

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6696552号
(P6696552)

(45) 発行日 令和2年5月20日(2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月27日(2020.4.27)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 L	9/12	(2006.01)	GO 1 L	9/12
GO 1 L	27/02	(2006.01)	GO 1 L	27/02
GO 1 P	15/125	(2006.01)	GO 1 P	15/125

V

請求項の数 13 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-206982 (P2018-206982)
(22) 出願日	平成30年11月2日 (2018.11.2)
(65) 公開番号	特開2019-105626 (P2019-105626A)
(43) 公開日	令和1年6月27日 (2019.6.27)
審査請求日	平成31年3月4日 (2019.3.4)
(31) 優先権主張番号	20176012
(32) 優先日	平成29年11月13日 (2017.11.13)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	フィンランド (F1)

(73) 特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(74) 代理人	100189430 弁理士 吉川 修一
(74) 代理人	100190805 弁理士 傍島 正朗
(72) 発明者	ヘイッキ・クイスマ フィンランド共和国、O0420 ヘルシ ンキ、ハヌリポルク 5 エー 5

審査官 公文代 康祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配線容量キャンセル方法および配線容量キャンセル装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ配線と前記センサ配線のすぐそばに配置された補完配線とを含む少なくとも 2 つの配線を有するインターフェース回路に接続された容量センサが出力する容量センサ測定値上の配線容量変化の影響を打ち消す方法であって、

前記センサ配線から全センサ容量値を取得し、

前記補完配線から全補完配線容量値を取得し、

取得した前記全センサ容量値から、取得した前記全補完配線容量値であって、重み係数をかけあわせた前記全補完配線容量値を差し引くことによって、補完済センサ容量値を算出し、

前記インターフェース回路の出力端子において前記補完済センサ容量値に対応する電気信号を出力し、

前記補完配線は、前記インターフェース回路にのみ電気接続され、

前記重み係数を、

第 1 測定において、第 1 全センサ容量値と第 1 全補完配線容量値とを測定するステップと、

前記容量センサと前記容量センサの配線とを、空気より大きい誘電率を有するモールド材で覆うことによるそれらの周囲環境における比誘電率の変化にさらすステップと、

前記容量センサと前記容量センサの配線とを、前記モールド材に起因するそれらの周囲環境における前記比誘電率の変化にさらした後、第 2 測定において、第 2 全センサ容量値

と第 2 全補完配線容量値とを測定するステップと、

前記第 1 全センサ容量値と前記第 2 全センサ容量値との間の変化に基づいて、測定した全センサ容量の変化を算出し、前記第 1 全補完配線容量値と前記第 2 全補完配線容量値との間の変化に基づいて、測定した全補完配線容量の変化を算出するステップと、

前記測定した全センサ容量の変化を前記測定した全補完配線容量の変化で割ることにより前記重み係数を算出するステップとによって取得することにより、

前記重み係数を用いて算出された前記補完済センサ容量値は、前記容量センサと前記インターフェース回路とその配線との周囲環境における比誘電率の変化に依存しない方法。

【請求項 2】

10

さらに、

前記インターフェース回路の第 1 入力端子において前記センサ配線が接合され、前記インターフェース回路の第 2 入力端子において共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって前記全センサ容量値を取得し、

前記インターフェース回路の第 1 入力端子において前記補完配線が接合され、前記インターフェース回路の第 2 入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって前記全補完配線容量値を取得する

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

20

さらに、

前記全センサ容量値を取得するための前記センサ配線と、前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第 1 入力端子を多重化し、

前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する

請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

30

さらに、

前記インターフェース回路の第 1 入力端子において積分ベース容量のみが接合され、前記インターフェース回路の第 2 入力端子において共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって積分ベース容量値を取得し、

前記インターフェース回路の第 1 入力端子において前記センサ配線が接合され、前記インターフェース回路の第 2 入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって、前記積分ベース容量値を含む前記全センサ容量値を取得し、

前記インターフェース回路の第 1 入力端子において前記補完配線が接合され、前記インターフェース回路の第 2 入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって、前記積分ベース容量値を含む前記全補完配線容量値を取得し、

前記補完済センサ容量値を算出する前に、前記積分ベース容量値を前記全センサ容量値と前記全補完配線容量値の両方から差し引く

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

40

さらに、

前記全センサ容量値を取得するための前記センサ配線と、前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線と、前記積分ベース容量値を取得するための前記積分ベース容量とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第 1 入力端子を多重化し、

前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する

請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

50

さらに、

前記補完配線と前記共通配線との間の容量が前記センサ配線と前記共通配線との間の容

量と実質的に等しくなるように、前記補完配線を配置する
請求項 2 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記重み係数を、
 校正関数を定義するステップと、
 第 1 全センサ容量値と、第 1 全補完容量値と、第 1 基準圧力値とを測定するステップと、
 、
 ダミー重み係数を用いて、前記第 1 全センサ容量値と前記第 1 全補完容量値に基づいて、第 1 補完済センサ容量値を算出するステップと、
 前記校正関数を用いて、前記第 1 補完済センサ容量値に対応する第 1 圧力値を算出する 10
 ステップと、
 前記容量センサと前記容量センサの配線とを、それらの周囲環境における比誘電率の変化にさらすステップと、
 前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における前記比誘電率の変化にさらした後、第 2 全センサ容量値と、第 2 全補完容量値と、第 2 基準圧力値とを測定するステップと、
 前記第 2 全センサ容量値と前記第 2 全補完容量値に基づいて、第 2 補完済センサ容量値を算出するステップと、

前記校正関数を用いて、前記第 2 補完済センサ容量値に基づいて第 2 圧力値を算出する 20
 ステップと、
 調節後の前記重み係数を用いて算出される第 1 圧力誤差が、同じ調節後の前記重み係数を用いて算出される第 2 圧力誤差と等しくなるように、前記第 1 補完済センサ容量値と前記第 2 補完済センサ容量値と前記第 1 圧力値と前記第 2 圧力値とを算出するのに用いられる前記重み係数を調節することにより前記重み係数を取得するステップとによって取得し、前記第 1 圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第 1 圧力値と前記第 1 基準圧力値との差に等しく、前記第 2 圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第 2 圧力値と前記第 2 基準圧力値との差に等しい

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

容量センサとインターフェース回路とを備え、前記容量センサは、センサ配線と前記センサ配線のすぐそばに配置された補完配線とを含む少なくとも 2 つの配線を有する前記インターフェース回路に接続され、容量センサ測定値上の配線容量変化の影響を打ち消すように構成された装置であって、
 前記センサ配線から前記容量センサの全センサ容量値を取得し、
 前記補完配線から全補完配線容量値を取得し、
 取得した前記全センサ容量値から、重み係数をかけ合わせた取得した前記全補完配線容量値を差し引くことによって、補完済センサ容量値を算出し、

前記インターフェース回路の出力端子において前記補完済センサ容量値に対応する電気信号を出力するように構成され、
 前記補完配線は、前記インターフェース回路にのみ電気接続され、
 前記容量センサと前記インターフェース回路とそれらの配線とは、空気より大きい誘電率を有するモールド材で覆われ、前記重み係数を、前記モールド材をつける前と後とに行われる容量値測定に基づいて定義するように構成することにより、
 前記重み係数を用いて算出された前記補完済センサ容量値は、前記容量センサと前記インターフェース回路とその配線との周囲環境における比誘電率の変化に依存しない装置。

