

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4989383号  
(P4989383)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>G06T 19/00</b>	<b>(2011.01)</b>	G 06 T 17/40	C
<b>G06F 3/01</b>	<b>(2006.01)</b>	G 06 T 17/40	E
<b>A63F 13/06</b>	<b>(2006.01)</b>	G 06 T 17/40	G
		G 06 F 3/01	31 OA
		A 63 F 13/06	

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号

特願2007-234713 (P2007-234713)

(22) 出願日

平成19年9月10日 (2007.9.10)

(65) 公開番号

特開2009-69918 (P2009-69918A)

(43) 公開日

平成21年4月2日 (2009.4.2)

審査請求日

平成22年9月10日 (2010.9.10)

(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 康徳

(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

(74) 代理人 100130409

弁理士 下山 治

(74) 代理人 100134175

弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】情報処理装置、情報処理方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ユーザの視点の位置姿勢情報に基づいて、仮想物体を配した仮想空間の画像を生成する情報処理装置であって、

前記ユーザの人体に取り付けた、刺激を発生する刺激発生部の位置情報を取得する手段と、

前記仮想物体の位置姿勢情報と、前記刺激発生部の位置情報と、を用いて、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触しているか否かを判断する接触判断手段と、

前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触していると判断された場合には、前記視点の位置に応じて生成される注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断する判断手段と、

前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていると前記判断手段が判断した場合には、前記刺激発生部に第1の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていないと前記判断手段が判断した場合には、前記刺激発生部に前記第1の刺激とは異なる第2の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、該生成した動作設定情報を前記刺激発生部に対して出力する出力手段と

を備えることを特徴とする情報処理装置。

## 【請求項 2】

更に、

前記視点からの現実空間の画像を取得する手段と、

10

20

前記現実空間の画像と、前記仮想空間の画像とを合成した合成画像を、表示装置に対して出力する手段と

を備えることを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記判断手段は、

前記現実空間の画像中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断することで、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断することを特徴とする請求項2に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記第2の刺激を発生させるための動作設定情報は、予め定められた時間内のみ前記第2の刺激を前記刺激発生部に発生させるための動作設定情報であることを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。 10

【請求項5】

前記出力手段は、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれている割合に応じた前記第1の刺激を前記刺激発生部に発生させるための動作設定情報を生成することを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記刺激発生部が発生する刺激は、皮膚感覚刺激、音による刺激を含むことを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の情報処理装置。

【請求項7】

ユーザの視点の位置姿勢情報に基づいて、仮想物体を配した仮想空間の画像を生成する情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置が有する取得手段が、前記ユーザの人体に取り付けた、刺激を発生する刺激発生部の位置情報を取得する工程と、

前記情報処理装置が有する接触判断手段が、前記仮想物体の位置姿勢情報と、前記刺激発生部の位置情報と、を用いて、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触しているか否かを判断する接触判断工程と、

前記情報処理装置が有する判断手段が、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触していると判断された場合には、前記視点の位置に応じて生成される注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断する判断工程と、 30

前記情報処理装置が有する出力手段が、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていると前記判断工程で判断した場合には、前記刺激発生部に第1の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていないと前記判断工程で判断した場合には、前記刺激発生部に前記第1の刺激とは異なる第2の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、該生成した動作設定情報を前記刺激発生部に対して出力する出力工程と

を備えることを特徴とする情報処理方法。

【請求項8】

コンピュータを、請求項1乃至6の何れか1項に記載の情報処理装置が有する各手段として機能させるためのコンピュータプログラム。 40

【請求項9】

請求項8に記載のコンピュータプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、仮想空間と、この仮想空間を観察するユーザとのインタラクションを実現するための技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

20

30

40

50

仮想現実感システム（VRシステム）とは、周知の通り、次のような動作を行うシステムである。即ち、コンピュータの作り出す3次元CG（コンピュータグラフィクス）で仮想空間を構成し、係る仮想空間の画像を大型ディスプレイ、モバイルディスプレイ、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）等に表示する。これにより、仮想の空間をあたかも現実であるかのようにユーザに感じさせる。また、3次元CGによる仮想物体を現実空間の画像に重畳して表示する複合現実感システム（MRシステム）も検討されており、現実の画像を使用することにより、従来のVRシステムよりもさらに実寸感覚のあるシステムが提供されている。これらのシステムにおいて、HMDを使用する場合は、ユーザの視点位置、視線方向などによって仮想空間を表示するため、さらに没入感のあるシステムとなる。

10

#### 【0003】

一方、近年、設計・製造分野において3D-CADを使った設計（形状、デザイン）が主流になってきている。3D-CADで設計された物体を評価する方法としては、3D-CADで作成されたデータを3DCGとして計算機の画面上に表示して視覚的に評価する方法が主流である。またこの他にも、ラピッド・プロトタイピング装置等で簡易試作物（簡易モックアップ）を製作し、触覚的に評価する方法も主流である。

#### 【0004】

しかし、車や大型装置などを従来の方法で評価する場合には、計算機の画面上では実寸感覚が得られず、評価が難しいという問題があった。また、簡易モックアップを作製する場合でも、大きなモックアップの作製はコスト高となる問題があった。

20

#### 【0005】

そこで、3D-CADなどのCG情報をVRシステムやMRシステムを使って表示することで、実寸感覚や没入感のある環境で評価を行うことが試行されている。ユーザは、実寸の仮想物体を見ることにより、より直感的に評価及び検証を行うことができるようになる。

#### 【0006】

設計物体の操作性や組立性を評価する場合には、CGによる視覚情報のみならず、物体に触れた場合の触覚情報も要求される。前記したモックアップを使用して評価を行う場合には、実際に物体に触れて検証を行うことができるが、VRシステムやMRシステムにおいて触覚情報を得るためにには特別な工夫が必要になる。CGで表現された仮想的な物体（仮想物体）に触れた感触を表現するためには、ユーザと仮想物体との接触を検出する接触判定の処理と、ユーザに触覚情報を表現するデバイスが必要になる。触覚情報を表現するデバイスは、一般にハapticタッチデバイスや触覚ディスプレイと呼ばれ、仮想物体からの反力を表現する力覚提示装置（フォースフィードバック）と、皮膚感覚に刺激を与える皮膚感覚提示装置（タクタイルディスプレイ）にとに大別される。

30

#### 【0007】

設計物体の評価や検証には、力覚提示装置を使用して物体からの反力を表現することが好みだが、力覚提示装置は、一般に大型で可搬性に乏しいものが多い。車や大型装置などを仮想的に評価する場合、可搬性の乏しさにより評価作業範囲が限定され、直感的な評価作業を行いにくいという問題がある。また、力覚提示装置を広範囲で使用する場合、表現可能な力点が1つで有る場合が多く、全身の触覚の没入感を得ることが難しい。従って、実寸感覚のあるVRシステムやMRシステムにより仮想的な設計物体を表現しても、触覚により確認できる部分は限定されてしまうため、実寸大で評価を行う効果が弱くなってしまう。

40

#### 【0008】

一方、皮膚感覚提示装置には小型な装置も存在するため可搬性に向けており、人体の複数部位に装着して没入感の高い触覚表現を行うことが可能である。移動自由度の高い皮膚感覚提示装置としては、グローブの指先に振動モータを設置し、仮想物体との接触に応じて振動刺激をユーザに与えるデバイスが特許文献1に開示されている。また、グローブの指腹部分に、指腹を押すように刺激する機構を内蔵し、仮想物体との接触に応じて指腹に

50

皮膚刺激を提示するものが特許文献2に開示されている。振動モータを用いた触覚提示は、仮想物体からの反力提示は難しいが、仮想物体との接触の有無などを表現することができる。また、振動モータは小型、軽量、安価で、人が知覚するために十分な刺激を発生させることができるので、指先や手のみならず全身へ装着して没入感の高い触覚表現を実現させることも検討されている。例えば、非特許文献1では、全身に計12個の振動モータを装着し、仮想壁との接触時に振動モータを振動させることでユーザに壁を認知させる装置を提案している。係る非特許文献1に開示の振動モータ装着位置は、人体感覚図から判断して頭、手の甲、肘、腕回り(3個)、膝、足首に装着している。また、非特許文献2では、腕4力所、脚4力所に振動モータを装着し、振動モータの振動を変化させて異なる質感の物体への接触を提示している。

10

#### 【0009】

なお、特許文献2と非特許文献2には、視覚情報の提示にHMDを使用する構成が開示されており、視触覚が仮想空間に没入した感覚を得ることができる。

【特許文献1】特表2000-501033号公報

【特許文献2】特開2003-316493号公報

【非特許文献1】矢野 博明、小木 哲朗、廣瀬 通孝：“振動モータを用いた全身触覚提示デバイスの開発”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.3，No.3，1998

【非特許文献2】Jonghyun Ryu, Gerard Joonghyun Kim: “Using a Vibro-tactile Display for Enhanced Collision Perception and Presence”, VRST'04, November 10-12, 2004, Hongkong

20

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

ところで、仮想物体への接触には、ユーザが注意を払って行う意識的な接触と、注意を払っていない無意識の接触がある。意識的な接触では、微細な刺激でも十分にユーザは接触していることを認識することができるが、無意識の接触の部位に同様の刺激を与えた場合には、刺激に気づかない可能性もある。特に、非特許文献1や非特許文献2のように全身への接触を表現する場合には、接触表現を行う部位が多くなり、常に全身の接触に注意を払うことが困難になる。例えば、手元での操作では、手元に注意が向けられるため、足部分への注意は散漫となり、足部分の接触に応じて刺激を発生させても、ユーザが刺激を十分に認識しない場合があった。

30

#### 【0011】

また、全身のどの部分で接触が生じても刺激情報が確実に伝わるように、接触に意識を向けているか否かの状況によらず一律で刺激の強度を強くすると、意識的に仮想物体に触れている場合では、過剰な刺激はユーザに不快感を生じさせてしまう。

#### 【0012】

このように、従来では上記問題を解決するために、ユーザが注意を払っているかいないかに応じて、ユーザと仮想物体との接触における刺激を詳細に調整することは行われていなかった。

