

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年7月5日(05.07.2018)

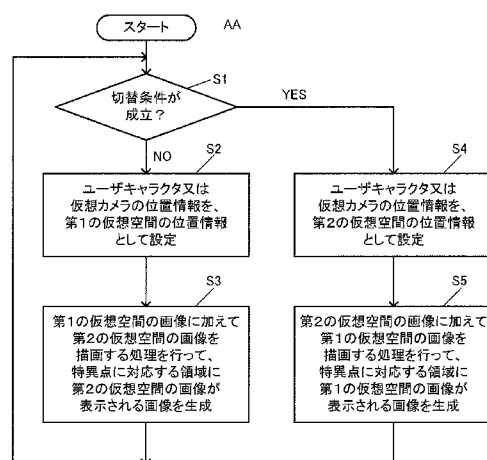


(10) 国際公開番号
WO 2018/124280 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 19/00 (2011.01) *G06F 3/0481* (2013.01)
A63F 13/52 (2014.01) *G09G 5/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/047250
- (22) 国際出願日: 2017年12月28日(28.12.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-256772 2016年12月28日(28.12.2016) JP
- (71) 出願人:株式会社バンダイナムコエンターテインメント (BANDAI NAMCO ENTERTAINMENT INC.) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目37番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田宮 幸春 (TAMIYA Yukiharu); 〒1080014 東京都港区芝五丁目37番8号 株式会社バンダイナムコエンターテインメント内 Tokyo (JP). 小笹 千紘 (KOZASA Chihiro); 〒1080014 東京都港区芝五丁目37番8号 株式会社バンダイナムコエンターテインメント内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 竹腰 昇, 外 (TAKEKOSHI Noboru et al.); 〒1010063 東京都千代田区神田淡路町2-8 プロステック淡路町3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: SIMULATION SYSTEM, IMAGE PROCESSING METHOD, AND INFORMATION STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: シミュレーションシステム、画像処理方法及び情報記憶媒体



- S1 Is switching condition established?
- S2 Set positional information about user character or virtual camera as positional information in first virtual space
- S3 Perform process for rendering image of second virtual space such that image of second virtual space is added to image of first virtual space, and generate image in which image of second virtual space is displayed in area corresponding to singular point
- S4 Set positional information about user character or virtual camera as positional information in second virtual space
- S5 Perform process for rendering image of first virtual space such that image of first virtual space is added to image of second virtual space, and generate image in which image of first virtual space is displayed in area corresponding to singular point
- AA Start

(57) Abstract: This simulation system includes a virtual space setting unit, a moving body processing unit, and a display processing unit. The virtual space setting unit sets a first virtual space and a second virtual space as virtual spaces. Until a switching condition is established, the display processing unit sets positional information about a user's moving body or a virtual camera as positional information in the first virtual space, performs a process for rendering an image of the second virtual space such that the image of the second virtual space is added to an image of the first virtual space, and



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

generates an image in which the image of the second virtual space is displayed in an area corresponding to a singular point. When the switching condition has been established, the display processing unit sets the positional information about the user's moving body or the virtual camera as positional information in the second virtual space, performs a process for rendering an image of the first virtual space such that the image of the first virtual space is added to an image of the second virtual space, and generates an image in which the image of the first virtual space is displayed in an area corresponding to a singular point.

(57) 要約: シミュレーションシステムは仮想空間設定部と移動体処理部と表示処理部を含む。仮想空間設定部は仮想空間として第1の仮想空間と第2の仮想空間を設定する。表示処理部は、切替条件が成立する前においては、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の仮想空間の画像に加えて第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域に第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。切替条件が成立した場合には、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。

明 細 書

発明の名称：

シミュレーションシステム、画像処理方法及び情報記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、シミュレーションシステム、画像処理方法及び情報記憶媒体等に関する。

背景技術

[0002] 従来より、仮想空間において仮想カメラから見える画像を生成するシミュレーションシステムが知られている。例えば仮想カメラから見える画像をHMD（頭部装着型表示装置）に表示して、バーチャルリアリティ（VR）を実現するシミュレーションシステムの従来技術としては、特許文献1等に表示される技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-309269号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このようなシミュレーションシステムでは、複数のオブジェクトが配置設定される仮想空間として、1つの仮想空間だけが設定される。そしてユーザは、自身に対応するユーザキャラクタが、当該1つの仮想空間で移動することで、バーチャルリアリティの世界を楽しむことになる。しかしながら、従来は、例えば複数の仮想空間を移動可能な仮想現実を実現するシミュレーションシステムについては提案されていなかった。

[0005] 本発明の幾つかの態様によれば、複数の仮想空間を移動可能な仮想現実を実現できるシミュレーションシステム、画像処理方法及び情報記憶媒体等を提供できる。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行う表示処理部と、を含み、前記仮想空間設定部は、前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、前記表示処理部は、所与の切替条件が成立する前においては、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、前記第1の仮想空間の画像に加えて前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、前記第2の仮想空間の画像に加えて前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、前記表示処理部は、前記仮想カメラの視線方向が、前記第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成するシミュレーションシステムに関係する。また本発明は、上記各部としてコンピュータを機能させるプログラム、又は該プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体に関係する。

[0007] 本発明の一態様によれば、ユーザ移動体が移動する仮想空間において、仮想カメラから見える画像が生成される。また仮想空間として第1の仮想空間と第2の仮想空間が設定される。そして切替条件が成立する前においては、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報が第1の仮想空間の位置情報として設定され、第1の仮想空間の画像に加えて第2の仮想空間の画像が描画され

て、特異点に対応する領域に第2の仮想空間の画像が表示される画像が生成される。一方、切替条件が成立すると、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報が第2の仮想空間の位置情報として設定され、第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像が描画されて、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像が生成される。そして本発明の一態様では、仮想カメラの視線方向が、第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像が生成されるようになる。このようにすれば、ユーザ移動体又は仮想カメラが特異点に対応する領域を通過することで、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置が第1の仮想空間の位置から第2の仮想空間の位置に切り替わるようになる。そしてユーザ移動体又は仮想カメラが第1の仮想空間に位置する場合には、第1の仮想空間の画像に加えて第2の仮想空間の画像が描画されて、特異点に対応する領域に第2の仮想空間の画像が表示されるようになる。一方、ユーザ移動体又は仮想カメラが第2の仮想空間に位置する場合には、第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像が描画されて、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示されるようになる。これにより、複数の仮想空間を移動可能な仮想現実を実現できるシミュレーションシステム等の提供が可能になる。

[0008] また本発明の一態様では、前記表示処理部は、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが、前記第1の進行方向とは異なる第2の進行方向で前記特異点を通過した場合には、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、前記第1の描画処理として、少なくとも前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行ってもよい。

[0009] このようにすれば、ユーザ移動体又は仮想カメラが、第1の進行方向とは異なる第2の進行方向で、特異点に対応する領域を通過することで、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置が第2の仮想空間の位置から第1の仮想空間の位置に切り替わるようになる。

[0010] また本発明の一態様では、前記表示処理部は、前記ユーザ移動体又は前記

仮想カメラが前記特異点に対応する場所を通過することで前記切替条件が成立した場合に、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、第3の仮想空間の位置情報として設定し、第3の描画処理として、少なくとも前記第3の仮想空間の画像を描画する処理を行ってもよい。

[0011] このようにすれば、第1、第2の仮想空間に加えて、第3の仮想空間を移動する仮想現実を実現できるシミュレーションシステム等の提供が可能になる。

[0012] また本発明の一態様では、前記表示処理部は、複数の前記ユーザがプレイする場合に、複数の前記ユーザに対応する複数の前記ユーザ移動体又は複数の前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を通過して前記第1の仮想空間に戻ったことを条件に、前記第3の描画処理を許可してもよい。

[0013] このようにすれば、複数のユーザがプレイする場合に、一部のユーザが第2の仮想空間に取り残されてしまうような事態の発生を防止できる。

[0014] また本発明の一態様では、前記表示処理部は、前記ユーザの入力情報又はセンサの検出情報に基づいて、前記切替条件が成立したか否かを判断してもよい。

[0015] このようにすれば、ユーザの入力情報やセンサの検出情報に基づいて仮想空間を切り替える処理などを実現できるようになる。

[0016] また本発明の一態様では、前記ユーザが移動する実空間のプレイフィールドには、前記特異点に対応する物体が配置されており、前記表示処理部は、前記ユーザが前記実空間において前記物体の場所を通過した場合に、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが、前記特異点に対応する場所を通過したと判断してもよい。

[0017] このようにすれば、実空間において、特異点に対応する物体の場所を実際に通過することで、対応するユーザ移動体又は仮想カメラが、特異点の場所を通過したと判断されるようになるため、ユーザの仮想現実感を向上できる。

[0018] また本発明の一態様では、前記表示処理部は、前記特異点を設定又は非設

定にする処理を行ってもよい。

[0019] このようにすれば、特異点の設定、非設定を切り替えることが可能になり、より多様なゲーム処理やゲーム演出などを実現できるようになる。

[0020] また本発明の一態様では、前記ユーザに仮想現実を体験させるための体感装置を制御する体感装置制御部を含み（体感装置制御部としてコンピュータを機能させ）、前記体感装置制御部は、前記切替条件が成立していない場合の前記体感装置の制御と、前記切替条件が成立した場合の前記体感装置の制御を異ならせてもよい。

[0021] このようにすれば、仮想空間が切り替わったことを、体感装置を用いてユーザに効果的に体感させることが可能になる。

[0022] また本発明の一態様では、複数の前記ユーザがプレイする場合に、実空間でのユーザ間の衝突の報知情報の出力処理を行う報知処理部を含んでもよい（報知処理部としてコンピュータを機能させてもよい）。

[0023] このようにすれば、例えば、仮想空間では衝突が発生していないのに、実空間においてユーザ間の衝突が発生するような状況において、ユーザ間の衝突の発生の可能性をユーザに対して効果的に報知できるようになる。

[0024] また本発明の一態様では、実空間での前記ユーザの位置情報を取得する情報取得部を含み（情報取得部としてコンピュータを機能させ）、前記移動体処理部は、取得された前記位置情報に基づいて、前記ユーザ移動体を移動させる処理を行い、前記表示処理部は、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置の表示画像を生成し、前記表示処理部は、前記切替条件が成立する前においては、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、前記切替条件が成立した場合には、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定してもよい。

[0025] このようにすれば、実空間でのユーザの位置情報が取得され、取得された

位置情報に基づいて、仮想空間においてユーザ移動体等を移動するようになる。そして切替条件が成立すると、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置が第1の仮想空間の位置から第2の仮想空間の位置に切り替わるようになり、複数の仮想空間を移動する仮想現実感を更に向上することが可能になる。

[0026] また本発明の一態様は、実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得部と、オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、取得された前記位置情報に基づいて、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行い、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置に表示する画像を生成する表示処理部と、を含み、前記仮想空間設定部は、前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、前記表示処理部は、所与の切替条件が成立する前においては、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、少なくとも前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行い、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、少なくとも前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行うシミュレーションシステムに関係する。また本発明は、上記各部としてコンピュータを機能させるプログラム、又は該プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体に関係する。

[0027] 本発明の一態様によれば、実空間でのユーザの位置情報が取得され、取得された位置情報に基づいて、仮想空間においてユーザ移動体等を移動するようになる。そして切替条件が成立すると、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置が、第1の仮想空間の位置から第2の仮想空間の位置に切り替わるように

なる。これにより、複数の仮想空間を移動可能な仮想現実を実現できるシミュレーションシステム等の提供が可能になる。

[0028] また本発明の他の態様は、オブジェクトが配置される仮想空間を設定する仮想空間設定処理と、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる移動体処理と、前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行う表示処理と、を行い、前記仮想空間設定処理において、前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、前記表示処理において、所与の切替条件が成立する前は、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、前記第1の仮想空間の画像に加えて前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、前記第2の仮想空間の画像に加えて前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、前記表示処理において、前記仮想カメラの視線方向が、前記第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成する画像処理方法に関係する。

[0029] また本発明の他の態様は、実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得処理と、オブジェクトが配置される仮想空間を設定する仮想空間設定処理と、取得された前記位置情報に基づいて、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる移動体処理と、前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行い、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置に表示する画像を生成する表示処理と、を行い、前記仮想空間設

定処理において、前記仮想空間として、第１の仮想空間と、前記第１の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第２の仮想空間とを設定し、前記表示処理において、所与の切替条件が成立する前は、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第１の仮想空間の位置情報として設定し、第１の描画処理として、少なくとも前記第１の仮想空間の画像を描画する処理を行い、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第１の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第２の仮想空間の位置情報として設定し、第２の描画処理として、少なくとも前記第２の仮想空間の画像を描画する処理を行う画像処理方法に係る。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]本実施形態のシミュレーションシステムの構成例を示すブロック図。
- [図2]図２（Ａ）、図２（Ｂ）は本実施形態に用いられるＨＭＤの一例。
- [図3]図３（Ａ）、図３（Ｂ）は本実施形態に用いられるＨＭＤの他の例。
- [図4]シミュレーションシステムのプレイフィールドを説明する斜視図。
- [図5]シミュレーションシステムのプレイフィールドを説明する上面図。
- [図6]図６（Ａ）～図６（Ｅ）は仮想空間の切替手法の一例の説明図。
- [図7]第１の仮想空間側からドアを見た場合の画像例。
- [図8]第２の仮想空間の説明図。
- [図9]第２の仮想空間側からドアを見た場合の画像例。
- [図10]図１０（Ａ）、図１０（Ｂ）は第２の仮想空間での体感装置の制御例の説明図。
- [図11]図１１（Ａ）、図１１（Ｂ）は第３の仮想空間の画像の説明図。
- [図12]第３の仮想空間の画像の説明図。
- [図13]図１３（Ａ）、図１３（Ｂ）は本実施形態の手法の説明図。
- [図14]図１４（Ａ）、図１４（Ｂ）は本実施形態の手法の説明図。

[図15]図15(A)、図15(B)は第3の仮想空間への切替手法の説明図。

[図16]第3の仮想空間への切替手法の説明図。

[図17]図17(A)、図17(B)は複数のユーザがプレイする場合の本実施形態の手法の説明図。

[図18]図18(A)、図18(B)は複数のユーザがプレイする場合の本実施形態の手法の説明図。

[図19]図19(A)、図19(B)はユーザの入力情報やセンサの検出情報による切替手法の説明図。

[図20]図20(A)、図20(B)は特異点に対応する物体を配置して仮想空間の切替を行う手法の説明図。

[図21]図21(A)、図21(B)は特異点を設定、非設定にする手法の説明図。

[図22]図22(A)、図22(B)は体感装置の制御手法の説明図。

[図23]図23(A)、図23(B)は衝突の報知情報の出力手法の説明図。

[図24]衝突の報知情報の出力手法の説明図。

[図25]図25(A)、図25(B)は本実施形態での特殊な画像表示例の説明図。

[図26]図26(A)、図26(B)はHMDを装着するユーザの位置情報を取得する手法の説明図。

[図27]本実施形態の詳細な処理例を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

[0032] 1. シミュレーションシステム

図1は、本実施形態のシミュレーションシステム（シミュレータ、ゲーム

システム、画像生成システム）の構成例を示すブロック図である。本実施形態のシミュレーションシステムは例えばバーチャルリアリティ（VR）をシミュレートするシステムであり、ゲームコンテンツを提供するゲームシステム、スポーツ競技シミュレータや運転シミュレータなどのリアルタイムシミュレーションシステム、SNSのサービスを提供するシステム、映像等のコンテンツを提供するコンテンツ提供システム、或いは遠隔作業を実現するオペレーティングシステムなどの種々のシステムに適用可能である。なお、本実施形態のシミュレーションシステムは図1の構成に限定されず、その構成要素（各部）の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

[0033] 操作部160は、ユーザ（プレーヤ）が種々の操作情報（入力情報）を入力するためのものである。操作部160は、例えば操作ボタン、方向指示キー、ジョイスティック、ハンドル、ペダル、レバー又は音声入力装置等の種々の操作デバイスにより実現できる。

[0034] 記憶部170は各種の情報を記憶する。記憶部170は、処理部100や通信部196などのワーク領域として機能する。ゲームプログラムや、ゲームプログラムの実行に必要なゲームデータは、この記憶部170に保持される。記憶部170の機能は、半導体メモリ（DRAM、VRAM）、HDD（ハードディスクドライブ）、SSD、光ディスク装置などにより実現できる。記憶部170は、オブジェクト情報記憶部172、描画バッファ178を含む。

[0035] 情報記憶媒体180（コンピュータにより読み取り可能な媒体）は、プログラムやデータなどを格納するものであり、その機能は、光ディスク（DVD、BD、CD）、HDD、或いは半導体メモリ（ROM）などにより実現できる。処理部100は、情報記憶媒体180に格納されるプログラム（データ）に基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち情報記憶媒体180には、本実施形態の各部としてコンピュータ（入力装置、処理部、記憶部、出力部を備える装置）を機能させるためのプログラム（各部の処理をコンピ

ユータに実行させるためのプログラム）が記憶される。

[0036] HMD 200（頭部装着型表示装置）は、ユーザの頭部に装着されて、ユーザの眼前に画像を表示する装置である。HMD 200は非透過型であることが望ましいが、透過型であってもよい。またHMD 200は、いわゆるメガネタイプのHMDであってもよい。

[0037] HMD 200は、センサ部210、表示部220、処理部240を含む。なおHMD 200に発光素子を設ける変形実施も可能である。センサ部210は、例えばヘッドトラッキングなどのトラッキング処理を実現するためのものである。例えばセンサ部210を用いたトラッキング処理により、HMD 200の位置、方向を特定する。HMD 200の位置、方向が特定されることで、ユーザの視点位置、視線方向を特定できる。

[0038] トラッキング方式としては種々の方式を採用できる。トラッキング方式の一例である第1のトラッキング方式では、後述の図2（A）、図2（B）で詳細に説明するように、センサ部210として複数の受光素子（フォトダイオード等）を設ける。そして外部に設けられた発光素子（LED等）からの光（レーザー等）をこれらの複数の受光素子により受光することで、現実世界の3次元空間でのHMD 200（ユーザの頭部）の位置、方向を特定する。第2のトラッキング方式では、後述の図3（A）、図3（B）で詳細に説明するように、複数の発光素子（LED）をHMD 200に設ける。そして、これらの複数の発光素子からの光を、外部に設けられた撮像部で撮像することで、HMD 200の位置、方向を特定する。第3のトラッキング方式では、センサ部210としてモーションセンサを設け、このモーションセンサを用いてHMD 200の位置、方向を特定する。モーションセンサは例えば加速度センサやジャイロセンサなどにより実現できる。例えば3軸の加速度センサと3軸のジャイロセンサを用いた6軸のモーションセンサを用いることで、現実世界の3次元空間でのHMD 200の位置、方向を特定できる。なお、第1のトラッキング方式と第2のトラッキング方式の組み合わせ、或いは第1のトラッキング方式と第3のトラッキング方式の組み合わせなどにより

、HMD 200の位置、方向を特定してもよい。またHMD 200の位置、方向を特定することでユーザの視点位置、視線方向を特定するのではなく、ユーザの視点位置、視線方向を直接に特定するトラッキング処理を採用してもよい。

[0039] HMD 200の表示部220は例えば有機ELディスプレイ（OEL）や液晶ディスプレイ（LCD）などにより実現できる。例えばHMD 200の表示部220には、ユーザの左眼の前に設定される第1のディスプレイ又は第1の表示領域と、右眼の前に設定される第2のディスプレイ又は第2の表示領域が設けられており、立体視表示が可能になっている。立体視表示を行う場合には、例えば視差が異なる左眼用画像と右眼用画像を生成し、第1のディスプレイに左眼用画像を表示し、第2のディスプレイに右眼用画像を表示する。或いは1つのディスプレイの第1の表示領域に左眼用画像を表示し、第2の表示領域に右眼用画像を表示する。またHMD 200には左眼用、右眼用の2つの接眼レンズ（魚眼レンズ）が設けられており、これによりユーザの視界の全周囲に亘って広がるVR空間が表現される。そして接眼レンズ等の光学系で生じる歪みを補正するための補正処理が、左眼用画像、右眼用画像に対して行われる。この補正処理は表示処理部120が行う。

[0040] HMD 200の処理部240は、HMD 200において必要な各種の処理を行う。例えば処理部240は、センサ部210の制御処理や表示部220の表示制御処理などを行う。また処理部240が、3次元音響（立体音響）処理を行って、3次元的な音の方向や距離や広がり再現を実現してもよい。

[0041] なお、図1ではシミュレーションシステムの表示部がHMD 200である場合の例を示しているが、シミュレーションシステムの表示部はHMD以外のタイプの表示部であってもよい。例えばシミュレーションシステムの表示部は、例えば業務用ゲーム装置におけるディスプレイ（通常の2Dモニターやドームスクリーン）や、家庭用ゲーム装置におけるテレビや、パーソナルコンピュータ（PC）におけるディスプレイなどであってもよい。

- [0042] 音出力部 192 は、本実施形態により生成された音を出力するものであり、例えばスピーカ又はヘッドホン等により実現できる。
- [0043] I/F（インターフェース）部 194 は、携帯型情報記憶媒体 195 とのインターフェース処理を行うものであり、その機能は I/F 処理用の A S I C などにより実現できる。携帯型情報記憶媒体 195 は、ユーザが各種の情報を保存するためのものであり、電源が非供給になった場合にもこれらの情報の記憶を保持する記憶装置である。携帯型情報記憶媒体 195 は、I C カード（メモリカード）、U S B メモリ、或いは磁気カードなどにより実現できる。
- [0044] 通信部 196 は、有線や無線のネットワークを介して外部（他の装置）との間で通信を行うものであり、その機能は、通信用 A S I C 又は通信用プロセッサなどのハードウェアや、通信用ファームウェアにより実現できる。
- [0045] なお本実施形態の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラム（データ）は、サーバ（ホスト装置）が有する情報記憶媒体からネットワーク及び通信部 196 を介して情報記憶媒体 180（あるいは記憶部 170）に配信してもよい。このようなサーバ（ホスト装置）による情報記憶媒体の使用も本発明の範囲内に含めることができる。
- [0046] 処理部 100（プロセッサ）は、操作部 160 からの操作情報や、HMD 200 でのトラッキング情報（HMD の位置及び方向の少なくとも一方の情報。視点位置及び視線方向の少なくとも一方の情報）や、プログラムなどに基づいて、ゲーム処理（シミュレーション処理）、仮想空間設定処理、移動体処理、仮想カメラ制御処理、表示処理、或いは音処理などを行う。
- [0047] 処理部 100 の各部が行う本実施形態の各処理（各機能）はプロセッサ（ハードウェアを含むプロセッサ）により実現できる。例えば本実施形態の各処理は、プログラム等の情報に基づき動作するプロセッサと、プログラム等の情報を記憶するメモリにより実現できる。プロセッサは、例えば各部の機能が個別のハードウェアで実現されてもよいし、或いは各部の機能が一体のハードウェアで実現されてもよい。例えば、プロセッサはハードウェアを含

み、そのハードウェアは、デジタル信号を処理する回路及びアナログ信号を処理する回路の少なくとも一方を含むことができる。例えば、プロセッサは、回路基板に実装された１又は複数の回路装置（例えばＩＣ等）や、１又は複数の回路素子（例えば抵抗、キャパシター等）で構成することもできる。プロセッサは、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）であってもよい。但し、プロセッサはＣＰＵに限定されるものではなく、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、或いはＤＳＰ（Digital Signal Processor）等、各種のプロセッサを用いることが可能である。またプロセッサはＡＳＩＣによるハードウェア回路であってもよい。またプロセッサは、アナログ信号を処理するアンプ回路やフィルター回路等を含んでもよい。メモリ（記憶部１７０）は、ＳＲＡＭ、ＤＲＡＭ等の半導体メモリであってもよいし、レジスターであってもよい。或いはハードディスク装置（ＨＤＤ）等の磁気記憶装置であってもよいし、光学ディスク装置等の光学式記憶装置であってもよい。例えば、メモリはコンピュータにより読み取り可能な命令を格納しており、当該命令がプロセッサにより実行されることで、処理部１００の各部の処理（機能）が実現されることになる。ここでの命令は、プログラムを構成する命令セットでもよいし、プロセッサのハードウェア回路に対して動作を指示する命令であってもよい。

[0048] 処理部１００は、入力処理部１０２、演算処理部１１０、出力処理部１４０を含む。演算処理部１１０は、情報取得部１１１、仮想空間設定部１１２、移動体処理部１１３、仮想カメラ制御部１１４、ゲーム処理部１１５、報知処理部１１６、体感装置制御部１１７、表示処理部１２０、音処理部１３０を含む。上述したように、これらの各部により実行される本実施形態の各処理は、プロセッサ（或いはプロセッサ及びメモリ）により実現できる。なお、これらの構成要素（各部）の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

[0049] 入力処理部１０２は、操作情報やトラッキング情報を受け付ける処理や、記憶部１７０から情報を読み出す処理や、通信部１９６を介して情報を受信

する処理を、入力処理として行う。例えば入力処理部 102 は、操作部 160 を用いてユーザが入力した操作情報や HMD 200 のセンサ部 210 等により検出されたトラッキング情報を取得する処理や、読み出し命令で指定された情報を、記憶部 170 から読み出す処理や、外部装置（サーバ等）からネットワークを介して情報を受信する処理を、入力処理として行う。ここで受信処理は、通信部 196 に情報の受信を指示したり、通信部 196 が受信した情報を取得して記憶部 170 に書き込む処理などである。

[0050] 演算処理部 110 は、各種の演算処理を行う。例えば情報取得処理、仮想空間設定処理、移動体処理、仮想カメラ制御処理、ゲーム処理（シミュレーション処理）、表示処理、或いは音処理などの演算処理を行う。

[0051] 情報取得部 111（情報取得処理のプログラムモジュール）は種々の情報の取得処理を行う。例えば情報取得部 111 は、HMD 200 を装着するユーザの位置情報などを取得する。情報取得部 111 はユーザの方向情報などを取得してもよい。

[0052] 仮想空間設定部 112（仮想空間設定処理のプログラムモジュール）は、オブジェクトが配置される仮想空間（オブジェクト空間）の設定処理を行う。例えば、移動体（人、ロボット、車、電車、飛行機、船、モンスター又は動物等）、マップ（地形）、建物、観客席、コース（道路）、樹木、壁、水面などの表示物を表す各種オブジェクト（ポリゴン、自由曲面又はサブディビジョンサーフェイスなどのプリミティブ面で構成されるオブジェクト）を仮想空間に配置設定する処理を行う。即ちワールド座標系でのオブジェクトの位置や回転角度（向き、方向と同義）を決定し、その位置（X、Y、Z）にその回転角度（X、Y、Z 軸回りでの回転角度）でオブジェクトを配置する。具体的には、記憶部 170 のオブジェクト情報記憶部 172 には、仮想空間でのオブジェクト（パーツオブジェクト）の位置、回転角度、移動速度、移動方向等の情報であるオブジェクト情報がオブジェクト番号に対応づけて記憶される。仮想空間設定部 112 は、例えば各フレーム毎にこのオブジェクト情報を更新する処理などを行う。

