(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
2017年12月21日(21.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/217097 A1

(51) 国際特許分類:
G01F 1/692 (2006.01)　*G01L 9/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/015121

(22) 国際出願日：　2017年4月13日(13.04.2017)

(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 2016-118511　2016年6月15日(15.06.2016)　JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 佐久間　憲之 (**SAKUMA, Noriyuki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小野瀬 保夫(**ONOSE, Yasuo**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 田代 忍(**TASHIRO, Shinobu**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 小田部 晃(**KOTABE, Akira**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

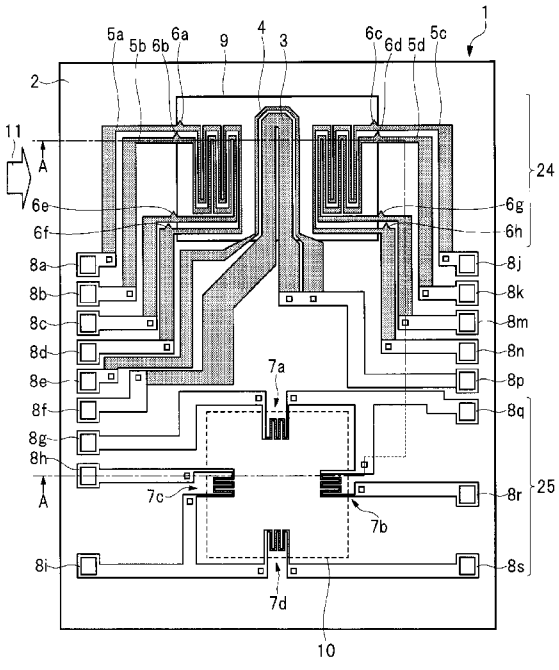
(74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所(**TSUTSUI & ASSOCIATES**); 〒1600022 東京都新宿区新宿２丁目３番１０号 新宿御苑ビル３階 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND FLOW RATE SENSOR

(54) 発明の名称： 半導体装置、半導体装置の製造方法および流量センサ

図 1



(57) **Abstract:** To provide an inexpensive and highly accurate thermal fluid-flow-rate sensor, a flow rate detection unit and pressure detection unit are provided on a semiconductor substrate, the flow rate detection unit is provided with a first diaphragm and a heating resistor, and the pressure detection unit is provided with a second diaphragm and diffused resistors that serve as a pressure detection element. Further, markers are provided on both sides of the heating resistor, and the amount of etching for the formation of the second diaphragm can be determined from the markers. As a result, the second diaphragm is formed accurately.

(57) 要約：低コストで、かつ、高精度の熱式流体流量センサを提供する。上記課題を解決するために、半導体基板上に流量検出部と圧力検出部とが設けられ、流量検出部は第１ダイヤフラムと、発熱抵抗体とを有し、圧力検出部は第２ダイヤフラムと、圧力検出素子となる拡散抵抗とを有する。そして、発熱抵抗体の両側にそれぞれマーカが設けられており、第２ダイヤフラムを形成する際のエッチング量をマーカで把握する。これにより、第２ダイヤフラムを精度よく形成する。

WO 2017/217097 A1

［続葉有］

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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

半導体装置、半導体装置の製造方法および流量センサ

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置、半導体装置の製造方法および流量センサに関する。

背景技術

[0002] 本技術分野の背景技術として、特開昭６０－１４２２６８号公報（特許文献１）、特許第５４０６６７４号公報（特許文献２）および特許第４８８２７３２号公報（特許文献３）がある。

[0003] 特開昭６０－１４２２６８号公報（特許文献１）には、空気中に保持される薄膜のヒータと、空気中に保持されるとともに上記ヒータの対向する両側面に配置される１対の薄膜の熱感知センサからなる流速センサが記載されている。

[0004] 特許第５４０６６７４号公報（特許文献２）には、半導体基板上に形成されたダイヤフラム内に、空気流量を検出する発熱抵抗体、発熱抵抗体用測温抵抗体および測温抵抗体と、湿度検出用発熱抵抗体を配置し、この湿度検出用発熱抵抗体上に空洞層と、空洞層上の保護膜とが形成され、保護膜に、空洞層に達する複数の孔を設けた熱式流体流量センサが記載されている。

[0005] 特許第４８８２７３２号公報（特許文献３）には、半導体基板上に少なくとも発熱体が形成されて、流体の流量を検出する流量検出部が構成された半導体装置が記載されている。この半導体装置では、半導体基板の同一面側に、流量検出部と流体の湿度を検出する湿度検出部とが、湿度検出部が流量検出部よりも上流側となるように、流体の流れ方向に沿って並んで形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭６０－１４２２６８号公報

特許文献2：特許第５４０６６７４号公報

特許文献3：特許第４８８２７３２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 現在、自動車などの内燃機関の電子制御燃料噴射装置に設けられ、吸入空気量を測定する空気流量計に用いられる流体流量センサとしては、質量空気量を直接検知できることから、熱式流体流量センサが主流となっている。

[0008] この中で、特に半導体を用いたＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム）技術により製造された熱式空気流量（エアフロー）センサ素子が、コストを低減でき、かつ、低電力で駆動できることから注目されている。

[0009] しかしながら、従来技術においては、空気流量計と湿度計との組み合わせはあるが、空気流量計と圧力計との組み合わせはなく、空気流量計における空気流量の検出精度を向上するには、圧力計を別部品として組み立てる必要がある。この場合、部品点数の増加および素子同士の配線を考慮した設計が必要となるため、構造が複雑化し、組み立て工数が増加することにより、製造コストが増大するという課題がある。

[0010] ただし、圧力計もシリコン（Ｓｉ）基板を薄くしたダイヤフラムを形成するため、空気流量計と圧力計とを複合することは可能である。しかし、圧力計におけるダイヤフラムの加工に起因した感度のばらつきおよび空気流量計における空気流量の検出精度の低下などが懸念された。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために、本発明は、半導体基板の第１領域に形成された流量検出部と、半導体基板の第２領域に形成された圧力検出部と、を有する半導体装置である。流量検出部は、半導体基板の上面から下面まで貫通する第１ダイヤフラムと、平面視において第１ダイヤフラムと重なる位置に設けられた発熱抵抗体と、を有し、圧力検出部は、上面から所定の厚さの半導

体基板を残して、半導体基板に設けられた第２ダイヤフラムと、平面視において第２ダイヤフラムと重なる位置に設けられた圧力検出素子と、を有する。そして、第１領域に、半導体基板の上面側の第１ダイヤフラムの端部の位置を認識することのできる複数のマーカが設けられている。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、低コストで、かつ、高精度の熱式流体流量センサを提供することができる。

[0013] 上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施例１による流量検出部および圧力検出部を有する熱式流体流量センサが形成されたセンサチップを示す平面図である。

[図2]実施例１による熱式流体流量センサが形成されたセンサチップを搭載するセンサモジュールを示す模式図である。

[図3]図２のＢ－Ｂ線に沿ったセンサモジュールの断面図である。

[図4]実施例１による熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図（図１のＡ－Ａ線に略沿った断面図）である。

[図5]図４に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図6]図５に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図7]図６に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図8]図６に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す平面図（温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図）である。

[図9]図７および図８に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図10]図７および図８に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す平面図（温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図）である。

[図11]実施例２による熱式流体流量センサの流量検出部を構成する温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図である。

[図12]実施例３による熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図13]図１２に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図14]図１３に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図15]図１４に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。

[図16]図１４に続く、熱式流体流量センサの製造方法を示す平面図（温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図）である。

[図17]実施例１の変形例によるセンサモジュールの断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下の実施の形態において、便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。

[0016] また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。

[0017] また、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0018] また、「Ａからなる」、「Ａよりなる」、「Ａを有する」、「Ａを含む」と言うときは、特にその要素のみである旨明示した場合等を除き、それ以外の要素を排除するものでないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

[0019] また、以下の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。ま

た、断面図および平面図において、各部位の大きさは実デバイスと対応するものではなく、図面を分かりやすくするため、特定の部位を相対的に大きく表示する場合がある。また、断面図と平面図とが対応する場合においても、図面を分かりやすくするため、特定の部位を相対的に大きく表示する場合がある。また、断面図であっても図面を見易くするためにハッチングを省略する場合もあり、平面図であっても図面を見易くするためにハッチングを付す場合もある。

[0020] 以下、本発明の実施の形態である熱式流体流量センサを、図面に基づいて詳細に説明する。本発明の実施の形態である熱式流体流量センサは、発熱抵抗体を用いて流体の流量を検出する熱式流体流量センサである。

実施例 1

[0021] 《熱式流体流量センサの構造》

本実施例１による熱式流体流量センサの構造について、図１を用いて説明する。図１は、本実施例１による流量検出部および圧力検出部を有する熱式流体流量センサが形成されたセンサチップを示す平面図である。

[0022] 図１に示すように、センサチップ１に形成された熱式流体流量センサの流量検出部２４は、単結晶シリコン（Ｓｉ）からなる半導体基板２、半導体基板２の上面上に形成された絶縁膜（図示は省略）、当該絶縁膜上に形成された発熱抵抗体３、発熱抵抗体３の温度を検知するための発熱抵抗体用測温抵抗体４および測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄを有している。

[0023] 発熱抵抗体用測温抵抗体４は、発熱抵抗体３の周囲の一部を除いて囲むように形成されている。また、上流側に２対の測温抵抗体５ａ，５ｂが配置され、下流側に２対の測温抵抗体５ｃ，５ｄが配置されている。発熱抵抗体３、発熱抵抗体用測温抵抗体４および測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄは、平面視において半導体基板２の上面から下面まで貫通する第１ダイヤフラム９内に配置されている。

[0024] 測温抵抗体５ａの配線途中に、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０の厚さ（シリコン（Ｓｉ）の厚さ）をモニタするマーカ６ａ，６ｆが設けられ

ている。同様に、測温抵抗体５ｂの配線途中にマーカ６ｂ，６ｅを設けており、測温抵抗体５ｃの配線途中にマーカ６ｃ，６ｈを設けており、測温抵抗体５ｄの配線途中にマーカ６ｄ，６ｇを設けている。

[0025] 例えば平面視において、上流側の測温抵抗体５ａのマーカ６ａの突起部は、第１ダイヤフラム９内に位置し、上流側の測温抵抗体５ｂのマーカ６ｂの突起部は、第１ダイヤフラム９の端部に重なるように位置し、上流側の測温抵抗体５ａのマーカ６ｆおよび上流側の測温抵抗体５ｂのマーカ６ｅの突起部は、第１ダイヤフラム９の外側に位置している。

[0026] また、例えば平面視において、下流側の測温抵抗体５ｃのマーカ６ｃの突起部は、第１ダイヤフラム９内に位置し、下流側の測温抵抗体５ｄのマーカ６ｄの突起部は、第１ダイヤフラム９の端部に重なるように位置し、下流側の測温抵抗体５ｃのマーカ６ｈおよび下流側の測温抵抗体５ｄのマーカ６ｇの突起部は、第１ダイヤフラム９の外側に位置している。すなわち、上流側に配置されたマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆと、下流側に配置されたマーカ６ｃ，６ｄ，６ｈ，６ｇとは対称に配置されている。