【請求項 9】

前記インターフェース回路の第 2 入力端子において共通配線が接合され、さらに、
 前記全センサ容量値を取得するための前記センサ配線と、
 前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線とのうちの 50

いずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化するよう構成されたスイッチを備え、

前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する
請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記インターフェース回路の第2入力端子において共通配線が接合され、さらに、
積分ベース容量値を取得するための積分ベース容量のみと、

前記積分ベース容量値を含む前記全センサ容量値を取得するための前記センサ配線と、
前記積分ベース容量値を含む前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線との
うちの

10

いずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化するよう構成されたスイッチを備え、

前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生し、さらに、前記補完
済センサ容量値を算出する前に、前記積分ベース容量値を前記全センサ容量値と前記全補
完配線容量値の両方から差し引くように構成された

請求項8に記載の装置。

【請求項11】

前記補完配線と前記共通配線との間の容量が前記センサ配線と前記共通配線との間の容量と実質的に等しくなるように、前記補完配線は配置される

請求項9又は10に記載の装置。

20

【請求項12】

さらに、

第1測定において、第1全センサ容量値と第1全補完配線容量値とを測定し、

前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における比誘電率の変化にさらした後、第2測定において、第2全センサ容量値と第2全補完配線容量値とを測定し、

前記第1全センサ容量値と前記第2全センサ容量値との間の変化に基づいて、測定した全センサ容量の変化を算出し、前記第1全補完配線容量値と前記第2全補完配線容量値との間の変化に基づいて、測定した全補完配線容量の変化を算出し、

前記測定した全センサ容量の変化を前記測定した全補完配線容量の変化で割ることにより前記重み係数を算出するように構成された

請求項9から11のいずれか1項に記載の装置。

【請求項13】

さらに、

校正関数を定義し、

第1全センサ容量値と、第1全補完容量値と、第1基準圧力値とを測定し、

ダミー重み係数を用いて、前記第1全センサ容量値と前記第1全補完容量値とに基づいて、第1補完済センサ容量値を算出し、

前記校正関数を用いて、前記第1補完済センサ容量値に対応する第1圧力値を算出し、

前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における比誘電率の変化にさらした後、第2全センサ容量値と、第2全補完容量値と、第2基準圧力値とを測定し、

40

前記第2全センサ容量値と前記第2全補完容量値とに基づいて、第2補完済センサ容量値を算出し、

前記校正関数を用いて、前記第2補完済センサ容量値に基づいて第2圧力値を算出し、

調節後の前記重み係数を用いて算出される第1圧力誤差が、同じ調節後の前記重み係数を用いて算出される第2圧力誤差と等しくなるように、前記第1補完済センサ容量値と前記第2補完済センサ容量値と前記第1圧力値と前記第2圧力値とを算出するのに用いられる前記重み係数を調節することにより前記重み係数を取得するように構成され、前記第1圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第1圧力値と前記第1基準圧

50

力値との差に等しく、前記第2圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第2圧力値と前記第2基準圧力値との差に等しい

請求項9から12のいずれか1項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、容量センサに関連した方法に関する。具体的には、本発明は、環境状況に起因する容量センサの配線容量を打ち消す方法、および、このような方法を行うように構成された装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

容量センサとは、様々な物理量を検出するように構成されたセンサのことを指す。測定物理量によってセンサの静電容量に変化が生じ、この容量変化を、電子回路で検出して、例えばデジタルデータに変換することが可能である。容量センサの例として、容量性の圧力センサ、加速度計、湿度センサ、化学センサなどがある。

【0003】

容量センサデバイスでは、センサ回路が outputする容量値の解析を行う回路からの配線によって、さらなる平行容量が取り込まれることが多く、この平行容量は、温度や湿度などの環境状況に左右される可能性がある。この配線容量は、検出した容量値に重大な誤差を引き起こす可能性があるので、容量センサによって測定される物理量の検出にも誤差が生じる。一般的に用いられる多くの誘電体は、環境状況の変化に対して非常に不安定である。例えば、環境中の流体からの保護に優れているシリコンゲルは、非常に多くの水分を吸収する。それにより、シリコンゲルの比誘電率は変わらであろう。物質の比誘電率は、その誘電率で表される。そのため、比誘電率の変化は、誘電率の変化で示される。例示したシリコンゲルのような、いくつかの物質では、吸湿の影響およびそれによって引き起こされる誘電率の変化がかなり急速であり、数分から数時間までさまざまである。他の物質では、誘電率の変化がずっと遅いかもしれない。環境状況の変化によって、見かけの全センサ容量は変化し、この変化は、気圧または血圧など、センサが測定することになっている物理量の変化と区別することができない。

20

【0004】

30

配線容量を別々に測定できれば、配線容量を全センサ容量から差し引き、センサ測定値の精度を維持することができるのは明らかである。しかしながら、センサを配線から切り離して再び接続することをせずに、構造体内部に配置された特定の配線の正確な値を測定することは不可能であり、これは、実際問題としてあまりにも面倒で、配線容量をさらに変化させる可能性もある。

【0005】

【関連技術】

関連技術分野では、特別な遮蔽配置によって配線容量を最小限にすることが多い。

【0006】

40

特許文献1では、基板上の接続配線跡も遮蔽するのに用いることができる遮蔽方法について開示している。この方法では、導体および絶縁体の多層膜が遮蔽に必要であり、この多層膜は、非常に薄くて非常に高い柔軟性が要求される組立品には適用できないかもしれない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第2014/195878号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

本発明の目的は、比誘電率の変化による容量センサとインターフェース回路との間の配線容量の変化を、特別な遮蔽層を用いずに打ち消すという課題を解決するような方法および装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の目的は、請求項1の特徴部分に係る方法によって実現される。さらに、本発明の目的は、請求項11の特徴部分に係る装置によっても実現される。

【0010】

本発明の好適な実施の形態は、従属請求項において開示される。

【0011】

本発明は、センサ配線の周囲における比誘電率の変化による、センサ配線における配線容量の変化量を十分に補完できるようにする補完配線を導入するという考えに基づく。補完配線容量値を取得し、重み係数を決定する。この重み係数を用いて補完配線容量値と掛け合わせた後、取得した全センサ容量値から乗算後の補完配線容量値を差し引いて、補完済センサ容量値を得る。

【0012】

本発明の利点は、センサ配線容量に起因するいかなる誤差も、容量センサの出力信号から実質的に取り除くことが可能になることである。これにより、容量センサを用いてなされたセンサ結果は、精度が向上する。

【0013】

第1の態様によれば、容量センサが出力する容量センサ測定値上の配線容量変化の影響を打ち消す方法を提供する。前記容量センサは、センサ配線と補完配線とを含む少なくとも2つの配線を有するインターフェース回路に接続されている。

【0014】

当該方法は、前記容量センサから全センサ容量値を取得し、前記補完配線から全補完配線容量値を取得し、取得した前記全センサ容量値から、取得した前記全補完配線容量値であって、重み係数をかけあわせた前記全補完配線容量値を差し引くことによって、補完済センサ容量値を算出し、前記インターフェース回路の出力端子において前記補完済センサ容量値に対応する電気信号を出力する。前記補完済センサ容量値は、前記容量センサと前記インターフェース回路との配線との周囲環境における比誘電率の変化に依存しない。

