

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6566028号
(P6566028)

(45) 発行日 令和1年8月28日 (2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日 (2019.8.9)

(51) Int.Cl.	F I
G 0 6 F 3/0346 (2013.01)	G O 6 F 3/0346 4 2 2
G 0 6 F 3/01 (2006.01)	G O 6 F 3/01 5 6 O
G 0 6 F 3/0481 (2013.01)	G O 6 F 3/0481 1 2 O
	G O 6 F 3/0481 1 5 O

請求項の数 14 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2017-517496 (P2017-517496)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成27年5月11日 (2015.5.11)		富士通株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/063530		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02016/181473	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成28年11月17日 (2016.11.17)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成29年11月8日 (2017.11.8)	(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	中山 祐
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	陽奥 幸宏
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シミュレーションシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物品の形状と座標を表す物品データに基づいて前記物品の画像を表示する表示部と、
可動素子を有し、利用者が手に持ちながら移動させることによって前記表示部に表示されるポインタの位置を操作する操作端末機と、

前記物品データを格納するデータ格納部と、

前記操作端末機の位置及び姿勢を検出する第1検出部と、

前記第1検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される前記ポインタの第1座標を検出する第2検出部と、

前記第1座標をオフセットした第2座標を取得するオフセット部と、

前記物品データに含まれる座標と、前記第1座標及び前記第2座標を結ぶ第1線を表す線データとに基づき、前記表示部に表示される前記物品に、前記第1線が接触したかどうかを判定する第1判定部と、

前記第1判定部によって前記第1線が前記物品に接触したと判定されると、前記可動素子を駆動する駆動制御部と

を含む、シミュレーションシステム。

【請求項 2】

物品の形状と座標を表す物品データに基づいて前記物品の画像を表示する表示部と、

利用者が手に持ちながら移動させることによって前記表示部に表示されるポインタの位置を操作する操作端末機と、

10

20

前記物品データを格納するデータ格納部と、
前記操作端末機の位置及び姿勢を検出する第1検出部と、
前記第1検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される前記ポイントの第1座標を検出する第2検出部と、
前記第1座標をオフセットした第2座標を取得するオフセット部と、
前記物品データに含まれる座標と、前記第1座標及び前記第2座標を結ぶ第1線を表す線データとに基づき、前記表示部に表示される前記物品に、前記第1線が接触したかどうかを判定する第1判定部と、

利用者の頭部の位置及び姿勢を検出する第3検出部と、
前記第3検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される画像の座標系における前記頭部の位置を表す第3座標を検出する第4検出部と、
前記第2座標及び前記第3座標を結ぶ第2線の上に、前記第1座標が存在するかどうかを判定する第2判定部と

10

を含み、
前記オフセット部は、前記第2判定部によって前記第2線の上に前記第1座標が存在すると判定されると、前記第2線の上に前記第1座標が存在しなくなる位置まで前記第1座標をオフセットした前記第2座標を取得する、シミュレーションシステム。

【請求項3】

物品の形状と座標を表す物品データに基づいて前記物品の画像を表示する表示部と、
利用者が手に持ちながら移動させることによって前記表示部に表示されるポイントの位置を操作する操作端末機と、

20

前記物品データを格納するデータ格納部と、
前記操作端末機の位置及び姿勢を検出する第1検出部と、
前記第1検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される前記ポイントの第1座標を検出する第2検出部と、
前記第1座標をオフセットした第2座標を取得するオフセット部と、
前記物品データに含まれる座標と、前記第1座標及び前記第2座標を結ぶ第1線を表す線データとに基づき、前記表示部に表示される前記物品に、前記第1線が接触したかどうかを判定する第1判定部と、

前記第2座標と、前記第1座標とを結ぶ直線の上に前記物品が存在する場合に、前記物品を透過的に表示させる、表示調整部と

30

を含む、シミュレーションシステム。

【請求項4】

前記操作端末機は、前記第1座標を3軸方向に移動させる入力を受け付ける操作部をさらに有し、

前記オフセット部は、前記操作部への入力に応じて前記第1座標をオフセットする、請求項1乃至3のいずれか一項記載のシミュレーションシステム。

【請求項5】

前記操作端末機は、前記操作部に配設される可動素子をさらに有し、
前記第1判定部によって前記第1線が前記物品に接触したと判定されると、前記可動素子を駆動する駆動制御部をさらに含む、請求項4記載のシミュレーションシステム。

40

【請求項6】

物品の形状と座標を表す物品データに基づいて前記物品の画像を表示する表示部と、
操作部を有し、利用者が手に持ちながら移動させることによって前記表示部に表示されるポイントの位置を操作する操作端末機と、

前記物品データを格納するデータ格納部と、
前記操作端末機の位置及び姿勢を検出する第1検出部と、
前記第1検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される前記ポイントの第1座標を検出する第2検出部と、

前記第1座標に所定のオフセット量を加えた第2座標を取得するオフセット部と、

50

前記操作部を1回目に操作したときに前記オフセット部によって取得される前記第2座標と、前記1回目の操作を行った後に前記操作端末機を移動させてから前記操作部を2回目に操作したときに前記オフセット部によって取得される前記第2座標とを両端とする軌跡によって表される第1線を作成する軌跡作成部と、

前記物品データに含まれる座標と、前記第1線を表す線データとに基づき、前記表示部に表示される前記物品に、前記第1線が接触したかどうかを判定する第1判定部と

を含む、シミュレーションシステム。

【請求項7】

前記第2検出部と、第1通信部とを有する演算処理装置をさらに含み、

前記操作端末機は、

前記操作部が前記1回目に操作された第1時刻と、前記2回目に操作された第2時刻とを表す時刻データを記録する時刻記録部と、

前記第1通信部と無線通信を行う第2通信部と

をさらに有し、

前記演算処理装置は、前記無線通信によって前記時刻データを前記操作端末機から受信し、

前記軌跡作成部は、前記第1時刻における前記第1座標と、前記第2時刻における前記第2座標とを両端とする軌跡を作成する、請求項6記載のシミュレーションシステム。

【請求項8】

前記操作端末機は、可動素子をさらに有し、

前記第1判定部によって前記第1線が前記物品に接触したと判定されると、前記可動素子を駆動する駆動制御部をさらに含む、請求項6又は7記載のシミュレーションシステム。

【請求項9】

前記第2検出部及び前記駆動制御部と、第1通信部とを有する演算処理装置をさらに含み、

前記操作端末機は、前記第1通信部と無線通信を行う第2通信部をさらに有し、

前記操作端末機の前記可動素子は、前記無線通信によって前記演算処理装置から受信する、前記駆動制御部が出力する駆動指令によって駆動される、請求項5又は8記載のシミュレーションシステム。

【請求項10】

前記オフセット部は、前記第1線と前記物品が交点を有する場合に、前記第2座標を前記交点に移動させる、請求項1、3、及び6乃至8のいずれか一項記載のシミュレーションシステム。

【請求項11】

前記オフセット部は、前記交点が複数ある場合に、前記複数の交点のうちの前記第1座標に最も近い交点に、前記第2座標を前記交点に移動させる、請求項10記載のシミュレーションシステム。

【請求項12】

利用者の頭部の位置及び姿勢を検出する第3検出部と、

前記第3検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される画像の座標系における前記頭部の位置を表す第3座標を検出する第4検出部と、

前記第2座標及び前記第3座標を結ぶ第2線上に、前記第1座標が存在するかどうかを判定する第2判定部と

をさらに含み、

前記オフセット部は、前記第2判定部によって前記第2線上に前記第1座標が存在すると判定されると、前記第2線上に前記第1座標が存在しなくなる位置まで前記第1座標をオフセットした前記第2座標を取得する、請求項1、3、及び6乃至8のいずれか一項記載のシミュレーションシステム。

【請求項13】

前記第 2 判定部は、前記第 2 線を含む空間内に、前記第 1 座標が存在するかどうかを判定し、

前記オフセット部は、前記第 2 判定部によって前記空間内に前記第 1 座標が存在すると判定されると、前記空間内に前記第 1 座標が存在しなくなる位置まで前記第 1 座標をオフセットした前記第 2 座標を取得する、請求項 1 2 記載のシミュレーションシステム。

【請求項 1 4】

前記第 2 座標と、前記第 1 座標とを結ぶ直線上に前記物品が存在する場合に、前記物品を透過的に表示させる、表示調整部をさらに含む、請求項 1、2、及び 6 乃至 8 のいずれか一項記載のシミュレーションシステム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、シミュレーションシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、コンピュータにより規定された仮想三次元空間に関して仮想空間表示手段が表示する三次元画像に向かって実空間内で所望の向きに向けることができる指示デバイスと、前記指示デバイスの実空間での位置および向きを検出する指示デバイス位置・方向検出部と備えることを特徴とする仮想空間内位置指示装置がある。前記指示デバイスに向けた向きに長さを有する指標を前記三次元画像の中に表示するための指標データを生成する指標データ生成部と、前記指示デバイス位置・方向検出部により検出された前記指示デバイスの実空間での位置および向きとともに指標の長さを指標データ生成部に与える指示デバイス長さ数値設定部とをさらに備える（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005-50120 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

ところで、従来の仮想空間内位置指示装置は、指示デバイスを向ける方向によっては、指標が指示デバイスの陰になって見えなくなる場合がある。すなわち、従来の仮想空間内位置指示装置は、視認性が良好ではないため、操作性が良好ではない。

【0005】

そこで、操作性が良好なシミュレーションシステム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】

【0006】

本発明の実施の形態のシミュレーションシステムは、物品の形状と座標を表す物品データに基づいて前記物品の画像を表示する表示部と、可動素子を有し、利用者が手に持ちながら移動させることによって前記表示部に表示されるポインタの位置を操作する操作端末機と、前記物品データを格納するデータ格納部と、前記操作端末機の位置及び姿勢を検出する第 1 検出部と、前記第 1 検出部によって検出される前記位置及び姿勢に基づき、前記表示部に表示される前記ポインタの第 1 座標を検出する第 2 検出部と、前記第 1 座標をオフセットした第 2 座標を取得するオフセット部と、前記物品データに含まれる座標と、前記第 1 座標及び前記第 2 座標を結ぶ第 1 線を表す線データとに基づき、前記表示部に表示される前記物品に、前記第 1 線が接触したかどうかを判定する第 1 判定部と、前記第 1 判定部によって前記第 1 線が前記物品に接触したと判定されると、前記可動素子を駆動する駆動制御部とを含む。

40

【発明の効果】

50

【0007】

操作性が良好なシミュレーションシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1のシミュレーションシステムを示す図である。

【図2】実施の形態1の処理装置が適用されるコンピュータシステムの斜視図である。

【図3】コンピュータシステムの本体部内の要部の構成を説明するブロック図である。

【図4】実施の形態1の操作端末機を示す斜視図である。

【図5】振動モータを示す図である。

【図6】実施の形態1の操作端末機の電気系の構成を示す図である。

10

【図7】振動データを示す図である。

【図8】形状データを示す図である。

【図9】物品の画像の一例を示す図である。

【図10】実施の形態1で用いるオフセット量を表すデータを示す図である。

【図11】実施の形態1で用いる線データによって表される線を示す図である。

【図12】実施の形態1で用いる線と物品との交点を示す図である。

【図13】実施の形態1の処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

【図14】実施の形態2の操作端末機を示す図である。

【図15】実施の形態2の操作端末機の電気系の構成を示す図である。

【図16】実施の形態2の処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

20

【図17】実施の形態2の変形例を示す図である。

【図18】実施の形態2の変形例を示す図である。

【図19】実施の形態3のシミュレーションシステムを示す図である。

【図20】実施の形態3の操作端末機を示す斜視図である。

【図21】実施の形態3の操作端末機の電気系の構成を示す図である。

【図22】実施の形態3で用いる線データによって表される線を示す図である。

【図23】図22の構成の変形例を示す図である。

【図24】実施の形態3で用いる線を示す図である。

【図25】実施の形態3で用いる線のデータを示す図である。

【図26】実施の形態3で用いる円筒領域のデータを示す図である。

30

【図27】実施の形態3で用いる線を示す図である。

【図28】実施の形態3で用いる線のデータを示す図である。

【図29】実施の形態3の処理装置が実行する処理を示すフローチャートである。

【図30】実施の形態4のシミュレーションシステムを示す図である。

【図31】3D眼鏡のマーカと点との位置関係を示す図である。

【図32】実施の形態4の処理を示すフローチャートである。

【図33】実施の形態4の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明のシミュレーションシステムを適用した実施の形態について説明する。

40

【0010】

<実施の形態1>

図1は、実施の形態1のシミュレーションシステム100を示す図である。

【0011】

シミュレーションシステム100は、スクリーン110A、投影装置110B、3D(3 Dimension)眼鏡110C、処理装置120、操作端末機130、及び位置計測装置140を含む。

【0012】

実施の形態1シミュレーションシステム100は、例えば、組み立て作業性を仮想空間において把握するため組立支援システムに適用することができる。組立支援システムでは

50

、例えば、CPU (Central Processing Unit：中央演算処理装置) モジュール、メモリモジュール、通信モジュール、又はコネクタ等の電子部品をマザーボード等に組み付ける作業を仮想空間で模擬的に行うことができる。

【0013】

しかしながら、実施の形態1シミュレーションシステム100は、組立支援システムに限らず、三次元空間での作業性を確認する様々なシステムに適用することができる。

【0014】

スクリーン110Aは、例えば、プロジェクタ用スクリーンを用いることができる。スクリーン110Aのサイズは、用途に応じて適宜設定すればよい。スクリーン110Aには、投影装置110Bによって投影される画像が表示される。ここでは、物品111及び112の画像がスクリーン110Aに表示されていることとする。

10

【0015】

投影装置110Bは、スクリーン110Aに画像を投影できる装置であればよく、例えば、プロジェクタを用いることができる。投影装置110Bは、ケーブル110B1によって処理装置120に接続されており、処理装置120から入力される画像をスクリーン110Aに投影する。ここでは、投影装置110Bは、3D画像（立体視の画像）をスクリーン110Aに投影できるタイプのものである。

【0016】

なお、スクリーン110Aと投影装置110Bは、表示部の一例である。

【0017】

20

3D眼鏡110Cは、シミュレーションシステム100を利用する利用者が装着する。3D眼鏡110Cは、投影装置110Bによってスクリーン110Aに投影される画像を3D画像に変換できる眼鏡であればよく、例えば、入射光を偏光する偏光眼鏡、又は、液晶シャッターを有する液晶シャッター眼鏡を用いることができる。

【0018】

なお、スクリーン110A及び投影装置110Bの代わりに、例えば、液晶ディスプレイパネルを用いてもよい。また、3D眼鏡110Cが不要な場合は、3D眼鏡110Cを用いなくてもよい。また、スクリーン110A及び投影装置110Bの代わりに、ヘッドマウントディスプレイを用いてもよい。

【0019】

30

処理装置120は、位置検出部121、接触判定部122、映像出力部123、データ保持部124、駆動制御部125、通信部126、及びポインタ導出部127を有する。処理装置120は、例えば、メモリを有するコンピュータのような演算処理装置によって実現される。

