

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3651204号  
(P3651204)

(45) 発行日 平成17年5月25日(2005.5.25)

(24) 登録日 平成17年3月4日(2005.3.4)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H04N 13/04

F I  
H04N 13/04

請求項の数 12 (全 47 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-253903 (22) 出願日 平成9年9月18日(1997.9.18) (65) 公開番号 特開平10-333094 (43) 公開日 平成10年12月18日(1998.12.18) 審査請求日 平成13年10月31日(2001.10.31) (31) 優先権主張番号 特願平8-338745 (32) 優先日 平成8年12月18日(1996.12.18) (33) 優先権主張国 日本国(JP) (31) 優先権主張番号 特願平9-83962 (32) 優先日 平成9年4月2日(1997.4.2) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳 (74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳 (74) 代理人 100085279 弁理士 西元 勝一 (74) 代理人 100099025 弁理士 福田 浩志 (72) 発明者 星野 俊仁 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) 【発明の名称】 立体画像表示装置、立体画像表示方法及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を表示するための表示領域を有する表示手段と、  
前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、  
前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力するための視点位置入力手段と、  
前記表示手段の表示領域上の位置を入力するために、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準光軸を形成する光照射部とを備え、前記表示領域上に表示された基準図形について入力された自己の位置及び前記基準光軸に基づいて表示領域上の位置を入力する表示位置入力手段と、

前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、  
を備えた立体画像表示装置。

【請求項2】

画像を表示するための表示領域を有しかつ光の一部を反射する反射部材を含んで形成さ

れた表示手段と、

前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、

前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力するために、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球が前記表示手段上に写し出された該表示手段上の位置の入力、及びオペレータの頭部位置を検知する検知部を備えて検出された頭部位置に基づいて視点位置を入力する視点位置入力手段と、

前記表示手段の表示領域上の位置を入力するための表示位置入力手段と、

前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、

を備えた立体画像表示装置。

#### 【請求項 3】

画像を表示するための表示領域を有する表示手段と、

前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、

前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力するために、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準視軸を形成する照準部とを備え、入力された自己の位置及び前記基準視軸に基づいて視点位置を入力する視点位置入力手段と、

前記表示手段の表示領域上の位置を入力するための表示位置入力手段と、

前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、

を備えた立体画像表示装置。

#### 【請求項 4】

前記視点位置入力手段は、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の回転を検出する検出部を備え、検出された眼球の回転に基づいて前記入力された視点位置から変化した視点位置を入力することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の立体画像表示装置。

#### 【請求項 5】

前記視点位置入力手段は、前記表示手段上の注視位置から眼球の回転を検出する検出手段を備え、検出された眼球の回転に基づいて視点位置を入力することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の立体画像表示装置。

#### 【請求項 6】

前記表示位置入力手段は、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準光軸を形成する光照射部とを備え、前記表示領域上に表示された基準図形について入力された自己の位置及び前記基準光軸に基づいて表示領域上の位置を入力することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の立体画像表示装置。

#### 【請求項 7】

予め測定された仮想立体空間内に表示した仮想物体の位置と、該仮想物体の知覚位置を測定した測定位置との誤差に基づいて、前記仮想立体空間内の知覚位置と、前記視点位置入力手段で入力する位置及び前記表示位置入力手段で入力する位置の少なくとも一方の位置との対応関係を予め求め、該対応関係に基づいて仮想物体を表示するための仮想立体空

10

20

30

40

50

間の座標を補正する補正手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 の何れか 1 項に記載の立体画像表示装置。

【請求項 8】

前記補正手段は、前記対応関係に基づいて仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を計算することを特徴とする請求項 7 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 9】

画像を表示するための表示手段と、

前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々自己の位置を報知する報知手段を備えると共に、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた複数の立体視眼鏡と、

前記複数の立体視眼鏡から予め定めた基準位置まで最短距離の立体視眼鏡を選択することによって知覚対象の立体視眼鏡を選択する選択手段と、

前記表示手段の位置を入力するための表示位置入力手段と、

前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、

を備えた立体画像表示装置。

【請求項 10】

画像を表示するための表示手段と、

前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々自己の位置を報知する報知手段を備えると共に、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた複数の立体視眼鏡と、

前記複数の立体視眼鏡から予め定めた基準位置に基づいて立体視眼鏡が存在することが予想される存在領域を定める領域設定手段を有し、該存在領域及び前記報知手段から報知された複数の位置に基づいて知覚対象の立体視眼鏡を選択することによって知覚対象の立

体視眼鏡を選択する選択手段と、

前記表示手段の位置を入力するための表示位置入力手段と、

前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、

を備えた立体画像表示装置。

【請求項 11】

前記基準位置は、前記複数の立体視眼鏡のうちの 1 つの立体視眼鏡の報知手段から報知された自己の位置に基づいて基準位置を定めることを特徴とする請求項 10 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 12】

前記基準位置は、予め定めた視点位置または前記複数の立体視眼鏡のうちの 1 つの立体視眼鏡の報知手段から報知された位置に基づいて定めた視点位置であることを特徴とする請求項 10 に記載の立体画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、立体画像表示装置、立体画像表示方法及び記録媒体にかかり、特に、仮想立体空間内に仮想物体を表示する立体画像表示装置、立体画像表示方法及び記録媒体に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

車両の車体の形状や部品等を設計や評価する場合、設計値による部材（設計値と同一の値である実物）を作成して評価や検討そして再設計という処理を繰り返し行っていた。ところが、部材を作成して検討や再設計を繰り返すことは、膨大な時間を必要とする。このため、実物である部材を製作することなく、評価や検討することを可能とする装置の必要性が叫ばれている。

10

## 【 0 0 0 3 】

このような装置として、設計値により形成されるべき実物に相当する仮想物体を仮想空間上に表示させる、コンピュータグラフィック（CG）の立体画像により再現して検討を行うことや再設計の情報を得ることが注目されている。すなわち、最近では、設計段階からCADを用いたコンピュータ設計が行われており、このCADデータを用いて立体画像用のデータを生成し、立体画像を表示させることが可能となってきている。一例としては、立体視眼鏡を用いて、3次元空間を生成し、その仮想空間内の仮想物体を操作することにより、CADの操作性を向上させる立体表示装置が知られている（特開平6-131442号公報参照）。

20

## 【 0 0 0 4 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、実物である部材を作成することなく評価や検討等をするためには、設計値の忠実な再現、すなわち表示が必要となる。このためには、実物と同一サイズの表示や予め定めた一定尺度による表示を行わなければならない。従来立体表示装置では、表示精度について十分な検討がなされておらず、実物と同一サイズの表示や予め定めた一定尺度による表示をすることができない。

## 【 0 0 0 5 】

また、個々のオペレータでは仮想立体空間内の仮想物体の認知（知覚情報）についてばらつきがあるが、従来立体表示装置では、この点について十分な検討がなされておらず、高精度の立体表示が不可能であった。

30

## 【 0 0 0 6 】

さらに、従来立体表示装置は、仮想空間上に実物と同様の仮想物体を表示させることができるが、その仮想物体は唯一のオペレータのみが目視可能であった。このため、立体表示された仮想物体を複数のオペレータ（観察者）が目視することが困難であった。

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事実を考慮して、仮想立体空間内に忠実に再現された仮想物体を表示することができる立体画像表示装置、立体画像表示方法及び記録媒体を得ることが目的である。

40

## 【 0 0 0 8 】

また、上記目的に加え、本発明は、仮想立体空間内に再現された仮想物体を複数のオペレータが認知することができる立体画像表示装置、立体画像表示方法及び記録媒体を得ることを目的とする。

## 【 0 0 0 9 】

## 【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するために請求項1に記載の発明の立体画像表示装置は、画像を表示するための表示領域を有する表示手段と、前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力す

50

るための視点位置入力手段と、前記表示手段の表示領域上の位置を入力するために、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準光軸を形成する光照射部とを備え、前記表示領域上に表示された基準図形について入力された自己の位置及び前記基準光軸に基づいて表示領域上の位置を入力する表示位置入力手段と、前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、を備えている。

10

【0010】

請求項2に記載の発明の立体画像表示装置は、画像を表示するための表示領域を有しかつ光の一部を反射する反射部材を含んで形成された表示手段と、前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力するために、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球が前記表示手段上に写し出された該表示手段上の位置の入力、及びオペレータの頭部位置を検知する検知部を備えて検出された頭部位置に基づいて視点位置を入力する視点位置入力手段と、前記表示手段の表示領域上の位置を入力するための表示位置入力手段と、前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、を備えている。

20

【0011】

請求項3に記載の発明の立体画像表示装置は、画像を表示するための表示領域を有する表示手段と、前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた立体視眼鏡と、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力するために、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準視軸を形成する照準部とを備え、入力された自己の位置及び前記基準視軸に基づいて視点位置を入力する視点位置入力手段と、前記表示手段の表示領域上の位置を入力するための表示位置入力手段と、前記入力された眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、を備えている。

30

40

【0012】

請求項4に記載の発明は、請求項2または3に記載の立体画像表示装置において、前記視点位置入力手段は、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の回転を検出する検出部を備え、検出された眼球の回転に基づいて前記入力された視点位置から変化した視点位置を入力することを特徴とする。

【0013】

請求項5に記載の発明は、請求項2または3に記載の立体画像表示装置において、前記視点位置入力手段は、前記表示手段上の注視位置から眼球の回転を検出する検出手段を備え

50

、検出された眼球の回転に基づいて視点位置を入力することを特徴とする。

【0014】

請求項6に記載の発明は、請求項2乃至請求項5の何れか1項に記載の立体画像表示装置において、前記表示位置入力手段は、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準光軸を形成する光照射部とを備え、前記表示領域上に表示された基準図形について入力された自己の位置及び前記基準光軸に基づいて表示領域上の位置を入力することを特徴とする。

【0015】

請求項7に記載の発明は、請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の立体画像表示装置において、予め測定された仮想立体空間内に表示した仮想物体の位置と、該仮想物体の知覚位置を測定した測定位置との誤差に基づいて、前記仮想立体空間内の知覚位置と、前記視点位置入力手段で入力する位置及び前記表示位置入力手段で入力する位置の少なくとも一方の位置との対応関係を予め求め、該対応関係に基づいて仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を補正する補正手段をさらに備えたことを特徴とする。

10

【0016】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の立体画像表示装置において、前記補正手段は、前記対応関係に基づいて仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を計算することを特徴とする。

【0020】

請求項9に記載の発明の立体画像表示装置は、画像を表示するための表示手段と、前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々自己の位置を報知する報知手段を備えると共に、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた複数の立体視眼鏡と、前記複数の立体視眼鏡から予め定めた基準位置まで最短距離の立体視眼鏡を選択することによって知覚対象の立体視眼鏡を選択する選択手段と、前記表示手段の位置を入力するための表示位置入力手段と、前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、を備えている。

20

30

請求項10に記載の発明の立体画像表示装置は、画像を表示するための表示手段と、前記表示手段から離れた位置に設けられかつ、各々自己の位置を報知する報知手段を備えると共に、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えた複数の立体視眼鏡と、前記複数の立体視眼鏡から予め定めた基準位置に基づいて立体視眼鏡が存在することが予想される存在領域を定める領域設定手段を有し、該存在領域及び前記報知手段から報知された複数の位置に基づいて知覚対象の立体視眼鏡を選択することによって知覚対象の立体視眼鏡を選択する選択手段と、前記表示手段の位置を入力するための表示位置入力手段と、前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する制御手段と、を備えている。

40

【0021】

50

請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 0 に記載の立体画像表示装置において、前記基準位置は、前記複数の立体視眼鏡のうちの 1 つの立体視眼鏡の報知手段から報知された自己の位置に基づいて基準位置を定めることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 0 に記載の立体画像表示装置において、前記基準位置は、予め定めた視点位置または前記複数の立体視眼鏡のうちの 1 つの立体視眼鏡の報知手段から報知された位置に基づいて定めた視点位置であることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本発明では、視点位置入力手段により立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置が入力される。また、表示位置入力手段により表示手段の表示領域上の位置が入力される。これによって、表示手段の表示領域上の位置と眼球の位置とが正確に対応される。制御手段は、入力された眼球の位置及び表示領域上の位置に基づいて表示手段と立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定める。これと共に、制御手段は、仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する。立体視眼鏡は、左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えており、各々について光の透過及び未透過が制御手段からの信号によって切り換えられることにより仮想立体空間内に表示された実際の物体に相当する仮想物体がオペレータにより認知される。

【 0 0 2 9 】

前記表示手段が光の一部を反射する反射部材を含んで形成されることによって、オペレータの瞳を表示手段に写し出すことができ、前記視点位置入力手段は前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球が前記表示手段上に写し出された該表示手段上の位置の入力、及びオペレータの頭部位置を検知する検知部を備えて検出された頭部位置に基づいて視点位置を入力することができる。すなわち、オペレータの瞳から表示手段に写し出された瞳までの視軸と表示手段に写し出された瞳とオペレータの瞳とを結ぶ直線とが一致し、表示手段上の位置の入力が視点位置を正確に対応することになる。

【 0 0 3 0 】

前記視点位置入力手段は、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準視軸を形成する照準部とを備え、入力された自己の位置及び前記基準視軸に基づいて視点位置を入力することによって、オペレータが目視する表示手段上の位置は正確に特定できると共に、その特定できる位置を指示した自己の位置を正確に入力することができる。

【 0 0 3 1 】

また、前記視点位置入力手段は、前記立体視眼鏡近傍に位置する眼球の回転を検出する検出部を備え、検出された眼球の回転に基づいて前記入力された視点位置から変化した視点位置を入力することによって、眼球の回転運動による視点位置の移動を検出でき、正確に視点位置を入力することができる。

【 0 0 3 2 】

また、前記視点位置入力手段は、前記表示手段上の注視位置から眼球の回転を検出する検出手段を備え、検出された眼球の回転に基づいて視点位置を入力することによって、眼球の回転運動による視点位置の移動を検出でき、正確に視点位置を入力することができる。

【 0 0 3 3 】

前記表示位置入力手段は、自己の位置を入力するための位置入力部と前記位置入力部に対して基準光軸を形成する光照射部とを備え、前記表示領域上に表示された基準図形について入力された自己の位置及び前記基準光軸に基づいて表示領域上の位置を入力することによって、表示手段上に基準光軸に沿う光で指示できると共に、その表示手段

10

20

30

40

50

上を指示した位置の延長線上の自己の位置を正確に入力することができる。

【0034】

前記仮想立体空間内の知覚位置と、前記視点位置入力手段で入力する位置及び前記表示位置入力手段で入力する位置の少なくとも一方の位置との対応関係を予め求め、該対応関係に基づいて仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を補正する補正手段をさらに備えることによって、仮想立体空間内の位置と視点位置入力手段で入力する位置との対応関係や、仮想立体空間内の位置と表示位置入力手段で入力する位置との対応関係が定まるので、仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を容易に補正することができ、高精度で仮想物体を表示することができる。

【0035】

オペレータが画像を目視するとき、常時頭部が固定されているわけではない。従って、オペレータの頭部が移動することで眼球の位置と表示領域との間の関係は相対的に移動する。この場合、上記対応関係を仮想立体空間内の知覚位置と、前記視点位置入力手段で入力する位置及び前記表示位置入力手段で入力する位置の少なくとも一方の所定位置との対応関係を求めたのみでは、目視位置によって、仮想物体の表示精度が悪化する。このため、眼球の位置と表示領域迄の空間の距離を考慮して、対応関係を求めるようにすれば、オペレータの頭部の移動や表示装置の移動によっても、高精度で仮想物体を表示することができる。

【0036】

前記補正手段は、前記対応関係に基づいて仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を計算することによって、より正確な位置に仮想物体を立体画像として得ることができる。

【0037】

また、前記補正手段は、予め測定された仮想立体空間内に表示した仮想物体の位置と、該仮想物体の知覚位置を測定した測定位置との誤差に基づいて、前記対応関係を求めることにより、オペレータの知覚特性に応じた仮想物体を表示することができる。

【0038】

上記立体画像表示装置では、プログラムされたコンピュータによって立体画像を表示する立体画像表示方法による処理が実行される。すなわち、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を有する立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力し、画像を表示するための表示領域を有する表示手段の該表示領域上の位置を入力し、前記眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を切り換えると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子を光の透過または未透過に切り換える。

【0039】

また、眼球の位置と表示領域迄の空間の距離は表示中に変動することがあるので、この場合には、前記仮想立体空間内の知覚位置と、前記眼球の位置及び前記表示領域上の位置の少なくとも一方の位置との対応関係を予め求め、該対応関係に基づいて仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を補正すればよい。

【0040】

上記実行される処理は、コンピュータによって立体画像を表示するための立体画像表示プログラムを記録した記録媒体に格納することができる。この記録媒体には、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を有する立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置を入力し、画像を表示するための表示領域を有する表示手段の該表示領域上の位置を入力し、前記眼球の位置及び前記表示領域上の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空

10

20

30

40

50

間を定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を切り換えると共に、該切り換えに同期して前記左眼用光学素子及び右眼用光学素子を光の透過または未透過に切り換えることによって、立体画像を表示するための立体画像表示プログラムが記録される。

【0041】

請求項9の発明では、選択手段によって、複数の立体視眼鏡から知覚対象の立体視眼鏡が選択される。制御手段は、予め定めた基準位置及び表示位置入力手段により入力された表示手段の位置に基づいて、表示手段と、選択された立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定める。これと共に、制御手段は、仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子が交互に光を透過または未透過を繰り返すように切換信号を出力する。立体視眼鏡は、左眼用光学素子及び右眼用光学素子を備えており、各々について光の透過及び未透過が制御手段からの信号によって切り換えられることにより仮想立体空間内に表示された実際の物体に相当する仮想物体が、複数の立体視眼鏡から知覚対象として選択された立体視眼鏡を装着したオペレータにより認知される。

