

(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
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



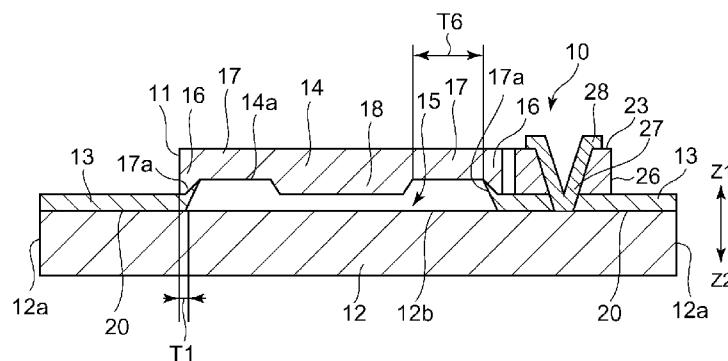
(10) 国際公開番号
WO 2012/164975 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01) *H01L 29/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053474
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 15 日(15.02.2012)
- (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 2011-125723 2011 年 6 月 3 日(03.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 牛脇 英紀 (GOCHOU, Hideki) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 矢澤 久幸 (YAZAWA, Hisayuki) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 菊入 勝也 (KIKUIRI, Katsuya) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外 (NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 1-2-1 1 オーク池袋ビルディング 3F Tokyo (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: CAPACITIVE PRESSURE SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 静電容量型圧力センサ及びその製造方法

[図2]



(57) Abstract: [Problem] To provide a capacitive pressure sensor particularly in which satisfactory sealing properties and sensitivity can be achieved and parasitic capacitance can be minimized, also to provide a method for manufacturing this capacitive pressure sensor. [Solution] A capacitive pressure sensor has a movable electrode (11) and a fixed electrode (12) made of silicon, and an insulating layer (13) for bonding the electrodes together. The movable electrode (11) has a pressure-sensitive diaphragm (14) capable of being displaced, and a peripheral edge part (16) bonded via the fixed electrode (12) and the insulating layer (13). The movable electrode (11) is formed farther inward than an external peripheral surface (12a) of the fixed electrode (12), a protruding surface (20) of the fixed electrode (12) widens to the periphery of the movable electrode (11), and the insulating layer (13) is formed over the entire protruding surface (20) from between the peripheral edge part (16) and the fixed electrode (12).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/164975 A1



【課題】 特に、良好な封止性及び感度を得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることが可能な静電容量型圧力センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。【解決手段】 シリコンからなる可動電極 11 及び固定電極 12 と、両電極間を接合する絶縁層 13 と、を有して構成される。可動電極 11 は、変位可能な感圧ダイヤフラム 14 と、固定電極 12 と絶縁層 13 を介して接合される周縁部 16 と、を有する。可動電極 11 は固定電極 12 の外周側面 12a よりも内側に形成されて、可動電極 11 の周囲に固定電極 12 の延出表面 20 が広がっており、絶縁層 13 は、周縁部 16 と固定電極 12 との間から延出表面 20 の全域にかけて形成されている。

明 細 書

発明の名称： 静電容量型圧力センサ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、高さ方向に変位可能な感圧ダイヤフラムを備える静電容量型圧力センサ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、シリコンをガラスに埋め込んだ基板と、シリコンダイヤフラムとを陽極接合した静電容量型圧力センサが開示されている。シリコンをガラスに埋め込んだ基板表面には、シリコンダイヤフラムと対向する位置に部分的に固定電極が形成される。特許文献 1 に示す構成では、固定電極とシリコンダイヤフラム間の高度なアライメント精度が必要とされる。

[0003] 一方、特許文献 2 では、ダイヤフラム付きシリコン基板（可動電極）とシリコン基板（固定電極）とを絶縁層を介して接合した静電容量型センサが開示されている。特許文献 2 の構成では、特許文献 1 の構成に比べて構造を単純化でき、また特許文献 1 に比べてアライメントの許容範囲を広げやすい。

[0004] 特許文献 2 に示す構成では、固定電極と可動電極間の寄生容量を抑制するために、図 1 6 に示すように固定電極 2 と可動電極 3 間を接合する絶縁層 1 の幅を細くすると、絶縁層 1 の機械的な強度が弱くなり、優れた封止性を得ることができない問題があった。一方、寄生容量を抑制するために、図 1 7 に示すように絶縁層 1 を幅広に且つ厚みを厚くすると、固定電極 2 と可動電極 3 間の高さ方向の間隔が広がることで、感度（ダイヤフラムが変位した際の静電容量変化に基づく出力変化）が低下し検出精度が劣化する問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開 2 0 0 6 － 4 7 3 0 0 号公報

特許文献 2：特開平 1 1 － 2 1 1 5 9 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、良好な封止性及び感度を得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることが可能な静電容量型圧力センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明における静電容量型圧力センサは、シリコンからなる可動電極及び固定電極と、両電極間を接合する絶縁層と、を有して構成され、

前記可動電極は、前記固定電極との間に高さ方向への間隔を有して変位が可能な感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に位置し、前記固定電極と前記絶縁層を介して接合される周縁部と、を有し、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間の静電容量変化に基づき圧力検知が可能とされており、

前記可動電極は前記固定電極の外周側面よりも内側に形成されており、前記絶縁層は、前記周縁部と前記固定電極との間から前記固定電極の表面であって、少なくとも前記可動電極の周囲全周にはみ出して形成されていることを特徴とするものである。

[0008] 本発明では、絶縁層を、可動電極の周縁部と固定電極との間から固定電極の表面であって、少なくとも前記可動電極の周囲全周にはみ出して形成した。よって本発明では絶縁層の膜厚を薄くして感圧ダイヤフラムと固定電極間の高さ方向への間隔を小さくし、可動電極の周縁部と固定電極間に介在する絶縁層の幅を狭くしても、機械的な強度の高い絶縁層を固定電極と可動電極の周縁部間に介在させることができる。したがって、可動電極と固定電極間の封止性を向上させることができる。また、感圧ダイヤフラムと固定電極間の高さ方向への間隔を狭くでき、良好な感度を得ることができる。そして、可動電極の周縁部と固定電極間の絶縁層を介した対向面積を狭くでき、寄生容量を低くできる。以上により、本発明によれば、良好な封止性及び感度を

得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることができる。

[0009] なお特許文献2には、電極パッドを形成するために絶縁層を可動電極よりも外側に広がる固定電極の表面にまで延ばした断面図が掲載されているが（例えば特許文献2の図2参照）、可動電極を固定電極の外周側面の内側に形成して可動電極の周囲全周にまで絶縁層をはみ出して形成した構成は開示されていない。また特許文献2には、本発明における従来課題については何も記載されていない。

[0010] 本発明では、前記絶縁層は、前記周縁部と前記固定電極との間から、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域にかけて形成されることが好ましい。これにより、可動電極と固定電極間の封止性をより効果的に向上させることが可能である。

[0011] また本発明では、前記感圧ダイヤフラムは、前記周縁部よりも前記固定電極との対向面が前記固定電極から離れる方向に凹む薄肉部を有しており、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面から前記周縁部と前記固定電極間にかけて前記絶縁層が形成されていることが好ましい。

[0012] これにより、絶縁層を介した固定電極と可動電極の周縁部間の接合力を効果的に高めることができ、より効果的に封止性を高めることができる。

[0013] また本発明では、前記感圧ダイヤフラムの前記固定電極との対向面には、前記薄肉部の平面方向の内側に位置し前記固定電極に近づく方向に突出する凸部が形成されていることが好ましい。感圧ダイヤフラムと固定電極間の高さ方向の間隔をより狭めることができ感度をより効果的に向上させることができる。

[0014] また本発明では、前記固定電極の表面には、前記可動電極とともに第1端子部及び第2端子部が設けられ、前記第1端子部は、前記可動電極の前記周縁部から前記シリコン基板により一体となって引き出された部分を備えて前記固定電極と前記絶縁層を介して形成されており、前記第2端子部は、前記可動電極から分離され前記固定電極と前記絶縁層を介して形成された前記シリコン基板からなる分離層と、前記分離層及び前記絶縁層を貫通し前記固定

電極の表面に通じるコンタクトホール内に設けられ前記固定電極と電氣的に接続される電極パッドとを備えて形成されることが好ましい。これにより、簡単な構造で第1端子部及び第2端子部を形成できる。

[0015] また本発明では、前記固定電極の表面にはみ出した前記絶縁層は、前記可動電極の周囲に前記シリコン基板の不要部分が前記絶縁層を介して前記固定電極と接合された状態から前記不要部分を除去して露出したものであることが好ましい。これにより簡単且つ安定して、固定電極の延出表面の全域に絶縁層を残すことができる。

[0016] 上記において、前記絶縁層は、前記可動電極を構成する側の前記シリコン基板の表面を熱酸化したものであることが好ましい。これにより、可動電極の周縁部と固定電極間の接合力を効果的に向上させることができ高く且つ安定した封止性を得ることができる。

[0017] 本発明における静電容量型圧力センサは、

感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に広がる接合領域とを備える第1シリコン基板と、固定電極となる第2シリコン基板とを用意し、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間に高さ方向への間隔を空けた状態で、前記接合領域と、前記固定電極との間を絶縁層を介して接合する工程、

前記感圧ダイヤフラム及び、前記接合領域のうち、前記感圧ダイヤフラムの周縁部を、前記固定電極の外周側面よりも内側に残した状態で、前記接合領域の不要部分を除去し、このとき、前記固定電極の表面であって前記感圧ダイヤフラム及び前記周縁部からなる可動電極の周囲全周にまではみ出すように前記絶縁層を残す工程、

を有することを特徴とするものである。

[0018] 本発明では、可動電極を備える第1シリコン基板と、第2シリコン基板（固定電極）を絶縁層を介して接合した後、第1シリコン基板の不要部分を除去する工程により、絶縁層を、可動電極の周囲全周にはみ出して残している。このため、感圧ダイヤフラムと固定電極間の高さ方向への間隔を小さくし

、可動電極の周縁部と固定電極間に介在する絶縁層の幅を狭くしても、機械的な強度の高い絶縁層を固定電極と可動電極の周縁部間に介在させることができる。したがって、良好な封止性及び感度を得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることが可能な静電容量型圧力センサを製造することが可能である。

[0019] 本発明の静電容量型圧力センサの製造方法によれば、例えば特許文献 1 に示す構成に比べて、アライメントの許容範囲を広げることができ、製造工程を容易化できる。また本発明では特別な設備投資等が必要でなく製造コストの上昇を抑制できる。

