

(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2008-135690

(P2008-135690A)

(43) 公開日 平成20年6月12日(2008.6.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/02 (2006.01)	HO 1 L 23/02 J	2 F 1 0 5
GO 1 P 15/08 (2006.01)	GO 1 P 15/08 P	3 C 0 8 1
GO 1 P 15/125 (2006.01)	GO 1 P 15/125 Z	4 M 1 1 2
HO 1 L 29/84 (2006.01)	HO 1 L 29/84 Z	
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-148073 (P2007-148073)
 (22) 出願日 平成19年6月4日(2007.6.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-294156 (P2006-294156)
 (32) 優先日 平成18年10月30日(2006.10.30)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100100022
 弁理士 伊藤 洋二
 (74) 代理人 100108198
 弁理士 三浦 高広
 (74) 代理人 100111578
 弁理士 水野 史博
 (72) 発明者 藤井 哲夫
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 水見 啓明
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

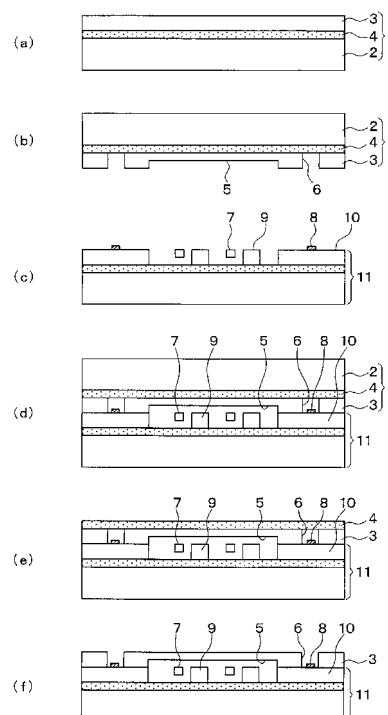
(54) 【発明の名称】 半導体力学量センサおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 キャップを薄型化できるようにすることにより、半導体力学量センサの薄型化が図れるようにでき、かつ、真空度の維持も容易に行えるようにする。

【解決手段】 SOI基板1を用い、SOI基板1をセンサウエハ11に貼り合わせてから単結晶シリコン基台2および埋め込み酸化膜4を除去し、単結晶シリコン層3がキャップ層となるようにする。つまり、最初から薄膜のキャップ層を用意してセンサウエハ11に貼り合わせるのではなく、貼り合わせるときまでは厚いSOI基板1にてウエハ状態を保ちつつ、貼り合わせ後にそれを薄膜化する。これにより、キャップ層を最初から薄膜とした場合のように、割れ等を防いでウエハ状態を保つために、キャップ層をある程度の厚みにしておく必要がない。また、キャップ層をポリイミド樹脂フィルムで構成する場合のように撓んで真空度の維持が困難になるなどの問題も発生しない。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ構造体（7、9、84、85）が形成されたセンサウエハ（11、87）上にキャップ層（3、42、53、63、73）を有するキャップ用基板（1、43、54、64、74）を搭載したのち、前記キャップ用基板（1、43、54、64、74）から前記キャップ層を分離し、さらに前記センサウエハ（11、87）および前記キャップ層（3、42、53、63、73）をチップ単位に分割することで形成される半導体力学量センサであって、

前記キャップ層（3、42、53、63、73）と前記センサ構造体と対応する位置には空間部（5、44、55、65、75）が形成され、前記センサウエハ（11、87）と前記キャップ層（3、42、53、63、73）とが直接接合により貼り合わされていることを特徴とする半導体力学量センサ。

10

【請求項 2】

センサ構造体（7、9）が形成されたセンサウエハ（11）上にキャップ層（3、42）を有するキャップ用基板（1、43）を搭載したのち、前記キャップ用基板（1、43）を薄厚化することで前記キャップ層（3、42）を残し、さらに前記センサウエハ（11）および前記キャップ層（3、42）をチップ単位に分割することで形成される半導体力学量センサであって、

前記キャップ層（3、42）のうち前記センサ構造体（7、9）と対応する位置には空間部（5、44）が形成され、前記センサウエハ（11）と前記キャップ層（3、42）とが直接接合により貼り合わされていることを特徴とする半導体力学量センサ。

20

【請求項 3】

前記キャップ層（3、42、53、63、73）に形成された前記空間部（5、44、55、65、75）の底面にはゲッタリング層（20）が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 4】

前記キャップ層（3、42、53、63、73）に形成された前記空間部（5、44、55、65、75）には、前記キャップ層（3、42、53、63、73）を補強するための補強リブ部（30）が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の半導体力学量センサ。

30

【請求項 5】

支持基台（2）とキャップ層（3）とが接合層（4）を介して接合されてなるキャップ用基板（1）を用意する工程と、

センサ構造体（7、9）が形成されたセンサウエハ（11）を用意する工程と、

前記キャップ用基板（1）の前記キャップ層（3）側を前記センサウエハ（11）に貼り合わせる工程と、

前記キャップ用基板（1）の前記支持基台（2）を除去し、前記キャップ層（3）を残す工程と、

前記キャップ層（3）と共に前記センサウエハ（11）をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを特徴とする半導体力学量センサの製造方法。

40

【請求項 6】

支持基台（40、52、61、71）の上に、剥離層（41、51、62、72）およびキャップ層（42、53、63、73）が配置されたキャップ用基板（43、54、64、74）を用意する工程と、

センサ構造体（7、9、84、85）が形成されたセンサウエハ（11、87）を用意する工程と、

前記キャップ用基板（43、54、64、74）の前記キャップ層（42、53、63、73）側を前記センサウエハ（11、87）に貼り合わせる工程と、

前記キャップ用基板（43、54、64、74）の前記支持基台（40、52、61、

50

71) から前記剥離層(41、51、62、72)にエネルギーを与え、前記剥離層(41、51、62、72)にて前記支持基台(40、52、61、71)を前記キャップ層(42、53、63、73)から剥離させる工程と、

前記キャップ層(42、53、63、73)と共に前記センサウエハ(11、87)をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを特徴とする半導体力学量センサの製造方法。

【請求項7】

前記支持基台を透光支持基台(40)にすると共に、前記剥離層を光吸収層(41)とし、

前記支持基台を前記キャップ層から剥離させる工程では、前記エネルギーとして光を前記光吸収層(41)に照射することで、前記光吸収層(41)にて前記透光支持基台(40)を前記キャップ層(42)から剥離させることを特徴とする請求項6に記載の半導体力学量センサの製造方法。

10

【請求項8】

前記剥離層を水素イオン注入層(51)とし、前記支持基台を前記キャップ層から剥離させる工程では、前記エネルギーとして熱処理による熱を与えることで前記水素イオン注入層(51)にて前記支持基台(52)を前記キャップ層(53)から剥離させることを特徴とする請求項6に記載の半導体力学量センサの製造方法。

【請求項9】

前記剥離層を多孔質シリコン層(62、72)とし、前記支持基台を前記キャップ層から剥離させる工程では、前記エネルギーとして液体ジェットもしくは気体ジェットによる力を与えることで前記多孔質シリコン層(62、72)にて前記支持基台(61、71)を前記キャップ層(63、73)から剥離させることを特徴とする請求項6に記載の半導体力学量センサの製造方法。

20

【請求項10】

透光支持基台(40)の上に、光吸収層(41)およびキャップ層(42)が配置されたキャップ用基板(43)を用意する工程と、

センサ構造体(7、9)が形成されたセンサウエハ(11)を用意する工程と、

前記キャップ用基板(43)の前記キャップ層(42)側を前記センサウエハ(11)に貼り合わせる工程と、

30

前記キャップ用基板(43)の前記透光支持基台(40)側から光を照射することにより、前記光吸収層(41)に光を吸収させ、前記光吸収層(41)にて前記透光支持基台(40)を前記キャップ層(42)から剥離させる工程と、

前記キャップ層(42)と共に前記センサウエハ(11)をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを特徴とする半導体力学量センサの製造方法。

【請求項11】

前記キャップ用基板(43)を用意する工程では、前記透光支持基台(40)として、該透光支持基台(40)のうち前記センサ構造体(7、9)と対応する場所に空間部(46)が形成されたものを用意したのち、この透光支持基台(40)上に前記光吸収層(41)および前記キャップ層(42)を積層形成することにより、前記キャップ層(42)のうち前記センサ構造体(7、9)と対応する場所に空間部(5、44)を形成する工程を含んできると特徴とする請求項10に記載の半導体力学量センサの製造方法。

