

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4006290号  
(P4006290)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年8月31日(2007.8.31)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3/041 (2006.01)

G 0 6 F 3/041 3 8 O M

G 0 6 F 3/043 (2006.01)

G 0 6 F 3/041 3 8 O K

G 0 6 F 3/043

請求項の数 6 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2002-221819 (P2002-221819)  
 (22) 出願日 平成14年7月30日(2002.7.30)  
 (65) 公開番号 特開2004-62657 (P2004-62657A)  
 (43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)  
 審査請求日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康德  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (72) 発明者 佐藤 肇  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】座標入力装置、座標入力装置の制御方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X Y 平面及び該 X Y 平面に対して Z 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置であって、

前記座標入力指示具の位置座標 (X, Y, Z) を算出する算出手段と、

前記座標入力指示具が有する複数のスイッチの動作状態を判定する判定手段と、

前記判定手段の判定結果に基づいて、前記算出手段で算出された (X, Y, Z) 座標値の内の Z 座標値と所定値とを比較する比較手段と、

前記判定手段の判定結果及び前記比較手段の比較結果に基づいて、前記算出手段で算出された位置座標 (X, Y, Z) の座標出力形態を制御する制御手段とを備え、

前記座標出力形態は、前記算出手段で算出された位置座標 (X, Y, Z) の内の少なくとも (X, Y) 座標値を出力する第 1 座標出力形態と、

前記算出手段で算出された所定位置座標 (X, Y, Z) と、前記座標入力指示具の移動に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標 (X, Y, Z) との差分である差分座標値 (X, Y, Z) を出力する第 2 座標出力形態と

を備えることを特徴とする記載の座標入力装置。

【請求項2】

X Y 平面及び該 X Y 平面に対して Z 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置であって、

前記座標入力指示具の位置座標 (X, Y, Z) を算出する算出手段と、

10

20

前記座標入力指示具が有する複数のスイッチの動作状態を判定する判定手段と、  
前記判定手段の判定結果に基づいて、前記算出手段で算出された( X , Y , Z )座標値  
の内の Z 座標値と所定値とを比較する比較手段と、

前記判定手段の判定結果及び前記比較手段の比較結果に基づいて、前記算出手段で算出  
された位置座標( X , Y , Z )の座標出力形態を制御する制御手段とを備え、

前記複数のスイッチのうち少なくとも一つは前記座標入力指示具の先端部を押圧するこ  
とで動作する第 1 のスイッチであり、

前記判定手段の判定の結果、前記第 1 のスイッチが動作状態にある場合には、前記制御  
手段は、前記算出手段で算出された位置座標( X , Y , Z )の内の少なくとも( X , Y )  
座標値を出力し、

10

前記複数のスイッチのうち少なくとも一つは前記座標入力指示具の筐体に設けられた第  
2 のスイッチであり、

前記算出手段で算出された所定位置座標( X , Y , Z )を第 1 位置座標として記憶する  
記憶手段と、

前記記憶手段で記憶された第 1 位置座標( X , Y , Z )と、前記座標入力指示具の移動  
に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標( X , Y , Z )との差分を算出す  
る差分算出手段とを更に備え、

前記判定手段の判定の結果、前記第 1 のスイッチが動作状態になく、かつ前記第 2 のス  
イッチが動作状態にある場合で、かつ前記比較手段の比較の結果、前記 Z 座標値が所定値  
以上である場合には、前記制御手段は、前記差分算出手段によって得られる差分座標値(  
X , Y , Z )を出力する

20

ことを特徴とする座標入力装置。

#### 【請求項 3】

前記算出手段の座標算出サンプリングレートに基づいて、前記座標入力指示具による入  
力が連続入力状態であるか否かを判定する連続入力状態判定手段を更に備え、

前記所定位置座標は、前記連続入力判定手段の判定結果に基づく連続入力状態中の有効  
な座標値の最初の座標値である

ことを特徴とする請求項 2 に記載の座標入力装置。

#### 【請求項 4】

前記判定手段の判定の結果、前記第 1 のスイッチが動作状態にある場合で、かつ前記比  
較手段の比較の結果、前記 Z 座標値が所定値以上である場合には、前記制御手段は、前記  
算出手段で算出された位置座標( X , Y , Z )を出力しない

30

ことを請求項 2 に記載の座標入力装置。

#### 【請求項 5】

X Y 平面及び該 X Y 平面に対して Z 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の  
位置座標を算出する座標入力装置の制御方法であって、

算出手段が、前記座標入力指示具の位置座標( X , Y , Z )を算出する算出工程と、

判定手段が、前記座標入力指示具が有する複数のスイッチの動作状態を判定する判定工  
程と、

比較手段が、前記判定工程の判定結果に基づいて、前記算出工程で算出された( X , Y  
, Z )座標値の内の Z 座標値と所定値とを比較する比較工程と、

40

制御手段が、前記判定工程の判定結果及び前記比較工程の比較結果に基づいて、前記算  
出工程で算出された位置座標( X , Y , Z )の座標出力形態を制御する制御工程とを備え  
、

前記座標出力形態は、前記算出手段で算出された位置座標( X , Y , Z )の内の少なく  
とも( X , Y )座標値を出力する第 1 座標出力形態と、

前記算出手段で算出された所定位置座標( X , Y , Z )と、前記座標入力指示具の移動  
に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標( X , Y , Z )との差分である差  
分座標値( X , Y , Z )を出力する第 2 座標出力形態と

を備えることを特徴とする記載の座標入力装置の制御方法。

50

**【請求項 6】**

X Y 平面及び該 X Y 平面に対して Z 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置の制御をコンピュータに機能させるためのプログラムであって、

前記座標入力指示具の位置座標 (X, Y, Z) を算出する算出工程と、

前記座標入力指示具が有する複数のスイッチの動作状態を判定する判定工程と、

前記判定工程の判定結果に基づいて、前記算出工程で算出された (X, Y, Z) 座標値の内の Z 座標値と所定値とを比較する比較工程と、

前記判定工程の判定結果及び前記比較工程の比較結果に基づいて、前記算出工程で算出された位置座標 (X, Y, Z) の座標出力形態を制御する制御工程とをコンピュータに機能させることを特徴とし、

10

前記座標出力形態は、前記算出手段で算出された位置座標 (X, Y, Z) の内の少なくとも (X, Y) 座標値を出力する第 1 座標出力形態と、

前記算出手段で算出された所定位置座標 (X, Y, Z) と、前記座標入力指示具の移動に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標 (X, Y, Z) との差分である差分座標値 (X, Y, Z) を出力する第 2 座標出力形態と

を備えることを特徴とするプログラム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

20

本発明は、座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置及びその制御方法、座標入力指示具、プログラムに関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

従来、CRT ディスプレイ、液晶ディスプレイ (LCD)、あるいはプロジェクタ等の表示装置の表示面に、座標を入力することができる座標入力装置を重ねて配置し、操作者が行った指示具によるポインティングあるいは筆跡を表示装置に表示し、あたかも、紙と鉛筆のような関係を実現することができる装置が知られている。

**【0003】**

座標入力装置としては、抵抗膜方式をはじめ、静電方式、ガラス等の座標入力面に超音波を伝播させる超音波方式等の透明な入力板を有する方式や、光学方式、あるいは空中に音波を放射することで位置を検出する方式、さらには電磁誘導 (電磁授受) 方式のように表示装置の裏側に座標算出のための機構を配置し、表示装置の前面に透明な保護板を配置して、入出力一体の情報機器を構成している物もある。

30

**【0004】**

このような情報機器は、携帯性を有する小型の電子手帳に始まり、ペン入力コンピュータ等、表示装置の大型化に伴って、比較的大きなサイズのペン入力コンピュータ等の情報機器も見られるようになった。その他、フロントプロジェクタ、リアプロジェクタ、あるいは PDP 等の大型表示装置と組み合わせて、例えば、プレゼンテーション装置、TV 会議システム等に利用され始めている。また、大型の液晶ディスプレイや PDP ディスプレイ等の表示装置は、現在も画質の改善、低コスト化が進められている他、衛星放送等のデジタル化に伴い、テレビの仕様形態も過渡期の状態に入りつつある。

40

**【0005】**

また、これらの大型の表示装置は、例えば、オフィスにおいて使われていたホワイトボード、あるいは電子黒板にとって変わり、パーソナルコンピュータ内にあらかじめ用意した資料用データを大型の表示装置に表示させることで、会議用途、打ち合わせ用途に使われ始めている。その場合、大型の表示装置に表示された情報は、ホワイトボードの如く、操作者、あるいは出席者により表示情報を更新するために、直接画面をタッチすることで、パーソナルコンピュータを制御して、例えば、表示画面の表示内容を切り替えることができるように構成されている。

50

## 【 0 0 0 6 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、この種の大型の入出力一体型システムを考慮した場合には、下記の課題があった。

## 【 0 0 0 7 】

即ち、大勢の参加者を想定した打ち合わせ、あるいはネットワークを介した使用環境を考慮すれば、操作者が直接画面をタッチすることでパソコンを制御するばかりではなく、例えば、質問者がその場で遠隔操作により、画面を操作したり、その場で必要に応じてネットワークより情報を引き出せるような構成になるのが好ましい形態であると言える。

## 【 0 0 0 8 】

従来のこの種の装置では、画面から離れて入力（遠隔操作）する場合は、コンピュータを操作するマウスと同じように前回の座標に対する差分値でカーソルの移動量を算出する相対座標方式の装置であった。

## 【 0 0 0 9 】

従って、画面に表示されている現状のカーソル位置を操作者が確認し、その位置から所望の位置までカーソルを移動させて、さらに図形等を描画しながらカーソルを移動させる動作をさせていた。

## 【 0 0 1 0 】

即ち、座標入力指示具上のボタンを押して座標入力装置本体へ発信する信号のオン/オフを切り替えるシステムである場合、そのスイッチを切り替える動作をさせて、カーソル移動、描画（カーソル移動）、停止、カーソル移動、描画（カーソル移動）、という動作の繰り返して描画操作をしていた。

## 【 0 0 1 1 】

しかしながら、カーソルの移動量に対して、操作する（手を動かす）ストローク量は、画面から入力位置が離れていても1対1（すなわち、入力装置を10cm動かせば、画面上のカーソルも10cm動くということ）であって、画面に対して相対的に長いストロークを入力する場合、即ち、発信停止動作をさせないで一筆の動作を操作者がさせる場合には、画面と入力位置が離れていて操作者の目には相対的に画面サイズが小さく見えているにも関わらず、大きな動作をせざるを得ないために非常に入力しにくいものであった。

## 【 0 0 1 2 】

一方では、十字キー等を操作することによって画面に表示されているカーソルを移動させるシステムもあるが、カーソルを移動させるということにおける操作性には優れているが、文字や図形を描画するには必ずしも適しているとは言えないものであった。

## 【 0 0 1 3 】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、複数の入力状態の各入力状態において、効率良くかつ適切に座標入力することができる座標入力装置及びその制御方法、座標入力指示具、プログラムを提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 4 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記の目的を達成するための本発明による座標入力装置は以下の構成を備える。即ち、座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置であって、前記座標入力指示具の位置座標を算出する算出手段と、前記算出手段により算出された位置座標の内、前記座標入力面と前記座標入力指示具との距離に関する所定座標に基づいて、前記位置座標を変更する変更手段と、前記変更手段によって変更された位置座標を出力する出力手段とを備える。

## 【 0 0 1 5 】

また、好ましくは、前記変更手段は、前記座標入力面と前記座標入力指示具との距離に関する座標に基づいて、前記位置座標値に所定係数を乗算することで、該位置座標を変更する。

10

20

30

40

50

## 【0016】

また、好ましくは、前記変更手段によって変更された位置座標を補間する補間手段とを更に備える。

## 【0017】

また、好ましくは、前記座標入力指示具は、前記座標入力面に対して超音波を発生して位置入力を行なう超音波発生手段を更に備える。

## 【0018】

上記の目的を達成するための本発明による座標入力装置は以下の構成を備える。即ち、 $XY$ 平面及び該 $XY$ 画面に対して $Z$ 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置であって、

前記座標入力指示具の位置座標( $X, Y, Z$ )を算出する算出手段と、

前記座標入力指示具が有する所定スイッチの動作状態を判定する判定手段と

前記判定手段の判定結果に基づいて、前記算出手段で算出された( $X, Y, Z$ )座標値の内の $Z$ 座標値と所定値とを比較する比較手段と、

前記判定手段の判定結果、あるいは前記判定手段の判定結果及び前記比較手段の比較結果に基づいて、前記算出手段で算出された位置座標( $X, Y, Z$ )の出力を制御する制御手段と

を備える。

## 【0019】

また、好ましくは、前記制御手段は、前記判定手段の判定結果、あるいは前記判定手段の判定結果及び前記比較手段の比較結果に基づいて、前記算出手段で算出された位置座標( $X, Y, Z$ )の座標出力形態を決定する。

## 【0020】

また、好ましくは、前記座標出力形態は、前記算出手段で算出された位置座標( $X, Y, Z$ )の内の少なくとも( $X, Y$ )座標値を出力する第1座標出力形態と、

前記算出手段で算出された所定位置座標( $X, Y, Z$ )と、前記座標入力指示具の移動に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標( $X, Y, Z$ )との差分である差分座標値( $X, Y, Z$ )を出力する第2座標出力形態と

を備える。

## 【0021】

また、好ましくは、前記制御手段は、前記判定手段の判定結果、あるいは前記判定手段の判定結果及び前記比較手段の比較結果に基づいて、前記位置座標の出力の有無を決定する。

## 【0022】

また、好ましくは、前記判定手段の判定の結果、前記所定スイッチが動作状態にある場合には、前記制御手段は、前記算出手段で算出された位置座標( $X, Y, Z$ )の内の少なくとも( $X, Y$ )座標値を出力する。

## 【0023】

また、好ましくは、前記判定手段の判定の結果、前記所定スイッチが動作状態にない場合で、かつ前記比較手段の比較の結果、前記 $Z$ 座標値が所定値以下である場合には、前記制御手段は、前記算出手段で算出された位置座標( $X, Y, Z$ )の内の少なくとも( $X, Y$ )座標値を出力する。

## 【0024】

また、好ましくは、前記算出手段で算出された所定位置座標( $X, Y, Z$ )を第1位置座標として記憶する記憶手段と、

前記記憶手段で記憶された第1位置座標( $X, Y, Z$ )と、前記座標入力指示具の移動に伴って、その後、前記算出手段で算出される位置座標( $X, Y, Z$ )との差分を算出する差分算出手段とを更に備え、

前記判定手段の判定の結果、前記所定スイッチが動作状態にない場合で、かつ前記比較手段の比較の結果、前記 $Z$ 座標値が所定値以上である場合には、前記制御手段は、前記差分

10

20

30

40

50

算出手段によって得られる差分座標値 ( X , Y , Z ) を出力する。

【 0 0 2 5 】

また、好ましくは、前記算出手段の座標算出サンプリングレートに基づいて、前記座標入力指示具による入力連続入力状態であるか否かを判定する連続入力状態判定手段とを更に備え、

前記所定位置座標は、前記連続入力判定手段の判定結果に基づく連続入力状態中の有効な座標値の最初の座標値である。

【 0 0 2 6 】

また、好ましくは、前記判定手段の判定の結果、前記所定スイッチが動作状態にある場合で、かつ前記比較手段の比較の結果、前記座標値が所定値である場合には、前記制御手段は、前記算出手段で算出された位置座標 ( X , Y , Z ) を出力しない。

【 0 0 2 7 】

上記の目的を達成するための本発明による座標入力指示具は以下の構成を備える。即ち、XY平面及び該XY画面に対してZ軸を定義した座標入力面を有する座標入力装置の座標入力指示具であって、

先端部に押圧可能な第1スイッチと、

当該座標入力指示具の筐体部に配置された少なくとも2個の第2及び第3スイッチと、前記第2及び第3スイッチの少なくとも一方が動作状態にある場合に、第1制御信号を生成し、該第2及び第3スイッチの両方が動作状態にある場合に第2制御信号を生成する生成手段と

