

(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2月9日(09.02.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/017532 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/063225
- (22) 国際出願日: 2010年8月4日(04.08.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5038604 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 宮田 文茂 (MIYATA, Fumishige) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP). 河野 秀一 (KAWANO, Shuichi) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP). 濱中 仙治 (HAMANAKA, Senji) [JP/JP]; 〒5010695 岐阜県揖

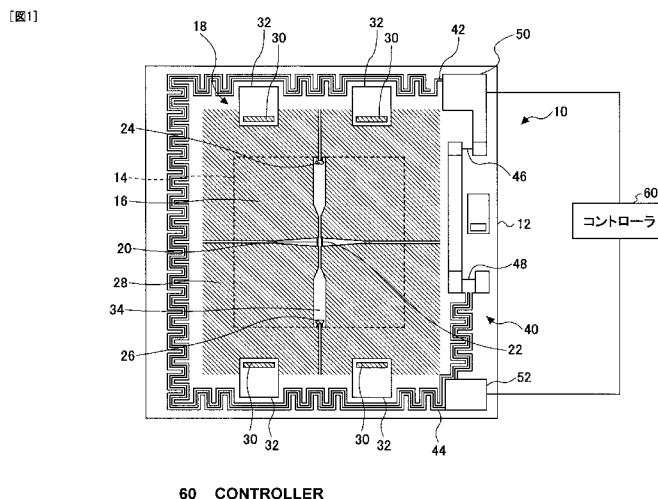
斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北事業場内 Gifu (JP).

- (74) 代理人: 伊東 忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32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, 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, RO, RS, RU, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR SENSOR

(54) 発明の名称: 半導体センサ



(57) Abstract: This semiconductor sensor has an electrical circuit formed on the surface of a semiconductor element, said electrical circuit being composed of a metal thin film. The semiconductor sensor is provided with: two electrical conductive line sections, which are disposed to face each other, as a part of the electrical circuit, on the surface of the semiconductor element, and which have different potentials applied thereto, respectively; and a dew condensation detecting circuit, which determines whether dew condensation is generated on the surface of the semiconductor element on the basis of a potential difference generated between the two electrical conductive line sections.

(57) 要約: 本発明は、半導体素子の表面に金属薄膜からなる電気回路が形成される半導体センサであって、電気回路の一部として半導体素子の表面に互いに対向して配置され、互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部と、2つの電気導線部に生じる電位差に基づいて、半導体素子の表面に結露が発生したか否かを判別する結露検知回路と、を備える。

WO 2012/017532 A1

WO 2012/017532 A1



NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称 ： 半導体センサ

技術分野

[0001] 本発明は、半導体センサに係り、特に、半導体素子の表面に金属薄膜からなる電気回路が形成されている半導体センサに関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車のエンジン制御や気圧計などに用いられる半導体センサが知られている（例えば、特許文献 1 ～ 4 参照）。特許文献 1 記載の半導体センサは、半導体センサとしてダイヤフラム部を有する基板を備えており、導体とそのダイヤフラム部との電圧変化に基づいてそのダイヤフラム部の故障診断を行う。特許文献 2 記載の半導体センサは、半導体センサとして歪ゲージからなるブリッジ回路を備えており、ブリッジ回路と計測機器との間の配線の断線を検出する故障診断を行う。

[0003] また、特許文献 3 記載の半導体センサは、半導体素子のワイヤボンディングパッドにワイヤを接続し、そのワイヤからワイヤボンディングパッドに電流が流れるか否かを検出して、半導体素子の寿命による故障発生を事前に検知する故障予知を行う。特許文献 4 記載の半導体センサは、半導体基板上に通常の素子よりも劣化進行の早い劣化予測素子を設けると共に、その劣化予測素子の劣化度合いを検出して、劣化故障の発生を予測する故障予知を行う。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開 2 0 0 4 － 1 5 0 9 4 4 号公報
特許文献2：特開 2 0 0 5 － 0 3 7 3 1 8 号公報
特許文献3：特開 2 0 0 8 － 0 0 4 7 2 8 号公報
特許文献4：特開平 7 － 2 1 8 5 9 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、自動車のエンジン制御や気圧計などに用いられる半導体センサでは、半導体素子が筐体内に実装される。この筐体部内に湿気が浸入すると、温度変化に伴って半導体素子の表面に結露が生ずることがある。半導体素子の表面に結露が生ずると、電極部や電気導線部に電解腐食が発生して、電氣的導通が絶たれる可能性がある。半導体素子で電氣的導通が絶たれると、半導体素子は正常に駆動しなくなり、その結果、その半導体素子を修理・交換するまで半導体センサが正常に作動しなくなってしまう。従って、半導体素子の正常駆動を常に維持するためには、半導体素子が故障する前に、具体的には、半導体素子が結露に起因して正常に駆動する状態から駆動しない状態へ移行する前に、半導体素子の表面に発生した結露を検知することが必要である。しかしながら、従来の半導体センサ（例えば、特許文献１～４の技術）では、半導体素子表面に発生した結露を検知することができない。

[0006] 本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、半導体素子の結露に起因する故障発生前に半導体素子表面に発生した結露を検知することが可能な半導体センサ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] 本発明の半導体センサは、半導体素子の表面に金属薄膜からなる電気回路が形成される半導体センサであって、前記電気回路の一部として半導体素子の表面上において互いに対向して配置され、互いに異なる電位が印加される２つの電気導線部と、前記２つの電気導線部に生じる電位差に基づいて、半導体素子の表面に結露が発生したか否かを判別する結露検知回路と、を備える。

[0008] 上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部間の離間距離は、前記電気回路の有する任意の２つの電極部又は電気導線部の間の各距離のうち前記離間距離を除いたものの最小距離よりも小さいことが好ましい。

[0009] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部のうち高電位が印加される高電位電気導線部は、半導体素子の表面上において、該２つ

の電気導線部のうち低電位が印加される低電位電気導線部と、前記電気回路の有する電極部又は他の電気導線部と、の間に配置されていることが好ましい。

[0010] また、上記した半導体センサにおいて、半導体素子の表面上の前記２つの電気導線部の形状は、結露した水分を溜め易い形状であることが好ましい。

[0011] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に並列に接続される第１の抵抗と、前記一方の電気導線部に接続されると共に前記第１の抵抗の一端に接続される第１の電極部と、前記一方の電気導線部及び前記第１の抵抗の他端に一端が接続する第２の抵抗と、前記２つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記第２の抵抗の他端に接続される第２の電極部と、前記第１の電極部と前記第２の電極部との間に定電流を流通させる定電流流通手段と、を備え、前記結露検知回路は、前記定電流流通手段により前記第１の電極部と前記第２の電極部との間に定電流が流通される状況において前記第１の電極部と前記第２の電極部との電位差が通常の電位差よりも大きい場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することが好ましい。

[0012] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に接続される第１の電極部と、前記一方の電気導線部に一端が接続する抵抗と、前記２つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記抵抗の他端に接続される第２の電極部と、前記第１の電極部と前記第２の電極部との間に定電圧を印加する定電圧印加手段と、を備え、前記結露検知回路は、前記定電圧印加手段により前記第１の電極部と前記第２の電極部との間に定電圧が印加される状況において前記２つの電気導線部に生じる電位差が前記定電圧の近傍に達していない場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することが好ましい。

[0013] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部はそれぞれ、主にアルミニウムにより構成されていることが好ましい。

[0014] 更に、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部は、半導体

素子の表面に形成されるダイヤフラムの外周側に配置されていることが好ましい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、半導体素子の結露に起因する故障発生前に半導体素子表面に発生した結露を検知することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1実施形態に係る半導体センサの上面図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る半導体センサにおける故障予知回路の回路構成図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る半導体センサにおいて故障予知回路が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートである。

[図4]本発明の第2実施形態に係る半導体センサの上面図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係る半導体センサにおいて故障予知回路が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートである。

[図6]本発明の変形例に係る半導体センサの上面図である。

[図7] (a) ~ (g) は、本発明の実施形態に係る半導体センサにおいて電気導線部の形状を示す部分上面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明の実施の形態の半導体センサは、半導体素子の表面に金属薄膜からなる電気回路が形成される半導体センサであって、前記電気回路の一部として半導体素子の表面上において互いに対向して配置され、互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部と、前記2つの電気導線部に生じる電位差に基づいて、半導体素子の表面に結露が発生したか否かを判別する結露検知回路と、を備える半導体センサである。

[0018] 本実施の形態において、半導体素子の表面に形成される金属薄膜からなる電気回路は、その一部として、半導体素子の表面上において互いに対向して配置され、互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部を有する。かかる構造においては、2つの電気導線部の間に温度変化に伴って生じた結露が

進行すると、対向する2つの電気導線部の金属薄膜（例えば、アルミニウム）が高電位側から溶解し、電解腐食が発生して、高電位側の金属薄膜が切断されることにより、電氣的導通が絶たれる。上記の構造において、電気導線部の電氣的導通が保たれている場合は、2つの電気導線部間の電位差はほぼ一定であるが、電気導線部の電氣的導通が絶たれると、その電氣的導通が絶たれた瞬間で2つの電気導線部間の電位差に変化が生じ（電位差が上昇し）、その2つの電気導線部間の電位差が、電氣的導通が保たれている場合と比べて異なるものとなる。そこで、本実施の形態において、半導体素子の表面に結露が発生したか否かは、それら2つの電気導線部に生じる電位差の変化に基づいて判別される。従って、本実施の形態によれば、半導体素子の結露に起因する故障発生前に半導体素子表面に発生した結露を検知することができる。

[0019] 上記した半導体センサにおいて、前記2つの電気導線部間の離間距離は、前記電気回路の有する任意の2つの電極部又は電気導線部の間の各距離のうち前記離間距離を除いたものの最小距離よりも小さいことが好ましい。