【0020】

位置検出部121は、位置計測装置140から入力される画像データに対してパターンマッチング等の画像処理を行い、操作端末機130の位置と姿勢を検出する。操作端末機130の位置は、3次元座標における座標値で表され、姿勢は、3次元座標の3軸方向に対する角度で表される。

【0021】

40

なお、操作端末機130の位置と姿勢の検出は、位置計測装置140で行ってもよい。

【0022】

ポインタ導出部127は、操作端末機130の位置を表す座標値と、姿勢を表す角度とのデータに基づいて、スクリーン110Aに投影される画像の中におけるポインタ130Aの座標を導出する。

【0023】

また、ポインタ導出部127は、ポインタ130Aの座標をオフセットさせたオフセット座標を導出する。ポインタ導出部127がオフセット座標を求めると、ポインタ130Aは、オフセット座標に表示される。すなわち、ポインタ130Aの位置がオフセットされる。

50

【0024】

ポインタ導出部127は、オフセット前の座標と、オフセット座標とを両端とする線を表す線データを接触判定部122と映像出力部123に出力する。

【0025】

ここで、オフセット前の座標は、操作端末機130の位置を表す座標値と、姿勢を表す角度とのデータに基づいて、スクリーン110Aに投影される画像の中におけるポインタ130Aの座標である。

【0026】

オフセット前の座標は、第1座標の一例である。また、オフセット座標は、第2座標の一例である。なお、ポインタ導出部127は、第2検出部の一例である。

10

【0027】

また、線データは、オフセット前の座標と、オフセット座標とを結ぶ直線のうち、オフセット前の座標と、オフセット座標との間の線分を表すデータである。以下では、線データが表す線とは、オフセット前の座標と、オフセット座標とを結ぶ直線のうち、オフセット前の座標と、オフセット座標との間の線分を表すこととする。

【0028】

接触判定部122は、スクリーン110Aに投影される物品111又は112の画像と、線データが表す線とが接触したかどうかを判定する。

【0029】

接触判定部122は、スクリーン110Aに投影される物品111又は112の形状及び位置を表すデータと、線データとを用いて、物品111又は112の画像と、線データが表す線とが接触したかどうかを判定する。接触判定部122は、判定部の一例である。

20

【0030】

映像出力部123の出力端子は、ケーブル110B1によって投影装置110Bに接続されている。映像出力部123は、データ保持部124に保持される物品111及び112の物品データによって特定される画像を投影装置110Bに出力し、スクリーン110Aに表示させる。

【0031】

また、映像出力部123は、投影装置110Bにポインタ130Aを表示させる。スクリーン110Aに表示される画像内におけるオフセット前の座標は、位置検出部121で検出される操作端末機130の位置と姿勢によって決まる。ポインタ130Aは、オフセット座標に表示される。

30

【0032】

データ保持部124は、物品111及び112の座標と形状を表す物品データ、物品111及び112の振動パターンを表す振動データ、ポインタ130Aの画像データ、オフセット量を表すデータ等のデータを保持する。データ保持部124は、メモリによって実現され、データ格納部の一例である。

【0033】

駆動制御部125は、接触判定部122によって物品111又は112の画像と、線データが表す線とが接触したと判定されると、線データが表す線が接触した物品111又は112の部位の触感に応じた振動パターンの駆動信号を出力する。この駆動信号は、操作端末機130の振動素子を駆動する信号である。

40

【0034】

通信部126は、操作端末機130と無線通信を行う通信部であり、例えば、Bluetooth(登録商標)又はWiFi(Wireless Fidelity)等の規格で無線通信を行うことができる。通信部126は、駆動制御部125によって生成される駆動信号を操作端末機130に送信する。なお、通信部126は、操作端末機130と有線通信を行う通信部であってもよい。

【0035】

操作端末機130は、シミュレーションシステム100を利用する利用者が手に保持し

50

、スクリーン 110A に表示されるポインタ 130A の位置をコントロールする端末機である。操作端末機 130 は、マーカ 132 と振動素子 133R 及び 133L とを有する。

【0036】

マーカ 132 は、複数の球体を有し、位置計測装置 140 から照射される赤外線を様々な方向に反射させる。マーカ 132 は、位置計測装置 140 による操作端末機 130 の位置検出に用いられる。

【0037】

振動素子 133R 及び 133L は、それぞれ、操作端末機 130 の右側及び左側に振動を発生させるために設けられている。また、振動素子 133R 及び 133L は、駆動制御部 125 によって生成される駆動信号によって駆動される。振動素子 133R 及び 133L は、可動素子の一例である。

10

【0038】

なお、操作端末機 130 の詳細については後述する。

【0039】

位置計測装置 140 は、赤外線カメラ 140A 及び 140B を有し、それぞれ、ケーブル 141A 及び 141B によって位置検出部 121 に接続されている。赤外線カメラ 140A 及び 140B は、赤外線を操作端末機 130 に照射し、マーカ 132 で反射された反射光を撮影する。位置計測装置 140 は、赤外線カメラ 140A 及び 140B が出力する画像データを位置検出部 121 に転送する。位置計測装置 140 は、第 1 検出部の一例である。

20

【0040】

図 2 は、実施の形態 1 の処理装置 120 が適用されるコンピュータシステムの斜視図である。図 2 に示すコンピュータシステム 10 は、本体部 11、ディスプレイ 12、キーボード 13、マウス 14、及びモデム 15 を含む。

【0041】

本体部 11 は、CPU (Central Processing Unit: 中央演算装置)、HDD (Hard Disk Drive: ハードディスクドライブ)、及びディスクドライブ等を内蔵する。ディスプレイ 12 は、本体部 11 からの指示により画面 12A 上に解析結果等を表示する。ディスプレイ 12 は、例えば、液晶モニターであればよい。キーボード 13 は、コンピュータシステム 10 に種々の情報を入力するための入力部である。マウス 14 は、ディスプレイ 12 の画面 12A 上の任意の位置を指定する入力部である。モデム 15 は、外部のデータベース等にアクセスして他のコンピュータシステムに記憶されているプログラム等をダウンロードする。

30

【0042】

コンピュータシステム 10 に処理装置 120 としての機能を持たせるプログラムは、ディスク 17 等の可搬型記録媒体に格納されるか、モデム 15 等の通信装置を使って他のコンピュータシステムの記録媒体 16 からダウンロードされ、コンピュータシステム 10 に入力されてコンパイルされる。

【0043】

コンピュータシステム 10 に処理装置 120 としての機能を持たせるプログラムは、コンピュータシステム 10 を処理装置 120 として動作させる。このプログラムは、例えばディスク 17 等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納されていてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、ディスク 17、IC カードメモリ、フロッピー (登録商標) ディスク等の磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、USB (Universal Serial Bus) メモリ等の可搬型記録媒体に限定されるものではない。コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、モデム 15 又は LAN 等の通信装置を介して接続されるコンピュータシステムでアクセス可能な各種記録媒体を含む。

40

【0044】

図 3 は、コンピュータシステム 10 の本体部 11 内の要部の構成を説明するブロック図である。本体部 11 は、バス 20 によって接続された CPU 21、RAM 又は ROM 等を

50

含むメモリ部22、ディスク17用のディスクドライブ23、及びハードディスクドライブ(HDD)24を含む。実施の形態1では、ディスプレイ12、キーボード13、及びマウス14は、バス20を介してCPU21に接続されているが、これらはCPU21に直接的に接続されていてもよい。また、ディスプレイ12は、入出力画像データの処理を行う周知のグラフィックインタフェース(図示せず)を介してCPU21に接続されていてもよい。

【0045】

コンピュータシステム10において、キーボード13及びマウス14は、処理装置120の入力部である。ディスプレイ12は、処理装置120に対する入力内容等を画面12A上に表示する表示部である。

10

【0046】

なお、コンピュータシステム10は、図2及び図3に示す構成のものに限定されず、各種周知の要素を付加してもよく、又は代替的に用いてもよい。

【0047】

図4は、操作端末機130を示す斜視図である。

【0048】

操作端末機130は、筐体131、マーカ132、振動素子133R、133L、ボタン134A、134B、及びガイドバー135を有する。

【0049】

操作端末機130は、ポインタ130Aの位置(オフセット前の座標が示す位置)の指標となるガイドバー135をスクリーン110Aに向けて利用者が手で持ったため、スクリーン110Aに向いた利用者にとって右側に振動素子133Rが位置し、左側に振動素子133Lが位置する。

20

【0050】

また、以下では、左右を表す場合には、ガイドバー135をスクリーン110Aに向けて操作端末機130を保持し、スクリーン110Aを向く利用者を基準に左右の位置関係を表すこととする。

【0051】

また、以下では、前後を表す場合には、ガイドバー135をスクリーン110Aに向けて操作端末機130を保持し、スクリーン110Aを向く利用者を基準に前後の位置関係を表すこととする。

30

【0052】

また、筐体131の振動素子133R、133Lが設けられる面を上面と称し、ガイドバー135が取り付けられる側を前側と称す。

【0053】

筐体131は、例えば、樹脂製であり、利用者が手に持つのにちょうど良いサイズを有する。筐体131の上面には、振動素子133R及び133Lが配設されている。

【0054】

マーカ132は、複数の球体132Aとワイヤ132Bとを有する。複数の球体132Aは、ワイヤ132Bによって筐体131に取り付けられている。

40

【0055】

マーカ132は、位置計測装置140による操作端末機130の位置と姿勢の検出に用いられるため、位置計測装置140から照射される赤外線を様々な方向に反射させる。マーカ132が反射する赤外線は、赤外線カメラ140A及び140Bによって撮像され、位置検出部121が画像処理を行うことによってマーカ132の位置と姿勢が検出される。マーカ132の位置と姿勢は、操作端末機130の位置と姿勢を表す。

【0056】

マーカ132は、規則性がない様々な方向に赤外線を反射できれば、球体の個数は幾つであってもよく、球体の位置についても特に限定はない。また、球体ではなくてもよいし、マーカ132の検出は、赤外線を用いる手法に限られない。操作端末機130の位置検

50

出を行うことができるのであれば、マーク１３２はどのようなものであってもよい。

【００５７】

振動素子１３３Ｒ及び１３３Ｌは、筐体１３１の上面に設けられている。振動素子１３３Ｒ及び１３３Ｌは、駆動制御部１２５によって生成される駆動信号によって駆動される。

【００５８】

振動素子１３３Ｒ及び１３３Ｌは、例えば、ピエゾ素子又はＬＲＡ(Linear Resonant Actuator)のような振動を発生する素子であればよい。振動素子１３３Ｒ及び１３３Ｌを駆動すると振動が発生する。

【００５９】

ボタン１３４Ａ、１３４Ｂは、操作端末機１３０の機能が割り当てられており、複数あってもよい。機能としては、例えば、処理装置１２０との無線通信のオン／オフを切り替える機能、ポインタ１３０Ａの表示の明るさを調整する機能等の様々な機能である。

【００６０】

ガイドバー１３５は、筐体１３１の前側に取り付けられている。ガイドバー１３５は、ポインタ１３０Ａの位置の指標となる部材であり、スクリーン１１０Ａにポインタ１３０Ａが表示される位置を認識しやすくするために設けられている。ガイドバー１３５は、ここでは、一例として、細長い三角形形状の板状部材である。

【００６１】

ガイドバー１３５は、操作端末機１３０を手を持つ利用者が、スクリーン１１０Ａに表示されるポインタ１３０Ａの位置を移動させる際の指標又は基準点になるのであれば、どのような形状のものであってもよい。

【００６２】

なお、ガイドバー１３５がなくても、利用者がポインタ１３０Ａの位置を把握しやすいような場合には、操作端末機１３０は、ガイドバー１３５を含まなくてもよい。

【００６３】

図５は、振動モータ１３３Ａを示す図である。振動モータ１３３Ａは、ベース１３３Ａ１と、回転部１３３Ａ２とを有する。ベース１３３Ａ１の内部には、巻線コイルが設けられている。回転部１３３Ａ２は、偏心構造を有し、回転するとベース１３３Ａ１に振動が伝達する。このような振動モータ１３３Ａを図４に示す振動素子１３３Ｒ及び１３３Ｌの代わりに用いてもよい。

【００６４】

図６は、操作端末機１３０の電気系の構成を示す図である。ここでは、筐体１３１とガイドバー１３５を簡略化して示し、マーク１３２を省略する。

【００６５】

操作端末機１３０は、振動素子１３３Ｒ、１３３Ｌ、ボタン１３４Ａ、１３４Ｂ、通信部１３６、ボタン判定部１３７、及び信号生成部１３８を有する。なお、ボタン判定部１３７と信号生成部１３８は、例えば、マイクロコンピュータのような演算処理装置によって実現される。

【００６６】

通信部１３６には、ボタン判定部１３７及び信号生成部１３８が接続されている。通信部１３６は、処理装置１２０の通信部１２６と無線通信を行う通信部であり、例えば、Bluetooth, WiFi, Xbee, zigbee等の規格で無線通信を行う。

【００６７】

通信部１３６は、ボタン判定部１３７から入力される信号を処理装置１２０に送信する。また、通信部１３６は、処理装置１２０の駆動制御部１２５によって生成される駆動信号を受信し、信号生成部１３８に出力する。

【００６８】

ボタン判定部１３７は、ボタン１３４Ａ、１３４Ｂの操作の有無を判定する判定部であり、例えば、処理装置１２０との無線通信のオン／オフ、ポインタ１３０Ａの表示の明る

10

20

30

40

50

さの調整、後述する交点の選択等の操作内容を判定する。ボタン判定部137は、操作内容を表す信号を通信部136に出力する。

【0069】

信号生成部138は、通信部136が受信する駆動信号を増幅して振動素子133R又は133Lを駆動する。なお、信号生成部138を駆動制御部として捉えてもよい。

【0070】

図7は、振動データを示す図である。

【0071】

振動データは、振動素子133R又は133Lの振動パターンを表すデータである。振動データは、一例として、物品ID、物品名称、振動強度、及び振動時間を有する。

10

【0072】

物品IDは、物品毎に割り当てられる識別子である。すべての物品は、互いに異なる物品IDを有する。図7には、例示的な物品IDとして、001,002,003,・・・を示す。

【0073】

物品名称は、物品の名称である。図7には、例示的な物品名称として、Plate, Connector, Cable,・・・を示す。

【0074】

振動強度は、振動素子133R又は133Lを駆動する駆動信号の振幅(Vpp)を表す。振幅は、ピーク・トゥ・ピークの電圧値で示してある。

20

【0075】

振動時間は、振動素子133R又は133Lを駆動する時間(ms)を表す。

【0076】

なお、振動データは、処理装置120のデータ保持部124に格納されている。

【0077】

図8は、形状データを示す図である。

【0078】

物品データは、スクリーン110Aに表示する物品の座標と形状を表すデータである。物品データは、物品ID、形状タイプ、基準座標、サイズ、及び回転角度を有する。

【0079】

形状タイプは、物品の外形を表す。図8では、一例として、形状タイプがCuboid(直方体)とCylinder(円柱体)を示す。

30

【0080】

基準座標は、物品の全体を表す座標の基準になる点の座標値を示す。座標値の単位はメートル(m)である。なお、座標系としては、XYZ座標系を用いる。

【0081】

サイズは、物品のX軸方向の長さ、Y軸方向の長さ、Z軸方向の長さを表す。単位はメートル(m)である。一例として、X軸方向の長さは縦の長さを表し、Y軸方向の長さは高さを表し、Z軸方向の長さは奥行き(横方向の長さ)を表す。