を備える。

【 0 0 2 8 】

また、好ましくは、前記生成手段は、更に、前記第1スイッチが動作状態にある場合に、前記第1制御信号を生成する。

【 0 0 2 9 】

また、好ましくは、前記第2及び第3スイッチは、前記筐体部の軸に対し平行に隣接するように配置されている。

【 0 0 3 0 】

また、好ましくは、前記第2及び第3スイッチは、前記筐体部の軸に沿って隣接するように配置されている。

【 0 0 3 1 】

上記の目的を達成するための本発明による座標入力装置の制御方法は以下の構成を備える。即ち、

座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置の制御方法であって、

前記座標入力指示具の位置座標を算出する算出工程と、

前記算出工程により算出された位置座標の内、前記座標入力面と前記座標入力指示具との距離に関する所定座標に基づいて、前記位置座標を変更する変更工程と、

前記変更工程によって変更された位置座標を出力する出力工程と

を備える。

【 0 0 3 2 】

上記の目的を達成するための本発明による座標入力装置の制御方法は以下の構成を備える。即ち、

XY平面及び該XY画面に対してZ軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置の制御方法であって、

前記座標入力指示具の位置座標 ( X , Y , Z ) を算出する算出工程と、

前記座標入力指示具が有する所定スイッチの動作状態を判定する判定工程と

前記判定工程の判定結果に基づいて、前記算出工程で算出された ( X , Y , Z ) 座標値の内のZ座標値と所定値とを比較する比較工程と、

前記判定工程の判定結果、あるいは前記判定工程の判定結果及び前記比較工程の比較結果

10

20

30

40

50

に基づいて、前記算出工程で算出された位置座標（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）の出力を制御する制御工程と  
を備える。

【0033】

上記の目的を達成するための本発明によるプログラムは以下の構成を備える。即ち、座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置の制御をコンピュータに機能させるためのプログラムであって、  
前記座標入力指示具の位置座標を算出する算出工程のプログラムコードと、  
前記算出工程により算出された位置座標の内、前記座標入力面と前記座標入力指示具との距離に関する所定座標に基づいて、前記位置座標を変更する変更工程のプログラムコード  
と、  
前記変更工程によって変更された位置座標を出力する出力工程のプログラムコードと  
を備える。

【0034】

上記の目的を達成するための本発明によるプログラムは以下の構成を備える。即ち、 $XY$ 平面及び該 $XY$ 画面に対して $Z$ 軸を定義した座標入力面に対する座標入力指示具の位置座標を算出する座標入力装置の制御をコンピュータに機能させるためのプログラムであって、  
前記座標入力指示具の位置座標（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）を算出する算出工程のプログラムコードと  
、  
前記座標入力指示具が有する所定スイッチの動作状態を判定する判定工程のプログラムコードと  
前記判定工程の判定結果に基づいて、前記算出工程で算出された（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）座標値の内の $Z$ 座標値と所定値とを比較する比較工程のプログラムコードと、前記判定工程の判定結果、あるいは前記判定工程の判定結果及び前記比較工程の比較結果に基づいて、前記算出工程で算出された位置座標（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）の出力を制御する制御工程のプログラムコードと  
を備える。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。

【0036】

<実施形態1>

<システム構成の説明（図1）>

図1は本発明の各実施形態の座標入力装置を利用した座標入力システムの概略図である。

【0037】

図1の座標入力システムは、リアプロジェクション表示装置101に座標入力装置を内蔵して構成したシステムの一例である。

【0038】

この座標入力システムは、座標入出力一体型のシステムであり、座標入力装置に接続されたコンピュータが出力する各種の情報をリアプロジェクション表示装置101の画面102に表示する。加えて、指示具であるところの座標入力ペン4は、画面102を直接タッチすることで座標データを入力することができる。

【0039】

この座標データは、アイコンの操作（コンピュータの操作）に使用したり、カーソルの移動、図形の描画（カーソルの軌跡）等として使用することができる。

【0040】

座標入力装置は、座標入力ペン4の位置を計算して座標データとしてコンピュータに送出し、コンピュータは、リアプロジェクション表示装置101の画面102にフィードバックさせる。但し、本座標入力システムでは、座標入力ペン4で画面102を指示してマウ

10

20

30

40

50

スの如きにコンピュータを操作するだけでなく、画面 102 から離れた場所からコンピュータを遠隔操作することも可能な装置である。

【0041】

リアプロジェクション装置 101 の画面 102 は、コンピュータが生成するウィンドウ情報（例えば、ウィンドウ 103）等の画面情報を表示する。操作者は、先述したとおり、座標入力ペン 4 で画面 102 を直接タッチして入力することも可能であるが、図 1 に示すように画面 102 から離れた場所での入力も可能である。

【0042】

ここで、仮想的な座標系（X，Y，Z）を操作者が操作する位置に構成し、概略XY平面 105 に、軌跡 106 を仮想的に描画したとする。この場合、リアプロジェクション装置 101 の画面 102 には、操作者が操作した座標入力ペン 4 の軌跡 106 に対応する線 104 が画面 102 上のウィンドウ 103 に表示されることになる。

10

【0043】

このように、本発明の座標入力システムは、会議等で操作者が画面 102 から離れている場合などでも、コンピュータを遠隔操作したり、表示されている内容を編集したりすることができる。

【0044】

<座標入力装置の構成に関する説明（図2、図3）>

座標入力装置は、先述した通り、ペン型の指示具を用いて座標入力面の任意の点を指示すると、その入力点の座標を検出して、接続されたコンピュータに座標データを出力する。本実施形態では、座標入力装置として超音波方式の座標入力装置を構成する場合について説明する。

20

【0045】

図2は本発明の実施形態1の座標入力装置の座標入力ペンの基本構成を示す図である。

【0046】

座標入力ペン4は、画面102にペン先を押し当てることでペン先スイッチ41がオンになり超音波の発振が開始される。また、遠隔操作する場合は、ペンサイドスイッチ42aあるいは42bを押すことで超音波の発振が開始される。

【0047】

図3は本発明の実施形態1の座標入力装置の機能構成を示すブロック図である。

30

【0048】

座標入力ペン4において、302は、不図示のバッテリーで動作する発振子303を駆動する駆動回路である。この駆動回路302は、発振子303を所定のタイミングで駆動するように制御している。そして、発振子303から発振された超音波信号は、座標入力装置本体304の内部回路のうち、複数の超音波センサ305で検出される。検出された超音波信号は、波形処理回路306で所定のレベルまで増幅されて、検出タイミング信号としてCPU307に入力される。

【0049】

こうして、複数の超音波センサで検出されたタイミング信号が揃ったらCPU307は、時間情報から距離情報に変換して、さらに三角測量の原理で座標入力ペン4の座標位置を算出する。

40

【0050】

尚、この座標計算は、ROM312に格納されている座標算出プログラム307をCPU307が呼び出すことによって実行される。そして、算出された座標データは、メモリ310に格納される。また、座標データは、逐次無線インターフェース311によって、外部のコンピュータに転送される。更に、必要に応じて、座標データから得られる軌跡を文字認識エンジン312で文字認識し、その認識結果をコマンドあるいはテキストデータとして、メモリ310に格納することができる。

【0051】

実施形態1の座標入力システムの構成は、上述した構成以外にも種々の構成を採用するこ

50



とができる。例えば、指示具はペン状に限定されず、いわゆる指示棒状であってもよい。また、座標入力方式は、超音波方式に限らず、赤外線利用方式、抵抗膜方式、電磁誘導方式、あるいは静電結合方式等も採用することができる。

【0052】

但し、実施形態1のようなXYZ軸の3次元の座標を算出することが可能な座標入力装置ではなく、2次元の座標を算出する座標入力装置の場合においては、例えば、赤外線の反射光を用いることで距離を測定できる機能を付加するなどして、画面と座標入力装置の間の距離（距離に関する座標）を算出できる機能を別に有するならば、本発明に適用できることは言うまでもない。

【0053】

また、表示装置は、リアプロジェクタ装置に限定されず、フロントプロジェクタ、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等、コンピュータの情報を表示することができるものであれば、どのようなものでも良い。

【0054】

更に、座標入力装置304と外部のコンピュータ間の接続は、無線インターフェース311に限定されず、有線インターフェースであっても良い。

【0055】

<座標入力装置の動作に関する説明（図4、図5）>

以下、座標入力ペン4による入力例をあげて、実施形態1における座標入力装置の入力方法について説明する。

【0056】

図4は本発明の実施形態1の画面102上のカーソル104が表示されているときの入力例を示す図である。

【0057】

ここでは、操作者が、点Aから点Bまで線を描画（描画は、マウスの左クリックを押しながら移動させたのと同様に、座標情報とスイッチ情報がコンピュータに送信されることによって描かれる。）したい場合、座標入力ペン4のペンサイドスイッチ42aあるいは42bの動作と、座標入力ペン4の状態（超音波発振か停止かのいずれかの状態）と座標入力装置の座標出力モードに関して図4を用いて説明する。

【0058】

図4において、1の状態では、カーソル104が画面102上に表示されているのみで、座標入力ペン4の、ペン先スイッチ41、ペンサイドスイッチ42a、42bはいずれも押されていない。

【0059】

2の状態では、描画を開始したい点Aにカーソル104を移動させる。即ち、ペンサイドスイッチ42aをオンにして、超音波を発振するモードにし、カーソル104を点Aに移動させる。

【0060】

3の状態では、ペンサイドスイッチ42a及び42bをオンにして点Aから点Bまでカーソル104を移動させる動作をする。即ち、この状態は描画されている状態であり、画面102上には、カーソル104の軌跡が表示される。

【0061】

4の状態では、点Bまで軌跡が表示されてカーソル104が移動したならば、ペンサイドスイッチ42bをオフ（指をはなす）にする。

【0062】

以上のようにして、座標情報とスイッチ情報を入力することによって、マウスの如きにコンピュータを操作することができる。

【0063】

尚、スイッチ情報は、赤外線や電波で本体に送信してもよいし、発振の間隔をスイッチごとに可変させることによって、本体側で検出してもよい。

10

20

30

40

50

## 【0064】

ここで、図1に示すような遠隔操作をする場合、即ち、画面102から距離が離れた場所から入力する場合、図1のような3次元の座標軸XYZを規定すると、Z軸の距離が画面102に対して大きくなるにしたがって、操作者が見る相対的な画面102の大きさ（入力しようとする画面102）は小さく見える。

## 【0065】

しかしながら、遠隔操作でXY座標を入力するためには、画面102上のカーソル104の移動距離と同じだけの操作者の入力ストロークが必要となるため、操作者の感覚では、小さいストロークで入力できる感覚にもかかわらず、画面102上でのカーソルの移動距離が小さいために、非常に不自然な入力となってしまう。

10

## 【0066】

また、表示装置自体も大型化のものも多く、人間の手が届かない画面サイズの表示装置も珍しくはない。そのため、遠隔操作の場合に画面102に反映されるストロークと入力位置でのストロークが1対1であると、そもそも画面102に入力できないという不具合が生じてしまう。

## 【0067】

そこで、実施形態1では、遠隔操作する場合には、座標入力ペン4とZ軸間の距離に従って、操作者のストロークが自然な長さになるように、XY座標の変更（座標系の拡大動作）を実行する。

## 【0068】

以下、このXY座標の変更について、図5を用いて説明する。

20

## 【0069】

図5は本発明の実施形態1の座標入力装置の座標系の拡大動作を説明するための図である。

## 【0070】

図5に示すように、いま、画面102上の座標系をXYとして、図形502を描画したい場合に、遠隔操作で入力する場合の実際の操作者が空間上に描くストロークは仮想曲線501のように入力される。

## 【0071】

即ち、座標の出力は、始点P(x0, y0)からの相対座標で描画され、画面への出力は、仮想曲線501の相対座標に対して所定の倍率knを掛けた値を計算して、画面102へ表示させる。これにより、操作者は画面102から離れて遠隔操作による描画の入力でも、自然な描画が可能となる。

30

## 【0072】

尚、倍率はZ軸座標、即ち、画面102から操作者の座標入力ペン4の入力位置までの距離に対して決定され、あらかじめメモリ301に設定および格納されたテーブル（図14）を参照して決定する。

## 【0073】

また、倍率knで拡大された相対座標値で示した画面102に表示される曲線は、駆動間隔および座標算出サンプリング間隔によっては、間引かれたようになってしまうので、CPU307によって、例えば、前回の座標算出サンプリングの相対座標値との平均値を算出する等の補間計算を実行してから、コンピュータに送信することによって滑らかな曲線とすることができる。

40

## 【0074】

<座標入力装置の詳細な構成の説明>

上述した動作をする座標入力装置の構成をより詳細に説明する。

## 【0075】

図6は本発明の実施形態1の3次元（空間）座標計測可能な座標入力装置の概略構成を示す図である。

## 【0076】

50

4は指示具であるところの座標入力ペンであり、操作者による座標入力動作により空中に音波を発生するように構成されている。発生した音波は複数の検出センサ3（実施形態1の場合、4個の検出センサ3<sub>Sa</sub>～<sub>Sd</sub>を使用する）により検出され、後述する方法により信号波形検出回路2で処理される。その後、演算制御回路1によって、座標入力ペン4の音波発生源の位置（X，Y，Z）を算出するように構成されている。

【0077】

演算制御回路1は、座標入力装置全体を制御するとともに、得られる座標データを基に、ディスプレイ駆動回路5を介して、表示装置6に表示されているカーソルを移動したり、あるいは筆記等の手書き情報を表示装置6に表示、追記できるように構成されている。

【0078】

以上のように、座標入力装置と表示装置を組み合わせることで、あたかも『紙と鉛筆』のような関係を実現することができるマンマシンインターフェースを提供することが可能となる。

【0079】

次に、座標入力ペン4の構成について、図7を用いて説明する。

【0080】

図7は本発明の実施形態1の座標入力ペンの構成を示す図である。

【0081】

特に、図7（a）は座標入力ペン4の外観図であり、図7（b）は座標入力ペン4の機能構成図である。

【0082】

座標入力ペン4内に内蔵された音波発生源43は、ペン電源45、およびタイマと発振回路並びに座標入力ペン4に具備されている複数のスイッチ情報を検知して制御する制御回路、各種データを記憶するメモリ等で構成された駆動回路44によって駆動される。

【0083】

音波発生源43は、例えば、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）等の圧電性素子で構成される。このP V D Fは、フィルム状で、所定サイズの円環状に構成することで、所望周波数で駆動効率が最大になるようになっている。音波発生源43の駆動信号は、タイマによって発せられる所定の周期で繰り返すパルス信号であって、発振回路により所定のゲインで増幅された後、音波発生源43に印加される。この電気的な駆動信号は、音波発生源43によって機械的な振動に変換され、空中にそのエネルギーが放射されることになる。

【0084】

尚、実施形態1における座標入力ペン4は、そのペン先端部を押圧することで動作するペン先スイッチ（SW）41、並びに座標入力ペン4の筐体に設けられた複数のペンサイドスイッチ（SW）42a、42bを具備する。

【0085】

駆動回路44は、所定周期毎（例えば、10msec毎、その場合、1秒間あたりに音波を100回放射するので、本座標入力装置の座標算出サンプリングレートは、100回/秒となる）に、座標入力ペン4内の音波発生源43を駆動させる信号を出力し、空中に音波を放射することになる。

【0086】

この音波は、音波発生源43と各検出センサ3<sub>Sa</sub>～<sub>Sd</sub>迄の距離に各々応じて遅延し、到達、検出されることになる。この検出センサ3<sub>Sa</sub>～<sub>Sd</sub>は、例えば、P Z T等の厚み振動を行う圧電振動子で、前面に音響整合層を設けている。この音響整合層は、シリコンゴム等を薄層化したもので、気体との音響インピーダンスの整合をとり、高感度で広帯域特性が得られ、かつパルス応答性のよい超音波信号の送受信が可能となっている。

【0087】

この種の座標入力装置は、座標入力ペン4の音波発生源43と各検出センサ3<sub>Sa</sub>～<sub>Sd</sub>間の距離を、音波の既知の音速と、その到達時間の積により各々導出し、各検出センサ3<sub>Sa</sub>～<sub>Sd</sub>の位置情報を用いて幾何学的に音波発生源43の位置情報を得ることを基

10

20

30

40

50

本としたシステムである。そこで、この音波の到達時間を検出する到達時間検出方法について、図 8、図 9 を用いて説明する。

【 0 0 8 8 】

図 8 は本発明の実施形態 1 の音波の到達時間検出方法を説明するためのタイミングチャートであり、図 9 は本発明の実施形態 1 の音波の到達時間検出を実現する検出回路のブロック図である。