40

【請求項12】

前記キャップ用基板(1、43、54、64、74)を用意する工程では、前記キャップ層(3、42、53、63、73)のうち前記センサ構造体(7、9、84、85)と対応する場所に空間部(5、44、55、65、75)が形成されたものを用意することを特徴とする請求項6ないし10のいずれか1つに記載の半導体力学量センサの製造方法。

【請求項13】

前記空間部(5、44、55、65、75)の底面にゲッターリング層(20)を形成する

50

工程を含んでいることを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の半導体力学量センサの製造方法。

【請求項 14】

前記空間部 (5、44、55、65、75) の底面に前記キャップ層 (3、42、53、63、73) を補強するための補強リブ部 (30) を形成する工程を含んでいることを特徴とする請求項 11 ないし 13 のいずれか 1 つに記載の半導体力学量センサの製造方法。

【請求項 15】

前記キャップ用基板 (1、43、54、64、74) を前記センサウェハ (11、87) に貼り合わせる工程では、前記キャップ用基板 (1、43、54、64、74) もしくは前記センサウェハ (11、87) の少なくとも一方の表面をスパッタエッチングすることで汚染物を除去し、その除去された表面の結合手による直接接合にて前記キャップ用基板 (1、43、54、64、74) を前記センサウェハ (11、87) に貼り合わせることを特徴とする請求項 6 ないし 14 のいずれか 1 つに記載の半導体力学量センサの製造方法。

10

【請求項 16】

前記キャップ用基板 (1、43、54、64、74) を前記センサウェハ (11、87) に貼り合わせる工程は、室温により行われることを特徴とする請求項 15 に記載の半導体力学量センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、可動部をキャップにて保護した半導体力学量センサおよびその製造方法に関するものであり、例えば、加速度センサや角速度センサ (Gyro センサ) に適用すると好適である。

【背景技術】

【0002】

従来より、可動部をキャップにて覆うことで、可動部への水や異物の混入などを防止できるようにする半導体力学量センサの製造手法が提案されている。例えば、特許文献 1 においては、加速度センサの可動部が構成されたシリコン基板に対してガラス基板やシリコン基板をウェハ状態のまま貼り合わせることににより、可動部が構成されたシリコン基板をガラス基板もしくはシリコン基板で覆い、さらに、それをダイシングカットすることでチップ単位に分割し、キャップで覆われた半導体力学量センサを製造するという方法が開示されている。

30

【0003】

しかしながら、キャップを構成するためのガラス基板もしくはシリコン基板をウェハ状態に保たなければならず、割れたりしないようにするために 300 ~ 800 μm 程度必要となる。このため、キャップを構成するためのガラス基板もしくはシリコン基板に対して、半導体力学量センサの回路部との電氣的接続を行うための穴部を形成するための加工時間が長時間必要になるという問題がある。また、キャップを構成するためのガラス基板もしくはシリコン基板を薄型化できないため、近年要望されている半導体力学量センサの薄型化に沿わないという問題もある。

40

【0004】

このため、特許文献 2 において、ポリイミド樹脂フィルムを用い、このポリイミド樹脂フィルムを可動部が形成された半導体力学量センサに貼り付けることでキャップを構成したものが提案されている。

【特許文献 1】特開 2004 - 333133 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 19924 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

しかしながら、キャップで覆った内部、つまり可動部が形成される部分を真空にする場合に、ポリイミド樹脂フィルムが撓み、真空度の維持の点で問題がある。それに対して真空度を維持しようとする、ポリイミド樹脂フィルムをある程度の厚さにしなければならず、結局近年要望されている半導体力学量センサの薄型化に沿わないという問題がある。

【0006】

本発明は上記点に鑑みて、キャップを薄型化できるようにすることにより、半導体力学量センサの薄型化が図れるようにでき、かつ、真空度の維持も容易に行えるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明では、キャップ層(3、42、53、63、73)のうちセンサ構造体と対応する位置には空間部(5、44、55、65、75)が形成され、センサウェハ(11、87)とキャップ層(3、42、53、63、73)とが直接接合により貼り合わされていることを第1の特徴としている。

【0008】

このように、キャップ層(3、42、53、63、73)を直接センサウェハ(11、87)に接合して貼り合わせた構造とすれば、センサ構造体への接着剤のはみ出しによるセンサ特性変動を防止することが可能になる。

【0009】

この場合、キャップ層(3、42、53、63、73)に形成された空間部(5、44、55、65、75)の底面にゲッターリング層(20)を形成すると、より確実にキャップ層(3、42、53、63、73)とセンサウェハ(11、87)により形成される空間部内の真空度を保つことが可能となる。

【0010】

また、キャップ層(3、42、53、63、73)に形成された空間部(5、44、55、65、75)にキャップ層(3、42、53、63、73)を補強するための補強リブ部(30)を形成しておけば、キャップ層(3、42、53、63、73)を補強することができ、キャップ層(3、42、53、63、73)が撓んだり、キャップ層の亀裂、破壊により空間部内の真空度が維持できなくなることをより確実に防止することができる。

【0011】

さらに、本発明では、支持基台(2)とキャップ層(3)とが接合層(4)を介して接合されてなるキャップ用基板(1)を用意する工程と、センサ構造体(7、9)が形成されたセンサウェハ(11)を用意する工程と、キャップ用基板(1)のキャップ層(3)側をセンサウェハ(11)に貼り合わせる工程と、キャップ用基板(1)の支持基台(2)を除去し、キャップ層(3)を残す工程と、キャップ層(3)と共にセンサウェハ(11)をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを第2の特徴としている。

【0012】

このように、キャップ用基板(1)をセンサウェハ(11)に貼り合わせてから支持基台(2)を除去し、キャップ層(3)を残すようにしている。つまり、最初から薄膜のキャップ層(3)を用意してセンサウェハ(11)に貼り合わせるのではなく、貼り合わせるときまでは厚いキャップ用基板(1)にてウェハ状態を保ちつつ、貼り合わせ後にそれを薄膜化するようにしている。このため、キャップ層(3)を最初から薄膜とした場合のように、割れ等を防いでウェハ状態を保つために、ある程度の厚みにしておく必要がない。また、キャップ層(3)をポリイミド樹脂フィルムで構成する場合のように撓んで真空度の維持が困難になるなどの問題も発生しない。したがって、キャップ層(3)を薄型化でき、半導体力学量センサの薄型化が図れると共に、真空度の維持も容易に行うことが可能となる。

【0013】

10

20

30

40

50

また、本発明は、支持基台（４０、５２、６１、７１）の上に、剥離層（４１、５１、６２、７２）およびキャップ層（４２、５３、６３、７３）が配置されたキャップ用基板（４３、５４、６４、７４）を用意する工程と、センサ構造体（７、９、８４、８５）が形成されたセンサウエハ（１１、８７）を用意する工程と、キャップ用基板（４３、５４、６４、７４）のキャップ層（４２、５３、６３、７３）側をセンサウエハ（１１、８７）に貼り合わせる工程と、キャップ用基板（４３、５４、６４、７４）の支持基台（４０、５２、６１、７１）から剥離層（４１、５１、６２、７２）にエネルギーを与え、剥離層（４１、５１、６２、７２）にて支持基台（４０、５２、６１、７１）をキャップ層（４２、５３、６３、７３）から剥離させる工程と、キャップ層（４２、５３、６３、７３）と共にセンサウエハ（１１、８７）をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを第３の特徴としている。

10

【００１４】

このように、剥離層（４１、５１、６２、７２）およびキャップ層（４２、５３、６３、７３）が配置されたキャップ用基板（４３、５４、６４、７４）を用い、このキャップ用基板（４３、５４、６４、７４）の剥離層（４１、５１、６２、７２）にエネルギーを与えることで、剥離層（４１、５１、６２、７２）にて支持基台（４０、５２、６１、７１）をキャップ層（４２、５３、６３、７３）から剥離させることが可能となる。これにより、本発明の第２の特徴と同様の効果を得ることができる。

