

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5366681号

(P5366681)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 7/00 (2006.01)

G O 1 B 7/00 1 O 2 C

G O 6 F 3/041 (2006.01)

G O 6 F 3/041 3 2 O A

請求項の数 4 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2009-154203 (P2009-154203)  
 (22) 出願日 平成21年6月29日(2009.6.29)  
 (65) 公開番号 特開2011-7753 (P2011-7753A)  
 (43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)  
 審査請求日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(73) 特許権者 000139403  
 株式会社ワコム  
 埼玉県加須市豊野台2丁目510番地1  
 (74) 代理人 110000925  
 特許業務法人信友国際特許事務所  
 (72) 発明者 松原 正樹  
 埼玉県北埼玉郡大利根町豊野台2丁目51  
 0番地1 株式会社ワコム内

審査官 中川 康文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の信号が供給される、第一の方向に互いに並列に配置された複数の導体と、  
 該第一の方向に対して直交する第二の方向に互いに並列に配置された複数の導体と、  
 第一の入力端子及び第二の入力端子を備え、該第一の入力端子及び第二の入力端子を介して入力された信号を差動増幅する差動増幅回路を備えた信号検出回路と、

前記第二の方向に互いに並列に配置された複数の導体を前記差動増幅回路の第一の入力端子または第二の入力端子に選択的に供給するための導体選択回路を備えることで、指示体により指示される位置を前記信号検出回路からの出力信号に基づいて検出する位置検出装置であって、

前記第二の方向に互いに並列に配置された複数の導体は、2以上の所定本数からなり互いに隣接する第一の複数導体と第二の複数導体を構成し、

前記選択回路は、前記第一の複数導体を前記差動増幅回路の前記第一の入力端子に接続し、前記第二の複数導体を前記第二の入力端子に接続し、更に、前記第一の複数導体及び前記第二の複数導体以外の導体を互いに隣接する導体が、前記差動増幅回路の異なる入力端子に接続されるように、経時的に選択されるようにした、

位置検出装置。

【請求項2】

前記所定の信号を供給する信号供給回路を更に備え、

該信号供給回路は、前記第一の方向に互いが並列に配置された複数の導体に一定時間間

隔で前記信号を順次供給する、  
請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 3】

前記信号は、所定の幅を有するパルス波であり、  
前記信号供給回路は、前記一定時間間隔は、前記信号のパルス幅の整数倍となるように制御する、  
請求項 2 に記載の位置検出装置。

【請求項 4】

前記信号は、その立ち上がり時のレベルと立ち下がり時のレベルとが略同じとなるように供給される、  
請求項 3 に記載の位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置検出装置に適用して好適な技術に関する。  
より詳細には、静電式の位置検出装置の、位置検出平面における走査速度を向上させる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータに位置情報を与える入力装置には、様々なものがある。その中で、タッチ  
パネルと呼ばれる、位置情報入力装置がある。

このタッチパネルは、指や専用のペン等の指示体で検出平面に触れることで、コンピュ  
ータ等の操作を行う入力装置である。

そして、タッチパネルは、PDA (Personal Digital Assistant) や銀行のATM (Au  
tomated Teller Machine)、駅の券売機等で広く利用されている。

【0003】

タッチパネルに採用される位置情報検出技術には、様々なものがある。例えば、圧力の  
変化で位置検出を行う抵抗膜方式や位置検出平面の表面の膜の静電容量の変化で位置検出  
を行う静電容量方式等がある。

【0004】

本発明の従来技術として、静電容量方式による位置検出装置を説明する。  
図15は、従来の静電容量方式の位置検出装置を示すブロック図である。  
駆動部1502は、例えば人体に最も吸収され易いとされる周波数である、200kHz  
の交流電圧を生成する。  
駆動部1502によって生成された200kHzの交流電圧は、送信選択スイッチ15  
03を通じて、センサ基板203のX軸方向の電極(以下、「X軸電極」という)209  
に、選択的に印加される。

このセンサ基板203は、細長い導体の電極を縦横に並べ、縦に並べた電極と、横に並  
べた電極との間には、図示しない略板状の絶縁シートが介在してコンデンサを形成する。  
200kHzの交流電圧はこれらコンデンサに印加される。

受信選択スイッチ1504は、コンデンサを形成する交点を定めるためのスイッチであ  
る。

受信選択スイッチ1504の出力はプリアンプ1505に供給され、A/D変換器20  
6でデジタルデータに変換された後、位置算出部207aに入力される。

【0005】

マイコンよりなる位置算出部207aは、同期クロック生成部1506から得られるア  
ドレス情報と、A/D変換器206から得られる僅かな信号変化のデータを受けて、セン  
サ基板203上の指の存在の有無と、その位置の情報とを出力する。具体的には、A/D  
変換器206から得られたデータを積算処理した後、そのピーク値を検出する。そして、  
この算出したピーク値とその前後の値を基に重心演算を行う。そして、この得られた重心

10

20

30

40

50

の時間軸上における位置を基に指の位置を演算する。

なお、説明の便宜のため、センサ基板 203 のうち、送信選択スイッチ 1503 に接続されている側の複数の電極をまとめて X 軸電極 209 と呼び、受信選択スイッチ 1504 に接続されている側の複数の電極をまとめて Y 軸電極 210 と呼ぶ。

【0006】

これより駆動部 1502 の内部を説明する。

クロック生成器 1507 はクロックを生成する発振器である。クロック生成器 1507 が生成したクロックは読み出し部 1508 に供給される。

サイン波 ROM 1509 は、例えば 8 ビット×256 サンプルの疑似サイン波が記憶された ROM である。読み出し部 1508 は、クロック生成器 1507 から供給されるクロックに基づいて、サイン波 ROM 1509 のアドレスを指定して、データを読み出す。

10

読み出し部 1508 がサイン波 ROM 1509 から読み出したデータは、D/A 変換器 1510 において D/A 変換された後、LPF 1511 に入力され、この LPF 1511 において平滑化されることにより、アナログのサイン波信号に変換される。その後、このアナログサイン波信号は、ドライバ 1512 において電圧増幅され、X 軸電極 209 に印加される交流電圧となる。

【0007】

なお、本出願人の発明に係る従来技術を、特許文献 1 及び特許文献 2 に示す。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0008】

【特許文献 1】米国特許第 5861875 号明細書

【特許文献 2】特開平 10 - 20992 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

近年、新たなユーザインターフェースの手法として、入力面上の複数の指を同時に検出したい、という要望がある。かかる検出を実現する手法として、例えば、入力面上に存在する複数の指を時分割で順次検出する方法がある。

【0010】

30

特許文献 1 は、受信側の Y 軸電極を大きく二つ以上の領域に分割し、その分割した領域に属する電極を全て差動増幅器のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に接続させ、その領域の境界を移動させる技術内容が開示されている。しかし、この方法では、複数の指の存在をうまく検出することができない。

【0011】

特許文献 2 には、受信側の Y 軸電極を構成する全ての電極に、二つのアナログ電子スイッチを接続し、このスイッチに差動増幅器のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に接続させている。二つのアナログ電子スイッチを両方共切断すれば、指の存在を検出できない「不感領域」を、位置平面上に設けることが可能になるので、特許文献 1 と比べると、複数の指の存在を検出することが可能になる。しかし、この方法では、Y 軸電極の電極は、差動増幅器のプラス側入力端子に接続されている状態、差動増幅器のマイナス側入力端子に接続されている状態に加えて、差動増幅器のいずれの端子にも接続されていない状態を設けなければならない、制御がより複雑になると共に、部品点数が増加する。

40

【0012】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、最小限の回路構成で、入力面上の複数の指の存在を確実に高速に検出する、位置検出装置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】

【0013】

上記課題を解決するため、本発明に係る位置検出装置は、略平行に配置された複数の導体からなる第一の電極と、該第一の電極と直交して配置された複数の導体からなる第二の

50

電極と、第一の電極に所定の信号を供給するための信号供給部と、第一及び第二の入力端子を有し、該第一及び第二の入力端子から入力された信号を差動増幅して出力する差動増幅部と、信号供給部に第一の電極のうちから所定の順番で少なくとも一の電極を選択して接続する第一のスイッチ部と、第二の電極を差動増幅部の第一の入力端子又は第二の入力端子のいずれか一方に接続する第二のスイッチ部と、第二のスイッチ部を制御して、第二の電極のうちの隣接する複数の電極を選択してなる第一の選択電極を差動増幅部の第一の入力端子に接続すると共に、第一の選択電極以外の第二の電極のうちから隣接する複数の電極からなる第二の選択電極を差動増幅部の第二の入力端子に接続する制御部と、差動増幅部からの出力信号から指示位置を算出する位置算出部とを具備する。

【 0 0 1 4 】

10

第二の電極を差動増幅部の第一及び第二の入力端子のいずれかに必ず接続する第二のスイッチ部を設ける。この第二のスイッチ部に対し、第一の入力端子に接続される電極が複数並ぶ第一の選択電極と、第二の入力端子に接続される電極が複数並ぶ第二の選択電極と、第一の選択電極及び第二の選択電極以外の電極とを形成するべく制御する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明により、最小限の回路構成で、入力面上の複数の指の存在を確実に高速に検出可能な、位置検出装置を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

20

【 図 1 】 本発明の実施形態の例である、位置検出装置の外観斜視図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態の例である、位置検出装置の全体ブロック図である。

【 図 3 】 矩形波生成部の内部ブロック図である。

【 図 4 】 位置算出部の内部ブロック図である。

【 図 5 】 本実施形態に係る位置検出装置の等価回路である。

【 図 6 】 本実施形態に係る位置検出装置の、波形図である。

【 図 7 】 マトリクス電極の一部断面図と、X軸電極に電圧を印加する状態と、発生する電流波形及び電流積分波形を示す図である。

【 図 8 】 受信選択スイッチ部のブロック図である。

【 図 9 】 スイッチデータ生成部の機能ブロック図である。

30

【 図 1 0 】 粗探索データ及び微探索データの内容を説明する模式図である。

【 図 1 1 】 スイッチデータ生成部が生成し出力するスイッチデータを示す図である。

【 図 1 2 】 X軸電極とY軸電極の状態の変化を示すタイムチャートである。

【 図 1 3 】 粗探索モードの動作を模式的に説明する図である。

【 図 1 4 】 粗探索モードの動作を模式的に説明する図である。

【 図 1 5 】 従来技術の静電容量方式の位置検出装置を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施の形態を、図 1 ~ 図 1 4 を参照して説明する。

【 0 0 1 8 】

40

図 1 は本発明の実施の形態の例である位置検出装置の外観斜視図である。本発明の位置検出装置 1 0 1 は、平板状の形状を有する。この位置検出装置 1 0 1 の上面には、長方形の位置検出平面 1 0 2 が設けられている。位置検出平面 1 0 2 の直下には、図 2 にて後述するセンサ基板が設けられている。この位置検出装置 1 0 1 は、例えば、パーソナルコンピュータや P D A ( Personal Digital Assistant ) 等の図示しない外部装置にケーブル 1 0 3 を介して接続することによって、これら外部装置の入力装置として用いられる。

そして、位置検出装置 1 0 1 は、位置検出平面 1 0 2 上に指 1 0 4 が触れると、位置検出平面 1 0 2 上の指 1 0 4 の位置の情報をケーブル 1 0 3 を通じて、外部装置に出力する。

【 0 0 1 9 】

50

図2(a)は、本発明の実施形態の例である、位置検出装置の全体ブロック図である。

位置検出装置101は、矩形波生成部202と、矩形波生成部202に接続されるセンサ基板203と、センサ基板203に接続される信号検出回路201から構成される。信号検出回路201は、センサ基板203に接続される受信選択スイッチ部204と、受信選択スイッチ部204に接続される差動増幅部205と、差動増幅部205に接続されるA/D変換器206と、A/D変換器206に接続される制御部207とから構成される。

