

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7577218号
(P7577218)

(45)発行日 令和6年11月1日(2024.11.1)

(24)登録日 令和6年10月24日(2024.10.24)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 6 F	3/01 (2006.01)	G 0 6 F	3/01 5 6 0
A 6 3 F	13/24 (2014.01)	A 6 3 F	13/24
A 6 3 F	13/285 (2014.01)	A 6 3 F	13/285
A 6 3 F	13/26 (2014.01)	A 6 3 F	13/26
A 6 3 F	13/211 (2014.01)	A 6 3 F	13/211
請求項の数 15 (全32頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2023-534811(P2023-534811)	(73)特許権者	310021766 株式会社ソニー・インタラクティブエン タテインメント 東京都港区港南1丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和4年7月12日(2022.7.12)	(74)代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/027378	(74)代理人	100109047 弁理士 村田 雄祐
(87)国際公開番号	WO2023/286761	(74)代理人	100109081 弁理士 三木 友由
(87)国際公開日	令和5年1月19日(2023.1.19)	(74)代理人	100134256 弁理士 青木 武司
審査請求日	令和6年1月10日(2024.1.10)	(72)発明者	若林 実 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会 社ソニー・インタラクティブエンタテイ 最終頁に続く
(31)優先権主張番号	PCT/JP2021/026415		
(32)優先日	令和3年7月14日(2021.7.14)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法および駆動データ生成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
情報処理装置であって、ハードウェアを有する1つ以上のプロセッサを備え、
前記1つ以上のプロセッサは、
ユーザの手に把持されて、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部を備える操作装置の
動きを示す第1操作情報を取得し、
仮想空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを第1操作情報に応じて制
御し、
仮想デバイスの動きにもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための駆動データを生成
し、
前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す第2操作情報を取得し、
第2操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行する、
情報処理装置。

【請求項2】
第2操作情報は、前記力覚提示部がユーザの手によって動かされた方向を含む、
請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】
第2操作情報は、駆動データによって前記力覚提示部が動かされた方向とは異なる方向
に、前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す、
請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

第 2 操作情報は、駆動データによって前記力覚提示部が動かされた方向とは逆の方向に、前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す、
請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

第 2 操作情報は、駆動データによって前記力覚提示部が動かされた方向と同じ方向に、前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す、
請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記 1 つ以上のプロセッサは、
前記力覚提示部がユーザの手に力覚を提示している間に、第 2 操作情報に対応する機能を仮想空間内において実行する、
請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

情報処理装置において情報を処理する方法であって、
前記情報処理装置が、

ユーザの手に把持されて、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部を備える操作装置の動きを示す第 1 操作情報を取得し、

仮想空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを第 1 操作情報に応じて制御し、

仮想デバイスの動きにもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための駆動データを生成し、

前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す第 2 操作情報を取得し、

第 2 操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行させる、

ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 8】

コンピュータに、

ユーザの手に把持されて、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部を備える操作装置の動きを示す第 1 操作情報を取得する機能と、

仮想空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを第 1 操作情報に応じて制御する機能と、

仮想デバイスの動きにもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための駆動データを生成する機能と、

前記力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す第 2 操作情報を取得する機能と、

第 2 操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行させる機能と、

を実現させるためのプログラム。

【請求項 9】

情報処理装置であって、ハードウェアを有する 1 つ以上のプロセッサを備え、

前記 1 つ以上のプロセッサは、

ユーザの手に把持されて、ユーザの第 1 の指に力覚を提示する力覚提示部と、ユーザの第 1 の指とは異なる第 2 の指に触覚を提示し、前記力覚提示部とは別の部品である触覚提示部とを備える操作装置の動きを示す操作情報を取得し、

仮想オブジェクトが存在する空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを操作情報に応じて制御し、

仮想デバイスと仮想オブジェクトとの関係にもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための第 1 駆動データおよび前記触覚提示部を駆動するための第 2 駆動データを生成する、
情報処理装置。

【請求項 10】

前記力覚提示部は、前記操作装置の基体に対して相対移動する可動部であり、前記触覚

10

20

30

40

50

提示部は、振動を発生する振動部である、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 1】

前記 1 つ以上のプロセッサは、

仮想デバイスと仮想オブジェクトとの位置関係にもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための第 1 駆動データを生成する、

請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 2】

前記 1 つ以上のプロセッサは、

仮想デバイスと仮想オブジェクトとの間の相対的な速度にもとづいて、前記触覚提示部を駆動するための第 2 駆動データを生成する、

請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 3】

前記 1 つ以上のプロセッサは、

仮想オブジェクトに応じて決定される振動波形と、仮想デバイスと仮想オブジェクトとの間の相対的な速度に応じて決定される振動量とから導出される振動プロファイルにもとづいて、前記触覚提示部を駆動するための第 2 駆動データを生成する、

請求項 1 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 4】

ユーザの手に把持されて、ユーザの第 1 の指に力覚を提示する力覚提示部と、ユーザの第 1 の指とは異なる第 2 の指に触覚を提示し、前記力覚提示部とは別の部品である触覚提示部とを備える操作装置の動きを示す操作情報を取得し、

仮想オブジェクトが存在する空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを操作情報に応じて制御し、

仮想デバイスと仮想オブジェクトとの関係にもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための第 1 駆動データおよび前記触覚提示部を駆動するための第 2 駆動データを生成する、ことを特徴とする駆動データ生成方法。

【請求項 1 5】

コンピュータに、

ユーザの手に把持されて、ユーザの第 1 の指に力覚を提示する力覚提示部と、ユーザの第 1 の指とは異なる第 2 の指に触覚を提示し、前記力覚提示部とは別の部品である触覚提示部とを備える操作装置の動きを示す操作情報を取得する機能と、

仮想オブジェクトが存在する空間内で、前記操作装置に対応する仮想デバイスの動きを操作情報に応じて制御する機能と、

仮想デバイスと仮想オブジェクトとの関係にもとづいて、前記力覚提示部を駆動するための第 1 駆動データおよび前記触覚提示部を駆動するための第 2 駆動データを生成する機能と、

を実現させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ユーザに力覚フィードバックおよび／または触覚フィードバックを提供する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、筐体と、筐体に結合される質量体と、筐体に対する質量体の位置を変更するために質量体に結合されるアクチュエータとを備える携帯コンピュータインタフェースを開示する。特許文献 1 に開示された携帯コンピュータインタフェースはゲームの操作装置として利用され、質量体を移動させることで、ユーザにフィードバックを提供する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2010-225155号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display：HMD）はユーザの頭部に装着されて仮想現実（Virtual Reality：VR）の映像世界をユーザに提供する。最近ではHMDをゲーム装置に接続し、ユーザがHMDに表示されたゲーム画像を見ながら、操作装置を操作してゲームをプレイすることが一般的となっている。

10

【0005】

ゲームプレイ中、ユーザは操作装置を通じてゲームからフィードバックを与えられることで、ゲーム操作の結果をリアルに体感できる。そのためユーザに力覚フィードバックおよび／または触覚フィードバックを効果的に提供することで、ゲームなどのアプリケーションのエンタテインメント性を向上できると考えられる。

【0006】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、ユーザに力覚フィードバックおよび／または触覚フィードバックを提供する技術を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の情報処理装置は、ユーザの手に把持されて、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部を備える操作装置の動きを示す第1操作情報を取得する操作情報取得部と、仮想空間内で、操作装置に対応する仮想デバイスの動きを第1操作情報に応じて制御する制御部と、を備えた情報処理装置であって、制御部は、仮想デバイスの動きにもとづいて、力覚提示部を駆動するための駆動データを生成し、操作情報取得部は、力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す第2操作情報を取得し、制御部は、第2操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行させる。

20

【0008】

本発明の別の態様の情報処理方法は、ユーザの手に把持されて、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部を備える操作装置の動きを示す第1操作情報を取得し、仮想空間内で、操作装置に対応する仮想デバイスの動きを第1操作情報に応じて制御し、仮想デバイスの動きにもとづいて、力覚提示部を駆動するための駆動データを生成し、力覚提示部がユーザの手によって動かされたことを示す第2操作情報を取得し、第2操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行させる。

30

【0009】

本発明のさらに別の態様の情報処理装置は、ユーザの手に把持されて、ユーザの第1の指に力覚を提示する力覚提示部とユーザの第2の指に触覚を提示する触覚提示部とを備える操作装置の動きを示す操作情報を取得する操作情報取得部と、仮想オブジェクトが存在する空間内で、操作装置に対応する仮想デバイスの動きを操作情報に応じて制御する制御部と、を備えた情報処理装置であって、制御部は、仮想デバイスと仮想オブジェクトとの関係にもとづいて、力覚提示部を駆動するための第1駆動データおよび触覚提示部を駆動するための第2駆動データを生成する。

40

【0010】

本発明の別の態様の駆動データ生成方法は、ユーザの手に把持されて、ユーザの第1の指に力覚を提示する力覚提示部と、ユーザの第2の指に触覚を提示する触覚提示部とを備える操作装置の動きを示す操作情報を取得し、仮想オブジェクトが存在する空間内で、操作装置に対応する仮想デバイスの動きを操作情報に応じて制御し、仮想デバイスと仮想オブジェクトとの関係にもとづいて、力覚提示部を駆動するための第1駆動データおよび触覚提示部を駆動するための第2駆動データを生成する。

【0011】

50

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】情報処理システムの構成例を示す図である。

【図2】HMDの外観形状の例を示す図である。

【図3】HMDの機能ブロックを示す図である。

【図4】操作装置をユーザが把持した状態を示す図である。

【図5】操作装置の側面図である。

【図6】可動部に指を置いた状態を示す図である。

10

【図7】可動部を基体に対して相対移動させる移動機構を示す図である。

【図8】操作装置の機能ブロックを示す図である。

【図9】情報処理装置の機能ブロックを示す図である。

【図10】表示パネルに表示される画面の例を示す図である。

【図11】仮想デバイスをインクに進入させる様子を示す図である。

【図12】進入長と、可動部の移動量の関係を定めたマップの例を示す図である。

【図13】振動波形の例を示す図である。

【図14】移動速度と、振動部の振動量の関係を定めたマップの例を示す図である。

【図15】表示パネルに表示される画面の例を示す図である。

【図16】表示パネルに表示される画面の例を示す図である。

20

【図17】衝突からの経過時間と、可動部の移動量の関係を定めたマップの例を示す図である。

【図18】振動波形の例を示す図である。

【図19】操作装置をユーザが把持した状態を示す図である。

【図20】操作装置の斜視図である。

【図21】可動部を基体に対して相対回転移動させる移動機構を示す図である。

【図22】操作装置を正面から見たときの支持台フレームの傾きを示す図である。

【図23】操作装置の機能ブロックを示す図である。

【図24】情報処理装置の機能ブロックを示す図である。

【図25】アプリケーションの画面例を示す図である。

30

【図26】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図27】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図28】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図29】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図30】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図31】アプリケーションの画面例を示す図である。

【図32】アプリケーションの画面例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、実施形態における情報処理システム1の構成例を示す。情報処理システム1は情報処理装置10と、記録装置11と、ユーザの頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイ（HMD）100と、ユーザの手に把持される操作装置20と、HMD100および操作装置20を撮影する撮像装置14と、画像および音を出力する出力装置15とを備える。出力装置15はテレビであってよい。情報処理装置10は、アクセスポイント（AP）17を介して、インターネットなどの外部のネットワーク2に接続される。AP17は無線アクセスポイントおよびルータの機能を有し、情報処理装置10はAP17とケーブルで接続してもよく、または既知の無線通信プロトコルで接続してもよい。

40

【0014】

記録装置11は、システムソフトウェアや、ゲームソフトウェアなどのアプリケーションを記録する。情報処理装置10は、コンテンツサーバからネットワーク2経由で、アプ

50

リケーションを記録装置 11 にダウンロードしてよい。情報処理装置 10 はアプリケーションを実行して、アプリケーションの画像データおよび音データを HMD 100 および出力装置 15 に供給する。情報処理装置 10 と HMD 100 とは既知の無線通信プロトコルで接続されてもよく、またはケーブルで接続されてもよい。

【0015】

HMD 100 は、ユーザが頭部に装着することによりその眼前に位置する表示パネルに画像を表示する表示装置である。HMD 100 は、左目用表示パネルに左目用の画像を、右目用表示パネルに右目用の画像を、それぞれ別個に表示する。これらの画像は左右の視点から見た視差画像を構成し、立体視を実現する。ユーザは光学レンズを通して表示パネルを見るため、情報処理装置 10 は、レンズによる光学歪みを補正した視差画像データを HMD 100 に供給する。

10

【0016】

HMD 100 は仮想現実（VR）の映像世界をユーザに提供する。情報処理システム 1 にヘッドトラッキング機能をもたせ、ユーザの頭部の動きに連動して表示画像を更新することで、映像世界への没入感を高められる。

【0017】

HMD 100 を装着したユーザにとって出力装置 15 は必要ないが、出力装置 15 を用意することで、別のユーザが出力装置 15 の表示画像を見ることができる。情報処理装置 10 は、HMD 100 を装着したユーザが見ている画像と同じ画像を出力装置 15 に表示させてもよいが、別の画像を表示させてもよい。たとえば HMD を装着したユーザと、別のユーザとが一緒にゲームをプレイするような場合、出力装置 15 からは、当該別のユーザのキャラクタ視点からのゲーム画像が表示されてもよい。

20

【0018】

操作装置 20 はバッテリーにより駆動され、アプリケーションに対する操作を入力するための 1 つ以上の操作ボタンを備えるコントローラである。ユーザが操作装置 20 の操作ボタンを操作すると、その操作入力が無線通信により情報処理装置 10 に送信される。操作装置 20 と情報処理装置 10 の間には、たとえば Bluetooth（登録商標）プロトコルを用いた無線接続が確立されてよい。情報処理装置 10 は操作装置 20 から操作入力を受信し、操作入力に応じてアプリケーションの進行を制御して、アプリケーションの画像データおよび音データを生成し、HMD 100 および出力装置 15 に供給する。操作装置 20 は無線コントローラに限らず、情報処理装置 10 とケーブルを介して接続される有線コントローラであってもよい。