40

#### 【0013】

本発明は以上の問題に鑑みて成されたものであり、ユーザと仮想物体との接触を刺激でユーザに通知する場合に、係る刺激を、係る接触が意識的に行われたのか無意識に行われたのかを鑑みて制御する為の技術を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の情報処理装置は以下の構成を備える。

#### 【0015】

50

即ち、ユーザの視点の位置姿勢情報に基づいて、仮想物体を配した仮想空間の画像を生成する情報処理装置であって、

前記ユーザの人体に取り付けた、刺激を発生する刺激発生部の位置情報を取得する手段と、

前記仮想物体の位置姿勢情報と、前記刺激発生部の位置情報と、を用いて、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触しているか否かを判断する接触判断手段と、

前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触していると判断された場合には、前記視点の位置に応じて生成される注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断する判断手段と、

前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていると前記判断手段が判断した場合には  
、前記刺激発生部に第1の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、前記注目範囲  
の中に前記刺激発生部が含まれていないと前記判断手段が判断した場合には、前記刺激発生部に前記第1の刺激とは異なる第2の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、  
該生成した動作設定情報を前記刺激発生部に対して出力する出力手段と  
を備えることを特徴とする。

#### 【0018】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の情報処理方法は以下の構成を備える。  
。

#### 【0019】

即ち、ユーザの視点の位置姿勢情報に基づいて、仮想物体を配した仮想空間の画像を生成する情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置が有する取得手段が、前記ユーザの人体に取り付けた、刺激を発生する刺激発生部の位置情報を取得する工程と、

前記情報処理装置が有する接触判断手段が、前記仮想物体の位置姿勢情報と、前記刺激発生部の位置情報と、を用いて、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触しているか否かを判断する接触判断工程と、

前記情報処理装置が有する判断手段が、前記仮想物体と前記刺激発生部とが接触していると判断された場合には、前記視点の位置に応じて生成される注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれているか否かを判断する判断工程と、

前記情報処理装置が有する出力手段が、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていると前記判断工程で判断した場合には、前記刺激発生部に第1の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、前記注目範囲の中に前記刺激発生部が含まれていないと前記判断工程で判断した場合には、前記刺激発生部に前記第1の刺激とは異なる第2の刺激を発生させるための動作設定情報を生成し、該生成した動作設定情報を前記刺激発生部に対して出力する出力工程と  
を備えることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0022】

本発明の構成によれば、ユーザと仮想物体との接触を刺激でユーザに通知する場合に、  
係る刺激を、係る接触が意識的に行われたのか無意識に行われたのかを鑑みて制御するこ  
とができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0023】

以下、添付図面を参照し、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

#### 【0024】

以下の各実施形態では、頭部装着型表示装置の一例としてのHMD (Head Mounted Display) と、ユーザの人体の複数箇所に装着した刺激発生部と、によって仮想空間とのインタラクションを実現させるシステムについて説明する。

#### 【0025】

[ 第1の実施形態 ]

10

20

30

40

50

## &lt;システムの概略について&gt;

先ず、図1，2を用いて、本実施形態に係るシステムについて説明する。図1は、本実施形態に係るシステムが使用されている状況を示す図である。図2は、本実施形態に係るシステムのハードウェア構成例を示すブロック図である。

## 【0026】

図1に示す如く、ユーザ1の人体には刺激発生部10、11、12が装着されていると共に、ユーザ1の頭部にはHMD100が装着されている。これにより、ユーザ1は、仮想物体300が存在する仮想空間を、視覚と触覚の両方で体験することができる。図1では、仮想物体300は仮想的に表現された実寸台の車を模したもので、ユーザ1は係る車のエンジルーム内の作業についての検証を行っている。また、刺激発生部10はユーザ1の手、刺激発生部11はユーザ1のヒジ、刺激発生部12はユーザ1のヒザに、それぞれ装着されている。10

## 【0027】

また、刺激発生部10、11、12とHMD100とには1以上のマーカ40が配されており、位置姿勢センサ400はマーカ40の位置姿勢を示す位置姿勢情報を取得する。

## 【0028】

演算処理装置（情報処理装置）200には、位置姿勢センサ400が取得したマーカ40の位置姿勢情報をと、HMD100から得られる現実空間の画像とが入力される。そして演算処理装置200は、後述する各種の処理を実行することで、HMD100には仮想空間画像と現実空間画像との合成画像を出力し、刺激発生部10、11、12には、それぞれの動作を制御するための動作設定情報を出力する。20

## 【0029】

以下では、本実施形態に係るシステムを構成する各部について詳細に説明する。

## 【0030】

## &lt;HMD100について&gt;

HMD100は、一般にビデオシースルー型と呼ばれるHMDであり、図2に示す如く、撮像部101と表示部102とで構成されている。

## 【0031】

撮像部101は、現実空間の動画像を撮像し、撮像した各フレームの画像（現実空間画像）を、後段の演算処理装置200に対して送出する。詳しくは後述するが、係る現実空間画像には、演算処理装置200によって生成される仮想空間画像が、演算処理装置200によって合成される。そして演算処理装置200は、係る合成処理で得られる合成画像をHMD100に対して送出する。30

## 【0032】

表示部102は、液晶画面などにより構成されており、HMD100を頭部に装着したユーザ1の眼前に位置するようにHMD100に対して取り付けられたものである。表示部102には、演算処理装置200から送出された合成画像が表示される。もちろん、表示部102にはその他の情報を表示させるようにしても良い。

## 【0033】

ここで、撮像部101の光軸と表示部102の光軸とを一致させることで、撮像部101で撮像した画像と上記合成画像との視差を無くすことができ、ユーザ1は自らの視点での仮想空間画像と現実空間画像を違和感なく見ることができる。視覚的に現実物体と仮想物体を提示する方法には公知の技術を用いれば良いため、詳細な説明は省略する。40

## 【0034】

また、上述の通り、HMD100には、1以上のマーカ40が配されている。

## 【0035】

## &lt;刺激発生部10、11、12について&gt;

上述したように、図1では、ユーザ1の手、ヒジ、ヒザにはそれぞれ刺激発生部10、11、12が装着されている。もちろん、刺激発生部の個数や装着位置についてはこれに限定するものではない。

10

20

30

40

50

**【0036】**

本実施形態では、刺激発生部10、11、12は、グローブ形状やサポーター形状を有しており、人体に装着する為の形状を有するように構成されている。

**【0037】**

図3は、刺激発生部10の概略構成を示す図である。図3に示す如く、刺激発生部10は、グローブ形状を有する本体部19と、1以上の皮膚感覚刺激部20と、で構成されている。

**【0038】**

本体部19は、皮膚感覚刺激部20が発生する刺激がユーザ1の人体9(図3では手)に十分伝わるように、人体9と皮膚感覚刺激部20とを密着させる構造であることが望ましい。10

**【0039】**

皮膚感覚刺激部20は、例えば振動モータで構成されている。皮膚感覚刺激部20は、手のひらや手の甲等に複数配置し、仮想物体との接触部位に応じて駆動させる皮膚感覚刺激部20を選択することが好適である。

**【0040】**

なお、ヒジ用やヒザ用のサポーター形状を有する刺激発生部11、12についても同様に、1以上の皮膚感覚刺激部20が配置されている。

**【0041】**

<皮膚感覚刺激部20について>

20

図3では、皮膚感覚刺激部20として、振動モータを使用した例を示した。振動モータは、モータの回転軸に取り付けられた偏心重量が回転することで振動を発生する。振動モータには、一般的にシリンダー型(円筒型)とコイン型(扁平型)があり、どちらを用いても良いが、図3ではコイン型を用いた場合の図を示している。振動モータは小型で強い刺激を発生することができるため、本実施形態のように複数の人体位置に刺激を与える場合に好適である。

**【0042】**

なお、皮膚感覚に刺激を与えるものであれば、皮膚感覚刺激部20は振動モータ以外のものであっても良い。皮膚感覚に刺激を与える方法としては、機械刺激、電気刺激、温度刺激等があり、皮膚感覚刺激部20に適用可能なデバイスは、その方法に応じて様々なものが考えられる。例えば、機械的な振動刺激を発生するボイスコイル型のデバイスを皮膚感覚刺激部20として用いても良い。また、圧電素子や高分子アクチュエータ等のアクチュエータにより人体に接触したピンを動作させて刺激を与えるデバイスを皮膚感覚刺激部20として用いても良い。また、空気圧力により皮膚表面を圧迫するデバイスを皮膚感覚刺激部20として用いても良い。また、電気刺激として、微小電極アレイを用いて刺激を与えるものなどがあり、温度刺激では、熱電素子を用いるものなどがある。30

**【0043】**

このように、皮膚感覚刺激部20として用いることができるデバイスには様々なものが考えられる。以下の説明は、皮膚感覚刺激部20の動作内容(刺激強度の制御)が、演算処理装置200から設定可能なものであれば、皮膚感覚刺激部20に適用するデバイスは、如何なる方法で刺激を発生させるデバイスであっても良い。40

**【0044】**

<位置姿勢センサ400とマーカ40について>

上述したように、位置姿勢センサ400は、マーカ40の位置姿勢情報を取得する為のものである。従って、位置姿勢センサ400は、マーカ40を配したHMD100や刺激発生部10、11、12の位置姿勢を求める事ができる。

**【0045】**

位置姿勢センサ400とマーカ40とは光学式の位置姿勢取得システムであり、例えば、赤外線照射機能付きのカメラで構成される複数の位置姿勢センサ400と、再帰性反射材で構成される複数のマーカ40である。マーカ40は異なる3次元位置に配置すること50

で ID 付けが行われる。なお、係る位置姿勢取得システムによって、各マーカ 40 を配した対象物（本実施形態の場合、HMD100、刺激発生部10、11、12）の位置姿勢情報を求める技術については周知のものであり、詳細な説明は省略する。

#### 【0046】

しかし、HMD100 や刺激発生部10、11、12 の位置姿勢情報を取得する方法はこれ以外にも考えられ、位置姿勢センサ400 とマーカ40 とを用いる方法に限定するものではない。

