

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-212108

(P2016-212108A)

(43) 公開日 平成28年12月15日 (2016. 12. 15)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
GO 1 L	1/14	(2006. 01)	GO 1 L	1/14	L	2 F 0 5 1
GO 1 L	5/00	(2006. 01)	GO 1 L	5/00	Z	

審査請求 有 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-94965 (P2016-94965)
 (22) 出願日 平成28年5月11日 (2016. 5. 11)
 (31) 優先権主張番号 10-2015-0065513
 (32) 優先日 平成27年5月11日 (2015. 5. 11)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 513009370
 株式会社 ハイディープ
 Hi Deep Inc.
 大韓民国、ギョンギード・463-400
 、ソンナムーシ、ブンダンーグ、ダエワン
 パンギョーロ・644・ベオンーギル、4
 9、ダサン・タワー・3エフ
 3F Dasan Tower, 49, D
 aewangpangyo-ro 644
 beon-gil, Bundang-g
 u, Seongnam-si, Gyeon
 ggi-do 463-400, Repu
 blic of Korea

(74) 代理人 100114188
 弁理士 小野 誠

最終頁に続く

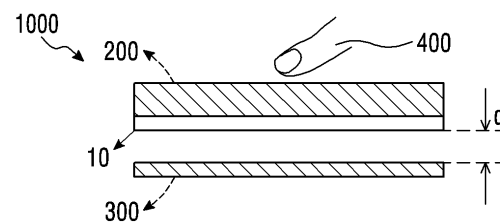
(54) 【発明の名称】 圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 圧力の大きさによって線形的に変わる信号を提供することができる圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置を提供する。

【解決手段】 圧力センシング装置は、電極10と、前記電極に駆動信号を印加する駆動部と、前記電極を介して、前記電極と離隔された基準電位層300と前記電極との間の相対的な距離によって変わる前記電極と前記基準電位層との間の静電容量に対する情報を含む受信信号を受信する感知部と、前記駆動部と前記電極との間に第1インピーダンス、及び前記感知部と前記電極との間に第2インピーダンスと、を含み得る。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極と、

前記電極に駆動信号を印加する駆動部と、

前記電極を介して、前記電極と離隔された基準電位層と前記電極との間の相対的な距離によって変わる前記電極と前記基準電位層との間の静電容量に対する情報を含む受信信号を受信する感知部と、

前記駆動部と前記電極との間に第 1 インピーダンス、及び前記感知部と前記電極との間に第 2 インピーダンスと、
を含む、

圧力センシング装置。

10

【請求項 2】

前記感知部は、前記電極と前記基準電位層との間の距離に対して線形関係を有する信号を出力することができる、

請求項 1 に記載の圧力センシング装置。

【請求項 3】

前記感知部は、

増幅器と、

前記増幅器の負入力端と出力端との間に連結された帰還キャパシタと、

を含み、

前記距離に対して線形関係を有する信号は、前記増幅器の出力信号である、

請求項 2 に記載の圧力センシング装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスは、静電容量性素子である、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の圧力センシング装置。

【請求項 5】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスのうち少なくとも一つは、前記駆動部及び前記感知部と同一の集積回路上に集積される、

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の圧力センシング装置。

【請求項 6】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスのうちいずれか一つは、抵抗性素子である、

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の圧力センシング装置。

30

【請求項 7】

前記基準電位層は、グランド電位層である、

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の圧力センシング装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項による圧力センシング装置と、

前記基準電位層と、を含んで構成される、装置。

【請求項 9】

電極に駆動信号を印加する駆動部と、
前記電極を介して、前記電極と離隔された基準電位層と前記電極との間の相対的な距離によって変わる前記電極と前記基準電位層との間の静電容量に対する情報を含む信号を受信する感知部と、
を含み、

前記駆動信号は、前記駆動部と前記電極との間に位置する第 1 インピーダンスを通過した後に前記電極に印加され、及び前記受信信号は、前記感知部と前記電極との間に位置する第 2 インピーダンスを通過した後に前記感知部に受信される、

圧力検出器。

40

【請求項 10】

50

前記感知部は、前記電極と前記基準電位層との間の距離に対して線形関係を有する信号を出力することができる、

請求項 9 に記載の圧力検出器。

【請求項 1 1】

前記感知部は、

増幅器と、

前記増幅器の負入力端と出力端との間に連結された帰還キャパシタと、

を含み、

前記距離に対して線形関係を有する信号は、前記増幅器の出力信号である、

請求項 1 0 に記載の圧力検出器。

10

【請求項 1 2】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスは、静電容量性素子である、

請求項 9 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の圧力検出器。

【請求項 1 3】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスのうち少なくとも一つは、前記駆動部及び前記感知部と同一の集積回路上に集積される、

請求項 9 ないし 1 2 のいずれか 1 項に記載の圧力検出器。

【請求項 1 4】

前記第 1 インピーダンス及び前記第 2 インピーダンスのうちいずれか一つは、抵抗性素子である、

20

請求項 9 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の圧力検出器。

【請求項 1 5】

前記基準電位層は、グランド電位層である、

請求項 9 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の圧力検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置に関する。より詳しくは、圧力の大きさによって線形的に変わる信号を提供することができる圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