30

【0019】

操作装置 20 は、3 軸の加速度センサおよび 3 軸のジャイロセンサを含む姿勢センサを備え、所定の周期でセンサデータを情報処理装置 10 に送信する。実施形態の描画アプリケーションは、ユーザの手に把持される操作装置 20 の動きに合わせて、仮想 3 次元空間内で操作装置 20 に対応する仮想デバイス 22 を動かす。そのため情報処理装置 10 は、操作装置 20 から送信されるセンサデータをもとに、操作装置 20 の位置、姿勢および／または動きを導出し、導出した操作装置 20 の位置、姿勢および／または動きを、仮想デバイス 22 を動かすための操作情報として利用する。

40

【0020】

撮像装置 14 は、CCD 撮像素子または CMOS 撮像素子などから構成されるビデオカメラであり、実空間を所定の周期で撮影して、周期ごとのフレーム画像を生成する。撮像装置 14 はステレオカメラであって、情報処理装置 10 が、撮影画像から対象物との距離を測定できることが好ましい。撮像装置 14 の撮影速度は 60 枚／秒として、HMD 100 のフレームレートと一致させてもよい。撮像装置 14 は、USB（Universal Serial Bus）あるいはその他のインタフェースを介して情報処理装置 10 と接続する。

【0021】

HMD 100 にはユーザ頭部をトラッキングするためのマーカ（トラッキング用 LED）が設けられ、情報処理装置 10 は、撮影画像に含まれるマーカの位置にもとづいて HM

50

D100の動きを検出する。なおHMD100には姿勢センサ（3軸加速度センサおよび3軸ジャイロセンサ）が搭載され、情報処理装置10は、姿勢センサで検出されたセンサデータをHMD100から取得することで、マーカの撮影画像の利用とあわせて、高精度のトラッキング処理を実施し、実空間におけるユーザ頭部（実際にはHMD100）の位置および姿勢を検出してよい。

【0022】

ここでHMD100の位置とは、基準位置を原点とした3次元空間における位置座標であり、基準位置はHMD100の電源がオンされたときの位置座標（緯度、経度）であってよい。またHMD100の姿勢とは、3次元空間における基準姿勢に対する3軸方向の傾きであり、基準姿勢は、ユーザの視線方向が水平方向となる姿勢であって、HMD100の電源がオンされたときに基準姿勢が設定されてよい。なおトラッキング処理については従来より様々な手法が提案されており、情報処理装置10はHMD100の動きを検出できるのであれば、どのようなトラッキング手法を採用してもよい。

【0023】

図2は、HMD100の外観形状の例を示す。HMD100は、出力機構部102および装着機構部104から構成される。装着機構部104は、ユーザが被ることにより頭部を一周してHMD100を頭部に固定する装着バンド106を含む。装着バンド106はユーザの頭囲に合わせて長さの調節が可能な素材または構造をもつ。

【0024】

出力機構部102は、HMD100をユーザが装着した状態において左右の目を覆う形状の筐体108を含み、内部には装着時に目に正対する表示パネルを備える。表示パネルは液晶パネルや有機ELパネルなどであってよい。筐体108内部にはさらに、表示パネルとユーザの目の間に位置し、ユーザの視野角を拡大する左右一对の光学レンズが備えられる。HMD100はさらに、ユーザの耳に対応する位置にスピーカーやイヤホンを備えてよく、外付けのヘッドホンが接続されるように構成されてもよい。

【0025】

筐体108の外面には、複数の発光マーカ110a、110b、110c、110dが備えられる。この例ではトラッキング用LEDが発光マーカ110を構成するが、その他の種類のマーカであってよく、いずれにしても撮像装置14により撮影されて、情報処理装置10がマーカ位置を画像解析できるものであればよい。発光マーカ110の数や配置は特に限定されないが、HMD100の姿勢を検出するための数および配置である必要があり、図示した例では筐体108の前面の4隅に設けている。さらにユーザが撮像装置14に対して背を向けたときにも撮影できるように、発光マーカ110は装着バンド106の側部や後部に設けられてもよい。

【0026】

図3は、HMD100の機能ブロックを示す。制御部120は、画像データ、音データ、センサデータなどの各種データや、命令を処理して出力するメインプロセッサである。記憶部122は、制御部120が処理するデータや命令などを一時的に記憶する。姿勢センサ124は、HMD100の姿勢情報を検出する。姿勢センサ124は、少なくとも3軸の加速度センサおよび3軸のジャイロセンサを含む。

【0027】

通信制御部128は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、制御部120から出力されるデータを外部の情報処理装置10に送信する。また通信制御部128は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、情報処理装置10からデータを受信し、制御部120に出力する。

【0028】

制御部120は、画像データや音データを情報処理装置10から受け取ると、表示パネル130に供給して表示させ、また音出力部132に供給して出力させる。表示パネル130は、左目用表示パネル130aと右目用表示パネル130bから構成され、各表示パネルに一对の視差画像が表示される。また制御部120は、姿勢センサ124からのセン

10

20

30

40

50

サデータや、マイク 126 からの音声データを、通信制御部 128 から情報処理装置 10 に送信させる。

【0029】

(実施例 1)

図 4 は、実施例 1 の操作装置 20 をユーザが把持した状態を示す。図 4 (a) は、操作装置 20 を正面から見た状態を示し、図 4 (b) は、操作装置 20 を側面から見た状態を示す。操作装置 20 は、ユーザの手で把持される基体 30 と、基体 30 に対して相対移動可能な部品である可動部 32 とを備える。可動部 32 は、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部として機能し、情報処理装置 10 から送信される駆動データにもとづいて駆動されて、ユーザに力覚フィードバックを提供する。

10

【0030】

操作装置 20 はペン型のハプティクスデバイスであり、基体 30 は略平行に配置される両側面をもつ。ユーザは基体 30 の両側面を親指と中指で挟持し、人差し指を可動部 32 に置いた状態で、操作装置 20 を使用する。

【0031】

図 5 は、操作装置 20 の側面図である。操作装置 20 において、可動部 32 が設けられている側が先端側と定義され、図 5 に示す側面視にて左側を前側、右側を後側と呼ぶ。図 5 に示す状態で可動部 32 は基体 30 から前方に最も突き出た位置にあり、この位置が可動部 32 の「基準位置」となる。

【0032】

可動部 32 の上面には、ユーザが基体 30 を把持した状態で、人差し指の指先を置くための指置き部 36 が設けられる。指置き部 36 の前端には、指の先端部分が係合する指係合部 34 が設けられる。指係合部 34 は、可動部 32 の移動方向（つまり前後方向）とは異なる向きに立設され、実施例 1 で指係合部 34 は、可動部 32 の上面に垂直な方向に立設されている。指係合部 34 は、指の腹に沿うように傾斜し且つ曲率を有する湾曲面 34a を有する。湾曲面 34a が、可動部 32 の上面に対して傾斜し且つ指先を接触させる方向に凹状に形成されていることで、ユーザは、人差し指の先端部分を安定して湾曲面 34a に接触させることができる。

20

【0033】

ユーザは、ペンを持つように親指と中指で基体 30 の両側面を挟持し、人差し指の腹を指置き部 36 に置く。このためユーザは利き手に関係なく、人差し指を指置き部 36 に置くことができる。基体 30 の先端側の部分、具体的には親指または中指を配置される部分には、振動子を含む振動部 40 が設けられる。振動部 40 は、基体 30 先端の両側に設けられてもよい。振動部 40 は振動することで、ユーザの手に触覚を提示する触覚提示部として機能し、情報処理装置 10 から送信される駆動データにもとづいて駆動されて、ユーザに触覚フィードバックを提供する。

30

【0034】

指置き部 36 には、人差し指先端により操作可能な操作ボタン 42 が設けられる。操作ボタン 42 はプッシュ式ボタンであって、ユーザは操作ボタン 42 を押し込むことで、接点構造を備えたスイッチ（図示せず）をオンする。操作ボタン 42 は、指置き部 36 において湾曲面 34a より後方側に設けられる。操作ボタン 42 が指置き部 36 に設けられることで、ユーザは、基体 30 を親指と中指で挟持した状態で、操作ボタン 42 を人差し指で自由に操作できる。

40

【0035】

図 6 (a) は、基準位置にある可動部 32 に指を置いた状態を示す。ユーザが指置き部 36 に指の腹を置くと、指の先端部分が湾曲面 34a にフィットして接触する。このように指の先端部分が指係合部 34 に当接することで、可動部 32 が基体 30 に引き込まれる方向に動くときに、指が指係合部 34 とともに確実に移動する。

【0036】

図 6 (b) は、可動部 32 が基体 30 に引き込まれる方向に移動する状態を示す。可動

50

部 3 2 が移動するとき、指先端部は、指置き部 3 6 との間に作用する摩擦力により、可動部 3 2 に連動するように動く。このとき指先端部が、移動方向に対して垂直方向に立設されている指係合部 3 4 と接触していることで、可動部 3 2 の動きに確実に連動するようになる。

【0037】

図 7 は、可動部 3 2 を基体 3 0 に対して相対移動させる移動機構 3 0 0 を示す。図 7 (a) は、可動部 3 2 が基準位置にあるときの移動機構 3 0 0 の状態を示し、図 7 (b) は、可動部 3 2 が基準位置から引き込まれたときの移動機構 3 0 0 の状態を示す。

【0038】

移動機構 3 0 0 は、第 1 回転アクチュエータ 3 1 0、送りねじ 3 1 2、ナット 3 1 4、ガイド機構 3 1 6、ロッド 3 1 8、固定部 3 2 0 および第 1 回転角センサ 3 2 2 を備えて、可動部 3 2 を基体 3 0 の長手方向にスライド移動させる。この移動機構 3 0 0 においては、第 1 回転アクチュエータ 3 1 0 が送りねじ 3 1 2 を正回転または逆回転することで、ナット 3 1 4 を、送りねじ 3 1 2 の軸方向（基体 3 0 の長手方向）に移動させる。ナット 3 1 4 には複数のロッド 3 1 8 が固定されており、ロッド 3 1 8 の先端部には、可動部 3 2 の被固定部に固定される固定部 3 2 0 が取り付けられる。ロッド 3 1 8 は、基体 3 0 の内壁に固定されたガイド機構 3 1 6 によって、進行方向の動きをガイドされる。第 1 回転角センサ 3 2 2 は第 1 回転アクチュエータ 3 1 0 の回転角度を検出し、可動部 3 2 の移動は、第 1 回転角センサ 3 2 2 の検出値にもとづいて制御される。

【0039】

図 8 は、操作装置 2 0 の機能ブロックを示す。制御部 5 0 は、センサデータ、駆動データなどの各種データや、命令を処理して出力するメインプロセッサである。記憶部 5 2 は、制御部 5 0 が処理するデータや命令などを一時的に記憶する。姿勢センサ 5 4 は、操作装置 2 0 の姿勢情報を検出する。姿勢センサ 5 4 は、少なくとも 3 軸の加速度センサおよび 3 軸のジャイロセンサを含む。

【0040】

通信制御部 5 6 は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、制御部 5 0 から出力されるデータを外部の情報処理装置 1 0 に送信する。また通信制御部 5 6 は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、情報処理装置 1 0 からデータを受信し、制御部 5 0 に出力する。

【0041】

制御部 5 0 は、駆動データを情報処理装置 1 0 から受け取ると、可動部 3 2 および／または振動部 4 0 を駆動する。操作装置 2 0 において、可動部 3 2 は、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部であり、振動部 4 0 は、ユーザの手に触覚を提示する触覚提示部である。可動部 3 2 が力覚フィードバックを提供し、振動部 4 0 が触覚フィードバックを提供することで、ユーザは、アプリケーションで生じるイベントをリアルに体感できる。制御部 5 0 は、姿勢センサ 5 4 からのセンサデータを、通信制御部 5 6 から情報処理装置 1 0 に送信させる。

【0042】

実施例 1 の操作装置 2 0 は、仮想的な 3 次元空間に絵や文字を描く描画アプリケーションにおいて、インクを出す仮想デバイス 2 2 として利用される。仮想デバイス 2 2 は、ペン先を含む仮想ペンとして表示パネル 1 3 0 および出力装置 1 5 に表示される。この描画アプリケーションでは、操作装置 2 0 の先端部が仮想デバイス 2 2 のペン先に対応し、ユーザが実空間で操作装置 2 0 を動かすと、仮想デバイス 2 2 が仮想空間内で、操作装置 2 0 に連動した挙動を示す。

【0043】

図 9 は、情報処理装置 1 0 の機能ブロックを示す。情報処理装置 1 0 は、外部との入出力インタフェースとして、受信部 2 0 0 および送信部 2 6 0 を備える。情報処理装置 1 0 は、さらに HMD 情報取得部 2 1 0、操作情報取得部 2 1 2 および処理部 2 2 0 を備える。

【0044】

10

20

30

40

50

情報処理装置 10 はコンピュータを備え、コンピュータがプログラムを実行することによって、図 9 に示す様々な機能が実現される。コンピュータは、プログラムをロードするメモリ、ロードされたプログラムを実行する 1 つ以上のプロセッサ、補助記憶装置、その他の LSI などをハードウェアとして備える。プロセッサは、半導体集積回路や LSI を含む複数の電子回路により構成され、複数の電子回路は、1 つのチップ上に搭載されてよく、または複数のチップ上に搭載されてもよい。図 9 に示す機能ブロックは、ハードウェアとソフトウェアとの連携によって実現され、したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0045】

HMD センサデータ受信部 202 は、ユーザが装着した HMD 100 の姿勢センサ 124 のセンサデータを所定の周期で受信して、HMD 情報取得部 210 に供給する。たとえば HMD 100 がセンサデータを送信する周期は、11.25m 秒に設定されてよい。撮影画像受信部 204 は、撮像装置 14 から所定の周期で HMD 100 を撮影した画像を受信して、HMD 情報取得部 210 に供給する。たとえば撮像装置 14 は (1/60) 秒ごとに前方の空間を撮影し、撮影画像受信部 204 は、(1/60) 秒ごとに撮影画像を受信してよい。操作データ受信部 206 は、ユーザが把持する操作装置 20 の姿勢センサ 54 のセンサデータを所定の周期で受信する。たとえば操作装置 20 がセンサデータを送信する周期は、11.25m 秒に設定されてよい。また操作データ受信部 206 は、ユーザが把持する操作装置 20 の操作ボタン 42 の操作データを受信する。操作データ受信部 206 は、姿勢センサ 54 のセンサデータおよび操作ボタン 42 の操作データを操作情報取得部 212 に供給する。

