

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 10 月 8 日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/152244 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 1/692 (2006.01) *B81C 1/00* (2006.01)
B81B 7/02 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060135
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-076039 2014 年 4 月 2 日(02.04.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 平田 智也(HIRATA, Tomoya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中西 太樹(NAKANISHI, Taiki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井上 博元(INOUE, Hiromoto); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 川間 吉竜(KAWAMA,

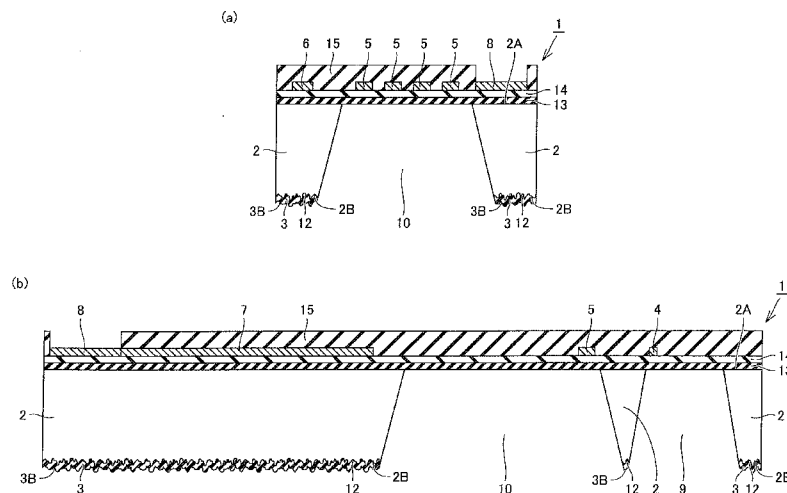
Yoshitatsu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: SENSOR ELEMENT, SENSOR ELEMENT MANUFACTURING METHOD, DETECTION DEVICE, AND DETECTION DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: センサ素子およびその製造方法ならびに検出装置およびその製造方法



(57) Abstract: This sensor element is provided with: a semiconductor base material (2), which has a first main surface (2A), and a second main surface (2B) positioned on the reverse side of the first main surface (2A), and which has cavity structures (9, 10) that are formed on the second main surface (2B) side; and a detection element that is formed on the first main surface (2A) side in a region where the cavity structures (9, 10) are formed. The second main surface (2B) of the semiconductor base material (2) includes a rugged section (12), and leading ends of protruding sections of the rugged section (12) have curved surface shapes.

(57) 要約: 第1の主面(2A)と、第1の主面(2A)と反対側に位置する第2の主面(2B)とを有し、第2の主面(2B)側にキャビティ構造(9, 10)が形成されている半導体基材(2)と、キャビティ構造(9, 10)が形成されている領域において、第1の主面(2A)側に形成されている検出素子とを備え、半導体基材(2)の第2の主面(2B)は凹凸形状部(12)を含み、凹凸形状部(12)の凸部先端は曲面形状を有している。



WO 2015/152244 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

センサ素子およびその製造方法ならびに検出装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体やMEMS (Micro Electro Mechanical System、以下MEMSと称す) 技術に用いられるセンサ素子に関し、特に基板裏面からの異方性エッチングによってキャビティ構造が形成されるセンサ素子に関する。

背景技術

[0002] 近年のセンサ素子は半導体やMEMS技術を応用した微細加工や手法が取り入れられ、より繊細で複雑な構造を有する傾向にある。このセンサ素子のうち基材を部分的に除去して形成されたキャビティ（薄膜中空構造体）を有するセンサ素子として、例えば圧力センサ、超音波センサ、流量センサなどがある。

[0003] 例えば、流量センサは温度依存性の抵抗体がキャビティ構造の上部に形成されている。つまり、流量センサの検出部はキャビティ構造上に形成されている。具体的には、キャビティ構造の上部に発熱体と吸気温検出体とが形成されており、吸気温検出体で検出された温度よりも発熱体の温度が一定温度高くなるように制御された素子構造を用いて、発熱体が流体に放熱した熱量に相当する電圧を出力としている。

[0004] このようなセンサ素子にキャビティ構造を形成する方法としては、たとえば半導体基板においてキャビティ構造を形成する領域上に開口部を有するマスク膜を用いてウエットエッチング処理を施す方法がある。

[0005] たとえば、特開平11-295127号公報には、基材の裏側表面と表側表面とに基材保護膜が形成されている側流量検出素子が記載されている。これにより、エッチングを施す方の表面とは反対側の表面に形成されたピンホールやピットにより、キャビティ構造を有するダイアフラム部の形状の乱れ

を抑制可能であることが記載されている。

[0006] 特開 2013-160706 号公報には、シリコンウエハの裏面に熱酸化膜に加えて裏面保護膜が形成された状態で、KOH（水酸化カリウム）、TMAH（テトラ・メチル・アンモニウム・ハイドロオキシド：以下 TMAH と称す）薬液によるウエットエッチングによって配線や回路などのウエハ表面上直下にキャビティ構造が設けられた流量検出装置が記載されている。

[0007] また、特開 2012-98072 号公報には、センサ素子が配置される組み込み部と対向する面にテクスチャ状の凹凸が形成されている流量検出装置が記載されている。凹凸が形成されていることにより、センサ素子と支持体とを接着する接着剤のつきまわりを向上し、かつ、底流防止剤のしみ出しを抑止することができることが記載されている。

[0008] また、特表 2013-518425 号公報には、結晶シリコン基板に異方性エッチング処理を施した後、等方性エッチング処理を施すステップを含む光起電セルの製造方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平 11-295127 号公報

特許文献2：特開 2013-160706 号公報

特許文献3：特開 2012-98072 号公報

特許文献4：特表 2013-518425 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、従来のセンサ素子では、シリコン屑などの異物により保護膜に線状の傷や圧痕が生じることがあった。この場合にはその後のウエットエッチング工程において当該傷や圧痕からエッチャントが侵入して、矩形のエッチング痕（ピット）が生じたり、基材が異常にエッチングされることにより設計寸法よりもキャビティの空洞部が広がってキャビティの形状にばら

つきが生じることがあった。この結果、センサ素子が支持体に組み付けられた際など加圧されたときに、局所的な応力集中が生じて破壊に至る場合があった。また、センサ素子が圧力センサ等である場合には、使用状態において加圧されることによりセンサ素子の信頼性が低下することがあった。

[0011] また、特開2012-98072号公報および特表2013-518425号公報に記載のテクスチャ状の凹凸は、シリコンの(100)面と(111)面との間でのエッチングレートの違いから、エッチングレートの遅い(111)面が析出することにより形成される。このような凹凸は、凸部が鋭利であるため欠けやすく、ピットが生じやすいという問題があった。

[0012] また、特表2013-518425号公報に記載の製造方法であっても、そのテクスチャ構造の凹凸には(111)面が表出している部分がある。そのため、このような凹凸を備える半導体基板は、当該凹凸に異物などが噛み込んだ状態で加圧されると(111)面に沿って割れやすく、このような凹凸が形成された半導体基板を備えるセンサ素子は加圧耐性が十分でないという問題があった。

[0013] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものである。本発明の主たる目的は、ピットの形成またはキャビティの形状のばらつきを抑制することができ、加圧時において高い耐性を有するセンサ素子およびその製造方法ならびに検出装置およびその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明に係るセンサ素子は、第1の主面と、第1の主面と反対側に位置する第2の主面とを有し、第2の主面側にキャビティ構造が形成されている半導体基材と、キャビティ構造が形成されている領域において、第1の主面側に形成されている検出素子とを備え、半導体基材の第2の主面は凹凸形状部を含み、凹凸形状部の凸部先端は曲面状の形状を有している。

[0015] 本発明に係るセンサ素子の製造方法は、第1の主面と、第1の主面と反対側に位置する第2の主面とを有する半導体基板を準備する工程と、半導体基板の第2の主面に凹凸形状部を形成する工程と、凹凸形状部上に保護膜を形

成する工程と、保護膜に開口パターンを形成し、保護膜をマスクとして用いて開口パターン内に表出している半導体基板をエッチングすることにより、キャビティ構造を形成する工程と、キャビティ構造が形成される領域において、第１の主面側に検出素子を形成する工程とを備え、凹凸形状部を形成する工程では、凹凸形状部の凸部先端が曲面形状を有するように凹凸形状部が形成される。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、ピットの形成またはキャビティの形状のばらつきを抑制することができ、加圧時において高い耐性を有するセンサ素子およびその製造方法ならびに検出装置およびその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施の形態１に係るセンサ素子を説明するための上面図である。

[図2]図１中の線分Ⅰ－Ⅰから見た断面図である。

[図3]実施の形態１に係るセンサ素子の凹凸形状部を説明するための断面図である。

[図4]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法のフローチャートである。

[図5]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図6]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図7]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図8]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図9]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図10]実施の形態１に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図11]図 1 0 中の矢印 X I から見た平面図である。

[図12]実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法を説明するための断面図である。

[図13]実施の形態 1 に係るセンサ素子の作用効果を説明するための断面図である。

[図14]実施の形態 1 に係るセンサ素子の作用効果を説明するための断面図である。

[図15]実施の形態 2 に係る検出装置を説明するための上面図である。

[図16]図 1 5 中線分 X V I - X V I から見た断面図である。

[図17]実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法の変形例のフローチャートである。

[図18]実施の形態 3 に係るセンサ素子の製造方法における凹凸形状部を形成する工程後であって破砕層を除去する工程前の半導体基板の第 2 の主面の部分断面図である。

[図19]実施の形態 3 に係るセンサ素子の製造方法のフローチャートである。

[図20]実施の形態 3 に係るセンサ素子の製造方法の変形例のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

[0019] (実施の形態 1)

図 1 ～図 3 を参照して、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 について説明する。実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 は、たとえば流量検出装置に用いられる流量検出素子である。センサ素子 1 は、第 1 の主面 2 A および第 1 の主面 2 A と反対側に位置する第 2 の主面 2 B とを有する半導体基材 2 を備える。第 1 の主面 2 A は、センサ素子 1 の検出対象である流体の経路に面する面であり、流体と接触する面である。

[0020] 半導体基材2には、第2の主面2B側にキャビティ構造9, 10が形成されている。キャビティ構造9, 10は、第2の主面2Bから第1の主面2Aまで達するとともに、半導体基材2がいわゆる逆テーパ状となるように設けられている。言い換えると、半導体基材2において、第1の主面2Aは第2の主面2Bよりも広い領域に渡って形成されている。半導体基材2の厚みは、任意の大きさとすればよいが、たとえば0.5mmである。半導体基材2を構成する材料は、任意の半導体材料とすることができるが、たとえば珪素(Si)である。

[0021] 半導体基材2の第2の主面2B上には全面に渡って凹凸形状部12が形成されており、凹凸形状部12の全領域上には下部保護膜3が形成されている。このとき、凹凸形状部12が形成されていることにより第2の主面2Bは所定の表面粗さを有している。第2の主面2Bの十点平均粗さ R_z (旧JIS S2001)は下部保護膜3の膜厚と比べて大きくなるように、凹凸形状部12および下部保護膜3が形成されている。なお、第1の主面2Aの十点平均粗さ R_z は第2の主面のそれと比べて小さく、第1の主面2Aはたとえばミラー面である。

[0022] 半導体基材2の第2の主面2Bの十点平均粗さ R_z は、0.05 μm 以上であり、好ましくは1.00 μm 以上である。また、第2の主面2Bの算術平均粗さ R_a は、たとえば0.01 μm 以上であり、好ましくは0.25 μm 以上である。エッチピットの形成を抑制する観点では、第2の主面2Bの十点平均粗さ R_z は大きい方が好ましい。なお、一般に当該粗さ R_z を大きくし過ぎると、半導体基材2の強度低下を招いて割れ等の発生が懸念されることから、発生頻度の高い異物の外径よりも大きい値を当該粗さ R_z の上限値としてもよい。たとえば、外径が5.00 μm 以下程度の異物の発生頻度が多い場合には、当該粗さ R_z の上限値を5.00 μm としてもよい。このような数値範囲内に当該粗さ R_z を制限すれば、半導体基材2の強度低下を抑制しながら、エッチピット形成を十分に抑制することができる。