[0020] この態様においては、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部間の離間距離が、電気回路の有する任意の2つの電極部又は電気導線部の間の各距離のうちその離間距離を除いたものの最小距離よりも小さい。このため、半導体素子の表面に結露が生ずるときは、その結露に伴う水分が付着し易い部位すなわち結露による電解腐食が生じるタイミングが最も早い部位は、半導体素子上の電極部及び電気導線部のすべての組み合わせのうち、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部であると考えられる。従って、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部を有することにより、その2つの電気導線部に半導体素子上で最も早いタイミングで結露による電解腐食が生じるため、半導体素子の結露に起因する故障発生前に半導体素子表面に発生した結露を検知することができる。

- [0021] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部のうち高電位が印加される高電位電気導線部は、半導体素子の表面上において、該２つの電気導線部のうち低電位が印加される低電位電気導線部と、前記電気回路の有する電極部又は他の電気導線部と、の間に配置されていることが好ましい。
- [0022] この態様においては、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される２つの電気導線部のうち高電位電気導線部が、低電位電気導線部と電気回路の電極部又は他の電気導線部との間に配置される。一般的に、半導体素子の結露に起因する電解腐食は、高電位側で生じる。このため、低電位電気導線部の電位が高電位電気導線部以外の電極部又は電気導線部の電位よりも低い場合においても、高電位電気導線部と低電位電気導線部との間に結露した水分が付着する前に、その低電位電気導線部と高電位電気導線部以外の電極部又は電気導線部との間に結露した水分が溜まり難い。従って、半導体素子表面に発生した結露を検知する前に、電気回路の、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される２つの電気導線部以外の電極部又は電気導線部で結露に起因する電解腐食が生ずるのを回避することができる。
- [0023] また、上記した半導体センサにおいて、半導体素子の表面上の前記２つの電気導線部の形状は、結露した水分を溜め易い形状であることが好ましい。
- [0024] この態様においては、半導体素子の表面に互いに対向して配置されかつ互いに異なる電位が印加される２つの電気導線部の形状が、結露した水分を溜め易い形状である。このため、半導体素子の結露に起因する故障発生前に半導体素子表面に発生した結露を検知することができ易くなる。
- [0025] また、上記した半導体センサにおいて、前記２つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に並列に接続される第１の抵抗と、前記一方の電気導線部に接続されると共に前記第１の抵抗の一端に接続される第１の電極部と、前記一方の電気導線部及び前記第１の抵抗の他端に一端が接続する第２の抵抗と、前記２つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記

第2の抵抗の他端に接続される第2の電極部と、前記第1の電極部と前記第2の電極部との間に定電流を流通させる定電流流通手段と、を備え、前記結露検知回路は、前記定電流流通手段により前記第1の電極部と前記第2の電極部との間に定電流が流通される状況において前記第1の電極部と前記第2の電極部との電位差が通常の電位差よりも大きい場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することが好ましい。

[0026] この態様においては、第1の電極部と第2の電極部との間に定電流が流通すると、一方の電気導線部の電氣的導通が保たれている場合は、流通電流は主にその一方の電気導線部側を流れるので、第1の電極部と第2の電極部との電位差は比較的小さくなる。一方、一方の電気導線部の電氣的導通が絶たれている場合は、流通電流は主に第1の抵抗側を流れるので、第1の電極部と第2の電極部との電位差は比較的大きくなる。従って、第1の電極部と第2の電極部との電位差が比較的大きい場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することとすれば、その結露の有無を精度よく検知することができ易くなる。

[0027] また、上記した半導体センサにおいて、前記2つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に接続される第1の電極部と、前記一方の電気導線部に一端が接続する抵抗と、前記2つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記抵抗の他端に接続される第2の電極部と、前記第1の電極部と前記第2の電極部との間に定電圧を印加する定電圧印加手段と、を備え、前記結露検知回路は、前記定電圧印加手段により前記第1の電極部と前記第2の電極部との間に定電圧が印加される状況において前記2つの電気導線部に生じる電位差が前記定電圧の近傍に達していない場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することが好ましい。

[0028] この態様においては、第1の電極部と第2の電極部との間に定電圧が印加されると、一方の電気導線部の電氣的導通が保たれている場合は、2つの電気導線部の電位差はほぼ上記の定電圧となる。一方、一方の電気導線部の電氣的導通が絶たれている場合は、2つの電気導線部の電位差は上記の定電圧

に達しない。従って、2つの電気導線部の電位差が上記の定電圧よりも小さい場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することとすれば、その結露の有無を精度よく検知することができ易くなる。

[0029] また、上記した半導体センサにおいて、前記2つの電気導線部はそれぞれ、主にアルミニウムにより構成されていることが好ましい。

[0030] 更に、上記した半導体センサにおいて、前記2つの電気導線部は、半導体素子の表面に形成されるダイヤフラムの外周側に配置されていることが好ましい。

[0031] 以下、図面を用いて、本発明に係る半導体センサの具体的な実施の形態について説明する。

実施形態 1

[0032] 図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体センサ10の上面図を示す。

[0033] 本実施形態の半導体センサ10は、自動車のエンジン制御、排気浄化制御、又は気圧計などに用いられる圧力センサである。半導体センサ10は、例えば、内燃機関から排出される排気ガスが流通する排気経路内の圧力を検出するために用いることができる。また、半導体センサ10は、排気経路に設置されるフィルタの上流側と下流側との圧力差を検出するために用いることができる。更には、半導体センサ10は、排気経路に設置されるフィルタの上流側と下流側との圧力差に基づいてそのフィルタに堆積するパーティキュレート量を検出するパーティキュレート量検出センサに用いることができる。

[0034] 図1に示す如く、半導体センサ10は、半導体素子としてのシリコン（Si）基板12を備えている。半導体センサ10は、Si基板12に対する周知の半導体製造技術を施すことにより製造される。Si基板12は、四つの辺により区画された平面略矩形の板状部材である。Si基板12には、主裏面に凹状に空いた開口部14（図1において破線で囲まれた部分）が形成されている。開口部14は、Si基板12を異方性エッチングすることにより形成される。開口部14は、4つのダイヤフラム側壁により囲まれる空間を構成している。

- [0035] 開口部 14 の主表面側には、薄肉（薄板）のダイヤフラム 16 が形成されている。開口部 14 及びダイヤフラム 16 は、S i 基板 12 の表面のほぼ中央に配置されている。ダイヤフラム 16 は、表裏の圧力差に応じた量だけ撓むことが可能な薄い部材である。ダイヤフラム 16 の平面形状は、二組の互いに平行に向かい合う一対の辺により囲まれる略正方形である矩形形状である。ダイヤフラム 16 は、S i 基板 12 を異方性エッチングすることにより開口部 14 が形成されることに伴って形成される。
- [0036] S i 基板 12 には、電気回路 18 が形成されている。電気回路 18 は、ボロン又はリン等から成る不純物層やアルミニウム等から成る金属薄膜層により構成される。電気回路 18 の不純物層は、S i 基板 12 内部に形成される。また、電気回路 18 の金属薄膜層は、S i 基板 12 の表面に形成される。
- [0037] ダイヤフラム 16 上には、そのダイヤフラム 16 の撓みに応じた検出信号を出力する歪ゲージ 20, 22, 24, 26 が配置されている。歪ゲージ 20, 22, 24, 26 は、S i 基板 12 の主表面に不純物のイオン注入や拡散を施すことにより形成される。各歪ゲージ 20, 22, 24, 26 はそれぞれ、ダイヤフラム 16 の配置部位における撓みに伴う基準からの抵抗値変化に応じた検出信号を出力するピエゾ抵抗である。
- [0038] 歪ゲージ 20, 22 は、ダイヤフラム 16 の表面全体の部位の中でダイヤフラム 16 への被検出対象の圧力印加時にダイヤフラム 16 が最も圧縮される部位である中心近傍（重心付近）に配置されるセンターゲージである。また、歪ゲージ 24, 26 は、ダイヤフラム 16 の表面全体の部位の中でダイヤフラム 16 への被検出対象の圧力印加時にダイヤフラム 16 が最も引っ張られる部位である開口部 14 のダイヤフラム側壁に近い周辺部（特に、ダイヤフラム 16 を構成する辺の midpoint 近傍）に配置されるサイドゲージである。以下、適宜、歪ゲージ 20, 22 をセンターゲージ 20, 22 と、また、歪ゲージ 24, 26 をサイドゲージ 24, 26 と、それぞれ称す。センターゲージ 20, 22 とサイドゲージ 24, 26 とは、応力に対する抵抗値の変化の方向が逆となるように設けられている。

- [0039] 歪ゲージ20, 22, 24, 26は、Si基板12の主表面に不純物のイオン注入や拡散を施すことにより形成される拡散リード28を介して結線され、電氣的に接続されている。歪ゲージ20, 22, 24, 26は、拡散リード28により互いに直列接続された閉回路であるホイートストンブリッジ回路を構成している。拡散リード28は、Si基板12の全体の中で四隅に分かれるように4分割された広範な領域を有している。各拡散リード28の領域は、ダイヤフラム16の表面全体の部位の中で四隅を含んでおり、絶縁層であるシリコン酸化膜を介して画成されている。
- [0040] Si基板12の主表面には、拡散リード28に接続されるコンタクトホール30及び電極32が形成されている。コンタクトホール30及び電極32はそれぞれ、4つずつ設けられている。コンタクトホール30及び電極32は、歪ゲージ20, 22, 24, 26と外部の検出装置とを電氣的に接続して、上記のホイートストンブリッジ回路へ電圧を印加し或いはホイートストンブリッジ回路からの検出信号を出力するために設けられている。コンタクトホール30及び電極32は、Si基板12の主表面上の層間絶縁膜であるシリコン酸化膜上に、アルミニウムを用いた蒸着等により金属薄膜で形成される。
- [0041] 上記のホイートストンブリッジ回路において、2つの入力電極32の間に直流定電圧Vが与えられていると、ダイヤフラム16の撓みが歪ゲージ20, 22, 24, 26の抵抗値の変化として現われ、2つの出力電極32の間に被検出対象の圧力に応じたレベルの電圧検出信号が出力されることとなる。
- [0042] 上記した構造を有する半導体センサ10は、Si基板12の主裏面にガラス台座等が陽極接合等により接合されている。Si基板12の主裏面側に形成される開口部14内は、ガラス台座等への接合が行われていると、真空等の一定の圧力に保たれて封止されることで、以後、圧力基準室として扱うことができる。また、半導体センサ10は、筐体内に実装される。
- [0043] このような半導体センサ10の構造においては、Si基板12の主表面側