コンピューティングシステムの操作のために、多様な種類の入力装置が用いられている。例えば、ボタン (button)、キー (key)、ジョイスティック (joystick)、及びタッチスクリーンのような入力装置が用いられている。タッチスクリーンの手軽で簡単な操作により、コンピューティングシステムの操作時にタッチスクリーンの利用が増加している。

【0003】

タッチスクリーンは、タッチ感応表面 (touch-sensitive surface) を備えた透明なパネルであり得るタッチセンサパネル (touch sensor panel) を含み得る。このようなタッチセンサパネルはディスプレイスクリーンの前面に付着され、タッチ感応表面がディスプレイスクリーンの見える面を覆うことができる。タッチスクリーンは、使用者が指などでディスプレイスクリーンを単純に接触することによって、使用者がコンピューティングシステムを操作することができるようにする。一般的に、タッチスクリーンは、ディスプレイスクリーン上の接触及び接触位置を認識し、コンピューティングシステムは、このような接触を解釈することによって、これに従い演算を遂行することができる。

40

【0004】

これとともに、タッチ入力装置のタッチ表面に対するタッチ位置だけでなく、タッチ

50

圧力を検出するための研究が続けられている。このとき、圧力センサは、適用されるタッチ入力装置などとは別個に製作され得るが、均一な圧力の大きさ検出のために適用されるアプリケーションごとに圧力検出回路が修正される必要がある。これは、適用されるアプリケーションごとに圧力電極と基準電位層との間の距離などが変わるためである。これにより、適用されるアプリケーションに関係なく、修正される必要なしに、そして簡単に圧力の大きさを検出できるようにする圧力検出の技法に対する必要性が生じている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本実施形態による目的は、圧力の大きさによって線形的に変わる信号を提供することができる圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置を提供することにある。 10

【0006】

本実施形態による他の目的は、適用されるアプリケーションに関係なく、回路修正なしに、簡単に圧力の大きさを検出できるようにする圧力センシング装置及び圧力検出器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施形態による圧力センシング装置は、電極と、前記電極に駆動信号を印加する駆動部と、前記電極を介して、前記電極と離隔された基準電位層と前記電極との間の相対的な距離によって変わる静電容量に対する情報を含む受信信号を受信する感知部と、前記駆動部と前記電極との間に第1インピーダンス、及び前記感知部と前記電極との間に第2インピーダンスと、を含み得る。 20

【0008】

本発明の実施形態による圧力検出器は、電極に駆動信号を印加する駆動部と、前記電極を介して、前記電極と離隔された基準電位層と前記電極との間の相対的な距離によって変わる前記電極と静電容量に対する情報を含む信号を受信する感知部と、を含み、前記駆動信号は、前記駆動部と前記電極との間に位置する第1インピーダンスを通過した後、前記電極に印加され、及び前記受信信号は、前記感知部と前記電極との間に位置する第2インピーダンスを通過した後、前記感知部に受信され得る。

【0009】

本発明の実施形態による装置は、基準電位層と圧力センシング装置を含んで構成され得る。 30

【発明の効果】

【0010】

本発明の実施形態によれば、圧力の大きさによって線形的に変わる信号を提供することができる圧力センシング装置、圧力検出器及びこれらを含む装置を提供することができる。

【0011】

また、本発明の実施形態によれば、適用されるアプリケーションに関係なく、回路修正なしに、簡単に圧力の大きさを検出できるようにする圧力センシング装置及び圧力検出器を提供することができる。 40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態による圧力センシング装置の構造図である。

【図2】実施形態による圧力センシング装置が適用された装置の断面を例示する。

【図3】第1例による圧力センシング装置の等価経路を示す。

【図4】実施形態による圧力センシング装置の電極と基準電位層との間の距離変化による圧力検出器の出力信号を示すグラフである。

【図5】第2例による圧力センシング装置の等価回路を示す。

【図6】第2例が適用されるのに不適合な駆動信号の周波数変化を例示する。 50

【図 7 a】第 3 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、距離変化による圧力キャパシタンスの変化を示すグラフ、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【図 7 b】第 3 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、距離変化による圧力キャパシタンスの変化を示すグラフ、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【図 7 c】第 3 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、距離変化による圧力キャパシタンスの変化を示すグラフ、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【図 7 d】第 3 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、距離変化による圧力キャパシタンスの変化を示すグラフ、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する

10

【図 8 a】第 4 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、圧力キャパシタンスを検出するためのタイミングダイヤグラム、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【図 8 b】第 4 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、圧力キャパシタンスを検出するためのタイミングダイヤグラム、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【図 8 c】第 4 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、圧力キャパシタンスを検出するためのタイミングダイヤグラム、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

20

【図 8 d】第 4 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、圧力キャパシタンスを検出するためのタイミングダイヤグラム、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを例示する。