[0023] 凹凸形状部12の凸部先端は丸みを帯びている。異なる観点から言えば、

凹凸形状部 12 の形状は錐体ではない。凹凸形状部 12 は、たとえば半導体基材 2 において頂点から放射状に延びるように形成されている複数の面が互いに交差するように形成されている四角錐ではない。凹凸形状部 12 の凸状端部は、たとえば半球状に形成されている。

[0024] 下部保護膜 3 の膜厚は、たとえば $0.25\ \mu\text{m}$ 以上 $1.50\ \mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.50\ \mu\text{m}$ 以上 $1.00\ \mu\text{m}$ 以下である。下部保護膜 3 を構成する材料は、たとえば二酸化珪素 (SiO_2) である。この場合、下部保護膜 3 は、たとえば半導体基材 2 を構成する材料を Si として熱酸化により形成することができる。なお、下部保護膜 3 は、凹凸形状部 12 上に均一な膜厚を有するように形成されている必要はない。第 2 の主面 2B の十点平均粗さ R_z と下部保護膜 3 の膜厚とが上記関係式を満足する限りにおいて、下部保護膜 3 の膜厚はばらつきを有していてもよい。

[0025] センサ素子 1 の第 1 の主面 2A 側には、第 1 の主面 2A 上からキャビティ構造 9, 10 の開口部を覆うように、上部保護膜 13 および支持膜 14 が形成されている。上部保護膜 13 を構成する材料は、電気絶縁性を有する任意の材料とすることができるが、たとえば SiO_2 である。上部保護膜 13 は、たとえば下部保護膜 3 と同時に形成されることができる。支持膜 14 を構成する材料は、電気絶縁性を有するとともに検出素子 4, 5 を支持可能な任意の材料とすることができるが、たとえば窒化シリコン (SiN)、 SiO_2 など等である。

[0026] センサ素子 1 において、キャビティ構造 9, 10 が形成されている領域の第 1 の主面 2A 側には検出素子 4, 5 が形成されている。検出素子 4 はたとえば吸気温度検出体 4 であり、検出素子 5 はたとえば発熱体 5 である。

[0027] 吸気温度検出体 4 はキャビティ構造 9 が形成されている領域に形成されている上部保護膜 13 上に、発熱体 5 はキャビティ構造 10 が形成されている領域に形成されている上部保護膜 13 上に、それぞれ形成されている。吸気温度検出体 4 と発熱体 5 とは、それぞれ配線パターン 6, 7 を介して電極パッド 8 と電氣的に接続されている。電極パッド 8 は複数形成されており、吸

気温度検出体 4 と配線パターン 6 を介して電氣的に接続されている電極パッド 8 と発熱体 5 と配線パターン 7 を介して電氣的に接続されている電極パッド 8 とは互いに電氣的に絶縁されている。配線パターン 6, 7 および電極パッド 8 は支持膜 14 上に形成されている。

[0028] 吸気温度検出体 4 および発熱体 5 は、支持膜 14 上を蛇行するように形成されている。これにより、吸気温度検出体 4 および発熱体 5 と検出対象である流体との接触面積を広くとることができる。

[0029] 吸気温度検出体 4 と発熱体 5 との位置関係は、任意の位置関係とすることができるが、たとえばセンサ素子 1 を流量検出装置として構成したときに、検出対象となる流体が流れる方向 A (図 15 参照) に対して並列に配置されていてもよい。また、吸気温度検出体 4 と発熱体 5 とは、流体の流通方向 A に対して直列に配置されていてもよい。

[0030] 吸気温度検出体 4 の第 1 の主面 2 A 上における平面寸法 (以下、単に平面寸法という) は、吸気温度検出体 4 と検出対象とする流体との接触面積が十分に得られる限りにおいて、任意の大きさとすることができるが、たとえば検出対象となる流体が流れる方向 A に平行方向の寸法が 0.3 mm 以上 0.8 mm 以下であり、方向 A に交差する方向の寸法が 0.2 mm 以上 0.6 mm 以下である。

[0031] 発熱体 5 の平面寸法は、検出対象とする流体に対して十分な熱量を与えることができる限りにおいて、任意の寸法とすることができるが、たとえば検出対象となる流体が流れる方向 A に平行方向の寸法が 0.3 mm 以上 0.8 mm 以下であり、方向 A に交差する方向の寸法が 0.8 mm 以上 1.8 mm 以下である。吸気温度検出体 4 の平面寸法は、たとえば発熱体 5 の平面寸法と比べて小さくなるように設けられている。吸気温度検出体 4 の平面寸法は、たとえば発熱体 5 の平面寸法と比べて小さくなるように設けられている。

[0032] キャビティ構造 9 の寸法は、吸気温度検出体 4 の第 1 の主面 2 A 上における平面寸法よりも大きくなるように形成されており、たとえば検出対象となる流体が流れる方向 A に平行方向および方向 A に交差する方向のそれぞれに

において吸気温度検出体 4 よりも 0.7 mm 以上大きく設けられている。

[0033] また、キャビティ構造 10 の寸法は、発熱体 5 の第 1 の主面 2 A における平面寸法よりも大きくなるように形成されており、たとえば検出対象となる流体が流れる方向 A に平行方向および方向 A に交差する方向のそれぞれにおいて発熱体 5 よりも 0.7 mm 以上大きく設けられている。

[0034] 吸気温度検出体 4 と発熱体 5 とは、それぞれ任意の構成材料を用いて任意の構造として形成されていけばよいが、たとえばいずれも白金 (Pt) などの金属の薄膜からなる感熱抵抗体 (測温抵抗体) として形成されていてもよい。吸気温度検出体 4 や発熱体 5 の膜厚は、たとえば 100 nm 以上 500 nm 以下である。

[0035] センサ素子 1 において上部保護膜 13 および支持膜 14 上には、吸気温度検出体 4、発熱体 5、配線パターン 6, 7 を覆うように表面保護膜 15 が形成されている。表面保護膜 15 を構成する材料は、電氣的絶縁性を有する任意の材料とすることができ、たとえば SiN や SiO₂ とすることができる。

[0036] 次に、図 4 ～ 図 12 を参照して、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法について説明する。センサ素子 1 の製造方法は、第 1 の主面 2 A と、第 1 の主面 2 A と反対側に位置する第 2 の主面 2 B とを有する半導体基材 2 を準備する工程 (S10) と、半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B に凹凸形状部 12 を形成する工程 (S20) と、凹凸形状部 12 上に保護膜 (下部保護膜 3) を形成する工程 (S30) と、キャビティ構造 9, 10 が形成される領域において、第 1 の主面 2 A 側に検出素子 4, 5 を形成する工程 (S40) と、保護膜 (下部保護膜 3) に開口パターンを形成し、下部保護膜 3 をマスクとして用いて開口パターン内に表出している半導体基材 2 をエッチングすることにより、キャビティ構造 9, 10 を形成する工程 (S50) とを備える。

[0037] まず、図 5 を参照して、第 1 の主面 2 A と、第 1 の主面 2 A と反対側に位置する第 2 の主面 2 B とを有する半導体基材 2 を準備する (工程 (S10))

）。半導体基材2は、少なくとも第1の主面2Aがミラー研磨されている任意の半導体材料からなる基板として準備され得るが、たとえば第1の主面2Aおよび第2の主面2Bがミラー研磨されたシリコン基板とすればよい。半導体基材2は、たとえばウエハ厚が625 μm である。

[0038] 次に、図6を参照して、半導体基材2の第2の主面2Bに凹凸形状部12を形成する（工程（S20））。第2の主面2Bに凹凸形状部12を形成する方法は、凹凸形状部12の凸状端部が丸みを帯びており、かつ第2の主面2Bの十点平均粗さ R_z が後の工程（S30）において形成する下部保護膜3の膜厚と比べて大きくなるように形成することができる限りにおいて、任意の方法を採用することができる。たとえば、第2の主面2Bを研削して粗面化することにより、凹凸形状部12を形成することができる。研削は、たとえば粒度が100以上2000以下の砥石を用いて実施することができる。この結果、凹凸形状部12の十点平均粗さ R_z が0.06 μm 以上5.0 μm 以下とすることができる。

[0039] 次に、凹凸形状部12上に、下部保護膜3を形成する（工程（S30））。具体的には、図7を参照して、第2の主面2Bの全面上に下部保護膜3を形成する。下部保護膜3を形成する方法には、スパッタリングやCVD（chemical vapor deposition）等の任意の成膜方法を採用することができるが、たとえばSiからなる半導体基材2を熱酸化処理することにより、熱酸化膜（ SiO_2 ）として下部保護膜3を形成することができる。具体的には、たとえば酸素含有雰囲気中において処理温度800 $^{\circ}\text{C}$ 以上1100 $^{\circ}\text{C}$ 以下で所定の時間加熱処理することにより、半導体基材2の第1の主面2A上および第2の主面2B上に膜厚が1 μm 以下の熱酸化膜を同時に形成することができる。このとき、第1の主面2A上に形成された熱酸化膜が上部保護膜13に該当し、第2の主面2B上に形成された熱酸化膜が下部保護膜3に該当する。つまり、上部保護膜13と下部保護膜3とは、半導体基材2を熱酸化処理することにより同時に形成することができる。

[0040] 次に、図8を参照して、キャビティ構造9、10が形成される領域におい

て、第1の主面2A側に検出素子4、5を形成する（工程（S40））。具体的には、第1の主面2A上に形成されている上部保護膜13上に、支持膜14、吸気温度検出体4、発熱体5、配線パターン6、7、電極パッド8および表面保護膜15を形成する。

[0041] 支持膜14を成膜する方法には、たとえば反応性スパッタリング法やCVD法などを採用することができる。反応性スパッタリングの成膜条件は、支持膜14の構成に応じて任意に選択することができるが、たとえばターゲット材にSiを用いて窒素ガス雰囲気中でスパッタリングを行うことによりSiNからなる支持膜14を形成することができる。この場合、ターゲット材にSiNを用いる場合と比べて成膜速度を速めることができる。CVD法により成膜する場合には、常圧CVD、減圧CVD、プラズマCVDなどを用いて成膜温度を300℃以上400℃以下とすることにより、支持膜14を成膜することができる。支持膜14をたとえばSiNなどの窒化膜とする場合には、原料ガスとしてたとえばモノシラン、ジシランなどの他、アンモニアガスが用いられる。また、支持膜14をたとえばSiO₂などの酸化膜とする場合には、原料ガスとしてたとえばモノシラン、ジシランなどの他、亜酸化窒素や酸素ガスなどが用いられる。SiO₂からなる支持膜14を設ける方法としては、TEOS-CVD法を採用できる。なお、CVD法はスパッタリング法と比べて段差被覆性に優れ応力制御性も良いため、支持膜14や表面保護膜15の形成にCVD法を用いることにより、緻密で薄い膜を形成することができる。

[0042] 吸気温度検出体4、発熱体5、配線パターン6、7および電極パッド8はそれぞれ任意の方法で形成され得る。たとえば蒸着法やスパッタリング法により成膜され、また写真製版により形成されたマスクパターンを用いてドライエッチングまたはウエットエッチング法によりパターニングされる。このようにして、センサ素子1に所定の電流路パターンが形成される。