#### 【0020】

矩形波生成部202は、後述するセンサ基板203を構成するX軸電極209に供給する矩形波形状のワンショットパルスの電圧と、クロックパルスと、リセットパルスとを生成する信号供給部である。この矩形波生成部202によって生成されたクロックパルスは、後述する制御部207内の位置算出部207aに、リセットパルスは、後述するA/D変換器206、位置算出部207a及び制御部207内のスイッチデータ生成部207bに、それぞれ供給される。なお、この矩形波生成部202が生成するワンショットパルスのパルス幅は、例えば、人体に最も吸収され易いとされる200kHzの矩形波から半周期分の信号を取り出したものに等しい、2.5μsecに設定されている。

#### 【0021】

図2(b)は、センサ基板203の一部断面図である。

センサ基板203は、指示体である人体の指104が位置検出装置101の位置検出平面102上のどの位置に近接したかを検出するためのセンサである。このセンサ基板203は、m本の細長い電極を平行に並べて構成したX軸電極209と、n本の細長い電極を平行に並べて構成したY軸電極210と、X軸電極209とY軸電極210とを絶縁する絶縁シート211と、X軸電極209を保護する絶縁シート212とから構成される。

#### 【0022】

センサ基板203を構成するX軸電極209とY軸電極210は、絶縁シート211を介して互いに絶縁状態を維持しつつ縦横に並べて構成されている。このため、X軸電極209とY軸電極210との各交点にはコンデンサが形成される。そして、X軸電極209は矩形波生成部202に接続されており、この矩形波生成部202からワンショットパルスが印加される。

#### 【0023】

センサ基板203を構成するX軸電極209とY軸電極210の各々の電極は、指の存在を検出するために適切な間隔を空けて並べられている。本実施形態では、例えば一般的な成人の小指が位置検出平面に接触した際の直径を7~8mmと想定し、その半分以上の間隔として3.2mmの間隔を以って並べられている。

#### 【0024】

受信選択スイッチ部204は、Y軸電極210を構成する各電極を、後続の差動増幅部205のプラス側入力端子及びマイナス側入力端子のいずれかに選択的に接続するスイッチである。この受信選択スイッチ部204は、矩形波生成部202と、差動増幅部205とに接続されている。そして、この受信選択スイッチ部204には、矩形波生成部202から出力されたりセットパルスと、スイッチデータ生成部207bから出力された読み出しクロックと、スイッチデータとが供給される。そして、この受信選択スイッチ部204は、センサ基板203から出力された電流を差動増幅部205に出力する。

#### 【0025】

差動増幅部205は、受信選択スイッチ部204を介してセンサ基板203から出力される微弱な電流を電圧に変換し、これを増幅してA/D変換器206に出力する。

#### 【0026】

A/D変換器206は、差動増幅部205から入力されたアナログ信号をデジタルデータに変換して位置算出部207aに出力する。

#### 【0027】

制御部207は、矩形波生成部202から入力されたアドレス情報を元に、受信選択ス

10

20

30

40

50

イチ部 204 を制御して、入力面上の触れた位置を算出して位置情報を出力するマイコンである。この制御部 207 は、位置算出部 207 a とスイッチデータ生成部 207 b とから構成される。

位置算出部 207 a は、マイコンの一機能部分で、アドレス情報とデジタルデータに所定の演算処理を行い、位置情報を算出する。この位置算出部 207 a には、A/D 変換器 206 から出力されたデジタルデータ、矩形波生成部 202 から出力されたクロックパルス及びリセットパルス、及びスイッチデータ生成部 207 b から出力されたアドレス情報が入力される。そして、位置算出部 207 a は、これらの入力信号及びデータを基に演算処理を行い、指の存在の有無とその位置情報とを出力する。

【0028】

10

スイッチデータ生成部 207 b は、受信選択スイッチ部 204 に設定情報であるスイッチデータを供給する。このスイッチデータ生成部 207 b には、矩形波生成部 202 から出力されるリセットパルスと、位置算出部 207 a から出力される検出 Y 軸アドレス及び切替信号とが入力される。そして、スイッチデータ生成部 207 b はこれら入力信号を基にデータ処理を行い、受信選択スイッチ部 204 にスイッチデータと読み出しクロックとを、位置算出部 207 a に第一 Y 軸アドレス及び第二 Y 軸アドレスを出力する。

ここで、第一 Y 軸アドレスとは、位置検出平面 102 全体を早く（粗く）検索するためのアドレスであり、第二 Y 軸アドレスとは、位置検出平面 102 の特定箇所を緻密に（微細に）検索するためのアドレスである。

【0029】

20

[ 矩形波生成部 ]

次に、矩形波生成部 202 の構成及び動作について、図 3 に従って詳述する。

矩形波生成部 202 は、クロック生成器 302 と、分周器 303 と、AND ゲート 304 と、カウンタ 306 と、デジタルコンパレータ 305 と、定数  $n$  307 と、シフトレジスタ 308 と、モノステーブルマルチバイブレータ 311 とから構成される。

【0030】

クロック生成器 302 は、一定の周波数の矩形波のクロックを生成する発振器である。本実施形態では、クロック生成器 302 は、例えば  $12\text{ MHz}$ （一周期  $8.33\text{ ns}$ ）の矩形波を生成する。クロック生成器 302 が生成した  $12\text{ MHz}$  のクロックは分周器 303 に供給される。

30

分周器 303 は周知のプログラマブル・カウンタである。そして、この分周器 303 は、クロック生成器 302 から入力されるクロックを一定の数だけ計数することで、クロックの周波数を  $1/N$  に変換する。本実施形態では、分周器 303 の分周比は  $1/10$  に設定されており、このクロックは  $1200\text{ kHz}$ （一周期  $0.833\text{ }\mu\text{s}$ ）に分周される。

【0031】

この分周器 303 から出力された  $1200\text{ kHz}$  の矩形波信号（以下、単に矩形波と略す）は、クロックパルスとして、AND ゲート 304 に供給されると共に、シフトレジスタ 308 及び後述する位置算出部 207 a にも供給される。

【0032】

AND ゲート 304 は入力デジタル値の論理積を出力する、周知のゲートである。そして、この AND ゲート 304 は、デジタルコンパレータ 305 から供給される信号が論理値の「真」を示す高電位、すなわち「1」の値が入力されたときにのみ、分周器 303 から入力されるクロックパルスをカウンタ 306 に供給する。

40

【0033】

カウンタ 306 は、入力信号のアップエッジで出力数値をインクリメントさせる周知のカウンタである。カウンタ 306 の出力数値は、リセット端子に論理値の「真」を示す高電位を与えられるとリセットされる。なお、このカウンタ 306 は、初期値が「0」に設定されている。このカウンタ 306 の入力端子は AND ゲート 304 の出力端子に、リセット端子は後述するモノステーブルマルチバイブレータ 311 にそれぞれ接続されている。

50

## 【 0 0 3 4 】

そしてカウンタ 3 0 6 は、A N D ゲート 3 0 4 からクロックパルスが入力されると、クロックパルスのアップエッジが入力される度に 1 を加算した計数値 ( 0 , 1 , 2 , . . . ) を出力する。また、カウンタ 3 0 6 は、後述するモノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 から出力されたパルス信号がリセット端子に入力されると、計数値がリセットされ、「 0 」を出力する。

## 【 0 0 3 5 】

デジタルコンパレータ 3 0 5 は、二つの入力数値の大小を比較する比較器である。このデジタルコンパレータ 3 0 5 は、正入力から入力される数値と負入力から入力される数値とを比較し、正入力から入力された数値の方が大きいときに論理の「真」( = 1 ) を示す高電位を出力する。

10

## 【 0 0 3 6 】

そして、デジタルコンパレータ 3 0 5 の正入力には定数 n 3 0 7 が、負入力にはカウンタ 3 0 6 がそれぞれ接続されている。したがって、デジタルコンパレータ 3 0 5 は、負入力から入力されるカウンタ 3 0 6 の計数値と、正入力から入力される定数 n 3 0 7 の数値とを比較して、定数 n 3 0 7 の数値がカウンタ 3 0 6 の出力値より大きいときには、値「 1 」を出力し、計数値が定数 n 3 0 7 の数値と同一又は小さいときには、「 0 」を出力する。デジタルコンパレータ 3 0 5 による比較結果を示す論理値出力は、A N D ゲート 3 0 4 及びシフトレジスタ 3 0 8 に入力される。

## 【 0 0 3 7 】

20

定数 n 3 0 7 は、レジスタ等で設けられる。この定数 n 3 0 7 は、2 0 0 k H z の自然数倍が与えられる。本実施形態の場合、n は「 3 」である。この定数 n 3 0 7 はデジタルコンパレータ 3 0 5 の正入力へ入力される。

## 【 0 0 3 8 】

シフトレジスタ 3 0 8 は、周知の直列入力・並列出力型のシフトレジスタであり、例えば周知の D フリップフロップをカスケード接続したものである。このシフトレジスタ 3 0 8 は、複数個 ( m 個 ) の有効ビットセル 3 0 9 a ~ 3 0 9 m と、その終端に 3 個の無効ビットセル 3 1 0 a、3 1 0 b 及び 3 1 0 c とを有する。有効ビットセル 3 0 9 a ~ 3 0 9 m は、それぞれが X 軸電極 2 0 9 を構成する各電極に接続されている。無効ビットセル 3 1 0 a、3 1 0 b 及び 3 1 0 c には X 軸電極 2 0 9 は接続されない。

30

無効ビットセル 3 1 0 a、3 1 0 b 及び 3 1 0 c のうちの最後の無効ビットセル 3 1 0 c は、モノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 に接続される。

モノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 の論理値出力は、カウンタ 3 0 6 のリセット端子、受信選択スイッチ部 2 0 4、位置算出部 2 0 7 a 及びスイッチデータ生成部 2 0 7 b に供給される。

## 【 0 0 3 9 】

シフトレジスタ 3 0 8 は、分周器 3 0 3 から出力されるクロックパルスのアップエッジに従い、デジタルコンパレータ 3 0 5 の出力値を記憶すると共に、各セルの記憶値を隣接する隣のセル (例えば、有効ビットセル 3 0 9 a であれば、有効ビットセル 3 0 9 b ) へずらす。

40

## 【 0 0 4 0 】

シフトレジスタ 3 0 8 の有効ビットセル 3 0 9 a ~ 3 0 9 m は、デジタルコンパレータ 3 0 5 あるいは直前の隣接するセルから論理値「 1 」が入力され、クロックパルスのアップエッジが入力されると、その論理値「 1 」が入力された有効ビットセルに接続されている X 軸電極 2 0 9 の電極に高電位を出力する。

同様に、シフトレジスタ 3 0 8 の有効ビットセル 3 0 9 a ~ 3 0 9 m は、デジタルコンパレータ 3 0 5 あるいは直前の隣接するセルから論理値「 0 」が入力され、クロックパルスのアップエッジが入力されると、接続されている X 軸電極 2 0 9 の電極に低電位を出力する。

## 【 0 0 4 1 】

50

各有効ビットセル 309a ~ 309m に論理値「0」が入っているところへ論理値「1」が入力されると、X 軸電極 209 の電位は低電位から高電位に遷移する。

逆に、各有効ビットセル 309a ~ 309m に論理値「1」が入っているところへ論理値「0」が入力されると、X 軸電極 209 の電位は高電位から低電位に遷移する。

つまり、各有効ビットセル 309a ~ 309m に入力される論理値を「0」「1」「0」と経時的に変化させることにより、シフトレジスタ 308 は X 軸電極 209 の各電極にワンショットパルスを供給する。

#### 【0042】

モノステーブルマルチバイブレータ 311 は、入力信号（無効ビットセル 310c からの信号）の立ち上がりエッジをトリガとして一定幅のパルス信号を出力する。本実施形態では、この一定幅のパルス信号の幅は、上述した矩形波信号のクロックの 1 クロック以内に設定されている。つまり、モノステーブルマルチバイブレータ 311 は、無効ビットセル 310c が出力する信号の立ち上がりからカウンタ 306 のリセットパルスを生成するために設けられている。