#### 【0047】

例えば、磁気センサシステムを用いて HMD100、刺激発生部10、11、12 の位置姿勢情報を取得する方法がある。係る方法では、現実空間中に磁界を発生させるトランスマッタを設置し、HMD100 と刺激発生部10、11、12 には係る磁界中における自身の位置姿勢に応じた磁界の変化を検知するレシーバを装着する。そして係るレシーバが検知した結果を示す信号に基づいて、それぞれのレシーバのセンサ座標系における位置姿勢情報を求める。センサ座標系とは、トランスマッタの位置を原点とし、係る原点で互いに直交する 3 軸をそれぞれ x 軸、y 軸、z 軸とする座標系である。もちろん、係る位置姿勢情報の取得方法は、他の方式を用いるセンサシステム、例えば、超音波システムを用いても同様である。

#### 【0048】

また、その他にも、HMD100 や刺激発生部10、11、12 に対してマーカを配し、係るマーカをカメラで撮像することで、それぞれの位置姿勢情報を取得する方法を用いても良い。

#### 【0049】

また、周知のモーションキャプチャ技術を用いて刺激発生部10、11、12 の位置姿勢情報を取得するようにしても良い。

#### 【0050】

また、図 3 に示すように、グローブ型の刺激発生部10 を用いる場合には、手の位置姿勢を光学式センサで取得し、さらに指先の位置姿勢を機械式センサや光ファイバを用いた指先位置取得方法で取得する構成にしても良い。

#### 【0051】

このように、HMD100、刺激発生部10、11、12 の位置姿勢情報を取得する方法については特に限定するものではない。

#### 【0052】

本実施形態では、位置姿勢センサ400 が取得した HMD100 の位置姿勢情報、刺激発生部10、11、12 の位置姿勢情報は、演算処理装置200 に対して送出される。

#### < 演算処理装置200について >

演算処理装置200 は、例えば、一般の PC（パーソナルコンピュータ）により構成されている。

#### 【0053】

CPU201 は、RAM202 や ROM203 に格納されているプログラムやデータを用いて演算処理装置200 全体の制御を行うと共に、演算処理装置200 が行うものとして後述する各処理を実行する。

#### 【0054】

RAM202 は、データ記録部205 からロードされたプログラムやデータ、位置姿勢センサ情報取得部209 が位置姿勢センサ400 から取得した位置姿勢情報を一時的に記憶するためのエリアを有する。更に RAM202 は、画像入力部207 が撮像部101 から取得した現実空間画像のデータを一時的に記憶する為のエリア、CPU201 が各種の処理を実行する際に用いるワークエリアを有する。即ち、RAM202 は、各種のエリアを適宜提供することができる。

#### 【0055】

10

20

30

40

50

R O M 2 0 3 は、ポートプログラムや設定データ等を格納する。

#### 【 0 0 5 6 】

操作入力部 2 0 6 は、操作部 2 0 4 を演算処理装置 2 0 0 に接続する為のインターフェースとして機能するものである。操作部 2 0 4 はキーボードやマウスなどにより構成されており、演算処理装置 2 0 0 の操作者が操作することで、各種の指示を操作入力部 2 0 6 を介して C P U 2 0 1 に対して入力することができる。

#### 【 0 0 5 7 】

データ記録部 2 0 5 は、ハードディスクドライブ装置に代表される大容量情報記憶装置である。データ記録部 2 0 5 には、O S (オペレーティングシステム) や、演算処理装置 2 0 0 が行うものとして後述する各処理を C P U 2 0 1 に実行させるためのプログラムやデータが保存されている。10

#### 【 0 0 5 8 】

係るプログラムには、後述する各フローチャートに従った各処理を C P U 2 0 1 に実行させるためのプログラムが含まれている。また、係るデータには、仮想空間を構成する各仮想物体に係るデータや、係る仮想空間を照射する光源に係るデータなどが含まれる。また、データ記録部 2 0 5 には、既知の情報として説明するものや、後述する各処理を行なう際に当然用いるであろうと当業者であれば容易に相当し得る情報も保存されている。

#### 【 0 0 5 9 】

データ記録部 2 0 5 に保存されているプログラムやデータは、C P U 2 0 1 による制御に従って適宜 R A M 2 0 2 にロードされる。そして C P U 2 0 1 は R A M 2 0 2 にロードされたプログラムやデータを用いて各処理を実行する。20

#### 【 0 0 6 0 】

なお、上述の説明で、R A M 2 0 2 に一時的に格納されるものとして説明したものは、データ記録部 2 0 5 に一時的に保存するようにしても良い。

#### 【 0 0 6 1 】

画像入力部 2 0 7 、画像出力部 2 0 8 は、H M D 1 0 0 を演算処理装置 2 0 0 に接続する為のインターフェースとして機能する。H M D 1 0 0 が有する撮像部 1 0 1 から送出された現実空間画像のデータは、画像入力部 2 0 7 を介して R A M 2 0 2 やデータ記録部 2 0 5 に格納される。また、演算処理装置 2 0 0 が生成した合成画像は、画像出力部 2 0 8 を介して H M D 1 0 0 が有する表示部 1 0 2 に対して出力される。30

#### 【 0 0 6 2 】

位置姿勢センサ情報取得部 2 0 9 は、位置姿勢センサ 4 0 0 を演算処理装置 2 0 0 に接続する為のインターフェースとして機能する。位置姿勢センサ 4 0 0 が取得した位置姿勢情報は位置姿勢センサ情報取得部 2 0 9 を介して演算処理装置 2 0 0 内に入力され、R A M 2 0 2 やデータ記録部 2 0 5 に格納される。

#### 【 0 0 6 3 】

刺激情報出力部 2 1 0 は、皮膚感覚刺激部 2 0 を演算処理装置 2 0 0 に接続する為のインターフェースとして機能する。演算処理装置 2 0 0 により生成された動作設定情報は、この刺激情報出力部 2 1 0 を介して、指定された皮膚感覚刺激部 2 0 に対して出力される。40

#### 【 0 0 6 4 】

画像入力部 2 0 7 、画像出力部 2 0 8 、位置姿勢センサ情報取得部 2 0 9 、刺激情報出力部 2 1 0 は、アナログビデオポート、I E E E 1 3 9 4 等のデジタル入出力ポート、R S 2 3 2 C 、或いは U S B 等のシリアルポート、イーサネット(登録商標)等によって構成される。

#### 【 0 0 6 5 】

システムバス 2 1 1 には、演算処理装置 2 0 0 を構成するものとして説明した上述の各部が接続されている。

#### 【 0 0 6 6 】

< 演算処理装置 2 0 0 が行う処理の概要について >

ここで、演算処理装置 200 が行う処理の概要について説明する。演算処理装置 200 は、HMD100 の位置姿勢に応じた仮想空間画像を生成し、撮像部 101 が撮像した現実空間画像と合成して表示部 102 に送出する処理に加え、次のような処理を行う。

#### 【0067】

即ち、刺激発生部 10、11、12 と仮想物体との接触の有無を検知する。そして、接触があった場合には、ユーザが注目している範囲（領域）として設定される注目範囲の中に、接触した刺激発生部が含まれているか否かを判断する。そして係る判断結果に応じて、刺激発生部 10、11、12 のうち接触があった刺激発生部に対する動作を制御する。

#### 【0068】

図 1 には、注目範囲としての範囲 50 と、係る範囲 50 以外の範囲 60 とが示されている。ここで、範囲 60 を注目範囲外と呼称する。10

#### 【0069】

ここで、注目範囲 50 とは、ユーザ 1 が視覚によって対象を知覚できる範囲及びその一部である。従って、注目範囲 50 は、厳密に測定された人間の視野に限るものではなく、人工的に設定されたものであっても良い。

#### 【0070】

図 1 に示す如く、注目範囲 50 の中では、刺激発生部 10 を取り付けた部位（手）と仮想物体 300 とに仮想的な接触が発生している。一方、注目範囲外 60 では、刺激発生部 12 を取り付けた部位（ヒザ）と仮想物体 300 とに仮想的な接触が発生している。20

#### 【0071】

このような場合、本実施形態では、刺激発生部 10 と刺激発生部 12 とで異なる刺激を発生させるように、これらの刺激発生部 10、12 を制御する。

#### 【0072】

以下では、演算処理装置 200 が行う処理のうち、このような刺激発生部の動作制御について、より詳細に説明する。

#### 【0073】

図 4 は、演算処理装置 200 による各刺激発生部 10、11、12 の動作制御処理のフローチャートである。なお、図 4 のフローチャートに従った処理を CPU201 に実行させるためのプログラムやデータは、データ記録部 205 に保存されている。係るプログラムやデータは、CPU201 による制御に従って適宜 RAM202 にロードされる。そして CPU201 はこのロードされたプログラムやデータを用いて処理を実行することで、演算処理装置 200 は、以降説明する、図 4 のフローチャートに従った処理を実行することになる。30

#### 【0074】

先ず、ステップ S4001 では、演算処理装置 200 の初期化処理、以降の処理で用いる様々なデータをデータ記録部 205 から RAM202 にロードする処理を行う。係るデータには、仮想空間で用いる様々な情報（仮想空間情報）が含まれている。

#### 【0075】

次にステップ S4002 では、位置姿勢センサ 400 から送出される、HMD100 の位置姿勢情報、刺激発生部 10、11、12 の位置姿勢情報、を、位置姿勢センサ情報取得部 209 を介して RAM202 に取得する。40

#### 【0076】

次にステップ S4003 では、現在のユーザ 1 の視点の位置姿勢情報として、ステップ S4002 で取得した HMD100 の位置姿勢情報を設定する。更に、各刺激発生部 10、11、12 の位置姿勢で配置する仮想物体（以下、「部位仮想物体」と呼称する）の位置姿勢情報として、ステップ S4002 で取得した各刺激発生部 10、11、12 の位置姿勢情報を設定する。即ち、各刺激発生部 10、11、12 の位置姿勢で、それぞれの刺激発生部に対応する部位仮想物体を配置する。また、仮想空間中に存在するその他の仮想物体の位置姿勢が変化する場合には、その変化後の位置姿勢情報を求める。このように、仮想空間における様々な情報の更新を行う。50