【 0 0 8 9 】

5 1 は駆動回路 4 4 で発生した駆動信号であり、駆動信号 5 1 を発生するとともにスタート信号を生成する。このスタート信号は、例えば、座標入力ペン 4 内に内蔵されている赤外 L E D 等（不図示）を介して、そのスタート信号を演算制御回路 1 に送信し、演算制御回路 1 内のタイマ 1 2（図 6 参照）をスタートさせる。

10

【 0 0 9 0 】

一方、空中に放射された音波は、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離に応じて遅延し、検出センサ 3 \_S a ~ S d で検出されることになる。5 3 は前置増幅回路 6 0 で所定レベルまで増幅された各検出センサ 3 \_S a ~ S d で検出された検出信号を示す。この検出信号 5 3 を、絶対値回路及び低域通過フィルタ等により構成されるエンベロープ検出回路 6 1 で処理を行い、検出信号のエンベロープ 5 4 のみが取り出される。

【 0 0 9 1 】

このエンベロープ 5 4 に着目すると、その波形が伝播する音速は群速度  $V_g$  であり、このエンベロープ 5 4 の特異な点、例えば、エンベロープ 5 4 のピークや変曲点を検出すると、群速度  $V_g$  に関わる遅延時間  $t_g$  が得られる。エンベロープ 5 4 のピークあるいは変曲点を検出するエンベロープ特異点検出回路 6 2 は、微分回路、ゼロクロスコンパレータを用いて容易に検出が可能である。

20

【 0 0 9 2 】

実施形態 1 では、2 階微分することによって信号 5 5 を形成し、閾値レベル 5 2 と検出信号 5 3 で比較されたゲート信号を参照してエンベロープ 5 4 の変曲点を検出する（信号 5 6）。この信号 5 6 を用いて前述したスタート信号により動作しているタイマ 1 2 をストップさせれば、群速度  $V_g$  に関わる群遅延時間  $T_g$  を検出することが可能である。

【 0 0 9 3 】

また、厳密に言えば、この群遅延時間  $T_g$  には、波形処理に関わる回路の遅延分が含まれるが、後述する方法により、その影響は完全に除去される。よって、ここでは説明を簡略化するために、回路遅延時間は無いものとして説明を加える。

30

【 0 0 9 4 】

以上のことから、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離  $L$  は次式で求めることができる。

【 0 0 9 5 】

$$L = V_g \times T_g \quad (1)$$

一方、より高精度な距離  $L$  の計算を行う場合には、検出信号波形の位相情報より、音波が到達する時間を導出する。その詳細について説明すれば、検出センサ 3 \_S a ~ S d の出力信号 5 3 は、帯域通過フィルタ 6 4 により余分な周波数成分を除いた後、 $T_p$  信号検出回路 6 6 に入力される。 $T_p$  信号検出回路 6 6 は、ゼロクロスコンパレータ、マルチバイプレータ等で構成される。そして、帯域通過フィルタ 6 4 によって出力された信号のゼロクロス点に関わる信号を、所定の閾値レベル 5 2 と比較するゲート信号発生回路 6 5 が生成するゲート信号 5 7 と比較し、信号 5 8 を生成する。

40

【 0 0 9 6 】

その後、前述した群遅延時間  $T_g$  を検出する信号 5 6 をゲート信号（ゲート信号発生回路 6 3 が生成）として参照し、このゲート信号 5 6 の期間内において、帯域通過フィルタ 6 4 で出力される信号波形の位相が、例えば、負側から正側にクロスする最初のゼロクロス点を出力する信号 5 9 を生成する。

【 0 0 9 7 】

50

そして、この信号 5 9 を用いて、前述したスタート信号により動作しているタイマ 1 2 をストップさせれば、位相速度  $V_p$  に関わる位相遅延時間  $T_p$  を検出することが可能である尚、厳密に言えば、この位相遅延時間  $T_p$  には、波形処理に関わる回路の遅延分が含まれるが、後述する方法により、その影響は完全に除去される。よって、ここでは説明を簡略化するために、回路遅延時間は無いものとして説明を加える。

【 0 0 9 8 】

以上のことから、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離  $L$  は次式で求めることができる。

【 0 0 9 9 】

$$L = V_p \times T_p \quad (2)$$

10

ここで、エンベロープ特異点検出回路 6 2 に基づきゲート信号発生回路 6 3 で生成するゲート信号 5 6 を用いる効果について説明する。

【 0 1 0 0 】

検出センサ 3 \_S a ~ S d によって検出される信号レベルは、次の要因によって変動する。

【 0 1 0 1 】

- 1 ) 音波発生源 4 3、検出センサ 3 \_S a ~ S d の電気 - 機械変換効率
- 2 ) 音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離
- 3 ) 音波が伝播する空中の温度、湿度等の環境変動
- 4 ) 音波発生源 4 3 の音波放射に関する指向性、並びに検出センサ 3 \_S a ~ S d の感度指向性

20

項目 1 ) は部品公差により発生する要因であり、装置を大量生産する場合には十分な留意が必要である。また、項目 2 ) は音波の減衰に関する項目であり、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離が大きくなるにつれて、空気中を伝播する音波の信号レベルは指数関数的に減衰することが一般的によく知られている他、その減衰定数も項目 3 ) による環境で変化する。

【 0 1 0 2 】

さらには、項目 4 ) は、本発明は座標入力装置として動作するので、筆記具であるところの座標入力ペン 4 は、操作者による筆記動作で常にその姿勢が変化、つまり、ペン保持角度が変動するので、その変動によっても大きくレベルが変化する。さらには、検出センサ 3 \_S a ~ S d の感度指向性により、座標入力ペン 4 と検出センサ 3 \_S a ~ S d の成す角度が変動しても検出レベルが変動する。

30

【 0 1 0 3 】

この時、例えば、検出レベルがより小さくなったと仮定した場合には、前述した閾値レベル (例えば、信号 5 2 ) が固定であるために、信号 5 8 が信号 5 8 ' に変化することは十分に有り得る現象となる。つまり、たとえ同一地点での座標入力動作を行っても、例えば、座標入力ペン 4 の保持角度 (向き) が異なれば、検出信号 5 3 のレベルが異なることになるので、ゲート信号 5 7 の発生する時間がそれに依存することになる。しかしながら、本発明はエンベロープ 5 4 の特異点に基づくゲート信号 5 6 を参照しているので、検出信号レベルに依存することなく、安定して信号 5 9 を得ることが可能となっている。

40

【 0 1 0 4 】

次に、実施形態 1 の演算制御回路 1 の概略構成について、図 1 0 を用いて説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 0 は本発明の実施形態 1 の演算制御回路の概略構成を示すブロック図である。

【 0 1 0 6 】

1 1 は演算制御回路 1 及び本座標入力装置全体を制御するマイクロコンピュータであり、内部カウンタ、操作手順を記憶した R O M、そして計算等に使用する R A M、定数等を記憶する不揮発性メモリ等によって構成されている。前述した通り、駆動回路 4 4 により座標入力ペン 4 内の音波発生源 4 3 の駆動タイミングと同期したスタート信号が、座標入力ペン 4 に内蔵された赤外 L E D 等 (不図示) により光信号として放射され、その信号をス

50

タート信号検出回路 17 で検波することによって、演算制御回路 1 内のタイマ 12 (例えば、カウンタなどにより構成されている) をスタートさせる。

【0107】

このように構成することで、座標入力ペン 4 内の音波発生源 43 を駆動する駆動タイミングと、演算制御回路 1 内のタイマ 12 との同期が得られるので、音波発生源 43 で発生した音波が各検出センサ 3\_Sa ~ Sd 各々に到達するのに要する時間を測定することが可能となる。

【0108】

信号波形検出回路 2 より出力される各検出センサ 3\_Sa ~ Sd よりの振動到達タイミング信号 (信号 59) は、検出信号入力ポート 13 を介してラッチ回路 15\_a ~ d に各々入力される。ラッチ回路 15\_a ~ d の各々は、対応する検出センサ 3\_Sa ~ Sd よりの振動到達タイミング信号を受信すると、その時のタイマ 12 の計時値をラッチする。

10

【0109】

このようにして座標検出に必要な全ての検出信号の受信がなされたことを判定回路 14 が判定すると、マイクロコンピュータ 11 にその旨の信号を出力する。マイクロコンピュータ 11 がこの判定回路 14 からの信号を受信すると、ラッチ回路 15\_a ~ d から各々の検出センサ 3\_Sa ~ Sd までの振動到達時間をラッチ回路 15\_a ~ d より読み取り、所定の計算を行なって、座標入力ペン 4 の座標位置を算出する。

【0110】

その算出結果を、I/Oポート 16 を介してディスプレイ駆動回路 5 に出力し、表示装置 6 の対応する位置に、例えば、ドット等を表示することができる。また、I/Oポート 16 を介してインターフェース回路 (不図示) に、座標位置情報を出力することによって、外部機器に座標値を出力することができる。

20

【0111】

一方、前述のごとく検出信号レベルの大小に依存せず、精度良く距離 L を求める方法について、図 11、図 12 を用いて説明する。

【0112】

尚、上述の図 8、図 9 の構成による音波の到達時間を検出する到達時間検出方法を第 1 到達時間検出方法とし、これに対し、図 11、図 12 の構成による音波の到達時間を検出する到達時間検出方法を第 2 到達時間検出方法とする。

30

【0113】

図 11、図 12 を用いて説明すると、71 は駆動回路 44 で発生した駆動信号であり、駆動信号 71 を発生するとともにスタート信号を生成する。このスタート信号は、例えば、座標入力ペン 4 内に内蔵されている赤外 LED 等 (不図示) を介して、その信号を演算制御回路 1 に送信し、演算制御回路 1 内のタイマ 12 をスタートさせる。

【0114】

一方、空中に放射された音波は、音波発生源 43 と検出センサ 3\_Sa ~ Sd 間の距離に応じて遅延し、検出センサ 3\_Sa ~ Sd で検出されることになる。73 は前置増幅回路 80 で所定レベルまで増幅された検出センサ 3\_Sa ~ Sd で検出された検出信号を示す。この検出信号 73 を、絶対値回路及び低域通過フィルタ等により構成されるエンベロープ検出回路 81 で処理を行い、検出信号のエンベロープ 74 のみを取り出される。

40

【0115】

このエンベロープ 74 に着目すると、その波形が伝播する音速は群速度  $V_g$  であり、このエンベロープ 74 の特異な点、例えば、エンベロープ 74 のピークや変曲点を検出すると、群速度  $V_g$  に関わる遅延時間  $t_g$  が得られる。エンベロープ 74 のピークあるいは変曲点を検出するエンベロープ特異点検出回路 82 は、微分回路、ゼロクロスコンパレータを用いて容易に検出が可能である。

【0116】

実施形態 1 では、2 階微分することによって信号 75 を形成し、閾値レベル 72 と信号 73 で比較されたゲート信号を参照してエンベロープ 74 の変曲点を検出する (信号 76)

50

。この信号 7 6 を用いて前述したスタート信号により動作しているタイマ 1 2 をストップさせれば、群速度  $V_g$  に関わる群遅延時間  $T_g$  を  $T_g$  信号検出回路 8 7 で検出することが可能である。

【 0 1 1 7 】

同様に、この群遅延時間  $T_g$  には、波形処理に関わる回路の遅延分が含まれるが、説明を簡略化するために、回路遅延時間は無いものとして説明を加える。

【 0 1 1 8 】

以上のことから、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離  $L$  は ( 1 ) 式で求めることができる。

【 0 1 1 9 】

一方、検出センサ 3 \_S a ~ S d の出力信号 7 3 は、音波発生源 4 3 の発振する複数の周波数に適合する帯域幅の共振周波数を有する帯域通過フィルタ 8 4 により余分な周波数成分を除いた後、 $T_p$  信号検出回路 8 6 に入力される。 $T_p$  信号検出回路 8 6 は、ゼロクロスコンパレータ、マルチバイブレータ等で構成され、帯域通過フィルタ 8 4 によって出力された信号のゼロクロス点に関わる信号を、所定の閾値レベルと比較するゲート信号発生回路 8 5 が生成するゲート信号 7 7 と比較し、信号 7 8 を生成する。

【 0 1 2 0 】

その後、帯域通過フィルタ 8 4 で出力される信号波形の位相が、例えば、負側から正側にクロスする最初のゼロクロス点を出力するパルス信号 7 9 (  $T_p$  信号 ) を生成する。そして、この  $T_p$  信号 7 9 を用いて、前述したスタート信号により動作しているタイマ 1 2 をストップさせれば、位相速度  $V_p$  に関わる位相遅延時間  $T_{p\_2}$  を検出することが可能である。

【 0 1 2 1 】

しかしながら、この信号 7 9 は、前述したとおり信号 7 3 の信号レベルによって変化する。例えば、信号レベルがより低下した場合には、固定閾値で比較されるゲート信号のために、ゲート信号発生位置が変化し、例えば、信号 7 8 ' となる。しかしながら、この位相遅延時間  $T_{p\_2}$  と第 1 到達時間検出方法で求められた  $T_p$  信号の差分は、検出信号波形 7 3 の位相周期の整数倍であって、必ず以下の関係が成立する。

【 0 1 2 2 】

$$T_p = T_{p\_2} + n \times T \quad (3)$$

ここで、 $n$  は整数、 $T$  は検出信号波形の位相周期であり、既知の値である。式 ( 3 ) を式 ( 2 ) に代入し、式 ( 1 ) を用いれば

$$n = \text{Int} \left[ (V_g \times T_g - V_p \times T_{p\_2}) / p + 0.5 \right] \quad (4)$$

ここで、 $p$  は音波の波長であって、位相速度  $V_p$  と周期  $T$  の積に等しい。よって、整数  $n$  が既知となり、式 ( 2 )、式 ( 3 ) を用いて距離  $L$  の導出が高精度に可能となる。

【 0 1 2 3 】

尚、上述の説明において、図 8 の信号 5 6 と信号 5 9 の時間差、および図 1 1 の信号 7 6 と信号 7 8 の時間差が存在するが、空中を伝播する音波の群速度  $V_g$  と位相速度  $V_p$  は等しく、この時間差は固定量となる。従って、回路遅延と同様に後述する方法で、その影響は完全に除去されるので、ここでは、 $\Delta t = 0$  として説明している。

【 0 1 2 4 】

以上説明したように、第 1 到達時間検出方法に比べ、第 2 到達時間検出方法は、位相遅延時間の検出点が検出信号波形 5 3、7 3 のより先頭部分に位置することにあり、このような構成とすることで、反射波による影響をより軽微なものにすることができる。

【 0 1 2 5 】

よって、実施形態 1 においては、群遅延時間  $T_g$  の検出点を特定するために、エンベロープのピーク ( 1 階微分 ) でなく、より前方に位置する変曲点 ( 2 階微分 ) を検出点としている。さらには、第 1 到達時間検出方法よりも第 2 到達時間検出方法のほうが位相遅延時間  $T_p$  の検出点が、検出信号波形のより先頭部に位置しているので、前述した反射波の影響を受けにくく、より高精度に座標算出を可能とする優れた構成であると言える。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 6 】

さらに、第 2 到達時間検出方法の群遅延時間  $T_g$  は、先に述べた演算方法により整数  $n$  を算出するため式 (4) にのみ使用され、かつ式 (4) で演算上、整数化 (四捨五入相当) を実行することになるので、例えば、反射波の影響による群遅延時間  $T_g$  の誤差が検波する信号波形の位相の半周期以内 (長さに換算して、半波長以内) であれば、その結果に影響することが無い。従って、第 2 到達時間検出方法は、より反射波の影響を除去することができる優れた構成であると言える。

## 【 0 1 2 7 】

しかしながら、群遅延時間  $T_g$ 、位相遅延時間  $T_p$  の両者を検出しなければならない第 2 到達時間検出方法に比べ、第 1 到達時間検出方法は位相遅延時間  $T_p$  のみでの音波の到達時間検出が可能であり、コスト的にはより有利な構成となっている。従って、どちらの到達時間検出方法を採用するかは、目的とする製品形態の仕様によって選択することになる。

## 【 0 1 2 8 】

以上述べた実施形態において、検出された時間には、音波発生源 43 と各検出センサ 3<sub>a</sub> ~ 3<sub>d</sub> まで音波が到達する時間に加えて、回路等による電気的な処理時間も含まれる。従って、ここでは、音波が伝播する時間以外に余分に計測される時間を除去する方法について説明する。