#### 【0043】

以下、矩形波生成部 202 の動作を詳述する。

カウンタ 306 の初期値は 0 であるので、その出力端子から数値「0」を出力する。デジタルコンパレータ 305 は、定数  $n$  307 から与えられる数値（ $n = 3$ ）と、カウンタ 306 から入力される数値「0」とを比較する。この時点では、定数  $n$  307 の数値の方がカウンタ 306 から入力される値よりも大きいので、デジタルコンパレータ 305 は論理値「1」を出力する。AND ゲート 304 には、上述のデジタルコンパレータ 305 からの論理値「1」が入力されるので、この AND ゲート 304 は、分周器 303 から出力されるクロックパルスカウンタ 306 に供給する。カウンタ 306 は、AND ゲート 304 からクロックパルスが入力されるので、値「1」を出力する。

以降、この値「1」がデジタルコンパレータ 305 へ入力され、AND ゲート 304、カウンタ 306 及びデジタルコンパレータ 305 は、カウンタ 306 からデジタルコンパレータ 305 へ入力された値が「3」になるまで上記の動作を繰り返す。

#### 【0044】

カウンタ 306 からデジタルコンパレータ 305 へ入力される値が 3 に達すると、負入力から入力される値（「3」）と、正入力から入力される定数  $n$  307 の数値「3」とが同じになる。したがって、デジタルコンパレータ 305 は「偽」、すなわち値「0」を出力する。その結果、AND ゲート 206 はカウンタ 306 にクロックパルス供給しなくなる。したがって、カウンタ 306 における計数は AND ゲート 304 によって阻止される。これ以降、カウンタ 306 は AND ゲート 304 によってクロックの供給が止められ、その結果として計数が止まる。すなわち、上記動作を行うと、デジタルコンパレータ 305 からは、クロックパルスのタイミング毎に「111000・・・」の順で論理値が出力される。

#### 【0045】

次に、シフトレジスタ 308 の動作について説明する。

デジタルコンパレータ 305 から出力される論理値は、シフトレジスタ 308 の有効ビットセル 309a に供給される。シフトレジスタ 308 は、分周器 303 から供給されるクロックパルスのアップエッジに応じて、有効ビットセル 309a に保持されている値「1」を隣の有効ビットセル 309b へシフトさせると共に、新たにデジタルコンパレータ 305 から出力された値「1」を有効ビットセル 309a に保存する。以降、クロックパルスが入力される毎に、シフトレジスタ 308 は、特定の有効ビットセル 309x の値を隣接する隣の有効ビットセル 309（ $x + 1$ ）へ順にシフトさせる。そして、最後の有効ビットセル 309m に保持されている値は、最初の無効ビットセル 310a に供給される。同様に、最初の無効ビットセル 310a に保持されている値は隣接する隣の無効ビットセル 310b に、無効ビットセル 310b に保持されている値は最後の無効ビットセル 310c にそれぞれ供給される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 6 】

そして、最後の無効ビットセル 3 1 0 c に保持された値は、シフトレジスタ 3 0 8 にクロックパルスが入力されると、モノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 に供給される。

このように、シフトレジスタ 3 0 8 がデータを移動させ続けると、最初の段階で入力された「 1 1 1 」という値は、無効ビットセル 3 1 0 a ~ 3 1 0 c へ到達する。

## 【 0 0 4 7 】

無効ビットセルの最後のセル 3 1 0 c に論理値「 1 」が渡ると、セル 3 1 0 c の出力端子は低電位から高電位に推移する。モノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 はこの電圧の推移、つまりアップエッジを受けて、リセットパルスを生成する。リセットパルスはカウンタ 3 0 6 のリセット端子に入力されるので、カウンタ 3 0 6 がリセットされる。

10

## 【 0 0 4 8 】

その後、モノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 に次の値「 1 」が入力されると、このモノステーブルマルチバイブレータ 3 1 1 はカウンタ 3 0 6 のリセット入力へのパルス信号の供給をしなくなるので、この時点からカウンタ 3 0 6 は計数が再開する。

このようにして、矩形波生成部 2 0 2 は、X 軸電極 2 0 9 にワンショットパルスを供給する。

## 【 0 0 4 9 】

次に、位置算出部 2 0 7 a の構成及び位置検出動作について図 4 に従って詳述する。

## 【 0 0 5 0 】

位置算出部 2 0 7 a は、積算部 4 0 2 と、バッファメモリ 4 0 3 と、ピーク検出部 4 0 4 と、重心演算部 4 0 5 と、X 軸アドレスカウンタ 4 0 6 とから構成される。

20

## 【 0 0 5 1 】

積算部 4 0 2 は、A / D 変換器 2 0 6 から得られるデジタル値を積算する積分器である。この積算部 4 0 2 は、例えば図示しないメモリと加算器とから構成されている。この積算部 4 0 2 は、矩形波生成部 2 0 2 と、A / D 変換器 2 0 6 と、バッファメモリ 4 0 3 とに接続されている。そして、この積算部 4 0 2 は、矩形波生成部 2 0 2 から出力されたクロックパルスが入力される毎に、A / D 変換器 2 0 6 から入力されたデジタル値とメモリに記憶されている値とを加算して記憶するとともに、この加算値を出力する。

## 【 0 0 5 2 】

バッファメモリ 4 0 3 は、積算部 4 0 2 の出力値を一時的に記憶するための R A M である。このバッファメモリ 4 0 3 は、矩形波生成部 2 0 2 と、積算部 4 0 2 と、ピーク検出部 4 0 4 と、重心演算部 4 0 5 とに接続されており、積算部 4 0 2 から出力された加算値を検出データとして記憶する。そして、このバッファメモリ 4 0 3 には、矩形波生成部 2 0 2 から出力されたクロックパルスと、後述する X 軸アドレスカウンタ 4 0 6 から出力された X 軸アドレス情報とが入力される。そして、このバッファメモリ 4 0 3 は、クロックパルスが入力されたタイミングに応じて検出データを X 軸アドレス情報と共に記憶する。

30

## 【 0 0 5 3 】

ピーク検出部 4 0 4 は、バッファメモリ 4 0 3 に記憶されている検出データを比較して、この検出データのうち最も値の大きい検出データをピーク値として検出するためのものである。このピーク検出部 4 0 4 は、バッファメモリ 4 0 3 と、重心演算部 4 0 5 とに接続されている。そして、このピーク検出部 4 0 4 において検出されたピーク値は、後段の重心演算部 4 0 5 及び領域判定部 4 0 7 に出力される。

40

## 【 0 0 5 4 】

重心演算部 4 0 5 は、取得したデータから重心の座標を演算するためのもので、バッファメモリ 4 0 3 と、ピーク検出部 4 0 4 と、カウンタ 3 0 6 と、後述する領域判定部 4 0 7 と、スイッチデータ生成部 2 0 7 b とに接続されている。この重心演算部 4 0 5 には、スイッチデータ生成部 2 0 7 b から出力される第二 Y 軸アドレスと、矩形波生成部 2 0 2 から出力されるクロックパルスと、後述する X 軸アドレスカウンタ 4 0 6 から出力される X 軸アドレスとが入力される。

## 【 0 0 5 5 】

50

そして、この重心演算部 405 は、ピーク検出部 404 から入力されたピーク値を示すバッファメモリ 403 上のアドレスと、スイッチデータ生成部 207b から入力された第二 Y 軸アドレスとを基にして、少なくともこのピーク値を示したバッファメモリ 403 上のアドレス及びこのアドレスの前後のアドレスに記憶されたデータをバッファメモリ 403 から取得して、これら三つのデータの重心を演算する。

【0056】

この重心演算部 405 の演算結果である重心の位置は、センサ基板 203 上の指の位置、すなわち位置データとなる。

【0057】

X 軸アドレスカウンタ 406 は、矩形波生成部 202 から出力されるクロックパルスを計数するためのもので、その計数値は矩形波生成部 202 から出力されるリセットパルスでリセットされる。この X 軸アドレスカウンタ 406 の出力値（計数結果）は、X 軸電極 209 を構成する電極のうちの一を選択した値となる。

そして、この X 軸アドレスカウンタ 406 の出力値は、X 軸アドレスとして、バッファメモリ 403 及び重心演算部 405 に供給される。

【0058】

領域判定部 407 は、取得したデータから、人体の指が位置検出装置 101 の位置検出平面 102 上に存在するか否か、存在するならばどの箇所（領域）に存在するのかを判定する。この領域判定部 407 は、ピーク演算部 304 とスイッチデータ生成部とに接続されている。そして、この領域判定部 407 には、スイッチデータ生成部 207b から出力される第一 Y 軸アドレスが入力される。

領域判定部 407 は、指の存在を検出すると、切替信号と、その指の Y 座標である第一 Y 軸アドレスを、検出 Y 軸アドレスとしてスイッチデータ生成部 207b へ出力する。

【0059】

本実施形態の位置検出装置 101 は、センサ基板 203 上に存在する指の位置を、二つのモードで探索する。

一つは、センサ基板 203 を大まかな領域で分割して指の存在を検出する粗探索モードであり、もう一つは、センサ基板 203 の、指の存在が判明した領域の中で精緻に指の位置を検出する微探索モードである。

領域判定部 407 は、位置検出装置 101 が粗探索モードの時に動作し、指の存在の有無と、指の存在する領域を判定する。指の存在とその領域が判明した時は、その旨を示す切替信号をスイッチデータ生成部 207b に出力する。

重心演算部 405 は、位置検出装置 101 が微探索モードの時に動作し、領域判定部 407 が検出した指の存在する領域の範囲内で、指の存在する位置を重心演算にて算出する。

位置検出装置 101 の位置検出平面から指が離れると、重心演算部 405 は領域判定部 407 に指が位置検出平面上に存在しない旨の信号を出力する。領域判定部 407 はこれを受けて、切替信号を再度反転させ、粗探索モードを実行する。

【0060】

次に、矩形波生成部の動作原理を図 5 及び図 6 に従って説明する。なお、説明を簡単にするために、X 軸電極 209 を構成する任意の電極である第一の X 軸電極 502 及び第二の X 軸電極 503 に矩形波を供給した時に、Y 軸電極 210 の任意の一の電極である第一の Y 軸電極 506a から出力される信号を例示する。

第一の X 軸電極 502、第二の X 軸電極 503 及び第一の Y 軸電極 506a に着目すると、図 4 に示す矩形波生成部 202、X 軸電極 209、Y 軸電極 210 及び差動増幅部 205 は、図 5 に示す等価回路で表すことができる。すなわち、この第一の X 軸電極 502 と第二の X 軸電極 503 に矩形波を供給する矩形波生成部 202 は、第一の X 軸電極 502 と第二の X 軸電極 503 のそれぞれに矩形波を供給するので、第一矩形波電圧源 504 及び第二矩形波電圧源 505 とみなすことができる。

なお、この図 5 中では、指 507 の存在を点線で示している。

## 【0061】

また、図4に示す差動増幅部205は、第一のY軸電極506aに接続されるオペアンプ512aと抵抗R513aとからなる電流電圧変換回路514aと、第二のY軸電極506bに接続されるオペアンプ512bと抵抗R513bとからなる電流電圧変換回路514bと、電流電圧変換回路514aに接続される抵抗R515a、電流電圧変換回路514bに接続される抵抗R515b及び抵抗R516とオペアンプ517とからなる差動増幅器518とから構成される。

そして、電流電圧変換回路514aを構成するオペアンプ512aの入力端子は、周知のイマジナルショート現象によって、仮想的にショートした状態が維持される。したがって、第一のY軸電極506aから見ると、接地されたのと等しい状態になる。なお、電流電圧変換回路514bも電流電圧変換回路514aと同様である。

10

## 【0062】

電流電圧変換回路514a及び514bは、微弱な電流を電圧に変換して、増幅する。そして、この増幅された電圧信号は差動増幅器518に入力され、後段の回路にとってより扱い易い信号レベルまで増幅される。なお、差動増幅器518は第一のY軸電極506a及び第二のY軸電極506bに同相にて混入するノイズを打ち消す効果がある。

## 【0063】

次に、指507が電極の交点に近接した場合と近接していない場合とにおける、第一のY軸電極506aに現れる電流波形の違いについて説明する。

## 【0064】

20

コンデンサに矩形波の電圧を印加すると、その立ち上がり立ち下りの時にのみ、コンデンサに電流が流れる。第一のX軸電極502と第一のY軸電極506aの交点にはコンデンサが形成されているので、この交点に形成されたコンデンサにも同様の現象が生じる。