【0015】

第2の態様によれば、前記方法は、さらに、前記全補完配線容量値を取得するために前記センサ配線のすぐそばに配置された前記補完配線に前記インターフェース回路を接続し、前記補完配線は前記インターフェース回路にのみ電気接続される。

【0016】

第3の態様によれば、前記方法は、さらに、前記インターフェース回路の第1入力端子において前記センサ配線が接合され、前記インターフェース回路の第2入力端子において共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって前記全センサ容量値を取得し、前記インターフェース回路の第1入力端子において前記補完配線が接合され、前記インターフェース回路の第2入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって前記全補完配線容量値を取得する。

【0017】

第4の態様によれば、前記方法は、さらに、前記全センサ配線容量値を取得するための前記センサ配線と、前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化する。前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する。

【0018】

第5の態様によれば、前記方法は、さらに、前記インターフェース回路の第1入力端子において積分ベース容量のみが接合され、前記インターフェース回路の第2入力端子において共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって積分ベース容量値を

10

20

30

40

50

取得し、前記インターフェース回路の第1入力端子において前記センサ配線が接合され、前記インターフェース回路の第2入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって、前記積分ベース容量値を含む前記全センサ容量値を取得し、前記インターフェース回路の第1入力端子において前記補完配線が接合され、前記インターフェース回路の第2入力端子において前記共通配線が接合される場合、前記インターフェース回路によって、前記積分ベース容量値を含む前記全補完配線容量値を取得する。前記方法は、さらに、前記補完済センサ容量値を算出する前に、前記積分ベース容量値を前記全センサ配線容量値と前記全補完配線容量値の両方から差し引く。

【0019】

第6の態様によれば、前記方法は、さらに、前記全センサ配線容量値を取得するための前記センサ配線と、前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線と、前記積分ベース容量値を取得するための前記積分ベース容量とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化する。前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する。

10

【0020】

第7の態様によれば、前記方法は、さらに、前記補完配線と前記共通配線との間の容量が前記センサ配線と前記共通配線との間の容量と実質的に等しくなるように、前記補完配線を配置する。

【0021】

第8の態様によれば、前記方法は、さらに、前記重み係数を、第1測定において、第1全センサ容量値と第1全補完配線容量値とを測定するステップと、前記容量センサと前記容量センサの配線とを、それらの周囲環境における比誘電率の変化にさらすステップと、前記容量センサと前記容量センサの配線とを、それらの周囲環境における前記比誘電率の変化にさらした後、第2測定において、第2全センサ容量値と第2全補完配線容量値とを測定するステップと、前記第1全センサ容量値と前記第2全センサ容量値との間の変化に基づいて、測定した全センサ容量の変化を算出し、前記第1全補完配線容量値と前記第2全補完配線容量値との間の変化に基づいて、測定した全補完配線容量の変化を算出するステップと、前記測定した全センサ容量の変化を前記測定した全補完配線容量の変化で割ることにより前記重み係数を算出するステップとによって取得する。

20

【0022】

第9の態様によれば、前記方法は、さらに、前記重み係数を、校正関数を定義するステップと、第1全センサ容量値と、第1全補完容量値と、第1基準圧力値とを測定するステップと、ダミー重み係数を用いて、前記第1全センサ容量値と前記第1全補完容量値とにに基づいて、第1補完済センサ容量値を算出するステップと、前記校正関数を用いて、前記第1補完済センサ容量値に対応する第1圧力値を算出するステップと、前記容量センサと前記容量センサの配線とを、それらの周囲環境における比誘電率の変化にさらすステップと、前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における前記比誘電率の変化にさらした後、第2全センサ容量値と、第2全補完容量値と、第2基準圧力値とを測定するステップと、前記第2全センサ容量値と前記第2全補完容量値とにに基づいて、第2補完済センサ容量値を算出するステップと、前記校正関数を用いて、前記第2補完済センサ容量値に基づいて第2圧力値を算出するステップと、調節後の前記重み係数を用いて算出される第1圧力誤差が、同じ調節後の前記重み係数を用いて算出される第2圧力誤差と等しくなるように、前記第1補完済センサ容量値と前記第2補完済センサ容量値と前記第1圧力値と前記第2圧力値とを算出するのに用いられる前記重み係数を調節することにより前記重み係数を取得するステップとによって取得し、前記第1圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第1圧力値と前記第1基準圧力値との差に等しく、前記第2圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第2圧力値と前記第2基準圧力値との差に等しい。

30

【0023】

第1の装置態様によれば、容量センサ測定値上の配線容量変化の影響を打ち消すように

40

50

構成された装置を提供する。当該装置は、少なくとも容量センサとインターフェース回路とを備える。前記容量センサは、センサ配線と補完配線とを含む少なくとも2つの配線を有する前記インターフェース回路に接続されている。当該装置は、前記容量センサから全センサ容量値を取得し、前記補完配線から全補完配線容量値を取得し、取得した前記全センサ容量値から、重み係数をかけ合わせた取得した前記全補完配線容量値を差し引くことによって、補完済センサ容量値を算出し、前記インターフェース回路の出力端子において前記補完済センサ容量値に対応する電気信号を出力するように構成される。前記補完済センサ容量値は、前記容量センサと前記インターフェース回路とその配線との周囲環境における比誘電率の変化に依存しない。

【0024】

10

第2の装置態様によれば、前記補完配線は、前記センサ配線のすぐそばに配置され、前記インターフェース回路は、前記全補完配線容量値を取得するために前記補完配線に接続されるように構成される。前記補完配線は、前記インターフェース回路にのみ電気接続される。

【0025】

20

第3の装置態様によれば、前記インターフェース回路の第2入力端子において共通配線が接合される。さらに、当該装置は、前記全センサ配線容量値を取得するための前記センサ配線と、前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化するよう構成されたスイッチを備える。前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する。

【0026】

30

第4の装置態様によれば、前記インターフェース回路の第2入力端子において共通配線が接合される。さらに、当該装置は、積分ベース容量値を取得するための積分ベース容量のみと、前記積分ベース容量値を含む前記全センサ配線容量値を取得するための前記センサ配線と、前記積分ベース容量値を含む前記全補完配線容量値を取得するための前記補完配線とのうちのいずれか一つに接続されるように前記インターフェース回路の第1入力端子を多重化するよう構成されたスイッチを備える。前記多重化は、10ミリ秒から10分の範囲における頻度で発生する。さらに、当該装置は、前記補完済センサ容量値を算出する前に、前記積分ベース容量値を前記全センサ配線容量値と前記全補完配線容量値の両方から差し引くように構成される。

【0027】

第5の装置態様によれば、前記補完配線と前記共通配線との間の容量が前記センサ配線と前記共通配線との間の容量と実質的に等しくなるように、前記補完配線は配置される。

【0028】

40

第6の装置態様によれば、さらに、当該装置は、第1測定において、第1全センサ容量値と第1全補完配線容量値とを測定し、前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における比誘電率の変化にさらした後、第2測定において、第2全センサ容量値と第2全補完配線容量値とを測定し、前記第1全センサ容量値と前記第2全センサ容量値との間の変化に基づいて、測定した全センサ容量の変化を算出し、前記第1全補完配線容量値と前記第2全補完配線容量値との間の変化に基づいて、測定した全補完配線容量の変化を算出し、前記測定した全センサ容量の変化を前記測定した全補完配線容量の変化で割ることにより前記重み係数を算出するように構成される。