に被検出対象の圧力が印加されると、印加圧力に応じてダイヤフラム 16 の撓みが発生する。この際には、ダイヤフラム 16 の撓みにより各歪ゲージ 20, 22, 24, 26 の抵抗値が変化して、各歪ゲージ 20, 22, 24, 26 から印加圧力に応じた電圧検出信号が出力される。かかる電圧信号は、電極 32 から外部の検出装置へ送られて信号処理される。これにより、外部の検出装置において被検出対象の圧力が検出される。

[0044] また、本実施形態の半導体センサ 10 は、半導体素子としての S i 基板 12 の表面における結露の有無を判定するための故障予知回路（すなわち、結露検知回路）40 を備えている。故障予知回路 40 は、結露による電解腐食に起因して S i 基板 12 が故障する前にその故障を予知する回路であって、圧力検出のための回路と共に、S i 基板 12 に形成される電気回路 18 の一部を構成している。かかる故障予知回路 40 によれば、S i 基板 12 の表面に発生した結露を、圧力センサ部分の故障を生じさせる前に検知することが可能であり、これにより、結露に起因して圧力センサ部分の故障が生じてから S i 基板 12 の交換・修理が行われるまでの間、被検出対象の圧力を正常に検知することができなくなるのを防止することが可能である。

[0045] 故障予知回路 40 は、電気回路 18 の他の回路部位と同様のプロセスで S i 基板 12 に形成される。故障予知回路 40 は、2 つの電気導線部 42, 44 と、2 つの固定抵抗部 46, 48 と、2 つの電極部 50, 52 と、を有している。

[0046] 電気導線部 42, 44 はそれぞれ、S i 基板 12 の表面上において、ほぼ中央に配置されたダイヤフラム 16 の外周側に設けられている。電気導線部 42, 44 はそれぞれ、S i 基板 12 の表面上においてダイヤフラム 16 の周囲を取り囲むように延在している。2 つの電気導線部 42, 44 は、S i 基板 12 の表面上においてダイヤフラム 16 のほぼ全周にわたって互いに対向して配置されている。

[0047] 電気導線部 42, 44 はそれぞれ、S i 基板 12 の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延

びている。電気導線部 4 2, 4 4 の、S i 基板 1 2 の表面上での形状は、S i 基板 1 2 表面に結露が生ずる際に結露した水分を溜め易い形状である。電気導線部 4 2 と電気導線部 4 4 との間の最小となる離間距離（すなわち両導線部 4 2, 4 4 間の対向距離）は、電気回路 1 8 の有するすべての電極部及び電気配線部から選んだ任意の 2 つの電極部又は電気配線部の間の各距離のうち、その電気導線部 4 2 と電気導線部 4 4 との間の最小となる離間距離を除いたものの最小距離よりも小さい。すなわち、電気導線部 4 2 と電気導線部 4 4 との間の最小となる離間距離は、電気回路 1 8 の有するすべての電極部及び電気配線部から選んだ任意の 2 つの電極部又は電気配線部の間の各距離のうちで最小である。

[0048] 電気導線部 4 2, 4 4 は、S i 基板 1 2 の表面上において電気回路 1 8 の、故障予知回路 4 0 以外の回路部品（例えば電極 3 2 など）の外周側に配置されている。S i 基板 1 2 の表面上において、電気導線部 4 2 は内周側（ダイヤフラム 1 6 側）に配置されており、かつ、電気導線部 4 4 は外周側（S i 基板 1 2 の外縁側）に配置されている。電気導線部 4 2, 4 4 はそれぞれ、主に、半導体プロセスの薄膜形成で用いられる一般的な材料の中でイオン化傾向の最も大きいアルミニウムからなる金属薄膜で形成されている。

[0049] 内周側の電気導線部 4 2 には、第 1 の電極部 5 0 が接続されている。また、外周側の電気導線部 4 4 には、第 2 の電極部 5 2 が接続されている。電極部 5 0, 5 2 はそれぞれ、主にアルミニウムからなる金属薄膜で形成されている。第 1 の電極部 5 0 には、高電位が印加されている。また、第 2 の電極部 5 2 には、低電位が印加されている。このため、電気導線部 4 2 には第 1 の電極部 5 0 を介して高電位が印加されており、また、電気導線部 4 4 には第 2 の電極部 5 2 を介して低電位が印加されている。

[0050] 第 1 の電極部 5 0 に印加される電位は、第 2 の電極部 5 2 に印加される電位よりも高く、更には、電気回路 1 8 の他の回路部品に印加される電位よりも高い値に設定されている。以下、適宜、電気導線部 4 2 を高電位電気導線部 4 2 と、電気導線部 4 4 を低電位電気導線部 4 4 と、それぞれ称す。高電

位電気導線部 4 2 は、S i 基板 1 2 の表面上において、低電位電気導線部 4 4 と電気回路 1 8 の故障予知回路 4 0 以外の回路部品との間に低電位電気導線部 4 4 寄りに配置されている。

[0051] 電極部 5 0, 5 2 はそれぞれ、S i 基板 1 2 の表面上において S i 基板 1 2 の角部に配置されている。第 1 の電極部 5 0 には、高電位電気導線部 4 2 の一端が接続されている。高電位電気導線部 4 2 は、第 1 の電極部 5 0 から S i 基板 1 2 の各辺を経由してその第 1 の電極部 5 0 近傍まで低電位電気導線部 4 4 に対向しつつ延びている。高電位電気導線部 4 2 は、S i 基板 1 2 の表面上において蛇行しながら S i 基板 1 2 の各辺に対して平行になるように延びている。第 1 の電極部 5 0 には、また、予め抵抗値が所定値に固定された第 1 の固定抵抗部 4 6 の一端が接続されている。第 1 の固定抵抗部 4 6 は、第 1 の電極部 5 0 の近傍に設けられている。第 1 の固定抵抗部 4 6 の他端は、高電位電気導線部 4 2 の他端に接続されている。第 1 の固定抵抗部 4 6 は、高電位電気導線部 4 2 に並列に接続されている。

[0052] 高電位電気導線部 4 2 の一端と他端との間には、予め抵抗値が所定値に固定された第 2 の固定抵抗部 4 8 の一端が接続されている。第 2 の固定抵抗部 4 8 の一端は、高電位電気導線部 4 2 と共に、第 1 の固定抵抗部 4 6 の他端に接続されている。第 2 の固定抵抗部 4 8 は、S i 基板 1 2 の第 1 の固定抵抗部 4 6 が設けられた辺と同じ辺上に設けられている。第 2 の固定抵抗部 4 8 の他端は、低電位電気導線部 4 4 の一端に接続されている。固定抵抗部 4 6, 4 8 はそれぞれ、ボロン又はリン等から成る不純物層で形成されている。

[0053] 低電位電気導線部 4 4 の導線上には、第 2 の電極部 5 2 が介在している。第 2 の電極部 5 2 は、低電位電気導線部 4 4 を介して第 2 の固定抵抗部 4 8 の他端に接続されている。第 2 の電極部 5 2 と第 2 の固定抵抗部 4 8 とは、互いに近接して配置されており、同じ S i 基板 1 2 の辺上に設けられている。低電位電気導線部 4 4 の、第 2 の電極部 5 2 と第 2 の固定抵抗部 4 8 とを結ぶ部位は S i 基板 1 2 の一辺上に延びており、その部位の長さは比較的短

い。

[0054] また、低電位電気導線部 4 4 は、第 2 の電極部 5 2 から S i 基板 1 2 の三辺を経由して第 1 の電極部 5 0 近傍まで高電位電気導線部 4 2 に対向しつつ延びており、低電位電気導線部 4 4 の他端は、第 1 の電極部 5 0 近傍で閉じられている。低電位電気導線部 4 4 の、第 2 の電極部 5 2 と第 1 の電極部 5 0 近傍とを結ぶ部位は S i 基板 1 2 の三辺を通るように延びており、その部位の長さは比較的長い。

[0055] 故障予知回路 4 0 は、コントローラ 6 0 を有している。コントローラ 6 0 には、第 1 の電極部 5 0 が電氣的に接続されていると共に、第 2 の電極部 5 2 が電氣的に接続されている。コントローラ 6 0 は、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に高電位側の第 1 の電極部 5 0 から低電位側の第 2 の電極部 5 2 へ向けて一定の電流（定電流）を供給する。コントローラ 6 0 は、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に定電流を供給している状況においてその第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に生ずる電位差を検知することが可能であり、その検知電位差に基づいて S i 基板 1 2 の表面における結露の有無を判定する。

[0056] 以下、図 2 及び図 3 を参照して、故障予知回路 4 0 による故障検知の手法について説明する。

[0057] 図 2 は、本実施形態の半導体センサ 1 0 における故障予知回路 4 0 の回路構成図を示す。また、図 3 は、本実施形態の半導体センサ 1 0 において故障予知回路 4 0 のコントローラ 6 0 が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。

[0058] 図 2 に示す如く、故障予知回路 4 0 は、第 1 の固定抵抗部 4 6 と高電位電気導線部 4 2 とが互いに並列に接続された並列回路を有していると共に、その第 1 の固定抵抗部 4 6 と高電位電気導線部 4 2 とが互いに並列に接続された並列回路と第 2 の固定抵抗部 4 8 とが電極部 5 0、5 2 間で直列に接続された直列回路と、を有している。