【0082】

回転角度は、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向に対する回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z で表される。単位は度(deg.)である。回転角度 θ_x は、X軸を回転軸として物品を回転させる角度である。同様に、回転角度 θ_y 及び θ_z は、それぞれ、Y軸及びZ軸を回転軸として物品を回転させる角度である。回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z の正方向は、予め決めておけばよい。

40

【0083】

このような物品データを用いれば、CADデータによって表示される物品の画像と同様に、物品データによって特定される画像を表すことができる。

【0084】

なお、物品データは、処理装置120のデータ保持部124に格納されている。

【0085】

50

図9は、物品の画像の一例を示す図である。

【0086】

図9には、図8の物品データによって表される3つの物品を示す。

【0087】

物品IDが001の物品は、形状タイプがCuboid(直方体)で、基準座標(X, Y, Z)が(0.0, 0.0, 0.0)であり、サイズが(0.8, 0.2, 0.4)であり、回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z が(0.0, 0.0, 0.0)である。

【0088】

基準座標(X, Y, Z)が(0.0, 0.0, 0.0)であるため、物品IDが001の物品の1つの頂点は、XYZ座標系の原点Oと一致している。

10

【0089】

物品IDが002の物品は、形状タイプがCuboid(直方体)で、基準座標(X, Y, Z)が(0.6, 0.2, 0.0)であり、サイズが(0.2, 0.2, 0.1)であり、回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z が(0.0, 0.0, 0.0)である。

【0090】

このため、物品IDが002の物品は、物品IDが001の物品の上に配置されている。

【0091】

物品IDが003の物品は、形状タイプがCylinder(円柱体)で、基準座標(X, Y, Z)が(0.8, 0.3, 0.1)であり、サイズが(0.2, 1.0, 0.3)であり、回転角度 θ_x 、 θ_y 、 θ_z が(0.0, 0.0, 90.0)である。

20

【0092】

このため、物品IDが003の物品は、Z軸を回転軸として90度回転させた状態で、物品IDが002の物品のX軸正方向側に接続されている。

【0093】

なお、上述のように、実施の形態1では、図8に示す物品ID、形状タイプ、基準座標、サイズ、及び回転角度を有する物品データを用いて、スクリーン110Aに投影される画像の中における物品の座標と形状を規定する。

【0094】

例えば、形状タイプがCuboid(直方体)の場合に、8つの頂点の座標は、基準座標に対して、サイズで表される物品のX軸方向の長さ、Y軸方向の長さ、Z軸方向の長さを加算又は減算することによって求めることができる。8つの頂点の座標は、形状タイプがCuboid(直方体)の物品のCorner(角)の座標を表す。

30

【0095】

8つの頂点の座標を求めれば、12本の辺を表す式を求めることができる。12本の辺を表す式は、形状タイプがCuboid(直方体)の物品のEdge(辺)の座標を表す式である。

【0096】

また、8つの頂点の座標、及び／又は、12本の辺を表す式を求めれば、形状タイプがCuboid(直方体)の物品の6つの表面を表す式が求まり、Surface(面)の座標を求めることができる。

【0097】

40

また、形状タイプがCylinder(円柱体)の場合には、サイズで表される物品のX軸方向の長さ、Y軸方向の長さ、Z軸方向の長さに基づいて、円柱の両端にある円(又は楕円)を表す式を求めることができる。また、両端の円(又は楕円)を表す式と基準座標とを用いれば、両端の円(又は楕円)の座標を表す式を求めることができる。円柱体の側面の座標は、両端の円(又は楕円)の座標を表す式を用いることによって求めることができる。

【0098】

ここでは、形状タイプがCuboid(直方体)とCylinder(円柱体)の物品について説明したが、球体、三角錐、凹部を有する直方体等の様々な形状の物品についても、同様にスクリーン110Aに投影される画像の中における座標と形状を求めることができる。

【0099】

50

図10は、オフセット量を表すデータを示す図である。

【0100】

オフセット量は、ポインタIDと関連付けられている。ポインタIDは、操作端末機130毎に割り当てられる識別子である。オフセット量は、X軸方向、Y軸方向、及びZ軸方向について設定することができる。

【0101】

図10では、一例として、ポインタIDが001の操作端末機130について、X軸方向に300mm、Y軸方向に0mm、Z軸方向に0mmのオフセット量が設定されている。

【0102】

オフセット量を表すデータは、データ保持部124に格納されており、シミュレーションシステム100におけるデフォルトの値、又は、利用者によって設定される任意の値である。

10

【0103】

図11は、線データによって表される線を示す図である。ここでは、スクリーン110Aに投影される画像によって表示される仮想空間に存在する線と、現実空間に存在する操作端末機130との両方を示す。

【0104】

仮想空間に存在する線L1は、点C1と点C2との間を結ぶ直線である。点C1は、オフセット前の座標が表す仮想空間における位置を表し、点C2は、オフセット座標が表す仮想空間における位置を表す。すなわち、ポインタ130Aは、点C1から点C2にオフセットされている。

20

【0105】

図11では、説明の便宜上、線L1を破線で示すが、線L1はスクリーン110Aには表示されない。スクリーン110Aには、オフセット座標（点C2の位置）にあるポインタ130Aが表示される。

【0106】

実施の形態1のシミュレーションシステム100では、線L1が物品と接触したかどうかを判定し、接触した場合には、操作端末機130の振動素子133R又は133Lを振動させる。

【0107】

ここで、点C1の座標を（X1，Y1，Z1）、点C2の座標を（X2，Y2，Z2）とすると、線L1は、次式（1）によって表される。

30

【0108】

【数1】

$$\frac{(X-X1)}{(X2-X1)} = \frac{(Y-Y1)}{(Y2-Y1)} = \frac{(Z-Z1)}{(Z2-Z1)}$$

40

ただし、線L1は、点C1と点C2の間に存在し、点C1と点C2とのを結ぶ区間よりも外側には存在しない。線データは、オフセット前の座標（点C1）と、オフセット座標（点C2）とを結ぶ直線のうち、オフセット前の座標（点C1）と、オフセット座標（点C2）との間の線分を表すデータだからである。

【0109】

従って、接触判定部122は、式（1）によって表される線L1と、物品の座標データとに交点があれば、線L1と物品とが接触したと判定し、線L1と、物品の座標データと

50

に交点が無ければ、線 L 1 と物品とが接触していないと判定する。

【0110】

なお、図 1 1 に示すように、線 L 1 を中心軸とする円筒領域 E 1 を設定し、円筒領域 E 1 と物品とが接触したかどうかを判定するようにしてもよい。円筒領域 E 1 の半径は、用途に応じて適宜設定すればよい。例えば、線 L 1 が 30 cm の場合には、半径を 1.5 cm に設定すればよい。円筒領域 E 1 は、線 L 1 と同様に、スクリーン 110 A には表示されない。

【0111】

図 1 2 は、線 L 1 と物品との交点を示す図である。

【0112】

図 1 2 には、2つの物品 111 A、111 Bを示す。物品 111 A、111 Bは、ともに立方体の物品である。

【0113】

例えば、線 L 1 と物品 111 A、111 Bとに4つの交点 P 1、P 2、P 3、P 4があり、スクリーン 110 A には、ポイント 130 A と、4つの交点 P 1、P 2、P 3、P 4 と、2つの物品 111 A、111 Bとが表示されている。

【0114】

このような場合には、接触判定部 122 はポイント導出部 127 に、ポイント 130 A をオフセット前の座標に対応する点 C 1 に最も近い交点 P 1 に移動させる。

【0115】

また、操作端末機 130 から交点を選択する指令が無線通信によって処理装置 120 に送信された場合には、ポイント導出部 127 は、選択された交点にポイント 130 A を移動させる。交点の選択は、ボタン 134 A 又は 134 B で行えばよい。

【0116】

図 1 3 は、実施の形態 1 の処理装置 120 が実行する処理を示すフローチャートである。ここでは、一例として、図 1 に示すように、スクリーン 110 A に物品 111 及び 112 の画像を表示させる場合について説明する。

【0117】

処理装置 120 は、電源が投入されると、処理をスタートする前に、データ保持部 124 から物品データと振動データを取得する。処理装置 120 は、物品データを用いて映像信号を生成し、投影装置 110 B に画像を投影させる。これにより、スクリーン 110 A に物品 111 及び 112 の立体視のモデルの画像が表示される。スクリーン 110 A に表示される物品 111 及び 112 の画像は、仮想空間に存在する仮想物体を表す。これらの処理は、映像出力部 123 によって行われる。

【0118】

処理装置 120 は、処理を開始する（スタート）。

【0119】

処理装置 120 は、操作端末機 130 の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップ S 1）。ステップ S 1 の処理は、位置検出部 121 によって行われる。

【0120】

処理装置 120 は、仮想空間における点 C 1 の座標を検出する（ステップ S 2）。点 C 1 の座標は、オフセット前の座標であり、ポイント導出部 127 によって検出される。

【0121】

処理装置 120 は、データ保持部 124 からオフセット量を読み出す（ステップ S 3）。オフセット量を表すデータは、予めデータ保持部 124 に格納されている。

【0122】

処理装置 120 は、点 C 1 の座標にオフセット量を加算することにより、仮想空間における点 C 2 の座標を検出する（ステップ S 4）。点 C 2 の座標は、オフセット座標であり、ポイント導出部 127 によって検出される。

【0123】

10

20

30

40

50

点C 2の座標を表すデータは、接触判定部1 2 2及び映像出力部1 2 3に入力される。

【0 1 2 4】

処理装置1 2 0は、ステップS 4で得られたポインタ1 3 0 Aの座標に基づき、投影装置1 1 0 Bにポインタ1 3 0 Aをスクリーン1 1 0 Aに表示させる(ステップS 5)。ポインタ1 3 0 Aは、例えば、点C 2の座標で表される位置に表示される。

【0 1 2 5】

これにより、物品1 1 1及び1 1 2の立体視の画像が表示されているスクリーン1 1 0 Aにポインタ1 3 0 Aがオフセットされて表示される。

【0 1 2 6】

また、ステップS 5では、ポインタ1 3 0 Aを表す画像データを用いてポインタ1 3 0 Aを表示すればよい。ポインタ1 3 0 Aについても、物品1 1 1及び1 1 2の物品データに相当するデータを用意しておき、ポインタ1 3 0 Aの立体視のモデルの画像を表示すればよい。ただし、特にポインタ1 3 0 Aの画像データを用いなくてもポインタ1 3 0 Aを表示できる場合は、ポインタ1 3 0 Aの画像データをデータ保持部1 2 4に保持しておくなくてもよい。

【0 1 2 7】

なお、ステップS 5の処理は、映像出力部1 2 3によって行われる。

【0 1 2 8】

処理装置1 2 0は、線L 1を表す式を取得する(ステップS 6)。線L 1のデータは、接触判定部1 2 2が点C 1と点C 2の座標データを用いて計算する。なお、線L 1のデータは、ポインタ導出部1 2 7が計算して接触判定部1 2 2に出力してもよい。

【0 1 2 9】

処理装置1 2 0は、物品1 1 1又は1 1 2と線L 1が接触したかどうかを判定する(ステップS 7)。ステップS 7の処理は、接触判定部1 2 2によって行われる。接触判定部1 2 2は、物品1 1 1及び1 1 2の物品データと、ステップS 6で得られた線L 1のデータとに基づき、物品1 1 1又は1 1 2と線L 1とが接触したかどうかを判定する。

【0 1 3 0】

物品1 1 1又は1 1 2と線L 1が接触したかどうかは、物品1 1 1又は1 1 2と、線L 1との交点があるかどうかで判定すればよい。

【0 1 3 1】

また、物品1 1 1又は1 1 2と線L 1とが接触したかどうかは、線L 1のデータと、線L 1のデータに最も近い物品データに含まれる座標との位置の差が所定値以下であるかどうかで判定してもよい。例えば、座標データに最も近い物品データに含まれる位置と、座標データが表す位置との差が所定値以下になった場合に接触したと判定する方が、シミュレーションシステム1 0 0における操作端末機1 3 0の操作性が良好である場合には、このような設定にすればよい。

【0 1 3 2】

次に説明するステップS 8では、一例として、物品1 1 1と線L 1が接触したこととする。なお、物品1 1 2と線L 1が接触した場合でも、同様の処理が行われる。

【0 1 3 3】

処理装置1 2 0は、物品1 1 1と線L 1が接触した(S 7: Y E S)と判定すると、振動データから振動強度と振動時間を読み出し、操作端末機1 3 0の振動素子1 3 3 R及び1 3 3 Lを駆動する駆動信号を生成し、通信部1 2 6を介して、操作端末機1 3 0に送信する(ステップS 8)。この結果、操作端末機1 3 0の振動素子1 3 3 R及び1 3 3 Lが駆動される。なお、ステップS 8の処理は、駆動制御部1 2 5が行う。

【0 1 3 4】

この場合に、処理装置1 2 0は、物品1 1 1と線L 1が接触したと判定した場合に、線L 1の座標の時間変化を表すデータに基づき、線L 1が物品1 1 1に接触した方向を算出してもよい。そして、接触した方向は、接触の直前の線L 1の座標が物品1 1 1に対して位置する方向に基づいて判定すればよい。

10

20

30

40

50

【0135】

そして、線L1が物品111の右側から接近して線L1の左側が物品111に接触したことを表す場合には、操作端末機130の左側に位置する振動素子133Lを駆動すればよい。

【0136】

また、線L1が物品111の左側から接近して線L1の右側が物品111に接触したことを表す場合には、操作端末機130の右側に位置する振動素子133Rを駆動すればよい。

【0137】

処理装置120は、線L1が物品111との交点の座標を取得し、交点をスクリーン110Aに表示する（ステップS9）。線L1が物品の角又は辺に接触しているような場合を除いて、線L1は物品を貫通しているため、少なくとも2つの交点が存在するからである。

10

【0138】

なお、交点としては、立体視のモデルの点を表す画像を表示すればよい。このような交点の画像は、データ保持部124に保持しておけばよい。

【0139】

処理装置120は、ステップS9で求めた交点のうち、点C1に最も近い交点の座標を抽出する（ステップS10）。

【0140】

20

処理装置120は、点C2の座標をステップS10で抽出した交点に変更し、変更した点C2にポインタ130Aを表示する。（ステップS11）。このとき、スクリーン110Aの表示は、交点P1の位置にポインタ130Aが表示され、交点P2～P4は表示されなくなる。

