

(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2004-294359

(P2004-294359A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004.10.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G01L 9/00

H01L 29/84

F I

G01L 9/00

H01L 29/84

303B

B

テーマコード(参考)

2F055

4M112

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2003-89644 (P2003-89644)  
 (22) 出願日 平成15年3月28日(2003.3.28)

(71) 出願人 000231512  
 日本精機株式会社  
 新潟県長岡市東蔵王2丁目2番34号  
 (72) 発明者 中原 剛  
 新潟県長岡市藤橋1丁目190番地1 日  
 本精機株式会社オールアンドデイセンター  
 内

Fターム(参考) 2F055 AA40 BB20 CC02 DD05 EE14  
 FF07 FF43 GG15  
 4M112 AA01 BA01 CA01 CA05 CA07  
 CA11 CA12 CA13 CA15 CA16  
 DA03 DA04 DA05 DA08 DA09  
 DA11 DA12 DA18 EA03 EA06  
 EA07 EA10 EA11 EA13 FA01  
 FA05 FA07 FA09 FA20

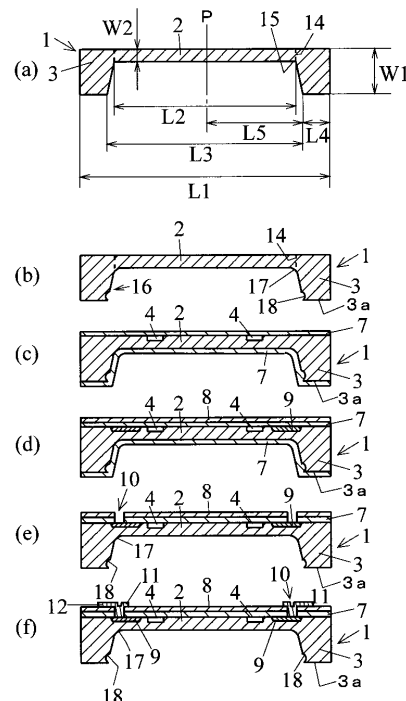
(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 高压測定が可能で、かつ製造工程を簡素化することのできる圧力センサを提供する。

【解決手段】 (100) 面からエッチング処理に伴って開口部及び薄肉のダイアフラム部2が形成されてなる半導体基板1を圧力導入孔20aを有するガラス台座(ガラス基板)20上に配設し、半導体基板1とガラス台座20とを陽極接合法によって接合する。半導体基板1のガラス台座20との接合面3aの幅L4(A)とし、ダイアフラム部2の略中心から前記開口部の端部までの長さをL5(B)とした場合に、L4とL5との比L4/L5が、0.2 L4/L5 0.5になるように設定される。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

(100)面からのエッチング処理に伴って開口部及び薄肉のダイアフラム部が形成されてなる半導体基板を圧力導入孔を有するガラス基板上に配設し、前記半導体基板と前記ガラス基板とを陽極接合法によって接合してなる圧力センサであって、前記半導体基板の前記ガラス基板との接合面の幅をAとし、前記ダイアフラム部の略中心から前記開口部の端部までの長さをBとした場合に、AとBとの比A/Bが、 $0.2 \leq A/B \leq 0.5$  になるように設定されていることを特徴とする圧力センサ。

**【請求項 2】**

前記半導体基板の前記接合面近傍の内壁に曲面部が形成されてなることを特徴とする請求項1に記載の圧力センサ。

10

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体基板のダイアフラム部に複数の歪みゲージをブリッジ状に形成し、ダイアフラム部が受ける圧力を電気信号として出力することで圧力を検出する半導体式圧力センサに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、この種の半導体式圧力センサにあっては、例えば肉薄のダイアフラム部と、このダイアフラム部の外側周囲に形成される肉厚の支持部とを有する半導体基板を備え、前記ダイアフラム部にピエゾ抵抗素子からなる歪みゲージを形成し、前記ダイアフラム部が受ける圧力によって歪みゲージに歪みを発生させ、前記歪みゲージのピエゾ抵抗効果による抵抗値の変化をブリッジ回路の電圧変化として取り出して圧力の値を検出するセンサ素子を備えるものが知られている(特許文献1参照)。