**【 0 0 7 7 】**

ここで、部位仮想物体について簡単に説明する。上述のように、刺激発生部 10 に対応する部位仮想物体を刺激発生部 10 の位置姿勢で仮想空間中に配置する。また、刺激発生部 11 に対応する部位仮想物体を刺激発生部 11 の位置姿勢で仮想空間中に配置する。また、刺激発生部 12 に対応する部位仮想物体を刺激発生部 12 の位置姿勢で仮想空間中に配置する。これにより、各刺激発生部 10、11、12 のそれぞれの位置姿勢が、仮想空間に対して反映されることになる。即ち、各刺激発生部 10、11、12 と仮想空間とのインタラクションが可能になる。

**【 0 0 7 8 】**

なお、以降の説明では、部位仮想物体以外の仮想物体を、背景仮想物体と呼称する。即ち、仮想空間は背景仮想物体により構成されており、このような仮想空間中に、各刺激発生部の位置姿勢で部位仮想物体を配置するものとする。10

**【 0 0 7 9 】**

なお、以降の説明で、部位仮想物体、背景仮想物体に共通の説明では、これらをまとめて単に「仮想物体」と呼称する。

**【 0 0 8 0 】**

また、部位仮想物体がどのような仮想物体であるのかについて詳しくは後述するが、部位仮想物体は、計算上、仮想空間に配されるもので、実際に描画対象としなくても良い。

**【 0 0 8 1 】**

ここで上述のように、図 4 のフローチャートに従った処理と並行して「仮想空間を構築する処理」、即ち、背景仮想物体や光源を仮想空間中に配置する処理が行われている。従ってステップ S 4 0 0 4 では、この処理で仮想空間中に配置された各背景仮想物体と、ステップ S 4 0 0 3 で配置された各部位仮想物体との干渉判定処理を行う。即ち、各背景仮想物体の何れかと各部位仮想物体の何れかとが接触しているか否かを判定する処理を行う。仮想物体同士の干渉判定処理は周知の技術である。20

**【 0 0 8 2 】**

次にステップ S 4 0 0 5 では、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が、注目範囲（図 1 では注目範囲 50 に相当）内に位置しているか否かを判断する（注目判定処理）。注目範囲の求め方については後述する。また、ステップ S 4 0 0 5 における処理の詳細についても、後述する。30

**【 0 0 8 3 】**

次にステップ S 4 0 0 6 では、背景仮想物体と接触している部位仮想物体に対応する刺激発生部の動作を制御するための動作設定情報を生成する。係る動作設定情報は、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が、注目範囲内に位置しているか否かに応じて異なる。例えば、刺激発生部 10 の位置姿勢に配置した部位仮想物体と刺激発生部 11 の位置姿勢に配置した部位仮想物体が共に背景仮想物体に接触しているとする。しかし、前者の部位仮想物体が注目範囲内に位置しており、後者の部位仮想物体が注目範囲内に位置していない場合、刺激発生部 10 に対して生成する動作設定情報と、刺激発生部 11 に対して生成する動作設定情報とは、異なる。即ち、それぞれの動作設定情報が示す刺激の強度が異なる。40

**【 0 0 8 4 】**

ステップ S 4 0 0 6 における処理の詳細については後述する。

**【 0 0 8 5 】**

次にステップ S 4 0 0 7 では、背景仮想物体に接触している部位仮想物体に対応する刺激発生部（実際には皮膚感覚刺激部 20 ）に対して、この刺激発生部についてステップ S 4 0 0 6 で生成した動作設定情報を、刺激情報出力部 210 を介して出力する。刺激発生部は、係る動作設定情報を受信すると、係る動作設定情報が示す強度の刺激を発生すべく動作する。

**【 0 0 8 6 】**

次に、本処理の終了指示が操作部 204 から入力された、若しくは本処理の終了条件が50

満たされた場合には処理をステップ S 4 0 0 8 を介してステップ S 4 0 0 9 に進める。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 4 0 0 9 では、本処理を終了する為の終了処理を行う。

【 0 0 8 8 】

一方、本処理の終了指示が操作部 2 0 4 から入力されてもいいし、本処理の終了条件も満たされていない場合には、処理をステップ S 4 0 0 8 を介してステップ S 4 0 0 2 に戻し、以降の処理を繰り返す。

【 0 0 8 9 】

<ステップ S 4 0 0 4 における干渉判定処理について>

上述のステップ S 4 0 0 4 における処理、即ち、部位仮想物体と背景仮想物体との干渉判定処理についてより詳細に説明する。 10

【 0 0 9 0 】

上述のように、データ記録部 2 0 5 には、部位仮想物体のデータ、背景仮想物体のデータが予め保存されている。ここで、各仮想物体のデータには、仮想物体の形状情報、テクスチャマップデータ等がある。形状情報には、例えば、仮想物体がポリゴンで構成されている場合、各ポリゴンの法線ベクトルデータ、ポリゴンを構成する各頂点のデータ、が含まれている。

【 0 0 9 1 】

部位仮想物体と背景仮想物体との干渉判定処理を行う場合、それぞれの仮想物体のデータのうち形状情報のみを用いる。しかし、仮想物体の形状が複雑である場合、形状情報のサイズは大きくなる。従って、形状が複雑な仮想物体同士の干渉判定処理を行う場合、データサイズの大きい形状情報を用いた干渉判定処理を行うことになり、処理負荷が大きくなる。従って、背景仮想物体と部位仮想物体との干渉判定処理を行う場合、背景仮想物体の形状の詳細度を落とした擬似形状仮想物体、部位仮想物体の形状の詳細度を落とした擬似形状仮想物体を生成し、擬似形状仮想物体同士で干渉判定処理を行うようにしても良い。 20

【 0 0 9 2 】

仮想物体の擬似形状仮想物体を生成するとは、仮想物体の形状情報から、例えば周知のポリゴンリダクション技術を用いて、よりデータ量の少ない形状情報（より低い詳細度の形状を示す形状情報）を生成することである。 30

【 0 0 9 3 】

なお、このように、干渉判定処理用の形状情報を、干渉判定処理の際にリアルタイムで生成しなくとも、予め作成し、データ記録部 2 0 5 に保存させておいても良い。

【 0 0 9 4 】

なお、仮想物体同士の干渉判定処理については様々な技術があり、本実施形態では、如何なる干渉判定技術を用いても良い。また、仮想物体はポリゴン以外の要素で構築しても良く、それに応じて干渉判定処理の内容を変更しても良い。

【 0 0 9 5 】

即ち、本実施形態では、どのような干渉判定処理を行うのかについては本筋ではなく、仮想物体同士が干渉したか否かを検知することができれば、如何なる技術を用いても良い。 40

【 0 0 9 6 】

<ステップ S 4 0 0 5 における判定処理について>

上述のステップ S 4 0 0 5 における処理、即ち、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が、注目範囲（図 1 では注目範囲 5 0 に相当）内に位置しているか否かを判断する処理について、図 5 , 6 を用いてより詳細に説明する。

【 0 0 9 7 】

図 5 は、刺激発生部 1 0 、 1 1 を装着したユーザ 1 の腕と、位置姿勢センサ 4 0 0 と、H M D 1 0 0 と、を含む現実空間の様子を示す図である。図 6 は、現実空間の状態が図 5 に示した状態である場合における、仮想空間の一例を示す図である。従って、H M D 1 0 50

0を装着したユーザ1には、図5に示した現実空間と、図6に示した仮想空間とが合成された状態で提示されるのであるが、ここでは説明上、別個に示している。

#### 【0098】

図5に示す如く、上述したように、ユーザ1の手には刺激発生部10が取り付けられており、肘には刺激発生部11が取り付けられている。刺激発生部10、11にはそれぞれ、複数のマーカ40が配されている。また、係るマーカ40は、HMD100にも配されている。そして、それぞれのマーカ40を位置姿勢センサ400が観察している。68は、HMD100の位置姿勢情報のうち姿勢成分で示される視線方向ベクトルである。係る視線方向ベクトル68は、HMD100の位置姿勢情報のうち位置情報が示す位置を始点とするベクトルである。

10

#### 【0099】

一方、図6に示す如く、仮想空間には、背景仮想物体302、303が配置されている。ここで、69は、ユーザ1の視点(HMD100が図5に示した位置姿勢を有している状態で、位置姿勢センサ400がHMD100の位置姿勢として測定した位置姿勢を有する視点)を示している。

#### 【0100】

311は、刺激発生部10の位置姿勢で配された部位仮想物体、312は、刺激発生部11の位置姿勢で配された部位仮想物体を示す。なお、図6では、それぞれの部位仮想物体311、312は、対応する刺激発生部10、11の形状を模した仮想物体であるが、係る形状は特に限定するものではない。しかし、部位仮想物体は、対応する刺激発生部の形状を模した仮想物体、若しくは対応する刺激発生部を装着する人体の部位の形状を模した仮想物体であることが好ましい。これは、刺激発生部やそれを装着する人体の部位の実際の形状と背景仮想物体との干渉判定処理を実現することで、よりリアリティのある干渉判定処理を行う為である。

20

#### 【0101】

55は、視点69の位置姿勢情報や画角情報等の視点情報に基づいて計算されるビューポリュームである。係るビューポリューム55としては、例えば、一般に仮想空間画像を描画する際に設定されるビューポリューム(仮想空間を見るための仮想的な視野に相当するビューポリューム)がある。この場合、ビューポリューム55は、HMD100の表示部102に描画される仮想空間の範囲を示す。図6では、ビューポリューム55は、HMD100の水平画角と垂直画角、視線方向ベクトル68に垂直な2つの面から構成されている。係る2つの面とは、視点69に近い面(前方クリッピング面)と視点69から遠い面(後方クリッピング面)である。なお、ビューポリューム55は、視点に関する情報が変化すればその度に再計算されるもので、その形状やサイズについては適宜決定すれば良い。また、ビューポリューム55を生成するために必要な情報(視点69の位置姿勢情報以外)については、予めデータ記録部205に記録しておく。ここでは、ビューポリューム55を注目範囲として用いる。

30

#### 【0102】

ここで、図6では、部位仮想物体311と背景仮想物体302とが接触しており、部位仮想物体312と背景仮想物体303とが接触している。そして更に図6では、部位仮想物体311はビューポリューム55の内部に位置しており、部位仮想物体312はビューポリューム55の外部に位置している。