[0053] 移動体処理部 113（移動体処理のプログラムモジュール）は、仮想空間内で移動する移動体についての種々の処理を行う。例えば仮想空間（オブジェクト空間、ゲーム空間）において移動体を移動させる処理や、移動体を動作させる処理を行う。例えば移動体処理部 113 は、操作部 160 によりユーザが入力した操作情報や、取得されたトラッキング情報や、プログラム（移動・動作アルゴリズム）や、各種データ（モーションデータ）などに基づいて、移動体（モデルオブジェクト）を仮想空間内で移動させたり、移動体を動作（モーション、アニメーション）させる制御処理を行う。具体的には、移動体の移動情報（位置、回転角度、速度、或いは加速度）や動作情報（パーツオブジェクトの位置、或いは回転角度）を、1 フレーム（例えば 1 / 60 秒）毎に順次求めるシミュレーション処理を行う。なおフレームは、移動体の移動・動作処理（シミュレーション処理）や画像生成処理を行う時間の単位である。移動体は、例えば実空間のユーザ（プレーヤ）に対応するユーザ移動体である。ユーザ移動体は、仮想空間の仮想ユーザ（仮想プレーヤ、アバター）や、或いは当該仮想ユーザが搭乗（操作）する搭乗移動体（操作移動体）などである。

[0054] 仮想カメラ制御部 114（仮想カメラ制御処理のプログラムモジュール）は、仮想カメラの制御を行う。例えば、操作部 160 により入力されたユーザの操作情報やトラッキング情報などに基づいて、仮想カメラを制御する処理を行う。

[0055] 例えば仮想カメラ制御部 114 は、ユーザの一人称視点又は三人称視点として設定される仮想カメラの制御を行う。例えば仮想空間において移動するユーザ移動体の視点（一人称視点）に対応する位置に、仮想カメラを設定して、仮想カメラの視点位置や視線方向を設定することで、仮想カメラの位置（位置座標）や姿勢（回転軸回りで回転角度）を制御する。或いは、ユーザ移動体に追従する視点（三人称視点）の位置に、仮想カメラを設定して、仮想カメラの視点位置や視線方向を設定することで、仮想カメラの位置や姿勢を制御する。

[0056] 例えば仮想カメラ制御部 114 は、視点トラッキングにより取得されたユーザの視点情報のトラッキング情報に基づいて、ユーザの視点変化に追従するように仮想カメラを制御する。例えば本実施形態では、ユーザの視点位置、視線方向の少なくとも 1 つである視点情報のトラッキング情報（視点トラッキング情報）が取得される。このトラッキング情報は、例えば HMD 200 のトラッキング処理を行うことで取得できる。そして仮想カメラ制御部 114 は、取得されたトラッキング情報（ユーザの視点位置及び視線方向の少なくとも一方の情報）に基づいて仮想カメラの視点位置、視線方向を変化させる。例えば、仮想カメラ制御部 114 は、実空間でのユーザの視点位置、視線方向の変化に応じて、仮想空間での仮想カメラの視点位置、視線方向（位置、姿勢）が変化するように、仮想カメラを設定する。このようにすることで、ユーザの視点情報のトラッキング情報に基づいて、ユーザの視点変化に追従するように仮想カメラを制御できる。

[0057] ゲーム処理部 115（ゲーム処理のプログラムモジュール）は、ユーザがゲームをプレイするための種々のゲーム処理を行う。別の言い方をすれば、ゲーム処理部 115（シミュレーション処理部）は、ユーザが仮想現実（バーチャルリアリティ）を体験するための種々のシミュレーション処理を実行する。ゲーム処理は、例えば、ゲーム開始条件が満たされた場合にゲームを開始する処理、開始したゲームを進行させる処理、ゲーム終了条件が満たされた場合にゲームを終了する処理、或いはゲーム成績を演算する処理などである。

[0058] 報知処理部 116（報知処理のプログラムモジュール）は各種の報知処理を行う。例えばユーザに対する警告の報知処理などを行う。報知処理は、例えば画像や音による報知処理であってもよいし、振動デバイスや音響や空気砲などの体感装置を用いた報知処理であってもよい。体感装置制御部 117（体感装置制御処理のプログラムモジュール）は、体感装置の各種の制御処理を行う。例えばユーザに仮想現実を体験させるための体感装置の制御を行う。

- [0059] 表示処理部 120（表示処理のプログラムモジュール）は、ゲーム画像（シミュレーション画像）の表示処理を行う。例えば処理部 100で行われる種々の処理（ゲーム処理、シミュレーション処理）の結果に基づいて描画処理を行い、これにより画像を生成し、表示部 220に表示する。具体的には、座標変換（ワールド座標変換、カメラ座標変換）、クリッピング処理、透視変換、或いは光源処理等のジオメトリ処理が行われ、その処理結果に基づいて、描画データ（プリミティブ面の頂点の位置座標、テクスチャ座標、色データ、法線ベクトル或いは α 値等）が作成される。そして、この描画データ（プリミティブ面データ）に基づいて、透視変換後（ジオメトリ処理後）のオブジェクト（1又は複数プリミティブ面）を、描画バッファ 178（フレームバッファ、ワークバッファ等のピクセル単位で画像情報を記憶できるバッファ）に描画する。これにより、仮想空間において仮想カメラ（所与の視点。左眼用、右眼用の第1、第2の視点）から見える画像が生成される。なお、表示処理部 120で行われる描画処理は、頂点シェーダ処理やピクセルシェーダ処理等により実現することができる。
- [0060] 音処理部 130（音処理のプログラムモジュール）は、処理部 100で行われる種々の処理の結果に基づいて音処理を行う。具体的には、楽曲（音楽、BGM）、効果音、又は音声などのゲーム音を生成し、ゲーム音を音出力部 192に出力させる。なお音処理部 130の音処理の一部（例えば3次元音響処理）を、HMD 200の処理部 240により実現してもよい。
- [0061] 出力処理部 140は各種の情報の出力処理を行う。例えば出力処理部 140は、記憶部 170に情報を書き込む処理や、通信部 196を介して情報を送信する処理を、出力処理として行う。例えば出力処理部 140は、書き込み命令で指定された情報を、記憶部 170に書き込む処理や、外部の装置（サーバ等）に対してネットワークを介して情報を送信する処理を行う。送信処理は、通信部 196に情報の送信を指示したり、送信する情報を通信部 196に指示する処理などである。
- [0062] そして本実施形態のシミュレーションシステムは、図1に示すように、仮

想空間設定部 112 と、移動体処理部 113 と、表示処理部 120 を含む。

[0063] 仮想空間設定部 112 は、オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う。例えばユーザに対応するユーザ移動体のオブジェクトや、敵等の相手の移動体のオブジェクトや、マップや背景を構成するオブジェクトを、仮想空間に配置設定する処理を行う。ユーザに対応するユーザ移動体は、例えばユーザが操作部 160 により操作する移動体や、実空間でのユーザの移動に追従して仮想空間において移動する移動体である。このユーザ移動体は、例えばキャラクタやアバターと呼ばれるものである。ユーザ移動体は、ユーザが搭乗するロボット等の搭乗移動体であってもよい。またユーザ移動体は、その画像が表示される表示物であってもよいし、画像が表示されない仮想的なものであってもよい。

[0064] 移動体処理部 113 は、仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体（仮想カメラ）を移動させる処理を行う。例えば、ユーザが操作部 160 により入力した操作情報に基づいて、仮想空間においてユーザ移動体を移動させる。或いは、情報取得部 111 が、実空間でのユーザの位置情報を取得する場合には、移動体処理部 113 は、取得された位置情報（視点トラッキング情報）に基づいて、仮想空間においてユーザ移動体を移動させる処理を行う。例えば、実空間でのユーザの移動に追従して移動するように、仮想空間においてユーザ移動体を移動させる。例えばユーザ移動体の移動速度や移動加速度に基づいて、ユーザ移動体の位置等をフレーム毎に更新する処理を行って、ユーザ移動体を仮想空間（仮想フィールド）において移動させる。

[0065] 表示処理部 120（描画処理部）は、仮想空間の画像（オブジェクト）の描画処理を行う。例えば仮想空間において仮想カメラ（所与の視点）から見える画像の描画処理を行う。例えばキャラクタ（アバター）等のユーザ移動体の視点（一人称視点）に設定された仮想カメラから見える画像の描画処理を行う。或いは、ユーザ移動体に追従する視点（三人称視点）に設定された仮想カメラから見える画像の描画処理を行う。生成される画像は、例えば左眼用画像、右眼用画像などの立体視用の画像であることが望ましい。

[0066] そして本実施形態では仮想空間設定部 112 は、仮想空間として、複数の第 1 ～第 M（M は 2 以上の整数）の仮想空間を設定する。具体的には仮想空間設定部 112 は、仮想空間として、第 1 の仮想空間と第 2 の仮想空間を設定する。例えば第 1 の仮想空間を構成するオブジェクトの配置設定処理や、第 2 の仮想空間を構成するオブジェクトの配置設定処理を行う。第 1 の仮想空間が、後述するような部屋の空間である場合には、部屋に配置される物体に対応するオブジェクトの配置設定処理を行う。第 2 の仮想空間が、後述するような氷の国の空間である場合には、氷の国の氷河や海等に対応するオブジェクトの配置設定処理を行う。更に仮想空間設定部 112 は、例えば第 3 の仮想空間を設定する。第 3 の仮想空間が、後述する電車の上の空間である場合には、電車、トンネル、背景等に対応するオブジェクトの配置設定処理を行う。そして、例えば第 2 の仮想空間は、第 1 の仮想空間に対して特異点（別の言い方をすれば通過ポイント。以下、同様）を介して結びつけられる仮想空間である。第 3 の仮想空間は、例えば第 1 の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる仮想空間であってもよいし、第 2 の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる仮想空間であってもよい。

[0067] そして表示処理部 120 は、所与の切替条件（特異点の通過条件）が成立する前においては（切替条件が成立していない場合には）、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報（位置座標、方向等）を、第 1 の仮想空間の位置情報（位置座標、方向等）として設定する。例えばユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第 1 の仮想空間の位置情報として対応づける。そして表示処理部 120 は、第 1 の描画処理として、少なくとも第 1 の仮想空間の画像を描画する処理を行う。例えば表示処理部 120 は、第 1 の描画処理として、第 1 の仮想空間の画像に加えて第 2 の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域（特異点を内包する領域等）に第 2 の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。第 1 の仮想空間の画像の描画処理は、例えば第 1 の仮想空間を構成するオブジェクトを描画し、第 1 の仮想空間において仮想カメラから見える画像を描画することなどで実現される。第 1 の

仮想空間の画像に加えて第２の仮想空間の画像を描画する処理は、例えば特異点に対応する領域以外の領域（表示領域）については、第１の仮想空間を構成するオブジェクトを描画し、特異点に対応する領域（表示領域）については、第２の仮想空間を構成するオブジェクトを描画して、第１の仮想空間において仮想カメラから見える画像を描画することなどで実現される。

[0068] 一方、表示処理部１２０は、切替条件が成立した場合には、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第２の仮想空間の位置情報として設定する。例えばユーザ移動体又は仮想カメラが特異点に対応する場所を第１の進行方向で通過することで切替条件が成立した場合には、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第２の仮想空間の位置情報として設定する。例えばユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第１の仮想空間ではなく第２の仮想空間の位置情報として対応づける。そして表示処理部１２０は、第２の描画処理として、少なくとも第２の仮想空間の画像を描画する処理を行う。例えば表示処理部１２０は、第２の描画処理として、第２の仮想空間の画像に加えて第１の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域に第１の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。第２の仮想空間の画像の描画処理は、例えば第２の仮想空間を構成するオブジェクトを描画し、第２の仮想空間において仮想カメラから見える画像を描画することなどで実現される。第２の仮想空間の画像に加えて第１の仮想空間の画像を描画する処理は、例えば特異点に対応する領域以外の領域（表示領域）については、第２の仮想空間を構成するオブジェクトを描画し、特異点に対応する領域（表示領域）については、第１の仮想空間を構成するオブジェクトを描画して、第２の仮想空間において仮想カメラから見える画像を描画することなどで実現される。

[0069] 例えば特異点に対応する領域（オブジェクト又はエリア）が、後述するドア（ゲート）の領域であったとする。この場合に、第１の仮想空間の画像に加えて第２の仮想空間の画像を描画する第１の描画処理では、このドアの領域に対して、ドアの向こう側の第２の仮想空間の画像が表示されるように描

画処理を行う。同様に、第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像を描画する第2の描画処理では、このドアの領域に対して、ドアの向こう側の第1の仮想空間の画像が表示されるように描画処理を行う。

[0070] そして表示処理部120は、仮想カメラの視線方向が、第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。例えばユーザ移動体又は仮想カメラが特異点に対応する場所を通過後、仮想カメラの視線方向が、その進行方向の反対の方向側に振り返った場合に、当該仮想カメラの視線方向に見える画像として、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成する。例えば、第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像を描画する処理を行うことで、特異点に対応する領域以外の領域（主領域）については、第2の仮想空間を構成するオブジェクトが描画され、特異点に対応する領域については、第1の仮想空間を構成するオブジェクトを描画される画像を生成する。一方、特異点に対応する場所の裏側に回り込んで、特異点に対応する場所の方に、仮想カメラの視線方向が向いた場合には、第2の描画処理として、第2の仮想空間の画像を描画する処理を行い、第1の仮想空間の画像を描画する処理は行わないようにする。具体的には、特異点に対応する領域に対しても第2の仮想空間の画像を描画する。なお第1の進行方向の反対方向側とは、第1の進行方向の反対方向そのものである必要はなく、第1の進行方向を例えば正の方向とした場合に、例えば負の方向に相当する。

[0071] ここで特異点は、ある基準の下、その基準が適用できなくなるポイントである。例えば第1の仮想空間でユーザ移動体又は仮想カメラが移動している場合に、当該ユーザ移動体又は仮想カメラに対しては、第1の仮想空間内だけにおいて移動するという基準である法則が適用される。即ち、ユーザ移動体又は仮想カメラは、第1の仮想空間内において移動するという法則の下で移動する。本実施形態の特異点は、このような基準である法則が適用されず、当該法則に従わなくなるポイントである。例えば本実施形態では、特異点の通過により切替条件が成立すると、第1の仮想空間内で移動するという法

則（基準）がユーザ移動体又は仮想カメラに対して適用されなくなり、当該ユーザ移動体又は仮想カメラは、第１の仮想空間とは異なる第２の仮想空間で移動するようになる。例えば特異点は、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第１の仮想空間の位置情報に対応づけるか、第２の仮想空間の位置情報に対応づけるかを、切り替えるポイントとすることができる。そして切替条件の成立により、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報との対応づけが切り替わるように、第１の仮想空間と第２の仮想空間は特異点を介して結びつけられている。例えば第１の仮想空間と第２の仮想空間を特異点を介して結びつけるための情報が記憶部１７０に記憶される。本実施形態の切替条件は、このようなユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報と第１、第２の仮想空間の位置情報の対応づけを、特異点により切り替える条件である。第１、第２の仮想空間との第３の仮想空間との間の特異点による結びつきも同様である。なお特異点に対応する場所は、例えば点である必要はなく、面や領域であってもよい。例えば特異点を内包する面や領域であってもよい。

[0072] また表示処理部１２０は、ユーザ移動体又は仮想カメラが、第１の進行方向とは異なる第２の進行方向で特異点を通過した場合には、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第１の仮想空間の位置情報として設定する。そして表示処理部１２０は、第１の描画処理として、少なくとも第１の仮想空間の画像を描画する処理を行う。例えば第１の描画処理として、第１の仮想空間の画像を描画する、或いは第１の仮想空間の画像に加えて第２の仮想空間の画像を描画する処理を行う。例えば特異点を介して第１の仮想空間から第２の仮想空間に移動したユーザ移動体又は仮想カメラが、第１の仮想空間に戻った場合には、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第１の仮想空間の位置情報として対応づけて、第１の仮想空間での第１の描画処理を行う。このようにすることで、ユーザ移動体等は、第１の仮想空間と第２の仮想空間を、特異点を介して行き来できるようになる。また、第２の仮想空間内だけにおいて移動するという法則（基準）が適用されていたユーザ移動体又は仮想カメラは、第２の進行方向で特異点に対応する場所を通過すること

により、当該法則が適用されなくなり、第１の仮想空間内で移動できるようになる。

[0073] ここで第２の進行方向は、第１の進行方向とは異なる方向である。例えば第１の進行方向を、特異点（特異点の場所）を基準とした正の方向とした場合に、第２の進行方向は、特異点を基準とした負の方向になる。一例としては第２の進行方向は第１の進行方向の反対方向である。

[0074] また表示処理部１２０は、ユーザ移動体又は仮想カメラが特異点（第２の特異点）に対応する場所を通過することで切替条件（第２の切替条件）が成立した場合に、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第３の仮想空間の位置情報として設定する。例えばユーザ移動体の位置情報を、第３の仮想空間の位置情報として対応づける。ここで第３の仮想空間への移動は、第１の仮想空間と第３の仮想空間を結びつける特異点を介した第１の仮想空間から第３の仮想空間への移動であってもよいし、第２の仮想空間と第３の仮想空間を結びつける特異点を介した第２の仮想空間から第３の仮想空間への移動であってもよい。そして表示処理部１２０は、第３の描画処理として、少なくとも第３の仮想空間の画像を描画する処理を行う。例えば第３の仮想空間が、第１の仮想空間と特異点を介して結びつけられている場合には、第３の描画処理として、例えば第３の仮想空間の画像を描画する、或いは第３の仮想空間の画像に加えて第１の仮想空間の画像を描画する処理を行う。また第３の仮想空間が、第２の仮想空間と特異点を介して結びつけられている場合には、第３の描画処理として、例えば第３の仮想空間の画像を描画する、或いは第３の仮想空間の画像に加えて第２の仮想空間の画像を描画する処理を行う。

[0075] また表示処理部１２０は、複数のユーザがプレイする場合に、複数のユーザに対応する複数のユーザ移動体又は複数の仮想カメラが特異点に対応する場所を通過して第１の仮想空間に戻ったことを条件に、第３の描画処理を許可する。例えば第１のユーザに対応する第１のユーザ移動体又は第１の仮想カメラは、第２の仮想空間から第１の仮想空間に戻ったが、第２のユーザに

対応する第2のユーザ移動体又は第2の仮想カメラは、第2の仮想空間から第1の仮想空間に戻っていなかったとする。この場合には、切替条件（第2の切替条件）が成立した場合にも、特異点を介した第1のユーザ移動体又は第1の仮想カメラの第3の仮想空間への移動を許可せず、第3の描画処理を許可しない。一方、第1及び第2のユーザ移動体の両方が、或いは第1及び第2の仮想カメラの両方が、第2の仮想空間から第1の仮想空間に戻った後に、切替条件が成立した場合には、特異点を介した第1、第2のユーザ移動体或いは第1、第2の仮想カメラの第3の仮想空間への移動を許可して、第3の描画処理を許可する。

[0076] また表示処理部120は、ユーザ移動体又は仮想カメラが特異点を通過したか否かに基づいて、切替条件が成立したか否かを判断する。例えばユーザ移動体又は仮想カメラが特異点を通過していない場合には、切替条件は成立していないと判断し、ユーザ移動体又は仮想カメラが特異点を通過した場合には、切替条件が成立したと判断する。

[0077] また表示処理部120は、ユーザの入力情報又はセンサの検出情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断してもよい。例えば表示処理部120は、操作部160を介して入力されたユーザの操作情報や音声入力情報などに基づいて、切替条件が成立したか否かを判断する。例えば切替条件の成立を指示するユーザの入力情報などに基づいて判断する。或いは表示処理部120は、センサの検出情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断する。例えば特異点に対応する物体にセンサを設け、このセンサの検出情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断する。当該物体がドア（ゲート）である場合には、ドアの開閉状態をセンサの検出情報に基づいて検出することで、切替条件が成立したか否かを判断する。

[0078] また本実施形態では、ユーザが移動する実空間のプレイフィールド（プレイ空間）には、特異点に対応する物体が配置されている。後述の部屋の実空間の場合には、例えば特異点に対応するドアの物体が配置されている。そして表示処理部120は、ユーザが実空間において当該物体の場所を通過した

場合に、ユーザ移動体又は仮想カメラが、特異点を通過したと判断する。例えば特異点の通過条件を、実空間において当該物体の場所をユーザが通過したか否かで判断する。そして、当該物体の場所をユーザが通過した場合には、切替条件が満たされたと判断して、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を第2の仮想空間の位置情報として設定して、第2の描画処理を行う。

[0079] また表示処理部120は、特異点を設定又は非設定にする処理を行ってもよい。例えば非設定状態であった特異点を設定状態にしたり、設定状態であった特異点を非設定状態にする。特異点の設定の処理は、例えば特異点に対応するオブジェクトを第1～第3の仮想空間等の仮想空間に表示したり、特異点を介した仮想空間の間の移動を許可する処理である。特異点の非設定の処理は、例えば特異点に対応するオブジェクトを第1～第3の仮想空間等の仮想空間において非表示にしたり、特異点を介した仮想空間の間の移動を非許可にする処理である。

[0080] また本実施形態のシミュレーションシステムは、体感装置制御部117を含む。体感装置制御部117は、ユーザに仮想現実を体験させるための体感装置を制御する。体感装置は、例えばユーザの視覚器官以外の感覚器官に働きかけてユーザに仮想現実を体験させるための装置である。体感装置は、例えば後述する送風機や振動デバイスである。送風機は例えばシロッコファンやプロペラファンなどにより実現できる。送風機は熱風や冷風を吹き出すものであってもよい。振動デバイスは、例えばトランスデューサや振動モータなどにより実現できる。また体感装置はハロゲンヒータなどであってもよい。例えばハロゲンランプからの放射熱によって、ユーザに熱や熱風を感じさせる体感装置であってもよい。また体感装置は、例えばエアバネや電動シリンダなどの機械機構により実現されるものであってもよい。例えばエアバネや電動シリンダなどの機械機構により、ユーザに揺れや傾きを感じさせるような体感装置であってもよい。

[0081] そして体感装置制御部117は、切替条件が成立していない場合の体感装置の制御と、切替条件が成立した場合の体感装置の制御を異ならせる。例え

ば体感装置制御部 117 は、切替条件が成立していない場合（切替条件の成立前）には、体感装置を動作させず、切替条件が成立した場合（切替条件の成立後）に、体感装置を動作させてもよい。或いは、切替条件が成立していない場合と切替条件が成立した場合とで、体感装置の制御態様や制御する体感装置の種類を異ならせてもよい。例えば切替条件が成立していない場合には、第 1 の制御態様で体感装置を制御し、切替条件が成立した場合には、第 1 の制御態様とは異なる第 2 の制御態様で体感装置を制御する。第 1 の制御態様と第 2 の制御態様とでは、ユーザに感じさせる体感の度合いが異なっている。送風機を例にとれば、第 1 の制御態様と第 2 の制御態様とでは、送風の強度が違ったり、風の温度が異なる。振動デバイスを例にとれば、第 1 の制御態様と第 2 の制御態様とでは、振動の強度や振動時間が異なる。或いは、切替条件が成立していない場合には、第 1 の種類の体感装置を制御し、切替条件が成立した場合には、第 2 の種類の体感装置を制御してもよい。即ち、切替条件の成立したか否かに応じて、制御対象となる体感装置の種類を異ならせる。

[0082] またシミュレーションシステムは報知処理部 116 を含む。報知処理部 116 は、複数のユーザがプレイする場合に、実空間でのユーザ間の衝突の報知情報の出力処理を行う。例えば情報取得部 111 により取得されたユーザの位置情報に基づいて、ユーザ同士の衝突についての警告の報知処理を行う。例えばユーザが衝突の位置関係（接近関係）になるかについての予測処理を行い、そのような位置関係になった場合には、衝突のおそれあることを警告する報知処理を行う。予測処理は、各ユーザに対応する各ユーザ移動体の位置、速度又は加速度などに基づいて、ユーザ同士が衝突の位置関係になるおそれがあるかを判断することなどで実現できる。

[0083] なお警告の報知処理は、HMD 200 に表示される画像や、ヘッドホンやプレイフィールドに設置されるスピーカなどから出力される音や、ユーザの武器、着衣又は装飾品などの装備品などに設けられる振動デバイスによる振動や、或いは実空間のフィールドに設けられる各種の体感装置（風、振動、

光、空気砲又は音等による体感装置）などにより実現できる。

[0084] また図 1 に示すように本実施形態のシミュレーションシステムは、実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得部 111 を含む。例えば情報取得部 111 は、ユーザの視点トラッキングなどによりユーザの位置情報を取得する。そして移動体処理部 113 は、取得された位置情報に基づいて、ユーザ移動体を移動させる処理を行い、表示処理部 120 は、ユーザが装着する HMD 200 の表示画像を生成する。例えば実空間でのユーザの移動に追従するように、仮想空間でのユーザ移動体を移動させる。そして、そのユーザ移動体に対応する仮想カメラから見える画像を、HMD 200 の表示画像として生成する。そして表示処理部 120 は、切替条件が成立する前においては（切替条件が成立していない場合には）、実空間でのユーザの位置情報により特定されるユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第 1 の仮想空間の位置情報として設定する。例えば、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第 1 の仮想空間の位置情報として対応づけて、第 1 の描画処理を行う。例えば第 1 の描画処理として、少なくとも第 1 の仮想空間の画像を描画する処理を行う。一方、切替条件が成立した場合には、実空間でのユーザの位置情報により特定されるユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第 2 の仮想空間の位置情報として設定する。例えば、ユーザ移動体又は仮想カメラの位置情報を、第 2 の仮想空間の位置情報として対応づけて、第 2 の描画処理を行う。例えば第 2 の描画処理として、少なくとも第 2 の仮想空間の画像を描画する処理を行う。

[0085] 例えば情報取得部 111 は、視界を覆うように HMD 200 を装着するユーザの位置情報を取得する。例えば情報取得部 111 は、HMD 200 のトラッキング情報などに基づいて、実空間でのユーザの位置情報を取得する。例えば HMD 200 の位置情報を、当該 HMD 200 を装着するユーザの位置情報として取得する。具体的には、ユーザが実空間（現実世界）のプレイフィールド（シミュレーションフィールド、プレイエリア）に位置する場合に、そのプレイフィールドでの位置情報を取得する。なお、HMD 200 の

トラッキング処理ではなくて、ユーザやユーザの頭部などの部位を直接にトラッキングする手法により、ユーザの位置情報を取得してもよい。

[0086] また仮想カメラ制御部 114 は、ユーザの視点情報のトラッキング情報に基づいて、ユーザの視点変化に追従するように仮想カメラを制御する。

[0087] 例えば入力処理部 102（入力受け付け部）は、HMD 200 を装着するユーザの視点情報のトラッキング情報を取得する。例えばユーザの視点位置、視線方向の少なくとも 1 つである視点情報のトラッキング情報（視点トラッキング情報）を取得する。このトラッキング情報は、例えば HMD 200 のトラッキング処理を行うことで取得できる。なおトラッキング処理によりユーザの視点位置、視線方向を直接に取得するようにしてもよい。一例としては、トラッキング情報は、ユーザの初期視点位置からの視点位置の変化情報（視点位置の座標の変化値）、及び、ユーザの初期視線方向からの視線方向の変化情報（視線方向の回転軸回りでの回転角度の変化値）の少なくとも一方を含むことができる。このようなトラッキング情報が含む視点情報の変化情報に基づいて、ユーザの視点位置や視線方向（ユーザの頭部の位置、姿勢の情報）を特定できる。

