

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6887060号
(P6887060)

(45) 発行日 令和3年6月16日 (2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月19日 (2021.5.19)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 3/03 (2006.01)
 G 0 6 F 3/01 (2006.01)
 G 0 6 F 3/041 (2006.01)
 G 0 6 F 3/0481 (2013.01)

G 0 6 F 3/03 4 0 0 A
 G 0 6 F 3/03 4 0 0 B
 G 0 6 F 3/01 5 1 0
 G 0 6 F 3/01 5 7 0
 G 0 6 F 3/041 5 4 0

請求項の数 14 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2020-519507 (P2020-519507)
 (86) (22) 出願日 平成31年4月4日 (2019.4.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2019/015042
 (87) 国際公開番号 W02019/220803
 (87) 国際公開日 令和1年11月21日 (2019.11.21)
 審査請求日 令和3年3月4日 (2021.3.4)
 (31) 優先権主張番号 特願2018-96313 (P2018-96313)
 (32) 優先日 平成30年5月18日 (2018.5.18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(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 100130982
 弁理士 黒瀬 泰之
 (72) 発明者 宗像 博史
 埼玉県加須市豊野台二丁目510番地1
 株式会社ワコム内
 (72) 発明者 杉山 義久
 埼玉県加須市豊野台二丁目510番地1
 株式会社ワコム内
 (72) 発明者 陳 元昊
 埼玉県加須市豊野台二丁目510番地1
 株式会社ワコム内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置指示装置及び情報処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、

位置を指示する位置指示部と、

前記位置指示部に加わる第1の圧力を検出する第1のセンサと、

前記筐体に加わる第2の圧力を検出する第2のセンサと、

前記第1のセンサによって検出された前記第1の圧力を送信する第1の通信部と、

前記第2のセンサによって検出された前記第2の圧力を送信する第2の通信部と、

を備える位置指示装置。

【請求項2】

前記第1の通信部は、前記位置指示部に前記第1の圧力を加える第1の装置に前記第1の圧力を送信する通信部であり、

前記第2の通信部は、仮想現実空間における3Dオブジェクトの生成を制御する第2の装置に前記第2の圧力を送信する通信部である、

請求項1に記載の位置指示装置。

【請求項3】

前記第1のセンサによって検出された前記第1の圧力と所定値とを比較するコントローラをさらに有し、

前記第2の通信部は、前記コントローラによる比較の結果に応じて、前記第1の圧力または前記第2の圧力を送信する通信部である、

10

20

請求項 1 または 2 に記載の位置指示装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 のセンサは、前記第 1 及び第 2 の圧力の両方を検出可能に構成された共通のセンサによって構成される、

請求項 1 に記載の位置指示装置。

【請求項 5】

前記第 2 のセンサは、前記筐体への押圧力を感知するタッチセンサにより構成される、
請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の位置指示装置。

【請求項 6】

前記第 2 のセンサは、段階的又は連続的に押下量を検出するボタン機構により構成される、

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の位置指示装置。

【請求項 7】

前記共通のセンサは、前記筐体に配置されたボタン機構の押下量と、前記第 1 の圧力との双方により静電容量が変化する容量センサにより構成される、

請求項 4 に記載の位置指示装置。

【請求項 8】

前記第 2 のセンサは、オンオフ可能に構成されるドームボタンと、前記筐体への押圧力を感知する感圧センサとにより構成される、

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の位置指示装置。 20

【請求項 9】

筐体、位置を指示する位置指示部、及び、前記筐体に加わる力を検出する圧力センサを有する位置指示装置と通信可能な情報処理装置であって、

前記圧力センサによって検出された圧力を受信する通信部と、

空間内における前記位置指示装置の位置及び前記通信部によって受信した圧力に基づいて、仮想現実空間における 3D オブジェクトの生成を制御するとともに前記 3D オブジェクトの線幅を制御するコントローラと、

を有する情報処理装置。

【請求項 10】

前記コントローラは、

仮想現実空間に描画領域を設定し、

前記空間内における前記位置指示装置の位置が前記仮想現実空間に設定される描画領域内にあるか否かを判定し、

前記空間内における前記位置指示装置の位置が前記描画領域内にあると判定した場合に前記 3D オブジェクトの生成を制御する

請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 11】

前記コントローラは、

前記位置指示部に加わる第 1 の圧力と前記圧力センサによって検出される第 2 の圧力との相関性を取得し、

前記取得した相関性に基づいて前記第 2 の圧力を変換することによって生成される圧力に基づいて前記 3D オブジェクトの生成を制御する

請求項 9 に記載の情報処理装置。 40

【請求項 12】

前記コントローラは、

前記空間内における前記位置指示装置の位置及び前記位置指示部に加わる圧力に基づいて、仮想現実空間における 3D オブジェクトの生成を制御する、

請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 13】

前記コントローラは、

前記位置指示装置に圧力を加える外部の装置が有する入力面における前記位置指示装置によって指示される位置及び前記位置指示部に加わる圧力に基づいて、2D描画を制御する

請求項9に記載の情報処理装置。

【請求項14】

前記コントローラは、

前記位置指示装置の前記位置指示部が接触面に接触している場合に、空間内における前記位置指示装置の位置および前記通信部によって受信した前記位置指示部に加わる圧力に基づいて、仮想現実空間における3Dオブジェクトの生成を制御するとともに前記3Dオブジェクトの線幅を制御し、

10

前記位置指示装置の前記位置指示部が接触面に接触していない場合に、空間内における前記位置指示装置の位置及び前記通信部によって受信した前記圧力センサによって検出された圧力に基づいて、仮想現実空間における3Dオブジェクトの生成を制御するとともに前記3Dオブジェクトの線幅を制御する、

請求項9に記載の情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は位置指示装置及び情報処理装置に関し、特に、タッチ面内の位置及び空間内の位置の両方を指示するために用いられるペン型の位置指示装置、及び、そのような位置指示装置と接続される情報処理装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、タブレット型のコンピュータと組み合わせて使うペン型の位置指示装置（以下、「電子ペン」という。）が注目されている。この種の電子ペンには、通常、ペン先に加わる圧力（筆圧）を検出する筆圧センサが設けられる。コンピュータは、タッチ面内における電子ペンの位置を検出する際、電子ペンから筆圧値を受信する。そして、検出した位置に応じて線画を描画する際に、受信した筆圧値に応じてその線幅や透明度を制御するように構成される。こうすることで、例えば、ペン先をタッチ面に押し当てる力が強いほど太い線を描く、というように、インクを吐出する従来型のペンに似た書き味を演出することが可能になる。

30

【0003】

また、特許文献1にはタッチ面を必要としないペン型入力装置が開示されている。このペン型入力装置は側面に圧力センサを有しており、ユーザのグリップ力を検出可能に構成される。特許文献1の見解によれば、ペンを持って文字や図形を描画する際には、グリップ力の変化に、描こうとしている文字や図形に応じた特徴が現れる。特許文献1の技術は、この特徴を文字や図形として認識することで、タッチ面内におけるペン先の位置を検出しなくても文字や図形の入力をできるようにしようとするものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献1】特開平8-6710号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、本願の発明者は、仮想現実（VR：Virtual Reality、AR：Augmented Reality、MR：Mixed Realityを含む）空間内において、上述した電子ペンを用いて仮想平面に字を書いたり絵を描いたりできるようにすることを検討している。この場合、現実のタッチ面が存在しないので、上述した筆圧センサによって筆圧値を検出することができない。筆圧値がないと筆圧値に応じた線幅や透明度の制御ができず、従来型のペンに似た書き

50

味を演出することができなくなるため、好適に線幅や透明度の制御が行える他の方法が必要とされていた。

【 0 0 0 6 】

したがって、本発明の目的の一つは、現実のタッチ面が存在しない場合であっても好適に線幅や透明度の制御が行える位置指示装置及び情報処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明による位置指示装置は、筐体と、位置を指示する位置指示部と、前記位置指示部に加わる第 1 の圧力を検出する第 1 のセンサと、前記筐体に加わる第 2 の圧力を検出する第 2 のセンサと、前記第 1 のセンサによって検出された前記第 1 の圧力を送信する第 1 の通信部と、前記第 2 のセンサによって検出された前記第 2 の圧力を送信する第 2 の通信部と、を備える位置指示装置である。

10

【 0 0 0 8 】

なお、本発明による位置指示装置は、平面位置センサの入力面における位置指示を行うための位置指示部を収納する筒状の外部筐体と、空間内における前記位置指示装置の位置を示すための空間位置情報を外部装置とのインタラクションにより検出する空間位置検出部と、前記外部筐体に対する力を検出する圧力センサと、前記空間位置検出部によって検出された前記空間位置情報、前記入力面内における前記位置指示部の位置を示すための平面位置情報、及び、前記圧力センサによって検出された力に関する圧力情報を出力可能に構成された処理部と、を備える位置指示装置であるとしてもよい。

20

【 0 0 0 9 】

本発明による情報処理装置は、筐体、位置を指示する位置指示部、及び、前記筐体に加わる力を検出する圧力センサを有する位置指示装置と通信可能な情報処理装置であって、前記圧力センサによって検出された圧力を受信する通信部と、空間内における前記位置指示装置の位置及び前記通信部によって受信した圧力に基づいて、仮想現実空間における 3 D オブジェクトの生成を制御するコントローラと、を有する情報処理装置である。