40

#### 【0103】

ここで、背景仮想物体と接触している部位仮想物体のうち、注目範囲に含まれている部位仮想物体に対応する刺激発生部に対しては、ユーザ1は注意を払っていると推定することができる。逆に、注目範囲に含まれていない部位仮想物体に対応する刺激発生部に対しては、ユーザ1は注意を払っていないと推定することができる。

#### 【0104】

本実施形態では、注目範囲として求めたビューポリュームと、背景仮想物体と接触している部位仮想物体との位置関係に応じて、それぞれの部位仮想物体についてビューポリ

50

ユーム 5 5 に対する内外判定処理を行う。

【0105】

図 6 の場合、背景仮想物体 302 と接触している部位仮想物体 311 はビューボリューム 5 5 の内部に位置しているので、ユーザ 1 は、刺激発生部 10 を装着した部位については注意を払っていると推定する。一方、背景仮想物体 303 と接触している部位仮想物体 312 はビューボリューム 5 5 の外部に位置しているので、ユーザ 1 は、刺激発生部 11 を装着した部位については注意は払っていないと推定する。

【0106】

そしてこの場合、刺激発生部 10 と刺激発生部 11 とには、それぞれ異なる強度の刺激を発生させるべく、刺激発生部 10、刺激発生部 11 のそれぞれに対する動作設定情報を生成することになる。

10

【0107】

図 7 は、ステップ S 4005 における処理の詳細を示すフローチャートである。

【0108】

なお、ステップ S 4005 では、全ての部位仮想物体を処理対象とするのではなく、ステップ S 4004 における干渉判定処理で背景仮想物体と接触したと判断された部位仮想物体が処理対象となる。

【0109】

ステップ S 7001 では、背景仮想物体と接触したと判断された部位仮想物体のそれぞれの位置情報が示す位置が、視点情報に基づいて設定されるビューボリューム（注目範囲）の内部であるのか外部であるのかを判断する。

20

【0110】

係る判断処理の結果、ビューボリュームの内部に位置する部位仮想物体についてはステップ S 7002 において、係る部位仮想物体に固有の識別情報（例えば ID）を RAM 202 に記録する。一方、ビューボリュームの外部に位置する部位仮想物体についてはステップ S 7003 において、係る部位仮想物体に固有の識別情報（例えば ID）を RAM 202 に記録する。

【0111】

なお、以上の説明では、仮想空間の表示用のビューボリュームを注目範囲として用いたが、四角錐や所定の形状の空間を HMD 100 の視線方向に設定したものも注目範囲としてもよい。例えば、図 8 では、ビューボリューム 5 5 よりも狭い空間を注目範囲（注目判定空間）5 6 として設定している。これは、表示領域の周辺部も注目している可能性が低いとして、注目判定空間 5 6 を見えている範囲（ビューボリューム 5 5）よりも狭く設定している。この注目判定空間 5 6 の内部に、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が存在している場合、注目していると判定する。図 8 は、注目範囲の他の設定方法について説明する図である。

30

【0112】

また、図 8 では、ビューボリューム 5 5 の後方クリッピング面に相当する面も、視点 69 の位置方向にずらして、比較的狭い注目判定空間 5 6 を設定している。本実施形態のように、人体に直接装着する形態の刺激発生部では、表示に使われるビューボリュームほど遠方の仮想物体に触れることがあり得ないため、接触に関する注目範囲に特化した空間としてカスタマイズされている。

40

【0113】

注目範囲のカスタマイズについては、人間の視覚特性やタスク（検証作業）内容などを考慮して決定すると良い。例えば、人間の視野は、垂直方向に上側 60 度、下側 75 度程度であると言われていることから、表示装置がそれ以上の画角を有する場合にも、上側 60 度、下側 75 度程度の範囲を注目範囲として設定する。またさらに、人間の視野内には、分解能の高い中心視野があり、視覚で確認しながら作業を行う（注目して物体に触れる）場合には、中心視野で物体を観察していると考えられる。従って、中心視野付近に注目範囲を設定するようにしても良い。また、タスクによって注目している範囲が狭い、広いという違

50

いがあると考えられる。そこで、操作対象や検証内容などによって、所定の注目範囲を予め決定するようにしても良い。また、予め眼球運動の計測などによりタスク作業中の注目範囲を推定しておき、その結果から注目範囲を設定するようにしても良い。

#### 【0114】

即ち、注目範囲の設定については様々な方法があり、適宜決定すればよい。しかし何れにせよ、視点の位置姿勢が変われば、それに応じて注目範囲は設定し直すことになる。

#### 【0115】

<ステップS4006における動作設定情報の生成処理について>

上述のステップS4006における処理、即ち、背景仮想物体と接触している部位仮想物体に対応する刺激発生部の動作を制御するための動作設定情報を生成する処理について10より詳細に説明する。

#### 【0116】

図9は、ステップS4006における処理の詳細を示すフローチャートである。

#### 【0117】

上記ステップS7002においてRAM202に記録した識別情報については、ステップS9002で処理対象となる。一方、上記ステップS7003においてRAM202に記録した識別情報については、ステップS9003で処理対象となる。

#### 【0118】

ステップS9002では、ステップS7002でRAM202に記録した識別情報に対応する部位仮想物体を特定する。そして、特定した部位仮想物体に対応する刺激発生部に対して設定すべき動作設定情報（注目範囲内用の動作設定情報）を生成（設定）する。

#### 【0119】

一方、ステップS9003では、ステップS7003でRAM202に記録した識別情報に対応する部位仮想物体を特定する。そして、特定した部位仮想物体に対応する刺激発生部に対して設定すべき動作設定情報（注目範囲外用の動作設定情報）を生成（設定）する。

#### 【0120】

図6の場合、刺激発生部10に対しては注目範囲内用の動作設定情報を設定し、刺激発生部11に対しては注目範囲外用の動作設定情報を設定する。

#### 【0121】

なお、どの刺激発生部にどの部位仮想物体が関連付けられているのか（どの刺激発生部の位置姿勢にどの部位仮想物体が配されているのか）を示す対応関係情報は予めデータ記録部205に記録しておく。これにより、部位仮想物体に対応する刺激発生部を特定することができる。

#### 【0122】

そして上記ステップS4007では、上記ステップS7002でRAM202に記録した識別情報に対応する部位仮想物体が関連付けられている刺激発生部には、ステップS9002で設定した動作設定情報を、刺激情報出力部210を介して出力する。

#### 【0123】

また、上記ステップS4007では、上記ステップS7003でRAM202に記録した識別情報に対応する部位仮想物体が関連付けられている刺激発生部には、ステップS9003で設定した動作設定情報を、刺激情報出力部210を介して出力する。

#### 【0124】

本実施形態において、刺激制御の好適な例としては、注目範囲内の接触で発生させる刺激に比べて、注目範囲外での接触で発生させる刺激を強く設定することである。即ち、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれている場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に第1の強度の刺激を発生させるための動作設定情報を設定する。また、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれていない場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に第2の強度の刺激を発生させるための動作設定情報を設定する。なお、第1の強度は、第2の強度よりも弱い。

10

20

30

40

50

**【 0 1 2 5 】**

皮膚感覚刺激部 20 に振動モータを用いて、 PWM 制御により動作させる場合には、予め異なる振動強度を出力する 2 つのデューティー比を設定しておく。そして、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれている場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に対して、低いデューティー比を動作設定情報として設定する。また、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれていない場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に対して、高いデューティー比を動作設定情報として設定する。

**【 0 1 2 6 】**

このようにして設定した動作設定情報を刺激発生部へと出力すると、背景仮想物体と接觸している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれている場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部では比較的弱い刺激が発生する。一方で、背景仮想物体と接觸している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれていない場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部では比較的強い刺激が発生する。ユーザは、背景仮想物体に触れたことを振動刺激の触感として認識することができ、特に注目範囲外での接觸では強い刺激を受けることから、注意を払っていない接觸でも明確に刺激を認識することができるようになる。

**【 0 1 2 7 】**

また、設定する動作設定情報は、デューティー比に限ることはない。例えば、振動モータの制御を入力電圧のアナログ値で制御する場合には、低電圧と高電圧の値を動作設定情報として設定することで、刺激発生部により強い刺激と弱い刺激を出力することができる。また、皮膚感覚刺激部 20 に使用するデバイスによっては、デバイスの駆動周波数や振幅を変化させることで、刺激の強弱を表現しても良い。一般に、機械的な皮膚刺激を与えた場合には、 200 Hz 付近の刺激が最も感度が高いと言われている。そこで、注目範囲外の領域で与える強い刺激を 200 Hz 付近に設定し、注目範囲内で表現する刺激を 100 Hz 以下の刺激にすることにより、周波数変更により刺激の強弱を表現することができるようになる。この場合、動作設定情報は、各周波数値となる。

**【 0 1 2 8 】**

また、異なる刺激として、異なるパターンの刺激で表現しても良い。

**【 0 1 2 9 】**

図 10 は、それぞれ異なる刺激に対応する波形のグラフを示す図である。

**【 0 1 3 0 】**

図 10 ( a ) には、連続的な刺激出力のグラフが示されており、図 10 ( b ) には、刺激が矩形波となる出力のグラフが示されている。そして、それぞれの刺激のパターンを、注目範囲内の刺激、注目範囲外の刺激として割り当てても良い。特に、図 10 ( a ) に示したパターンを注目範囲内用の刺激、図 10 ( b ) に示したパターンを注目範囲外用の刺激に割り当てることが望ましい。これは、図 10 ( a ) に示したパターンにより注目範囲内での継続的な接觸表現を行い、人間にとて認識しやすい刺激である図 10 ( b ) に示したパターンにより注意喚起としての刺激を表現するためである。

**【 0 1 3 1 】**

即ち、注目範囲の中に刺激発生部が含まれている場合には、この刺激発生部に第 1 の刺激を発生させる為の動作設定情報を生成し、注目範囲の中に刺激発生部が含まれていない場合には、この刺激発生部に第 2 の刺激を発生させる為の動作設定情報を生成する。なお、第 1 の刺激と第 2 の刺激とは異なる刺激である。