## 【0065】

したがって、時点t0に立ち上がる矩形波信号をX軸電極に印加すると、指507が電極の交点に近接していない場合、すなわち、第二矩形波電圧源505が第二のX軸電極503に図6(a)に示す矩形波を印加した場合は、第二のX軸電極503と第一のY軸電極506aとの間に構成されるコンデンサには、その印加した矩形波信号の立ち上がり時にのみ電流が流れる。その結果、このコンデンサに流れる電流は図6(b)に示す波形となる。

30

## 【0066】

これに対し、指507が電極の交点に近接している場合、すなわち、第一矩形波電圧源504が第一のX軸電極502に図6(a)に示す矩形波信号を印加した場合は、第一のX軸電極502から発される電気力線の一部が指507に吸収される。その結果、電極の交点に指507が近接していない場合(図6(b))に比べて、その交点に指507が近接する場合(図6(c))の電極の交点に形成されるコンデンサの静電容量は減少するので、図6(c)は図6(b)と比べて電流波形の総面積が小さくなっている。なお、周知の通り、電流波形の総面積は、コンデンサに蓄電された電荷に相当する。

## 【0067】

40

また、時点t0に立ち下がる矩形波信号をX軸電極に印加すると、指507が電極の交点に近接していない場合、すなわち、第二矩形波電圧源505が第二のX軸電極503に図6(d)に示す矩形波を印加した場合は、第二のX軸電極503と第一のY軸電極506aとの間に構成されるコンデンサには、その印加した矩形波信号の立ち下がり時にのみ電流が流れる。その結果、このコンデンサに流れる電流は図6(e)に示す波形となる。

## 【0068】

次に、第一のX軸電極502と第二のX軸電極503の双方に、時刻t0の時点で同時に矩形波信号を印加した場合について説明する。

## 【0069】

指507が第一のX軸電極502と第一のY軸電極506aとの交点に近接していない

50

場合に、時点  $t_0$  において立ち上がる矩形波信号（図 6（a））を第一の X 軸電極 502 に印加した時の電流波形（図 6（b））と、時点  $t_0$  において立ち下がる矩形波信号（図 6（d））を第一の X 軸電極 502 に印加した時の電流波形（図 6（e））とを比較すると、両者は時間軸  $t$  に対し、線対称の関係になる。そこで、隣接する X 軸電極（例えば、第一の X 軸電極 502 と第二の X 軸電極 503）の一方に図 6（a）に示す電圧を、他方に図 6（d）に示す電圧を同時に印加すると、第二の Y 軸電極 506 b には図 6（b）に示す電流と、図 6（e）に示す電流とが同時に流れることになる。

すなわち、時点  $t_0$  において、指 507 が第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a との交点に近接していない場合に、第一矩形波電圧源 504 が第一の X 軸電極 502 に立ち上がり電圧（図 6（a））を印加し、第二矩形波電圧源 505 が第二の X 軸電極 503 に立ち下がり電圧（図 6（d））を印加したとすると、第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a の交点によって形成されるコンデンサの静電容量と、第二の X 軸電極 503 と第一の Y 軸電極 506 a の交点によって形成されるコンデンサの静電容量が等しくなるので、それぞれの交点に発生する電流が打ち消し合う。その結果、第一の Y 軸電極 506 a には、電流波形は発生しない（図 6（f））。

#### 【0070】

これに対し、指 507 が第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a との交点に近接している場合に、時点  $t_0$  において立ち上がる矩形波信号（図 6（a））を第一の X 軸電極 502 に印加した時の電流波形（図 6（c））と、時点  $t_0$  において立ち下がる矩形波信号（図 6（d））を第一の X 軸電極 502 に印加した時の電流波形（図 6（e））とを比較すると、両者は時間軸  $t$  に対し、線対称の関係にならない。そこで、隣接する X 軸電極（例えば、第一の X 軸電極 502 と第二の X 軸電極 503）の一方に図 6（a）に示す電圧を、他方に図 6（d）に示す電圧を同時に印加すると、第一の Y 軸電極 506 a には図 6（c）に示す電流と、図 6（e）に示す電流とが同時に流れることになる。

すなわち、時点  $t_0$  において、指 507 が第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a との交点に近接している場合に、第一矩形波電圧源 504 が第一の X 軸電極 502 に立ち上がり電圧（図 6（a））を印加し、第二矩形波電圧源 505 が第二の X 軸電極 503 に立ち下がり電圧（図 6（d））を印加したとすると、第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a の交点によって形成されるコンデンサの静電容量は、第二の X 軸電極 503 と第一の Y 軸電極 506 a の交点によって形成されるコンデンサよりも静電容量が減少している。その結果、第一の Y 軸電極 506 a には負方向に電流波形が発生する（図 6（g））。

#### 【0071】

以上に説明したように、X 軸電極と Y 軸電極との交点に指 507 が近接すると、その交点に形成されたコンデンサの静電容量が減少する。静電容量が減少した交点に立ち上がりあるいは立ち下がる電圧変化を加え、他の交点に現れる電圧変化によって生じる電流との合成電流波形が、Y 軸電極に現れる。

#### 【0072】

一方、第二の Y 軸電極 506 b には、図 5 に示すように、指 507 は近接していない。したがって、第二の Y 軸電極 506 b には電流は生じないこととなる。

差動増幅器 518 には、第一の Y 軸電極 506 a の電流波形を電圧変換した信号と、第二の Y 軸電極 506 b の電流波形を電圧変換した信号とが逆位相で入力され、差動増幅される。したがって、指 507 が第一の X 軸電極 502 と第一の Y 軸電極 506 a との交点に近接している時には、差動増幅器 518 からは、第一の Y 軸電極 506 a に生じた電流波形と同じ波形の電圧信号が出力される。

#### 【0073】

次に、指の検出動作について、図 4 及び図 7 に従って説明する。なお、図 7 では説明の便宜上、図 5 の電流電圧変換回路 514 a から得られる信号の波形について注目する。

#### 【0074】

図 7（a）は、センサ基板 203 の、図 2 の A - A' における一部断面図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

図 7 ( b )、( c )、( d )、( e )、( f )、( g ) 及び ( h ) は、図 7 ( a ) に示す X 軸電極 2 0 9 のうちの任意の X 軸電極 7 0 2 a ~ 7 0 2 g に印加する電圧をタイミングを示す波形図である。ここで、図 7 ( b ) ~ ( h ) 中の時点 t 1 ~ t 7 は、各 X 軸電極 7 0 2 a ~ 7 0 2 g にワンショットパルスが印加された時点を示しており、時点 t 2 は時点 t 1 から 1 クロック後を示し、同様に、各時点 t n は t ( n - 1 ) から 1 クロック後の時点を示している。

## 【 0 0 7 6 】

ところで、矩形波生成部 2 0 2 は、シフトレジスタ 3 0 8 の有効ビットセル 3 0 9 a に値「1」が入力されたときに、この有効ビットセル 3 0 9 a に接続されている X 軸電極 7 0 2 a に電圧を印加する。そして、矩形波生成部 2 0 2 は、この有効ビットセル 3 0 9 a に値「1」が入力されている間、X 軸電極 7 0 2 a に電圧を印加し続ける。その後、矩形波生成部 2 0 2 は、有効ビットセル 3 0 9 a に値「0」が入力されたときに、X 軸電極 7 0 2 a への電圧の印加を終了する。ここで、シフトレジスタ 3 0 8 が X 軸電極 7 0 2 a に電圧を印加する時間は、分周器 3 0 3 において分周されて出力されたクロックを使用しているから、値「1」は連続して 3 回、シフトレジスタ 3 0 8 に入力されるので、シフトレジスタ 3 0 8 に入力されたクロックの 3 回分に相当する時間となる。その結果、例えば、X 軸電極 7 0 2 a にワンショットパルスが印加された時点 t 1 を基準とすると、X 軸電極 7 0 2 a に印加されたワンショットパルスの立ち下がり、時点 t 4 に到達することになる。

## 【 0 0 7 7 】

以上のように、矩形波生成部 2 0 2 は、この矩形波生成部 2 0 2 のシフトレジスタ 3 0 8 に接続されている X 軸電極 7 0 2 a ~ 7 0 2 g にワンショットパルスを順次印加する。そして、各 X 軸電極 7 0 2 a ~ 7 0 2 g のうち、立ち上がり時点と立ち下がり時点とが同時となるワンショットパルスの組み合わせで発生する電流は相殺されるので、Y 軸電極 7 0 3 には電流波形が発生しない。例えば、X 軸電極 7 0 2 c に印加されるワンショットパルスの立ち下がり時点で Y 軸電極 7 0 3 に発生する電流と、X 軸電極 7 0 2 f に印加されるワンショットパルスの立ち上がり時点で Y 軸電極 7 0 3 に発生する電流とが合成される場合がこれに該当する。

同様に、同一の時点（例えば、時点 t 6）に立ち上がるワンショットパルスと、立ち下がるワンショットパルスとが存在する場合には、Y 軸電極 6 0 3 には電流が発生せず、X 軸電極 7 0 2 の各 X 軸電極の全てにワンショットパルスを印加した場合にも、同様に電流波形は発生しないことになる。

## 【 0 0 7 8 】

ところが、図 7 ( a ) に示すように、X 軸電極 6 0 2 d と Y 軸電極 6 0 3 との交点には指 5 0 7 が近接しているので、X 軸電極 6 0 2 d と、7 0 2 a 及び 7 0 2 g とのそれぞれに印加したワンショットパルスにより Y 軸電極 6 0 3 に発生するそれぞれの電流同士を合成しても 0 にならない。その結果、Y 軸電極 6 0 3 には、図 7 ( i ) に示すように、t 4 時点と t 7 時点とに、それぞれ電流波形が現れる。この t 4 時点には、指 5 0 7 が近接している X 軸電極 6 0 2 d に対し、X 軸電極 6 0 2 d に印加されたワンショットパルスの立ち上がりと同時に X 軸電極 7 0 2 a に印加されたワンショットパルスの立ち下がりが見れる。また、t 7 時点には、X 軸電極 6 0 2 d に印加されたワンショットパルスの立ち下がりと同時に X 軸電極 7 0 2 g に印加されたワンショットパルスの立ち上がりが見れる。

## 【 0 0 7 9 】

図 7 ( j ) は、Y 軸電極 6 0 3 に現れる電流波形を積分した波形である。位置算出部 2 0 7 a 内の積算部 4 0 2 の出力データを仮想的にアナログ表現にしたものである。

図 7 ( i ) に示すように、Y 軸電極 6 0 3 に現れる電流波形は、ゼロ電位を中心にほぼ対称な正弦波交流波形となる。そこで、この電流波形をそのまま積分をすれば、図 7 ( j ) に示すように、負方向にピークを持つ波形が得られる。ピーク検出部 4 0 4 は、この波形のピークに最も近いサンプルクロックの値を捉える。そして、重心演算部 4 0 5 はこの

ピーク検出部 404 が得た値と、その前後の値の、三つの値を基に重心演算を行う。

【0080】

重心演算部 405 は、センサ基板 203 の X 軸方向と Y 軸方向のピークを示す位置を特定するために、X 軸アドレスカウンタ 406 から X 軸方向のアドレスデータを、スイッチデータ生成部 207 b から Y 軸方向のアドレスデータを受け取る。そして、これらのアドレスデータと重心演算の結果とを基に、真のピーク値とその時間軸上の位置を算出する。重心演算部 405 は、算出した結果をセンサ基板 203 に近接した指の位置を示す位置データとして出力する。

【0081】

次に、受信選択スイッチ部 204 の構成及び動作について、図 8 を参照して説明する。この受信選択スイッチ 204 は、シフトレジスタ 802 と、レジスタ 803 と、NOT ゲート 804 と、切替スイッチ 805 とから構成されている。