[0088] また本実施形態では、ユーザがプレイするゲームのゲーム処理として、仮想現実のシミュレーション処理を行う。仮想現実のシミュレーション処理は、実空間での事象を仮想空間で模擬するためのシミュレーション処理であり、当該事象をユーザに仮想体験させるための処理である。例えば実空間のユーザに対応する仮想ユーザやその搭乗移動体などの移動体を、仮想空間で移動させたり、移動に伴う環境や周囲の変化をユーザに体感させるための処理を行う。

[0089] なお図 1 の本実施形態のシミュレーションシステムの処理は、施設に設置される PC 等の処理装置、ユーザが装着する処理装置、或いはこれらの処理装置の分散処理などにより実現できる。或いは、本実施形態のシミュレーションシステムの処理を、サーバシステムと端末装置により実現してもよい。例えばサーバシステムと端末装置の分散処理などにより実現してもよい。

[0090] 2. トラッキング処理

次にトラッキング処理の例について説明する。図2（A）に本実施形態のシミュレーションシステムに用いられるHMD 200の一例を示す。図2（A）に示すようにHMD 200には複数の受光素子201、202、203（フォトダイオード）が設けられている。受光素子201、202はHMD 200の前面側に設けられ、受光素子203はHMD 200の右側面に設けられている。またHMDの左側面、上面等にも不図示の受光素子が設けられている。

[0091] なお、ユーザUSの手や指の動きは、いわゆるリープモーションと呼ばれる処理により検出できる。例えば不図示のコントローラがHMD 200等に取り付けられており、このコントローラに基づいて、手や指の動きの検出処理を実現する。このコントローラは、例えば赤外線を照射するLED等の発光部と、赤外線に照らされた手や指を撮影する複数台の赤外線カメラを有する。そして赤外線カメラの撮影画像の画像解析結果に基づいて、手や指の動きを検出する。このようなコントローラを設けることで、ドアを開ける際のユーザの手や指の動きなどを検出できるようになる。

[0092] またHMD 200には、ヘッドバンド260等が設けられており、ユーザUSは、より良い装着感で安定的に頭部にHMD 200を装着できるようになっている。また、HMD 200には、不図示のヘッドホン端子が設けられており、このヘッドホン端子にヘッドホン270（音出力部192）を接続することで、例えば3次元音響（3次元オーディオ）の処理が施されたゲーム音を、ユーザUSは聴くことが可能になる。なお、ユーザUSの頭部の傾き動作や首振り動作をHMD 200のセンサ部210等により検出することで、ユーザUSの操作情報を入力できるようにしてもよい。

[0093] またユーザUSは、不図示の処理装置（バックパックPC）を例えば背中に装着している。例えばユーザUSはジャケットを着ており、このジャケットの背面側に処理装置が取り付けられている。処理装置は例えばノート型PC等の情報処理装置により実現される。そしてこの処理装置とHMD 200

は不図示のケーブルにより接続されている。例えば処理装置は、HMD 200に表示される画像（ゲーム画像等）の生成処理を行い、生成された画像のデータがケーブルを介してHMD 200に送られ、HMD 200に表示される。この処理装置は、このような画像の生成処理以外にも、本実施形態の各処理（情報取得処理、仮想空間設定処理、移動体処理、仮想カメラ制御処理、ゲーム処理、報知処理、体感装置制御処理、表示処理又は音処理等）を行うことが可能になっている。なお、本実施形態の各処理を、施設に設置されたPC等の処理装置（不図示）により実現したり、当該処理装置と、ユーザUSが装着する処理装置の分散処理により実現してもよい。

[0094] 図2（B）に示すように、シミュレーションシステムの周辺には、ベースステーション280、284が設置されている。ベースステーション280には発光素子281、282が設けられ、ベースステーション284には発光素子285、286が設けられている。発光素子281、282、285、286は、例えばレーザー（赤外線レーザー等）を出射するLEDにより実現される。ベースステーション280、284は、これら発光素子281、282、285、286を用いて、例えばレーザーを放射状に出射する。そして図2（A）のHMD 200に設けられた受光素子201～203等が、ベースステーション280、284からのレーザーを受光することで、HMD 200のトラッキングが実現され、ユーザUSの頭の位置や向く方向（視点位置、視線方向）を検出できるようになる。

[0095] 図3（A）にHMD 200の他の例を示す。図3（A）では、HMD 200に対して複数の発光素子231～236が設けられている。これらの発光素子231～236は例えばLEDなどにより実現される。発光素子231～234は、HMD 200の前面側に設けられ、発光素子235や不図示の発光素子236は、背面側に設けられる。これらの発光素子231～236は、例えば可視光の帯域の光を出射（発光）する。具体的には発光素子231～236は、互いに異なる色の光を出射する。

[0096] そして図3（B）に示す撮像部150を、ユーザUSの周囲の少なくとも

1つの場所（例えば前方側、或いは前方側及び後方側など）に設置し、この撮像部150により、HMD200の発光素子231～236の光を撮像する。即ち、撮像部150の撮像画像には、これらの発光素子231～236のスポット光が映る。そして、この撮像画像の画像処理を行うことで、ユーザUSの頭部（HMD）のトラッキングを実現する。即ちユーザUSの頭部の3次元位置や向く方向（視点位置、視線方向）を検出する。

[0097] 例えば図3（B）に示すように撮像部150には第1、第2のカメラ151、152が設けられており、これらの第1、第2のカメラ151、152の第1、第2の撮像画像を用いることで、ユーザUSの頭部の奥行き方向での位置等が検出可能になる。またHMD200に設けられたモーションセンサのモーション検出情報に基づいて、ユーザUSの頭部の回転角度（視線）も検出可能になっている。従って、このようなHMD200を用いることで、ユーザUSが、周囲の360度の全方向うちのどの方向を向いた場合にも、それに対応する仮想空間（仮想3次元空間）での画像（ユーザの視点に対応する仮想カメラから見える画像）を、HMD200の表示部220に表示することが可能になる。

[0098] なお、発光素子231～236として、可視光ではなく赤外線のLEDを用いてもよい。また、例えばデプスカメラ等を用いるなどの他の手法で、ユーザの頭部の位置や動き等を検出するようにしてもよい。

[0099] また、ユーザの視点位置、視線方向（ユーザの位置、方向）を検出するトラッキング処理の手法は、図2（A）～図3（B）で説明した手法には限定されない。例えばHMD200に設けられたモーションセンサ等を用いて、HMD200の単体でトラッキング処理を実現してもよい。即ち、図2（B）のベースステーション280、284、図3（B）の撮像部150などの外部装置を設けることなく、トラッキング処理を実現する。或いは、公知のアイトラッキング、フェイストラッキング又はヘッドトラッキングなどの種々の視点トラッキング手法により、ユーザの視点位置、視線方向などの視点情報等を検出してもよい。

[0100] 3. 本実施形態の手法

次に本実施形態の手法について詳細に説明する。なお、以下では、本実施形態のシミュレーションシステムにより生成される画像がHMDに表示される場合を主に例にとり説明する。但し、シミュレーションシステムにより生成される画像が表示される表示部は、HMDには限定されず、家庭用ゲーム装置、業務用ゲーム装置又はPCで使用される通常のディスプレイであってもよい。また、以下では、特異点の通過の判定対象や仮想空間の位置情報の設定対象等が、ユーザ移動体又は仮想カメラのうちのユーザ移動体である場合を主に例にとり説明するが、特異点の通過の判定対象や仮想空間の位置情報の設定対象等は、仮想カメラであってもよい。また、以下では、ユーザに対応するユーザ移動体を、ユーザキャラクタと記載して説明を行う。また本実施形態の手法は、種々のゲーム（仮想体験ゲーム、対戦ゲーム、RPG、アクションゲーム、競争ゲーム、スポーツゲーム、ホラー体験ゲーム、電車や飛行機等の乗り物のシミュレーションゲーム、パズルゲーム、コミュニケーションゲーム、或いは音楽ゲーム等）に適用でき、ゲーム以外にも適用可能である。

[0101] 3. 1 ゲームの説明

まず本実施形態により実現されるVR（バーチャルリアリティ）のゲームについて説明する。このゲームは、複数の仮想空間（仮想世界）を移動可能な仮想現実の体験ゲームである。

[0102] 図4、図5は本実施形態のシミュレーションシステムで用いられる部屋のプレイフィールドFLの説明図である。図4はプレイフィールドFLを説明する斜視図であり、図5は上面図である。

[0103] 部屋を模したプレイフィールドFL（プレイエリア、プレイ空間）には、ドアDR、机DK、本棚BSなどが配置され、壁には窓WD1、WD2が設けられている。ユーザは、この部屋を模したプレイフィールドFLに入室して、VRのゲームを楽しむ。図4では、複数のユーザUS1、US2が入室しており、これらの2人のユーザUS1、US2によりVRのゲームを楽し

めるようになっている。

[0104] 各ユーザUS 1、US 2は、例えば処理装置（バックパックPC）を背中に装着しており、この処理装置により生成された画像がHMD 1、HMD 2（頭部装着型表示装置）に表示される。またプレイフィールドFLには、不図示の管理用の処理装置が配置されており、この管理用の処理装置により、ユーザUS 1、US 2が装着する処理装置間のデータの同期処理（通信処理）などが行われる。例えばユーザUS 1のHMD 1にユーザUS 2に対応するユーザキャラクタ（広義にはユーザ移動体）を表示し、ユーザUS 2のHMD 2にユーザUS 1に対応するユーザキャラクタを表示するための同期処理などが行われる。また体感装置の制御処理などを行うこともできる。また部屋にはオペレータが待機しており、管理用の処理装置の操作や、ユーザUS 1、US 2のHMD 1、HMD 2やジャケットの装着の手伝いや、ゲーム進行のためのオペレーション作業や誘導作業などを行う。

[0105] またプレイフィールドFLの部屋には、図2（B）で説明したベースステーション280、284が設置されており、これらのベースステーション280、284を用いて、ユーザUS 1、US 2の位置情報の取得が可能になっている。また図5に示すように、プレイフィールドFLには、ユーザに仮想現実を体験させるための体感装置である送風機BLや振動デバイスVBが設置されている。振動デバイスVBは、例えば部屋の床下に設置されるトランスデューサなどにより実現される。

[0106] 本実施形態のゲームによれば、実世界のドアDRを開いたときに、そのドアDRの向こう側に別世界（部屋の風景とは異なる世界）が広がる。そしてドアDRをくぐって当該別世界に行くことができる仮想現実を、ユーザは体験できる。

[0107] 例えば図4においてユーザUS 1、US 2のHMD 1、HMD 2には、部屋に対応する第1の仮想空間の画像が表示されている。具体的には、第1の仮想空間（第1のオブジェクト空間）に、部屋に配置・設置される物体に対応するオブジェクトを配置する。例えばドアDR、机DK、本棚BS、窓W

D 1、WD 2に対応するオブジェクトを配置する。そして、この第1の仮想空間において、ユーザUS 1、US 2の視点（第1、第2の視点）に対応する仮想カメラ（第1、第2の仮想カメラ）から見える画像を生成して、HMD 1、HMD 2（第1、第2の表示部）に表示する。このようにすれば、HMD 1、HMD 2を装着して移動するユーザUS 1、US 2は、あたかも本物の部屋を歩き回っているような仮想現実を体験できる。

[0108] そして図6（A）に示すように、1回目にユーザ（US 1、US 2）がドアDRを開いた場合には、ドアDRの向こう側は部屋のままであり、ドアDRの領域（広義には特異点に対応する領域）には、部屋の画像が表示される。そして図6（B）に示すようにユーザがドアDRを閉めた後、図6（C）に示すように、再度、ドアDRを開くと、ドアDRの向こう側は氷の国に変化する。即ち図7に示すように、ドアDRの領域（ドアの開口領域）には、第2の仮想空間VS 2（第2のオブジェクト空間）の画像である氷の国の画像が表示される。このとき、図7に示すように、ドアDRの回りには、本棚BS、窓WD 1、WD 2などの部屋の画像が表示される。即ち、ドアDRの領域（特異点に対応する領域）には、第2の仮想空間VS 2の画像である氷の国の画像が表示される一方で、ドアDR以外の領域には、第1の仮想空間VS 1の画像である部屋の画像が表示される。

[0109] そして例えばユーザUS 1がドアDRを通過して（特異点に対応する場所を通過して）、ドアDRの向こう側に移動すると、図8に示すように、ユーザUS 1に対応するユーザキャラクタUC 1（広義にはユーザ移動体）は、第1の仮想空間VS 1である部屋から、第2の仮想空間VS 2である氷の国へと移動することになる。ここで、ユーザキャラクタUC 1は、実空間でのユーザUS 1の移動に伴って仮想空間で移動するキャラクタ（表示物）であり、アバターとも呼ばれる。

[0110] なお、本実施形態では、ユーザUS 1の実空間での位置情報を取得し、取得された位置情報に基づいてユーザキャラクタUC 1を仮想空間（第1、第2の仮想空間）で移動させる場合について主に説明するが、本実施形態はこ

れに限定されない。例えば図1の操作部160（ゲームコントローラ等）からの操作情報等に基づいて、ユーザキャラクタUC1を仮想空間（第1、第2の仮想空間）で移動させてもよい。また、ユーザUS1（US2）の手や指の動きは、例えばリープモーションの処理により検出される。そして、この検出結果に基づいて、ユーザUS1に対応するユーザキャラクタUC1の手や指の部位（パーツオブジェクト）を動かすモーション処理が行われる。これにより、ユーザUS1は、例えばドアDRを開けるときに、自身の手や指の動きを、ユーザキャラクタUC1の手や指の部位の動きを見ることで視覚的に認識できるようになる。

[0111] 図8では、HMD1を装着するユーザUS1（UC1）の視界の全周囲に亘って、広大なVR空間が広がるようになるため、ユーザUS1の仮想現実感を格段に向上できる。即ち、ユーザUS1は、あたかも現実の氷の国にいるような仮想現実を感じることができる。そしてユーザUS1に対応するユーザキャラクタUC1は、この第2の仮想空間である氷の国を自由に歩き回ることができる。

[0112] 図9は、図8のように第2の仮想空間VS2である氷の国に移動したユーザキャラクタUC1が、ドアDR側に振り返った場合に表示される画像の例である。図9に示すように、ドアDRの領域には、第1の仮想空間VS1の画像である部屋の画像が表示される。このとき、図9に示すように、ドアDRの回りには、第2の仮想空間VS2の画像である氷の国の画像が表示される。即ち、ドアDRの領域には、第1の仮想空間VS1の画像である部屋の画像が表示される一方で、ドアDR以外の領域には、第2の仮想空間VS2の画像である氷の国の画像が表示される。そしてユーザキャラクタUC1がドアDRの方に移動し、ドアDRを再度、通過すると、ユーザキャラクタUC1は、第1の仮想空間VS1である部屋の中に戻ることができる。即ち、図7においてドアDRを第1の進行方向で通過することで、第1の仮想空間VS1（部屋）から第2の仮想空間VS2（氷の国）に移動（ワープ）できる。一方、図9において、ドアDRを第1の進行方向とは異なる第2の進行

方向で通過することで、第2の仮想空間VS2（氷の国）から第1の仮想空間VS1（部屋）に移動できる。即ち、ユーザキャラクタUC1は、第1の仮想空間VS1と第2の仮想空間VS2を、ドアDR（特異点に対応する場所）を介して自由に行き来できるようになる。

[0113] 図10（A）、図10（B）は、ユーザUS1、US2がドアDRをくぐって通過した時の様子を示している。このとき、ユーザUS1、US2に対応するユーザキャラクタUC1、UC2は、第2の仮想空間である氷の国に位置している。即ち、ユーザキャラクタUC1、UC2の位置情報は、第2の仮想空間の位置情報として設定される。

[0114] そしてユーザUS1、US2の近くには、体感装置である送風機BLや振動デバイスVBが設置されている。送風機BLは、ユーザUS1、US2の正面方向側に設置され、振動デバイスVBはユーザUS1、US2の周囲の床下に設置されている。そしてユーザUS1、US2がドアDRを通過してドアDRの向こう側に移動すると、送風機BLが送風を開始し、ユーザUS1、US2に対して風（冷風）があたるようになる。また吹雪が「ヒュー」となるような音が、ユーザUS1、US2が装着するヘッドホンのスピーカから出力される。これにより、ユーザUS1、US2は、あたかも本当の氷の国に来たような仮想現実を感じることができる。

[0115] またユーザUS1、US2が振動デバイスVBの近くに移動すると、図10（A）のA1、図10（B）のA2に示すように、第2の仮想空間での氷河が崩れるゲーム演出が行われる。即ち、図10（A）のA1で存在していた氷河が、図10（B）のA2では崩れて存在しなくなる。具体的にはユーザUS1、US2のHMD1、HMD2には、氷河が崩れる様子を表す画像が表示され、氷河が崩れる音が、ユーザUS1、US2が装着するヘッドホンのスピーカから出力される。これにより、氷河が崩れて危ないと感じるようなスリルをユーザUS1、US2に体感させることができる。

[0116] なお、図10（A）のA3、図10（B）のA4に示すように、ユーザUS1、US2が移動可能な範囲は、部屋エリアと同様であり、図4の部屋の

壁を越えて移動することはできない。そして例えばユーザUS 1、US 2が、部屋の壁の近くに移動すると、例えばHMD 1、HMD 2に対して壁等への衝突を警告する報知情報が表示され、壁等への衝突を回避できるようにしている。

[0117] 以上のように本実施形態のシミュレーションシステムによれば、図7に示すように、ユーザがドアを開けた先には、氷の国の景色が広がり、太陽と氷の白さで、部屋とは全く違う風景を見ることができる。また眩しさと共に風が吹く音がすることで、仮想現実感が向上する。

[0118] そしてユーザは、ドアの先に足を踏み入れることができる。氷の国の風景、音、白い息に加え、実際に送風機からの風を感じることで、視覚、聴覚、体感で寒さを体感できる。ドアの先に移動すると、見渡す限り氷の国であり、狭い部屋から一気に広い世界に行く不思議な感覚を味わうことができる。またユーザは図8において、周りを見渡して、海や冰山、澄んだ空の太陽やダイヤモンドダストを見て、氷の国の景色を味わえる。また図10（A）、図10（B）に示すように、ドアを出た先の一方は、断崖絶壁の先に海が広がっており、ユーザはその高さに肝を冷やす。そして、ユーザが崖に近づいたり、所定時間が経過すると、振動デバイスにより足元が振動して、目の前の崖が崩れることで、恐怖体験をユーザは味わえる。ユーザは、頻繁に2つの仮想空間（仮想世界）を行ったり来たりしたり、一人がドアの先に行って、もう一人がドアを通らず後ろに回って相手が見えないことを確認したり、ドアの真ん中に横向きに立って、右半分と左半分で視界や音が違うという体験をすることができる。

[0119] また図6（C）のようにドアDRの領域に氷の国が表示された後、図6（D）に示すようにドアDRを閉め、図6（E）に示すように、再度、ドアDRを開くと、ドアDRの向こう側は電車の上の空間に変化する。即ち図11（A）に示すように、ドアDRの領域には、第3の仮想空間VS 3の画像である電車TRの上にいるときの画像が表示される。このとき、図11（A）に示すように、ドアDR以外の領域には、本棚BS、窓WD 1、WD 2など

の部屋の画像が表示される。ユーザUS1がドアDRをくぐって、ドアDRの向こう側に移動すると、ユーザキャラクタUC1が電車TRの上に乗って、その眼前にトンネルTNが迫ってくるスリル溢れる画像が表示されるようになる。

[0120] なお、ドアを少しだけ開けて、直ぐに閉めたような場合には、仮想空間の切替処理を行わないようにしてもよい。例えばユーザによっては、図11(A)に示すような画像が表示された場合に、驚いて直ぐにドアを閉めてしまう場合がある。このような場合に次にドアを開けた時に、図11(A)に示すような電車の場面の画像が表示されないのは、望ましくないからである。

[0121] 電車TRの上に移動したユーザキャラクタUC1が、ドアDRの方を振り返ると、図12に示すような画像が表示される。図12に示すように、ドアDRの領域には、第1の仮想空間VS1の画像である部屋の画像が表示される。このとき、図12に示すように、ドアDRの回りには、第3の仮想空間VS3の画像である電車の上での画像（トンネル、電車等の画像）が表示される。即ち、ドアDRの領域には、第1の仮想空間VS1の画像である部屋の画像が表示される一方で、ドアDR以外の領域には、第3の仮想空間VS3の画像である電車の上での画像が表示される。また例えばドアDRの上の端部がトンネルTNの屋根に当たって火花が散るような演出画像が表示される。そしてユーザキャラクタUC1がドアDRの方に移動し、ドアDRを再度、通過すると、ユーザキャラクタUC1は、第1の仮想空間VS1である部屋の中に戻ることができる。なお図6(A)～図6(E)では、ドアDRが開閉される毎に、部屋、氷の国、電車の上というように、ドアDRの向こう側の仮想空間が切り替わるようになっている。

[0122] 以上のように本実施形態のシミュレーションシステムによれば、速くて危ない場所に突然放り込まれるようなスリルな体験をユーザは味わうことができる。電車はトンネルに入ったり出たりを繰り返し、ドアの上の端部がトンネルの屋根に当たって火花が散るため、スリル感が更に向上する。床の振動で本当に電車の上にいるよう感覚を与えることができると共に、送風機によ

る送風でスピード感を与えることができる。

[0123] 即ち、ユーザは、ドアを開けた瞬間には、「ここはどこ？」というように混乱する。更に、自分は止まっているのに、ドアの先が動いているので、感覚が混乱する不思議な体験ができる。ドアの先に足を踏み入れると、送風機により猛烈な風が吹き、振動デバイスにより足に電車の振動が伝わり、本当に電車の上にいるとしか思えない感覚を味わえる。また目の前に猛烈なスピードでトンネルが迫ってきて、ぶつかってしまうというスリル感を味わえる。トンネル通過中は、頭上にトンネルの天井が迫って来て、ドアの上の端部が天井に接触して火花が上がることで、恐怖感が倍増する。トンネルを出ても、またトンネルが迫ってくるので、何度も繰り返しスリルを味わうことができる。

[0124] 3. 2 仮想空間の切替処理

次に本実施形態の手法について詳細に説明する。本実施形態では、仮想空間として、第1の仮想空間と、第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間が設定される。図4～図10(B)で説明したように、第1の仮想空間は、例えば部屋に対応する仮想空間であり、第2の仮想空間は、氷の国に対応する仮想空間である。これらの第1、第2の仮想空間は、ドアDRに対応する特異点を介して結びつけられている。例えばドアDRを介して第1、第2の仮想空間の間で行き来ができるようになっている。前述のように、特異点は、基準である法則の下、その法則が適用できなくなるポイントである。例えば第1の仮想空間（部屋）でユーザキャラクタ（又は仮想カメラ。以下、同様）が移動している場合に、当該ユーザキャラクタに対しては、第1の仮想空間内だけにおいて移動するという法則が適用される。本実施形態の特異点は、このような法則（基準）が適用されず、当該法則に従わなくなるポイントである。例えば本実施形態では、特異点の通過により切替条件が成立すると、第1の仮想空間内で移動するという法則がユーザキャラクタに対して適用されなくなり、当該ユーザキャラクタは、第1の仮想空間とは異なる第2の仮想空間（氷の国）で移動するようになる。

[0125] 具体的には本実施形態では、仮想空間についての切替条件が成立する前においては、ユーザキャラクタ（又は仮想カメラ）の位置情報を、第1の仮想空間の位置情報として設定する。例えば図13（A）において、ユーザキャラクタUC1の位置P1の情報は、第1の仮想空間VS1（部屋）の位置情報として設定される。そして第1の描画処理として、少なくとも第1の仮想空間VS1（部屋）の画像を描画する処理が行われる。即ち、第1の仮想空間VS1において、仮想カメラ（ユーザの視点）から見える画像が生成される。

[0126] そして本実施形態では、図7で説明したように、この第1の描画処理において、第1の仮想空間VS1（部屋）の画像に加えて、第2の仮想空間VS2（氷の国）の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域であるドアDRの領域に、第2の仮想空間VS2の画像が表示される画像を生成する。即ち図7に示すように、ドアDRの領域には、氷の国の画像が表示され、ドアDR以外の領域には、部屋の画像が表示されるような画像が生成される。

[0127] 一方、図13（A）に示すように、ユーザキャラクタUC1（仮想カメラ）が、特異点（SG）に対応する場所であるドアDRの場所を、第1の進行方向D1で通過することで切替条件が成立したとする。即ち図13（A）では、ユーザキャラクタUC1が、位置P1からドアDRを通過して、位置P2に移動することで、切替条件が成立している。この場合にはユーザキャラクタUC1（仮想カメラ）の位置情報を、第2の仮想空間VS2（氷の国）の位置情報として設定する。例えば図13（A）において、ユーザキャラクタUC1の位置P2、P3の情報は、第2の仮想空間VS2（氷の国）の位置情報として設定される。そして第2の描画処理として、少なくとも第2の仮想空間VS2の画像を描画する処理が行われる。即ち、第2の仮想空間VS2において、仮想カメラ（ユーザ視点）から見える画像が生成される。

[0128] そして本実施形態では、図9で説明したように、この第2の描画処理において、第2の仮想空間VS2（氷の国）の画像に加えて、第1の仮想空間V

S 1（部屋）の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域であるドアD Rの領域に、第1の仮想空間V S 1の画像が表示される画像を生成する。即ち図9に示すように、ドアD Rの領域には、部屋の画像が表示され、ドアD R以外の領域には、氷の国の画像が表示されるような画像が生成される。

[0129] 更に具体的には図13（A）に示すように、ユーザキャラクタUC 1（仮想カメラ）がドアD Rの場所（特異点S Gに対応する場所）を第1の進行方向D 1で通過し、仮想カメラの視線方向S Lが、第1の進行方向D 1の反対方向側を向いたとする。即ち図13（A）では、ユーザキャラクタUC 1が第1の進行方向D 1でドアD Rを通過した後、ドアD Rの方を振り返っており、仮想カメラの視線方向S LはドアD Rの方に向いている。この視線方向S Lは、第1の進行方向D 1の例えば反対方向である。このような場合において本実施形態では、図9に示すように、ドアD Rの領域（特異点S Gに対応する領域）に第1の仮想空間V S 1（部屋）の画像が表示される画像を生成する。