[0043] 次に、図9を参照して、下部保護膜3に対し、キャビティ構造9、10が形成されるべき領域に開口パターンを形成する。キャビティ構造9が形成さ

れるべき領域は吸気温度検出体 4 が形成されるべき領域であり、キャビティ構造 10 が形成されるべき領域は発熱体 5 が形成されるべき領域である。下部保護膜 3 に開口パターンを形成する方法は、任意の方法を採用することができるが、たとえばフォトリソグラフィ法やドライエッチング法を採用することができる。具体的には、下部保護膜 3 上に、キャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域にフォトリソグラフィ法により開口パターンを有するマスクパターン（図示しない）を形成し、当該マスクパターンを用いて下部保護膜 3 をドライエッチングすることによりキャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域に開口パターンを有する下部保護膜 3 を形成してもよい。

[0044] 次に、図 10 を参照して、下部保護膜 3 をマスクとして用いて第 2 の主面 2 B 側から半導体基材 2 を部分的にエッチングすることにより、キャビティ構造 9, 10 を形成する（工程（S50））。先の工程（S40）において形成された下部保護膜 3 はキャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域に開口パターンを有するため、これをマスクとして半導体基材 2 をエッチングすることにより、キャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域にそれぞれキャビティ構造 9, 10 を形成することができる。キャビティ構造 9, 10 を形成する方法は任意の方法を採用することができるが、たとえば TMAH や KOH などによるウエットエッチング法である。具体的には、TMAH や KOH などを加温した浴槽に半導体基材 2 を浸漬させることにより、第 2 の主面 2 B から第 1 の主面 2 A まで達するキャビティ構造 9, 10 を形成することができる。キャビティ構造 9, 10 の内部には上部保護膜 13 が表出しており、当該上部保護膜 13 上には吸気温度検出体 4 や発熱体 5 が形成されている。異なる観点から言えば、第 1 の主面 2 A 側において、キャビティ構造 9, 10 は上部保護膜 13 により塞がれている。このようにして、半導体基材 2 には複数のセンサ素子 1 が形成されている。

[0045] 次に、図 12 を参照して、半導体基材 2 に形成されている複数のセンサ素子 1 を個片化する。センサ素子 1 を個片化する方法は任意の方法を採用することができるが、たとえばブレードダイシング法とすることができる。ダイ

シングライン 16 は、たとえばキャビティ構造 9, 10 は形成されていない領域に設けられている。以上のようにして、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 を得ることができる。

[0046] 次に、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の作用効果について説明する。センサ素子 1 における半導体基材 2 の第 2 の主面 2B は凹凸形状部 12 を含み、凹凸形状部 12 の凸部先端は曲面形状を有している。これにより、図 13 (a) および (b) を参照して、凹凸形状部 12 が形成されていないセンサ素子と比べて、下部保護膜 3 に線状に延びる傷 S が入ることを抑制することができる。

[0047] 具体的には、センサ素子 1 において検出素子 4, 5 の反対側に位置する第 2 の主面 2B は、センサ素子 1 の製造プロセスにおいて各種製造装置のステージなどと接触する機会が多い。このとき、図 13 (b) に示すような凹凸形状部 12 が形成されていない従来のセンサ素子では、保護膜の膜厚以上の大きさの異物 F (図 3 参照) が当該ステージと第 2 の主面 2B との間に介在した状態で半導体基板が取り扱われることにより、下部保護膜 3 には線上の傷 S が形成される場合がある (図 14 (a) 参照)。このようにして工程 (S50) までに下部保護膜 3 に形成された線上の傷 S は工程 (S50) においてエッチャント侵入経路となるため、下部保護膜 3 に傷 S が形成された領域には大きなピット P が形成される。図 14 (b) を参照して、特にキャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域に隣接した領域上に傷 S が形成された場合には、キャビティ構造 9, 10 の寸法はその設計寸法よりも大きくなり、キャビティ構造 9, 10 の形状はその設計形状 21 と乖離した形状となる。たとえば、図 14 (a) を参照して、キャビティ構造 9 が形成されるべき領域 17 と隣接する領域に傷 S が形成されている場合には、傷 S において領域 17 との距離が最も長くなる位置にまでキャビティ構造 9 が延びるように形成され得る。これにより、たとえばキャビティ構造 9 が方形状であって一辺の設計寸法が L_1 であるときに、傷 S が当該一辺と交差する他の一辺に隣接し、かつ当該一辺が延びる方向に沿った方向において距離 $L_2 - L_1$ だ

け延びるように形成されている場合には、キャビティ構造 9 の当該一辺の長さは L_1 よりも距離 $L_2 - L_1$ だけ延びて L_2 となる。この結果、凹凸形状部 12 が形成されていない従来のセンサ素子は加圧に対して脆弱となり、当該従来のセンサ素子は支持体に組み付けられる際などに局所的な応力集中が起こり破損することがあった。

[0048] これに対し、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 は、第 2 の主面 2 B に凹凸形状部 12 が形成されているため、上述した凹凸形状部 12 が形成されていない従来のセンサ素子と比べて傷 S を細かく分断させることができる。この結果、各傷 S からエッチャントが侵入して形成されるピット P を小型化することができ、仮にキャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域に隣接して傷 S が形成されている場合でも、キャビティ構造 9, 10 の形状の乱れを大幅に低減することができる。この結果、センサ素子 1 は加圧された場合にも応力集中が緩和されて破損が生じにくい。

[0049] さらに、図 13 (c) に示す凹凸形状部が中心を有する錐体形状として形成されている従来のセンサ素子は、上述した図 13 (b) に示す従来のセンサ素子と比べると傷 S を細かく分断させることができピット P の大型化を抑制することができるが、製造プロセスにおいて第 2 の主面 2 B が各種製造装置のステージなどと接触する際に凹凸形状部の凸部先端が欠けやすく、このように欠けた凸部先端片が新たな異物として下部保護膜 3 に傷 S を生じさせる場合がある。その結果、下部保護膜 3 に生じる傷 S を十分に低減してキャビティ構造 9, 10 の変形を十分に抑制することが困難であり、上述した従来のセンサ素子と同様に加圧に対して脆弱な場合があった。

[0050] これに対し、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 は、凹凸形状部 12 の凸部先端が曲面状に形成されているため、当該凸部先端の欠けを抑制することができ、下部保護膜 3 に生じる傷 S を十分に低減することができる。その結果、センサ素子 1 のキャビティ構造 9, 10 の変形を十分に抑制することができ、加圧時にも応力集中が緩和されて破損が生じにくい。

[0051] また、図 13 (a) に示すように、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 は、

凹凸形状部 1 2 の十点平均粗さ R_z は下部保護膜 3 の膜厚以上である。これにより、凹凸形状部 1 2 は下部保護膜 3 により完全に平坦化されることがなく、下部保護膜 3 の下面 3 B は凹凸形状部 1 2 が形成されている第 2 の主面 2 B の凹凸形状にある程度引き継いだ凹凸形状を有している。

[0052] そのため、製造プロセスにおいて第 2 の主面 2 B と各種製造装置のステージなどとの間に下部保護膜 3 の膜厚と凹凸形状部 1 2 の十点平均粗さ R_z との和に相当する大きさ以下程度の外径 R (図 3 参照) を有する異物 F が介在した場合であっても、下面 3 B および第 2 の主面 2 B には上記十点平均粗さ R_z に起因した凹凸が形成されているため、異物 F とセンサ素子 1 とが相対的に移動することなどにより下部保護膜 3 を貫通する傷 S が線状に延びるように生じることを抑制することができる。その結果、センサ素子 1 では異物 F により下部保護膜 3 に加えられる傷 S が従来のセンサ素子のように広範囲に形成されることが抑制されている。

[0053] 実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法によれば、半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B に凹凸形状部 1 2 を形成する工程において、凹凸形状部 1 2 の凸部先端が曲面形状を有するように凹凸形状部 1 2 が形成される。このため、上述のように、下部保護膜 3 に線状に延びる傷 S が入ることを抑制することができるため、キャビティ構造 9, 10 の形状の乱れを大幅に低減することができる。その結果、得られたセンサ素子 1 は加圧された場合にも応力集中が緩和されて破損が生じにくい。

[0054] また、凹凸形状部 1 2 を形成する工程と下部保護膜 3 を形成する工程とにおいて、凹凸形状部 1 2 と下部保護膜 3 とは、凹凸形状部 1 2 の十点平均粗さが前記保護膜の膜厚以上となるように形成される。このため、上述のように、センサ素子 1 を支持体に固定して流量検出装置を組み立てる際に、センサ素子 1 と支持体とを接続固定させる接着剤とセンサ素子 1 との接触面積を広く稼ぐことができ、かつ接着剤に対しアンカー効果を奏することができるため、センサ素子 1 と支持体との密着性を高めることができる。

[0055] また、凹凸形状部 1 2 を形成する工程 (S 20) では、研削により凹凸形

状部 1 2 が形成されるため、たとえば抑制したい傷のサイズに応じて研削砥石の砥粒の粒度を変えることにより、センサ素子 1 のキャビティ構造 9, 10 の変形を効果的に抑制することができる。具体的には、粒度が大きい研削砥石を用いることにより凹凸形状部 1 2 の十点平均粗さ R_z を大きくすることができ、当該凹凸形状部 1 2 上に形成されかつこの十点平均粗さ R_z よりも薄い膜厚を有する下部保護膜 3 上に傷 S が延びる距離を抑制することができる。

[0056] また、半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B を粗研磨(ラッピング)のみで所望の凹凸形状部 1 2 を形成することができることから、テクスチャ構造化や鏡面加工工程を削減することができる。さらに、研磨剤(砥粒)の使用量を低減し、環境的負荷の高い砥粒の使用量を抑えることができる。その結果、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法によれば、従来のセンサ素子の製造方法と比べて製造コストを低減することができる。

[0057] また、検出素子 4, 5 を形成する工程 (S 4 0) は凹凸形状部 1 2 を形成する工程 (S 2 0) の後に実施されるが、工程 (S 2 0) において凹凸形状部 1 2 の凸部先端が曲面状に形成されており、かつ工程 (S 2 0) と工程 (S 4 0) との間に下部保護膜 3 を形成する工程 (S 3 0) を有している。そのため、キャビティ構造 9, 10 を形成する工程 (S 5 0) までに凹凸形状部 1 2 の凸部先端に欠けが生じたり、下部保護膜 3 に傷 S が生じることを十分に抑制することができる。

[0058] また、工程 (S 3 0) において下部保護膜 3 と同時に上部保護膜 1 3 を形成することにより、上部保護膜 1 3 はセンサ素子 1 の支持膜の一部として構成されるため、支持膜 1 4 の形成工程を短縮することができる。

[0059] 実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法において、凹凸形状部 1 2 は粒度が大きい研削砥石を用いて第 2 の主面 2 B を研削して粗面化する(粗研磨する)ことにより形成されているが、これに限られるものではない。凹凸形状部 1 2 は、たとえば当該粗研磨後にさらに粒度の小さい研削砥石を用いて粗面化された第 2 の主面 2 B を研削することにより、形成されてもよい。

この場合、粗研磨のみにより凹凸形状部 1 2 を形成する場合と比べて、半導体基材 2 の厚みのばらつきを低減することができる。特に厚みの薄い半導体基材 2 を用いる場合には半導体基材 2 自体の抗折強度が低下するが、粒度の小さい研削砥石を用いた研削やポリッシングを行うことで半導体基材 2 自体の抗折強度を高めることができる。

[0060] 実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法において、凹凸形状部 1 2 は第 2 の主面 2 B を研削することにより形成されているが、これに限られるものではない。たとえば、凹凸形状部 1 2 は、イオンミリングにより形成されてもよい。具体的には、たとえばアルゴン (Ar) プラズマを用いて半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B の全面をスパッタリングすることにより、凹凸形状部 1 2 が形成されてもよい。このようにしても、上述した実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法と同様の効果を奏することができる。また、環境負荷の高い研磨剤（砥粒）を使用せずに、凹凸形状部 1 2 を形成することができる。