【発明を実施するための形態】

【0013】

後述する本発明に対する詳細な説明は、本発明を実施することができる特定の実施形態を例示として示す添付の図面を参照する。これらの実施形態は、当業者が本発明を実施するのに十分なように詳しく説明する。本発明の多様な実施形態は互いに異なるが、相互に排他的である必要はないことが理解されなければならない。例えば、ここに記載されている特定形状、構造及び特性は、一実施形態に関連して本発明の精神及び範囲を外れないながらも、他の実施形態で具現することができる。また、それぞれの開示された実施形態内の個別の構成要素の位置又は配置は、本発明の精神及び範囲を外れないながらも変更できることが理解されなければならない。したがって、後述する詳細な説明は、限定的な意味として取ろうとするのではなく、本発明の範囲は、適切に説明されるならば、その請求項が主張するのと均等なすべての範囲とともに添付された請求項によってのみ限定される。図面において類似の参照符号は様々な側面にわたって同一もしくは類似の機能を指し示す。

30

【0014】

以下、添付される図面を参照して、本発明の実施形態による圧力センシング装置 100 を説明する。

40

【0015】

図 1 は、実施形態による圧力センシング装置 100 の構造図である。図 1 を参照すると、実施形態による圧力センシング装置 100 は、電極 10、電極 10 に駆動信号を印加する駆動部 20、及び電極 10 から静電容量に対する情報を含む信号を受信してタッチ圧力に対する情報を検出する感知部 30 を含んでもよい。

【0016】

実施形態による圧力センシング装置 100 において、駆動部 20 は、駆動信号を電極 10 に印加し、感知部 30 は、前記電極 10 を介して電極 10 と基準電位層 300 との間の静電容量を測定することによって、圧力の大きさを検出することができる。駆動部 20

50

は、例えばクロック生成器（図示せず）及びバッファ（buffer：図示せず）を含んで、パルス形態で駆動信号を生成して電極10に印加することができる。これは例示に過ぎず、多様な素子を介して駆動部20が具現されてもよく、かつ駆動信号の形態もまた多様に変形されてもよい。

【0017】

実施形態により、駆動部20及び感知部30は、集積回路（Integrated Circuit）で具現されてもよく、一つのチップ（chip）上に形成されてもよい。駆動部20及び感知部30は、圧力検出器を構成することができる。

【0018】

実施形態による電極10は、透明伝導性物質（例えば、酸化スズ（ SnO_2 ）及び酸化インジウム（ In_2O_3 ）等からなるITO（Indium Tin Oxide）又はATO（Antimony Tin Oxide））等から形成されてもよい。実施形態により、電極10は、透明伝導性物質または不透明伝導性物質で形成されてもよい。例えば、電極は、銀インク（silver ink）、銅（copper）又は炭素ナノチューブ（CNT：Carbon Nanotube）のうち少なくとも一つを含んで構成されてもよい。

【0019】

電極10は、基準電位層300との間で静電容量の変化量の検出が容易なように、電極10と基準電位層300との間に向かい合う面が大きいように形成されてもよい。例えば、図8aに例示されたような板状のパターンで形成されてもよい。

【0020】

以下では、圧力センシング装置100が、一つの電極10から圧力の大きさを検出する場合を例に挙げて説明するが、実施形態により、圧力センシング装置100は、電極10を複数個含んで複数のチャンネルを構成し、多重タッチ（multi touch）により多重の圧力の大きさの検出が可能ないように構成されてもよい。

【0021】

実施形態による電極10と基準電位層300との距離変化により、電極10と基準電位層との間の静電容量が変わるようになり、このような静電容量の変化に対する情報を感知部30で感知するようにすることで、実施形態による圧力センシング装置100を介して圧力の大きさを検出することができる。実施形態による圧力センシング装置100は、電極10の自己静電容量（self capacitance）値から圧力の大きさを検出することができる。

【0022】

図2は、実施形態による圧力センシング装置100が適用された装置1000の断面を例示する。図2は、実施形態による圧力センシング装置100を介して圧力を検出するようにする簡略化された物理的な構造を例示する。実施形態による圧力センシング装置100は、基準電位層300を含む装置1000に適用され、装置1000に対して印加される圧力の大きさを検出するように構成されてもよい。例えば、電極10は、基準電位層300と僅かな空間dを挟んで配置されてもよい。この時、電極10と基準電位層300との間には、客体400を介した圧力の印加により形態の変形が可能な（deformable）物質が配置されてもよい。例えば、電極10と基準電位層300との間に配置された形態変形が可能な物質は、空気（air）、誘電体、弾性体及び／又は衝撃吸収物質であってもよい。

【0023】

客体400がタッチ表面を形成する構成200のタッチ表面を押圧すれば、圧力の大きさにより電極10と基準電位層300との間の距離が減少することになる。基準電位層300は、装置1000に含まれた任意の電位層であってもよい。実施形態において、基準電位層は、グランド（ground）電位を有するグランド層であってもよい。距離dが近づくことによって電極10と基準電位層300との間に生成されるキャパシタCpの静電容量値が増加し得る。すなわち、距離dの減少により基準電位層300に対する電極

10の自己静電容量値が増加し得る。

【0024】

実施形態による圧力センシング装置100が適用され得る装置1000は、タッチ位置を検出できるようにするタッチセンサパネル及び／又はディスプレイパネルを含むタッチ入力装置1000であってもよい。実施形態による圧力センシング装置100の電極10は、タッチ入力装置1000内の任意の位置に配置されてもよい。例えば、図2において、電極10は、ディスプレイパネル200の下部に配置されてもよい。この時、基準電位層300は、ディスプレイパネル200のノイズ（noise）遮蔽層であってもよい。または、基準電位層300は、タッチ入力装置1000の作動のためのメインボード（main board）上の中央処理ユニット（CPU）又はAP（Application Processor）等から発生するノイズ遮蔽のための遮蔽層であってもよい。この時、基準電位層300は、タッチ入力装置1000においてディスプレイパネル200とメインボードとを区分／支えるためのミッドフレーム（mid-frame）であってもよい。