20

**【0003】**

このような圧力センサは、前記センサ素子と、前記ダイアフラム部に圧力を伝達するための圧力導入孔部を備えたガラス台座(ガラス基板)とを陽極接合法によって接合し、前記ガラス台座を金属製のベース板上に低融点ガラスを介して固定する構造が一般的である。また、陽極接合による前記センサ素子と前記ガラス台座との接合強度を向上させるために、前記センサ素子の前記支持部の前記ガラス台座との接合面にアルミニウム(Al)層を形成し、両部材の接合強度を高めるものが提案されている(特許文献2参照)。

30

**【0004】****【特許文献 1】**

特開平10-38726号公報

**【特許文献 2】**

特開2001-284603号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

かかる圧力センサは、前記センサ素子の前記支持部に前記アルミニウム層を形成し、前記ガラス台座との強固な接合を得て高圧測定用として用いられるものであるが、前記圧力センサの製造工程において、前記アルミニウム層の形成工程が必要となることから製造工程が煩雑となり、また前記圧力センサの製造コストが高くなってしまった問題点を有している。

40

**【0006】**

本発明は前述した問題点に着目し、高圧測定が可能で、かつ製造工程を簡素化することのできる圧力センサを提供するものである。

**【0007】****【課題を解決するための手段】**

50

本発明は、前記課題を解決するため、請求項 1 に記載の圧力センサのように、(100)面からのエッチング処理に伴って開口部及び薄肉のダイアフラム部が形成されてなる半導体基板を圧力導入孔を有するガラス基板上に配設し、前記半導体基板と前記ガラス基板とを陽極接合法によって接合してなる圧力センサであって、前記半導体基板の前記ガラス基板との接合面の幅を A とし、前記ダイアフラム部の略中心から前記開口部の端部までの長さを B とした場合に、A と B との比  $A/B$  が、 $0.2 < A/B < 0.5$  になるように設定されていることを特徴とする。

【0008】

また、本発明は、請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、前記半導体基板の前記接合面近傍の内壁に曲面部が形成されてなることを特徴とする。

10

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

【0010】

図 1 ~ 図 3 を用いて圧力センサの構造を説明する。1 は例えば軸方位 <100> の図示しないシリコンウエハを一辺が 2.2 mm の正方形に切断してなる単結晶シリコンからなる n 型の半導体基板であり、この半導体基板 1 は、(100)面からのエッチング処理によって肉薄状に形成されるダイアフラム部 2 と、このダイアフラム部 2 の周囲に一体形成される肉厚状からなる支持部 3 とを有している。なお本実施形態の場合、ダイアフラム部 2 の厚さは 60 ~ 100  $\mu\text{m}$ 、ダイアフラム部 2 の大きさは 1 辺が 1.3 mm の正方形に設定されている。このダイアフラム部 2 内の支持部 3 側にピエゾ抵抗素子からなる 4 つの歪みゲージ 4 (4a, 4b, 4c, 4d) を備えている。

20

【0011】

これら歪みゲージ 4a ~ 4d は低抵抗体からなる複数のリード部 5 によって電氣的に接続され、各リード部 5 と歪みゲージ 4a ~ 4d によってブリッジ回路 6 が構成されている。なお、7 は熱酸化法により半導体基板 1 の表面に形成されている二酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ ) からなる熱酸化膜、8 は水分やナトリウム (Na) 等の外部からの汚染から熱酸化膜 7 を保護するシリコンナイトライド膜である。

【0012】

そして、熱酸化膜 7、シリコンナイトライド膜 8 には、各リード部 5 同士の各接合部 9 (9a, 9b, 9c, 9d) に対応する部分にコンタクトホール 10 が形成されるとともに、このコンタクトホール 10 の形成箇所にアルミニウム等の導電材料からなる電極部 11 が形成され、この電極部 11 を外方に延長形成することでボンディングパッド部 12 が構成されている。