[0020] また本発明では、前記絶縁層を、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域に残すことが好ましい。これにより、可動電極と固定電極間の封止性をより効果的に向上させることが可能である。

[0021] また本発明では、前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化して前記絶縁層を形成し、前記第 1 シリコン基板と前記第 2 シリコン基板とをシリコンフュージョンボンディングにより接合することが好ましい。これにより、簡単な工程で絶縁層の形成とともに封止性を向上させることができる。可動電極を備える第 1 シリコン基板側を熱酸化し、両シリコン基板間をシリコンフュージョンボンディングにより接合したことで、第 1 シリコン基板の不要部分を除去したときに、可動電極の周縁部の幅を狭くしても周縁部と絶縁層間の接合力（結合力）を十分に高い状態にでき、一方、固定電極と絶縁層間は広い接合面積を有しているため、優れた封止性を得ることができる。

[0022] また本発明では、前記感圧ダイヤフラムに、前記第 1 シリコン基板の表面を除去して凹ませた薄肉部を形成する工程、

前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化した後、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面に熱酸化による前記絶縁層が残るように、前記感圧ダイヤフラムの凹み表面の前記絶縁層を除去する工程、

を有することが好ましい。

[0023] これにより、絶縁層を介した固定電極と可動電極の周縁部間の接合力をより高めることができ、より効果的に封止性を高めることができる。

[0024] また本発明では、前記薄肉部を形成する際、前記薄肉部よりも平面方向の内側に前記凹み表面から突出する凸部を残すことが好ましい。

[0025] また本発明では、前記第1シリコン基板の不要部分を除去する際、前記可動電極とともに、前記固定電極の表面に、前記可動電極の前記周縁部から一体となって引き出された引き出し配線層と、前記可動電極から分離された分離層とを残し、

前記第1シリコン基板の不要部分を除去する工程の前後であって、前記第1シリコン基板と前記第2シリコン基板とを前記絶縁層を介して接合した工程以後に、前記分離層の位置に、前記分離層及び前記絶縁層を貫通して前記第2シリコン基板からなる前記固定電極の表面にまで通じるコンタクトホールを形成する工程、

前記引き出し配線層の表面及び前記コンタクトホール内に電極パッドを形成する工程、

を有することが好ましい。

[0026] これにより簡単な工程で、可動電極と同じ形成面側に、前記引き出し配線層及び電極パッドを備える第1端子部と、前記分離層及びコンタクトホール内に設けられた電極パッドを備える第2端子部とを形成できる。

発明の効果

[0027] 本発明の静電容量型圧力センサによれば、良好な封止性及び感度を得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の実施形態における静電容量型圧力センサの斜視図である。

[図2]図2は、図1のA-A線に沿って高さ方向に切断した本実施形態の静電容量型圧力センサの縦断面図である（ただし寸法比が図1と異なる）。

[図3]図3は、図2と異なる別の実施形態を示す静電容量型圧力センサの縦断

面図である。

[図4]図4は、本実施形態における別の静電容量型圧力センサの部分縦断面図である。

[図5]図5は、図1，図2に示す静電容量型圧力センサの製造工程を示す縦断面図である。

[図6]図6は、図5の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図7]図7は、図6の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図8]図8は、図7の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図9]図9は、図8の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図10]図10は、図9の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図11]図11は、図10の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図12]図12は、図11の次の工程を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図13]図13は、図1とは別の実施形態における静電容量型圧力センサの斜視図である。

[図14]図14は、図1，図13とは別の実施形態における静電容量型圧力センサの斜視図である。

[図15]図15は、実験で使用了した構造を示す静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図16]図16は、従来の静電容量型圧力センサの縦断面図である。

[図17]図17は、図16に示す絶縁層の幅及び厚さを大きくした従来の静電容量型圧力センサの縦断面図である。

発明を実施するための形態

- [0029] 図1は、本発明の実施形態における静電容量型圧力センサの斜視図、図2は、図1のA-A線に沿って高さ方向に切断した本実施形態の静電容量型圧力センサの縦断面図である。なお図2は図1に対して寸法比を変えて図示した。
- [0030] 図1、図2に示す静電容量型圧力センサ10は、シリコン基板からなる可動電極11及び固定電極12と、可動電極11と固定電極12間を接合する絶縁層13とを有して構成される。
- [0031] 図1、図2に示すように、可動電極11は、固定電極12と高さ方向（Z）への間隔15を有して高さ方向への変位が可能な感圧ダイヤフラム14と、感圧ダイヤフラム14の周囲に位置し、固定電極12と絶縁層13を介して接合される周縁部16とを有して構成される（図1に示す感圧ダイヤフラム14と周縁部16との間の点線は両者間の境界を示し、便宜上図示したものである）。
- [0032] 感圧ダイヤフラム14に高さ方向（Z）から圧力が作用すると、感圧ダイヤフラム14が高さ方向に変位する。これにより感圧ダイヤフラム14と固定電極12間の静電容量が変化する。したがって静電容量変化に基づいて圧力を検出することが可能である。
- [0033] 図2に示すように感圧ダイヤフラム14は、周縁部16よりも固定電極12との対向面14aが、固定電極12から離れる方向（Z1）に凹む薄肉部17を有している。また、感圧ダイヤフラム14の中央には、対向面14aが薄肉部17よりも固定電極12に近づく方向（Z2）に突出する凸部18が形成されている。すなわち図2に示す感圧ダイヤフラム14は略中央に凸部18があり、その周囲に対向面14aが凹んだ薄肉部17が形成された構造である。図2の構成は一例であり、例えば凸部18を複数個、形成することも可能である。図2に示すように感圧ダイヤフラム14に薄肉部17を設けることで、感圧ダイヤフラム14を高さ方向（Z）に変位させやすい。また薄肉部17よりも固定電極12に近づく方向に突出する凸部18を設けた

ことで、感圧ダイヤフラム 1 4 と固定電極 1 2 間の間隔 1 5 が、前記凸部 1 8 の位置で狭くなる。静電容量は電極間の距離に反比例するため、間隔 1 5 を狭くすることで、感圧ダイヤフラム 1 4 が高さ方向に変位した際の静電容量変化に基づく出力変化を大きくでき感度を上げることが可能になる。

[0034] 図 1 に示すように感圧ダイヤフラム 1 4 は平面形状が略円形状であり、ほぼ固定電極 1 2 の中央に位置しているが、感圧ダイヤフラム 1 4 及び周縁部 1 6 を有してなる可動電極 1 1 が固定電極 1 2 の外周側面 1 2 a よりも内側に形成されれば、形状、位置、及び大きさを限定するものではない。なお可動電極 1 1 の大きさについては、後述の実験結果によると、大きくなるほど寄生容量が増加することがわかったため、出力特性や製造効率等を考慮して可動電極 1 1 をできる限り小さく形成することで寄生容量を低減できる。

[0035] 上記のように、可動電極 1 1 は、固定電極 1 2 の外周側面 1 2 a よりも内側に形成されるため、可動電極 1 1 の周囲に固定電極 1 2 の延出表面 2 0 が広がっている。

[0036] 図 1、図 2 に示す絶縁層 1 3 はほぼ一定の膜厚により形成される。特に後述するように絶縁層 1 3 を熱酸化で形成するため、絶縁層 1 3 を一定厚で形成しやすい。絶縁層 1 3 の膜厚は、0.5～2.0 μm 程度である。

[0037] 図 2 に示すように、絶縁層 1 3 は、感圧ダイヤフラム 1 4 と固定電極 1 2 との間には形成されていない。図 2 に示すように絶縁層 1 3 は、可動電極 1 1 の周縁部 1 6 と固定電極 1 2 間に介在し、可動電極 1 1 と固定電極 1 2 間を接合している。

[0038] さらに図 1、図 2 に示すように、本実施形態の絶縁層 1 3 は、固定電極 1 2 の延出表面 2 0 の全域に形成されている。

[0039] 本実施形態では、これにより、絶縁層 1 3 の膜厚を薄くして感圧ダイヤフラム 1 4 と固定電極 1 2 間の高さ方向 (z) への間隔 1 5 を小さくし、可動電極 1 1 の周縁部 1 6 と固定電極 1 2 間に介在する絶縁層 1 3 の幅 (図 2 の T1) を狭くしても、絶縁層 1 3 を固定電極 1 2 の延出表面 2 0 の全域にまで形成したため、機械的な強度の高い絶縁層 1 3 を固定電極 1 2 と可動電極

11の周縁部16との間に介在させることが可能である。したがって、可動電極11と固定電極12間の封止性を向上させることができる。また、感圧ダイヤフラム14と固定電極12間の高さ方向(Z)への間隔15を狭くでき、良好な感度を得ることができる。そして、可動電極11の周縁部16と固定電極12間の絶縁層13を介した対向面積を狭くでき、寄生容量を低くできる。以上により、本実施形態によれば、良好な封止性及び感度を得ることができるとともに、寄生容量を低く抑えることができる。

[0040] 絶縁層13の幅寸法T1は、薄肉部17の幅寸法T6より小さいことが好ましい。薄肉部17の幅寸法T6も寄生容量に寄与し、幅寸法T6が小さいほど寄生容量を小さくできる。薄肉部17の幅寸法T6は、寄生容量や出力特性等を考慮して決められる。一方、絶縁層13の幅寸法T1も小さいほど寄生容量を小さくできる。このとき、絶縁層13の幅寸法T1を固定値にして、薄肉部17の幅寸法T6を変化させた場合と、薄肉部17の幅寸法T6（最小幅寸法で規定）を固定値して、絶縁層13の幅寸法T1を変化させた場合とでは、後者のほうが前者よりも寄生容量の変動が大きい。すなわち、絶縁層13の幅寸法T1をより小さくしたほうが、寄生容量を効果的に小さくできる。

[0041] 図2に示すように、絶縁層13は、薄肉部17と周縁部16との間に位置する側壁面17aから周縁部16と固定電極12との間にかけて形成されることが好ましい。このように絶縁層13が感圧ダイヤフラム14の内側までやや入り込むことで、絶縁層13を介した固定電極12と可動電極11の周縁部16間の接合力を効果的に高めることができ、より効果的に封止性を高めることができる。また側壁面17aは図2のように傾斜していてもあるいは、垂直面であってもよい。