[0061] また、たとえばサンドブラストにより、凹凸形状部 1 2 が形成されてもよい。このようにしても、上述した実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法と同様の効果を奏することができ、かつ環境負荷の高い研磨剤（砥粒）を使用せずに凹凸形状部 1 2 を形成することができる。

[0062] なお、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 において、凹凸形状部 1 2 は第 2 の主面 2 B の全面にわたって形成されているが、これに限られるものではない。凹凸形状部 1 2 は、たとえばキャビティ構造 9, 10 が形成されるべき領域以外の半導体基材 2 が残されるべき領域上に位置する第 2 の主面 2 B にのみ形成されていてもよい。このようにしても、実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法と同様の効果を奏することができる。

[0063] 実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 には凹凸形状部 1 2 上に下部保護膜 3 が形成されているが、下部保護膜 3 はキャビティ構造 9, 10 を形成する工程 (S50) の後に除去してもよい。具体的には、バッファードフッ酸 (BF₃H₂F) などに半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B 側を浸漬することにより、下部保

護膜 3 をウエットエッチングにより除去してもよい。この結果、キャビティ構造 9, 10 を有するとともに凹凸形状部 12 が表出しているセンサ素子 1 を形成することができる。

[0064] (実施の形態 2)

次に、図 15 および図 16 を参照して、実施の形態 2 に係る検出装置 100 について説明する。検出装置 100 は、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 であって、下部保護膜 3 が除去されて凹凸形状部 12 が表出しているセンサ素子 1 が支持体 20 に固定されて構成されている。支持体 20 は、センサ素子 1 が配置・組込まれる組込み部を有しており、当該組み込み部はセンサ素子 1 を收容可能に設けられている。支持体 20 は、被計測流体が流通する管路上に設置されている。センサ素子 1 は、支持体 20 の組込み部内に固定されている。センサ素子 1 と支持体 20 とは、たとえば電極パッド 8 が形成されている領域の下方に位置する凹凸形状部 12 と支持体 20 とが接着剤 18 により接着されていることにより固定されている。キャビティ構造 9, 10 に対して被計測流体の流通方向 A の上流側に位置しセンサ素子 1 と支持体 20 とが対向する領域には、底流防止剤 19 が充填されている。

[0065] 接着剤 18 を構成する材料はセンサ素子 1 と支持体 20 とを接着可能な任意の接着剤とすることができるが、好ましくは熱硬化型の接着剤である。底流防止剤 19 を構成する材料は、センサ素子 1 と支持体 20 との間を充填可能な任意の材料とすることができるが、たとえば常温硬化型の接着剤である。

[0066] 実施の形態 2 に係る検出装置 100 の製造方法は、実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法によりセンサ素子 1 を準備する工程 (S100) と、センサ素子 1 を取り付け可能に設けられている支持体 20 を準備する工程 (S110) と、凹凸形状部 12 を接着面としてセンサ素子 1 と支持体 20 とを接着する工程 (S120) とを備える。

[0067] センサ素子 1 を準備する工程 (S100) では、上述した実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法により実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 を準備す

る。さらに、得られたセンサ素子 1 の下部保護膜 3 を除去し、凹凸形状部 12 が表出しているセンサ素子 1 を準備する。続いて、支持体 20 を準備する工程 (S 1 1 0) では、上述した支持体 20 を任意の方法により準備すればよい。

[0068] センサ素子 1 と支持体 20 とを接着する工程 (S 1 2 0) では、まず、接着剤 18 と底流防止剤 19 とをそれぞれ支持体 20 の組み込み部内の所定の領域にあらかじめ塗布しておく。具体的には、支持体 20 の組み込み部内において、接着剤 18 はセンサ素子 1 を固定したときに電極パッド 8 の下方に位置する領域に塗布され、底流防止剤 19 はセンサ素子 1 を固定したときにキャビティ構造 9, 10 に対して被計測流体の流通方向 A の上流側に位置する領域に塗布される。このとき、底流防止剤 19 の塗布量は、センサ素子 1 を支持体 20 の組み込み部内に組み込んだときにセンサ素子 1 によって押圧されてセンサ素子 1 の第 1 の主面 2 A 側にはみ出すことがなく、また第 2 の主面 2 B 側においてはキャビティ構造 9, 10 内にはみ出すことがないように調整されている。

[0069] 次に、センサ素子 1 を支持体 20 の組み込み部内に組込む。このとき、センサ素子 1 は支持体 20 に対して押圧される。このとき、支持体 20 の組み込み部内に予め塗布されていた接着剤 18 と底流防止剤 19 は、センサ素子 1 の凹凸形状部 12 によって押圧されてセンサ素子 1 と支持体 20 との間に位置する領域に押し広げられる。これにより、底流防止剤 19 はセンサ素子 1 と支持体 20 との間に生じている隙間を移動し、センサ素子 1 の第 1 の主面 2 A と同じ高さまで充填される。このようにして、実施の形態 2 に係る検出装置 100 を得ることができる。

[0070] 次に、実施の形態に 2 に係る検出装置 100 およびその製造方法の作用効果について説明する。検出装置 100 は、流量検出素子として実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 を用いている。センサ素子 1 のキャビティ構造 9, 10 は設計寸法に対して精度よく形成されているため、センサ素子 1 と支持体 20 とを接着する工程 (S 1 2 0) においてセンサ素子 1 を支持体 20 に対し

て加圧してもセンサ素子 1 は破損しない。その結果、検出装置 100 は高い歩留まりを有することができる。

[0071] さらに、第 2 の主面 2 B には凹凸形状部 12 が形成されているため、センサ素子 1 を支持体 20 の組み込み部内に組み込んだときに第 2 の主面 2 B と支持体 20 との間には所定の体積を有する空隙が形成される。このため、当該空隙に接着剤 18 および底流防止剤 19 が入り込むことにより、第 2 の主面 2 B と接着剤 18 および底流防止剤 19 との接触面積が大きくなることから、アンカー効果によってセンサ素子 1 と支持体 20 との密着性を向上することができる。また、接着剤 18 や底流防止剤 19 が第 1 の主面 2 A 上やキャビティ構造 9, 10 内にまではみ出すことを抑制することができる。

[0072] 実施の形態 2 に係る検出装置 100 において、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法において凹凸形状部 12 上に形成される下部保護膜 3 は除去されているが、これに限られるものではない。たとえば、下部保護膜 3 が形成されている状態で、支持体 20 と接着されていてもよい。このようにしても、実施の形態 2 に係る検出装置 100 と同様の効果を奏することができる。

[0073] また、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 は流量検出素子として形成されており、実施の形態 2 に係る検出装置 100 は流量検出装置として形成されているが、これに限られるものではない。センサ素子 1 は、キャビティ構造 9, 10 を有する任意のセンサ素子とすることができ、たとえば圧力センサや超音波センサであってもよい。つまり、検出装置 100 は、キャビティ構造 9, 10 を有するセンサ素子を備える任意の検出装置とすることができ、たとえば圧力検出装置や超音波検出装置であってもよい。

[0074] また、実施の形態 1 に係るセンサ素子の製造方法において、検出素子 4, 5 を形成する工程 (S40) は凹凸形状部 12 を形成する工程 (S20) の後に実施されるが、これに限られるものではない。図 17 を参照して、検出素子 4, 5 を形成する工程 (S40) は凹凸形状部 12 を形成する工程 (S20) の前に実施されてもよい。具体的には、まず、実施の形態 1 に係るセ

ンサ素子の製造方法と同様に、半導体基材 2 を準備する工程 (S 1 0) を実施した後、準備した半導体基材 2 の第 1 の主面 2 A 上に検出素子 4, 5 を形成する工程 (S 4 0) を実施してもよい。その後、半導体基材 2 の第 2 の主面 2 B 上に凹凸形状部 1 2 を形成する工程 (S 2 0) と、凹凸形状部 1 2 上に保護膜 (下部保護膜 3) を形成する工程 (S 3 0) と、保護膜 (下部保護膜 3) に開口パターンを形成し、下部保護膜 3 をマスクとして用いて開口パターン内に表出している半導体基材 2 をエッチングすることにより、キャビティ構造 9, 1 0 を形成する工程 (S 5 0) とを実施してもよい。このようにしても、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 を製造することができる。さらに、工程 (S 4 0) において半導体基材 2 の厚みが厚く割れにくいため、割れ等による不良発生率を低減することができる。また、工程 (S 4 0) において第 2 の主面 2 B 上に形成された傷を、工程 (S 2 0) において研削の際に除去することができる。

[0075] (実施の形態 3)

次に、実施の形態 3 に係るセンサ素子 1 について説明する。実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 の製造方法の凹凸形状部 1 2 を形成する工程 (S 2 0) において凹凸形状部 1 2 を研削などの方法により形成した場合には、センサ素子 1 の第 2 の主面 2 B には図 1 8 に示されるような破砕層 3 0 が形成される場合がある。半導体基材 2 の厚みが $100\text{ }\mu\text{m}$ 超えである場合には、破砕層 3 0 が形成されていることによっても半導体基材 2 において強度不足が大きな問題となる可能性は低い。しかし、半導体基材 2 の厚みが $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下と薄い場合には、破砕層 3 0 が形成されていることにより半導体基材 2 が強度不足となる場合がある。実施の形態 3 に係るセンサ素子 1 は、基本的には実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 と同様の構成を備えるが、第 2 の主面 1 0 B に破砕層 3 0 が形成されていない点で異なる。そのため、実施の形態 3 に係るセンサ素子 1 は、実施の形態 1 に係るセンサ素子 1 と同様の効果を奏することができるとともに、半導体基材 2 の厚みが $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であっても十分な強度を有しており、高い加圧耐性を有している。

[0076] 次に、図19を参照して、実施の形態3に係るセンサ素子1の製造方法について説明する。実施の形態3に係るセンサ素子1の製造方法は、基本的には図4に示される実施の形態1に係るセンサ素子1の製造方法と同様の構成を備えるが、凹凸形状部12を形成する工程(S20)において第2の主面2Bに形成された破碎層30を除去する工程(S60)を備える点で異なる。

[0077] 破碎層30を除去する工程(S60)は、凹凸形状部12を形成する工程(S20)の後であって保護膜を形成する工程(S30)の前に実施される。本工程(S60)では、半導体基材2の第2の主面2Bに対してウェットエッチングが施される。エッチング液は、たとえばTMAHまたはKOHなどの水溶液である。このようなエッチング液が加温されている浴槽に半導体基材2の第2の主面2Bを浸漬させる。このようにすれば、第2の主面2Bに形成されている破碎層30を除去することができる。つまり、実施の形態3に係るセンサ素子の製造方法によれば、実施の形態1に係るセンサ素子1の製造方法と同様の効果を奏するとともに、破碎層30を容易に除去することができ、加圧時において高い耐性を有しているセンサ素子1を製造することができる。

[0078] なお、図20を参照して、実施の形態3に係るセンサ素子1の製造方法は、基本的には図17に示される実施の形態1に係るセンサ素子1の製造方法の変形例と同様の構成を備えており、凹凸形状部12を形成する工程(S20)において第2の主面2Bに形成される破碎層30を除去する工程(S60)を備える点で該変形例と異なってもよい。具体的には、半導体基材2の第1の主面2A上に検出素子4, 5を形成する工程(S40)の後に半導体基材2の第2の主面2B上に凹凸形状部12を形成する工程(S20)および凹凸形状部12上に保護膜(下部保護膜3)を形成する工程(S30)が実施されるセンサ素子1の製造方法においては、上記工程(S20)の後であって上記工程(S30)の前に破碎層30を除去する工程(S60)が実施される。このようにしても、実施の形態3に係るセンサ素子1の製造