[0027] 圧力検出部２５には、エッチングにより一定の厚さに薄く加工した半導体基板２を残して、平面視において四角形状の第２ダイヤフラム１０が設けられている。さらに、平面視において第２ダイヤフラム１０内には、第２ダイヤフラム１０の各辺に沿って、ピエゾ効果を有する拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄがそれぞれ配置されている。圧力検出素子となる拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄは、ｎ型またはｐ型の拡散抵抗であり、ピエゾ効果が最大に検出できるように配置されている。

[0028] さらに、外部と電気的に接続するため、発熱抵抗体３は、金属配線を用いた電極パッド８ｆ，８ｐに接続され、発熱抵抗体用測温抵抗体４は、金属配線を用いた電極パッド８ｅ，８ｐに接続されている。また、測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄは、金属配線を用いた電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎに接続され、拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄは、金属配線を用いた電極パッド８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｑ，８ｒ，８ｓに接

続されている。

[0029] 図１において、符号１１で示す矢印は、空気の流れを示す。センサチップ１を流れる空気は、場合によっては空気の流れ１１と逆方向に流れる、または、それ以外の方向へ流れることもあるが、ここでは、矢印で示す空気の流れ１１と同じ方向に流れるものとする。

[0030] 《センサモジュール（熱式空気流量計）の構造》

本実施例１によるセンサモジュールの構造について、図２および図３を用いて説明する。図２は、本実施例１による熱式流体流量センサが形成されたセンサチップを搭載するセンサモジュールを示す模式図である。図３は、図２のＢ－Ｂ線に沿ったセンサモジュールの断面図である。図２では、自動車などの内燃機関の吸気通路に取り付けられたセンサモジュールを図示しており、センサモジュールの構造をわかりやすくするため、ボディの一部を透過させて図示している。

[0031] 図２および図３に示すように、センサモジュール１３は、支持基板１５と、熱式流体流量センサが形成されたセンサチップ１と、調整部品（例えばコンデンサ、など）１６と、を有し、センサチップ１および調整部品１６は支持基板１５上に搭載されている。センサチップ１および調整部品１６を搭載した支持基板１５は、副通路２６ａ、２６ｂが形成されたボディ１４内に配置され、コネクタ１７を通して外部へ空気流量検出信号を送っている。

[0032] 副通路２６ａは、ボディ１４内で副通路２６ｂに分岐し、副通路２６ａから分岐した副通路２６ｂは、センサチップ１の流量検出部２４上に空気の流れ１１が検出できるように配置され、センサ仕切り部ＳＢによって、圧力検出部２５、調整部品１６およびコネクタ１７が配置された領域と分離されている。

[0033] 流量検出部２４の裏面側で、かつ、第１ダイヤフラム９と対向する支持基板１５には空気流量計用貫通穴１８が設けられており、副通路２６ｂ内とつながっている。また、圧力検出部２５の裏面側で、かつ、第２ダイヤフラム１０と対向する支持基板１５およびボディ１４に圧力計用貫通穴１９が設け

られている。圧力計用貫通穴１９により吸気通路１２内の圧力変化を検出することができる。

[0034] 図１７に、本実施の形態１の変形例によるセンサモジュールの断面図を示す。図１７に示すように、センサチップ１の表面側に圧力計用貫通穴１９を設けて、吸気通路１２内の圧力変化を検出してもよい。その場合には、電極パッドなど金属部が露出し、吸気によって腐食しないように、当該金属部を樹脂などで覆う。

[0035] 本実施例１では、副通路２６ａが副通路２６ｂに分岐している例を記載したが、分岐せず副通路２６ａ上にセンサチップ１の流量検出部２４を配置してもよい。また、本実施例１では、空気流量検出信号および圧力検出信号のアナログ出力を演算処理する制御回路を図示していないが、調整部品１６と同様、支持基板１５上に当該制御回路を搭載してもよく、または、センサチップ１の同一基板上に当該制御回路を形成してもよい。

[0036] また、図１に示した電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎ，８ｐ，８ｑ，８ｒ，８ｓは、副通路２６ｂに露出すると腐食するため、少なくとも第１ダイヤフラム９より圧力検出部２５に近い領域に配置することが望ましい。

[0037] 《熱式流体流量センサの製造方法》

次に、本実施例１による熱式流体流量センサの製造方法について、図４～図１０を用いて工程順に説明する。図４～図７および図９は、熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図（図１のＡ－Ａ線に略沿った断面図）である。図８および図１０は、熱式流体流量センサの製造方法を示す平面図（温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図）である。なお、図４～図１０に記載されていない温測抵抗体５ｃ、マーカ６ａ，６ｂ，６ｃ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈ、拡散抵抗７ａ，７ｄおよび電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｉ，８ｊ，８ｋ，８ｒ，８ｓなどは、適宜図１を参照する。

[0038] まず、図４に示すように、Ｓｉ＜１００＞の結晶方位を有する単結晶シリ

コン（Ｓｉ）からなる半導体基板２を用意する。半導体基板２の厚さは、例えば４００μｍ程度である。続いて、圧力検出部２５の半導体基板２の上面に、リン（Ｐ）またはボロン（Ｂ）などの不純物をドーピングして、半導体基板２の上面から所定の深さを有する、圧力検出素子となる拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄを形成する。続いて、半導体基板２の上面上に第１絶縁膜２１を形成し、半導体基板２の下面（上面と反対側の面）上に裏面絶縁膜２０を形成する。

[0039] 次に、第１絶縁膜２１上に導電体膜、例えば多結晶シリコン（Ｓｉ）膜、モリブデン（Ｍｏ）膜またはタングステン（Ｗ）膜などを形成した後、この導電体膜を加工して、流量検出部２４の発熱抵抗体３、発熱抵抗体用測温抵抗体４および測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄを形成する。測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄには、マーカ６ａ，６ｂ，６ｃ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈが付随している。

[0040] 次に、流量検出部２４の発熱抵抗体３、発熱抵抗体用測温抵抗体４および測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄを覆うように、半導体基板２の上面上に第２絶縁膜２２を形成する。なお、第２絶縁膜２２を形成した後、ＣＭＰ（Chemical Mechanical Polishing）法により第２絶縁膜２２の上面の平坦化を行ってもよい。

[0041] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第２絶縁膜２２を加工して、流量検出部２４の発熱抵抗体３、発熱抵抗体用測温抵抗体４および測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄに達する接続孔ＣＮ１を形成する。また、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第１絶縁膜２１および第２絶縁膜２２を加工して、圧力検出部２５の拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄに達する接続孔ＣＮ２を形成する。接続孔ＣＮ１，ＣＮ２は同一の工程で形成してもよい。

[0042] 次に、接続孔ＣＮ１，ＣＮ２の内部を含む第２絶縁膜２２上に金属膜、例えばアルミニウム（Ａｌ）膜などを形成した後、この金属膜を加工して、電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｊ，

８ｋ，８ｍ，８ｎ，８ｐ，８ｑ，８ｒ，８ｓを形成する。

[0043] これにより、発熱抵抗体３に接続する電極パッド８ｆ，８ｐ、発熱抵抗体用測温抵抗体４に接続する電極パッド８ｅ，８ｐ、測温抵抗体５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄに接続する電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎ、拡散抵抗７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄに接続する電極パッド８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｑ，８ｒ，８ｓが形成される。

[0044] 次に、電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎ，８ｐ，８ｑ，８ｒ，８ｓを覆うように、半導体基板２の上面上に第３絶縁膜２３を形成する。続いて、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第３絶縁膜２３を加工して、電極パッド８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｈ，８ｉ，８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎ，８ｐ，８ｑ，８ｒ，８ｓの一部であって、外部と接続する部分を露出させる。

[0045] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域の裏面絶縁膜２０を除去する。

[0046] 次に、図５に示すように、裏面絶縁膜２０をマスクとしたエッチングにより、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域の半導体基板２を、半導体基板２の下面側からエッチングする。

[0047] この際、後述の溶液を用いて、半導体基板２の下面から半導体基板２の第１厚さ４４をエッチングする。第１厚さ４４は、圧力検出のレンジにより決まる圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０の半導体基板２の設計厚さと最終仕上げエッチング量とを加えた厚さとなる。

[0048] このエッチングでは、例えば水酸化カリウム（ＫＯＨ）溶液またはテトラメチルアミド（ＴＭＡＨ：Tetramethylammonium hydroxide）溶液などのアルカリ系溶液を用いた異方性エッチングを行う。これにより、一定の角度（テーパ）を保ったまま、エッチングが進行していき、半導体基板２の下面から上面に向かって、半導体基板２のエッチング幅が裏面絶縁膜２０のマスク幅よりも徐々に狭くなるように、半導体基板２は加工される。

[0049] アルカリ系溶液による半導体基板２のエッチングでは、断面方向のＳｉ＜１００＞の結晶方位と斜め方向のＳｉ＜１１１＞の結晶方位が露出する。通常、Ｓｉ＜１００＞のエッチング速度は、Ｓｉ＜１１１＞のエッチング速度より速いことから、一定の角度（テーパ）を保ったまま、エッチングが進行する。

[0050] Ｓｉ＜１００＞のエッチング量とＳｉ＜１１１＞のエッチング量との比、いわゆる選択比は、例えば１０～４０程度である。当該選択比は、アルカリ系溶液により異なり、また、添加剤を加えることにより、当該選択比を調整することができる。

[0051] 第１厚さ４４は、１μｍ～５０μｍ程度であり、半導体基板２の厚さに対して小さいため、短時間でアルカリ系溶液によるエッチングを行うことができる。これにより、アルカリ系溶液の濃度変化が少なく、時間制御でも精度よく半導体基板２をエッチングすることができる。なお、この段階で、一度乾燥させ、レーザなどにより半導体基板２のエッチング量を計測し、さらに精度を高めてもよい。

[0052] 次に、図６に示すように、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０となる領域の裏面絶縁膜２０を除去する。

[0053] 次に、図７に示すように、裏面絶縁膜２０をマスクとしたエッチングにより、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域および圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０となる領域の半導体基板２を、半導体基板２の下面側からエッチングする。これにより、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域では、半導体基板２のエッチングは、半導体基板２の上面に達し、第１絶縁膜２１が露出する。

[0054] この際、半導体基板２の第１厚さ４４をエッチングする際に用いたアルカリ系溶液を用いて、半導体基板２の下面から異方性エッチングを行う。

[0055] ここで、光学顕微鏡などで、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域の半導体基板２が除去され、半導体基板２の上面側から第１絶縁膜２１

に接する第１ダイヤフラム９の端部が観察されることを確認する。流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域の半導体基板２がエッチングされて第１絶縁膜２１が露出した時点では、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０となる領域の半導体基板２のエッチング量と、流量検出部２４の第１ダイヤフラム９となる領域の半導体基板２のエッチング量とは同じである。従って、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０となる領域には、第１厚さ４４の半導体基板２が残っている。

[0056] 図８に、流量検出部２４に形成された第１ダイヤフラム９の端部を上面から光学顕微鏡などで観察したときの拡大平面図を示す。一例として、測温抵抗体５ａに形成されたマーカ６ａの突起部が第１ダイヤフラム９の端部と重なっている温測抵抗体５ａ，５ｂを示している。