[0042] 図1、図2に示すように、可動電極11と同じ形成面側であって延出表面20には第1端子部22及び第2端子部23が形成されている。第1端子部22は、可動電極11の周縁部16からシリコン基板により一体になって引き出された引き出し配線層24と、引き出し配線層24の先端部24aの表

面 24b に形成された第 1 電極パッド 25 とを有して構成される。また、第 2 端子部 23 は、可動電極 11 から分離し絶縁層 13 の表面に形成された分離層 26 と、分離層 26 及び絶縁層 13 を貫通し固定電極 12 の表面に通じるコンタクトホール 27 内に設けられ固定電極 12 と電氣的に接続される第 2 電極パッド 28 とを有して形成される。電極パッド 25, 28 は、Al、Au 等の金属層を蒸着、スパッタ、めっき等で形成したものである。

[0043] 各端子部 22, 23 を固定電極 12 の裏面側から出すことも可能であるが、その場合には新たに固定電極 12 の裏面に絶縁層が必要になるため、固定電極 12 の延出表面 20 の全域に広がって形成された絶縁層 13 を利用して各端子部 22, 23 を形成することで、簡単な構造で、各端子部 22, 23 を形成することが出来る。

[0044] 本実施形態では、後述する静電容量型圧力センサ 10 の製造方法で説明するように、固定電極 12 の延出表面 20 の全域に形成された絶縁層 13 は、可動電極 11 の周囲にシリコン基板の不要部分が絶縁層 13 を介して固定電極 12 と接合された状態から前記不要部分を除去して露出したものである。かかる場合、絶縁層 13 は可動電極 11 を構成する側のシリコン基板の前記固定電極 12 との対向面を熱酸化したものであることが好適である。後述するように本実施形態では、一方のシリコン基板の表面を熱酸化した状態で、二つのシリコン基板間をシリコンフュージョンボンディングにより接合している。このような構成により、絶縁層 13 の形成が容易化し、さらに可動電極 11 の周縁部 16 の固定電極 12 との対向面に形成された絶縁層 13 は前記対向面を熱酸化したものであるから、絶縁層 13 の幅寸法 T1 (図 2 参照) が狭くなっても絶縁層 13 と周縁部 16 との接合力 (結合力) は強く、一方、シリコンフュージョンボンディングにより接合された絶縁層 13 と固定電極 12 との間は、接合面積が広いため十分な接合力を得ることができる。したがって、固定電極 12 と可動電極 11 の周縁部 16 間の接合力を十分に高めることが可能であり、より効果的に封止性を高めることが可能である。

[0045] 図 3 に示す静電容量型圧力センサでは、図 2 と異なって、感圧ダイヤフラ

ム 1 4 の全体が図 2 での薄肉部 1 7 であり、図 2 に示す凸部 1 8 が形成されていない。また、図 3 に示す静電容量型圧力センサでは、図 2 と異なって、薄肉部 1 7 と周縁部 1 6 との間の側壁面 1 7 a に絶縁層 1 3 が形成されていない。図 3 に示す静電容量型圧力センサも本発明の一形態であるが、図 2 のほうが、感圧ダイヤフラム 1 4 に凸部 1 8 があることでより効果的に間隔 1 5 を狭くでき、感度を向上させることができ、また絶縁層 1 3 が側壁面 1 7 a まで延びることで、絶縁層 1 3 と周縁部 1 6 間の接合力（あるいは結合力）が増し、封止性を向上させることが可能である。

[0046] また、感圧ダイヤフラム 1 4 が高さ方向に変位し、且つ感圧ダイヤフラム 1 4 と固定電極 1 2 間の間隔 1 5 が感圧ダイヤフラム 1 4 の最大変位量以上あれば、図 4 のように、感圧ダイヤフラム 1 4 と周縁部 1 6 とを一定厚で形成することも可能である。

[0047] 図 3、図 4 の各実施形態においても図 2 と同様に、固定電極 1 2 と可動電極 1 1 の周縁部 1 6 との間を接合する絶縁層 1 3 が固定電極 1 2 の延出表面 2 0 の全域にまで形成されている。

[0048] 固定電極 1 2 の表面 1 2 b（可動電極 1 1 との対向面；図 2 参照）であって感圧ダイヤフラム 1 4 と対向する位置に凹部を設けることも可能であるが、かかる場合、可動電極 1 1 と固定電極 1 2 間のアライメントの許容範囲が小さくなるため、固定電極 1 2 の表面 2 0 a は平坦面であることが好ましい。

[0049] また、本実施形態では、絶縁層 1 3 が固定電極 1 2 の延出表面 2 0 の全域に形成されたことを特徴点とし、ここで「全域」とは、延出表面 2 0 の全ての領域、すなわち平面視にて固定電極 1 2 が見えない状態であることが望ましいが、絶縁層 1 3 が可動電極 1 1 の全外周から外方にはみ出しており、このとき、多少、延出表面 2 0 の例えば角付近に絶縁層 1 3 の無い部分があったり、あるいは図 1 3 に示すように、固定電極 1 2 の外周に沿って絶縁層 1 3 が形成されておらず、絶縁層 1 3 の外周が前記固定電極 1 2 の外周より一回り小さい形態であっても、「全域」と定義する。また、延出表面 2 0 の 9

0%以上の領域が絶縁層13で覆われていれば全域と判断する。絶縁層13を固定電極12の外周に沿ってから削除すると、プロセスは増加するが、後でダイシングする際に絶縁層13のチッピング等を防止することができる。このような問題が無ければ、絶縁層13が固定電極12の延出表面20の表面全体に設けた方がプロセスもその分少なくなるため、好ましい。

[0050] また形態によっては、固定電極12の外周に低い段差を設けるなどして、もともと絶縁層13の形成が成されない領域があれば、その領域は「延出表面20」に含まれない。

[0051] また図14に示すように、絶縁層13が可動電極12の周囲全周に沿ってはみ出しており、固定電極12の延出表面20の全域を覆っていない状態であってもよい。図14では、絶縁層13は、各端子部22, 23の周囲全周にもはみ出している。

[0052] 図14に示す実施形態であっても、固定電極12と可動電極11間の封止性を従来に比べて向上させることができる。なお、固定電極12の延出表面20の全域に絶縁層13を設けたほうが、より効果的に封止性を向上させることができるし、また製造プロセスも楽である。

[0053] 図5ないし図12を用いて図1, 図2に示す本実施形態の静電容量型圧力センサの製造方法について説明する。

[0054] 図5に示す工程では、第1シリコン基板30の表面30aにレジスト層31をパターン形成し、レジスト層31に覆われていない表面30aを、RIEなどのイオンエッチング手段により一定厚だけ削り込む。これにより表面30aに凹部32を形成できる。第1シリコン基板30は後に可動電極11となる側の基板であり、表面20aは固定電極12との対向面側である。そして凹部32を形成した部分は将来、感圧ダイヤフラム14の薄肉部17となる部分である。図5では、凹部32をリング状で形成し、凹部32の中心部分30bを削らずに残したが、この中心部分30bが、感圧ダイヤフラム14の凸部18となる。

[0055] 図6に示す工程では、図5のレジスト層31を除去した後、第1シリコン

基板 30 の表面を熱酸化する。これにより、第 1 シリコン基板 30 の表面 30 a 及び裏面 30 c 側も熱酸化による絶縁層 (SiO_2) 33, 34 が形成される。第 1 シリコン基板 30 の表面 30 a に形成される絶縁層 33 は、表面 30 a の凹凸に倣ってほぼ一定厚で形成できる。なお図 6 では図示を省略したが、実際には第 1 シリコン基板 30 の側面も熱酸化され、最終的に前記側面は除去される。

[0056] 次に図 7 に示す工程では、第 1 シリコン基板 30 の表面 30 a に形成された絶縁層 33 上にレジスト層 35 を形成し、レジスト層 35 に覆われていない絶縁層 33 をイオンエッチング等の既存方法で除去する。図 7 に示す点線部分の絶縁層 33 が除去される。レジスト層 35 を、後に感圧ダイヤフラム 14 となる表面に形成しない。また、図 7 に示すように、凹部 32 の外周に位置する側壁面 32 a、後に、感圧ダイヤフラム 14 の薄肉部 17 と周縁部 16 との間の側壁面 17 a となる部分に一部、絶縁層 33 が残るように、レジスト層 35 の形状やエッチング条件を規制する。例えばレジスト層 35 の内側側面 35 a を、凹部 32 の側壁面 32 a と高さ方向でやや重なるか、あるいは側壁面 32 a の上端部 32 a 1 と高さ方向で一致するように調整することで、レジスト層 35 の内側側面 35 a が壁になってその近辺の絶縁層 33 は削られにくく、側壁面 32 a 上に絶縁層 33 を残すことができる。

[0057] 絶縁層 33 が残された部分が、次工程で第 2 シリコン基板 40 (固定電極) と接合される接合領域である。

[0058] なお図 8 以降、残された絶縁層 33 を図 2 で使用した絶縁層 13 として説明する。

図 8 の工程では、図 7 のレジスト層 35 を除去した後、図 7 の第 1 シリコン基板 30 をひっくり返し、第 1 シリコン基板 30 の凹部 32 及び絶縁層 13 が形成された側を固定電極 12 となる第 2 シリコン基板 40 上に当接させる。そして両シリコン基板 30, 40 間をシリコンフュージョンボンディングにより接合する。シリコンフュージョンボンディングはシリコン直接接合の一種であり、例えば熱酸化による絶縁層 13 を備える第 1 シリコン基板 3

0と、シリコン基板40とを水素結合により貼り合わせた後、加熱処理してSi-O-Siにより接合する技術である。熱処理温度としては、700～1100℃程度で、熱処理時間は、1時間以上とする。

[0059] 次に図9の工程では、第1シリコン基板30及び第2シリコン基板40の双方を所定厚にまで切削加工等により削り込む。点線部分が削り込まれたシリコン基板を示す。これにより所定厚の固定電極12が完成する。以降、第2シリコン基板40を固定電極12として説明する。

[0060] 図10に示す工程では、第1シリコン基板30の表面にレジスト層41を形成し、レジスト層41に覆われていない、第1シリコン基板30及び絶縁層13をディープRIE等のイオンエッチング技術を用いて削り込み、固定電極12の表面にまで通じるコンタクトホール27を形成する。