【0029】

第7の装置態様によれば、さらに、当該装置は、校正関数を定義し、第1全センサ容量値と、第1全補完容量値と、第1基準圧力値とを測定し、ダミー重み係数を用いて、前記第1全センサ容量値と前記第1全補完容量値とに基づいて、第1補完済センサ容量値を算出し、前記校正関数を用いて、前記第1補完済センサ容量値に対応する第1圧力値を算出し、前記容量センサと前記容量センサの配線とをそれらの周囲環境における比誘電率の変化にさらした後、第2全センサ容量値と、第2全補完容量値と、第2基準圧力値とを測定

50

し、前記第2全センサ容量値と前記第2全補完容量値に基づいて、第2補完済センサ容量値を算出し、前記校正関数を用いて、前記第2補完済センサ容量値に基づいて第2圧力値を算出し、調節後の前記重み係数を用いて算出される第1圧力誤差が、同じ調節後の前記重み係数を用いて算出される第2圧力誤差と等しくなるように、前記第1補完済センサ容量値と前記第2補完済センサ容量値と前記第1圧力値と前記第2圧力値とを算出するのに用いられる前記重み係数を調節することにより前記重み係数を取得するように構成され、前記第1圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第1圧力値と前記第1基準圧力値との差に等しく、前記第2圧力誤差は、調節後の前記重み係数を用いて算出される前記第2圧力値と前記第2基準圧力値との差に等しい。

【図面の簡単な説明】

10

【0030】

以下、本発明について、付随の図面を参照しながら、好適な実施の形態に関してより詳細に説明する。

【図1】図1は、重み係数を定義する第1処理のフロー図である。

【図2】図2は、重み係数を定義する第2処理のフロー図である。

【図3】図3は、回路の概略図である。

【図4】図4は、回路の実装例の概略図である。

【図5】図5は、補完済センサ容量を算出する処理のフロー図である。

【図6】図6は、医療用カテーテルデバイスの第1断面図である。

【図7】図7は、医療用カテーテルデバイスの第2断面図である。

20

【図8】図8は、実施の形態1に係る、隣接するセンサチップの端とインターフェース回路チップの端との間の配線を示す図である。

【図9】図9は、実施の形態2に係る、インターフェース回路と、容量センサチップと、その配線との上面図である。

【図10】図10は、実験の第1段階を示す図である。

【図11】図11は、実験の第2段階を示す図である。

【図12】図12は、実験の第3段階を示す図である。

【図13】図13は、実験結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

30

回路とは、電気信号を受信、生成、または、処理できる電子デバイスのことを指す。

【0032】

センサ配線は、センサを電子回路につなげる。電子回路は、少なくとも、センサから受信したセンサ測定値としても知られるセンサ信号を処理するように構成されてもよい。本発明では、多重化入力端子を有する電子回路においてセンサ配線と入れ替え可能な追加的補完配線があるものとする。また、補完配線は、実際にはどの電子回路も相互接続しないため、ダミー配線と呼ばれてもよい。この補完配線の他端は、何にも接続されておらず、補完配線は、できるだけセンサ配線と類似の大きさで、できるだけセンサ配線と類似の位置に配置すべきである。入力端子を多重化することにより、補完配線の容量値を測定することが可能になる。しかしながら、この補完配線容量は、検出された全センサ容量値から、補完配線容量として差し引くことができない。なぜなら、製品のばらつきを考慮に入れる実際の設計および実装では、補完配線を完全に複製することは決してできないからである。

40

【0033】

本発明によれば、検出された全センサ容量から補完配線容量を差し引く前に、補完配線容量に掛け合わせる一定の重み係数を見つけることができる。本発明は、センサ、回路、および、配線付近の中身のない面およびスペースを埋めるのにモールド材を用いることを基本とする。モールド材は、充填材と呼ばれてもよい。モールド材は、空気の誘電率である1より大きい誘電率 ϵ_r を有することが好ましい。モールドするとセンサ配線容量は変化するので、検出された全センサ容量 $C_{s.t.0.t}$ と検出された補完配線容量 $C_{c.t.0.t}$ と

50

が変化する。検出された全センサ容量の変化が C_s で、補完配線容量の変化が C_c であれば、用いられる適正重み係数は以下のとおりである。

【0034】

【数1】

$$k = \frac{\Delta C_s}{\Delta C_c} \quad (1)$$

【0035】

また、補完済センサ容量 $C_{s_{comp}}$ は以下のとおりである。

【0036】

【数2】

$$C_{s_{comp}} = C_{Stot} - k C_{Ctot} \quad (2)$$

【0037】

このように取得される補完済センサ容量 $C_{s_{comp}}$ は、基本的に、モールド材の誘電率 ϵ_r の影響を受けず、配線が適切に設計されていれば、モールド材に起因しない他の配線容量成分も打ち消される。適正重み係数を取得する等価な代替方法で最も簡単な方法は、まず、ダミーの重み係数値 $k = 0$ もしくは $k = 1$ 、または、 k に対する任意の推測値を用いてセンサを校正し、そして、モールドした前後でセンサが現行圧力に対して同じ圧力誤差を示すように新たな k を選択することである。

【0038】

以下、配線容量を打ち消す方法について数学的に示す。

【0039】

全センサ容量 C_{Stot} は、センサ容量 C_s と、モールドキャビティに起因する配線容量 C_{SM} と、他の物質に起因する配線容量 C_{SO} との3つの成分の組み合わせとして定義することができる。それに対して、補完配線容量 C_{Ctot} は、モールドキャビティに起因する配線容量 C_{CM} と、他の物質に起因する配線容量 C_{CO} との2つの成分の組み合わせとして定義されてもよい。

【0040】

【数3】

$$C_{Stot} = C_s + C_{SO} + \epsilon_r C_{SM} \quad (3)$$

【0041】

【数4】

$$C_{Ctot} = C_{CO} + \epsilon_r C_{CM} \quad (4)$$

【0042】

ここで、 ϵ_r は、モールドキャビティ内の物質の誘電率である。モールドする前は、モールドキャビティ内の空気の誘電率は $\epsilon_r = 1$ であり、モールドした後に誘電率 ϵ_r はモールド材の値となる。例えば、シリコン材料の場合、誘電率は約 2.5 である。モールドしたことによるセンサ容量 C_s および配線容量 C_c の変化は、以下のとおりである。

【0043】

【数5】

$$\Delta C_s = (\epsilon_r - 1) C_{SM} \quad (5)$$

【0044】

【数6】

$$\Delta C_c = (\epsilon_r - 1) C_{CM} \quad (6)$$

【0045】

10

20

30

40

50

式(5)および(6)を組み合わせると、式(1)の重み係数kの物理的意味になる。

【0046】

【数7】

$$k = \frac{C_{SM}}{C_{CM}} \quad (7)$$

【0047】

よって、補完済センサ容量(2)の式は、以下のように表される。

【0048】

【数8】

10

$$C_{Scomp} = C_S + C_{SO} \left(1 - \frac{C_{CO} C_{SM}}{C_{CM} C_{SO}} \right) \quad (8)$$