【 0 0 1 0 】

なお、本発明による情報処理装置は、平面位置センサの入力面における位置指示を行う位置指示部を収納する筒状の外部筐体、及び、前記外部筐体の表面に対する力を検出する圧力センサを有する位置指示装置と接続されるコンピュータであって、前記位置指示装置から、空間内における前記位置指示装置の位置を示すための空間位置情報、前記入力面内における前記位置指示部の位置を示すための平面位置情報、及び、前記圧力センサによって検出された力に関する圧力情報を受信可能に構成され、前記空間位置情報及び前記圧力情報を受信した場合に、受信した前記空間位置情報に基づいて前記空間内における前記位置指示装置の位置を示す空間位置を検出し、検出した前記空間位置及び受信した前記圧力情報に基づいて 3 D 描画を行い、前記平面位置情報及び前記圧力情報を受信した場合に、受信した前記平面位置情報に基づいて前記タッチ面内における前記位置指示部の位置を示す平面位置を検出し、検出した前記平面位置及び受信した前記圧力情報に基づいて 2 D 描画を行う、コンピュータであるとしてもよい。

30

【発明の効果】

40

【 0 0 1 1 】

ユーザが仮想平面上に字を書いたり絵を描いたりする際、圧力センサによって検出される力（＝グリップ力）は、現実のタッチ面上に字を書いたり絵を描いたりする際に検出される筆圧との間に一定の相関関係を有する。したがって、圧力センサによって検出される圧力を送信できる本発明による位置指示装置、及び、圧力センサによって検出された圧力に基づいて 3 D 描画を実行できる本発明による情報処理装置によれば、現実のタッチ面が存在しない場合であっても好適に線幅や透明度を制御することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による空間位置指示システム 1 の構成を示す図である

50

。

【図 2】(a) は、電子ペン 5 の外観を示す斜視図であり、図 2 (b) は、電子ペン 5 の機能ブロックを示す略ブロック図である。

【図 3】電子ペン 5 の処理部 5 0 が行う処理を示す処理フロー図である。

【図 4】図 3 に示したタブレット入力処理の詳細を示す処理フロー図である。

【図 5】図 3 に示した仮想現実空間入力処理の詳細を示す処理フロー図である。

【図 6】コンピュータ 2 の制御部 2 a が行う処理を示す処理フロー図である。

【図 7】図 6 に示した相関性取得処理 (ステップ S 3 0) の詳細を示す処理フロー図である。

【図 8】筆圧とグリップ力の相関性 f を説明する図である。

10

【図 9】(a) (b) はそれぞれ、描画領域の具体的な例を示す図である。

【図 10】図 6 に示したタブレット描画処理の詳細を示す処理フロー図である。

【図 11】図 6 に示した仮想現実空間描画処理の詳細を示す処理フロー図である。

【図 12】初期グリップ力の意味を説明する図である。

【図 13】第 1 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【図 14】第 2 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【図 15】第 3 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【図 16】第 4 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【図 17】第 4 の例によるグリップ力センサ 5 5 を用いる場合に電子ペン 5 の処理部 5 0 が行う処理を示す処理フロー図である。

20

【図 18】第 5 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【図 19】第 6 の例によるグリップ力センサ 5 5 の構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0014】

図 1 は、本発明の実施の形態による空間位置指示システム 1 の構成を示す図である。同図に示すように、本実施の形態による空間位置指示システム 1 は、コンピュータ 2 と、仮想現実ディスプレイ 3 と、平面位置センサ 4 と、電子ペン 5 と、位置検出用機器 7 a, 7 b と、空間位置センサ 8 a ~ 8 c とを含んで構成される。空間位置センサ 8 a ~ 8 c はそれぞれ、平面位置センサ 4、仮想現実ディスプレイ 3、及び電子ペン 5 に設けられる。

30

【0015】

図 1 に示した各装置は、原則として部屋の中に配置される。空間位置指示システム 1 においては、この部屋のほぼ全体が仮想現実空間として利用され得る。

【0016】

コンピュータ 2 は、制御部 2 a とメモリ 2 b とを含む。以下で説明するコンピュータ 2 が行う各処理は、制御部 2 a がメモリ 2 b 内に記憶されるプログラムを読み出して実行することにより実現される。

【0017】

コンピュータ 2 は、仮想現実ディスプレイ 3、位置検出用機器 7 a, 7 b、平面位置センサ 4 のそれぞれと、有線又は無線により接続される。有線による場合、例えば U S B (Universal Serial Bus) を用いることが好適である。無線による場合、例えば W i - F i (登録商標) などの無線 L A N、又は、ブルートゥース (登録商標) などの近距離無線通信を用いることが好適である。なお、平面位置センサ 4 や仮想現実ディスプレイ 3 がコンピュータとしての機能を内蔵する場合には、そのコンピュータによりコンピュータ 2 の一部又は全部を構成することとしてもよい。

40

【0018】

コンピュータ 2 は、仮想現実ディスプレイ 3 上に仮想現実空間を表示する機能を有して構成される。この仮想現実空間は、V R (Virtual Reality) 空間であってもよいし、A R (Augmented Reality) 空間であってもよいし、M R (Mixed Reality) 空間であってもよい。

50

VR空間を表示する場合、仮想現実ディスプレイ3を装着したユーザは、仮想現実を認識し、現実世界と切り離される。一方、AR空間又はMR空間を表示する場合、仮想現実ディスプレイ3を装着したユーザは、仮想現実と現実世界とが混合した空間を認識することになる。

【0019】

コンピュータ2は、位置検出用機器7a, 7bの位置を基準として設定された仮想現実空間内において様々な3Dオブジェクト(物体)をレンダリングするレンダリング装置として機能するとともに、レンダリングの結果により仮想現実ディスプレイ3の表示を更新するよう構成される。これにより、仮想現実ディスプレイ3上に表示される仮想現実空間内には、様々な3Dオブジェクトが現れることになる。コンピュータ2によるレンダリングは、メモリ2b内に記憶される3Dオブジェクト情報に基づいて実行される。3Dオブジェクト情報は、コンピュータ2により設定された仮想現実空間を示す仮想現実空間における3Dオブジェクトの形状、位置、及び向きを示す情報であり、レンダリング対象の3Dオブジェクトごとにメモリ2b内に記憶される。

10

【0020】

コンピュータ2によりレンダリングされる3Dオブジェクトには、図1に示した平面位置センサ4、電子ペン5のように現実にも存在する3Dオブジェクト(以下、「第1の3Dオブジェクト」と称する)と、仮想タブレット(図示せず)のような現実には存在しない3Dオブジェクト(以下、「第2の3Dオブジェクト」と称する)とが含まれる。これらの3Dオブジェクトをレンダリングするにあたり、コンピュータ2はまず、現実空間における空間位置センサ8bの位置及び向きを検出し、検出結果に基づいて、ユーザの視点を示す視点情報を取得する。

20

【0021】

第1の3Dオブジェクトをレンダリングする場合、コンピュータ2はさらに、対応する物体に取り付けられている空間位置センサ(例えば、空間位置センサ8a, 8c)の現実空間における位置及び向きを検出し、検出結果をメモリ2bに格納する。そして、格納した位置及び向きと、上述した視点情報と、第1の3Dオブジェクトについて記憶している形状とに基づき、第1の3Dオブジェクトを仮想現実空間内にレンダリングする。また、コンピュータ2は、電子ペン5に関して特に、空間位置センサ8cの位置を検出することによって仮想現実空間内でユーザが行った操作を検出し、その結果に基づいて第2の3Dオブジェクトを新規に作成し(すなわち、メモリ2bに3Dオブジェクト情報を新規に格納し)、又は、既に保持している第2の3Dオブジェクトを移動ないし更新する(すなわち、メモリ2bに格納済みの3Dオブジェクト情報を更新する)処理を行う。

30

【0022】

一方、第2の3Dオブジェクトをレンダリングする場合、コンピュータ2は、メモリ2bに格納されている3Dオブジェクト情報と、上述した視点情報とに基づき、第2の3Dオブジェクトを仮想現実空間内にレンダリングするよう構成される。

【0023】

仮想現実ディスプレイ3は、人間の頭部に装着して用いるVRディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)である。一般に市販される仮想現実ディスプレイには、「透過型」又は「非透過型」、「メガネ型」又は「帽子型」など各種のものがあるが、仮想現実ディスプレイ3としては、そのいずれを用いることも可能である。

40

【0024】

仮想現実ディスプレイ3は、空間位置センサ8a及び電子ペン5(空間位置センサ8cを含む)のそれぞれと有線又は無線により接続される。空間位置センサ8a, 8cは、この接続を通じて、後述する受光レベル情報を仮想現実ディスプレイ3に通知するよう構成される。仮想現実ディスプレイ3は、空間位置センサ8a, 8cのそれぞれから通知された受光レベル情報を、自身に内蔵している空間位置センサ8bの受光レベル情報とともにコンピュータ2に通知する。コンピュータ2は、こうして通知された受光レベル情報に基づき、現実空間内における空間位置センサ8a~8cそれぞれの位置及び向きを検出する