[0130] 一方、図13（A）に示すように、ユーザキャラクタUC 1が、第2の仮想空間V S 2において、位置P 2から位置P 3に移動し、仮想カメラの視線方向S LをドアD Rの方に向けたとする。即ち位置P 2からドアD Rの裏側の方の位置P 3に移動して、ドアD Rの方に視線方向S Lを向けたとする。この場合には、図9とは異なり、ドアD Rの領域には部屋の画像は表示されない。具体的には図13（A）の位置P 2において仮想カメラの視線方向S LがドアD Rの方に向いていた場合には、図9のようにドアD Rの開口領域には、その向こう側の部屋の画像が表示されている。これに対して図13（A）の位置P 3において仮想カメラの視線方向S LがドアD Rの方に向いていた場合には、ドアD Rの開口領域には、氷の国の画像が表示され、部屋の画像は表示されない。即ち、氷河の上にドアD Rの枠だけが立っているような画像が表示される。別の言い方をすると、氷河の上に、開いたドアD Rが置いてあるだけの画像が表示される。

[0131] このような画像が表示されるのは、本実施形態では、第1の仮想空間と第2の仮想空間が特異点SGを介して不連続に結びつけられているからである。従って、図13(A)のように、位置P2から、移動元の位置である部屋の位置P1の方を見た場合には、ドアDRの開口領域を介して部屋の画像を見ることができるが、ドアDRの裏側の位置P3では、氷河の上に、ドアDRの枠（開いたドア）だけが立っているような画像が表示される。このようにすれば、第1の仮想空間から、第1の仮想空間とは異次元の空間である第2の仮想空間にワープしたような仮想現実の体験が可能になり、これまでにないタイプの仮想現実の実現が可能になる。

[0132] なお図7、図9の画像は例えば以下のような手法により生成できる。例えば図7、図9において、仮想カメラから見て、ドアDR以外の領域（特異点に対応する領域以外の領域）にあるピクセルと、ドアDRの領域（特異点に対応する領域）にあるピクセルとを区別するためのフラグFGを、各ピクセル毎に設定する。例えばドアDR以外の領域では、フラグを例えばFG=1（第1のフラグ状態）に設定し、ドアDRの領域では、例えばフラグをFG=0（第2のフラグ状態）に設定する。そして仮想カメラから見える第1の仮想空間（部屋）の画像を第1の画像とし、仮想カメラから見える第2の仮想空間（氷の国）の画像を第2の画像とした場合に、図7においては、FG=1（ドア以外）に設定されるピクセルについては、第1の画像（部屋）の色を描画し、FG=0（ドア）に設定されるピクセルについては、第2の画像（氷の国）の色を描画する。このようにすることで図7に示すような画像を生成できる。一方、図9においては、FG=1（ドア以外）に設定されるピクセルについては、第2の画像（氷の国）の色を描画し、FG=0（ドア）に設定されるピクセルについては、第1の画像（部屋）の色を描画する。このようにすることで図9に示すような画像を生成できる。

[0133] 図13(B)は、ユーザキャラクタUC1がドアDR（特異点SG）の場所を通過しておらず、切替条件が成立していない場合の例である。このようにユーザキャラクタUC1が、位置P1からドアDRを通過せずに位置P2

に移動しても、切替条件が成立しないため、仮想空間は切り替わらず、位置 P 2 の情報は第 1 の仮想空間 V S 1（部屋）の位置情報として設定される。従って、位置 P 2 において仮想カメラの視線方向 S L をドア D R の方向に向けても、ドア D R の開口部には、部屋の画像が表示される。即ち、部屋の床の上に、ドア D R の枠だけが立っているような画像が表示される。また図 1 3（B）においてユーザキャラクタ U C 1 が位置 P 2 から位置 P 3 に移動して、仮想カメラの視線方向 S L をドア D R の方向に向けても、部屋の床の上に、ドア D R の枠だけが立っているような画像が表示される。

[0134] このように本実施形態では、図 1 3（A）のように特異点 S G を通過して切替条件が成立すると、通過後の位置 P 2、P 3 は、第 2 の仮想空間 V S 2 の位置として設定される。これに対して図 1 3（B）では、特異点 S G を通過しておらず、切替条件が成立していない。このため、図 1 3（A）と同じ位置 P 2、P 3 が、図 1 3（B）では、第 1 の仮想空間 V S 1 の位置のままとなる。

[0135] また図 1 4（A）では、ユーザキャラクタ U C 1（仮想カメラ）が、第 1 の進行方向 D 1 でドア D R（特異点 S G）を通過した後、第 1 の進行方向 D 1 とは異なる第 2 の進行方向 D 2 でドア D R を通過している。例えば、第 1 の仮想空間 V S 1 の位置 P 1 から第 1 の進行方向 D 1 でドア D R を通過して、第 2 の仮想空間 V S 2 の位置 P 2 に移動した後、第 1 の進行方向 D 1（正方向）とは反対方向（逆極性の方向）の第 2 の進行方向 D 2（負方向）で、ドア D R を通過している。即ち位置 P 2 から、ドア D R を通過して、位置 P 4 に移動している。この場合にはユーザキャラクタ U C 1（仮想カメラ）の位置 P 4 の情報を、第 1 の仮想空間 V S 1（部屋）の位置情報として設定する。そして第 1 の描画処理として、少なくとも第 1 の仮想空間 V S 1 の画像を描画する処理を行う。即ち、第 1 の仮想空間 V S 1 である部屋の画像を描画する処理を行う。或いは図 7 に示すように、第 1 の仮想空間 V S 1（部屋）の画像に加えて、第 2 の仮想空間 V S 2（氷の国）の画像を描画する処理を行って、ドア D R（特異点 S G）の領域に、第 2 の仮想空間 V S 2 の画像

が表示される画像を生成する。例えば図14（A）に示すように、位置P4のユーザキャラクタUC1の仮想カメラの視線方向SLは、第2の進行方向D2の反対方向側を向いており、ドアDRの方を向いている。このような場合に、ドアDRの領域に、第2の仮想空間VS2（氷の国）の画像が表示される画像を生成する。このようにすることで、例えば第1の仮想空間VS1と第2の仮想空間VS2の間を特異点を介して行き来できるような仮想現実を実現できる。

[0136] なお図14（B）では、第2の仮想空間VS2の位置P2から、ドアDRを通過することなく、位置P4に移動している。この場合には、仮想空間の切替条件が成立していないため、位置P4は、第2の仮想空間VS2の位置のままとなる。即ち、図13（A）では位置P4は第1の仮想空間VS1の位置に切り替わっているが、図13（B）では、同じ位置P4が、第2の仮想空間VS2の位置のままとなる。

[0137] また本実施形態では、図11（A）～図12で説明したように、ユーザキャラクタ（仮想カメラ）が特異点に対応する場所を通過することで切替条件が成立した場合に、ユーザキャラクタ（仮想カメラ）の位置情報を、第3の仮想空間VS3（電車の上）の位置情報として設定し、第3の描画処理として、少なくとも第3の仮想空間VS3の画像を描画する処理を行う。

[0138] 例えば図15（A）では、ユーザキャラクタUC1が、第1の仮想空間VS1の位置P1から、ドアDR（特異点SG）を第1の進行方向D1（正方向）で通過して、位置P2に移動している。これにより、ドアDRの通過による切替条件が成立したため、位置P2は第2の仮想空間VS2（氷の国）の位置として設定される。そしてユーザキャラクタUC1は、第2の仮想空間VS2の位置P2から、ドアDRを第2の進行方向D2（負方向）で通過して、位置P1に戻っている。これにより、ドアDRの通過による切替条件が成立したため、位置P1は第1の仮想空間VS1（部屋）の位置として設定される。

[0139] このようにユーザキャラクタUC1が、第1の仮想空間VS1（部屋）の

位置P 1に戻った後、図1 5（B）では、ドアD Rの開閉が行われている。これにより図6（C）～図6（E）で説明したように、ドアD Rの向こう側の世界が、第2の仮想空間V S 2（氷の国）から第3の仮想空間V S 3（電車の上）に切り替わる。即ち図1 1（A）に示すような画像が表示されるようになる。そして図1 6に示すように、ユーザキャラクタU C 1が、第1の仮想空間V S 1の位置P 1から、ドアD Rを通過して、位置P 2に移動している。これにより、ドアD Rの通過による切替条件が成立したため、位置P 2は第3の仮想空間V S 3（電車の上）の位置として設定される。そして第3の描画処理として、少なくとも第3の仮想空間V S 3の画像を描画する処理を行うことで、例えば図1 1（B）に示すような画像が生成される。またユーザキャラクタU C 1がドアD Rの方向を振り返った場合には、図1 2に示すような画像が生成される。即ち、第3の描画処理として、第3の仮想空間V S 3（電車の上）の画像に加えて第1の仮想空間V S 1（部屋）の画像を描画する処理を行って、ドアD Rの領域に第1の仮想空間V S 1の画像が表示される画像が生成される。このようにすれば、第1の仮想空間と第2の仮想空間の間の切替処理だけでなく、例えば第1の仮想空間と第3の仮想空間の間の切替処理も実現できるようになる。或いは第2の仮想空間と第3の仮想空間の間の切替処理も行うようにしてもよい。

[0140] また本実施形態では、複数のユーザがプレイする場合に、複数のユーザに対応する複数のユーザキャラクタ（複数の仮想カメラ）が特異点に対応する場所を通過して第1の仮想空間に戻ったことを条件に、第3の描画処理を許可する手法を採用する。

[0141] 例えば図1 7（A）では、ユーザキャラクタU C 1、U C 2に対応する複数のユーザがプレイしている。そしてユーザキャラクタU C 1は、第1の仮想空間V S 1からドアD Rを通過して第2の仮想空間V S 2に移動した後、再度、ドアD Rを通過して、第1の仮想空間V S 1に戻って来ている。これに対して、ユーザキャラクタU C 2は、ドアD Rを通過して第2の仮想空間V S 2に移動した後、第2の仮想空間V S 2に留まっている。

[0142] このような状況において、例えば図17(B)に示すようにドアDRの開閉が行われたとする。このとき、図6(C)～図6(E)に示すように、第2の仮想空間VS2(氷の国)から第3の仮想空間VS3(電車の上)に切り替わってしまうと、図17(B)においてユーザキャラクタUC2が第2の仮想空間VS2に取り残されてしまう事態が生じてしまう。

[0143] そこで本実施形態では、このような事態の発生を防止するために、ユーザキャラクタUC1、UC2の両方が第1の仮想空間VS1に戻ったことを条件に、第3の仮想空間における第3の描画処理を許可する。

[0144] 即ち、図18(A)では、ユーザキャラクタUC1のみならず、ユーザキャラクタUC2も、第2の仮想空間VS2の位置からドアDRを通過して第1の仮想空間VS1に戻っている。そして、このようにユーザキャラクタUC1、UC2が第1の仮想空間VS1に戻った後に、ドアDRの開閉が行われている。このときに、図18(B)に示すように、ユーザキャラクタUC1、UC2がドアDRを通過して切替条件が満たされると、ユーザキャラクタUC1、UC2の位置は第3の仮想空間VS3(電車の上)の位置として設定される。そして、第3の仮想空間VS3での第3の描画処理が行われて、図11(B)、図12に示すような画像が生成されるようになる。このようにすれば、複数のユーザに対応する複数のユーザキャラクタの一部が、第2の仮想空間に取り残されてしまい、ゲーム進行等に破綻を来すなどの事態を防止できるようになり、適切でスムーズなゲーム進行を実現できるようになる。

[0145] また本実施形態ではユーザの入力情報又はセンサの検出情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断してもよい。

[0146] 例えば図19(A)では、マイク等を使って、「氷の国に行きたい」という音声情報が、ユーザUS1の入力情報として入力されている。このようなユーザUS1の入力情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断して、例えば仮想空間の切替処理を行ってもよい。このようにすることで、入力情報を入力するだけという簡素な手間で、仮想空間の切替処理を実現できる

ようになる。

[0147] なお、切替条件の判断に使用されるユーザの入力情報は、例えばゲームコントローラ（広義には操作部）により入力される操作情報であってもよい。或いは、リープモーションの処理によりユーザの手や指の動きを検出できる場合には、ユーザの手や指の動きによる入力情報を、ユーザの入力情報として用いて、切替条件を判断するようにしてもよい。或いは、ユーザの頭部の動きを、HMDのセンサ部等に基づき検出して、ユーザの入力情報として用いるようにしてもよい。

[0148] また本実施形態では、センサの検出情報に基づいて、切替条件が成立したか否かを判断してもよい。例えば図19（B）では、ドアDRに対してセンサSEが設けられている。そしてこの場合に、センサSEの検出情報に基づいて、ドアDRの開閉状態を判断して、切替条件が成立したか否かを判断してもよい。センサSEとしては、例えば図2（A）で説明したような受光素子を用いてもよい。このようにすれば、図4のように部屋に設けられたベースステーション280、284からの光を、センサSEである受光素子で検出することで、ドアDRの開閉状態を判断できるようになる。従って、簡素な処理で切替条件を判断することが可能になる。或いは、センサSEとして、加速度センサやジャイロセンサなどから構成されるモーションセンサを用いてもよい。このようなモーションセンサを用いることで、ドアDRの開閉状態等を判断して、仮想空間の切替条件が成立したか否かを判断してもよい。このように、センサSEとしては種々の方式のセンサを採用することができる。

[0149] また本実施形態では図4、図20（A）、図20（B）に示すように、ユーザ（US1、US2）が移動する実空間のプレイフィールドFLには、特異点に対応する物体が配置されている。例えば特異点に対応する物体としてドアDRが配置されている。そして本実施形態では、ユーザが実空間において、物体であるドアDRの場所を通過した場合に、ユーザキャラクタ（仮想カメラ）が、特異点に対応する場所を通過したと判断する。

[0150] このようにすれば、実空間の物体であるドアの場所をユーザが実際に通過することで、対応するユーザキャラクタがドアの場所を通過したと判断されるようになるため、ユーザの仮想現実感を向上できる。この場合に、実空間のドアを模したドアのオブジェクトを仮想空間に配置することで、実空間のドアと仮想空間のドアのオブジェクトとが適正に対応づけられるようになり、ユーザの仮想現実感を更に向上できる。また、例えば図19(B)のように実空間のドアにセンサを設け、このセンサの検出情報に基づいて、仮想空間のドアのオブジェクトの開閉状態を制御すれば、実空間のドアの開閉に連動して仮想空間のドアのオブジェクトも開閉されるようになり、ユーザの仮想現実感を格段に向上できるようになる。

[0151] なお図20(A)では、B1に示すように、ユーザキャラクタUC1の頭部や上半身部分だけが、ドアDRを通過しており、第2の仮想空間VS2(氷の国)に移動している。一方、ユーザキャラクタUC1の下半身部分は、第1の仮想空間VS1(部屋)に残っている。この場合に第1の仮想空間VS1に位置するユーザキャラクタUC2(ユーザUS2)からは、ユーザキャラクタUC1の頭部や上半身部分が消えて見えるようになり、ドアDRの向こう側が別世界であるという不思議な仮想現実を体験できる。またユーザキャラクタUC2が、ドアDRを通過せずに、B2に示すようにドアDRの向こう側に移動して見た場合には、更に違った見え方になる。また図20(B)のようにユーザキャラクタUC1(ユーザUS1)は、ドアDRをくぐって、後ろ側を振り返っても、第2の仮想空間である氷の国しか見えず、第1の仮想空間である部屋は見えない。従って、2つの仮想空間が、特異点であるドアDRを介してつながっているという不思議な感覚を与えることができ、これまでにない不思議な仮想現実を、体験させることが可能になる。

[0152] なお図20(A)、図20(B)に示すような画像の生成を適切に行うためには、例えばユーザキャラクタの頭部の位置情報の検出に加えて、足などの下半身部分の位置情報を検出することが望ましい。また図20(A)、図20(B)に示すように、特異点に対応する領域は、少なくともユーザの視

点に対応する仮想カメラが通過していればよく、ユーザキャラクタの全体が通過している必要はない。

[0153] 3. 3 種々の処理例

次に本実施形態の種々の処理例について説明する。本実施形態では、特異点を設定又は非設定にする処理を行うようにしてもよい。

[0154] 例えば図21(A)では、ユーザキャラクタUC1は第2の仮想空間VS2(氷の国)に位置しており、図8とは異なり、特異点SGに対応するドアDRは表示されていない。そして図21(A)では、ユーザキャラクタUC1に対応するユーザUS1が、例えば「現れよドア」という音声を入力している。これにより特異点SGを設定する処理が行われ、図21(B)に示すように、特異点SGに対応するドアDRが、第2の仮想空間VS2に現れて、表示されるようになる。或いは、図21(B)において、ユーザUS1が、例えば「消えろドア」という音声を入力することで、特異点SGを非設定にする処理を行って、例えば図21(A)に示すように、ドアDRを非表示にしてもよい。

[0155] このように、ユーザの入力情報などに基づいて、特異点の設定、非設定を任意に切り替えられるようにすれば、例えばゲーム状況等に応じて、特異点に対応するオブジェクトを表示したり、非表示にすることなどが可能になる。これにより、例えば特異点を隠したりすることなどが可能になり、より多様なゲーム処理やゲーム演出を実現できるようになる。なお、特異点の設定、非設定は、例えばユーザの入力情報以外にも、例えばゲーム処理の結果やユーザのゲームレベルなどに応じて、切り替えるようにしてもよい。

[0156] また本実施形態では、ユーザに仮想現実を体験させるための体感装置を制御する処理を行い、切替条件が成立していない場合の体感装置の制御と、切替条件が成立した場合の体感装置の制御を異ならせてもよい。

[0157] 例えば図22(A)では、ユーザキャラクタUC1(US1)は、ドアDRを通過せずにドアDRの向こう側に移動しており、仮想空間の切替条件は成立していない。この場合には、送風機BL、振動デバイスVBなどの体感

装置を動作させない。一方、図22(B)では、ユーザキャラクタUC1は、ドアDRを通過してドアDRの向こう側に移動しており、仮想空間の切替条件が成立している。この場合には、送風機BL、振動デバイスVBなどの体感装置を動作させる。例えば送風機BLによる冷風の送風を行ったり、振動デバイスVBにより床を振動させるなどの制御を行う。こうすることで、図10(A)、図10(B)で説明したように、仮想空間が、第1の仮想空間(部屋)から第2の仮想空間(氷の国)に切り替わったことを、送風機BL、振動デバイスVBなどの体感装置を用いて、ユーザに体感させることが可能になる。

[0158] なお、切替条件が成立していない場合と切替条件が成立した場合とで、体感装置の制御態様や制御する体感装置の種類を異ならせてもよい。例えば送風機BLの送風のパワーを異ならせたり、振動デバイスVBの振動度合いを異ならせてもよい。或いは、第1の仮想空間用の第1の体感装置と、第2の仮想空間用の第2の体感装置を用意し、切替条件が成立していない場合には、第1の体感装置を動作させ、切替条件が成立した場合には、第2の体感装置を動作させるようにしてもよい。

[0159] また本実施形態では、複数のユーザがプレイする場合に、実空間でのユーザ間の衝突の報知情報の出力処理を行う。

[0160] 例えば図23(A)では、ユーザキャラクタUC1、UC2に対応する複数のユーザUS1、US2がゲームをプレイしている。そしてユーザキャラクタUC1はドアDRを通過して移動することで、第2の仮想空間VS2に移動しているが、ユーザキャラクタUC2は、ドアDRを通過しておらず、第1の仮想空間VS1に留まっている。そして図23(B)では、ユーザキャラクタUC1が第2の仮想空間VS2内を移動して、ユーザキャラクタUC2の方に近づいている。

[0161] この場合にユーザキャラクタUC1は第1の仮想空間VS1に留まっているため、ユーザUS1のHMD1には、第1の仮想空間VS1(部屋)の画像が表示される。一方、ユーザキャラクタUC2は第2の仮想空間VS2に

移動しているため、ユーザUS 2のHMD 2には、第2の仮想空間VS 2（氷の国）の画像が表示される。従って、HMD 1により視界が覆われているユーザUS 1は、ユーザUS 2に対応するユーザキャラクタUC 2の存在を視覚的に認識できない。同様にHMD 2により視界が覆われているユーザUS 2は、ユーザUS 1に対応するユーザキャラクタUC 1の存在を視覚的に認識できない。従って、実世界においてユーザUS 1、US 2が衝突してしまう事態が生じるおそれがある。

[0162] そこで本実施形態では、このような事態の発生を防止するために、複数のユーザがプレイする場合に、実空間でのユーザ間の衝突の報知情報の出力処理を行う。例えば図24は、ユーザUS 1のHMD 1の表示画像の例である。この表示画像には、ユーザUS 1の手や指等が表示されている。

[0163] そして図23（B）のような状況の場合に、ユーザUS 1のHMD 1には、通常では、ユーザキャラクタUC 2は表示されない。これに対して図24では、ユーザキャラクタUC 2を、例えばゴーストキャラクタのように薄らと表示する。例えば所与の半透明度で背景等と半透明合成されたユーザキャラクタUC 2を表示する。こうすることで、ユーザUS 1は、ユーザキャラクタUC 2に対応するユーザUS 2が近くに居ることを視覚的に認識できるようになり、実世界でのユーザ間の衝突を回避できるようになる。この場合にユーザUS 2のHMD 2においても、ユーザUS 1に対応するユーザキャラクタUC 1を、例えば背景等と半透明合成することなどにより、ゴーストキャラクタのように薄らと表示する。こうすることで、ユーザUS 2は、ユーザキャラクタUC 1に対応するユーザUS 1が近くに居ることを視覚的に認識できるようになり、実世界でのユーザ間の衝突を回避できるようになる。

[0164] なお、衝突の危険度に応じて、図24のユーザキャラクタUC 2の表示態様を変化させてもよい。例えばユーザキャラクタUC 1、UC 2の距離が近づくにつれて、或いは、ユーザキャラクタUC 1やUC 2の接近速度が速くなるにつれて、ユーザキャラクタUC 2の表示を徐々に濃くするなどして、

視覚の認識度合いを高める処理を行ってもよい。

[0165] また図24のC1に示すように衝突の警告を報知するような情報を、HMDの表示画像に重畳表示してもよい。或いは、音声や振動により衝突の警告を報知してもよい。このように報知情報の出力処理としては種々の態様の出力処理を想定できる。

[0166] なお図25(A)では、ユーザキャラクタUC1、UC2が第2の仮想空間VS2に移動した後、ユーザキャラクタUC2がドアDRの裏側の位置に移動している。そして図25(B)に示すように、ユーザキャラクタUC2は、ドアDRの裏側の位置から、ユーザキャラクタUC1の方に移動して、ドアDRを通過している。

[0167] この場合にユーザキャラクタUC1の仮想カメラの視線方向SLは、ドアDRの方向を向いている。このため図9に示すように、ドアDRの領域が部屋の画像となる画像が表示される。そしてこの状態で図25(B)に示すように、第2の仮想空間VS2のユーザキャラクタUC2がドアDRを通過すると、図9の部屋の画像の中から突然にユーザキャラクタUC2が飛び出して来るような画像が表示されるようになる。

[0168] また本実施形態では、実空間でのユーザの位置情報を取得し、取得された位置情報に基づいて、ユーザキャラクタを移動させる処理を行うことが望ましい。例えば図26(A)において、実空間でのユーザUS1の位置PRの情報を取得する。この実空間での位置PRの情報は、例えば図2(A)～図3(B)で説明したHMD1のトラッキング処理などにより取得できる。そして、取得された実空間での位置PRの情報に基づいて、図26(B)に示す仮想空間のユーザキャラクタUC1を移動させる処理を行う。即ち、図26(A)に示す実空間でのユーザUS1の位置PRと、図26(B)に示す仮想空間でのユーザキャラクタUC1の位置PVとを対応づけ、位置PRの移動に連動するように位置PVを変化させて、ユーザキャラクタUC1を移動させる。そしてユーザUS1が装着するHMD1の表示画像を、本実施形態の手法により生成する。

[0169] 具体的には切替条件が成立する前においては、実空間でのユーザUS1の位置PRの情報により特定されるユーザキャラクタUC1（仮想カメラ）の位置PVの情報を、第1の仮想空間の位置情報として設定する。一方、切替条件が成立した場合には、実空間でのユーザUS1の位置PRの情報により特定されるユーザキャラクタUC1（仮想カメラ）の位置PVの情報を、第2の仮想空間の位置情報として設定する。

[0170] このようにすれば、実空間においてユーザUS1がプレイフィールドFLを移動すると、その移動に対応するようにユーザキャラクタUC1も移動するようになる。そしてユーザUS1が、実空間でのドアDRの物体の場所を通過したか否かで、切替条件が成立したか否かが判断され、図13（A）、13（B）に示すような仮想空間の切替処理や描画処理が実行されるようになる。

[0171] この場合に図13（A）に示すようにドアDRを通過して、位置P2、P3に移動した場合と、図13（B）に示すようにドアDRを通過せずに、位置P2、P3に移動した場合とで、HMD1に表示される画像が異なるようになる。即ち、実空間では同じ位置P2、P3にいる場合にも、図13（A）ではHMD1に対し第2の仮想空間VS2（氷の国）での画像が表示されるが、図13（B）ではHMD1に対し第1の仮想空間VS1（部屋）での画像が表示されるようになる。従って、これまでのシミュレーションシステムでは実現できなかった不思議なVR体験を、ユーザに提供することが可能になる。

[0172] 4. 詳細な処理

次に本実施形態の詳細な処理例について図27のフローチャートを用いて説明する。まず切替条件が成立したか否かを判断する（ステップS1）。そして例えば特異点に対応する場所をユーザキャラクタが通過しておらず、切替条件が成立していない場合には、ユーザキャラクタ又は仮想カメラの位置情報を、第1の仮想空間の位置情報として設定する（ステップS2）。例えば図13（B）に示すように位置情報を設定する。そして第1の仮想空間の

画像に加えて第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域に第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成する（ステップS3）。例えば図7に示すように、特異点に対応する領域であるドアDRの領域に、第2の仮想空間VS2である氷の国の画像が表示される画像を生成する。

[0173] 一方、ユーザキャラクタ又は移動体の特異点に対応する場所を通過して、切替条件が成立すると、ユーザキャラクタ又は仮想カメラの位置情報を、第2の仮想空間の位置情報として設定する（ステップS4）。例えば図13（A）に示すように位置情報を設定する。そして第2の仮想空間の画像に加えて第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、特異点に対応する領域に第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成する（ステップS5）。例えば図9に示すように、特異点に対応する領域であるドアDRの領域に、第1の仮想空間VS1である部屋の画像が表示される画像を生成する。

[0174] なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語（ユーザ移動体、特異点等）と共に記載された用語（ユーザキャラクタ、ドア等）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また位置情報の取得処理、仮想空間の設定処理、移動体の移動処理、表示処理、ゲーム処理、報知処理、体感装置の制御処理、仮想空間の切替処理等も、本実施形態で説明したもの限定されず、これらと均等な手法・処理・構成も本発明の範囲に含まれる。また本発明は種々のゲームに適用できる。また本発明は、業務用ゲーム装置、家庭用ゲーム装置、又は多数のユーザが参加する大型アトラクションシステム等の種々のシミュレーションシステムに適用できる。

