

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-295004

(P2005-295004A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

H04N 13/02

G06T 17/40

F I

H04N 13/02

G06T 17/40

テーマコード (参考)

5B050

5C061

審査請求 有 請求項の数 16 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2004-104148 (P2004-104148)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(74) 代理人 100105924

弁理士 森下 賢樹

(72) 発明者 増谷 健

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 濱岸 五郎

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5B050 AA08 BA08 BA11 CA07 EA24

EA27 FA02 FA06 FA08

5C061 AB01 AB04 AB08

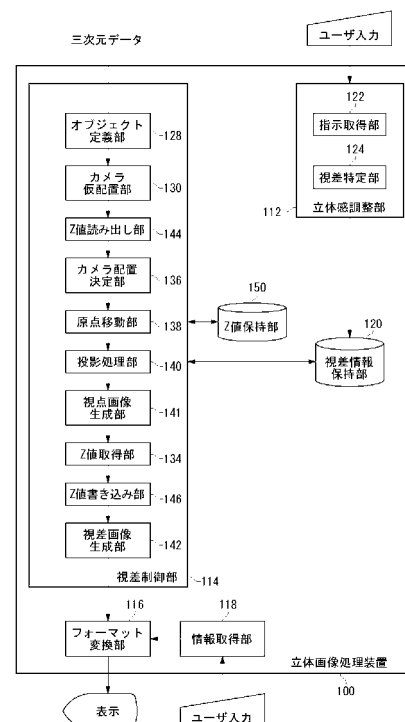
(54) 【発明の名称】 立体画像処理方法および立体画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 立体表示を実現する際の処理全体の高速化についての新たな考察が必要である。

【解決手段】 カメラ配置決定部136は、現フレームにおいて、直前のフレームで取得したZ値およびユーザの適正視差をもとに、オブジェクト空間における本カメラの配置場所を決定する。投影処理を行った後、視差画像生成部142は、視点画像をもとに視差画像を生成する。上述のZ値は、直前のフレームにおいてカメラ配置決定部136により配置された少なくとも1つの本カメラにより取得されたものであり、現フレームでそれを利用することで立体画像処理全体の高速化を実現できる。

【選択図】 図19



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

異なる視点に対応する複数の視点画像をもとにオブジェクトを立体表示する立体画像処理装置であって、

前記立体表示すべきオブジェクトが含まれる仮想空間内の奥行き方向の演算領域の範囲を取得する奥行き値取得部と、

前記取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、複数の異なる視点を前記仮想空間内に配置する視点配置部と、

前記複数の異なる視点からの視点画像をもとに、視差画像を生成する視差画像生成部とを、

備えることを特徴とする立体画像処理装置。

10

【請求項 2】

前記仮想空間内に暫定的に視点を配置する視点仮配置部をさらに備え、前記奥行き値取得部は、前記暫定的に配置された視点に基づき、前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 3】

前記視点仮配置部は、前記仮想空間内に 1 つの視点を暫定的に配置することを特徴とする請求項 2 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 4】

前記視点仮配置部は、前記視点配置部により配置された複数の視点の視野範囲を含む視野範囲を有するよう、視点を前記仮想空間内に配置することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の立体画像処理装置。

20

【請求項 5】

前記視点配置部は、前記奥行き値取得部により取得された前記奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、前記視点仮配置部により暫定的に配置された視点に加え、当該視点が中心にくるよう、2 つの異なる視点を前記仮想空間内に配置することを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれかに記載の立体画像処理装置。

【請求項 6】

前記視点配置部は、前記 2 つの異なる視点の両外側方向に、視点間の距離が前記 2 つの視点の距離間隔となるように、複数の視点を配置することを特徴とする請求項 5 に記載の立体画像処理装置。

30

【請求項 7】

前記奥行き値取得部は、前記視点画像の解像度よりも低い解像度で前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の立体画像処理装置。

【請求項 8】

前記奥行き値取得部は、前記立体表示すべきオブジェクトに対応し、かつ少ないデータ量からなるオブジェクトを用いて、前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の立体画像処理装置。

【請求項 9】

前記奥行き値取得部は、前記視点配置部により配置された前記複数の異なる視点のうち、少なくとも 1 つの視点による前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の立体画像処理装置。

40

【請求項 10】

前記奥行き値取得部は、前記視点配置部により配置された前記複数の異なる視点のうち、2 以上の視点による前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得し、それぞれの奥行き方向の演算領域の範囲を統合して、1 つの奥行き方向の演算領域の範囲を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 11】

前記奥行き値取得部により取得された前記奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かど

50

うかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、前記奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、前記視差画像生成部は、視差画像を生成せず視差を持たない二次元画像を生成することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 12】