方法と同様の効果を奏することができる。

[0079] 以上のように本発明の実施の形態について説明を行ったが、上述の実施の形態を様々に変形することも可能である。また、本発明の範囲は上述の実施の形態に限定されるものではない。本発明の範囲は、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むことが意図される。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明は、キャビティ構造を有するセンサ素子に特に有利に適用される。

符号の説明

[0081] 1 センサ素子、2 半導体基材、2 A 第1の主面、2 B 第2の主面、3 下部保護膜、3 B 下面、4 吸気温度検出体（検出素子）、5 発熱体（検出素子）、6, 7 配線パターン、8 電極パッド、9, 10 キャビティ構造、12 凹凸形状部、13 上部保護膜、14 支持膜、15 表面保護膜、16 ダイシングライン、18 接着剤、19 底流防止剤、20 支持体、100 検出装置。

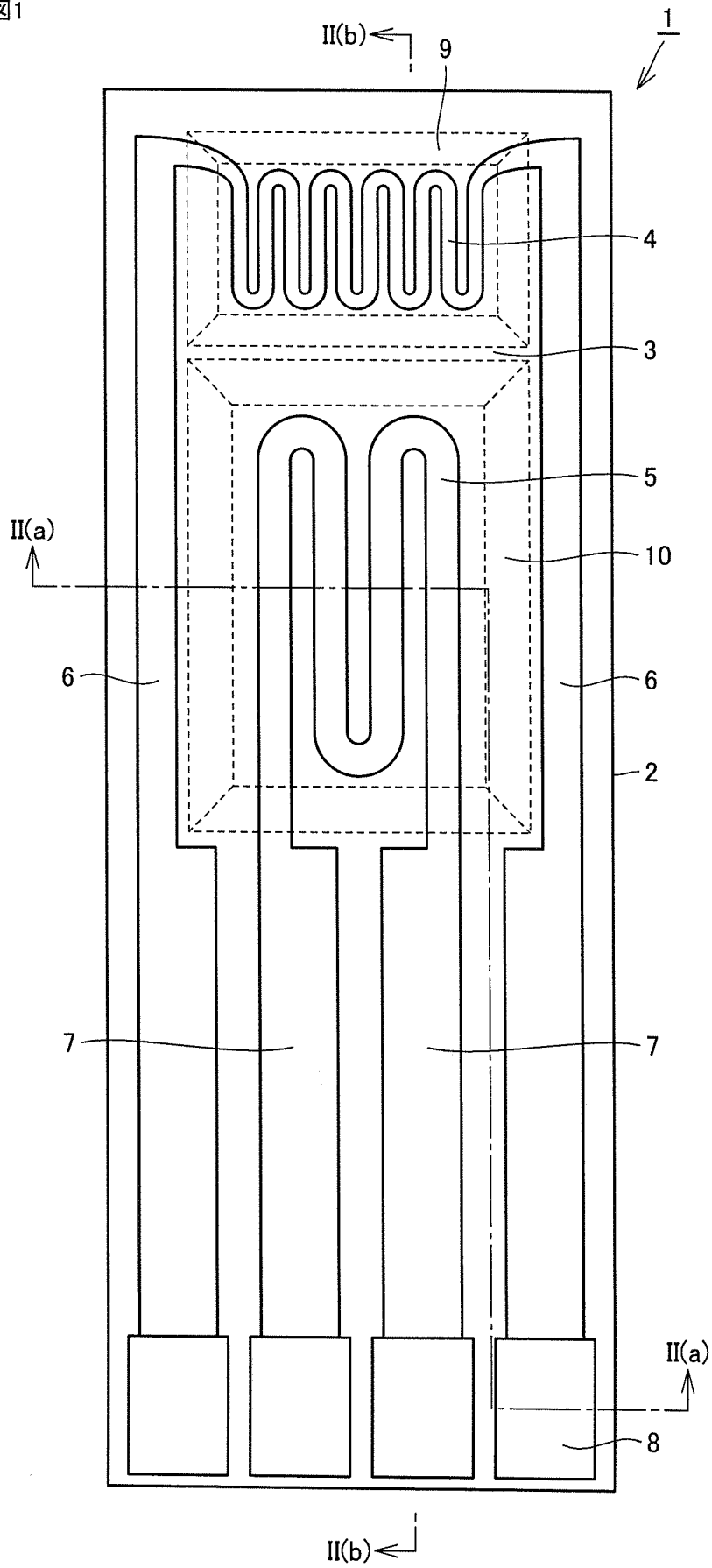
請求の範囲

- [請求項1] 第1の主面と、前記第1の主面と反対側に位置する第2の主面とを有し、前記第2の主面側にキャビティ構造が形成されている半導体基材と、
- 前記キャビティ構造が形成されている領域において、前記第1の主面側に形成されている検出素子とを備え、
- 前記半導体基材の前記第2の主面は凹凸形状部を含み、
- 前記凹凸形状部の凸部先端は曲面形状を有している、センサ素子。
- [請求項2] 前記凹凸形状部上に形成された保護膜をさらに備え、
- 前記凹凸形状部の十点平均粗さは前記保護膜の膜厚以上である、請求項1に記載のセンサ素子。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のセンサ素子を備えた、検出装置。
- [請求項4] 第1の主面と、前記第1の主面と反対側に位置する第2の主面とを有する半導体基板を準備する工程と、
- 前記半導体基板の前記第2の主面に凹凸形状部を形成する工程と、
- 前記凹凸形状部上に保護膜を形成する工程と、
- 前記保護膜に対して開口パターンを形成し、前記保護膜をマスクとして用いて前記開口パターン内に表出している前記半導体基板をエッチングすることにより、キャビティ構造を形成する工程と、
- 前記キャビティ構造が形成される領域において、前記第1の主面側に検出素子を形成する工程とを備え、
- 前記凹凸形状部を形成する工程では、前記凹凸形状部の凸部先端が曲面形状を有するように前記凹凸形状部が形成される、センサ素子の製造方法。
- [請求項5] 前記凹凸形状部を形成する工程と前記保護膜を形成する工程とにおいて、前記凹凸形状部と前記保護膜とは、前記凹凸形状部の十点平均粗さが前記保護膜の膜厚以上となるように形成される、請求項4に記載のセンサ素子の製造方法。

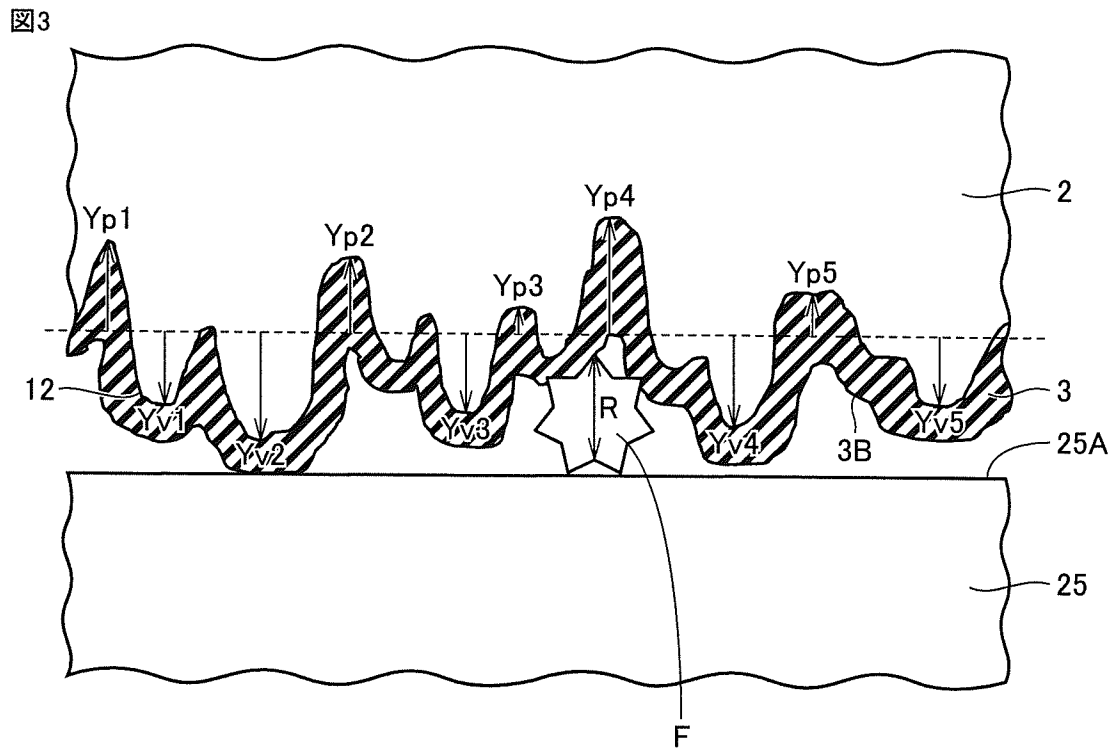
- [請求項6] 前記凹凸形状部を形成する工程では、研削により前記凹凸形状部が形成される、請求項4または請求項5に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項7] 前記凹凸形状部を形成する工程では、イオンミリングにより前記凹凸形状部が形成される、請求項4または請求項5に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項8] 前記凹凸形状部を形成する工程では、サンドブラストにより前記凹凸形状部が形成される、請求項4または請求項5に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項9] 前記保護膜を形成する工程では、前記第2の主面を熱酸化することにより前記保護膜が形成される、請求項4～請求項8のいずれか1項に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項10] 前記検出素子を形成する工程は、前記凹凸形状部を形成する工程の前に実施される、請求項4～請求項9のいずれか1項に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項11] 前記検出素子を形成する工程は、前記凹凸形状部を形成する工程の後に実施される、請求項4～請求項9のいずれか1項に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項12] 前記凹凸形状部を形成する工程において前記第2の主面には破碎層が形成され、
前記破碎層を除去する工程を備える、請求項4～請求項11のいずれか1項に記載のセンサ素子の製造方法。
- [請求項13] 請求項4～請求項12のいずれか1項に記載のセンサ素子の製造方法により前記センサ素子を準備する工程と、
前記センサ素子を取り付け可能に設けられている支持体を準備する工程と、
前記凹凸形状部を接着面として前記センサ素子と前記支持体とを接着する工程とを備える、検出装置の製造方法。

[図1]

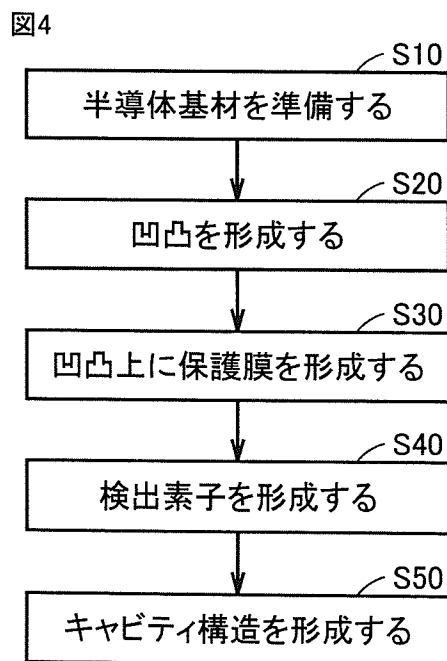
図1



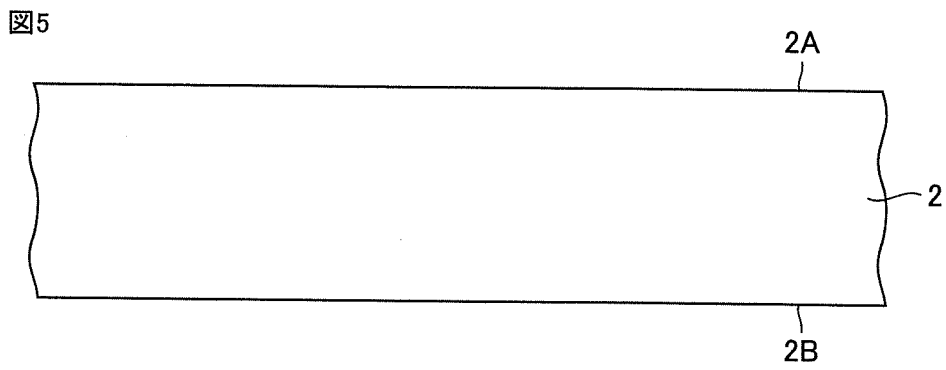
[図3]