10

【0025】

図2において、電極10がディスプレイパネル200の下部に配置されたものが例示されているが、これは単に例示に過ぎず、タッチ入力装置1000内で基準電位層300と所定の距離離隔された任意の位置に配置されてもよい。また、タッチ入力装置1000において、ディスプレイパネル200の上部面がタッチ表面を構成するように例示されているが、これは単に例示に過ぎず、タッチ表面は任意の他の構成であってもよく、タッチ表面に対する圧力の印加によって電極10と基準電位層300との間の距離が変化し得れば十分である。

20

【0026】

図1を参照すると、実施形態による圧力センシング装置100は、駆動部20と電極10との間に第1インピーダンス12：Z1及び感知部30と電極10との間に第2インピーダンス13：Z2をさらに含む。第1インピーダンス12及び第2インピーダンス13に対する説明は、以下で詳しくする。

【0027】

図3は、第1例による圧力センシング装置100の等価回路を示す。図3においては、圧力センシング装置100の電極10及び感知部30の領域に対する等価回路を例示する。

30

【0028】

Vsは、電極10に印加される駆動信号である。例えば、電極10に印加される駆動信号として時間に伴う電圧信号であり得る。例えば、駆動信号Vsは、一連のパルス（pulse）形態で印加され得る。

【0029】

駆動部20において駆動信号Vsを電極10に印加するための駆動端Txと、感知部30において電極10から受信信号を感知するための受信端Rxとの間に圧力キャパシタ11：Cpが位置する。圧力キャパシタ11は、結合部14と基準電位層300であるグランドとの間に位置するものと示されてもよい。この時、圧力キャパシタ11は、電極10と基準電位層300との間の距離によって静電容量が変わるので、可変するものと表示されてもよい。

40

【0030】

実施形態による圧力センシング装置100の圧力キャパシタ11を介して圧力を検出するためには、電極10は、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13との間に構成されてもよい。図3では、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13とが共に純粋なキャパシタC1及びC2の場合を例示する。図3のように、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13とを共にキャパシタで構成することによって、圧力センシング装置100が駆動信号Vsの動作周波数に依存しない性能を提供することができる。

【0031】

50

図 1 及び図 3 において、第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 が、駆動部 20 と電極 10 との間及び感知部 30 と電極 10 との間として圧力検出器が集積されたチップの外部に形成されたものと解釈され得る。例えば、第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 は、チップの外部としてチップと電極を連結する伝導性トレース (trace) 等の上に形成され得る。この時、第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 は、チップと非常に近接するように構成されていてもよい。しかし、これは単に構成上の実施例に過ぎず、第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 のうちの一つ、又は、2 つ全て圧力検出器が集積されたチップ上に共に集積されることも可能である。第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 がチップ内に具現されることによって、追加の外部素子に対する必要がなく、単価を低くすることができる。また、任意の圧力検出のための電極にも連結されて、均一な圧力検出性能を提供することができる。

10

【0032】

図 3 において、実施形態による感知部 30 は、増幅器 31 及び帰還キャパシタ 32 を含んで構成されるキャパシタンスセンサを含んで構成されてもよい。帰還キャパシタ 32 は、増幅器 31 の負 (−) 入力端と増幅器 31 の出力端との間、すなわち帰還経路に結合されたキャパシタである。この時、増幅器の正 (+) 入力端は、グランド (Ground) 又は基準電位 (Vref) に接続されてもよい。また、キャパシタンスセンサは、帰還キャパシタ 32 と並列に連結されるリセットスイッチ (reset switch: 図示せず) をさらに含んでもよい。リセットスイッチは、キャパシタンスセンサによって遂行される電流において電圧から変換をリセットすることができる。増幅器 31 の負入力端は、受信端 RX を介して電極 10 から圧力キャパシタ 11 の静電容量に対する情報を含む電流信号を受信した後、積分して電圧信号 Vo に変換することができる。感知部 30 は、キャパシタンスセンサを通過したアナログデータ信号 Vo をデジタルデータに変換できる ADC (Analog to Digital) 33 をさらに含んでもよい。その後、デジタルデータは、AP 又は CPU のようなプロセッサなどに入力され、タッチ圧力の大きさを取得するように処理されてもよい。実施形態による感知部 30 は、プロセッサをさらに含んで構成されてもよい。

20

【0033】

図 2 を再び参照すると、客体 400 を介して圧力が印加されて電極 10 と基準電位層 300 との間の距離 d が減少することになれば、圧力キャパシタ 11 の静電容量値が増加することになる。図 3 の等価回路を参照してキャパシタンスセンサの出力信号 Vo と駆動信号 Vs との関係は、数式 (1) のように表現され得る。