50

。

【0025】

平面位置センサ4は、入力面4aと、この入力面4aの全体をカバーするように配置された複数の電極（図示せず）とを有する装置である。入力面4aは平らな表面であることが好ましく、電子ペン5のペン先を滑らせるのに適した材料によって構成され得る。複数の電極は、電子ペン5が送信したペン信号（後述）を検出する役割を果たす。各電極によって検出されたペン信号はコンピュータ2に供給され、コンピュータ2は、供給されたペン信号に基づいて、入力面4a内における電子ペン5の指示位置や、電子ペン5が送信した各種データの取得を行う。平面位置センサ4は、例えばディスプレイ機能及びプロセッサを有するタブレット端末に内蔵されるものであってよく、この場合、タブレット端末のプロセッサによりコンピュータ2の一部又は全部を構成することが可能である。

10

【0026】

空間位置センサ8aは、平面位置センサ4の表面に固定設置される。したがって、コンピュータ2によって検出される空間位置センサ8aの位置及び向きは、仮想現実空間座標系における入力面4aの位置及び向きを示している。

【0027】

電子ペン5は、ペン型の形状を有する位置指示装置であり、平面位置センサ4への入力装置としての機能（以下、「タブレット入力機能」と称する）と、コンピュータ2への入力装置としての機能（以下、「仮想現実空間入力機能」と称する）とを有して構成される。タブレット入力機能には、平面位置センサ4の入力面4a内の位置を指示する機能が含まれる。一方、仮想現実空間入力機能には、仮想現実空間内の位置を指示する機能が含まれる。各機能の詳細については、別途後述する。

20

【0028】

位置検出用機器7a, 7bは、空間位置センサ8a~8cの位置を検出するための位置検出システムを構成する基地局装置であり、それぞれ、コンピュータ2による制御に従って方向を変えながらレーザー信号を射出可能に構成される。空間位置センサ8a~8cは、それぞれ複数の受光センサによって構成されており、位置検出用機器7a, 7bのそれぞれが照射したレーザー信号を各受光センサによって受光し、それぞれの受光レベルを含む受光レベル情報を取得するよう構成される。こうして取得された受光レベル情報は、上述したように、仮想現実ディスプレイ3を介してコンピュータ2に供給される。なお、本実施の形態では、位置検出用機器7a, 7bはレーザ信号を射出可能な構成としたが、この構成に限定されない。例えば、その他の非可視光センサ、可視光線センサ又はこれらの組み合わせを用いた構成としてもよい。

30

【0029】

図2(a)は、電子ペン5の外観を示す斜視図である。同図に示すように、電子ペン5は、平面位置センサ4の入力面4aにおける位置指示を行うためのペン先5b（位置指示部）を収納する筒状の外部筐体5aを有して構成される。なお、実際の電子ペン5の表面には、後述するグリップ力センサ55や各種スイッチを構成する各種部材が取り付けられるが、図2(a)では描画を省略している。

【0030】

40

タブレット入力機能による入力を行う場合、ユーザは、片方の手によって外部筐体5aを把持し、ペン先5bを平面位置センサ4の入力面4aに当接させる。そして、当接状態を保ちながら入力面4a上でペン先5bを移動させることによって、電子ペン5による入力操作を行う。一方、仮想現実空間入力機能による入力を行う場合、ユーザは、片方の手によって外部筐体5aを把持し、空中で電子ペン5を移動させることによって、電子ペン5による入力操作を行う。仮想現実空間入力機能による入力には、上述した仮想タブレットへの入力が含まれる。

【0031】

図2(b)は、電子ペン5の機能ブロックを示す略ブロック図である。同図に示すように、電子ペン5は、処理部50、平面通信部51、空間通信部52、空間位置検出部53

50

、筆圧センサ 5 4、グリップ力センサ 5 5（圧力センサ）、及び力覚発生部 5 6 を有して構成される。なお、電子ペン 5 は筆圧センサ 5 4 及びグリップ力センサ 5 5 の一方のみを有することとしてもよいので、以下では、そのような場合も含めて説明する。

【 0 0 3 2 】

処理部 5 0 は、電子ペン 5 内の他の各部と接続され、これらを制御するとともに、後述する各種の処理を行うプロセッサにより構成される。処理部 5 0 は、図示しない内部メモリに記憶されるプログラムを読み出して実行することにより、電子ペン 5 内の他の各部の制御及び後述する各種の処理を実行する。

【 0 0 3 3 】

平面通信部 5 1 は、処理部 5 0 の制御に従い、コンピュータ 2 との間で平面位置センサ 4 を介して信号の送受信を行う機能部である。この送受信では、平面位置センサ 4 の入力面 4 a 内に配置される複数の電極と、電子ペン 5 のペン先 5 b の近傍に設けられるペン先電極（図示せず）とがアンテナとして利用される。また、この送受信には、電子ペン 5 から平面位置センサ 4 に対して一方的に信号を送信する場合と、電子ペン 5 と平面位置センサ 4 の間で双方向に信号の送受信を行う場合とが含まれるが、以下では、後者を前提として説明を続け、平面位置センサ 4 から電子ペン 5 に向けて送信される信号を「ビーコン信号」、電子ペン 5 から平面位置センサ 4 に向けて送信される信号を「ペン信号」と称することとする。この場合の信号送受信の具体的な方式としては、例えば電磁誘導方式又はアクティブ静電方式が用いられ得る。

【 0 0 3 4 】

ビーコン信号は、コンピュータ 2 が例えば所定の時間間隔で送信する信号であり、コンピュータ 2 から電子ペン 5 を制御するためのコマンドを含む。ペン信号には、無変調の搬送波であるバースト信号（入力面 4 a 内におけるペン先 5 b の位置を示すための平面位置情報）と、コマンドによって送信を要求されたデータによって搬送波を変調することにより得られるデータ信号とが含まれる。

【 0 0 3 5 】

空間通信部 5 2 は、処理部 5 0 の制御に従い、仮想現実ディスプレイ 3 を介してコンピュータ 2 との間で信号の送受信を行う機能を有する。この信号の送受信は、上述したように、有線又は無線によって実現される。空間通信部 5 2 とコンピュータ 2 との間での信号の送受信には、平面位置センサ 4 は介在しない。

【 0 0 3 6 】

空間位置検出部 5 3 は、図 1 に示した空間位置センサ 8 c によって構成される機能部であり、外部装置（具体的には、位置検出用機器 7 a , 7 b ）とのインタラクションにより、上述した受光レベル情報（空間内における電子ペン 5 の位置を示すための空間位置情報）を検出する役割を果たす。具体的には、位置検出用機器 7 a , 7 b が送信しているレーザー信号の検出動作を周期的又は連続的に行い、検出したレーザー信号に応じた受光レベル情報を生成し、その都度、処理部 5 0 に供給する処理を行う。

【 0 0 3 7 】

筆圧センサ 5 4 は、ペン先 5 b に加わる力（筆圧）を検出可能に構成されたセンサであり、例えば、筆圧によって容量値が変化する容量センサ（図示せず）によって構成される。処理部 5 0 は、筆圧センサ 5 4 によって検出されている筆圧を取得し、取得した筆圧に関する筆圧情報を生成する機能を有する。筆圧情報は、例えば、アナログ情報である筆圧にアナログデジタル変換を施すことによって得られるデジタル値である。

【 0 0 3 8 】

グリップ力センサ 5 5 は、電子ペン 5 の外部筐体 5 a の表面に対する力（＝グリップ力）を検出可能に構成されたセンサである。グリップ力センサ 5 5 の具体的な構成については、後ほど図面を参照しながら詳しく説明する。処理部 5 0 は、グリップ力センサ 5 5 によって検出されているグリップ力を取得し、取得したグリップ力に関する圧力情報を生成する機能を有する。圧力情報は、例えば、アナログ情報であるグリップ力にアナログデジタル変換を施すことによって得られるデジタル値である。

【 0 0 3 9 】

力覚発生部 5 6 は、コンピュータ 2 から供給される制御信号に応じて力覚を発生する機能を有する。ここでいう力覚は、例えば外部筐体 5 a の振動である。コンピュータ 2 は、例えばペン先 5 b が仮想タブレットの表面に接触している場合（より正確には、仮想タブレットの表面から所定の距離内にペン先 5 b が存在している場合）に、上記制御信号を空間通信部 5 2 を介して電子ペン 5 に供給することによって、力覚発生部 5 6 に力覚を発生させる。これによりユーザは、現実には存在しない仮想タブレットの表面にペン先 5 b が衝突した感覚を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

タブレット入力機能による入力を行う場合、処理部 5 0 はまず、平面通信部 5 1 を介して、コンピュータ 2 が送信するビーコン信号の検出動作を行う。その結果、ビーコン信号が検出された場合、処理部 5 0 は、ビーコン信号への応答として、上述したバースト信号及びデータ信号を順次平面通信部 5 1 に出力する。こうして出力されるデータ信号には、上述した筆圧情報又は圧力情報が含まれ得る。平面通信部 5 1 は、こうして入力されたバースト信号及びデータ信号を、平面位置センサ 4 を介してコンピュータ 2 に対して送信するよう構成される。