【００１５】

例えば、支持基台を透光支持基台（４０）にすると共に、剥離層を光吸収層（４１）とし、支持基台をキャップ層から剥離させる工程において、エネルギーとして光を光吸収層（４１）に照射することで、光吸収層（４１）にて透光支持基台（４０）をキャップ層（４２）から剥離させることができる。

20

【００１６】

また、剥離層を水素イオン注入層（５１）とし、支持基台をキャップ層から剥離させる工程において、エネルギーとして熱処理による熱を与えることで水素イオン注入層（５１）にて支持基台（５２）をキャップ層（５３）から剥離させることもできる。

【００１７】

さらに、剥離層を多孔質シリコン層（６２、７２）とし、支持基台をキャップ層から剥離させる工程において、エネルギーとして例えば水やアルコール等を用いた液体（ウォーター）ジェットもしくは気体ジェットによる力を与えることで多孔質シリコン層（６２、７２）にて支持基台（６１、７１）をキャップ層（６３、７３）から剥離させることもできる。

30

【００１８】

また、本発明は、透光支持基台（４０）の上に、光吸収層（４１）およびキャップ層（４２）が配置されたキャップ用基板（４３）を用意する工程と、センサ構造体（７、９）が形成されたセンサウエハ（１１）を用意する工程と、キャップ用基板（４３）のキャップ層（４２）側をセンサウエハ（１１）に貼り合わせる工程と、キャップ用基板（４３）の透光支持基台（４０）側から光を照射することにより、光吸収層（４１）に光を吸収させ、光吸収層（４１）にて透光支持基台（４０）をキャップ層（４２）から剥離させる工程と、キャップ層（４２）と共にセンサウエハ（１１）をチップ単位に分割して半導体力学量センサを構成する工程と、を含んでいることを第４の特徴としている。

40

【００１９】

このように、光吸収層（４１）およびキャップ層（４２）が配置されたキャップ用基板（４３）を用い、このキャップ用基板（４３）の光吸収層（４１）に光を照射することで、光吸収層（４１）にて透光支持基台（４０）をキャップ層（４２）から剥離させることが可能となる。これにより、本発明の第２の特徴と同様の効果を得ることができる。

【００２０】

この場合、キャップ用基板（４３）を用意する工程は、例えば、透光支持基台（４０）として、該透光支持基台（４０）のうちセンサ構造体（７、９）と対応する場所に空間部

50

(46)が形成されたものを用意したのち、この透光支持基台(40)上に光吸収層(41)およびキャップ層(42)を積層形成することにより、キャップ層(42)のうちセンサ構造体(7、9)と対応する場所に空間部(44)を形成する工程を含んだものとされる。

【0021】

このように、該透光支持基台(40)のうちセンサ構造体(7、9)と対応する場所に空間部(46)を形成しておけば、その上に形成されるキャップ層(42)にもそれを受け継がせることができ、これをセンサ構造体(7、9)を覆う空間部(5、44)とすることが可能となる。これにより、半導体力学量センサの製造工程の簡略化が可能となり、製造コスト削減を図ることが可能となる。

10

【0022】

また、空間部(5、44、55、65、75)を形成する場合、空間部(5、44、55、65、75)の底面にゲッタリング層(20)を形成すると好ましい。このようなゲッタリング層(20)を形成すると、より確実にキャップ層(3、42、53、63、73)とセンサウエハ(11、87)により形成される空間部内の真空度を保つことが可能となる。

【0023】

さらに、空間部(5、44、55、65、75)の底面にキャップ層(3、42、53、63、73)を補強するための補強リブ部(30)を形成することもできる。このような補強リブ部(30)を形成しておけば、キャップ層(3、42、53、63、73)を補強することができ、キャップ層(3、42、53、63、73)が撓むことで空間部内の真空度が維持できなくなることをより確実に防止することができる。

20

【0024】

このような本発明の第2～第4の特徴において、キャップ用基板(1、43、54、64、74)をセンサウエハ(11、87)に貼り合わせる工程では、キャップ用基板(1、43、54、64、74)もしくはセンサウエハ(11、87)の少なくとも一方の表面をスパッタエッチングすることで汚染物を除去し、その除去された表面の結合手による直接接合にてキャップ用基板(1、43、54、64、74)をセンサウエハ(11、87)に貼り合わせることを可能となる。

【0025】

このように、除去された表面の結合手による直接接合にてキャップ用基板(1、43、54、64、74)をセンサウエハ(11、87)に貼り合わせるようにすれば、接着剤等がなくてもこれらの貼り合わせを行うことが可能となる。これにより、センサ構造体への接着剤のはみ出しによるセンサ特性変動を防止することが可能になる。

30

【0026】

この場合、キャップ用基板(1、43、54、64、74)をセンサウエハ(11、87)に貼り合わせる工程を室温により行うようにすれば、熱処理などの必要性を無くせ、製造工程の簡略化を図れると共に、熱処理による高温下にセンサ構造体等を曝さなくても済むという効果がある。

【0027】

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

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

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

【0029】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態の半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。この図を参照して、本実施形態の半導体力学量センサの

50

製造方法について説明する。なお、図1中では、1チップ分のみを図示しているが、実際には数百チップを含んだウェハ状態で半導体力学量センサが形成され、最終的にチップ単位に分割されることで、キャップで覆われた半導体力学量センサを製造している。

【0030】

まず、図1(a)に示す工程では、SOI基板1を用意する。SOI基板1は、単結晶シリコン基台2と単結晶シリコン層3とが埋め込み酸化膜(SiO₂)4を介して接合された基板である。このSOI基板1における単結晶シリコン基台2が支持基台、単結晶シリコン層3がキャップ層、埋め込み酸化膜4が接合層として機能する。具体的には、例えば厚さ300~800μm程度の単結晶シリコン基台2を用意したのち、この単結晶シリコン基台2の表面に熱酸化などにより例えば0.1~2μm程度の厚さの埋め込み酸化膜4を形成し、その後、埋め込み酸化膜4の表面に例えば厚さ300~800μm程度の単結晶シリコン層3を直接接合により貼り合わせる。そして、単結晶シリコン層3を研削、研磨して、厚さを5~500μm程度(好ましくは10~200μm)に薄型化することで、SOI基板1が形成される。

10

【0031】

次に、図1(b)に示す工程では、フォトリソグラフィ・エッチング工程により、単結晶シリコン層3に対して第1の凹部5および第2の凹部6を形成する。第1の凹部5は半導体力学量センサの可動部7(図1(c)参照)と対応する場所に、可動部7と単結晶シリコン層3との接触を避けるために形成されるものである。第2の凹部6は、半導体力学量センサにおけるパッド部8(図1(c)参照)を露出させるためのものであり、パッド部8と外部配線(例えばボンディングワイヤ)との電気的接続が行えるように形成される。このため、第2の凹部6は、埋め込み酸化膜4に達するまでエッチング除去されるが、埋め込み酸化膜4をさらに貫通して単結晶シリコン基台2まで形成されていても良い。

20

【0032】

なお、第1の凹部5および第2の凹部6の深さは異なっているため、フォトリソグラフィ・エッチングは2回に分けて行われることになる。例えば、単結晶シリコン層3のうち第1の凹部5以外の部分をマスクで覆った状態でエッチングを行うことで第1の凹部5を形成したあと、単結晶シリコン層3のうち第2の凹部6以外の部分を異なるマスクで覆い直してエッチングを行うことで第2の凹部6を形成することができる。

【0033】

続く図1(c)に示す工程では、例えば櫛歯構造を有した加速度センサ構造やジャイロセンサ構造のように、可動電極を有する可動部7や固定電極を有する固定部9を備えたセンサ構造体と、その周辺部10および周辺部10に形成されたパッド部8等を備えたSOI構造のセンサウェハ11を用意する。センサウェハ11におけるセンサ構造体の形成は、周知となっている手法を用いて行われる。

30

【0034】

そして、図1(d)に示す工程では、真空中において、図1(b)に示す工程にて用意した第1の凹部5および第2の凹部6が形成されたSOI基板1の単結晶シリコン層3側と、図1(c)に示す工程にて用意したセンサウェハ11のセンサ構造体が備えられた側とを貼り合わせる。例えば、接合部の形成法としては、いわゆる低融点ガラスのフリット材を接合部に形成したのち、真空中で200~450程度の温度で接合する手法を用いることができる。また、いわゆる接合技術を用いて、接合面をArイオンなどで表面処理することで表面を活性化しておき、その状態で室温~500程度で直接接合しても良い。好ましくは室温~450が良い。これは、配線層としてアルミを使用した場合、シリコンとアルミが過度に反応しない温度である。この場合、室温での接合が可能になるため、熱処理などの必要性を無くせ、製造工程の簡略化を図れると共に、熱処理による高温下にセンサ構造体等を曝さなくても済むという効果がある。