[0059] コントローラ 6 0 は、第 1 の電極部 5 0 から第 2 の電極部 5 2 へ向けて定

電流を供給する（ステップ１００）。Ｓｉ基板１２の表面に結露が生じておらず、電気導線部４２、４４（具体的には、高電位導線部４２）に電解腐食に起因する断線が生じていない場合には、コントローラ６０から第１の電極部５０に入力した電流は、第１の固定抵抗部４６と高電位電気導線部４２との並列回路の中で第１の固定抵抗部４６でない側（すなわち高電位電気導線部４２）を流通する。この入力電流は、高電位電気導線部４２を流通した後、第２の固定抵抗部４８及び低電位電気導線部４４を介して第２の電極部５２へ向けて流れる。

[0060] 一方、Ｓｉ基板１２の表面に結露が生じると、最終的に、電気回路１８の各種の電極部や電気導線部に電解腐食が発生することで、電氣的導通が絶たれる。一般に、電位差が生じている２つの電極間に水分が付着した場合、電解腐食は、高電位側の電極で発生する。また、２つの電極間の距離が短いほど、より少ない量の水分で両電極が接するので、電解腐食が生じ易い。

[0061] 上記の如く、電気導線部４２と電気導線部４４との間の最小となる離間距離は、電気回路１８の有するすべての電極部及び電気配線部から選んだ任意の２つの電極部又は電気配線部の間の各距離のうちで最小である。また、第１の電極部５０に印加される電位すなわち高電位電気導線部４２に印加される電位は、第２の電極部５２に印加される電位すなわち低電位電気導線部４４に印加される電位よりも高く、更には、電気回路１８の他の回路部品に印加される電位よりも高い値に設定されている。このため、Ｓｉ基板１２上では、電気回路１８の中で高電位電気導線部４２と低電位電気導線部４４との間で結露が生じ易く、高電位電気導線部４２が最も結露による電解腐食が生じ易い部位である。

[0062] Ｓｉ基板１２の表面に結露が生じ、高電位電気導線部４２に結露による電解腐食が生じて断線が生じた場合には、コントローラ６０から第１の電極部５０に入力した電流は、高電位電気導線部４２を流通することができないので、第１の固定抵抗部４６を流通する。この入力電流は、第１の固定抵抗部４６を流通した後、第２の固定抵抗部４８及び低電位電気導線部４４を介し

て第2の電極部52へ向けて流れる。

[0063] このように、故障予知回路40において、高電位導線部42に結露による電解腐食に起因する断線が生じていない場合は、第1の電極部50に入力した電流が高電位電気導線部42を流通した後に第2の固定抵抗部48を流通し第2の電極部52へ向けて流れる。このため、この場合は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に、第1の電極部50に入力した電流の電流値と第2の固定抵抗部48の抵抗値とに応じた比較的小さな電位差が生じる。一方、高電位導線部42に結露による電解腐食に起因する断線が生じていた場合は、第1の電極部50に入力した電流が第1の固定抵抗部46を流通した後に第2の固定抵抗部48を流通し第2の電極部52へ向けて流れる。このため、この場合は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に、第1の電極部50に入力した電流の電流値と第1の固定抵抗部46と第2の固定抵抗部48との直列抵抗値とに応じた比較的大きな電位差が生じる。

[0064] 例えば、第1の電極部50と第2の電極部52との間に供給される定電流が1mAであり、第1の固定抵抗部46の抵抗値が1kΩであり、かつ、第2の固定抵抗部48の抵抗値が4kΩであるとする、高電位導線部42に断線が生じていない場合は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に生じる電位差が4Vとなる。一方、高電位導線部42に断線が生じている場合は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に生じる電位差が5Vとなる。上記のような電位差の変化により、Si基板12の表面に結露が生じているか否かを判断することが可能となる。

[0065] コントローラ60は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に定電流を供給している状況においてその第1の電極部50と第2の電極部52との間に生ずる電位差を検知する（ステップ102）。そして、コントローラ60は、検知した第1の電極部50と第2の電極部52との間の電位差に基づいて高電位導線部42の電氣的導通が絶たれているか否かをすなわちSi基板12の表面に結露が生じているか否かを判別する。

[0066] 具体的には、コントローラ60は、検知した第1の電極部50と第2の電

極部 5 2 との間の電位差が、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に供給される定電流の電流値と第 2 の固定抵抗部 4 8 の抵抗値とから定まる通常の電位差（或いは、その通常の電位差よりも所定の閾値だけ大きい値）よりも大きいか否かを判別する（ステップ 1 0 4）。或いは、コントローラ 6 0 は、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に供給される定電流の電流値と第 1 の固定抵抗部 4 6 と第 2 の固定抵抗部 4 8 との直列抵抗値とから定まる電位差（異常の電位差）の近傍に達しているか否かを判別する。

[0067] そして、コントローラ 6 0 は、否定判定を行った場合、すなわち、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が通常の電位差以下である場合又は検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が異常の電位差近傍に達していない場合は、高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれていないと判定し、S i 基板 1 2 の表面に結露が生じていないと判定する（ステップ 1 0 6）。一方、コントローラ 6 0 は、肯定判定を行った場合、すなわち、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が通常の電位差よりも大きい場合又は検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が異常の電位差近傍に達している場合は、高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれていると判定し、S i 基板 1 2 の表面に結露が生じていると判定する（ステップ 1 0 8）。

[0068] 従って、故障予知回路 4 0 においては、S i 基板 1 2 の表面上において互いに異なる電位が印加される 2 つの電極部 5 0, 5 2 間に定電流が供給される状況でその 2 つの電極部 5 0, 5 2 間に生じる電位差すなわち電気導線部 4 2, 4 4 間に生じる電位差に基づいて、電気導線部 4 2 に発生する断線の有無を精度よく検知することができ、S i 基板 1 2 の表面に発生する結露の有無を精度よく検知することができる。

[0069] 上述の如く、電気導線部 4 2 と電気導線部 4 4 との間の最小となる離間距離は、電気回路 1 8 の有するすべての電極部及び電気配線部から選んだ任意の 2 つの電極部又は電気配線部の間の各距離のうちで最小であるので、S i

基板 1 2 上では、電気回路 1 8 の中で高電位電気導線部 4 2 と低電位電気導線部 4 4 との間に結露に伴う水分が付着し易く、高電位電気導線部 4 2 に最も結露による電解腐食が生じ易い。このため、S i 基板 1 2 の表面上に結露が生じた際に S i 基板 1 2 上の電気回路 1 8 の中で電解腐食するタイミングが最も早い部位は、高電位電気導線部 4 2 である。従って、故障予知回路 4 0 においては、S i 基板 1 2（特に、被検出対象の圧力を検知する部位すなわち電気回路 1 8 内の電気導線部 4 2, 4 4 以外の電極又は電気導線部など）に結露に起因した故障が生じる前に S i 基板 1 2 の表面に発生した結露を検知することができる。

[0070] また、本実施形態の故障予知回路 4 0 において、上記の如く、電気導線部 4 2, 4 4 は、S i 基板 1 2 の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延びており、電気導線部 4 2, 4 4 の、S i 基板 1 2 の表面上での形状は、S i 基板 1 2 表面に結露が生ずる際にその結露した水分を溜め易い形状である。このため、S i 基板 1 2 上では、電気回路 1 8 の中で高電位電気導線部 4 2 と低電位電気導線部 4 4 との間に結露に伴う水分付着が促進され、高電位電気導線部 4 2 の電解腐食が促進される。従って、故障予知回路 4 0 は、S i 基板 1 2 の表面への結露検知を精度よくかつ速やかに行うことができる。

[0071] また、本実施形態の故障予知回路 4 0 において、上記の如く、高電位電気導線部 4 2 及び低電位電気導線部 4 4 はそれぞれ、主に、半導体プロセスの薄膜形成で用いられる一般的な材料の中でイオン化傾向の最も大きいアルミニウムからなる金属薄膜で形成されている。イオン化傾向が大きいほど、結露発生時に高電位電気導線部 4 2 の電気腐食による断線までの時間が短くなる。従って、故障予知回路 4 0 は、S i 基板 1 2 の表面の結露検知を行ううえで感度を向上させることが可能である。

[0072] また、本実施形態の故障予知回路 4 0 において、上記の如く、高電位電気導線部 4 2 は、S i 基板 1 2 の表面上において、低電位電気導線部 4 4 と電気回路 1 8 での故障予知回路 4 0 以外の回路部品（電極部及び電気導線部な

ど)との間に低電位電気導線部44寄りに配置されている。一般に、電位差が生じている2つの電極間に水分が付着した場合、電解腐食は、高電位側の電極で発生する。このため、低電位電気導線部44の電位が電気回路18内の高電位電気導線部42以外の電極部又は電気導線部の電位よりも低い場合においても、その低電位電気導線部44と高電位電気導線部42との間に結露した水分が付着する前に、その低電位電気導線部44とその電気回路18内の高電位電気導線部42以外の電極部又は電気導線部との間に結露した水分が溜まり難い。従って、故障予知回路40は、S i 基板12の表面に発生した結露を検知する前に、電気回路18内の電気導線部42, 44以外の電極部又は電気導線部で結露に起因する電解腐食すなわち半導体センサ10の故障が生ずるのを回避することができる。

[0073] このように、本実施形態の半導体センサ10においては、S i 基板12の表面に発生した結露を、圧力センサ部分の故障を生じさせる前に検知することが可能であり、これにより、結露に起因して圧力センサ部分の故障が生じてからS i 基板12の交換・修理が行われるまでの間、被検出対象の圧力を正常に検知することができなくなるのを防止することが可能である。

[0074] 尚、上記の第1実施形態においては、S i 基板12が特許請求の範囲に記載した「半導体素子」に、高電位電気導線部42及び低電位電気導線部44が特許請求の範囲に記載した「2つの電気導線部」に、コントローラ60が検知した第1の電極部50と第2の電極部52との間の電位差に基づいて高電位導線部42の電氣的導通が絶たれているか否かを判別してS i 基板12の表面に結露が生じているか否かを判別することが特許請求の範囲に記載した「結露検知回路」に、第1の固定抵抗部46が特許請求の範囲に記載した「第1の抵抗」に、第1の電極部50が特許請求の範囲に記載した「第1の電極部」に、第2の固定抵抗部48が特許請求の範囲に記載した「第2の抵抗」に、第2の電極部52が特許請求の範囲に記載した「第2の電極部」に、コントローラ60が第1の電極部50と第2の電極部52との間に高電位側の第1の電極部50から低電位側の第2の電極部52へ向けて定電流を供給