[0061] ここでコンタクトホール27の形成位置は、後に図1、図2に示す分離層26となる部分である。

[0062] そして前記レジスト層41を除去して新たなレジスト層（図示しない）を設けたり、あるいはレジスト層41をそのまま利用して、コンタクトホール27内にA1等の金属層からなる第2電極パッド28をスパッタ、蒸着、あるいはめっき等の既存方法により形成する。またこのとき、図1に示す第1電極パッド25も引き出し配線層24の先端部24aとなる表面に形成する。

[0063] 次に図12に示す工程では、第1シリコン基板30の表面にレジスト層42を形成し、レジスト層42に覆われていない第1シリコン基板30をRIE等のイオンエッチング技術を用いて除去する。レジスト層42の平面パターンは、図1に示す可動電極11、引き出し配線層24及び分離層26の平面形状である。第1シリコン基板30を削り込むとき、絶縁層13まで除去されないように選択的なエッチング処理を行うことが必要である。

[0064] また図12の工程では、可動電極11が、固定電極12の外周側面12aよりも内側に形成されるように、第1シリコン基板30を削り込む。

[0065] これにより可動電極11の周囲に広がる固定電極12の延出表面20の全

域に絶縁層 13 を残すことが出来る。

[0066] 可動電極 11 は、高さ方向に変位可能な感圧ダイヤフラム 14 とその周囲の周縁部 16 とを有し、周縁部 16 と固定電極 12 との間が絶縁層 13 により接合されている。

[0067] 図 12 の工程で、できる限り（可能な範囲で）可動電極 11 の幅 T2 を狭めることで寄生容量を低減でき、一方、絶縁層 13 は、固定電極 12 の延出表面 20 の全域に残されるので、絶縁層 13 の機械的な強度を十分に保つことができ、可動電極 11 と固定電極 12 間の封止性を効果的に高めることができる。

[0068] また図 6 工程に示したように本実施形態では可動電極 11 を形成する第 1 シリコン基板 30 の表面を熱酸化して絶縁層 33 を形成し、図 7 工程で、感圧ダイヤフラム 14 の部分の絶縁層 33 を除去した後、図 8 工程で、第 1 シリコン基板 30 と第 2 シリコン基板 40 とをシリコンフュージョンボンディングにより接合している。これにより図 12 の工程で、第 1 シリコン基板 30 の不要部分を除去したときに、可動電極 11 の周縁部 16 の幅が狭くなっても、周縁部 16 と絶縁層 13 との接合力（結合力）は十分に高く、一方、固定電極 12 と絶縁層 13 間は広い接合面積を有しているため、絶縁層 13 を介した可動電極 11 と固定電極 12 間の接合力を効果的に高めることができ、封止性を向上させることが可能である。

[0069] 特に図 7 で説明したように、絶縁層 33 を側壁面 32a、後に、感圧ダイヤフラム 14 の薄肉部 17 と周縁部 16 との間の側壁面 17a となる部分に一部、残すことで、図 12 の状態で、固定電極 12 と可動電極 11 間の絶縁層 13 を介した接合力をより高めることができ、より効果的に封止性を向上させることが可能になる。

[0070] また本実施形態では、図 8 工程における両シリコン基板 30、40 の貼り合わせの際にアライメントが必要であるものの、第 2 シリコン基板 40 の全体が固定電極 12 であるから、例えば特許文献 1 に示す構造に比べて、両シリコン基板 30、40 間のアライメントの許容範囲を広げることができ、製

造工程を容易化できる。また本実施形態では、特別な設備投資等が必要でなく製造コストの上昇を抑制することができる。

実施例

[0071] 図 15 に示す静電容量型圧力センサを作製した。符号 50 が感圧ダイヤフラム 50 であり、符号 50a がリング状の薄肉部であり、符号 50b 薄肉部 50a の中心に位置する凸部 50b である。符号 51 が感圧ダイヤフラム 50 の周囲に位置する周縁部である。符号 52 が固定電極である。符号 53 が絶縁層である。絶縁層 53 は、周縁部 51 に熱酸化により形成されたものであり、膜厚は約 $0.8 \mu\text{m}$ であった。そして可動電極と固定電極とをシリコンフュージョンボンディングにより接合した。

[0072] 実験では、凸部 50b の幅寸法（直径）T3 を $350 \mu\text{m}$ 、 $400 \mu\text{m}$ 、 $500 \mu\text{m}$ 、及び $600 \mu\text{m}$ と変化させ、薄肉部 50a の幅寸法 T4、及び絶縁層 53（周縁部 51 の幅は絶縁層 53 よりも $5 \mu\text{m}$ 大きい）の幅寸法 T5 を夫々、 $10 \mu\text{m}$ 、 $30 \mu\text{m}$ 、 $50 \mu\text{m}$ 、 $70 \mu\text{m}$ と変化させ、寄生容量（pF）を測定した。

その実験結果を下記の表 1 に示す。

[0073] [表1]

[表 1]																	
T3		350				400				500				600			
T5	T4	10	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70
	10	3.28	3.36	3.45	3.55	3.56	3.65	3.76	3.88	4.25	4.37	4.51	4.66	5.12	5.27	5.44	5.62
	30	4.29	4.47	4.67	4.87	4.70	4.90	5.11	5.33	5.65	5.88	6.13	6.38	6.78	7.05	7.32	7.60
	50	5.40	5.69	5.99	6.30	5.94	6.25	6.57	6.90	7.16	7.50	7.85	8.21	8.56	8.93	9.30	9.70
	70	6.62	7.01	7.42	7.84	7.30	7.71	8.13	8.57	8.78	9.22	9.68	10.14	10.44	10.91	11.40	11.89

[0074] 薄肉部 50a の幅寸法 T4 及び、及び絶縁層 53 の幅寸法 T5 を一定として、凸部 50b の幅寸法（直径）T3 を小さくしていくと、寄生容量は小さくなることがわかった。

[0075] また、凸部 50b の幅寸法（直径）T3 及び薄肉部 50a の幅寸法 T4 を一定として、絶縁層 53 の幅寸法 T5 を小さくしていくと、寄生容量は小さくなることがわかった。

[0076] また、凸部 50b の幅寸法（直径）T3 及び絶縁層 53 の幅寸法 T5 を一定として、薄肉部 50a の幅寸法 T4 を小さくしていくと、寄生容量は小さ

くなることがわかった。

[0077] ただし、絶縁層 5 3 の幅寸法 T 5 を小さくしたほうが、薄肉部 5 0 a の幅寸法 T 4 を同じように小さくするよりも効果的に、寄生容量を小さくできることがわかった。

[0078] 実験結果を踏まえて、凸部 5 0 b の幅寸法（直径）T 3 及び薄肉部 5 0 a の幅寸法 T 4 を、出力特性等を考慮して限界まで小さく形成し、可能な限り絶縁層 5 3 の幅寸法 T 5 を、薄肉部 5 0 a の幅寸法 T 4 以下に小さく形成することで、効果的に寄生容量を低減でき、さらに、本実施形態では、可動電極の周囲に広がる固定電極の延出表面に絶縁層を残すことで封止性を向上させた。

符号の説明

- [0079] 1 0 静電容量型圧力センサ
- 1 1 可動電極
- 1 2 固定電極
- 1 3、3 3、5 3 絶縁層
- 1 4、5 0 感圧ダイヤフラム
- 1 5 間隔
- 1 6 周縁部
- 1 7、5 0 a 薄肉部
- 1 7 a 側壁面
- 1 8、5 0 b 凸部
- 2 0 延出表面
- 2 2、2 3 端子部
- 2 4 引き出し配線層
- 2 5、2 8 電極パッド
- 2 6 分離層
- 2 7 コンタクトホール
- 3 0 第 1 シリコン基板

3 1、3 5、4 1、4 2 レジスト層

3 2 凹部

4 0 第2シリコン基板

請求の範囲

- [請求項1] シリコンからなる可動電極及び固定電極と、両電極間を接合する絶縁層と、を有して構成され、
- 前記可動電極は、前記固定電極との間に高さ方向への間隔を有して変位が可能な感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に位置し、前記固定電極と前記絶縁層を介して接合される周縁部と、を有し、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間の静電容量変化に基づき圧力検知が可能とされており、
- 前記可動電極は前記固定電極の外周側面よりも内側に形成されており、前記絶縁層は、前記周縁部と前記固定電極との間から前記固定電極の表面であって、少なくとも前記可動電極の周囲全周にはみ出して形成されていることを特徴とする静電容量型圧力センサ。
- [請求項2] 前記絶縁層は、前記周縁部と前記固定電極との間から、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域にかけて形成される請求項 1 記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項3] 前記感圧ダイヤフラムは、前記周縁部よりも前記固定電極との対向面が前記固定電極から離れる方向に凹む薄肉部を有しており、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面から前記周縁部と前記固定電極間にかけて前記絶縁層が形成されている請求項 1 又は 2 に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項4] 前記感圧ダイヤフラムの前記固定電極との対向面には、前記薄肉部の平面方向の内側に位置し前記固定電極に近づく方向に突出する凸部が形成されている請求項 3 記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項5] 前記固定電極の表面には、前記可動電極とともに第 1 端子部及び第 2 端子部が設けられ、前記第 1 端子部は、前記可動電極の前記周縁部から前記シリコン基板により一体となって引き出された部分を備えて前記固定電極と前記絶縁層を介して形成されており、前記第 2 端子部

は、前記可動電極から分離され前記固定電極と前記絶縁層を介して形成された前記シリコン基板からなる分離層と、前記分離層及び前記絶縁層を貫通し前記固定電極の表面に通じるコンタクトホール内に設けられ前記固定電極と電氣的に接続される電極パッドとを備えて形成される請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項6] 前記固定電極の表面にはみ出した前記絶縁層は、前記可動電極の周囲に前記シリコン基板の不要部分が前記絶縁層を介して前記固定電極と接合された状態から前記不要部分を除去して露出したものである請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項7] 前記絶縁層は、前記可動電極を構成する側の前記シリコン基板の表面を熱酸化したものである請求項 6 記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項8] 感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に広がる接合領域とを備える第 1 シリコン基板と、固定電極となる第 2 シリコン基板とを用意し、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間に高さ方向への間隔を空けた状態で、前記接合領域と、前記固定電極との間を絶縁層を介して接合する工程、

前記感圧ダイヤフラム及び、前記接合領域のうち、前記感圧ダイヤフラムの周縁部を、前記固定電極の外周側面よりも内側に残した状態で、前記接合領域の不要部分を除去し、このとき、前記固定電極の表面であって前記感圧ダイヤフラム及び前記周縁部からなる可動電極の周囲全周にまではみ出すように前記絶縁層を残す工程、