【0049】

これは、モールド材の誘電率 ϵ_r と全く関係がない。

【0050】

補完配線をセンサ配線とほぼ同じように設計すれば、以下となる。

【0051】

【数9】

20

$$\frac{C_{CO}}{C_{CM}} \approx \frac{C_{SO}}{C_{SM}} \quad (9)$$

【0052】

補完済センサ容量は、式(8)から以下のように算出できる。

【0053】

【数10】

$$C_{Scomp} = C_S \quad (10)$$

【0054】

30

これは、センサ配線容量を完全に打ち消したことを意味する。センサ配線とほぼ同じように設計するとは、補完配線の面積および距離はセンサ配線のものと多少異なっていてもよいが、配線の比率は同様に保たれていることを指す。配線の比率を同様に維持するのに極めて重要なことは、基準配線とセンサ配線との間の容量、および、同じ基準配線と補完配線との間の容量が実質的に等しいことである。容量が実質的に等しいとは、実際問題としてできるだけ等しく容量が設計されることを意味する。

【0055】

図1は、重み係数kを定義する、例示的な第1処理のフロー図である。フェーズ10において、全センサ容量が測定され、フェーズ11において、全補完配線容量が測定される。当業者には当然のことながら、フェーズ10および11は、発明の範囲を逸脱することなく、いかなる順序で実行されてもよい。全センサ配線容量と全補完配線容量との初期値を取得した後、フェーズ12において、誘電率 ϵ_r が空気よりも大きいモールドで配線を覆う。モールドしたことによって、センサおよびその配線は、比誘電率の変化を受けるので、それらの周囲環境における誘電率の変化も受けることになる。当該技術分野において周知のことではあるが、コンデンサ板の間に物質の比誘電率の変化によって、容量の変化が生じる。

40

【0056】

フェーズ12においてモールド材を塗布した後、フェーズ14において、全センサ容量を再度測定し、フェーズ15において、全補完配線容量を再度測定する。フェーズ10および11と同様に、フェーズ14および15は、発明の範囲を逸脱することなく、いかなる順序で実行されてもよい。圧力センサに対する大気圧など、センサに関する環境状況は

50

、モールドする前の初期測定とモールドした後の測定の両方で同等に維持されなければならない。あるいは、圧力など環境状況を記録し、センサ校正を用いてセンサ容量を初期値に正規化しなければならない。最後に、フェーズ 16において、フェーズ 10、11、14、および、15で取得した測定結果に基づいて重み係数 k を算出する。

【0057】

図2は、重み係数 k を定義する、例示的な第2処理のフロー図である。第2処理では、重み係数 k を定義する数学的根拠は、例示的な第1処理と同じであるが、この方法によって定義処理中の周囲圧力変化が可能になるので、商品の製造および校正工程で用いるのにより適している。

【0058】

フェーズ 20において、圧力センサを校正する校正関数 P を定義する。校正関数を定義するために、全センサ容量と全配線容量とを複数の圧力点で測定し、容量値および圧力値を記録する。複数の圧力点における圧力値は、第2の校正された圧力センサで記録されてもよい。補完済センサ容量値から出力圧力値を算出するための数学的校正関数 P が定義される。校正関数 P は、所望の圧力範囲にわたって最も小さい平均圧力誤差を与える関数である。この関数は、容量値または容量値の逆数の多項式でもよいし、容量値の双曲線関数(つまり、容量値の多項式の逆数と定数との和)でもよいし、表形式の値の間に補間値を有する検索テーブルに基づくものでもよい。この関数の定数の値または表形式の値は、校正係数と呼ばれる。校正関数 P は、補完済センサ容量 $C_{S_{comp}}$ と重み係数 k との関数であり、校正関数 P の計算結果は、圧力値 p である。校正フェーズ 20 では、ダミー重み係数 k_0 を用いる。例えば、ダミー重み係数 k_0 は、 $k_0 = 0$ 、 $k_0 = 1$ 、または、例えば、先行する名目上の類似デバイスの経験に基づいた別の値でもよい。校正関数は、例えば、コンピュータ、プロセッサ、マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路 (ASIC) などの周知の任意処理デバイスによって実行されてもよい。

【0059】

フェーズ 21において、全センサ容量 $C_{S_{tot}}$ と全補完配線容量 $C_{c_{tot}}$ とを測定する。好ましくは、フロー図の点線四角で示されたフェーズ 21'において、基準圧力センサで第1基準圧力値を測定するのと同時に、全センサ容量値を測定する。

【0060】

フェーズ 21において取得した容量値に基づき、フェーズ 22において、校正フェーズ 20 中に用いたダミー重み係数 k_0 での式(2)を用いて第1補完済センサ容量 $C_{S_{comp1}}$ を算出する。

【0061】

フェーズ 23において、第1補完済センサ容量 $C_{S_{comp1}}$ とダミー重み係数 k_0 を用いて校正関数 P により第1検出圧力値 p を算出する。したがって、第1測定後の第1圧力値 p は、以下の式で表される。

【0062】

$$p = P(C_{S_{comp1}}, k_0) \quad (11)$$

【0063】

校正フェーズ 20において、校正係数が最適に選択されていれば、第1圧力誤差 P_{err1} の式(12)は、少なくともおおよそ真である。

【0064】

【数12】

$$P_{err1} = P(C_{S_{comp1}}, k_0) - p1 \approx 0 \quad (12)$$

【0065】

図2には図示されていないが、第1圧力誤差は、例えば校正関数を検証するための第1基準圧力値と第1圧力値とを取得した後であれば、どのフェーズで算出してもよい。フェーズ 21 および 21' の圧力および容量の測定は、基本的に同時に行われるのが好ましく、基準圧力センサは、周囲圧力が両方のセンサに対して基本的に同じになるように、校正

10

20

30

40

50

中のセンサ付近に配置されるべきである。また、第1圧力誤差 P_{err_1} は、フェーズ2 9のみで算出してもよい。

【0066】

フェーズ2 4において、センサはモールドされて保護充填材で覆われるので、センサおよびその配線は、比誘電率の変化と、それらの周囲環境における誘電率の変化とを受けることになる。フェーズ2 4においてモールドした後、フェーズ2 5において、全センサ容量 $C_{s_{tot}}$ と全補完容量 $C_{c_{tot}}$ とを再度測定し、フェーズ2 6において、式(2)を用いて第2補完済センサ容量 $C_{s_{comp2}}$ を算出する。

【0067】

周囲圧力は p_2 に変更されてもよい。なぜなら、校正に用いられた第1圧力の測定から時間が過ぎており、また、周囲圧力を画一化するのは経済的に適していないかもしれないからである。周囲圧力 p_2 は、フロー図の点線四角で示されたフェーズ2 5において全センサ容量と全補完容量とを測定するのと好ましくは基本的に同時に、フェーズ2 5'において基準圧力センサで測定される。基準圧力センサで基準圧力値を測定するのと同時に、全センサ容量値を測定するのが好ましい。図2には図示されていないが、第1圧力誤差は、例えば校正関数を検証するための第2基準圧力値と第2圧力値とを取得した後であれば、どのフェーズで算出してもよい。