[0057] 図８に示すように、温測抵抗体５ａ，５ｂの他のマーカ６ｂ，６ｅ，６ｆは、マーカ６ａから一定間隔で第１ダイヤフラム９の端部から離れる方向にずらして配置しており、半導体基板２の上面上にマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆの突起部が観察される状況である。

[0058] この段階で、圧力検出部２５に形成される第２ダイヤフラム１０の最終仕上げエッチング量を計算し、溶液の選択比などから、どのマーカ６ｂ，６ｅ，６ｆまで最終仕上げエッチングを行うかを決定する。なお、最終仕上げエッチングを行うことにより、Ｓｉ＜１１１＞の結晶面のエッチングが進行すると、マーカ６ｂ，６ｅ，６ｆの順にエッチングは徐々に進行していき、流量検出部２４に形成された第１ダイヤフラム９は、半導体基板２の主面に対して水平方向に徐々に大きくなっていく。

[0059] 次に、図９に示すように、最終仕上げエッチングを行うことにより、流量検出部２４に第１ダイヤフラム９が形成され、圧力検出部２５に第２ダイヤフラム１０が形成される。最終仕上げエッチング量からエッチング時間を計算し、その結果を用いて追加の最終仕上げエッチングを行うことにより、圧力検出部２５に形成された第２ダイヤフラム１０の半導体基板２の厚さを、設計厚さである第２厚さ４５に精度よく設定することができる。

[0060] なお、流量検出部２４に形成された第１ダイヤフラム９は、第１絶縁膜２１がストッパとなるので、半導体基板２の主面に対して垂直方向には大きくならないが、半導体基板２の主面に対して水平方向には、前述したように大きくなる。ただし、数μｍ程度大きくなるだけなので機械的強度は維持されたままである。

[0061] 図１０に、最終仕上げエッチングを行った後における、流量検出部２４に形成された第１ダイヤフラム９の端部を上面から光学顕微鏡などで観察したときの拡大平面図を示す。

[0062] 図１０に示すように、測温抵抗体５ｂに形成されたマーカ６ｂの突起部が第１ダイヤフラム９の端部と重なっており、最終仕上げエッチングにより第１ダイヤフラム９が半導体基板２の水平方向において大きくなっていることがわかる。なお、マーカ６ａとマーカ６ｂとの間隔は、例えば最小では０．１μｍまで可能である。

[0063] この段階で、寸法測定が可能な画像認識検査装置を用いれば、複数のセンサチップ１が形成されるウエハ面内における流量検出部２４の第１ダイヤフラム９の端部の位置のばらつき、すなわち、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０の第２厚さ４５のばらつきを検査することができる。また、所望のマーカ６ｂ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈと第１ダイヤフラム９の端部とが重なっていない場合は、最終仕上げエッチングを追加することにより、第２ダイヤフラム１０の半導体基板２の厚さを、第２厚さ４５に精度よく設定することができる。

[0064] また、図１に示したように、マーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆとマーカ６ｃ，６ｄ，６ｇ，６ｈとをそれぞれ、第１ダイヤフラム９の空気が流れる方向に対向する両端部に形成することにより、流量検出素子と圧力検出素子とのずれ量を把握することができるので、検出出力の補正が可能となる。例えば吸入空気中の圧力を精度よく検出し、空気流量を補正することにより、空気流量の検出精度を高めることができる。

[0065] また、第１ダイヤフラム９の端部を上面から観察する際に赤外線を用いる

ことにより、第１ダイヤフラム９が第１絶縁膜２１に達していなくても、すなわち、半導体基板２の一部厚さが残っていても、マーカ６ａ，６ｂ，６ｃ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈを金属膜から構成した場合は、赤外線は透過せず、第１ダイヤフラム９の端部との位置を把握することが可能である。

[0066] また、半導体基板２の第１厚さ４４をエッチングする工程（図５）と、最終仕上げエッチングである、第２厚さ４５を残して半導体基板２をエッチングする工程（図７）とにおいて、互いに異なる溶液を用いてもよい。すなわち、半導体基板２の第１厚さ４４をエッチングする工程（図５）では、半導体基板２が約４００μｍ程度と厚いため、選択比の高い溶液で、短時間で半導体基板２をエッチングする。また、第２厚さ４５を残して半導体基板２をエッチングする工程（図７）では、選択比の低い溶液で半導体基板２をエッチングすることにより、第１ダイヤフラム９に形成したマーカ６ａ，６ｂ，６ｃ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈの間隔と、第２ダイヤフラム１０の最終仕上げエッチング量との差が小さくなり、より精度良く、第２ダイヤフラム１０を形成することができる。

[0067] また、本実施例１では、１つの圧力検出部２５を用いて圧力測定を行う場合を記載しているが、これに限定されるものではない。例えばダイナミックレンジで圧力測定を行う場合は、流量検出部２４に各圧力レンジに対応するマーカを設けることにより、第２ダイヤフラム１０の第２厚さ４５が互いに異なる複数の圧力検出部２５を形成することができる。

[0068] 《本実施例１による熱式流体流量センサの効果》

本実施例１では、熱式流体流量センサに備わる流量検出部２４の第１ダイヤフラム９の両端部にそれぞれマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆとマーカ６ｃ，６ｄ，６ｇ，６ｈとを設けることにより、圧力検出部２５の第２ダイヤフラム１０の最終仕上げエッチング量を把握することができる。これにより、精度よく、第２厚さ４５を有する第２ダイヤフラム１０を形成することができるので、圧力計測の精度向上を図ることができる。さらに、精度よく検出した圧力を用いて空気流用を補正することにより、空気流量計測の精度向上

を図ることができる。

[0069] また、本実施例１では、流量検出部２４および圧力検出部２５を同一の半導体基板２に作製しているので、流量検出部２４および圧力検出部２５をそれぞれ異なる半導体基板２に作製するよりも、配線の共通化により電極パッドの数を削減することができる。これにより、センサチップ１の小型化が実現でき、製造コストの低減を図ることができる。また、流量検出部２４の検査と圧力検出部２５の検査とを同時にできるので、検査コストの低減を図ることができる。

[0070] 従って、本実施例１では、低コストで、かつ、空気流量および空気圧力を高精度で検出することのできる熱式流体流量センサを実現することができる。

[0071] なお、本実施例１では、流量検出素子と圧力検出素子とを組み合わせた熱式流体流量センサに関して説明したが、これに限定されるものではない。例えば熱式の湿度検出素子または半導体基板を除去して形成するダイヤフラム構造の湿度検出素子と、流量検出素子と、圧力検出素子とを同一の半導体基板に形成することができ、流量検出、圧力検出および湿度検出が検出可能なマルチセンサが可能である。また、マルチセンサに制御回路を搭載して、１つのセンサチップとすることにより、検査工程を大幅に短縮することができ、さらに、各検出素子の補正処理が行えるので、低コストで、かつ、高精度の熱式流体流量センサを実現することができる。

実施例 2

[0072] 本実施例２による熱式流体流量センサと、前述の実施例１による熱式流体流量センサとが異なる点は、マーカの位置である。

[0073] 本実施例２による熱式流体流量センサの構造について、図１１を用いて以下に説明する。図１１は、本実施例２による熱式流体流量センサの流量検出部を構成する温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図である。

[0074] 前述の実施例１によるマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆは、測温抵抗体５ａ，５ｂに付随して形成されていたが、図１１に示すように、測温抵抗体５ａ

，５ｂに付随せず、単独でマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆを平面視において第１ダイヤフラム９の内または外に配置してもよい。単独でマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆを配置しても、前述の実施例１とほぼ同様の効果が得られる。

[0075] また、前述の実施例１では、マーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆに測温抵抗体５ａ，５ｂと同一層の導電体膜を用いたが、本実施例２では、電極パッドと同一層の金属膜を用いてもよく、あるいは、半導体基板２上の絶縁膜を除去したマーカまたは新たに絶縁膜で形成したマーカであってもいい。なお、複数のマーカのみを配置すると、最終仕上げエッチングに対応するマーカが判らなくなるおそれがあるため、マーカの近辺に記号を形成してもよい。

[0076] また、本実施例２では、第１ダイヤフラム９の端部にマーカを設けているが、センサチップ１の空きスペース、例えばセンサチップ１の周縁に近い領域などに配置してもよく、このように配置することにより、マーカのレイアウトの自由度が向上する。

[0077] なお、本実施例２では、マーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆと第１ダイヤフラム９の端部との重なりを分かりやすくするため、マーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆを突起形状としたが、尖った凹みなどを形成してもよく、第１ダイヤフラム９の端部との重なりを認識できるマーカ６ａ，６ｂ，６ｅ，６ｆであればよい。

実施例 3

[0078] 本実施例３による熱式流体流量センサと、前述の実施例１による熱式流体流量センサとが異なる点は、流量検出部の半導体基板の上面側にも第３ダイヤフラムを形成していることである。

[0079] 本実施例３による熱式流体流量センサの製造方法を、図１２～図１６を用いて工程順に説明する。図１２～図１５は、図１の熱式流体流量センサの製造方法を示す断面図である。図１６は、熱式流体流量センサの製造方法を示す平面図（温測抵抗体の一部を拡大して示す平面図）である。

[0080] まず、図１２に示すように、Ｓｉ＜１００＞の結晶方位を有する単結晶シ

リコン（Ｓｉ）からなる半導体基板２７を用意する。続いて、半導体基板２７の上面および下面にそれぞれ表面絶縁膜２８ａおよび裏面絶縁膜２８ｂを形成する。

[0081] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、流量検出部４２の第３ダイヤフラム２９となる領域の表面絶縁膜２８ａを除去する。

[0082] 次に、表面絶縁膜２８ａをマスクとしたエッチングにより、流量検出部４２の第３ダイヤフラム２９となる領域の半導体基板２７を、半導体基板２７の上面側からエッチングする。

[0083] この際、前述の実施例１と同様に、例えばアルカリ系溶液を用いて、半導体基板２７の上面から半導体基板２７の第１厚さ４４をエッチングする。第１厚さ４４は、圧力検出のレンジにより決まる第２ダイヤフラム４１の半導体基板２７の設計厚さと最終仕上げエッチング量とを加えた厚さとなる。

[0084] 次に、図１３示すように、表面絶縁膜２８ａおよび裏面絶縁膜２８ｂを除去した後、圧力検出部４３の半導体基板２７の上面に、リン（Ｐ）またはボロン（Ｂ）などの不純物をドーピングして、半導体基板２７の上面から所定の深さを有する、圧力検出素子となる拡散抵抗３７ｂ，３７ｃを形成する。続いて、半導体基板２７の上面上に第１絶縁膜３１を形成し、半導体基板２７の下面（上面と反対側の面）上に裏面絶縁膜３０を形成する。

[0085] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第１絶縁膜３１を加工して、拡散抵抗３７ｂ，３７ｃに達する接続孔ＣＮ３を形成する。

[0086] 次に、接続孔ＣＮ３の内部を含む第１絶縁膜３１上に、導電体膜、例えば多結晶シリコン（Ｓｉ）膜、モリブデン（Ｍｏ）膜またはタングステン（Ｗ）膜などを形成した後、この導電体膜を加工して、流量検出部４２の発熱抵抗体３３、発熱抵抗体用測温抵抗体３４および測温抵抗体３５ａ，３５ｂ，３５ｄを形成する。測温抵抗体３５ａ，３５ｂ，３５ｄには、マーカ３６ａ，３６ｂ，３６ｅ，３６ｆ（図１６参照）が付随している。さらに、圧力検出部４３の拡散抵抗３７ｂ，３７ｃと電気的に接続する電極パッドＰＡＤを形成する。