符号の説明

[0175] US 1、US 2、US ユーザ、
UC 1、UC 2 ユーザキャラクタ（ユーザ移動体）、
VS 1 第1の仮想空間、VS 2 第2の仮想空間、DR ドア、
SG 特異点、FL プレイフィールド、BL 送風機、
VB 振動デバイス、DK 机、BS 本棚、WD 1、WD 2 窓、
TR 電車、TN トンネル、SL 視線方向、
100 処理部、102 入力処理部、110 演算処理部、
111 情報取得部、112 仮想空間設定部、113 移動体処理部、
114 仮想カメラ制御部、115 ゲーム処理部、116 報知処理部、
117 体感装置制御部、120 表示処理部、130 音処理部、
140 出力処理部、150 撮像部、151、152 カメラ、
160 操作部、170 記憶部、172 オブジェクト情報記憶部、
178 描画バッファ、180 情報記憶媒体、192 音出力部、
194 I/F部、195 携帯型情報記憶媒体、196 通信部、
200 HMD（頭部装着型表示装置）、201～203 受光素子、
210 センサ部、220 表示部、231～236 発光素子、
240 処理部、250 処理装置、260 ヘッドバンド、
270 ヘッドホン、280、284 ベースステーション、
281、282、285、286 発光素子

請求の範囲

- [請求項1] オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、
- 前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、
- 前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行う表示処理部と、
- を含み、
- 前記仮想空間設定部は、
- 前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、
- 前記表示処理部は、
- 所与の切替条件が成立する前においては、
- 前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、前記第1の仮想空間の画像に加えて前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、
- 前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、
- 前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、前記第2の仮想空間の画像に加えて前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、
- 前記表示処理部は、
- 前記仮想カメラの視線方向が、前記第1の進行方向の反対方向側を

向いた場合に、前記特異点に対応する領域に前記第 1 の仮想空間の画像が表示される画像を生成することを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項2]

請求項 1 において、

前記表示処理部は、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが、前記第 1 の進行方向とは異なる第 2 の進行方向で前記特異点を通過した場合には、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第 1 の仮想空間の位置情報として設定し、前記第 1 の描画処理として、少なくとも前記第 1 の仮想空間の画像を描画する処理を行うことを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項3]

請求項 1 又は 2 において、

前記表示処理部は、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を通過することで前記切替条件が成立した場合に、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、第 3 の仮想空間の位置情報として設定し、第 3 の描画処理として、少なくとも前記第 3 の仮想空間の画像を描画する処理を行うことを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項4]

請求項 3 において、

前記表示処理部は、

複数の前記ユーザがプレイする場合に、複数の前記ユーザに対応する複数の前記ユーザ移動体又は複数の前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を通過して前記第 1 の仮想空間に戻ったことを条件に、前記第 3 の描画処理を許可することを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項5]

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、

前記表示処理部は、

前記ユーザの入力情報又はセンサの検出情報に基づいて、前記切替条件が成立したか否かを判断することを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項6] 請求項1乃至5のいずれかにおいて、
前記ユーザが移動する実空間のプレイフィールドには、前記特異点に対応する物体が配置されており、
前記表示処理部は、
前記ユーザが前記実空間において前記物体の場所を通過した場合に、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが、前記特異点に対応する場所を通過したと判断することを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項7] 請求項1乃至6のいずれかにおいて、
前記表示処理部は、
前記特異点を設定又は非設定にする処理を行うことを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項8] 請求項1乃至7のいずれかにおいて、
前記ユーザに仮想現実を体験させるための体感装置を制御する体感装置制御部を含み、
前記体感装置制御部は、
前記切替条件が成立していない場合の前記体感装置の制御と、前記切替条件が成立した場合の前記体感装置の制御を異ならせることを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項9] 請求項1乃至8のいずれかにおいて、
複数の前記ユーザがプレイする場合に、実空間でのユーザ間の衝突の報知情報の出力処理を行う報知処理部を含むことを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項10] 請求項1乃至9のいずれかにおいて、
実空間での前記ユーザの位置情報を取得する情報取得部を含み、

前記移動体処理部は、
取得された前記位置情報に基づいて、前記ユーザ移動体を移動させる処理を行い、
前記表示処理部は、
前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置の表示画像を生成し、
前記表示処理部は、
前記切替条件が成立する前においては、
前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、
前記切替条件が成立した場合には、
前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定することを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項11]

実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得部と、
オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、
取得された前記位置情報に基づいて、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、
前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行い、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置に表示する画像を生成する表示処理部と、
を含み、
前記仮想空間設定部は、
前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、
前記表示処理部は、

所与の切替条件が成立する前においては、

前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、少なくとも前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行い、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、

前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、少なくとも前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行うことを特徴とするシミュレーションシステム。

[請求項12]

オブジェクトが配置される仮想空間を設定する仮想空間設定処理と、

前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる移動体処理と、

前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行う表示処理と、

を行い、

前記仮想空間設定処理において、

前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、

前記表示処理において、

所与の切替条件が成立する前は、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、前記第1の仮想空間の画像に加えて前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を

行って、前記特異点に対応する領域に前記第2の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、前記第2の仮想空間の画像に加えて前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、

前記表示処理において、

前記仮想カメラの視線方向が、前記第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成することを特徴とする画像処理方法。

[請求項13]

実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得処理と、

オブジェクトが配置される仮想空間を設定する仮想空間設定処理と、

取得された前記位置情報に基づいて、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる移動体処理と、

前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行い、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置に表示する画像を生成する表示処理と、

を行い、

前記仮想空間設定処理において、

前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、

前記表示処理において、

所与の切替条件が成立する前は、

前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、少なくとも前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行い、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、

前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、少なくとも前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行うことを特徴とする画像処理方法。

[請求項14]

オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、

前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、

前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行う表示処理部として、

コンピュータを機能させるプログラムを記憶し、

前記仮想空間設定部は、

前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、

前記表示処理部は、

所与の切替条件が成立する前においては、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、前記第1の仮想空間の画像に加えて前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第2の仮想空間の画像が表

示される画像を生成し、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、

前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、前記第2の仮想空間の画像に加えて前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行って、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成し、

前記表示処理部は、

前記仮想カメラの視線方向が、前記第1の進行方向の反対方向側を向いた場合に、前記特異点に対応する領域に前記第1の仮想空間の画像が表示される画像を生成することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体。

[請求項15]

実空間でのユーザの位置情報を取得する情報取得部と、

オブジェクトが配置される仮想空間の設定処理を行う仮想空間設定部と、

取得された前記位置情報に基づいて、前記仮想空間において、ユーザに対応するユーザ移動体を移動させる処理を行う移動体処理部と、

前記仮想空間において仮想カメラから見える画像の描画処理を行い、前記ユーザが装着する頭部装着型表示装置に表示する画像を生成する表示処理部として、

コンピュータを機能させるプログラムを記憶し、

前記仮想空間設定部は、

前記仮想空間として、第1の仮想空間と、前記第1の仮想空間に対して特異点を介して結びつけられる第2の仮想空間とを設定し、

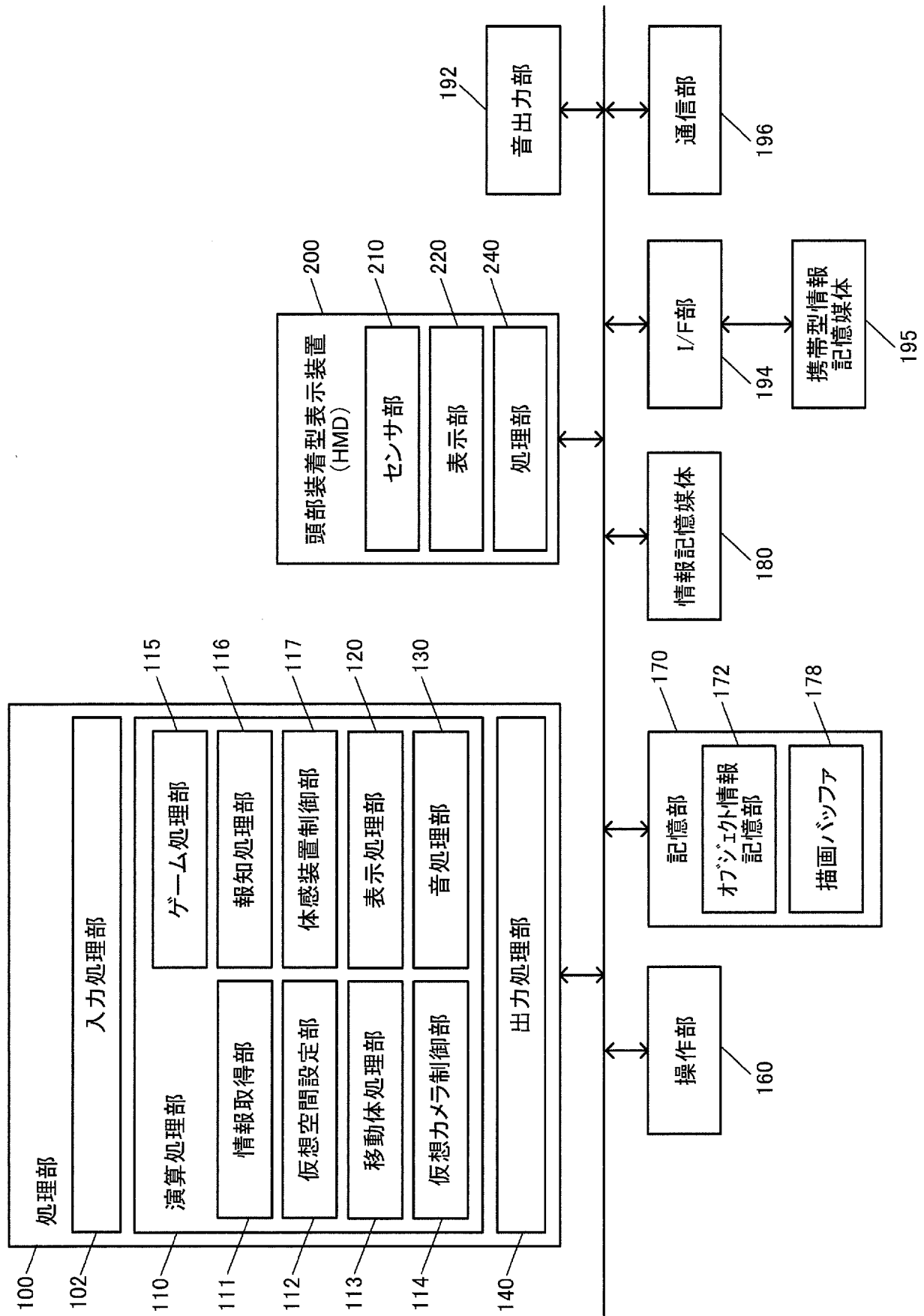
前記表示処理部は、

所与の切替条件が成立する前においては、

前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第1の仮想空間の位置情報として設定し、第1の描画処理として、少なくとも前記第1の仮想空間の画像を描画する処理を行い、前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラが前記特異点に対応する場所を第1の進行方向で通過することで前記切替条件が成立した場合には、

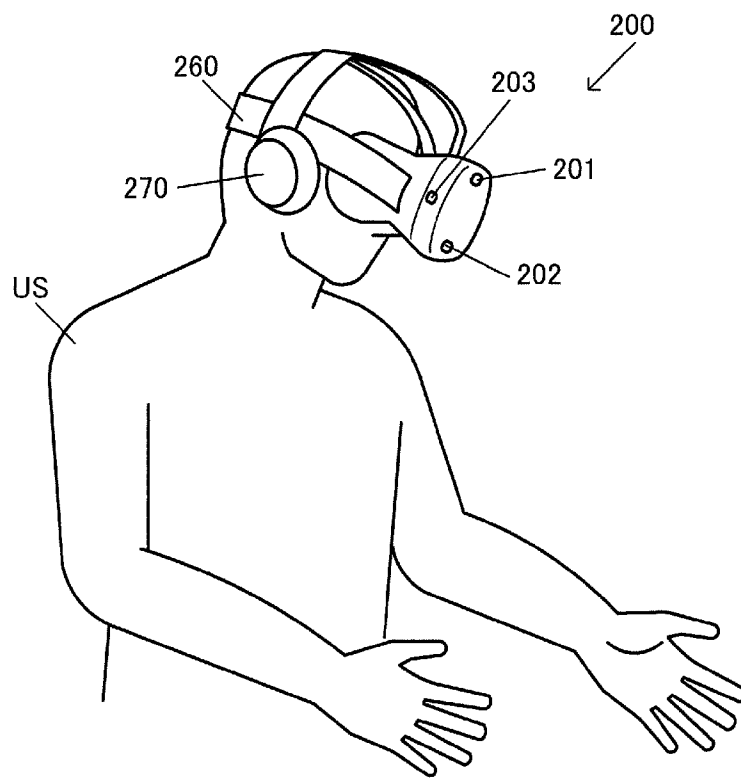
前記実空間での前記ユーザの前記位置情報により特定される前記ユーザ移動体又は前記仮想カメラの前記位置情報を、前記第2の仮想空間の位置情報として設定し、第2の描画処理として、少なくとも前記第2の仮想空間の画像を描画する処理を行うことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体。

[図1]

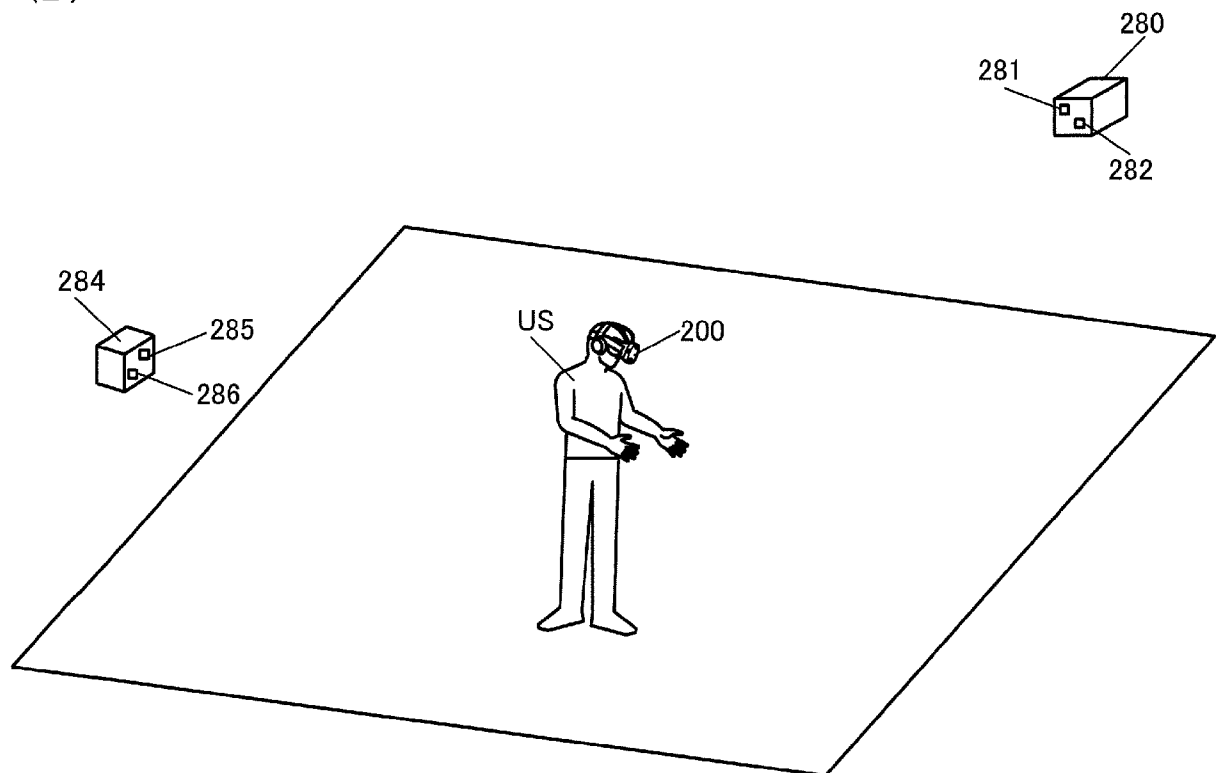


[図2]

(A)

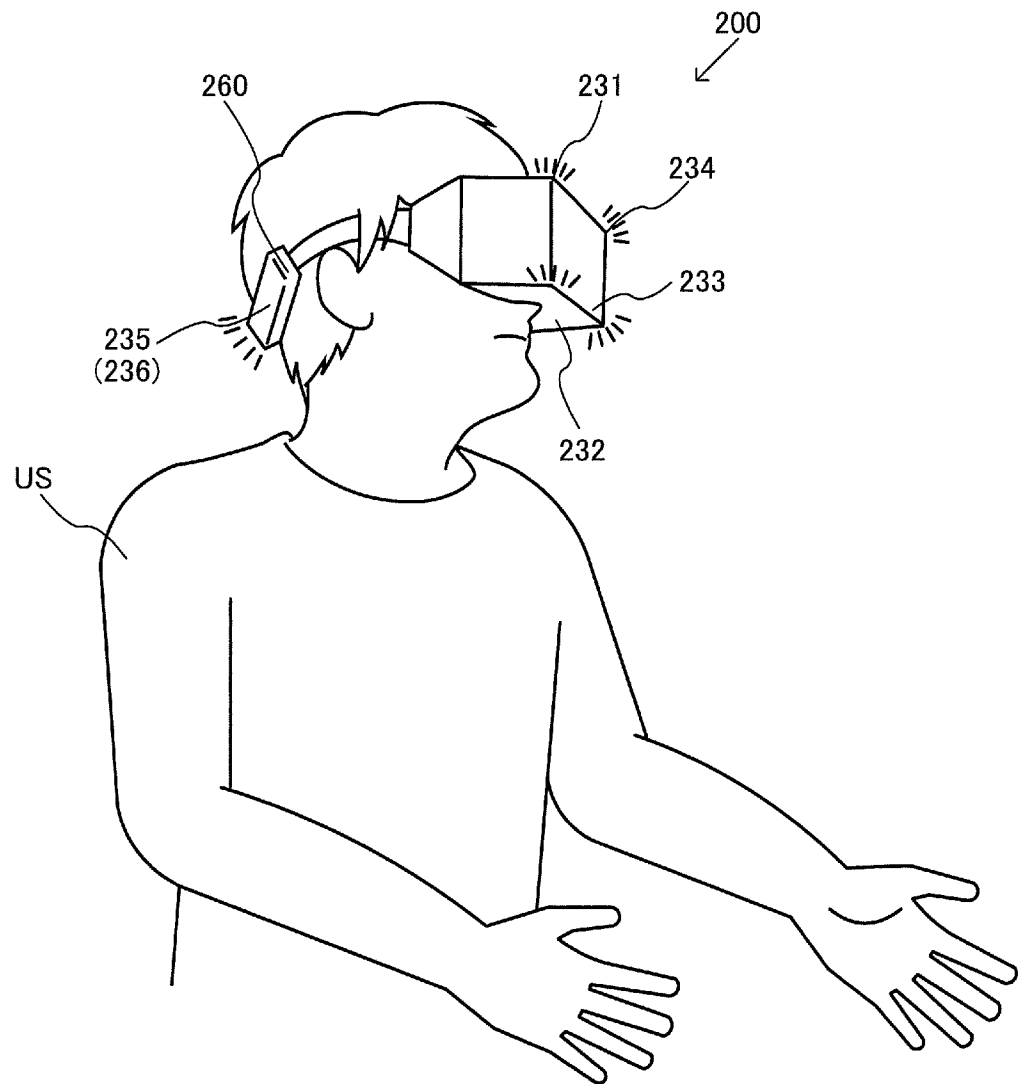


(B)

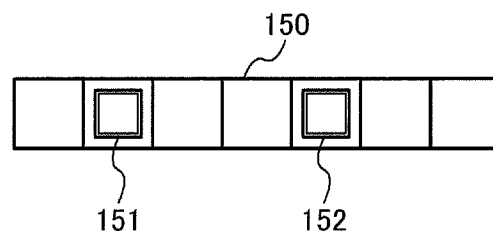


[図3]

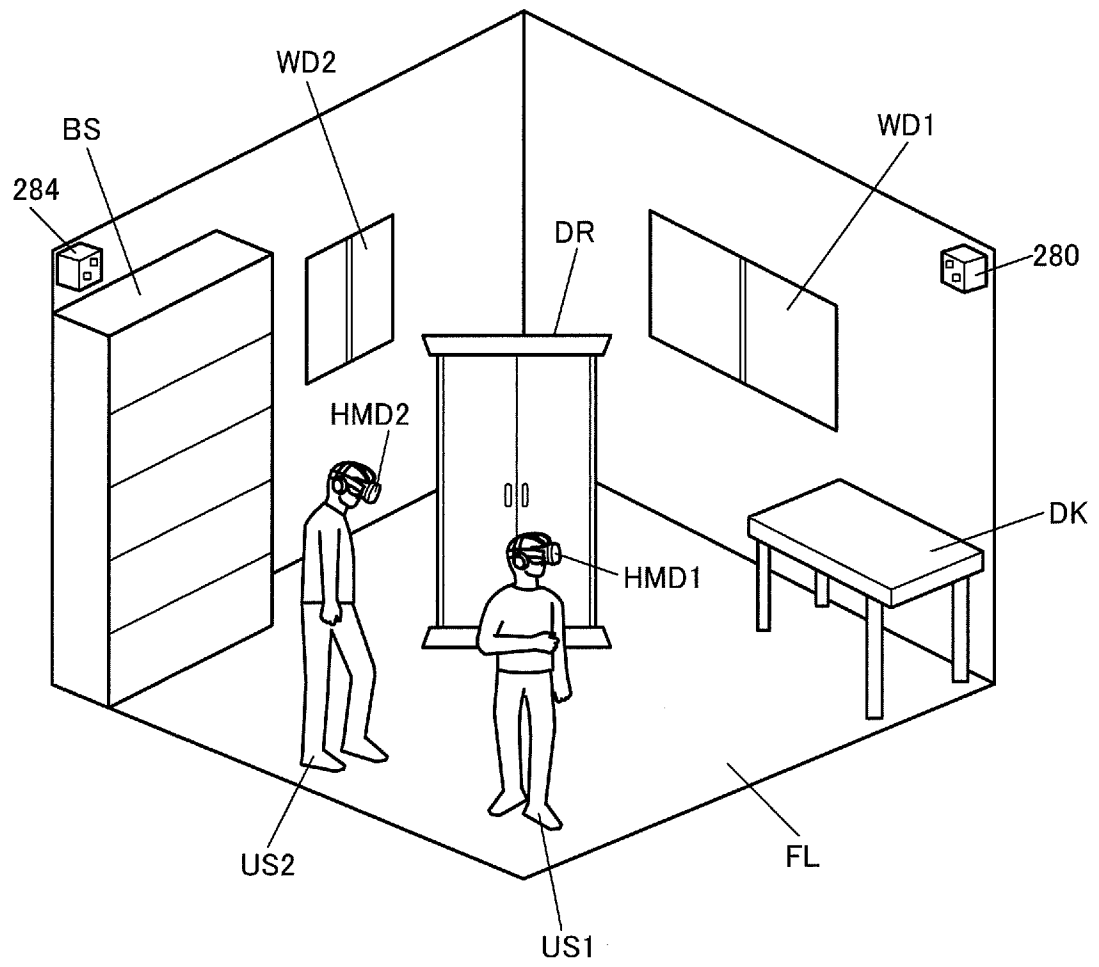
(A)



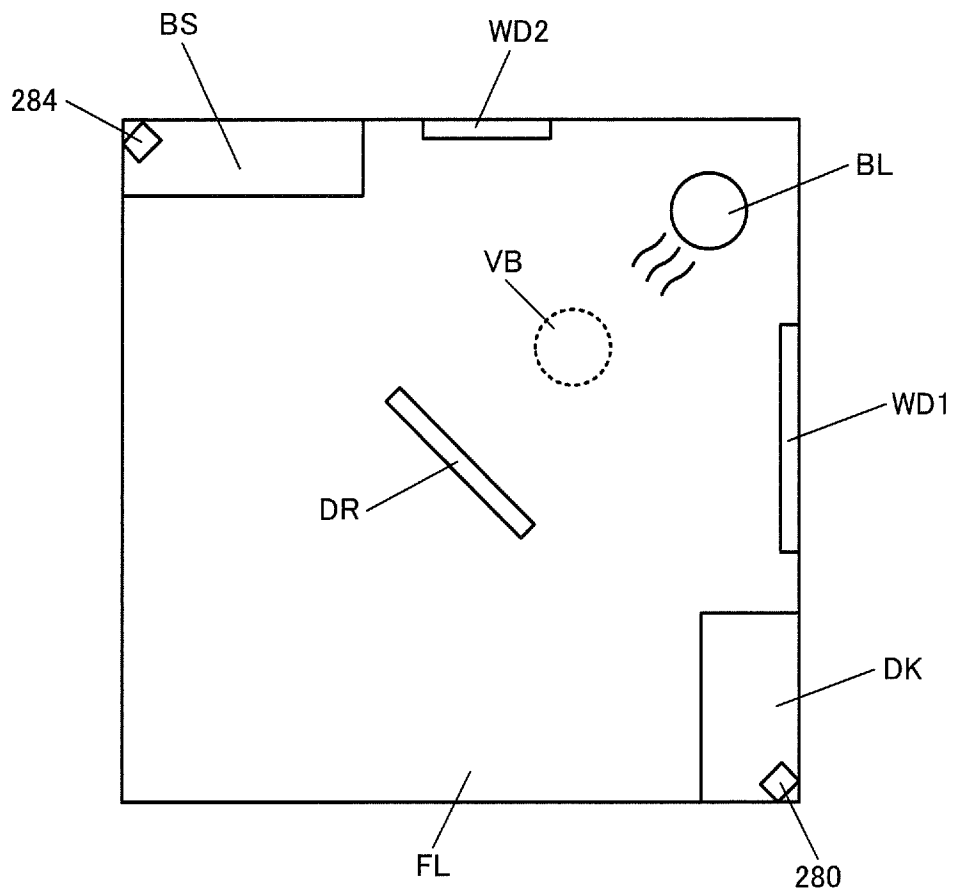
(B)