30

【0034】

$$v_o = - \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_p} \right) \cdot \frac{C_2}{C_{FB}} \cdot v_s \quad \dots \text{数式 (1)}$$

数式 (1) を参照すると、出力信号 Vo は、駆動信号 Vs の周波数とは関係がない結果を得られることが分かる。この時、 $C_p \gg C_1 + C_2$ である場合を仮定すると、数式 (1) は下の数式 (2) のように簡素化され得る。

40

【0035】

$$v_o = - \frac{C_1}{C_p} \cdot \frac{C_2}{C_{FB}} \cdot v_s$$

$$v_o = - \frac{C_1 C_2}{\epsilon A C_{FB}} \cdot d \cdot v_s \quad \dots \text{数式 (2)}$$

50

この時、

$$C_p = \varepsilon \frac{A}{d}$$

と表現され得る。ここで、 ε は電極10と基準電位層300との間に満たされた物質の誘電率 $\varepsilon_0 \varepsilon_r$ 、 A は電極10の面積、 d は電極10と基準電位層300との間の距離である。数式(2)において、出力信号 V_o は距離 d に比例して線形的に変わることが分かる。 C_p 、 C_1 及び C_2 の静電容量値は、実施形態／環境によって変更され得ることは自明であり、 C_p には数百pF (pico Farad)の範囲、そして C_1 及び C_2 には数十pFの範囲の静電容量値を適用して実験した結果、出力信号 V_o と距離 d との間の線形関係を導出することができた。

10

【0036】

図4は、実施例による圧力センシング装置100の電極と基準電位層との間の距離変化による圧力検出器の出力信号を示すグラフである。図4のグラフは、オフセット(off set)等除去した後のグラフである。図4を参照すると、圧力キャパシタ11の静電容量の絶対値に偏差が発生しても、圧力による距離 d の変化量が同一であれば、これによる出力信号 V_o の変化量も一定に維持され得ることが分かる。例えば、圧力センシング装置100が適用される第1アプリケーションP-1と第2アプリケーションP-2により、電極10と基準電位層300との間の距離 d は互いに異なってもよい。しかし、実施形態による圧力センシング装置100を用いる場合、印加される圧力によって電極10と基準電位層300との間の距離 d の変化量が同一であれば($d_1 = d_2$)、出力信号 V_o の変化量も同一に維持($V_{o1} = V_{o2}$)され得るのである。

20

【0037】

図5は、第2例による圧力センシング装置の等価回路を示す。図5においては、第1インピーダンス12として抵抗 R_1 が用いられる場合に、駆動信号 V_s と出力信号 V_o との間の等価回路を示す。第1インピーダンスとして抵抗 R_1 が用いられる場合を除いては図3と同様であり、重複する説明は省略する。

【0038】

図5のような圧力センシング装置100において、駆動信号 V_s と出力信号 V_o との間の伝達関数は、下の数式(3)のように表現され得る。

30

【0039】

$$v_o = - \left\{ \frac{1/j\omega(C_2 + C_p)}{R_1 + 1/j\omega(C_2 + C_p)} \right\} \cdot \frac{C_2}{C_{FB}} \cdot v_s \quad \dots \text{数式(3)}$$

ここで、 $C_p \gg C_2$ と仮定すると、数式(3)は数式(4)のように簡素化され得る。

【0040】

$$v_o = - \left(\frac{1}{1 + j\omega C_p R_1} \right) \cdot \frac{C_2}{C_{FB}} \cdot v_s \quad \dots \text{数式(4)}$$

40

ここで、 $\omega = 2\pi f$ であり、 f は駆動信号 V_s の周波数である。数式(4)から分かるように、出力信号 V_o の大きさは駆動信号 V_s の周波数が大きくなることによって徐々に減少することになる。

【0041】

この時、仮に、数式(4)によると、出力信号 V_o と距離 d との間に完全な線形関係が形成されはしないが、固定された周波数において出力信号 V_o と距離 d の間には、おおむね線形的な特性を有するようになるので、実施形態による全体システムにおいて第1

50

例と同様に信号処理が単純化され得る。以上においては、第1インピーダンス12が抵抗性素子であり、第2インピーダンス13は静電容量性素子である場合を例として説明するが、第1インピーダンス12が静電容量性素子であり、第2インピーダンス13が抵抗性素子である場合にも適用され得る。

【0042】

図5を参照して詳しく見てみると、実施形態による圧力センシング装置100において、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13のうち少なくとも何れか一つが純粋なキャパシタ素子でなく抵抗性素子で構成された場合には、駆動信号Vsの周波数により特性が変化する出力信号を取得するようになる。

【0043】

Cp及びC2の静電容量値は、実施形態／環境によって変更され得ることは自明であり、Cpとしては数百pF (pico Farad)の範囲、そしてC2としては数十pFの範囲の静電容量値を適用して実験した結果、出力信号Voと距離dとの間の線形関係及び周波数によって変わる特性を導出することができた。