[0087] 次に、流量検出部４２の発熱抵抗体３３、発熱抵抗体用測温抵抗体３４および測温抵抗体３５ａ，３５ｂ，３５ｄ並びに圧力検出部４３の電極パッドＰＡＤを覆うように、半導体基板２７の上面上に第２絶縁膜３２を形成する。なお、第２絶縁膜３２を形成した後、ＣＭＰ法により第２絶縁膜３２の上面の平坦化を行ってもよい。

[0088] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第２絶縁膜３２を加工して、流量検出部４２の発熱抵抗体３３、発熱抵抗体用測温抵抗体３４、測温抵抗体３５ａ，３５ｂ，３５ｄおよび電極パッドＰＡＤに達する接続孔ＣＮ１を形成する。

[0089] 次に、接続孔ＣＮ１の内部を含む第２絶縁膜３２上に金属膜、例えばアルミニウム（Ａｌ）膜などを形成した後、この金属膜を加工して、電極パッド３８ｍ，３８ｎ，３８ｐ，３８ｈを形成する。

[0090] これにより、発熱抵抗体３３に接続する電極パッド３８ｐ、発熱抵抗体用測温抵抗体３４に接続する電極パッド３８ｐ、測温抵抗体３５ａ，３５ｂ，３５ｄに接続する電極パッド３８ｍ，３８ｎ、拡散抵抗３７ｂ，３７ｃに接続する電極パッド３８ｈが形成される。

[0091] 次に、電極パッド３８ｈ，３８ｍ，３８ｎ，３８ｐを覆うように、半導体基板２７の上面上に第３絶縁膜３９を形成する。続いて、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、第３絶縁膜３９を加工して、電極パッド３８ｈ，３８ｍ，３８ｎ，３８ｐの一部であって、外部と接続する部分を露出させる。

[0092] 次に、レジストパターンをマスクとしたエッチングにより、流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０となる領域および圧力検出部４３の第２ダイヤフラム４１となる領域の裏面絶縁膜３０を除去する。

[0093] 次に、図１４に示すように、裏面絶縁膜３０をマスクとしたエッチングにより、流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０となる領域および圧力検出部４３の第２ダイヤフラム４１となる領域の半導体基板２７を、半導体基板２７の下面側から、前述の実施例１で説明したアルカリ系溶液を用いて異方性

エッチングを行う。これにより、流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０となる領域では、半導体基板２７のエッチングは、半導体基板２７の上面（第３ダイヤフラム２９）に達し、第１絶縁膜３１が露出する。

[0094] なお、第１ダイヤフラム４０と第３ダイヤフラム２９とが接する面において、第１ダイヤフラム４０が第３ダイヤフラム２９よりも内側に位置するように、第１ダイヤフラム４０および第３ダイヤフラム２９を設計し、第１ダイヤフラム４０内に大きな段差が発生しないようにする。

[0095] この際、圧力検出部４３の第２ダイヤフラム４１となる領域のエッチング量と流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０となる領域とのエッチング量とは同じであることから、流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０となる領域の半導体基板２７がエッチングされて第１絶縁膜３１が露出した時点で、圧力検出部４３の第２ダイヤフラム４１となる領域には第１厚さ４４の半導体基板２７が残っている。

[0096] 次に、前述の実施例１と同様に、流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０の端部が、どのマーカの突起部と重なっているかを確認し、最終仕上げエッチング量からエッチング時間を形成する。

[0097] 次に、図１５に示すように、最終仕上げエッチングを行うことにより、流量検出部４２に第１ダイヤフラム４０が形成され、圧力検出部４３に第２ダイヤフラム４１が形成される。最終仕上げエッチング量からエッチング時間を計算し、その結果を用いて追加の最終仕上げエッチングを行うことにより、圧力検出部４３に形成された第２ダイヤフラム４１の半導体基板２７の厚さを、設計厚さである第２厚さ４５に、精度よく設定することができる。

[0098] なお、流量検出部４２に形成された第１ダイヤフラム４０は、第１絶縁膜３１がストッパとなるので、半導体基板２７の主面に対して垂直方向には大きくならないが、半導体基板２７の主面に対して水平方向には、前述したように大きくなる。ただし、数μｍ程度大きくなるだけなので機械的強度は維持されたままである。

[0099] 図１６に、最終仕上げエッチングを行った後における、流量検出部４２に

形成された第１ダイヤフラム４０の端部を上面から光学顕微鏡などで観察したときの拡大平面図を示す。

[0100] 図１６に示すように、測温抵抗体３５ｂに形成されたマーカ３６ｂの突起部が第１ダイヤフラム４０の端部と重なっており、最終仕上げエッチングにより第１ダイヤフラム４０が半導体基板２７の水平方向において大きくなっていることがわかる。

[0101] 従って、本実施例３では、前述の実施例１とほぼ同様に、熱式流体流量センサに備わる流量検出部４２の第１ダイヤフラム４０の両端部にそれぞれマーカを設けることにより、圧力検出部４３の第２ダイヤフラム４１の最終仕上げエッチング量を把握することができる。これにより、精度よく、第２厚さ４５を有する第２ダイヤフラム４１を形成することができるので、圧力計測の精度向上を図ることができる。

[0102] また、本実施例３では、前述の実施例１とほぼ同様に、流量検出部４２および圧力検出部４３を同一の半導体基板２７に作製しているので、流量検出部４２および圧力検出部４３をそれぞれ異なる半導体基板２７に作製するよりも、配線の共通化により電極パッドの数を削減することができる。これにより、センサチップの小型化が実現でき、製造コストの低減を図ることができる。また、流量検出部４２の検査と圧力検出部４３の検査とを同時にできるので、検査コストの低減を図ることができる。

[0103] 従って、本実施例３では、前述の実施例１とほぼ同様に、低コストで、かつ、空気流量および空気圧力を高精度に検出することのできる熱式流体流量センサを実現することができる。

[0104] 以上、本発明者らによってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

符号の説明

[0105] １ センサチップ

２ 半導体基板

３　発熱抵抗体

４　発熱抵抗体用測温抵抗体

５ａ，５ｂ，５ｃ，５ｄ　測温抵抗体

６ａ，６ｂ，６ｃ，６ｄ，６ｅ，６ｆ，６ｇ，６ｈ　マーカ

７ａ，７ｂ，７ｃ，７ｄ　拡散抵抗

８ａ，８ｂ，８ｃ，８ｄ，８ｅ，８ｆ，８ｇ，８ｈ，８ｉ　電極パッド

８ｊ，８ｋ，８ｍ，８ｎ，８ｐ，８ｑ，８ｒ，８ｓ　電極パッド

９　第１ダイヤフラム

１０　第２ダイヤフラム

１１　空気の流れ

１２　吸気通路

１３　センサモジュール

１４　ボディ

１５　支持基板

１６　調整部品

１７　コネクタ

１８　空気流量計用貫通穴

１９　圧力計用貫通穴

２０　裏面絶縁膜

２１　第１絶縁膜

２２　第２絶縁膜

２３　第３絶縁膜

２４　流量検出部

２５　圧力検出部

２６ａ，２６ｂ　副通路

２７　半導体基板

２８ａ　表面絶縁膜

２８ｂ　裏面絶縁膜

２９　第３ダイヤフラム

３０　裏面絶縁膜

３１　第１絶縁膜

３２　第２絶縁膜

３３　発熱抵抗体

３４　発熱抵抗体用測温抵抗体

３５ａ，３５ｂ，３５ｄ　測温抵抗体

３６ａ，３６ｂ，３６ｅ，３６ｆ　マーカ

３７ｂ，３７ｃ　拡散抵抗

３８ｈ，３８ｍ，３８ｎ，３８ｐ　電極パッド

３９　第３絶縁膜

４０　第１ダイヤフラム

４１　第２ダイヤフラム

４２　流量検出部

４３　圧力検出部

４４　第１厚さ

４５　第２厚さ

ＣＮ１，ＣＮ２，ＣＮ３　接続孔

ＰＡＤ　電極パッド

ＳＢ　センサ仕切り部

請求の範囲

[請求項1] 上面および前記上面と反対側の下面を有する、第１厚さの基板と、

前記基板の第１領域に形成された第１センサ部と、

前記基板の前記第１領域とは異なる第２領域に形成された第２センサ部と、

を有し、

前記第１センサ部は、

前記基板の前記上面から前記下面まで貫通する第１開口と、

平面視において前記第１開口と重なる位置に設けられた第１検出素子と、

を有し、

前記第２センサ部は、

前記上面側に前記第１厚さよりも薄い第２厚さの前記基板を残して、前記下面側に設けられた第２開口と、

平面視において前記第２開口と重なる位置に設けられた第２検出素子と、

を有し、

前記第１領域に、前記第１開口の前記上面側の端部の位置を認識することのできる複数のマーカが設けられている、半導体装置。

[請求項2] 請求項１記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、前記第１検出素子を挟んで対称となるように配置された、第１のマーカ群と第２のマーカ群とから構成される、半導体装置。

[請求項3] 請求項１記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、第１導電体膜から構成され、前記第１検出素子は、第２導電体膜から構成され、前記第１導電体膜と前記第２導電体膜とは同一層である、半導体装置。

[請求項4] 請求項１記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、前記第１開口の前記上面側の前記端部からの距離が互いに異なる位置にそれぞれ設けられている、半導体装置。

[請求項5] 請求項１記載の半導体装置において、

前記第１検出素子は、空気流量を検出する発熱抵抗体であり、前記第２検出素子は、圧力検出素子である、半導体装置。

[請求項6] 上面および前記上面と反対側の下面を有する、第１厚さの基板と、

前記基板の第１領域に形成された第１センサ部と、

前記基板の前記第１領域とは異なる第２領域に形成された第２センサ部と、

を有し、

前記第１センサ部は、

前記基板の前記上面側に設けられ、第１底面を有する第１開口と、

前記基板の前記下面側の前記第１開口に対向する位置に設けられ、前記第１底面に接する第２底面を有する第２開口と、

平面視において前記第１開口と重なる位置に設けられた第１検出素子と、

を有し、

前記第２センサ部は、

前記上面側に前記第１厚さよりも薄い第２厚さの前記基板を残して、前記下面側に設けられた第３開口と、

平面視において前記第３開口と重なる位置に設けられた第２検出素子と、

を有し、

前記第１領域に、前記第２開口の前記上面側の端部の位置を認識することのできる複数のマーカが設けられている、半導体装置。

[請求項7] 請求項６記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、前記第１検出素子を挟んで対称となるように配置された、第１のマーカ群と第２のマーカ群とから構成される、半

導体装置。

[請求項8] 請求項６記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、第１導電体膜から構成され、前記第１検出素子は、第２導電体膜から構成され、前記第１導電体膜と前記第２導電体膜とは同一層である、半導体装置。