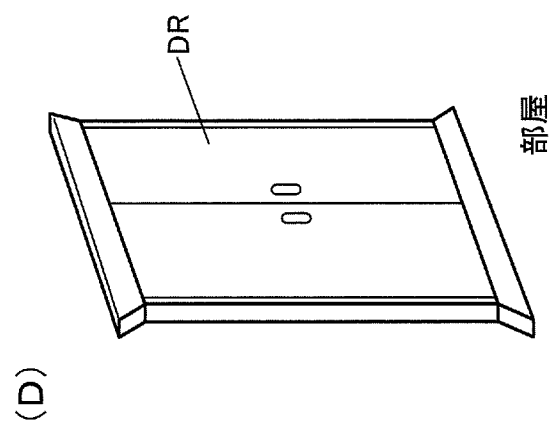
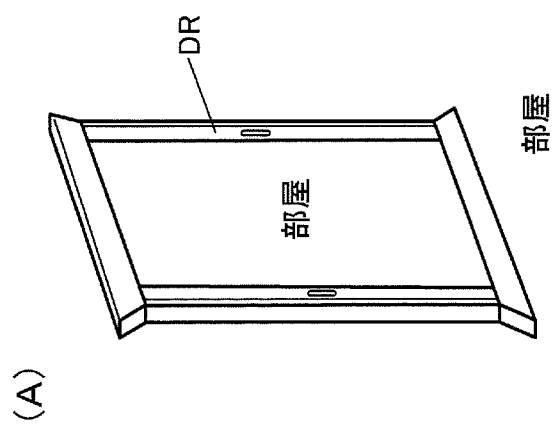
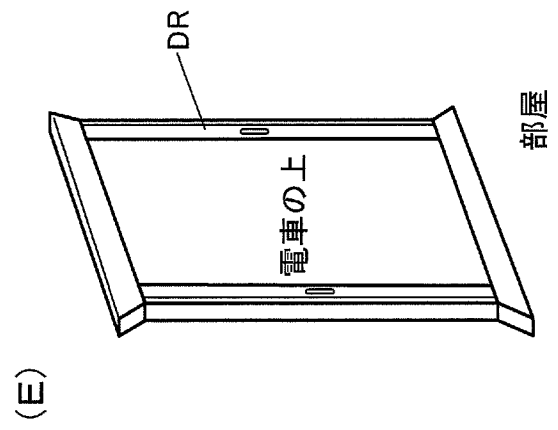
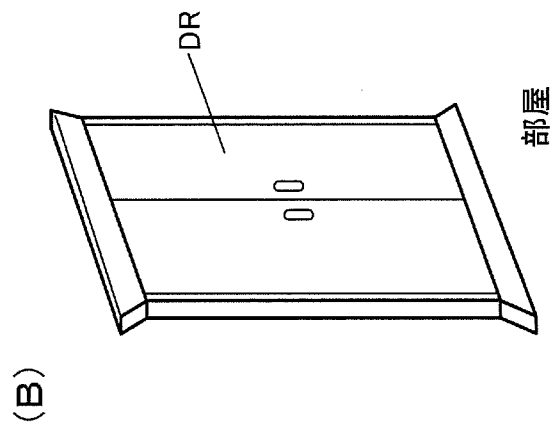
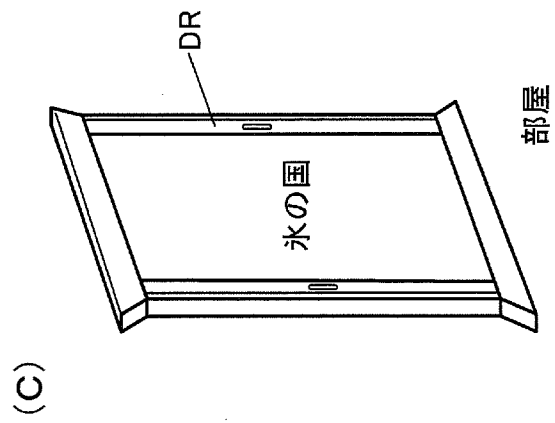
[図4]



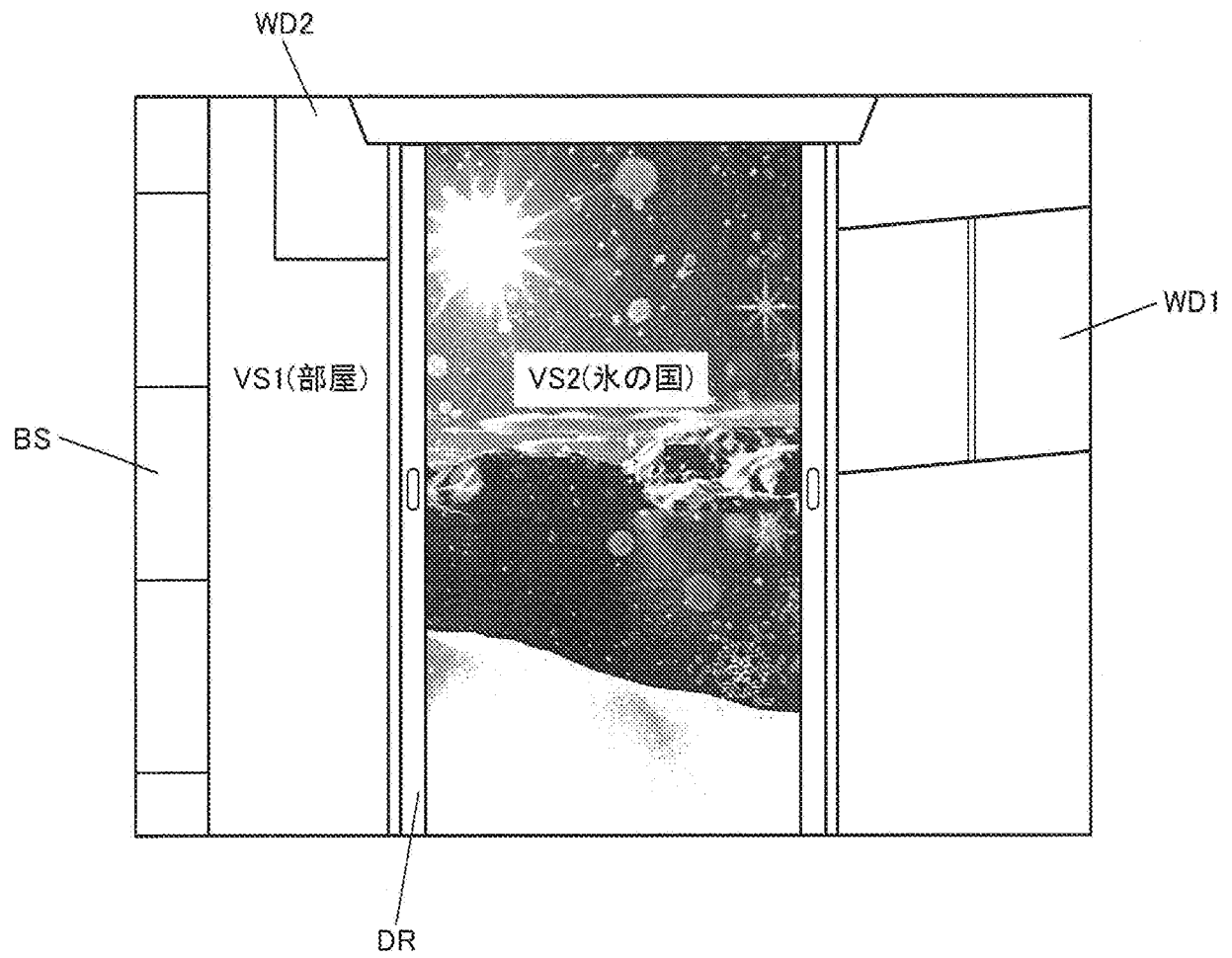
[図5]



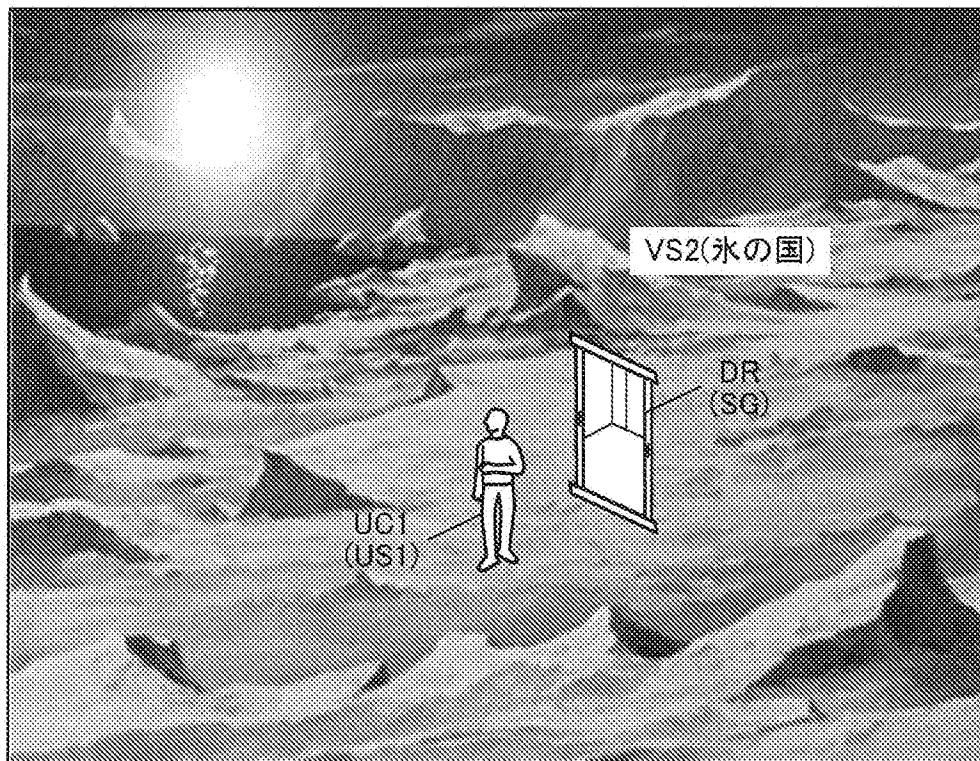
[図6]



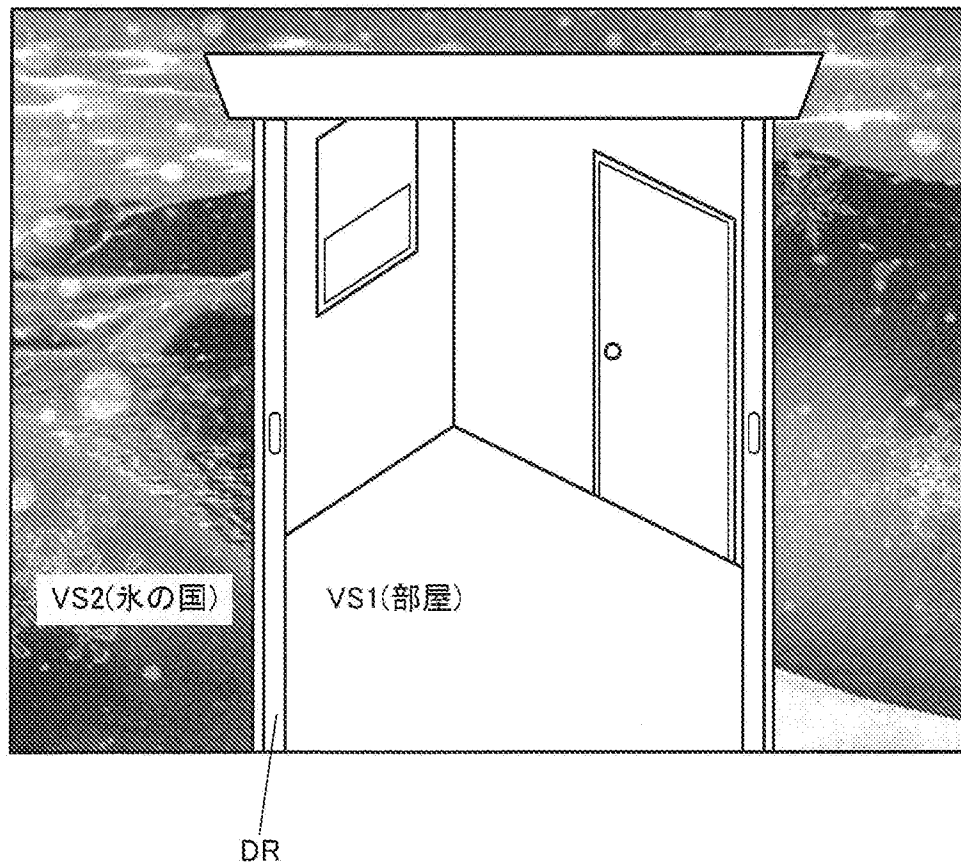
[図7]



[図8]

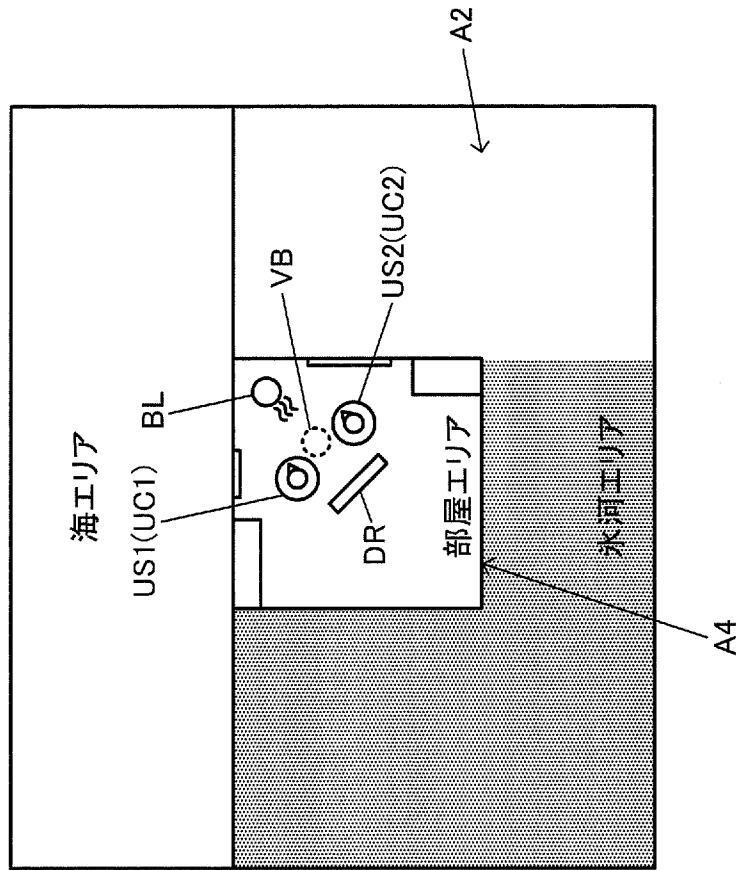


[図9]

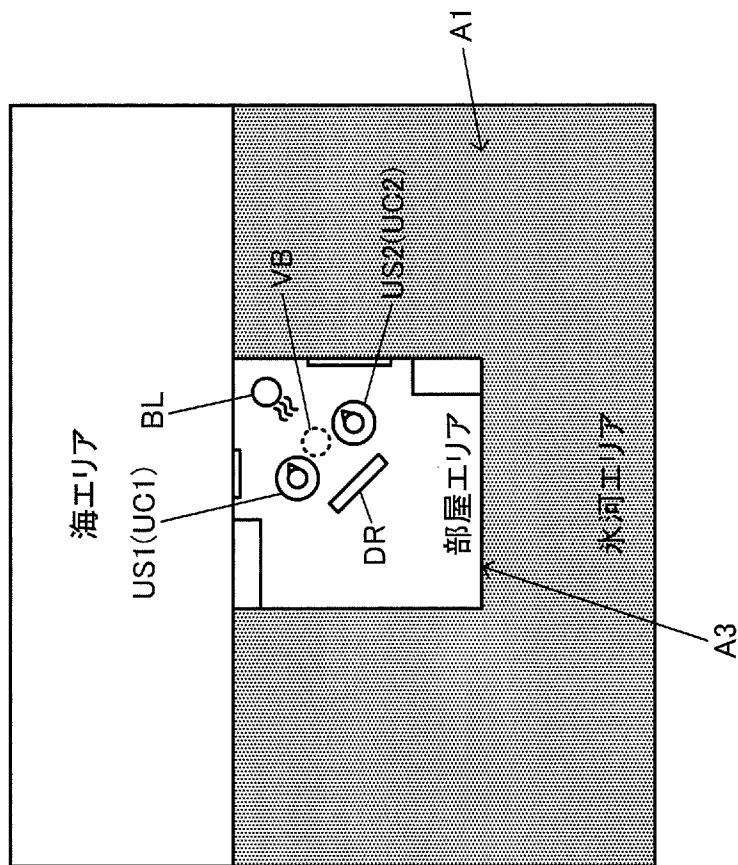


[図10]

(B)

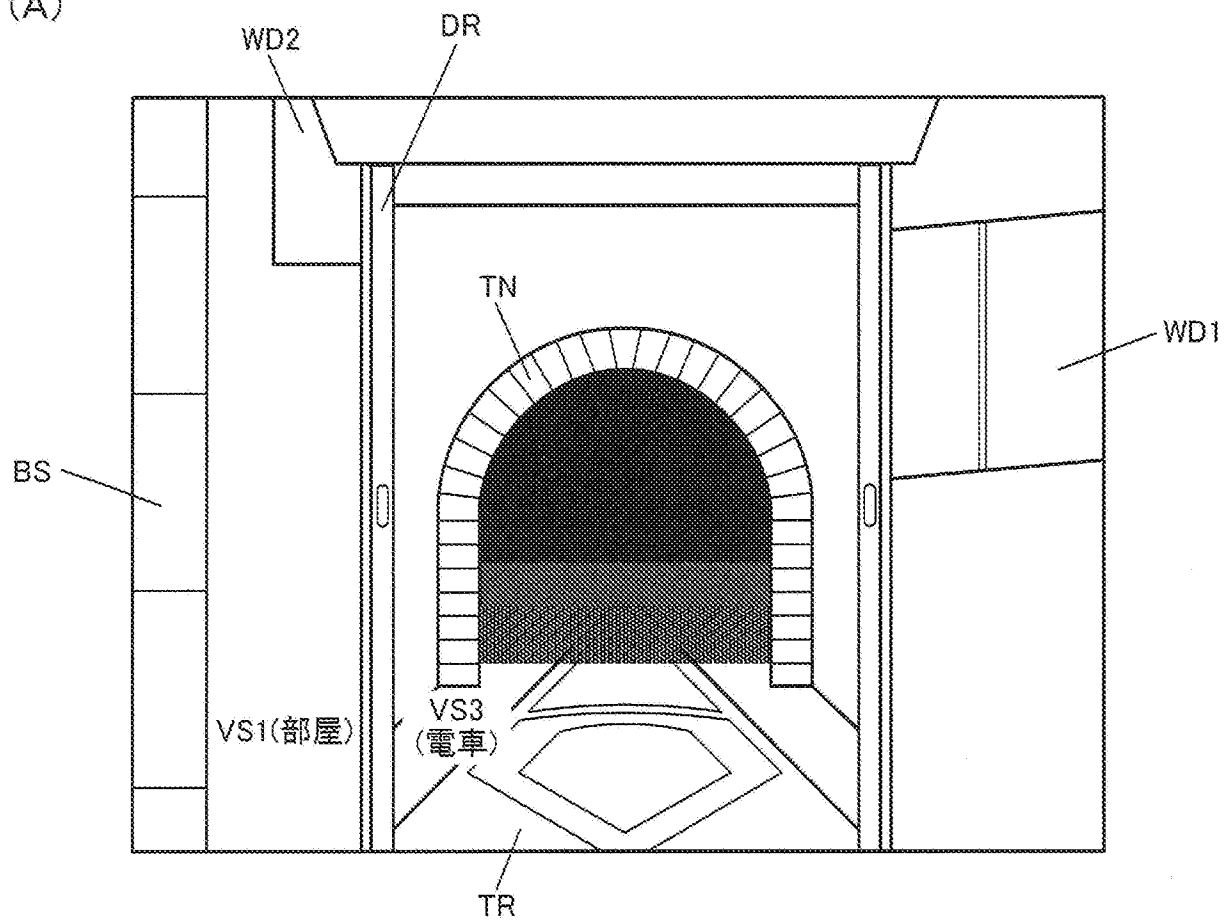


(A)

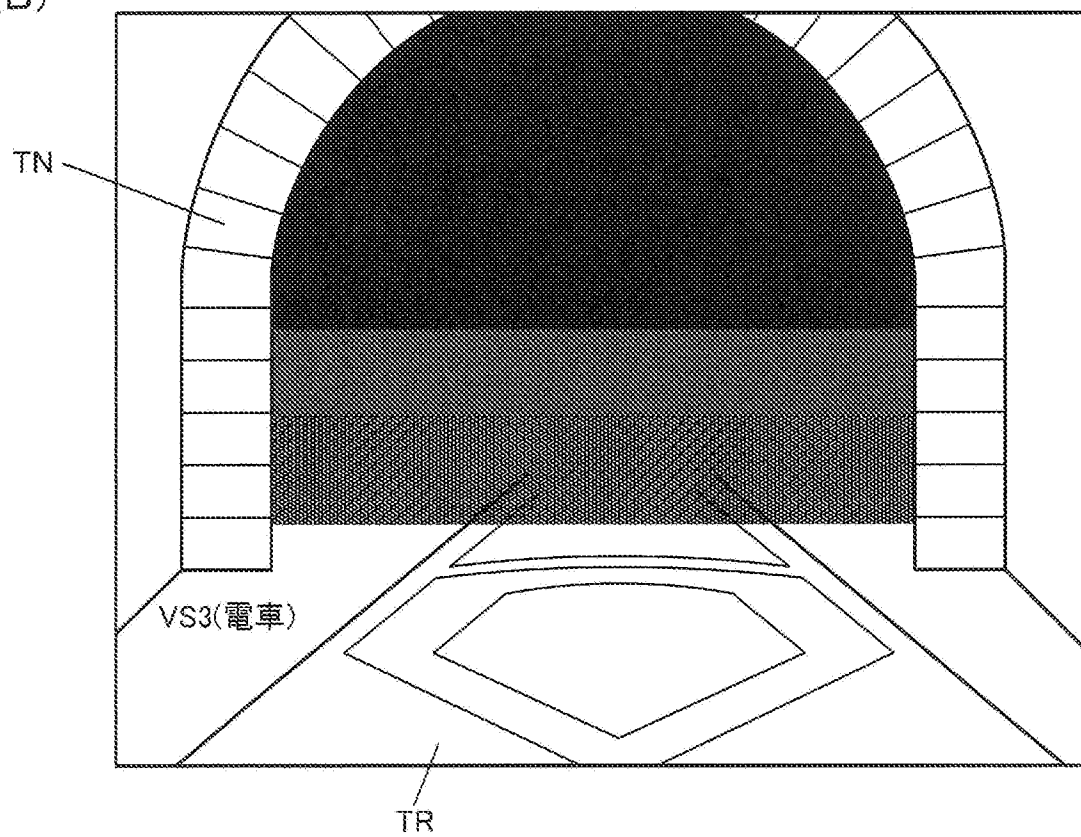


[図11]

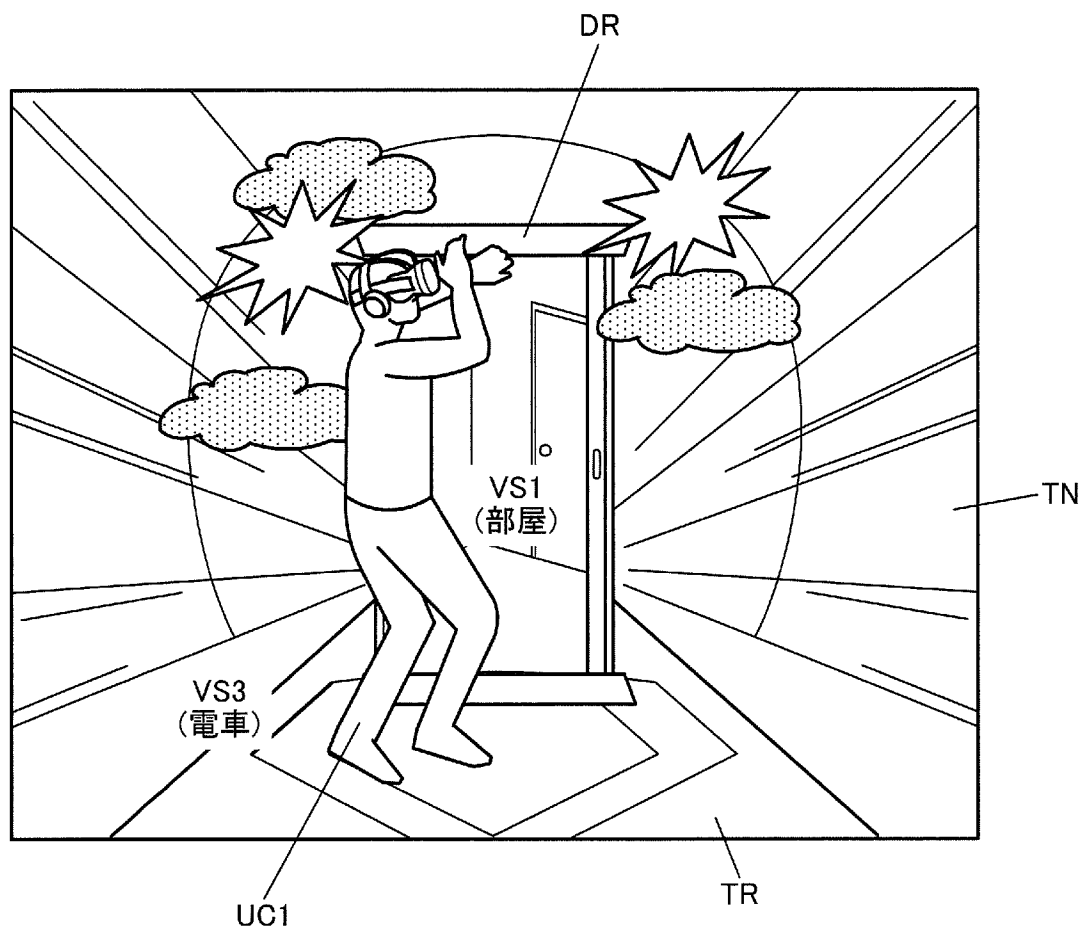
(A)



(B)

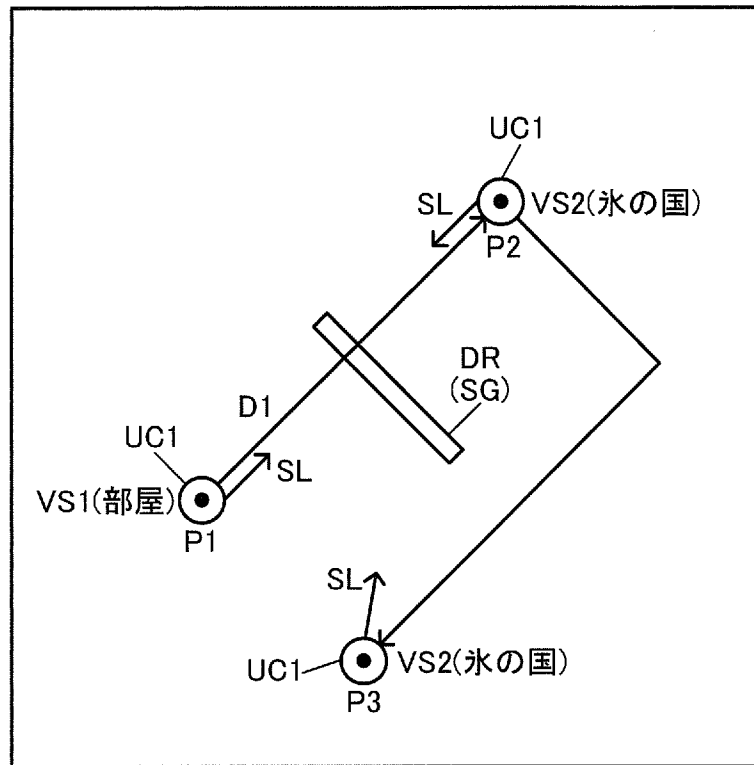


[図12]