することが特許請求の範囲に記載した「定電流流通手段」に、それぞれ相当している。

実施形態 2

[0075] 図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る半導体センサ 100 の上面図を示す。尚、図 4 において、上記図 1 に示す第 1 実施形態の構成と同一の構成部分については、同一の符号を付してその説明を省略又は簡略する。

[0076] 本実施形態の半導体センサ 100 は、上記した第 1 実施形態の半導体センサ 10 と同様に、自動車のエンジン制御や排気浄化制御、気圧計などに用いられるセンサである。半導体センサ 100 は、例えば、内燃機関から排出される排気ガスが流通する排気経路内の圧力を検出するために用いることができる。また、半導体センサ 100 は、排気経路に設置されるフィルタの上流側と下流側との圧力差を検出するために用いることができる。更には、半導体センサ 100 は、排気経路に設置されるフィルタの上流側と下流側との圧力差に基づいてそのフィルタに堆積するパーティキュレート量を検出するパーティキュレート量検出センサに用いることができる。

[0077] 図 4 に示す如く、半導体センサ 100 は、半導体素子としての S i 基板 12 の表面における結露の有無を判定するための故障予知回路（すなわち、結露検知回路）102 を備えている。故障予知回路 102 は、上記した第 1 実施形態における電気回路 18 の一部としての故障予知回路 40 と同様の機能を有しており、本実施形態の半導体センサ 100 は、故障予知回路 40 に代えて故障予知回路 102 を用いることにより実現される。故障予知回路 102 は、電気回路 18 の他の回路部位と同様のプロセスで S i 基板 12 に形成される。故障予知回路 102 は、2 つの電気導線部 42, 44 と、1 つの固定抵抗部 104 と、2 つの電極部 50, 52 と、を有している。第 1 実施形態の故障予知回路 40 は、2 つの電極部 50, 52 間に定電流を供給する場合に用いられ、2 つの固定抵抗部 46, 48 を備える一方、第 2 実施形態の故障予知回路 102 は、2 つの電極部 50, 52 間に定電圧を印加する場合に用いられ、一つの固定抵抗部 104 を備える。

- [0078] 第1の電極部50には、高電位電気導線部42の一端が接続されている。高電位電気導線部42の他端には、固定抵抗部104の一端が接続されている。固定抵抗部104は、Si基板12の第1の電極部50と第2の電極部52とを結ぶ辺と同じ辺上に設けられている。固定抵抗部104の他端は、低電位電気導線部44の一端に接続されている。固定抵抗部104は、ボロン又はリン等から成る不純物層で形成されている。
- [0079] 低電位電気導線部44の導線上には、第2の電極部52が介在している。低電位電気導線部44は、第2の電極部52からSi基板12の三辺を經由して第1の電極部50近傍まで高電位電気導線部42に対向しつつ延びており、低電位電気導線部44の他端は、第1の電極部50近傍で閉じられている。低電位電気導線部44の、第2の電極部52と第1の電極部50近傍とを結ぶ部位はSi基板12の三辺を通るように延びており、その部位の長さは比較的長い。
- [0080] 故障予知回路102は、コントローラ110を有している。コントローラ110には、第1の電極部50が電氣的に接続されていると共に、第2の電極部52が電氣的に接続されている。コントローラ110は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に一定の電位差（定電圧）を印加する。コントローラ110は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に定電圧を印加する状況においてその第1の電極部50と第2の電極部52との間に実際に生ずる電位差を検知することが可能であり、その検知電位差に基づいてSi基板12の表面における結露の有無を判定する。
- [0081] 以下、図5を参照して、故障予知回路102による故障検知の手法について説明する。
- [0082] 図5は、本実施形態の半導体センサ100において故障予知回路102のコントローラ110が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。
- [0083] コントローラ110は、第1の電極部50と第2の電極部52との間に定電圧を印加する（ステップ200）。Si基板12の表面に結露が生じてお

らず、電気導線部 4 2, 4 4 (具体的には、高電位導線部 4 2) に電解腐食に起因する断線が生じていない場合には、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に、印加される定電圧とほぼ同じ電位差が生じる。一方、S i 基板 1 2 の表面に結露が生じ、高電位電気導線部 4 2 に結露による電解腐食が生じて断線が生じた場合には、第 1 の電極部 5 0 からの電圧がゼロとなり或いはその第 1 の電極部 5 0 からの電圧信号が消滅するため、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に生じる電位差が、印加されるべき定電圧よりも小さくなりその定電圧に達しなくなる。

[0084] コントローラ 1 1 0 は、第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に定電圧を印加する状況においてその第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間に実際に生ずる電位差を検知する (ステップ 2 0 2)。そして、コントローラ 1 1 0 は、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差に基づいて高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれているか否かすなわち S i 基板 1 2 の表面に結露が生じているか否かを判別する。

[0085] 具体的には、コントローラ 1 1 0 は、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が、通常印加される定電圧 (或いは、その通常印加される定電圧の近傍に定められた閾値) に達しているか否かを判別する (ステップ 2 0 4)。そして、コントローラ 1 1 0 は、否定判定を行った場合、すなわち、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が通常定電圧に達していない場合は、高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれていないと判定し、S i 基板 1 2 の表面に結露が生じていないと判定する (ステップ 2 0 6)。一方、コントローラ 6 0 は、肯定判定を行った場合、すなわち、検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差が通常定電圧に達している場合は、高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれていると判定し、S i 基板 1 2 の表面に結露が生じていると判定する (ステップ 2 0 8)。

[0086] 従って、故障予知回路 1 0 2 においては、S i 基板 1 2 の表面上において互いに異なる電位が印加される 2 つの電極部 5 0, 5 2 間に定電圧が印加さ

れる状況でその２つの電極部５０，５２間に実際に生じる電位差すなわち電気導線部４２，４４間に実際に生じる電位差に基づいて、電気導線部４２に発生する断線の有無を精度よく検知することができ、Ｓｉ基板１２の表面に発生する結露の有無を精度よく検知することができる。

[0087] 上述の如く、電気導線部４２と電気導線部４４との間の最小となる離間距離は、電気回路１８の有するすべての電極部及び電気配線部から選んだ任意の２つの電極部又は電気配線部の間の各距離のうちで最小であるので、Ｓｉ基板１２上では、電気回路１８の中で高電位電気導線部４２と低電位電気導線部４４との間に結露に伴う水分が付着し易く、高電位電気導線部４２に最も結露による電解腐食が生じ易い。このため、Ｓｉ基板１２の表面上に結露が生じた際にＳｉ基板１２上の電気回路１８の中で電解腐食するタイミングが最も早い部位は、高電位電気導線部４２である。従って、故障予知回路１０２においても、Ｓｉ基板１２（特に、被検出対象の圧力を検知する部位すなわち電気回路１８内の電気導線部４２，４４以外の電極又は電気導線部など）に結露に起因した故障が生じる前にＳｉ基板１２の表面に発生した結露を検知することができる。

[0088] また、本実施形態の故障予知回路１０２においても、電気導線部４２，４４は、Ｓｉ基板１２の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延びており、電気導線部４２，４４の、Ｓｉ基板１２の表面上での形状は、Ｓｉ基板１２表面に結露が生ずる際にその結露した水分を溜め易い形状である。このため、Ｓｉ基板１２上では、電気回路１８の中で高電位電気導線部４２と低電位電気導線部４４との間に結露に伴う水分付着が促進され、高電位電気導線部４２の電解腐食が促進される。従って、故障予知回路１０２は、Ｓｉ基板１２の表面への結露検知を精度よくかつ速やかに行うことができる。

[0089] また、本実施形態の故障予知回路１０２においても、高電位電気導線部４２及び低電位電気導線部４４はそれぞれ、主に、半導体プロセスの薄膜形成で用いられる一般的な材料の中でイオン化傾向の最も大きいアルミニウムか

らなる金属薄膜で形成されている。イオン化傾向が大きいほど、結露発生時に高電位電気導線部 4 2 の電気腐食による断線までの時間が短くなる。従って、故障予知回路 1 0 2 は、S i 基板 1 2 の表面の結露検知を行ううえで感度を向上させることが可能である。

[0090] また、本実施形態の故障予知回路 1 0 2 においても、高電位電気導線部 4 2 は、S i 基板 1 2 の表面上において、低電位電気導線部 4 4 と電気回路 1 8 での故障予知回路 4 0 以外の回路部品（電極部及び電気導線部など）との間に低電位電気導線部 4 4 寄りに配置されている。一般に、電位差が生じている 2 つの電極間に水分が付着した場合、電解腐食は、高電位側の電極で発生する。このため、低電位電気導線部 4 4 の電位が電気回路 1 8 内の高電位電気導線部 4 2 以外の電極部又は電気導線部の電位よりも低い場合においても、その低電位電気導線部 4 4 と高電位電気導線部 4 2 との間に結露した水分が付着する前に、その低電位電気導線部 4 4 とその電気回路 1 8 内の高電位電気導線部 4 2 以外の電極部又は電気導線部との間に結露した水分が溜まることは無い。従って、故障予知回路 1 0 2 は、S i 基板 1 2 の表面に発生した結露を検知する前に、電気回路 1 8 内の電気導線部 4 2, 4 4 以外の電極部又は電気導線部で結露に起因する電解腐食すなわち半導体センサ 1 0 0 の故障が生ずるのを回避することができる。

[0091] このように、本実施形態の半導体センサ 1 0 0 においても、S i 基板 1 2 の表面に発生した結露を、圧力センサ部分の故障を生じさせる前に検知することが可能であり、これにより、結露に起因して圧力センサ部分の故障が生じてから S i 基板 1 2 の交換・修理が行われるまでの間、被検出対象の圧力を正常に検知することができなくなるのを防止することが可能である。

