



大型化しても十分な感度が得られる座標位置検出装置の構成を得る。座標位置検出装置（１００）は、第１センサ電極（ X_i ）と、前記第１センサ電極（ X_i ）と接続され積分回路を含む第１容量検出部（２１）と、第２センサ電極（ Y_j ）と、前記第２センサ電極（ Y_j ）と接続され積分回路を含む第２容量検出部（２２）と、座標演算部（２５）と、座標指示装置（３０）とを備える。この座標位置検出装置（１００）は、前記座標指示装置（３０）により座標位置を入力する第１入力モード時には、前記座標指示装置（３０）から出力される信号を複数の前記第１および第２容量検出部（２１）、（２２）が検出し、単位検出期間に、前記座標指示装置（３０）による充電と、前記第１および第２容量検出部（２１）、（２２）による積分とを行って容量を検出する。そして、前記座標演算部（２５）が、前記容量から座標位置を決定する。

明 細 書

発明の名称：座標位置検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、座標位置検出装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、発振回路を備えたタッチペンから信号を出力して、座標位置を検出する座標位置検出装置が知られている。

[0003] 特開平０８－０９５７０１号公報には、ペン入力と指入力とが切り替え可能なタッチパネル兼用透明デジタイザが開示されている。このタッチパネル兼用透明デジタイザは、アナログマルチプレクサにより２線ずつ座標検出電極を選択し、当該座標検出電極に入力された平衡ＡＣ信号を差動増幅器によって検出して座標位置を決定する。

発明の開示

[0004] 前記文献に開示された構成では、座標検出電極を順次走査する必要がある、操作面を大型化した場合（座標検出電極の数を増やした場合）に十分な感度を得ることができない。

[0005] 本発明の目的は、大型化しても十分な感度を得られる座標位置検出装置の構成を得ることである。

[0006] 以下に開示する座標位置検出装置は、第１センサ電極と、前記第１センサ電極と接続され積分回路を含む第１容量検出部と、第２センサ電極と、前記第２センサ電極と接続され積分回路を含む第２容量検出部と、座標演算部と、座標指示装置とを備える。この座標位置検出装置は、前記座標指示装置により座標位置を入力する第１入力モード時には、前記座標指示装置から出力される信号を複数の前記第１および第２容量検出部が検出し、単位検出期間に、前記座標指示装置による充電と、前記第１および第２容量検出部による積分とを行って容量を検出する。そして、前記座標演算部が、前記容量から座標位置を決定する。

[0007] 本発明によれば、大型化しても十分な感度を得られる座標位置検出装置の構成を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態にかかる座標位置検出装置の、概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、座標位置検出装置のセンサ部の、特定の第2センサ電極に沿った断面図である。

[図3]図3は、座標位置検出装置のセンサ部10の表面にタッチペンが接触した状態を概念的に示した図である。

[図4]図4は、ペン入力モードにおける、第1容量検出部、および関係する構成だけを抜き出して示した等価回路図である。

[図5]図5は、ペン入力モードにおける、第1容量検出部等の動作を示す信号波形図である。

[図6]図6は、座標位置検出装置100のセンサ部10の表面に手指が接触した状態を概念的に示した図である。

[図7]図7は、指入力モードにおける、第1容量検出部、および関係する構成だけを抜き出して示した等価回路図である。

[図8]図8は、指入力モードにおける座標位置検出方法を模式的に示した図である。

[図9]図9は、指入力モードにおける、第1容量検出部等の動作を示す信号波形図である。

[図10]図10は、本発明の第1の実施形態の変形例にかかる座標位置検出装置の、概略構成を示すブロック図である。

[図11]図11は、本発明の第2の実施形態にかかる座標位置検出装置の、概略構成を示すブロック図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態における、入力モード切替部による入力モードの切り替えを表す図である。

[図13]図13は、第3の実施形態にかかる座標位置検出装置において、複数

のタッチペンの発振回路 31 が出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。

[図14]図 14 は、4 本のタッチペンが、センサ部に同時に接触している状態を模式的に示した図である。

[図15]図 15 は、第 4 の実施形態にかかる座標位置検出装置において、4 本のタッチペンの発振回路からの出力電圧を表す信号波形図である。

[図16]図 16 は、4 本のタッチペンが出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。

[図17]図 17 は、図 14 のようにタッチペンが配置された場合の出力例を表にしたものである。

[図18]図 18 は、図 17 の出力例を座標演算部で変換した出力例を表にしたものである。

[図19]図 19 は、第 4 の実施形態の変形例にかかる座標位置検出装置において、4 本のタッチペンの発振回路が出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。

[図20]図 20 は、手指がセンサ部の 3 点に同時に接触している状態を模式的に示した図である。

[図21]図 21 は、第 5 の実施形態にかかる座標位置検出装置の、指入力モードにおける座標位置検出方法を模式的に表した図である。

[図22]図 22 は、第 5 の実施形態にかかる座標位置検出装置において、4 本の第 2 センサ電極と接続された発振回路が出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。

[図23]図 23 は、図 20 のように手指がセンサ部 10 に接触した場合の出力例を表にしたものである。

[図24]図 24 は、図 23 の出力例を座標演算部で変換した出力例を表にしたものである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に開示する座標位置検出装置は、第 1 センサ電極と、前記第 1 センサ

電極と接続され積分回路を含む第 1 容量検出部と、第 2 センサ電極と、前記第 2 センサ電極と接続され積分回路を含む第 2 容量検出部と、座標演算部と、座標指示装置とを備える。この座標位置検出装置は、前記座標指示装置により座標位置を入力する第 1 入力モード時には、前記座標指示装置から出力される信号を複数の前記第 1 および第 2 容量検出部が検出し、単位検出期間に、前記座標指示装置による充電と、前記第 1 および第 2 容量検出部による積分とを行って容量を検出する。そして、前記座標演算部が、前記容量から座標位置を決定する（第 1 の構成）。

[0010] この構成によれば、前記座標指示装置から出力される信号を複数の前記第 1 および第 2 容量検出部が検出する。そのため、各電極を順次走査する方式と比較して、容量検出に要する時間は短くて済む。したがって、大型化しても十分な感度を得られる。

[0011] 前記第 1 の構成において、前記第 2 センサ電極と前記第 2 容量検出部との間に設けられた切替スイッチと、前記切替スイッチが切り替える一方の接点に接続された発振回路とをさらに備えても良い。この構成において、前記座標指示装置以外の座標指示手段により座標位置を入力する第 2 入力モード時には、前記切替スイッチにより前記第 2 センサ電極と前記発振回路が接続され、前記発振回路から出力される信号を複数の前記第 1 容量検出部が検出し、単位検出期間に、前記発振回路による充電と、前記第 1 容量検出部による積分とを行って容量を検出し、前記座標演算部が、前記容量から座標位置を決定する（第 2 の構成）。

[0012] この構成によれば、前記切替スイッチにより、前記第 1 入力モードと前記第 2 入力モードが切り替えられる。そのため、前記座標指示装置による入力と、前記座標指示装置以外の座標指示手段からの入力を、1 つの装置で行うことができる。また、前記第 2 入力モード時には、前記発振回路から出力される信号を複数の前記第 1 容量検出部が検出するため、各電極を順次走査する方式と比較して、容量検出に要する時間は短くて済む。そのため、大型化しても十分な感度を得られる。

- [0013] 前記第2の構成において、単位検出期間に、前記第1入力モードと前記第2入力モードとを、順次切り替える入力モード切替部をさらに備えても良い（第3の構成）。
- [0014] この構成によれば、ユーザは入力モードを意識せず、前記座標指示装置による入力と、前記座標指示装置以外の座標指示手段による入力とを行うことができる。
- [0015] 前記第2または第3の構成において、前記座標演算部は、前記第2入力モード時において、複数の発振回路が時分割で出力する信号に基づいて座標位置を求めても良い（第4の構成）。
- [0016] 前記第2または第3の構成において、前記座標演算部は、前記第2入力モード時において、複数の発振回路が出力する互いに直交する信号に基づいて座標位置を求めても良い（第5の構成）。
- [0017] 前記第5の構成において、前記複数の発振回路が出力する互いに直交する信号は、+1および-1のビット列からなる信号とすることができる（第6の構成）。
- [0018] 前記第1～第6のいずれかの構成において、前記座標演算部は、前記第1入力モード時において、複数の前記座標指示装置が時分割で出力する信号に基づいて前記座標指示装置の各々の座標位置を求めても良い（第7の構成）。
- [0019] 前記第1～第6のいずれかの構成において、前記座標演算部は、前記第1入力モード時において、複数の前記座標指示装置が出力する互いに直交する信号に基づいて前記座標指示装置の各々の座標位置を求めても良い（第8の構成）。
- [0020] 前記第8の構成において、前記複数の座標指示装置が出力する互いに直交する信号は、+1および-1のビット列からなる信号とすることができる（第9の構成）。
- [0021] [実施の形態]

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳しく説明する。図中同一ま

たは相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0022] [第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態にかかる座標位置検出装置100の概略構成を示すブロック図である。座標位置検出装置100は、センサ部10と、駆動部20と、タッチペン30（座標指示装置）とを備えている。座標位置検出装置100は、センサ部10と駆動部20とを、同一の基板上に備えた構成としても良いし、駆動部20の一部または全部を、フレキシブルプリント基板等の上に備えた構成としても良い。

[0023] センサ部10は、 m 本の第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と、 n 本の第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ とを備える。ここで、 n および m は2以上の整数である。センサ電極の数 n および m は、センサ部10の大きさおよび必要とされる解像度に応じて任意に決定される。

[0024] 以下の説明では、図1の紙面左右方向を X 方向、上下方向を Y 方向と呼ぶ。第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ は、 Y 方向に延在して、 X 方向に等間隔に整列して配置されている。第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ は、 X 方向に延在して、 Y 方向に等間隔に整列して配置されている。後述するように、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ は、センサ部10に接触したタッチペン30または手指等の位置を、 X 方向に分解して検知する。そして、第2方向電極 $Y_1 \sim Y_n$ は、 Y 方向に分解して検知する。

[0025] なお、本実施形態では第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ とが互いに直交した構成を例示しているが、これらは斜交していても良い。また、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ および第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ の形状は任意である。

[0026] 駆動部20は、 m 個の第1容量検出部21と、 n 個の第2容量検出部22と、 n 個の発振回路23と、 n 個の切替スイッチ24と、1個の座標演算部25と、1個の制御部26とを備えている。

[0027] 第1容量検出部21は、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ の数と同数の m 個設けられている。なお、図1では1個の第1容量検出部21のみを図示し、他は省

略している。第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ は、それぞれ1個の第1容量検出部21に接続されている。全ての第1容量検出部21が、座標演算部25に接続されている。第1容量検出部21は、第1容量検出部21と接続された第1センサ電極 X_i (i は1～ m の整数、以下同じ。)の静電容量を検出して、座標演算部25へ出力する。

[0028] 第2容量検出部22、発振回路23、および切替スイッチ24は、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ と同数の n 個設けられている。なお、図1ではそれぞれ1個のみの第2容量検出部22、発振回路23、および切替スイッチ24を図示し、他は省略している。第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ は、それぞれ1個の切替スイッチ24の一方の接点と接続されている。

[0029] 切替スイッチ24は、切替スイッチ24と接続された第2センサ電極 Y_j (j は1～ n の整数、以下同じ。)の接続先を、第2容量検出部22と発振回路23との間で切り替える。切替スイッチ24は、制御部26が出力する切替信号 S_{mod} により制御される。後述するように、タッチペン30により座標入力を行うペン入力モード(第1入力モード)時には、第2センサ電極 Y_j と第2容量検出部22とが接続される。また、タッチペン30以外の座標指示手段により、例えば手指により座標入力を行う指入力モード(第2入力モード)時には、第2センサ電極 Y_j と発振回路23とが接続される。なお、第2入力モードでの入力手段としては手指以外に、発信回路を備えないペン、または棒等も用いても良い。

[0030] 全ての第2容量検出部22が、座標演算部25と接続されている。ペン入力モードにおいて、第2容量検出部22は、当該第2容量検出部22と接続された第2センサ電極 Y_j の静電容量を検出して、座標演算部25へ出力する。