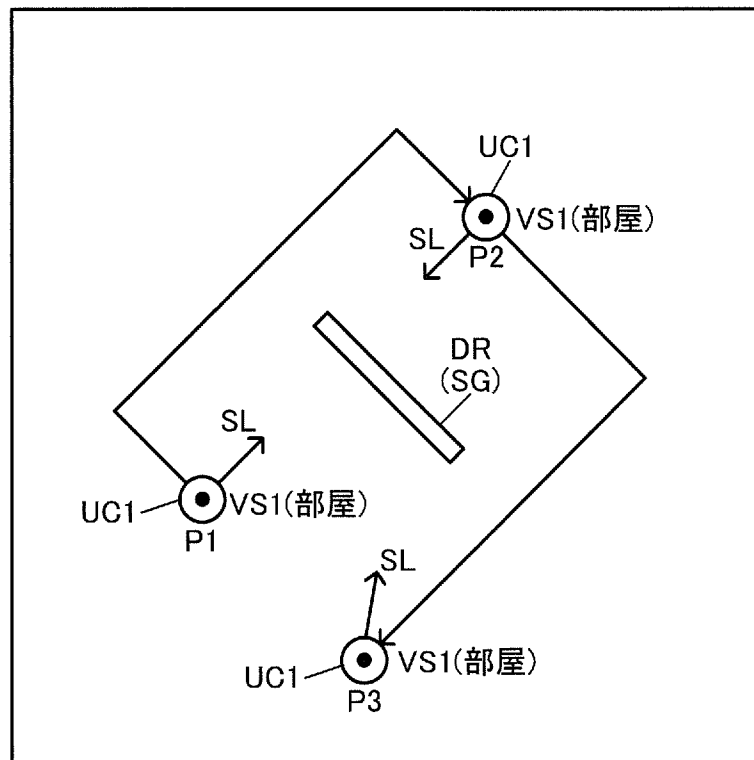


[図13]

(A)

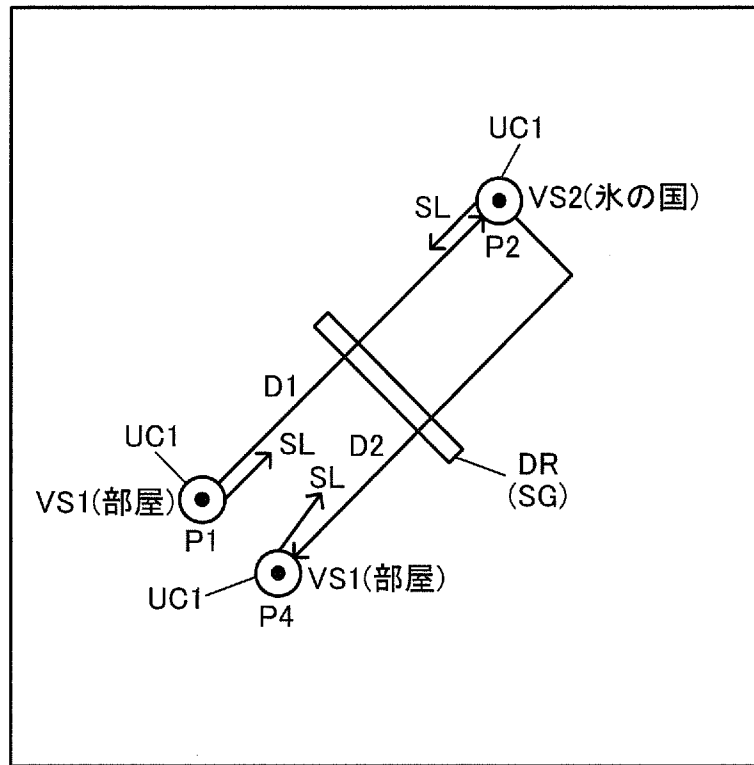


(B)

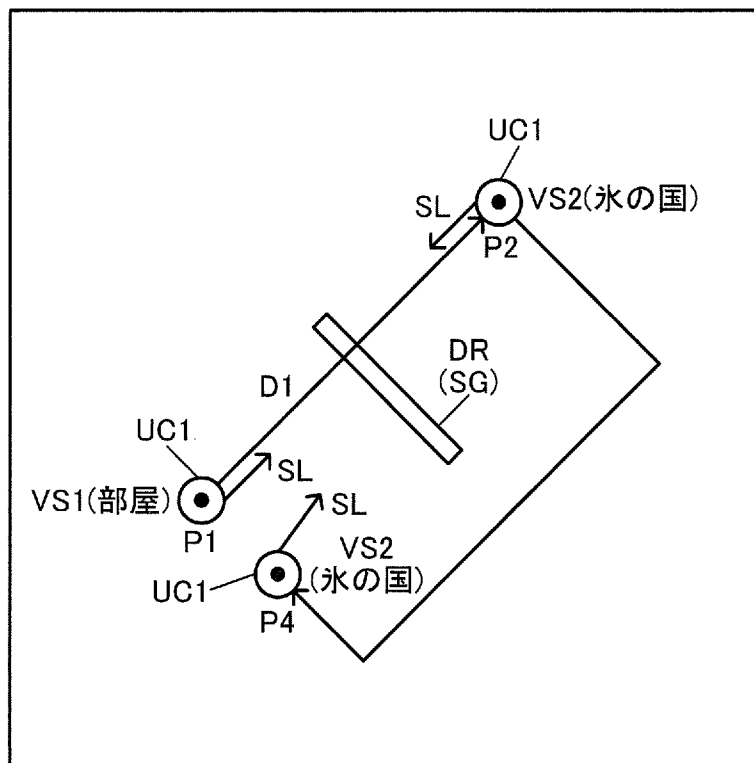


[図14]

(A)

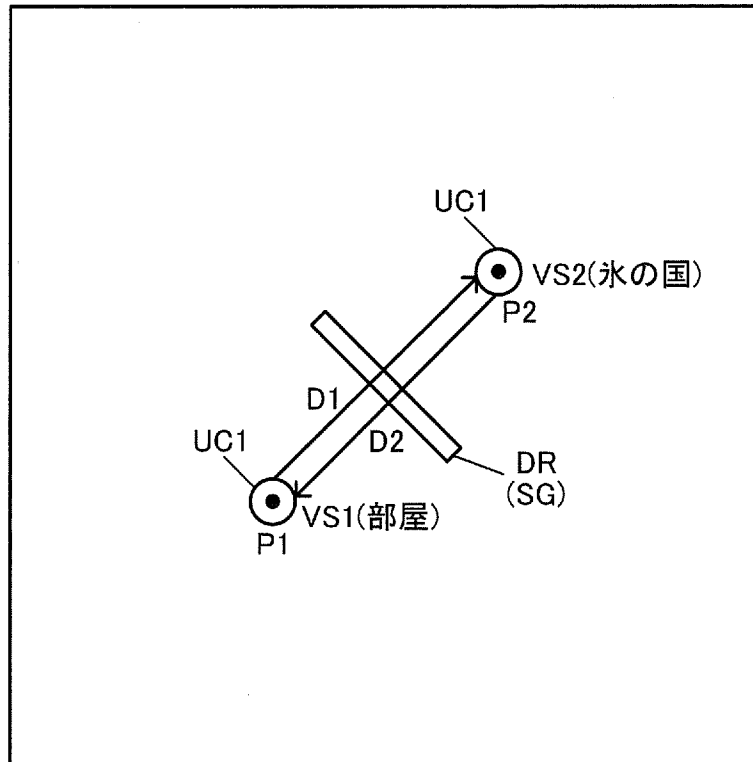


(B)

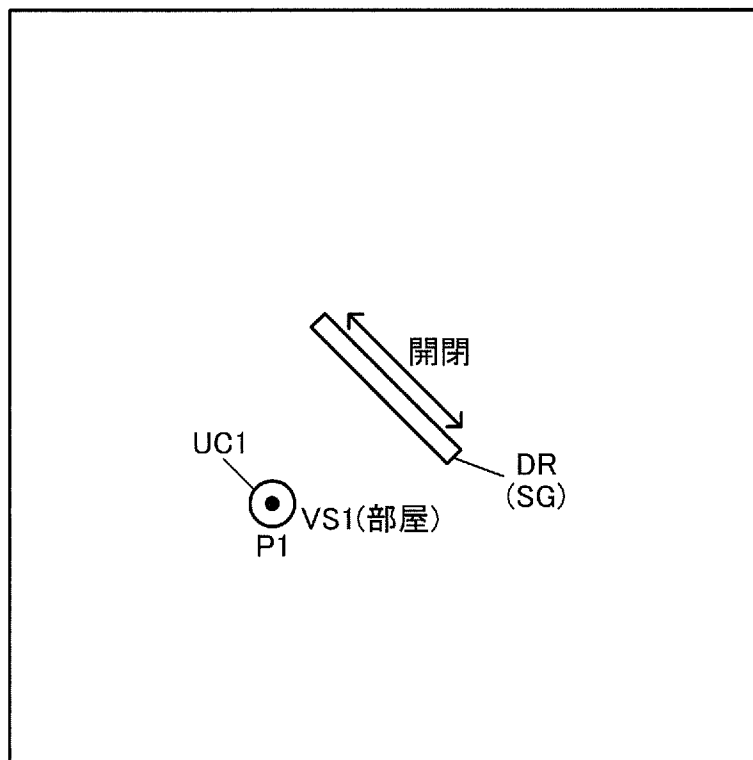


[図15]

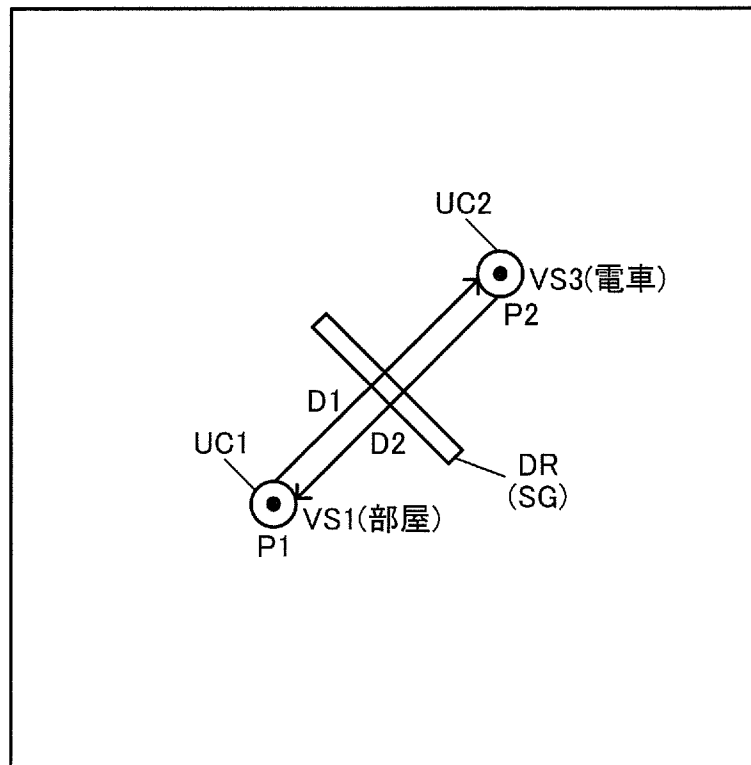
(A)



(B)

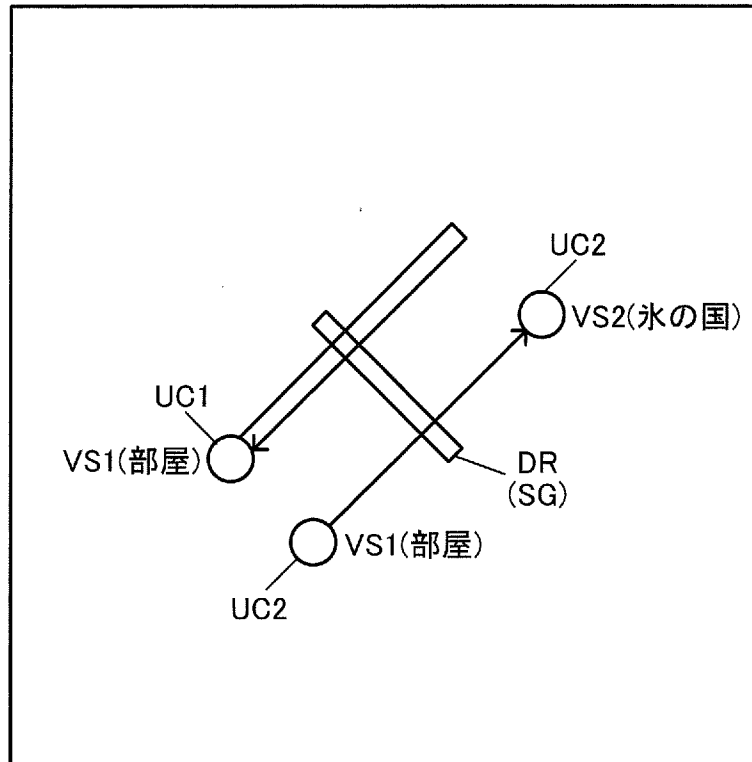


[図16]

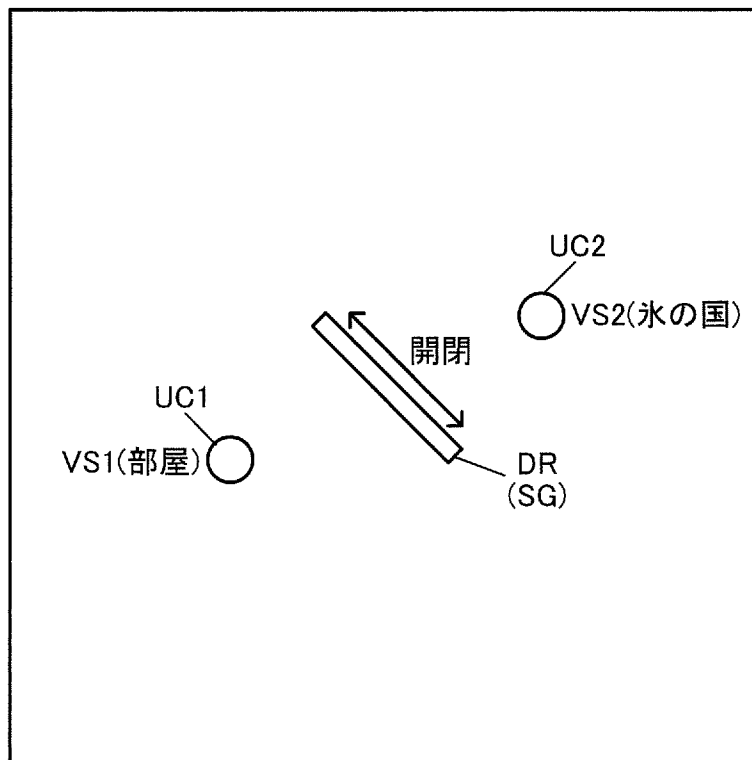


[図17]

(A)

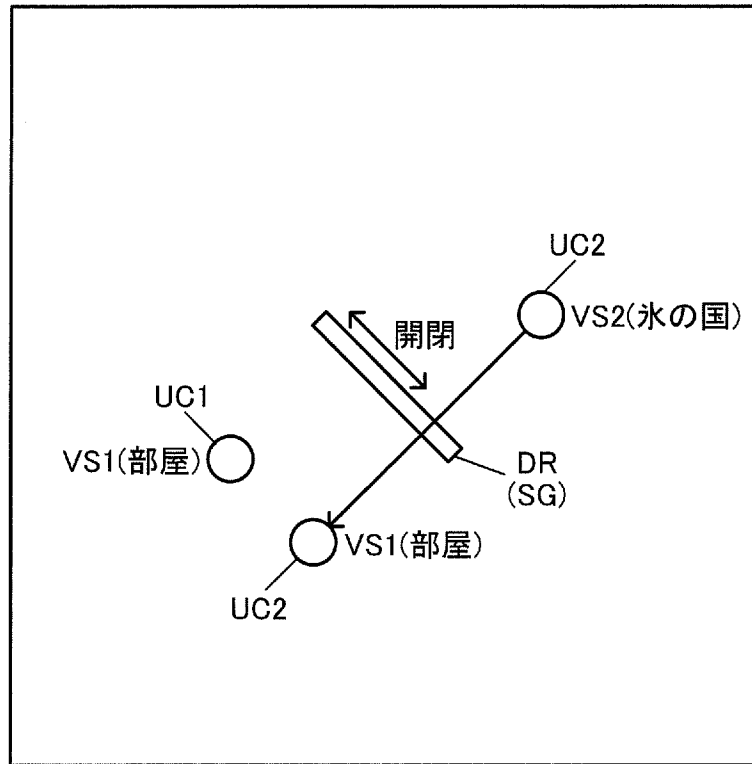


(B)

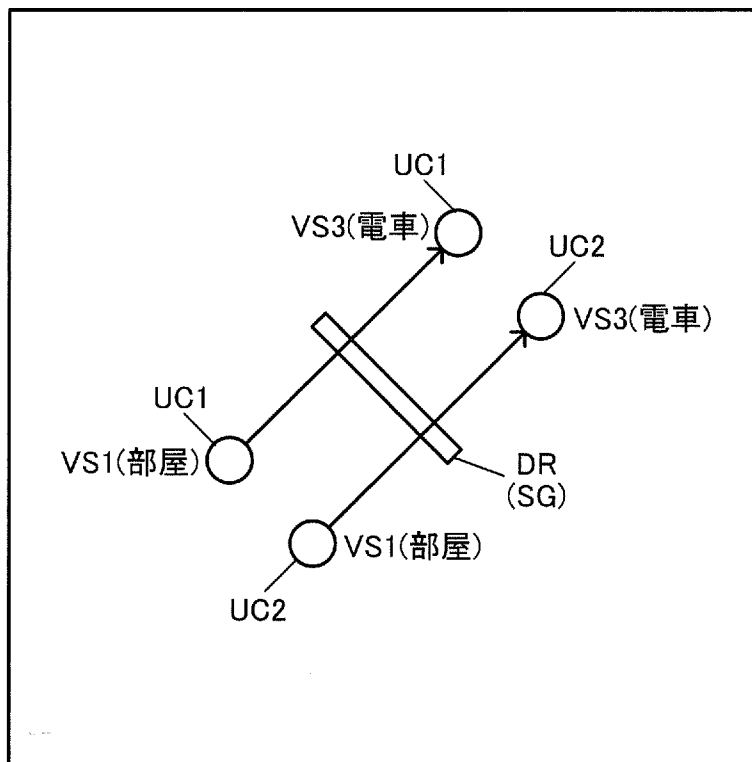


[図18]

(A)

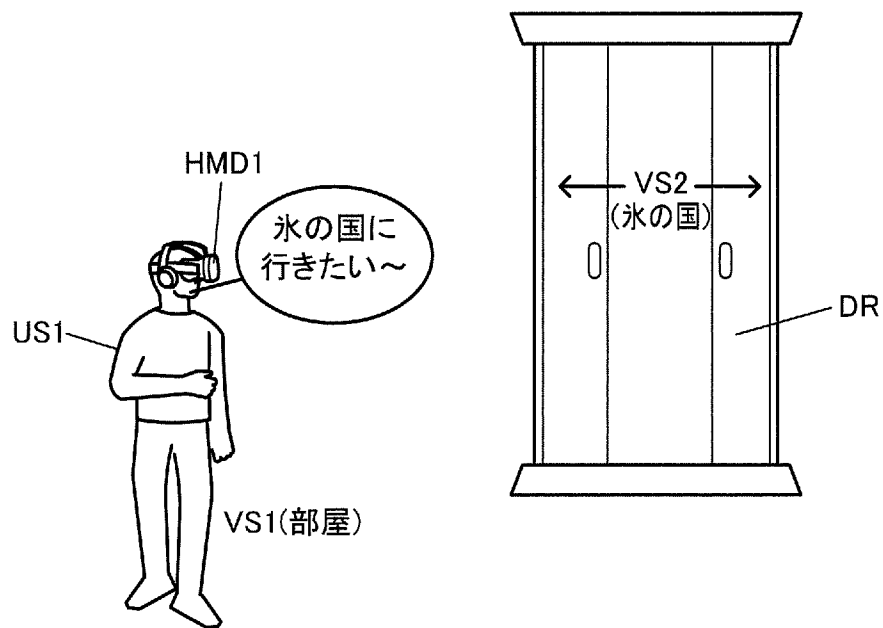


(B)

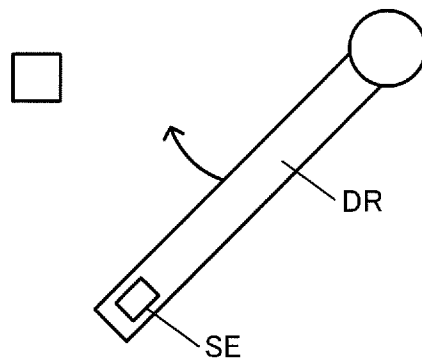


[図19]

(A)

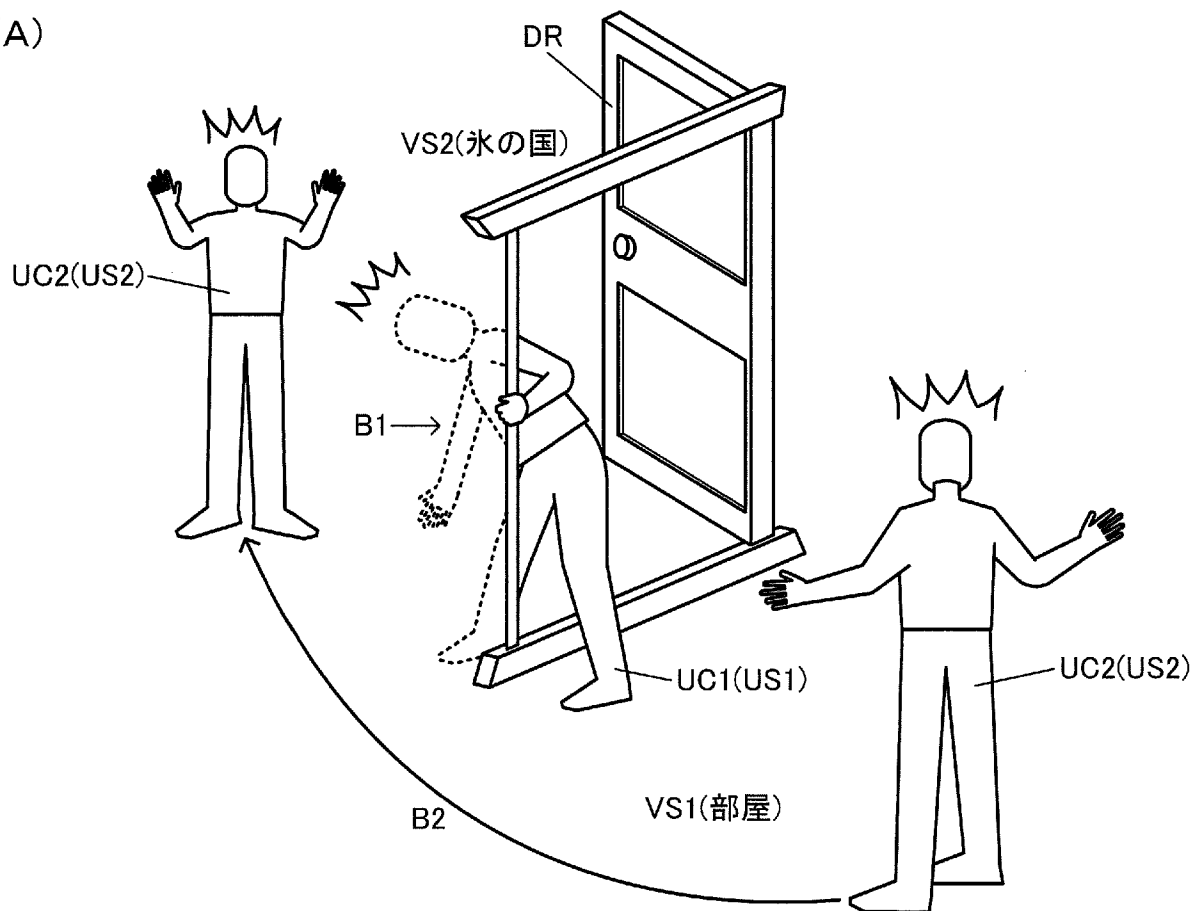


(B)

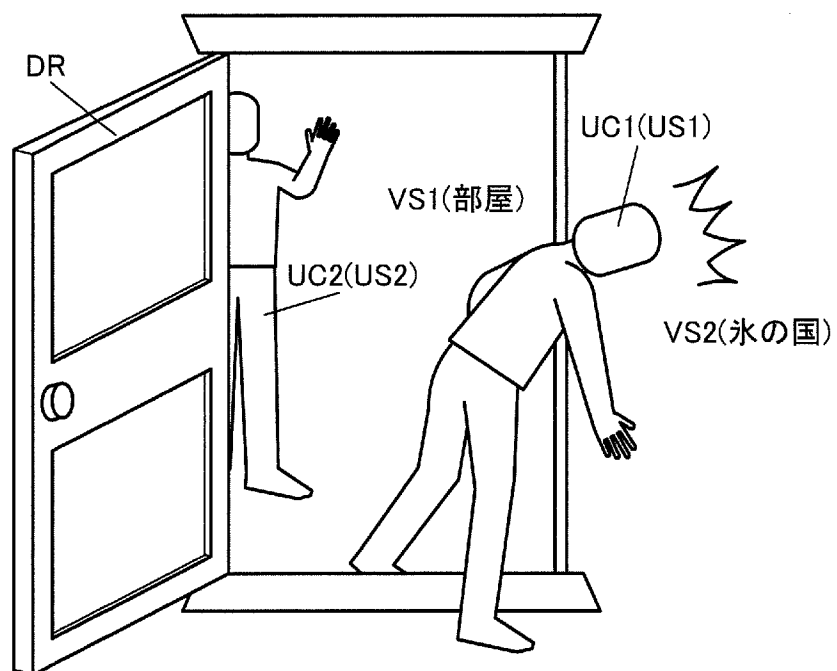


[図20]

(A)