[請求項9] 請求項６記載の半導体装置において、

前記複数のマーカは、前記第２開口の前記上面側の前記端部からの距離が互いに異なる位置にそれぞれ設けられている、半導体装置。

[請求項10] 請求項６記載の半導体装置において、

前記第１検出素子は、空気流量を検出する発熱抵抗体であり、前記第２検出素子は、圧力検出素子である、半導体装置。

[請求項11] 請求項６記載の半導体装置において、

前記第２開口の前記第２底面は前記第１開口の前記第１底面の内側に位置する、半導体装置。

[請求項12] （ａ）基板の上面に第１絶縁膜を形成する工程、

（ｂ）前記基板の第１領域の前記第１絶縁膜上に、第１検出素子および複数のマーカを形成する工程、

（ｃ）前記基板の前記第１領域とは異なる第２領域に、第２検出素子を形成する工程、

（ｄ）前記基板の下面に第２絶縁膜を形成する工程、

（ｅ）前記第１領域の前記第２絶縁膜をエッチングして、前記第１領域の前記基板の前記下面を露出する工程、

（ｆ）前記下面から前記基板の第１厚さをエッチングする工程、

（ｇ）前記第２領域の前記第２絶縁膜をエッチングして、前記第２領域の前記基板の前記下面を露出する工程、

（ｈ）前記下面から前記基板をエッチングして、前記第１領域では前記第１絶縁膜に達する第１開口を形成し、前記第２領域では第２厚さの前記基板を残して第２開口を形成する工程、

を有し、

前記（ｈ）工程では、前記複数のマーカの位置と、前記第１開口の前記上面側の端部の位置とを把握することにより、前記第２厚さを検出する、半導体装置の製造方法。

[請求項13] 請求項１２記載の半導体装置の製造方法において、

前記（ｆ）工程および前記（ｈ）工程における前記基板の前記エッチングでは、アルカリ系溶液を用いる、半導体装置の製造方法。

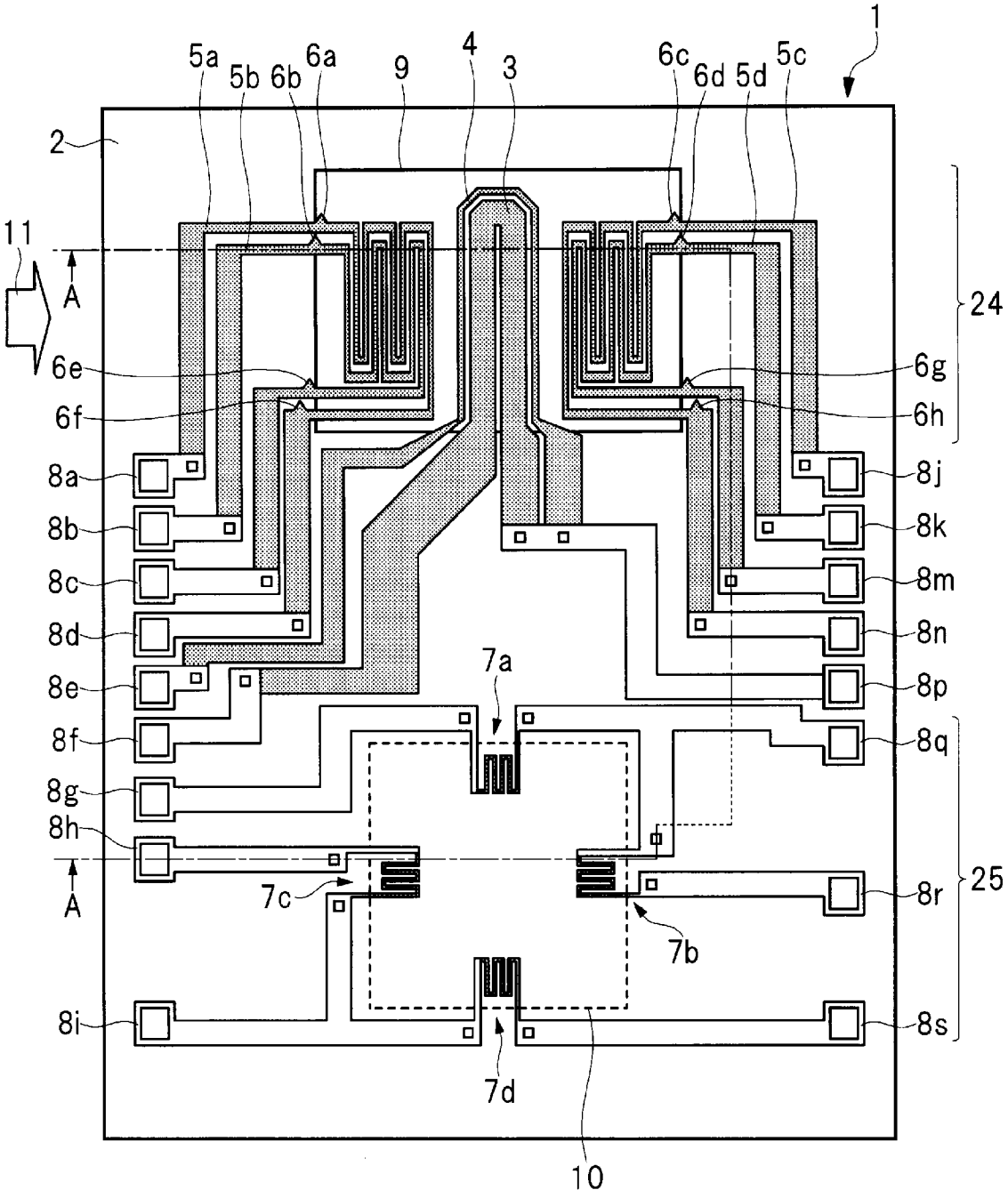
[請求項14] 請求項１２記載の半導体装置の製造方法において、

前記半導体基板は、＜１００＞結晶方位を有する単結晶シリコンからなる、半導体装置の製造方法。

[請求項15] 請求項１または６記載の半導体装置から構成される、流量センサ。

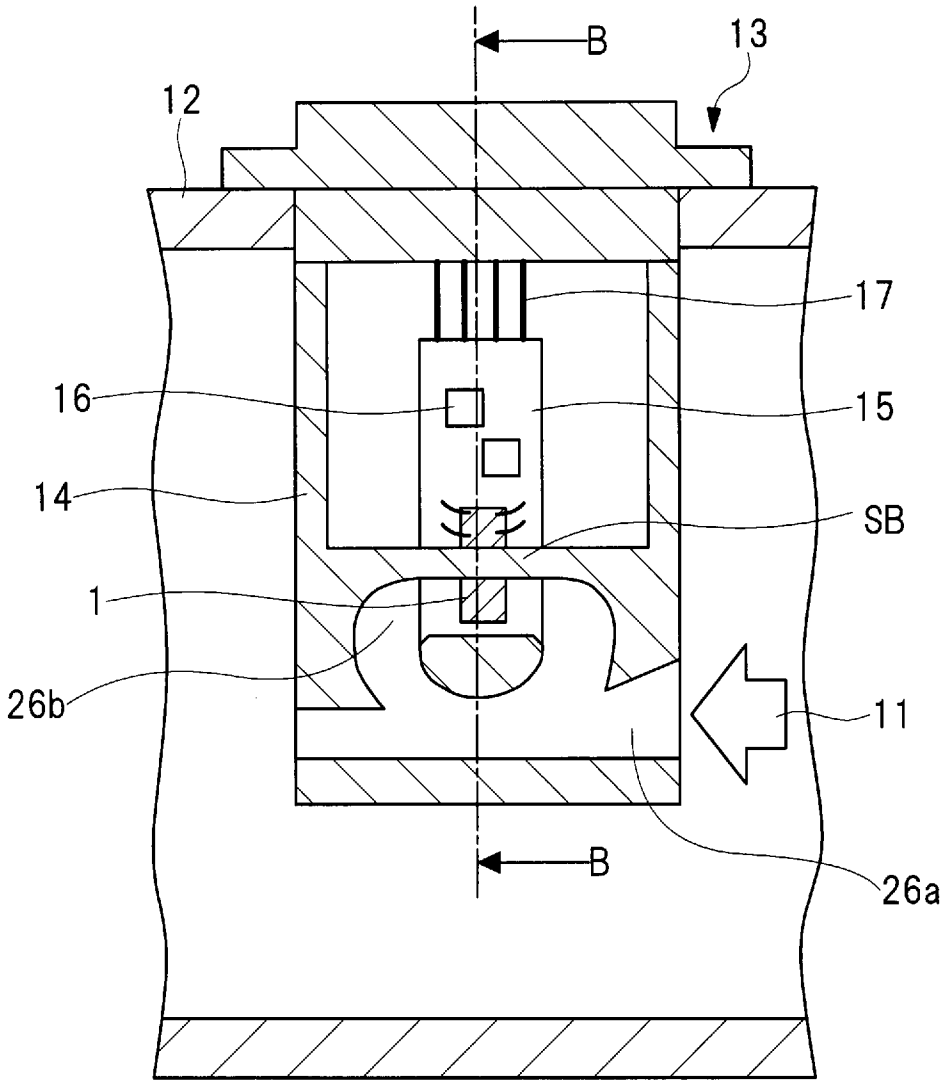
[図1]

図 1


1
2
3
4
5a
5b
6b
6a
9
6c
6d
5d
5c
11
A
24
6e
6f
6g
6h
8a
8b
8c
8d
8e
8f
8g
8h
8j
8k
8m
8n
8p
8q
7a
7c
7b
8r
25
8i
8s
7d
10

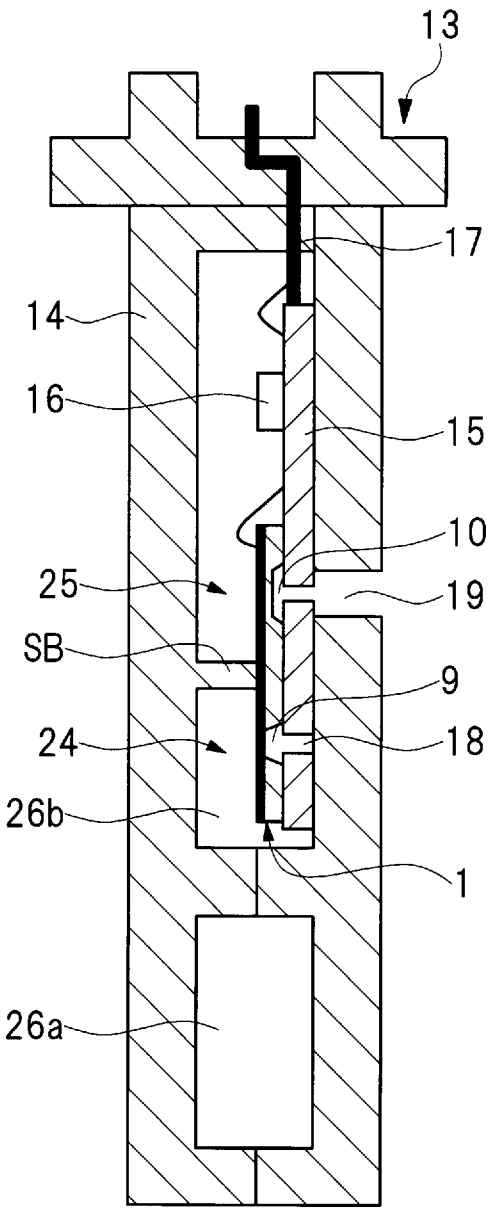
[図2]