[0031] 指入力モードにおいて、発振回路23は、当該発振回路23と接続された第2センサ電極 Y_j に所定の信号を出力する。

[0032] 座標演算部25は、第1容量検出部21および第2容量検出部22から出力された信号を入力して、所定の演算を行い、座標位置を決定する。

- [0033] 制御部26は、第1容量検出部21、第2容量検出部22、発振回路23、切替スイッチ24、および座標演算部25を同期して制御する。具体的には、制御部26は、発振回路23と座標演算部25とに同期信号 S_{sync} を出力する。また、制御部26は、第1容量検出部21と第2容量検出部22とに制御信号 S_r 、 S_a 、 S_b を出力する。
- [0034] 制御部26は、赤外線等の無線通信、または有線通信を用いてタッチペン30と交信している。制御部26は、タッチペン30にも同期信号 S_{sync} を出力する。また、制御部26は、タッチペン30が出力する信号を受信して、タッチペン30の情報（接続されている本数、距離等）を受け取る。
- [0035] さらに、制御部26は、外部の入出力装置（I/O）からの入力またはタッチペン30からの情報に基づいて入力モードの判別を行う。そして、制御部26は、切替スイッチ24に切替信号 S_{mod} を出力して、切替スイッチ24を切り替える。
- [0036] タッチペン30は、発振回路31を備える。タッチペン30は、制御部26から同期信号 S_{sync} を受信する。タッチペン30は同期信号 S_{sync} に基づいて、駆動部20と同期した信号を発振回路31から出力する。
- [0037] 次に図2を用いて、センサ部10について詳しく説明する。図2は、座標位置検出装置100のセンサ部10の、第2センサ電極 Y_j に沿った断面図である。センサ部10は、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ および第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ に加えて、基板11と、絶縁層12と、保護層13とを備えている。
- [0038] センサ部10は、基板11、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ 、絶縁層12、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ 、および保護層13が、この順に積層した構成である。第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ とは、絶縁層12を挟んで、異なる層に形成されている。これにより第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ とが互いに接触しないようになっている。
- [0039] 以下、センサ部10の製造方法の一例を示す。センサ部10の基板11としては、ガラス基板等の絶縁性基板を用いることができる。基板11上に、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ となる導電性膜を成膜する。導電性膜としては、例

例えば、ITO (Indium Tin Oxide) やIZO (Indium Zinc Oxide) 等の透明導電膜を用いることができる。導電性膜は、例えばスパッタリングにより成膜される。そして、フォトリソグラフィ法等により、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ が形成される。

[0040] その後、基板11および第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ の上に絶縁層12を成膜する。絶縁層12としては、例えば、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜を用いることができる。絶縁層12は、例えばCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により成膜される。

[0041] 絶縁層12上に、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ となる導電性膜を成膜する。第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ として用いられる導電性膜の材料は、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ として用いた導電性膜と同じ材料を用いても良いし、異なる材料を用いても良い。第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と同様に、導電性膜は、例えばスパッタリングにより成膜される。そして、フォトリソグラフィ法等により、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ が形成される。

[0042] その後、絶縁層12および第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ 上に、保護層13を成膜する。保護層13としては、例えば、アクリル樹脂膜を用いることができる。保護層13は、例えばスピコート塗布法やスプレー塗布法によって成膜される。なお、この上にガラス等でさらに保護層を設けても良い。

[0043] 以上、センサ部10の構成および製造方法について説明した。なお、この構成は一つの例示である。第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ とを同じ層に形成し、交差する部分のみを異なる層に形成するような構成も取り得る。

[0044] 次に、本実施形態にかかる座標位置検出装置100の動作について、具体的に説明する。座標位置検出装置100は、入力モードとして、タッチペン30により座標入力を行うペン入力モードと、タッチペン30以外の座標指示手段により、例えば手指により座標入力を行う指入力モードとを有する。ペン入力モードと指入力モードとの切り替えは、例えば、外部スイッチ等によりハードウェア的に行っても良いし、センサ部10によるインタフ

ェースを通じてソフトウェア的に行っても良い。また、制御部26が、タッチペン30からの交信信号によりタッチペン30の状態を判別して、モード切替を行っても良い。

[0045] まず、本実施形態にかかる座標位置検出装置100の、ペン入力モードにおける動作について、図1、および図3～図5を用いて説明する。

[0046] ペン入力モードでは、制御部26が切替信号 S_{mod} を出力することにより、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ に接続されている全ての切替スイッチ24（図1）を、第2容量検出部22側に切り替える。これにより、全ての第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ が第2容量検出部22と接続される。

[0047] 本実施形態では、第1容量検出部21と第2容量検出部22とは、同じ構成である。したがって、ペン入力モードにおいては、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ に対して行われる処理と、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ に対して行われる処理とは同じである。そのため以下では、主に第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ に対する処理を説明する。なお、第1容量検出部21と第2容量検出部22とは、異なる構成を備えていても良い。

[0048] 図3は、座標位置検出装置100のセンサ部10の表面にタッチペン30が接触した状態を概念的に示した図である。センサ部10の表面にタッチペン30が接触すると、タッチペン30のペン先と各第1センサ電極 X_i との間に入力容量 C_{X_i} が形成される。タッチペン30の発振回路31から出力される信号が、各入力容量 C_{X_i} を通じて、各第1センサ電極 X_i に入力される。

[0049] なお、図示しないが、このときタッチペン30のペン先と各第2センサ電極 Y_j との間にも入力容量 C_{Y_j} が形成される。同様にタッチペン30の発振回路31から出力される信号が、各入力容量 C_{Y_j} を通じて、各第2センサ電極 Y_j に入力される。

[0050] 図4は、ペン入力モードにおける、第1容量検出部21、および関係する構成だけを抜き出して示した等価回路図である。第1容量検出部21は、積分回路210と、スイッチ SW_r 、 SW_a 、 SW_b とを備えている。積分回路210は、オペアンプ211と、積分容量212とを備えている。スイッ

チSW_r, SW_a, SW_bは、制御部26から出力される制御信号S_r, S_a, S_bにより制御される。

[0051] 第1センサ電極X_iは、スイッチSW_aの一方の接点およびSW_bの一方の接点に、並列に接続されている。スイッチSW_aの他方の接点は、オペアンプ211の反転入力(−)端子と、積分容量212の一方の電極と、スイッチSW_rの一方の接点とに、並列に接続されている。スイッチSW_bの他方の接点は、グラウンドに接続されている。オペアンプの非反転入力(+)端子は、グラウンドに接続されている。オペアンプ211の出力は、積分容量212の他方の電極と、スイッチSW_rの他方の接点と、座標演算部25とに、並列に接続されている。

[0052] 図5は、ペン入力モードにおける、第1容量検出部21等の動作を示す信号波形図である。ここで、V_{pen}は発振回路31の出力電圧であり、V_cは入力容量C_{X_i}の両端における電位差を、V_{out}は積分回路210の出力電圧をそれぞれ表す。なお、前述の通り、S_{sync}は制御部26から出力される同期信号であり、S_r, S_a, S_bは制御部26から出力される制御信号である。

[0053] 図5に示すように、単位検出期間には、1つのリセット期間t_r、複数の充電期間t_{c1}, t_{c2}, …、および複数の積分期間t_{i1}, t_{i2}, …が含まれる。

[0054] まず、リセット期間t_rでは、制御信号S_r, S_a, S_bにより、スイッチSW_aとスイッチSW_rが開状態に、スイッチSW_bが閉状態になる。スイッチSW_rが開状態になることにより、積分容量212に蓄えられていた電荷がリセットされる。

[0055] 1回目の充電期間t_{c1}では、制御信号S_r, S_a, S_bにより、スイッチSW_aが開状態、スイッチSW_rとスイッチSW_bが閉状態となる。また、この充電期間t_{c1}では、タッチペン30の発振回路31から電圧V_{app}が印加される。すなわち、出力電圧V_{pen}の値がV_{app}となる。これにより、入力容量C_{X_i}の両端にも電位差V_{app}が発生する。すなわち、電

位差 V_c の値が V_{app} となる。

[0056] 1 回目の積分期間 t_{i1} では、制御信号 S_r , S_a , S_b により、スイッチ SW_a 開状態、スイッチ SW_r とスイッチ SW_b が閉状態となる。スイッチ SW_a が開状態になることにより、入力容量 C_{X_i} に蓄えられていた電荷が積分回路 210 に転送される。なお、入力容量 C_{X_i} の容量を C_i 、積分容量 212 の容量を C_r とすると、積分回路 210 の出力電圧 V_{out} は、 $V_{out} = V_{app} \times C_i / C_r$ で与えられる。

[0057] その後、上述した充電期間と積分期間とを繰り返すことで、出力電圧 V_{out} の値が順次積算されていく。出力電圧 V_{out} の値は、次のリセット期間が始まるまで、すなわち、次の検出期間まで積算される。図5では3回、充電と積分を繰り返しているが、繰り返しの数は任意である。また、1回でも良い。1検出期間における繰り返しの数が多いほど、より多く出力電圧 V_{out} が積算されることから、より微弱な信号を検出できるようになる。すなわち、1検出期間における繰り返し回数が多いほど、検出感度が高くなる。出力電圧 V_{out} の値は、単位検出期間の最後に、出力電圧 V_{out0} として座標演算部 25 に入力される。

[0058] 座標演算部 25 には、入力容量 $C_{X_1} \sim C_{X_m}$ に基づく m 個の出力電圧 V_{out0} が入力される。同様にして、入力容量 $C_{Y_1} \sim C_{Y_n}$ に基づく n 個の出力電圧 V_{out0} が入力される。座標演算部 25 は、これら $(m+n)$ 個の出力電圧 V_{out0} の値に基づいて、センサ部 10 上に接触したタッチペン 30 の座標位置を決定する。具体的には、最も大きな入力容量 C_{X_i} の点を X 座標としても良いし、 m 個の入力容量 C_{X_i} の重心位置を X 座標としても良い。 Y 座標についても同様である。

[0059] なお、本実施形態ではタッチペン 30 の発振回路 31 の出力電圧 V_{pen} が V_{app} と GND の2値をとる矩形波として説明した。しかし、出力電圧 V_{pen} は正弦波、三角波、またはのこぎり波であっても良く、その波形は任意である。

[0060] 以上、本実施形態にかかる座標位置検出装置 100 の、ペン入力モードに

おける動作について説明した。座標位置検出装置 100 は、第 1 センサ電極 $X_1 \sim X_m$ のそれぞれが、積分回路 210 を備えた第 1 容量検出部 21 と接続されている。そのため、入力容量 $C_{X_1} \sim C_{X_m}$ を同時に検出する。同様に、第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ のそれぞれが、積分回路を備えた第 2 容量検出部 22 と接続されている。そのため、入力容量 $C_{Y_1} \sim C_{Y_n}$ を同時に検出する。したがって本実施形態では、これら $(m+n)$ 本のセンサ電極を順次走査する方式と比較すると、処理時間が $1/(m+n)$ で済む。すなわち、同じ処理時間であれば、 $(m+n)$ 倍、充電と積分を繰り返すことができる。よって本実施形態によれば、センサ部 10 の面積を大きくしても、またはセンサ部 10 の解像度を高くしても、十分な感度を得られる。

[0061] 次に、本実施形態にかかる座標位置検出装置 100 の指入力モードにおける動作について、図 1、および図 6～図 8 を用いて説明する。

[0062] 指入力モードにおいては、制御部 26 が出力する切替信号 S_{mod} によって、第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ に接続されている全ての切替スイッチ 24 (図 1) が、発振回路 23 側に切り替えられる。これにより、全ての第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ が発振回路 23 と接続されている。

[0063] 図 6 は、座標位置検出装置 100 のセンサ部 10 の表面に手指が接触した状態を概念的に示した図である。各第 1 センサ電極 X_i と各第 2 センサ電極 Y_j の間には、結合容量 $C_{i,j}$ が形成されている。センサ部 10 の表面に手指が接触すると、第 1 センサ電極 X_i と手指、および第 2 センサ電極 Y_j と手指の間にも容量が形成されるため、これらセンサ電極と手指との位置関係により、結合容量 $C_{i,j}$ の値が変化する。

[0064] 図 7 は、指入力モードにおける、第 1 容量検出部 21、および関係する構成だけを抜き出して示した等価回路図である。図 7 から明らかなように、図 7 に示す回路は図 4 に示す回路と等価な構成である。図 4 における発振回路 31 が図 7 では発振回路 23 に、図 4 における入力容量 C_{X_i} が図 7 では結合容量 $C_{i,j}$ に、それぞれ入れ替わっている。

[0065] 本実施形態で座標演算部 25 は、指入力モードにおいて、 n 本の第 2 セン

サ電極と接続された発振回路 2 3 が時分割で出力する信号に基づいて座標位置を求める。

[0066] 図 8 は、指入力モードにおける座標位置検出方法を模式的に示した図である。また、図 9 は、指入力モードにおける、第 1 容量検出部 2 1 等の動作を示す信号波形図である。ここで、 V_{Y_j} は、 j 番目の第 2 センサ電極 Y_j に接続された発振回路 2 3 からの出力電圧を表す。また、 V_{out} は積分回路 2 1 0 の出力電圧を表す。

[0067] 指入力モードでは、単位検出期間を n 個の期間 $t_{y1} \sim t_{yn}$ に均等分割して、 n 個の発振回路 2 3 から時分割で信号 V_{Y_j} を出力する。ここで、時分割で出力するとは、 n 個に分割されたそれぞれの期間においては、1 つの発信回路 2 3 のみが信号を出力し、他の発信回路 2 3 は信号を出力しない動作を意味する。すなわち、期間 t_{y1} においては、1 番目の第 2 センサ電極 Y_1 に接続された発振回路 2 3 から信号を出力する。期間 t_{y2} においては、2 番目の第 2 センサ電極 Y_2 に接続された発振回路 2 3 から信号を出力する。以下同様に、期間 t_{yj} においては、 j 番目の第 2 センサ電極 Y_j に接続された発振回路 2 3 から信号を出力する。ただし、出力する順番は、この例のように第 2 センサ電極 Y_j の並び通りでなくても構わない。