【0068】

よって、充填材の誘電率は全センサ容量を変えてしまい、ダミー重み係数 k_0 を用いても、容量の完全補完は生じないであろう。したがって、ここで式(12)を用いて算出された第2圧力誤差はゼロではない。

【0069】

$$P_{err_2} = P(C_{s_{comp2}}, k_0) - p_2 \quad 0 \quad (12')$$

【0070】

モールド材の影響を打ち消すためには、モールド材で埋める前と後で圧力誤差を等しくすることが望ましい。よって、圧力センサが出力する圧力測定値が圧力測定誤差の条件を満たすように、フェーズ2 7において、校正関数 P を用いて調節重み係数 k を定義してもよい。

【0071】

$$P_{err_1} = P(C_{s_{comp1}}, k) - p_1 = P_{err_2} = P(C_{s_{comp2}}, k) - p_2 \quad 0 \quad (13) \quad 30$$

【0072】

つまり、重み係数 k は、調節重み係数 k で両方とも算出される、新たに算出された第1圧力誤差 P_{err_1} が第2圧力誤差 P_{err_2} と等しくなるように調節される。

【0073】

調節係数 k を用いると、式(12)はもはや無効であり、式(13)のゼロではない圧力誤差 $P_{err_1} = P_{err_2}$ の意味が大きくなるかもしれない。しかしながら、さらなるモールド材の誘電率による補完済センサ容量の変化が確実にゼロであることのほうが、より重要である。これは、補完済センサ容量を算出する校正関数 P で用いられる重み係数 k の正確な値を定義することによって実現できる。

【0074】

オプションのフェーズ2 8において、フェーズ2 7で定義された調節重み係数 k と共にフェーズ2 0からの最初に記録された校正データ点を用い、校正関数をさらに更新してもよい。更新校正関数 P_{upd} は、調節重み係数 k を用いた場合に所望の圧力範囲にわたって最も小さい平均圧力誤差を与える関数である。更新校正関数 P_{upd} の正確さは、必要な条件でチェックしてもよい。

【0075】

【数14】

$$P_{upd}(C_{s_{comp1}}, k) - p_1 = P_{upd}(C_{s_{comp2}}, k) - p_2 \approx 0 \quad (14)$$

【0076】

10

20

30

40

50

つまり、更新校正関数 $P_{u_{p_d}}$ が正しく定義されれば、更新校正関数 $P_{u_{p_d}}$ と重み係数 k を用いて第 1 および第 2 補完済センサ容量から算出された第 1 および第 2 取得圧力値と、第 1 および第 2 周囲圧力 p_1 および p_2 との差はそれぞれほぼゼロになる。よって、更新校正関数 $P_{u_{p_d}}$ は、正確な調節重み係数 k と、正確な圧力測定値を取得するためには別な校正パラメータとに関する両方の情報を含んでいる。更新校正関数 $P_{u_{p_d}}$ および調節重み係数 k を適用して、圧力センサから入力された全配線容量値および全センサ容量値ならびにダミー配線に基づき、補完かつ校正された圧力値を取得してもよい。

【0077】

図 3 は、上述した補完方法を実行するのに用いられる回路の包括概略図である。インターフェース回路 100 は、少なくとも、接続されたコンデンサの容量値をアナログまたはデジタル出力信号 110 に変換するように構成された容量変換部を備える。出力信号 110 は、物理量の値を表す電気信号として特徴付けられてもよい。容量センサの場合、出力信号は、取得容量値に対応する、または、取得容量値を表すアナログまたはデジタル信号でもよい。切替部 101 は、全センサ容量 $C_{s_{t_o_t}}$ 、または、全補完配線容量 $C_{c_{t_o_t}}$ を容量変換部の入力端子に接続することを可能にする。多重化、つまり、2 つの容量の切り替えは、それらの環境における誘電率の変化の速度に十分応じた頻度でなされるべきである。その頻度は、ある場合は 10 分間に 1 度かもしれないし、他の場合はミリ秒ごとかもしれない。

【0078】

この構成では、3 タイプの配線が存在する。センサ配線 111 は、切替部 101 の一方の多重化入力端子と接合され、切替部 101 を介してセンサをインターフェース回路 100 の容量変換部に接続する。補完配線 113 は、切替部 101 の他方の多重化入力端子と接合される。共通配線 112 は、インターフェース回路 100 の容量変換部の入力端子と直接接合されることが好ましい。

【0079】

図 3 の回路の代わりに、別の回路を用いて図 1 および図 2 の機能を実装してもよい。

【0080】

図 4 は、複合変換部と切替部とを備えた回路の実装例の概略図である。この実装は積分型コンバータからなり、定電流 I が電流源 210 から増幅器 220 の反転入力端子に供給され、積分ベース容量が反転入力端子 (-) と増幅器 220 の出力端子との間に発生する。図 4 の回路において、出力端子 110 に出力される出力電圧は、積分ベース容量に比例する一定の傾きで上昇する。この傾きは、2 つの閾値電圧レベル検出器とパルスカウンタとで測定してもよい (図示せず)。積分ベース容量は、ベース容量 225 と、スイッチ 101 の位置に応じた全センサ容量 $C_{s_{t_o_t}}$ または全補完配線容量 $C_{c_{t_o_t}}$ との和である。全補完配線容量 $C_{c_{t_o_t}}$ の値は非常に小さくてもよく、出力電圧の傾きは、2 つの出力電圧閾値レベル間の時間を非実際的な短時間にするかなりの急勾配でもよいため、ベース容量 225 が必要である。式 (2) を適用する前に、ベース容量 225 の既知の値を、全センサ容量 $C_{s_{t_o_t}}$ および全補完配線容量 $C_{c_{t_o_t}}$ から差し引く。これは、ベース容量 225 のみがコンバータに切り替わった、スイッチ 101 の第 3 位置を有することによって容易に実装される。

【0081】

図 5 は、補完済センサ容量を算出する処理のフロー図である。

【0082】

フェーズ 41において、切替回路を、ベース容量に向かう配線と接合するように変更し、ベース容量を測定する。このフェーズは、図 4 に示したようにベース容量を用いる場合にのみ必要である。測定すべきベース容量がなければ、フェーズ 41 は省略してもよい。フェーズ 42において、切替回路を、センサ配線と接合するように変更し、全センサ容量を測定する。フェーズ 43において、切替回路を、補完配線と接合するように変更し、全補完配線容量を測定する。フェーズ 41においてベース容量を測定した場合は、まずベース容量値を全センサ配線容量値と全補完配線容量値の両方から差し引き、そして、算出フ

10

20

30

40

50

エーズ44において式(2)を用いて補完済センサ容量を算出する。ベース容量を測定しなかった場合は、測定した全センサ容量および全補完配線容量に基づいて、補完済センサ容量を直接算出してもよい。ステップ42、43、および、44は、第1連続ループとして繰り返してもよい。ベース容量が利用可能な場合は、代わりに、フェーズ41、42、43、および、44を通るループを選択することによって測定を定期的に校正してもよい。当業者には当然のことながら、フェーズ42および43は、発明の範囲を逸脱することなく、入れ替えるてもよい。