## 【 0 1 2 9 】

ラッチ回路によってラッチされた群遅延時間  $T_g$ 、もしくは位相遅延時間  $T_p$  には、各々群回路遅延時間  $e_{tg}$ 、位相回路遅延時間  $e_{tp}$  を含む。この回路遅延時間は、時間計測毎に同一の値を必ず含む。そこで、ある計測回路によって、音波発生源 43 と検出センサ 3 間を伝播する際に計測された時間を  $t^*$ 、その計測回路における回路遅延時間を  $e$ 、実際に音波が音波発生源 43 と検出センサ 3 間を伝播したのに要した時間を  $t$  とすれば、

$$t^* = t + e \quad (5)$$

となる。

## 【 0 1 3 0 】

一方、音波発生源 43 と検出センサ 3 間の距離が既知の距離  $L_{ini}$  における時間計測値を  $t_{ini}^*$  とし、その計測回路における回路遅延時間を  $e$ 、実際に音波が伝播した時間を  $t_{ini}$  とすれば、

$$t_{ini}^* = t_{ini} + e \quad (6)$$

となる。よって、

$$t^* - t_{ini}^* = t - t_{ini} \quad (7)$$

となる。ここで、音波の音速を  $V$  とすれば、

$$\begin{aligned} V \times (t^* - t_{ini}^*) &= V \times (t - t_{ini}) \\ &= V \times t - L_{ini} \end{aligned} \quad (8)$$

となる。

## 【 0 1 3 1 】

よって、求めるべき任意の音波発生源 43 と検出センサ 3 間の距離  $L$  は、

$$L = V \times t = V \times (t^* - t_{ini}^*) + L_{ini} \quad (9)$$

となる。

## 【 0 1 3 2 】

上記、既知の距離  $L_{ini}$ 、及びその距離における時間計測値  $t_{ini}^*$  (第 1 到達時間検出方法においては位相遅延時間  $T_{pini}^*$ 、第 2 到達時間検出方法においては群遅延時間  $T_{gini}^*$  及び位相遅延時間  $T_{pini}^*$ ) を、出荷時やリセット時に演算制御回路 1 の不揮発性メモリ等の記憶媒体に記憶することによって、任意の距離における音波発生源 43 と検出センサ 3 間の距離を精度良く算出することが可能となる。また、前述したように、図 8 の信号 56 と信号 58 の時間差、および図 11 の信号 76 と信号 78 の時間差についても固定量 (一般に空中を伝播する音波の群速度  $V_g$  と位相速度  $V_p$  は等しい) であるので、上

10

20

30

40

50



記の方法によりその影響を除去することが可能である。

【0133】

次に、図13に示すような座標系に検出センサ3<sub>Sa</sub>～3<sub>Sd</sub>が配置された場合、音波発生源43の位置座標(X, Y, Z)を求める方法について説明する。

【0134】

上記の方法により正確に求められた音波発生源43と各検出センサ3<sub>Sa</sub>～3<sub>Sd</sub>までの距離を各々L<sub>a</sub>～L<sub>d</sub>、X方向の検出センサ間距離をX<sub>s-s</sub>、Y方向の検出センサ間距離をY<sub>s-s</sub>とすれば、

【0135】

$$L_b^2 - \left( \frac{X_{s-s}}{2} + x \right)^2 = L_c^2 - \left( \frac{X_{s-s}}{2} - x \right)^2 \quad \text{----- (10)}$$

10

$$x = \frac{L_b^2 - L_c^2}{2 X_{s-s}} \quad \text{----- (11)}$$

となる。同様にして、

【0136】

$$y = \frac{L_b^2 - L_a^2}{2 Y_{s-s}} \quad \text{----- (12)}$$

20

$$z = \sqrt{L_b^2 - \left( \frac{X_{s-s}}{2} + x \right)^2 - \left( \frac{Y_{s-s}}{2} + y \right)^2} \quad \text{----- (13)}$$

となる。

【0137】

以上示したように、少なくとも3個の音波発生源43と検出センサ3までの距離が測定できれば、容易に音波発生源43の位置(空間)座標を求めることが可能となる。本発明では、検出センサ3を4個用いており、例えば、距離が最も遠い情報を使わず(この場合、検出センサ3で出力される信号は、距離が遠いために信号レベルが最も小さくなっている)、残り3個の距離情報のみで、座標を算出することで、信頼性の高い座標算出を可能としている。

30

【0138】

また、この距離が遠い検出センサの距離情報を活用することで、出力された座標値の信頼性が高いものの否かを判定することも可能である。

【0139】

具体的な方法としては、例えば、距離情報L<sub>a</sub>、L<sub>b</sub>、L<sub>c</sub>で算出された座標値と、距離情報L<sub>b</sub>、L<sub>c</sub>、L<sub>d</sub>で算出された座標値は同一の値を出力するはずであり(距離情報の組み合わせを変更して演算する)、両者が一致しない場合には、いずれかの距離情報が不正、つまり、誤検出したことになるので、その場合には、座標値を出力しないといった信頼性を向上させる構成も実施可能となる。

40

【0140】

次に、本発明の空間座標を算出することが可能な座標入力装置の動作モードについて説明する。

【0141】

本発明の座標入力ペン4は、図7(a)に示したように、ペン先SW41、及び2個のペンスайдSW42a、42bを具備してなり、各SWの動作モードについて図14、図1

50

5を用いて説明を加える。また、座標入力ペン4の動作モードに対応した検出回路側（本体側）の動作モードについて図14、図16を用いて説明する。

【0142】

図7の駆動回路44内のメモリには、図15に示す処理を実行する動作プログラムが記憶されていて、駆動回路44内の制御回路（CPU）は、ペン先SW41及びペンサイドSW42a、42bの操作に従って、動作プログラムを実行する。

【0143】

操作者が、座標入力ペン4を握って座標入力面（この場合、図13に示すように、表示装置6のスクリーン面にXY平面（ $z=0$ ）が設定されている）を押圧することで、ペン先SW41は動作する。

10

【0144】

尚、以下の説明で、ペン先SW41が動作する入力を「ペン入力」と呼ぶ。また、直接、表示装置6の表面に接触はしていない、ペン先SW41が動作していない状態において、比較的その表示装置6の近傍で、座標入力動作をする場合を「近接入力」と呼ぶ。更に、表示装置6から離れたところで座標入力動作をする場合を「遠隔入力」と呼ぶ。

【0145】

まず、ステップS102で、メモリに記憶されている各種データを初期化するために、メモリクリアを実行する。ステップS103で、ペン先SW41がONであるか否かを判定する。この判定は、操作者が、座標入力ペン4を握って座標入力面（表示装置6のスクリーン面にXY平面（ $z=0$ ）が設定されている）を押圧の有無で判定する。

20

【0146】

ステップS103において、ONでない場合（ステップS103でNO）、ステップS112に進む。一方、ONである場合（ステップS103でYES）、ステップS105に進み、駆動間隔 $T=T1$ （例えば、100回/秒）に設定する。そして、ステップS106で、設定された駆動周波数及び駆動間隔で駆動回路44により音波発生源43を動作させ、音波が空中に放射されるように動作する。即ち、この時の動作は、図14のペン入力モード（Mode=1）となる。

【0147】

ステップS107で、ペン先SW41の状態を検知する動作を実行して、ペン先SW41がONであるか否かを判定する。ONである場合（ステップS107でYES）、操作者が筆記動作を続けているとみなして、ステップS106の音波発生源43を駆動する動作を繰り返す。一方、ONでない場合（ステップS107でNO）、即ち、操作者が座標入力面から座標入力ペン4を離した場合は、ステップS108に進む。

30

【0148】

ステップS108で、所定時間（例えば、10秒）、タイマ（Timer）をセットする。そして、ステップS109で、駆動間隔 $T=T11$ （例えば、50回/秒）に設定する。ステップS110で、設定された駆動周波数及び駆動間隔で駆動回路44により音波発生源43を動作させる。ステップS111で、タイマがゼロ（Timer=0）であるか否かを判定する。ゼロでない場合（ステップS111でNO）、ゼロになるまで、ステップS110及びステップS111の動作を繰り返す。このとき、図14に示す動作モードは近接入力モード（Mode=2）であって、ペン先SW41がONからOFFに遷移したときに、この近接入力モードに移行する。一方、ゼロである場合（ステップS111でYES）、ステップS102に戻る。

40

【0149】

一方、座標入力面から離れて（例えば、画面から400mm以上）操作する遠隔入力の場合は、前回の座標値に対する今回の座標値の差分を出力する相対座標となる。従って、操作者は、まず、画面上に表示されている現在のカーソルの位置を入力したい位置まで移動させて（いわゆる、マウスのドラッグ）、アイコンをクリックしたり、描画の動作をさせる（いわゆる、マウスの左クリック）。特に、実施形態1では、図7のペンサイドSW42aを押すことによって、カーソルを移動させて、同時に、ペンサイドSW42bを押す

50

ことで、アイコンのクリックや描画の動作を実現する。

【0150】

ステップS103において、ペンサイドSW41がONでない場合（ステップS103でNO）、ステップS112に進み、ペンサイドSW42aがONであるか否かを判定する。ONでない場合（ステップS112でNO）、ステップS102に戻る。一方、ペンサイドSW42aがONである場合（ステップS112でYES）、即ち、操作者が、座標入力面から離れて操作する場合には、ステップS113に進む。

【0151】

次に、ステップS113で、ペンサイドSW42bがONであるか否かを判定する。ONである場合（ステップS113でYES）、ステップS118に進む。一方、ONでない場合（ステップS113でNO）、ステップS115に進む。このステップS112及びステップS113の判定によって、図14の遠隔入力1モード（Mode = 3）か遠隔入力2モード（Mode = 4）の判定を実行する。

【0152】

ここで、ペンサイドSW42aがONで、かつペンサイドSW42bがOFFである場合は、遠隔入力1モード（Mode = 3）とみなして、ステップS115で、駆動間隔  $T = T_2$ （例えば、30回/秒）に設定する。そして、ステップS116で、設定された駆動周波数及び駆動間隔で駆動回路4により音波発生源43を動作させ、ステップS112に戻る。

【0153】

一方、ペンサイドSW42aがONで、かつペンサイドSW42bがONである場合は、遠隔入力2モード（Mode = 4）とみなして、ステップS118で、駆動間隔  $T = T_2$ （例えば、40回/秒）に設定する。そして、ステップS119で、設定された駆動周波数及び駆動間隔で駆動回路4により音波発生源43を動作させる。

【0154】

ステップS120で、ペンサイドSW42bの状態を検知する動作を実行して、ペンサイドSW42bがONであるか否かを判定する。ONである場合（ステップS120でYES）、遠隔入力2モード（Mode = 4）が継続しているとみなして、ステップS119の音波発生源43を駆動する動作を繰り返す。一方、ONでない場合（ステップS120でNO）、ステップS102に戻る。

【0155】

尚、各動作モード（Mode = 1 ~ 4）における駆動間隔  $T$  は、駆動間隔： $T_1 < T_{11} < T_{21} < T_2$  を満足する設定を実行することで、効率の良い座標入力装置を構成することができる。

【0156】

即ち、ペン入力モード（Mode = 1）、近接入力モード（Mode = 2）、遠隔入力2モード（Mode = 4）、遠隔入力1モード（Mode = 3）の順番で操作者が高速に入力することを考慮すると上記駆動間隔にすることで、座標入力ペン4の消費電力を抑えることができ、電源寿命の点で有利である。

【0157】

次に、検出回路側（本体側）での動作について説明すると、図16において、ステップS121の待機状態から、ステップS122で、検出センサ3が座標入力ペン4からの信号を検出したか否かを判定する。信号を検出していない場合（ステップS122でNO）、ステップS121に戻る。一方、信号を検出した場合（ステップS122でYES）、ステップS123に進み、座標入力ペン4の位置座標値（X, Y, Z）を算出する。

【0158】

次に、ステップS124で、駆動間隔  $T = T_1$  であるか否かを判定する。 $T = T_1$  でない場合（ステップS124でNO）、ステップS128に進む。一方、 $T = T_1$  である場合（ステップS124でYES）、ステップS125に進み、駆動間隔  $T = T_{11}$  であるか否かを判定する。 $T = T_{11}$  でない場合（ステップS125でNO）、ステップS126

10

20

30

40

50

に進み、Mode = 1 に設定して、ペン入力モードの動作を実行する。一方、 $T = T11$  である場合（ステップ S125 で YES）、ステップ S127 に進み、Mode = 2 に設定して、近接入力モードの動作を実行する。

【0159】

そして、ステップ S133 で、絶対座標値（X，Y）を出力する。

【0160】

一方、ステップ S124 において、 $T = T1$  でない場合、前回の座標算出サンプリングに計算した座標値 X，Y との差分値（相対座標）（ $X$ ， $Y$ ）を算出する。そして、ステップ S129 では、ステップ S123 で算出した Z の値から、相対座標に対する倍率  $k_n$  をメモリに格納されたテーブル（図 14）から算出する。

10

【0161】

次に、ステップ S130 で、駆動間隔  $T = T2$  であるか否かを判定する。 $T = T2$  である場合（ステップ S130 で YES）、ステップ S131 に進み、Mode = 3 に設定して、遠隔入力 1 モードの動作を実行する。一方、 $T = T2$  でない場合（ステップ S130 で NO）、ステップ S132 に進み、Mode = 4 に設定して、遠隔入力 2 モードの動作を実行する。

【0162】

そして、ステップ S134 で、相対座標値（ $k_n X$ ， $k_n Y$ ）を出力する。

【0163】

ここで、各動作モードとその動作モードに基づく位置座標の出力形式について説明する。まず、ペン先 SW41 が ON 状態の場合は、ペン入力モード（Mode = 1）は、算出される座標値は絶対座標値（X、Y、0）であって、その値を直接外部機器に出力することで、操作者は筆記動作が可能となる。

20

【0164】

一方、ペン先 SW41 が OFF 状態の場合は、少なくとも操作者による XY 平面内（ $Z = 0$ ）での座標入力が行われていない状態を意味するが、その場合であっても、画面上に表示されているカーソルを移動する等の動作を行えることが好ましい。そのため、ペン先 SW41 が ON 状態から OFF 状態に移したときには、一定時間、ペン先 SW41 を座標入力面に押しつけなくても（ペン先 SW41 が ON 状態でなくても）座標の入力が可能な近接近入力モード（Mode = 2）を有している。

30

【0165】

さらに、実施形態 1 の座標入力装置は、座標入力面（XY 平面）から離れて入力する（ $Z > 0$  であることを示す）ことが可能であり、ペンサイド SW42a が押されることで遠隔入力 1 モード（Mode = 3）、また、ペンサイド SW42a，ペンサイド SW42b が同時に押されることで、遠隔入力 2 モード（Mode = 4）に設定されて、座標入力ペン 4 の動きによってカーソルを移動し、その移動状態を記録（筆跡）として残すことが可能となる。

【0166】

以上説明したように、実施形態 1 によれば、操作者は遠隔入力の際、現状位置するカーソルの位置から、スムーズに所望の位置にカーソルを移動することが可能となる。また、その座標入力が連続して行われている一連の間は、座標入力ペン 4 の X 方向の移動量、Y 方向の移動量は、画面上からの距離によって、カーソルの移動量と相対的に座標値を変更させて出力するので、遠隔操作であっても、操作感を向上させるとともに文字を入力したり、図形を描画したりすることも可能となる。

40

【0167】

<実施形態 2>

従来の座標入力装置において、抵抗膜方式、静電方式等の座標入力装置は、完全に透明な入力板を構成することが困難であり、表示装置の画像の質を低下させる。

【0168】

さらには、ガラス等の伝播体に超音波を伝播させて座標を算出する超音波方式では、例え

50

ば、室内で用いる際の蛍光灯の映りこみを防止するために、そのガラスの表面を光学的に処理する必要があり、画像の画質を維持すると言う点で大幅なコストアップが避けられない。

#### 【 0 1 6 9 】

また、電磁誘導方式は、表示面の裏側にマトリックス上の電極を配置し、入力ペンとの間で電磁的な信号の送受を行う。そのため、表示装置が大型化し装置の厚みが増すと、原理的に座標算出が困難なものとなる上に、会議用途、あるいはプレゼン用途といった大型の座標入力装置を構成する場合には、非常にコストの高い装置となってしまう。

#### 【 0 1 7 0 】

また、大型の表示システムを採用した場合には、大勢の聴衆による同時視聴が想定され、画像の視野角、あるいはコントラスト等は十分な性能が要求される。従って、これらの大型表示システムと座標入力装置を組み合わせる場合には、十分に低コストで精度良く座標算出が可能となるばかりでなく、表示装置の画質を劣化させないと言うことが重要な要件となる。