を有することを特徴とする静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項9] 前記絶縁層を、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域に残す請求項 8 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項10] 前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化して前記絶縁層を形成し、前記第 1 シリコン基板と前記第 2 シリコン基板とをシリコンフュージョ

ンボンディングにより接合する請求項 8 又は 9 に記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項11] 前記感圧ダイヤフラムに、前記第 1 シリコン基板の表面を除去して凹ませた薄肉部を形成する工程、

前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化した後、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面に熱酸化による前記絶縁層が残るように、前記感圧ダイヤフラムの凹み表面の前記絶縁層を除去する工程、

を有する請求項 10 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項12] 前記薄肉部を形成する際、前記薄肉部よりも平面方向の内側に前記凹み表面から突出する凸部を残す請求項 11 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項13] 前記第 1 シリコン基板の不要部分を除去する際、前記可動電極とともに、前記固定電極の表面に、前記可動電極の前記周縁部から一体となって引き出された引き出し配線層と、前記可動電極から分離された分離層とを残し、

前記第 1 シリコン基板の不要部分を除去する工程の前後であって、前記第 1 シリコン基板と前記第 2 シリコン基板とを前記絶縁層を介して接合した工程以後に、前記分離層の位置に、前記分離層及び前記絶縁層を貫通して前記第 2 シリコン基板からなる前記固定電極の表面にまで通じるコンタクトホールを形成する工程、

前記引き出し配線層の表面及び前記コンタクトホール内に電極パッドを形成する工程、

を有する請求項 8 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

補正された請求の範囲
[2012年9月7日(07.09.2012)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) シリコンからなる可動電極及び固定電極と、両電極間を接合する絶縁層と、を有して構成され、
- 前記可動電極は、前記固定電極との間に高さ方向への間隔を有して変位が可能な感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に位置し、前記固定電極と前記絶縁層を介して接合される周縁部と、を有し、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間の静電容量変化に基づき圧力検知が可能とされており、
- 前記可動電極は前記固定電極の外周側面よりも内側に形成されており、前記絶縁層は、前記周縁部と前記周縁部に前記高さ方向で対向する前記固定電極との間から前記可動電極の外側に位置する前記固定電極の表面であって、少なくとも前記可動電極の周囲全周にはみ出して形成されており、
- 前記周縁部の内側に位置する前記感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムと前記高さ方向で対向する前記固定電極との間には前記絶縁層が形成されておらず、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極とが前記高さ方向で前記間隔を空けて対向していることを特徴とする静電容量型圧力センサ。
- [請求項 2] 前記絶縁層は、前記周縁部と前記固定電極との間から、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域にかけて形成される請求項 1 記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項 3] 前記感圧ダイヤフラムは、前記周縁部よりも前記固定電極との対向面が前記固定電極から離れる方向に凹む薄肉部を有しており、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面から前記周縁部と前記固定電極間にかけて前記絶縁層が形成されている請求項 1 又は 2 に記載の静電容量型圧力センサ。
- [請求項 4] 前記感圧ダイヤフラムの前記固定電極との対向面には、前記薄肉部の平面方向の内側に位置し前記固定電極に近づく方向に突出する

凸部が形成されている請求項 3 記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項 5] 前記固定電極の表面には、前記可動電極とともに第 1 端子部及び第 2 端子部が設けられ、前記第 1 端子部は、前記可動電極の前記周縁部から前記シリコン基板により一体となって引き出された部分を備えて前記固定電極と前記絶縁層を介して形成されており、前記第 2 端子部は、前記可動電極から分離され前記固定電極と前記絶縁層を介して形成された前記シリコン基板からなる分離層と、前記分離層及び前記絶縁層を貫通し前記固定電極の表面に通じるコンタクトホール内に設けられ前記固定電極と電気的に接続される電極パッドとを備えて形成される請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項 6] 前記固定電極の表面にはみ出した前記絶縁層は、前記可動電極の周囲に前記シリコン基板の不要部分が前記絶縁層を介して前記固定電極と接合された状態から前記不要部分を除去して露出したものである請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項 7] 前記絶縁層は、前記可動電極を構成する側の前記シリコン基板の表面を熱酸化したものである請求項 6 記載の静電容量型圧力センサ。

[請求項 8] (補正後) 感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムの周囲に広がる接合領域とを備える第 1 シリコン基板と、固定電極となる第 2 シリコン基板とを用意し、前記接合領域と前記接合領域に高さ方向で対向する前記固定電極との間を、絶縁層を介して接合するとともに、前記接合領域の内側に位置する前記感圧ダイヤフラムと、前記感圧ダイヤフラムに前記高さ方向で対向する前記固定電極との間には前記絶縁層を形成しないで、前記感圧ダイヤフラムと前記固定電極との間に前記高さ方向への間隔を空ける工程、

前記感圧ダイヤフラム及び、前記接合領域のうち前記感圧ダイヤフラムの周縁部を、前記固定電極の外周側面よりも内側に残した状態で、前記接合領域の不要部分を除去し、このとき、前記感圧ダイ

ヤフラム及び前記周縁部からなる前記可動電極の外側に位置する前記固定電極の表面であって前記可動電極の周囲全周にまではみ出すように前記絶縁層を残す工程、

を有することを特徴とする静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項 9] 前記絶縁層を、前記固定電極の外周側面と前記可動電極の周囲との間に位置する前記固定電極の延出表面の全域に残す請求項 8 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項 10] 前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化して前記絶縁層を形成し、前記第 1 シリコン基板と前記第 2 シリコン基板とをシリコンフュージョンボンディングにより接合する請求項 8 又は 9 に記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項 11] 前記感圧ダイヤフラムに、前記第 1 シリコン基板の表面を除去して凹ませた薄肉部を形成する工程、

前記第 1 シリコン基板の表面を熱酸化した後、前記薄肉部と前記周縁部との間の側壁面に熱酸化による前記絶縁層が残るように、前記感圧ダイヤフラムの凹み表面の前記絶縁層を除去する工程、

を有する請求項 10 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項 12] 前記薄肉部を形成する際、前記薄肉部よりも平面方向の内側に前記凹み表面から突出する凸部を残す請求項 11 記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

[請求項 13] 前記第 1 シリコン基板の不要部分を除去する際、前記可動電極とともに、前記固定電極の表面に、前記可動電極の前記周縁部から一体となって引き出された引き出し配線層と、前記可動電極から分離された分離層とを残し、

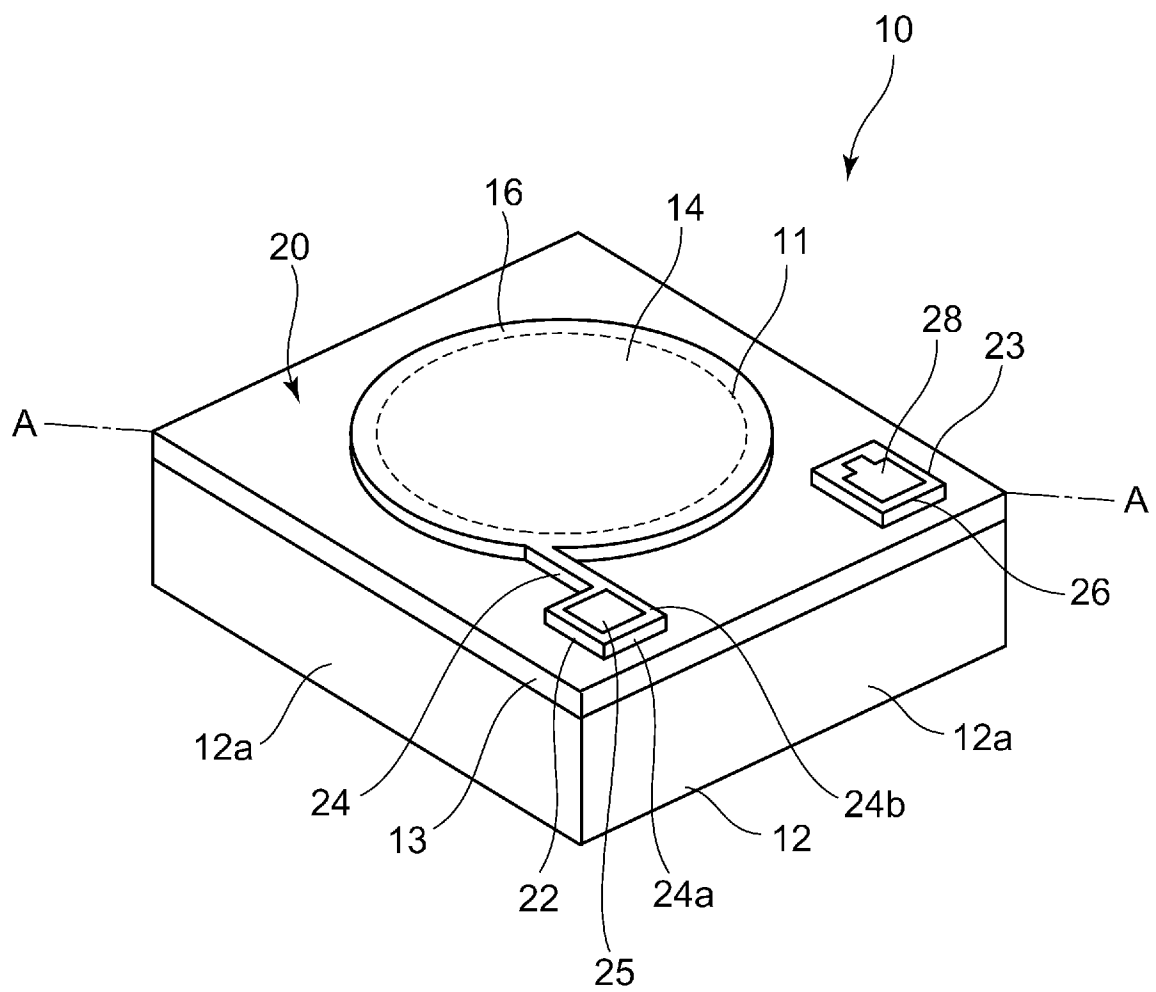
前記第 1 シリコン基板の不要部分を除去する工程の前後であって、前記第 1 シリコン基板と前記第 2 シリコン基板とを前記絶縁層を介して接合した工程以後に、前記分離層の位置に、前記分離層及び前記絶縁層を貫通して前記第 2 シリコン基板からなる前記固定電極の表面にまで通じるコンタクトホールを形成する工程、