10

20

【0042】

従って、複数の立体視眼鏡について知覚対象の立体視眼鏡を選択して仮想物体を認知させることができるので、複数のオペレータのうち選択した立体視眼鏡を有するオペレータに対して仮想物体を提示することができる。また、複数の立体視眼鏡について知覚対象の立体視眼鏡を順次選択することによって、複数のオペレータに仮想物体を提示することができる。

【0043】

例えば、車両内部から目視する物体について仮想立体空間を提示して仮想物体を知覚させようとする場合、前記基準位置は、車両内部空間の任意の位置、例えば運転席を基準位置とすることができる。また、通常、車両内には複数の乗員が着座可能であるので、各乗員の着座位置を基準位置とすることにより、それぞれの乗員に対して仮想物体を提示することができる。そこで、前記基準位置は、複数の立体視眼鏡のうち1つの立体視眼鏡の報知手段から報知された自己の位置に基づいて基準位置を定めることができる。このように、報知手段から報知された位置に基づいて基準位置を定めることによって、立体視眼鏡を装着しているオペレータに対して最適な仮想物体を提示することができる。

30

【0044】

また、車両内部から目視する物体について仮想立体空間を提示して仮想物体を知覚させようとする場合、その知覚は目視位置からであるので、前記基準位置は、運転席に着座したドライバーの目視位置とすることができる。また、車両内の複数の乗員の各々の着座位置または目視位置を基準位置とすることにより、それぞれの乗員に対して仮想物体を提示することができる。そこで、予め定めた視点位置または複数の立体視眼鏡のうちの1つの立体視眼鏡の報知手段から報知された位置に基づいて定めた視点位置を前記基準位置とすることによって、知覚対象となるオペレータが目視する位置から正確に仮想立体空間に定めて仮想物体を表示させることができる。

40

【0045】

前記選択手段が複数の立体視眼鏡から知覚対象の立体視眼鏡を選択する場合、複数の立体視眼鏡のうち、1つを指定する入力手段によって定めて選択するようにしてもよい。また、複数の立体視眼鏡から自動的に知覚対象の立体視眼鏡を選択することもできる。すなわち、前記選択手段として、基準位置まで最短距離の前記立体視眼鏡を選択するようすれば、基準位置付近に立体視眼鏡を装着した複数のオペレータが存在しても、その中から

50

最短距離の立体視眼鏡が選択されるので、簡単かつ正確に知覚対象となるオペレータに対して仮想物体を表示させることができる。

【0046】

また、前記選択手段は、前記基準位置に基づいて立体視眼鏡が存在することが予想される存在領域を定める領域設定手段を有することができる。領域設定手段は、基準位置から所定範囲、例えば半径1mで規定される形状(円や楕円等)の存在領域を定める。この存在領域には立体視眼鏡を装着したオペレータが存在することが予想されるので、存在領域及び報知手段から報知された複数の位置に基づいて、知覚対象の立体視眼鏡を選択することができる。存在領域及び報知手段による位置からの選択は、存在領域内に立体視眼鏡が存在するときに基準点まで最短距離の立体視眼鏡を選択したり、存在領域に対する依存度が高い立体視眼鏡例えば存在領域外まで最長距離の立体視眼鏡を選択したりする。また、存在領域内に立体視眼鏡が存在しないときに存在領域まで最短距離の立体視眼鏡を選択すればよい。このように、存在領域及び報知手段による位置から知覚対象の立体視眼鏡を選択できるので、複数の立体視眼鏡から自動的に知覚対象の立体視眼鏡を選択することもできる。

10

【0047】

なお、前記立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子として、液晶シャッタを用いることによって、立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子は追従性を高速にかつ遮光性の切り替えを容易にすることができ、立体視眼鏡により仮想物体を容易にオペレータに認知させることができる。

20

【0048】

上記立体画像表示装置では、プログラムされたコンピュータによって立体画像を表示する立体画像表示方法による処理が実行される。すなわち、画像を表示するための表示領域を有する表示手段の該表示領域上の位置を入力し、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を有する複数の立体視眼鏡から知覚対象の立体視眼鏡を選択し、前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子を光の透過または未透過に切り換える。

30

【0049】

上記実行される処理は、コンピュータによって立体画像を表示するための立体画像表示プログラムを記録した記録媒体に格納することができる。この記録媒体には、画像を表示するための表示領域を有する表示手段の該表示領域上の位置を入力し、各々入力された信号に基づいて光の透過及び未透過を切り換え可能な左眼用光学素子及び右眼用光学素子を有する複数の立体視眼鏡から知覚対象の立体視眼鏡を選択し、前記表示手段から離間しかつ予め定めた基準位置及び前記表示手段の位置に基づいて、前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に含まれる空間を仮想立体空間に定めかつ仮想立体空間内で認知させるための仮想物体の位置が該仮想物体に対応する実際の物体を前記表示手段と前記立体視眼鏡との間に設置したときの位置となるように仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を生成し、これら仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を前記表示手段に切り換えて表示させると共に、該切り換えに同期して前記知覚対象の立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子を光の透過または未透過に切り換えることによって、立体画像を表示するための立体画像表示プログラムが記録される。

40

【0050】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

50

## 【 0 0 5 1 】

〔 第 1 実施の形態 〕

第 1 実施の形態は、単一のオペレータ（観察者）に対して立体画像を提示する場合に本発明を適用したものである。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 に示すように、本実施の形態の立体画像表示装置 1 0 は、暗室 6 0 内に、スクリーン 1 6 に画像を投影するプロジェクタ 1 2 を備えている。プロジェクタ 1 2 は、立体表示のための画像を生成する制御装置 1 4 上に取り付けられている。

## 【 0 0 5 3 】

プロジェクタ 1 2 の投影側でスクリーン 1 6 より下流側にはオペレータ O P が着座するためのシート 2 4 が位置している。シート 2 4 は台座 2 6 上に設けられ、この台座 2 6 は蛇腹 2 8 A を介してモータ 2 8 に連結されている。モータ 2 8 は床上を移動可能な台車 2 8 B に固定されており、モータ 2 8 の駆動によって、蛇腹 2 8 A が伸縮する。この蛇腹 2 8 A の伸縮により、台座 2 6 が上下方向（図 1 の矢印 U D 方向）に移動され、シート 2 4 に着座したオペレータ O P が昇降する。このシート 2 4 に着座したオペレータ O P の昇降は、車種に応じた車高の調整に用いられるものである。

10

## 【 0 0 5 4 】

なお、台車 2 8 B は、床上を所定方向（前後方向として図 1 の矢印 F R 方向、及び左右方向として図 1 の矢印 R L 方向）に移動可能である。

## 【 0 0 5 5 】

オペレータ O P は、位置座標等を入力するための位置入力装置 1 8 （詳細は後述）を所持している。また、オペレータ O P の頭部には、液晶シャッタ眼鏡 2 0 が取り付けられており、この液晶シャッタ眼鏡 2 0 には位置センサ 2 2 が設けられている。位置センサ 2 2 は、磁界検出センサであり、オペレータ O P の後方に設けられた磁界発生装置 3 0 から発生された磁界を検出して、位置センサ 2 2 が位置する 3 次元座標及び方向を検出するためのものである。

20

## 【 0 0 5 6 】

図 2 に示すように、制御装置 1 4 は、単数または複数の C P U 3 4 , R A M 3 6 , R O M 3 8 、及び入出力ポート 4 0 を含んだマイクロコンピュータで構成され、各々コマンドやデータ授受が可能なようにバス 4 2 によって接続されている。この入出力ポート 4 0 にはドライバ 4 4 を介して位置入力装置 1 8 が接続されている。また、入出力ポート 4 0 にはドライバ 4 6 を介して液晶シャッタ眼鏡 2 0 が接続され、ドライバ 4 8 を介して位置センサ 2 2 が接続されている。また、プロジェクタ 1 2 は、ドライバ 5 0 を介して入出力ポート 4 0 に接続されている。さらに、入出力ポート 4 0 には、ドライバ 5 2 を介してモータ 2 8 が接続され、ドライバ 5 4 を介して磁界発生装置 3 0 が接続されている。また、入出力ポート 4 0 にはドライバ 5 6 を介してキーボード 3 2 が接続されている。また、R O M 3 8 には、後述する処理ルーチンが記憶されている。

30

## 【 0 0 5 7 】

また、入出力ポート 4 0 には、記録媒体としてのフロッピーディスク 3 7 が挿抜可能なフロッピーディスクユニット（F D U ） 3 5 が接続されている。なお、後述する処理ルーチン等は、F D U 3 5 を用いてフロッピーディスク 3 7 に対して読み書き可能である。従って、後述する処理ルーチンは、R O M 3 8 に記憶することなく、予めフロッピーディスク 3 7 に記録しておき、F D U 3 5 を介してフロッピーディスク 3 7 に記録された処理プログラムを実行してもよい。また、制御装置 1 4 にハードディスク装置等の大容量記憶装置（図示省略）を接続し、フロッピーディスク 3 7 に記録された処理プログラムを大容量記憶装置（図示省略）へ格納（インストール）して実行するようにしてもよい。また、記録媒体としては、C D - R O M 等の光ディスクや、M D , M O 等の光磁気ディスクがあり、これらを用いるときには、上記 F D U 3 5 に代えてまたはさらに C D - R O M 装置、M D 装置、M O 装置等を用いればよい。

40

## 【 0 0 5 8 】

50

図3に示すように、位置入力装置18は、ペン型形状のボデー62を有しており、先端部に磁界を検出する検出部64が取り付けられると共に、検出するタイミングを指示するための指示部66が取り付けられている。なお、本実施の形態では、位置入力装置18として、3次元の座標入力を容易とするため、以下の説明では次に示す他の3次元ポインタ18A, 18Bを用いることもある。

#### 【0059】

図4に示すように、3次元ポインタ18Aは、レーザ装置68を有しており、レーザ装置68に取り付けられた把手69に磁界を検出することにより3次元の位置を検出する検出部70が取り付けられると共に、検出するタイミングを指示するための指示部72が取り付けられている。また、図5に示すように、3次元ポインタ18Bは、円筒状のボデー75の両端部に照準74、76が取り付けられている。ボデー75には3次元ポインタ18Aと同様に、把手69が取り付けられており、この把手69には磁界を検出する検出部70が取り付けられると共に、検出するタイミングを指示するための指示部72が取り付けられている。これらの3次元ポインタ18A, 18Bは、位置入力装置18として制御装置14に接続可能とされている。

#### 【0060】

次に、本実施の形態の作用を説明する。

立体画像表示装置10に電源が投入されると、制御装置14において、図6の処理ルーチンが実行される。まず、ステップ100では実際の空間位置と位置センサで検出した仮想空間となり得べき空間位置との誤差を補正するための空間補正処理が行われ、次のステップ102ではスクリーン16上に表示される画像の3次元位置を正確に把握するためのスクリーン位置設定処理が行われ、次のステップ104ではオペレータOPの実際の視点位置を定めるための視点位置設定処理が行われ、次のステップ106では空間補正された仮想空間上に上記設定されたスクリーン位置及び視点位置を採用して立体画像表示が行われる。

#### 【0061】

次に、図6のステップ100の空間補正処理の詳細を説明する。

図7に示すように、空間補正処理では、ステップ110において空間フレーム座標データを読み取り、次のステップ112においてフレームを表示する。空間フレーム座標データは、3次元空間上にて所定間隔dの座標値をXYZの各方向に所定個(例えばm個)有する座標データであり、各座標点を直線で結ぶことにより、辺の長さdの所定の大きさの小立方体が積み重ねられた辺の長さmdの立方体を構成する。また、空間フレーム座標データによるフレーム表示は、長さdの間隔で糸やレーザ光線(図示省略)をXYZの各方向に直交するように配置することにより形成することができる。

#### 【0062】

次のステップ114では、表示されたフレームの交点座標を入力する。すなわち、ペン型の位置入力装置18の先端部の検出部64を表示されたフレームの複数の交点に位置させて、各々で指示部66により検出を指示して磁界を検出することにより、表示されたフレームの交点座標を入力する。次のステップ116では、表示されたフレームの交点座標と、磁界の検出により入力された交点座標との対応関係を補正テーブルとして求めて記憶する。

#### 【0063】

これにより、磁界の検出により入力される座標は、実際の空間座標に対応されることになる。

#### 【0064】

次に、図6のステップ102のスクリーン位置設定処理の詳細を説明する。なお、ステップ102の処理では、位置入力装置18として、レーザ装置68を有する3次元ポインタ18Aを用いている。また、この3次元ポインタ18Aは、指示部72で検出を指示することにより、検出部70で磁界を検出すると共に、方向を検出するものとする。すなわち、3次元ポインタ18Aは、指示部72の指示で、3次元ポインタ18Aからレーザ光が

10

20

30

40

50

射出される中心点 J ( 図 4 参照 ) の 3 次元座標値、及びレーザ光の射出方向に沿う方向のベクトルを出力する。

【 0 0 6 5 】

図 8 に示すように、スクリーン位置設定処理では、ステップ 1 2 0 において、基準形状データを読み取り、次のステップ 1 2 2 で基準形状をスクリーン 1 6 に表示する。本実施の形態では、図 9 に示すように、スクリーン 1 6 におけるプロジェクタ 1 2 の投影可能範囲の最大枠 1 6 A の相似形でかつその最大枠より小さな所定の相似比の長方形 1 6 B を基準形状に設定している。最大枠 1 6 A は、スクリーン表示外枠として四隅の点 A , B , C , D で定められ、その最大枠 1 6 A より小さな長方形 1 6 B も同様に四隅の点 A ' , B ' , C ' , D ' で定められる。

10

【 0 0 6 6 】

次のステップ 1 2 4 では、スクリーン 1 6 上に表示された基準形状である長方形 1 6 B の四隅の点 A ' , B ' , C ' , D ' を 3 次元ポインタ 1 8 A によって入力することで、各 3 次元座標及びベクトルを読み取る。すなわち、点 A ' を 3 次元ポインタ 1 8 A から射出されるレーザ光を照射し、指示部 7 2 で指示することで点 A " の座標値及びベクトル a を得る。同様に、点 B ' を 3 次元ポインタ 1 8 A のレーザ光で照射して指示部 7 2 で指示し点 B " の座標値及びベクトル b を得て、点 C ' を 3 次元ポインタ 1 8 A のレーザ光で照射して指示部 7 2 で指示し点 C " の座標値及びベクトル c を得て、点 D ' を 3 次元ポインタ 1 8 A のレーザ光で照射して指示部 7 2 で指示し点 D " の座標値及びベクトル d を得る。

20

【 0 0 6 7 】

次のステップ 1 2 6 では、点 A " , B " , C " , D " の座標値及びベクトル a , b , c , d を用いて、以下に示すように、スクリーン 1 6 上に表示された基準形状である長方形 1 6 B の四隅の点 A ' , B ' , C ' , D ' の仮想空間上の座標値を得る。

【 0 0 6 8 】

仮想空間上の中心点を O とすると、中心点 O からスクリーン 1 6 上の点 A ' , B ' , C ' , D ' までは、次のように表せる。

【 0 0 6 9 】

$$O A ' = O A " + p a$$

$$O B ' = O B " + q b$$

$$O C ' = O C " + r c$$

$$O D ' = O D " + s d$$

30

但し、p , q , r , s は変数 ( p > 0 , q > 0 , r > 0 , s > 0 )

【 0 0 7 0 】

点 A " , B " , C " , D " の座標値、及びベクトル a , b , c , d は既知であり、A ' B ' = C ' D ' , A ' B ' · A ' D ' = 0 であることにより、点 A ' , B ' , C ' , D ' の座標値を求めることができる。

【 0 0 7 1 】

次のステップ 1 2 8 では、上記で求めた点 A ' , B ' , C ' , D ' の座標値を用いて最大枠 1 6 A の四隅の点 A , B , C , D の座標値を求める。本実施の形態では、最大枠 1 6 A と長方形 1 6 B とが中心が同一の長方形であるため、点 A ' , B ' , C ' , D ' の座標値からその中心を求めて相似比を用いて点 A , B , C , D の座標値を求める。

40

【 0 0 7 2 】

このように、仮想空間上の座標値から遠隔に設置されたスクリーン 1 6 の 3 次元の位置を高精度でかつ容易に求めることができる。

【 0 0 7 3 】

なお、上記では基準形状として四角形を用いた場合を説明したが、測定する基準形状を变形 ( 多角形 ) したり、測定点を増加させたりしてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、上記では、演算により求めた場合を説明したが、実測によって求めても良い。次に、この実測によって求める他処理を説明する。

50

## 【 0 0 7 5 】

図 1 0 に示すように、スクリーン位置設定の他処理では、ステップ 1 3 0 において、基準点データを読み取る。この基準点データは、空間補正処理（図 7）においてフレーム表示させたときの 1 つの交点座標値を用いる。次のステップ 1 3 2 では、読み取った基準点の座標値を空中に表示させる。すなわち、2 本のレーザ光を用いて交差させたその交点が前記交点座標値に位置するようにレーザ光を射出させる。この交点を基準点として、次のステップ 1 3 4 においてペン型の 3 次元ポインタ、すなわち位置入力装置 1 8 で入力する。次のステップ 1 3 6 では、位置入力装置 1 8 で入力した基準点からスクリーン 1 6 までの距離を実際に測定し、その測定値を用いて点 A , B , C , D の座標値、すなわちスクリーン表示外枠の座標値を求める。