【0046】

HMD 情報取得部 210 は、HMD 100 のセンサデータと、撮影画像に含まれる複数の発光マーカ 110 の撮影状態から、実空間における HMD 100 の姿勢を示す姿勢情報と、HMD 100 の位置を示す位置情報を取得する。HMD 情報取得部 210 は、撮影画像に含まれるトラッキング用の複数の発光マーカ 110 の傾きを算出し、算出した傾きと、3 軸ジャイロセンサのセンサデータを用いて、HMD 100 の姿勢情報を取得してよい。また HMD 情報取得部 210 は、基準位置からの移動量を、3 軸加速度センサのセンサデータを用いて算出し、HMD 100 の位置情報を取得してよい。HMD 情報取得部 210 は、HMD 100 の姿勢情報および位置情報を処理部 220 に供給する。

【0047】

操作情報取得部 212 は、操作装置 20 のセンサデータから、実空間における操作装置 20 の姿勢を示す姿勢情報と、操作装置 20 の位置を示す位置情報を取得する。操作情報取得部 212 は、主として 3 軸ジャイロセンサのセンサデータを用いて操作装置 20 の姿勢情報を算出し、3 軸加速度センサのセンサデータを用いて操作装置 20 の位置情報を算出する。操作装置 20 の姿勢情報および位置情報は、操作装置 20 の動きを示す操作情報を構成する。操作情報取得部 212 は、操作装置 20 の姿勢情報および位置情報を、操作装置 20 の動きを示す操作情報として処理部 220 に供給する。また操作情報取得部 212 は、操作ボタン 42 の操作データを、処理部 220 に供給する。

【0048】

処理部 220 は、制御部 230、視線方向決定部 250、マップ保持部 252、振動波形保持部 254、画像生成部 256 および音生成部 258 を備える。制御部 230 は、仮想デバイス制御部 232、関係特定部 234、作用決定部 236 および駆動データ生成部 238 を有する。

【0049】

視線方向決定部 250 は、HMD 100 の姿勢情報に応じてユーザの視線方向を定める。視線方向決定部 250 は、HMD 100 の姿勢情報をユーザの視線方向に変換し、変換した視線方向を、画像生成部 256 に供給する。画像生成部 256 は、視線方向決定部 250 から提供される視線方向を、仮想空間におけるプレイヤーキャラクタの視線方向を定め

10

20

30

40

50

る情報として利用する。画像生成部 256 は、HMD 情報取得部 210 で取得された HMD 100 の位置情報、および視線方向決定部 250 で決定された視線方向にもとづいて、仮想カメラの位置および方向を決定して、アプリケーション画像を生成してよい。

【0050】

仮想デバイス制御部 232 は、操作装置 20 の動きを示す操作情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の動きを制御する。具体的に仮想デバイス制御部 232 は、操作情報取得部 212 から周期的に操作装置 20 の姿勢情報および位置情報を取得し、操作装置 20 の姿勢情報および位置情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の姿勢および位置を定めて、実空間における操作装置 20 の動きに、仮想空間における仮想デバイス 22 を連動させる。なお仮想デバイス制御部 232 は、操作装置 20 の位置情報または姿勢情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の位置または姿勢を定めてもよい。つまり仮想デバイス制御部 232 は、実空間における操作装置 20 の位置と仮想空間における仮想デバイス 22 の位置を連動させてよく、または実空間における操作装置 20 の姿勢と仮想空間における仮想デバイス 22 の姿勢を連動させてもよい。

【0051】

実施例 1 の描画アプリケーションでは、仮想空間において、プレイヤーキャラクタが、仮想デバイス 22 のペン先をインク壺に浸して、描画する線の色を決める。この後、仮想デバイス 22 のペン先を描画開始位置まで移動させ、ユーザが操作ボタン 42 を押下しながら、操作装置 20 を動かすことで、仮想空間には、操作装置 20 の先端部の軌跡が描画される。仮想 3 次元空間に描かれた線は、プレイヤーキャラクタを守るシールドとなり、プレイヤーキャラクタを目がけて飛んでくる仮想オブジェクト（砲弾）から身を防ぐために利用できる。この一連の進行において、操作装置 20 が、ユーザに力覚フィードバックおよび／または触覚フィードバックを提供することで、ユーザは、仮想空間内での行動に対する作用を体感できる。以下、アプリケーションにおける各シーンの作用について説明する。

【0052】

<ペン先をインク壺に浸すシーン>

図 10 は、HMD 100 の表示パネル 130 に表示される画面の例を示す。表示パネル 130 には、インクを充填された複数のインク壺 70 a、70 b、70 c が表示される。複数のインク壺 70 a、70 b、70 c は、仮想空間において所定の位置に配置され、それぞれ異なる色のインクを充填されている。ここでインク壺 70 a は赤インク 72 a、インク壺 70 b は青インク 72 b、インク壺 70 c は黄インク 72 c を充填されている。ユーザは仮想デバイス 22 を、使いたい色のインク壺 70 の上に動かし、ペン先をインクに浸す。なお図 10、図 15、図 16 に示す表示画面において、仮想デバイス 22 を持つプレイヤーキャラクタの図示は省略している。

【0053】

図 11 は、仮想デバイス 22 をインク壺 70 b の青インク 72 b に進入させる様子を示す。図 11 (a) は、ペン先が僅かにインク表面の下方に入り込んだ様子を、図 11 (b) は、仮想デバイス 22 の半分ほどが青インク 72 b に進入した様子を示す。仮想デバイス制御部 232 は、操作装置 20 の姿勢情報および位置情報に応じて、仮想デバイス 22 の動きを制御する。

【0054】

関係特定部 234 は、仮想デバイス 22 と、仮想オブジェクトである青インク 72 b との相対的な関係を特定し、作用決定部 236 は、関係特定部 234 が特定した相対的な関係にもとづいて、操作装置 20 に対する作用を決定する。実施例 1 では仮想デバイス 22 と仮想オブジェクトとが接触したときに、作用決定部 236 が、両者が接触したことによる作用を決定してよい。

【0055】

関係特定部 234 は、所定位置に配置されたインク壺 70 b の 3 次元座標と、仮想デバイス 22 の 3 次元座標から、仮想デバイス 22 と青インク 72 b の位置関係を特定する。実施例 1 で関係特定部 234 は、特定した位置関係から、仮想デバイス 22 が青インク 7

2 bに進入した長さ（進入長L）を導出する。作用決定部236は、仮想デバイス22が青インク72bに進入すると、力覚提示部である可動部32を基体30に引き込む方向に移動させることを決定する。このとき作用決定部236は、進入長Lにもとづいて、力覚提示部である可動部32の移動量を導出する。

【0056】

図12（a）は、進入長Lと、可動部32の移動量の関係を定めたマップの例を示す。この関係は、マップとして、マップ保持部252に保持されており、移動量は、可動部32の基準位置からの引込量を示す。図12（a）に示す関係は、進入長と移動量とが比例関係にあるため、仮想デバイス22が青インク72bに進入した長さに比例して、可動部32が基体30に引き込まれる。作用決定部236は、関係特定部234から進入長Lを受け取ると、マップ保持部252に保持されたマップを参照して進入長Lに応じた移動量を取得し、駆動データ生成部238に渡す。駆動データ生成部238は、移動量にもとづいて、可動部32を駆動するための第1駆動データを生成する。

10

【0057】

マップ保持部252は、進入長Lと可動部32の移動量の関係を定義したマップを、仮想オブジェクトごとに保持してよい。たとえばマップ保持部252は、赤インク72a、青インク72b、黄インク72cに対して、それぞれ異なるマップを保持してよい。

【0058】

図12（b）は、進入長Lと、可動部32の移動量の関係を定めたマップの別の例を示す。この関係は、マップ保持部252に保持される。図12（b）に示す関係は、仮想デバイス22がインクに進入し始めると、可動部32が大きく移動し、仮想デバイス22がある程度進入した後は、可動部32が徐々に移動する移動プロファイルをもつ。マップ保持部252が、仮想オブジェクト（実施例1ではインク）ごとに、進入長と移動量の関係を定義したマップを保持することで、ユーザは、可動部32により提示される力覚によって、仮想デバイス22が接触している仮想オブジェクト特有の抵抗を感じることができる。

20

【0059】

さらに実施例1では、関係特定部234が、仮想デバイス22と、仮想オブジェクトである青インク72bとの間の相対的な速度を特定し、作用決定部236が、関係特定部234が特定した相対的な速度にもとづいて、操作装置20に対する作用を決定する。

【0060】

関係特定部234は、仮想デバイス22が青インク72bに進入する速度（移動速度）を特定する。仮想オブジェクトである青インク72bは静止しているため、仮想デバイス22の移動速度は、仮想デバイス22と青インク72bとの間の相対的な速度に等しい。作用決定部236は、仮想デバイス22の移動速度にもとづいて、触覚提示部である振動部40の振動プロファイルを導出する。ここで振動プロファイルは、振動波形と、振動量によって定義されてよい。

30

【0061】

図13（a）～（c）は、振動波形の例を示す。横軸は時間を示す。振動波形保持部254は、仮想オブジェクトごとに、振動部40を振動させるパターンである振動波形を保持する。ここで図13（a）、（b）に示す振動波形は、周期的であり、図13（c）に示す振動波形は、非周期的である。このように振動波形は、仮想オブジェクトごとに自由に設定されてよい。振動波形は、正規化された振動パターンであり、移動速度に応じて決定される振動量（振幅）が振動波形に掛け合わされることで、振動部40の振動プロファイルが導出される。

40

【0062】

図14（a）は、移動速度と、振動部40の振動量の関係を定めたマップの例を示す。この関係は、マップとして、マップ保持部252に保持されており、振動量は、振動波形の振幅を示す。図14（a）に示す関係は、移動速度と振動量（振幅）とが比例関係にあるため、仮想デバイス22の移動速度に比例して、振動部40の振動振幅が大きくなる。作用決定部236は、関係特定部234から移動速度を受け取ると、マップ保持部252

50

に保持されたマップを参照して移動速度に応じた振動量を取得し、振動波形保持部 254 に保持された、仮想オブジェクトに対応する振動波形に振動量を乗算することで、振動プロファイルを導出する。作用決定部 236 は、導出した振動プロファイルを駆動データ生成部 238 に渡し、駆動データ生成部 238 は、振動プロファイルにもとづいて、振動部 40 を駆動するための第 2 駆動データを生成する。

【0063】

マップ保持部 252 は、移動速度と振動部 40 の振動量の関係を定義したマップを、仮想オブジェクトごとに保持してよい。たとえばマップ保持部 252 は、赤インク 72a、青インク 72b、黄インク 72c に対して、それぞれ異なるマップを保持してよい。

【0064】

図 14 (b) は、移動速度と、振動部 40 の振動量の関係を定めたマップの別の例を示す。マップ保持部 252 は、仮想オブジェクト（実施例 1 ではインク）ごとに、移動速度と振動量の関係を定義したマップを保持することで、ユーザは、振動部 40 により提示される触覚によって、仮想デバイス 22 が接触している仮想オブジェクト特有の性質を感じることができる。

【0065】

送信部 260 は、駆動データ生成部 238 が生成した第 1 駆動データおよび第 2 駆動データを操作装置 20 に送信する。操作装置 20 において制御部 50 は、第 1 駆動データにもとづいて可動部 32 を駆動し、第 2 駆動データにもとづいて振動部 40 を駆動する。具体的に制御部 50 は、第 1 回転角センサ 322 の検出値を監視しながら第 1 回転アクチュエータ 310 を制御して、基準位置にある可動部 32 を基体 30 に引き込む方向に移動させる。したがって可動部 32 は、仮想デバイス 22 の進入長に応じた移動量で、基体 30 に引き込まれ、同時に振動部 40 が、仮想デバイス 22 の移動速度に応じた振動プロファイルで振動する。実施形態の情報処理システム 1 によると、操作装置 20 の操作に対して、力覚フィードバックと触覚フィードバックとを同時に提供することで、アプリケーションのエンタテインメント性を向上できる。

【0066】

<空間にインクで線を描くシーン>

図 15 は、HMD 100 の表示パネル 130 に表示される画面の例を示す。仮想デバイス 22 のペン先を青インク 72b に浸した後、仮想デバイス 22 のペン先を描画開始位置まで移動させ、ユーザが操作ボタン 42 を押下しながら、実空間で操作装置 20 を動かすことで、仮想空間には、操作装置 20 の先端部に対応する仮想デバイス 22 のペン先の軌跡が描画される。このシーンでは、関係特定部 234 が、仮想デバイス 22 の移動速度を特定し、作用決定部 236 が、関係特定部 234 が特定した移動速度にもとづいて、操作装置 20 に対する作用を決定する。

【0067】

関係特定部 234 は、操作ボタン 42 が押下されている操作装置 20 の移動速度から、仮想デバイス 22 の移動速度を特定する。作用決定部 236 は、仮想デバイス 22 の移動速度にもとづいて、触覚提示部である振動部 40 の振動プロファイルを導出する。上記したように振動プロファイルは、振動波形と、振動量によって定義されてよい。駆動データ生成部 238 は、振動プロファイルにもとづいて、振動部 40 を駆動するための第 2 駆動データを生成する。

【0068】

振動波形保持部 254 は、インクの色ごとに、振動部 40 を振動させるパターンである振動波形を保持してよい。またマップ保持部 252 は、インクの色ごとに、移動速度と、振動部 40 の振動量の関係を定めたマップを保持してよい。インクの色に応じた振動波形および振動量を用意することで、描く線の色に応じた触覚フィードバックをユーザに提供でき、ユーザは、線の色による触覚フィードバックの違いを楽しむことができる。

【0069】

<描いた線をシールドとして利用するシーン>

10

20

30

40

50

図16は、HMD100の表示パネル130に表示される画面の例を示す。描画アプリケーションにおいて、ユーザが描いた線は、その形状を維持して、飛んでくる仮想オブジェクトを防ぐためのシールドとして用いられる。このシーンでは、仮想デバイス22の先端にシールド24が装着され、ユーザは、仮想オブジェクト（この例では砲弾）が飛んで来る方向にシールド24を向けて、仮想オブジェクトからプレイヤーキャラクタをガードする。

【0070】

関係特定部234は、仮想デバイス22およびシールド24と、仮想オブジェクトである砲弾との相対的な関係を特定し、作用決定部236は、関係特定部234が特定した相対的な関係にもとづいて、操作装置20に対する作用を決定する。実施例1ではシールド24と仮想オブジェクトとが接触したときに、作用決定部236が、両者が接触したこと