前記引き出し配線層の表面及び前記コンタクトホール内に電極パッドを形成する工程、

を有する請求項 8 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の静電容量型圧力センサの製造方法。

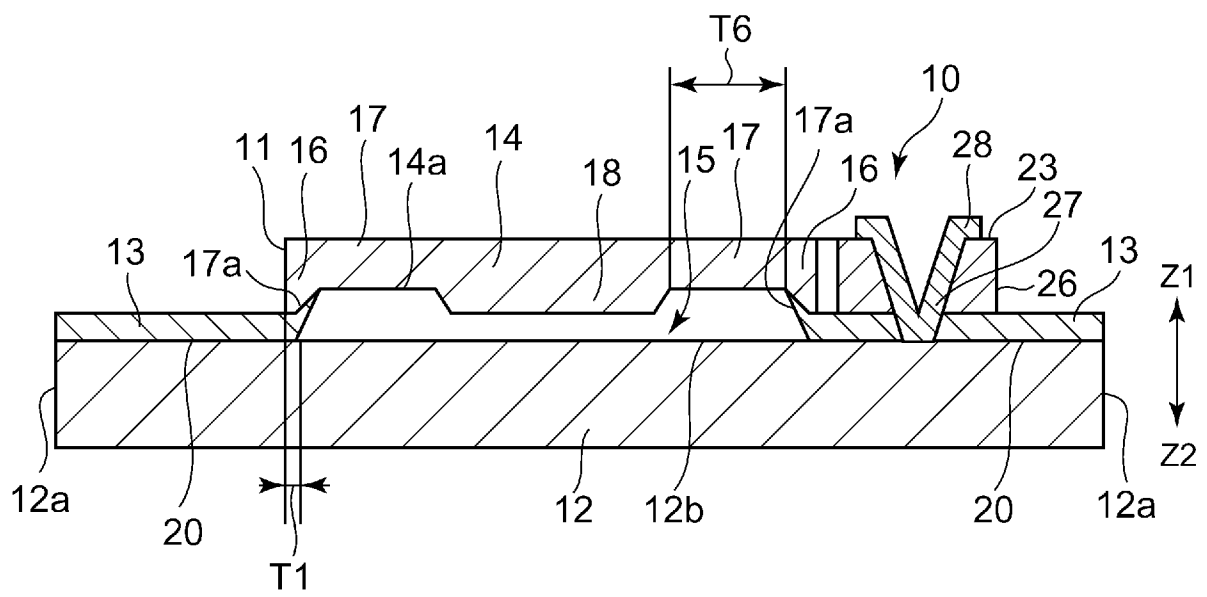
[図1]

図1



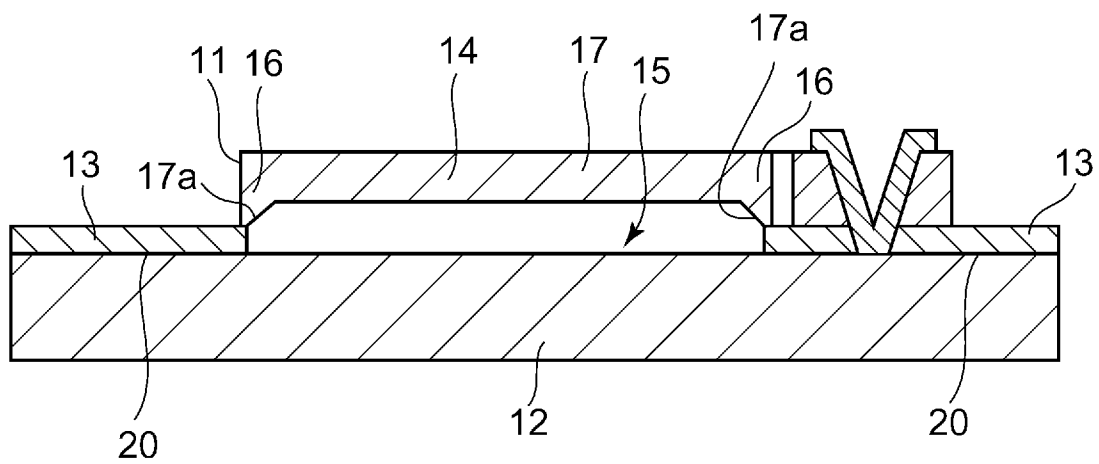
[図2]

図2



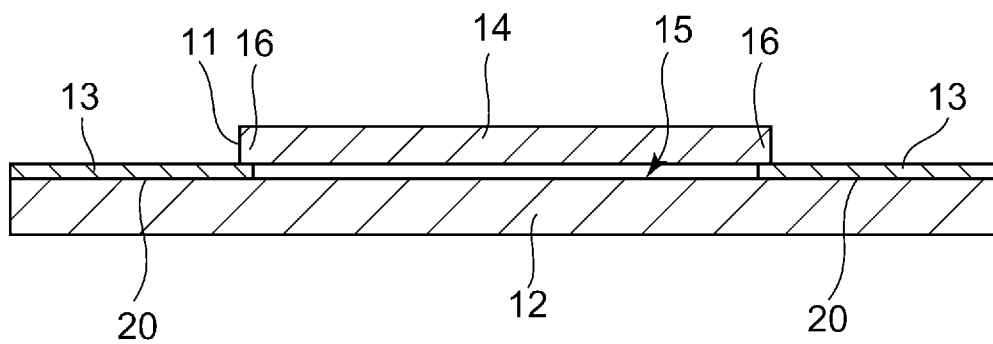
[図3]

図3

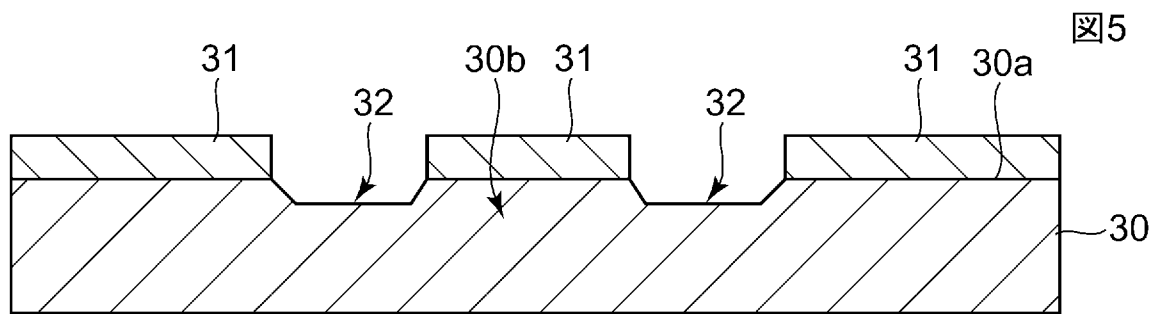


[図4]

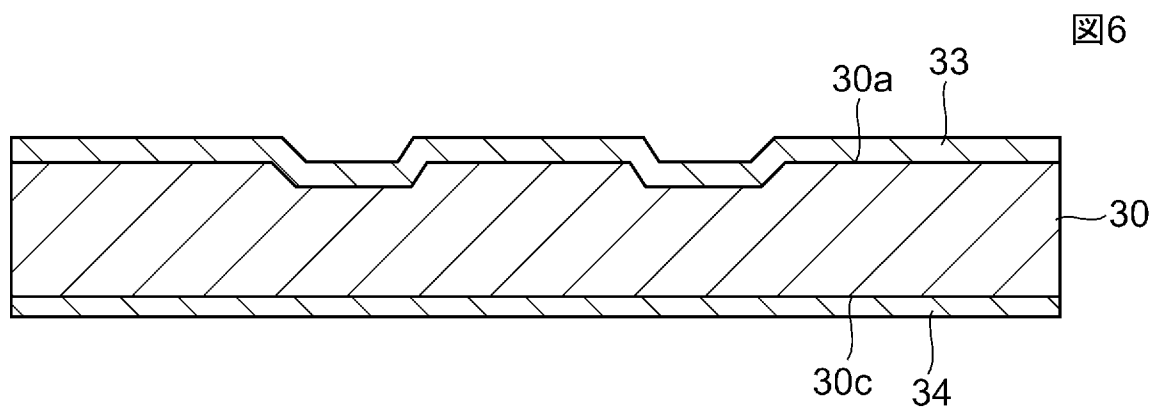
図4



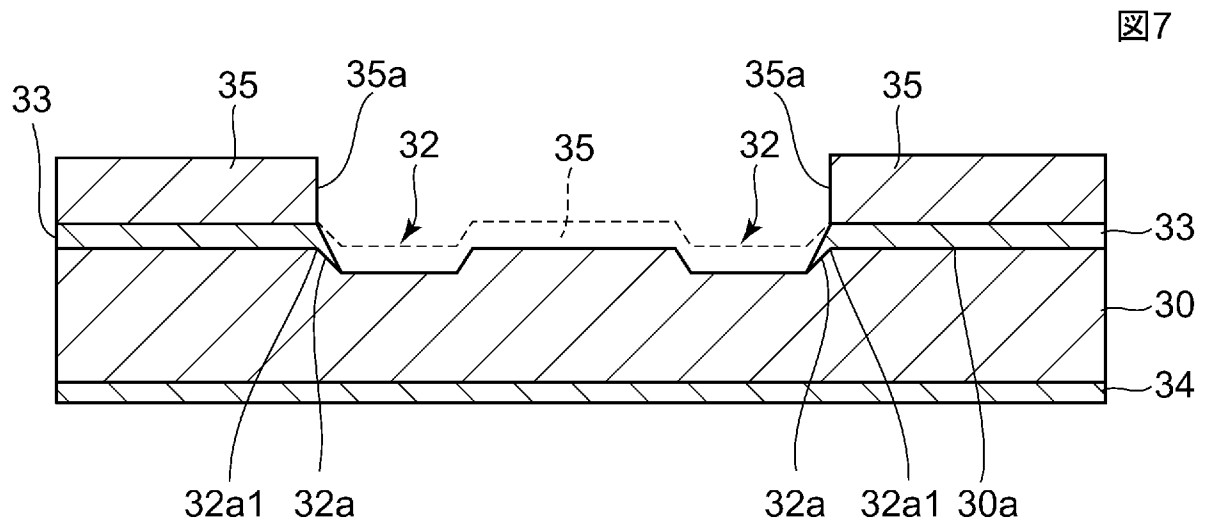
[図5]