10

#### 【 0 1 7 1 】

さらには、この種の大型の入出力一体のシステムを考慮した場合、大勢の参加者を想定した打ち合わせ、あるいはネットワーク時代を考慮すれば、操作者が直接画面をタッチすることでパーソナルコンピュータ等の端末を制御するばかりでなく、例えば、質問者がその場で遠隔操作（ディスプレイより離れた位置で操作）により、画面を操作したり、必要に応じてネットワークより情報を引き出せるような構成になるのが好ましい形態と言える。

20

#### 【 0 1 7 2 】

実際に操作者がこのシステムを使用する場合を考えると、上述したように、ディスプレイ上の入力面を直接タッチすることで筆跡を残したり、各種の動作を実行するペン入力状態、ディスプレイ上の入力面の近傍において、指示具を動作させてカーソルの移動等を行う近接入力状態、及びディスプレイより離れた位置で動作させる遠隔入力状態の3状態に大別することができる。

#### 【 0 1 7 3 】

まず、ペン入力状態では、操作者による指示具の移動に伴ってその筆跡が忠実に再現されることが重要な仕様となる。また、近接入力の場合も、表示面であるところのディスプレイと指示具の距離は小さな値であり、指示具を移動することで、例えば、ディスプレイ

30

#### 【 0 1 7 4 】

一方、遠隔入力の場合において要求される仕様はだいぶ異なり、例えば、レーザーポインタを用いた大会議室、ホール等におけるプレゼンテーションを想定して説明を加えれば、まず、操作者は所望の所定点を指示しようとしてレーザーポインタの向きを直感的に保持してレーザーを照射することになる。しかしながら、その最初に照射されたレーザーの照射位置は、操作者が意図した所望の所定点位置とはだいぶ異なる位置になるのが通例である。

#### 【 0 1 7 5 】

従って、操作者はその照射されたレーザーの位置を確認しながら、レーザーの向きを修正して目的を達成することができる。言い換えれば、このフィードバックループ（現認 向き修正 視認）が無ければ、遠隔操作による所定位置を指し示すことは困難な状況にある。

40

#### 【 0 1 7 6 】

さらには、遠隔操作の場合には操作者は、画面を斜めにみて操作する場合も想定される。

#### 【 0 1 7 7 】

つまり、ディスプレイの表示面をXY平面、その垂線方向をZ軸とし、原点をディスプレイの表示面の中心部とすれば、表示面の範囲は、 $X \mid X_s - s / 2 \mid$ 、 $Y \mid Y_s - s / 2 \mid$ 、 $Z = 0$ となる（図13参照）。しかしながら、操作者の指示具の位置はディスプレイの斜め方向に位置していることから、必ずしも $X \mid X_s - s / 2 \mid$ 、 $Y \mid Y_s - s / 2 \mid$ の位置にあるとは限らない。

#### 【 0 1 7 8 】

50

つまり、表示面をZ軸方向に投影してできる空間の領域外に、指示具が位置することは、多くの場合ありえる。このように、ペン入力状態、あるいは近接入力状態においては、X軸方向及びY軸方向の座標検出エリアはほぼ表示装置の表示画面のサイズ程度であればよかったものが、遠隔操作状態を考慮すれば、それはより大きな値となり、しかも絶対的な精度を保証しなければならない。

#### 【0179】

さらには、大画面ディスプレイであることを考慮し、例えば、カーソルを隅部から対角線方向の隅部まで大移動させようとする場合、ペン入力状態あるいは近接入力状態では、手の動作のみならず、人間の移動（例えば、歩行、あるいは姿勢を変化させる等を含む）を伴いながら目的を達成するが、この移動は、ホワイトボード等の筆跡の記入等を鑑みれば人間の操作としては許容できる程度である。しかしながら、遠隔操作の場合には、その場において所定の筆跡を記入することが望まれ、人間の移動を伴わずに所定の操作を実行できるようにする課題がある。

10

#### 【0180】

さらには、これらの動作を実現するためには、座標入力ペンには、複数のスイッチ手段が必要となるが、そのスイッチ手段の動作の割り付けを十分考慮しなければ、例えば、操作者が右利きか左利きかで、専用の指示具を用意する必要があるだろうし、あるいは、スイッチ手段の動作割付を操作者自身に変更できるような仕組みが必要となり、その操作の煩雑さによる使い勝手、操作性の低下、あるいは装置のコスト上昇の原因となる課題が生じる。

20

#### 【0181】

そこで、実施形態2では、操作者の利き腕に左右されることなく、操作性の良い座標入力ペンを提供し、かつ入力面に押圧して文字等の情報を追記するペン入力状態、あるいは入力面から離れた位置で同様の操作を行うことができる近接入力状態、及び遠隔操作入力状態を実現するとともに、その操作性を大幅に改善する座標入力装置について説明する。

#### 【0182】

図17は本発明の実施形態2の3次元（空間）座標計測可能な座標入力装置の概略構成を示す図である。

#### 【0183】

尚、実施形態2の図17の座標入力装置において、実施形態1の図6の座標入力装置と同一の構成要素については、同一の参照番号を付加し、その詳細については省略する。

30

#### 【0184】

図17において、座標入力ペン4は、操作者による座標入力動作により空中に音波を発生する共に、超音波の放射タイミング、あるいは座標入力ペン4のスイッチ情報等を伝送するための赤外光を放射するように構成されている。放射された赤外光は光検出センサ7で受光されると共に、同時に放射される音波は複数の検出センサ3により検出され、信号波形検出回路2で処理される。その後、演算制御回路1によって、座標入力ペン4の音波発生源の位置（X，Y，Z）を算出するように構成されている。

#### 【0185】

尚、本発明においては、超音波の伝達時間を基に筆記具であるところの座標入力ペン4の位置座標を検出する方式について説明しているが、3次元（空間）座標計測可能な座標入力装置であれば、本発明の趣旨とするところは実施が可能であり、座標算出原理（例えば、光学的な方法により3次元計測可能とする座標入力装置）について限定されるものではない。

40

#### 【0186】

次に、座標入力ペンの構成について、図18を用いて説明する。

#### 【0187】

図18は本発明の実施形態2の座標入力ペンの構成を示す図である。

#### 【0188】

尚、実施形態2の図18の座標入力ペンにおいて、実施形態1の図7の座標入力ペンと同

50

一の構成要素については、同一の参照番号を付加し、その詳細については省略する。

【0189】

実施形態2の座標入力ペン4では、音波発生源43からの機械的な振動のエネルギーが放射されるときに、そのタイミングに同期して、赤外LED46を介して光信号が放射される。

【0190】

尚、図18において、上段が座標入力ペン4の側面図、下段が座標入力ペン4の上面図を示している。また、座標入力ペン4においては、座標入力ペン4のペン先SW41、音波発生源43及び赤外LED46を座標入力ペン4の先端部、先端部以外の駆動回路44、ペン電源45を内蔵する構造を筐体部と称し、この筐体部の表面にペンサイドSW42a、42bが、その筐体部の軸に対し平行に隣接するように配置されている。

10

【0191】

座標入力ペン4のペン先SW41、または複数あるペンサイドSW42a、42bのいずれかがON状態になると、所定の周期で超音波信号と光信号の両者が放射されることになる。光信号は、超音波を放射するタイミングと同期した信号であり、超音波放射タイミングを光検出センサ75を介して演算制御回路1が検知して、音波発生源である座標入力ペン4の位置座標を算出する。一方、光信号には座標入力ペン4の状態（例えば、どのスイッチがON状態となっているか、あるいはペンを識別するためのコード等）を示す信号が重畳されて出力されている。

【0192】

20

その情報を伝送する方法は、例えば、連続するパルス列からなるリーダ部と、これに続くコード（メーカーID等）とからなるヘッダ部をまず出力し、その後、ペンIDや前述したペンスイッチ信号等の制御信号等からなる送信データ列が予め定義された順序と形式に従って、その情報を順次出力する。この方法はよく知られた方法（例えば、赤外線を利用したリモコン等）で、ここでの詳述は省略する。

【0193】

次に、座標入力ペン4の各SWの動作モードについて図19、図20を用いて説明を加える。

【0194】

操作者が、座標入力ペン4を握って座標入力面（この場合、図13に示すように、表示装置6のスクリーン面にXY平面（ $Z=0$ ）が設定されている）を押圧することで、ペン先SW41が動作する。まず、ステップS201で、ペン先SW41がONであるか否かを判定する。ONでない場合（ステップS202でNO）、ステップS203に進む。一方、ONである場合（ステップS202でYES）、ステップS206に進み、第1の所定周期で（例えば、50回/秒）で駆動回路44により音波発生源43が動作し、その第1の所定周期で音波（第1制御信号）が空中に放射されるように動作する。この時、本発明の座標入力装置によって算出される座標値は、絶対座標値（X、Y、0）であって、その値を直接、外部装置等に出力することで、操作者は筆記動作が可能となる（ペンダウン状態）。

30

【0195】

40

尚、ペン先SW41がON状態とは、座標入力面である表示装置6上に座標入力ペン4が位置し、操作者によってまさに座標入力が行われ、筆跡を入力しようとする状態（ペンダウン状態）であり、画面上に表示された筆跡は、操作者による筆記動作に対して忠実に行われる。また、例えば、ペン先SW41を所定時間内に2回動作させた場合、座標入力装置の座標算出サンプリングレートを参照しながら、信号を受信した時間、間隔、あるいは座標を算出しているタイミング等を監視することとで、マウスのダブルクリック動作を認識するように構成されている。

【0196】

一方、ペン先SW41がONでない場合（ステップS202でNO）、つまり、OFFの場合は、少なくとも操作者によるXY平面内（ $z=0$ ）での座標入力が行われていない状

50

態を意味するが、その場合であっても、画面上に表示されているカーソルを移動する等の動作（ペンアップ状態）を行えることが好ましい。この動作を実現するために、本発明の座標入力ペン 4 には、ペンサイド SW 4 2 a、4 2 b が設けられている。

【0197】

そして、ステップ S 2 0 3 ~ ステップ S 2 0 5 でそれぞれ、ペンサイド SW 4 2 a、4 2 b が ON であるか否かを判定する。この判定結果に基づいて、少なくともペンサイド SW のどちらか一方が ON 状態の場合は、ステップ S 2 0 7 に進み、第二の所定周期（例えば、40 回 / 秒）で音波（第 2 制御信号）が空中に放射される（ペンアップ状態）。一方、入力面から離れていても（ $z > 0$ ）、座標入力ペン 4 の動きによってカーソルを移動し、その移動状態を記録（筆跡）として残したいような場合には、ペンサイド SW 4 2 a、4 2 b の両方を押圧することで、ステップ S 2 0 7 に進み、第一の所定周期で音波（第 1 制御信号）が空中に放射されるように動作し、ペンダウン状態となる。

10

【0198】

このように、ペン先 SW 4 1 が OFF 状態、かつ少なくともどちらかのペンサイド SW 4 2 a、4 2 b が動作状態となる具体的想定使用例は、操作者が座標入力面であるところの表示装置 6 から離れた位置で、画面を制御しようとしている場合であって、例えば、離れた位置でカーソルを所望の位置に移動したり、筆跡を入力しようとする場合である。

【0199】

つまり、少なくとも一方のサイドスイッチ 4 2 a、4 2 b が動作している場合は、操作者は画面上に示されているカーソルを移動することができる状態（ペンアップ状態）を実現することができる。また、その両者が動作している場合には、カーソルの移動を筆跡として残すことができるような状態（ペンダウン状態）を実現することができる。

20

【0200】

つまり、座標入力装置が座標を算出する際に、ペンの状態（ペンアップ状態、ペンダウン状態）を情報として同時に出力することができるよう構成してあるので、その情報を基にパーソナルコンピュータ等の外部機器に格納されている制御ソフト、あるいはアプリケーションソフト等によって、所望の動作を実現することができる。

【0201】

また、『少なくとも一方のペンサイドスイッチ』あるいは『両者のペンサイドスイッチ』の状態を区別した意図は、利き腕を考慮した結果である。つまり、図 1 8 に示すように、座標入力ペン 2 のペンサイド SW 4 2 a、4 2 b は、座標入力ペン 4 の対称軸に対称に、しかも隣接するように配置してあるので、右利き、左利きの区別無く、同一の動作で同一の効果が得られるように構成している。

30

【0202】

また、ペンサイド SW 4 2 a、4 2 b の他の実施形態としては、2 段スイッチ、つまり、スイッチのキートップを押圧することによって 2 段目のスイッチが動作するスイッチを用いることによって、同様の効果も得られる。

【0203】

さらには、図 2 1 に示すように、座標入力ペン 4 の筐体部の軸に沿って隣接するようにペンサイド SW 4 2 a、4 2 b を配置することで、同様の効果を得ることができる。

40

【0204】

さらには、『少なくとも一方のペンサイドスイッチ』あるいは『両者のペンサイドスイッチ』の状態が機能するように、ペンサイド SW 4 2 a、4 2 b への割付を行っているために、操作者の手のサイズ等による固有の仕様に関して、目的を実現させるためのスイッチ動作の自由度が増す結果、操作者個人の違いによる操作性の向上にも寄与している。

【0205】

さらには、筐体部に 3 個のペンサイドスイッチを設けて、上述した動作のほかに制御信号を追加するような場合には、『3 個のうちのいずれか 1 個のペンサイドスイッチ』、『3 個のうちのいずれか 2 個のペンサイドスイッチ』、『3 個のペンサイドスイッチ全て』の状態で作動作する制御信号を各スイッチ手段に割り付けることで、同様の効果を得られる。

50



## 【0206】

先に述べたように、ペン先SW41がOFF状態、かつ少なくともどちらかのサイドSW42a、42bが動作状態となる状態は、操作者が座標入力面であるところの表示装置6から離れた位置で、画面を制御しようとしている場合（遠隔入力状態）である。

## 【0207】

この『遠隔入力』について考察してみれば、表示面である画面から離れた位置での遠隔操作であっても、その距離が短くなれば短くなるほど、所望の位置を直感的に行うことが可能となる（距離がゼロとなる状態は、ペン先SW41が押圧されて動作状態となり、ペン入力状態となる）。逆に、操作者が意図した所望の位置を指し示そうとする場合に、操作者が画面から離れば離れるほど、例えば、表示されるカーソルの位置は所望の位置と離れた位置に表示されるようになる。その理由は、レーザーポインタを用いたプレゼンテーションを想定すれば理解が得られやすい。

10

## 【0208】

つまり、レーザーポインタを使って遠くの所定点を指示する場合、まず、最初のレーザー発射時（1点目）においては、とんでもない位置を指示することが良く見られる。人間は、このレーザーの照射位置を視認して、相対的にレーザーポインタの向きを修正することによって、所望の位置にレーザーの照射位置を移動することができる。

## 【0209】

つまり、視認、修正、視認と言う行為を通じて目的を達成することが可能となり、『ちゃんと指示しているのに照射位置がおかしい（レーザーが壊れている）』と感ずるのでなく、修正作業により人間の能力（こっちの方角だと思って指し示す能力）の不備を補間することができる。

20

## 【0210】

以上の考察に基づけば、遠隔入力の場合には、最初の1点目を入力する際のペンの位置は重要な要素でなく、その位置から座標入力ペン4を移動させることによって、その移動量分だけカーソルを移動できれば、操作性の良い遠隔入力が行える。

## 【0211】

つまり、人間の動作で実現する座標入力ペン4の移動量、方向を忠実に再現できる仕組みが得られれば、遠隔操作により表示されている画面の情報を制御したり、筆跡を追記すること等が可能となる。さらには、この仕組みを備えることによって、次のような利点も得られる。

30

## 【0212】

会議等によるプレゼンテーションを想定した場合、ペン入力あるいは近接近入力を実行するのは、説明者、あるいは議事進行を務める司会者である。一方、画面から離れた位置にいるのは、画面に表示されている内容を視覚し、発表を聞いている大勢の聞き手である。

## 【0213】

つまり、大勢の聞き手が画面を見ることができる位置に表示画面が配置され、発表内容に対して質問あるいは提案することになるが、聞き手が、その場（表示画面より離れている位置）において、例えば、ネットワークを介して別の情報、証拠を表示したり、発表者の資料に情報を追記したりする場面が想定される。