【0141】

ステップS11の処理が終了すると、再びスタートからリピートする（リピート）。

【0142】

なお、ステップS7で物品111又は112と線L1が接触していない（S7：NO）と判定した場合は、フローをステップS1にリターンする。

【0143】

30

以上のように、実施の形態1のシミュレーションシステム100によれば、利用者は、位置がオフセットされたポインタ130Aを操作端末機130で操作することができる。このため、ポインタ130Aが操作端末機130の陰になって見えなくなるようなことが抑制され、ポインタ130Aの視認性が良好である。

【0144】

従って、操作性が良好なシミュレーションシステム100を提供することができる。

【0145】

また、操作端末機130で操作するポインタ130Aから延びる線L1が、スクリーン110Aに投影される画像の中で、物品111又は112のような物品と接触した場合に、振動素子133R又は133Lを振動させる。

40

【0146】

このため、利用者は、触感だけで接触があったことを認識することができる。

【0147】

また、実施の形態1のシミュレーションシステム100によれば、操作端末機130で操作するポインタ130Aから延びる線L1が物品に接触する方向に応じて、振動素子133R又は133Lのいずれかを振動させる。

【0148】

このため、利用者は、触感だけでポインタ130Aから延びる線L1が物品に触れた方向を認識することができる。

【0149】

50

なお、以上では、マーカ 1 3 2 と位置計測装置 1 4 0（赤外線カメラ 1 4 0 A 及び 1 4 0 B）とを用いて操作端末機 1 3 0 の位置と姿勢を検出する形態について説明した。しかしながら、

マーカ 1 3 2 が不要な赤外線深度センサ、磁気センサ、ステレオカメラ、加速度センサ、又は、角速度センサのうち、少なくとも 1 つ以上を用いて操作端末機 1 3 0 の位置と姿勢を検出してもよい。

【0150】

＜実施の形態 2＞

図 1 4 は、実施の形態 2 の操作端末機 2 3 0 を示す図である。実施の形態 2 のシミュレーションシステムは、実施の形態 1 のシミュレーションシステム 1 0 0 の操作端末機 1 3 0 を操作端末機 2 3 0 に置き換えたものである。

10

【0151】

以下では、実施の形態 1 の操作端末機 1 3 0 と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0152】

図 1 4 には、説明の便宜上、現実空間に存在する操作端末機 1 3 0 と、スクリーン 1 1 0 A に表示される仮想空間に存在するポインタ 1 3 0 A とを示す。点 C 1 と点 C 2 は、スクリーン 1 1 0 A には表示されない。

【0153】

操作端末機 2 3 0 は、筐体 2 3 1、マーカ 1 3 2、振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B、及びガイドバー 1 3 5 を有する。

20

【0154】

また、操作端末機 2 3 0 は、実施の形態 1 の操作端末機 1 3 0 と同様の電気系の構成(図 6 参照)を有し、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B が操作されると、無線通信によって、処理装置 1 2 0 に操作内容を表す指令信号を送信する。

【0155】

筐体 2 3 1 には、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B が配設されている。

【0156】

ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B は、それぞれ、ポインタ 1 3 0 A の位置を点 C 1 から点 C 2 にオフセットさせる際に操作するボタンである。ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B は、すべて押し下げることによって操作するボタンである。

30

【0157】

ボタン 2 3 4 R は、点 C 1 の座標をスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で右側に移動させる際に操作するボタンである。ボタン 2 3 4 L は、点 C 1 の座標をスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で左側に移動させる際に操作するボタンである。

【0158】

ボタン 2 3 4 F は、点 C 1 の座標をスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で前側に移動させる際に操作するボタンである。ボタン 2 3 4 B は、点 C 1 の座標をスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で後側に移動させる際に操作するボタンである。

40

【0159】

なお、左右の方向は、例えば、現実空間のマーカ 1 3 2 と仮想空間のポインタ 1 3 0 A とを結ぶ直線を基準に、利用者から見たスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で左右を決めればよい。また、前後の方向は、例えば、現実空間のマーカ 1 3 2 と仮想空間のポインタ 1 3 0 A とを結ぶ直線を基準に、利用者から見たスクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で奥側（利用者から遠い側）を前側とし、手前側（利用者に近い側）を後側とすればよい。

【0160】

なお、現実空間のマーカ 1 3 2 と仮想空間のポインタ 1 3 0 A とを結ぶ直線とは、現実

50

空間のマーカ 1 3 2 の位置に仮想空間で対応する位置と、ポインタ 1 3 0 A とを結ぶ直線として求めればよい。

【0 1 6 1】

利用者が上述のようなボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B を操作することにより、ポインタ 1 3 0 A の位置を点 C 1 から点 C 2 にオフセットさせることができる。

【0 1 6 2】

また、振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B は、それぞれ、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B の上の中央に配置されている。振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B は、駆動制御部 1 2 5 によって生成される駆動信号によって駆動される。

10

【0 1 6 3】

振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B は、図 4 に示す振動素子 1 3 3 R 及び 1 3 3 L と同様に、例えば、 piezo 素子又は L R A のような圧電素子を含むものであればよい。振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B をそれぞれ駆動すると、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B の表面に振動が発生する。

【0 1 6 4】

例えば、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の後側から接近して線 L 1 の前側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の前側に位置する振動素子 2 3 3 F を駆動すればよい。

【0 1 6 5】

20

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の前側から接近して線 L 1 の後側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の後側に位置する振動素子 2 3 3 B を駆動すればよい。

【0 1 6 6】

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の左側から接近して線 L 1 の右側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の右側に位置する振動素子 2 3 3 R を駆動すればよい。

【0 1 6 7】

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の右側から接近して線 L 1 の左側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の左側に位置する振動素子 2 3 3 L を駆動すればよい。

30

【0 1 6 8】

なお、処理装置 1 2 0 は、物品 1 1 1 と線 L 1 が接触したと判定した場合に、線 L 1 の座標の時間変化を表すデータに基づき、線 L 1 が物品 1 1 1 に接触した方向を算出し、接触した方向によって、上述のように振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B のいずれかを駆動すればよい。

【0 1 6 9】

図 1 5 は、操作端末機 2 3 0 の電気系の構成を示す図である。ここでは、筐体 2 3 1 とガイドバー 1 3 5 を簡略化して示し、マーカ 1 3 2 を省略する。

【0 1 7 0】

40

操作端末機 2 3 0 は、振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B、通信部 1 3 6、ボタン判定部 2 3 7、及び信号生成部 2 3 8 を有する。なお、ボタン判定部 2 3 7 と信号生成部 2 3 8 は、例えば、マイクロコンピュータのような演算処理装置によって実現される。

【0 1 7 1】

通信部 1 3 6 には、ボタン判定部 2 3 7 及び信号生成部 2 3 8 が接続されている。通信部 1 3 6 は、処理装置 1 2 0 の通信部 1 2 6 と無線通信を行う通信部であり、例えば、Bluetooth 又は WiFi、Xbee、zigbee 等の規格で無線通信を行う。

【0 1 7 2】

通信部 1 3 6 は、ボタン判定部 2 3 7 から入力される信号を処理装置 1 2 0 に送信する

50

。また、通信部 1 3 6 は、処理装置 1 2 0 の駆動制御部 1 2 5 によって生成される駆動信号を受信し、信号生成部 2 3 8 に出力する。

【0 1 7 3】

ボタン判定部 2 3 7 は、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B の操作の有無を独立的に判定する判定部である。ボタン判定部 2 3 7 は、操作内容を表す信号を通信部 1 3 6 に出力する。

【0 1 7 4】

信号生成部 2 3 8 は、通信部 1 3 6 が受信する駆動信号を増幅して振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B を駆動する。なお、信号生成部 2 3 8 を駆動制御部として捉えてもよい。

10

【0 1 7 5】

図 1 6 は、実施の形態 2 の処理装置 1 2 0 が実行する処理を示すフローチャートである。ここでは、一例として、図 1 に示すように、スクリーン 1 1 0 A に物品 1 1 1 及び 1 1 2 の画像を表示させる場合について説明する。

【0 1 7 6】

処理装置 1 2 0 は、電源が投入されると、処理をスタートする前に、データ保持部 1 2 4 から物品データと振動データを取得する。処理装置 1 2 0 は、物品データを用いて映像信号を生成し、投影装置 1 1 0 B に画像を投影させる。これにより、スクリーン 1 1 0 A に物品 1 1 1 及び 1 1 2 の立体視のモデルの画像が表示される。スクリーン 1 1 0 A に表示される物品 1 1 1 及び 1 1 2 の画像は、仮想空間に存在する仮想物体を表す。これらの処理は、映像出力部 1 2 3 によって行われる。

20

【0 1 7 7】

処理装置 1 2 0 は、処理を開始する（スタート）。

【0 1 7 8】

処理装置 1 2 0 は、操作端末機 2 3 0 の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップ S 2 1）。ステップ S 2 1 の処理は、位置検出部 1 2 1 によって行われる。

【0 1 7 9】

処理装置 1 2 0 は、仮想空間における点 C 1 の座標を検出する（ステップ S 2 2）。点 C 1 の座標は、オフセット前の座標であり、ポインタ導出部 1 2 7 によって検出される。

【0 1 8 0】

30

処理装置 1 2 0 は、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B が押されているかを判定する（ステップ S 2 3）。ステップ S 2 3 の処理は、ボタン判定部 2 3 7 による判定結果を受信した処理装置 1 2 0 のポインタ導出部 1 2 7 が実行する。

【0 1 8 1】

処理装置 1 2 0 は、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B が押されている（S 2 3：YES）と判定すると、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B のうちのどれが何秒押されたかを表す操作内容を操作端末機 2 3 0 から無線通信で取得する（ステップ S 2 4）。

【0 1 8 2】

処理装置 1 2 0 は、データ保持部 1 2 4 から単位長さを表すデータを読み込む（ステップ S 2 5）。単位長さを表すデータは、ボタン 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B の各々を押す時間に対して、ポインタ 1 3 0 A の座標を移動させる量を表す。例えば、押す時間 1 秒あたり 1 0 mm に設定される。

40

【0 1 8 3】

処理装置 1 2 0 は、ステップ S 2 4 で取得した操作内容と、ステップ S 2 5 で読み込んだ単位長さを表すデータとに基づいてオフセット量を算出し、点 C 1 の座標にオフセット量を加算することにより、仮想空間における点 C 2 の座標を検出する（ステップ S 2 6）。点 C 2 の座標は、オフセット座標であり、ポインタ導出部 1 2 7 によって検出される。

【0 1 8 4】

例えば、ボタン 2 3 4 R が 1 秒間押された場合は、オフセット量は、右方向に 1 0 mm

50

である。

【0185】

点C2の座標を表すデータは、接触判定部122及び映像出力部123に入力される。

【0186】

処理装置120は、ステップS26で得られたポインタ130Aの座標に基づき、投影装置110Bにポインタ130Aをスクリーン110Aに表示させる(ステップS27)。ポインタ130Aは、例えば、点C2の座標で表される位置に表示される。

【0187】

これにより、物品111及び112の立体視の画像が表示されているスクリーン110Aにポインタ130Aがオフセットされて表示される。

10

【0188】

また、ステップS27では、ポインタ130Aを表す画像データを用いてポインタ130Aを表示すればよい。ポインタ130Aについても、物品111及び112の物品データに相当するデータを用意しておき、ポインタ130Aの立体視のモデルの画像を表示すればよい。ただし、特にポインタ130Aの画像データを用いなくてもポインタ130Aを表示できる場合は、ポインタ130Aの画像データをデータ保持部124に保持しておかなくてもよい。

【0189】

なお、ステップS27の処理は、映像出力部123によって行われる。

【0190】

20

処理装置120は、線L1を表す式を取得する(ステップS28)。線L1のデータは、接触判定部122が点C1と点C2の座標データを用いて計算する。なお、線L1のデータは、ポインタ導出部127が計算して接触判定部122に出力してもよい。

【0191】

処理装置120は、物品111又は112と線L1が接触したかどうかを判定する(ステップS29)。ステップS29の処理は、接触判定部122によって行われる。接触判定部122は、物品111及び112の物品データと、ステップS28で得られた線L1のデータとに基づき、物品111又は112と線L1とが接触したかどうかを判定する。

【0192】

物品111又は112と線L1が接触したかどうかは、物品111又は112と、線L1との交点があるかどうかで判定すればよい。

30

【0193】

また、物品111又は112と線L1とが接触したかどうかは、線L1のデータと、線L1のデータに最も近い物品データに含まれる座標との位置の差が所定値以下であるかどうかで判定してもよい。例えば、座標データに最も近い物品データに含まれる位置と、座標データが表す位置との差が所定値以下になった場合に接触したと判定する方が、実施の形態2のシミュレーションシステムにおける操作端末機230の操作性が良好である場合には、このような設定にすればよい。

【0194】

次に説明するステップS30では、一例として、物品111と線L1が接触したことをとする。なお、物品112と線L1が接触した場合でも、同様の処理が行われる。

40

【0195】

処理装置120は、物品111と線L1が接触した(S29: YES)と判定すると、振動データから振動強度と振動時間を読み出し、操作端末機230の振動素子233R、233L、233F、233Bを駆動する駆動信号を生成し、通信部126を介して、操作端末機230に送信する(ステップS30)。この結果、操作端末機230の振動素子233R、233L、233F、233Bが駆動される。なお、ステップS30の処理は、駆動制御部125が行う。

【0196】

ポインタ130Aが物品111の後側から接近して線L1の前側が物品111に接触し

50

た場合には、操作端末機 2 3 0 の前側に位置する振動素子 2 3 3 F を駆動すればよい。

【0 1 9 7】

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の前側から接近して線 L 1 の後側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の後側に位置する振動素子 2 3 3 B を駆動すればよい。

【0 1 9 8】

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の左側から接近して線 L 1 の右側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の右側に位置する振動素子 2 3 3 R を駆動すればよい。

【0 1 9 9】

また、ポインタ 1 3 0 A が物品 1 1 1 の右側から接近して線 L 1 の左側が物品 1 1 1 に接触した場合には、操作端末機 2 3 0 の左側に位置する振動素子 2 3 3 L を駆動すればよい。

【0 2 0 0】

ステップ S 3 0 の処理が終了すると、再びスタートからリピートする（リピート）。

【0 2 0 1】

なお、ステップ S 2 9 で物品 1 1 1 又は 1 1 2 と線 L 1 が接触していない（S 2 9：N O）と判定した場合は、フローをステップ S 2 1 にリターンする。

【0 2 0 2】

以上のように、実施の形態 2 のシミュレーションシステムによれば、利用者は、位置がオフセットされたポインタ 1 3 0 A を操作端末機 2 3 0 で操作することができる。このため、ポインタ 1 3 0 A が操作端末機 2 3 0 の陰になって見えなくなるようなことが抑制され、ポインタ 1 3 0 A の視認性が良好である。

【0 2 0 3】

従って、操作性が良好なシミュレーションシステムを提供することができる。

【0 2 0 4】

また、操作端末機 2 3 0 で操作するポインタ 1 3 0 A から延びる線 L 1 が、スクリーン 1 1 0 A に投影される画像の中で、物品 1 1 1 又は 1 1 2 のような物品と接触した場合に、振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B を振動させる。