40

【0035】

このような接合は、表面活性化接合と呼ばれるもので、接合の妨げになる表面層を除去したのち、表面の原子の結合手同士を直接接合されることで強固な接合を行うものである

50

。表面層を除去したとき、除去後の表面は結合力が大きい活性な状態となり、室温での強固な接合も可能となる。例えば、イオンビームやプラズマなどによるスパッタエッチングにより表面層の除去を行うことができるが、スパッタエッチング後の表面は、周囲の気体分子とも反応し易い状態となるため、高真空に排気した真空チャンパー内でスパッタエッチングを行い、かつ、イオンビームにはアルゴンなどの不活性ガスを用いると好ましい。このようなスパッタエッチングは、センサウエハ 1 1 と単結晶シリコン層 3 の少なくとも一方に行えば良いが、双方共に行う方が好ましい。

【 0 0 3 6 】

なお、このような直接接合などを用いれば接着剤を用いることによるセンサ構造体への接着剤のはみ出しによるセンサ特性変動を防止することが可能になるが、半導体力学量センサの使用条件によっては、接着剤等を用いた接合手法を採用しても構わない。

10

【 0 0 3 7 】

続いて、図 1 (e) に示す工程では、S O I 基板 1 とセンサウエハ 1 1 を貼り合わせた状態で S O I 基板 1 の単結晶シリコン基台 2 をある程度の厚さまで研削・研磨することで薄膜化したのち、最後にエッチングして単結晶シリコン基台 2 を除去する。このときのエッチングは、プラズマによるドライエッチングでも良いし、シリコンのウェットエッチングでも良い。

【 0 0 3 8 】

この後、図 1 (f) に示すように、埋め込み酸化膜 4 を除去する。これにより、単結晶シリコン層 3 のみが残し、この単結晶シリコン層 3 にてキャップ層が構成される。また、埋め込み酸化膜 4 をさらに貫通して単結晶シリコン基台 2 まで形成した場合は埋め込み酸化膜 4 を除去しなくても良い。そして、上述したように、単結晶シリコン層 3 に第 1 の凹部 5 および第 2 の凹部 6 が形成してあるため、第 1 の凹部 5 が形成された位置にセンサ構造体が配置され、センサ構造体が単結晶シリコン層 3 と接触しないようにでき、また、第 2 の凹部 6 を通じてパッド部 8 を単結晶シリコン層 3 から露出させた状態にできる。

20

【 0 0 3 9 】

なお、これ以降の工程については図示しないが、キャップ用基板となるセンサウエハ 1 1 と共に S O I 基板 1 をダイシングカットすることでチップ単位に分割し、半導体力学量センサが完成する。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、本実施形態では、S O I 基板 1 を用い、S O I 基板 1 をセンサウエハ 1 1 に貼り合わせてから単結晶シリコン基台 2 および埋め込み酸化膜 4 を除去し、単結晶シリコン層 3 がキャップ層となるようにしている。つまり、最初から薄膜のキャップ層を用意してセンサウエハ 1 1 に貼り合わせるのではなく、貼り合わせるときまでは厚い S O I 基板 1 にてウエハ状態を保ちつつ、貼り合わせ後にそれを薄膜化するようにしている。このため、キャップ層を最初から薄膜とした場合のように、割れ等を防いでウエハ状態を保つために、キャップ層をある程度の厚みにしておく必要がない。また、キャップ層をポリイミド樹脂フィルムで構成する場合のように撓んで真空度の維持が困難になるなどの問題も発生しない。

30

【 0 0 4 1 】

したがって、キャップ層を薄型化でき、半導体力学量センサの薄型化が図れると共に、かつ、真空度の維持も容易に行うことが可能となる。

40

【 0 0 4 2 】

(第 1 実施形態の変形例)

上述したように、本実施形態では、キャップ層を構成するためのキャップ用基板に単結晶シリコン基台 2、埋め込み酸化膜 4 および単結晶シリコン層 3 にて構成された S O I 基板 1 を用いたが、これは単なる一例を示したものであり、他の構造の基板を用いても良い。

【 0 0 4 3 】

例えば、キャップ用基板として、単結晶シリコン層 3 をポリシリコン層に代えたものを

50

用いても良いし、単結晶シリコン層3をポリシリコン基台に代えたものを用いても良い。勿論、単結晶シリコン層3および単結晶シリコン基台2の双方共に、ポリシリコン層およびポリシリコン基台に変更しても構わない。さらに、支持基台およびキャップ層の材質もシリコンに限るものではなく、例えば、アルミナ、SiC等を用いても良いし、コバルトなどの金属を用いても構わない。勿論、これらの材質を支持基台とキャップ層のいずれか一方のみに適用しても良いが、双方共に適用しても良い。

【0044】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態の半導体力学量センサは、第1実施形態に対してキャップ層の構成を変更したものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

10

【0045】

本実施形態は、第1実施形態の図1(b)に示す工程で説明したように、SOI基板1の単結晶シリコン層3に第1の凹部5および第2の凹部6を形成したものに対して、ゲッタリング層を形成するものである。その他に関しては第1実施形態と同様である。

【0046】

図2は、上述した図1(b)に示す工程の後でゲッタリング層20を形成したSOI基板1の断面図である。この図に示されるように、単結晶シリコン層3における第1の凹部5の底面にゲッタリング層20を形成している。このゲッタリング層20は、キャップ層となる単結晶シリコン層3とセンサウェハ11との間に形成される空間部を真空にする際に、より確実に高真空状態を維持するために設けられ、Zr、Ti、Nb、Ta、V等の遷移金属、またはそれらの合金もしくは化合物、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Al、Y、Laおよび希土類から選ばれる少なくとも1つの元素との合金もしくは化合物、例えば、二元合金、Ti-V、Zr-Al、Zr-V、Zr-FeおよびZr-Ni、三元合金、Zr-V-FeおよびZr-Co-希土類、または多成分系合金ジルコニウム合金等によって構成される。例えば、ゲッタリング層20は、陰極堆積により、第1の凹部5の底面上に、その底面よりも十分に広い面積を有する非蒸発型ゲッター材料の第一層を堆積させたのち、さらに、陰極堆積により、この第一層上に低活性化温度を有する非蒸発型ゲッター合金の少なくとも第二層を堆積させることにより形成される。このゲッタリング層20の製造方法に関しては、例えば特開2005-916号公報等において公知のものであるため、説明を省略する。

20

30

【0047】

このように、ゲッタリング層20を形成することにより、より確実にキャップ層となる単結晶シリコン層3とセンサウェハ11との間に形成される空間部の真空度を維持することが可能となる。

【0048】

(第3実施形態)

本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態の半導体力学量センサも、第1実施形態に対してキャップ層の構成を変更したものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

40

【0049】

本実施形態は、第1実施形態の図1(b)に示す工程で説明したように、SOI基板1の単結晶シリコン層3に第1の凹部5および第2の凹部6を形成したものに対して、補強リブ部を形成するものである。その他に関しては第1実施形態と同様である。

【0050】

図3は、補強リブ部を形成したSOI基板1の断面図である。補強リブ部30は、第1の凹部5が形成されることで薄厚化された単結晶シリコン層3を補強するためのものであり、第1の凹部5内に部分的に設けられる。本実施形態では、補強リブ部30を第1の凹部5の中央位置に正形状に構成しているが、長方形でも良い。また、例えば第1の凹部5を正形状で構成する場合、相対する二辺のうち的一方を繋ぐような直線状、双方を繋

50

ぐような十字状に補強リブ部 30 を構成しても良いし、相対する二辺が複数本の直線状の補強リブ部 30 で繋げられる構成としても良い。このような補強リブ部 30 の先端位置が単結晶シリコン層 3 のうちのセンサウェハ 11 との接合面よりも凹まされており、補強リブ部 30 がセンサ構造体と接触しないようにされている。