10

【0071】

関係特定部234は、砲弾である仮想オブジェクトの3次元座標と、シールド24の3次元座標から、仮想オブジェクトとシールド24の衝突を判定する。作用決定部236は、仮想オブジェクトとシールド24の衝突が判定されると、力覚提示部である可動部32を駆動することを決定する。

【0072】

図17は、衝突からの経過時間と、可動部32の移動量の関係を定めたマップの例を示す。この関係は、マップとして、マップ保持部252に保持されており、移動量は、可動部32の基準位置からの引込量を示す。マップ保持部252は、衝突からの経過時間と、可動部32の移動量の関係を定義したマップを、仮想オブジェクトごとに保持してよい。たとえばマップは、仮想オブジェクトの種類や大きさに応じて設定されてよい。作用決定部236は、関係特定部234から衝突したことを通知されると、マップ保持部252に保持されたマップを読み出して、駆動データ生成部238に渡す。駆動データ生成部238は、マップに定められる移動プロファイルにもとづいて、可動部32を駆動するための第1駆動データを生成する。

20

【0073】

さらに実施例1では、関係特定部234が、仮想デバイス22と、仮想オブジェクトである砲弾との間の相対的な速度を特定し、作用決定部236が、関係特定部234が特定した相対的な速度にもとづいて、操作装置20に対する作用を決定する。具体的に作用決定部236は、仮想デバイス22と仮想オブジェクトとの間の相対的な速度にもとづいて、触覚提示部である振動部40の振動プロファイルを導出する。ここで振動プロファイルは、振動波形と、振動量によって定義されてよい。

30

【0074】

図18は、振動波形の例を示す。横軸は、衝突からの経過時間を示す。振動波形保持部254は、衝突する仮想オブジェクトごとに、振動部40を振動させるパターンである振動波形を保持する。作用決定部236は、関係特定部234から移動速度を受け取ると、マップ保持部252に保持されたマップを参照して移動速度に応じた振動量を取得し、振動波形保持部254に保持された、仮想オブジェクトに対応する振動波形に振動量を乗算することで、振動プロファイルを導出する。作用決定部236は、導出した振動プロファイルを駆動データ生成部238に渡し、駆動データ生成部238は、振動プロファイルにもとづいて、振動部40を駆動するための第2駆動データを生成する。

40

【0075】

送信部260は、駆動データ生成部238が生成した第1駆動データおよび第2駆動データを操作装置20に送信する。操作装置20において制御部50は、第1駆動データにもとづいて可動部32を駆動し、第2駆動データにもとづいて振動部40を駆動する。実施形態の情報処理システム1によると、操作装置20の操作に対して、力覚フィードバックと触覚フィードバックとを同時に提供することで、アプリケーションのエンタテインメント性を向上できる。

50

【0076】

(実施例2)

実施例1の操作装置20では、移動機構300が、可動部32を基体30の長手方向に移動させることで、手の指を基体30の長手方向に押す力覚をユーザに提示する。実施例2の操作装置400では、可動部403を基体402の長手方向に平行な軸線回りに回転させることで、手の指を基体402の長手方向回りに動かす力覚をユーザに提示する。

【0077】

図19は、実施例2の操作装置400をユーザが把持した状態を示す。操作装置400は、ユーザの手で把持される基体402と、基体402に対して相対移動可能な部品である可動部403とを備える。操作装置400はペン型のハプティクスデバイスであり、基体402は略平行に配置される両側面をもつ。ユーザは基体402の両側面を親指と中指で挟持し、人差し指を可動部403に置いた状態で、操作装置400を使用する。

【0078】

可動部403は、ユーザの手に力覚を提示する力覚提示部として機能する。可動部403は情報処理装置10から送信される駆動データにもとづいて駆動されて、ユーザに力覚フィードバックを提供する。実施例2における可動部403は、基体402に対して、基体402の長手方向に相対移動可能であり、さらに基体402の長手方向と平行な軸線回りに相対回転可能である。

【0079】

基体402の側面には、中指先端により操作可能な操作ボタン407を配置したスイッチ設置部材406が設けられる。操作ボタン407はプッシュ式ボタンであって、ユーザは操作ボタン407を押し込むことで、接点構造を備えたスイッチ（図示せず）をオンする。ユーザは、中指で操作ボタン407を押し込むことで、スイッチをオンできる。

【0080】

実施例2の操作装置400は、実施例1の操作装置20と同様に、仮想的な3次元空間に絵や文字を描く描画アプリケーションにおいて、インクを出す仮想デバイス22として利用される。仮想デバイス22は、ペン先を含む仮想ペンとして表示パネル130および出力装置15に表示される。この描画アプリケーションでは、操作装置400の先端部が仮想デバイス22のペン先に対応し、ユーザが実空間で操作装置400を動かすと、仮想デバイス22が仮想空間内で、操作装置400に連動した挙動を示す。

【0081】

描画アプリケーションでは、基体402に対して可動部403がスライド移動することで、人差し指に対してペン先の押込方向の力覚が提示され、基体402に対して可動部403が回転移動することで、人差し指に対して仮想空間内でペン先が動く向きとは逆向きの力覚（ペン先にかかる摩擦力に相当）が提示される。力覚が提示されることで、ユーザは、仮想ペンを動かして絵や文字を描いていることを体感できる。

【0082】

図20は、操作装置400の斜視図である。操作装置400において、可動部403が設けられている側が先端側と定義される。スイッチ設置部材406の内部には、振動子を含む振動部408が設けられる。振動部408は振動することで、ユーザの手（中指）に触覚を提示する触覚提示部として機能し、情報処理装置10から送信される駆動データにもとづいて駆動されて、ユーザに触覚フィードバックを提供する。

【0083】

図20に示す状態で可動部403は基体402から前方に最も突き出た位置にあり、この位置が可動部403の「基準位置」となる。また図20に示す状態で可動部403の回転角はゼロであり、この姿勢が可動部403の「基準姿勢」となる。

【0084】

可動部403の上面には、ユーザが基体402を把持した状態で、人差し指の指先を置くための指置き部405が設けられる。指置き部405の両側部分および前端部分には、指の先端部分が係合する指係合部404が設けられる。指係合部404は、後述する支持

10

20

30

40

50

台フレーム 412 の梁部材上面に立設される。指係合部 404 は、指の腹に沿うように傾斜し且つ曲率を有する湾曲面 404a を有する。湾曲面 404a が、梁部材上面に対して傾斜し且つ指先を接触させる方向に凹状に形成されていることで、ユーザは、人差し指の先端部分を安定して湾曲面 404a に接触させることができる。

【0085】

ユーザは、ペンを持つように親指と中指で基体 402 の両側面を挟持し、人差し指の腹を指置き部 405 に置きつつ、中指の腹をスイッチ設置部材 406 の表面に置く。なおユーザは、3 本以上の指で基体 402 を挟持し、基体 402 の挟持に主として関与しない別の指の腹を指置き部 405 に置いてもよい。このように操作装置 400 の基体 402 は、2 つ以上の指で把持されることで、基体 402 を手に固定するための特別な把持機構を必要とせず、基体 402 を手に固定できる。

10

【0086】

図 21 は、可動部 403 を基体 402 に対して相対回転移動させる移動機構 420 を示す。移動機構 420 は、第 2 回転アクチュエータ 410、支持台フレーム 412、基部 414、ストッパ 416 および第 2 回転角センサ 418 を備えて、可動部 403 を軸線回りに回転移動させる。なお可動部 403 の被固定部 422 には、図 7 に示す固定部 320 が固定されて、可動部 403 が、移動機構 300 によりスライド移動可能とされる。

【0087】

基部 414 は、可動部 403 の筐体に固定されて、指置き部 405 を設置した支持台フレーム 412 を回転可能に支持する。支持台フレーム 412 は、一対の柱部材と、一対の柱部材を連結する梁部材とを含む門型構造を有し、一対の柱部材は基部 414 に対して回転可能に連結され、梁部材は指置き部 405 を上面に搭載する。第 2 回転アクチュエータ 410 は基部 414 に固定されて、モータシャフトが支持台フレーム 412 の 1 つの柱部に連結される。移動機構 420 において、第 2 回転アクチュエータ 410 が正回転または逆回転することで、操作装置 400 を正面から見たときに、支持台フレーム 412 が、右回転または左回転する。基部 414 には、一対のストッパ 416 が形成され、ストッパ 416 は支持台フレーム 412 の回転を規制する。第 2 回転角センサ 418 は第 2 回転アクチュエータ 410 の回転角度を検出し、可動部 403 の回転は、第 2 回転角センサ 418 の検出値にもとづいて制御される。

20

【0088】

図 22 は、操作装置 400 を正面から見たときの支持台フレーム 412 の傾きを示す。

図 22 (a) は、基準姿勢にある基部 414 および支持台フレーム 412 を示す。基準姿勢において、回転角は 0 度である。

図 22 (b) は、基部 414 に対して支持台フレーム 412 が左回転した状態を示す。支持台フレーム 412 は、ストッパ 416 により回転を規制され、左回転時の最大回転角度は -45 度であってよい。

図 22 (c) は、基部 414 に対して支持台フレーム 412 が右回転した状態を示す。支持台フレーム 412 は、ストッパ 416 により回転を制限され、右回転時の最大回転角度は +45 度であってよい。

30

【0089】

図 23 は、操作装置 400 の機能ブロックを示す。制御部 450 は、センサデータ、駆動データなどの各種データや、命令を処理して出力するメインプロセッサである。記憶部 52 は、制御部 450 が処理するデータや命令などを一時的に記憶する。姿勢センサ 54 は、操作装置 400 の姿勢情報を検出する。姿勢センサ 54 は、少なくとも 3 軸の加速度センサおよび 3 軸のジャイロセンサを含む。

40

【0090】

通信制御部 56 は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、制御部 450 から出力されるデータを外部の情報処理装置 10 に送信する。また通信制御部 56 は、ネットワークアダプタまたはアンテナを介して、有線または無線通信により、情報処理装置 10 からデータを受信し、制御部 450 に出力する。

50

【0091】

制御部450は、駆動データを情報処理装置10から受け取ると、第1回転アクチュエータ310、第2回転アクチュエータ410および／または振動部408を駆動する。ここで第1回転アクチュエータ310は、可動部403を基体402の長手方向に移動させるための駆動部であり、第2回転アクチュエータ410は、可動部403を基体402の長手方向に平行な軸線回りに回転させるための駆動部である。操作装置400において、可動部403は、ユーザの手に力覚を提示する部品（力覚提示部）であり、振動部408は、ユーザの手に触覚を提示する振動子（触覚提示部）である。可動部403が力覚フィードバックを提供し、振動部408が触覚フィードバックを提供することで、ユーザは、アプリケーションで生じるイベントをリアルに体感できる。制御部450は、姿勢センサ54からのセンサデータを、通信制御部56から情報処理装置10に送信させる。

10

【0092】

実施例2の操作装置400は、仮想的な3次元空間に絵や文字を描く描画アプリケーションにおいて、インクを出す仮想デバイス22として利用される。仮想デバイス22は、ペン先を含む仮想ペンとして表示パネル130および出力装置15に表示される。この描画アプリケーションでは、操作装置400の先端部が仮想デバイス22のペン先に対応し、ユーザが実空間で操作装置400を動かすと、仮想デバイス22が仮想空間内で、操作装置400に連動した挙動を示す。

【0093】

図24は、情報処理装置10の機能ブロックの別の例を示す。情報処理装置10は、外部との入出力インタフェースとして、受信部200および送信部260を備える。受信部200は、HMDセンサデータ受信部202、撮影画像受信部204および操作データ受信部206を有する。情報処理装置10は、さらにHMD情報取得部210、操作情報取得部212および処理部220を備える。処理部220は、制御部230、視線方向決定部250、マップ保持部252、振動波形保持部254、画像生成部256および音生成部258を備え、制御部230は、仮想デバイス制御部232、関係特定部234、作用決定部236、駆動データ生成部238および機能実行部240を有する。

20

【0094】

情報処理装置10はコンピュータを備え、コンピュータがプログラムを実行することによって、図24に示す様々な機能が実現される。コンピュータは、プログラムをロードするメモリ、ロードされたプログラムを実行する1つ以上のプロセッサ、補助記憶装置、その他のLSIなどをハードウェアとして備える。プロセッサは、半導体集積回路やLSIを含む複数の電子回路により構成され、複数の電子回路は、1つのチップ上に搭載されてよく、または複数のチップ上に搭載されてもよい。図24に示す機能ブロックは、ハードウェアとソフトウェアとの連携によって実現され、したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

30

【0095】

図24において、図9に示す機能ブロックと同一の符号を付した機能ブロックは、図9に示す機能ブロックと同一または同様の機能を有する。したがって図9に示す機能ブロックと同一の符号を付した機能ブロックの説明については適宜省略する。

40

【0096】

操作データ受信部206は、ユーザが把持する操作装置400の姿勢センサ54のセンサデータを所定の周期で受信する。また操作データ受信部206は、ユーザが把持する操作装置400の操作ボタン407の操作データを受信する。操作データ受信部206は、姿勢センサ54のセンサデータおよび操作ボタン407の操作データを操作情報取得部212に供給する。

【0097】

実施例2において、操作装置400における可動部403は、ユーザの手に力覚を提示する機能に加えて、ユーザによって動かされることで、アプリケーションに対して所定の

50

機能を実現させる操作情報をユーザに入力させる機能も有する。つまり可動部 403 は、操作情報を入力する入力装置の機能を備える。操作データ受信部 206 は、可動部 403 がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を受信すると、当該操作情報を操作情報取得部 212 に供給する。

【0098】

操作情報取得部 212 は、操作装置 400 のセンサデータから、実空間における操作装置 400 の姿勢を示す姿勢情報と、操作装置 400 の位置を示す位置情報を取得する。操作情報取得部 212 は、主として 3 軸ジャイロセンサのセンサデータを用いて操作装置 400 の姿勢情報を算出し、3 軸加速度センサのセンサデータを用いて操作装置 400 の位置情報を算出する。操作装置 400 の姿勢情報および位置情報は、操作装置 400 の動きを示す操作情報を構成する。操作情報取得部 212 は、操作装置 400 の姿勢情報および位置情報を、操作装置 400 の動きを示す操作情報として処理部 220 に供給する。また操作情報取得部 212 は、操作ボタン 407 の操作データおよび可動部 403 の操作情報を、処理部 220 に供給する。