【0044】

このように周波数により特性が変わるようにする圧力センシング装置100の構成は、一部のアプリケーションで適合しないことがある。図6は、第2例が適用されるのに不適合な駆動信号の周波数の変化を例示する。例えば、図6に例示されたように、圧力センシング装置100が周波数f1で動作する時、周波数f1と類似した帯域のノイズ信号が入力されるならば、圧力センシング装置100のSNR (Signal to Noise Ratio) が落ちることになる。このような状況でノイズを回避するためには、駆動信号Vsの駆動周波数を変更しなければならない必要がある。例えば、駆動信号Vsの駆動周波数がf2に変更されるならば、数式(4)から分かるように、出力信号Voの大きさは減少することになる。

【0045】

例えば、図5のように第1インピーダンス12と第2インピーダンス13のうち少なくとも何れか一つを抵抗性素子に代替する回路構成は、駆動信号Vsの駆動周波数を力動的に変えなければならないアプリケーションには適合しないこともある。

【0046】

以下では、実施形態により、圧力センシング装置100が第1インピーダンス12及び第2インピーダンス13を含まない場合について詳しく見てみる。

【0047】

図7a～図7dはそれぞれ、第3例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる出力信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、距離変化による圧力キャパシタンスの変化を示すグラフ、及び距離変化による出力信号の変化を示すグラフを示す。

【0048】

図7は、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13を含むことなしに、圧力を検出する場合を示す。

【0049】

図7aに例示されたように、電極10が第1電極10-1と第2電極10-2で構成され、第1電極10-1と第2電極10-2との間の静電容量の変化から圧力を検出することができる。図7aに例示されたような第1電極10-1と第2電極10-2は、例えば図2の電極10と同様に、基準電位層300と所定の距離離隔して配置されてもよい。客体400を介して圧力が印加される場合、第1電極10-1及び第2電極10-2と基準電位層300との間の距離は近くなる。この時、第1電極10-1と第2電極10-2との間に発生した電場が基準電位層300に吸収されるので、第1電極10-1と第2電極10-2との間の圧力キャパシタ11の静電容量の大きさは減少する。

【0050】

図7bは、図7aに示されたような第1電極10-1と第2電極10-2との間の圧

10

20

30

40

50

力静電容量 11 が駆動端と感知端との間に直列に連結された等価回路を例示する。ここで、駆動信号 V_s と出力信号 V_o との間の関係式は、数式 (5) のように表現され得る。

【0051】

$$V_o = -\frac{C_p}{C_{FB}} \cdot V_s \quad \dots \text{数式 (5)}$$

この時、第 1 電極 10-1 と第 2 電極 10-2 との間の静電容量のうち、基準電位層 300 に奪われる静電容量はフリンジング (fringing) 静電容量である。この時、圧力静電容量 11 は、下記のように表現され得る。

【0052】

$$C_p = C_0 + C_{fringing} = C_0 + \alpha d \quad \dots \text{数式 (6)}$$

ここで、 C_0 は、第 1 電極 10-1 と第 2 電極 10-2 との間に生成される固定静電容量値であり、 $C_{fringing}$ は、第 1 電極 10-1 と第 2 電極 10-2 との間のフリンジング現象によって発生する静電容量値である。固定静電容量は、基準電位層 300 との距離 d には関係がなく、第 1 電極 10-1 と第 2 電極 10-2 によって生成される静電容量を意味する。図 7c の回路において、電極 10 が基準電位層 300 と近づくほど第 1 電極 10-1 と第 2 電極 10-2 との間に生成されたフリンジフィールド (fringing field) が基準電位層 300 に奪われる構造であるため、 $C_{fringing}$ 値は距離 d が増加するほど増加するようになる。数式 (6) は、このような $C_{fringing}$ 値を距離 d と係数 α で表現したものである。数式 (5) 及び数式 (6) から分かるように、出力信号 V_o の大きさは距離 d に対して線形関係を有さないで、距離 d の変化量が同じでも ($d_1 = d_2$)、出力電圧の変化量は同一ではない ($V_{o1} < V_{o2}$)。

【0053】

このような現象は、圧力センシング装置の信号処理過程を複雑にさせる原因になる。距離 d の変化量に対する圧力の大きさの解釈がアプリケーションごとに異なり得るので、アプリケーションごとに数値解析が修正されて適用される必要がある。また、このような構造の圧力センシング装置 100 の圧力検出性能は、製造過程で発生する圧力キャパシタ 11 の絶対値の偏差に大きく影響を受ける。以上の場合、例えば、アプリケーションごとに電源電圧 (例えば、図 8b の V_{DD}) 及び／又は帰還キャパシタ (C_{FB}) 値を調節して利得 (gain) を調節したり、及び／又は信号処理過程で別のキャリブレーション (calibration) が要求され得る。また、適切な大きさの出力信号 V_o を取得するために、例えば、圧力キャパシタ 11 の値は、帰還キャパシタ (C_{FB}) 32 と同等の水準の小さい値を有さなければならない制限事項が発生し得る。

【0054】

図 8a ~ 図 8d はそれぞれ、第 4 例による電極と基準電位層との間の距離変化によって非線形的に変わる電圧信号を出力する場合の、電極構造、等価回路、圧力キャパシタンスを検出するためのタイミングダイアグラム、及び距離変化による出力電圧の変化を示すグラフを示す。