図 2



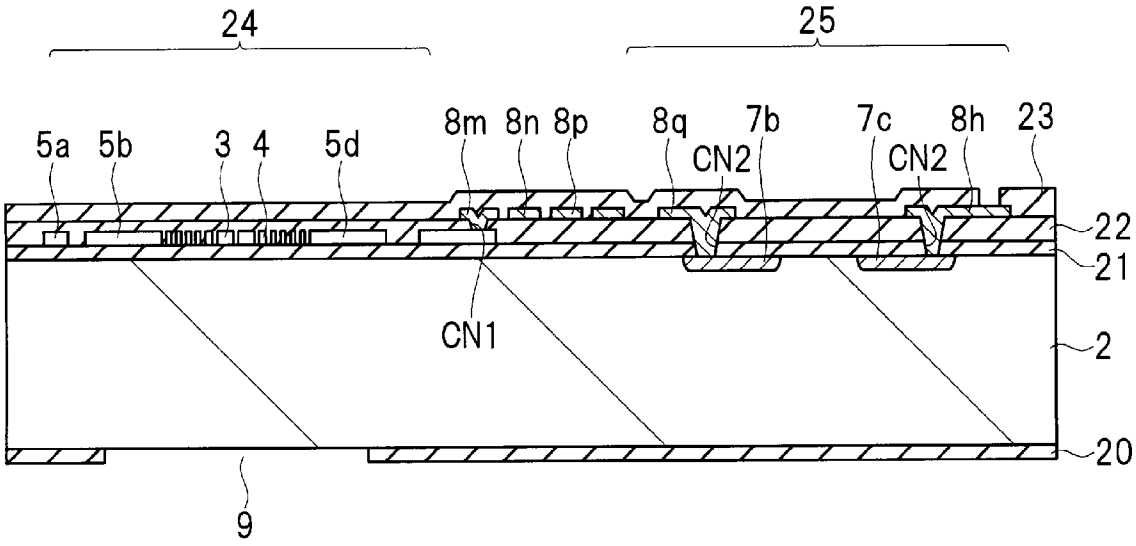
[図3]

図 3



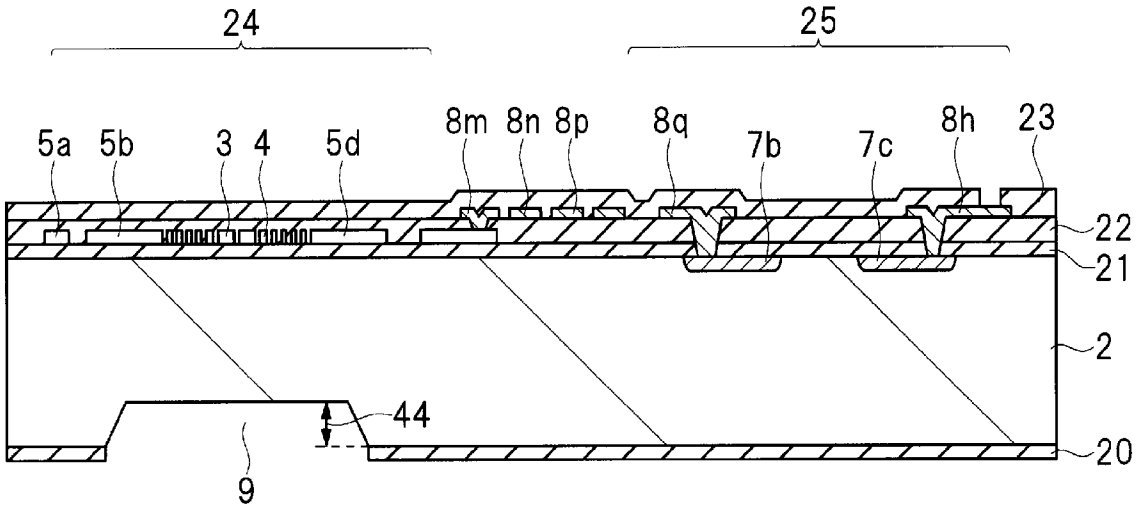
[図4]

図 4


24
25
5a
5b
3
4
5d
8m
8n
8p
8q
7b
7c
8h
23
CN2
CN2
22
21
CN1
2
20
9

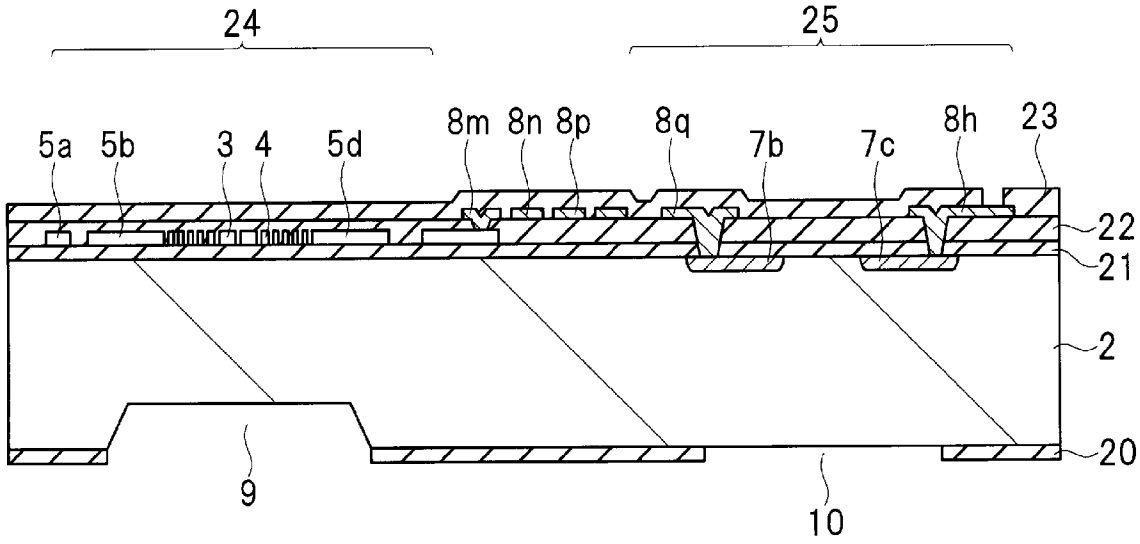
[図5]

図 5


24
25
5a
5b
3
4
5d
8m
8n
8p
8q
7b
7c
8h
23
22
21
2
44
20
9

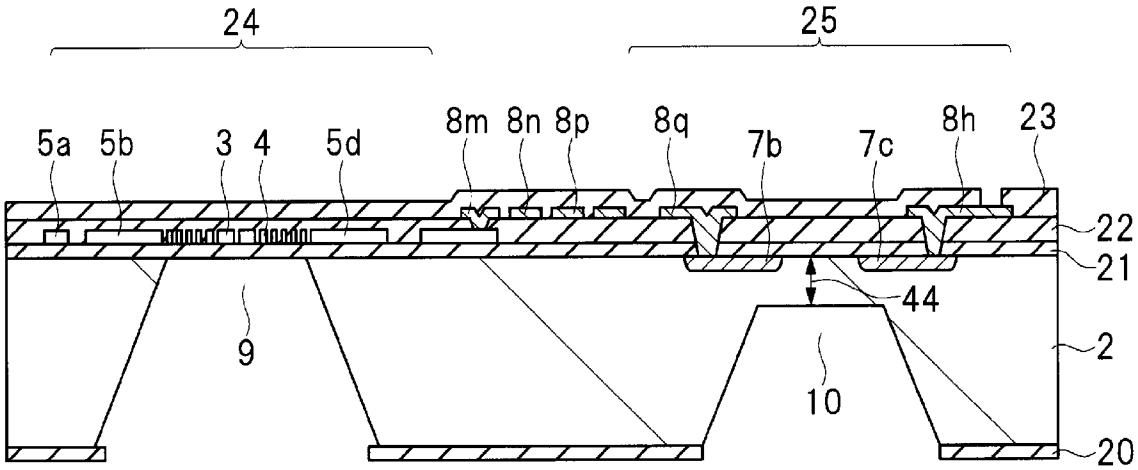
[図6]

図 6


24
25
5a
5b
3
4
5d
8m
8n
8p
8q
7b
7c
8h
23
22
21
2
20
9
10

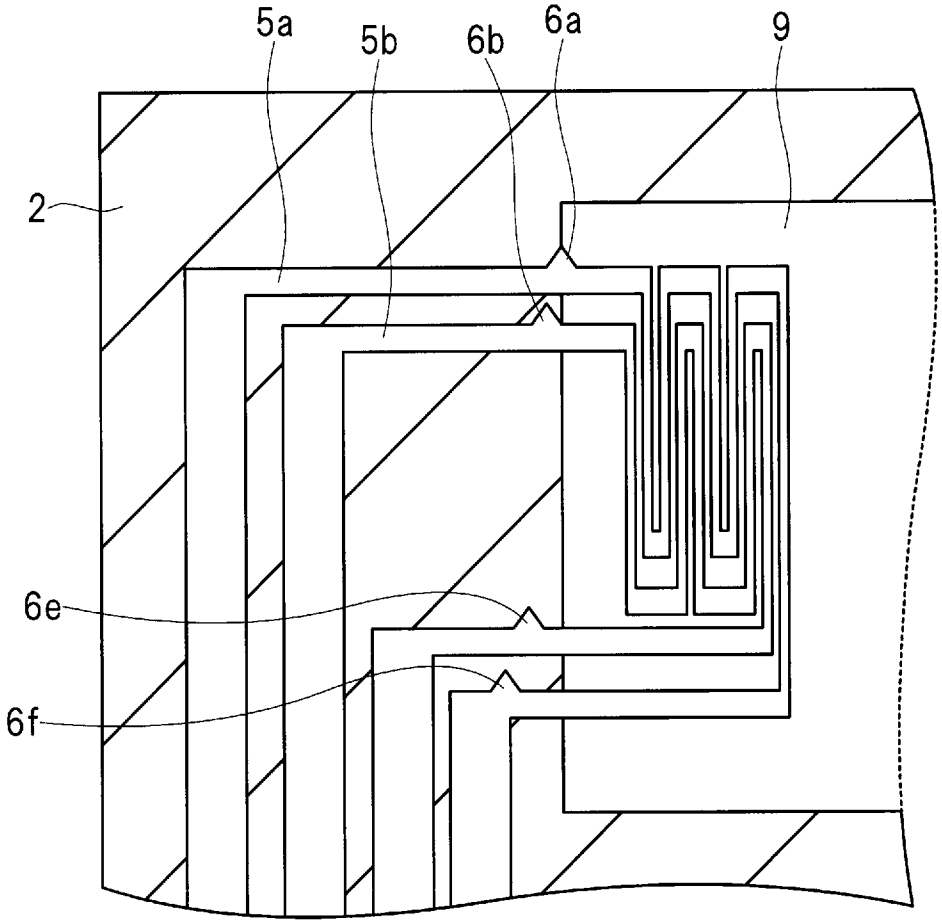
[図7]