[0068] 期間 t_{yj} の各々において、信号 S_r , S_a , S_b 、および発振回路 3 1 からの信号によって、充電および積分が行われる。この間の第 1 容量検出部 2 1 の動作は、ペン入力モードで説明したものと同一であるので、その詳細は省略する。図 9 では、期間 t_{yj} において各 3 回、充電と積分を繰り返しているが、繰り返しの数は任意である。

[0069] そして、各期間 t_{yj} の最後において、積分容量 2 1 2 がリセットされる直前の出力電圧 V_{out} の値が出力電圧 V_{outj} として、順次、座標演算部 2 5 に出力される。

[0070] 座標演算部 2 5 には、 m 本の第 1 センサ電極 $X_1 \sim X_m$ からのデータが同時に入力される。すなわち、期間 t_{y1} には、結合容量 $C_{i,1}$ に基づく m 個の出力電圧 V_{out1} が座標演算部 2 5 に入力される。期間 t_{y2} には、結合容

量 $C_{i,j}$ に基づく m 個の出力電圧 V_{out2} が座標演算部 25 に入力される。以下同様に、期間 $t_{y,j}$ には、結合容量 $C_{i,j}$ に基づく m 個の出力電圧 V_{outj} が座標演算部 25 に入力される。

[0071] 1 検出期間が終了すると、座標演算部 25 は、これまでに入力された ($m \times n$) 個の出力電圧 $V_{out1} \sim V_{outn}$ の値に基づいて、センサ部 10 上に接触した手指の座標位置を決定する。具体的には、最も大きな結合容量 $C_{i,j}$ の点を入力座標としても良いし、($m \times n$) 個の結合容量 $C_{i,j}$ の重心位置を入力座標としても良い。

[0072] なお、本実施形態によれば、2次元の配列として結合容量 $C_{i,j}$ の値が得られる。そのため、複数の座標が同時入力された場合、いわゆるマルチタッチの場合に、それぞれの座標位置を求めることができる。例えば、所定の値以上の結合容量 $C_{i,j}$ が複数あって、かつ各々が所定の距離だけ離間している場合には、マルチタッチがあったものとして処理を行えば良い。

[0073] 以上、本実施形態にかかる座標位置検出装置 100 の、指入力モードにおける動作について説明した。座標位置検出装置 100 は、第 1 センサ電極 $X_1 \sim X_m$ のそれぞれが、積分回路 210 を備えた第 1 容量検出部 21 と接続されている。そのため、入力容量 $C_{1,j} \sim C_{m,j}$ を同時に検出する。したがって本実施形態では、これら ($m+n$) 本のセンサ電極を順次走査する方式と比較すると、処理時間が $n / (m+n)$ で済む。すなわち、同じ処理時間であれば、($m+n$) / n 倍、充電と積分を繰り返すことができる。よって本実施形態によれば、センサ部 10 の面積を大きくしても、またはセンサ部 10 の解像度を高くしても、十分な感度を得られる。

[0074] また、本実施形態にかかる座標位置検出装置 100 においては、制御部 26 が出力する切替信号 S_{mod} によって切替スイッチ 24 が切り替わることにより、ペン入力モードと指入力モードとを切り替える。これにより、タッチペン 30 による入力と、手指等からの入力を、1つの装置で行うことができる。また、ペン入力と指入力を分離することができる。例えば、ペン入力時に手指がセンサ部 10 に触れる等しておこる誤入力を無視できる。

[0075] [第1の実施形態の変形例]

図10は、本発明の第1の実施形態の変形例にかかる座標位置検出装置101の、概略構成を示すブロック図である。第1の実施形態にかかる座標位置検出装置100と、本変形例にかかる座標位置検出装置101とは、駆動部20の構成のみが異なる。

[0076] 具体的には、座標位置検出装置100においては、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ と同数の m 個の第1容量検出部21が設けられていた。これに対し座標位置検出装置110では、 $m/3$ 個のマルチプレクサ27と、 $m/3$ 個の第1容量検出部21とが設けられている。同様に、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ の数 n に対して、 $n/3$ 個のマルチプレクサ28と、 $n/3$ 個の第2容量検出部22と、 $n/3$ 個の発振回路23と、 $n/3$ 個の切替スイッチ24とが設けられている。

[0077] マルチプレクサ27の一方の端子には、隣接する3本の第1センサ電極 $X_{i'}$ 、 $X_{i'+1}$ 、 $X_{i'+2}$ ($i' = 1, 4, 7, \dots, m-2$) が接続されている。また、マルチプレクサ27の他方の端子には、第1容量検出部21が接続されている。マルチプレクサ27は、第1容量検出部21の接続先を、第1センサ電極 $X_{i'}$ 、 $X_{i'+1}$ 、 $X_{i'+2}$ の間で順次切り替える。同様に、マルチプレクサ28の一方の端子には、隣接する3本の第2センサ電極 $Y_{j'}$ 、 $Y_{j'+1}$ 、 $Y_{j'+2}$ ($j' = 1, 4, 7, \dots, n-2$) が接続されている。また、マルチプレクサ28の他方の端子には、切替スイッチ24が接続されている。マルチプレクサ28は、切替スイッチ24の接続先を、第2センサ電極 $Y_{j'}$ 、 $Y_{j'+1}$ 、 $Y_{j'+2}$ の間で順次切り替える。

[0078] 本変形例にかかる座標位置検出装置110によれば、座標位置検出装置100と比較して、第1容量検出部21、第2容量検出部22、発信回路23、および切替スイッチ24の数を $1/3$ にできる。

[0079] 本変形例では、マルチプレクサ27を $m/3$ 個設け、1つのマルチプレクサ27に3本の第1センサ電極を接続させた。しかし、マルチプレクサ27の数は任意である。より少ないマルチプレクサ27に、より多くの第1セン

サ電極を接続することによって、第１容量検出部２１、第２容量検出部２２、発信回路２３、および切替スイッチ２４の数をさらに減らすことができる。一方、マルチプレクサ２６が切替を行う回数に反比例して、単位検出期間において充電および積分を行う回数が減少する。マルチプレクサ２８についても同様である。

[0080] [第２の実施形態]

図１１は、本発明の第２の実施形態にかかる座標位置検出装置１０２の、概略構成を示すブロック図である。座標位置検出装置１０２は、第１の実施形態にかかる座標位置検出装置１００の構成に加えて、入力モード切替部２９をさらに備える。

[0081] 図１２は、本発明の第２の実施形態における、入力モード切替部２９による入力モードの切り替えを表す図である。入力モード切替部２９は、制御部２６と同期して、単位検出期間内に、指入力モードとペン入力モードとを、自動的に切り替える。なお、図１２では指入力モードがペン入力モードより先にあり、指入力モードがペン入力モードよりも長い例を示している。しかし、入力モードの順番や長さの比は任意に決定される。

[0082] 本実施形態によれば、外部の入出力装置等により、ユーザが入力モードを切り替える必要がない。ユーザは、入力モードを意識せず、タッチペン３０または手指による入力を行うことができる。

[0083] また、例えばペン入力モードにおいてタッチペン３０からの入力が出検された場合には、同一検出期間内の指入力モードにおける入力を無視する等の処理を行うことができる。これにより、ペン入力時に手指がセンサ部１０に触れる等しておこる誤入力を無視できる。もっとも、ペン入力と手指による入力の双方を受け付ける設定としても良いし、手指による入力を優先させる設定としても良い。

[0084] [第３の実施形態]

本発明の第３の実施形態にかかる座標位置検出装置は、第１の実施形態にかかる座標位置検出装置１００の構成に加えて、さらに、複数のタッチペン

30を備えている。本実施形態で座標演算部25は、ペン入力モードにおいて、複数のタッチペン30の発振回路31が時分割で出力する信号に基づいて座標位置を求める。

[0085] 以下、タッチペン30の数を s 本（ s は2以上の整数、以下同じ。）として説明する。図13は、第3の実施形態にかかる座標位置検出装置において、複数のタッチペン30の発振回路31が出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。ここで、 V_{pen_k} （ k は1～ s の整数、以下同じ。）は、 k 番目のタッチペン30の発振回路31からの出力電圧を表す。また V_{out} は、この信号が第1容量検出部20に入力された場合の、積分回路210の出力電圧を表す。

[0086] 本実施形態では、1検出期間を s 個の期間 $t_{p1} \sim t_{ps}$ に均等分割して、 s 個の発振回路31から時分割で出力電圧 V_{pen_k} を出力する。すなわち、期間 t_{p1} においては、1番目のタッチペン30の発振回路31から信号を出力する。期間 t_{p2} においては、2番目のタッチペン30の発振回路31から信号を出力する。以下同様に、期間 t_{pk} においては、 k 番目のタッチペン30の発振回路31から信号を出力する。

[0087] 期間 t_{pk} の各々において、信号 S_r 、 S_a 、 S_b 、および発振回路31からの信号によって、充電および積分が行われる。この間の第1容量検出部21の動作は、第1の実施形態で説明したものと同一であるので、その詳細は省略する。図11では、期間 t_{pk} において各3回、充電と積分を繰り返しているが、繰り返しの数は任意である。

[0088] そして、各期間 t_{pk} の最後において、積分容量212がリセットされる直前の出力電圧 V_{out} の値が出力電圧 V_{out_k} として、順次、座標演算部25に出力される。

[0089] このようにして、1番目のタッチペン30からの出力電圧 V_{out1} 、2番目のタッチペン30からの出力電圧 V_{out2} 、・・・ k 番目のタッチペン30から出力電圧 V_{out_k} が、順次、座標演算部25に入力される。

[0090] 座標演算部25には、第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ および第2センサ電極 $Y_1 \sim$

Y_n から $(m+n)$ 個の出力電圧 $V_{out\ k}$ が入力される。座標演算部 25 は、これらの値に基づいて、それぞれのタッチペン 30 の座標位置を決定する。座標演算部 25 は、入力された出力電圧 $V_{out\ 1} \sim V_{out\ s}$ を、順次処理しても良いし、全ての入力があった後に一括して処理しても良い。

[0091] 本実施形態によれば、複数のタッチペン 30 が同時に入力されても、各々の識別が可能である。したがって、複数のタッチペン 30 による同時入力が可能になる。

[0092] [第 4 の実施形態]

本発明の第 4 の実施形態にかかる座標位置検出装置も、第 3 の実施形態にかかる座標位置検出装置と同様に、タッチペン 30 を複数備えている。本実施形態にかかる座標位置検出装置と、第 3 の実施形態にかかる座標位置検出装置とは、複数のタッチペン 30 の識別方法が異なる。

[0093] 本実施形態で座標演算 25 は、ペン入力モードにおいて、 s 本のタッチペン 30 の発振回路 31 が出力する互いに直交する信号に基づいて、タッチペン 30 の各々の座標位置を求める。

[0094] 以下では、タッチペン 30 の数が 4 本である場合を例にして、具体的に説明する。図 14 は、4 本のタッチペン 30 が、センサ部 10 に同時に接触している状態を模式的に示した図である。図 14 では、第 1 のタッチペン P_1 が第 1 センサ電極 X_2 と第 2 センサ電極 Y_2 とに接触している。また、第 2 のタッチペン P_2 が第 1 センサ電極 X_2 と第 2 センサ電極 Y_6 とに接触している。同様に、第 3 のタッチペン P_3 が第 1 センサ電極 X_4 と第 2 センサ電極 Y_4 とに接触している。第 4 のタッチペン P_4 が第 1 センサ電極 X_8 と第 2 センサ電極 Y_2 とに接触している。

[0095] 図 15 は、第 4 の実施形態にかかる座標位置検出装置において、4 本のタッチペン 30 の発振回路 31 からの出力電圧を表す信号波形図である。ここで、 $V_{P_1} \sim V_{P_4}$ は、4 本のタッチペン 30 の発振回路 31 からの出力電圧を表す。本実施形態では、1 検出期間を 4 個の期間 $t_{p1} \sim t_{p4}$ に分割する。そして、これらの期間に応じて発信回路 31 から出力する信号の位相を

反転させることによって、+1 および -1 の 2 成分からなるビット列の信号を出力している。

[0096] 具体的には、出力電圧 VP_1 は、期間 $t_{p1} \sim t_{p4}$ の全てにおいて、充電期間 ($t_{c1} \sim t_{c3}$) にハイレベル (論理値 = 1) となり、リセット期間 (t_r) および積分期間 ($t_{i1} \sim t_{i3}$) にローレベル (論理値 = 0) となる矩形波である。また、出力電圧 VP_2 は、期間 t_{p1} および期間 t_{p3} においては、充電期間にハイレベルとなり、リセット期間および積分期間にローレベルとなる矩形波である。一方、期間 t_{p2} および期間 t_{p4} においては、充電期間にローレベルとなり、リセット期間および積分期間にハイレベルとなる矩形波である。すなわち、出力電圧 VP_2 は、期間 t_{p2} および t_{p4} において位相が反転している。同様に、出力電圧 VP_3 は、期間 t_{p3} および期間 t_{p4} においては位相が反転している。出力電圧 VP_4 は、期間 t_{p2} および期間 t_{p3} において位相が反転している。