シフトレジスタ 802 は、直列入力・並列出力型のシフトレジスタであり、複数のセル 802 a ~ 802 n を有している。このシフトレジスタ 802 には、後述するスイッチデータ生成部 207 b から出力された読み出しクロックと、スイッチデータとが入力されるようになっている。そして、このシフトレジスタ 802 は、スイッチデータ生成部 207 b から入力された読み出しクロックのタイミングに従って、スイッチデータ生成部 207 b から入力されたスイッチデータを順次、この複数のセル 802 a ~ 802 n に入力する。この複数のセル 802 a ~ 802 n は、それぞれの出力端子がレジスタ 803 の各セル 803 a ~ 803 n に接続されている。

レジスタ 803 は、シフトレジスタ 802 を構成する複数のセルと同数の複数のセル 803 a ~ 803 n から構成されている。これらのセル 803 a ~ 803 n は、例えば、周知のラッチ R - S 型フリップフロップである。そして、このレジスタ 803 の各セル 803 a ~ 803 n には、シフトレジスタ 802 の各セル 802 a ~ 802 n から出力された値が入力される。

【0082】

NOT ゲート 804 は、レジスタ 803 に供給するストロブ信号を生成するためのもので、矩形波生成部 202 から入力されたリセットパルスを反転することで、ストロブ信号を生成する。このストロブ信号が入力されることにより、レジスタ 803 は、シフトレジスタ 802 にリセットパルスが入力されるタイミング、すなわちストロブ信号が入力されるタイミングで、各セル 803 a ~ 803 n に保持されている論理値を、この各セル 803 a ~ 803 n のそれぞれに接続されているシフトレジスタ 802 の各セル 802 a ~ 802 n の値に更新する。さらに、レジスタ 803 の各セル 803 a ~ 803 n は、切替スイッチ 805 の各スイッチ 805 a ~ 805 n にそれぞれ接続されている。

切替スイッチ 805 は、シフトレジスタ 802 及びレジスタ 803 と同数の、例えば、複数のアナログ電子スイッチ 805 a ~ 805 n から構成されており、レジスタ 803 が保持する値に基づいて、Y 軸電極 210 の各電極を選択的に差動増幅部 205 のプラス側入力端子又はマイナス側入力端子のいずれかに接続する。

【0083】

図 9 は、スイッチデータ生成部 207 b の機能ブロック図である。

マイコンのプログラムにより実現されるスイッチデータ生成部 207 b は、粗探索データ 902 と微探索データ 903 の二種類のデータと、粗探索データ 902 を読み出す第一読み出し制御部 904 と、微探索データ 903 を読み出す第二読み出し制御部 905 と、第一読み出し制御部 904 及び第二読み出し制御部 905 にクロックを供給するための読み出しクロック生成部 906 と、第一読み出し制御部 904 及び第二読み出し制御部 905 が出力するスイッチデータを選択的に出力する切替スイッチ 907 とよりなる。

なお、図 9 以降の説明では、Y 軸電極 210 の電極が 20 本あるものと仮定して説明する。

【0084】

第一読み出し制御部 904 は、図示しない ROM 或は RAM に格納されている粗探索デ

10

20

30

40

50

ータ 902 を、領域判定部 407 が出力する切替信号と、矩形波生成部 202 が出力するリセットパルスに基づき、読み出しクロック生成部 906 が生成する読み出しクロックのタイミングに従って読み出す。

粗探索データ 902 は、Y 軸電極 210 の各電極が差動増幅部 205 のどちらの入力端子に接続されるのかを制御するためのスイッチデータである。粗探索データ 902 の各ビットはシフトレジスタ 802 に入力されるデータである。つまり、粗探索データ 902 のビット数は、Y 軸電極 210 の電極の本数に等しい。図 9 では、粗探索データ 902 は 20 ビットで構成されている。

#### 【0085】

第二読み出し制御部 905 は、図示しない ROM に格納されている微探索データ 903 を、領域判定部 407 が出力する検出 Y 軸アドレスと、矩形波生成部 202 が出力するリセットパルスに基づき、読み出しクロック生成部 906 が生成する読み出しクロックのタイミングに従って読み出す。

微探索データ 903 も粗探索データ 902 と同様に、Y 軸電極 210 の各電極が差動増幅部 205 のどちらの入力端子に接続されるのかを制御するためのスイッチデータである。つまり、微探索データ 903 のビット数も、Y 軸電極 210 の電極の本数に等しい。図 9 では、微探索データ 903 も 20 ビットで構成されている。

#### 【0086】

読み出しクロック生成部 906 は、第一読み出し制御部 904 に対して、粗探索データ 902 を読み出すタイミングのクロックを供給する。この読み出しクロックは、第二読み出し制御部 905 に対して、微探索データ 903 を読み出すタイミングのクロックにもなる。

更に、この読み出しクロックは、図 8 の受信選択スイッチ部 204 内のシフトレジスタ 802 にスイッチデータを書き込む際のクロックにもなる。

#### 【0087】

前述の通り、粗探索データ 902 及び微探索データ 903 は、Y 軸電極 210 の電極の数と等しい数のビット数を備える。本実施形態の場合、Y 軸電極 210 の電極が 20 本あるので、粗探索データ 902 及び微探索データ 903 は、それぞれ 20 ビットである。

#### 【0088】

第一読み出し制御部 904 は、粗探索データ 902 の読み出し開始位置を一定の規則で変換した値を第一 Y 軸アドレスとして領域判定部 407 へ出力する。

第二読み出し制御部 905 は、微探索データ 903 の読み出し開始位置を一定の規則で変換した値を第二 Y 軸アドレスとして重心演算部 405 へ出力する。

また、第一読み出し制御部 904 が出力するスイッチデータと第二読み出し制御部 905 が出力するスイッチデータは、切替スイッチ 907 によって選択的に受信選択スイッチ部 204 へ出力される。

更に、読み出しクロックも受信選択スイッチ部 204 へ出力される。

#### 【0089】

図 10 は、粗探索データ 902 及び微探索データ 903 の内容を説明する模式図である。

図 10 では、粗探索データ 902 及び微探索データ 903 を構成するビットをそれぞれ並べて、各ビットに符号を付している。

#### 【0090】

粗探索データ 902 は、以下のように構成される。

まず、ビット位置 P1 から P4 までの、4 個のビットの値は「0」である。次に、ビット位置 P5 から P8 までの、4 個のビットの値は「1」である。そして、ビット位置 P9 から P20 までの、残りの 12 個のビットの値は、「0」と「1」が交互に連続して繰り返されるパターンである。

微探索データ 903 は、以下のように構成される。

まず、ビット位置 P1 から P3 までの、3 個のビットの値は「0」である。次に、ビッ

10

20

30

40

50

ト位置 P 4 から P 6 までの、3 個のビットの値は「1」である。そして、ビット位置 P 7 から P 20 までの、残りの 14 個のビットの値は、「0」と「1」が交互に連続して繰り返されるパターンである。

#### 【0091】

粗探索データ 902 及び微探索データ 903 のいずれも、値が「0」のビットが複数連続し、その後に値が「1」のビットが複数連続し、その後は値が「0」と「1」のビットの組み合わせが複数連続する。

粗探索データ 902 の、値が「0」のビットが複数連続し、その後に値が「1」のビットが複数連続しているパターンは、「00001111」と並んでいる。

微探索データ 903 の、値が「0」のビットが複数連続し、その後に値が「1」のビットが複数連続しているパターンは、「000111」と並んでいる。

これに対し、粗探索データ 902 の、値が「0」と「1」のビットの組み合わせが複数連続して繰り返されるパターンは、「010101010101」と並んでいる。

同様に、微探索データ 903 の、値が「0」と「1」のビットの組み合わせが複数連続して繰り返されるパターンは、「01010101010101」と並んでいる。

#### 【0092】

この、値が「0」と「1」のビットの組み合わせが複数連続して繰り返されるパターンは、Y 軸電極 210 の該当する電極を、差動増幅部 205 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に、交互に接続する。このため、この領域に指を近づけると、指の存在によって減少した静電容量によって得られる電流の変化が、差動増幅部 205 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子との両方に、逆位相で現れる。したがって、電流変化は相殺され、指の存在が検出できなくなる。

つまり、値が「0」と「1」のビットの組み合わせが複数連続して繰り返されるパターンのスイッチデータは、指の存在を検出しない「不感領域」を形成する。

逆に、値が「0」のビットが複数連続し、その後に値が「1」のビットが複数連続しているパターンのスイッチデータは、指の存在を検出する「有効領域」を形成する。

#### 【0093】

特許文献 1 では、指の存在を検出しない不感領域がなかった。不感領域がない場合、位置検出平面に近接する指が一本だけ存在する場合には、この検出方式が有効である。しかし、指の存在が複数あり得る場合は、位置検出平面をスキャンする際、指の存在を検出する箇所と、指の存在を検出しない箇所とで分割しないと、精緻な検出ができなくなってしまう。

#### 【0094】

Y 軸電極 210 に不感領域を設ける方法としては、特許文献 2 に示すように、電極を差動増幅部 205 に接続しない、という手法が考えられる。しかし、この場合、図 8 の切替スイッチ 805 を、スリーステート型にしなければならなくなる。また、そのためにシフトレジスタ 802 及びレジスタ 803 も、非接続状態を作るための、もう一つ分のビットを必要とする。これは回路規模が大きくなってしまう。

#### 【0095】

図 11 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h)、(i)、(j)、(k)、(l)、(m)、(n)、(o)、(p)、(q)、(r) 及び (s) は、スイッチデータ生成部 207 b が生成し出力するスイッチデータを示す図である。

#### 【0096】

図 11 (a)、(b)、(c) 及び (d) は、スイッチデータ生成部 207 b が粗探索モードの時に出力されるスイッチデータの遷移を示す。スイッチデータの「- (マイナス)」は、粗探索データ 902 の値が「0」のビットに相当し、Y 軸電極 210 の当該電極を差動増幅部 205 のマイナス側入力端子に接続すべく、切替スイッチ 805 を制御することを意味する。スイッチデータの「+ (プラス)」は、粗探索データ 902 の値が「1」のビットに相当し、Y 軸電極 210 の当該電極を差動増幅部 205 のプラス側入力端子に接続すべく、切替スイッチ 805 を制御することを意味する。



## 【 0 0 9 7 】

図 1 1 ( a ) のスイッチデータの「 - ( マイナス ) 」を「 0 」と、「 + ( プラス ) 」を「 1 」と読み替えると、図 9 の粗探索データ 9 0 2 のスイッチデータ 8 0 2 a と同じである。つまり、図 1 1 ( a ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( a ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、図 9 の粗探索データ 9 0 2 を、第一読み出し制御部 9 0 4 が読み出し位置 P 2 0 から順番に P 1 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

## 【 0 0 9 8 】

図 1 1 ( b ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( b ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( a ) の状態から、図 9 の粗探索データ 9 0 2 を、第一読み出し制御部 9 0 4 が読み出し位置 P 2 0 から順番に P 1 7 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

10

同様に、図 1 1 ( c ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( c ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( b ) の状態から、図 9 の粗探索データ 9 0 2 を、第一読み出し制御部 9 0 4 が読み出し位置 P 1 6 から順番に P 1 3 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

同様に、図 1 1 ( d ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( d ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( c ) の状態から、図 9 の粗探索データ 9 0 2 を、第一読み出し制御部 9 0 4 が読み出し位置 P 1 2 から順番に P 9 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

20

## 【 0 0 9 9 】

図 1 1 ( d ) の状態から図 1 1 ( a ) の状態に移行するには、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( d ) の状態から、図 9 の粗探索データ 9 0 2 を、第一読み出し制御部 9 0 4 が読み出し位置 P 8 から順番に P 1 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

## 【 0 1 0 0 】

つまり、シフトレジスタ 8 0 2 が初期状態のときには、一度だけ粗探索データ 9 0 2 の全てのビットをシフトレジスタ 8 0 2 に書き込む ( 図 1 1 ( a ) ) 。その後は、粗探索データ 9 0 2 の下位ビットから順番に、4 ビット ( 図 1 1 ( b ) ) 、4 ビット ( 図 1 1 ( c ) ) 、4 ビット ( 図 1 1 ( d ) ) 、そして 8 ビット ( 図 1 1 ( a ) ) の順に上位ビットまで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