前記奥行き値取得部により取得された前記奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かどうかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、前記奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、前記視点配置部は、前回生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を生成するよう前記複数の異なる視点を配置することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 13】

前記奥行き値取得部により取得された前記奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かどうかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、前記奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、前記奥行き値取得部は、前方投影面および後方投影面を用いて、前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の立体画像処理装置。

【請求項 14】

前記オブジェクトの動きの状態を検出し、その検出結果をもとに前記オブジェクトの将来の動きの状態を予測する動作予測部と、

前記動作予測部により予測されたオブジェクトの将来の動きの状態をもとに、前記オブジェクトが包含される所定の領域の変位量を予測する変位量予測部と、
をさらに備え、前記視点配置部は、前記変位量予測部により予測された所定の領域の変位量に基づいて、前記複数の異なる視点を前記仮想空間内に配置することを特徴とする請求項 9 から 13 のいずれかに記載の立体画像処理装置。

【請求項 15】

前記演算領域の範囲に含めるか否かの演算選択情報を前記オブジェクトごとに取得する演算選択情報取得部をさらに備え、前記演算選択情報取得部により前記演算領域の範囲に含めないとする演算選択情報を取得したとき、前記奥行き値取得部は、含めないとしたオブジェクトを無視して、他のオブジェクトから前記奥行き方向の演算領域の範囲を取得することを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれかに記載の立体画像処理装置。

【請求項 16】

立体表示を目的とするオブジェクトが含まれる仮想空間内の奥行き方向の演算領域の範囲を取得するステップと、

前記取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、複数の異なる視点を前記仮想空間内に配置するステップと、

前記複数の異なる視点からの視点画像をもとに、視差画像を生成するステップと、
を有することを特徴とする立体画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は立体画像処理技術、特に、視差画像をもとに立体画像を生成する方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ネットワークインフラの未整備が問題視されてきたが、ブロードバンドへの移行期を迎え、むしろ、広い帯域を有効活用するコンテンツの種類や数の少なさが目立ち始めている。映像はいつの時代でも、最も重要な表現手段であったが、いままでの取り組みの多くは表示品質やデータ圧縮率の改善に関するものであり、それらに比べると、表現の可能性自体を広げる技術的な取り組みは、後手にまわっている感がある。

【0003】

そうした中で、立体映像表示（以下、単に立体表示という）は、以前からいろいろ研究

10

20

30

40

50

され、劇場用途や特殊な表示装置を利用する、ある程度限られた市場で実用化されてきた。今後は、より臨場感の溢れるコンテンツの提供を目指してこの方面の研究開発が加速し、個人ユーザが家庭でも立体表示を楽しむ時代が来るものと思われる。

【0004】

現在でも、例えば、個人ユーザは目の前にオブジェクトが飛び出てくるような迫力ある3次元の立体映像表現を楽しむことができる。レーシングゲームを例にあげれば、プレイヤーは、目の前に浮き出るように映し出されたオブジェクト、例えば車を操作してオブジェクトが存在する仮想的な3次元空間（以下、単に「オブジェクト空間」という）内で走行させ、他のプレイヤーやコンピュータが操作する車と競争することで3次元ゲームを楽しむことができる。

10

【0005】

このように立体表示に関する技術は現在でも幅広く利用され、さらに今後も普及が期待されるものであり、新たな表示形態も提案されている。例えば、特許文献1には、二次元画像の選択された部分画像を立体にして表示する技術が開示されている。

【特許文献1】特開平11-39507号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

確かに特許文献1によれば、平面画像の所望の部分立体にして表示させることができるが、立体表示を実現する際の処理全体の高速化を意識したものではなく、それについて

20

【0007】

本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、立体表示に係る処理全体の高速化を実現する立体画像処理装置および立体画像処理方法の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様は、立体画像処理装置に関する。この装置は、異なる視点に対応する複数の視点画像をもとにオブジェクトを立体表示する立体画像処理装置であって、立体表示すべきオブジェクトが含まれる仮想空間内の奥行き方向の演算領域の範囲を取得する奥行き値取得部と、その取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、複数の異なる視点を仮想空間内に配置する視点配置部と、複数の異なる視点からの視点画像をもとに、視差画像を生成する視差画像生成部とを備える。

30

【0009】

「立体表示」とは、立体画像を表示することをいう。その「立体画像」とは立体感をもって表示された画像であり、そのデータの実体は、複数の画像に視差をもたせた「視差画像」である。視差画像は一般に複数の二次元画像の集合である。視差画像を構成する各画像は、それぞれが対応する視点を有する「視点画像」である。つまり、複数の視点画像によって視差画像が構成されている。「演算領域」とは、オブジェクトを立体表示するための所定の演算を行う仮想空間上の領域である。

【0010】

「視差」とは、立体感を生むためのパラメータであり、いろいろな定義が可能だが、一例として視点画像間の同じ点を表す画素の座標値の差異で表現できる。以下、本明細書では、特に断らない限り、その定義にしたがう。