【 0 0 4 1 】

コンピュータ 2 は、平面位置センサ 4 を介してバースト信号を受信すると、入力面 4 a 内に配置される複数の電極のそれぞれにおけるバースト信号の受信強度に基づき、入力面 4 a 内におけるペン先 5 b の位置を示す平面位置を検出する。また、入力面 4 a 内に配置される複数の電極のうち、検出した平面位置に最も近い電極を用いてデータ信号を受信することにより、電子ペン 5 が送信したデータを取得する。そしてコンピュータ 2 は、検出した平面位置及び受信したデータに基づいて 2 D 描画を行う。2 D 描画の詳細については、後述する。タブレット入力機能は、こうして実現される。

【 0 0 4 2 】

一方、仮想現実空間入力機能による入力を行う場合、処理部 5 0 は、空間位置検出部 5 3 から供給された受光レベル情報を、逐次、空間通信部 5 2 に対して出力するよう構成される。また、処理部 5 0 は、受光レベル情報の出力に併せて、上述したようにして生成した筆圧情報又は圧力情報も空間通信部 5 2 に対して出力するよう構成される。空間通信部 5 2 は、こうして入力された各情報を、コンピュータ 2 に対して送信するよう構成される。

【 0 0 4 3 】

コンピュータ 2 は、空間通信部 5 2 から上記各情報を受信すると、受信した受光レベル情報に基づき、空間内における電子ペン 5 の位置を示す空間位置を検出する。この場合において、電子ペン 5 の形状及び空間位置検出部 5 3 とペン先 5 b の相対的位置関係を示す情報を予めコンピュータ 2 に記憶させておき、コンピュータ 2 は、受光レベル情報から直接的に求められる位置をこの情報に基づいてペン先 5 b の位置に変換し、変換によって得た位置を空間位置として検出することとしてもよい。コンピュータ 2 は、検出した空間位置及び受信した筆圧情報又は圧力情報に基づいて 3 D 描画を行う。3 D 描画の詳細についても、後述する。仮想現実空間入力機能は、こうして実現される。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、電子ペン 5 の処理部 5 0 が行う処理を示す処理フロー図である。また、図 4 は、図 3 に示したタブレット入力処理（ステップ S 1）の詳細を示す処理フロー図であり、図 5 は、図 3 に示した仮想現実空間入力処理（ステップ S 2）の詳細を示す処理フロー図である。以下、これら図 3 ～図 5 を参照しながら、電子ペン 5 の動作について詳しく説明する。

【 0 0 4 5 】

まず図 3 に示すように、処理部 5 0 は、タブレット入力処理（ステップ S 1）と、仮想現実空間入力処理（ステップ S 2）とを時分割で行う。

【 0 0 4 6 】

次に図4を参照すると、タブレット入力処理を行う処理部50は、まず、平面通信部51によるビーコン信号の検出動作を実施する(ステップS10, S11)。この検出動作において平面通信部51は、上述したペン先電極に到来する信号を復調することによって、ビーコン信号の検出を試みる。その結果、ビーコン信号が検出されない場合には、タブレット入力処理を終了する。一方、ビーコン信号が検出された場合、処理部50は、平面通信部51に対してバースト信号を出力することにより、平面通信部51にバースト信号を送信させる(ステップS12)。

【0047】

この後の処理は、電子ペン5が筆圧センサ54を有する場合と筆圧センサ54を有しない場合とで異なる。前者の場合、処理部50は、筆圧センサ54の出力から筆圧を取得し(ステップS13)、取得した筆圧に関する筆圧情報を含むデータ信号を平面通信部51により送信する(ステップS14)。一方、後者の場合、処理部50は、グリップ力センサ55の出力からグリップ力を取得し(ステップS15)、取得したグリップ力に関する圧力情報を含むデータ信号を平面通信部51により送信する(ステップS16)。ステップS14又はステップS16における送信の後、処理部50はタブレット入力処理を終了し、図3から理解されるように、次の仮想現実空間入力処理(ステップS2)を開始する。

10

【0048】

次に図5を参照すると、仮想現実空間入力処理を行う処理部50は、まず、空間位置検出部53によるレーザー信号の検出動作を実施する(ステップS20, S21)。その結果、レーザー信号が検出されない場合には、仮想現実空間入力処理を終了する。一方、レーザー信号が検出された場合、処理部50は、レーザー信号に応じた受光レベル情報を空間位置検出部53から取得し、空間通信部52に送信させる(ステップS22)。

20

【0049】

この後の処理は、電子ペン5が筆圧センサ54を有する場合と筆圧センサ54を有しない場合とで異なる。後者の場合、処理部50は、グリップ力センサ55の出力からグリップ力を取得し(ステップS26)、取得したグリップ力に関する圧力情報を空間通信部52により送信する(ステップS27)。一方、前者の場合、処理部50は、筆圧センサ54の出力から筆圧を取得し(ステップS23)、取得した筆圧が所定値を上回っているか否かを判定する(ステップS24)。この判定は、ペン先5bが現実の表面に当接しているか否かの判定であり、当接していない場合には筆圧を使用しないようにするために行われる。なお、ここでいう現実の表面には、単なる板などの表面が相当する。これによれば、例えば仮想タブレットの表示位置に合わせて現実の板を配置しておくことにより、仮想タブレットに関しても、筆圧センサ54を使用することが可能になる。

30

【0050】

ステップS24で上回っていると判定した場合、処理部50は、取得した筆圧に関する筆圧情報を空間通信部52により送信する(ステップS25)。一方、ステップS24で上回っていないと判定した場合、処理部50は、ステップS26に処理を移し、圧力情報の送信を実行する(ステップS26, S27)。ステップS25又はステップS27における送信の後、処理部50は仮想現実空間入力処理を終了し、図3から理解されるように、次のタブレット入力処理(ステップS1)を開始する。

40

【0051】

図6は、コンピュータ2の制御部2aが行う処理を示す処理フロー図である。また、図7は、図6に示した相関性取得処理(ステップS30)の詳細を示す処理フロー図であり、図10は、図6に示したタブレット描画処理(ステップS35)の詳細を示す処理フロー図であり、図11は、図6に示した仮想現実空間描画処理(ステップS41)の詳細を示す処理フロー図である。以下、これらの図を参照しながら、コンピュータ2の動作について詳しく説明する。

【0052】

図6に示すように、制御部2aは、まず初めに相関性取得処理を実行する(ステップS

50

30)。

【0053】

相関性取得処理は、筆圧センサ54によって検出される筆圧と、グリップ力センサ55によって検出されるグリップ力との相関性 f を取得する処理である。この処理において制御部2aは、図7に示すように、まず初めに所定回数にわたり、筆圧センサ54による筆圧の検出動作と、グリップ力センサ55によるグリップ力の検出動作とを電子ペン5に同時に実行させ、その都度、筆圧情報及び圧力情報を電子ペン5から受信する(ステップS50~S52)。

【0054】

所定回数の繰り返しの後、制御部2aは、得られた筆圧とグリップ力の複数の組み合わせに基づいて筆圧とグリップ力の相関性 f を取得し(ステップS53)、相関性取得処理を終了する。こうして取得される相関性 f は、例えば筆圧とグリップ力の間の相関を表す相関関数であり、一例では筆圧 $=f$ (グリップ力)の形式で表される。以下、このような相関性 f を用いることを前提に説明を続ける。

【0055】

図8(a)(b)は、筆圧とグリップ力の相関性 f を説明する図である。同図において、 P は筆圧、 G はグリップ力、 F はユーザの手と電子ペン5の表面の間の摩擦力を示している。

【0056】

初めに図8(a)を参照すると、ユーザが入力面4aに対して垂直に電子ペン5を把持しながら線を書こうとするとき、 $P=F$ が成り立つ。また、グリップ力 G と摩擦力 F との間には、 $F=\mu G$ の関係が成り立つ。ただし、 μ は、ユーザの手と電子ペン5の表面の間の摩擦係数である。したがって、 $P=\mu G$ が成り立つ。

【0057】

次に図8(b)を参照すると、ユーザが入力面4aの法線方向に対し角度 θ だけ傾けて電子ペン5を把持しながら線を書こうとするとき、 $F=P'\cos\theta$ が成り立つ。ただし、 P' は、筆圧 P のペン軸方向の分力である。したがって、上述した $F=\mu G$ の関係から、この場合には $P'\cos\theta=\mu G$ が成り立つ。

【0058】

この $P'\cos\theta=\mu G$ という関係は、図8(a)に示した場合も包含している。したがって、 $f(G)=\mu G/\cos\theta$ とすれば、相関性 f を普遍的に表現することが可能になる。ただし、この中に現れる摩擦係数 μ 及び角度 θ はユーザによって異なり得る量であることから、結局、ユーザごとに筆圧 $=f$ (グリップ力)を求める必要がある。したがって、図7を参照して説明したような相関性取得処理を実行する必要があることになる。