30

以上に述べたように、第一読み出し制御部 9 0 4 は、読み出し位置を変えながら、図 9 の下から上方向に粗探索データ 9 0 2 を読み出す。つまり、第一読み出し制御部 9 0 4 は、粗探索データ 9 0 2 をループ状に図 9 の下から上方向へ読み出す。

## 【 0 1 0 1 】

図 1 1 ( e ) 、( f ) 、( g ) 、( h ) 、( i ) 、( j ) 、( k ) 、( l ) 、( m ) 、( n ) 、( o ) 、( p ) 、( q ) 、( r ) 及び ( s ) は、スイッチデータ生成部 2 0 7 b が微探索モードの時に出力されるスイッチデータの遷移を示す。

40

図 1 1 ( e ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( e ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 2 0 から順番に P 1 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

## 【 0 1 0 2 】

図 1 1 ( f ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( f ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( e ) の状態から、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 2 0 のビットだけを読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

50

図 1 1 ( g ) は、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( g ) の状態で差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子またはマイナス側入力端子に接続されていることを示すと共に、シフトレジスタ 8 0 2 が図 1 1 ( f ) の状態から、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 1 9 のビットだけを読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込んだ結果である。

以下同様に、図 1 1 ( h ) から図 1 1 ( s ) まで、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 1 8、P 1 7、P 1 6 ... P 7 まで、1 ビットずつ読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

そして、図 1 1 ( s ) の状態から図 1 1 ( e ) の状態に移行するには、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 6 から P 1 までの、6 ビット分のデータを読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

10

#### 【 0 1 0 3 】

但し、微探索モードでは、図 1 1 ( e ) から図 1 1 ( s ) の状態に至るまで、Y 軸電極 2 1 0 を遷移させることは行わない。微探索モードは、予め粗探索モードで指の存在する領域を確認した後、その領域内に存在する指の位置を精緻に検出するためのモードである。したがって、微探索モードは、粗探索モードで確認した領域の範囲内だけで探索する。

例えば、粗探索モードの図 1 1 ( a ) で指の存在を認識した場合、微探索モードは図 1 1 ( e ) から図 1 1 ( j ) までの状態を繰り返す。図 1 1 ( j ) から再度図 1 1 ( e ) の状態に移行するには、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 1 5 から P 1 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

20

同様に、粗探索モードの図 1 1 ( b ) で指の存在を認識した場合、微探索モードは図 1 1 ( i ) から図 1 1 ( n ) までの状態を繰り返す。図 1 1 ( n ) から再度図 1 1 ( i ) の状態に移行するには、図 9 の微探索データ 9 0 3 を、第二読み出し制御部 9 0 5 が読み出し位置 P 1 1 から P 1 まで読み出し、更に読み出し位置 P 2 0 から P 1 7 まで読み出して、シフトレジスタ 8 0 2 に書き込む。

#### 【 0 1 0 4 】

図 1 2 ( a )、( b )、( c )、( d )、( e )、( f )、( g )、( h )、( i )、( j )、( k )、( l )、( m )、( n )、( o )、( p )、( q )、( r )、( s )、( t )、( u )、( v )、( w )、( x )、( y ) 及び ( z ) は、X 軸電極 2 0 9 と Y 軸電極 2 1 0 の状態の変化を示すタイムチャートである。この図 1 2 で示すタイムチャートは、図 1 1 ( a ) 及び ( b ) のスイッチデータを用いた時のタイムチャートを示すものである。

30

図 1 1 ( a ) のスイッチデータは、図 1 2 の時刻  $t_0$  から  $t_1$  までの間の図 1 2 ( g ) ~ ( z ) が対応する。同様に、図 1 1 ( b ) は、図 1 2 の時刻  $t_2$  から  $t_3$  までの間の図 1 2 ( g ) ~ ( z ) が対応する。

つまり、図 1 2 は、粗探索モードにおける X 軸電極 2 0 9 と Y 軸電極 2 1 0 の状態の変化を示すタイムチャートであり、Y 軸電極 2 1 0 が図 1 1 ( a ) と図 1 1 ( b ) の状態を抜粋して示す図である。

#### 【 0 1 0 5 】

図 1 2 ( a ) ~ ( f ) は、X 軸電極 2 0 9 に印加される電圧のタイミングを示す。矩形波生成部 2 0 2 は、図 7 ( b ) ~ ( h ) に示す電圧を X 軸電極 2 0 9 に印加する。この間、Y 軸電極 2 1 0 は一定の状態を維持する。これが、図 1 2 の  $t_0$  から  $t_1$  までの期間であり、 $t_2$  から  $t_3$  までの期間でもある。つまり、図 1 0 に示す各パターンは、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が、矩形波生成部 2 0 2 による X 軸電極 2 0 9 の一周分分のスキャンを実行する時のスイッチデータ（接続パターン）である。

40

#### 【 0 1 0 6 】

したがって、粗探索モードでは、最初に図 1 2 ( a ) の接続パターンを実行し、その次に図 1 2 ( b ) の接続パターンを実行し、その次に図 1 2 ( c ) の接続パターンを実行し、その次に図 1 2 ( d ) の接続パターンを実行する。このために、第一読み出し制御部 9 0 4 はリセットパルスと切替信号に基づき、粗探索データ 9 0 2 の読み出し開始位置を周

50

期的に変更する。

【 0 1 0 7 】

第一読み出し制御部 9 0 4 によって読み出されたスイッチデータは、切替スイッチ 9 0 7 を介して図 8 の受信選択スイッチ部 2 0 4 のシフトレジスタ 8 0 2 を通じてレジスタ 8 0 3 に読み込まれる。そして、Y 軸電極 2 1 0 の各電極がレジスタ 8 0 3 に読み込まれた接続パターンにて差動増幅部 2 0 5 に接続される。

【 0 1 0 8 】

粗探索モードとは、位置検出平面 1 0 2 上に指が存在するか、存在するとしたらどの領域に存在するのかを大まかに把握するための高速探索モードである。

図 1 3 ( a )、( b ) 及び ( c )、図 1 4 ( d )、( e ) 及び ( f ) は、粗探索モードの動作を模式的に説明する図である。

【 0 1 0 9 】

今、使用者が図 1 3 ( a ) に示すように、両手の人差し指で位置検出装置 1 0 1 の位置検出平面 1 3 0 2 に触れたとする。

図 1 3 ( b ) は、粗探索モードの最初の段階であり、図 1 3 ( a ) のスイッチデータが図 8 の受信選択スイッチ部 2 0 4 のシフトレジスタ 8 0 2 を通じてレジスタ 8 0 3 に読み込まれ、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 1 ( a ) の接続パターンにて差動増幅部 2 0 5 に接続された状態である。

右手の人差し指で触れた箇所が位置 P 1 3 0 3 であり、左手の人差し指で触れた箇所が位置 P 1 3 0 4 である。

Y 軸電極 2 1 0 の第一粗領域 R 1 3 0 5 に属する電極は、差動増幅部 2 0 5 のマイナス側入力端子に接続されているので、負極領域を形成している。

Y 軸電極 2 1 0 の第二粗領域 R 1 3 0 6 の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子に接続されているので、正極領域を形成している。

Y 軸電極 2 1 0 の他の領域の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領域を形成している。

使用者の左手の人差し指 ( 位置 P 1 3 0 4 ) が位置検出平面 1 3 0 2 の第一粗領域 R 1 3 0 5 に存在するので、この時点で指の存在が検出できる。

【 0 1 1 0 】

図 1 3 ( c ) は、粗探索モードの次の段階であり、図 1 3 ( b ) のスイッチデータが図 8 の受信選択スイッチ部 2 0 4 のシフトレジスタ 8 0 2 を通じてレジスタ 8 0 3 に読み込まれ、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 3 ( b ) の接続パターンにて差動増幅部 2 0 5 に接続された状態である。

Y 軸電極 2 1 0 の第一粗領域 R 1 3 0 5 の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領域を形成している。

Y 軸電極 2 1 0 の第二粗領域 R 1 3 0 6 の電極は、差動増幅部 2 0 5 のマイナス側入力端子に接続されているので、負極領域を形成している。

Y 軸電極 2 1 0 の第三粗領域 R 1 3 0 7 の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子に接続されているので、正極領域を形成している。

Y 軸電極 2 1 0 の他の領域の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領域を形成している。

使用者の両手の人差し指 ( 位置 P 1 3 0 3 及び P 1 3 0 4 ) が位置検出平面 1 3 0 2 上の不感領域に存在するので、この時点では指の存在を検出できない。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 ( d ) は、粗探索モードの次の段階であり、図 1 3 ( c ) のスイッチデータが図 8 の受信選択スイッチ部 2 0 4 のシフトレジスタ 8 0 2 を通じてレジスタ 8 0 3 に読み込まれ、Y 軸電極 2 1 0 の各電極が図 1 3 ( c ) の接続パターンにて差動増幅部 2 0 5 に接続された状態である。

Y 軸電極 2 1 0 の第一粗領域 R 1 3 0 5 及び第二粗領域 R 1 3 0 6 の電極は、差動増幅部 2 0 5 のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領

10

20

30

40

50

域を形成している。

Y軸電極210の第三粗領域R1307の電極は、差動増幅部205のマイナス側入力端子に接続されているので、負極領域を形成している。

Y軸電極210の第四粗領域R1308の電極は、差動増幅部205のプラス側入力端子に接続されているので、正極領域を形成している。

Y軸電極210の第五粗領域R1309の電極は、差動増幅部205のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領域を形成している。

使用者の右手の人差し指(位置P1303)が位置検出平面1302上の第四粗領域R1308に存在するので、この時点で指の存在が検出できる。

【0112】

10

図14(e)は、粗探索モードの最後の段階であり、図13(d)のスイッチデータが図8の受信選択スイッチ部204のシフトレジスタ802を通じてレジスタ803に読み込まれ、Y軸電極210の各電極が図13(d)の接続パターンにて差動増幅部205に接続された状態である。

Y軸電極210の第一粗領域R1305、第二粗領域R1306及び第三粗領域R1307の電極は、差動増幅部205のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に交互に接続されているので、不感領域を形成している。

Y軸電極210の第四粗領域R1308の電極は、差動増幅部205のマイナス側入力端子に接続されているので、負極領域を形成している。

Y軸電極210の第五粗領域R1309の電極は、差動増幅部205のプラス側入力端子に接続されているので、正極領域を形成している。

20

使用者の右手の人差し指(位置P1303)が位置検出平面1302上の第四粗領域R1308に存在するので、この時点で指の存在が検出できる。

【0113】

以上の検出結果を基に判断することで、位置検出平面1302の第一粗領域R1305と第四粗領域R1308にそれぞれ指が存在する可能性が認められる。そこで、次に微探索モードに移行する。

微探索モードは、図11(e)~(s)のうち、指の存在を特定した領域に該当する接続パターンのみを用いる。この時、領域の範囲よりやや広めに探索範囲を設定する。これを示すのが図14(f)である。

30

【0114】

図14(f)で示す第一粗領域R1305を探索するために、図11(e)、(f)、(g)、(h)及び(i)のパターンを用いる。第一粗領域R1305の範囲を探索するだけなら図11(e)、(f)、(g)及び(h)だけでよいが、より確実性を求めるため、図11(i)のパターンも用いる。この時、第一粗領域R1305よりも少し広い、境界線L1310だけ広い範囲で探索を行う。

【0115】

図14(f)で示す第四粗領域R1308を探索するために、図11(l)、(m)、(n)、(o)及び(p)を用いる。第四粗領域R1308の範囲を探索するだけなら図11(m)、(n)及び(o)だけでよいが、より確実性を求めるため、図11(l)及び(p)のパターンも用いる。この時、第四粗領域R1308よりも少し広い、境界線L1311及びL1312だけ広い範囲で探索を行う。

40

【0116】

図4の領域判定部407は、粗探索モードの時に、上述のように位置検出平面1302上の指の存在と大まかな領域の判定を行う。領域が判定できたら、領域判定部407は切替信号を反転させ、微探索モードに移行すると共に、指の存在を確認した領域の情報を検出Y軸アドレスとして図9の第二読み出し制御部905に出力する。