図 7


24
25
5a
5b
3
4
5d
8m
8n
8p
8q
7b
7c
8h
23
22
21
44
2
20
9
10

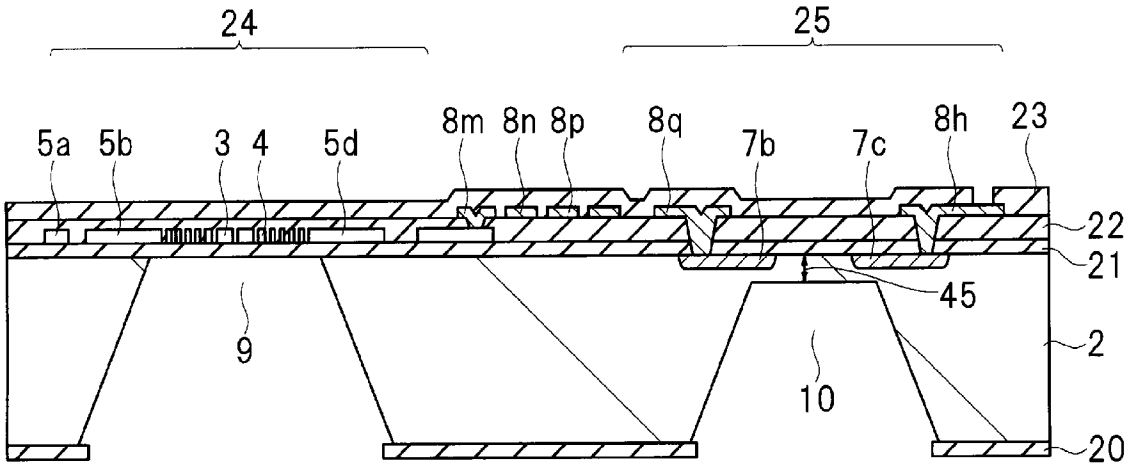
[図8]

図 8



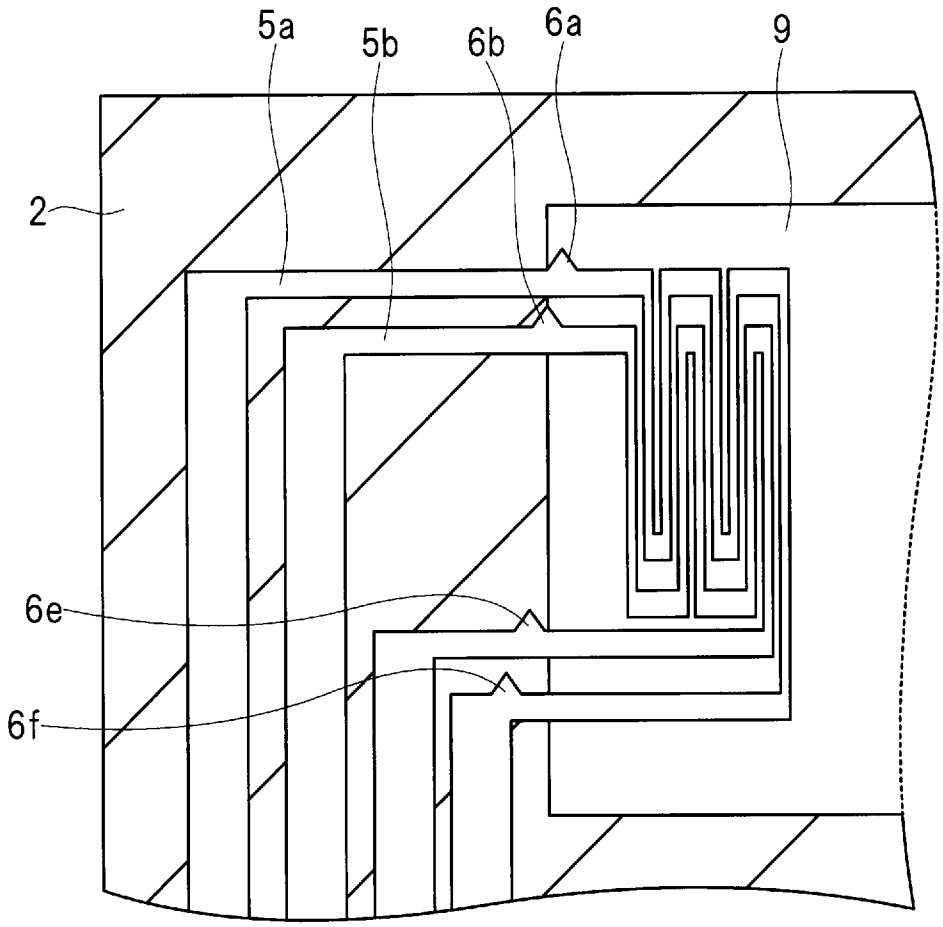
[図9]

図 9



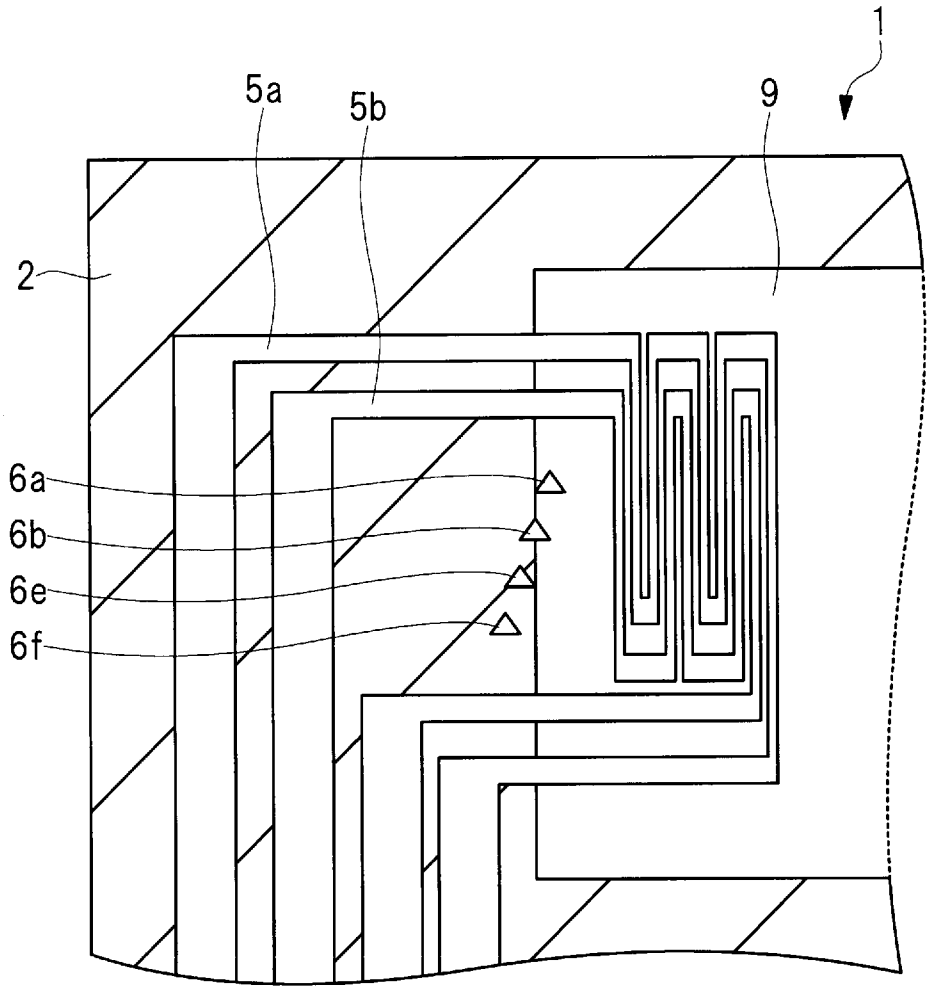
[図10]

図 10



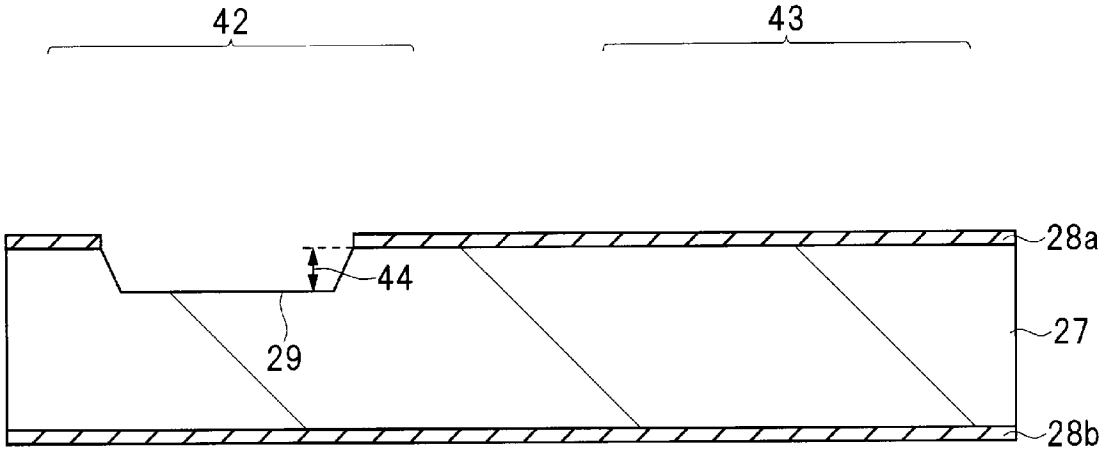
[図11]

図 11



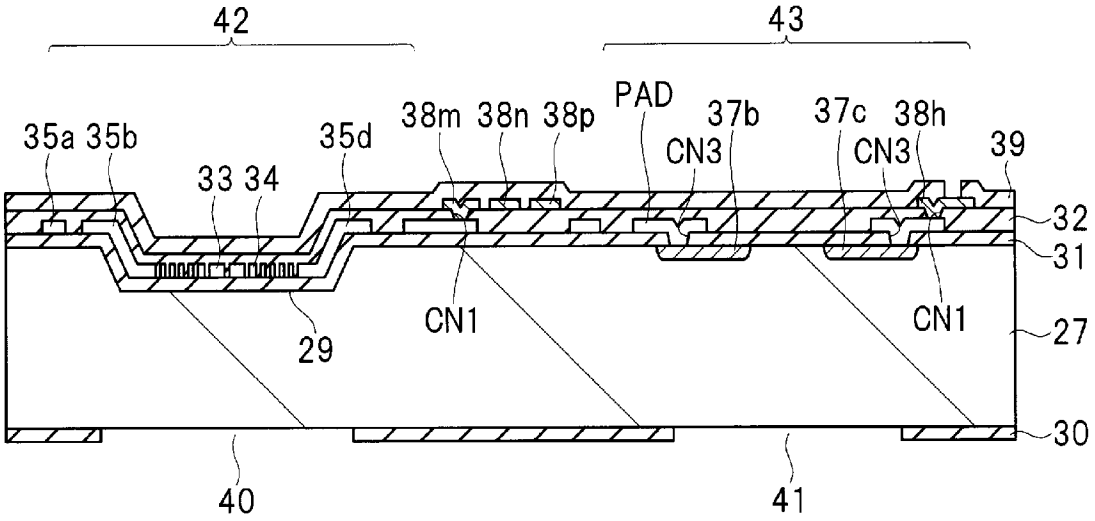
[図12]