[0097] ここで、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ の信号波形を 1 行 4 列の列ベクトルを用いて下記のように表す。

[0098] [数1]

$$\begin{aligned} VP_1 &= (+1, +1, +1, +1) \\ VP_2 &= (+1, -1, +1, -1) \\ VP_3 &= (+1, +1, -1, -1) \\ VP_4 &= (+1, -1, -1, +1) \end{aligned} \quad (1)$$

[0099] このとき、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ は下記の関係を満たす。すなわち、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ の信号波形は互いに直交している。なお、 p, q は 1 ~ 4 の整数であり、 VP^T は VP の転置行列、すなわち 4 行 1 列の列ベクトルである。

[0100]

[数2]

$$VP_p VP_q^T = \begin{cases} 4 \cdots (p = q) \\ 0 \cdots (p \neq q) \end{cases} \quad (2)$$

[0101] また、下記の式が成り立つ。

[0102] [数3]

$$\begin{pmatrix} VP_1 \\ VP_2 \\ VP_3 \\ VP_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} VP_1^T & VP_2^T & VP_3^T & VP_4^T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} VP_1 VP_1^T & VP_1 VP_2^T & VP_1 VP_3^T & VP_1 VP_4^T \\ VP_2 VP_1^T & VP_2 VP_2^T & VP_2 VP_3^T & VP_2 VP_4^T \\ VP_3 VP_1^T & VP_3 VP_2^T & VP_3 VP_3^T & VP_3 VP_4^T \\ VP_4 VP_1^T & VP_4 VP_2^T & VP_4 VP_3^T & VP_4 VP_4^T \end{pmatrix} = 4 \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

[0103] なお、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ は式 (2) および式 (3) を満たしていれば任意であり、式 (1) には限定されない。また、本実施形態では出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ を +1 および -1 の 2 成分からなるビット列の信号として表しているが、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ の信号波形も任意である。

[0104] 図 16 は、4 本のタッチペン 30 が出力する出力電圧と、積分回路 210 からの出力電圧を表す信号波形図である。ここで、 $VP_1 \sim VP_4$ は前述の通り、4 本のタッチペン 30 の発振回路 31 からの出力電圧を表す。 $Vo_1 \sim Vo_4$ は、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ のそれぞれが単独で第 1 容量検出部 20 に入力された場合の、積分回路 210 の出力電圧を表す。図 15 に示すように、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ の位相が反転している期間では、出力電圧の $Vo_1 \sim Vo_4$ の符号が反転する。

[0105] 第 1 容量検出部 20 には 4 本のタッチペン 30 の出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ が重畳的に入力される。図 16 には、第 1 のタッチペン P1 と第 2 のタッチペン P2 が同一ライン上にある場合（例えば、図 14 における第 1 センサ電極

X₂) の積分回路 210 の出力電圧 V_{o1} + V_{o2}、および第 3 のタッチペン P₃ と第 4 のタッチペン P₄ が同一ライン上にある場合の積分回路 210 の出力電圧 V_{o3} + V_{o4} を併せて示している。

[0106] 本実施形態においても、各期間 t_{p1} ~ t_{p4} の最後において、積分回路 210 がリセットされる直前の出力電圧 V_{out} の値が出力電圧 V_{out1} ~ V_{out4} として、順次、座標演算部 25 に出力される。このとき、出力電圧 V_{out1} ~ V_{out4} は、下記で表すことができる。ここで、C₁ ~ C₄ は各タッチペン 30 のペン先とセンサ電極との間に形成される入力容量を、z は充電・積分の回数を、C_r は積分容量 212 の容量をそれぞれ表す。

[0107] [数4]

$$\begin{pmatrix} V_{out1} \\ V_{out2} \\ V_{out3} \\ V_{out4} \end{pmatrix} = z \times \frac{V_{app}}{C_r} \times \begin{pmatrix} VP_1^T & VP_2^T & VP_3^T & VP_4^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{pmatrix} = z \times \frac{V_{app}}{C_r} \times \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{pmatrix}$$

(4)

[0108] 図 17 は、図 14 のようにタッチペンが配置された場合の出力例を表にしたものである。なお、図 17 では定数項 $z \times V_{app} / C_r = 1$ とし、C₁ ~ C₄ = 1 (入力がある場合) または 0 (入力がない場合) としている。

[0109] 例えば、期間 t_{p1} における第 1 センサ電極 X₁ と接続された積分回路 210 からの出力電圧 V_{out1} は、0 × 1 + 0 × 1 + 0 × 1 + 0 × 1 = 0 となる。同様に、期間 t_{p1} における第 1 センサ電極 X₂ と接続された積分回路 210 からの出力電圧 V_{out1} は、0 × 1 + 1 × 1 + 1 × 1 + 0 × 1 = 2 となる。また、期間 t_{p3} における第 1 センサ電極 X₄ と接続された積分回路 210 からの出力電圧 V_{out3} は、0 × 1 + 0 × 1 + 1 × (-1) + 0 × (-1) = -1 となる。

[0110] 式 (3) および式 (4) より、下記の式が得られる。

[0111]

[数5]

$$\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{pmatrix} = \frac{Cr}{4 \times z \times V_{app}} \begin{pmatrix} VP_1 \\ VP_2 \\ VP_3 \\ VP_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Vout1 \\ Vout2 \\ Vout3 \\ Vout4 \end{pmatrix} = \frac{Cr}{4 \times z \times V_{app}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Vout1 \\ Vout2 \\ Vout3 \\ Vout4 \end{pmatrix} \quad (5)$$

[0112] 座標演算部25は、上記の計算式に従って、出力電圧 $Vout1 \sim Vout4$ を、各タッチペン30からの入力容量 $C_1 \sim C_4$ に変換する。そして、 $C_1 \sim C_4$ に基づいて、それぞれのタッチペン30の座標位置を決定する。なお $C_1 \sim C_4$ に基づく座標位置の決定方法は、第1の実施形態と同じである。

[0113] 図18は、図17の出力例を座標演算部で変換した出力例を表にしたものである。

[0114] 例えば、第2のタッチペンP2のペン先と第1センサ電極 X_1 との間の入力容量 C_2 は、 $1 \times 0 + (-1) \times 0 + 1 \times 0 + (-1) \times 0 = 0$ となる。同様に、第2のタッチペンP2のペン先と第1センサ電極 X_2 との間の入力容量 C_2 は、 $1 \times 2 + (-1) \times 0 + 1 \times 2 + (-1) \times 0 = 4$ となる。また、第3のタッチペンP3のペン先と第1センサ電極 X_4 との間の入力容量 C_3 は、 $1 \times 2 + 1 \times 0 + (-1) \times 2 + (-1) \times 0 = 4$ となる。

[0115] このように、表1の出力電圧 $Vout1 \sim Vout4$ には、4本のタッチペン30からの影響が混在していた。一方で表2では、各タッチペン30毎の入力容量 $C_1 \sim C_4$ に分離されている。

[0116] 以上の通り、本実施形態（第4の実施形態）によっても、同時に入力された複数のタッチペン30を識別可能である。したがって、複数のタッチペン30による同時入力が可能である。

[0117] なお、前述した第3の実施形態において、s本のタッチペン30から出力される出力電圧 $VP_1 \sim VP_s$ の信号波形を式(1)の様に表記すると、下記のようなになる。

[0118] [数6]

$$\begin{aligned}
 VP_1 &= (+1, 0, 0, \dots, 0) \\
 VP_2 &= (0, +1, 0, \dots, 0) \\
 &\vdots \\
 VP_s &= (0, 0, 0, \dots, +1)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

[0119] この場合も、出力電圧 $VP_1 \sim VP_s$ は下記の関係を満たしている。すなわち、出力電圧 $VP_1 \sim VP_s$ の信号波形は互いに直交している。この式において、 p, q は $1 \sim s$ の整数である。

[0120] [数7]

$$VP_p VP_q^T = \begin{cases} 1 \cdots (p = q) \\ 0 \cdots (p \neq q) \end{cases}
 \tag{7}$$

[0121] すなわち、前述の第3の実施形態では、互いに直交する $+1$ および 0 の2成分からなるビット列の信号を出力している。これに対し、本実施形態では、互いに直交する $+1$ および -1 の2成分からなるビット列の信号を出力している。図12から明らかなように、本実施形態の場合は、1検出期間の全において、全てのタッチペン30からの信号を用いて充電・積分を行うことができる。したがって、本実施形態によれば、第3の実施形態と比較して、より感度を高くすることができる。

[0122] なお、上記ではタッチペン30が4本である場合を説明したが、タッチペン30の数は任意である。また、上記では1検出期間をタッチペン30の数と同じ4つの期間に分割した。しかし、分割する期間の数は、タッチペン30の数と等しいか、それよりも多ければ良い。また、上記では出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ を矩形波として説明した。しかし、出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ は正弦波、三角波またはのこぎり波であってもよく、その波形は任意である。

[0123] [第4の実施形態の変形例]

図19は、第4の実施形態の変形例にかかる座標位置検出装置において、4本のタッチペン30の発振回路31が出力する出力電圧と、積分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。上述した第4の実施形態では、位相を反転させることで、出力電圧を反転させていた。本変形例では、印加する電圧の符号を反転させることによって、出力電圧を反転させている。

[0124] このような信号波形を用いても、+1および-1の2成分からなるビット列の信号を出力することができる。よって、本変形例によっても、互いに直交する+1および-1の2成分からなるビット列の信号を出力することにより、複数のタッチペン30の各々を識別することができる。

[0125] [第5の実施形態]

次に、本発明の第5の実施形態にかかる座標位置検出装置について説明する。本実施形態で座標演算部25は、指入力モードにおいて、n本の第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_n$ と接続された発振回路23が発信する互いに直交する信号に基づいて座標位置を求める。

[0126] 以下では、 $n=4$ である場合を例にして、具体的に説明する。図20は、手指がセンサ部10の3点に同時に接触している状態を模式的に示した図である。図20では、手指が第1センサ電極 X_2 と第2センサ電極 Y_2 とに接触している。同様に、第1センサ電極 X_2 と第2センサ電極 Y_3 とにも接触している。また、第1センサ電極 X_4 と第2センサ電極 Y_4 とにも接触している。

[0127] 図21は、第5の実施形態にかかる座標位置検出装置の、指入力モードにおける座標位置検出方法を模式的に表した図である。図21に示すように、本実施形態では、第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ と接続された発振回路23から、互いに直交する信号波形を持つ出力電圧 $V_{Y_1} \sim V_{Y_4}$ を、同時に出力する。

[0128] 互いに直交する信号としては、第4の実施形態およびその変形例で例示したような、+1および-1のビット列からなる信号を用いることができる。

[0129] 図22は、第5の実施形態にかかる座標位置検出装置において、4本の第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ と接続された発振回路23が出力する出力電圧と、積

分回路からの出力電圧を表す信号波形図である。上述の通り、 $VY_1 \sim VY_4$ は、4本の第2センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ と接続された発振回路23からの出力電圧を表す。また $Vo_1 \sim Vo_4$ は、出力電圧 $VY_1 \sim VY_4$ のそれぞれが単独で第1容量検出部20に入力された場合の、積分回路210の出力電圧を表す。図22では、例として、出力電圧 VY_1 、 VY_2 が同時に第1容量検出部20に入力された場合の積分回路210の出力電圧($Vo_1 + Vo_2$)と、出力電圧 VY_3 、 VY_4 が同時に第1容量検出部20に入力された場合の積分回路210の出力電圧($Vo_3 + Vo_4$)とを示している。

[0130] 式(1)と同様に、出力電圧 $VY_1 \sim VY_4$ の信号波形を1行4列の列ベクトルを用いて下記のように表す。

[0131] [数8]

$$\begin{aligned} VY_1 &= (+1, +1, +1, +1) \\ VY_2 &= (+1, -1, +1, -1) \\ VY_3 &= (+1, +1, -1, -1) \\ VY_4 &= (+1, -1, -1, +1) \end{aligned} \quad (8)$$

[0132] 本実施形態においても、各期間 $t_{p1} \sim t_{p4}$ の最後において、積分回路210がリセットされる直前の出力電圧 V_{out} の値が出力電圧 $V_{out1} \sim V_{out4}$ として、順次、座標演算部25に出力される。第1容量検出部20には出力電圧 $VP_1 \sim VP_4$ が重畳的に入力される。そのため、出力信号 $V_{out1} \sim V_{out4}$ は、下記で表すことができる。ここで、 $C_{p,q}$ はp番目の第1センサ電極 X_p とq番目の第2センサ電極 Y_q との結合容量を表す。