10

## 【 0 0 7 6 】

このように、空中に表示された交点を基準点として用いているので、基準点を表示させるときの障害が生じることなく、測定することができる。

## 【 0 0 7 7 】

すなわち、2 本のレーザ光を用いて交差させて生じる交点を基準点として、ペン型の 3 次元ポインタ、すなわち位置入力装置 1 8 で位置を入力し、その基準点からスクリーン 1 6 までの距離を実際に測定し、その測定値を用いて点 A , B , C , D の座標値、すなわちスクリーン表示外枠の座標値を求めてもよい。このように、空中に表示された交点を基準点として用いれば、基準点を表示させるときの障害が生じることなく、測定することができる。

20

## 【 0 0 7 8 】

次に、図 6 のステップ 1 0 4 の視点位置設定処理の詳細を説明する。

図 1 1 に示すように、視点位置設定処理では、ステップ 1 4 0 においてスクリーン 1 6 上に十字カーソル 8 0（図 1 2）を表示させ、次のステップ 1 4 2 においてキーボード 3 2 の入力に応じて十字カーソル 8 0 を移動させる。ステップ 1 4 2 では、オペレータ O P は、スクリーン 1 6 上に写し出された自己の左右の瞳像 8 2 L , 8 2 R 上に各々十字カーソル 8 0 を移動させ（図 1 2）、座標読み取り指示を行う。次のステップ 1 4 4 では、自己の左右の瞳像 8 2 L , 8 2 R 上に合致された十字カーソル 8 0 の位置を各々読み取り、次のステップ 1 4 6 において、視点位置を演算する。このステップ 1 4 4 で読みとった座標値から正視状態（略無限遠を目視した状態）の瞳孔間距離 P D を求めることができる。なお、ステップ 1 4 6 で求める視点位置は、オペレータ O P の頭部に位置する位置センサ 2 2 からの標準的な頭部形状から定まる距離で求めることができる。また、ペン型の位置入力装置 1 8 の先端部の検出部 6 4 をオペレータ O P の眼球付近に位置させて入力した座標値から頭部形状を求め、その頭部形状から定まる距離を採用してもよい。

30

## 【 0 0 7 9 】

なお、上記実施の形態では、スクリーン 1 6 上に写し出された自己の瞳像に十字カーソルを合わせ込む場合を説明したが、スクリーン 1 6 上に自己の瞳が写し出されない場合には、オペレータ O P とスクリーン 1 6 との間にハーフミラー等の反射部材を設けて写し出すようにすればよい。

## 【 0 0 8 0 】

また、上記では、スクリーン 1 6 上に写し出された自己の瞳像から視点位置を求めた場合を説明したが、より正確に視点位置を求める他処理について図 1 3 及び図 1 4 を参照して説明する。なお、より正確に視点位置を求める他処理では、位置入力装置 1 8 として、円筒状のボデー 7 5 の両端部に照準 7 4、7 6 が取り付けられた 3 次元ポインタ 1 8 B（図 5）を用いている。また、この 3 次元ポインタ 1 8 B は、指示部 7 2 で検出を指示することにより、検出部 7 0 で磁界を検出すると共に、方向を検出するものとする。すなわち、3 次元ポインタ 1 8 B は、指示部 7 2 の指示で、3 次元座標値、及び 3 次元ポインタ 1 8 B の照準 7 4、7 6 に合致するスクリーン 1 6 上の点に向かう方向のベクトルを出力する。つまり、オペレータ O P がスクリーン 1 6 上の点を 3 次元ポインタ 1 8 B の照準 7 4、7 6 で合致させることにより、3 次元ポインタ 1 8 B 上の視軸の 1 点 J J の座標値及び視

40

50

軸の方向ベクトルを求めることができる。

【 0 0 8 1 】

このように、異なる 2 点において、オペレータ O P がスクリーン 1 6 上の点を 3 次元ポインタ 1 8 B の照準 7 4、7 6 で合致させることにより、3 次元ポインタ 1 8 B 上の視軸の 1 点 J J の座標値及び視軸の方向ベクトルを求め、視点位置を求めることができる。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 に示すように、視点位置設定の他処理では、ステップ 1 5 0 において、基準点データを読み取る。この基準点データは、スクリーン 1 6 上に表示させるための基準点 S の座標データであり、予め定められている。次のステップ 1 5 2 では、この基準点 S をスクリーン 1 6 上に表示させる。次のステップ 1 5 4 ではオペレータ O P に第 1 位置において座標値及び視軸の方向ベクトルの指示を促し基準点 S を入力させる。これにより、3 次元ポインタ 1 8 B 上の視軸の 1 点 J J の座標値である位置ベクトル a 及び視軸の方向ベクトルである単位ベクトル b が入力される ( 図 1 4 )。次のステップ 1 5 6 では第 1 位置と異なる位置の第 2 位置において座標値及び視軸の方向ベクトルの指示を促し基準点を入力させる。これにより、第 2 位置による位置ベクトル a ' 及び単位ベクトル b ' が入力される。

【 0 0 8 3 】

次のステップ 1 5 8 では、位置入力装置 1 8 で入力された基準点の位置ベクトル及び単位ベクトルを用いて視点位置を求める。この視点位置を求める方法を詳細に説明する。なお、オペレータ O P に取り付けられた位置センサ 2 2 の位置を検出することが可能であるため、視点位置は、位置センサ 2 2 から視点 X までのベクトル t を求めることに相当する。

【 0 0 8 4 】

図 1 4 に示すように、基準点 S、点 A の位置ベクトル a 及び単位ベクトル b、点 A ' の位置ベクトル a ' 及び単位ベクトル b ' は、上記のようにして入力される。従って、左眼について、第 1 位置の視点 X の位置ベクトル x、第 2 位置の視点 X ' の位置ベクトル x ' は、以下のように表せる。なお、図中、点 O は、仮想空間上の中心点を表している。

【 0 0 8 5 】

$$x = t + p = s + k \cdot b$$

$$x' = t + p' = s + k' \cdot b'$$

但し、t : 位置センサから視点 X までの位置ベクトル

x : 視点 X の位置ベクトル

x' : 視点 X ' の位置ベクトル

p : 点 O から第 1 位置の位置センサまでの位置ベクトル

p' : 点 O から第 2 位置の位置センサまでの位置ベクトル

k, k' : 変数

【 0 0 8 6 】

上記の式からベクトル t を求めることができ、視点位置を求めることができる。なお、右眼についても、上記と同様の処理により求めることができる。

【 0 0 8 7 】

上記説明したようにしてオペレータ O P の視点位置を設定することができるが、オペレータ O P は、目視する方向によって視点位置が変化する。すなわち、注視点の位置によって視点位置が変化する。このように、注視点の位置によって変化する視点位置を求める処理を説明する。

【 0 0 8 8 】

図 1 5 に示すように、注視点の位置による視点位置を求める処理は、まず、ステップ 1 6 0 において眼球の中心位置 L 0, R 0 を求める。すなわち、眼球の大きさは一般的にばらつきが少なく、標準的に眼球の直径を定めることができるので、図 1 3 の処理で求めたように、予め求めた視点位置から所定の眼球直径を用いて、眼球の中心位置 L 0, R 0 を求める。次のステップ 1 6 1 では、オペレータ O P に取り付けられた位置センサ 2 2 によって顔面の方向を読み取る。次のステップ 1 6 2 では、注視点の位置座標を読み取り、この注視点の位置座標、ステップ 1 6 1 で読み取った顔面方向、眼球の中心位置 L 0, R 0 及

10

20

30

40

50

び眼球直径から次のステップ164において視点位置を求める。

【0089】

図16を参照して、オペレータOPが正視状態から変化した状態の場合を例にして、視点位置を求める方法を説明する。なお、本実施の形態では、略無限遠を目視した状態をオペレータOPの正視状態としている。この場合、オペレータOPの顔面の方向は、両眼の中心と目視した位置を結ぶ方向を向いているものとする。従って、所謂流し目、上目づかいや下目づかい等のように、眼球のみを回転させた状態は、正視状態ではない。このような、所謂流し目、上目づかいや下目づかい等の状態を、以下の説明では総称して斜視状態という。

【0090】

オペレータOPが顔面を前方(スクリーン)に向けて注視点Scを目視するとき(斜視状態)、左眼の視点位置は、正視状態の視点位置L1から左眼の中心L0と注視点Scとを結ぶ直線と眼球直径による円との交点に移動した視点位置L2に移動する。同様に、右眼の視点位置は、正視状態の視点位置R1から右眼の中心R0と注視点Scとを結ぶ直線と眼球直径による円との交点に移動した視点位置R2に移動する。従って、注視点Scの位置、眼球の中心位置L0, R0及び眼球直径から、注視点の位置によって変化する視点位置L2, R2を求めることができる。なお、図16ではオペレータOPが顔面を前方(スクリーン)に向けた状態である場合を説明したが、オペレータOPに取り付けられた位置センサ22によって顔面の方向を検出することが可能であるため、オペレータOPの顔面の向きがいかなる状態の場合でも、顔面の方向と注視点Scの位置及び眼球の直径から、注視点の位置によって変化する視点位置L2, R2を求めることができる。

【0091】

この注視点の位置によって変化する視点位置を求めることは、オペレータOPに表示する仮想物体の位置をオペレータOPの正視方向から上下左右に大きく移動させて表示させたときに、すなわち斜視状態のときに有効である。

【0092】

上記では、演算により、注視点の位置によって変化する視点位置を求めた場合を説明したが、眼球運動を直接検出して視点位置を求めることもできる。この直接眼球運動を検出して視点位置を求める他処理について図17を参照して説明する。なお、この眼球運動を直接検出するものとしては、瞳の回転運動や角膜の反射率変化から眼球の回転運動を検出するアイトラッカ(図示省略)がある。ここでは、この図示しないアイトラッカからの出力信号が制御装置14に入力されるものとする。また、このアイトラッカは液晶シャッタ眼鏡20に取り付けることが好ましい。

【0093】

図17に示すように、眼球運動を検出して視点位置を求める他処理では、ステップ174において、アイトラッカにより眼球の回転運動を読み取り、次のステップ176において、眼球の回転運動による角度によって正視状態での視点位置R1, L1から変化した視点位置L2, R2を求めることができる。

【0094】

次に、図6のステップ106の立体画像表示処理の詳細を説明する。

図18に示すように、立体画像表示処理では、ステップ200において仮想空間上に仮想物体を表示するための画像データを読み取り、次のステップ202において位置センサ22を読み取ってオペレータOPの位置を読み取る。次のステップ204では、上記設定した視点位置等を用いて後述するように画像データを補正して、補正された画像データによって次のステップ206で立体画像を表示する。

【0095】

ここで、立体画像の表示について図19を参照して簡単に説明する。瞳孔間距離PDのオペレータOPは、左眼の視点L、及び右眼の視点Rからスクリーン16を目視する。このスクリーン16上には、画像データによる画像が表示される。この画像データから瞳孔間距離PD及びスクリーン16までの距離が考慮されて、視差を含んだ左眼用画像GL及び

10

20

30

40

50

右眼用画像 G R が生成され、左眼用画像 G L 及び右眼用画像 G R が交互に表示される。この左眼用画像 G L 及び右眼用画像 G R の表示の切り換えに同期して、液晶シャッタ眼鏡 20 の左眼部と右眼部との光の透過が切り換えられる。これによって、左眼により目視される左眼用画像 G L までの領域と、右眼により目視される右眼用画像 G R までの領域との重複領域が仮想物体を表示できる仮想空間 V r となり、左眼用画像 G L 及び右眼用画像 G R の表示による仮想物体が立体表示される。

【 0 0 9 6 】

なお、立体画像の表示は、図 3 3 に示すように、スクリーン 1 6 上に表示する左眼用画像 G L 及び右眼用画像 G R の重複領域を増加させることで、左眼により目視される左眼用画像 G L までの領域と、右眼により目視される右眼用画像 G R までの領域との重複領域が増加し、仮想物体を表示できる仮想空間 V r が広がることになる。

10

【 0 0 9 7 】

本発明者等は、仮想空間 V r に表示された実際の物体に相当する仮想物体の認知について、すなわち知覚特性がばらつくという点に着目し、知覚特性についての実験を行った。実験には、実際の物体として円錐を用いて、その円錐の頂点を測定点とすると共に、その円錐を仮想物体として仮想空間上に表示させ、仮想物体である円錐の頂点をオペレータ O P により指示させたときの知覚位置と、その測定点の提示位置との関係を求めた。

【 0 0 9 8 】

図 2 0 ( 1 ) は、10 人の異なるオペレータ O P によって、正視状態で仮想物体を目視したときの提示位置と誤差（提示位置と知覚位置の差）との関係を示すものであり、図 2 0 ( 2 ) は、斜視状態で仮想物体を目視したときの提示位置と知覚位置との関係を示すものである。なお、図中、提示位置はオペレータ O P からの距離を示している。また、誤差は正符号がオペレータ O P から離間する方向を示し、負符号はオペレータ O P に接近する方向を示している。

20

【 0 0 9 9 】

図 2 0 ( 1 ) から理解されるように、個々にばらつきはあるが、正視状態による仮想物体の知覚距離は、オペレータ O P に近づくにしたがってより近くで知覚され、オペレータ O P から離間するにしたがってより遠くで知覚される。また、図 2 0 ( 2 ) から理解されるように、斜視状態による仮想物体の知覚距離は、正視状態の知覚特性と同様の傾向であると共に、全体的にオペレータ O P に近づく方向にシフトしている。

30

【 0 1 0 0 】

本発明者等は、上記実験結果から、仮想空間 V r に表示された実際の物体に相当する仮想物体を認知するオペレータ O P の知覚特性は、個々に違いがあると共に提示距離によっても提示距離と知覚距離の誤差に違いがあることに着目し、仮想物体をオペレータ O P にとって正しい位置に知覚させるためには、補正が必要であるという知見を得た。

【 0 1 0 1 】

なお、本発明者等は、仮想物体がオペレータ O P に対する知覚距離から提示距離を引いた誤差量が提示距離が増加するに伴って増加するという点について、眼球の輻輳により変化する点を勘案し、瞳孔間距離 P D の関係を実験し次の結果を得た。図 2 1 は実験結果を示すものであり、図 2 1 ( 1 ) には、正視状態による仮想物体の提示距離に対する瞳孔間距離 P D の関係を示し、図 2 1 ( 2 ) には、斜視状態による仮想物体の提示距離に対する瞳孔間距離 P D の関係を示した。なお、図中、太線は、仮想物体の提示距離変化に応じた理論的な瞳孔間距離 P D の変化特性を示したものである。この結果より、理論的な輻輳によってのみでは知覚誤差が解消されないという知見も得た。

40

【 0 1 0 2 】

以下、仮想物体をオペレータ O P にとって正しい位置に知覚させるための処理である、図 1 8 のステップ 2 0 4 の画像データ補正処理を説明する。

【 0 1 0 3 】

まず、仮想空間 V r に表示された実際の物体に相当する仮想物体を認知するオペレータ O P の知覚特性を把握するため、後述する補正処理で用いる補正用のデータを計測し、空間

50

歪みテーブルを生成する処理を図 2 2 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 1 0 4 】

図 2 2 に示すように、空間歪みテーブル生成処理は、ステップ 2 1 0 において、複数（仮想空間内を網羅する点に相当する数）の提示距離で仮想物体を表示させると共に、表示された仮想物体の知覚位置を入力するようにオペレータ OP に促す。次のステップ 2 1 2 では、オペレータ OP により入力された仮想物体の知覚位置を読み取る。この仮想物体の知覚位置の入力は、ペン型の位置入力装置 1 8 を用いて行い、3 次元座標のデータを得る。次のステップ 2 1 4 では、仮想物体の提示距離と、知覚位置の入力値との関係を空間歪みテーブルとして生成し記憶する。この場合、空間歪みテーブルは、多数のオペレータ OP による計測値により一般化してもよく、またオペレータ OP の個人のテーブルとして用いてもよい。なお、空間歪みテーブルには、オペレータ OP の瞳孔間距離 PD が対応されて記憶されるものとする。

10

【 0 1 0 5 】

なお、上記では、表示された仮想物体の知覚位置を入力しそのときの誤差をテーブルとして採用することができるが、実際に位置すべき位置に仮想物体を移動させた移動量を採用することもできる。

【 0 1 0 6 】

次に、仮想物体をオペレータ OP に正しい位置に知覚させるための補正処理について説明する。まず、第 1 の歪み補正について図 2 3 の補正処理を参照して説明する。第 1 の歪み補正は、瞳孔間距離を、仮想物体が正しい位置に知覚される基準瞳孔間距離に設定し補正するものである。

20

【 0 1 0 7 】

図 2 3 に示すように、第 1 の歪み補正処理は、ステップ 2 2 0 において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ 2 2 2 において、仮想空間内の予め定めた所定位置において位置誤差が略 0 となる瞳孔間距離のデータを抽出する。抽出した瞳孔間距離を次のステップ 2 2 4 において基準瞳孔間距離として設定し、その基準瞳孔間距離を用いてステップ 2 2 8 で画像を計算する。

【 0 1 0 8 】

このように、位置誤差が略 0 となる瞳孔間距離を基準瞳孔間距離として設定するので、瞳孔間距離が異なるオペレータ OP であっても仮想物体を正しい位置に知覚させることができる。

30

【 0 1 0 9 】

次に、第 1 の歪み補正処理と異なる、第 2 の歪み補正処理について図 2 4 を参照して説明する。第 2 の歪み補正は、空間の歪みに応じて仮想物体の形状を歪ませて補正するものである。