40

## 【0214】

この場合、聞き手はその場所において全ての所望の操作ができることが好ましい形態であり、実施形態2では、それを実現可能なものとする。

## 【0215】

例えば、図13を参照して説明すれば、表示装置6の表示エリアをZ軸方向に投影してできる空間（Z軸を中心とした角柱状の空間）の領域外に、大勢の聞き手が配置されることは十分に有りえる想定である。そして、その空間外で座標入力ペン4を操作して3次元位置座標を検出しても、表示画面の領域外となるので、表示画面上でのカーソル等の操作を実現することができない。

## 【0216】

50

そこで、最初の１点目の座標値を記憶して、以後の座標値をその記憶した座標値の差分値として出力するように構成する。言い換えれば、最初の一点目の座標値を検出しても、例えば、表示されているカーソルは何ら移動せず、以後の座標値の差分値を算出することで、その差分値だけカーソルが移動するように構成する。

【０２１７】

このように構成することで、表示装置６の表示エリアをＺ軸方向に投影してできる空間の空間外に座標入力ペン４があっても、先に述べた遠隔操作における快適な操作環境を実現可能とする。

【０２１８】

次に『最初の１点目の座標値』の定義について説明する。

10

【０２１９】

座標入力装置は、所定周期で座標値を検出して出力するように構成されており、座標算出サンプリングレート（単位時間あたりの座標算出可能回数）を参照すれば、連続的に座標入力が行われているのかいないのかを判定することが可能である。

【０２２０】

連続的に入力されている状態とは、ペン先ＳＷ４１、ペンサイドＳＷ４２ａ、４２ｂの少なくともその１つがＯＮ状態となって、所定周期で座標入力ペン４から超音波が放射される状態である。つまり、例えば、前述した超音波放射タイミングに同期した光信号の周期をカウントすることで、その状態を判別することが可能である。そして、『最初の１点目の座標値』とは、この連続した期間内における最初に有効となった座標値のことであり、以後、この期間内における座標値は全てこの最初の座標値と比較されてその差分値が出力されるようになる。

20

【０２２１】

尚、上述の有効となる『最初の１点目の座標値』とは、連続して座標入力が行われている最初の１点目に限定されるものではなく、連続入力期間中に最初に有効となった座標値を意味する。つまり、座標入力装置の種類によっては、最初に入力した座標値に信頼性が乏しい方式のものがあ（例えば、連続入力期間中の最初の３点目まで出力せず、安定した座標検出が可能となる４点目から有効な座標値として出力するような形態の座標検出方法を採用している座標入力装置）、その場合には、連続入力期間中に、例えば、有効となった最初の座標値（この場合では、４点目）を記憶すればよいことになる。

30

【０２２２】

具体的な想定例を図２２を用いて説明する。

【０２２３】

図２２（ａ）は表示されているカーソルを表示画面の隅の位置１（表示されているカーソルの現状位置）から対角方向の隅の位置３まで移動する場合の例である。遠隔操作者は、まず、任意の位置でペンサイドＳＷ４２ａ、４２ｂのどちらかを動作させ、３の方向へ座標入力ペン４を移動させる。

【０２２４】

カーソルの移動は先の任意の位置から指示具が移動した移動量と方向が再現されて移動するが、操作者が仮に腕の操作だけでなく、『歩行を伴わなければ』、『姿勢を変えなければ』もうこれ以上３の方向にカーソルを移動することができなくなってしまう状態に陥ったとする（カーソルの位置は２）。

40

【０２２５】

その時、操作者は動作させていたペンサイドＳＷを解除し、例えば、操作者は先に述べた任意の位置の方向に座標入力ペン４を戻して再度、ペンサイドＳＷを動作させる。この時、ペンサイドＳＷの解除と共に、所定周期で放射している超音波の放射が停止するので、連続的に入力されている状態がリセットされたと判断できる。

【０２２６】

これにより、先に述べたように、再度、ペンサイドＳＷを動作させても（座標入力ペン４の位置は移動している）、カーソルの位置は２の場所のままである。操作者が再びペ

50

ンサイドSWを動作させて、カーソルの位置を視認しながら座標入力ペン4を移動することによって、3 の方向へカーソルを移動し、目的を達成できる。

【0227】

図22(b)は、文字を筆記しようとする例であり、まず、図22(a)の例を用いてカーソルを2 の所望位置に移動する。この時、ペンサイドSWをOFF状態としても良いが、そのままON状態としてもどちらでも良い。ペンサイドSWをOFF状態とする場合は、書こうとする文字がその大きさからいって、『歩行を伴わなければ』、『姿勢を変えなければ』という状態が想定される場合である。一方、ON状態のままである場合は、腕の動作等で十分入力可能な場合と想定できる。

【0228】

前者の場合、『い』という文字を入力する際の『最初の1点目の座標』は、位置2 を指し示した際の座標入力ペン4の位置座標である。後者のそれは、位置1 を指し示した際の座標入力ペン4の位置座標である。カーソルを2 の位置に移動した後、ペンサイドSW42a、42bの両者を動作(ペンダウン状態)させて、座標入力ペン4の移動によりカーソルを3 の位置に移動し、座標入力ペン4の移動量、方向に応じた筆跡を画面上に残す。

【0229】

3 の位置において、操作者はペンサイドSW42a、42bのいずれか一方を解除し(ペンアップ状態:残りのいずれか一方のサイドSWは動作状態にあるので、所定周期で超音波信号が放射されている)、4 の位置にカーソルを移動して、再びペンサイドSWの両者を動作(ペンダウン)させて、カーソルを5 の位置に移動することで、その筆跡を画面上に残す。

【0230】

操作者は、カーソルを視認しながら座標入力ペン4の移動動作により最初の2 の位置まではカーソルを移動する必要があるが、その後の『い』という文字の筆記には、カーソルを視認しなくても座標入力ペン4の絶対的な移動量、つまり、直感的な手、腕の操作で文字入力を行うことができる。

【0231】

つまり、連続入力期間中の最初の有効な座標値を基準とすることで、その連続期間中に出力される座標値は相対的になるが、操作者からみれば、その期間中はカーソルの移動量と手、腕の動作が対応しており、直感的な、例えば、文章入力動作を実現することができる。

【0232】

以上の処理について、図23を用いて説明する。

【0233】

図23は本発明の実施形態2の座標入力装置の動作を説明するフローチャートである。

【0234】

尚、図23のフローチャートは、図19の動作モードに基づいて動作する。

【0235】

ステップS302で、座標検出に必要な情報(後述するが、実施形態2では、例えば、座標入力ペン4で放射された超音波信号が検出センサ3で受信されたか否かを判定する)である有効信号を検出したか否かを判定する。有効信号を検出していない場合(ステップS302でNO)、検出するまで待機する。一方、有効信号を検出した場合(ステップS302でYES)、ステップS303に進み、座標入力ペン4の3次元位置座標値(X,Y,Z)(絶対座標値)を算出する。

【0236】

ステップS304で、超音波放射タイミングと同期した光信号によって伝送されてくる座標入力ペン4に具備されているペン先SW41の状態を判断する。ここでは、ペン先SW41が動作状態、つまり、ペン先SW41が押圧されてペン入力状態(ON)であるか否かを判定する。ペン入力状態である場合(ステップS304でYES)、ステップS31

10

20

30

40

50

1に進み、ステップS303で得られている3軸の座標値(X, Y, Z)の少なくとも2軸の座標値(X, Y)を出力して、座標入力ペン4の移動動作に伴う、例えば、その筆跡を表示画面上に表示する。

#### 【0237】

一方、ステップS304で、ペン先SW41がペン入力状態でない場合(ステップS304でNO)、ステップS305に進み、算出されているZ軸方向の座標値Zと所定値1とを比較して、近接入力状態にあるか否かを判定する。近接入力状態である場合、つまり、Z座標値が所定値1以下である場合(ステップS305でYES)、ステップS311に進み、ステップS303で得られている3軸の座標値(X, Y, Z)の少なくとも2軸の座標値(X, Y)を出力する。

10

#### 【0238】

一方、ステップS305において、近接入力状態でない場合、つまり、Z座標値が所定値1より大きい場合(ステップS305でNO)、ステップS306に進み、算出されているZ軸方向の座標値Zと所定値2とを比較して、遠隔入力状態にあるか否かを判定する。遠隔入力状態にない場合、つまり、Z座標値が所定値2未満である場合(ステップS306でNO)、何も動作しないで、処理を終了する。

#### 【0239】

一方、ステップS306において、遠隔入力状態である場合、つまり、Z座標値が所定値2以上である場合(ステップS306でYES)、ステップS307に進み、すでに算出されている座標値(ステップS303で得られる座標値)を『最初の1点目の座標値』(X1st, Y1st)として、不揮発性メモリに記憶する。

20

#### 【0240】

ステップS308で、座標入力装置の座標算出サンプリングレートに基づく、例えば、光信号(所定周期で動作する超音波放射タイミングと同期した信号)の受信タイミングを監視することによって、連続的に座標入力が行われているか否かを判定する。連続的に座標入力が行われている場合(ステップS308でYES)、ステップS309に進み、その絶対座標値(X, Y, Z)を算出する。その後、ステップS310で、ステップS307で記憶した座標値(X1st, Y1st)とを比較して、その差分値である相対座標値(X, Y)を出力して、ステップS308に戻る。

#### 【0241】

一方、ステップS308において、連続的に座標入力が行われていない場合(ステップS308でNO)、不揮発性メモリを解放して処理を終了し、再び、ステップS302において、有効信号の検出待ち状態となる。

30

#### 【0242】

尚、実施形態2において、ステップS305における所定値1及びステップS306における所定値2は、同一値であっても良いし、異なっても良い。例えば、所定値1 = 100mm、所定値2 = 1000mmと設定すれば、Z座標値が100 ~ 1000mmの間は動作をしないようにすることができる。また、この設定は、用途に合わせて適宜行えばよい。

#### 【0243】

以上、座標入力装置として画面上を直接タッチして座標を入力して筆跡を追記したり、あるいはパーソナルコンピュータを制御する場合と、それと同様に画面から離れた地点で同様な操作を行うための遠隔操作について、座標入力ペン4に具備されている各種スイッチの割り付け、及びそのスイッチのいずれかが動作することで、定期的に音波が放射され、同時にこの音波の放射と同期した信号、並びに座標入力ペン4の状態(ペンアップ/ダウン状態、ペンのID番号等)を伝送する光信号が放射される。

40

#### 【0244】

次に、放射された音波、光波による信号処理、並びに座標算出原理について説明を加える。

#### 【0245】

50

実施形態 2 の座標入力装置は、実施形態 1 と同様、座標入力ペン 4 の音波発生源 4 3 と各検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離を、音波の既知の音速と、その到達時間の積により各々導出し、各検出センサ 3 \_S a ~ S d の位置情報を用いて幾何学的に音波発生源 4 3 の位置情報を得ることを基本としたシステムである。そこで、この音波の到達時間を検出する到達時間検出方法について、図 2 4、図 2 5 を用いて説明する。

【 0 2 4 6 】

図 2 4 は本発明の実施形態 2 の音波の到達時間検出方法を説明するためのタイミングチャートであり、図 2 5 は本発明の実施形態 2 の音波の到達時間検出を実現する検出回路のブロック図である。

【 0 2 4 7 】

1 1 0 1 は駆動回路 4 4 で発生した音波発生源 4 3 の駆動信号であり、それと同期して赤外 L E D 4 6 からの超音波発生のタイミング情報を伝送するためのスタート信号が光信号として放射される。この光信号は光検出センサ 7 を介して検出され、周波数検波回路 2 1 0、制御信号検出回路 2 1 1 を介して、超音波発生のタイミング、あるいは座標入力ペン 4 の状態（例えば、ペンアップ/ペンダウン状態等）を演算制御回路 1 に送信し、演算制御回路 1 内のタイマ 3 0 3（図 2 6）をスタートさせる。

【 0 2 4 8 】

一方、空中に放射された音波は、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離に応じて遅延し、検出センサ 3 \_S a ~ S d で検出されることになる。1 1 0 2 は前置増幅回路 2 0 1 で所定レベルまで増幅された各検出センサ 3 \_S a ~ S d で検出された検出信号を示す。この検出信号 1 1 0 0 を、絶対値回路及び低域通過フィルタ等により構成されるエンベロープ検出回路 2 0 3 で処理を行い、検出信号 1 1 0 3 のエンベロープ 1 1 1 3 をまず抽出する。

【 0 2 4 9 】

このエンベロープ 1 1 1 3 に着目すると、その波形が伝播する音速は群速度  $V_g$  であり、このエンベロープ 1 1 1 3 の特異な点、例えば、エンベロープ 1 1 1 3 のピークやエンベロープの変曲点を検出すると、 $T_g$  信号検出回路 2 0 7 により生成される信号 1 1 0 7 により、カウント動作を継続しているタイマ 3 0 3 をストップさせれば、群速度  $V_g$  に関わる遅延時間  $t_g$  が得られる。エンベロープ特異点検出回路 2 0 6 は、微分回路、ゼロクロスコンパレータを用いて容易に、このエンベロープ 1 1 1 3 のピークあるいは変曲点を検出することが可能である。

【 0 2 5 0 】

実施形態 2 では、2 階微分することによって信号 1 1 0 6 を形成し、閾値レベル 1 1 0 4 と検出信号 1 1 0 3 で比較されたゲート信号を参照してエンベロープ 1 1 1 3 の変曲点を検出する（信号 1 1 0 7）。

【 0 2 5 1 】

これにより、音波発生源 4 3 と検出センサ 3 \_S a ~ S d 間の距離  $L$  は、実施形態 1 で説明した（1）式で求めることができる。

【 0 2 5 2 】

一方、より高精度な距離  $L$  の計算を行なう場合には、検出信号波形の位相情報より、音波が到達する時間を導出する。その詳細について説明すれば、検出センサ 3 \_S a ~ S d の出力信号 1 1 0 2 は、帯域通過フィルタ 2 0 8 により余分な周波数成分を除いた後、 $T_p$  信号検出回路 2 0 9 に入力される。 $T_p$  信号検出回路 2 0 9 は、ゼロクロスコンパレータ、マルチバイブレータ等で構成される。そして、帯域通過フィルタ 2 0 8 によって出力された信号 1 1 0 8 のゼロクロス点に関わる信号 1 1 0 9 を生成する。

【 0 2 5 3 】

更に、所定の閾値レベル 1 1 0 4 と比較するゲート信号発生回路 2 0 5 が生成するゲート信号 1 1 0 5 と比較し、ゲート信号 1 1 0 5 の期間内において、帯域通過フィルタ 2 0 8 で出力される信号波形の位相が、例えば、負側から正側にクロスする最初のゼロクロス点を出力する信号 1 1 1 0 を生成する。同様にして、この信号 1 1 1 0 を用いて、前述した

10

20

30

40

50

スタート信号により動作しているタイマ 303 をストップさせれば、位相速度  $V_p$  に関する位相遅延時間  $T_p$  を検出することが可能である。

【0254】

以上のことから、音波発生源 43 と検出センサ 3<sub>Sa</sub> ~ 3<sub>Sd</sub> 間の距離  $L$  は、次式で求めることができる。

【0255】

$$L = V_p \times T_p + n \times p \quad (14)$$

ここで  $p$  は音波の波長、 $n$  は整数である。(14) 式の右辺第 2 項 ( $n \times p$ ) の持つ意味は、仮に音波の検出レベルが小さくなった場合には、それに応じてエンベロープ 1113 のレベルも低下することになる。そのため、このエンベロープ 1113 と閾値レベル 1104 とを比較して生成されるゲート信号 1105 のゲート信号発生期間は、例えば、信号 1111 のようになる。

10

【0256】

つまりゲート信号発生期間は、検出信号 1102 の信号レベルに依存することになる。信号レベルが変化する一番の要因は、音波発生源 43 と検出センサ 3<sub>Sa</sub> ~ 3<sub>Sd</sub> 間の距離であり、その信号レベルは距離に応じて指数関数的に減少することが良く知られている。

【0257】

従って、信号 1110 によって位相遅延時間  $T_p$  を本来検出すべきなのに、信号レベルが低くなった結果、ゲート信号 1105 の発生期間が変化し、信号 1112 により位相遅延時間  $T_p$  が検出されることが起こりえる。

20

【0258】

但し、信号 1110 と信号 1112 の時間差は、検出信号 1108 の 1 周期分に相当するので、距離に換算すれば音波の波長と言うことになる。つまり、位相遅延時間  $T_p$ 、位相速度  $V_p$  により導出される距離  $L$  は、信号レベルに応じて波長の整数倍の誤差を含むことになるので、式 (14) の右辺第二項はその補正項となる。