[0133]

[数9]

$$\begin{pmatrix} V_{out1} \\ V_{out2} \\ V_{out3} \\ V_{out4} \end{pmatrix} = z \times \frac{V_{app}}{Cr} \times \begin{pmatrix} VY_1^T & VY_2^T & VY_3^T & VY_4^T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{i,1} \\ C_{i,2} \\ C_{i,3} \\ C_{i,4} \end{pmatrix} = z \times \frac{V_{app}}{Cr} \times \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{i,1} \\ C_{i,2} \\ C_{i,3} \\ C_{i,4} \end{pmatrix} \quad (9)$$

[0134] 図23は、図20のように手指がセンサ部10に接触した場合の出力例を表にしたものである。なお、図23では定数項 $z \times V_{app} / Cr = 1$ とし、 $C_{p,q} = 1$ （入力がある場合）または0（入力がない場合）としている。

[0135] 例えば、期間 t_{p1} における第1センサ電極 X_1 と接続された積分回路210からの出力電圧 V_{out1} は、 $0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1 = 0$ となる。同様に、期間 t_{p1} における第1センサ電極 X_2 と接続された積分回路210からの出力電圧 V_{out2} は、 $0 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 0 \times 1 = 2$ となる。また、期間 t_{p3} における第1センサ電極 X_4 と接続された積分回路210からの出力電圧 V_{out3} は、 $0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times (-1) + 1 \times (-1) = -1$ となる。

結合容量 $C_{p,q}$ の値は、式(5)を導いたのと同様の式変形により求まる。

[0136] [数10]

$$\begin{pmatrix} C_{p,1} \\ C_{p,2} \\ C_{p,3} \\ C_{p,4} \end{pmatrix} = \frac{Cr}{4 \times z \times V_{app}} \begin{pmatrix} VY_1 \\ VY_2 \\ VY_3 \\ VY_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{out1} \\ V_{out2} \\ V_{out3} \\ V_{out4} \end{pmatrix} = \frac{Cr}{4 \times z \times V_{app}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{out1} \\ V_{out2} \\ V_{out3} \\ V_{out4} \end{pmatrix} \quad (10)$$

[0137] 座標演算部25には、 m 本の第1センサ電極 $X_1 \sim X_m$ からのデータが同時

に入力される。1 検出期間が終了すると、座標演算部 25 は、これまでに入力された ($m \times 4$) 個の出力電圧 $V_{out1} \sim V_{out4}$ の値から、式 (10) に従って結合容量 $C_{p,q}$ の値に変換し、センサ部 10 上に接触した手指の座標位置を決定する。結合容量 $C_{p,q}$ に基づく座標位置の決定方法は、第 1 の実施形態と同じである。

[0138] 図 24 は、図 23 の出力例を座標演算部で変換した出力例を表にしたものである。

[0139] 例えば、第 2 センサ電極 Y_2 と第 1 センサ電極 X_1 との間の入力容量 $C_{1,2}$ は、 $1 \times 0 + (-1) \times 0 + 1 \times 0 + (-1) \times 0 = 0$ となる。同様に、第 2 センサ電極 Y_2 と第 1 センサ電極 X_2 との間の入力容量 $C_{2,2}$ は、 $1 \times 2 + (-1) \times 0 + 1 \times 0 + (-1) \times (-2) = 4$ となる。また、第 2 センサ電極 Y_4 と第 1 センサ電極 X_4 との間の入力容量 $C_{4,4}$ は、 $1 \times 1 + (-1) \times (-1) + (-1) \times (-1) + 1 \times 1 = 4$ となる。

[0140] このように、表 3 の出力電圧 $V_{out1} \sim V_{out4}$ には、4 本の第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ の影響が混在していた。一方で表 4 では、各第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ 毎との入力容量 $C_{p,q}$ に分離されている。

[0141] 本実施形態では、1 検出期間の全てにおいて、全ての第 2 センサ電極 $Y_1 \sim Y_4$ からの信号を用いて充電・積分を行うことができる。したがって、本実施形態によれば、第 1 の実施形態と比較して、より感度を高くすることができる。

[0142] なお、上記では説明のため $n = 4$ としたが、 n が 2 以上の任意の整数の場合に本実施形態は適用可能である。

[0143] [その他の実施形態]

以上、本発明についての実施形態を説明したが、本発明は上述の各実施形態にのみ限定されず、発明の範囲内で種々の変更が可能である。また、上述した第 1 ～第 5 の実施形態、第 1 の実施形態の変形例および第 4 の実施形態の変形例は、適宜組み合わせて実施が可能である。

産業上の利用可能性

[0144] 本発明は、座標位置検出装置に利用可能である。

請求の範囲

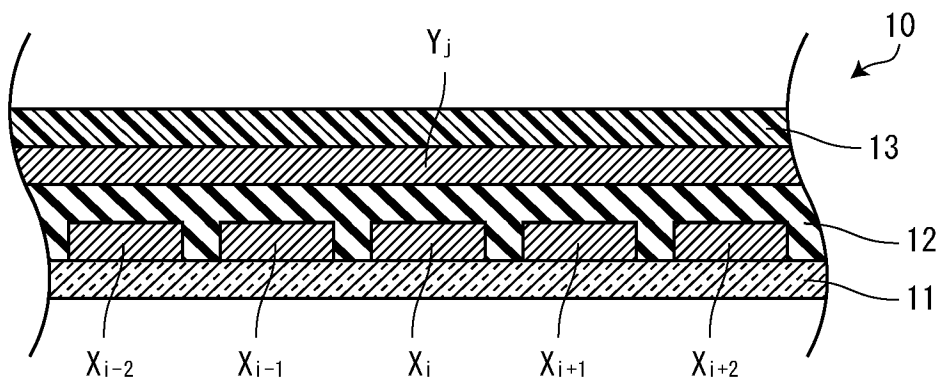
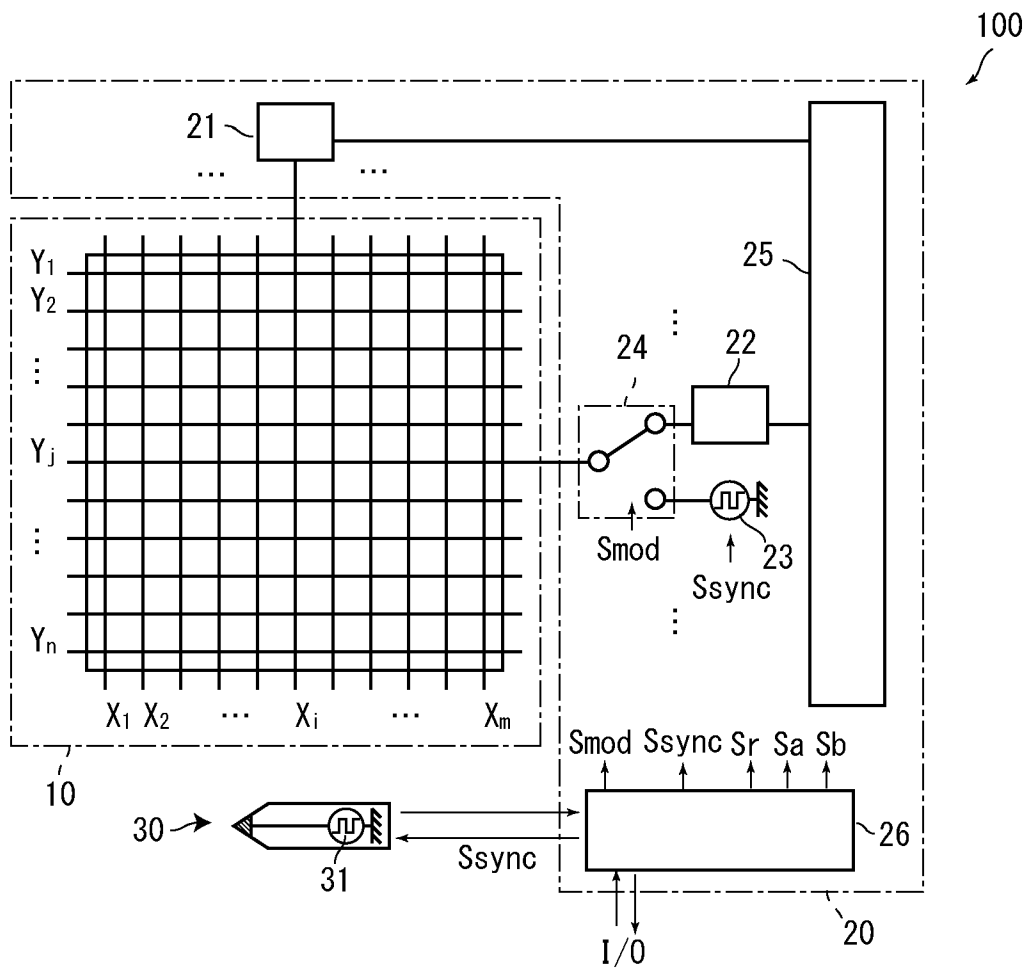
[請求項1]

第1センサ電極と、
前記第1センサ電極と接続され、積分回路を含む第1容量検出部と、
、
第2センサ電極と、
前記第2センサ電極と接続され、積分回路を含む第2容量検出部と、
、
座標演算部と、
座標指示装置とを備え、
前記座標指示装置により座標位置を入力する第1入力モード時には、
、
前記座標指示装置から出力される信号を複数の前記第1および第2容量検出部が検出し、
単位検出期間に、前記座標指示装置による充電と、前記第1および第2容量検出部による積分とを行って容量を検出し、
前記座標演算部が、前記容量から座標位置を決定する座標位置検出装置。

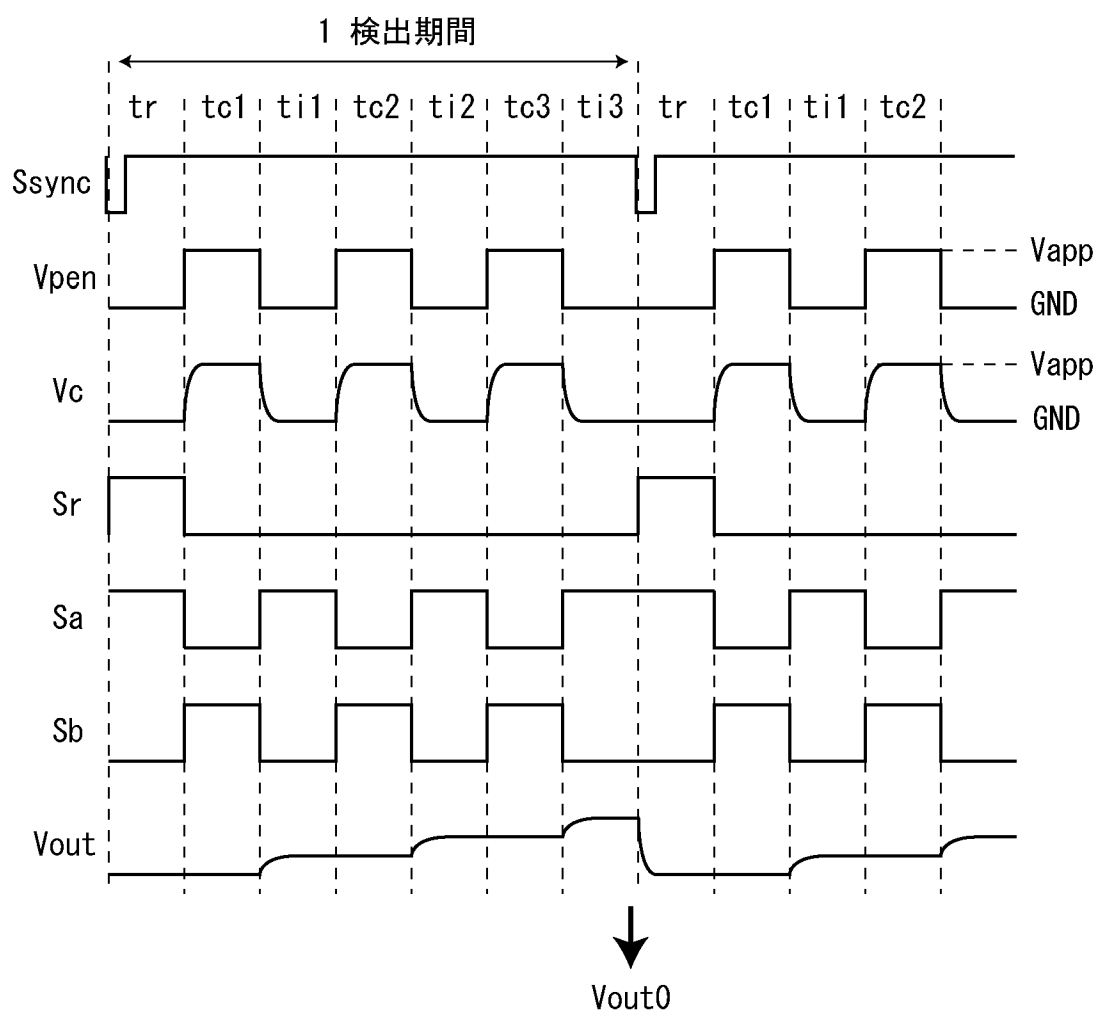
[請求項2]