【0099】

仮想デバイス制御部 232 は、操作装置 400 の動きを示す操作情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の動きを制御する。具体的に仮想デバイス制御部 232 は、操作情報取得部 212 から周期的に操作装置 400 の姿勢情報および位置情報を取得し、操作装置 400 の姿勢情報および位置情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の姿勢および位置を定めて、実空間における操作装置 400 の動きに、仮想空間における仮想デバイス 22 を連動させる。

【0100】

なお仮想デバイス制御部 232 は、操作装置 400 の位置情報または姿勢情報に応じて、仮想空間における仮想デバイス 22 の位置または姿勢を定めてもよい。つまり仮想デバイス制御部 232 は、実空間における操作装置 400 の位置と仮想空間における仮想デバイス 22 の位置を連動させてよく、または実空間における操作装置 400 の姿勢と仮想空間における仮想デバイス 22 の姿勢を連動させてもよい。

【0101】

実施例 2 の描画アプリケーションでは、ユーザが操作ボタン 407 を押下しながら、操作装置 400 を動かすことで、仮想空間において、操作装置 400 の先端部に対応する仮想デバイス 22 のペン先の軌跡が描画され、ユーザが操作ボタン 407 の押下を解除すると、ペン先の軌跡の描画が終了する。

【0102】

<空間に線を描くシーン>

図 25 は、HMD 100 の表示パネル 130 に表示される描画アプリケーションの画面例を示す。このアプリケーション画面においては、左下に、ユーザが描画した描画物を消去するための仮想的なオブジェクト（消しゴム）が配置されている。まずユーザは、仮想デバイス 22 のペン先を描画開始位置に配置する。

【0103】

図 26 は、描画アプリケーションの画面例を示す。ユーザが操作ボタン 407 を押下しながら実空間で操作装置 400 を動かすと、仮想空間には、操作装置 400 の先端部に対応する仮想デバイス 22 のペン先の軌跡が描画される。このシーンでは、関係特定部 234 が、仮想デバイス 22 の移動速度を特定し、作用決定部 236 が、関係特定部 234 が特定した移動速度にもとづいて、操作装置 400 に対する作用を決定する。

【0104】

関係特定部 234 は、操作ボタン 407 が押下されている操作装置 400 の移動速度から、仮想デバイス 22 の移動速度を特定する。作用決定部 236 は、仮想デバイス 22 の移動速度にもとづいて、触覚提示部である振動部 408 の振動プロファイルを導出する。上記したように振動プロファイルは、振動波形と、振動量によって定義されてよい。駆動データ生成部 238 は、振動プロファイルにもとづいて、振動部 408 を駆動するための

第2駆動データを生成する。実施例1で説明したように、駆動データ生成部238は、線の色に応じた振動波形および振動量にもとづいて、第2駆動データを生成してよい。ユーザが操作ボタン407の押下をやめると、描画アプリケーションは、ペン先の軌跡の描画を停止する。

【0105】

図27は、描画アプリケーションの画面例を示す。描画アプリケーションは、操作ボタン407の押下が終了すると、仮想空間におけるペン先の軌跡の描画を終了する。図27に示す例では、ユーザが操作ボタン407の操作を終了して、線430の描画が終了した状態を示す。

【0106】

<描画した線を一辺とする面を描くシーン>

実施例2の描画アプリケーションは、描画された線430をペン先で指定し、ペン先を動かすことで、線形状をペン先の移動方向に延ばすアプリケーションを実装している。

図28は、描画された線をペン先で指定した状態を示す。線430の指定は、線430の上に仮想デバイス22のペン先を配置することで行われる。描画アプリケーションは、線430が指定されると、指定された線430を、太くまたは別の色で表示して、ユーザに、線430の指定が完了したことを通知してよい。

【0107】

図29は、線形状がペン先の移動方向に引き延ばされた状態を示す。ユーザが操作ボタン407を押下しながら、操作装置400を動かすことで、仮想空間におけるペン先の移動方向に、線430の形状が引き延ばされる。この例で線430は、直線であるが、曲線である場合には、曲線形状がペン先の移動方向に引き延ばされた面が描画される。

【0108】

作用決定部236は、線形状を引き延ばす仮想デバイス22の動きにもとづいて、力覚提示部である可動部403の移動方向および移動量を導出する。具体的に作用決定部236は、仮想デバイス22により線430の形状が引き延ばされると、引き延ばされた方向にもとづいて可動部403の移動方向（回転方向）を導出し、引き延ばされた長さにもとづいて、可動部403の当該回転方向における移動量（回転量）を導出する。作用決定部236は、線430の初期位置に対して線形状が右方向に引き延ばされると、ペン先が動く右向きとは逆向き（つまりユーザ視点からは左回転方向、操作装置400を正面から見たときには右回転方向（図22（c）に示す回転方向））に可動部403を回転させることを決定する。一方、作用決定部236は、線430の初期位置に対して線形状が左方向に引き延ばされると、ペン先が動く左向きとは逆向き（つまりユーザ視点からは右回転方向、操作装置400を正面から見たときには左回転方向（図22（b）に示す回転方向））に可動部403を回転させることを決定する。

【0109】

図29に示す例では、仮想デバイス22が右方向に動いているため、作用決定部236は、可動部403の回転方向を、操作装置400を正面から見たときに右回転となるように決定する。また作用決定部236は、仮想デバイス22の移動量に応じて、可動部403の回転量を決定する。マップ保持部252は、図12に示すように、仮想デバイス22の移動量と、可動部403の回転量の関係を定めたマップを保持し、作用決定部236は、当該マップを参照して、仮想デバイス22の移動量に応じた可動部403の回転量を取得してよい。作用決定部236は、決定した回転方向および回転量を、駆動データ生成部238に渡す。駆動データ生成部238は、回転方向および回転量にもとづいて、第2回転アクチュエータ410を駆動するための第1駆動データを生成する。

【0110】

送信部260は、駆動データ生成部238が生成した第1駆動データを操作装置400に送信する。操作装置400において制御部450は、第1駆動データにもとづいて第2回転アクチュエータ410を駆動し、可動部403を回転させる。したがって可動部403は、仮想デバイス22の移動方向および移動量に応じた回転方向および回転量で回転す

10

20

30

40

50

る。このとき第2回転角センサ418は第2回転アクチュエータ410の回転角度を検出し、可動部403の回転は、第2回転角センサ418の検出値にもとづいて制御される。

【0111】

図29に示す例で、ユーザの人差し指は、可動部403から、ユーザ視点から見ると左回転方向の力覚を提示される。この左回転方向の力覚は、右方向に動かした操作装置400に対して、ペン先にかかる摩擦力に対応するため、ユーザは、線形状を引き延ばして面を形成する動作を行っていることを体感できる。

【0112】

実施例2において、可動部403は、ユーザに力覚を提示するだけでなく、ユーザがアプリケーションに対する操作入力を行う入力装置としても機能する。制御部450は、第2回転角センサ418が検出する角度を監視して、ユーザの人差し指が可動部403を回転させたことを検出すると、通信制御部56から、可動部403がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を情報処理装置10に送信させる。

【0113】

たとえば可動部403が、図22(a)に示すように回転角0度の基準姿勢にある状態から、情報処理装置10が生成した第1駆動データにより、正面から見て右回転方向に α 度回転したものとす。したがって第2回転角センサ418は、 $+\alpha$ 度の回転角度を検出し、制御部450は、 $+\alpha$ 度の回転角度を維持するように第2回転アクチュエータ410を制御する。

【0114】

この状態で、ユーザの人差し指が、可動部403の回転角度が $+\alpha$ 度から外れるように可動部403を回転させる。このとき制御部450は、第2回転角センサ418の検出値にもとづいて、この可動部403の動きをアプリケーションに対する操作情報として受け付ける。なお制御部450は、可動部403の回転角度が $+\alpha$ 度から異なる角度となった期間が所定時間（たとえば1秒）継続した場合に、可動部403の動きをアプリケーションに対する操作情報として受け付けてよい。制御部450は、可動部403がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を受け付けると、通信制御部56から情報処理装置10に送信させる。この操作情報は、可動部403がユーザの手によって動かされた方向を含んでよい。

【0115】

第2回転角センサ418が検出した角度が $(\alpha - \beta)$ である場合、制御部450は、正面から見て、ユーザが可動部403を左回転方向に β 度回転したことを特定する。つまり第1駆動データによって可動部403が動かされた方向（力覚を与えた方向）とは逆の方向に、ユーザが可動部403を回転させたことを特定する。一方、第2回転角センサ418が検出した角度が $(\alpha + \beta)$ である場合、制御部450は、正面から見て、ユーザが可動部403を右回転方向に β 度回転したことを特定する。つまり第1駆動データによって可動部403が動かされた方向（力覚を与えた方向）と同じ方向に、ユーザが可動部403を回転させたことを特定する。制御部450は、可動部403がユーザの手によって動かされた方向を示す操作情報を、通信制御部56から情報処理装置10に送信させる。

【0116】

情報処理装置10において、操作情報取得部212が、可動部403がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を取得すると、当該操作情報を制御部230に提供する。制御部230において機能実行部240は、当該操作情報に対応するアプリケーション機能を、仮想空間内において実行させる。

【0117】

図30は、線形状がペン先からさらに引き延ばされた状態を示す。当該操作情報が、駆動データによって可動部403が動かされた方向とは異なる方向に、可動部403がユーザの手によって動かされたことを示す場合、機能実行部240は、線形状をペン先からさらに引き延ばす機能を実行する。これにより線形状を引き延ばして形成される面は、ペン先の移動方向にさらに拡大されている。なお可動部403の回転方向のストローク量には

10

20

30

40

50

上限があるため、ユーザは、駆動データによって可動部 403 が動かされた方向とは逆の方向に可動部 403 を動かしやすい。そのため駆動データによって可動部 403 が動かされた方向とは逆の方向にユーザが可動部 403 を動かすことに対して、アプリケーションの機能を割り当てることは、可動部 403 の構造上、十分なストローク量を確保できるため有効である。

【0118】

なお当該操作情報が、駆動データによって可動部 403 が動かされた方向と同じ方向に、可動部 403 がユーザの手によって動かされたことを示す場合、機能実行部 240 は、線形状の引き延ばし量をペン先の位置よりも短くする機能を実行してもよい。実施例 2 の描画アプリケーションにおいて、ユーザは、線形状の引き延ばし量を仮想デバイス 22 のペン先を移動させることで調整できるが、可動部 403 を回転させることでも調整できることで、引き延ばし量の微調整を容易に行うことができる。

【0119】

なお操作情報取得部 212 は、可動部 403 がユーザの手に力覚を提示している間に、可動部 403 がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を取得し、機能実行部 240 は、可動部 403 がユーザの手に力覚を提示している間に、当該操作情報に対応する機能を仮想空間内において実行する。こうすることで制御部 230 は、第 1 駆動データによる第 2 回転アクチュエータ 410 の回転量 ($+\alpha$ 度) からのずれ分を、ユーザによる可動部 403 の操作情報として利用することが可能となる。

【0120】

実施例 2 の描画アプリケーションでは、画面左下に配置されている消しゴムに対して、ユーザが可動部 403 を用いた操作を行うことで、描画物を画面から消去できる。

<描画物を消去するシーン>

図 31 は、仮想デバイス 22 のペン先をオブジェクト (消しゴム) に接触させた状態を示す。関係特定部 234 は、仮想デバイス 22 と、仮想オブジェクトである消しゴム 434 との相対的な関係を特定し、作用決定部 236 は、関係特定部 234 が特定した相対的な関係にもとづいて、操作装置 400 に対する作用を決定する。

【0121】

関係特定部 234 は、所定位置に配置された消しゴム 434 の 3 次元座標と、仮想デバイス 22 の 3 次元座標から、仮想デバイス 22 と消しゴム 434 の位置関係を特定する。実施例 2 で関係特定部 234 は、特定した位置関係から、仮想デバイス 22 が消しゴム 434 に押し込まれた長さを導出する。作用決定部 236 は、仮想デバイス 22 が消しゴム 434 に押し込まれると、力覚提示部である可動部 403 を基体 402 に引き込む方向に移動させることを決定する。このとき作用決定部 236 は、押込長にもとづいて、力覚提示部である可動部 403 の移動量を導出してよい。駆動データ生成部 238 は、移動量にもとづいて、第 1 回転アクチュエータ 310 を駆動するための第 1 駆動データを生成する。

【0122】

送信部 260 は、駆動データ生成部 238 が生成した第 1 駆動データを操作装置 400 に送信する。操作装置 400 において制御部 450 は、第 1 駆動データにもとづいて第 1 回転アクチュエータ 310 を駆動し、可動部 403 を移動させる。このとき第 1 回転角センサ 322 は第 1 回転アクチュエータ 310 の回転角度を検出し、可動部 403 の移動は、第 1 回転角センサ 322 の検出値にもとづいて制御される。ユーザは、可動部 403 により提示される力覚によって、仮想デバイス 22 が消しゴム 434 に接触していることを感じることができる。

【0123】

図 31 に示す例で、可動部 403 は、ユーザの人差し指に対してペン先の押込方向の力覚を提示する。この状態で、ユーザの人差し指が可動部 403 を押し返すと、制御部 450 は、第 1 回転角センサ 322 が検出する角度から、ユーザの人差し指が可動部 403 を押し戻した移動量を取得し、通信制御部 56 から、可動部 403 がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を情報処理装置 10 に送信させる。

【0124】

たとえば情報処理装置10が生成した第1駆動データにより、可動部403が基準位置から引込量Aだけ移動したものとす。したがって第1回転角センサ322は、引込量Aに相当する第1回転アクチュエータ310の回転角度 α 度を検出し、制御部450は、第1回転アクチュエータ310における α 度の回転角度を維持するように第1回転アクチュエータ310を制御する。

【0125】

この状態で、ユーザの人差し指が、可動部403に引込量が引込量Aから外れるようにスライド方向に動かす。このとき制御部450は、第1回転角センサ322の検出値にもとづいて、この可動部403の動きをアプリケーションに対する操作情報として受け付け