【0055】

図 8 は、第 1 インピーダンス 12 と第 2 インピーダンス 13 を含むことなしに、圧力を検出するまた他の場合を示す。

【0056】

図 8a には、第 4 例において圧力検出に用いられ得る電極 10 を示す。図 8a に示された電極 10 は、例えば、実施形態による圧力センシング装置 100 に用いられる電極 10 と同一の電極であってもよい。電極 10 は、図 2 に例示されたように、基準電位層 300 と所定の距離離隔して配置されてもよい。この時、電極 10 と基準電位層 300 との間の静電容量が圧力キャパシタ 11 の値として用いられてもよい。

【0057】

図8では、駆動部20を介して別の駆動信号V_sを印加せず、電極10は充電／放電スイッチ21、22、23を介して駆動され得る。

【0058】

図8bは、第2例による圧力センシング装置の等価回路であり、図8cは、これを介して圧力を検出するための信号のタイミングダイアグラムを示す。図8b及び図8cを参照すると、第1スイッチ21がオンになれば、第1スイッチ21の一端が連結された電源電圧V_{DD}まで圧力キャパシタ11が充電される。第1スイッチ21のスイッチがオフになった直後、第3スイッチ23がオンになれば、圧力キャパシタ11に充電された電荷が増幅器31に伝達されて、それに相応する出力信号V_oを取得することができる。第2スイッチ22がオンになれば、圧力キャパシタ11に残っている全ての電荷が放電され、第2スイッチ22がオフになった直後に第3スイッチ23がオンになれば、帰還キャパシタ32を介して圧力キャパシタ11に電荷が伝達されて、それに相応する出力信号を取得することができる。この時、図8bに表示される回路の出力信号V_oは、下記のように表現され得る。

【0059】

$$v_o = -\frac{C_p}{C_{FB}} \cdot V_{DD}$$

$$v_o = -\frac{\epsilon A}{C_{FB}} \cdot \frac{1}{d} \cdot V_{DD}$$

・・・数式(7)

数式(7)を介して分かるように、出力信号V_oは距離dに反比例するので、図8dに示されたように、距離dに対して出力信号V_oは線形的でない特性を有する。これは、図7を参照して説明したように、圧力センシング装置の信号処理過程を複雑にさせる原因になる。また、このような構造の圧力センシング装置100の圧力検出性能は、製造過程で発生する圧力キャパシタ11の絶対値の偏差に大きく影響を受ける。また、適切な大きさの出力信号V_oを取得するために、例えば、圧力キャパシタ11の値は、帰還キャパシタ(C_{FB})32と同様の水準の小さい値を有さなければならない制限事項が発生し得る。

【0060】

本発明の実施形態による圧力センシング装置100は、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13を含むように構成されることによって、電極10と基準電位層30との間の距離dが圧力センシング装置100が適用されるアプリケーションごとに他の場合であっても回路に対する修正なしに適用され得る。これは、実施形態による圧力センシング装置100の感知部30は、距離dの変化量により線形的に変わる信号を提供することができるためである。この時、第1インピーダンス12と第2インピーダンス13を全て静電容量性素子で構成することによって、駆動信号の周波数に関係がない出力性能を提供することができる。

【0061】

以上において、実施形態を中心に説明したが、これは単に例示に過ぎず、本発明を限定する訳ではなく、本発明が属する分野における通常の知識を有する者であれば、本実施形態の本質的な特徴を外れない範囲で、以上に例示されない様々な変形と応用が可能であることが分かるはずである。例えば、実施形態に具体的に示された各構成要素は、変形して実施することができるものである。そして、このような変形と応用に係る相違点は、添付の特許請求の範囲において規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