30

【0013】

かかる構成の半導体式圧力センサは、図 4 に示すように、ブリッジ回路 6 の接合部 9a, 9b となるボンディングパッド 12 にワイヤボンディングにより接続されるボンディングワイヤ 13 を介し電源電圧  $V_{cc}$  を印加することにより、ダイアフラム部 2 の表裏の圧力差によって生じる歪みを各歪みゲージ 4 の変化に応じた出力電圧  $V_o$  として、ブリッジ回路 6 の接合部 9c, 9d となるボンディングパッド 12 からボンディングワイヤ 13 を介し外部に取り出すものである。

40

【0014】

一方、半導体基板 1 の裏面側には、半導体基板 1 における支持部 3 の接合面 3a と陽極接合により接合されるガラス台座 20 を備えている。ガラス台座 20 は、例えばアルミノホウケイ酸ガラスからなり、半導体基板 1 と略同等に一辺の長さが 2.2 mm の正方形形状をなしている。半導体基板 1 は、半導体基板 1 のダイアフラム部 2 に対応する略中央に圧力導入孔 20a が切削法やサンドブラスト法あるいは超音波法等により形成されている。

【0015】

次に、図 5 及び図 6 を用いて圧力センサの構造を更に詳述する。

【0016】

50

圧力センサは、一辺の長さ $L_1$ が $2.2\text{ mm}$ の正方形で、厚さ $W_1$ が $150\sim 220\ \mu\text{m}$ の $n$ 型半導体基板1を用い、支持部3を残すように水酸化カリウム( $\text{KOH}$ )等のアルカリエッチング液に所定時間浸してなる異方性エッチングにより厚さ $W_2$ が $80\sim 120\ \mu\text{m}$ 、ダイアフラム部2の一辺の長さ $L_2$ が $1.2\sim 1.3\text{ mm}$ の肉薄状のダイアフラム部2を形成する。この場合、半導体基板1は、半導体基板1の幅方向の略中心 $P$ であり、かつダイアフラム部2の幅方向の略中心 $P$ を基準として一辺の長さ $L_2$ が $1.2\sim 1.3\text{ mm}$ からなるダイアフラム部2が得られるように、開口部の幅 $L_3$ を $1.33\text{ mm}$ に設定し、異方性エッチングを行うことで、支持部3のガラス台座20との接合面3aの幅(幅方向の長さ) $L_4$ (A)を $0.44\text{ mm}$ (小数点以下3桁を四捨五入)とすることができる(図5(a))。尚、半導体基板1の厚さ $W_1$ は、ガラス台座20との接合強度及び圧力センサの出力特性のばらつきを考慮すると、 $135\sim 215\ \mu\text{m}$ のものを用いることが望ましい。

10

**【0017】**

半導体基板1は、ダイアフラム部2と支持部3との境界部14に対応する半導体基板1のエッチング面側に形成される角部15(図5(a)参照)と、支持部3のガラス台座20との接合面3aの近傍の内壁16とを除去する処理がなされる。半導体基板1は、六フッ化硫黄と水素の混合ガスを用いてプラズマエッチング法からなる等方性エッチングにより、角部15が丸まり曲面部17が形成されるとともに、支持部3の接合面3aの近傍の内壁16に曲面部18が形成される(図2及び図3, 図5(b)参照)。尚、前述の等方性エッチング後におけるダイアフラム部2の厚さ $W_2$ は、 $60\sim 100\ \mu\text{m}$ になる。

20

**【0018】**

半導体基板1は、酸化炉に投入され表裏面に熱酸化膜7が形成される。

**【0019】**

尚、図5(a), (b)において図示はされていないが前記異方性、等方性エッチング時には、半導体基板1表面及び支持部3の背面に熱酸化膜7、シリコンナイトライド膜8が重ねて形成されており、前記等方性エッチング後に熱酸化膜7、シリコンナイトライド膜8が除去されるようになっている。