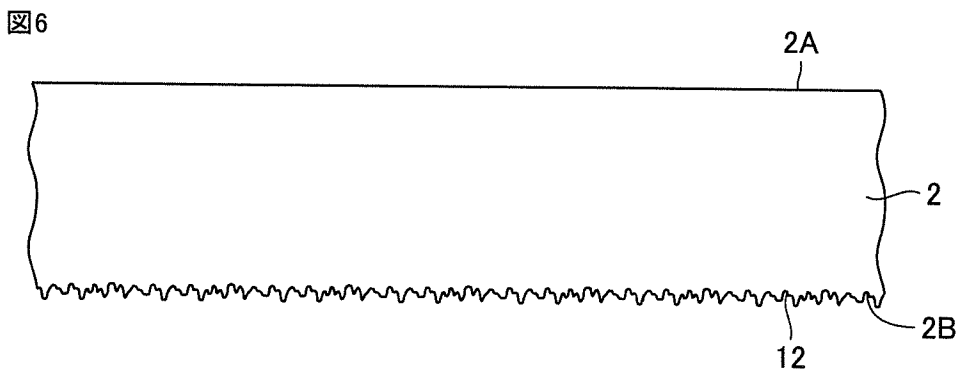
[図4]



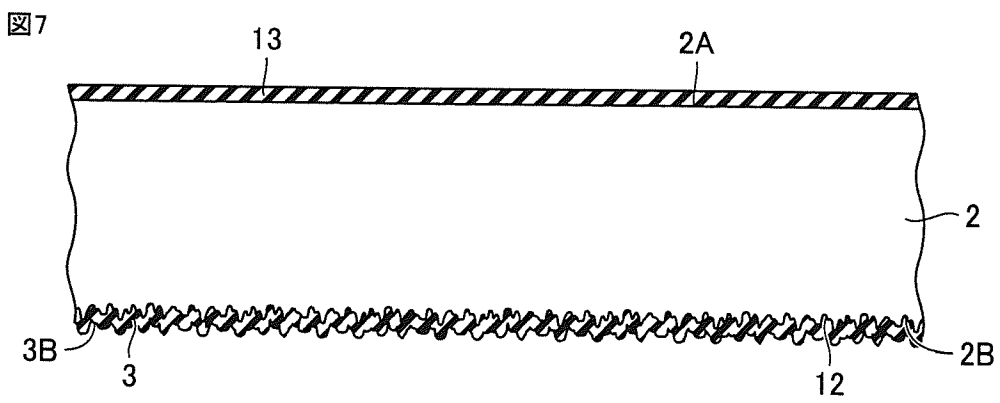
[図5]



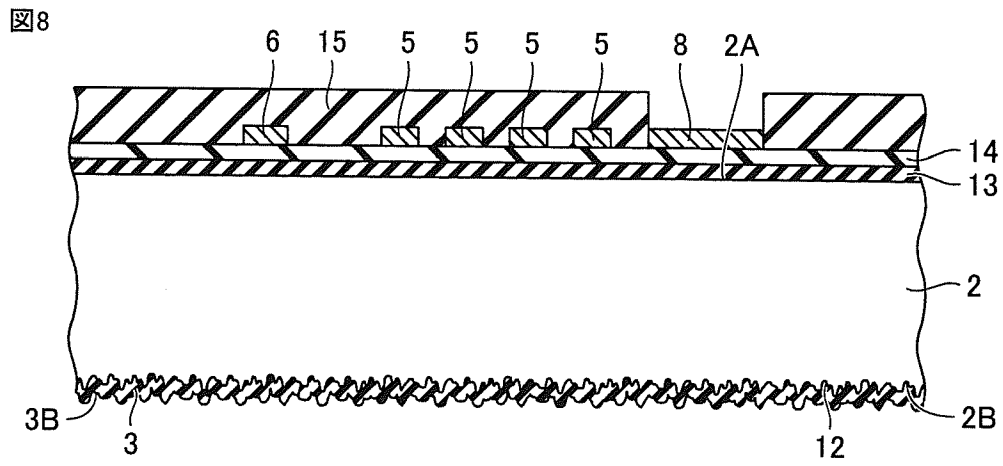
[図6]



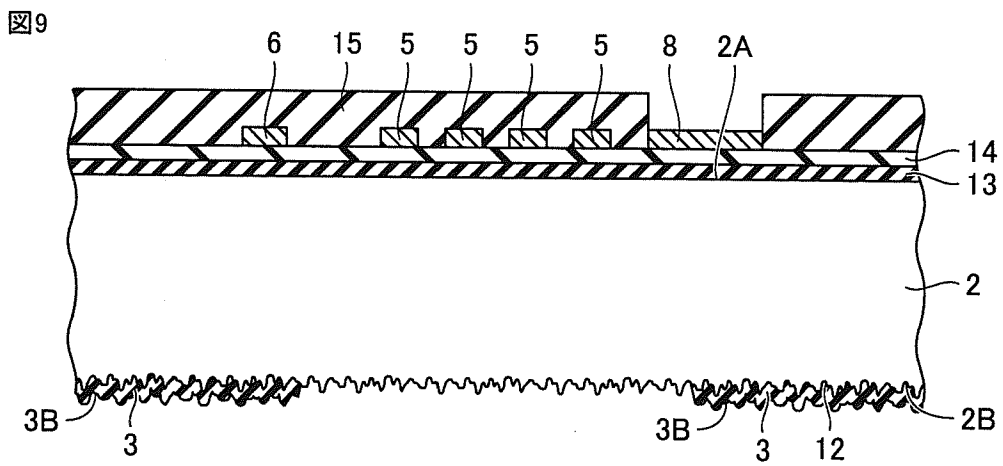
[図7]



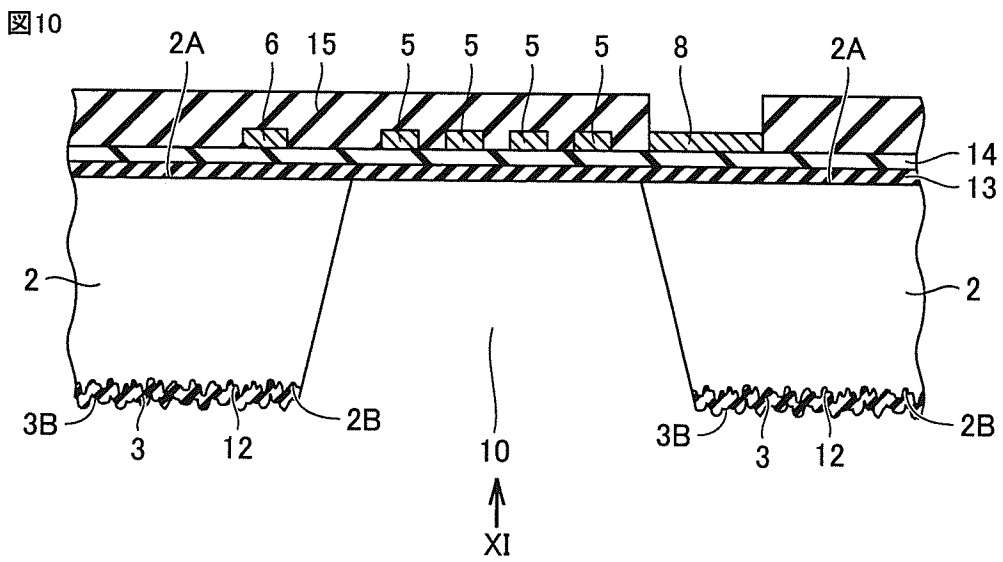
[図8]



[図9]

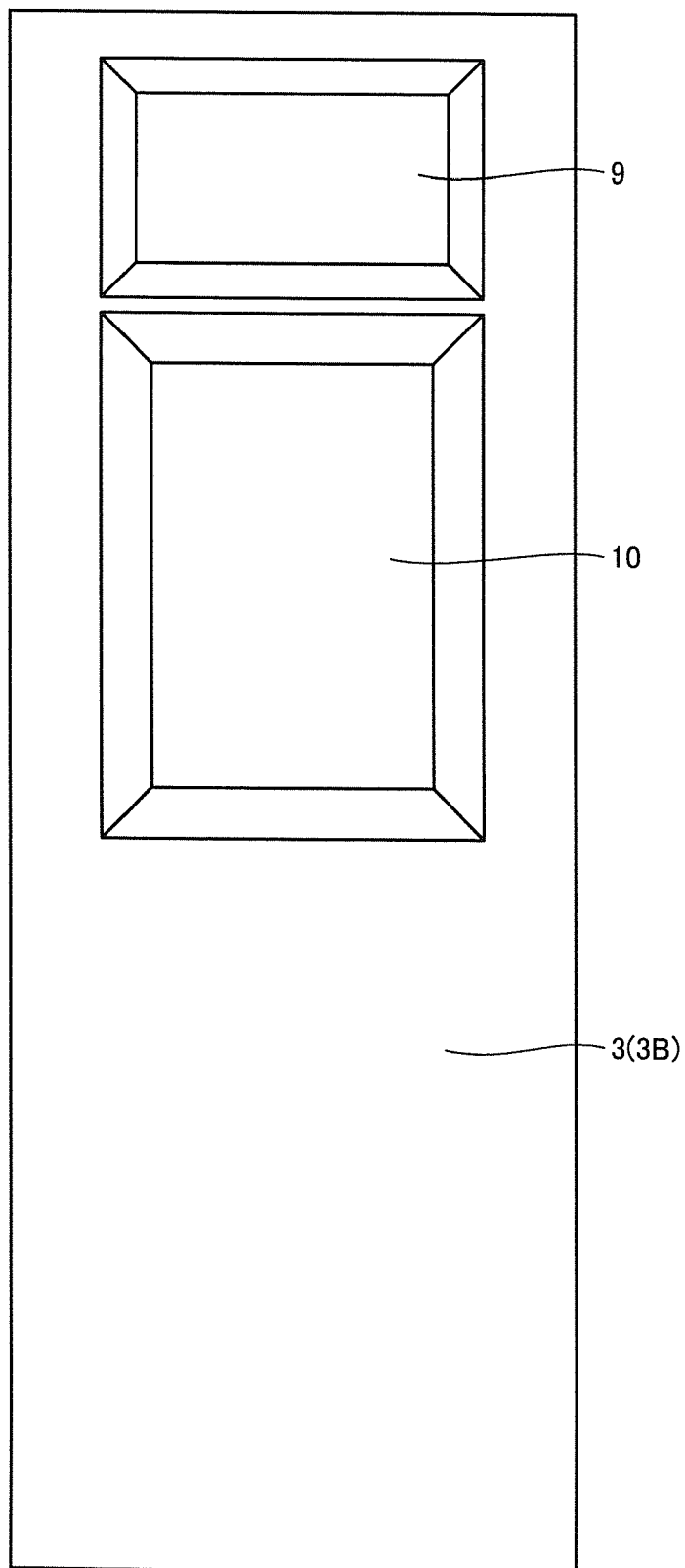


[図10]