【符号の説明】

【0062】

10

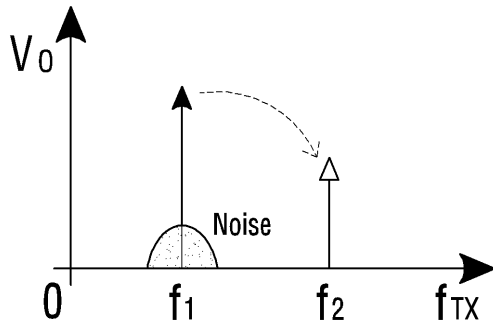
20

30

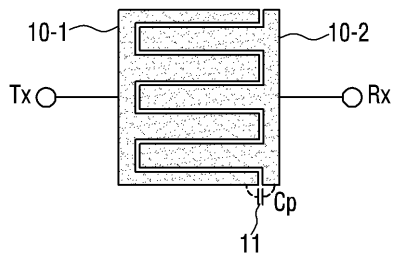
40

50

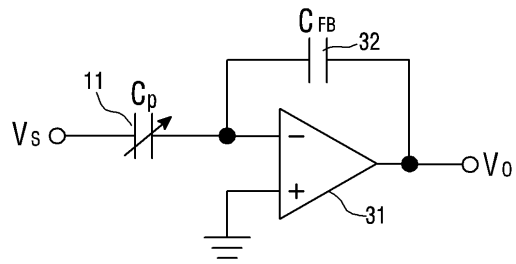
【図 6】



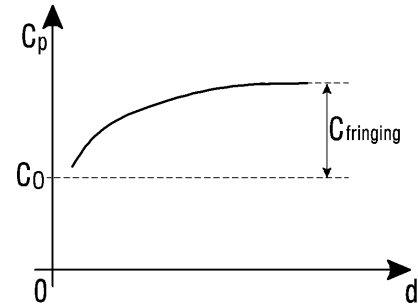
【図 7 a】



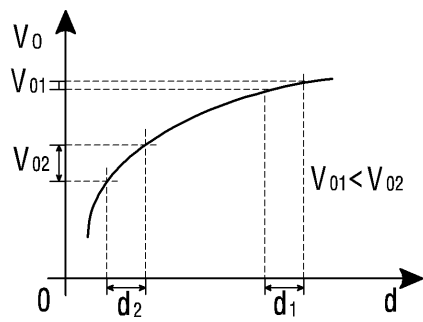
【図 7 b】



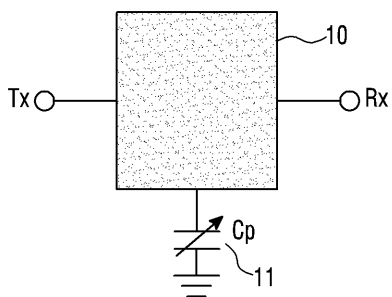
【図 7 c】



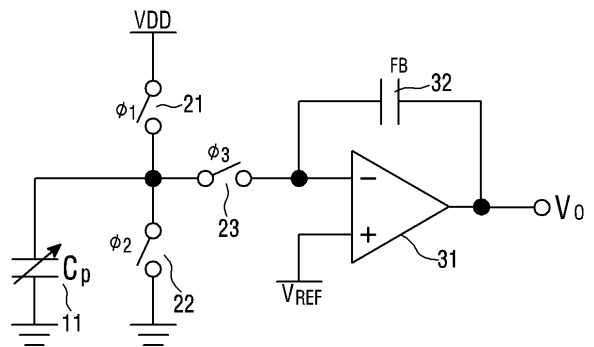
【図 7 d】



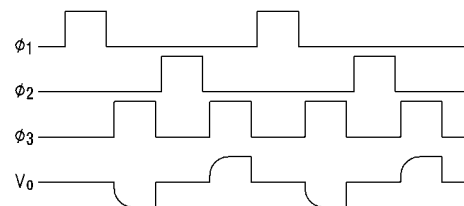
【図 8 a】



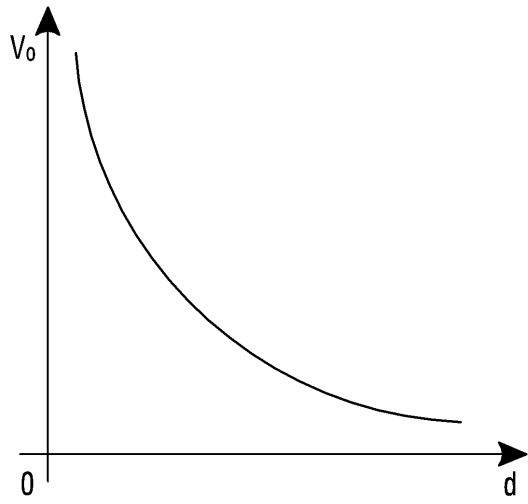
【図 8 b】



【図 8 c】



【図 8 d】



フロントページの続き

- (74)代理人 100119253
弁理士 金山 賢教
- (74)代理人 100124855
弁理士 坪倉 道明
- (74)代理人 100129713
弁理士 重森 一輝
- (74)代理人 100137213
弁理士 安藤 健司
- (74)代理人 100143823
弁理士 市川 英彦
- (74)代理人 100151448
弁理士 青木 孝博
- (74)代理人 100183519
弁理士 櫻田 芳恵
- (74)代理人 100196483
弁理士 川崎 洋祐
- (74)代理人 100185959
弁理士 今藤 敏和
- (74)代理人 100160749
弁理士 飯野 陽一
- (74)代理人 100160255
弁理士 市川 祐輔
- (74)代理人 100202267
弁理士 森山 正浩
- (74)代理人 100146318
弁理士 岩瀬 吉和
- (74)代理人 100127812
弁理士 城山 康文
- (72)発明者 キム・ユンジョン
大韓民国、ギョンギード・４６３－４００、ソンナムーシ、ブンダング、ダエワンパンギョーロ
・６４４・ベオンーギル（６７６・サムピョン・ドン）、４９、ダサン・タワー・３エフ
- (72)発明者 キム・ボンギ
大韓民国、ギョンギード・４６３－４００、ソンナムーシ、ブンダング、ダエワンパンギョーロ
・６４４・ベオンーギル（６７６・サムピョン・ドン）、４９、ダサン・タワー・３エフ
- (72)発明者 キム・セヨプ
大韓民国、ギョンギード・４６３－４００、ソンナムーシ、ブンダング、ダエワンパンギョーロ
・６４４・ベオンーギル（６７６・サムピョン・ドン）、４９、ダサン・タワー・３エフ
- (72)発明者 クォン・スンヨン
大韓民国、ギョンギード・４６３－４００、ソンナムーシ、ブンダング、ダエワンパンギョーロ
・６４４・ベオンーギル（６７６・サムピョン・ドン）、４９、ダサン・タワー・３エフ

Fターム(参考) 2F051 AA23 AB06 AC01 BA07