**【 0 1 3 2 】**

また、注目範囲内の接觸、または注目範囲外での接觸のいずれかでのみ刺激を出力し、もう一方では刺激出力を行わない制御を行ってもよい。

**【 0 1 3 3 】**

以上の説明により、本実施形態によれば、注目範囲の内外で異なる刺激を発生させることができるようになり、注目範囲外で注意を払っていない人体の部位に対して、接觸情報を十分に伝えることができるようになる。

10

20

30

40

50

**【 0 1 3 4 】**

なお、以上説明した構成によれば、ユーザが注目範囲外の接触により強い刺激を受け、刺激部位に目を向けることに伴って仮想空間中の視点の位置姿勢も変更すると、一転して接触部位は注目範囲内となるので、刺激量が注目範囲内のものに変更される。

**【 0 1 3 5 】**

HMD100のトラッキングの情報に基づいた動的な注目範囲変更により、注意喚起のための接触状態刺激と意識的な接触を表現する刺激を自然に切り替えることができるようになる。HMD100のトラッキングは、人体頭部の位置姿勢または表示装置の位置姿勢情報を取得することを意味する。

**【 0 1 3 6 】**

10

**[ 第 2 の 実 施 形 態 ]**

部位仮想物体が注目範囲内に位置しているか否かを判定するための方法には様々なものがある。本実施形態では、撮像部101により撮像された現実空間画像を画像処理することで、部位仮想物体が注目範囲内に位置しているか否かを判定する。

**【 0 1 3 7 】**

なお、本実施形態に係るシステムは、第1の実施形態と同じであるものとし、以下説明する点が、第1の実施形態と異なる。

**【 0 1 3 8 】**

図11は、撮像部101により撮像された現実空間画像の一例を示す図である。410は、現実空間画像であり、図11に示す如く、現実空間画像410内には、背景仮想物体305、ユーザ1の腕1199、刺激発生部10が映っている。更に、刺激発生部10には、2次元バーコード45、マーカ40が配されており、これらも現実空間画像410内に映っている。図11では、刺激発生部10に対応する部位仮想物体は、背景仮想物体305に接触しているものとする。

20

**【 0 1 3 9 】**

2次元バーコード45は、刺激発生部10に固有の識別情報（例えばID）を示すものである。従って、刺激発生部10に固有の識別情報を示すことができるものであれば、2次元バーコード45以外のものを用いても良い。

**【 0 1 4 0 】**

30

本実施形態では、現実空間画像410内（画像中）に刺激発生部が映っている場合には、注目範囲内にこの刺激発生部が位置しているものと判断する。より具体的には、現実空間画像410内で2次元バーコード45を検知し、その2次元バーコード45の認識が成功すれば、係る認識で特定される「2次元バーコード45が示す刺激発生部」が注目範囲内に位置していると判断する。

**【 0 1 4 1 】**

図11では、2次元バーコード45を検出し、認識すると、「現実空間画像410内に刺激発生部10を示す2次元バーコード45が存在する」と判断することができる、刺激発生部10に対して、注目範囲内用の動作設定情報を設定する。

**【 0 1 4 2 】**

40

2次元バーコード45を検知するために行う、現実空間画像410に対する画像処理の範囲は、現実空間画像410の全域を行っても良いし、予め画像処理を行わない部分をマスクし、所定の範囲のみを画像処理対象とするようにしても良い。所定の範囲は、表示部102の表示範囲に対応させて選択しても良いし、中心視野範囲を考慮し、画像周辺部の画素をマスクする設定にしても良い。

**【 0 1 4 3 】**

なお、図11では、現実空間画像410外での刺激発生部10の位置姿勢を取得するため、マーカ40を刺激発生部10に配している。これは、現実空間画像410外（注目範囲外）での刺激発生部10の位置姿勢を取得し、対応する部位仮想物体と背景仮想物体との接触判定を行うためである。

**【 0 1 4 4 】**

50

本実施形態では、実際にユーザが観察している画像を用いて、注目範囲に対する部位仮想物体の内外判定を行うので、その判定結果が、現実の状況に即したものになる。例えば、図11で、刺激発生部10と撮像部101との間に他の現実物体が存在する場合には、刺激発生部10が現実物体に隠れて撮影される。この場合には、「2次元バーコード45」は認識されず、「2次元バーコード45が示す刺激発生部10」が注目範囲内には位置していない判断する。

#### 【0145】

ユーザは物体に隠れた刺激発生部の位置姿勢を十分に確認することができない状況にあるため、この状況を注目範囲外と判定することにより、現実の状況に即した判定を行うことができる。

10

#### 【0146】

##### [第3の実施形態]

刺激発生部が注目範囲と注目範囲外の境界にわたって存在する場合、上記ステップS4005で行う注目判定処理として予め定めた処理方法を用いることが望ましい。

#### 【0147】

一つ目の方法としては、刺激発生部が少しでも注目範囲に存在する場合には、注目（背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲内に位置している）と判定する方法である。

#### 【0148】

二つ目の方法は、対象となる刺激発生部が完全に注目範囲に入っている場合のみを、注目と判定する方法である。この場合は、刺激発生部が境界に存在する場合は、注目範囲外として扱われる。

20

#### 【0149】

さらに、境界に存在する場合を特別な場合として、特別な判定を与えて良い。第1の実施形態のように、注目範囲を仮想空間中に設定して注目判定処理を行う場合には、仮想空間中で部位仮想物体が注目範囲と注目範囲外の境界にまたがって存在する場合を境界に存在するとする。一方、第2の実施形態のように画像処理により注目判定処理を行う場合には、画像の周辺部においてマーカーの一部のみが確認された場合を境界に存在すると判定する。

#### 【0150】

30

図12は、注目範囲の内外、境界、の何れに、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が位置しているのかを判断する為の処理のフローチャートである。なお、図12のフローチャートに従った処理は、上記ステップS4005で行うものである。以下の説明では、ビューボリュームなどを用いて仮想空間中に注目範囲を設定した場合に、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の内外、境界、の何れに位置しているのかを判断するものとする。

#### 【0151】

なお、ステップS4005では、全ての部位仮想物体を処理対象とするのではなく、ステップS4004における干渉判定処理で背景仮想物体と接触したと判断された部位仮想物体が処理対象となる。

40

#### 【0152】

ステップS1201では、背景仮想物体と接触したと判断されたそれぞれの部位仮想物体について、部位仮想物体の全体が注目範囲内に収まっているか否かを判断する。

#### 【0153】

収まっていると判断された部位仮想物体については、ステップS1202における処理対象となる。一方、収まらないと判断された部位仮想物体については、ステップS1203における処理対象となる。

#### 【0154】

ステップS1202では、全体が注目範囲内に収まっている部位仮想物体に固有の識別情報（例えばID）をRAM202に記録する。

50

**【 0 1 5 5 】**

ステップ S 1 2 0 3 では、ステップ S 1 2 0 1 で収まっているないと判断された部位仮想物体について、部位仮想物体の全体が注目範囲外に収まっているか否かを判断する。

**【 0 1 5 6 】**

収まっていると判断された部位仮想物体については、ステップ S 1 2 0 4 における処理対象となる。一方、収まっているないと判断された部位仮想物体については、ステップ S 1 2 0 5 における処理対象となる。

**【 0 1 5 7 】**

ステップ S 1 2 0 4 では、全体が注目範囲外に収まっている部位仮想物体に固有の識別情報（例えば ID）を RAM 2 0 2 に記録する。

10

**【 0 1 5 8 】**

ステップ S 1 2 0 5 では、注目範囲と注目範囲外の境界に位置している部位仮想物体（ステップ S 1 2 0 1, S 1 2 0 3 の何れの判断でも該当しない仮想物体）に固有の識別情報（例えば ID）を RAM 2 0 2 に記録する。

**【 0 1 5 9 】**

そして、その後、ステップ S 4 0 0 6 では、上記 3 通りのぞれぞれについて動作設定情報を設定する。例えば、全体が注目範囲内に収まっている部位仮想物体、全体が注目範囲外に収まっている部位仮想物体が存在する場合には、第 1 の実施形態と同様に動作設定情報を設定する。

**【 0 1 6 0 】**

20

また、注目範囲と注目範囲外の境界に位置する部位仮想物体に対応する刺激発生部については、例えば、次のような動作設定情報を設定する。即ち、全体が注目範囲外に収まっている部位仮想物体に対応する刺激発生部に発生させる刺激強度と、全体が注目範囲内に収まっている部位仮想物体に対応する刺激発生部に発生させる刺激強度と、の中間強度を示す動作設定情報を設定する。

**【 0 1 6 1 】**

以上の説明により、本実施形態によれば、注目範囲周辺の接触でも、注目範囲に比べて強い刺激を設定することにより、注目の度合いに応じた刺激をユーザに与えることができる。

**【 0 1 6 2 】**

30

**[ 第 4 の実施形態 ]**

以上の実施形態では、刺激発生部に皮膚感覚刺激部を取り付け、皮膚感覚刺激を人体に与えていた。しかし、例えば、音を発生する音源部を刺激発生部に取り付けることで、音刺激を人体に与えるようにしても良い。ここで、音源部は例えば小型のスピーカである。ユーザに接触を知らせる目的から、皮膚感覚刺激を用いることは好適であるが、皮膚感覚刺激を与える装置は皮膚（人体）との密着性が要求される場合が多く、刺激発生部の着脱が煩雑になる場合が多い。一方、音による接触通知は手軽に使用できるという観点から優れている。皮膚感覚刺激部の代わりに音源部を使用する場合にも、注目範囲の内外で発生音量や音の内容などを変化させることで、注目範囲外での接触に気づきやすくなる。

**【 0 1 6 3 】**

40

音により接触情報を表現する場合、外部スピーカを使用することも可能であるが、接触位置に近い場所に小型のスピーカを配置し、接触位置が音で判断できるようにすることが望ましい。更に、上記実施形態で示した振動と、音と、を併用すると、リアル感が増すため望ましい。

**【 0 1 6 4 】**

尚、ユーザの作業中に別の音が発生している場合や、複数の作業者で同時に作業を行う場合、複数の音が発生して分かりにくくなる。その場合には、皮膚感覚刺激を優先して使用すると良い。このように作業の状態に応じて使用する刺激発生部を適時変更しても良い。