【0051】

なお、上記した図 1 (b) の工程では、第 1 の凹部 5 および第 2 の凹部 6 を備えた構造を 2 段階のエッチングを行うことにより実現したが、3 段階のエッチングを行うようにすれば補強リブ部 30 を形成できる。例えば、まず、第 1 の凹部 5 を補強リブ部 30 の先端位置となる深さまで形成しておいた後、補強リブ部 30 を形成する部分および第 1 の凹部 5 の周囲をマスクで覆いながらエッチングを行う。これにより、第 1 の凹部 5 の底面に補強リブ部 30 が備えられた構造となる。続いて、単結晶シリコン層 3 のうち第 2 の凹部 6 の形成予定位置以外をマスクで覆い、エッチングを行う。これにより、第 2 の凹部 6 が形成され、単結晶シリコン層 3 に補強リブ部 30 が備えられた第 1 の凹部 5 および第 2 の凹部 6 が形成される。

10

【0052】

(第 4 実施形態)

本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態に対して半導体力学量センサにおけるキャップ層を転写技術により製造するようにしたものであり、その他に関しては第 1 実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

【0053】

図 4 は、本実施形態の半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。この図を参照して、本実施形態の半導体力学量センサの製造方法について説明する。

20

【0054】

まず、図 4 (a) に示す工程では、石英ガラス基台 40 の表面にアモルファスシリコン層 41 とポリシリコン層 42 が順に形成されたウェハ状態の基板 43 をキャップ用基板として用意する。石英ガラス基台 40 は、レーザ光を透過する材料で構成された透光支持基台として用意されたものである。この透光支持基台は、石英ガラス以外の材料、例えば耐熱ガラスで構成されたものであっても良い。アモルファスシリコン層 41 は、レーザ光を吸収する材料で構成された光吸収層として用意されたものである。このような材料としては、アモルファスシリコンの他、例えば窒化シリコン層などが挙げられる。ポリシリコン層 42 はキャップ層とするためのものであり、上述した様々な材料をキャップ層として用いることができる。

30

【0055】

続いて、図 4 (b)、(c) に示す工程では、図 1 (b)、(c) と同様に、ポリシリコン層 42 に第 1 の凹部 44 および第 2 の凹部 45 を形成したのち、キャップ用基板のポリシリコン層 42 をセンサウェハ 11 に貼り合わせる。

【0056】

その後、剥離のためのエネルギーとして、例えば、100 ~ 350 nm の波長のレーザ光 (エキシマレーザ等) を石英ガラス基台 40 側から照射する。これにより、レーザ光が石英ガラス基台を透過するため、レーザ光はアモルファスシリコン層 41 に照射される。このため、レーザ光がアモルファスシリコン層 41 に吸収され、そのエネルギーによりアモルファスシリコン層 41 の結合力が破壊され、アモルファスシリコン層 41 を剥離層として、石英ガラスがポリシリコン層 42 から剥がれる。これにより、キャップ層となるポリシリコン層 42 が残り、必要に応じてアモルファスシリコン層 41 の残部とポリシリコン層 42 の一部を除去することで、所望膜厚としたポリシリコン層 42 からなるキャップ層を形成することが可能となる。

40

【0057】

以上説明した本実施形態の半導体力学量センサの製造方法によっても、キャップ層を薄膜化することが可能となり、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。さらに、このような転写技術を用いた場合、透光支持基台を再利用することが可能となるた

50

め、製造コスト削減を図ることも可能となる。

【0058】

なお、ここでは転写技術を実現するために、レーザ光を用いたが、照射する光としては、剥離層で透光支持基板をキャップ層から剥離させられるものであれば良く、例えば、X線、紫外線、可視光、赤外線（熱線）、レーザ光、ミリ波、マイクロ波、電子線、放射線（線、線、線）等が挙げられる。このような転写技術に関しては、例えば特開平10-125931号公報において公知となっているため、ここでは詳細についての説明を省略するが、上述した透光支持基板や光吸収層も公知となっている全ての材料を用いることが可能である。

【0059】

（第4実施形態の変形例）

上述したように、第4実施形態では、エッチングによりポリシリコン層42に第1の凹部44を形成したが、他の手法を用いることも可能である。図5は、ポリシリコン層42に第1の凹部44をエッチング以外の手法により形成した場合を示した断面図である。

【0060】

まず、図5(a)に示すように、予め透光支持基台となる石英ガラス基台40のうち第1の凹部44と対応する場所に例えば断面が曲面状（ドーム型）の凹部46を形成しておき、図5(b)に示すように、その上にアモルファスシリコン層41およびポリシリコン層42を積層形成する。このとき、先に石英ガラス基台40に凹部46が形成されているため、アモルファスシリコン層41およびポリシリコン層42にもその形状が受け継がれる。そして、図5(c)に示すように、ポリシリコン層42に第2の凹部45を形成し、その後は図4(c)以降の工程を行うことで、半導体力学量センサを製造することが可能となる。このようにすれば、第1の凹部44の形成工程を省略できるため、より製造工程の簡略化を図ることが可能となり、製造コスト削減を図ることが可能となる。

【0061】

さらに、この場合において、補強リブ部30も同時に形成することもできる。図6は、ポリシリコン層42に第1の凹部44をエッチング以外の手法により形成する場合において、補強リブ部30も同時に形成する様子を示した断面図である。

【0062】

まず、図6(a)に示すように、石英ガラス基台40に形成した凹部46をさらに部分的に凹ませた補強リブ部用溝部47を形成しておく。補強リブ部用溝部47の形状は任意であるが、側壁をテーパ状にすると好ましい。このような石英ガラス基台40に対し、図6(b)に示す工程において、上述した図5(b)に示す工程を行えば、アモルファスシリコン層41およびポリシリコン層42にも補強リブ部用溝部47の形状が継承され、ポリシリコン層42に対して外に向かった補強リブ部30を形成することができる。このとき、ポリシリコン層42をある程度厚くすれば、ポリシリコン層42の表面は平坦になる。この後、図示しないが、上述した図5(c)に示す工程や図4(c)以降の工程を行うことで、半導体力学量センサを製造することが可能となる。このように、補強リブ部30もポリシリコン層42の成膜時に同時に形成することができる。

【0063】

なお、ここでは透光支持基台に断面が曲面状の凹部46を形成する場合について説明したが、断面矩形状、角錐状、ダイアフラム形状の凹部としても構わない。

【0064】

（第5実施形態）

本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態に対して半導体力学量センサにおける単結晶シリコン基台2の剥離手法等を変更したものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

【0065】

図7は、本実施形態の半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。図7(a)に示す工程では、単結晶シリコン基板50の所定深さの位置に水素イオン注入層51を

10

20

30

40

50

形成することにより、水素イオン注入層 5 1 を境界として、厚みが厚い側の層を支持基台 5 2、厚みが薄い側の層をキャップ層 5 3 とするキャップ用基板 5 4 を用意する。図 7 (b) に示す工程では、このキャップ用基板 5 4 に対して第 1 の凹部 5 5 および第 2 の凹部 5 6 を形成する。このとき、第 2 の凹部 5 6 については、水素イオン注入層 5 1 を貫通して支持基台 5 2 まで達するようにする。

【 0 0 6 6 】

続いて、図 7 (c) に示す工程では、図 1 (c) と同様、可動部 7 および固定部 9 を備えたセンサ構造体と、その周辺部 1 0 および周辺部 1 0 に形成されたパッド部 8 等を備えた S O I 構造のセンサウエハ 1 1 を用意する。そして、キャップ用基板 5 4 とセンサウエハ 1 1 を貼り合わせるにより、図 1 (d) と同様の構造とする。この後、図 7 (d) に示す工程において、スマートカット法により、水素イオン注入層 5 1 を剥離層として、支持基台 5 2 をキャップ層 5 3 から剥離させる。具体的には、剥離のためのエネルギーとして、例えば 4 0 0 ~ 6 0 0 程度の熱処理を行うことにより、水素イオン注入層 5 1 を分断させられ、支持基台 5 2 をキャップ層 5 3 から剥離させることができる。

10

【 0 0 6 7 】

このように、スマートカット法により支持基台 5 2 をキャップ層 5 3 から剥離させるようにしても、上記第 1 実施形態と同様の構造を実現することが可能である。なお、スマートカット法に関しては、特開 2 0 0 0 - 1 9 1 9 7 号公報等において知られているものであるため、詳細については説明を省略する。