【0 2 0 5】

このため、利用者は、触感だけで接触があったことを認識することができる。

【0 2 0 6】

また、実施の形態 2 のシミュレーションシステムによれば、操作端末機 2 3 0 で操作するポインタ 1 3 0 A から延びる線 L 1 が物品に接触する方向に応じて、振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B のいずれかを振動させる。

【0 2 0 7】

このため、利用者は、触感だけでポインタ 1 3 0 A から延びる線 L 1 が物品に触れた方向を認識することができる。

【0 2 0 8】

図 1 7 及び図 1 8 は、実施の形態 2 の変形例を示す図である。

【0 2 0 9】

図 1 7 に示す操作端末機 2 3 0 A は、図 1 4 に示す操作端末機 2 3 0 の振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B を吸引素子 2 3 3 R 1、2 3 3 L 1、2 3 3 F 1、2 3 3 B 1 に変更したものである。吸引素子 2 3 3 R 1、2 3 3 L 1、2 3 3 F 1、2 3 3 B 1 は、吸引口であり、2 3 3 R 1、2 3 3 L 1、2 3 3 F 1、2 3 3 B 1 の奥側には、吸引を行うバキューム装置のような吸引機構が接続されている。

【0 2 1 0】

吸引素子 2 3 3 R 1、2 3 3 L 1、2 3 3 F 1、2 3 3 B 1 の吸引機構も互いに独立している。吸引素子 2 3 3 R 1、2 3 3 L 1、2 3 3 F 1、2 3 3 B 1 を振動素子 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B と同様に制御すればよい。

10

20

30

40

50

【0211】

このような操作端末機230Aを図14に示す操作端末機230の代わりに用いてもよい。

【0212】

＜実施の形態3＞

図19は、実施の形態3のシミュレーションシステム300を示す図である。

【0213】

シミュレーションシステム300は、スクリーン110A、投影装置110B、3D(3 Dimension)眼鏡110C、処理装置320、操作端末機330、及び位置計測装置140を含む。

10

【0214】

処理装置320は、位置検出部121、接触判定部122、映像出力部123、データ保持部124、駆動制御部125、通信部126、ポインタ導出部127、及び座標記録部328を有する。処理装置320は、例えば、メモリを有するコンピュータによって実現される。

【0215】

座標記録部328は、位置検出部121の検出結果に基づき、所定時間毎に現実空間におけるマーカ132の位置に対応する仮想空間での座標を記録する。座標記録部328は、記録した座標を表すデータをポインタ導出部127に出力する。

【0216】

20

図20は、操作端末機330を示す斜視図である。

【0217】

操作端末機330は、筐体331、マーカ132、振動素子133R、133L、ボタン334、ガイドバー135、時刻記録部336、及びアンテナ338を有する。ここでは、図4に示す実施の形態1の操作端末機130と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0218】

筐体331は、例えば、樹脂製であり、利用者が手に持つのにちょうど良いサイズを有する。筐体331の上面には、振動素子133R及び133L、ボタン334、時刻記録部336、及びアンテナ338が配設されている。なお、時刻記録部336は、筐体331の内部に配設されていてもよい。

30

【0219】

ボタン334は、操作端末機330の機能が割り当てられており、複数あってもよい。機能としては、例えば、時刻記録部336に時刻を記録させる機能と、時刻記録部336に記録したデータを処理装置320に送信する処理を実行する機能である。

【0220】

時刻記録部336は、ボタン334が押されたときの時刻を記録する。時刻記録部336は、例えば、メモリを内蔵するCPUチップで実現される。

【0221】

アンテナ338は、Bluetooth、WiFi、Xbee、zigbee等の無線通信に用いる。実施の形態3では、操作端末機330と処理装置320は、通信状態を保っており、無線通信によって常にデータ通信が可能な状態になっている。

40

【0222】

図21は、操作端末機330の電気系の構成を示す図である。ここでは、筐体131とガイドバー135を簡略化して示し、マーカ132を省略する。

【0223】

操作端末機330は、振動素子133R、133L、ボタン334、通信部136、ボタン判定部337、信号生成部138、時刻記録部336、及びアンテナ338を有する。なお、ボタン判定部337と信号生成部138は、例えば、マイクロコンピュータのような演算処理装置によって実現される。

50

【0224】

通信部136には、ボタン判定部337及び信号生成部138に加えて、時刻記録部336が接続されている。通信部136は、処理装置320の通信部126と無線通信を行う通信部であり、例えば、Bluetooth, WiFi, Xbee, zigbee等の規格で常に無線通信を行う。

【0225】

通信部136は、ボタン判定部337から入力される信号を処理装置320に送信する。また、通信部136は、処理装置320の駆動制御部125によって生成される駆動信号を受信し、信号生成部138に出力する。また、通信部136は、時刻記録部336に記録されたデータを処理装置320に送信する。

10

【0226】

時刻記録部336は、ボタン334によって操作が行われると、操作が行われた時点の時刻を記録する。より具体的には、時刻を記録するために1回目のボタン334の操作が行われると、時刻記録部336は、軌跡のデータを作成し始める開始時刻Tsを記録する。また、時刻を記録するために2回目のボタン334の操作が行われると、時刻記録部336は、軌跡のデータ作成を終了する終了時刻Teを記録する。

【0227】

ボタン判定部337は、ボタン334の操作の有無を判定する判定部であり、例えば、時刻記録部336に時刻Ts又は時刻Teを記録させる操作と、時刻記録部336に記録されたデータを処理装置320に送信する操作等の操作内容を判定する。ボタン判定部337は、操作内容を表す信号を通信部136に出力する。

20

【0228】

信号生成部138は、通信部136が受信する駆動信号を増幅して振動素子133R又は133Lを駆動する。なお、信号生成部138を駆動制御部として捉えてもよい。

【0229】

図22は、線データによって表される線を示す図である。ここでは、スクリーン110Aに投影される画像によって表示される仮想空間に存在する線L31及びポインタ130Aと、現実空間に存在する操作端末機330との両方を示す。

【0230】

仮想空間に存在する線L31は、点C31と点C32との間を結ぶ曲線である。点C31は、実施の形態1と同様の点C1（オフセット前の座標の位置）をオフセットした座標（オフセット座標）が表す位置であり、利用者にとって操作端末機330の陰にならないようにオフセットされている。

30

【0231】

また、点C32は、図22の右側に示す操作端末機330の点C1をオフセットした位置であるとともに、点C31をさらにオフセットした位置として捉えることができる。

【0232】

図22では、ポインタ330Aは、点C32に表示されている。

【0233】

また、線L31は、点C31から点C32までの軌跡を表している。点C31から点C32までの軌跡（線L31）は、利用者が図22に示す操作端末機330を自己の手前に逆S字を描くように移動させることによって取得することができる。

40

【0234】

線L31が表す軌跡は、操作端末機330を操作し、所定時間が経過する度に、現実空間におけるマーカ132の位置に対応する仮想空間での座標を記録することによって求められる。

【0235】

実施の形態1のシミュレーションシステム100では、ポインタ130Aに加えて、点C1をオフセットした2つの点C31と点C32とを結ぶ線L31をスクリーン110Aに表示し、線L31が物品と接触したかどうかを判定する。そして、接触した場合には、

50

操作端末機 330 の振動素子 133R 又は 133L を振動させる。

【0236】

ここで、点 C31 の座標を (X31, Y31, Z31)、点 C32 の座標を (X32, Y32, Z32) とする。

【0237】

軌跡の求め方については後述する。

【0238】

図 23 は、図 22 の変形例を示す図である。

【0239】

図 23 に示すように、線 L31 を中心軸とする円筒型の領域 E31 を設定し、円筒領域 E31 と物品とが接触したかどうかを判定するようにしてもよい。円筒領域 E31 の半径は、用途に応じて適宜設定すればよい。例えば、線 L31 が 30cm の場合には、半径を 1.5cm に設定すればよい。

10

【0240】

図 24 は、線 L31 を示す図である。図 25 は、線 L31 のデータを示す図である。

【0241】

図 24 に示すように、操作端末機 330 を点 C31 から点 C32 まで曲線的に移動させる際に、(1)～(8) で示す点において時刻を時刻記録部 336 に記録する。なお、点 (1) は点 C31 と等しく、点 (8) は点 C32 と等しい。

【0242】

20

そして、時刻記録部 336 に記録された時刻を表す時刻データを処理装置 320 に送信する。また、処理装置 320 は、現実空間におけるマーカ 132 の位置に対応する仮想空間での座標データを取得時刻と関連付けてデータ保持部 124 に格納しておく。そして、データ保持部 124 に格納した座標データから、時刻データに含まれる時刻に対応する座標データを抽出すれば、図 25 のデータを得る。

【0243】

図 25 に示すように、点 (1)～点 (8) における時刻と、点 (1)～点 (8) の座標を関連付けたデータを取得することができる。図 25 には、一例として、1秒ごとに取得した座標を示す。

【0244】

30

図 25 に示すデータは、図 24 に示す点 (1)～点 (8) を含む軌跡を表す。

【0245】

図 26 は、円筒領域 E31 のデータを示す図である。

【0246】

円筒領域 E31 の場合は、太さを表す範囲が X、Y、Z 座標値に含まれる。

【0247】

図 24 に示す線 L31 と、図 26 に示す円筒領域 E31 とは、例えば、S 字型の工具の領域として用いることができる。例えば、線 L31 は、図 22 に示すように、点 C32 の位置に表示されるポインタ 130A から S 字状に点 C31 まで延びる仮想的な工具であり、操作端末機 330 を移動に合わせて、スクリーン 110A の表示の中で移動する。これは、円筒領域 E31 による工具でも同様である。

40

【0248】

このような線 L31 又は円筒領域 E31 を操作端末機 330 で移動させれば、利用者は、仮想空間において、物品 111 又は 112 に S 字型の工具が接触するかどうかを模擬的に把握することができる。

【0249】

図 27 は、線 L32 を示す図である。図 28 は、線 L32 のデータを示す図である。

【0250】

図 27 に示すように、操作端末機 330 を点 C33 を点 C34 まで折れ線的に移動させる際に、(1)～(8) で示す点において時刻を時刻記録部 336 に記録する。なお、点

50

(1) は点 C 3 3 と等しく、点 (8) は点 C 3 4 と等しい。

【0251】

そして、時刻記録部 3 3 6 に記録された時刻を表す時刻データを処理装置 3 2 0 に送信する。また、処理装置 3 2 0 は、現実空間におけるマーカ 1 3 2 の位置に対応する仮想空間での座標データを取得時刻と関連付けてデータ保持部 1 2 4 に格納しておく。そして、データ保持部 1 2 4 に格納した座標データから、時刻データに含まれる時刻に対応する座標データを抽出すれば、図 2 8 のデータを得る。

【0252】

図 2 8 に示すように、点 (1) ～点 (8) における時刻と、点 (1) ～点 (8) の座標を関連付けたデータを取得することができる。図 2 8 には、一例として、1 秒ごとに取得した座標を示す。

10

【0253】

図 2 8 に示すデータは、図 2 7 に示す点 (1) ～点 (8) を含む折れ線型の軌跡を表す。

【0254】

図 2 7 に示す線 L 3 2 は、例えば、L 字型の工具の領域として用いることができる。このような線 L 3 2 を操作端末機 3 3 0 で移動させれば、利用者は、仮想空間において、物品 1 1 1 又は 1 1 2 に L 字型の工具が接触するかどうかを模擬的に把握することができる。

【0255】

20

図 2 9 は、実施の形態 3 の処理装置 3 2 0 が実行する処理を示すフローチャートである。ここでは、一例として、図 1 9 に示すように、スクリーン 1 1 0 A に物品 1 1 1 及び 1 1 2 の画像を表示させる場合について説明する。

【0256】

処理装置 3 2 0 は、電源が投入されると、処理をスタートする前に、データ保持部 1 2 4 から物品データと振動データを取得する。処理装置 3 2 0 は、物品データを用いて映像信号を生成し、投影装置 1 1 0 B に画像を投影させる。これにより、スクリーン 1 1 0 A に物品 1 1 1 及び 1 1 2 の立体視のモデルの画像が表示される。スクリーン 1 1 0 A に表示される物品 1 1 1 及び 1 1 2 の画像は、仮想空間に存在する仮想物体を表す。これらの処理は、映像出力部 1 2 3 によって行われる。

30

【0257】

処理装置 3 2 0 は、操作端末機 3 3 0 の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップ S 3 1）。ステップ S 3 1 の処理は、位置検出部 1 2 1 によって行われる。

【0258】

処理装置 3 2 0 は、仮想空間における点 C 1 の座標を検出する（ステップ S 3 2）。点 C 1 の座標は、ポインタ導出部 1 2 7 によって検出される。

【0259】

処理装置 3 2 0 は、データ保持部 1 2 4 からオフセット量を読み出す（ステップ S 3 3）。オフセット量を表すデータは、予めデータ保持部 1 2 4 に格納されている。

【0260】

40

処理装置 3 2 0 は、点 C 1 の座標にオフセット量を加算することにより、仮想空間における点 C 3 1 の座標を検出する（ステップ S 3 4）。点 C 1 と点 C 3 1 との位置関係は、図 2 2 に示す通りである。点 C 3 1 の座標は、オフセット座標であり、ポインタ導出部 1 2 7 によって検出される。

【0261】

点 C 3 1 の座標を表すデータは、接触判定部 1 2 2 及び映像出力部 1 2 3 に入力される。

【0262】

処理装置 3 2 0 は、ステップ S 3 4 で得られたポインタ 1 3 0 A の座標に基づき、投影装置 1 1 0 B にポインタ 1 3 0 A をスクリーン 1 1 0 A に表示させる（ステップ S 3 5）

50

。ポインタ130Aは、例えば、点C31の座標で表される位置に表示される。

【0263】

これにより、物品111及び112の立体視の画像が表示されているスクリーン110Aにポインタ130Aがオフセットされて表示される。

【0264】

また、ステップS35では、ポインタ130Aを表す画像データを用いてポインタ130Aを表示すればよい。ポインタ130Aについても、物品111及び112の物品データに相当するデータを用意しておき、ポインタ130Aの立体視のモデルの画像を表示すればよい。なお、ステップS35の処理は、映像出力部123によって行われる。

【0265】

処理装置320は、ボタン324が押されたかどうかを判定する（ステップS36）。処理装置320と操作端末機330は無線通信を行っているので、処理装置320は、ボタン判定部337の判定結果に基づいて、ステップS36の判定を行う。

【0266】

処理装置320は、ボタン324が押された（S36：YES）と判定すると、操作端末機330に時刻Tsを取得させる（ステップS37）。時刻Tsは、軌跡のデータを作成し始める開始時刻である。ここでは、ポインタ130Aが点C31にあるときにボタン324が押されたこととする。点C31は、図24では点（1）に相当する。

【0267】

処理装置320は、操作端末機330の時刻記録部336に時刻Tsを記録させる（ステップS38）。 20

【0268】

処理装置320は、ボタン324が押されたかどうかを判定する（ステップS39）。軌跡のデータ作成を終了するためにボタン324が押されたかどうかを判定する。

【0269】

処理装置320は、ボタン324が押されていない（S39：NO）と判定すると、フローをステップS40に進行させる。

【0270】

処理装置320は、操作端末機330の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップS40）。ステップS40の処理は、位置検出部121によって行われる。 30

