部接続端子、40, 42, 44...コンタクト部、50...蓋体（第3基体）、51...第3面、52...第4面、53...第5面、54...外周縁部、56...キャビティー、57...第1貫通孔、58...第2貫通孔、60...保護層、70...封止部材、72...接合面、74, 76...粗面、80...機能素子（第2基体）、90...充填部材、100...電子デバイス、1100...電子機器としてのパーソナルコンピューター、1200...電子機器としての携帯電話機、1300...電子機器としてのデジタルスチールカメラ、1500...移動体としての自動車。

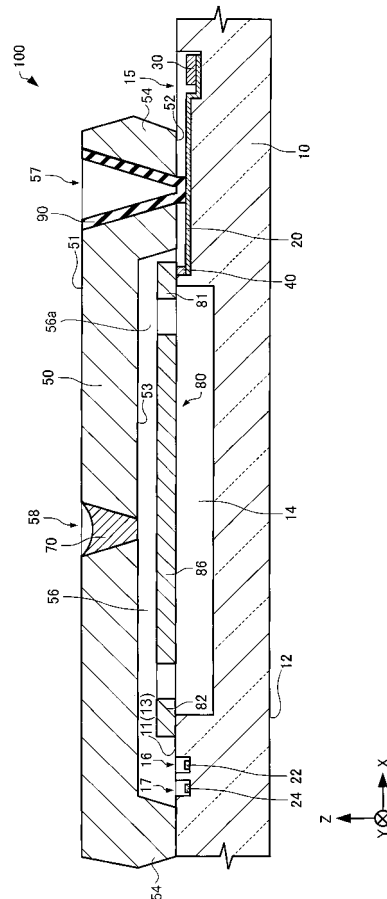
10

20

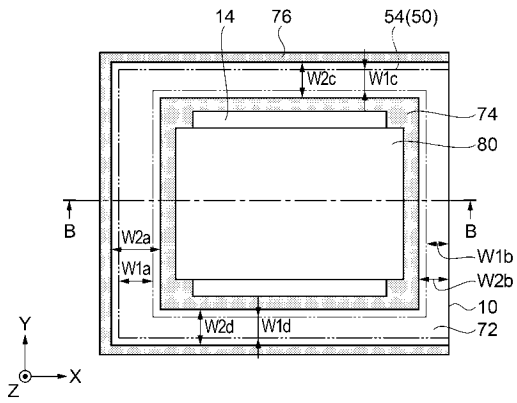
【図1】



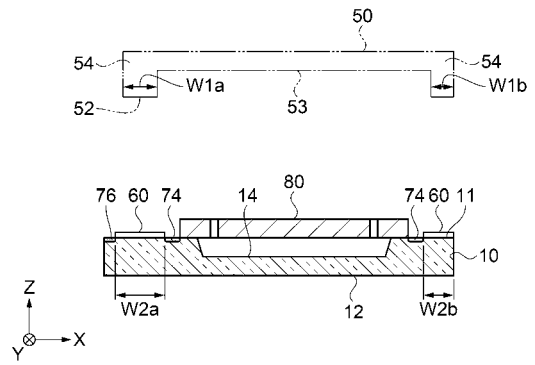
【図2】



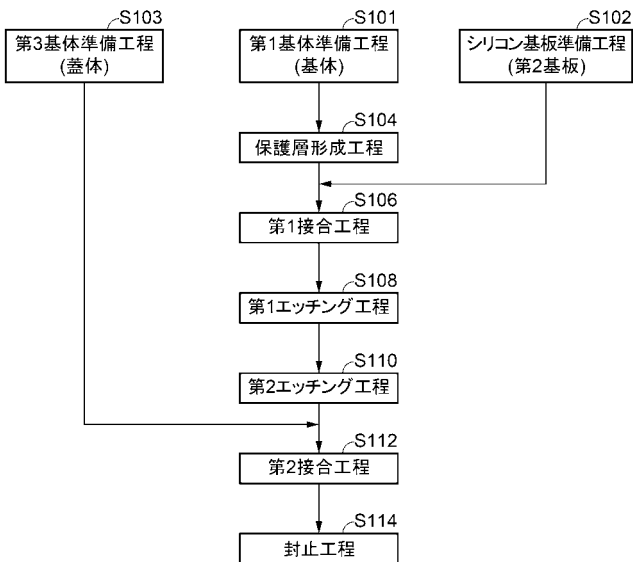
【図3A】



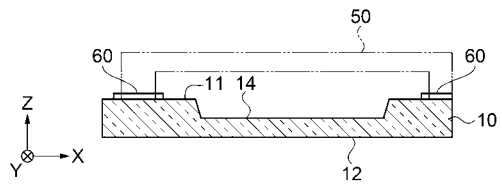