【0259】

一方、式 (1)、式 (14) で各々導出される距離  $L$  は、本来同じ値となるべきものである。従って、式 (1)、式 (14) を連立させれば、整数  $n$  は次式で求めることができる。

30

【0260】

$$n = \text{Int} \left[ (V_g \times T_g - V_p \times T_p) / p + 0.5 \right] \quad (15)$$

式 (15) において整数化を実行しているのは、群遅延時間  $T_g$  に基づく距離演算は、位相遅延時間  $T_p$  に基づく距離演算に比べ、その性能が劣化するので、この差分を吸収するためである。仮に、位相遅延時間  $T_p$  に基づく距離演算に誤差が無いものと仮定すれば、群遅延時間  $T_g$  に基づく距離演算に半波長以下の誤差が含まれても、式 (15) による整数  $n$  の演算は正確に行われるので、式 (14) による正確な距離導出が可能となる。

【0261】

次に、実施形態 2 の演算制御回路 1 の概略構成について、図 26 を用いて説明する。

【0262】

40

図 26 は本発明の実施形態 2 の演算制御回路の概略構成を示すブロック図である。

【0263】

ここでは、説明を簡略化するために、複数ある検出センサ 3 のその 1 つについて、その構成要素及びその動作概略を以下に説明する。

【0264】

301 は演算制御回路 1 及び本座標入力装置重体を制御するマイクロコンピュータであり、内部カウンタ、操作手順を記憶した ROM、そして計算等に使用する RAM、定数等を記憶する不揮発性メモリ等によって構成されている。前述した通り、駆動回路 44 により座標入力ペン 4 内の音波発生源 43 の駆動タイミングと同期したスタート信号が、制御信号検出回路 211 より入力されると、演算制御回路 1 内のタイマ 303 (例えば、カウン

50

タなどにより構成されている)をスタートさせる。

#### 【0265】

このように構成することで、座標入力ペン4内の音波発生源43を駆動する駆動タイミングと、演算制御回路1内のタイマ303との同期が得られるので、音波発生源43で発生した音波が各検出センサ3\_Sa~Sd各々に到達するのに要する時間を測定することが可能となる。

#### 【0266】

信号波形検出回路2より出力される各検出センサ3\_Sa~Sdよりの振動到達タイミング信号(信号1107及び信号1110)は、検出信号入力ポート306を介してラッチ回路304\_a、304\_bに各々入力される。ラッチ回路304\_a、304\_bは、対応する検出センサ3\_Sa~Sdよりの振動到達タイミング信号を受信すると、その時のタイマ303の計時値をラッチする。

10

#### 【0267】

このようにして、座標検出に必要な全ての検出信号の受信がなされたことを判定回路305が判定すると、マイクロコンピュータ301にその旨の信号を出力する。マイクロコンピュータ301がこの判定回路305からの信号を受信すると、ラッチ回路304\_a、304\_bから各々の検出センサ3\_Sa~Sdまでの振動到達時間をラッチ回路304\_a、304\_bより読み取り、所定の計算を行なって、座標入力ペン4の座標位置を算出する。

#### 【0268】

20

その算出結果を、I/Oポート307を介してディスプレイ駆動回路5に出力し、表示装置6の対応する位置に、例えば、ドット等を表示することができる。また、I/Oポート307を介しインターフェース回路(不図示)に、座標位置情報あるいは座標入力ペン4の状態信号(ペンアップ/ダウン状態、ペンID等)を出力することによって、外部機器に座標値あるいは制御信号を出力することができる。

#### 【0269】

尚、実施形態2において、検出された時間には、実施形態1でも説明したように、音波発生源43と各検出センサ3\_Sa~Sdまで音波が到達する時間に加えて、回路等による電氣的な処理時間も含まれる。その場合、実施形態2でも、実施形態1で説明した音波が伝播する時間以外に余分に計測される時間を除去する方法を適用することができる。また、音波発生源43の位置座標(X,Y,Z)も、実施形態1で説明したような方法で求めることができる。

30

#### 【0270】

以上説明したように、実施形態2によれば、3次元入力可能な座標入力装置の最適な座標出力形態を設けることで、『ペン入力状態』、『近接入力状態』、『遠隔入力状態』の各々にあっても、操作者の利き腕を区別することなく、あるいは座標入力ペン4を握った時の個人差に対する操作性の低下を極力排除し、操作性の良い入力手段を安価に提供することができる。

#### 【0271】

<実施形態3>

40

実施形態2において、ペン入力状態とは、ペン先が大画面ディスプレイの表示面であるところをタッチすることによって、所望の筆記情報、あるいは制御装置である外部機器を操作するものである。そのため、座標入力ペン4の先端部には、ペン先を接触させることで動作するペン先SW41が配置されている。

#### 【0272】

つまり、筆記時に座標入力面をタッチすることでペン先SW41を動作させることで座標入力が可能となり、例えば、このペン先SW41を手等で動作させれば、当然座標を検知する状態になる。具体的な想定例として、プレゼンテーション等を聞いている聞き手が、その座標入力ペン4のペン先SW41を何らかの拍子(例えば、ペン先SW41を知らずに、あるいは作為的に動作させた場合、あるいはそのペン先SW41の先端を無意識の内

50

に机等の物体をたたいたりした場合)に動作させると、話し手が意図している座標値と異なる座標値が検出されてしまう。

【0273】

これによって、話し手の意図する筆記情報が得られなかったり、あるいは意図する制御ができなくなる場合が生じる。

【0274】

そこで、実施形態3は、実施形態2を応用して、座標入力装置に対する座標入力動作において、特に、ペン入力状態における誤操作の有無を確認する処理を行なうような構成について説明する。このような構成の場合の座標入力装置の動作について、図27を用いて説明する。

10

【0275】

図27は本発明の実施形態3の座標入力装置の動作を説明するフローチャートである。

【0276】

尚、実施形態3の図27のフローチャートにおいて、実施形態2の図23のフローチャートと同一の処理については、同一のステップ番号を付加し、その詳細については省略する。また、図27のフローチャートは、図28の動作モードに基づいて動作する。

【0277】

ステップS304で、超音波放射タイミングと同期した光信号によって伝送されてくる座標入力ペン4に具備されているペン先SW41の状態を判断する。ここでは、ペン先SW41が動作状態、つまり、ペン先SW41が押圧されてペン入力状態(ON)であるか否かを判定する。ペン入力状態である場合(ステップS304でYES)、ステップS312に進み、検出した座標値のZ座標値=0であるか否かを判定する。換言すれば、座標入力面上を座標入力ペン4がタッチすることで、ペン先SW41が動作していることを確認する。

20

【0278】

ステップS312において、Z座標値=0である場合(ステップS304でYES)、ステップS311に進み、ステップS303で得られている3軸の座標値(X, Y, Z)の少なくとも2軸の座標値(X, Y)を出力して、座標入力ペン4の移動動作に伴う、例えば、その筆跡を表示画面上に表示する。

【0279】

一方、Z座標値=0でない場合(ステップS304でNO)、ペン先SW41が動作しているにもかかわらず、指示具4が座標入力面に位置していないと判定できるので(得られている座標値は、操作者の誤操作によって得られた座標値)、外部機器等への座標値出力は行なわず、処理を終了して、ステップS302に戻って有効信号の検出待ち状態となる。

30

【0280】

一方、ステップS304で、ペン先SW41がペン入力状態でない場合(ステップS304でNO)、ステップS315で、算出されているZ軸方向の座標値Zと所定値1とを比較して、近接入力状態にあるか否かを判定する。近接入力状態である場合、つまり、Z座標値が所定値1以下である場合(ステップS315でYES)、ステップS311に進み、ステップS303で得られている3軸の座標値(X, Y, Z)の少なくとも2軸の座標値(X, Y)を出力する。

40

【0281】

一方、ステップS315において、近接入力状態でない場合、つまり、Z座標値が所定値1より大きい場合(ステップS315でNO)、ステップS316に進み、算出されているZ軸方向の座標値Zと所定値2とを比較して、遠隔入力状態にあるか否かを判定する。遠隔入力状態にない場合、つまり、Z座標値が所定値2以下である場合(ステップS316でNO)、何も動作しないで、処理を終了する。

【0282】

一方、ステップS316において、遠隔入力状態である場合、つまり、Z座標値が所定値

50



2より大きい場合(ステップS316でYES)、ステップS307に進み、すでに算出されている座標値『最初の1点目の座標値』(X1st, Y1st)として、不揮発性メモリに記憶する。

【0283】

尚、実施形態2において、ステップS305における所定値1及びステップS306における所定値2は、同一値であっても良いし、異なっても良い。例えば、所定値1 = 100mm、所定値2 = 1000mmと設定すれば、Z座標値が100 ~ 1000mmの間は動作をしないようにすることができるが、この設定は用途に合わせて適宜行えばよい。

【0284】

以上説明したように、実施形態3によれば、算出された座標値の有効性を判定するので、操作者による誤操作を防止し、使い勝手の良い座標入力装置を構成することができる。

10

【0285】

また、3次元入力可能な座標入力装置の座標出力形態を、座標入力ペン4によるスイッチ情報と算出された座標値に基づいて、『ペン入力状態』、『近接近入力状態』、『遠隔入力状態』の各々にあっても、操作性の低下を極力排除し、操作性の良い入力手段を安価に提供することができる。

【0286】

以上、実施形態例を詳述したが、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置に適用しても良い。

【0287】

尚、本発明は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラム(実施形態では図に示すフローチャートに対応したプログラム)を、システムあるいは装置に直接あるいは遠隔から供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される場合を含む。

20

【0288】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【0289】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等、プログラムの形態を問わない。

30

【0290】

プログラムを供給するための記録媒体としては、例えば、フロッピー(登録商標)ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD(DVD-ROM, DVD-R)などがある。

【0291】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムそのもの、もしくは圧縮され自動インストール機能を含むファイルをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることによっても供給できる。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

40

【0292】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布し、所定の条件をクリアしたユーザに対し、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用することにより暗号化された

50

プログラムを実行してコンピュータにインストールさせて実現することも可能である。

【0293】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現され得る。

【0294】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現される。

【0295】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、複数の入力状態の各入力状態において、効率良くかつ適切に座標入力することができる座標入力装置及びその制御方法、座標入力指示具、プログラムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の各実施形態の座標入力装置を利用した座標入力システムの概略図である。

【図2】本発明の実施形態1の座標入力装置の座標入力ペンの基本構成を示す図である。

【図3】本発明の実施形態1の座標入力装置の機能構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施形態1の画面上のカーソルが表示されているときの入力例を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1の座標入力装置の座標系の拡大動作を説明するための図である。

【図6】本発明の実施形態1の3次元（空間）座標計測可能な座標入力装置の概略構成を示す図である。

【図7】本発明の実施形態1の座標入力ペンの構成を示す図である。

【図8】本発明の実施形態1の音波の到達時間検出方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図9】本発明の実施形態1の音波の到達時間検出を実現する検出回路のブロック図である。

【図10】本発明の実施形態1の演算制御回路の概略構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の実施形態1の音波の別の到達時間検出方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図12】本発明の実施形態1の別の音波の到達時間検出を実現する検出回路のブロック図である。

【図13】本発明の実施形態1の座標系を説明するための図である。

【図14】本発明の実施形態1の座標入力ペンの動作モードを説明するための図である。

【図15】本発明の実施形態1の座標入力ペンの動作を説明するフローチャートである。

【図16】本発明の実施形態1の座標入力装置の動作を説明するフローチャートである。

【図17】本発明の実施形態2の3次元（空間）座標計測可能な座標入力装置の概略構成を示す図である。

【図18】本発明の実施形態2の座標入力ペンの構成を示す図である。

【図19】本発明の実施形態2の座標入力ペンの動作モードを説明するための図である。

【図20】本発明の実施形態2の座標入力ペンの動作を説明するフローチャートである。

【図21】本発明の実施形態2の別の座標入力ペンの構成を示す図である。

【図22】本発明の実施形態2の座標入力ペンの操作例を説明するための図である。

【図23】本発明の実施形態2の座標入力装置の動作を説明するフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 2 4】本発明の実施形態 2 の音波の到達時間検出方法を説明するためのタイミングチャートである。

【図 2 5】本発明の実施形態 2 の音波の到達時間検出を実現する検出回路のブロック図である。

【図 2 6】本発明の実施形態 2 の演算制御回路の概略構成を示すブロック図である。

【図 2 7】本発明の実施形態 3 の座標入力装置の動作を説明するフローチャートである。

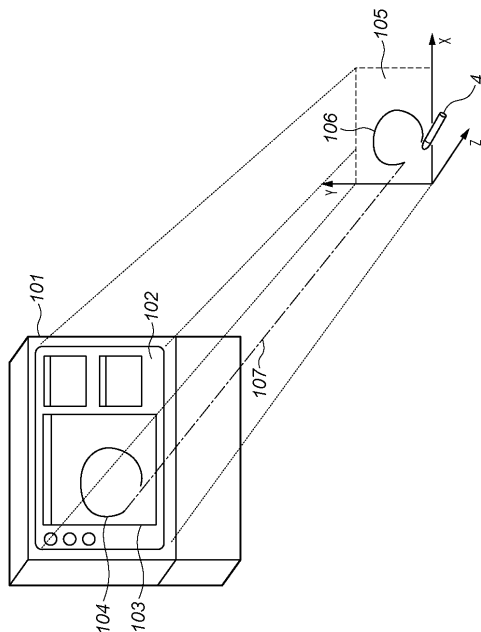
【図 2 8】本発明の実施形態 3 の座標入力ペンの動作モードを説明するための図である。

【符号の説明】

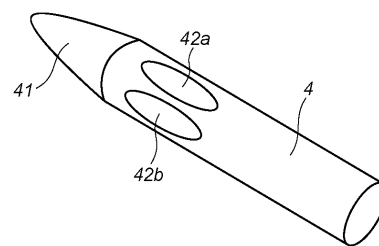
- 1 演算制御回路
- 2 信号波形検出回路
- 3 検出センサ
- 4 座標入力ペン
- 6 表示装置
- 4 1 ペン先 S W
- 4 2 a、4 2 b ペンサイド S W
- 4 3 音波発生源
- 4 4 駆動回路
- 4 5 ペン電源
- 4 6 赤外 L E D

10

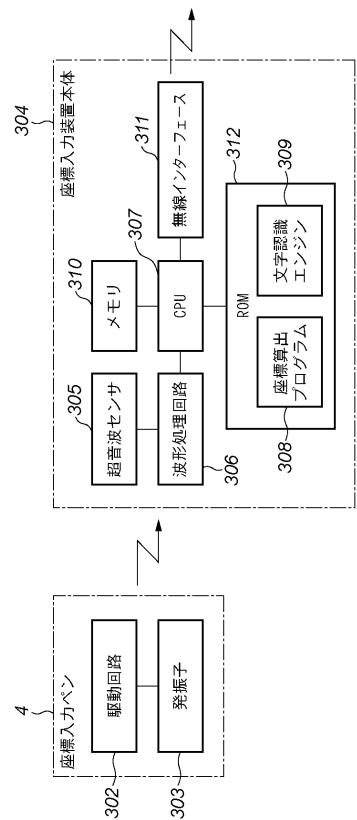
【図 1】



【図 2】



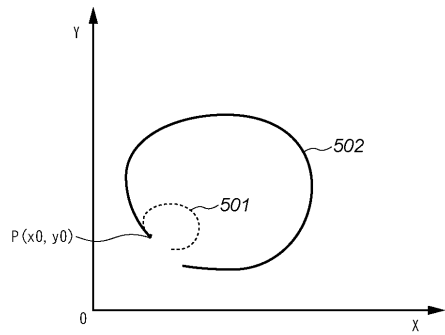
【 図 3 】



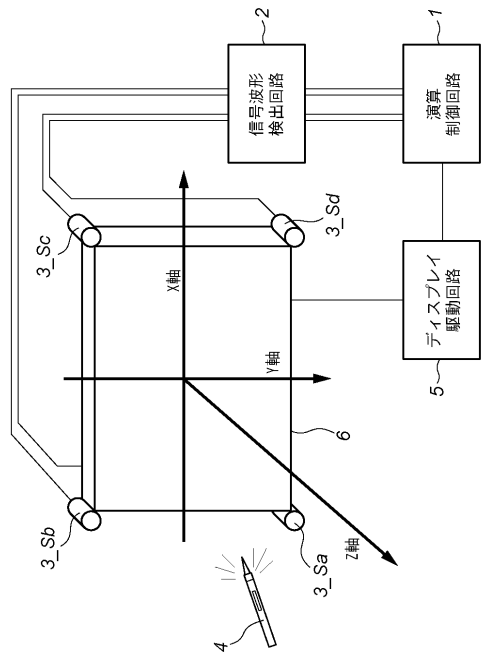
【 図 4 】

	画面上のカーソル	ペンの状態 (画面状態)	ペンサイド スイッチ:状態
1		停止 (カーソル 停止)	スイッチ42a:OFF スイッチ42b:OFF
2		発振 (カーソル 移動)	スイッチ42a:ON スイッチ42b:OFF
3		発振 (描画)	スイッチ42a:OFF スイッチ42b:ON
4		停止 (カーソル 停止)	スイッチ42a:OFF スイッチ42b:OFF