【 0 1 1 0 】

図 2 4 に示すように、第 2 の歪み補正処理は、ステップ 2 3 0 において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ 2 3 2 において、仮想空間内で画像の形状を歪ませて表示させるための歪み補正関数  $f$  を導出する。導出した歪み補正関数  $f$  を用いて、ステップ 2 3 6 で画像を計算する。

40

【 0 1 1 1 】

上記の歪み補正関数は、次の式で表される。

$$(x', y') = f(x, y)$$

$$x' =$$

$$y' =$$

$$y' = a(x, y) \cdot y + b(x, y)$$

但し、 $y$  : 知覚させるべき奥行距離

$y'$  : データ上の奥行距離の補正值

$\theta$  : 知覚させるべき垂直方向の流し目角度（垂直方向注視点角度）

$\theta'$  : データ上の垂直方向の流し目角度補正值

50

：知覚させるべき水平方向の流し目角度（水平方向注視点角度）

’：データ上の水平方向の流し目角度補正值

a（ ， ），b（ ， ）： ， に依存する関数

【0112】

上記歪み補正関数 f は、オペレータ OP の知覚位置と提示位置とが略線形関係にあることに着目し（図 20 参照）、各オペレータ OP について回帰直線を求めてその平均値を傾き a（ ， ）とし、切片 b（ ， ）を定めるものである。これらの関数 a（ ， ）、b（ ， ）は、個々のオペレータ OP に応じて計測した 2 点（y 1 , y 1 ’）,（y 2 , y 2 ’）から求めることができる。

【0113】

図 25 には、上記の補正関数 f によって補正した位置に仮想物体を提示した知覚希望位置と、その知覚希望位置からの知覚位置の誤差との関係を求めた結果を示した。図 25（1）には正視状態で目視したときの関係を示し、（2）には斜視状態で目視したときの関係を示した。図から理解されるように、オペレータ OP にかかわらず略均等に知覚される。

【0114】

なお、上記の補正関数 f は、基準となる点（ 0 , 0 , y 0 ）について（ 0 , 0 , y 0 ）= f（ 0 , 0 , y 0 ）となるように、個々のオペレータ OP の瞳孔間距離を変更することによって、少数のオペレータ OP による関数 a（ ， ）、b（ ， ）から一般化することができる。

【0115】

また、上記では、垂直方向及び水平方向の各々の角度について別個に補正するようにしたが、単に視線方向からの偏角 で置き換えてもよい。このようにすることで歪み補正関数 f を簡略化することができる。

【0116】

次に、第 3 の歪み補正処理について図 26 を参照して説明する。第 3 の歪み補正は、空間の歪みに応じた仮想の瞳孔間距離を求めて、その視点位置で立体画像を表示させるものである。

【0117】

図 26 に示すように、第 3 の歪み補正処理は、ステップ 240 において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ 242 において、仮想の瞳孔間距離を求めるための歪み補正関数 g を導出する。導出した歪み補正関数 g を用いて、次のステップ 244 で仮想の瞳孔間距離を求める。次のステップ 248 では、画像データを読み取って、仮想の瞳孔間距離を用いて補正する。

【0118】

上記のこの歪み補正関数 g は、次の式で表される。

( ’ , ’ , d ’ ) = g ( , , y )

’ =

’ =

d ’ = a ( , ) · y + b ( , )

但し、y ：知覚させるべき奥行距離

d ’：データ上の瞳孔間距離の補正值

：知覚させるべき垂直方向の流し目角度（垂直方向注視点角度）

’：データ上の垂直方向の流し目角度補正值

：知覚させるべき水平方向の流し目角度（水平方向注視点角度）

’：データ上の水平方向の流し目角度補正值

a（ ， ），b（ ， ）： ， に依存する関数

【0119】

上記歪み補正関数 g の関数 a（ ， ）、b（ ， ）は、個々のオペレータ OP に応じて計測した 2 点（y 1 , d 1 ’）,（y 2 , d 2 ’）から求めることができる。例えば、ある任意の奥行き y 1 で位置誤差 0 となるように瞳孔間距離 d を修正し、定めることがで

10

20

30

40

50

きる。また、他の方法として、ある任意の奥行き  $y_1$  で、瞳孔間距離  $d_1$  としたときの奥行き誤差  $e$  を計測し、その誤差からデータ上の瞳孔間距離  $d_1'$  を次の式で求める。

【0120】

$$d_1' = (d_1 \cdot d_s \cdot e) / \{y_1 \cdot (d_s - y_1 - e)\} + d_1$$

但し、 $d_s$  : 視点からスクリーンまでの距離

【0121】

なお、上記の補正関数  $g$  は、標準的なオペレータ  $OP$  の関数  $a(\alpha, \beta)$ 、 $b(\alpha, \beta)$  の基準値を予め求め、基準となる点  $(0, 0, y_0)$  について、個々のオペレータ  $OP$  に対するデータ上の瞳孔間距離と、標準的なオペレータ  $OP$  の瞳孔間距離との誤差を計測し、その誤差成分を加味して個々のオペレータ  $OP$  の関数  $a(\alpha, \beta)$ 、 $b(\alpha, \beta)$  を求めることにより一般化することができる。

10

【0122】

また、上記では、垂直方向及び水平方向の各々の角度について別個に補正するようにしたが、単に視線方向からの偏角  $\theta$  で置き換えてもよい。このようにすることで歪み補正関数  $g$  を簡略化することができる。

【0123】

次に、第4の歪み補正処理について図27を参照して説明する。第4の歪み補正は、空間の歪みに応じた仮想の眼球半径を求め、仮想の眼球半径による仮想の視点を求めて、その視点位置で立体画像を表示させるものである。

【0124】

20

図27に示すように、第4の歪み補正処理は、ステップ250において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ252において、仮想の眼球半径  $r$  を求めるための関数  $h$  を導出する。導出した関数  $h$  を用いて、次のステップ254で仮想の視点位置を求める。その仮想の視点位置を用いて次のステップ258で画像を計算する。

【0125】

上記の関数  $h$  は、次の式で表される。

$$r = h(\alpha, \beta)$$

【0126】

【数1】

30

$$r = \frac{d(\alpha, \beta, y_1) - d(\alpha, \beta, y_2)}{2 \cdot \left[ \cos\left(\text{atan} \frac{y_2 \cdot 2}{d(\alpha, \beta, y_2)}\right) - \cos\left(\text{atan} \frac{y_1 \cdot 2}{d(\alpha, \beta, y_1)}\right) \right]}$$

【0127】

但し、 $r$  : 仮想の眼球半径

$y$  : 知覚させるべき奥行距離

$\alpha$  : 知覚させるべき垂直方向の流し目角度(垂直方向注視点角度)

$\beta$  : 知覚させるべき水平方向の流し目角度(水平方向注視点角度)

$d(\alpha, \beta, y)$  : データ上の瞳孔間距離の補正值

40

【0128】

上記関数  $h$  では各  $(\alpha, \beta)$  について、2点  $y_1, y_2$  での仮想の瞳孔間距離  $d(\alpha, \beta, y_1)$ 、 $d(\alpha, \beta, y_2)$  を必要とするが、上記の処理(図26)から求めることができる。

【0129】

なお、上記の関数  $h$  は、基準となる点  $(0, 0, y_0)$  について、 $r$  を同じにするような仮想の瞳孔間距離を用いたり、瞳孔間距離を同じにするように  $r$  を計算することによ

50

って一般化することができる。

【0130】

また、上記では、垂直方向及び水平方向の各々の角度について別個に補正するようにしたが、単に視線方向からの偏角  $\theta$  で置き換えてもよい。このようにすることで歪み補正関数  $h$  を簡略化することができる。

【0131】

上記の補正処理（図18のステップ204）は、立体画像表示について常時なされることが好ましいが、リアルタイム処理を可能とするときには視点追従に応じて補正処理がなされるため、仮想空間上において仮想物体がふらつくことがある。このたような画像のふらつき感を減少させるため、図28に示すように、ステップ260において位置センサを読み取ってその値が所定値より大きいときのみ、ステップ264で補正処理をすることが好ましい。このようにすることによって、所定値を越えるまでの移動に対しては平滑化され、安定感が増加することになる。なお、補正にヒステリシスを有させるようにしてもよい。

10

【0132】

次に、本発明者等は、上記知覚特性のばらつきに起因するものとして、視点からスクリーンまでの距離が関係すると勘案し、視点からスクリーンまでの距離を変化させたときの知覚特性の実験を行った。実験には、同一の提示距離の仮想物体を異なるスクリーンまでの距離で仮想空間上に表示させ、その知覚位置と、提示位置との関係を求めたものである。

【0133】

図29は、3人の異なるオペレータOPに、スクリーン位置を4点の各々に変更して、各々の位置で3点の提示位置（オペレータOPからの距離、すなわち提示距離）に仮想物体を提示したときの仮想瞳孔間距離の関係を示すものである。図から理解されるように、提示距離が一定の場合、スクリーン位置が離間するに従って仮想瞳孔間距離が減少する傾向にある。また、スクリーン位置にかかわらず提示距離が増加するに従って仮想瞳孔間距離が増加する傾向にある。

20

【0134】

本発明者等は、上記の実験から、仮想空間Vrに表示された仮想物体を認知するオペレータOPの知覚特性は、視点からスクリーンまでの距離の影響を受ける点に着目し、仮想物体をオペレータOPにとって正しい位置に知覚させるためには、視点からスクリーンまでの距離を考慮した補正が必要であるという知見を得た。すなわち、オペレータは仮想物体を目視するとき頭部が静止しているとは限らないため、頭部が移動すると、視点からスクリーンまでの距離は変動する。このため、視点からスクリーンまでの距離を考慮した補正を行うことで、より正確にオペレータに仮想物体を知覚させることができる。

30

【0135】

上記の視点からスクリーンまでの距離を考慮した補正（図18のステップ204の画像データ補正処理）について説明する。

【0136】

第5の歪み補正処理は、上記第2の歪み補正と類似するものであり、視点からスクリーンまでの距離を考慮し、空間の歪みに応じて仮想物体の形状を歪ませて補正するものである。

40

【0137】

図49に示すように、第5の歪み補正処理は、上記空間歪テーブル作成時に、視点からスクリーンまでの距離をパラメータとして付加したものであり、ステップ231において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ233において、仮想空間内で画像の形状を歪ませて表示させるための歪み補正関数  $f''$ 、すなわち、形状をデフォルメする補正関数  $f''$  を導出する。導出した歪み補正関数  $f''$  を用いて、ステップ237で画像を計算する。すなわち、導出した歪み補正関数  $f''$  を用いて形状を歪めてその形状を用いた画像を生成する。これによって知覚誤差を補正できる。

【0138】

50

上記の歪み補正関数  $f''$  は、次の式で表される。すなわち、上記第 2 の歪補正関数  $f$  に視点からスクリーンまでの距離をパラメータとして付加したものである。

【 0 1 3 9 】

$(y', z', x', s') = f''(y, z, x, s)$

但し、 $s$  : 視点からスクリーンまでの距離

$s'$  : データ上の視点からスクリーンまでの距離

【 0 1 4 0 】

次に、第 6 の歪み補正処理を説明する。第 6 の補正処理は、第 3 の歪み補正と類似するものであり、視点からスクリーンまでの距離を考慮し、空間の歪みに応じた仮想の瞳孔間距離を求めて、その視点位置で立体画像を表示させるものである。

10

【 0 1 4 1 】

図 3 0 に示すように、第 6 の歪み補正処理は、ステップ 2 7 0 において、上記空間歪みテーブルを読み取って、次のステップ 2 7 2 で、スクリーン位置  $s$  に応じた仮想瞳孔間距離  $PD'$  を求めるための補正関数  $u$  (詳細は後述) を導出する。導出した補正関数  $u$  を用いて、次のステップ 2 7 4 で補正した仮想瞳孔間距離  $PD'$  を求める。次に、仮想瞳孔間距離  $PD'$  を用いて次のステップ 2 7 8 で補正する。

【 0 1 4 2 】

上記の補正関数  $u$  は、次の式で表される。

$PD' = u(x, PD, s)$

但し、 $x$  : 知覚させるべき仮想物体の奥行距離 (提示距離)

20

$PD$  : 提示距離に対する仮想瞳孔間距離

$s$  : スクリーン位置

【 0 1 4 3 】

詳細には、次のようになる。まず、仮想瞳孔間距離と提示距離との線形な関係は、次の式で表すことができる。

【 0 1 4 4 】

【 数 2 】

30

$$PD_n(x, s) = \frac{PD_n(j, s) - PD_n(i, s)}{(j - i)} \cdot x + \frac{j \cdot PD_n(i, s) - i \cdot PD_n(j, s)}{(j - i)}$$

【 0 1 4 5 】

但し、 $PD_n(x, s)$  : スクリーン位置に応じた仮想瞳孔間距離

$n$  : オペレータを表す番号

40

$x$  : オペレータ  $OP_n$  に対する提示距離

$s$  : スクリーンの位置

$i, j$  : 提示距離

$PD_n(i, s)$  : 提示距離  $i$  の仮想瞳孔間距離

$PD_n(j, s)$  : 提示距離  $j$  の仮想瞳孔間距離

【 0 1 4 6 】

また、スクリーン位置については、上記説明したように、スクリーン位置が離間するに従

50

って仮想瞳孔間距離が短くなることから、予め行った実験によって、スクリーン位置と提示距離とについて回帰分析を行い、次に示す回帰直線を求め、この回帰直線で近似する。

【0147】

$$PD_n(i, s) = a_{nk} \cdot s + b_{nk}$$

但し、 $a_{nk}$ ：提示距離  $k$  における回帰直線の傾き

$b_{nk}$ ：提示距離  $k$  における回帰直線の切片

【0148】

本実施の形態では、2点の提示距離 ( $i = 300 \text{ mm}$ ,  $j = 500 \text{ mm}$ ) を基準としてオペレータ  $OP_n$  に対して回帰直線の傾き  $a_{n300}$ ,  $a_{n500}$  及び切片  $b_{n300}$ ,  $b_{n500}$  を求め、回帰直線の式に代入し、任意のスクリーン位置  $s$  での仮想瞳孔間距離  $PD_n(300, s)$ ,  $PD_n(500, s)$  を求める。求めた値を上記仮想瞳孔間距離と提示距離との線形関係を表す式に代入し、各提示距離  $x$ 、各スクリーン位置  $s$  に応じた仮想瞳孔間距離  $PD_n(x, s)$  を求めている。なお、本実施の形態では、各オペレータについて8カ所の仮想瞳孔間距離の測定を行った。

10

【0149】

図31には、知覚距離のずれと提示距離との間の関係を求めた結果を示したものである。図31(1)は仮想瞳孔間距離を固定して測定したものであり、図31(2)は上記補正式を適用して求めた仮想瞳孔間距離により提示した仮想物体について測定したものである。図31から理解されるように、視点からスクリーンまでの距離を考慮して仮想瞳孔間距離を補正することによって、提示距離にかかわらず知覚距離のずれが軽減されて、略正確な位置に仮想物体が知覚されている。

20

【0150】

図32には、知覚距離のずれとスクリーン位置との間の関係を求めた結果を示したものである。図32(1)は仮想瞳孔間距離を固定して測定したものであり、図32(2)は上記補正式を適用して求めた仮想瞳孔間距離により提示した仮想物体について測定したものである。図32から理解されるように、視点からスクリーンまでの距離を考慮して仮想瞳孔間距離を補正することによって、スクリーン位置にかかわらず知覚距離のずれが軽減されて、略正確な位置に仮想物体が知覚されている。

【0151】

また、第7の歪補正処理として、図示は省略するが、上記第4の歪補正処理において眼球半径を求めるときに、視点からスクリーンまでの距離を考慮し、視点からスクリーンまでの距離に応じて眼球半径を求め直してもよい。

30

【0152】

〔第2実施の形態〕

次に、第2実施の形態を説明する。上記の実施の形態では単一のオペレータに対して立体画像を提示する場合を説明したが、本実施の形態は複数のオペレータに対して立体画像を提示する場合に本発明を適用したものである。なお、本実施の形態は複数のオペレータに対して立体画像を提示するため、所定時間毎に優先提示させるべきオペレータを設定して立体画像を表示するものである。また、本実施の形態は、上記実施の形態と略同様の構成のため、同一部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

40

【0153】

図34に示すように、本実施の形態の立体画像表示装置11は、暗室60内に、スクリーン16に画像を投影するプロジェクタ12を備えている。プロジェクタ12は、立体表示のための画像を生成する制御装置15上に接続されている。スクリーン16の上方には、スクリーン16より下流に位置するオペレータへ向けて赤外線を送信するための赤外線送信機17が取り付けられている。プロジェクタ12の投影側でスクリーン16より下流側には複数(本実施の形態では2人)のオペレータ  $OP_1$ ,  $OP_2$  が着座するための複数(本実施の形態では2つ)のシート  $24_1$ ,  $24_2$  が順に位置している。なお、以下の説明では、複数のオペレータのうちで特に指定せずにオペレータについて一般的に説明するときは、オペレータ  $OP$  と表記する。