**【0020】**

半導体基板1は、ダイアフラム部2において、各歪みゲージ4a~4dの形成箇所に対応する表面の熱酸化膜7が除去され、ボロン等の $p$ 型の半導体材料を用いて熱拡散によりダイアフラム部2内の所定位置に各歪みゲージ4a~4dが形成され、再び、各歪みゲージ4a~4dの形成部分に熱酸化膜7が形成される(図5(c)参照)。半導体基板1は、各歪みゲージ4a~4dを図1及び図4で示すブリッジ回路6状にするため、例えば、各歪みゲージ4a~4dの両端から所定パターンで熱酸化膜7が除去され、各歪みゲージ4a~4dよりも濃度が高いボロン等の $p$ 型の半導体材料を用い、熱拡散により各リード部5が形成されることでブリッジ回路6が得られる。

30

**【0021】**

半導体基板1の各リード部5により形成される各接合部9a~9dは、コンタクトホール10, 電極部11及びボンディングパッド12が形成できるような接合部形状に形成される。そして、ブリッジ回路6が形成された半導体基板1は、半導体基板1の表面の熱酸化膜7上にシリコンナイトライド膜8が形成される(図5(d)参照)。

40

**【0022】**

半導体基板1は、ダイアフラム部2において、各接合部9a~9dの形成箇所に対応するシリコンナイトライド膜8をプラズマエッチング法等により除去され、このシリコンナイトライド膜8を除去した部分の熱酸化膜7がフッ酸混合液等を用いて除去される。従って半導体基板1は、シリコンナイトライド膜8から熱酸化膜7を介し各接合部9a~9dに達する各コンタクトホール10が形成される(図5(e)参照)。この場合、熱酸化膜7の除去により半導体基板1の背面側に形成される熱酸化膜7は除去されることになる。

**【0023】**

半導体基板1は、コンタクトホール10の形成位置に、アルミニウム等からなる導電部材

50

が蒸着やスパッタリング法等の手段によって電極部 11 及びボンディングパッド 12 が形成される ( 図 5 ( f ) ) 。

【 0024 】

そして、半導体基板 1 をガラス台座 20 に配設し、半導体基板 1 側を陽極とし、ガラス台座 20 側を陰極とし、所定の直流電圧を印加する陽極接合法によりガラス台座 20 上に半導体基板 1 を固定することで圧力センサが完成する。

【 0025 】

尚、ボンディングパッド 12 は、図 3 に示すようにボンディングワイヤ 13 によって図示しない外部回路と電氣的に接続される。

【 0026 】

かかる圧力センサは、検出精度が高くかつ調整の容易性を考慮すると、圧力センサのフルスケール電圧 ( 出力電圧 ) の温度特性における直線性が最も良くなるためには、図 6 に示すように各歪みゲージ 4 ( 4 a ~ 4 d ) の略中心 Q とダイアフラム部 2 の略中心 P との距離を X、ダイアフラム部 2 と支持部 3 との境界部 14 とダイアフラム部 2 の略中心 P との距離を R としたときの X と R との比  $X/R$  が 0.93 から 0.98 となるようにダイアフラム部 2 に歪みゲージ 4 を配設することが望ましい。このことは、本願出願人によって特願 2002-285604 号にて提案している。

【 0027 】

図 7 は、支持部 3 のガラス台座 20 との接合面 3 a の幅 L4 と、ダイアフラム部 2 の略中心 P から開口部の端部までの長さ L5 ( B ) との比  $L4/L5$  と、半導体基板 1 とガラス台座 20 との接合強度との関係を示す図であり、ガラス台座 20 の圧力導入孔 20 a の孔径を 0.8 mm とし、この圧力導入孔 20 a から圧力をダイアフラム部 2 の裏面側から印加して、半導体基板 1 がガラス台座 20 から剥がれる方向に前記圧力が作用する場合の強度を示すものである。図 6 を用いて説明したことを前提とし、厚さ W1 が 150  $\mu$ m の半導体基板 1 を用いた場合の圧力センサは、図 7 に示すように比  $L4/L5$  が「5」となる付近で破壊強度がほぼ一定となるため、この付近の比  $L4/L5$  のものを用いることが望ましいが、接合面 3 a の幅 L4 の寸法を大きくし比  $L4/L5$  を「5」に近づけると、半導体基板 1 が大型化することとなり、シリコンウエハからの半導体基板 1 の取り数が減少し、大幅な製造コストのアップにつながる。