20

【 0 0 6 8 】

(第 6 実施形態)

本発明の第 6 実施形態について説明する。上記第 5 実施形態では、スマートカット法を用いる場合について説明したが、本実施形態では、E L T R A N 法を用いて半導体力学量センサを製造する場合について説明する。図 8 は、E L T R A N 法を用いる場合の半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【 0 0 6 9 】

図 8 (a) に示す工程では、単結晶シリコン基板 6 1 の表面に、例えば平均径が約 6 0 0 程度の孔が形成された多孔質シリコン層 6 2 を形成したのち、分子線エピタキシャル成長、プラズマ C V D、減圧 C V D 法、光 C V D、バイアス・スパッタ法、液相成長法等の低温成長が行えるエピタキシャル成長により多孔質シリコン層 6 2 の上に単結晶エピタキシャルシリコン層 6 3 を形成することで、単結晶シリコン基板 6 1 を支持基台、単結晶エピタキシャルシリコン層 6 3 をキャップ層とするキャップ用基板 6 4 を形成する。

30

【 0 0 7 0 】

この後は、図 8 (b)、(c) に示す工程において、図 7 (b)、(c) と同様の工程を行い、第 1 の凹部 6 5 および第 2 の凹部 6 6 を形成したのち、キャップ用基板 6 4 とセンサウエハ 1 1 を貼り合わせる。そして、図 8 (d) に示す工程において、E L T L A N 法により、多孔質シリコン層 6 2 を剥離層として、単結晶シリコン基板 6 1 を単結晶エピタキシャルシリコン層 6 3 から剥離させる。具体的には、剥離のためのエネルギーとして、例えば液体ジェットまたは気体ジェットによる力を与えることにより、多孔質シリコン層 6 2 を分断することで、単結晶シリコン基板 6 1 を単結晶エピタキシャルシリコン層 6 3 から剥離させることができる。

40

【 0 0 7 1 】

このように、E L T L A N 法により単結晶シリコン基板 6 1 を単結晶エピタキシャルシリコン層 6 3 から剥離させるようにしても、上記第 5 実施形態と同様の構造を実現することが可能である。なお、E L T L A N 法 (特に多孔質シリコン層 6 2 の形成手法や多孔質シリコン層 6 2 の分断方法) に関しては、特開平 5 - 2 1 3 3 8 号公報、特開平 1 1 - 5 0 6 4 号公報等において知られているものであるため、詳細については説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

(第 7 実施形態)

本発明の第 7 実施形態について説明する。本実施形態は、第 6 実施形態に示した半導体

50

力学量センサにおけるパッド部 8 の外部との接続構造を変更したものであり、その他に関しては第 6 実施形態と同様であるため、異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 7 3 】

図 9 は、本実施形態の半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。まず、図 9 (a) に示す工程では、図 8 (a) と同様の手法により、p 型の単結晶シリコン基板 7 1 の表面に、多孔質シリコン層 7 2 が形成され、さらにこの表面に単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 が形成されたキャップ用基板 7 4 を形成する。

【 0 0 7 4 】

続いて、図 9 (b) に示す工程では、フォトリソグラフィ・エッチング工程により、単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 に対して、後述する半導体力学量センサのセンサ構造体と対応する場所に、センサ構造体と単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 との接触を避けるための第 1 の凹部 7 5 を形成する。このとき、第 6 実施形態に示したパッド部 8 と対応する第 2 の凹部 5 6 (図 7 (c) 参照) は形成しない。

【 0 0 7 5 】

一方、図 9 (c) に示す工程では、単結晶シリコン基台 7 6 の上に埋め込み酸化膜 7 7 を介して単結晶シリコン層 7 8 が形成された S O I 基板 7 9 を用意する。そして、単結晶シリコン基台 7 6 の裏面に酸化膜 8 0 を形成したのち、フォトリソグラフィ・エッチングにより、単結晶シリコン基台 7 6 の所望位置に単結晶シリコン基台 7 6 の裏面から埋め込み酸化膜 7 7 を貫通して単結晶シリコン層 7 8 に達するビアホール 8 1 を形成し、さらに熱酸化等によりビアホール 8 1 の内壁に酸化膜 8 2 を配置する。この後、ビアホール 8 1 内を埋め込むように金属膜を配置した後、これをパターニングすることで貫通電極 8 3 を形成する。この後、図 1 (c) と同様の工程により、単結晶シリコン層 7 8 をパターニングすると共に、単結晶シリコン層 7 8 の開口した部分から埋め込み酸化膜 7 7 の所望部分を除去することにより、可動電極を有する可動部 8 4 や固定電極を有する固定部 8 5 を備えたセンサ構造体とその周辺部 8 6 等を備えた S O I 構造のセンサウエハ 8 7 を形成する。

【 0 0 7 6 】

そして、図 9 (d) に示す工程では、貫通電極 8 3 の表面にフリップチップ実装用のバンプ 8 8 を配置する。このバンプ 8 8 がフリップチップ電極となって外部との電気的な接続が図られる。具体的には、バンプ 8 8 a が可動部 8 4 の外部取り出し端子、バンプ 8 8 b が固定部 8 5 の外部取り出し端子、バンプ 8 8 c が周辺部 8 6 の外部取り出し端子となる。この後、図 1 (d) と同様の手法により、キャップ用基板 7 4 の第 1 の凹部 7 5 が配置された側とセンサウエハ 8 7 のセンサ構造体が配置された側とを貼り合わせる。

【 0 0 7 7 】

この後、図 9 (e) の工程において、図 8 (d) と同様に、E L T L A N 法により、多孔質シリコン層 7 2 を剥離層として、単結晶シリコン基板 7 1 を単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 から剥離させる。具体的には、例えば液体ジェットまたは気体ジェットにより、多孔質シリコン層 7 2 を分断することで、単結晶シリコン基板 7 1 を単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 から剥離させることができる。これにより、図 9 (f) に示したように、センサウエハ 8 7 のうちセンサ構造体が形成された側と反対面となる裏面において、外部取り出し端子が形成された構造の半導体力学量センサを得ることができる。このような構造の半導体力学量センサとしても良い。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態では、キャップ層として単結晶エピタキシャルシリコン層 7 3 を例に挙げて説明したが、これに代えて、ポリシリコン、アモルファスシリコンでも良いし、S i O₂膜や S i₃N₄膜などの絶縁膜、金属膜などを剥離層となる多孔質シリコン層 7 2 の上に形成することもできる。

【 0 0 7 9 】

(他の実施形態)

上記各実施形態では、キャップ用基板をセンサウエハ 1 1 に直接接合する場合について

説明したが、必ずしもこれらを直接接合しなくても良い。例えば、キャップ用基板とセンサウエハ 1 1 とを例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜などで構成されたスペーサを介して接合しても良い。この場合、スペーサによってキャップ用基板とセンサウエハ 1 1 との間に隙間が空くため、第 1 の凹部 5、4 4 を設けなくてもキャップ層とセンサ構造体との接触を防止することが可能となる。

【0080】

同様に、上記各実施形態では、キャップ層とセンサ構造体との接触を避けるためにキャップ層に第 1 の凹部 5、4 4 を形成した。しかしながら、センサ構造体はその周辺部 1 0 よりも凹んだ構成となるようにすれば、キャップ層に第 1 の凹部 5、4 4 を備えなくてもキャップ層とセンサ構造体との接触を避けることが可能となる。

10

【0081】

また、上記第 1 ~ 第 3 実施形態では、第 1 の凹部 5 を断面矩形状としたが、第 4 実施形態の変形例で示したように、断面曲面状、角錐状、台形状などとしても構わない。特に断面曲面状とした場合には、応力的に強くなるため好ましい。

【0082】

また、上記第 1 ~ 第 6 実施形態では、外部取り出し端子となるパッド部 8 と可動部 7 や固定部 9 および周辺部 1 0 との電気的な接続関係に関しては特に説明しなかったが、可動部 7 や固定部 9 と周辺部 1 0 との電気的な接続を下部配線構造にて実現しても良いし、上部配線（空中配線）構造にて実現しても良い。この場合、キャップ層とセンサ構造体が電気的に短絡しないように接合部において絶縁体である酸化膜等（図示せず）を形成しておくことが必要である。