50

## 【 0 1 5 4 】

オペレータOP<sub>1</sub>が着座するためのシート24<sub>1</sub>は台座26<sub>1</sub>上に設けられ、この台座26<sub>1</sub>は蛇腹28A<sub>1</sub>を介してモータ28<sub>1</sub>に連結されている。モータ28<sub>1</sub>は床上を所定方向（前後方向として図34の矢印FR方向、及び左右方向として図34の矢印RL方向）に移動可能な台車28B<sub>1</sub>に固定されており、モータ28<sub>1</sub>の駆動によって、蛇腹28A<sub>1</sub>が伸縮する。この蛇腹28A<sub>1</sub>の伸縮により、台座26<sub>1</sub>が上下方向（図34の矢印UD方向）に移動され、シート24<sub>1</sub>に着座したオペレータOP<sub>1</sub>が昇降する。このシート24<sub>1</sub>に着座したオペレータOP<sub>1</sub>の昇降は、車種に応じた車高の調整に用いられるものである。

## 【 0 1 5 5 】

同様に、オペレータOP<sub>2</sub>が着座するためのシート24<sub>2</sub>は台座26<sub>2</sub>上に設けられ、台座26<sub>2</sub>は蛇腹28A<sub>2</sub>を介してモータ28<sub>2</sub>に連結され、モータ28<sub>2</sub>は床上を移動可能な台車28B<sub>2</sub>に固定されている。このモータ28<sub>2</sub>の駆動によって、蛇腹28A<sub>2</sub>が伸縮により、台座26<sub>2</sub>が上下方向に移動され、シート24<sub>2</sub>に着座したオペレータOP<sub>2</sub>が昇降する。

## 【 0 1 5 6 】

なお、このシート24<sub>2</sub>に着座したオペレータOP<sub>2</sub>は、オペレータOP<sub>1</sub>の位置を運転席とした場合に、台座26<sub>2</sub>の移動により、車種に応じた助手席の位置や後部座席の位置に対応して設定することができる。これにより、オペレータOP<sub>1</sub>、OP<sub>2</sub>の間の位置関係は、車種に応じた車両内の着座位置に対応させることができる。

## 【 0 1 5 7 】

オペレータOP<sub>1</sub>は、位置座標等を入力するための位置入力装置18を所持している。また、オペレータOP<sub>1</sub>の頭部には、液晶シャッタ眼鏡20<sub>1</sub>が取り付けられており、この液晶シャッタ眼鏡20<sub>1</sub>には位置センサ22<sub>1</sub>が設けられている。位置センサ22<sub>1</sub>は、磁界検出センサであり、オペレータOP<sub>1</sub>の後方に設けられた磁界発生装置30から発生された磁界を検出して、位置センサ22<sub>1</sub>が位置する3次元座標及び方向を検出するためのものである。

## 【 0 1 5 8 】

同様に、オペレータOP<sub>2</sub>の頭部には、液晶シャッタ眼鏡20<sub>2</sub>が取り付けられており、この液晶シャッタ眼鏡20<sub>2</sub>には位置センサ22<sub>2</sub>が設けられている。位置センサ22<sub>2</sub>は、位置センサ22<sub>1</sub>と同様の磁界検出センサである。

## 【 0 1 5 9 】

図37に示すように、オペレータOP<sub>1</sub>が装着する液晶シャッタ眼鏡20<sub>1</sub>は、右側アーム21R、右眼用フレーム23R、左目用フレーム23L、左側アーム21Lから構成されている。右眼用フレーム23Rには右眼用液晶シャッタ25Rが取り付けられており、左眼用フレーム23Lには左眼用液晶シャッタ25Lが取り付けられている。右眼用フレーム23Rと左眼用フレーム23Lとの間には赤外線受信機27が取り付けられている。また、左側アーム21L上には、LED29、31が取り付けられている。LED29は優先観察者であるとき点灯するものであり、LED31は赤外線受信機27で信号を受信したときに点灯するものである（詳細は後述）。上記赤外線受信機27には、図示しないマイクロコンピュータが内蔵されており、赤外線受信機27の赤外線を受信する受信部と、LED29、31とに接続されている。

## 【 0 1 6 0 】

なお、オペレータOP<sub>2</sub>が装着する液晶シャッタ眼鏡20<sub>2</sub>は、上記オペレータOP<sub>1</sub>が装着する液晶シャッタ眼鏡20<sub>1</sub>と同様の構成のため、詳細な説明を省略する。

## 【 0 1 6 1 】

図35に示すように、制御装置15は、単数または複数のCPU34、RAM36、ROM38、及び入出力ポート40を含んだマイクロコンピュータで構成され、各々コマンドやデータ授受が可能なようにバス42によって接続されている。この入出力ポート40にはドライバ43を介して赤外線送信機17が接続されると共に、ドライバ44を介して位

10

20

30

40

50

置入力装置 18 が接続されている。また、入出力ポート 40 にはドライバ 46 を介してオペレータ OP<sub>1</sub> についての位置センサ 22<sub>1</sub> が接続され、ドライバ 48 を介してオペレータ OP<sub>2</sub> についての位置センサ 22<sub>2</sub> が接続されている。また、プロジェクタ 12 は、ドライバ 50 を介して入出力ポート 40 に接続されている。さらに、入出力ポート 40 には、ドライバ 52 を介してモータ 28 が接続され、ドライバ 54 を介して磁界発生装置 30 が接続されている。また、入出力ポート 40 にはドライバ 56 を介してキーボード 32 が接続されている。また、ROM 38 には、後述する処理ルーチンが記憶されている。

#### 【0162】

また、入出力ポート 40 には、記録媒体としてのフロッピーディスク 37 が挿抜可能なフロッピーディスクユニット (FDU) 35 が接続されている。なお、後述する処理ルーチン等は、FDU 35 を用いてフロッピーディスク 37 に対して読み書き可能である。従って、後述する処理ルーチンは、ROM 38 に記憶することなく、予めフロッピーディスク 37 に記録しておき、FDU 35 を介してフロッピーディスク 37 に記録された処理プログラムを実行してもよい。また、制御装置 14 にハードディスク装置等の大容量記憶装置 (図示省略) を接続し、フロッピーディスク 37 に記録された処理プログラムを大容量記憶装置 (図示省略) へ格納 (インストール) して実行するようにしてもよい。また、記録媒体としては、CD-ROM 等の光ディスクや、MD, MO 等の光磁気ディスクがあり、これらを用いるときには、上記 FDU 35 に代えてまたはさらに CD-ROM 装置、MD 装置、MO 装置等を用いればよい。

#### 【0163】

なお、本実施の形態における位置入力装置は、上記実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

#### 【0164】

次に、本実施の形態の作用を説明する。

立体画像表示装置 11 に電源が投入されると、制御装置 15 において、図 36 の処理ルーチンが実行される。まず、オペレータ OP<sub>1</sub> について、上記実施の形態と同様に、実際の空間位置と位置センサで検出した仮想空間となり得べき空間位置との誤差を補正するための空間補正処理が行われ (ステップ 100)、スクリーン 16 上に表示される画像の 3次元位置を正確に把握するためのスクリーン位置設定処理が行われ (ステップ 102)、オペレータ OP<sub>1</sub> の実際の視点位置を定めるための視点位置設定処理が行われる (ステップ 104)。次のステップ 105 では、全てのオペレータについて上記処理が終了したか否かを判断する。上記では、オペレータ OP<sub>1</sub> のみ行ったため、ステップ 105 で否定され、ステップ 100 へ戻りオペレータ OP<sub>2</sub> について上記と同様の処理を行った後、ステップ 107 へ進む。次のステップ 107 では、上記のように設定された複数 (本実施の形態では 2 人) のオペレータの中から、立体画像の目視対象となる優先観察者を定めて、その優先観察者について、空間補正された仮想空間上に上記設定されたスクリーン位置及び優先観察者の視点位置を採用して立体画像表示が行われる。

#### 【0165】

次に、図 36 のステップ 107 の立体画像表示処理の詳細を説明する。上記ステップ 100 ~ ステップ 105 において、各オペレータの設定が終了すると、以下に説明するようにして立体画像表示が行われる。

#### 【0166】

本実施の形態では、立体画像を表示する所定時間毎に優先観察者を設定して立体画像を表示するものである。立体画像表示処理が開始されると、図 38 の立体画像表示処理ルーチンが実行される。まず、図 38 のステップ 300 において、立体画像を表示するときの基準となる基準点を設定すると共に、複数のオペレータの中から対象となるオペレータを定めるための優先領域を設定する。次のステップ 302 では、設定された基準点及び優先領域を用いて複数のオペレータの中から立体画像の表示対象となる優先観察者を定め、次のステップ 304 において、優先観察者の視点による立体画像を生成し、表示する。

#### 【0167】

このように、複数のオペレータの中から立体画像の表示対象となる優先観察者を定め、優先観察者の視点による立体画像を生成し、表示するので、立体画像を目視するオペレータが唯一となることはなく、複数のオペレータに対して立体画像を提示することができる。

【0168】

次に、上記基準点及び優先領域の設定処理（図38のステップ300）の詳細を説明する。まず、車両の運転席に着座する乗員を想定し、基準とした、基準点及び優先領域の設定する第1の基準領域設定処理を説明する。

【0169】

第1の基準領域設定処理、すなわち基準点及び優先領域の設定処理が開始されると、図39の設定処理ルーチンが実行され、ステップ310へ進む。

10

【0170】

ステップ310では、車両の運転席や助手席等の座席シート位置や座席シート間距離、全長、車幅、車高等の車両情報が読み取られる。次のステップ312では、上記読み取った車両情報を用いて、その車両の運転席に標準体型の乗員が着座したときの標準視点を算出し、その標準視点を基準点P<sub>0</sub>に設定する。次のステップ314では、上記で設定された基準点から優先領域を求める。この優先領域は、基準点から一定距離までの空間や予め定めた関数により導出される形状空間、また基準点を含む予め定めた形状による空間を優先領域として求めてもよい。次のステップ316では、上記基準点及び優先領域が設定されたので、この後の処理で優先観察者を設定することを可能とするため、優先観察者をインシャライズ（リセット）して本ルーチンを終了する。

20

【0171】

このように、第1の基準領域設定処理では、車両の運転席の乗員についての標準視点を基準点P<sub>0</sub>に設定し、その基準点から優先領域を求めているので、車両の運転席周辺に関する立体画像、すなわち運転席に着座した乗員（ドライバ）に対して提示すべき立体画像を、複数のオペレータに対して提示することが可能となる。

【0172】

次に、第2の基準領域設定処理を説明する。第2の基準領域設定処理は、複数のオペレータの中から仮の優先観察者を設定し、その仮の優先観察者の視点を基準とした、基準点及び優先領域の設定する処理である。

【0173】

第2の基準領域設定処理が開始されると、図40の設定処理ルーチンが実行され、ステップ320へ進む。

30

【0174】

ステップ320では、仮の優先観察者を指定する。この仮の優先観察者の指定は、処理が開始されるときやステップ320の実行時に何れかのオペレータを優先観察者として入力してもよく、予め定めたオペレータを優先観察者として設定してもよい。仮の優先観察者が設定されたときには、赤外線送信機17から各オペレータが装着した液晶シャッタ眼鏡へ向けて赤外線によるデータ送信が行われ、仮の優先観察者の液晶シャッタ眼鏡（本実施の形態では、20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>の何れか）のLED29が点灯し、優先観察者であることを他のオペレータに対して報知する。なお、赤外線送信機17からのデータ送信では、赤外線受信機27が信号を受信し、LED31が点灯してデータ受信中であることを報知している。なお、ステップ320における仮の優先観察者の設定は、詳細を後述する処理（図41～図43）で優先観察者を決定してもよい。

40

【0175】

次のステップ322では、上記で設定された仮の優先観察者を着座させ、その着座させた位置による視点を基準点P<sub>0</sub>として設定する。着座位置による視点の設定は、設定された仮の優先観察者の位置センサ（22<sub>1</sub>、または、22<sub>2</sub>）により、磁界発生装置30から発生された磁界を検出して、位置センサが位置する3次元座標及び方向を検出し、視点を求め設定できる。

【0176】

50

上記のようにして第2の基準領域設定処理における基準点の設定は終了したが、その基準点から優先領域を定める必要がある。第2の基準領域設定処理では、以下のようにして、基準点から予め定めた優先領域を求めたり、仮の優先観察者の指示で優先領域を定めたりしている。

【0177】

次のステップ324では、仮の優先観察者の指示で優先領域を定めるか否かを判別するため、指定した優先観察者を移動させるか否かを判断する。この判断値は、処理開始時にフラグ等で予め定められており、そのフラグ等を読み取った値を判別することで判断する。基準点から予め定めた優先領域を求めるときには優先観察者を移動させる必要がなく、ステップ324で否定され、次のステップ326において、上記ステップ314と同様に、基準点から一定距離や所定関数により導出される形状空間等により優先領域を求める。

10

【0178】

一方、仮の優先観察者の指示で優先領域を定めるときには優先観察者を移動させることが必要であるので、ステップ324で肯定され、次のステップ328において、優先観察者を移動させる指示を行うと共に、移動範囲から優先領域を求める。この移動範囲は、優先観察者が座席シートに着座しているときに体勢を変更する自己の許容範囲や、他のオペレータに優先観察者に対する立体画像を提示するための許容範囲がある。なお、移動範囲から優先領域を求める場合、優先観察者の位置センサ(22<sub>1</sub> または、22<sub>2</sub>)の移動範囲を、磁界発生装置30から発生された磁界により検出して、その範囲から一定距離までの空間や予め定めた関数により導出される形状空間を優先領域として求めてもよい。

20

【0179】

このように、第2の基準領域設定処理では、複数のオペレータの中から指定したオペレータについての視点を基準点P<sub>0</sub>に設定し、その基準点から優先領域を求めたり、オペレータの移動範囲から優先領域を求めたりしているので、オペレータが位置する任意の座席位置やオペレータが維持する車両内外の位置等の周辺を視点とした立体画像を、複数のオペレータに対して提示することが可能となる。

【0180】

次に、上記のようにして設定された基準点及び優先領域を用いて複数のオペレータの中から立体画像の表示対象となる優先観察者を定める処理(図38のステップ302)の詳細を説明する。

30

【0181】

基準点に基づき設定された優先領域が定められたとき、本来立体画像を表示する基準となる基準点まで最短距離で到達するオペレータが、1または複数のオペレータの中で、優先観察者となり得る可能性が高い。そこで、第1の優先観察者設定処理は、1または複数のオペレータが存在するときに、基準点までの距離から優先観察者を設定するものである。

【0182】

第1の優先観察者設定処理が実行されると、図41のステップ330へ進み、各オペレータの視点を求め、次のステップ332において各オペレータの視点から基準点までの距離を求める。各オペレータの視点は、各オペレータの位置センサ(本実施の形態では、位置センサ22<sub>1</sub> または、22<sub>2</sub>)により、磁界発生装置30から発生された磁界を検出して、位置センサが位置する3次元座標及び方向を検出し、視点を求めることができる。次のステップ334では、ステップ332で求めた距離のうち最短距離、すなわち基準点に最も近いオペレータを優先観察者として設定する。

40

【0183】

図44(1)に示すように、例えば、オペレータP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が優先領域Areaの外に存在するとき、オペレータP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>の基準点P<sub>0</sub>までの距離はL<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>(L<sub>1</sub><L<sub>2</sub>)となり、オペレータP<sub>1</sub>を優先観察者として設定する。また、図44(2)に示すように、オペレータP<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>が優先領域Areaの内に存在するときは、オペレータP<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>の基準点P<sub>0</sub>までの距離はL<sub>3</sub>、L<sub>4</sub>(L<sub>3</sub>>L<sub>4</sub>)となり、オペレータP<sub>4</sub>を優先観察者として設定する。なお、複数のオペレータのうち優先領域Areaの内外に分散して

50

存在する場合も同様であり、基準点まで最短距離のオペレータを優先観察者とする。

【0184】

このように、基準点まで最短距離のオペレータを優先観察者とするので、複数のオペレータの中から、容易に優先観察者を設定することができる。

【0185】

上記第1の優先観察者設定処理では、基準点まで最短距離のオペレータを優先観察者に設定したが、同一距離であるオペレータが複数存在するときには設定することができない。そこで、第2の優先観察者設定処理は、優先領域までの距離が最短のオペレータを優先観察者に設定するものである。

【0186】

第2の優先観察者設定処理が実行されると、図42のステップ340へ進み、優先領域内にオペレータが存在するか否かを判断する。優先領域内にオペレータが存在しないときは、ステップ340で否定され、ステップ346へ進み、上記ステップ330と同様にして各オペレータの視点を求め、次のステップ347において各オペレータの優先領域までの距離を求める。次のステップ348では、ステップ347で求めた距離のうち最短距離、すなわち優先領域に最も近いオペレータを優先観察者として設定する。

【0187】

一方、優先領域内にオペレータが存在するときは、ステップ340で肯定され、ステップ342へ進み、存在するオペレータが複数か否かを判断する。単数であるときは、ステップ342で否定され、ステップ345でそのオペレータを優先観察者として設定する。複数であるときはステップ342で肯定され、ステップ344において、基準点まで最短距離のオペレータが優先観察者として設定される。なお、このステップ344の処理は、第1の優先観察者設定処理(図41)のステップ330乃至ステップ334のように、各オペレータの視点、及び各オペレータの視点から基準点までの距離を求め、最短距離、すなわち基準点に最も近いオペレータを優先観察者として設定すればよい。

【0188】

図44(3)に示すように、例えば、オペレータ $P_5$ 、 $P_6$ が優先領域Areaの外に存在するとき、オペレータ $P_5$ 、 $P_6$ の優先領域Areaまでの最短距離は $L_5$ 、 $L_6$ ( $L_5 < L_6$ )であり、オペレータ $P_5$ を優先観察者として設定する。また、図44(4)に示すように、オペレータ $P_7$ 、 $P_8$ は優先領域Areaの外に存在するが基準点までの距離が同一であるとき、オペレータ $P_7$ 、 $P_8$ の優先領域Areaまでの最短距離は $L_7$ 、 $L_8$ ( $L_7 > L_8$ )であり、オペレータ $P_8$ を優先観察者として設定する。