【0059】

図6に戻る。相関性取得処理を終了した制御部2aは、続いて、仮想現実空間内に描画領域を設定する(ステップS31)。描画領域は、電子ペン5による3D描画が実行される領域である。

【0060】

図9(a)(b)はそれぞれ、描画領域の具体的な例を示す図である。図9(a)には、仮想タブレットBの表示面から所定距離内の領域を描画領域Aとして設定する例を示している。この例による描画領域Aは、仮想タブレットBへの入力を可能とする領域である。検出された空間位置がこの種の描画領域A内にある場合、制御部2aは、後述するステップS35に示す仮想現実空間描画処理の中で、検出された空間位置を仮想タブレットBの表示面上に射影してなる空間位置に置き換えたうえで3D描画を実行する。これによりユーザは、仮想タブレットBの表示面に平面図形を描画することが可能になる。なお、上記所定距離は0より大きい値とすることが好ましい。これは、ユーザが電子ペン5によって仮想タブレットBの表示面に入力を行おうとする場合に、物理的に存在しているわけではない表示面に電子ペン5を接触させ続けることが困難であることによる。

【0061】

10

20

30

40

50

図 9 (b) は、任意の 3 次元空間を描画領域 A として設定する例を示している。制御部 2 a は、検出された空間位置がこの描画領域 A 内にある場合、図 9 (a) の例のような置き換えは行わずに 3 D 描画を実行する。これによりユーザは、描画領域 A 内に立体図形を描画することが可能になる。

【 0 0 6 2 】

図 6 に戻る。続いて制御部 2 a は、受光レベル情報及びバースト信号の検出動作を実施する (ステップ S 3 2) 。この処理は、具体的には、電子ペン 5 から有線又は無線により受光レベル情報を受信する処理と、電子ペン 5 から平面位置センサ 4 を介してバースト信号を受信する処理とを含む。制御部 2 a は、ステップ S 3 2 を実施した結果、バースト信号を検出した場合 (ステップ S 3 3 の肯定判定) にはステップ S 3 4 に処理を進め、バースト信号を検出しなかった場合 (ステップ S 3 3 の否定判定) にはステップ S 3 6 に処理を進める。

10

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 4 に処理を進めた制御部 2 a は、検出したバースト信号に基づいて上述した平面位置 (入力面 4 a 内におけるペン先 5 b の位置) を検出した後 (ステップ S 3 4) 、例えば平面位置センサ 4 を含むタブレット端末のディスプレイ上に 2 D 描画を行うためのタブレット描画処理を実行する (ステップ S 3 5) 。

【 0 0 6 4 】

タブレット描画処理において制御部 2 a は、図 1 0 に示すように、まず電子ペン 5 が平面位置センサ 4 を介して送信するデータ信号の検出動作を行う (ステップ S 6 0) 。そして、データ信号の中に筆圧情報及び圧力情報のいずれが含まれているかを判定する (ステップ S 6 1) 。

20

【 0 0 6 5 】

ステップ S 6 1 で筆圧情報が含まれていると判定した場合、制御部 2 a は、筆圧情報により示される筆圧が所定の通常 ON 荷重 (例えば、 0) 以下であるか否かをさらに判定する (ステップ S 6 8) 。その結果、通常 ON 荷重以下であると判定した場合には、2 D 描画を行わずに処理を終了する。これは、電子ペン 5 のペン先 5 b が入力面 4 a に接していないと考えられる場合 (いわゆる、ホバー状態) の処理である。一方、ステップ S 6 8 において通常 ON 荷重より大きいと判定した場合には、制御部 2 a は、ステップ S 3 4 で検出した平面位置と、筆圧情報により示される筆圧とに基づいて、例えば平面位置センサ 4 であるタブレット端末のディスプレイ上に 2 D 描画を行う (ステップ S 6 9) 。

30

【 0 0 6 6 】

ここで、ステップ S 6 9 で実施される 2 D 描画について具体的に説明すると、2 D 描画には、レンダリング処理と表示処理とが含まれる。レンダリング処理において制御部 2 a は、順次検出される一連の平面位置のそれぞれに、対応する筆圧に応じた半径を有する円を配置する。そして、各円の円周を滑らかに繋いでいくことにより、筆圧に応じた幅を有する 2 次元の曲線データ (インクデータ) を生成する。表示処理は、こうして生成された曲線データを、例えば平面位置センサ 4 であるタブレット端末のディスプレイに表示する処理である。

【 0 0 6 7 】

40

ステップ S 6 1 で圧力情報が含まれていると判定した場合、制御部 2 a は、圧力情報により示されるグリップ力を筆圧に変換するための処理を実行する (ステップ S 6 2 ~ S 6 7) 。具体的に説明すると、制御部 2 a はまず、リセットフラグ A が真及び偽のいずれであるかを判定する (ステップ S 6 2) 。リセットフラグ A は、バースト信号が平面位置センサ 4 に届く範囲に電子ペン 5 が入ってきた直後か否かを示すフラグであり、直後である場合には、ステップ S 6 2 の判定結果が偽となる。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 6 2 で偽と判定した制御部 2 a はさらに、圧力情報により示されるグリップ力が所定値以上であるか否かを判定する (ステップ S 6 3) 。そして、所定値未満であると判定した場合には、圧力情報により示されるグリップ力を初期グリップ力に設定し (ス

50

テップ S 6 4)、所定値以上であると判定した場合には、その所定値を初期グリップ力に設定する(ステップ S 6 5)。なお、初期グリップ力は、バースト信号が平面位置センサ 4 に届く範囲に電子ペン 5 が入ってきたとき(ペンダウン時)のグリップ力を 0 として取り扱うために使用される変数である。また、ステップ S 6 5 は初期グリップ力の上限を定めるもので、例えば線幅を太くするために必要なグリップ力が大きくなりすぎてユーザが十分な筆圧を出せなくなることを防止するために用いられる。

【0069】

図 1 2 は、初期グリップ力の意味を説明する図である。同図には、外部筐体 5 a の表面に対する力を横軸とし、グリップ力センサ 5 5 により検出されたグリップ力を縦軸とするグラフを示している。制御部 2 a は、グリップ力センサ 5 5 により検出されたグリップ力そのものではなく、そのグリップ力から初期グリップ力を減じてなる値をグリップ力として使用するよう構成される。こうすることによりユーザは、ペンダウン時のグリップ力を基準にグリップ力を増減することで、グリップ力による筆圧の入力を行うことが可能になる。

【0070】

図 1 0 に戻る。ステップ S 6 4 又はステップ S 6 5 を実行した場合、制御部 2 a は、リセットフラグ A に真を設定した後(ステップ S 6 6)、相関性 f を用いてグリップ力を筆圧に変換する処理を行う(ステップ S 6 7)。このステップ S 6 7 は、ステップ S 6 2 で真と判定した場合にも実行される。ステップ S 6 7 において制御部 2 a は、圧力情報により示されるグリップ力から初期グリップ力を減じてなる値をグリップ力として相関性 f に代入する。これによりユーザは、図 1 2 を参照して説明したように、ペンダウン時のグリップ力を基準にグリップ力を増減することで、グリップ力による筆圧の入力を行うことが可能になる。

【0071】

ステップ S 6 7 で筆圧を得た制御部 2 a は、この筆圧を用いて、ステップ S 6 8、S 6 9 を実行する。これにより、データ信号に筆圧情報が含まれていた場合と同様の 2 D 描画が実現される。

【0072】

ステップ S 6 9 を実行した制御部 2 a は、タブレット描画処理を終了する。そして、図 6 のステップ S 3 2 に戻り、次の受光レベル情報及びバースト信号の検出動作を実行する。

【0073】

図 6 のステップ S 3 6 に処理を進めた制御部 2 a は、まず、リセットフラグ A に偽を設定する(ステップ S 3 6)。これにより、バースト信号が平面位置センサ 4 に届く範囲から電子ペン 5 が離脱した場合に、リセットフラグ A を偽に戻すことが可能になる。

【0074】

続いて制御部 2 a は、ステップ S 3 2 の検出動作により受光レベル情報を検出したか否かを判定する(ステップ S 3 7)。そして、検出したと判定した場合、制御部 2 a は、検出した受光レベル情報に基づいて、上述した空間位置(空間内における電子ペン 5 (又は、そのペン先 5 b)の位置)を検出する(ステップ S 3 8)。続いて制御部 2 a は、検出した空間位置がステップ S 3 1 で設定した描画領域内の位置であるか否かを判定する(ステップ S 3 9)。

【0075】

ステップ S 3 9 で描画領域内の位置であると判定した制御部 2 a は、仮想現実空間内に 3 D 描画を行うための仮想現実空間描画処理を実行する(ステップ S 4 1)。ここで、図 6 に破線で示すように、ステップ S 3 9 とステップ S 4 1 の間に、検出された空間位置を仮想タブレットの表示面上に射影してなる空間位置に置き換える処理を挿入してもよい(ステップ S 4 0)。このステップ S 4 0 は、検出した空間位置を含む描画領域が図 9 (a)に示したように仮想タブレット B の表示面上に設定される領域である場合にのみ実行され得る処理である。これによりユーザは、上述したように、仮想タブレットの表示面に平