【0271】

処理装置320は、ステップS40で検出された点の仮想空間における座標を検出する（ステップS41）。座標は、ポインタ導出部127によって検出される。

【0272】

処理装置320は、ステップS41で検出された座標を座標記録部328に保存する（ステップS42）。ステップS41で検出された座標は、位置検出部121によって検出された時刻を表すデータとともに保存される。

【0273】

処理装置320は、ステップS42で得られた座標にポインタ130Aをスクリーン110Aに表示させる（ステップS43）。例えば、図24に示す点（1）から点（2）に移った場合には、点（2）にポインタ130Aを表示する。なお、ステップS43の処理は、映像出力部123によって行われる。 40

【0274】

処理装置320は、ステップS43の処理が終了すると、フローをステップS39にリターンする。

【0275】

そして、処理装置320は、ボタン324が押された（S39：YES）と判定するまで、ステップS40～S43の処理を繰り返し実行する。これにより、例えば、図24に示す点（1）～点（7）までの座標を含むデータが座標記録部328に保存される。

【0276】

10

20

30

40

50

処理装置 320 は、ステップ S39 でボタン 324 が押された (S39: YES) と判定すると、操作端末機 330 に時刻 T_e を取得させる (ステップ S44)。時刻 T_e は、軌跡のデータ作成を終了する時刻である。ここでは、ポインタ 130A が点 C32 にあるときにボタン 324 が押されたこととする。点 C32 は、図 24 では点 (8) に相当する。

【0277】

処理装置 320 は、操作端末機 330 の時刻記録部 336 に時刻 T_e を記録させる (ステップ S45)。

【0278】

処理装置 320 は、時刻 T_s、T_e を操作端末機 330 に送信させる (ステップ S46)。

10

【0279】

処理装置 320 は、操作端末機 330 から受信した時刻 T_s、T_e に対応する座標をデータが座標記録部 328 から抽出する (ステップ S47)。これにより、図 25 に示すようなデータが得られる。

【0280】

処理装置 320 は、ステップ S47 で取得した座標を表すデータを用いて、スクリーン 110A に軌跡を表示する。ここでは、図 22 及び図 24 に示す線 L31 によって表される軌跡がスクリーン 110A に表示される。

【0281】

20

このため、利用者は、線 L31 と物品 111 及び 112 が接触するかどうかを操作端末機 330 を移動させながら仮想空間で試することができる。

【0282】

以上のように、実施の形態 3 のシミュレーションシステム 300 によれば、利用者は、位置がオフセットされたポインタ 130A を操作端末機 330 で操作することができる。このため、ポインタ 130A が操作端末機 330 の陰になって見えなくなるようなことが抑制され、ポインタ 130A の視認性が良好である。

【0283】

従って、操作性が良好なシミュレーションシステム 300 を提供することができる。

【0284】

30

また、操作端末機 330 を移動させることにより、利用者の好みの形状の軌跡を表すデータを作成することができる。軌跡の両端は、ともにオフセット座標に位置するため、操作端末機 330 の陰になって見えなくなるようなことが抑制され、ポインタ 130A の視認性が良好である。

【0285】

このため、利用者の好みの形状の軌跡を操作端末機 330 で移動させながら仮想空間で試することができる。

【0286】

なお、オフセット量をゼロに設定することも可能である。操作端末機 330 の陰にならない場合には、オフセット量はゼロで構わないからである。この場合は、図 22 に示す点 C1 と点 C31 が一致する。

40

【0287】

<実施の形態 4>

図 30 は、実施の形態 4 のシミュレーションシステム 400 を示す図である。

【0288】

シミュレーションシステム 400 は、スクリーン 110A、投影装置 110B、3D 眼鏡 440C、処理装置 420、操作端末機 130、及び位置計測装置 140 を含む。3D 眼鏡 440C は、実施の形態 1 の 3D 眼鏡 110C に、マーカ 441 を取り付けたものである。

【0289】

50

処理装置４２０は、位置検出部４２１、接触判定部１２２、映像出力部１２３、データ保持部１２４、駆動制御部１２５、通信部１２６、及びポインタ導出部１２７を有する。処理装置４２０は、例えば、メモリを有するコンピュータによって実現される。

【０２９０】

位置検出部４２１は、位置計測装置１４０から入力される画像データに対してパターンマッチング等の画像処理を行い、操作端末機１３０の位置と姿勢を検出する。操作端末機１３０の位置は、３次元座標における座標値で表され、姿勢は、３次元座標の３軸方向に対する角度で表される。

【０２９１】

また、位置検出部４２１は、操作端末機１３０のマーカ１３２の位置と姿勢を検出する手法と同様の手法により、３Ｄ眼鏡４４０Ｃのマーカ４４１の位置と姿勢を検出する。

10

【０２９２】

図３１は、３Ｄ眼鏡４４０Ｃのマーカ４４１と点Ｃ２との位置関係を示す図である。

【０２９３】

点Ｃ２は、実施の形態１の点Ｃ２と同様であり、操作端末機１３０のマーカ１３２の位置に対応する点Ｃ１をオフセットした座標である。

【０２９４】

処理装置４２０は、３Ｄ眼鏡４４０Ｃのマーカ４４１の仮想空間における位置を表す点Ｃ３と、点Ｃ２とを結ぶ線Ｌ４１を導出する。

【０２９５】

20

ここで、点Ｃ３の座標を（Ｘ４１，Ｙ４１，Ｚ４１）、点Ｃ２の座標を（Ｘ４２，Ｙ４２，Ｚ４２）とすると、線Ｌ４１は、次式（２）によって表される。

【０２９６】

【数２】

$$\frac{(X-X41)}{(X42-X41)} = \frac{(Y-Y41)}{(Y42-Y41)} = \frac{(Z-Z41)}{(Z42-Z41)}$$

30

そして、線Ｌ４１上に点Ｃ１が存在するかどうかを判定し、線Ｌ４１上に点Ｃ１が存在する場合には、線Ｌ４１上に点Ｃ１が存在しなくなるように、点Ｃ２をさらにオフセットする。

【０２９７】

すなわち、利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ１３０Ａとの間に、操作端末機１３０が位置している場合には、ポインタ１３０Ａが操作端末機１３０の陰になるため、点Ｃ２にあるポインタ１３０Ａをさらにオフセットする。

40

【０２９８】

図３２は、実施の形態４の処理を示すフローチャートである。

【０２９９】

処理装置４２０は、処理を開始する（スタート）。

【０３００】

処理装置４２０は、操作端末機１３０の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップＳ５１）。ステップＳ５１の処理は、位置検出部１２１によって行われる。

【０３０１】

処理装置４２０は、仮想空間における点Ｃ１の座標を検出する（ステップＳ５２）。点Ｃ１の座標は、オフセット前の座標であり、ポインタ導出部１２７によって検出される。

50

【0302】

処理装置420は、データ保持部124からオフセット量を読み出す（ステップS53）。オフセット量を表すデータは、予めデータ保持部124に格納されている。

【0303】

処理装置420は、点C1の座標にオフセット量を加算することにより、仮想空間における点C2の座標を検出する（ステップS54）。点C2の座標は、オフセット座標であり、ポインタ導出部127によって検出される。

【0304】

処理装置420は、3D眼鏡440Cのマーカ441の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップS55）。ステップS55の処理は、位置検出部121によって行われる。

10

【0305】

処理装置420は、仮想空間における点C3の座標を検出する（ステップS56）。点C3の座標は、マーカ441の現実空間における位置に対応する仮想空間の位置であり、ポインタ導出部127によって検出される。

【0306】

処理装置420は、線L41を計算する（ステップS57）。線L41は、点C2とC3を両端とする直線である。

【0307】

処理装置420は、操作端末機130の現実空間における位置と姿勢を検出する（ステップS58）。ステップS58の処理は、位置検出部121によって行われる。

20

【0308】

処理装置420は、仮想空間における点C1の座標を検出する（ステップS59）。点C1の座標は、オフセット前の座標であり、ポインタ導出部127によって検出される。

【0309】

ここでステップS51及びS52と同様のステップS58及びS59を実行するのは、ステップS53～S57を実行している間に操作端末機130が移動している可能性があるため、最新の操作端末機130の位置を取得するためである。

【0310】

処理装置420は、線L41上に点C1があるかどうかを判定する（ステップS60）。利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ130A（点C2）との間に、操作端末機130が位置しているかどうかを判定するためである。

30

【0311】

処理装置420は、線L41上に点C1があると判定すると（S60：YES）、振動データから振動強度と振動時間を読み出し、操作端末機130の振動素子133R及び133Lを駆動する駆動信号を生成し、通信部126を介して、操作端末機130に送信する（ステップS61）。この結果、操作端末機130の振動素子133R及び133Lが駆動される。

【0312】

処理装置420は、データ保持部124からオフセット量を読み出す（ステップS62）。オフセット量を表すデータは、予めデータ保持部124に格納されている。

40

【0313】

処理装置420は、点C2の座標にオフセット量を加算することにより、オフセットした点C2の座標を検出する（ステップS63）。

【0314】

処理装置420は、ステップS63で得られたポインタ130Aの座標に基づき、投影装置110Bにポインタ130Aをスクリーン110Aに表示させる（ステップS64）。

【0315】

処理装置420は、ステップS64の処理が終了すると、フローをステップS51にリ

50

ターンする（リピート）。

【0316】

このような処理を繰り返すことにより、線L41上に点C1が存在しない（S60：NO）と判定されると、利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ130A（点C2）との間に、操作端末機130が位置しなくなる。

【0317】

処理装置420は、線L41上に点C1が存在しない（S60：NO）と判定した場合も、操作端末機130の移動に備えて、フローをステップS51にリターンする（リピート）。

【0318】

以上により、利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ130A（点C2）との間に、操作端末機130が位置しなくなる。

【0319】

以上のように、実施の形態4のシミュレーションシステム400によれば、利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ130A（点C2）との間に、操作端末機130が位置しなくなるようにポインタ130Aが移動される。

【0320】

このため、ポインタ130Aが操作端末機130の陰になって見えなくなるようなことが抑制され、ポインタ130Aの視認性が良好である。

【0321】

従って、操作性が良好なシミュレーションシステム400を提供することができる。

【0322】

なお、利用者の頭部とオフセット座標に表示されるポインタ130A（点C2）との間に、物品111が存在する場合には、物品111の表示を薄くしてもよい。

【0323】

図33は、実施の形態4の変形例を示す図である。

【0324】

例えば、図33の左側に示すように、点C2と点C3を結ぶ線L41上に物品111が存在しない場合は、物品111が利用者によく見えるように、通常の濃度で表示する。

【0325】

一方、図33の右側に示すように、点C2と点C3を結ぶ線L41上に物品111が存在する場合は、物品111の陰にある点C2及び／又は線L41が利用者によく見えるように、通常の濃度よりも薄い濃度で物品111を表示する。

【0326】

このようにすれば、点C2及び／又は線L41が物品111の陰にあるような場合でも、利用者が点C2及び／又は線L41を見ることができる。

【0327】

以上、本発明の例示的な実施の形態のシミュレーションシステムについて説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

【符号の説明】

【0328】

- 100、300、400 シミュレーションシステム
- 110A スクリーン
- 110B 投影装置
- 110C 3D眼鏡
- 111、112 物品
- 120 処理装置
- 121 位置検出部
- 122 接触判定部

10

20

30

40

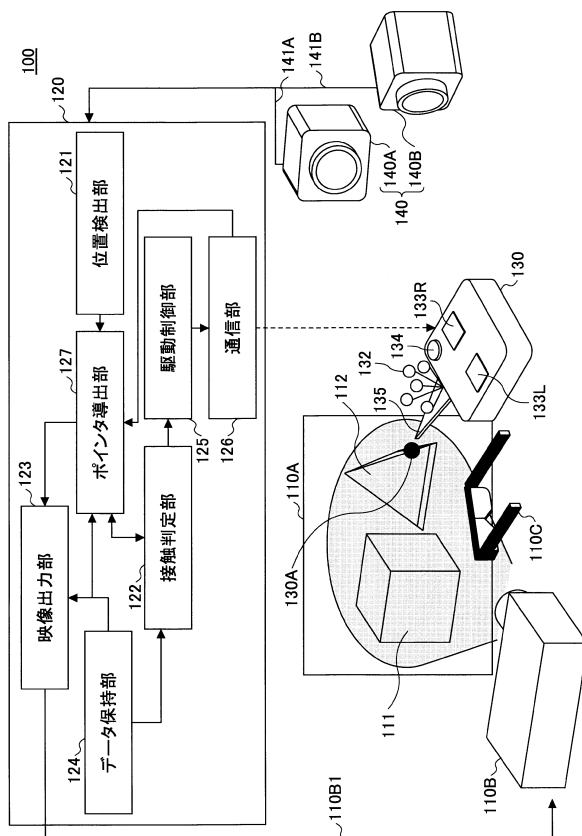
50

- 1 2 3 映像出力部
- 1 2 4 データ保持部
- 1 2 5 駆動制御部
- 1 2 6 通信部
- 1 3 0 操作端末機
- 1 3 0 A ポインタ
- 1 3 1 筐体
- 1 3 2 マーカ
- 1 3 3 R、1 3 3 L 振動素子
- 1 3 4、1 3 4 A、1 3 4 B ボタン
- 1 3 5 ガイドバー
- 1 4 0 位置計測装置
- 1 4 0 A、1 4 0 B 赤外線カメラ
- 2 3 0 操作端末機
- 2 3 1 筐体
- 2 3 3 R、2 3 3 L、2 3 3 F、2 3 3 B 振動素子
- 2 3 4 R、2 3 4 L、2 3 4 F、2 3 4 B ボタン
- 3 2 0 処理装置
- 3 2 8 座標記録部
- 3 3 0 操作端末機
- 4 0 0 シミュレーションシステム
- 4 2 0 処理装置
- 4 4 0 C 3 D眼鏡
- 4 4 1 マーカ