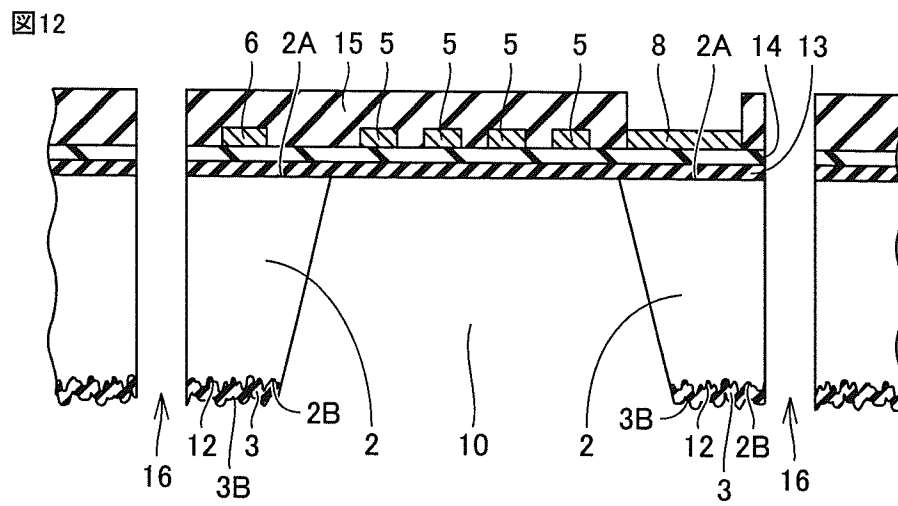


[図11]

図11

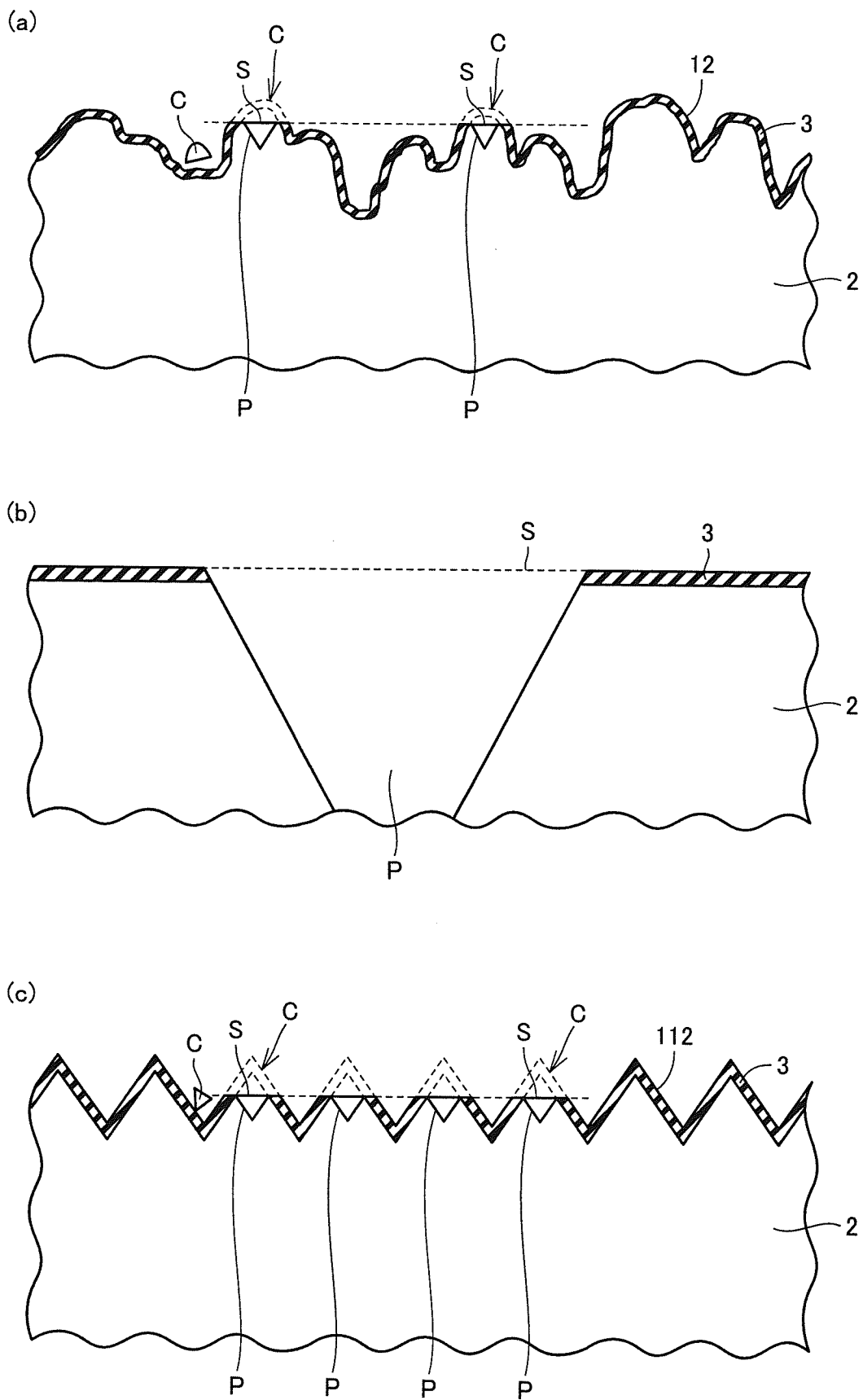


[図12]



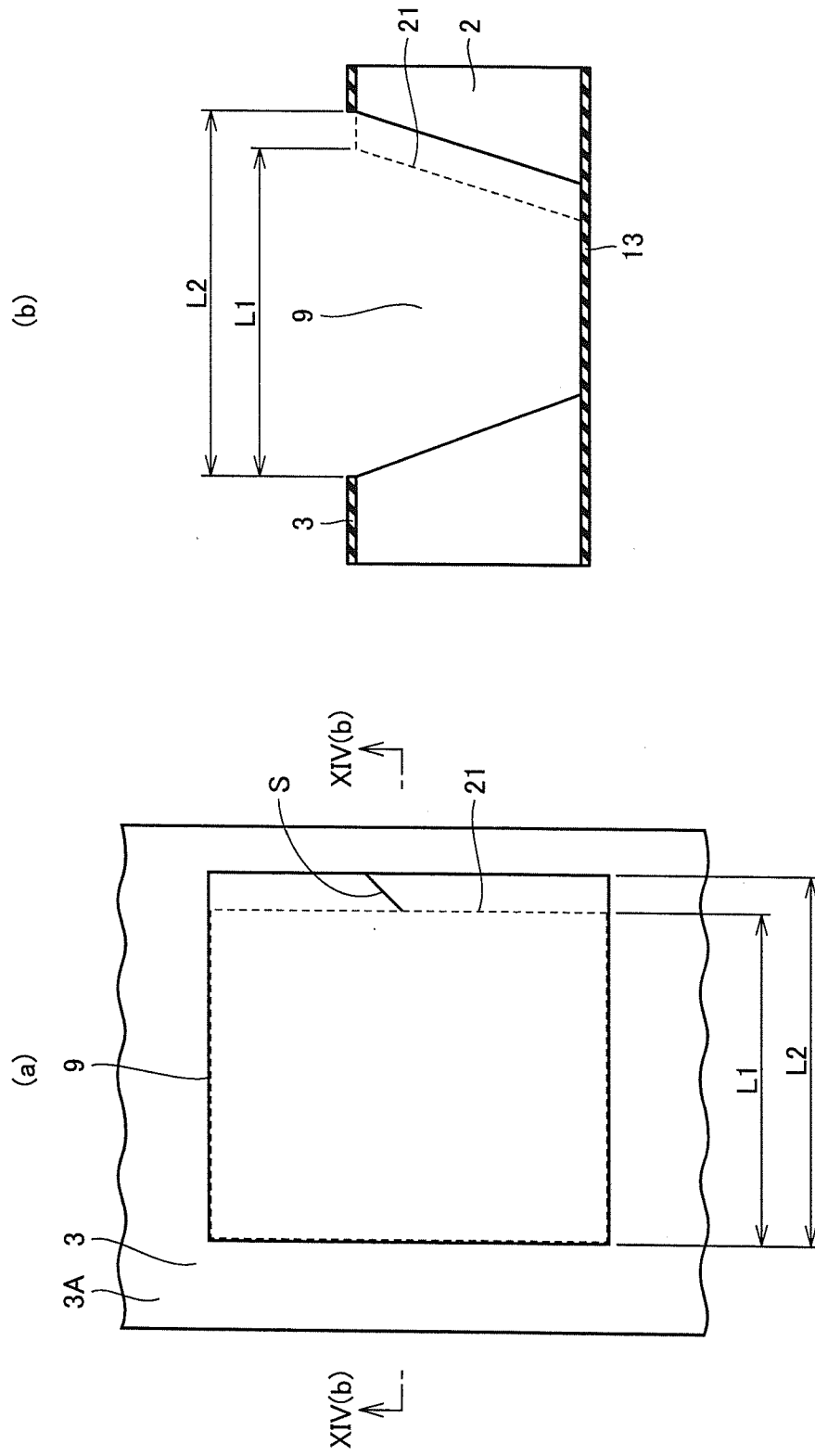
[図13]

図13



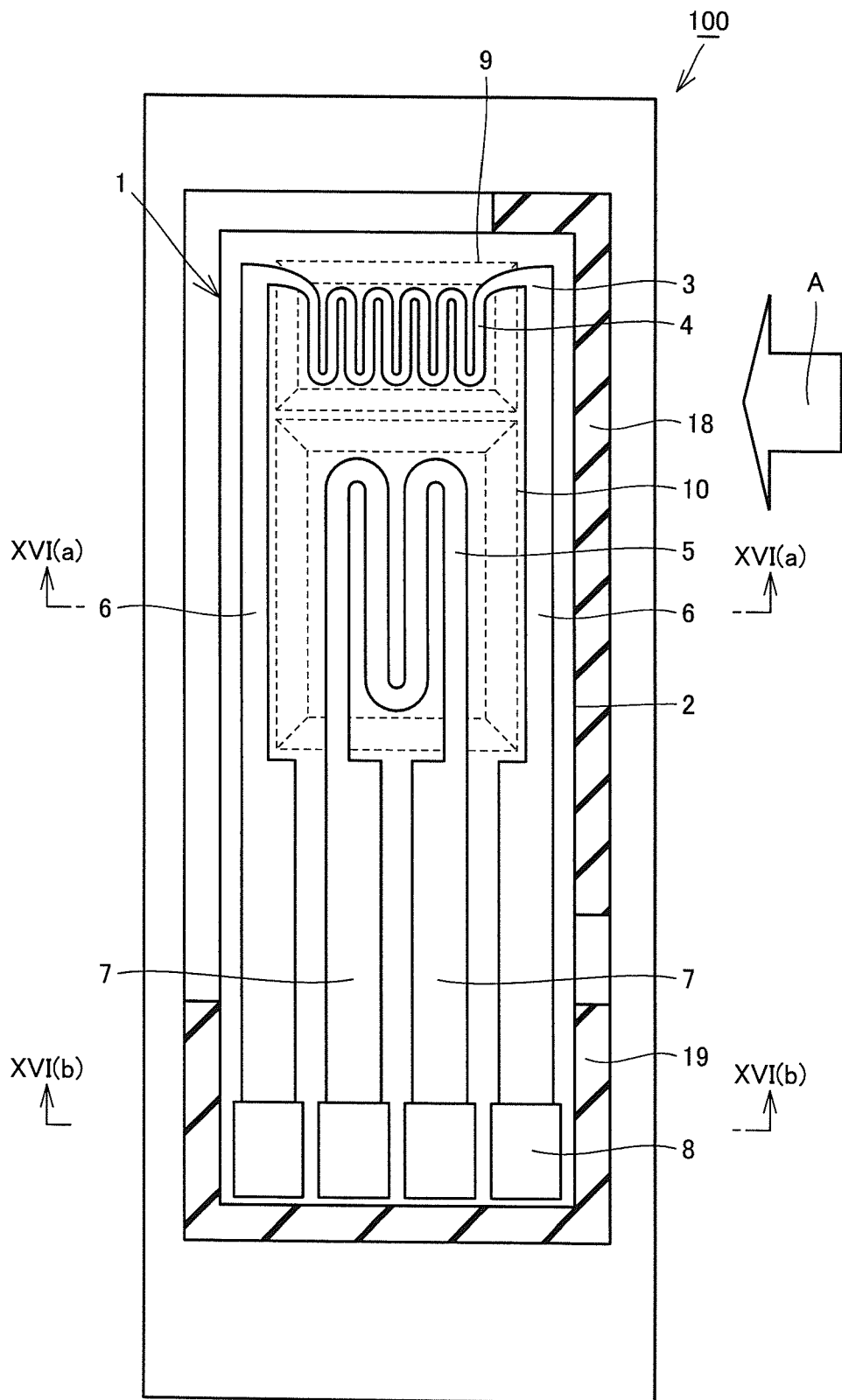
[図14]