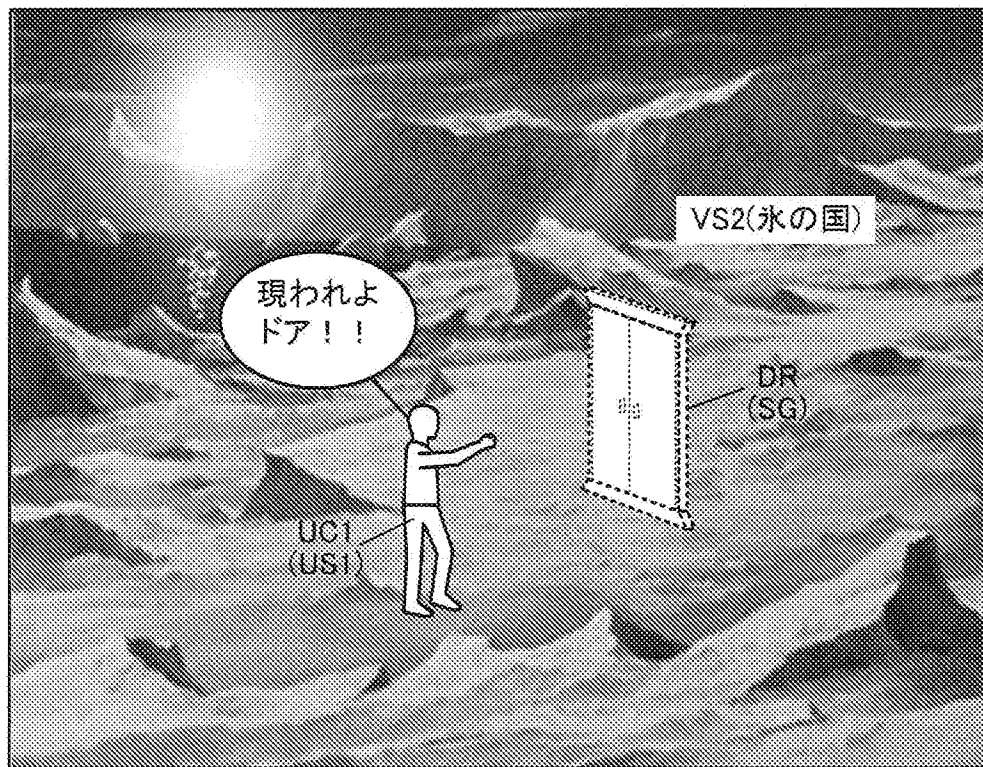


(B)

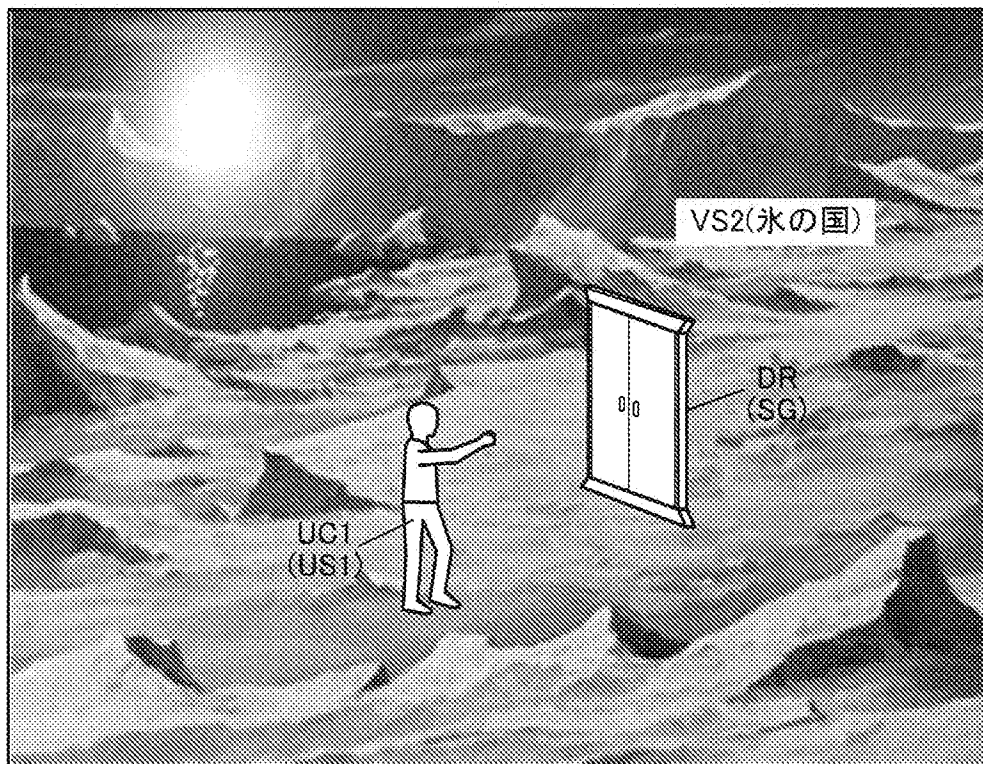


[図21]

(A)

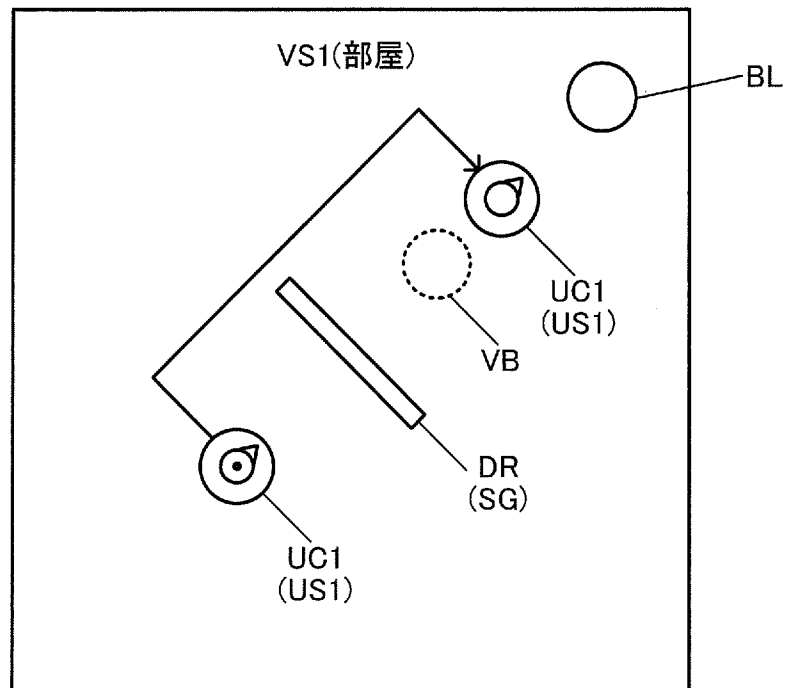


(B)

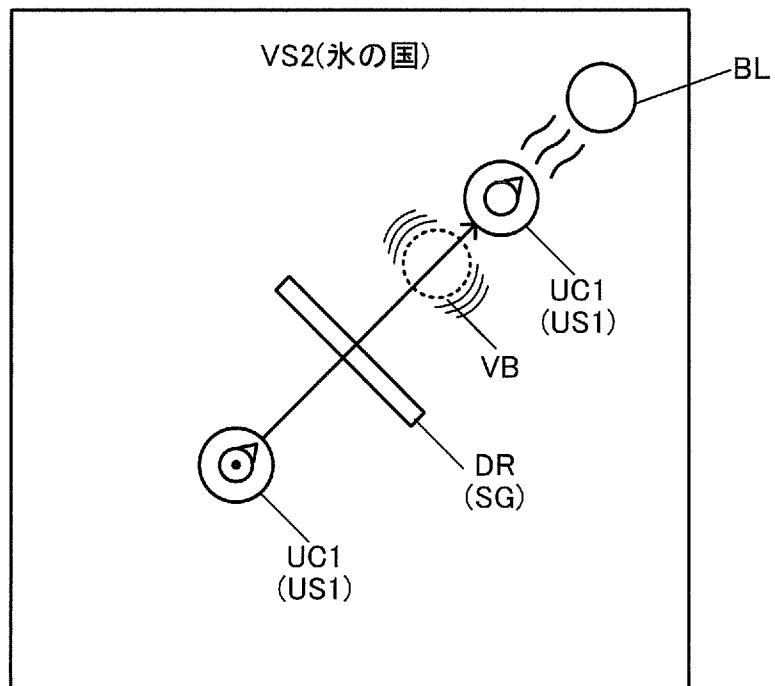


[図22]

(A)

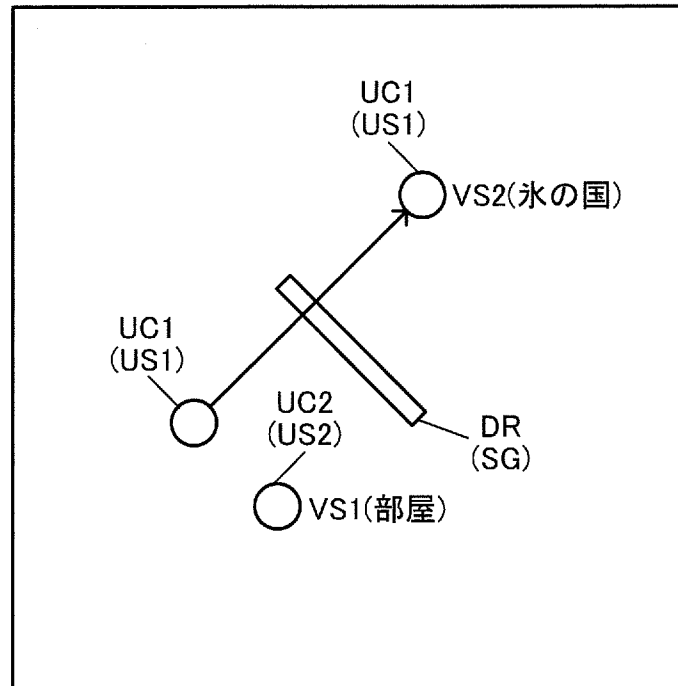


(B)

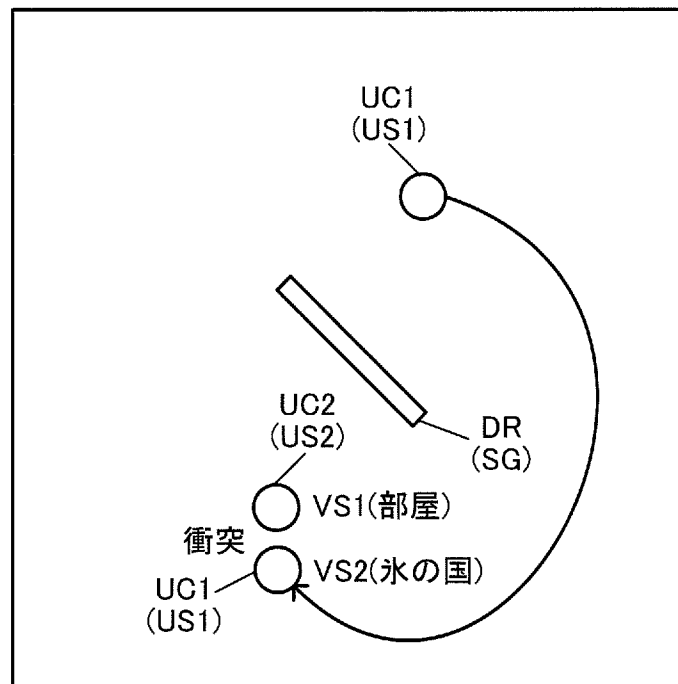


[図23]

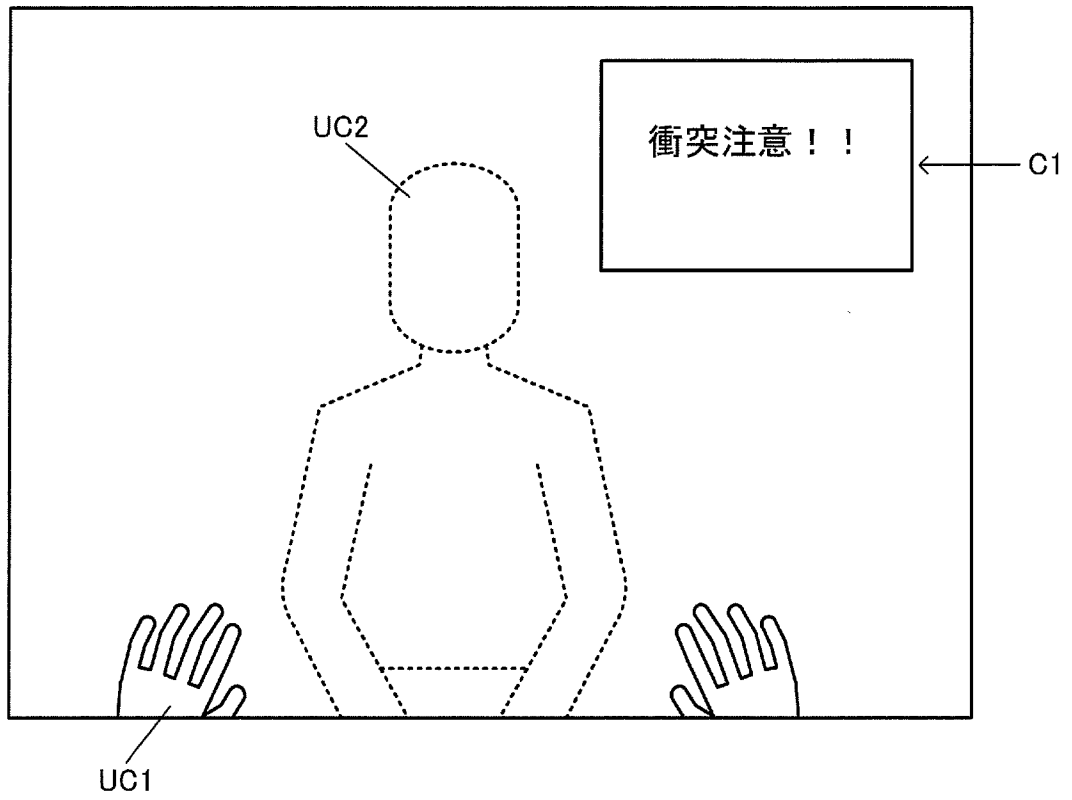
(A)



(B)

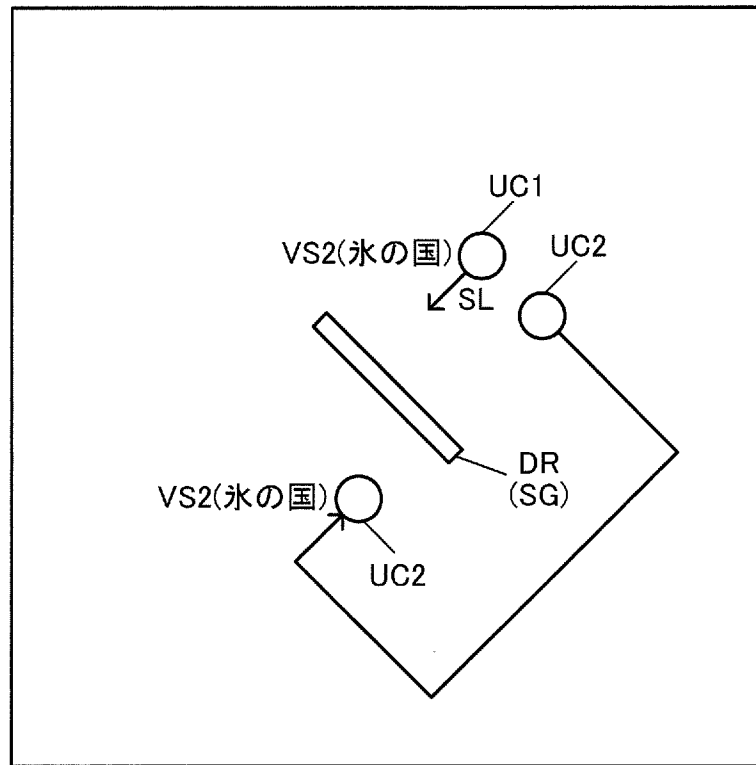


[図24]

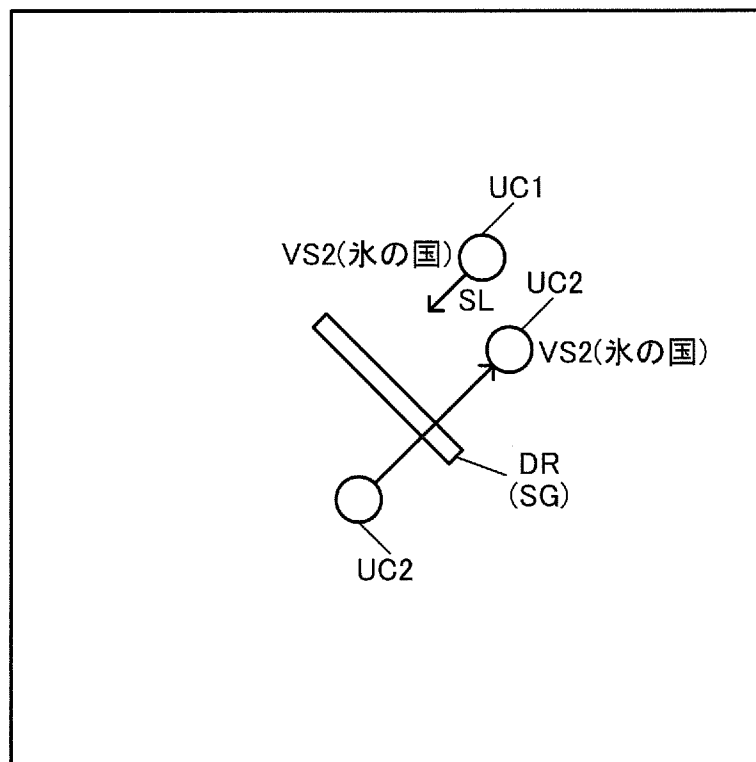


[図25]

(A)

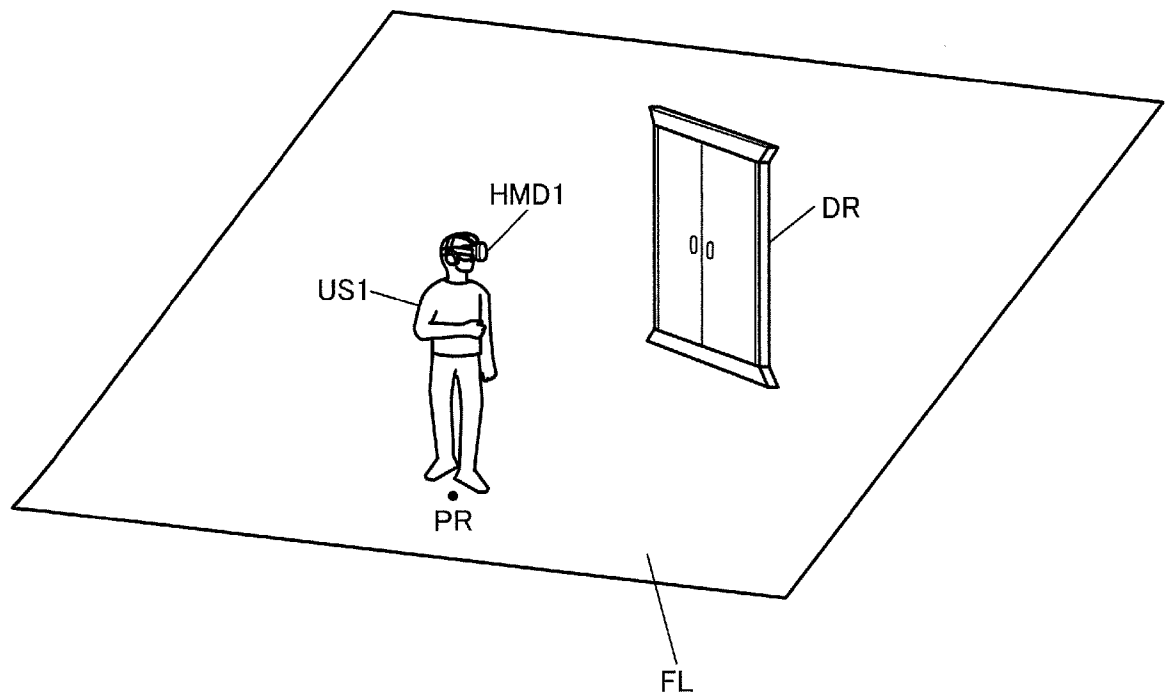


(B)

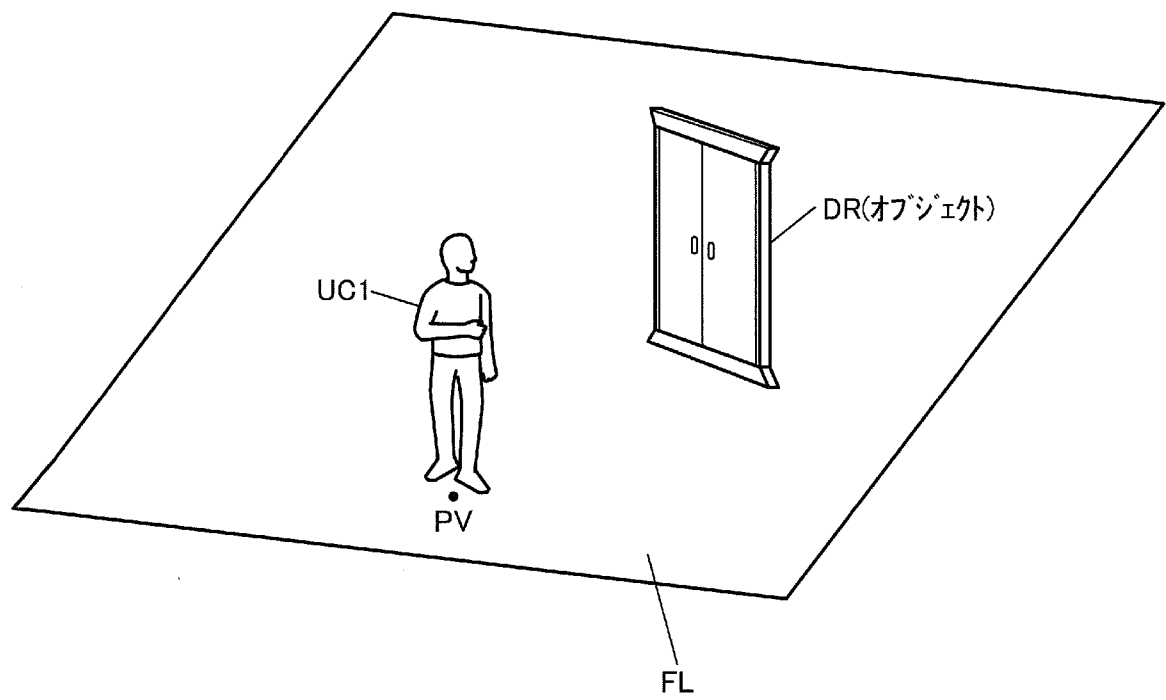


[図26]

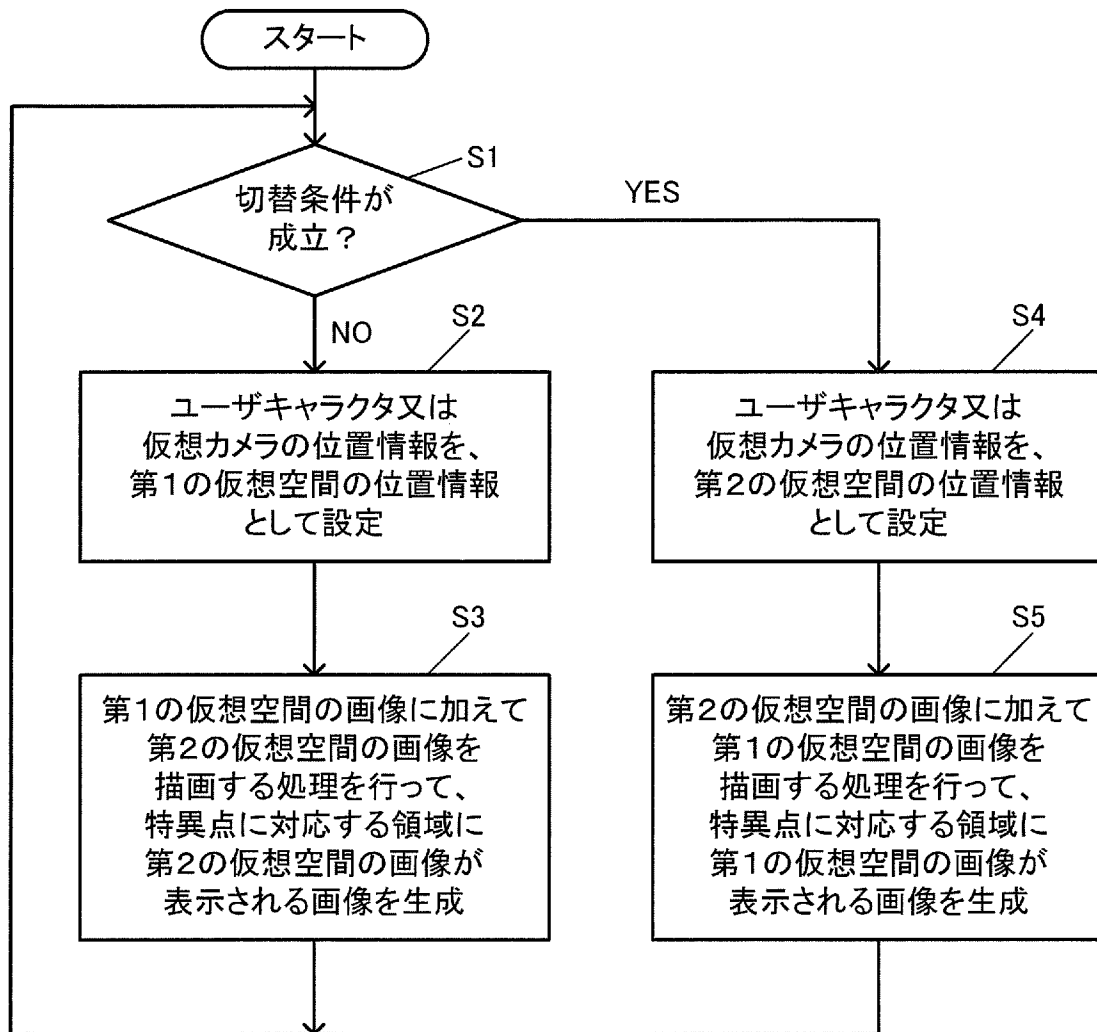
(A)



(B)



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/047250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T19/00 (2011.01) i, A63F13/52 (2014.01) i, G06F3/0481 (2013.01) i,
G09G5/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06T19/00, A63F13/52, G06F3/0481, G09G5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2016-62486 A (SONY COMPUTER ENTERTAINMENT INC.) 25 April 2016, paragraphs [0028], [0033], [0088]-[0096], fig. 17-19 & US 2016/0086306 A1, paragraphs [0048], [0053], [0108]-[0116], fig. 17-19	1-3, 5-7, 10-15 9
A Y	JP 2006-301924 A (CANON INC.) 02 November 2006, paragraphs [0009]-[0013] & US 2006/0273984 A1, paragraphs [0010]-[0015]	4, 8 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 March 2018 (02.03.2018)

Date of mailing of the international search report
13 March 2018 (13.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T19/00(2011.01)i, A63F13/52(2014.01)i, G06F3/0481(2013.01)i, G09G5/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T19/00, A63F13/52, G06F3/0481, G09G5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2016-62486 A（株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント）2016.04.25, 段落[0028], [0033], [0088]-[0096], 図 17-19 & US 2016/0086306 A1, 段落[0048], [0053], [0108]-[0116], 図 17-19	1-3, 5-7, 10-15
Y		9
A		4, 8
Y	JP 2006-301924 A（キヤノン株式会社）2006.11.02, 段落[0009]-[0013] & US 2006/0273984 A1, 段落[0010]-[0015]	9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.03.2018

国際調査報告の発送日

13.03.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岡本 俊威

5H

9178

電話番号 03-3581-1101 内線 3531