10

20

30

40

50

面図形を描画することが可能になる。

【 0 0 7 6 】

仮想現実空間描画処理において制御部 2 a は、図 1 1 に示すように、まず筆圧情報又は圧力情報の受信動作を実施する（ステップ S 7 0）。そして、筆圧情報及び圧力情報のいずれが受信されたかを判定する（ステップ S 7 1）。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 7 1 で筆圧情報が受信されたと判定した場合、制御部 2 a は、筆圧情報により示される筆圧が所定の通常 ON 荷重（例えば、0）以下であるか否かをさらに判定する（ステップ S 8 0）。その結果、通常 ON 荷重以下であると判定した場合には、3 D 描画を行わずに処理を終了する。これは、電子ペン 5 のペン先 5 b が上述した現実の板（例えば、仮想タブレットの表示位置に合わせて配置されるもの）に接していないと考えられる場合の処理である。一方、ステップ S 8 0 において通常 ON 荷重より大きいと判定した場合には、制御部 2 a は、ステップ S 3 8 で検出した空間位置（又は、ステップ S 4 0 で取得した空間位置）と、筆圧情報により示される筆圧とに基づいて、仮想現実空間内に 3 D 描画を行う（ステップ S 8 1）。

10

【 0 0 7 8 】

2 D 描画の場合と同様、ステップ S 7 9 で実施される 3 D 描画にも、レンダリング処理と表示処理とが含まれる。レンダリング処理において制御部 2 a は、順次検出される一連の空間位置のそれぞれに、対応する筆圧に応じた半径を有する球を配置する。そして、各球の表面を滑らかに繋いでいくことにより、筆圧に応じた断面径を有する 3 次元の曲線データを生成する。表示処理は、こうして生成された曲線データを、仮想現実空間内に表示する処理である。ただし、ステップ S 4 0 を実行することにより空間位置を仮想タブレットの表示面内の位置に固定する場合には、3 D 描画に代え、表示面内における 2 D 描画を行うこととしてもよい。

20

【 0 0 7 9 】

ステップ S 7 1 で圧力情報が受信されたと判定した場合、制御部 2 a は、圧力情報により示されるグリップ力を筆圧に変換するための処理を実行する（ステップ S 7 2 ~ S 7 7）。この処理の詳細は、図 1 0 に示したステップ S 6 2 ~ S 6 7 の処理と同様であり、ステップ S 7 7 において、変換結果としての筆圧が取得される。ただし、ステップ S 7 2 ~ S 7 7 においては、リセットフラグ A に代え、リセットフラグ B が用いられる。リセットフラグ B は、描画領域内に電子ペン 5 が入ってきた直後か否かを示すフラグであり、直後である場合には、ステップ S 7 2 の判定結果が偽となる。

30

【 0 0 8 0 】

ステップ S 7 7 で筆圧を得た制御部 2 a は、この筆圧を用いて、ステップ S 7 8 , S 7 9 を実行する。ステップ S 7 8 , S 7 9 は、通常 ON 荷重に代え、通常 ON 荷重とは異なる値、好適には通常 ON 荷重よりも大きな値に設定される空間 ON 荷重を用いる（すなわち、ステップ S 7 8 において、圧力情報により示される筆圧が所定の空間 ON 荷重（> 通常 ON 荷重）以下であるか否かを判定する）ことの他は、ステップ S 8 0 , S 8 1 と同じ処理である。これにより、筆圧情報が受信された場合と同様の 3 D 描画が実現される。

40

【 0 0 8 1 】

ステップ S 7 8 において通常 ON 荷重ではなく空間 ON 荷重を用いるのは、空中に浮かせた状態で電子ペン 5 を操作する場合、入力面 4 a などの固定面に当接させた状態で操作する場合に比べ、電子ペン 5 の自重を支えるために必要な分だけグリップ力が大きくなることに対応するものである。ステップ S 7 8 において通常 ON 荷重より大きな空間 ON 荷重を用いることにより、このようなグリップ力の増加があるにもかかわらず、適切に 3 D 描画を行うことが可能になる。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 7 9 を実行した制御部 2 a は、仮想現実空間描画処理を終了する。そして、図 6 のステップ S 3 2 に戻り、次の受光レベル情報及びバースト信号の検出動作を実行する。また、制御部 2 a は、図 6 のステップ S 3 7 で受光レベル情報を検出していないと判

50

定した場合、及び、図6のステップS39で描画領域内の位置でないと判定した場合、リセットフラグBに偽を設定した後(ステップS42)、ステップS32に戻り、次の受光レベル情報及びバースト信号の検出動作を実行する。ステップS42を実行することにより、描画領域内から電子ペン5が離脱した場合(仮想現実空間内から電子ペン5が離脱した場合を含む)に、リセットフラグBを偽に戻すことが可能になる。

【0083】

以上説明したように、本実施の形態によれば、グリップ力に関する圧力情報を出力できるように電子ペン5を構成し、グリップ力に関する圧力情報に基づいて3D描画及び2D描画を実行できるようにコンピュータ2を構成したので、現実のタッチ面が存在しない場合であっても、好適に線幅や透明度を制御することが可能になる。

10

【0084】

以下、グリップ力センサ55の具体的な構成について、図面を参照しながら詳しく説明する。

【0085】

図13は、第1の例によるグリップ力センサ55の構造を示す図である。本例によるグリップ力センサ55は、例えば感圧方式により押圧力を感知可能に構成されたタッチセンサによって構成され、外部筐体5aの側面に配置される。この場合の処理部50は、グリップ力センサ55によって検出された押圧力をグリップ力として取得する。

【0086】

図14は、第2の例によるグリップ力センサ55の構造を示す図である。本例によるグリップ力センサ55は、段階的又は連続的に押下量を検出可能に構成されたボタン機構によって構成され、外部筐体5aの側面に配置される。この場合の処理部50は、グリップ力センサ55によって検出された押下量をグリップ力として取得する。ボタン機構の具体的な例としては、アクチュエータ、ホール素子、ストレインゲージなどが挙げられる。

20

【0087】

図15は、第3の例によるグリップ力センサ55の構造を示す図である。本例によるグリップ力センサ55は筆圧センサ54を兼ねており、2枚の電極板10、12の間に誘電体11が配置された構造を有するキャパシタにより構成される。電極板10は、一端がペン先5bを構成する芯体13の他端に接続される。また、電極板12は、外部筐体5aの側面に配置されたボタン機構14に接続される。

30

【0088】

本例によるキャパシタは、ペン先5bに加わる力に応じて電極板10と電極板12の間の距離が変化し、その結果として静電容量も変化するように構成される。また、本例によるキャパシタは、図15(a)と図15(b)とを比較すると理解されるように、ボタン機構14の押下量に応じて電極板12が横方向に移動し、その結果として静電容量が変化するように構成される。本例による処理部50は、図4に示したタブレット入力処理においては、本例によるキャパシタを筆圧センサ54とみなし、その静電容量から筆圧を取得する。一方、図5に示した仮想現実空間入力処理においては、本例によるキャパシタをグリップ力センサ55とみなし、その静電容量からグリップ力を取得する。本例によれば、1つのキャパシタにより、グリップ力センサ55と筆圧センサ54の両方を実現することが可能になる。

40

【0089】

なお、図15ではキャパシタを用いる例を説明したが、ロードセルによってもグリップ力センサ55と筆圧センサ54とを兼ねることができる。ロードセルは、X方向、Y方向、Z方向のそれぞれについて個別に応力を測定することができるので、測定した個々の応力に基づいて、ペン軸方向の力である筆圧と、ペン軸方向に垂直な力であるグリップ力とを個別に算出することができる。

【0090】

図16は、第4の例によるグリップ力センサ55の構造を示す図である。本例によるグリップ力センサ55は、感圧センサ15、基板16、ドームボタン17が積層されてなる

50

構造を有し、ドームボタン 17 側の表面が露出するように外部筐体 5 a の側面に配置される。感圧センサ 15 は、外部筐体 5 a の表面に対する押圧力を感知可能に構成されたセンサであり、ドームボタン 17 は、ユーザによってオンオフ可能に構成されたボタン機構である。

【0091】

図 17 は、第 4 の例によるグリップ力センサ 55 を用いる場合に電子ペン 5 の処理部 50 が行う処理を示す処理フロー図である。図 17 (a) は、図 3 に示した処理フロー図にステップ S 90 ~ S 95 を追加したものとなっている。また、図 17 (b) は、図 4 又は図 5 に示した処理フロー図にステップ S 96 を追加したものとなっている。以下、この図 17 を参照しながら、第 4 の例によるグリップ力センサ 55 を備える電子ペン 5 の動作について説明する。

10

【0092】

まず図 17 (a) に示すように、処理部 50 は、まずドームボタン 17 がオンであるかオフであるかを判定する (ステップ S 90)。その結果、オフであると判定した場合には、リセットフラグ C に偽を設定し (ステップ S 95)、ステップ S 1 のタブレット入力処理を開始する。リセットフラグ C は、ドームボタン 17 が押された直後であるか否かを示すフラグであり、直後である場合には、後述するステップ S 91 の判定結果が偽となる。