前記第2センサ電極と前記第2容量検出部との間に設けられた切替スイッチと、
前記切替スイッチが切り替える一方の接点に接続された発振回路とをさらに備え、
前記座標指示装置以外の座標指示手段により座標位置を入力する第2入力モード時には、前記切替スイッチにより前記第2センサ電極と前記発振回路が接続され、前記発振回路から出力される信号を複数の前記第1容量検出部が検出し、単位検出期間に、前記発振回路による充電と、前記第1容量検出部による積分とを行って容量を検出し、前記座標演算部が、前記容量から座標位置を決定する、請求項1に記載の座標位置検出装置。

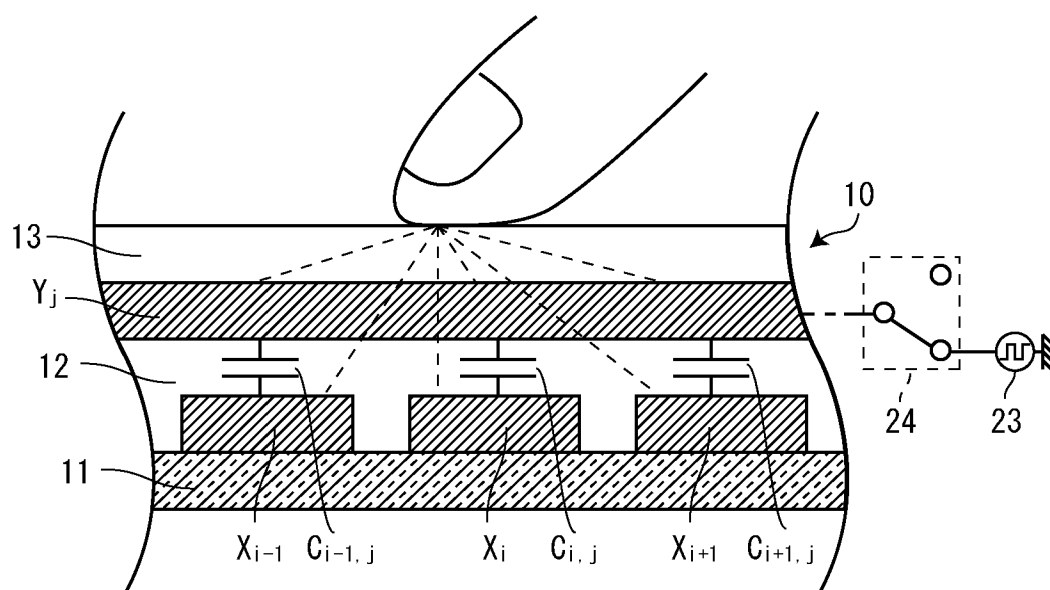
- [請求項3] 単位検出期間に、前記第1入力モードと前記第2入力モードとを、順次切り替える入力モード切替部をさらに備える、請求項2に記載の座標位置検出装置。
- [請求項4] 前記座標演算部は、前記第2入力モード時において、複数の発振回路が時分割で出力する信号に基づいて座標位置を求める、請求項2または3に記載の座標位置検出装置。
- [請求項5] 前記座標演算部は、前記第2入力モード時において、複数の発振回路が出力する互いに直交する信号に基づいて座標位置を求める、請求項2または3に記載の座標位置検出装置。
- [請求項6] 前記複数の発振回路が出力する互いに直交する信号は、+1および-1のビット列からなる、請求項5に記載の座標位置検出装置。
- [請求項7] 前記座標演算部は、前記第1入力モード時において、複数の前記座標指示装置が時分割で出力する信号に基づいて前記座標指示装置の各々の座標位置を求める、請求項1～6のいずれか1項に記載の座標位置検出装置。
- [請求項8] 前記座標演算部は、前記第1入力モード時において、複数の前記座標指示装置が出力する互いに直交する信号に基づいて前記座標指示装置の各々の座標位置を求める、請求項1～6のいずれか1項に記載の座標位置検出装置。
- [請求項9] 前記複数の座標指示装置が出力する互いに直交する信号は、+1および-1のビット列からなる、請求項8に記載の座標位置検出装置。



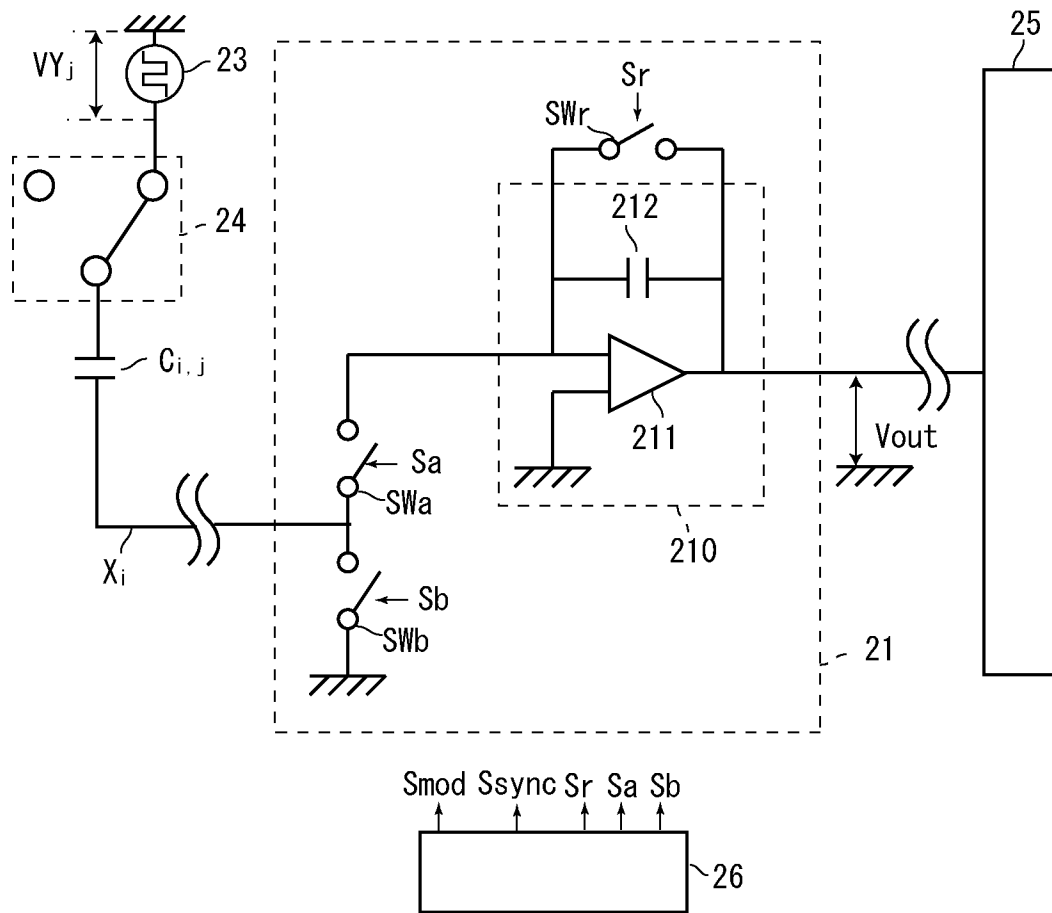
[図5]



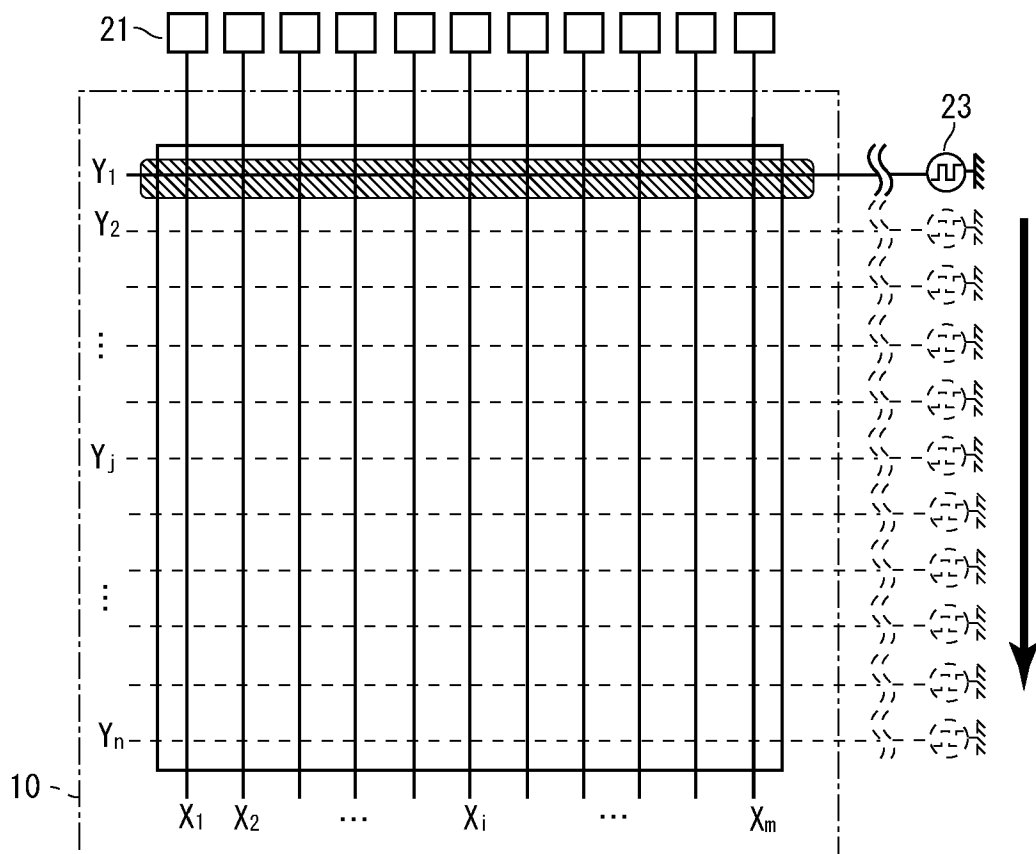
[図6]



[図7]



[図8]



1 検出期間

VY_1

VY_2

$\vdots$

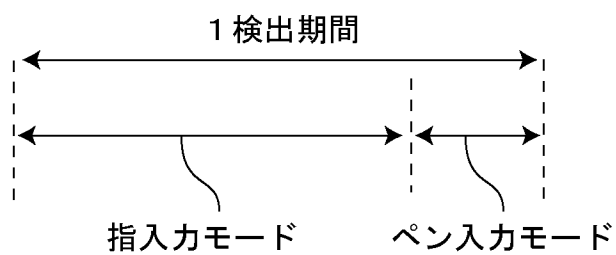
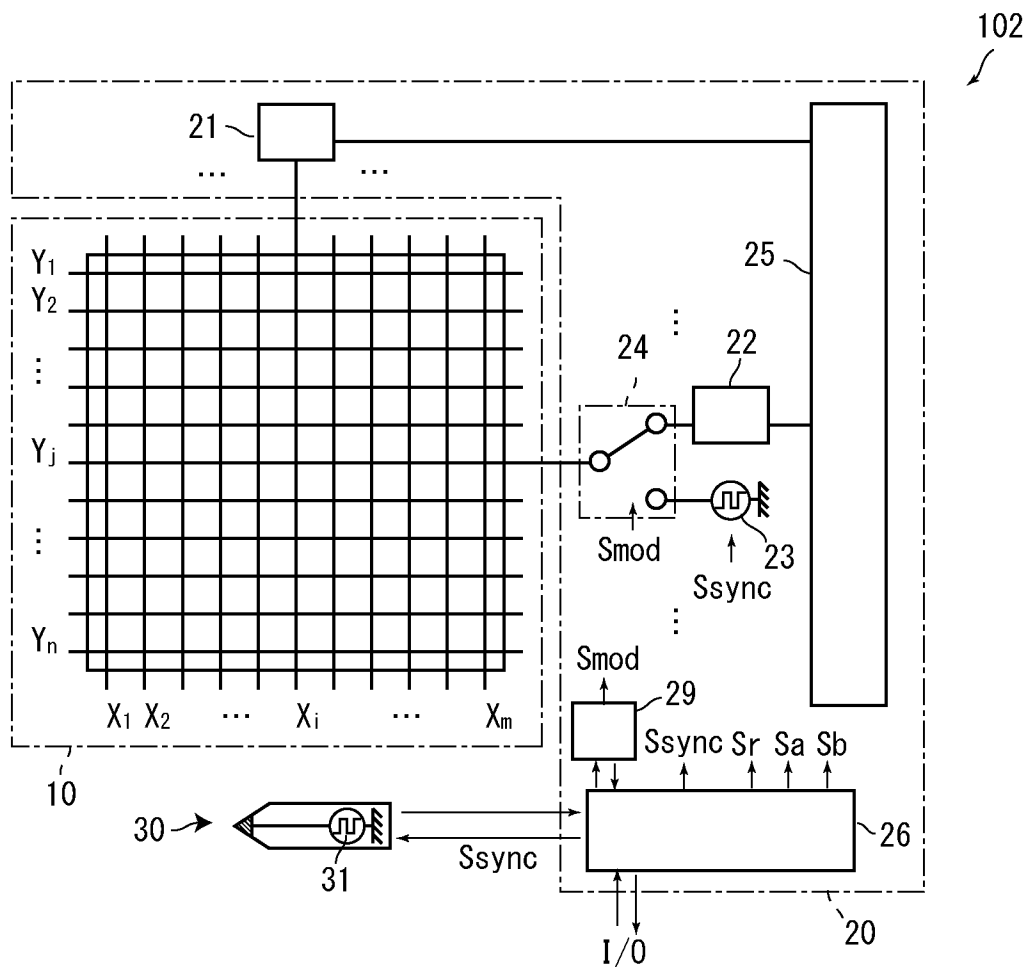
VY_n