**【 0 1 6 5 】**

50

**[ 第 5 の 実 施 形 態 ]**

以上の実施形態では、ステップ S 4 0 0 5 における処理では、全ての部位仮想物体を処理対象とするのではなく、ステップ S 4 0 0 4 における干渉判定処理で背景仮想物体と接触したと判断された部位仮想物体を処理対象としていた。

**【 0 1 6 6 】**

本実施形態では、先に、部位仮想物体が注目範囲内に位置しているか否かを判断し、その後で、部位仮想物体と背景仮想物体との干渉判定処理を行う。

**【 0 1 6 7 】**

図 1 3 は、演算処理装置 2 0 0 による各刺激発生部 1 0 、 1 1 、 1 2 の動作制御処理のフロー チャートである。なお、図 1 3 において、図 4 と同じステップには同じステップ番号を付けており、その説明は省略する。10

**【 0 1 6 8 】**

ステップ S 1 3 0 4 では、全ての部位仮想物体について、注目範囲内に位置しているか否かを判断する。注目範囲に対する部位仮想物体の内外判定処理については、上述の通りである。

**【 0 1 6 9 】**

そして、ステップ S 1 3 0 5 では、全ての部位仮想物体について、背景仮想物体との干渉判定処理を行う。

**【 0 1 7 0 】**

注目範囲に対する部位仮想物体の内外判定処理を、部位仮想物体と背景仮想物体との干渉判定処理に先立って行うことにより、先の処理の結果を後段の処理で用いることができる。20

**【 0 1 7 1 】**

例えば、注目範囲内に位置していると判断された部位仮想物体については、より詳細な形状の形状情報を用いて背景仮想物体との干渉判定処理を行う。一方、注目範囲外に位置している判断された部位仮想物体については、より簡易な形状情報を用いて背景仮想物体との干渉判定処理を行う。

**【 0 1 7 2 】**

具体的には、図 6 に示した仮想空間の場合、部位仮想物体 3 1 1 についてはより手に近い形状で背景仮想物体との干渉判定処理を行い、部位仮想物体 3 1 2 については単純な形状（例えば円柱等の形状）で背景仮想物体との干渉判定処理を行う。30

**【 0 1 7 3 】**

このように、接触判定の処理を制御することにより、注目範囲外での接触判定による計算コストを削減することができる。

**【 0 1 7 4 】**

そして、背景仮想物体と接触している部位仮想物体のうち、注目範囲内に位置している部位仮想物体、注目範囲外に位置している部位仮想物体のそれぞれについては、上記実施形態と同様の処理を行う。

**【 0 1 7 5 】****[ 第 6 の 実 施 形 態 ]**

第 1 の実施形態で説明したように、注目範囲内で部位仮想物体と背景仮想物体とが接触した場合に発生させる刺激に比べて、注目範囲外で部位仮想物体と背景仮想物体とが接触した場合に発生させる刺激を強く設定することが好ましい。即ち、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれている場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に第 1 の強度の刺激を発生させるための動作設定情報を設定する。また、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が注目範囲の中に含まれていない場合には、この部位仮想物体に対応する刺激発生部に第 2 の強度の刺激を発生させるための動作設定情報を設定する。なお、第 1 の強度は、第 2 の強度よりも弱い。40

**【 0 1 7 6 】**

しかし、注目範囲外での接触について継続的に強い刺激を発生させた場合には、ユーザ50

が接触を認識した上でもさらに強い刺激が継続することになる。例えば、図1でユーザ1がヒザの部分の接触を理解した上で作業検証を行う場合に、継続的に強い刺激をヒザ部分に受けていると、刺激提示を煩わしく感じる可能性がある。そこで、本実施形態では、注目範囲外で部位仮想物体と背景仮想物体とが接触した場合に発生させる刺激は、接触開始時から所定時間（予め定められた時間）の間のみ発生させる、とする。

#### 【0177】

図14は、部位仮想物体と背景仮想物体との接触が注目範囲外で継続した場合に発生させる刺激の強度を、時系列に示したグラフを示す図である。図14では、部位仮想物体と背景仮想物体との接触が0秒のタイミングで発生したとする。本実施形態では、図14に示すように、接触開始時から予め定められた時間だけ経過した後（図14では1.5秒後）に、刺激強度を第一段階から第二段階に低下させる。

10

#### 【0178】

係る制御により、注目範囲外での接触を気づきやすくさせる効果と、強い刺激が続くことの煩わしさの解消を両立することができる。少なくとも第一段階の刺激強度は、注目範囲内における刺激強度よりも高くすることが好適である。

#### 【0179】

即ち、本実施形態では、第2の強度の刺激を発生させるために刺激発生部に設定させる動作設定情報は、予め定められた時間内のみ第2の刺激を刺激発生部に発生させるための動作設定情報である。

#### 【0180】

20

##### [第7の実施形態]

上記実施形態では、刺激発生部と背景仮想物体との干渉判定処理を行うために、刺激発生部の位置姿勢に部位仮想物体を配置し、係る部位仮想物体と背景仮想物体との干渉判定処理を行った。また上記実施形態では、刺激発生部が注目範囲の内側に位置しているのか外側に位置しているのかを判断するためにも、部位仮想物体を用いた。

#### 【0181】

このように、部位仮想物体を用いることで、現実世界の形状を仮想空間に反映することが可能となり、詳細な上記各判定を行うことができる。しかし、計算コストの面では、不利になる側面がある。そこで、本実施形態では、各皮膚感覚刺激部の位置を取得し、仮想空間に反映させる。

30

#### 【0182】

例えは、グローブ型の刺激発生部の各指先に皮膚感覚刺激部が配されている場合、それぞれの皮膚感覚刺激部の位置を仮想空間中にポイントとして反映させる。そして、そのポイントを部位仮想物体として用いる。

#### 【0183】

このように、本実施形態によれば、ボリュームのある部位仮想物体を用いないので、計算コストとしては上記実施形態よりも有利となる。一方、多くの皮膚感覚刺激部が用いられる場合には、それぞれの皮膚感覚刺激部の現実空間中での位置を取得することは困難となるので、各実施形態で説明した何れの構成を採用するのかは使用用途ごとに考慮すればよい。

40

#### 【0184】

なお、本実施形態では、仮想空間に反映させる現実空間の情報が、体積を持たないポイントであるため、皮膚感覚刺激部の位置情報を取得すれば良い。すなわち、姿勢情報が必要なくなるため、皮膚感覚刺激部については、位置姿勢センサではなく、3自由度のセンサを使用することができる。

#### 【0185】

##### [第8の実施形態]

上記実施形態では、部位仮想物体は現実空間中での刺激発生部の形状を模したものであるとした。しかし、係る形状は上述の通り、特に限定するものではない。例えは、グローブ型の刺激発生部を使用する場合であっても、係る刺激発生部の位置姿勢に配置する部位

50

仮想物体の形状は円柱形状としても良い。

#### 【0186】

また例えば、グローブ型の刺激発生部の位置姿勢で配置する部位仮想物体として、手に工具を持した形状の仮想物体を用いても良い。もちろん、係る仮想物体は、背景仮想物体との干渉判定処理、注目範囲に対する内外判定処理のみに用いるだけでなく、実際に表示しても良い。これにより、仮想的な工具を使用して作業検証を行うことができるようになる。

#### 【0187】

また、上記実施形態では、刺激発生部は、人体に装着する為の形状を有するように構成されているものとしたが、これに限定するものではない。例えば、棒状の刺激発生部に複数の皮膚感覚刺激部を設置する構成としても良い。この場合、部位仮想物体の形状をドライバやスパナなどの工具形状として、実際の刺激発生部の形状と異なるものに設定し、表示する。これにより、ユーザは工具を使用した作業を仮想的に体験することができるようになる。把持型の刺激発生部は、人体による直感的な操作感が失われる可能性があるものの、装着の煩雑さを改善することができる。また、現実の作業のシミュレーションを仮想空間で効果的に行うことができるようになる。

#### 【0188】

##### [第9の実施形態]

上記実施形態では、頭部装着型表示装置の一例としてHMD100を用いた。しかし、頭部装着型表示装置としてHMD100以外のものを用いてもよいし、頭部装着型表示装置以外の表示装置を用いても良い。例えば、ヘッドトラッキングにより視線方向を特定できる形態や、表示装置自体のトラッキングにより仮想的な視線方向がトラッキングできる形態であれば良く、如何なる表示装置を用いても良い。

#### 【0189】

ヘッドトラッキングを実現する環境としては、例えば、大型のディスプレイと偏光眼鏡により立体視を行うシステムがある。この場合、偏光眼鏡の位置姿勢から、注目範囲を設定することができる。

#### 【0190】

##### [第10の実施形態]

上記実施形態では、注目範囲内で部位仮想物体と背景仮想物体とが接触した場合に発生させる刺激に比べて、注目範囲外で部位仮想物体と背景仮想物体とが接触した場合に発生させる刺激を強く設定する例などを説明した。但し、振動モータなどの皮膚感覚刺激部を用いる場合、同じ刺激強度でも人体の取り付け場所によって感じる強度が異なる場合がある。

#### 【0191】

例えば、人の指先は刺激に対して敏感に反応するが、ヒザやヒジはあまり敏感に反応しない。このため、人体の異なる部位に皮膚感覚刺激部を装着する場合は、事前に各部位を仮想物体と接触させ、同じ刺激強度と感じる値をあらかじめ各部位の基準強度として設定しておくと望ましい。そして、この基準強度を元にして、各部位の刺激強度を、注目範囲内か、注目範囲外かで異なる値とすれば、全身の各部位でも、仮想物体との接触を注目範囲内外でより明瞭に提示させることができる。

#### 【0192】

なお、本実施形態は、刺激発生強度を例として説明したが、提示パターンや周波数など他の制御方法でも同様である。

#### 【0193】

また、以上で説明した各実施形態は適宜組み合わせて用いても良い。

#### 【0194】

##### [その他の実施形態]

また、本発明の目的は、以下のようにすることによって達成されることはいうまでもない。即ち、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コードを記録し

10

20

30

40

50

た記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給する。係る記憶媒体は言うまでもなく、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。そして、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行する。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