【図3B】



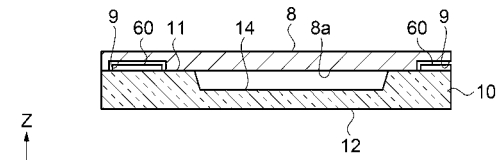
【図4】



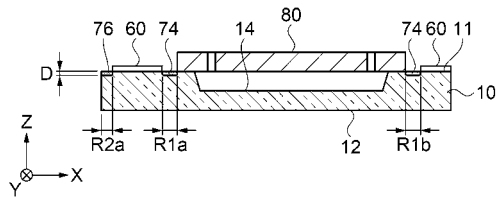
【図5A】



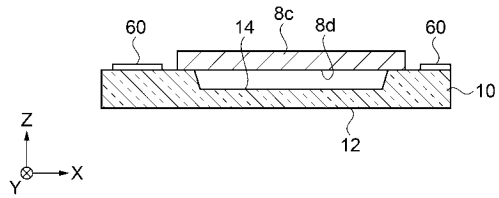
【図5B】



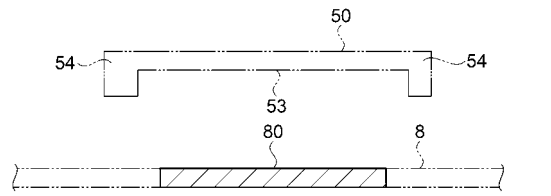
【図5C】



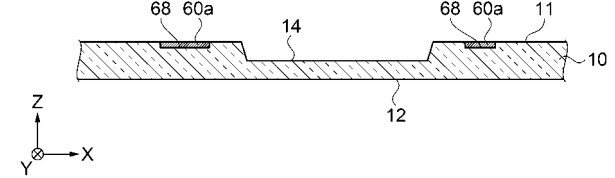
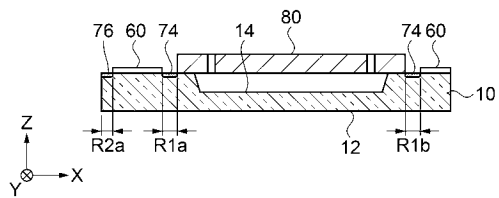
【図 8 B】



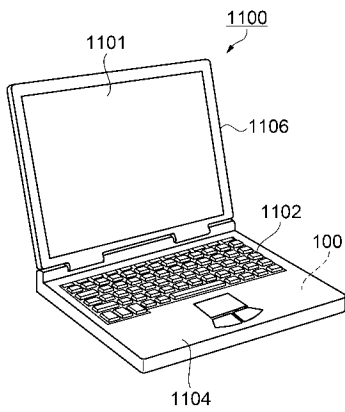
【図 9】



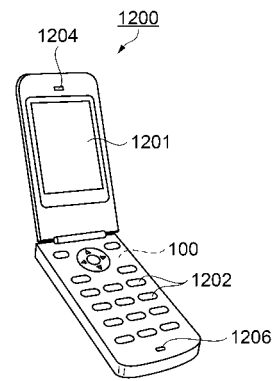
【図 8 C】



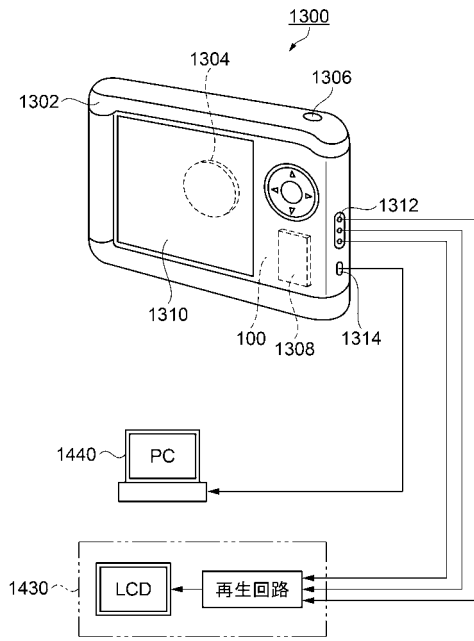
【図 10】



【図 11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