【0189】

このように、優先領域からはずれたオペレータで基準点までの距離が同一であるオペレータが複数存在しても、優先領域まで最短距離のオペレータを優先観察者に設定するので、優先領域の大きさや形状に応じて優先観察者を設定することができ、複数のオペレータの中から容易に優先観察者を設定することができる。

【0190】

上記第2の優先観察者設定処理では、優先領域外の複数のオペレータが基準点までの距離が同一であっても優先観察者を設定することができたが、優先領域内にオペレータが複数存在するときには設定することができない。そこで、第3の優先観察者設定処理は、優先領域から優先領域外へ移動するための距離が最短のオペレータを優先観察者に設定するものである。なお、第3の優先観察者設定処理は第2の優先観察者設定処理と略同様のため、同一部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0191】

第3の優先観察者設定処理が実行されると、図43の処理ルーチンが実行される。まず、優先領域内にオペレータが存在するか否かを判断し(ステップ340)、オペレータが存在しないとき(否定判断)、ステップ349において、図42のステップ346乃至ステップ348と同様に、各オペレータの視点及び優先領域までの距離を求め、優先領域に最も近いオペレータを優先観察者として設定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 9 2 】

一方、優先領域内に1オペレータのみが存在するときは(ステップ340で肯定、ステップ342で否定)、そのオペレータを優先観察者として設定する(ステップ345)。優先領域内に複数のオペレータが存在するときは(ステップ340、342で肯定)、ステップ350へ進み、上記ステップ330と同様にして各オペレータの視点を求め、次のステップ352において各オペレータの優先領域外へ移動するための最短距離を求める。次のステップ354では、ステップ352で求めた距離のうち最長の距離、すなわち優先領域外へ移動するのが最も困難なオペレータを優先観察者として設定する。

## 【 0 1 9 3 】

図44(5)に示すように、オペレータ $P_9$ 、 $P_{10}$ が優先領域Areaの外に存在するとき、オペレータ $P_9$ 、 $P_{10}$ の優先領域Areaまでの最短距離は $L_9$ 、 $L_{10}$ ( $L_9 < L_{10}$ )であり、オペレータ $P_9$ を優先観察者として設定する。また、図44(6)に示すように、オペレータ $P_{11}$ 、 $P_{12}$ は優先領域Areaの外に存在するが基準点までの距離は同一である。このとき、オペレータ $P_{11}$ 、 $P_{12}$ の優先領域Areaの外へ移動するための最短距離は $L_{11}$ 、 $L_{12}$ ( $L_{11} > L_{12}$ )であり、優先領域外への移動が最も困難なオペレータ $P_{11}$ を優先観察者として設定する。

10

## 【 0 1 9 4 】

このように、優先領域の外への移動が最も困難なオペレータを優先観察者としているので、基準点までの距離が同一であるオペレータが複数存在しても、優先領域の大きさや形状に応じて優先観察者を設定することができ、複数のオペレータの中から容易に優先観察者を設定することができる。

20

## 【 0 1 9 5 】

次に、上記立体画像の生成・表示処理(図38のステップ304)の詳細を説明する。まず、複数のオペレータの各々について、順次立体画像を提示する第1の立体画像生成表示処理を説明する。

## 【 0 1 9 6 】

上記のように図38のステップ304が実行されて、立体画像の生成・表示処理が開始されると、第1の立体画像生成表示処理が実行されて、図45のステップ360へ進む。ステップ360では、上記のようにして設定された優先観察者について、その視点における立体画像を生成、すなわち、右眼用画像及び左眼用画像が生成される。次のステップ362では、全てのオペレータの人数 $N$ を検知する。この人数検知は、本処理が実行される以前にキーボードから入力するようにしてもよく、予め設定していてもよい。また、本実施の形態では、人数検知はオペレータの位置センサ(22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>)からの入力数によって検知することができる。

30

## 【 0 1 9 7 】

次のステップ364では、カウンタ値 $i$ を初期化( $i = 1$ )して、次のステップ366においてオペレータ $i$ の右眼用の画像を表示し、次のステップ368においてオペレータ $i$ のみの液晶シャッタ眼鏡の右眼用液晶シャッタを透過状態とする。これにより、オペレータ $i$ の右眼にのみ画像が提示され、オペレータ $i$ の左眼及び他のオペレータの右眼及び左眼には画像提示されることがない。なお、オペレータ $i$ の右眼用の画像は、優先観察者の視点による画像をオペレータ $i$ の視点で補正することが好ましいが、優先観察者による目視状態に近づけるため、優先観察者の視点による画像をそのまま提示してもよい。

40

## 【 0 1 9 8 】

次のステップ370では、オペレータ $i$ の左眼用の画像を表示し、次のステップ372においてオペレータ $i$ のみの液晶シャッタ眼鏡の左眼用液晶シャッタを透過状態とする。これにより、オペレータ $i$ の左眼にのみ画像が提示され、オペレータ $i$ の右眼及び他のオペレータの右眼及び左眼には画像提示されることがない。

## 【 0 1 9 9 】

次のステップ374では、 $i > N$ か否かを判断し、 $i = N$ で否定判断の場合には次のオペレータに画像を提示するため、ステップ376でカウンタ値 $i$ をインクリメント( $i = i$

50

+ 1) し、ステップ 366 へ戻り、上記処理を繰り返す。一方、 $i > N$  でステップ 374 において肯定判断の場合には、ステップ 378 において、終了指示がなされたか否かを判断する。このステップ 378 の判断は、例えば、キーボードからの終了コマンドの入力やオペレータの全てが優先領域から逸脱した状態で肯定されるようにすればよい。画像表示を継続するときはステップ 378 で否定され、ステップ 364 へ戻り、画像表示を終了するときはステップ 378 で肯定され、本ルーチンを終了する。

【0200】

次に、複数のオペレータの各々の右眼または左眼について、順次立体画像を提示する第2の立体画像生成表示処理を説明する。

【0201】

第2の立体画像生成表示処理が実行されると、図46の処理ルーチンが実行され、優先観察者の視点での立体画像を生成し(ステップ360)、全オペレータの人数 $N$ を検知する(ステップ362)。次のステップ380では、右眼用カウンタ値 $i$ 、及び左眼用カウンタ値 $j$ を初期化( $i = 1, j = 1$ )して、次のステップ366においてオペレータ $i$ の右眼用の画像を表示し、次のステップ368においてオペレータ $i$ のみの液晶シャッタ眼鏡の右眼用液晶シャッタを透過状態とする。次のステップ374では、 $i > N$ か否かを判断し、 $i = N$ で否定判断の場合には次のオペレータの右眼に画像を提示するため、ステップ376でカウンタ値 $i$ をインクリメント( $i = i + 1$ )し、ステップ366へ戻り、上記処理を繰り返す。

【0202】

一方、 $i > N$ でステップ374において肯定判断の場合には、左眼への画像提示を開始するため、ステップ382へ進み、オペレータ $j$ の左眼用の画像を表示し、次のステップ384においてオペレータ $j$ のみの液晶シャッタ眼鏡の左眼用液晶シャッタを透過状態とする。次のステップ386では、 $j > N$ か否かを判断し、 $j = N$ で否定判断の場合には次のオペレータの左眼に画像を提示するため、ステップ388でカウンタ値 $j$ をインクリメント( $j = j + 1$ )し、ステップ382へ戻り、上記処理を繰り返す。一方、 $j > N$ でステップ386において肯定判断の場合には、ステップ390において、終了指示がなされたか否かを判断する。画像表示を継続するときはステップ390で否定され、ステップ364へ戻り、画像表示を終了するときはステップ390で肯定され、本ルーチンを終了する。

【0203】

以上説明したように、本実施の形態では、複数のオペレータが存在する場合に、基準点及び優先領域を設定し、その基準点及び優先領域から優先観察者を定めている。この優先観察者について、立体画像を表示しているため、複数のオペレータが存在する場合であっても、各々のオペレータに対して立体画像を提示することができる。

【0204】

なお、上記優先観察者の視点での立体画像の生成は(図45、図46のステップ360)、上記実施の形態で説明したように、仮想空間に表示された実際の物体に相当する仮想物体の認知に関するオペレータの知覚特性のばらつきを考慮して、仮想物体をオペレータにとって正しい位置に知覚させるために補正することが好ましい。

【0205】

すなわち、仮想空間上に仮想物体を表示するための画像データを読み取ると共に、位置センサ22を読み取ってオペレータの位置を読み取って、上記設定した視点位置等を用いて後述するように画像データを補正して、補正された画像データによって次のステップ206で立体画像を表示する(図18参照)。

【0206】

〔第3実施の形態〕

次に、第3実施の形態を説明する。本実施の形態は、複数のオペレータに対して立体画像を提示するため、優先観察者の有無に応じて立体画像を表示する場合に本発明を適用したものである。なお、本実施の形態は、上記実施の形態と同様の構成であるため、同一部分

10

20

30

40

50

には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0207】

上述のようにして、各オペレータの設定が終了すると、立体画像表示が行われる（図36のステップ107）。本実施の形態では、優先観察者有無に応じて立体画像を表示する。立体画像表示処理が開始されると、図47の立体画像表示処理ルーチンが実行される。まず、立体画像を表示するときの基準となる基準点を設定すると共に、複数のオペレータの中から対象となるオペレータを定めるための優先領域を設定する（ステップ300）。基準点及び優先領域の設定が終了すると、ステップ392において、優先観察者が存在するか否かを判断する。本処理ルーチンが起動したときには、優先観察者が定められていないので、初回のみステップ392は否定される。ステップ392で否定されると、上記設定された基準点及び優先領域を用いて複数のオペレータの中から立体画像の表示対象となる優先観察者を定め（ステップ302）、優先観察者の視点による立体画像を生成し、表示する（ステップ304）。

10

【0208】

一方、優先観察者が存在するときは、ステップ392で肯定され、ステップ394において、その優先観察者が優先領域内に存在しているか否かを判断する。優先観察者が優先領域内に不在であるときは、ステップ394で否定され、上記と同様にして優先観察者を決定した後に、立体画像を生成して表示する（ステップ302、304）。優先観察者が優先領域内に存在するときは、ステップ394で肯定され、その優先観察者の視点で立体画像を生成して表示する（ステップ306）。

20

【0209】

このように、本実施の形態では、優先観察者の存在の有無を判断すると共に、優先観察者が優先領域外または優先観察者が不在のときにのみ優先観察者を定めて、その優先観察者の視点による立体画像を生成し表示するので、表示される立体画像を優先観察者を基準として維持させることができる。

【0210】

〔第4実施の形態〕

次に、第4実施の形態を説明する。本実施の形態は、複数のオペレータに対して立体画像を提示するため、優先観察者の有無及び優先領域内のオペレータの有無に応じて立体画像を表示する場合に本発明を適用したものである。なお、本実施の形態は、上記実施の形態と同様の構成であるため、同一部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

30

【0211】

上述のようにして、各オペレータの設定が終了すると、立体画像表示が行われる（図36のステップ107）。本実施の形態では、優先観察者有無に応じて立体画像を表示する。立体画像表示処理が開始されると、図48の立体画像表示処理ルーチンが実行される。まず、立体画像を表示するときの基準となる基準点を設定すると共に、複数のオペレータの中から対象となるオペレータを定めるための優先領域を設定する（ステップ300）。基準点及び優先領域の設定が終了すると、優先観察者が存在するか否かを判断する（ステップ392）。本処理ルーチンが起動したときには、優先観察者が定められていないので、初回のみステップ392は否定される。ステップ392で否定されると、上記設定された基準点及び優先領域を用いて複数のオペレータの中から立体画像の表示対象となる優先観察者を定め（ステップ302）、優先観察者の視点による立体画像を生成し、表示する（ステップ304）。

40

【0212】

一方、優先観察者が存在（ステップ392で肯定）するときは、その優先観察者が優先領域内に存在しているか否かを判断する（ステップ394）。優先観察者が優先領域内に存在するときは、ステップ394で肯定され、そのまま優先観察者の視点で立体画像を生成して表示する（ステップ306）。優先観察者が優先領域内に不在（ステップ394で否定）であるときは、ステップ396へ進む。ステップ396では、優先領域内にオペレータが存在するか否かを判断する。優先領域内にオペレータが存在するときは、ステップ396

50

で肯定され、上記と同様にして優先領域内に存在するオペレータの中から優先観察者を決定した後に、立体画像を生成して表示する（ステップ302、304）。一方、優先領域内にオペレータが不在のとき（ステップ396で否定）は、優先観察者は優先領域外であるが、新規に優先観察者を定める必要がないと判断し、そのまま優先観察者の視点で立体画像を生成して表示する（ステップ306）。

【0213】

このように、本実施の形態では、優先観察者の存在の有無を判断すると共に、優先観察者が優先領域外または優先観察者が不在でかつ、優先領域内に他のオペレータが存在するときにのみ優先観察者を定めて、その優先観察者の視点による立体画像を生成し表示するので、一時的に優先観察者が席を離れたときであっても表示される立体画像は以前の優先観察者を基準として維持させることができる。

10

【0214】

なお、上記実施の形態では、2人のオペレータに立体画像を提示する場合を説明したが、本発明は、2人に限定されるものではなく、3人以上のオペレータに対して立体画像を提示するときにも適用が可能である。

【0215】

なお、上記実施の形態では、オペレータに立体画像を知覚させるために、構造的な画像の歪を補正して立体画像を提示する場合について説明したが、提示する画像の色を補正対象として画像を補正してもよい。

【0216】

20

【発明の効果】

以上説明したように請求項1に記載した発明によれば、視点位置入力手段により立体視眼鏡近傍に位置する眼球の位置が入力され、表示位置入力手段により表示手段の表示領域上の位置が入力されるので、表示手段の表示領域上の位置と眼球の位置とが正確に対応され、仮想立体空間内に表示された仮想物体は実際の物体に相当する高精度の表示が可能となる、という効果がある。

【0217】

請求項2に記載した発明によれば、表示手段の反射部材に写し出されたオペレータの瞳を視点位置入力手段で入力することができ、表示手段上の位置の入力が視点位置を正確に対応され、視点位置入力の精度が向上する、という効果がある。

30

【0218】

請求項3に記載した発明によれば、視点位置入力手段の位置を位置入力部で入力できると共に位置入力部に対して基準視軸を形成する照準部で視点位置を入力できるので、表示手段上の位置を正確に特定することができると共に、その特定できる位置を指示した自己の位置を正確に入力することができる、という効果がある。

【0219】

請求項4に記載した発明によれば、視点位置入力手段の検出部により眼球の回転を検出し検出された眼球の回転から視点位置を入力できるので、正確に視点位置を入力することができる、という効果がある。

【0220】

40

請求項5に記載した発明によれば、視点位置入力手段の検出手段により眼球の回転を検出し検出された眼球の回転から視点位置を入力できるので、正確に視点位置を入力することができる、という効果がある。

【0221】

請求項6に記載した発明によれば、表示位置入力手段の位置入力部で自己の位置を入力できると共に、光照射部が位置入力部に対して基準光軸を形成するので、自己の位置及び基準光軸の光の照射で表示領域上の位置を入力でき、表示手段上を指示した位置の延長線上の自己の位置を正確に入力することができる、という効果がある。

【0222】

請求項7に記載した発明によれば、仮想立体空間内の知覚位置と、視点位置入力手段で入

50

力する位置及び表示位置入力手段で入力する位置の少なくとも一方の位置との予め求めた対応関係から仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を補正することができるので、仮想物体を表示するための仮想立体空間の座標を容易に補正することができ、高精度で仮想物体を表示することができる、という効果がある。

【0223】

請求項8に記載した発明によれば、補正手段の対応関係に基づいて仮想物体の左眼用画像及び仮想物体の右眼用画像を計算することによって、より正確な位置に仮想物体を立体画像として得ることができる、という効果がある。

【0224】

請求項9に記載した発明によれば、予め測定された仮想立体空間内に表示した仮想物体の位置と、該仮想物体の知覚位置を測定した測定位置との誤差から対応関係を求めているので、オペレータの知覚特性に応じた仮想物体を表示することができる、という効果がある。

10

【0225】

請求項12に記載した発明によれば、複数の立体視眼鏡のうちの選択手段により選択された立体視眼鏡について、制御手段により定められた仮想立体空間内で仮想物体を表示させているので、複数の立体視眼鏡から知覚対象として選択された立体視眼鏡を装着したオペレータに仮想物体を認知させることが容易に行える、という効果がある。

【0226】

請求項13に記載した発明によれば、複数の立体視眼鏡のうち1つの立体視眼鏡の報知手段から報知された自己の位置に基づいて基準位置を定めるので、立体視眼鏡を装着している各々のオペレータに対して最適な仮想物体を提示することができる、という効果がある。

20

【0227】

請求項14に記載した発明によれば、視点位置または報知手段から報知された位置に基づいて定めた視点位置を基準位置とするので、知覚対象となるオペレータが目視する位置から正確に仮想立体空間に定めて仮想物体を表示させることができる、という効果がある。

【0228】

請求項15に記載した発明によれば、選択手段により基準位置まで最短距離の立体視眼鏡を選択するので、基準位置付近に立体視眼鏡を装着した複数のオペレータが存在しても、その中から最短距離の立体視眼鏡が選択されるので、簡単かつ正確に知覚対象となるオペレータに対して仮想物体を表示させることができる、という効果がある。