[0092] 尚、上記の第 2 実施形態においては、コントローラ 1 1 0 が検知した第 1 の電極部 5 0 と第 2 の電極部 5 2 との間の電位差に基づいて高電位導線部 4 2 の電氣的導通が絶たれているか否かを判別して S i 基板 1 2 の表面に結露が生じているか否かを判別することが特許請求の範囲に記載した「結露検知回路」に、固定抵抗部 1 0 4 が特許請求の範囲に記載した「抵抗」に、コン

トローラ 110 が第 1 の電極部 50 と第 2 の電極部 52 との間に定電圧を印加することが特許請求の範囲に記載した「定電圧印加手段」に、それぞれ相当している。

[0093] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨の範囲内において様々な変形・変更が可能である。

[0094] 上記の第 1 及び第 2 実施形態（図 1 及び図 6 参照）においては、故障予知回路 40、102 の電気導線部 42、44 の、S i 基板 12 の表面上での形状を、S i 基板 12 表面に結露した水分を溜め易い形状とするうえで、電気導線部 42、44 をそれぞれ、S i 基板 12 の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延ばすものとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、電気導線部 42、44 の、S i 基板 12 の表面上での形状が、S i 基板 12 表面に結露した水分を溜め易い形状であれば十分であり、図 7（a）～（g）に示すような形状であってもよく、又は、それ以外の形状であってもよい。

[0095] 具体的には、電気導線部 42、44 の形状としては、（1）図 1 に示す如く、電気導線部 42、44 をそれぞれ S i 基板 12 の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延ばしたもの、（2）図 6 に示す如く、内周側の電気導線部 42 を S i 基板 12 の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部 44 を S i 基板 12 の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ矩形を連続させる形状としたもの、（3）内周側の電気導線部 42 を S i 基板 12 の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ矩形を連続させた形状とし、かつ、外周側の電気導線部 44 を S i 基板 12 の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしたもの、（4）電気導線部 42、44 を S i 基板 12 の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ他方の電気導線部 44、42 側へ延びるように櫛歯状に突起させたもの、（5）図 7（a）に示す如く、電気導線部 42、44 をそれぞれ S i 基板 12 の表面上において三

角形状に折り畳まれた状態で連続するように延ばしたもの、(6) 図7 (b) に示す如く、電気導線部42, 44をそれぞれSi基板12の表面上において半円状に折り畳まれた状態で連続するように延ばしたもの、(7) 図7 (c) に示す如く、内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ三角形を連続させた形状としたもの、(8) 図7 (d) に示す如く、内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ多角形(例えば六角形)を連続させた形状としたもの、(9) 図7 (e) に示す如く、内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ円形を連続させた形状としたもの、(10) 内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしつつ三角形や六角形などの多角形或いは円形を連続させた形状とし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばしたもの、(11) 図7 (f) に示す如く、内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上においてコの字状に折り畳まれた状態で連続するようにすなわち矩形状に蛇行するように延ばしたもの、(12) 図7 (g) に示す如く、内周側の電気導線部42をSi基板12の表面上において各辺に平行に直線状に延ばし、かつ、外周側の電気導線部44をSi基板12の表面上において三角形状が連続するように延ばしたもの、などが挙げられる。

符号の説明

- [0096] 10, 100 半導体センサ
 12 シリコン(Si)基板
 16 ダイアフラム

- 1 8 電気回路
- 4 0, 1 0 2 故障予知回路
- 4 2 高電位電気導線部
- 4 4 低電位電気導線部
- 4 6 第 1 の固定抵抗部
- 4 8 第 2 の固定抵抗部
- 5 0 第 1 の電極部
- 5 2 第 2 の電極部
- 6 0, 1 1 0 コントローラ
- 1 0 4 固定抵抗部

請求の範囲

- [請求項1] 半導体素子の表面に金属薄膜からなる電気回路が形成される半導体センサであって、
- 前記電気回路の一部として半導体素子の表面上において互いに対向して配置され、互いに異なる電位が印加される2つの電気導線部と、
- 前記2つの電気導線部に生じる電位差に基づいて、半導体素子の表面に結露が発生したか否かを判別する結露検知回路と、
- を備えることを特徴とする半導体センサ。
- [請求項2] 前記2つの電気導線部間の離間距離は、前記電気回路の有する任意の2つの電極部又は電気導線部の間の各距離のうち前記離間距離を除いたものの最小距離よりも小さいことを特徴とする請求項1記載の半導体センサ。
- [請求項3] 前記2つの電気導線部のうち高電位が印加される高電位電気導線部は、半導体素子の表面上において、該2つの電気導線部のうち低電位が印加される低電位電気導線部と、前記電気回路の有する電極部又は他の電気導線部と、の間に配置されていることを特徴とする請求項1又は2記載の半導体センサ。
- [請求項4] 半導体素子の表面上の前記2つの電気導線部の形状は、結露した水分を溜め易い形状であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項記載の半導体センサ。
- [請求項5] 前記2つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に並列に接続される第1の抵抗と、
- 前記一方の電気導線部に接続されると共に前記第1の抵抗の一端に接続される第1の電極部と、
- 前記一方の電気導線部及び前記第1の抵抗の他端に一端が接続する第2の抵抗と、
- 前記2つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記第2の抵抗の他端に接続される第2の電極部と、

前記第 1 の電極部と前記第 2 の電極部との間に定電流を流通させる定電流流通手段と、を備え、

前記結露検知回路は、前記定電流流通手段により前記第 1 の電極部と前記第 2 の電極部との間に定電流が流通される状況において前記第 1 の電極部と前記第 2 の電極部との電位差が通常の電位差よりも大きい場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項記載の半導体センサ。

[請求項 6] 前記 2 つの電気導線部のうちの一方の電気導線部に接続される第 1 の電極部と、

前記一方の電気導線部に一端が接続する抵抗と、

前記 2 つの電気導線部のうちの他方の電気導線部に接続されると共に前記抵抗の他端に接続される第 2 の電極部と、

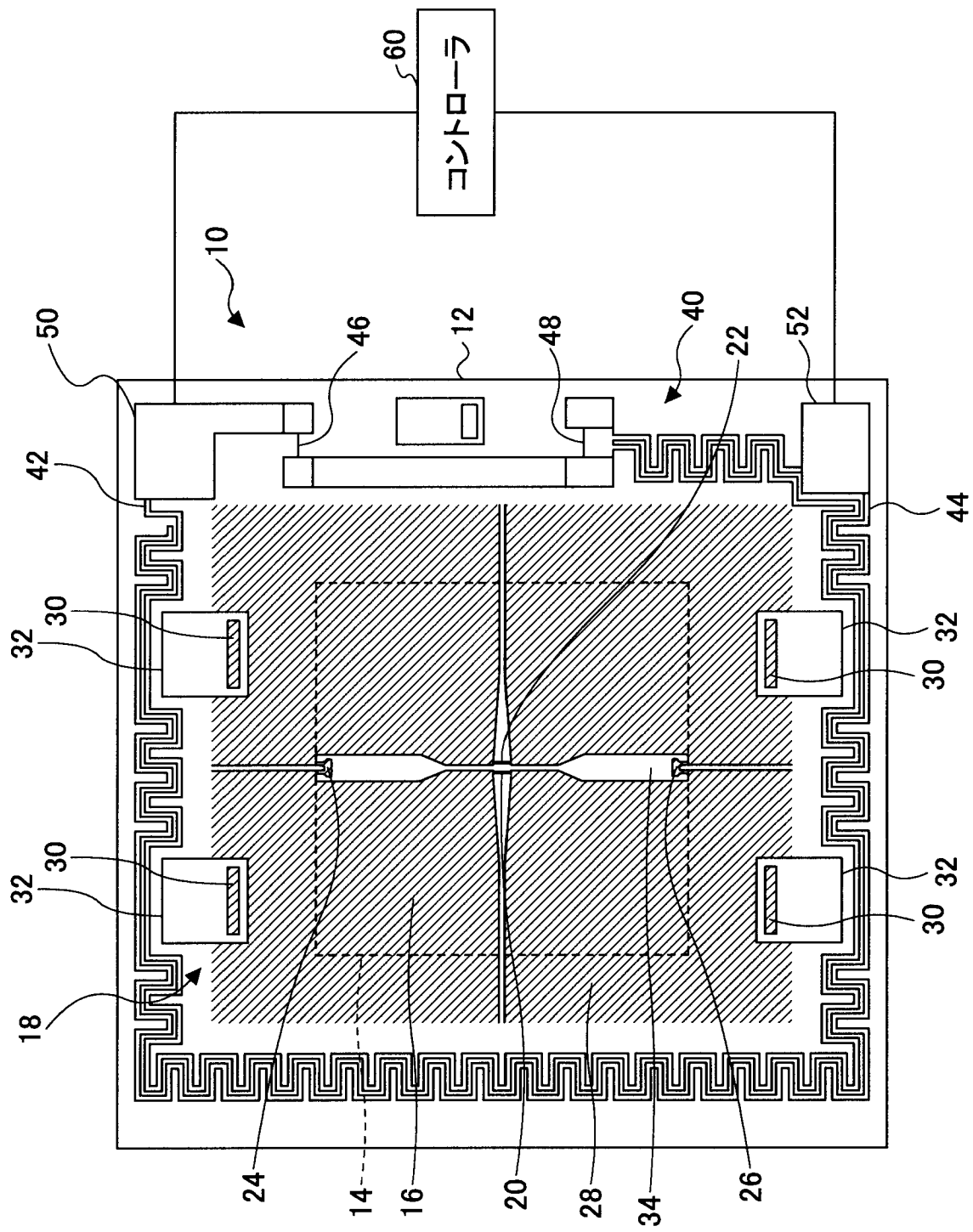
前記第 1 の電極部と前記第 2 の電極部との間に定電圧を印加する定電圧印加手段と、を備え、

前記結露検知回路は、前記定電圧印加手段により前記第 1 の電極部と前記第 2 の電極部との間に定電圧が印加される状況において前記 2 つの電気導線部に生じる電位差が前記定電圧の近傍に達していない場合に、半導体素子の表面に結露が生じたと判別することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項記載の半導体センサ。