【 0028 】

よって、半導体基板 1 のサイズを変更せず、ダイアフラム部 2 の一辺の長さ L2 を 1.2 ~ 1.3 mm とし、ダイアフラム部 2 の厚さ W2 を 60 ~ 100  $\mu$ m とすると、各歪みゲージ 4 ( 4 a ~ 4 d ) の略中心 Q とダイアフラム部 2 の略中心 P との距離を X、ダイアフラム部 2 と支持部 3 との境界部 14 とダイアフラム部 2 の略中心 P との距離を R としたときの X と R との比  $X/R$  を 0.93 から 0.98 とする為には、開口部の幅 L3 を 1.33 mm とし設定し異方性エッチングすることで、支持部 3 のガラス台座 20 との接合面 3 a の幅 L4 と、ダイアフラム部 2 の略中心 P から開口部の端部までの長さ L5 ( B ) との比  $L4/L5$  を 0.2 ~ 0.5 の範囲とすることが可能となる。尚、ダイアフラム部 2 の一辺の長さ L2 は、圧力センサの定格圧力と設計上のダイアフラム部 2 の破壊強度との関係を示す安全率や、圧力センサの出力電圧のフルスケール電圧の直線性等を考慮し、1.2 ~ 1.3 mm に設定される。

【 0029 】

尚、比  $L4/L5$  が 0.2 ~ 0.5 を用いた圧力センサが 2000 kpa 以上の高圧に耐えうることは、図 7 から明らかなである。

【 0030 】

かかる圧力センサは、( 100 ) 面からのエッチング処理に伴って開口部及び薄肉のダイアフラム部 2 が形成されてなる半導体基板 1 を圧力導入孔 20 a を有するガラス台座 20 上に配設し、前記接合面 3 a とガラス台座 20 とを陽極接合法によって接合するものであり、半導体基板 1 のガラス台座 20 との接合面 3 a の幅を L4 とし、ダイアフラム部 2 の略中心 P から開口部の端部までの長さを L5 とした場合に、L4 と L5 との比  $L4/L5$

10

20

30

40

50

が、 $0.2 \leq L4/L5 \leq 0.5$  になるように設定されるものである。従って、従来のような接合強度を向上させるための専用の工程を必要とすることなく、比  $L4/L5$  の設定のみで高圧測定に耐えうる圧力センサを得ることができるため、製造工程を簡素化することが可能となり、また、製造工程の簡素化に伴い圧力センサの製造コストも低減することが可能となる。

【0031】

また、圧力センサは、半導体基板 1 の接合面 3 a の近傍の内壁 1 6 に曲面部 1 8 を形成するものであり、ガラス台座 2 0 の圧力導入孔 2 0 a から導入される圧力による半導体基板 1 の剥がし方向に作用する応力、即ちガラス台座 2 0 と接合面 3 a に作用する前記応力を曲面部 1 8 によって分散させることができ、接合強度を更に向上させることが可能となる。

10

【0032】

【発明の効果】

本発明は、(100)面からのエッチング処理に伴って開口部及び薄肉のダイアフラム部が形成されてなる半導体基板を圧力導入孔を有するガラス基板上に配設し、前記半導体基板と前記ガラス基板とを陽極接合法によって接合してなる圧力センサに関し、高圧測定が可能で、かつ製造工程を簡素化することのできる圧力センサを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の圧力センサを示す平面図。