30

【0229】

請求項16に記載した発明によれば、存在領域及び報知手段による位置から知覚対象の立体視眼鏡を選択できるので、複数の立体視眼鏡から自動的に知覚対象の立体視眼鏡を選択することもできる、という効果がある。

【0230】

請求項17に記載した発明によれば、立体視眼鏡の左眼用光学素子及び右眼用光学素子として液晶シャッタを用いることができるので、追従性を高速にかつ遮光性の切り替えを容易にすることができ、立体視眼鏡により仮想物体を容易にオペレータに認知させることができる、という効果がある。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態にかかる立体画像表示装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施の形態にかかる立体画像表示装置の制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】位置入力装置の概略構成を示すイメージ図である。

【図4】レーザ光を光軸とする位置入力装置の概略構成を示すイメージ図である。

【図5】照準を備えた位置入力装置の概略構成を示すイメージ図である。

【図6】立体画像表示装置で立体画像を表示させる処理の流れを示すフローチャートであ

50

る。

【図7】立体画像を表示させるための空間補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】スクリーンの位置設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】スクリーンの位置設定処理の過程を説明するためのイメージ図である。

【図10】スクリーンの位置設定の他例の処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】視点位置設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図12】視点位置設定処理の過程を説明するためのイメージ図である。

【図13】視点位置設定の他例の処理の流れを示すフローチャートである。

【図14】視点位置設定の他例の処理の過程を説明するためのイメージ図である。

【図15】注視点から視点位置を設定する処理の流れを示すフローチャートである。

10

【図16】注視点から視点位置を設定する処理の過程を説明するためのイメージ図である。

【図17】注視点から視点位置を設定する他例の処理の流れを示すフローチャートである。

【図18】立体画像表示の処理の流れを示すフローチャートである。

【図19】立体画像表示の過程を説明するためのイメージ図である。

【図20】オペレータによって知覚特性を示す線図であり、(1)は正視状態で仮想物体を目視したときの提示位置と誤差との関係を示し、(2)は斜視状態における関係を示している。

【図21】仮想物体の提示距離と瞳孔間距離の関係を示す線図であり、(1)には、正視状態、(2)は斜視状態の結果を示している。

20

【図22】空間歪みテーブルを生成する処理の流れを示すフローチャートである。

【図23】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第1の補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図24】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第2の補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図25】仮想物体を補正した位置に提示したときの知覚位置の誤差を示し、(1)は正視状態、(2)は斜視状態を示している。

【図26】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第3の補正処理の流れを示すフローチャートである。

30

【図27】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第4の補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図28】画像のふらつき感を減少させつつ補正する処理の流れを示すフローチャートである。

【図29】異なる複数の仮想物体の提示位置の各々に対するスクリーン位置と仮想瞳孔間距離との関係を示す線図である。

【図30】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第6の補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図31】オペレータの提示距離による知覚特性を示す線図であり、(1)は仮想瞳孔間距離固定のときの仮想物体の提示位置と知覚距離の誤差との関係を示し、(2)は仮想瞳孔間距離を補正したときの仮想物体の提示位置と知覚距離の誤差との関係を示している。

40

【図32】オペレータのスクリーン位置による知覚特性を示す線図であり、(1)は仮想瞳孔間距離固定のときのスクリーン位置と知覚距離の誤差との関係を示し、(2)は仮想瞳孔間距離を補正したときのスクリーン位置と知覚距離の誤差との関係を示している。

【図33】立体画像表示の過程を説明するためのイメージ図である。

【図34】本発明の第2実施の形態にかかる立体画像表示装置の概略構成を示すブロック図である。

【図35】立体画像表示装置の制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図36】立体画像表示装置で立体画像を表示させる処理の流れを示すフローチャートである。

50

【図 3 7】立体視眼鏡の概略構成を示す斜視図である。

【図 3 8】第 2 実施の形態における、立体画像表示処理の流れを示すフローチャートである。

【図 3 9】図 3 8 のステップ 3 0 0 の詳細である第 1 の基準領域設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 0】図 3 8 のステップ 3 0 0 の詳細である第 2 の基準領域設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 1】図 3 8 のステップ 3 0 2 の詳細である第 1 の優先観察者設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 2】図 3 8 のステップ 3 0 2 の詳細である第 2 の優先観察者設定処理の流れを示すフローチャートである。 10

【図 4 3】図 3 8 のステップ 3 0 2 の詳細である第 3 の優先観察者設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 4】優先観察者設定の過程を説明するための説明図である。

【図 4 5】図 3 8 のステップ 3 0 4 の詳細である第 1 の立体画像生成表示処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 6】図 3 8 のステップ 3 0 4 の詳細である第 2 の立体画像生成表示処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 7】第 3 実施の形態における、立体画像表示処理の流れを示すフローチャートである。 20

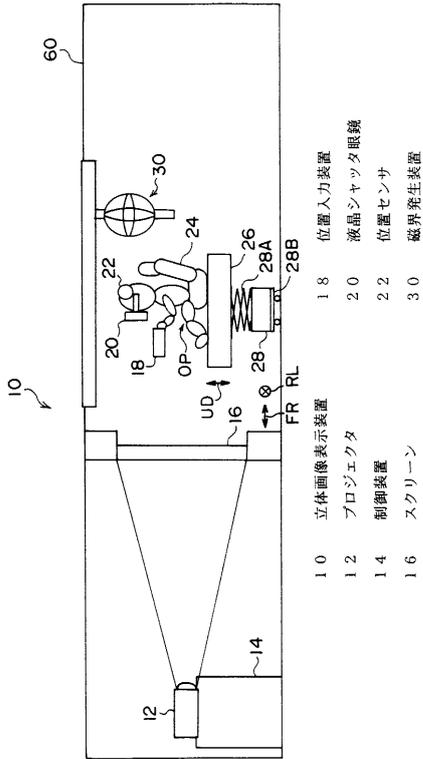
【図 4 8】第 4 実施の形態における、立体画像表示処理の流れを示すフローチャートである。

【図 4 9】オペレータに正しい位置で仮想物体を知覚させるための第 5 の補正処理の流れを示すフローチャートである。

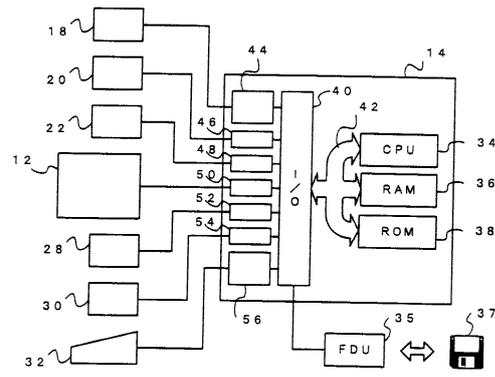
【符号の説明】

- 1 0 立体画像表示装置
- 1 1 立体画像表示装置
- 1 2 プロジェクタ
- 1 4 制御装置
- 1 5 制御装置
- 1 6 スクリーン
- 1 8 位置入力装置
- 2 0 液晶シャッタ眼鏡
- 2 0<sub>1</sub> , 2 0<sub>2</sub> 液晶シャッタ眼鏡
- 2 2 位置センサ
- 2 2<sub>1</sub> , 2 2<sub>2</sub> 位置センサ
- 3 0 磁界発生装置