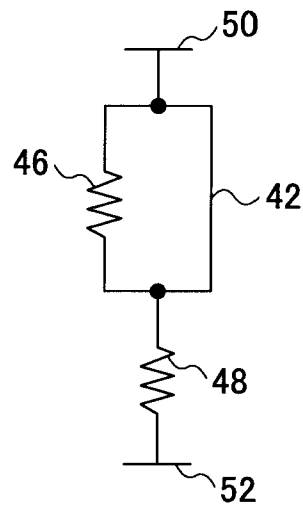
[請求項 7] 前記 2 つの電気導線部はそれぞれ、主にアルミニウムにより構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項記載の半導体センサ。

[請求項 8] 前記 2 つの電気導線部は、半導体素子の表面に形成されるダイヤフラムの外周側に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項記載の半導体センサ。

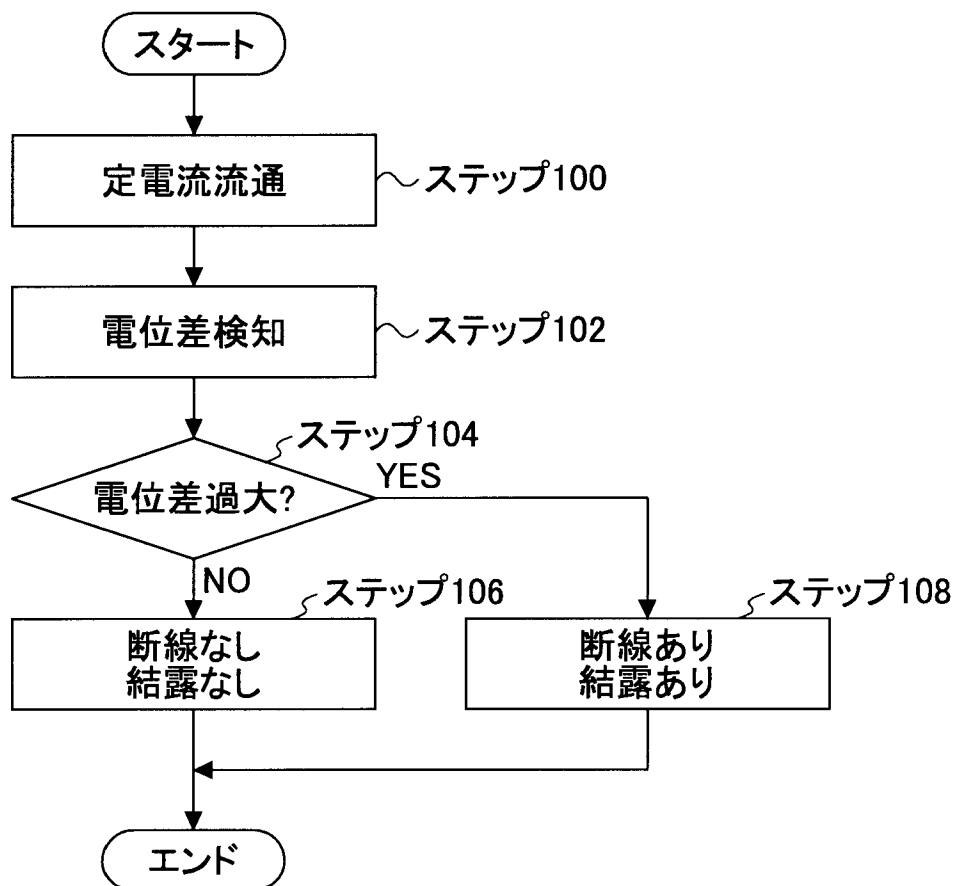
[図1]



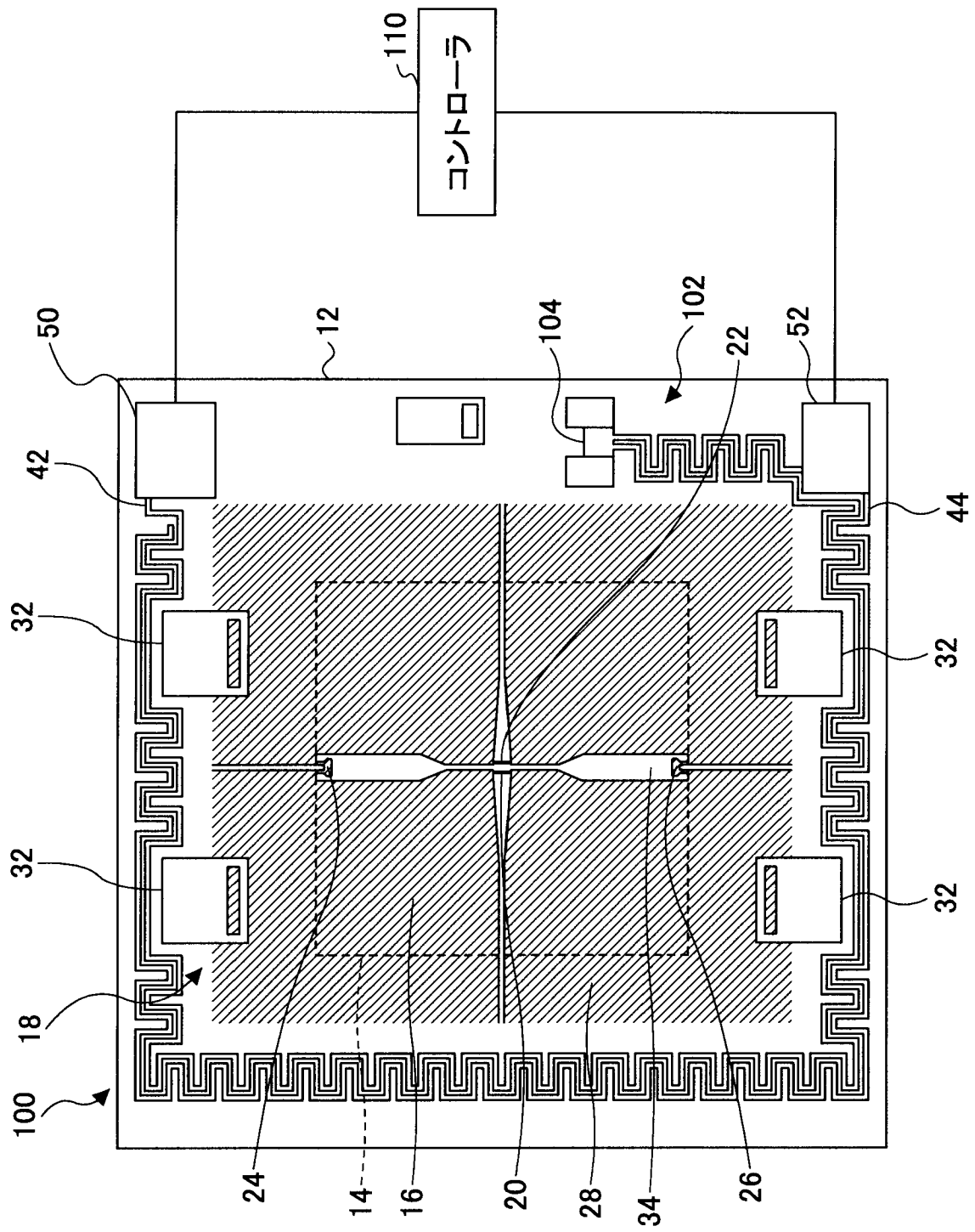
[図2]



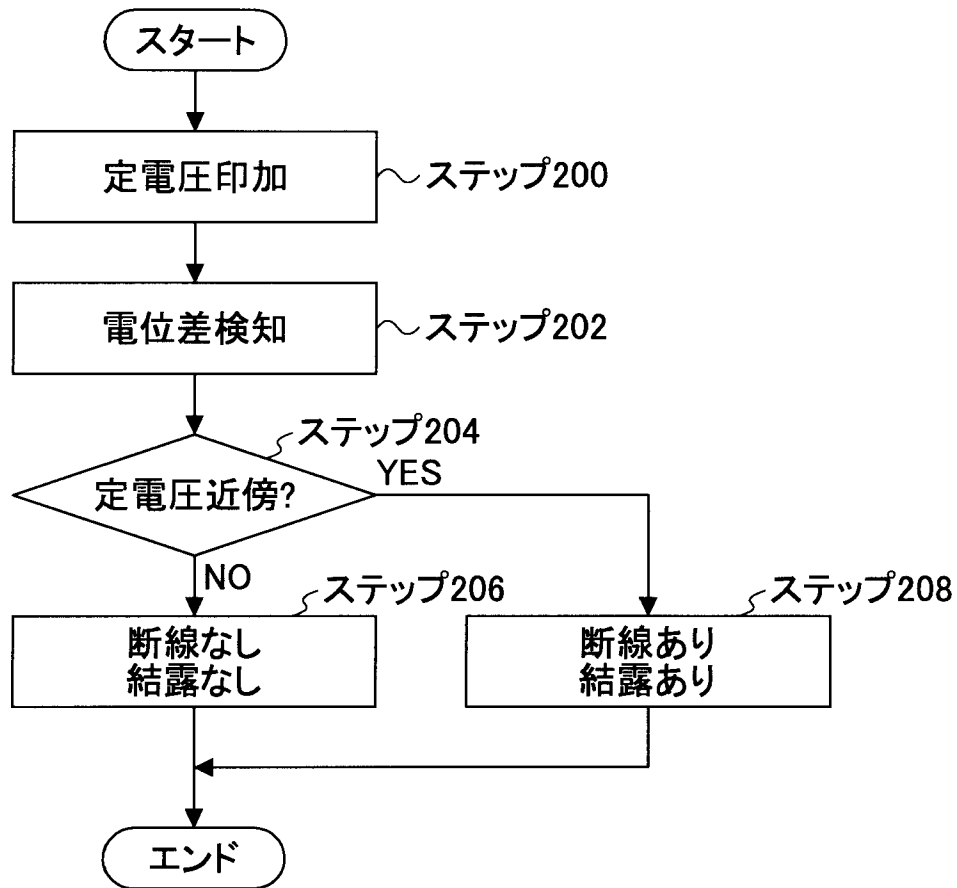
[図3]