【図 2】図 1 の A - A 断面図。

20

【図 3】図 1 の B - B 断面図。

【図 4】同上圧力センサの回路構成を示す図。

【図 5】同上圧力センサの製造工程を示す図。

【図 6】同上圧力センサの出力特性を説明する図。

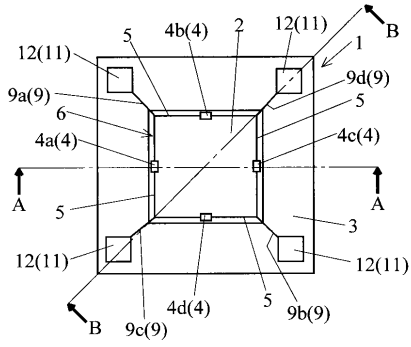
【図 7】同上圧力センサの接合強度を説明する図。

【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 ダイアフラム部
- 3 支持部
- 3 a 接合面
- 1 6 内壁
- 1 8 曲面部
- 2 0 ガラス台座 (ガラス基板)
- 2 0 a 圧力導入孔

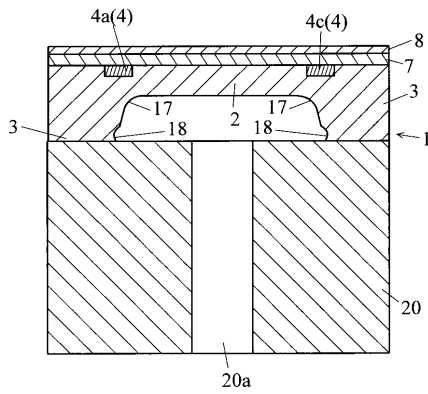
30

【 図 1 】



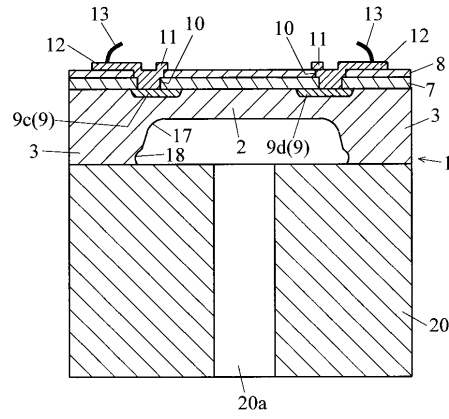
【 図 2 】

A-A

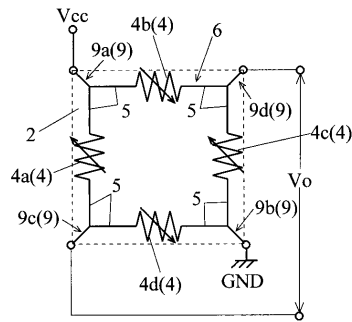


【 図 3 】

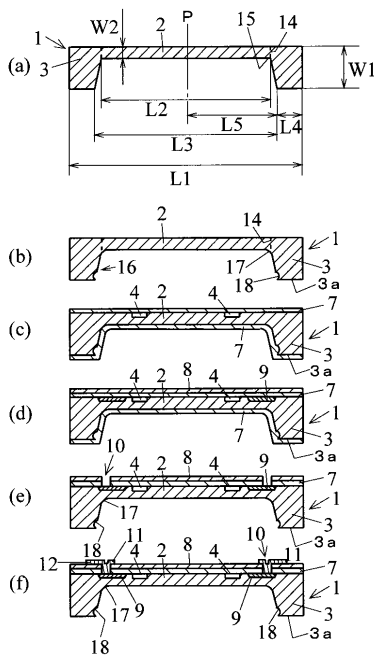
B-B



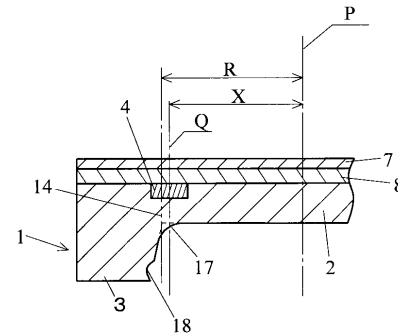
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