【0093】

ステップ S 90 でオンであると判定した処理部 50 は次に、リセットフラグ C が真及び偽のいずれであるかを判定する (ステップ S 91)。ここで真と判定した処理部 50 は、直ちにステップ S 1 のタブレット入力処理を開始する。一方、偽と判定した場合には、処理部 50 は、グリップ力センサ 55 からグリップ力を取得し (ステップ S 92)、取得したグリップ力を初期グリップ力に設定する (ステップ S 93)。ここでの初期グリップ力は、ドームボタン 17 が押下されたときのグリップ力を 0 として取り扱うために使用する変数であり、コンピュータ 2 内で使用される初期グリップ力 (図 10 又は図 11 に示した処理フロー中で使用されるもの) とは無関係である。ステップ S 93 を実行した処理部 50 は、リセットフラグ C に真を設定し (ステップ S 94)、ステップ S 1 のタブレット入力処理を開始する。

20

【0094】

次に図 17 (b) に示すように、処理部 50 は、図 4 のステップ S 15 で取得したグリップ力、及び、図 5 のステップ S 26 で取得したグリップ力のそれぞれから初期グリップ力を減算したものをグリップ力として使用する (ステップ S 96)。すなわち、ステップ S 15、S 26 で取得されるグリップ力そのものではなく、ステップ S 96 の減算により得られたグリップ力に関する圧力情報をコンピュータ 2 に対して送信する。

30

【0095】

処理部 50 が以上のような処理を実行することにより、本例による電子ペン 5 のユーザは、自らの意思でドームボタン 17 をオンしたタイミングのグリップ力を基準にグリップ力を増減することで、グリップ力による筆圧の入力を行うことが可能になる。

【0096】

図 18 は、第 5 の例によるグリップ力センサ 55 の構造を示す図である。本例によるグリップ力センサ 55 は、2 枚の電極板 18、21 の間に誘電体 19 及びラバー 20 が配置された構造を有するキャパシタにより構成され、外部筐体 5 a の側面に配置される。本例による処理部 50 は、グリップ力センサ 55 であるキャパシタの静電容量をグリップ力として取得するよう構成される。

40

【0097】

本例によるキャパシタは、外側に位置する電極板 21 をユーザが押下した場合に、その押圧力に応じてラバー 20 がつぶれ、その分、電極板 18 と電極板 21 の間の距離が短くなり、その結果として静電容量が大きくなることに加え、外側に位置する電極板 21 にユーザがペン軸方向の力を加えた場合にも、ラバー 20 の変形によって電極板 21 が図 18 (b) に示すようにペン軸方向にスライドし、その結果として静電容量が小さくなる。し

50

たがって、本例によるグリップ力センサ 55 によれば、押圧力に加え、ペン軸方向への力をもグリップ力として検出することが可能になる。なお、電極板 18 と電極板 21 の間の距離を d 、スライドがない状態での電極板 18, 21 のオーバーラップ面積を S 、スライドによるオーバーラップ面積の変化量を ΔS 、誘電体 19 及びラバー 20 により構成される部材の誘電率を ϵ とすると、本例によるキャパシタの静電容量は次の式 (1) で表される。

$$C = (\epsilon \Delta S) / d \cdots (1)$$

【0098】

図 19 は、第 6 の例によるグリップ力センサ 55 の構造を示す図である。同図に示すように、本例による電子ペン 5 は外部筐体 5a に取り付けられるグリップ部材 22 を有しており、本例によるグリップ力センサ 55 は、このグリップ部材 22 に内蔵される。図 19 (a) は、グリップ部材 22 を取り付けした状態の電子ペン 5 の側面、図 19 (b) は、グリップ部材 22 を取り付けした状態の電子ペン 5 の上面、図 19 (c) は、グリップ部材 22 を取り付けした状態の電子ペン 5 の使用状態をそれぞれ示している。

【0099】

図 19 (a) ~ (c) に示すように、グリップ部材 22 は、外部筐体 5a に嵌合する筒状の基台 22a と、この基台 22a の一端からアーチ状に延在するフィンガーレスト 22b とを有して構成される。ユーザは、図 19 (c) に示すように、フィンガーレスト 22b に人差し指を置いた状態で電子ペン 5 を使用することになる。なお、図 19 には、グリップ部材 22 が外部筐体 5a とは別体である例を描いているが、これらを一体形成することとしてもよい。

【0100】

グリップ力センサ 55 は、例えば、フィンガーレスト 22b 内に埋め込まれた歪みゲージであり、ユーザの人差し指に込められている力 (フィンガーレスト 22b の押圧力) を検出可能に構成される。本例による処理部 50 は、こうして検出された力をグリップ力として取得するよう構成される。

【0101】

ここで、電子ペン 5 又はグリップ部材 22 内に加速度センサを内蔵することで、処理部 50 は、電子ペン 5 を振るというユーザ動作をも検出することが可能になる。これをグリップ力センサ 55 によるフィンガーレスト 22b の押圧力の検出と組み合わせれば、タッチ面のタップ動作を模擬することも可能である。

【0102】

以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

【符号の説明】

【0103】

- | | |
|---------|------------|
| 1 | 空間位置指示システム |
| 2 | コンピュータ |
| 2a | 制御部 |
| 2b | メモリ |
| 3 | 仮想現実ディスプレイ |
| 4 | 平面位置センサ |
| 4a | 入力面 |
| 5 | 電子ペン |
| 5a | 外部筐体 |
| 5b | ペン先 |
| 7a, 7b | 位置検出用機器 |
| 8a ~ 8c | 空間位置センサ |
| 10, 12 | 電極板 |

10

20

30

40

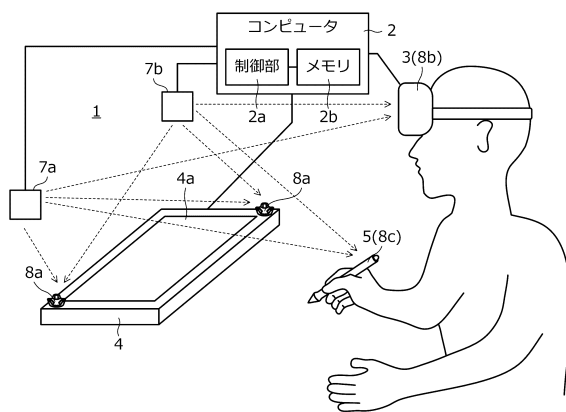
50

1 1	誘電体
1 3	芯体
1 4	ボタン機構
1 5	感圧センサ
1 6	基板
1 7	ドームボタン
1 8 , 2 1	電極板
1 9	誘電体
2 0	ラバー
2 2	グリップ部材
2 2 a	基台
2 2 b	フィンガーレスト
5 0	処理部
5 1	平面通信部
5 2	空間通信部
5 3	空間位置検出部
5 4	筆圧センサ
5 5	グリップ力センサ
5 6	力覚発生部
A	描画領域
B	仮想タブレット