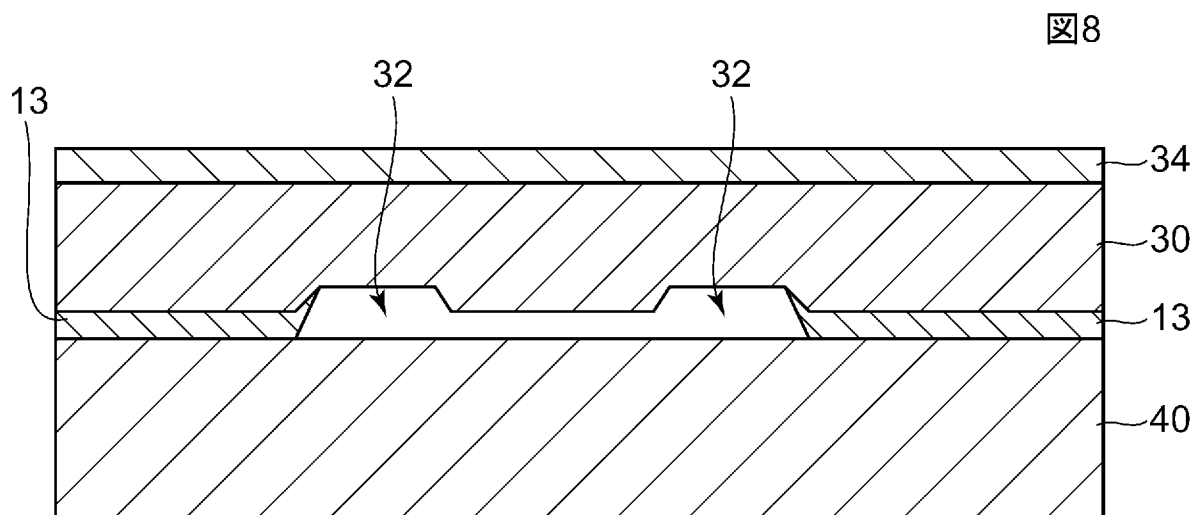
[図6]



[図7]

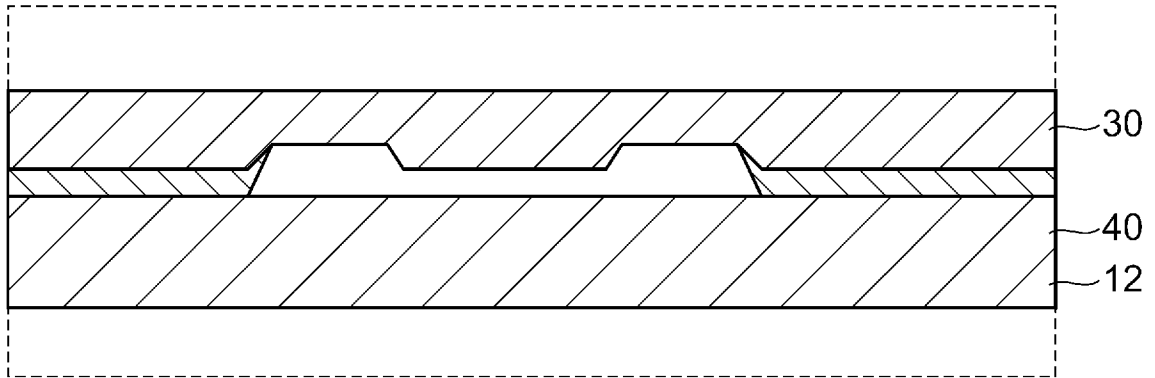


[図8]



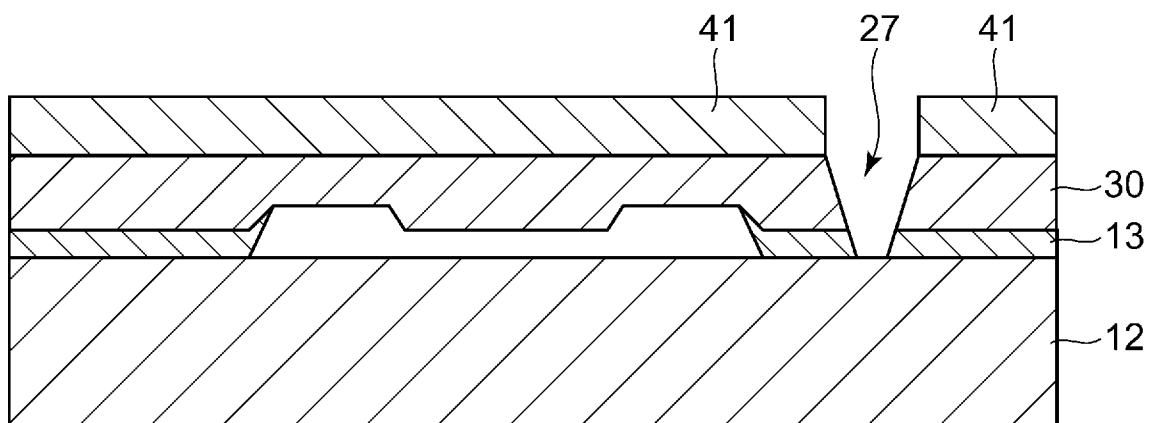
[図9]

図9



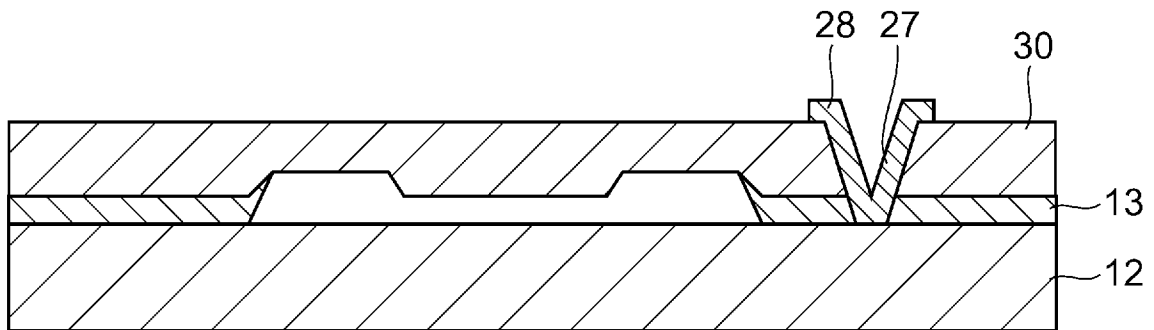
[図10]

図10



[図11]

図11



[図12]