10

【0126】

第2回転角センサ418が検出する角度が $(\alpha - \beta)$ である場合、制御部450は、ユーザが可動部403を押し戻す方向に、検出角度 β に相当する移動量だけ移動させたことを特定する。つまり第1駆動データによって可動部403が動かされた方向（力覚を与えた方向）とは逆の方向に、ユーザが可動部403を移動させたことを特定する。なお制御部450は、第1回転アクチュエータ310の回転角度が α 度から異なる角度となった期間が所定時間（たとえば1秒）継続した場合に、可動部403の動きをアプリケーション

20

【0127】

情報処理装置10において、操作情報取得部212は、可動部403がユーザの手によって動かされたことを示す操作情報を取得し、当該操作情報を制御部230に提供する。制御部230において機能実行部240は、当該操作情報に対応する機能を、仮想空間内において実行させる。この例で機能実行部240は、描画物432を消去する機能を実行して、描画物432を消去する。

【0128】

図32は、描画物432が消去された状態を示す。このように機能実行部240は、ユーザが可動部403を操作した操作情報にもとづいて、当該操作情報に割り当てられたアプリケーション機能を実行することで、ユーザによる機能実行の意志を適切に反映することが可能となる。

30

【0129】

以上、本発明を複数の実施例をもとに説明した。この実施例は例示であり、その各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。実施例では、制御部230が、VRアプリケーションを実施することを説明したが、VRアプリケーション以外のアプリケーションを実施してもよい。

40

【0130】

実施例では、作用決定部236が振動プロファイルを導出して、駆動データ生成部238が、振動プロファイルに応じた第2駆動データを生成している。変形例では、作用決定部236が、振動プロファイルを導出する手法をサウンドエフェクトにも適用して、音生成部258が、触覚フィードバックと同期した音を生成してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明は、ユーザに力覚フィードバックおよび／または触覚フィードバックを提供する技術に利用できる。

【符号の説明】

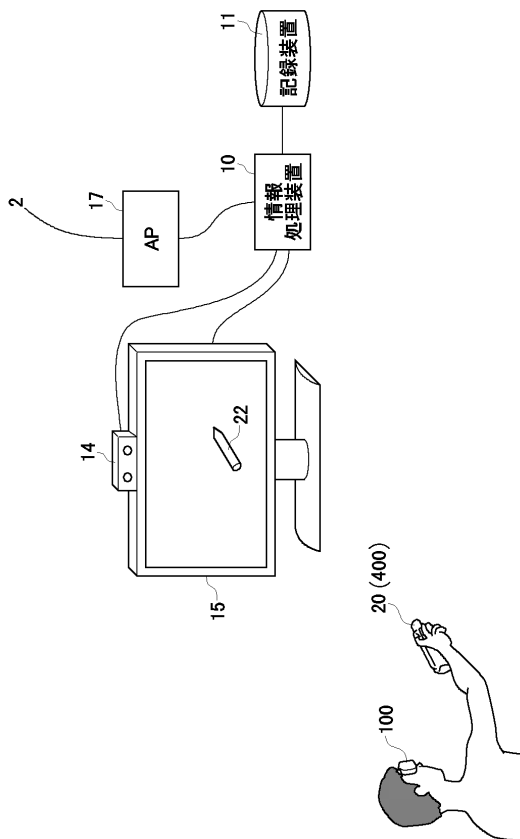
50

【0132】

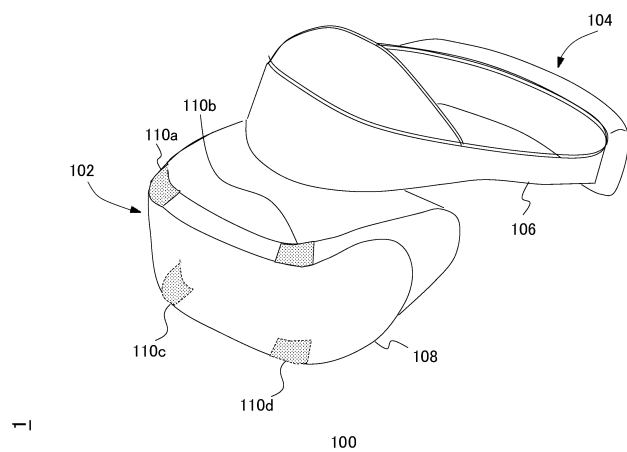
1・・・情報処理システム、10・・・情報処理装置、20・・・操作装置、22・・・仮想デバイス、30・・・基体、32・・・可動部、34・・・指係合部、34a・・・湾曲面、36・・・指置き部、40・・・振動部、42・・・操作ボタン、50・・・制御部、52・・・記憶部、54・・・姿勢センサ、56・・・通信制御部、100・・・HMD、102・・・出力機構部、104・・・装着機構部、106・・・装着バンド、108・・・筐体、110・・・発光マーカ、120・・・制御部、122・・・記憶部、124・・・姿勢センサ、126・・・マイク、128・・・通信制御部、130・・・表示パネル、130a・・・左目用表示パネル、130b・・・右目用表示パネル、132・・・音出力部、200・・・受信部、202・・・HMDセンサデータ受信部、204・・・撮影画像受信部、206・・・操作データ受信部、210・・・HMD情報取得部、212・・・操作情報取得部、220・・・処理部、230・・・制御部、232・・・仮想デバイス制御部、234・・・関係特定部、236・・・作用決定部、238・・・駆動データ生成部、240・・・機能実行部、250・・・視線方向決定部、252・・・マップ保持部、254・・・振動波形保持部、256・・・画像生成部、258・・・音生成部、260・・・送信部、300・・・移動機構、310・・・第1回転アクチュエータ、312・・・送りねじ、314・・・ナット、316・・・ガイド機構、318・・・ロッド、320・・・固定部、322・・・第1回転角センサ、400・・・操作装置、402・・・基体、403・・・可動部、404・・・指係合部、404a・・・湾曲面、405・・・指置き部、406・・・スイッチ設置部材、407・・・操作ボタン、408・・・振動部、410・・・第2回転アクチュエータ、412・・・支持台フレーム、414・・・基部、416・・・ストッパ、418・・・第2回転角センサ、420・・・移動機構、422・・・被固定部、450・・・制御部。

【図面】

【図1】



【図2】



10

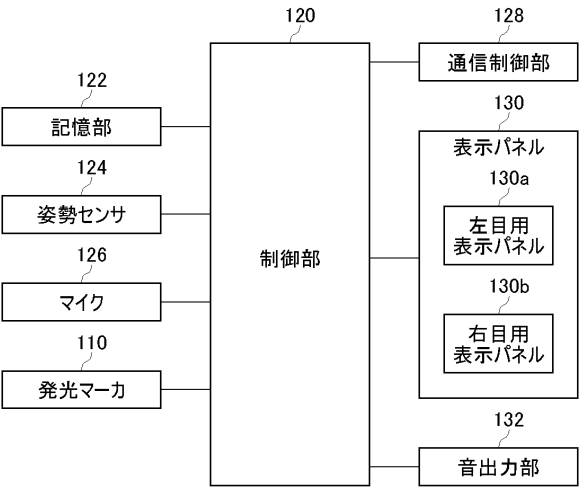
20

30

40

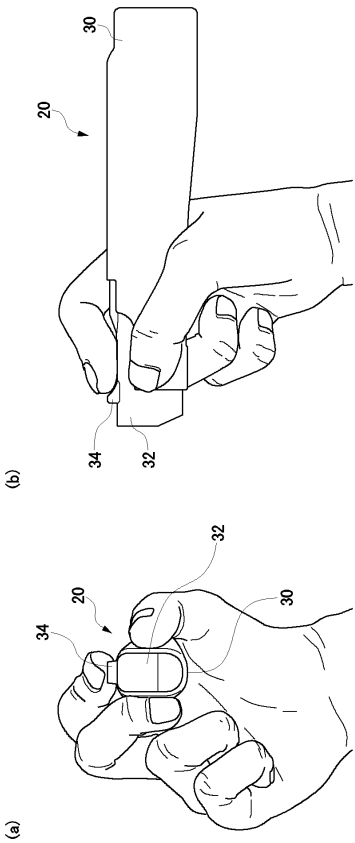
50

【図 3】



100

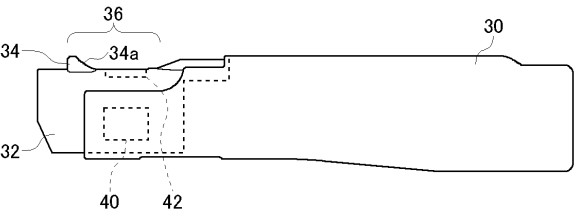
【図 4】



10

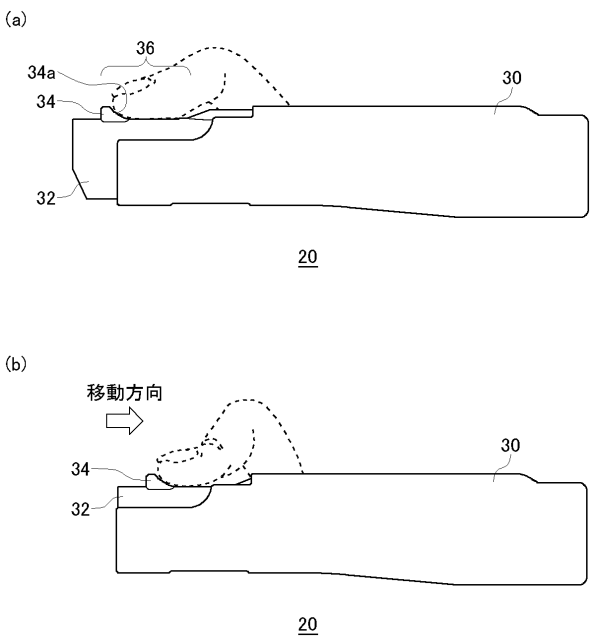
20

【図 5】



20

【図 6】

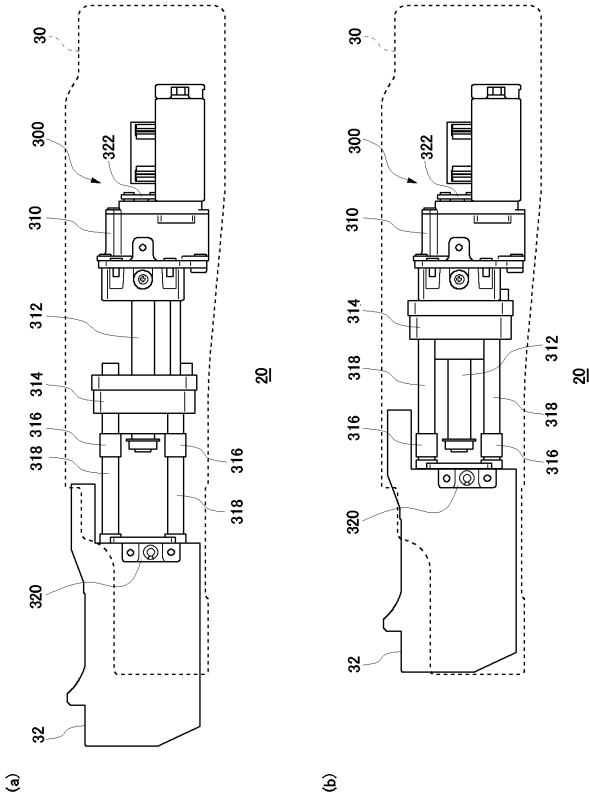


30

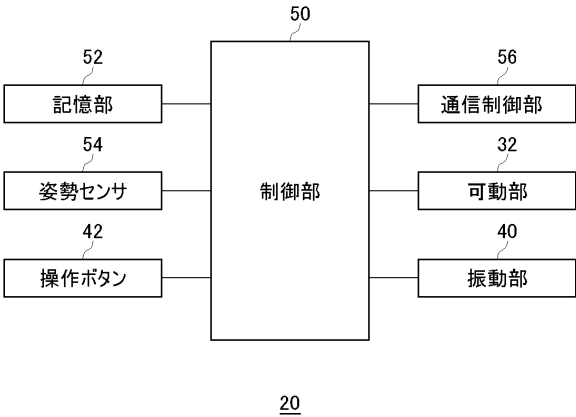
40

50

【図 7】



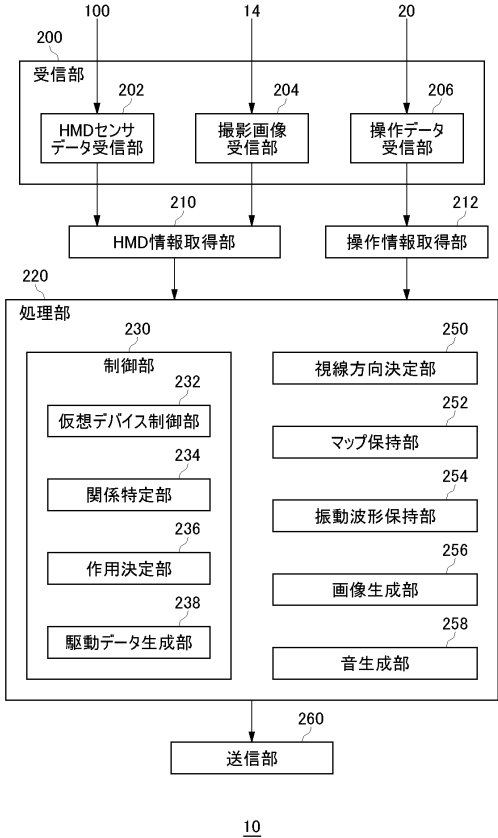
【図 8】



10

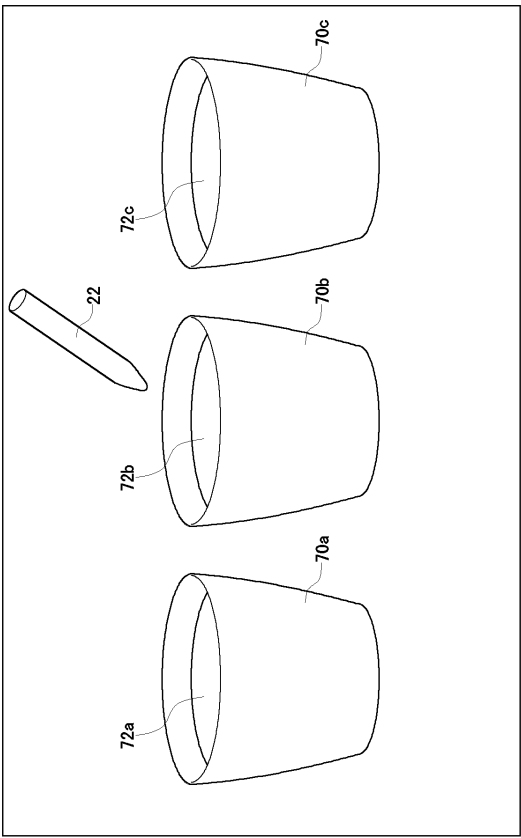
20

【図 9】



10

【図 10】



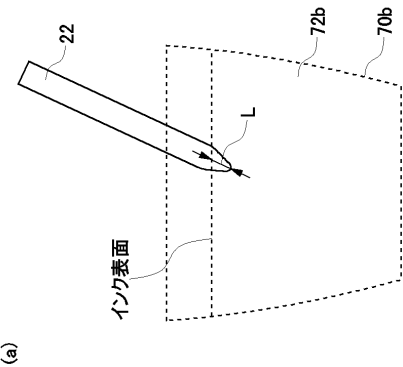
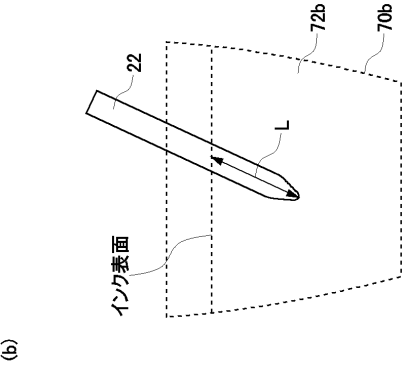
30