20

【0083】

図 1 0 は、下部配線構造を採用した場合の半導体力学量センサの断面図である。この図は、上記第 5、第 6 実施形態で説明した製造方法により半導体力学量センサを製造した場合に相当している。この図に示されるように、埋め込み酸化膜 4 を多層構造にすると共に、埋め込み酸化膜 4 中に例えば不純物がドーピングされたポリシリコンにて構成される下部配線 4 a を形成し、この下部配線 4 a を介して不純物をドーピングしておいた可動部 7 や固定部 9 と周辺部 1 0 とが電気的に接続されるようにし、これにより周辺部 1 0 の表面に形成されたパッド部 8 を通じて外部との電気的な接続を図れるようにすることができる。

30

【0084】

図 1 1 は、上部配線構造を採用した場合の半導体力学量センサの断面図である。この図も、上記第 5、第 6 実施形態で説明した製造方法により半導体力学量センサを製造した場合に相当している。この図に示されるように、可動部 7 のうちの可動電極が支持される支持部の表面と周辺部 1 0 の表面の所望部位とを連結する上部配線 1 2 を形成すると共に、固定部 9 の表面と周辺部 1 0 の表面の所望部位とを連結するように上部配線 1 3 を形成する。そして、可動部 7、固定部 9、周辺部 1 0 には予め不純物がドーピングされているため、周辺部 1 0 の表面に形成されたパッド部 8 を通じて外部との電気的な接続を図ることができる。このような上部配線 1 2、1 3 は、例えばアルミ配線層にて構成され、パッド部 8 と同時に形成され、可動部 7 と固定部 9 および周辺部 1 0 をパターニングする前にパターニングされる。すなわち、上部配線 1 2、1 3 をパターニングした後に上部配線 1 2、1 3 が形成されていない領域を通じたエッチングを行うことで可動部 7 と固定部 9 および周辺部 1 0 をパターニングすることで、図 1 1 に示す構造を実現することができる。

40

【0085】

なお、図 1 1 においては、上部配線 1 2、1 3 を例えばアルミ配線層にて構成される場合について説明したが、パッド部 8 とは別部材、例えば砒素やリンなどの不純物がドーピングされたポリシリコンにて上部は以前 1 2、1 3 を形成することもできる。また、アルミ以外の金属として、タングステン、銅、チタンもしくはこれらの合金や積層体にて上部配線 1 2、1 3 を形成することもできる。

【0086】

50

また、図 10、図 11 では、キャップ層 53 や単結晶エピタキシャルシリコン層 63 の表面に水素イオン注入層 51 もしくは多孔質シリコン層 62 が残された状態となる例を示したが、必要に応じてこれらをエッチングもしくは研磨等により除去するようにしても良い。

【0087】

なお、上記各実施形態では、キャップ層に対してセンサ構造体と対応する位置に凹部を形成することで、空間部を形成したが、キャップ層とセンサ構造体との間に空間部が形成される構造であれば、他の構造であっても構わない。例えば、キャップ層自体は平坦なものとしていても、センサ構造体との間に隙間を設けることで空間部が形成されるようにしてあっても良い。

10

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図 1】本発明の第 1 実施形態における半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【図 2】図 1 (b) に示す工程の後でゲッターリング層を形成した SOI 基板の断面図である。

【図 3】補強リブ部を形成した SOI 基板の断面図である。

【図 4】本発明の第 4 実施形態における半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【図 5】ポリシリコン層に第 1 の凹部をエッチング以外の手法により形成した場合を示した断面図である。

20

【図 6】ポリシリコン層に第 1 の凹部および補強リブ部をエッチング以外の手法により形成した場合を示した断面図である。

【図 7】本発明の第 5 実施形態における半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【図 8】本発明の第 6 実施形態における半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【図 9】本発明の第 7 実施形態における半導体力学量センサの製造工程を示した断面図である。

【図 10】他の実施形態で説明する下部配線構造を採用した場合の半導体力学量センサの断面図である。

30

【図 11】他の実施形態で説明する上部配線構造を採用した場合の半導体力学量センサの断面図である。

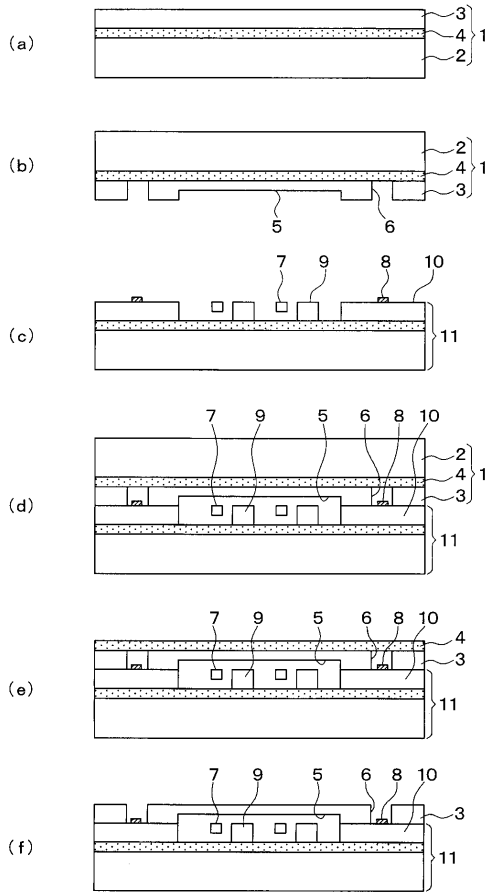
【符号の説明】

【0089】

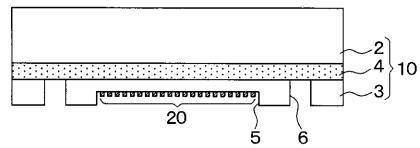
1 ... SOI 基板、2、76 ... 単結晶シリコン基台、3、78 ... 単結晶シリコン層、5、44、55、65、75 ... 第 1 の凹部、6、44、56、66 ... 第 2 の凹部、7、84 ... 可動部、8 ... パッド部、9、85 ... 固定部、10、86 ... 周辺部、11、87 ... センサウエハ、20 ... ゲッターリング層、30 ... 補強リブ部、40 ... 石英ガラス基台、41 ... アモルファスシリコン層、42 ... ポリシリコン層、45 ... 凹部、50、61、71 ... 単結晶シリコン基板、51 ... 水素イオン注入層、52 ... 支持基台、53 ... キャップ層、54、64、74 ... キャップ用基板、62、72 ... 多孔質シリコン層、63、73 ... 単結晶エピタキシャルシリコン層、77、82 ... 酸化膜、81 ... ピアホール、83 ... 貫通電極。