図 12



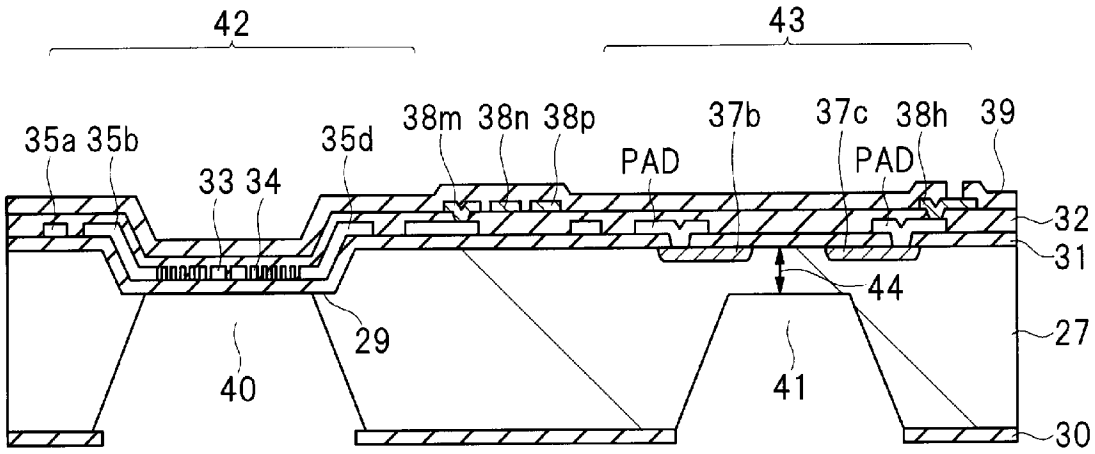
[図13]

図 13



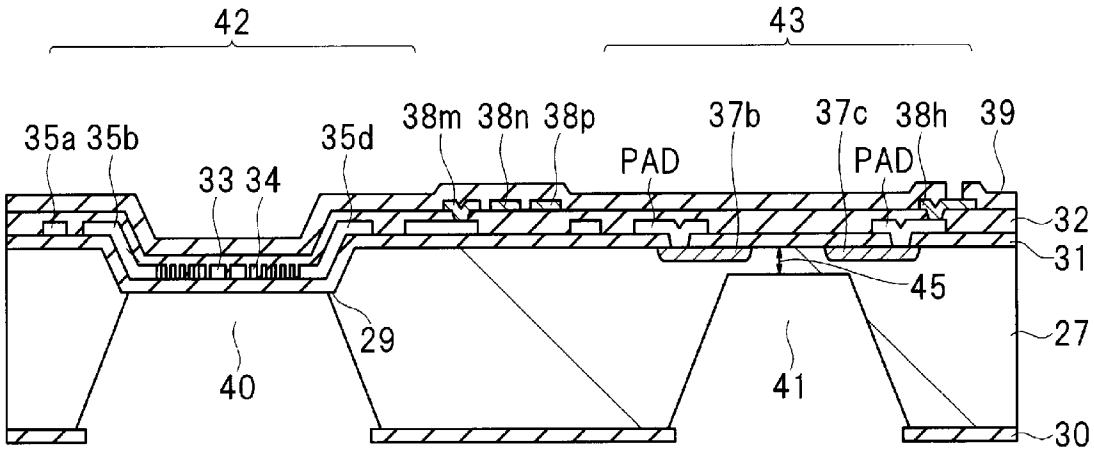
[図14]

図 14



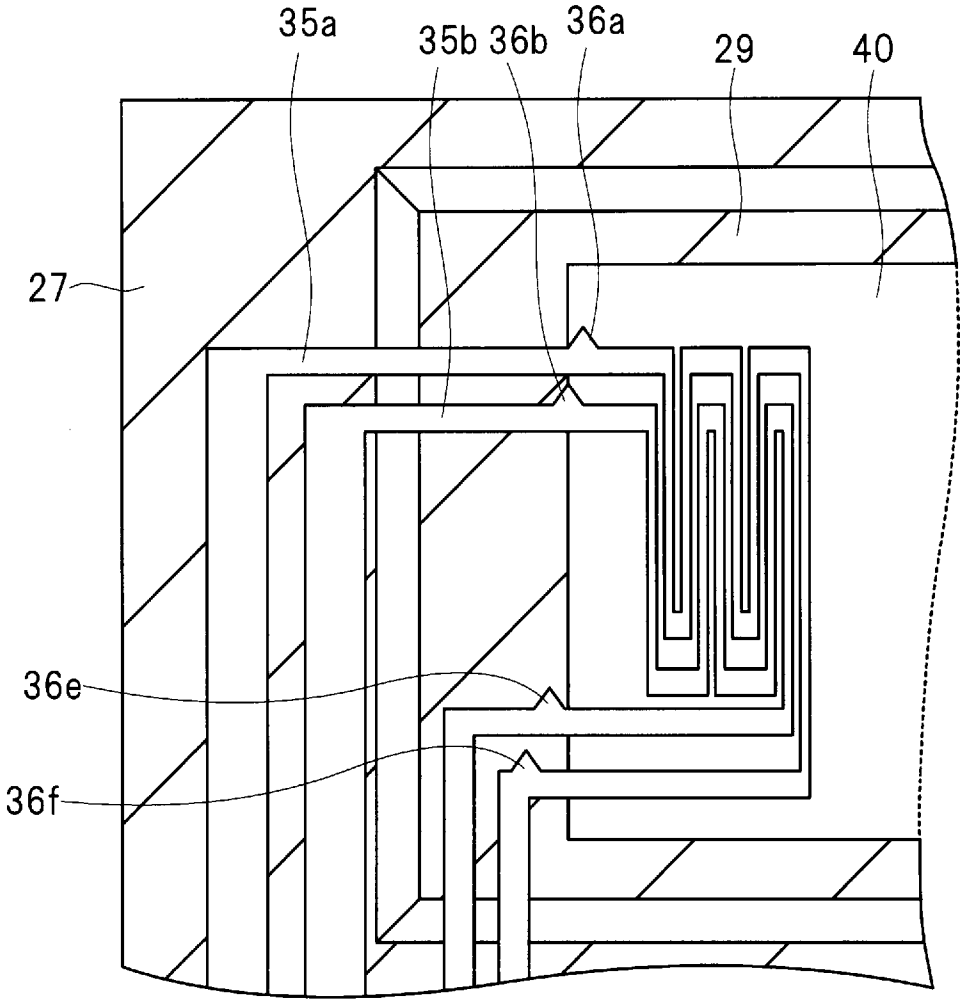
[図15]

図 15


42
43
35a 35b
33 34
35d
38m 38n 38p
PAD
37b
37c
PAD
38h
39
32
31
45
27
29
40
41
30

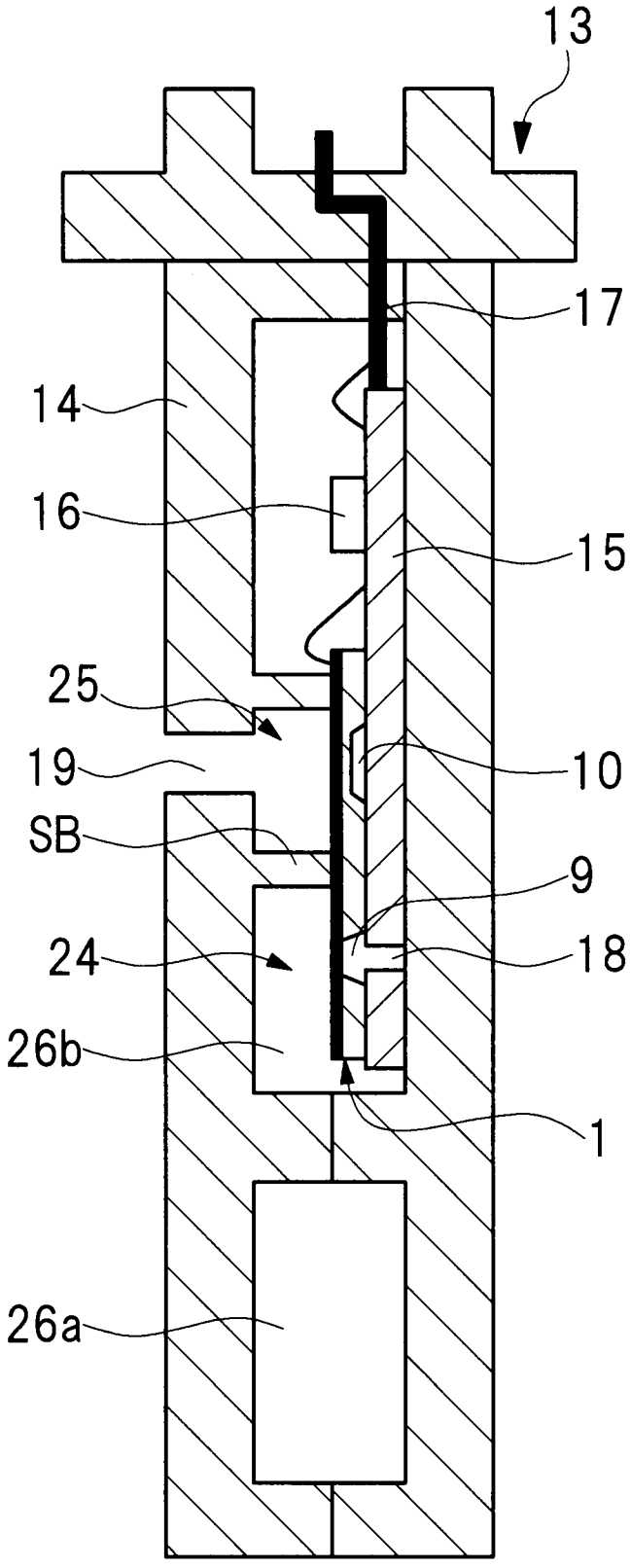
[図16]

図 16



[図17]

図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015121

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01F1/692(2006.01)i, *G01L9/00*(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)
G01F1/692, G01L9/00, G01P5/12, H01L29/84, B81B3/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2007-286008 A (Denso Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraphs [0020] to [0057]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-15
A	JP 2012-154748 A (Azbil Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0031] to [0058]; fig. 4, 7, 11 (Family: none)	1-15
A	JP 2008-026206 A (Hitachi, Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraphs [0014] to [0031]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-15

☒ 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	Date of mailing of the international search report
01 May 2017 (01.05.17)	16 May 2017 (16.05.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015121

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/0012588 A1 (SULTAN, Michel F.), 20 January 2005 (20.01.2005), entire text; fig. 3A to 3B & US 2007/0019704 A1	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１５１２１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01F1/692(2006.01)i, G01L9/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01F1/692, G01L9/00, G01P5/12, H01L29/84, B81B3/00

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2007-286008 A (株式会社デンソー) 2007.11.01, 段落 [0020] - [0057], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2012-154748 A (アズビル株式会社) 2012.08.16, 段落 [0031] - [0058], 図 4, 7, 11 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2008-026206 A (株式会社日立製作所) 2008.02.07, 段落 [0014] - [0031], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-15

☑　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	国際調査報告の発送日
０１．０５．２０１７	１６．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｆ　４７４１
公文代　康祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

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	US 2005/0012588 A1 (SULTAN, Michel F.) 2005.01.20, 全文, 図 3A-3B & US 2007/0019704 A1	1-15