40

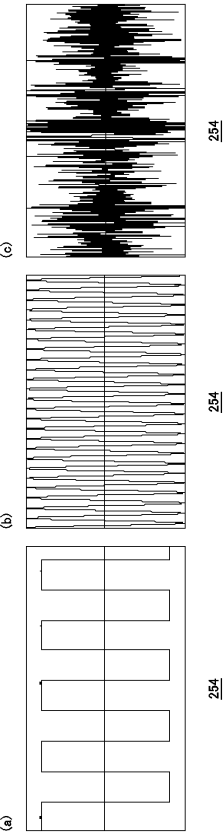
130

50

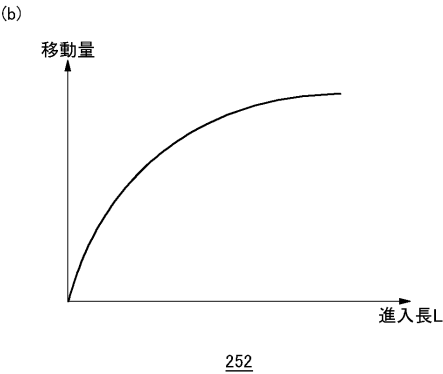
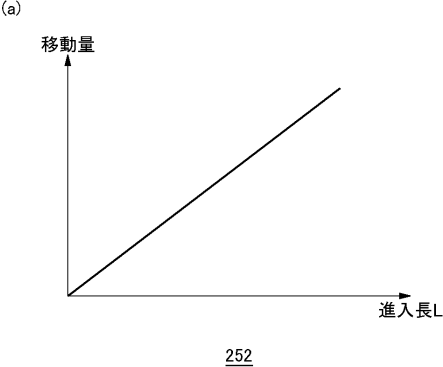
【図 1 1】



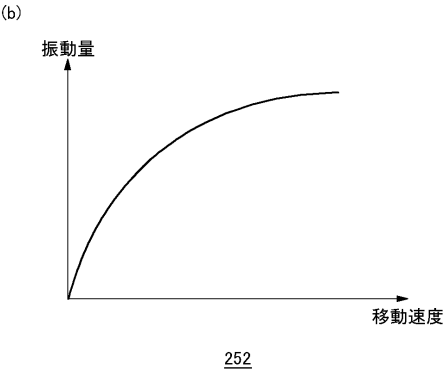
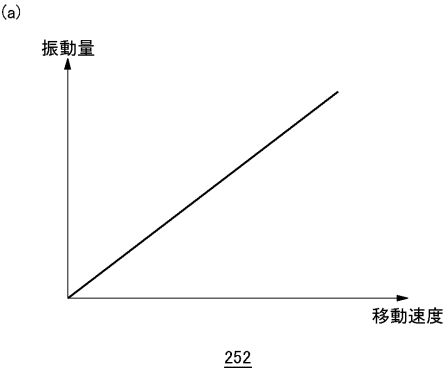
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



10

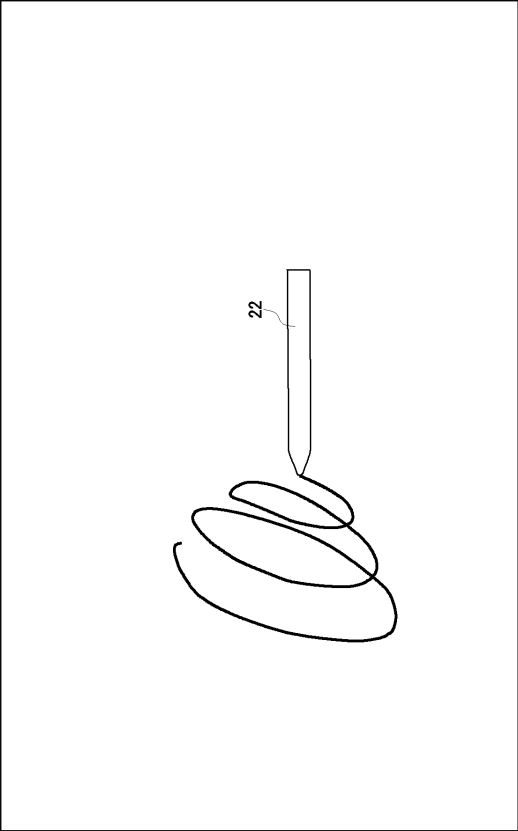
20

30

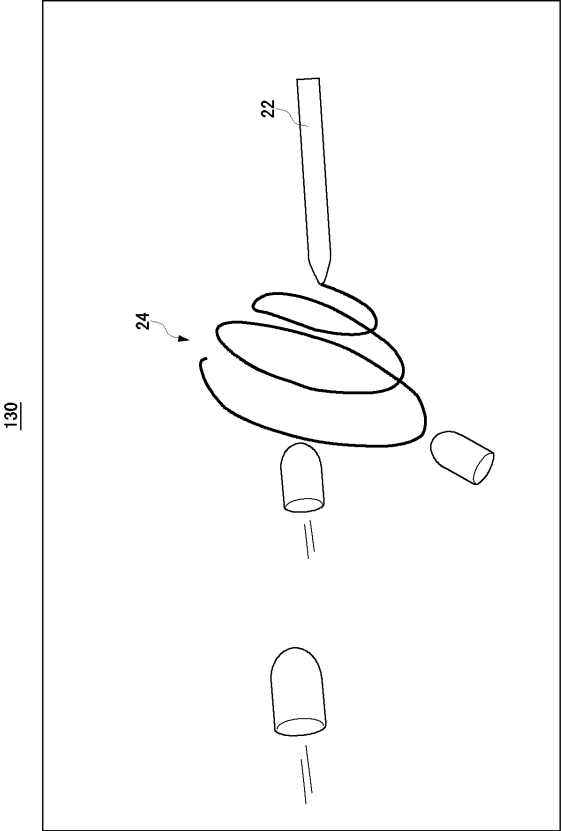
40

50

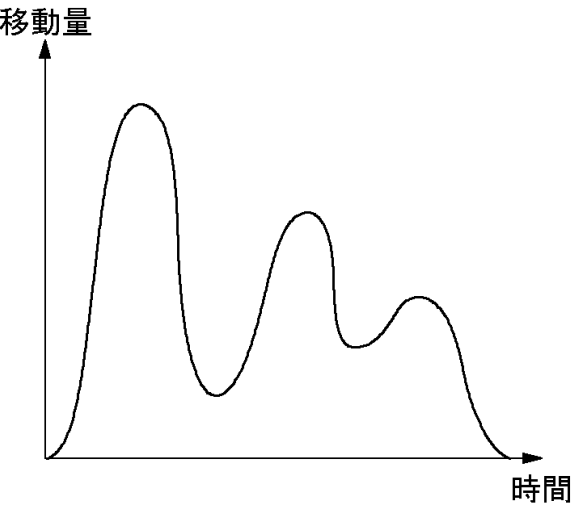
【図 1 5】



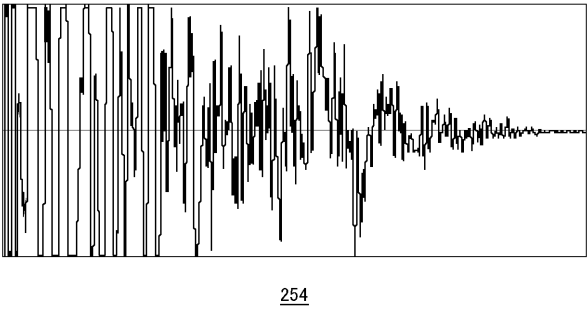
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