図12

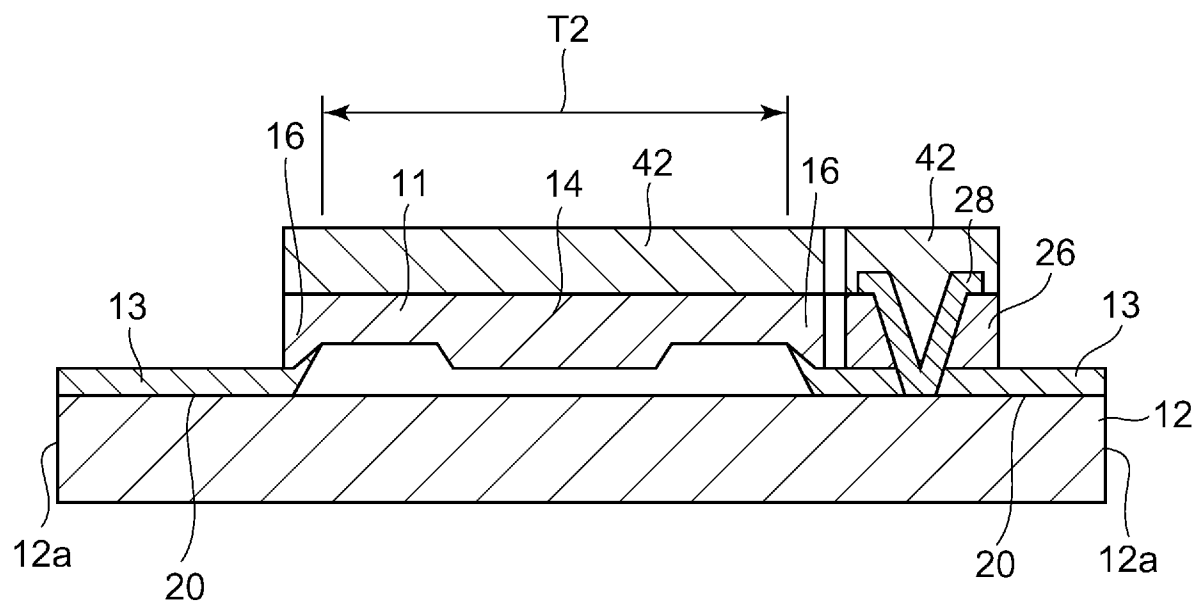
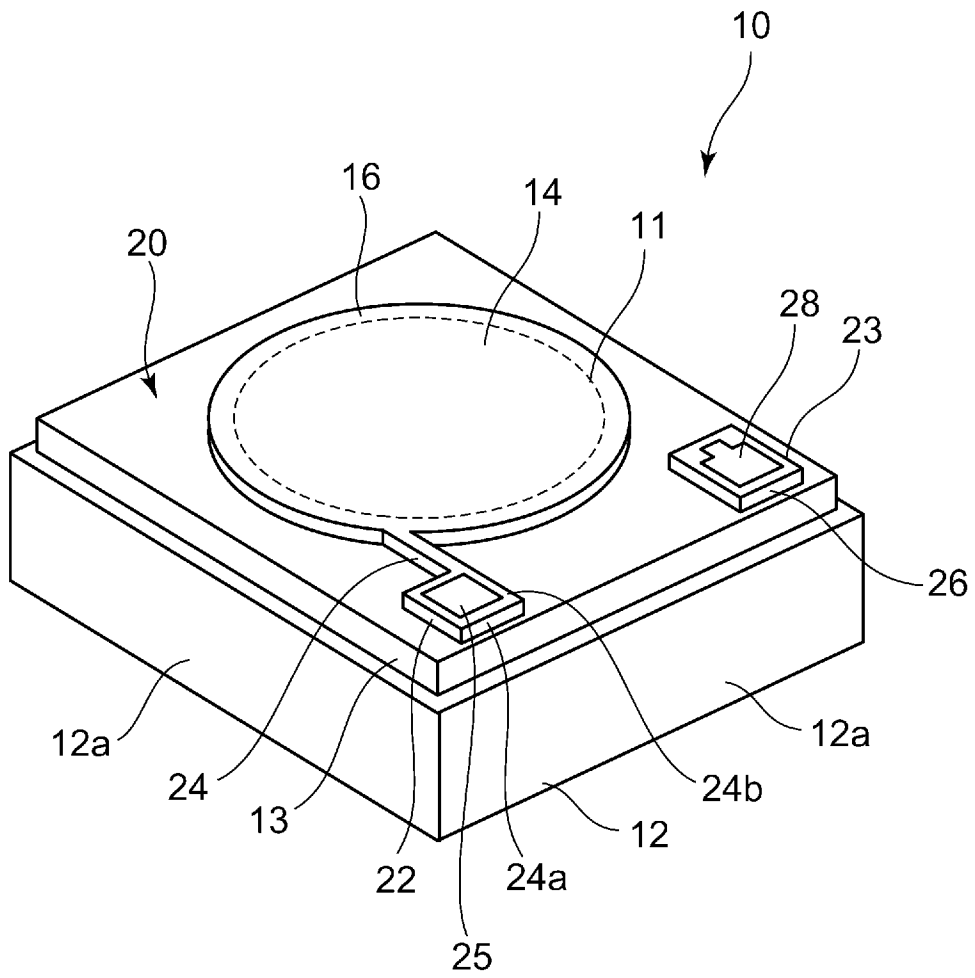
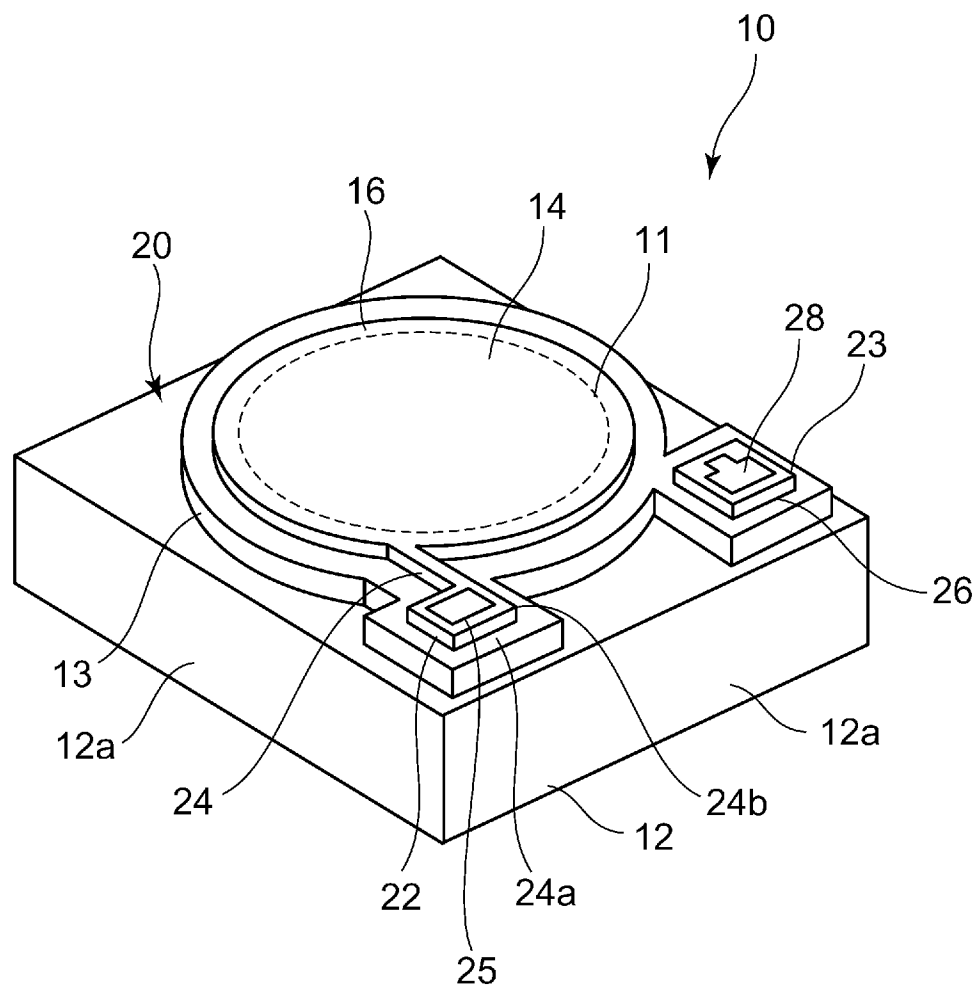


図13

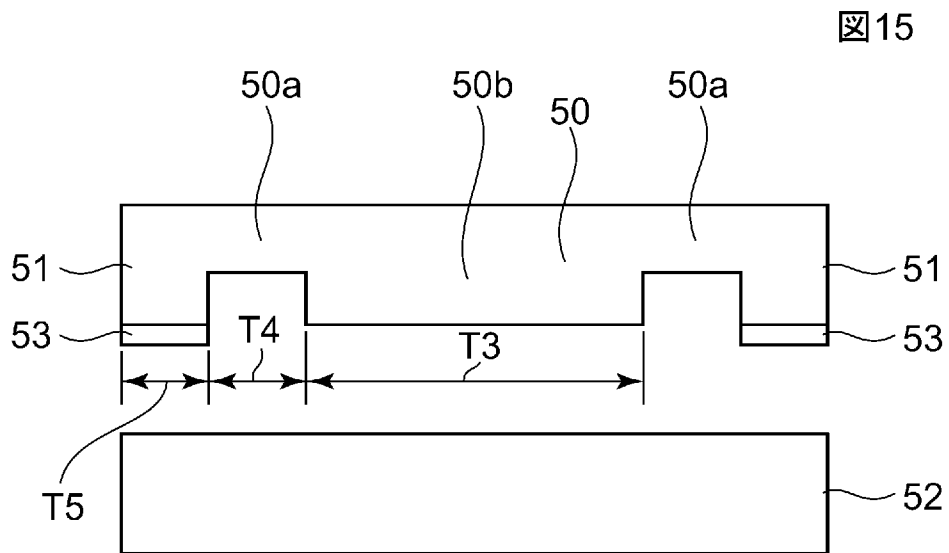


[図14]

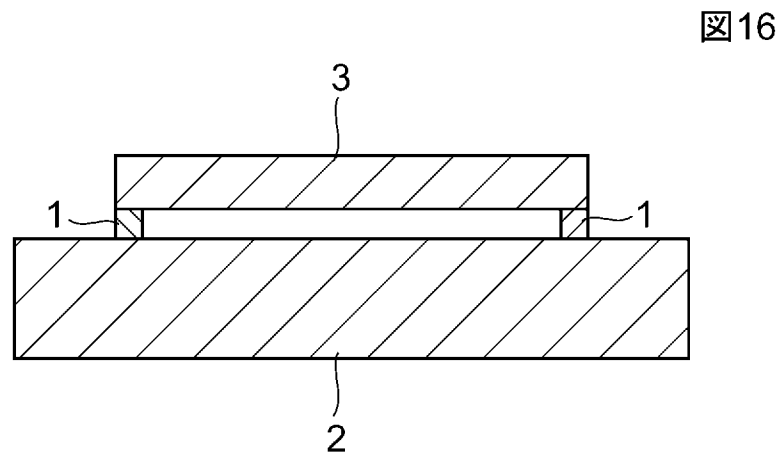
図14



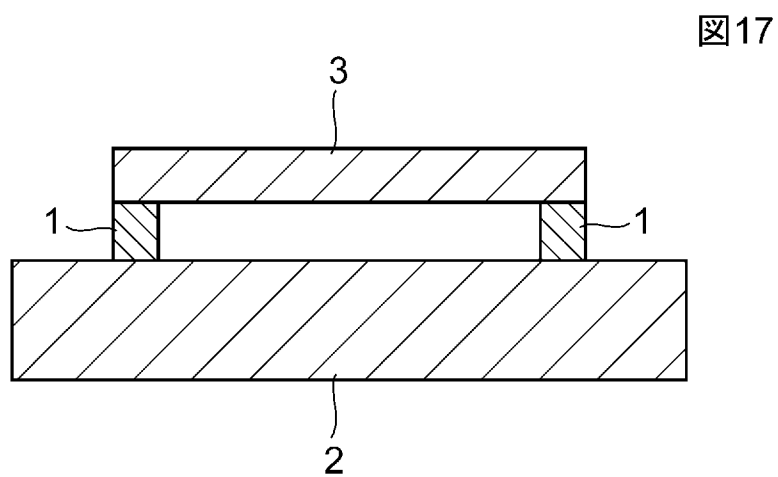
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/00(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)

G01L9/00, H01L29/84

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
X Y A	JP 6-201504 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 July 1994 (19.07.1994), paragraphs [0010] to [0012], [0014]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 2 6-10 3-5, 11, 12
Y A	JP 2007-278716 A (Epson Toyocom Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0003] to [0006]; fig. 4 (Family: none)	1, 2, 6-10 3-5, 11, 12
Y A	JP 2002-267560 A (Anelva Corp.), 18 September 2002 (18.09.2002), paragraph [0016]; fig. 1 (Family: none)	6-10 3-5, 11, 12

☒ 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
14 March, 2012 (14.03.12)Date of mailing of the international search report
27 March, 2012 (27.03.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053474

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-292290 A (Omron Corp.), 20 October 2000 (20.10.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L9/00(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. G01L9/00, H01L29/84

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 6-201504 A（日産自動車株式会社）1994.07.19, 【0010】－【0012】、【0014】、【図1】－【図3】（ファミリーなし）	1, 2 6-10 3-5, 11, 12
Y A	JP 2007-278716 A（エプソントヨコム株式会社）2007.10.25, 【0003】－【0006】、【図4】（ファミリーなし）	1, 2, 6-10 3-5, 11, 12
Y A	JP 2002-267560 A（アネルバ株式会社）2002.09.18, 【0016】、【図1】（ファミリーなし）	6-10 3-5, 11, 12

☒ 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 4 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 3 . 2 0 1 2

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100-8915

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）

三田村 陽平

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

4 0 0 1

C (続き) . 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 2000-292290 A (オムロン株式会社) 2000. 10. 20, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12