$Vout$

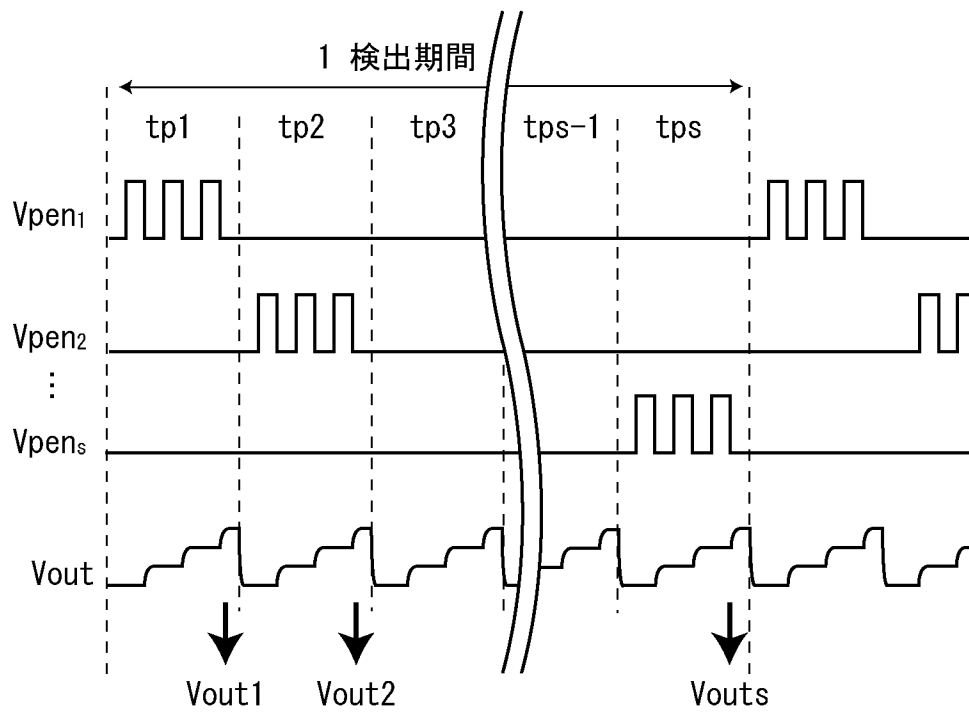
ty_1 ty_2 ty_3 ty_{n-1} ty_n

$Vout_1$ $Vout_2$... $Vout_n$

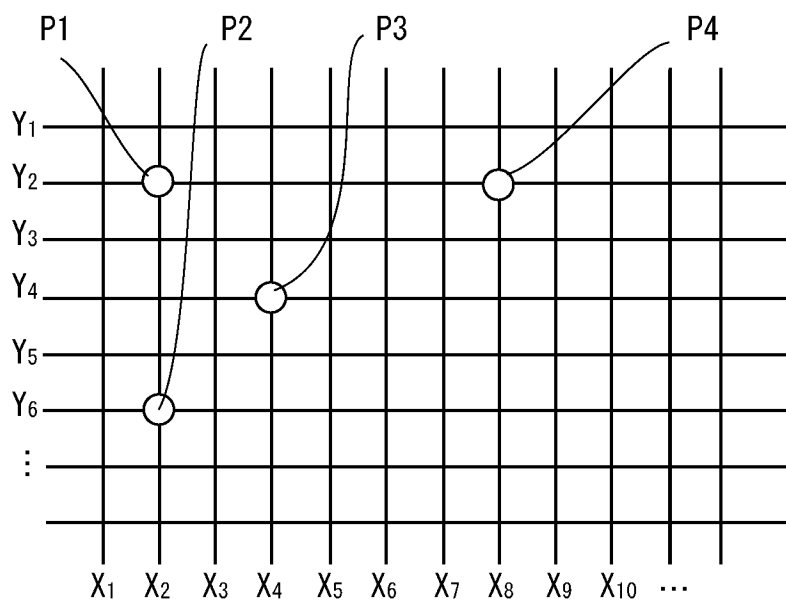
[illegible]



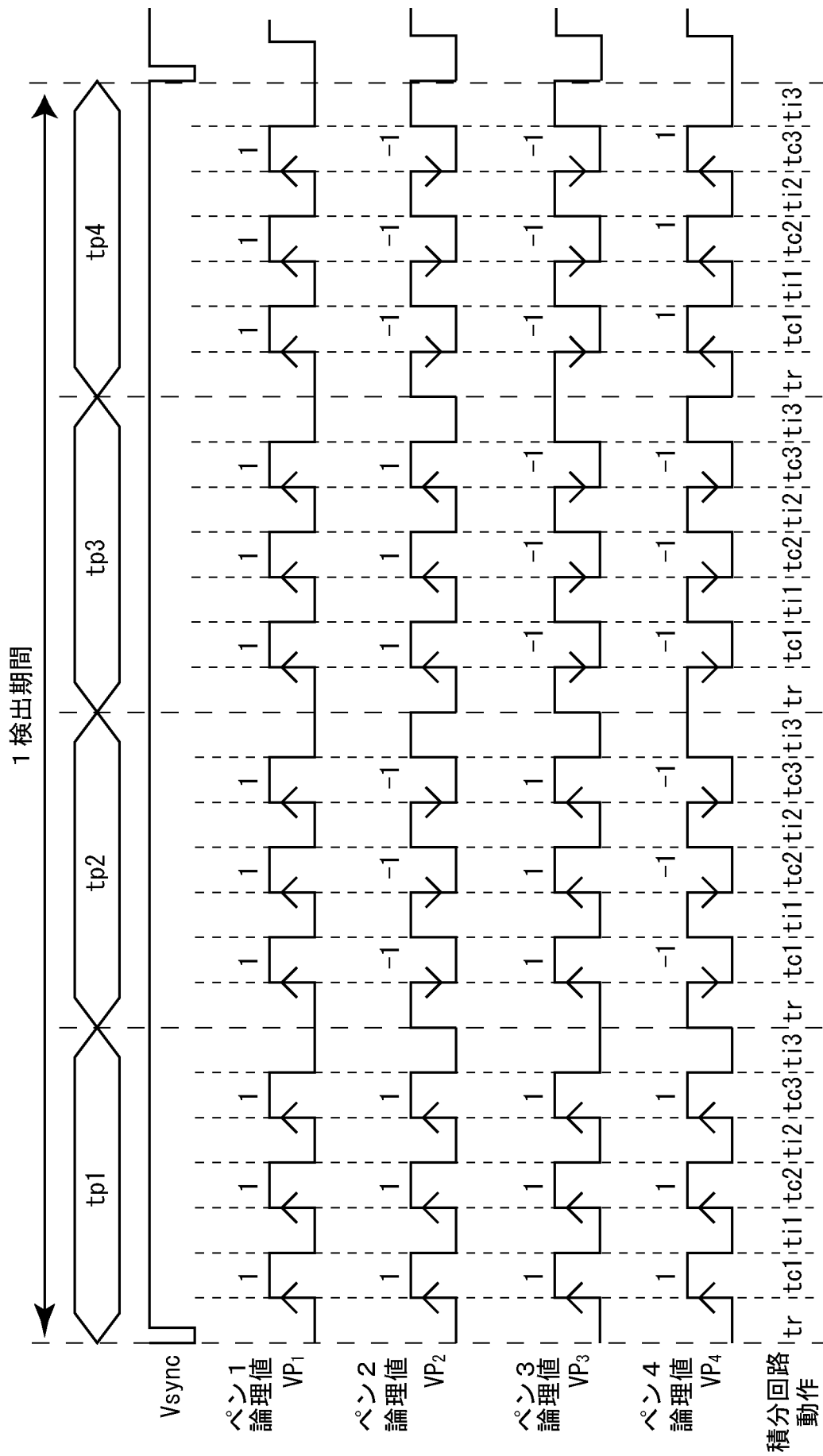
[図13]



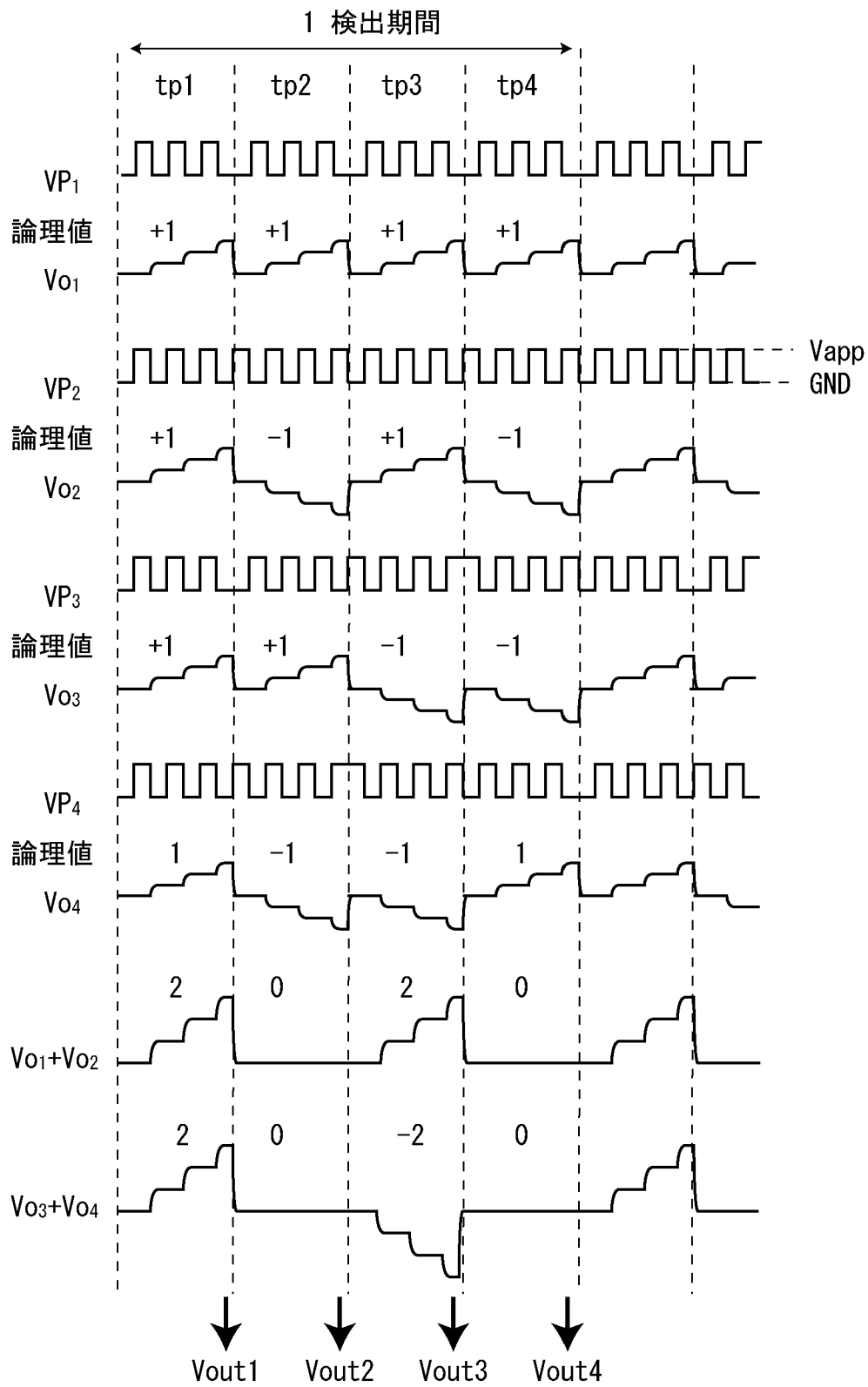
[図14]



[図15]



[図16]