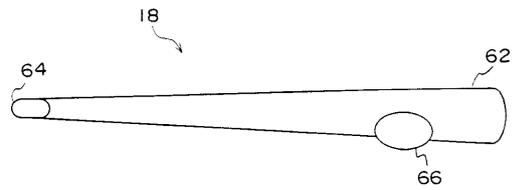
【 図 1 】



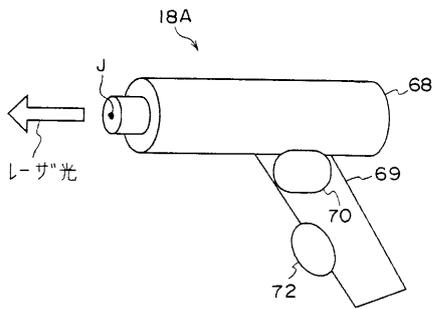
【 図 2 】



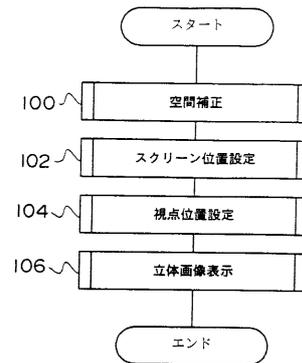
【 図 3 】



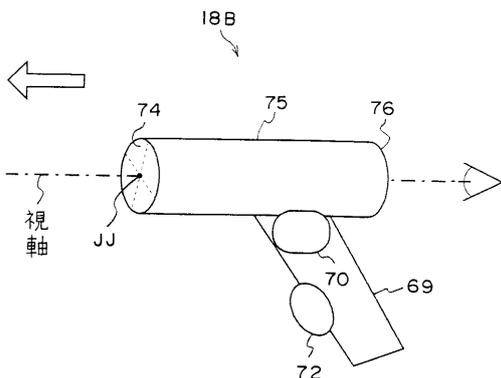
【 図 4 】



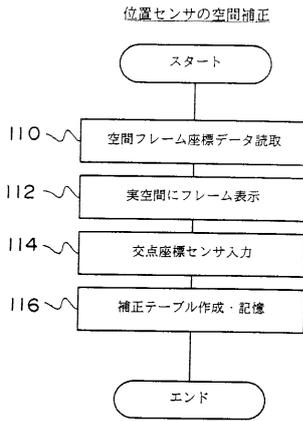
【 図 6 】



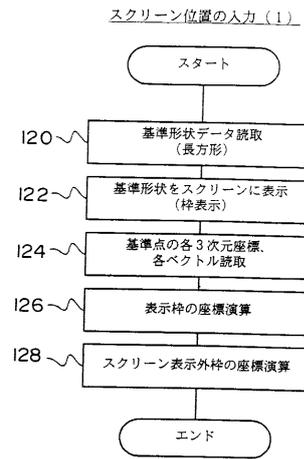
【 図 5 】



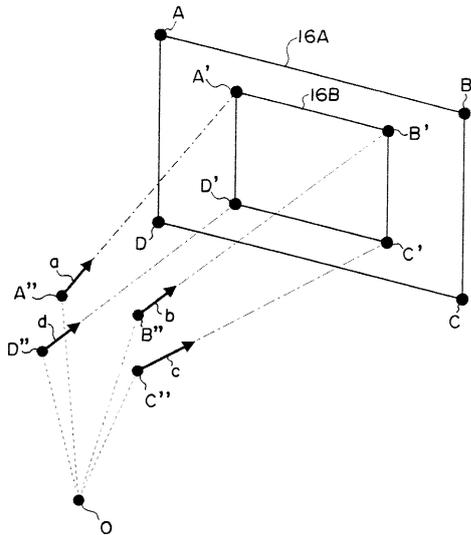
【 図 7 】



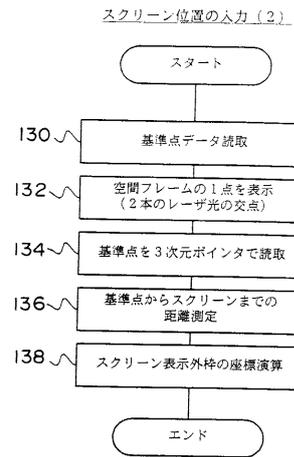
【 図 8 】



【 図 9 】

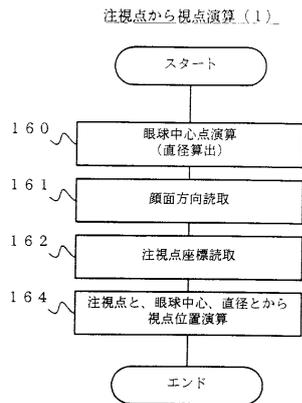


【 図 10 】

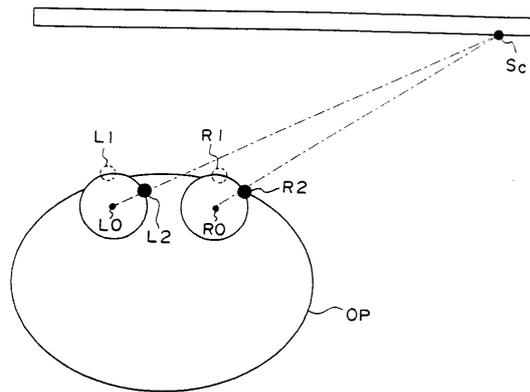




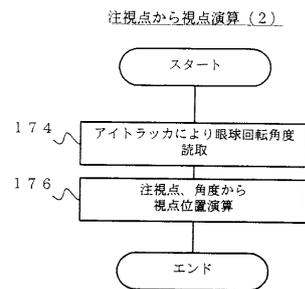
【 図 1 5 】



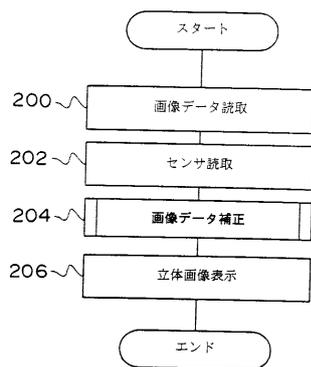
【 図 1 6 】



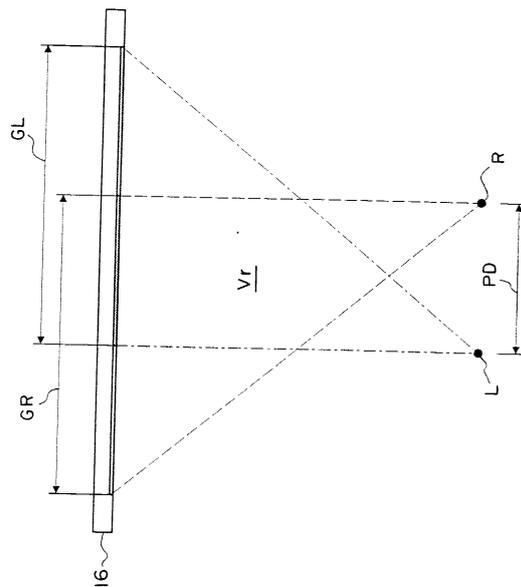
【 図 1 7 】



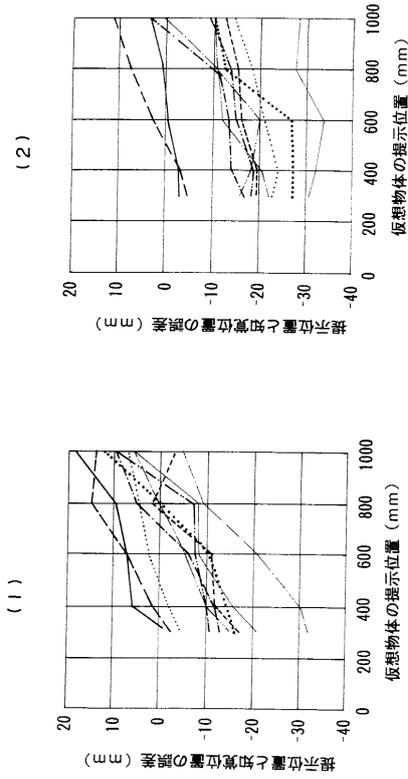
【 図 1 8 】



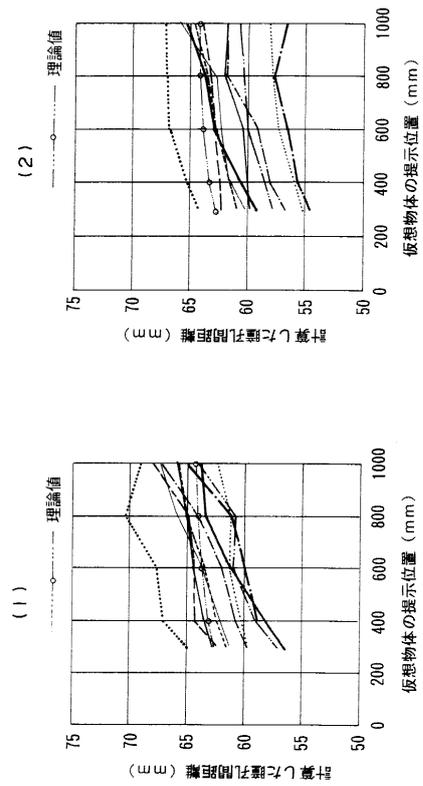
【 図 1 9 】



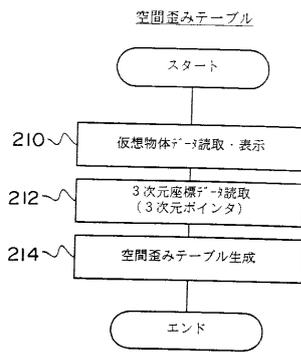
【 図 2 0 】



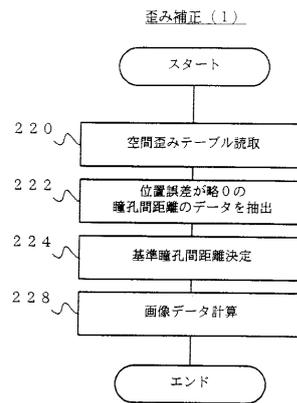
【 図 2 1 】



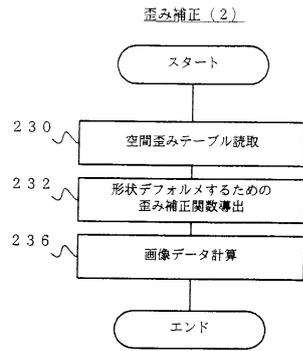
【 図 2 2 】



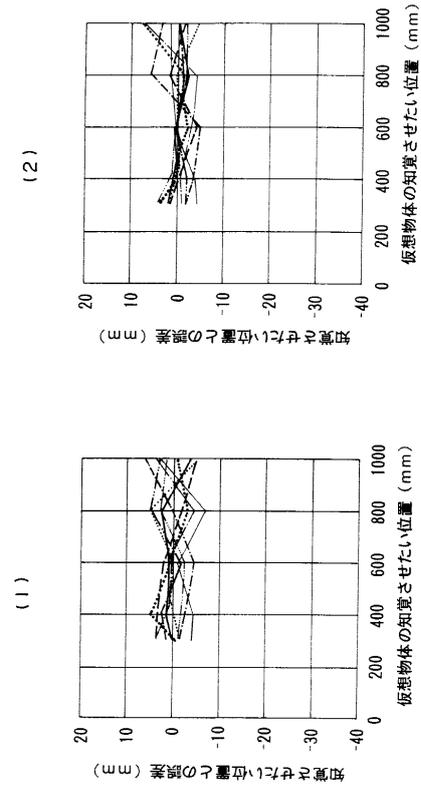
【 図 2 3 】



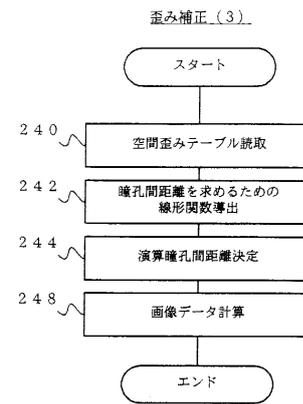
【 図 2 4 】



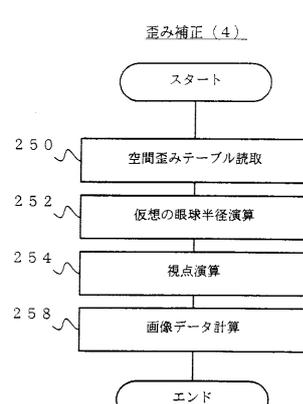
【 図 2 5 】



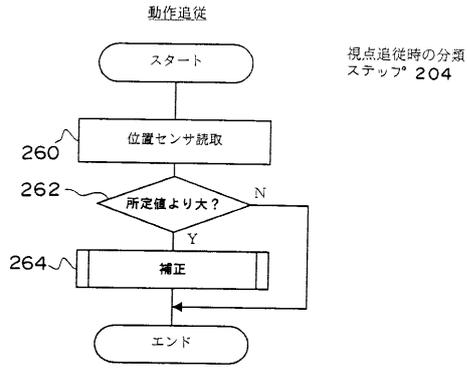
【 図 2 6 】



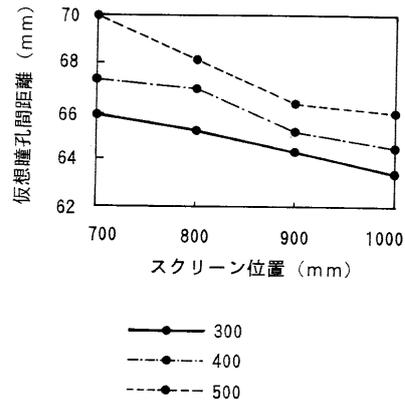
【 図 2 7 】



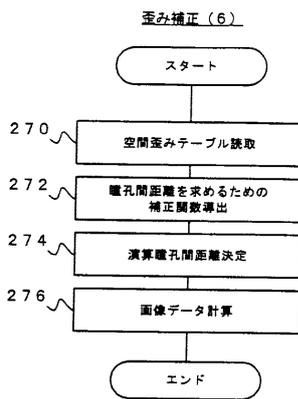
【図 28】



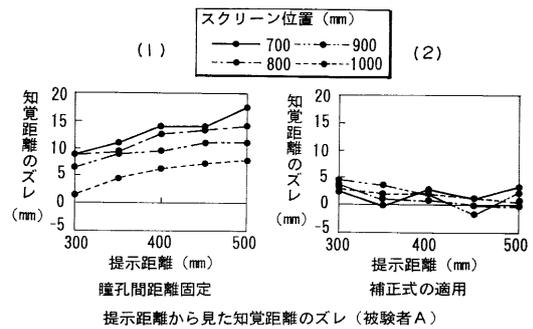
【図 29】



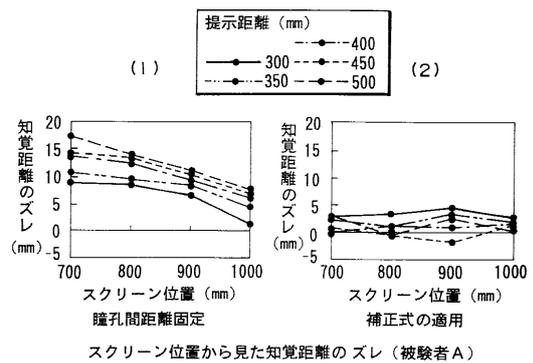
【図 30】



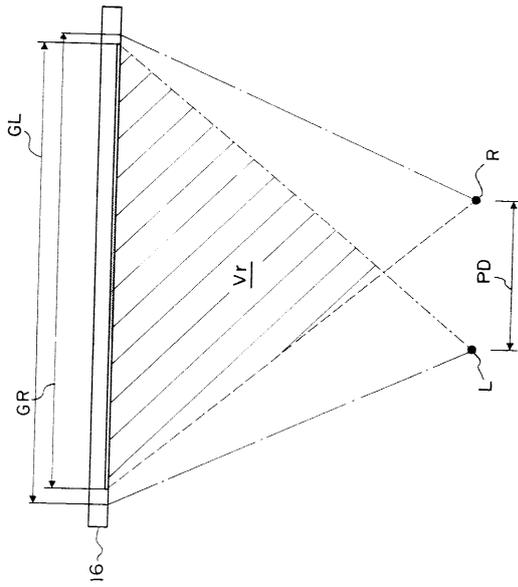
【図 31】



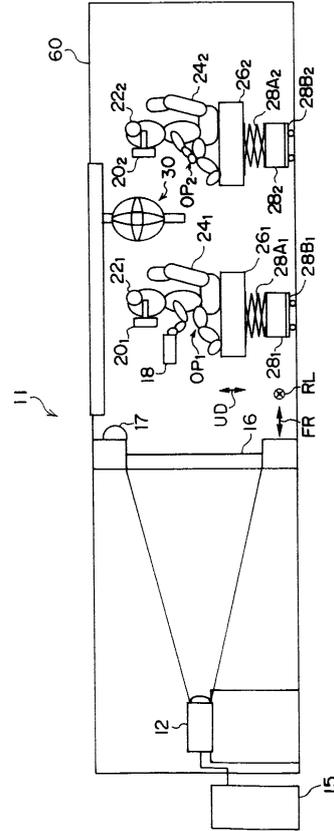
【図 32】



【図33】

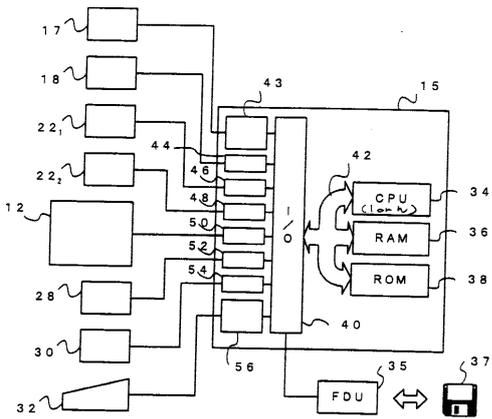


【図34】

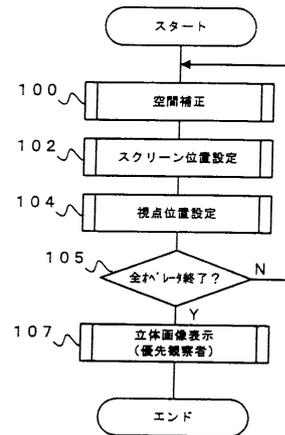


1 1 立体画像表示装置  
 1 5 制御装置  
 2 0 1, 2 0 2 液晶シヤッタ眼鏡  
 2 2 1, 2 2 2 位置センサ

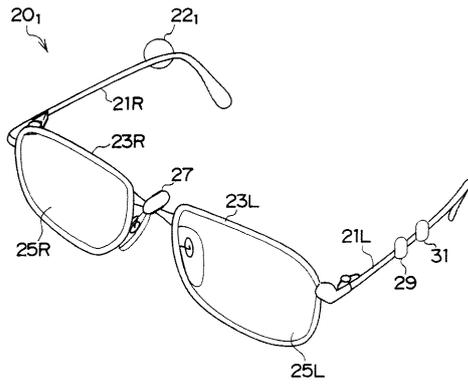
【図35】



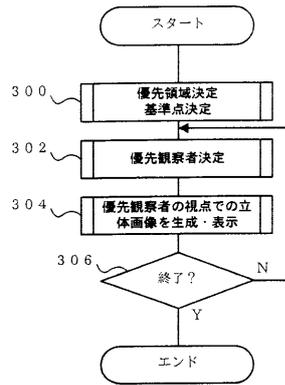
【図36】



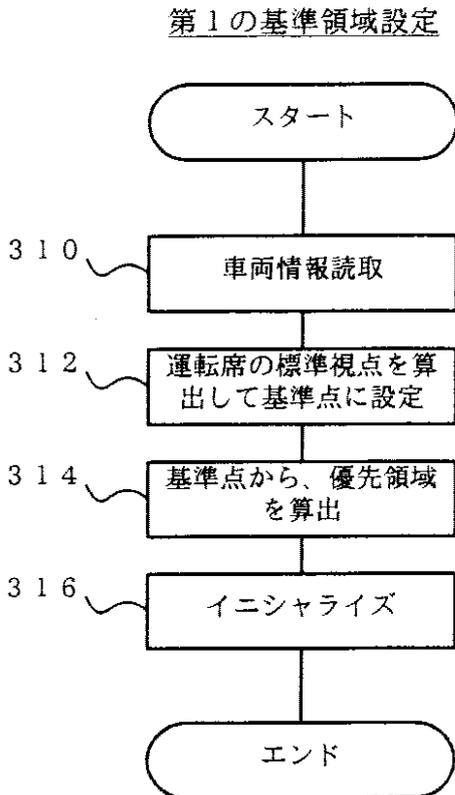
【図37】



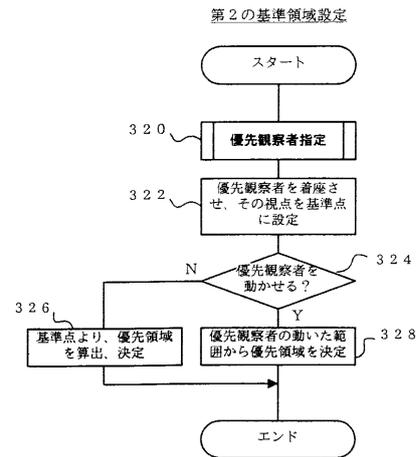
【図38】



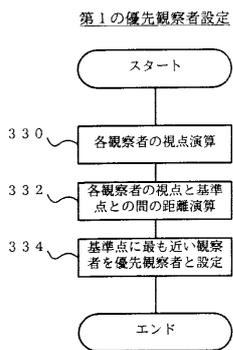
【図39】



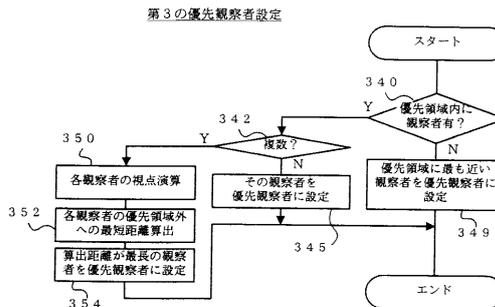
【図40】



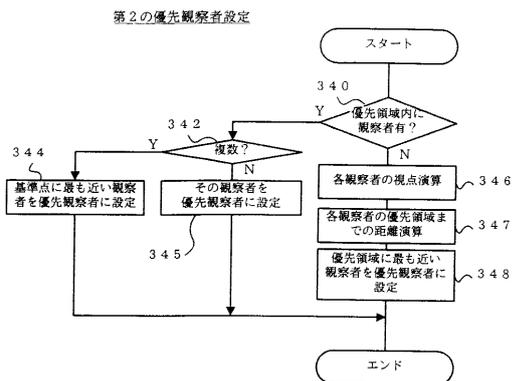
【 図 4 1 】



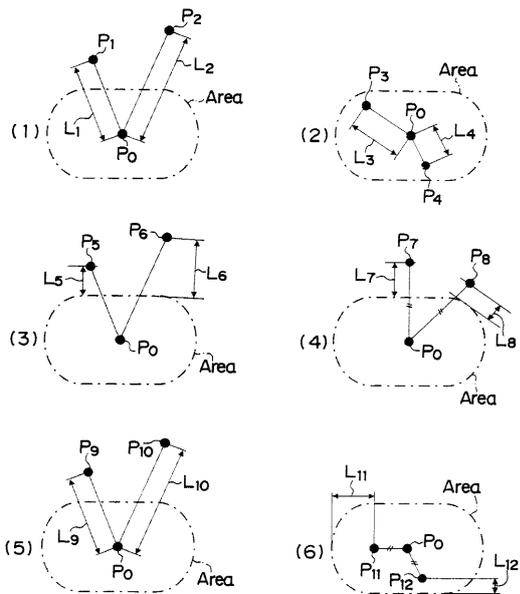
【 図 4 3 】



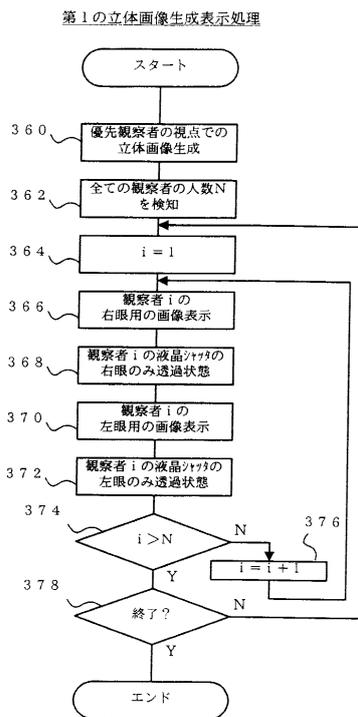
【 図 4 2 】



【 図 4 4 】

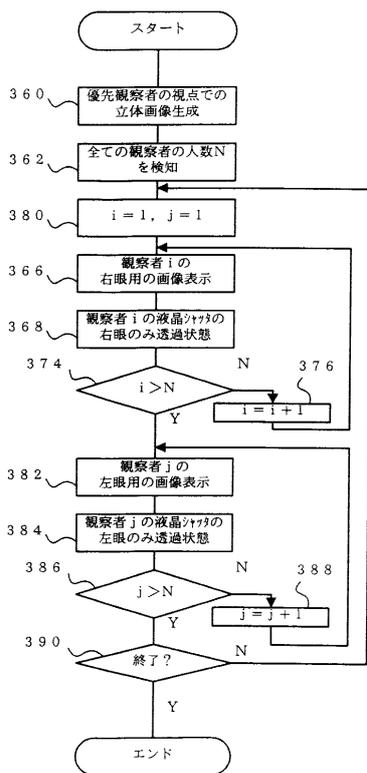


【 図 4 5 】

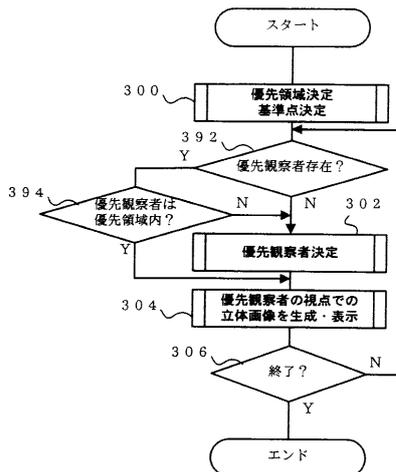


【 図 4 6 】

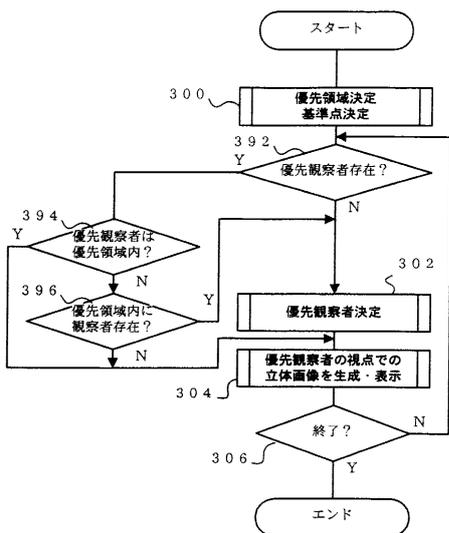
第2の立体画像生成表示処理



【 図 4 7 】

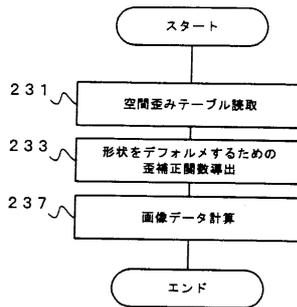


【 図 4 8 】



【 図 4 9 】

歪み補正 (5)



---

フロントページの続き

(72)発明者 大関 徹  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 伊東 和重

(56)参考文献 特開平01-120596(JP,A)  
特開平06-028452(JP,A)  
特開平04-345197(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H04N 13/00