第二読み出し制御部905は、領域判定部407から与えられた検出Y軸アドレスに基づき、微探索データ903の読み出し位置を変更してスイッチデータとして出力する。

【0117】

50

前述の通り、粗探索データ902及び微探索データ903の読み出し位置は、Y軸電極210の状態を変更する際に、図11の下から上方向へ変化する。この読み出し位置を一定の規則で変換することで、Y軸電極210の位置、すなわちY軸アドレスに変換することができる。

#### 【0118】

図13及び図14にて説明したように、不感領域が存在することによって、どの領域に指が存在するのかを確実に特定することが可能になる。

#### 【0119】

本実施形態は、以下のような応用例が考えられる。

(1) 上述の実施形態では、指の位置を検出するために、粗探索モードと微探索モードの、二つのモードを設けていた。この技術思想を進めて、領域の大きさの違う粗探索モードを複数設け、広大でスキャンが高速な粗探索モードから徐々に領域の大きさを小さくした粗探索モードに移行することが考えられる。丁度、地図の縮尺を拡大するイメージである。

#### 【0120】

(2) 図10では、不感領域は「0」と「1」のビットが交互に繰り返されるパターンで形成されていたが、指の存在が検出できなくなる、一定の繰り返しパターンを形成するものであれば、この限りでない。例えば、「011001」という繰り返しパターン等がこれに該当する。この場合、Y軸電極210の電極の太さ及び間隔が指の太さに対して十分細かいことが条件となる。

不感領域は、指を検出できる領域(ここでは「有感領域」とする)を構成する、隣接する導体が差動増幅部の同一の端子に接続される本数よりも少ない本数の導体が、差動増幅部の同一の端子に接続されることによって成り立つ。例えば、有感領域が四本の導体の組で成り立つ場合、不感領域は三本以下の導体の組の繰り返しであればよい。

なお、差動増幅部205で信号を打ち消す効果を確実にするため、不感領域を形成する際、「0」のビットの総数と「1」のビットの総数が同一であることが好ましい。

#### 【0121】

本実施形態においては、位置検出装置を開示した。

静電式位置検出装置の受信側の電極を、差動増幅器で検出すると共に、マイナス側入力端子に接続される電極が複数本存在する領域と、プラス側入力端子に接続される電極が複数本存在する領域と、マイナス側入力端子に接続される電極とプラス側入力端子に接続される電極とが交互に存在する領域(不感領域)とを設けた。

この構成を採ることにより、全ての受信側電極は差動増幅器のプラス側入力端子或はマイナス側入力端子のいずれかの端子に必ず接続される構成となる。このため、受信電極と差動増幅器とを接続するスイッチの端子数を少なく、単純な構成にすることができる。また、受信電極が電氣的に浮遊した状態がなくなるので、従来技術と比べてノイズの混入が少なくなる。

この結果、従来技術と比べて低コストでありながら複数の指の存在を確実に検出することが可能になる静電式位置検出装置を提供できる。

#### 【0122】

以上、本発明の実施形態例について説明したが、本発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、他の変形例、応用例を含む。

#### 【符号の説明】

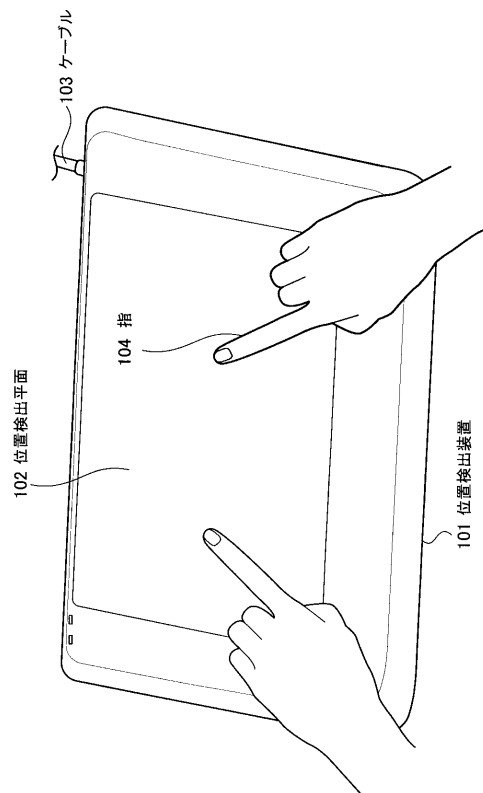
#### 【0123】

101...位置検出装置、102...位置検出平面、103...ケーブル、104...指、202...矩形波生成部、203...センサ基板、204...受信選択スイッチ部、205...差動増幅部、206...A/D変換器、207a...位置算出部、207b...スイッチデータ生成部、209...X軸電極、210...Y軸電極、302...クロック生成部、303...分周器、304...ANDゲート、305...デジタルコンパレータ、306...カウンタ、307...定数

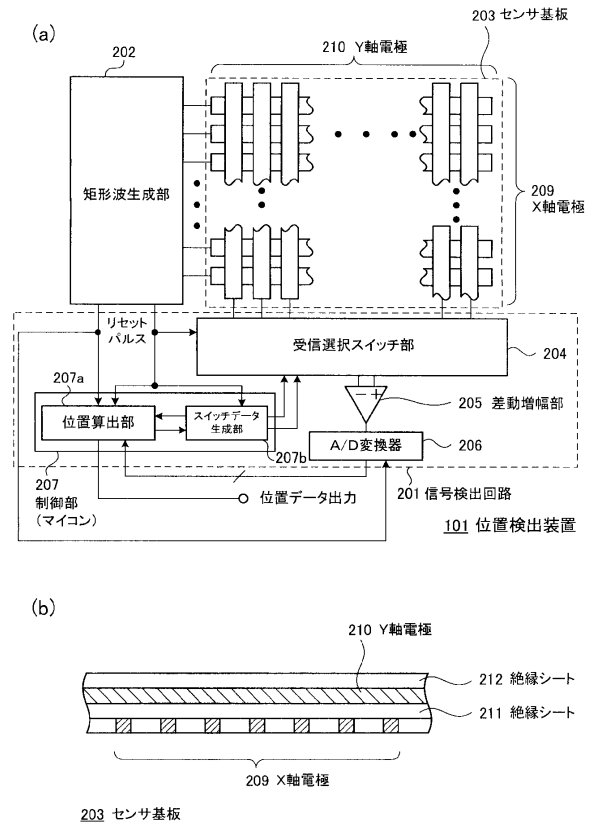
n、308...シフトレジスタ、311...モノステーブルマルチバイブレータ、402...積算部、403...バッファメモリ、404...ピーク算出部、405...重心演算部、406...X軸アドレスカウンタ、407...領域判定部、502...第一のX軸電極、503...第二のX軸電極、504...第一矩形波電圧源、505...第二矩形波電圧源、506a...第一のY軸電極、506b...第二のY軸電極、512a、512b...オペアンプ、514a、514b...電流電圧変換回路、R513a、R513b、R515a、R515b、R516a、R516b...抵抗、517...オペアンプ、518...差動増幅器、507...指、702a、702b、702c、702d、702e、702f、702g...X軸電極、703...Y軸電極、802...シフトレジスタ、803...レジスタ、804...NOTゲート、805...切替スイッチ、902...粗探索データ、903...微探索データ、904...第一読み出し制御部、905...第二読み出し制御部、906...読み出しクロック生成部、907...切替スイッチ