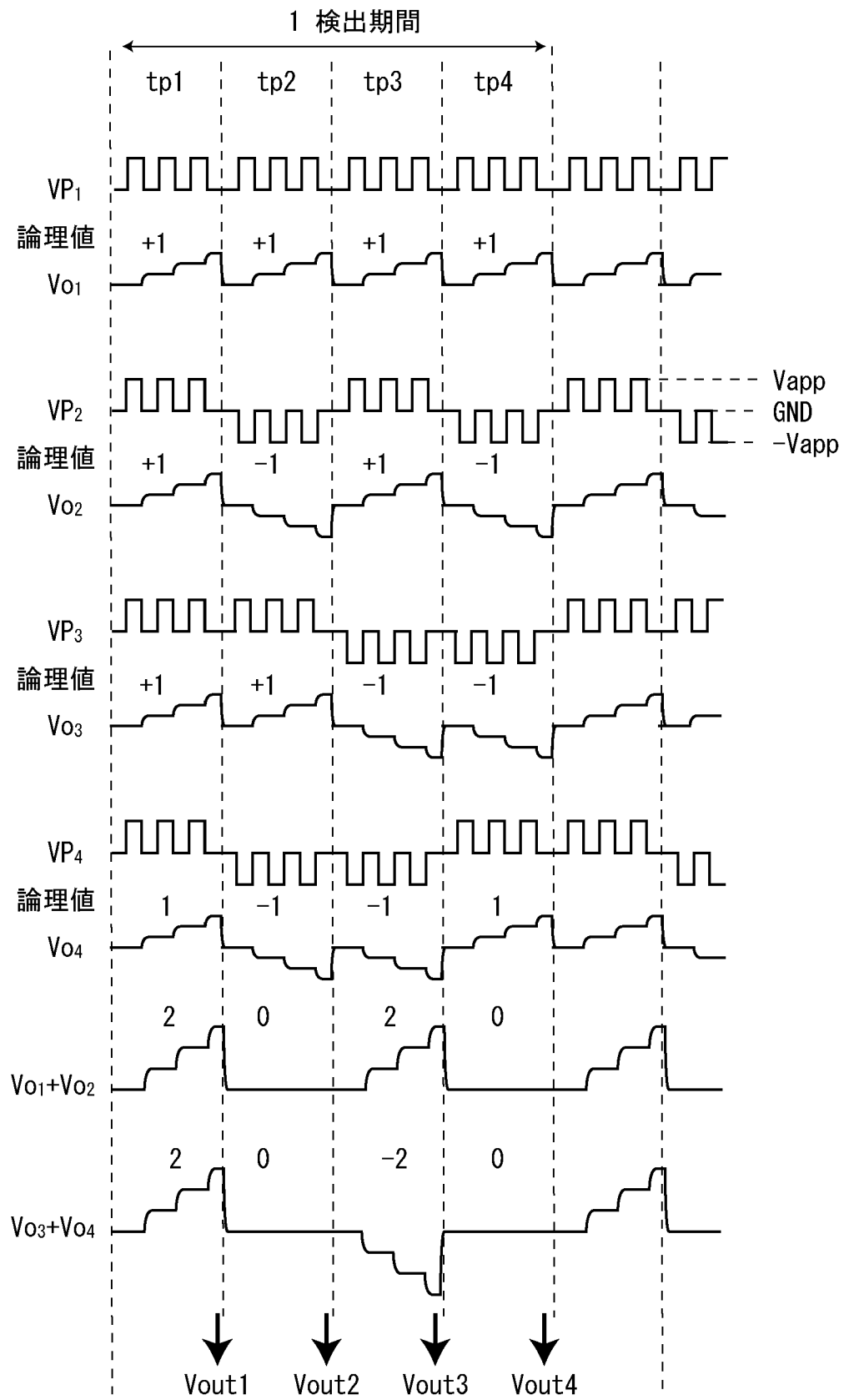


[図17]

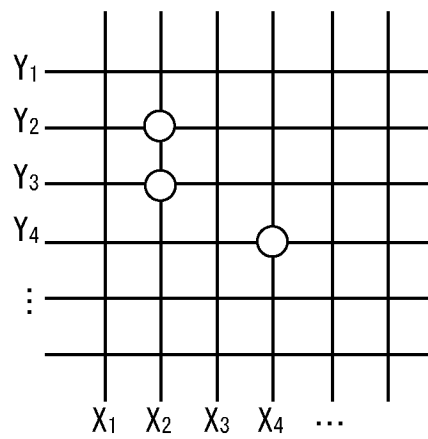
期間	各ペンの出力電圧					各センサの積分回路からの出力															
	VP ₁	VP ₂	VP ₃	VP ₄		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀						
tp1	1	1	1	1	Vout1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1
tp2	1	-1	1	-1	Vout2	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	-1
tp3	1	1	-1	-1	Vout3	0	2	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	2	0	-1	0	1
tp4	1	-1	-1	1	Vout4	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	-1	0	-1
tp1	1	1	1	1	Vout1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1
tp2	1	-1	1	-1	Vout2	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	-1
tp3	1	1	-1	-1	Vout3	0	2	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	2	0	-1	0	1
tp4	1	-1	-1	1	Vout4	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	-1	0	-1
tp1	1	1	1	1	Vout1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1
tp2	1	-1	1	-1	Vout2	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	-1

[illegible]

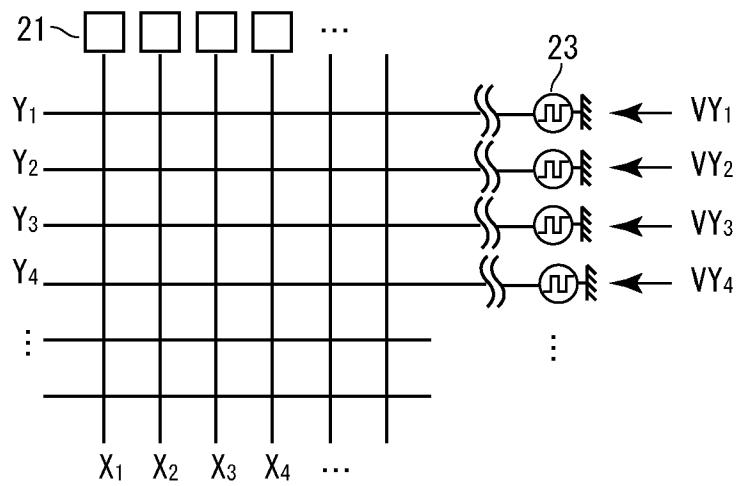
[図19]



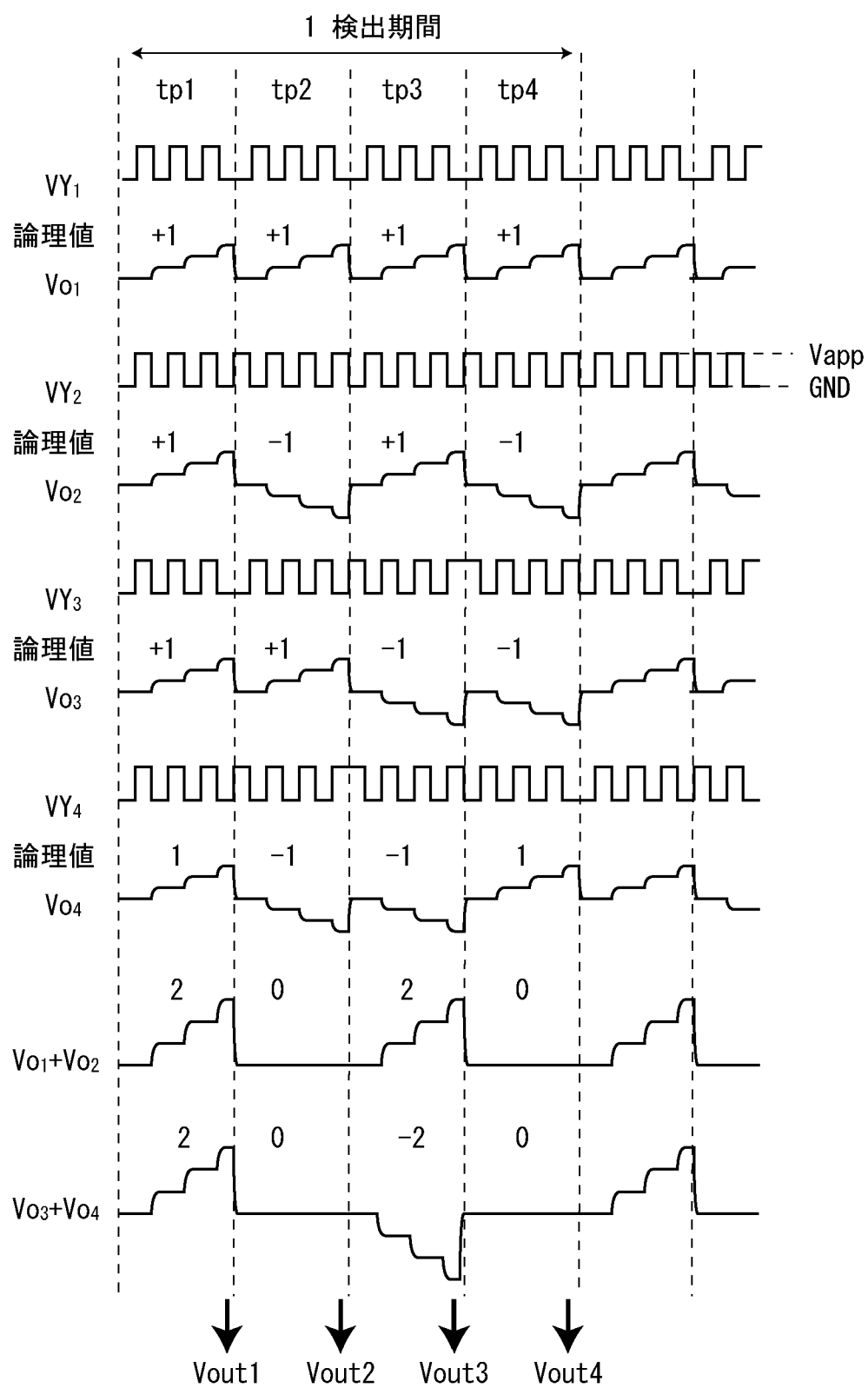
[図20]



[図21]



[図22]



[図23]

期間	各センサの発振回路からの出力電圧				各センサの積分回路からの出力			
	VY ₁	VY ₂	VY ₃	VY ₄	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
tp1	1	1	1	1	0	2	0	1
tp2	1	-1	1	-1	0	0	0	1
tp3	1	1	-1	-1	0	0	0	-1
tp4	1	-1	-1	1	0	-2	0	-1
tp1	1	1	1	1	0	2	0	1
tp2	1	-1	1	-1	0	0	0	1
tp3	1	1	-1	-1	0	0	0	-1
tp4	1	-1	-1	1	0	-2	0	-1
tp1	1	1	1	1	0	2	0	1
tp2	1	-1	1	-1	0	0	0	1
tp3	1	1	-1	-1	0	0	0	-1
tp4	1	-1	-1	1	0	-2	0	-1
tp1	1	1	1	1	0	2	0	1
tp2	1	-1	1	-1	0	0	0	1

[図24]

	$C_{p, q}$	$X_1 (p=1)$	$X_2 (p=2)$	$X_3 (p=3)$	$X_4 (p=4)$
第1 検出期間	$Y_1 (q=1)$	0	0	0	0
	$Y_2 (q=2)$	0	4	0	0
	$Y_3 (q=3)$	0	4	0	0
	$Y_4 (q=4)$	0	0	0	4
第2 検出期間	$Y_1 (q=1)$	0	0	0	0
	$Y_2 (q=2)$	0	4	0	0
	$Y_3 (q=3)$	0	4	0	0
	$Y_4 (q=4)$	0	0	0	4
第3 検出期間	$Y_1 (q=1)$	0	0	0	0
	$Y_2 (q=2)$	0	4	0	0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/044 (2006.01) i, G06F3/041 (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)

G06F3/044, G06F3/041

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 06-222873 A (Seiko Epson Corp.), 12 August 1994 (12.08.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 06-289979 A (Pentel Co., Ltd.), 18 October 1994 (18.10.1994), entire text; all drawings & DE 4402602 A1	1-9
A	JP 07-129321 A (Pentel Co., Ltd.), 19 May 1995 (19.05.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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
28 August, 2012 (28.08.12)Date of mailing of the international search report
04 September, 2012 (04.09.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G06F3/044(2006.01)i, G06F3/041(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. G06F3/044, G06F3/041

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 06-222873 A（セイコーエプソン株式会社）1994.08.12, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 06-289979 A（ぺんてる株式会社）1994.10.18, 全文, 全図 & DE 4402602 A1	1-9
A	JP 07-129321 A（ぺんてる株式会社）1995.05.19, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9

☐ 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

2 8 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 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）

田中 秀樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1

5 E

3 2 4 6