【0083】

図5、6、および、7は、本発明の例示的な実施の形態1を示している。本実施の形態では、インターフェース回路100と容量センサ70とが、フレキシブル回路基板50にフリップチップ接合された半導体チップによって実装された医療用カーテルデバイスの構造を開示している。当業者には当然のことながら、フリップチップ接合とは、半田バンプまたは他の同等突起部材が半導体チップのチップパッドに設けられた半導体ペアチップを、リフロー半田付けや導電性接着剤などによって外部回路に直接接合する半導体実装技術のことを指す。

10

【0084】

図5および6は、医療用カーテルデバイスの断面図である。この断面では、容量センサチップ70かインターフェース回路100のどちらかを同じように表すことができる。フリップチップ型インターフェース回路100およびフリップチップ型容量センサ170は共に、半田バンプ53によって、フレキシブル回路基板50の面上に露出しているワイヤ54と接合される。フレキシブル回路基板50は、中空のカーテル本体51の側壁内に生成された凹部52にインターフェース回路100および容量センサ170が共に配置されるように、医療用カーテル本体51に巻き付けられる。

20

【0085】

校正係数kを定義するために、図6で示した最初は空気で満たされている取付凹部52を、図7で図示するようにモールド材152で埋める。モールド材152は、例えば、シリコンゲルでもよい。取付凹部52は、回路およびその配線の周囲環境を表す。

【0086】

図8は、隣接するセンサチップ170の端とインターフェース回路チップ100の端との間の配線である。チップパッド70は、半田バンプ53によってフレキシブル回路基板上のワイヤと接合される。センサ170とインターフェース回路100とを互いに電気接続させる配線トラック111、112は、フレキシブル回路基板50上に配置される。補完配線トラック113は、インターフェース回路100の入力端子にのみ接続され、センサ170と配線回路100との間に配置されたセンサ配線トラック111を、センサ配線トラック111のすぐそばでできる限り近接して倣う。トラック配置の目的は、センサ配線トラック111と補完配線トラック113の両方から共通配線トラック112まで等しい容量を有することである。容量が等しければ、正確な重み係数kの取得が容易になる。

30

【0087】

図9、10、11、および、12は、本発明の例示的な実施の形態2を示している。実施の形態2は、特に、補完方法の妥当性を検証するのに有用である。

40

【0088】

図9は、実施の形態2に係る、インターフェース回路チップ100と、容量センサチップ170と、その配線との上面図である。ここで、チップパッド70は、ボンドワイヤで相互接続される。補完配線ボンドワイヤ113の配置を可能にするフローティングボンドパッド80を設ける。フローティングボンドパッドとは、ボンディングの機械的作用を可能にするパッドのことを指すが、電気接続を提供するものではない。センサ配線ボンドワイヤ111および共通配線ボンドワイヤ112に加えて、さらなるボンドワイヤを配置してもよい。この例では、グランド配線ボンドワイヤ114がある。補完配線ボンドワイヤ113は、補完配線ボンドワイヤ113と共通配線ボンドワイヤ112との間の容量が、センサ配線ボンドワイヤ111と共通配線ボンドワイヤ112との間の容量にできるだけ

50

近づくように、配置される。

【0089】

図10、11、および、12は、セラミック筐体90に回路を配置した実施の形態2の断面図である。セラミック筐体は、インターフェース回路100と、センサ170と、配線ボンドワイヤ111、112、113、114と、フローティングボンドパッド80とが配置される下部キャビティ92を有する。この断面図では、センサ配線ボンドワイヤ111と補完配線ボンドワイヤ113のみを示している。本実施の形態は、オプションの上部キャビティ91も有する。上部キャビティ91を用いて補完方法の有効性を試してもよいが、商品に必要なものではない。下部キャビティ92、または、下部キャビティ92と上部キャビティ91の組み合わせは、キャビティに配置された回路およびその配線の周囲環境を表す。
10

【0090】

図10において、ペアチップ100、170は、下部キャビティ92に配置され、ボンドワイヤ111、113で接合される。キャビティはそれ以外中身がなく、誘電率 $\epsilon_r = 1$ の空気で通常満たされている。様々な配線の容量を測定して、正確な圧力測定値に向けてセンサ170を校正してもよい。

【0091】

図11は、下部キャビティ92がモールド材152で埋められた、実験の第2段階である。このモールド材は、例えば、誘電率が空気とは異なるシリコンゲルでもよい。ゲルモールドしたことによる容量変化を測定し、ここで、容量測定結果に基づいて重み係数kの値を算出してもよい。
20

【0092】

行った実験において、算出された重み係数は、値 $k = 0.835$ であった。予想どおり、重み係数値は1より小さい。なぜなら、補完配線ボンドワイヤ113は、センサ配線ボンドワイヤ111より長く、共通配線ボンドワイヤにより近いので、補完配線ボンドワイヤの配線容量が、センサ配線ボンドワイヤによるセンサ配線容量より大きくなるからである。

【0093】

図12は、上部キャビティ91が食塩水溶液93で満たされた、実験の第3段階である。本実験は、実施の形態1のカテーテルを利用する模倣環境を意図したものであるが、体液をまねるために1%の食塩水溶液を用いた。しばらくしてから、配線間の容量を再度測定した。
30

【0094】

図13は、図9、10、および、11の実験段階の結果である。センサから受信した測定値における圧力誤差の結果を2組示す。実線で結ばれたひし形でマークされている1組目の結果は、補完なし、つまり、重み係数が $k = 0$ の場合の圧力誤差を示している。この組の結果を非補完結果と呼ぶ。点線で結ばれた四角でマークされている2組目の結果は、補完あり、つまり、取得した重み係数 $k = 0.835$ を用いた圧力誤差を示している。この組の結果を補完結果と呼ぶ。

【0095】

図10で示された初期段階において、圧力誤差は、非補完結果と補完結果とで大きな差はない。モールド材152を塗布した後、配線容量の変化による非補完圧力誤差は220Paになり、モールドした回路を食塩水にさらした後では、非補完圧力誤差は1500Paのレベルになるが、補完測定値では、充填材があるかどうか食塩水があるかどうかに関係なく、圧力誤差は基本的に同じままである。圧力誤差が減少した理由、そのために食塩水を加えたまま第3段階で容量を測定した理由は、モールド材の上にある電気伝導性を有する食塩水が、配線周りにシールドグランド電位を付加して配線容量を低減させたからである。図13における初期圧力誤差および全補完圧力誤差は、全て約+200Paである。独立校正係数が3つの1次双曲線関数である選択校正関数Pを用いて大気圧周辺で取得されるこの誤差は、最小である。
40
50

【 0 0 9 6 】

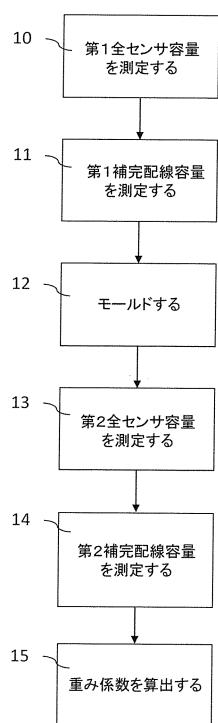
図9～13に示された実験により、発明した補完方法の有効性が証明された。

【 0 0 9 7 】

技術が進歩するにつれて本発明の基本概念を様々な方法で実装できることは、当業者にとって自明である。したがって、本発明およびその実施の形態は、上記の例に限定されず、請求項の範囲内で異なっていてもよい。