10

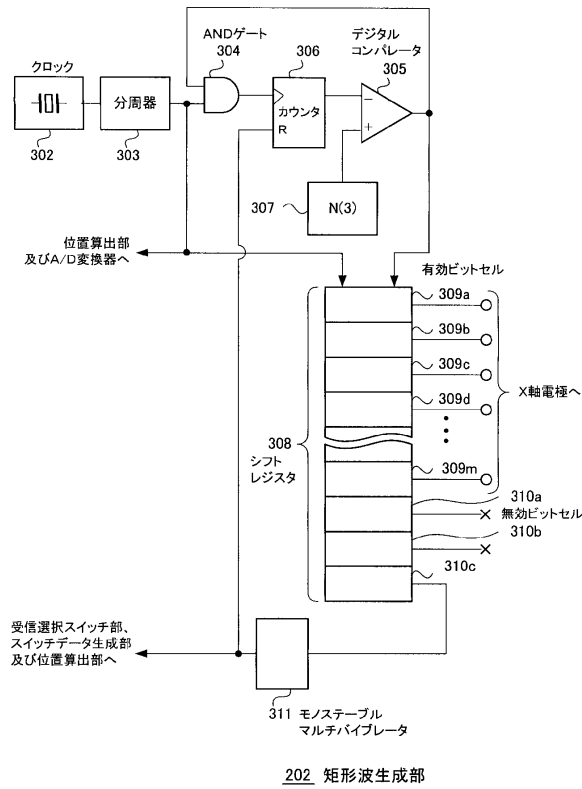
【図1】



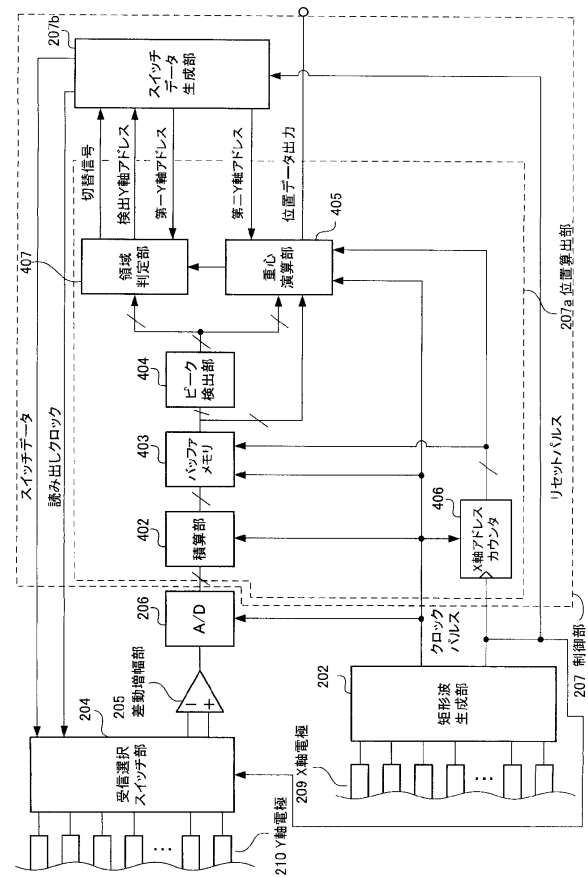
【図2】



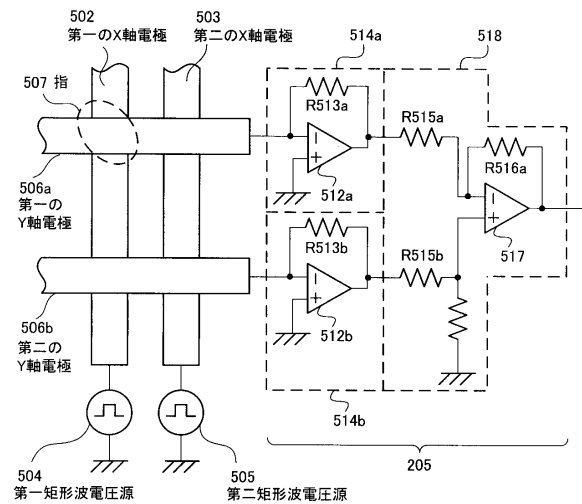
【図 3】



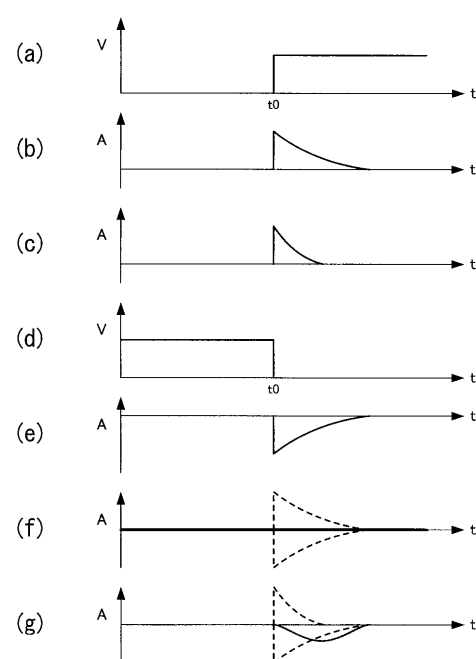
【図 4】



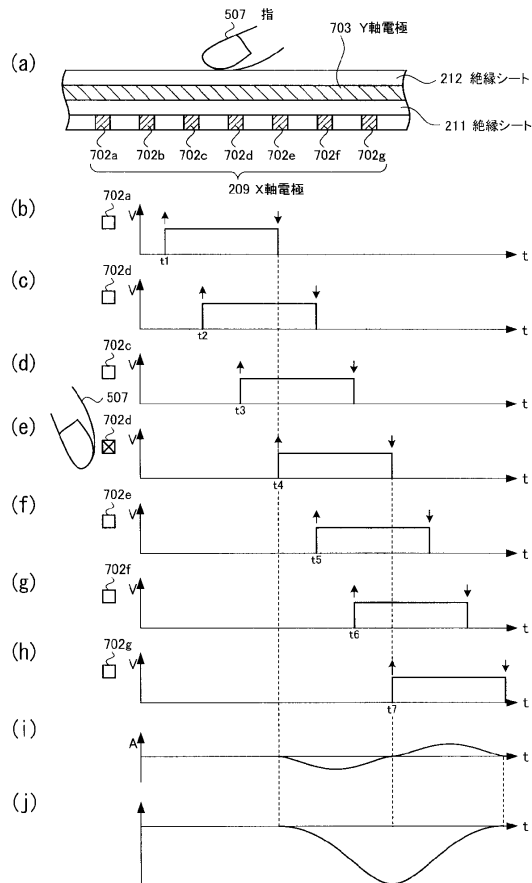
【図 5】



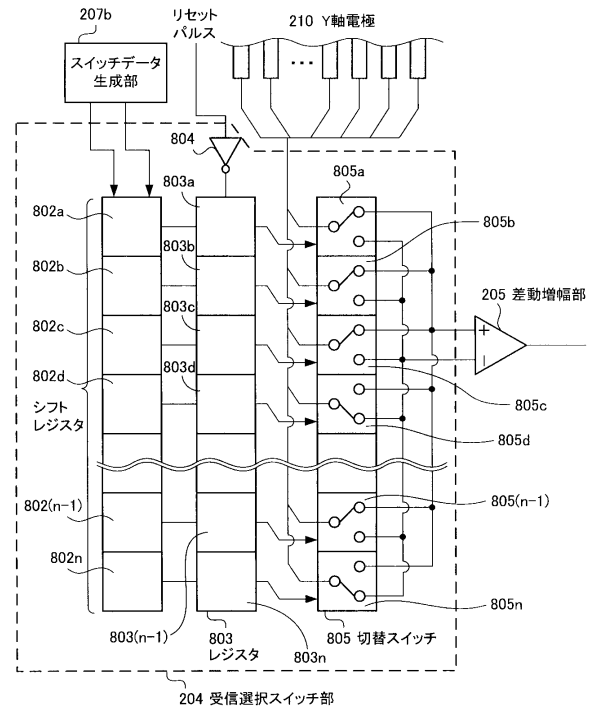
【図 6】



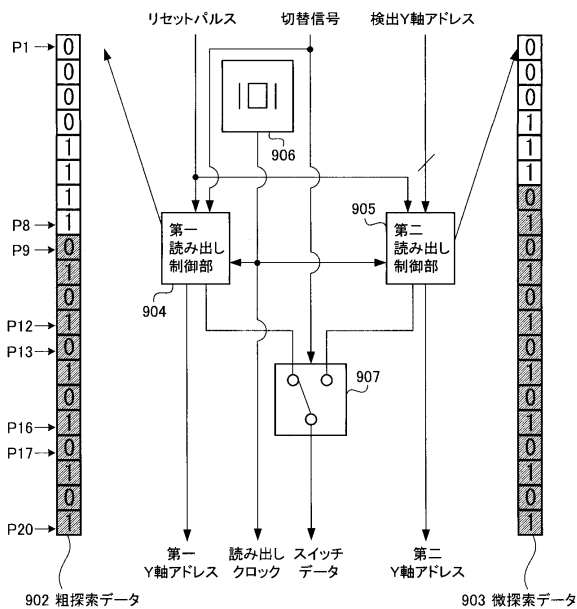
【図 7】



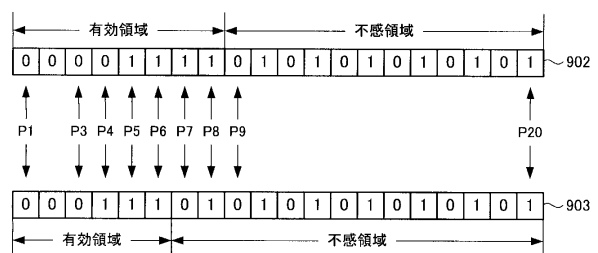
【図 8】



【図 9】



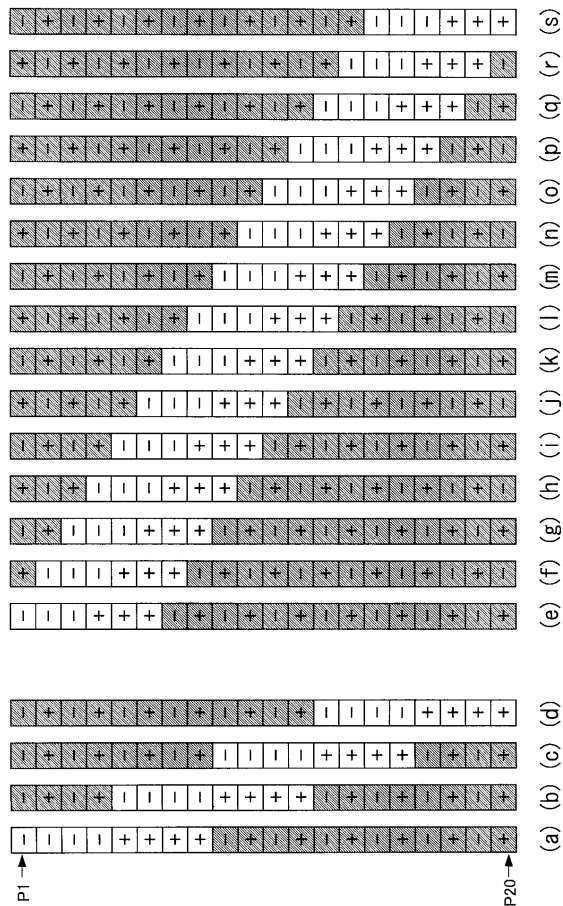
【図 10】



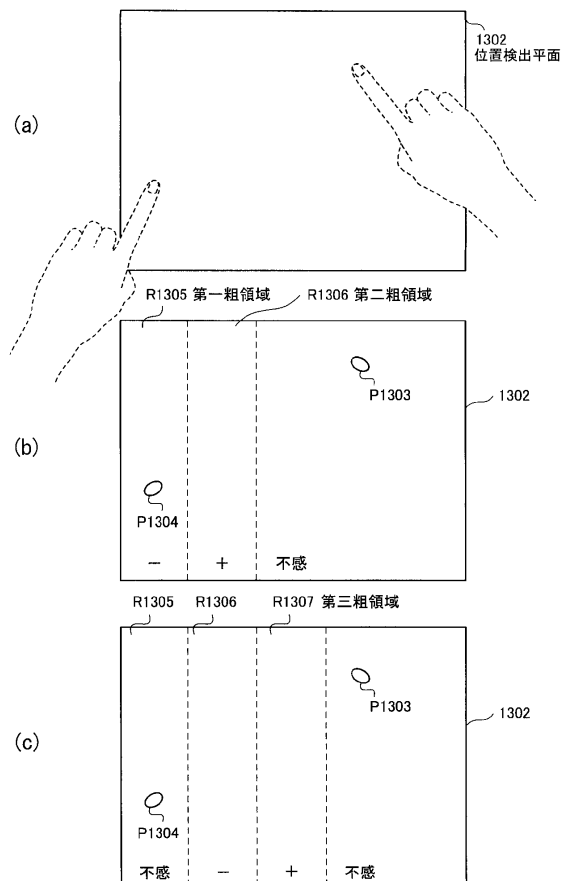
207b スイッチデータ生成部



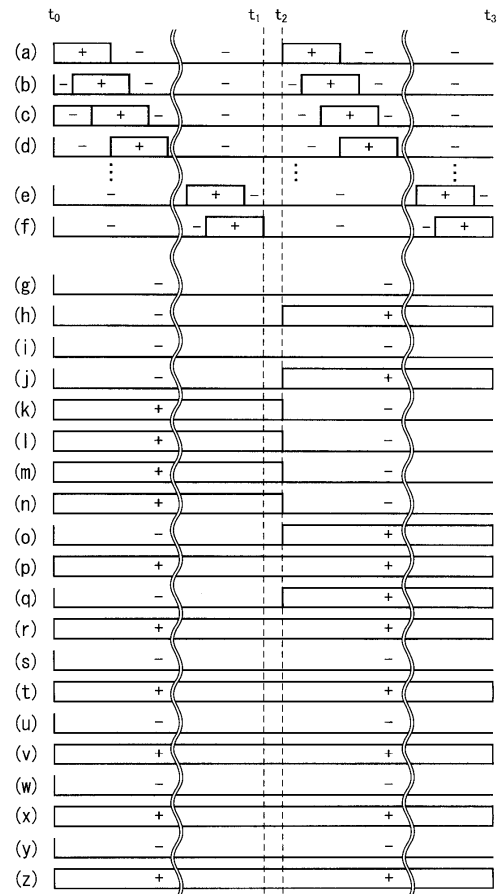
【図 1 1】



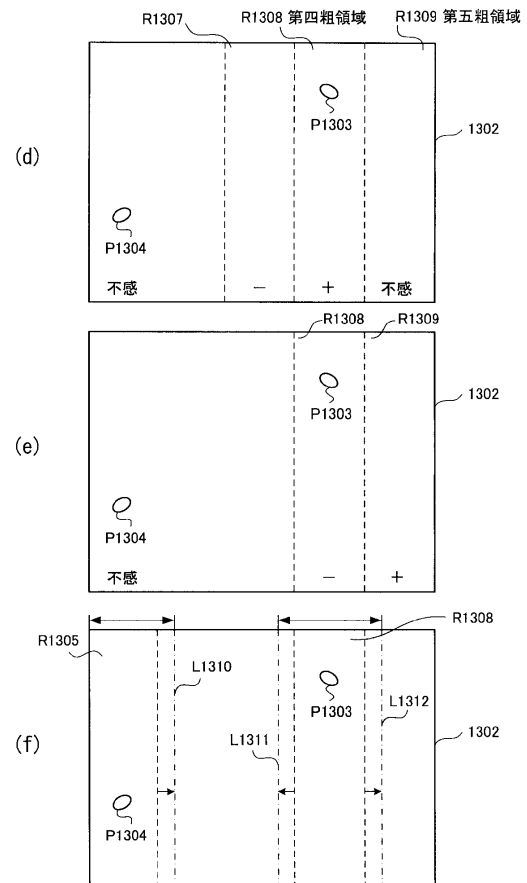
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-255911(JP,A)  
特表平04-507316(JP,A)  
特開平10-020992(JP,A)  
米国特許第5861875(US,A)  
特表平11-505641(JP,A)  
特許第3181581(JP,B2)  
特開2005-098789(JP,A)  
特開2005-157643(JP,A)  
特開2006-029987(JP,A)  
特許第3895373(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	7/00 - 7/34
G06F	3/01 ; 3/048
G06F	3/03 ; 3/041 - 3/047
G06F	3/033 - 3/041