40

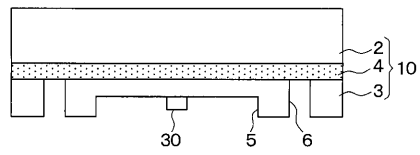
【図1】



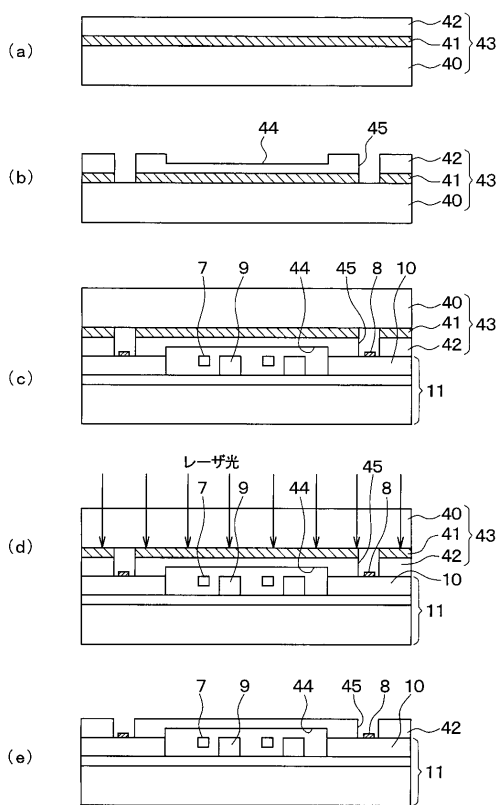
【図2】



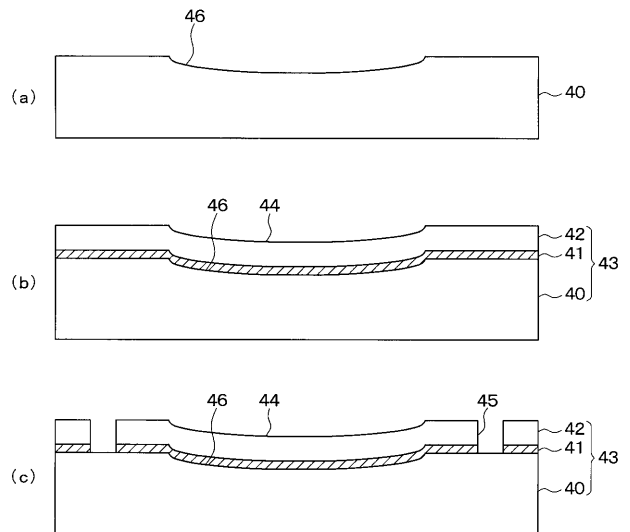
【図3】



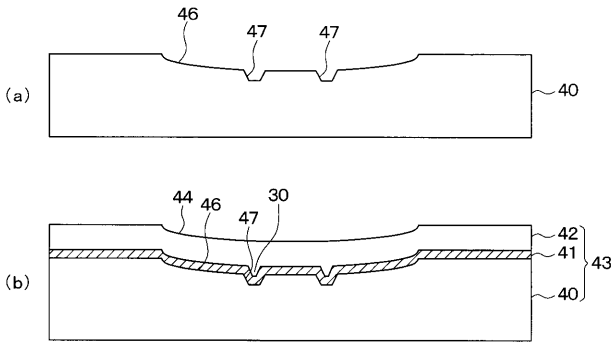
【図4】



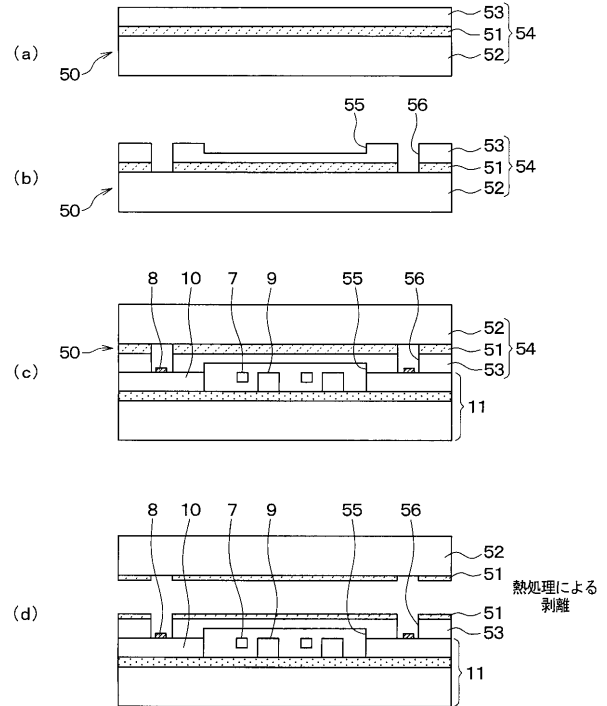
【図5】



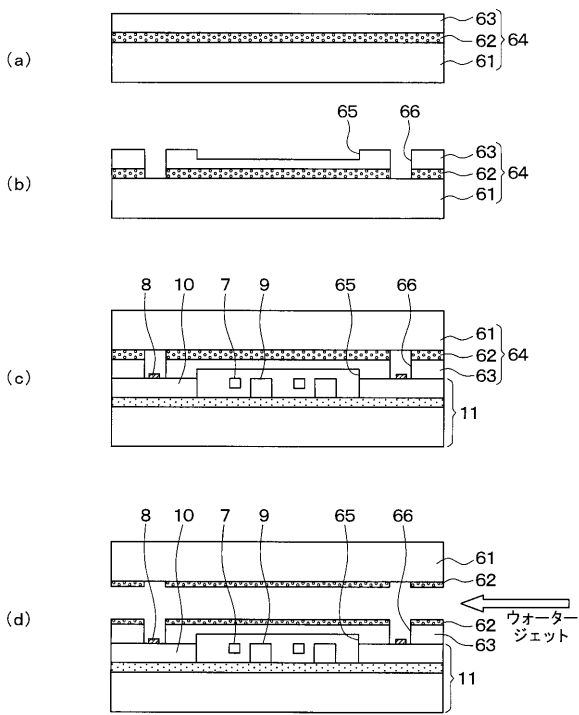
【 図 6 】



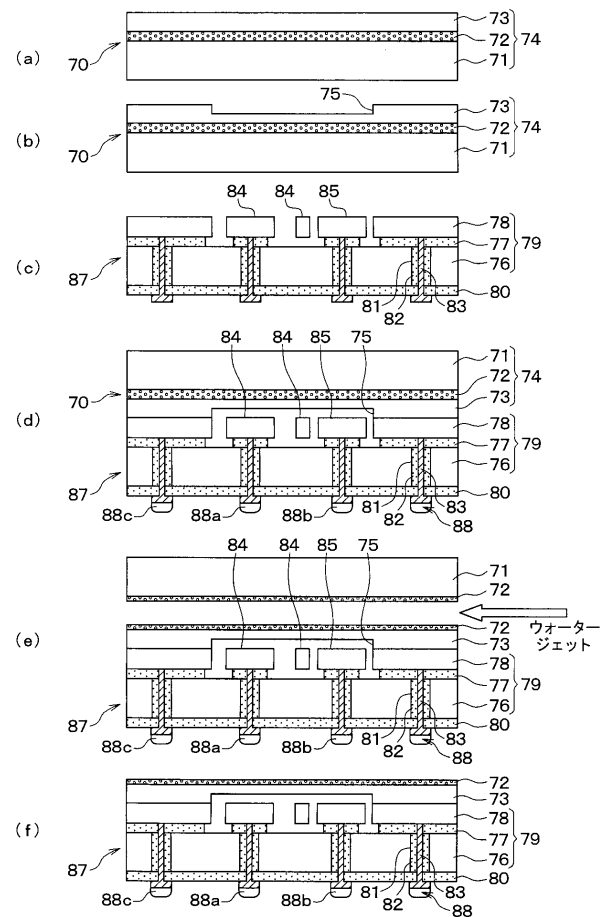
【 図 7 】



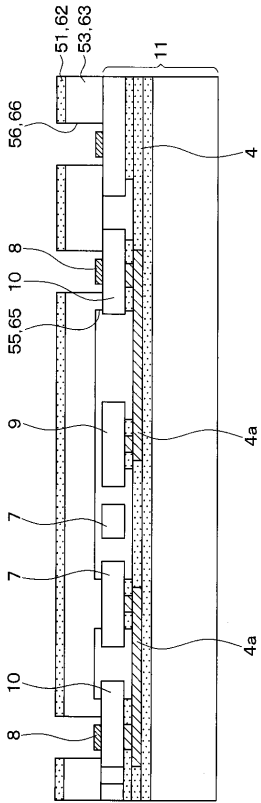
【 図 8 】



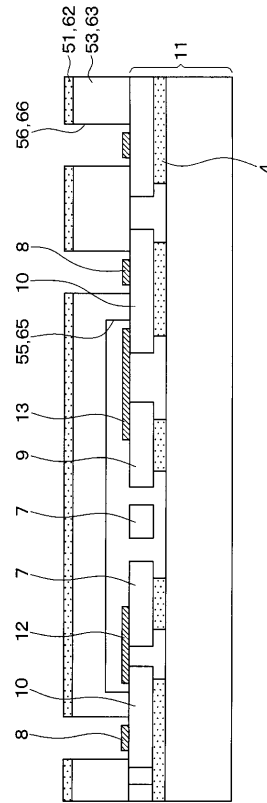
【 図 9 】



【 1 0】



【 1 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード(参考)
B 8 1 C 3/00 (2006.01)	B 8 1 C	3/00	
G 0 1 C 19/56 (2006.01)	G 0 1 C	19/56	

Fターム(参考) 2F105 BB04 BB13 CC04 CD13
3C081 AA11 BA07 CA03 CA32 CA40 CA41 CA42 CA43 DA02 DA06
DA22 DA42 EA02
4M112 AA02 BA07 CA21 CA24 CA31 CA33 DA03 DA04 DA15 DA18
EA03 EA04 EA05 EA06 EA11 FA20