#### 【0195】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行う。その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。10

#### 【0196】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カ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とする。その後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カ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い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

#### 【0197】

本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0198】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るシステムが使用されている状況を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係るシステムのハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図3】刺激発生部10の概略構成を示す図である。

【図4】演算処理装置200による各刺激発生部10、11、12の動作制御処理のフローチャートである。

【図5】刺激発生部10、11を装着したユーザ1の腕と、位置姿勢センサ400と、HMD100と、を含む現実空間の様子を示す図である。30

【図6】現実空間の状態が図5に示した状態である場合における、仮想空間の一例を示す図である。

【図7】ステップS4005における処理の詳細を示すフローチャートである。

【図8】注目範囲の他の設定方法について説明する図である。

【図9】ステップS4006における処理の詳細を示すフローチャートである。

【図10】それぞれ異なる刺激に対応する波形のグラフを示す図である。

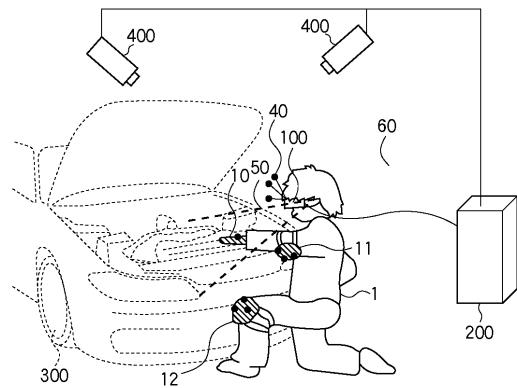
【図11】撮像部101により撮像された現実空間画像の一例を示す図である。

【図12】注目範囲の内外、境界、の何れに、背景仮想物体と接触している部位仮想物体が位置しているのかを判断する為の処理のフローチャートである。

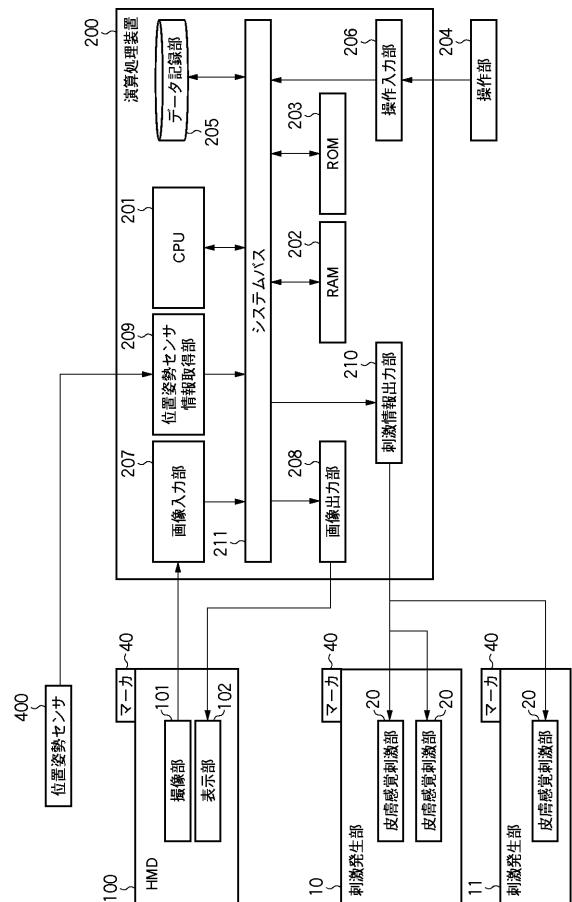
【図13】演算処理装置200による各刺激発生部10、11、12の動作制御処理のフローチャートである。40

【図14】部位仮想物体と背景仮想物体との接触が注目範囲外で継続した場合に発生させる刺激の強度を、時系列に示したグラフを示す図である。

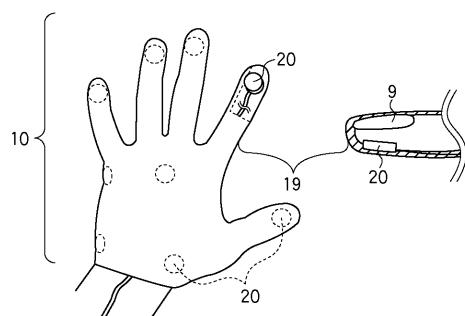
【図1】



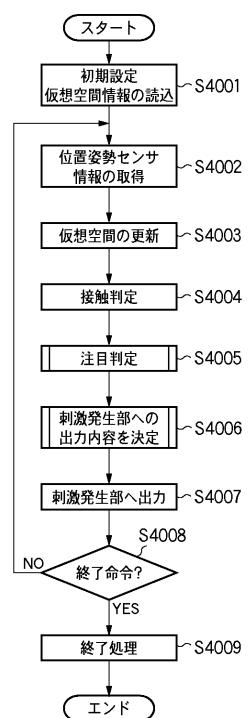
【図2】



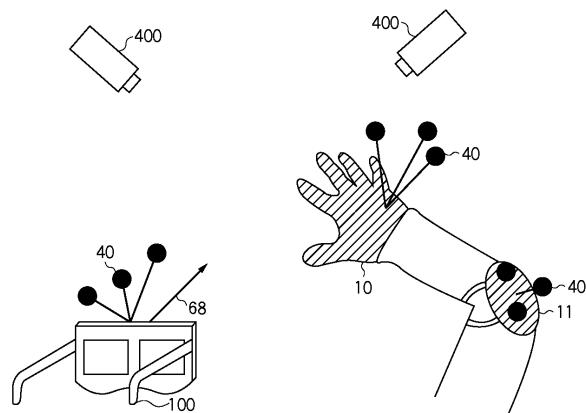
【図3】



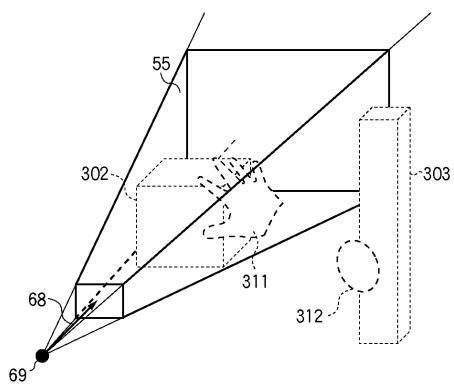
【図4】



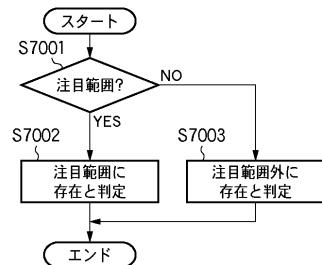
【図5】



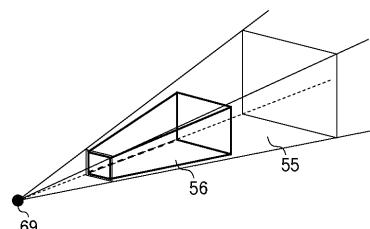
【図6】



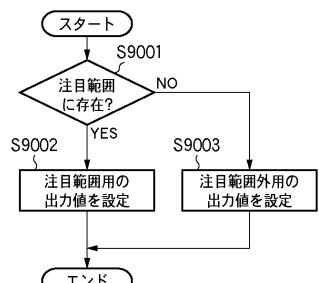
【図7】



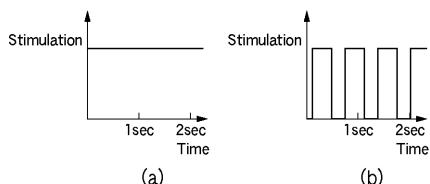
【図8】



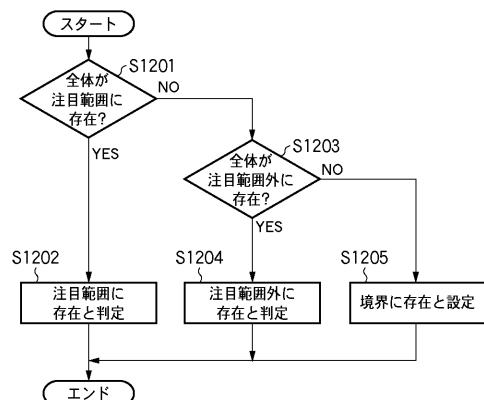
【図9】



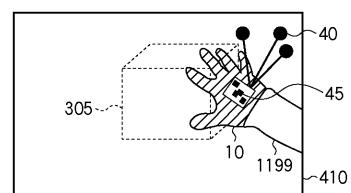
【図10】



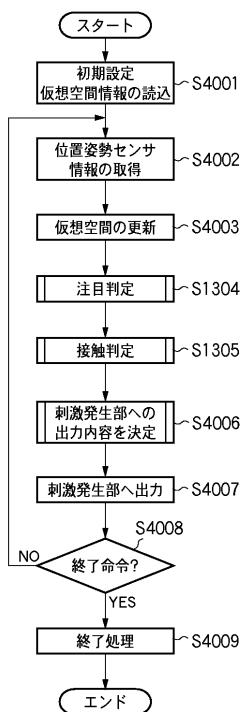
【図12】



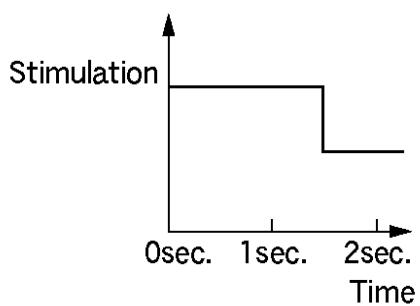
【図11】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 野上 敦史

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 西村 直樹

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 千葉 久博

(56)参考文献 特開2004-318399(JP,A)

特開2003-316493(JP,A)

特開2001-229408(JP,A)

特開平09-120464(JP,A)

特開平08-069449(JP,A)

特表2000-501033(JP,A)

Mark Hodges, "ダウンサイ징進むバーチャルリアリティ", 日経CG, 日本, 日経BP社  
, 1998年11月 8日, 第146号, p.153-159

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 19/00, 19/20

A63F 9/24, 13/00 - 13/12

G06F 3/01, 3/048

G06T 15/00 - 15/87

G09G 5/00 - 5/42