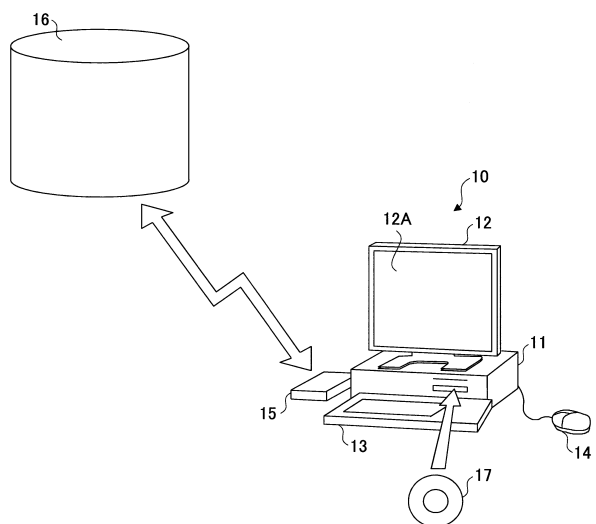
10

20

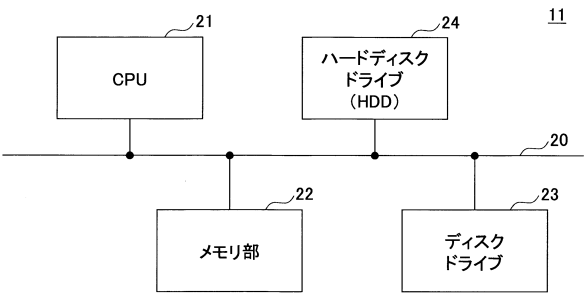
【図 1】



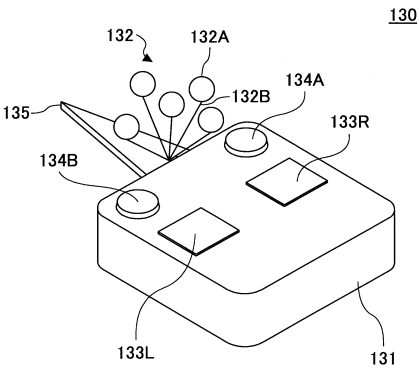
【図 2】



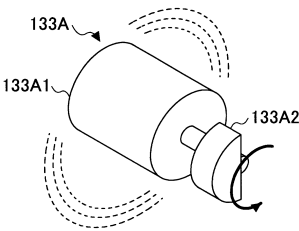
【図 3】



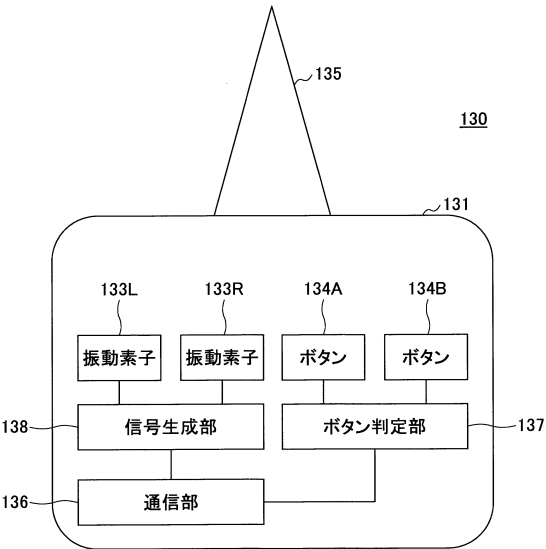
【図 4】



【図 5】



【図 6】



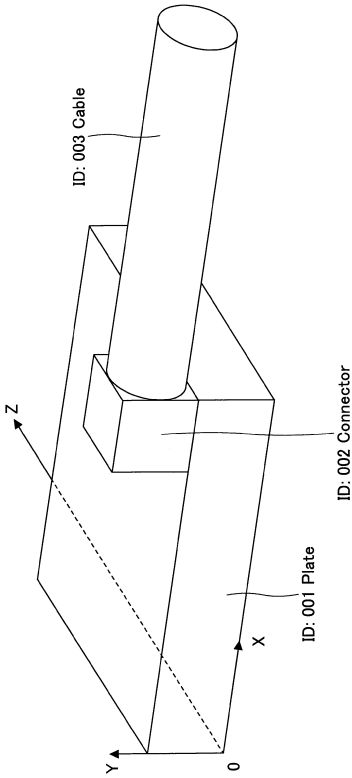
【図 7】

物品ID	物品名称	振動強度 [Vpp]	振動時間 [ms]
001	Plate	10	100
		10	100
		10	100
002	Connector	10	20
		10	20
		10	500
003	Cable	10	500
		10	500
...	...	...	...

【図 8】

物品ID	形状タイプ	基準座標 [m]	サイズ [m]	回転角度 [deg.] ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$)
001	Cube	(0.0, 0.0, 0.0)	(0.8, 0.2, 0.4)	(0.0, 0.0, 0.0)
002	Cube	(0.6, 0.2, 0.0)	(0.2, 0.2, 0.2)	(0.0, 0.0, 0.0)
003	Cylinder	(0.8, 0.3, 0.1)	(0.2, 1.0, 0.2)	(0.0, 0.0, 90.0)
...	...	...	...	...

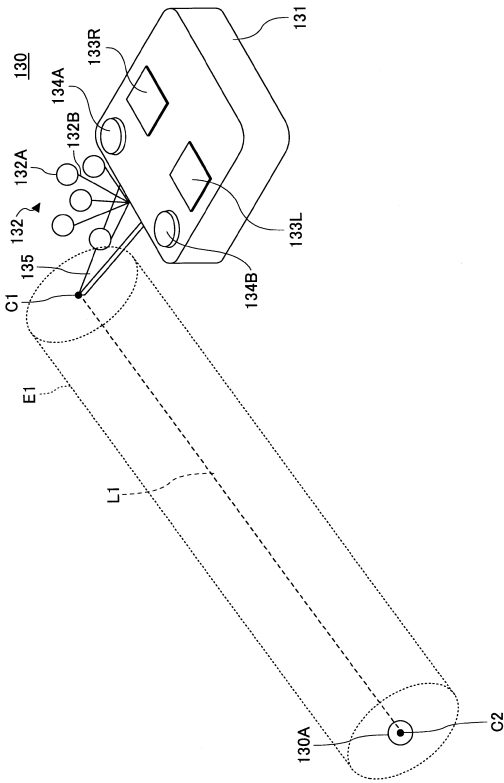
【図 9】



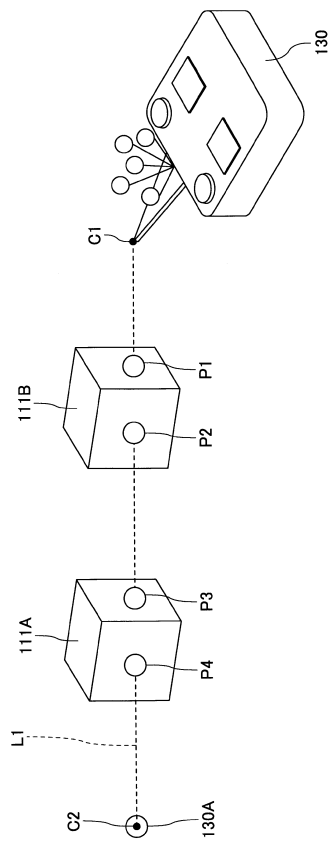
【図 10】

ポイントID	オフセット量 [mm]
001	(300, 0, 0)
...	...