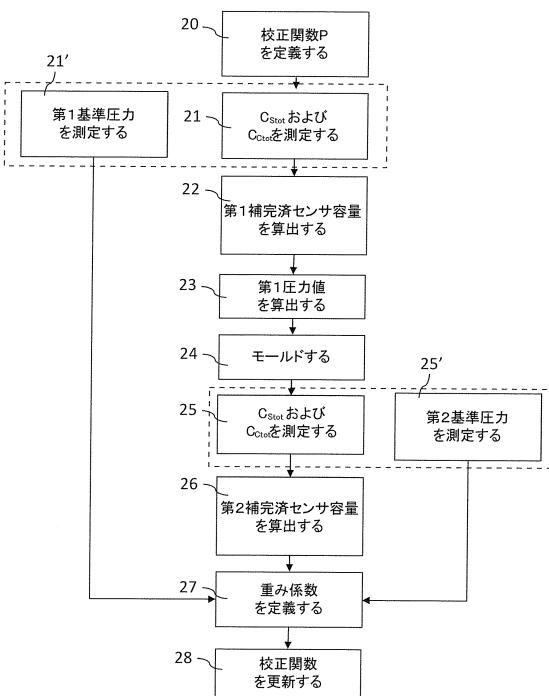
【 図 1 】

図1



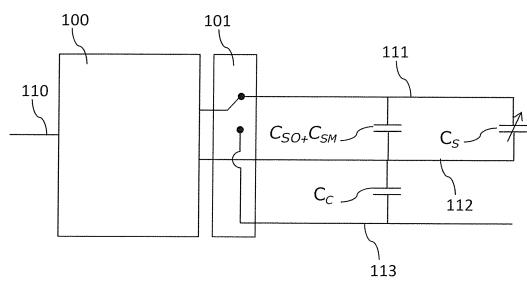
【 図 2 】

図2



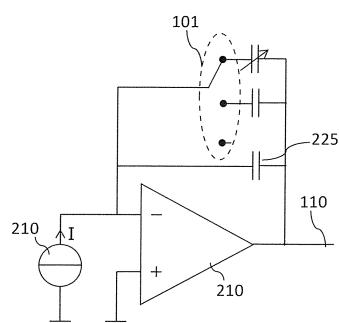
【図3】

図3



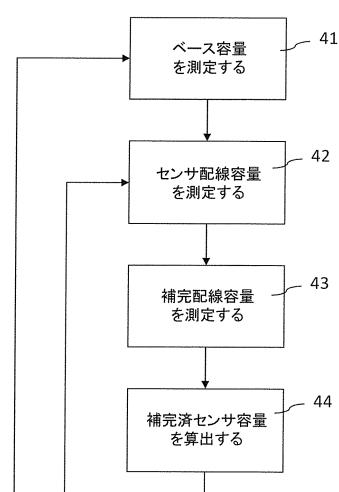
【図4】

図4



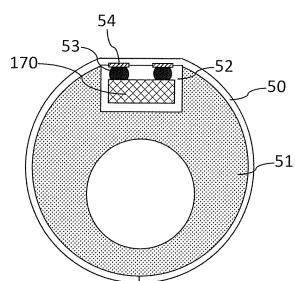
【図5】

図5



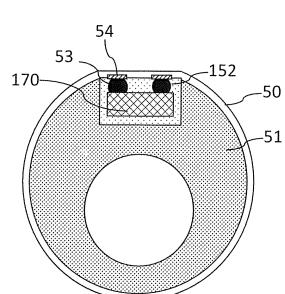
【図6】

図6



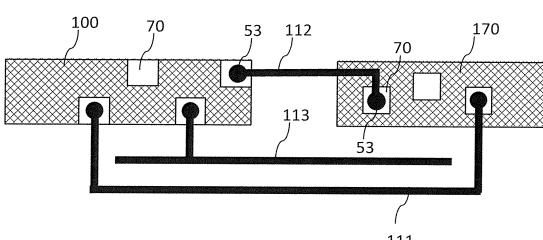
【図7】

図7



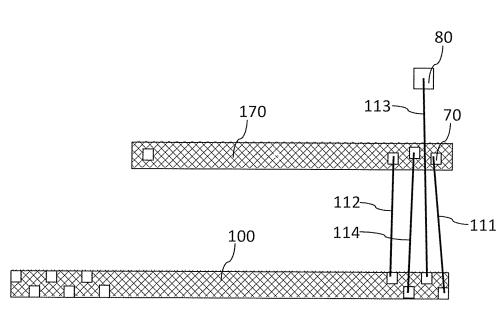
【図8】

図8



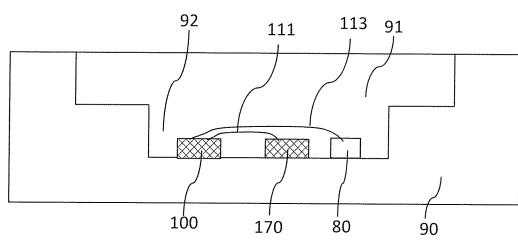
【図9】

図9



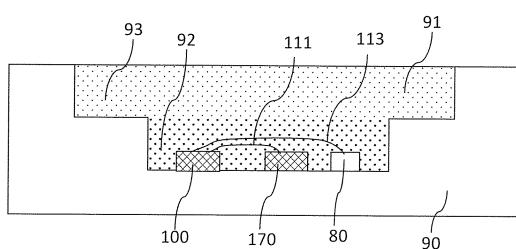
【図10】

図10



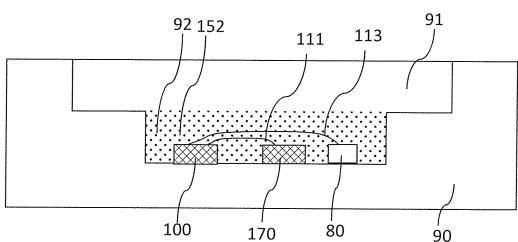
【図12】

図12



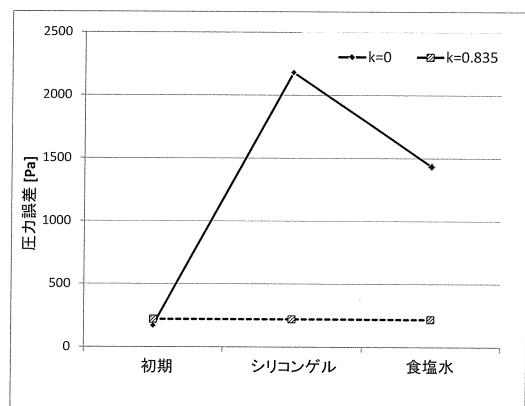
【図11】

図11



【図13】

図13



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-257916(JP,A)
特開2013-024808(JP,A)
特表平05-501159(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0048848(US,A1)
特開2000-121472(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0026642(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 L 7 / 00 - 23 / 32
G 01 L 27 / 00 - 27 / 02
G 01 P 15 / 125
H 01 L 29 / 84