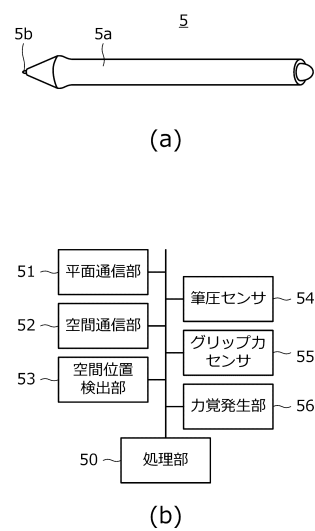
10

20

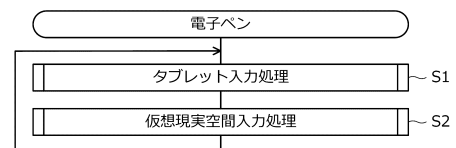
【図 1】



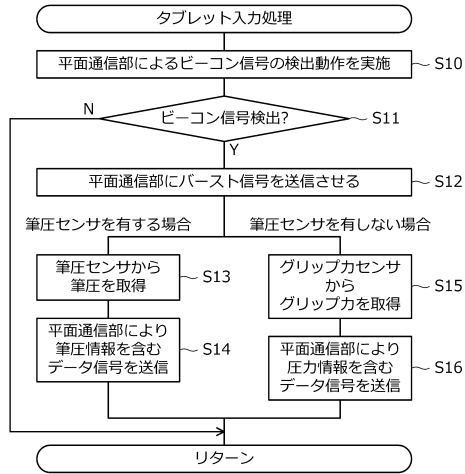
【図 2】



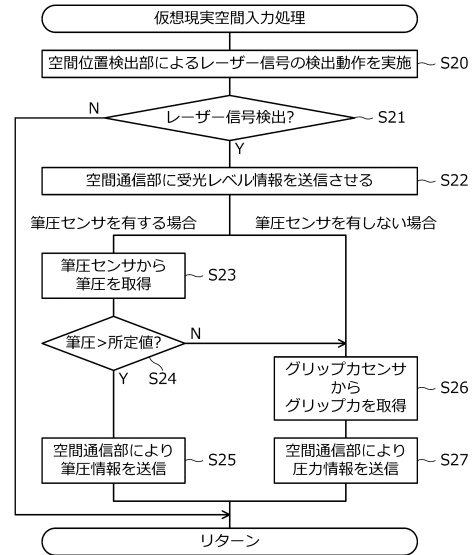
【図 3】



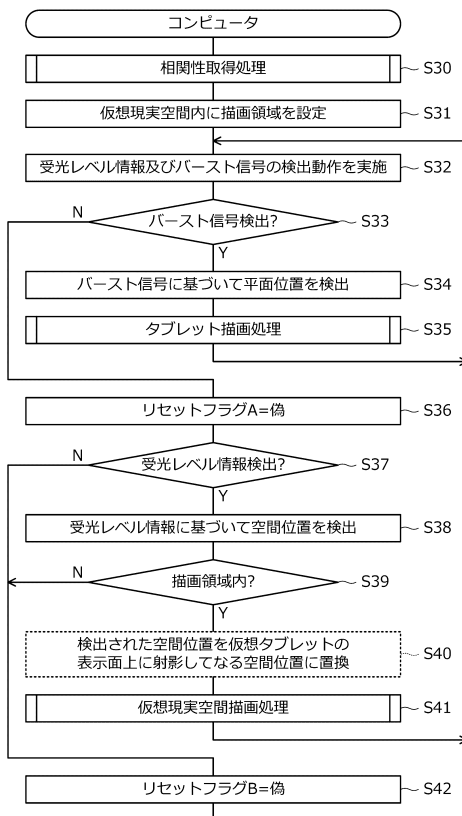
【図 4】



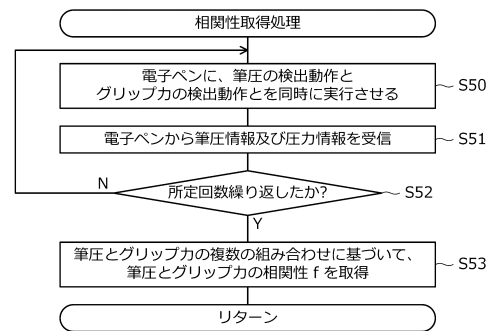
【図 5】



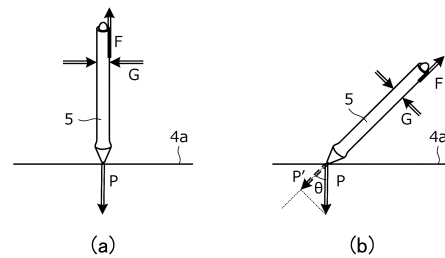
【図 6】



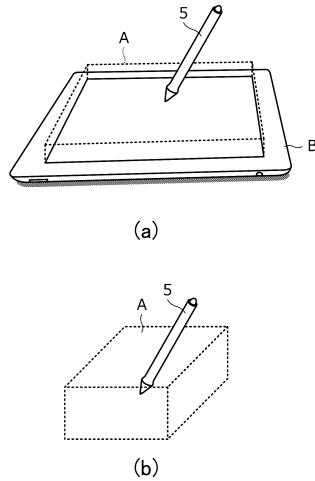
【図 7】



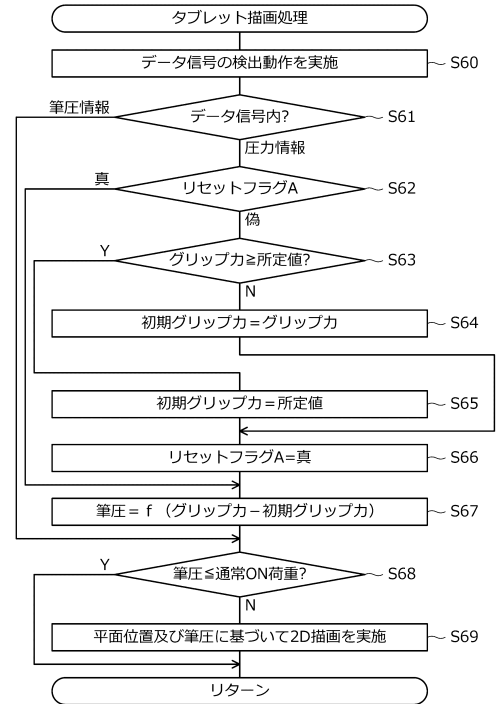
【図 8】



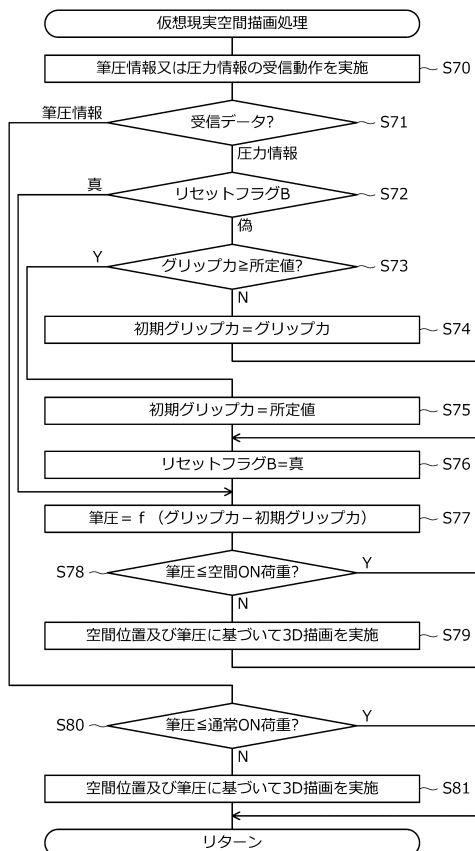
【図 9】



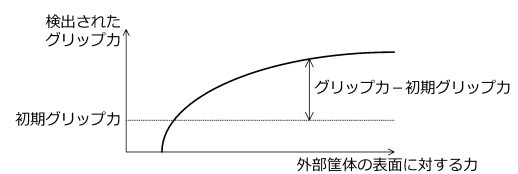
【図 10】



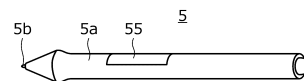
【図 11】



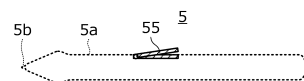
【図 12】



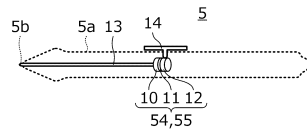
【図 13】



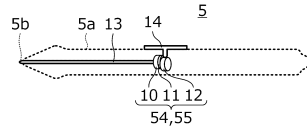
【図 14】



【図 15】

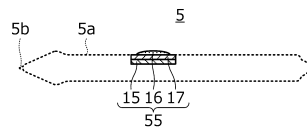


(a)

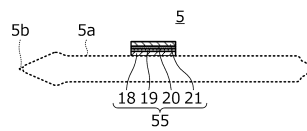


(b)

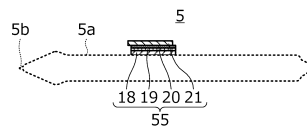
【図 16】



【図 18】

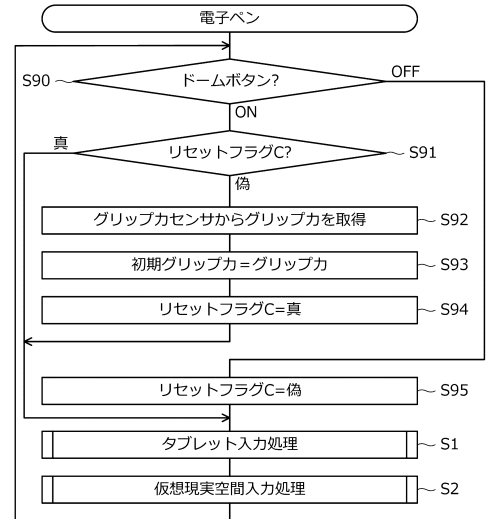


(a)

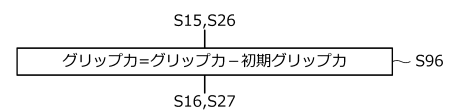


(b)

【図 17】

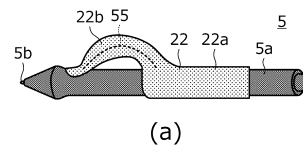


(a)

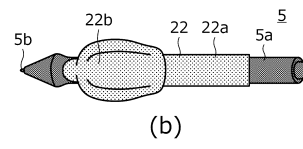


(b)

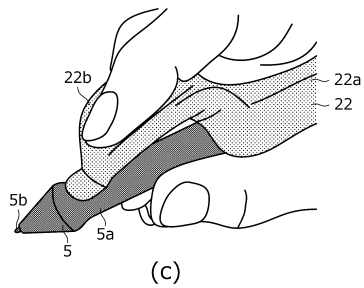
【図 19】



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 F 3/0481 1 5 0

審査官 星野 裕

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 6 6 0 9 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 3 3 8 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 9 3 6 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 2 4 2 8 1 9 (J P , A)
韓国登録特許第 1 0 - 1 3 6 0 9 8 0 (K R , B 1)
特開 2 0 1 8 - 0 0 1 7 2 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 F 3 / 0 3
G 0 6 F 3 / 0 1
G 0 6 F 3 / 0 4 1
G 0 6 F 3 / 0 4 8