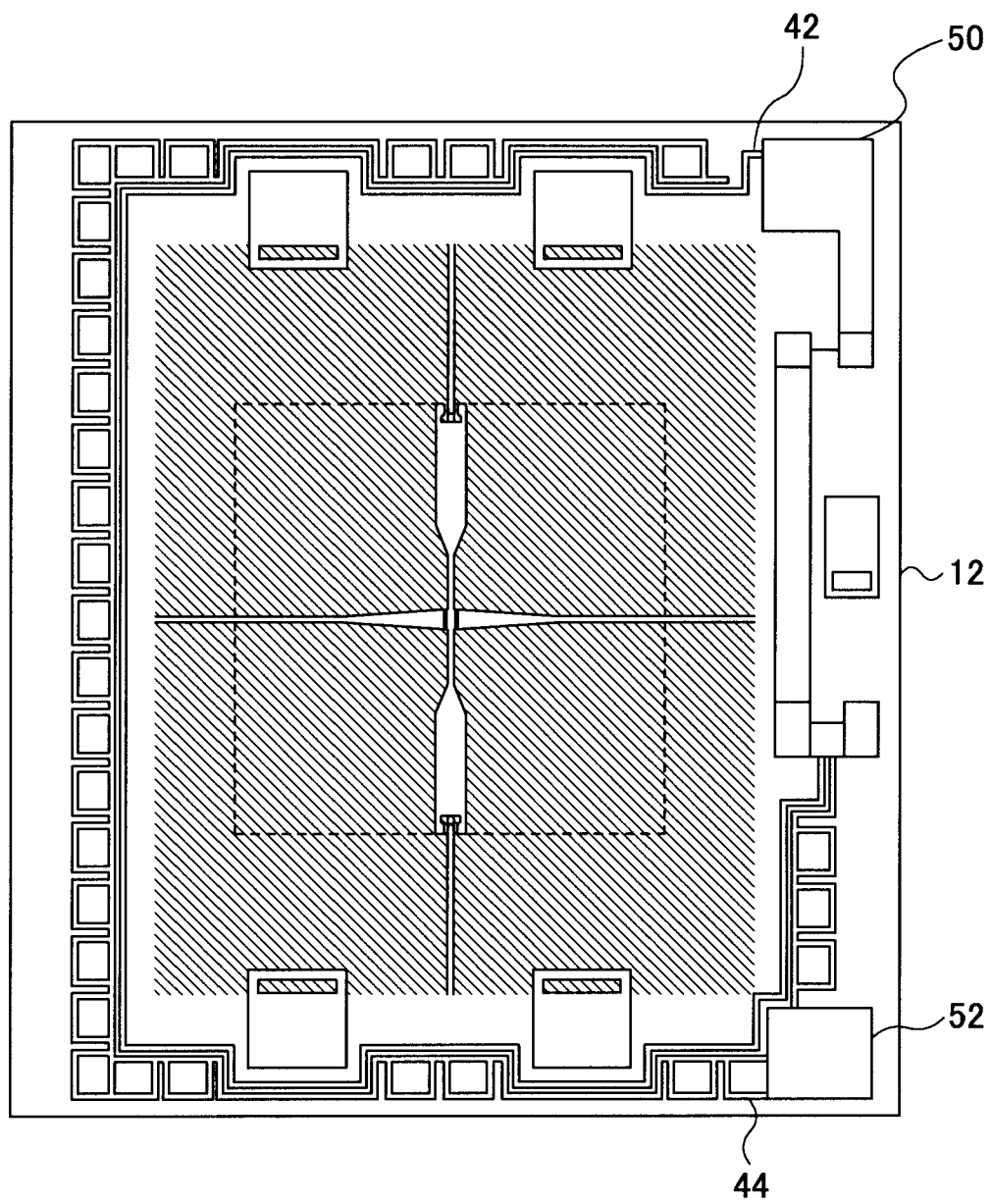
[図4]



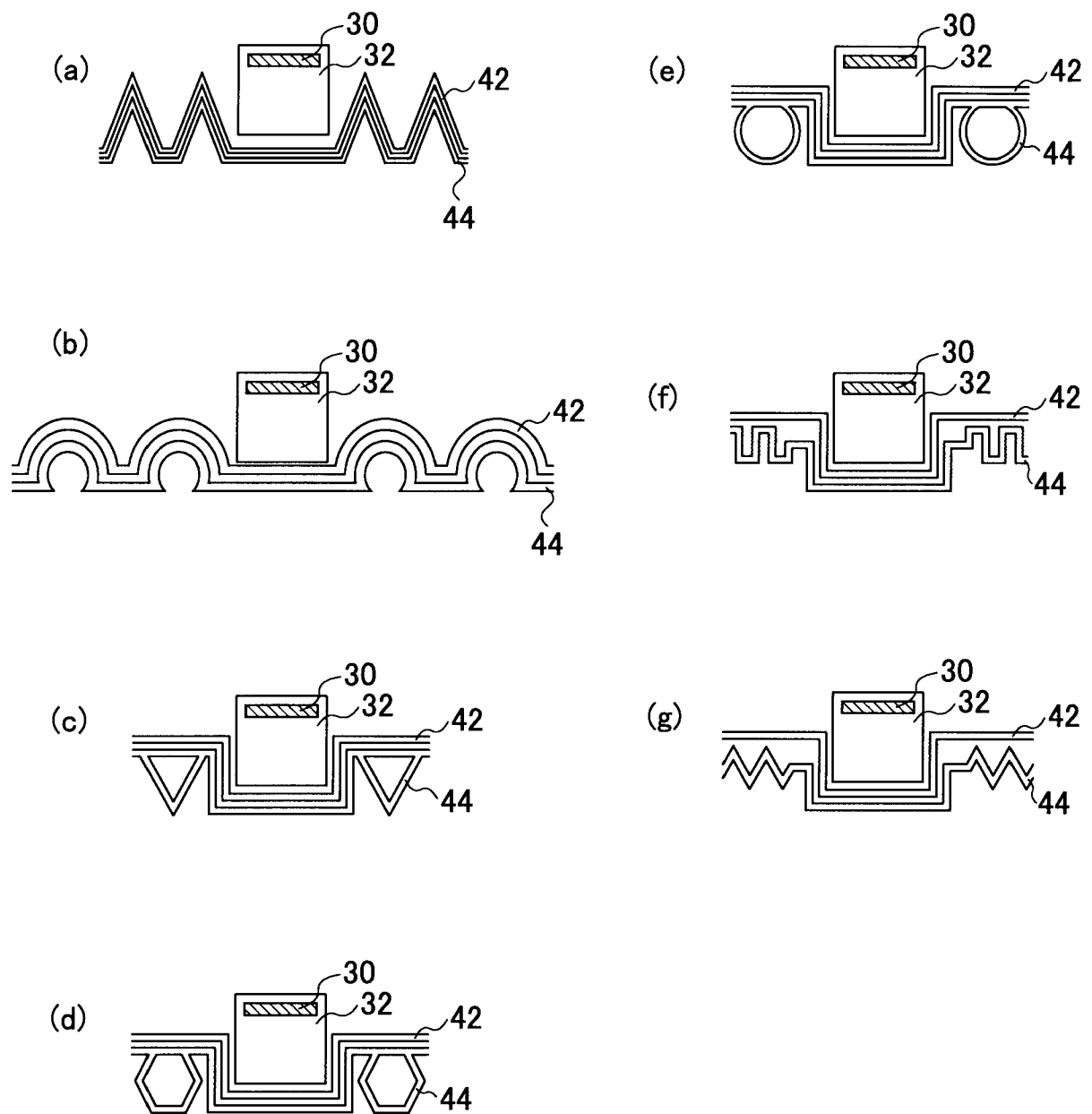
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/00(2006.01)i, G01N27/00(2006.01)i, G01R31/02(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, G01N27/00, G01R31/02, 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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
Y A	JP 10-19818 A (Hitachi Engineering & Services Co., Ltd.), 23 January 1998 (23.01.1998), paragraphs [0017], [0018]; fig. 2 (Family: none)	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6
Y A	JP 2009-2802 A (Denso Corp.), 08 January 2009 (08.01.2009), paragraphs [0012], [0013], [0017]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6
Y A	JP 5-281071 A (Yokogawa Electric Corp.), 29 October 1993 (29.10.1993), paragraph [0003]; fig. 6 (Family: none)	8 3, 5, 6



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

31 August, 2010 (31.08.10)

Date of mailing of the international search report

07 September, 2010 (07.09.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063225

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 7-86279 A (Showa Electric Wire & Cable Co., Ltd.), 31 March 1995 (31.03.1995), paragraphs [0002], [0004], [0009] to [0011]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-8

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, G01N27/00(2006.01)i, G01R31/02(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, G01N27/00, G01R31/02, 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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6年 1 9 7 1－2 0 1 0年 1 9 9 6－2 0 1 0年 1 9 9 4－2 0 1 0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	
Y A	JP 10-19818 A（株式会社日立エンジニアリングサービス） 1998.01.23, 【0 0 1 7】、【0 0 1 8】、【図2】（ファミリーなし）	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6	
Y A	JP 2009-2802 A（株式会社デンソー）2009.01.08, 【0 0 1 2】、【0 0 1 3】、【0 0 1 7】、【図1】－【図4】（ファミリーなし）	1, 2, 4, 7, 8 3, 5, 6	
Y A	JP 5-281071 A（横河電機株式会社）1993.10.29, 【0 0 0 3】、【図 6】（ファミリーなし）	8 3, 5, 6	
☒ 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 3 1 . 0 8 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 0 7 . 0 9 . 2 0 1 0	
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） 三田村 陽平 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 2 1 6	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 7-86279 A (昭和電線電纜株式会社) 1995. 03. 31, 【0002】、 【0004】、【0009】－【0011】、【図1】、【図2】 (ファ ミリーなし)	1-8