図14



[図15]

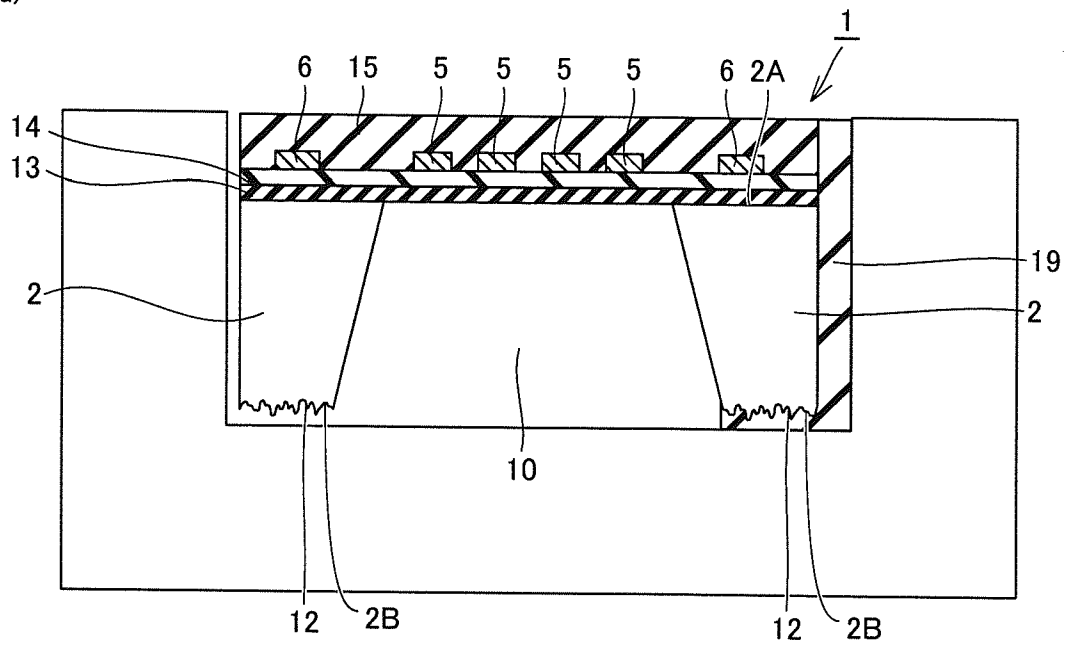
図15



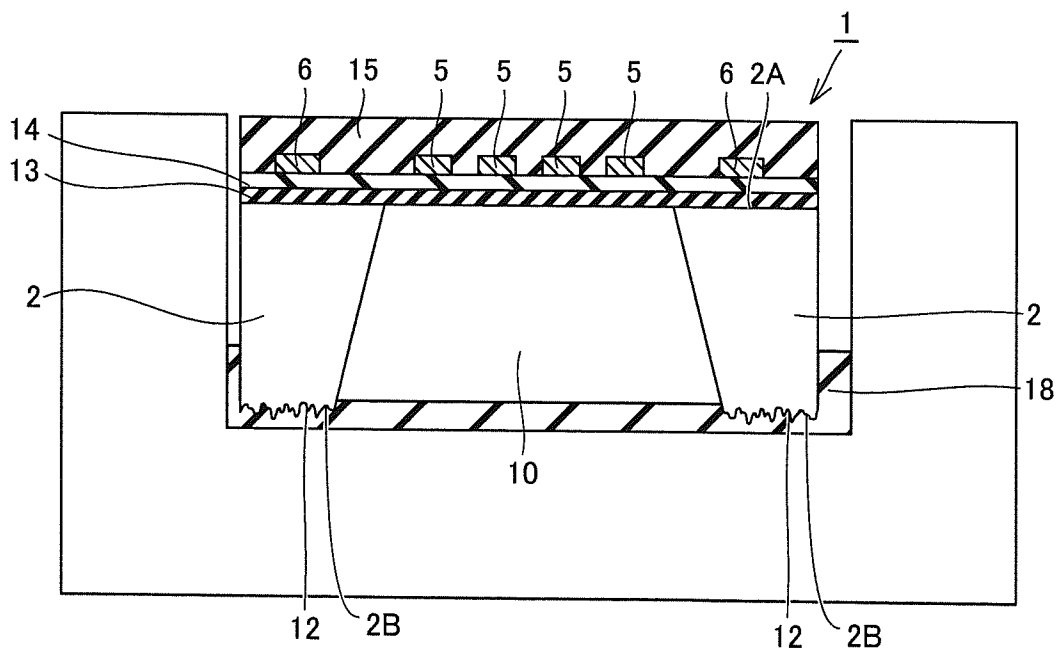
[図16]

図16

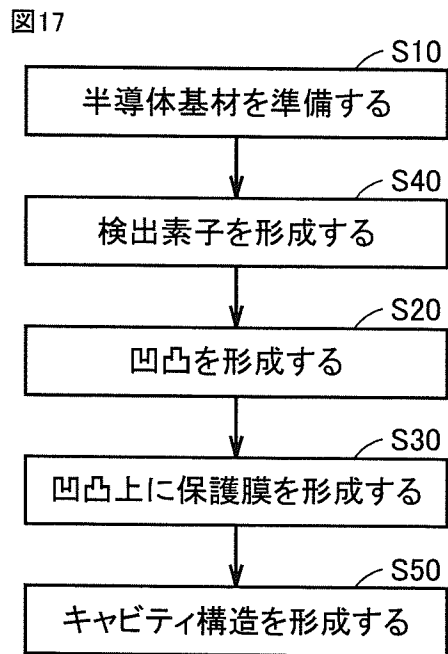
(a)



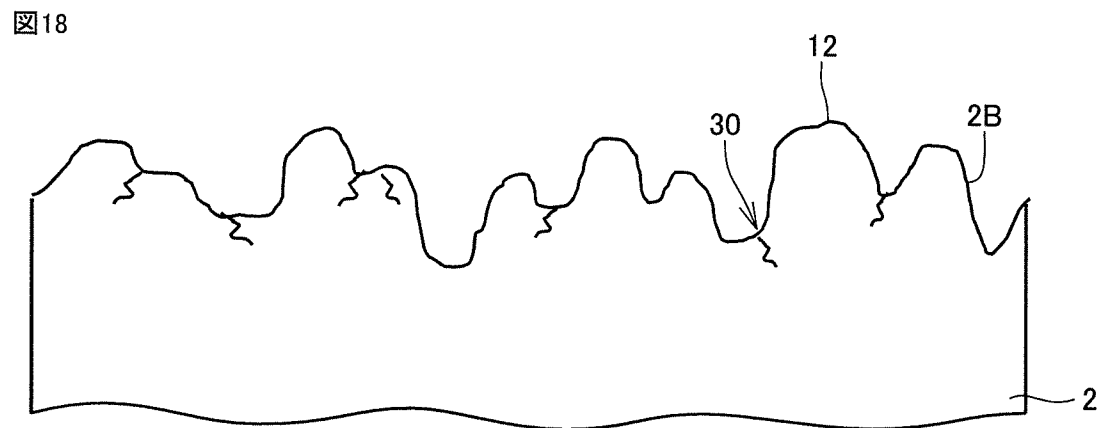
(b)



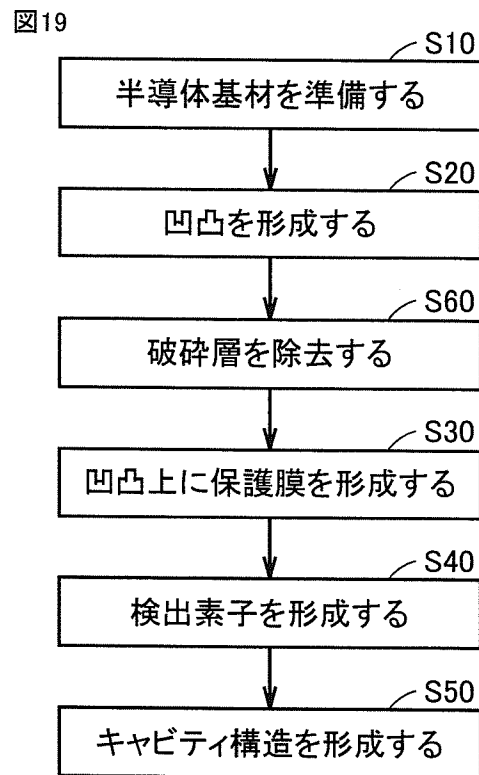
[図17]



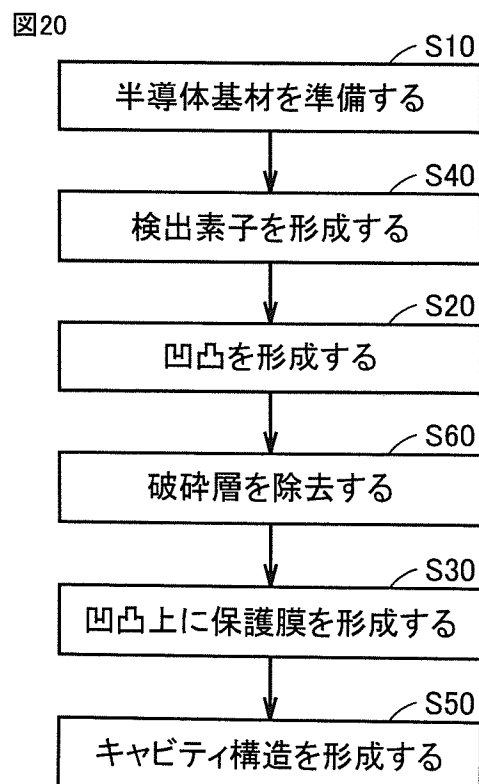
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F1/692(2006.01)i, B81B7/02(2006.01)i, B81C1/00(2006.01)i, H01L29/84(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01F1/68-1/699

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-098072 A (Mitsubishi Electric Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), entire text; all drawings & US 2012/0103087 A1 & DE 102011102324 A	1-13
A	JP 2013-160706 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), paragraph [0034] (Family: none)	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 June 2015 (15.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01F1/692(2006.01)i, B81B7/02(2006.01)i, B81C1/00(2006.01)i, H01L29/84(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01F1/68-1/699

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-098072 A（三菱電機株式会社）2012.05.24, 全文, 全図 & US 2012/0103087 A1 & DE 102011102324 A	1-13
A	JP 2013-160706 A（三菱電機株式会社） 2013.08.19, 【0034】（ファミリーなし）	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

羽飼 知佳

2 F

3 3 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6