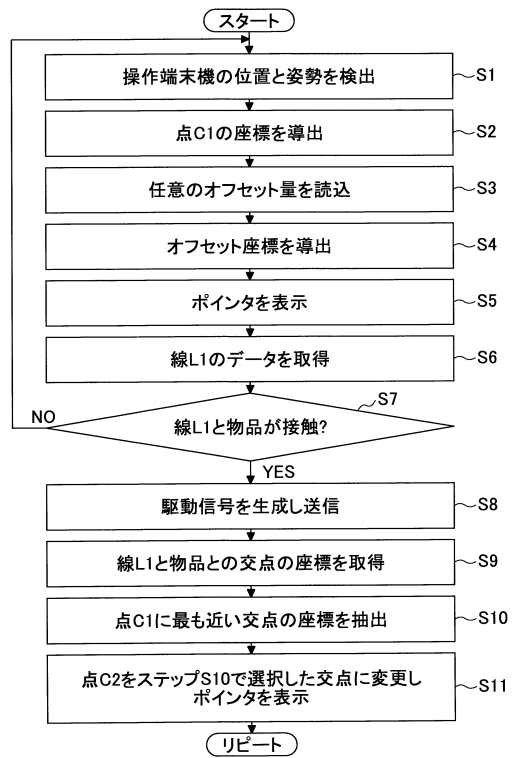
【図 11】



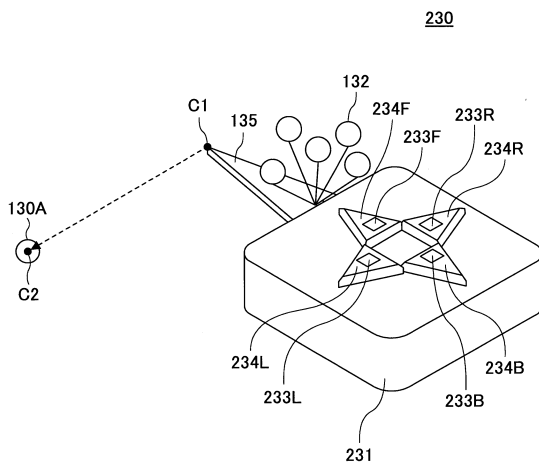
【図 1 2】



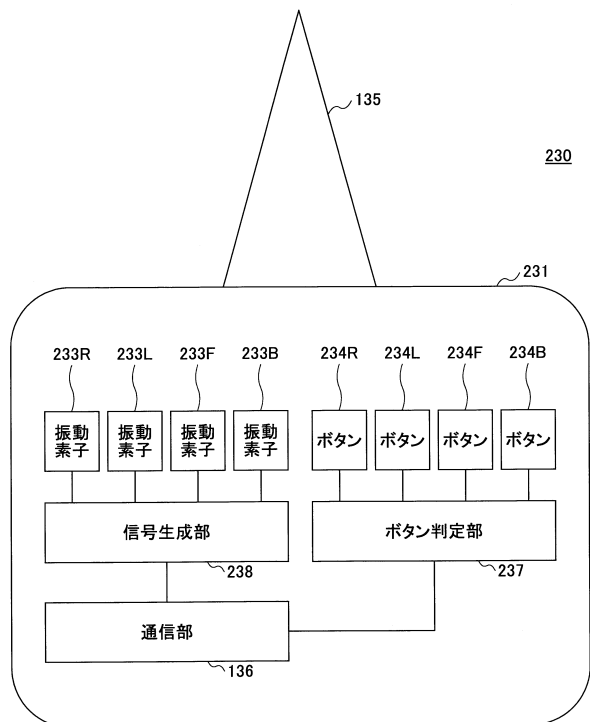
【図 1 3】



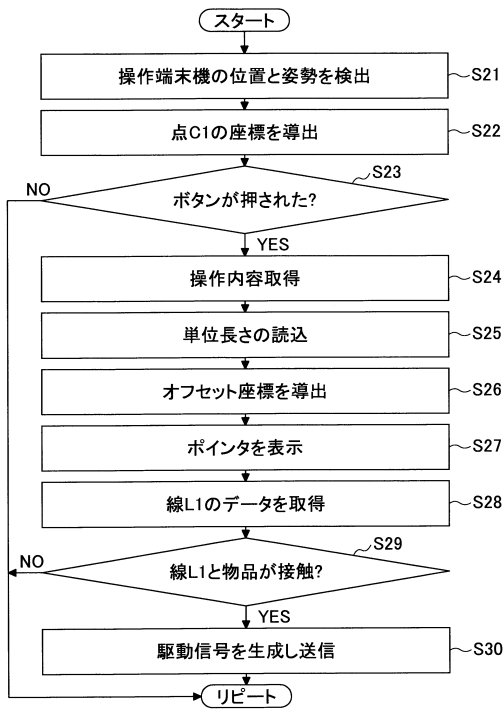
【図 1 4】



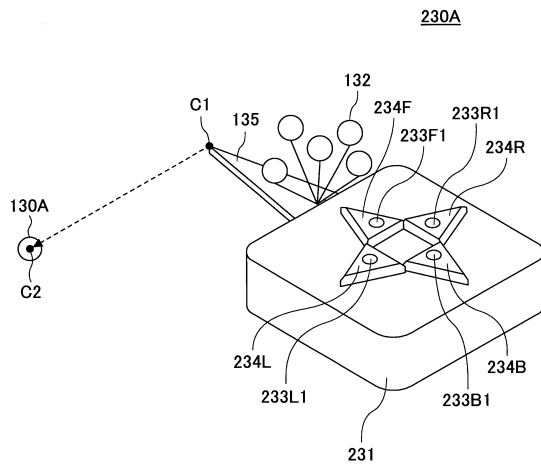
【図 1 5】



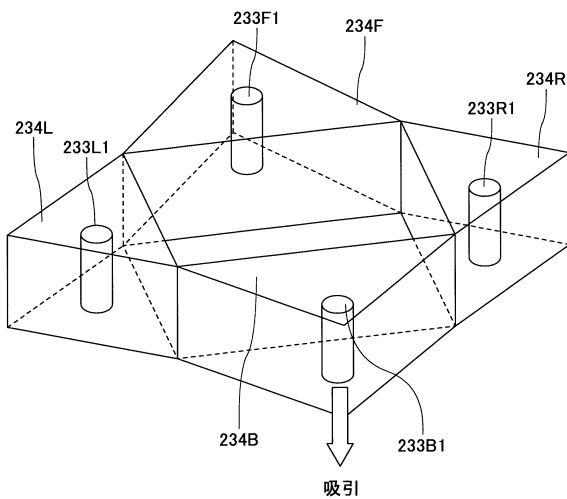
【図 16】



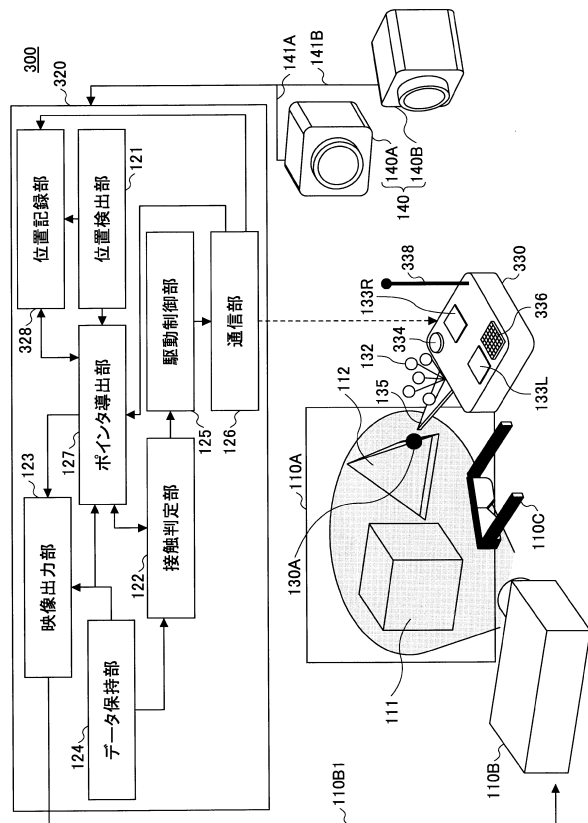
【図 17】



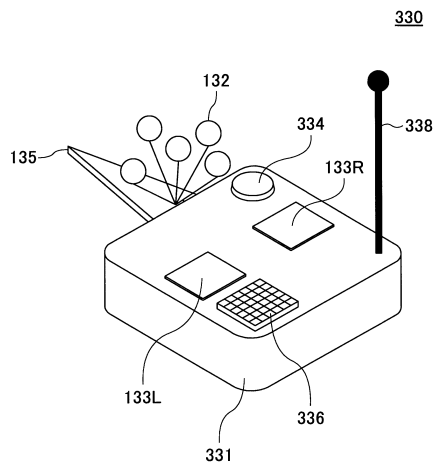
【図 18】



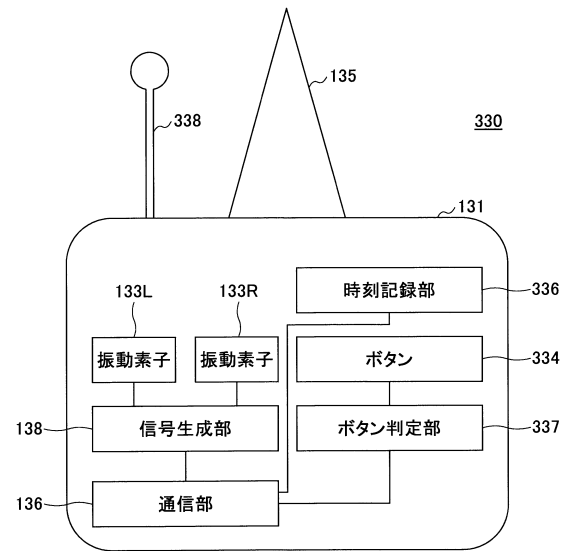
【図 19】



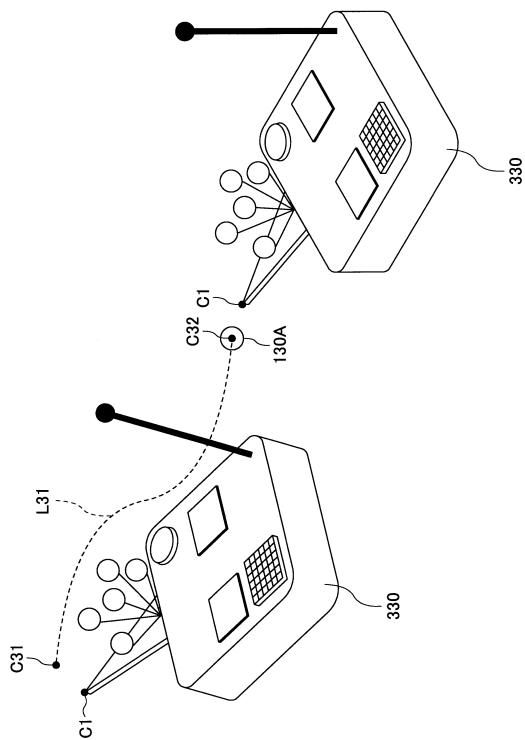
【図 20】



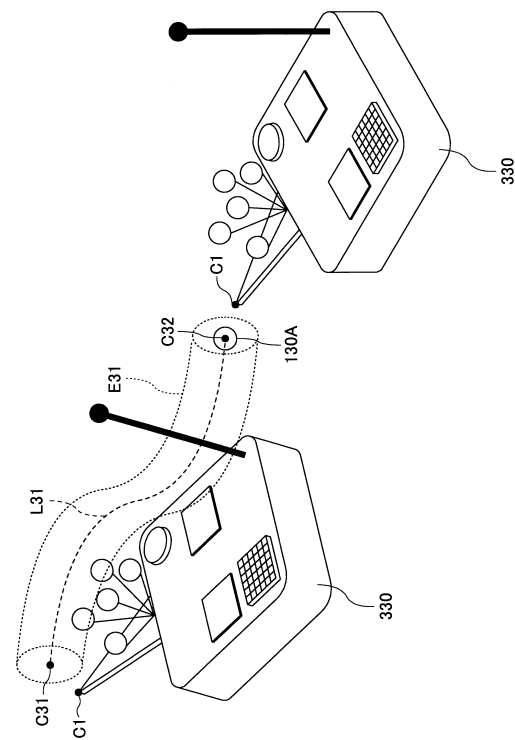
【図 21】



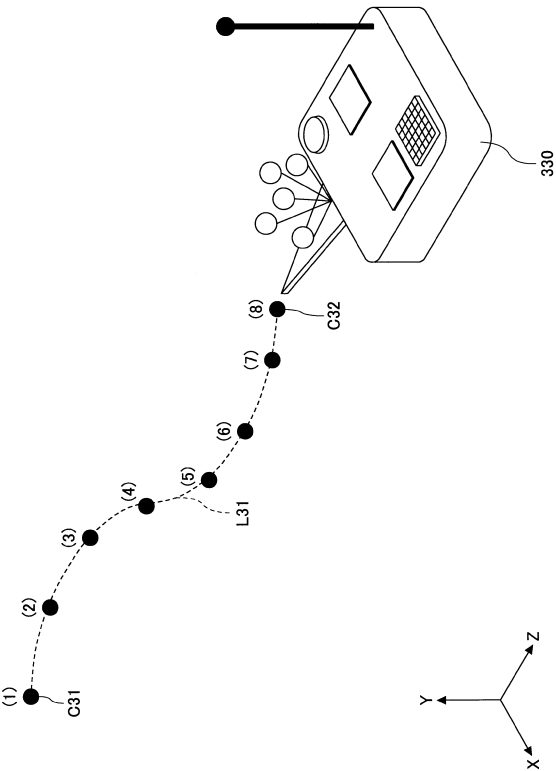
【図 22】



【図 23】



【図 2 4】



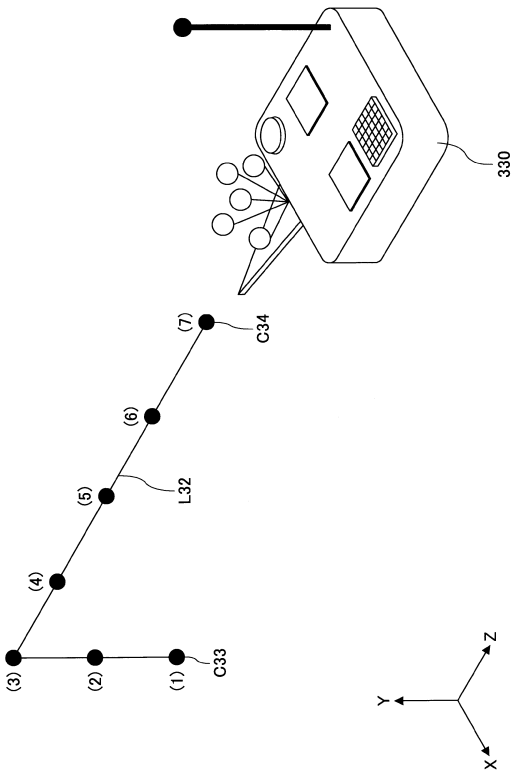
【図 2 5】

番号	時刻(hh:mm:ss)	座標(X, Y, Z)単位:mm
(1)	13:00:00	(100, 100, 100)
(2)	13:00:01	(80, 100, 125)
(3)	13:00:02	(80, 100, 150)
(4)	13:00:03	(100, 100, 175)
(5)	13:00:04	(120, 100, 200)
(6)	13:00:05	(130, 100, 225)
(7)	13:00:06	(120, 100, 250)
(8)	13:00:07	(100, 100, 275)

【図 2 6】

番号	時刻(hh:mm:ss)	座標(X, Y, Z)単位:mm
(1)	13:00:00	(100±10, 100±10, 100)
(2)	13:00:01	(80±10, 100±10, 125)
(3)	13:00:02	(80±10, 100±10, 150)
(4)	13:00:03	(100±10, 100±10, 175)
(5)	13:00:04	(120±10, 100±10, 200)
(6)	13:00:05	(130±10, 100±10, 225)
(7)	13:00:06	(120±10, 100±10, 250)
(8)	13:00:07	(100±10, 100±10, 275)

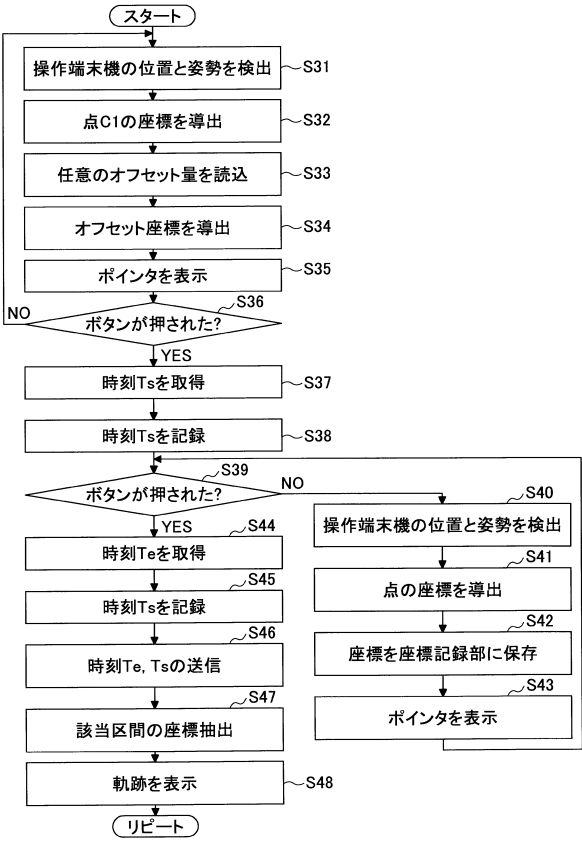
【図 2 7】



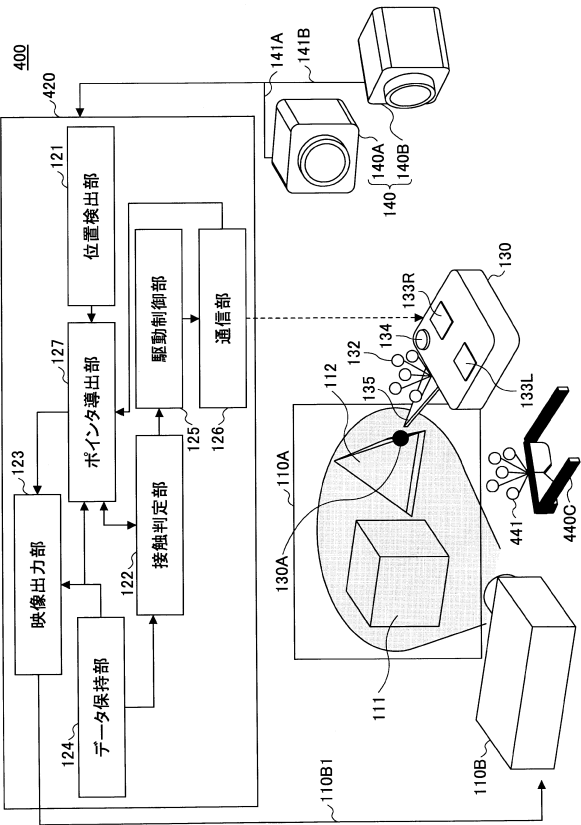
【図 28】

番号	時刻(hh:mm:ss)	座標(X, Y, Z)単位:mm
(1)	13:00:00	(100, 100, 100)
(2)	13:00:01	(100, 125, 100)
(3)	13:00:02	(100, 150, 100)
(4)	13:00:03	(100, 150, 125)
(5)	13:00:04	(100, 150, 150)
(6)	13:00:05	(100, 150, 175)
(7)	13:00:06	(100, 150, 200)

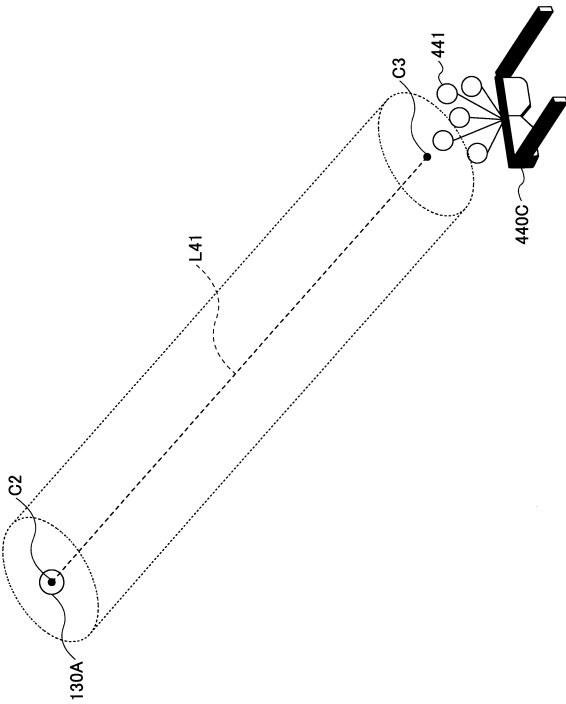
【図 29】



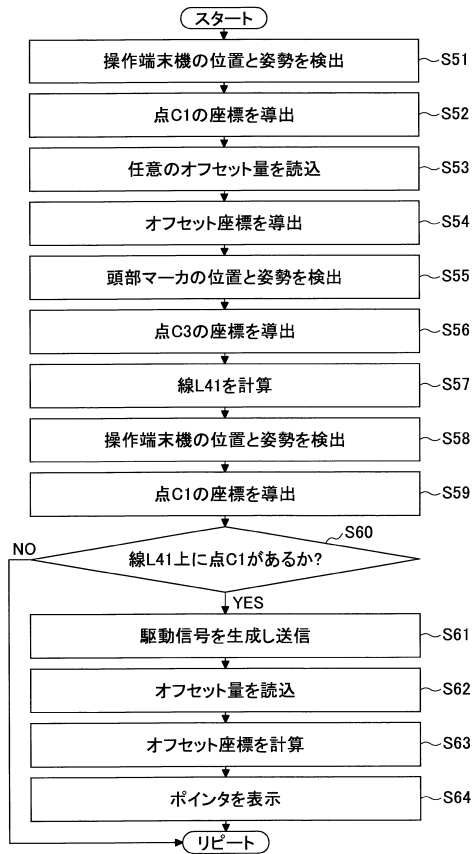
【図 30】



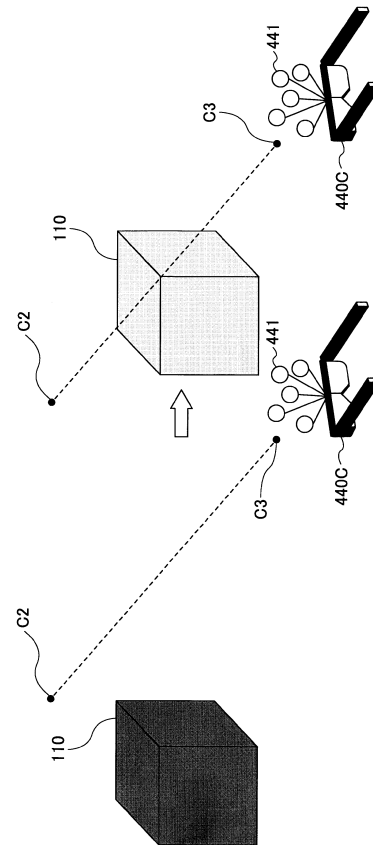
【図 31】



【図 3 2】



【図 3 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 達也
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 遠藤 康浩
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 原 秀人

- (56)参考文献 特開2005-050120 (JP, A)
特開2002-108562 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0347329 (US, A1)

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