252

10

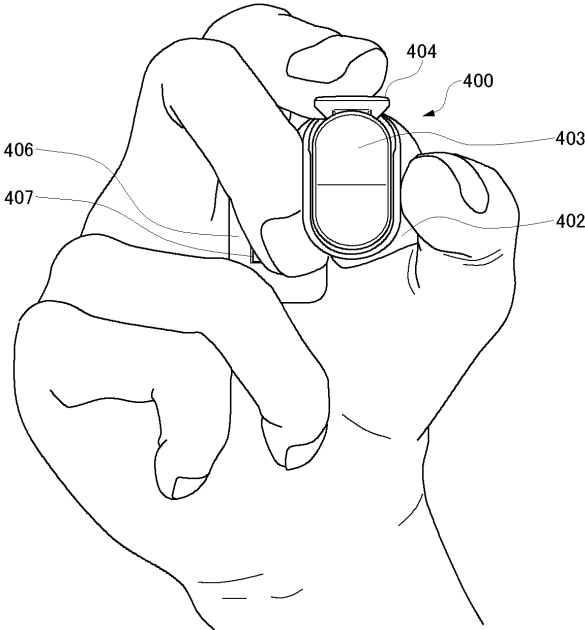
20

30

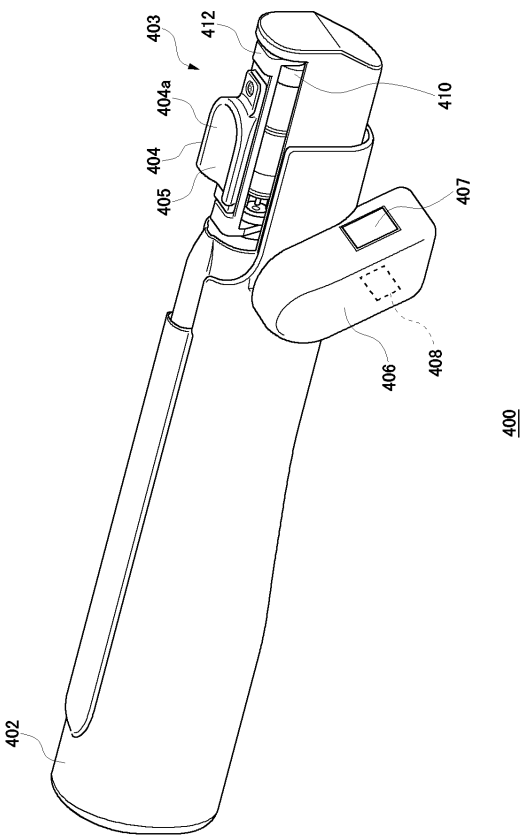
40

50

【図 19】



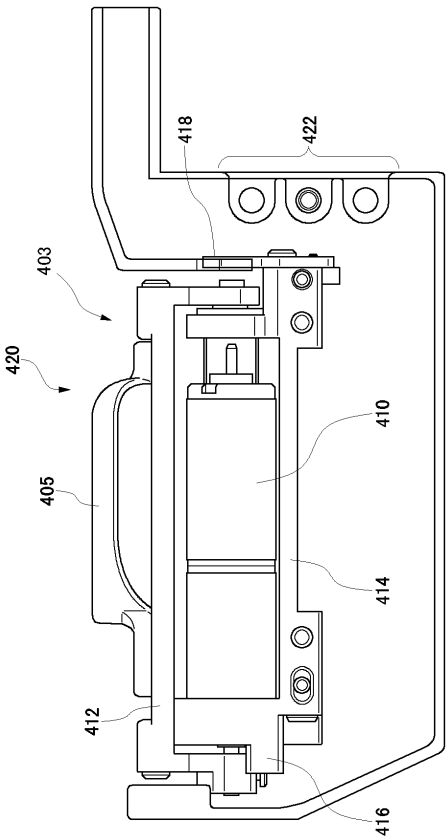
【図 20】



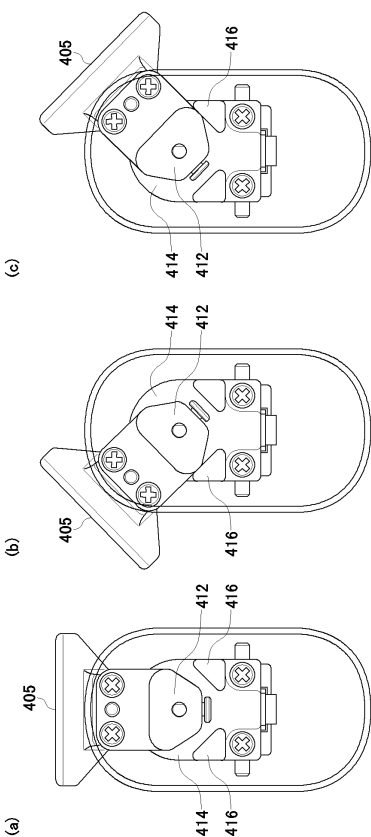
10

20

【図 21】



【図 22】

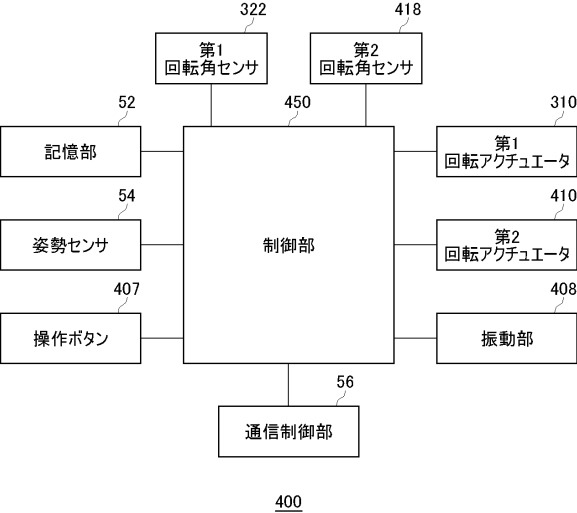


30

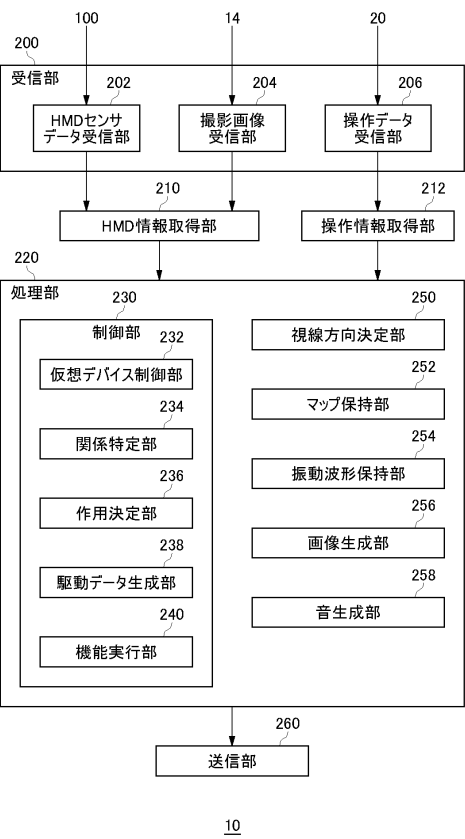
40

50

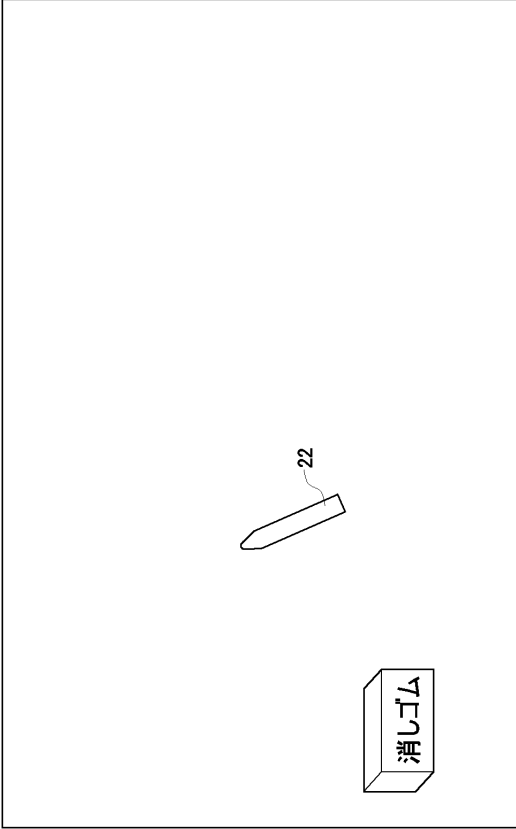
【図 2 3】



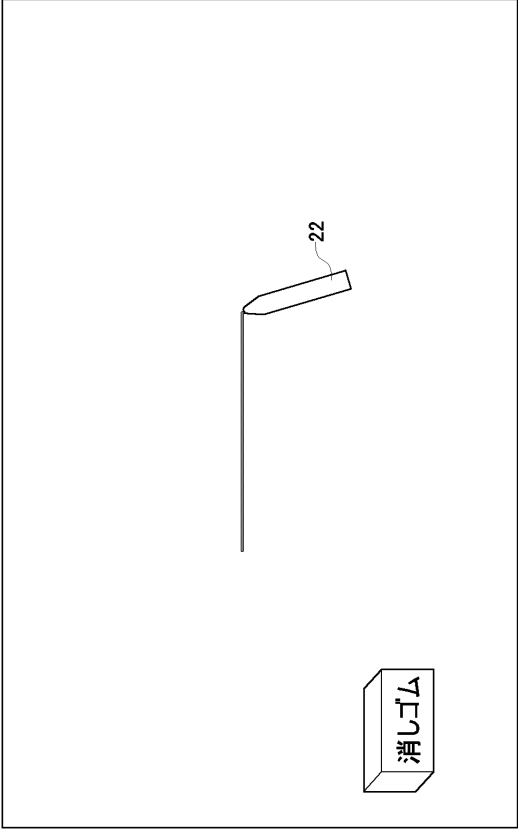
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



10

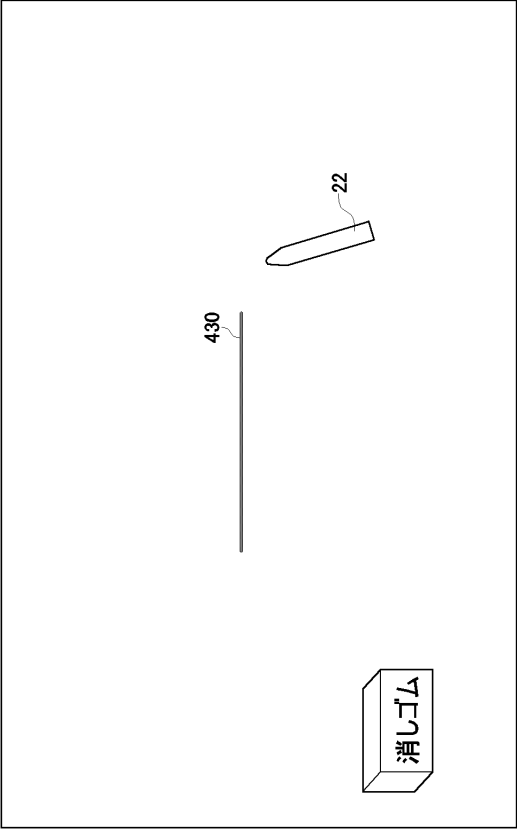
20

30

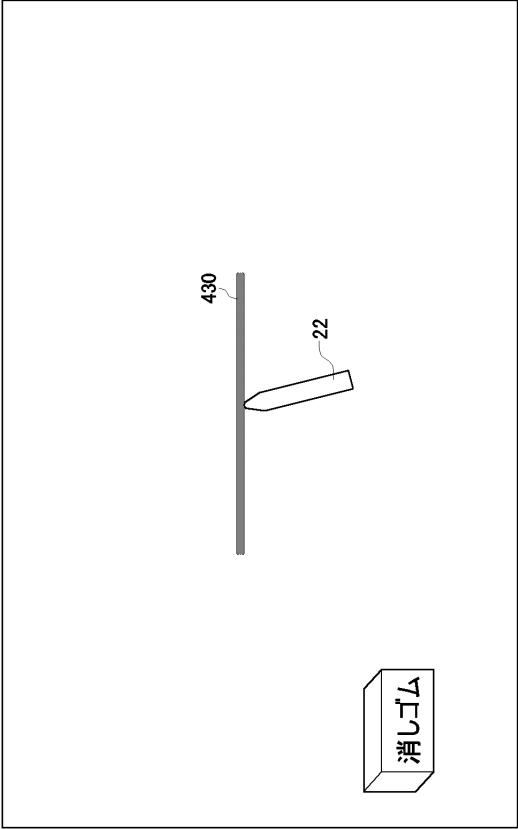
40

50

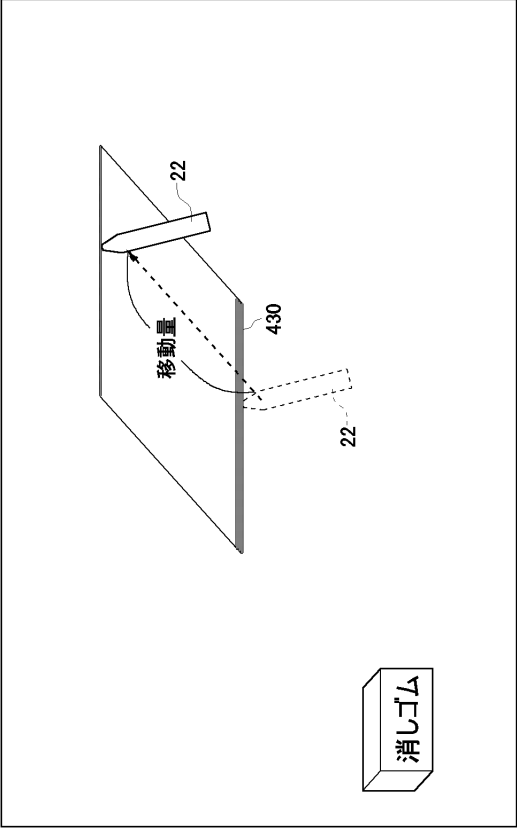
【図 2 7】



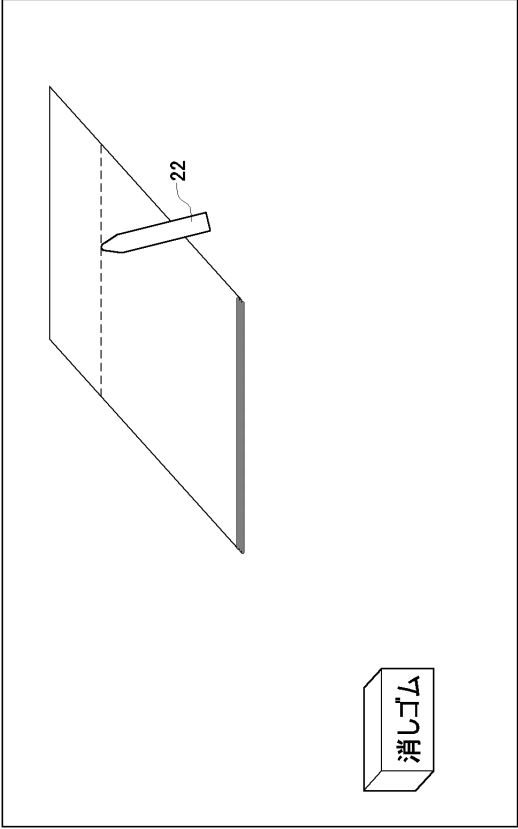
【図 2 8】



【図 2 9】



【図 3 0】



10

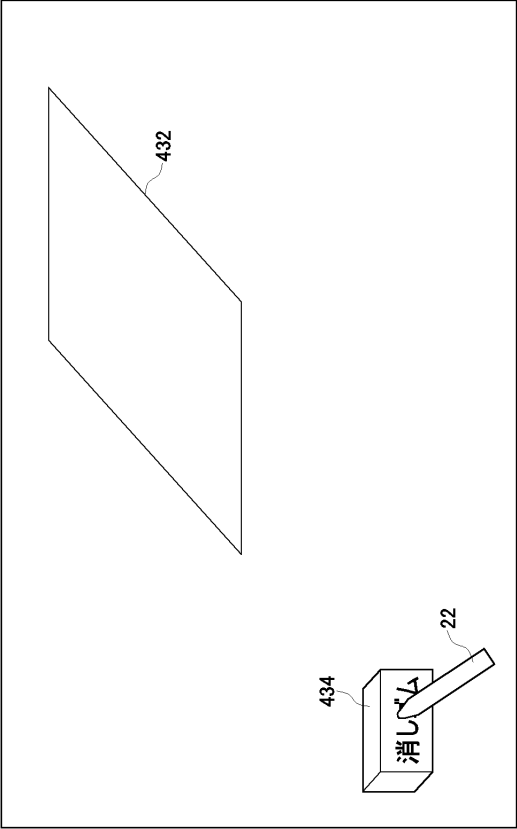
20

30

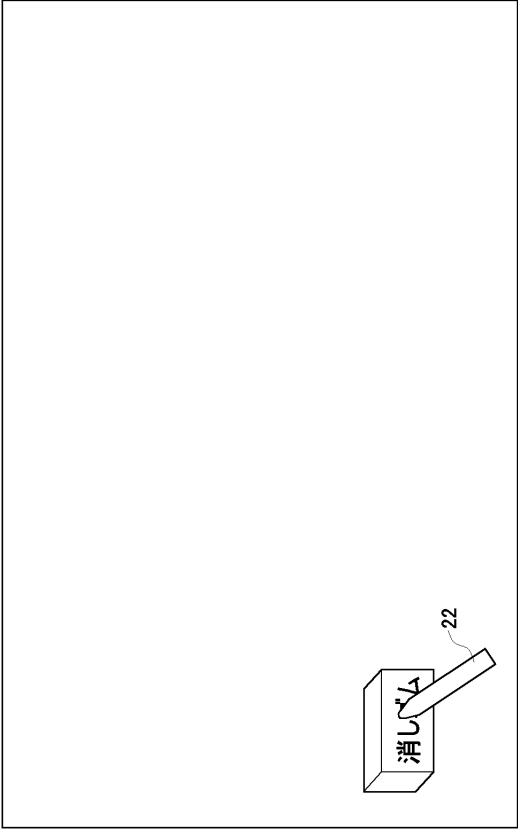
40

50

【図 3 1】



【図 3 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 6 F

3/0346(2013.01)

F I

G 0 6 F

3/01

5 1 0

G 0 6 F

3/0346

4 2 5

ンメント内

(72)発明者

森 英樹

東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内

審査官 槇 俊秋

(56)参考文献

特開2010-287221 (JP, A)

特開2017-123039 (JP, A)

特開2000-200140 (JP, A)

特開2020-194465 (JP, A)

特開2019-106102 (JP, A)

国際公開第2019/225170 (WO, A1)

国際公開第2018/030266 (WO, A1)

昆陽雅司, 「超音波振動の振幅変調を用いた人工触感呈示法」, 第24回日本ロボット学会学術講演会予稿集CD-ROM, 日本, 社団法人日本ロボット学会, 2006年09月14日, 2K13, 特に「2.実装」~「3.応用」

尾高陽太, VibraPen: 簡易制御可能な高周波振動フィードバック機能を持つスタイラス, 情報処理学会インタラクション2015 論文集 [online], 2015年02月26日, p.735-736, 特に「2.超音波振動を用いた触覚呈示法の提案」

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 6 F 3/01- 3/04895

A 6 3 F 13/00-13/98

A 6 3 F 9/24