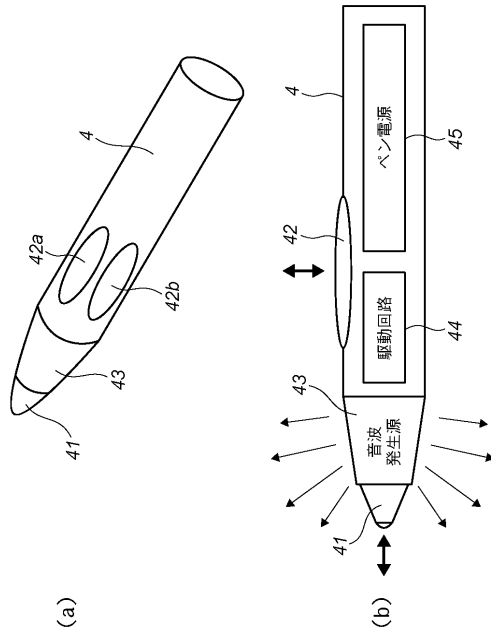
【 図 5 】



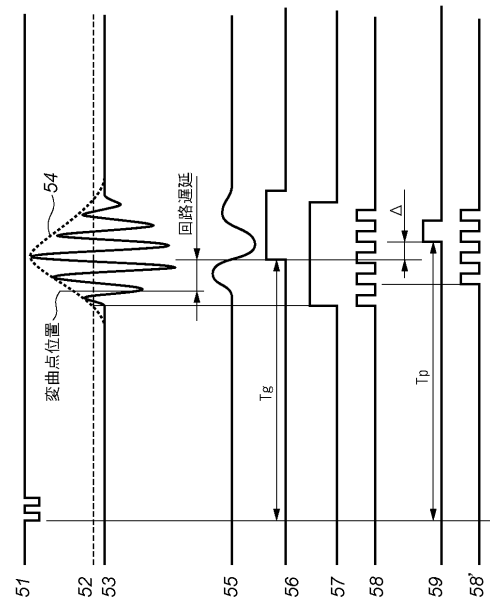
【 図 6 】



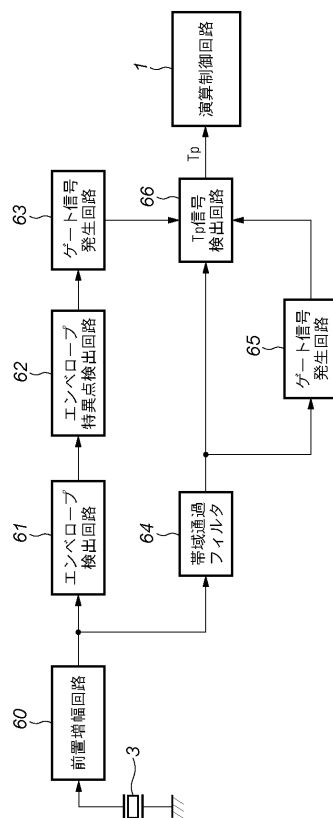
【図 7】



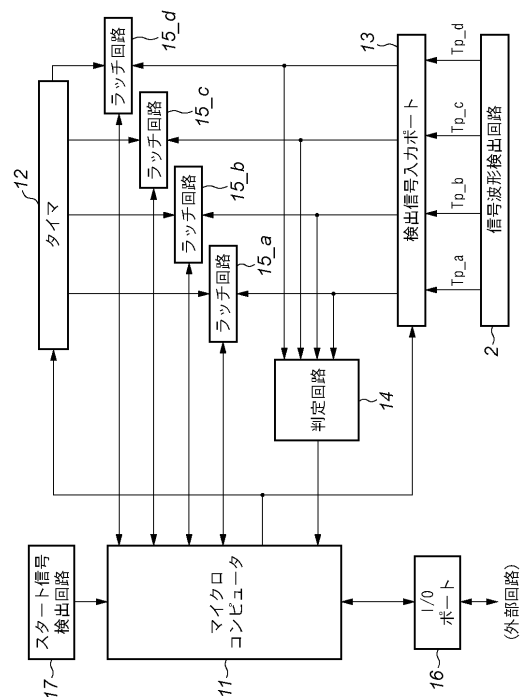
【図 8】



【図 9】

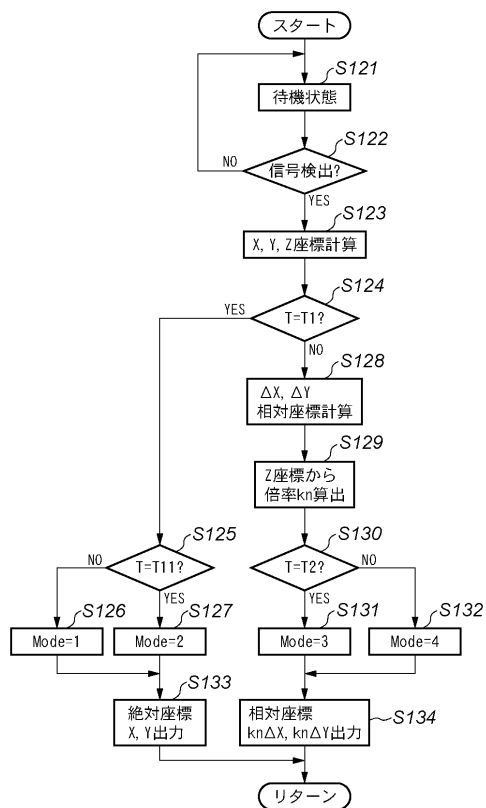


【図 10】

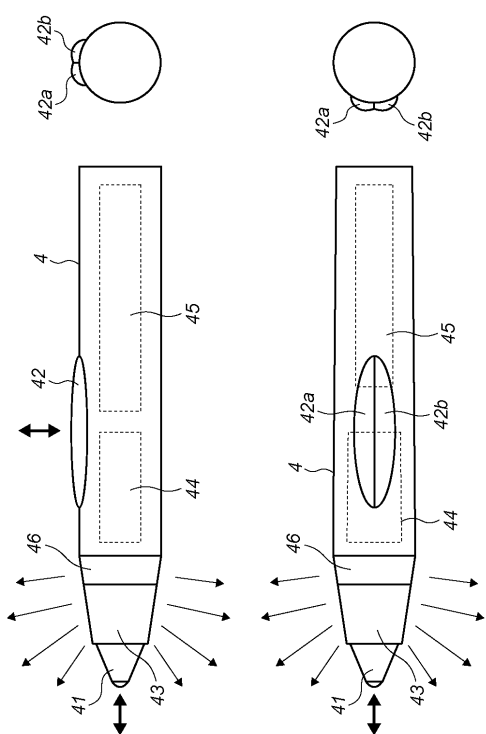




【 図 1 6 】



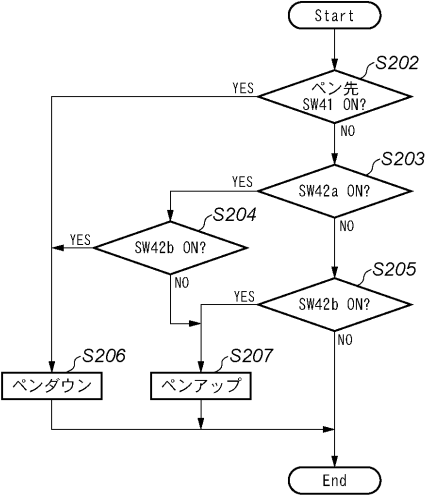
【 圖 1 8 】



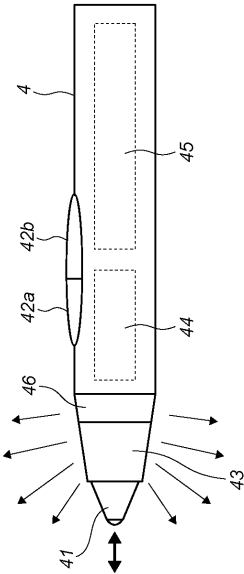
【図 19】

ペン動作モード	ペン先 SW41		ペン先 SW42a	ペン先 SW42b	Z軸方向座標算出値	出力座標値	
	ペンアップ	ペンダウン				絶対座標	相対座標
ペン入力	○	○	OFF	OFF	-	-	-
	○	○	ON	OFF	(0)	○	○
	○	○	OFF	ON	所定値1以下	○	○
近接入力	○	○	OFF	ON	所定値1以下	○	○
	○	○	ON	OFF	所定値1以下	○	○
	○	○	ON	ON	所定値1以下	○	○
遠隔入力	○	○	OFF	ON	所定値2以上	○	○
	○	○	ON	OFF	所定値2以上	○	○
	○	○	ON	ON	所定値2以上	○	○

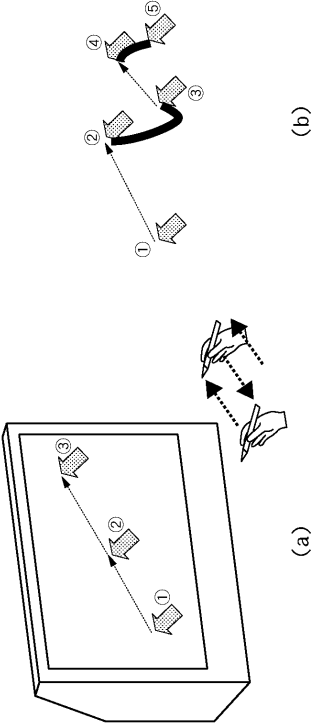
【図 20】



【図 21】

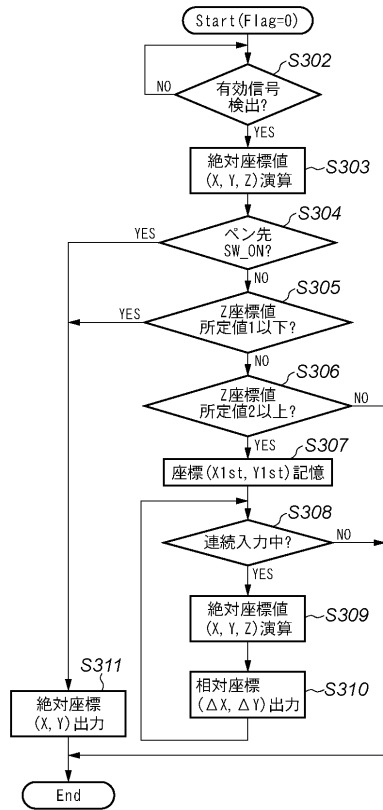


【図 22】

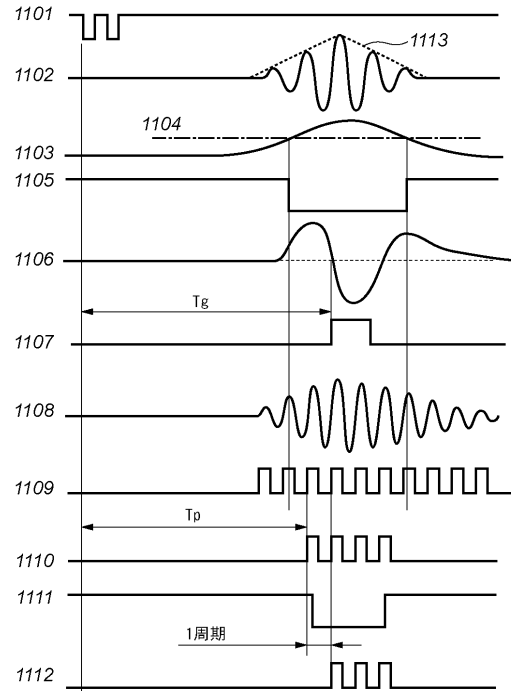




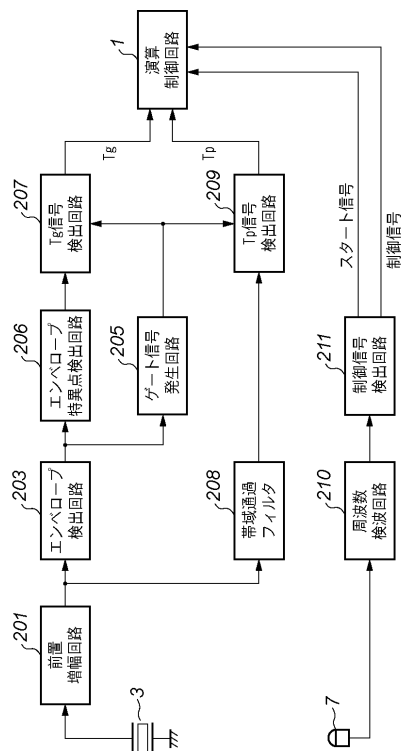
【図 2 3】



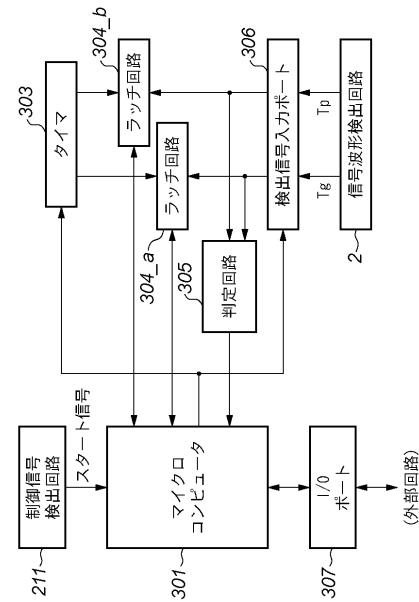
【図 2 4】



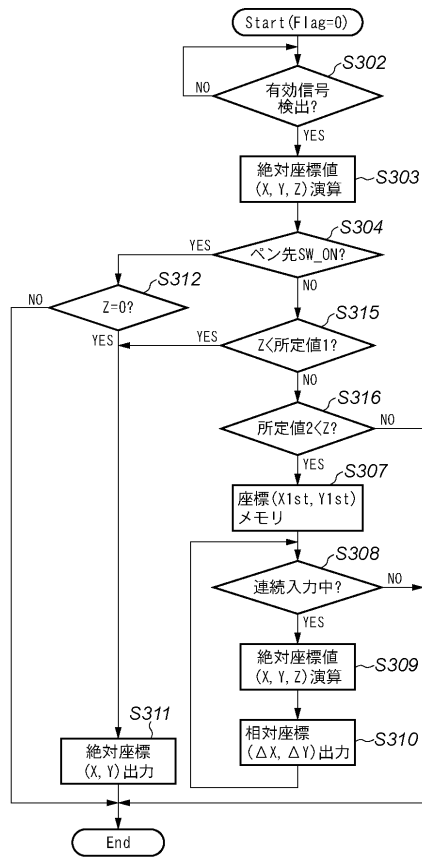
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



【図 28】

ペン動作モード	ペン先		SW1 42a	SW2 42b	Z軸方向 座標算出値	座標 有効	出力座標値	
	ペンアップ	ペンダウン					絶対座標	相対座標
ペン入力	○	○	OFF	OFF	Z=0	-	-	-
	-	-	ON	-	0<Z<所定値1	×	-	-
近接入力	○	○	OFF	OFF	0<Z<所定値1	○	○	○
	○	○	OFF	ON	0<Z<所定値1	○	○	○
遠隔入力	-	-	ON	-	所定値2<Z	×	-	-
	○	○	ON	OFF	所定値2<Z	○	○	○
	○	○	OFF	ON	所定値2<Z	○	○	○

---

フロントページの続き

- (72)発明者 吉村 雄一郎  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 小林 克行  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 石井 茂和

- (56)参考文献 特開平02-118713(JP,A)  
特開平08-320756(JP,A)  
特開平09-091081(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| G06F | 3/041 |
| G06F | 3/043 |