40

【0011】

この態様によれば、奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、複数の異なる視点を仮想空間内に配置するため、効果的な視差画像を得ることができ、適切な立体表示が実現できる。

【0012】

この装置は、その仮想空間内に暫定的に視点を配置する視点仮配置部をさらに備え、奥行き値取得部は、暫定的に配置された視点に基づき、奥行き方向の演算領域の範囲を取得

50

してもよい。視点仮配置部は、仮想空間内に1つの視点を暫定的に配置してもよい。

【0013】

視点仮配置部は、視点配置部により配置された複数の視点的視野範囲を含む視野範囲を有するよう、視点を仮想空間内に配置してもよい。視点配置部は、奥行き値取得部により取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、視点仮配置部により暫定的に配置された視点に加え、当該視点が中心にくるよう、2つの異なる視点を仮想空間内に配置してもよい。視点配置部は、2つの異なる視点的両外側方向に、視点間の距離が前記2つの視点的距離間隔となるように、複数の視点を配置してもよい。

【0014】

奥行き値取得部は、視点画像の解像度よりも低い解像度で奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。また、奥行き値取得部は、立体表示すべきオブジェクトに対応し、かつ少ないデータ量からなるオブジェクトを用いて、奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。この態様によれば、奥行き方向の演算領域の範囲を取得するときの処理量を削減することで、処理全体の高速化を実現できる。

【0015】

奥行き値取得部は、視点配置部により配置された複数の異なる視点のうち、少なくとも1つの視点による奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。奥行き値取得部は、視点配置部により配置された複数の異なる視点のうち、2以上の視点による奥行き方向の演算領域の範囲を取得し、それぞれの奥行き方向の演算領域の範囲を統合して、1つの奥行き方向の演算領域の範囲を生成してもよい。

【0016】

奥行き値取得部により取得された奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かどうかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、視差画像生成部は、視差画像を生成せず視差を持たない二次元画像を生成してもよい。また、奥行き値取得部により取得された奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かどうかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、視点配置部は、前回生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を生成するよう複数の異なる視点を配置してもよい。

【0017】

奥行き値取得部により取得された奥行き方向の演算領域の範囲を使用可能かどうかを判定する奥行き値使用判定部をさらに備え、奥行き値使用判定部により使用できないとされたとき、奥行き値取得部は、前方投影面および後方投影面を用いて、奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。

【0018】

オブジェクトの動きの状態を検出し、その検出結果をもとにオブジェクトの将来の動きの状態を予測する動作予測部と、その動作予測部により予測されたオブジェクトの将来の動きの状態をもとに、オブジェクトが包含される所定の領域の変位量を予測する変位量予測部とをさらに備え、視点配置部は、変位量予測部により予測された所定の領域の変位量に基づいて、複数の異なる視点を仮想空間内に配置してもよい。

【0019】

演算領域の範囲に含めるか否かの演算選択情報をオブジェクトごとに取得する演算選択情報取得部をさらに備え、演算選択情報取得部により演算領域の範囲に含めないとする演算選択情報を取得したとき、奥行き値取得部は、含めないとしたオブジェクトを無視して、他のオブジェクトから奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。

【0020】

本発明の別の態様は、立体画像処理方法に関する。この方法は、立体表示を目的とするオブジェクトが含まれる仮想空間内の奥行き方向の演算領域の範囲を取得するステップと、取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、複数の異なる視点を仮想空間内に配置するステップと、複数の異なる視点からの視点画像をもとに、視差画像を生成するステップとを有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

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

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、適切な立体表示を実現できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 3 】

以下に示す実施の形態 1 ~ 3 に係る立体画像処理装置は、オブジェクト空間内の所与の視点からの視点画像をもとに、視差画像を生成する装置である。こうした画像を、立体映像表示ディスプレイなどに映し出すことで、目の前にオブジェクトが飛び出てくるような迫力ある 3 次元の立体映像表現を実現することができる。レーシングゲームを例にあげれば、プレーヤは、目の前に浮き出て立体表示されたオブジェクト、例えば車を操作してオブジェクト空間内で走行させ、他のプレーヤやコンピュータが操作する車と競争することで 3 次元ゲームを楽しむことができる。

【 0 0 2 4 】

このようなオブジェクトの立体表示を行うとき、この装置は、オブジェクト空間内に配置した視点の視点間隔などをフレーム単位で調整する。フレームとは動画を構成する最小単位である。このように視点間隔などをフレーム単位で調整することで、オブジェクトの動きや状態の変化に応じた視差画像を生成でき、それをもとに最適な立体表示を実現する。

【 0 0 2 5 】

こうしてフレームごとに視差画像を生成するとき、視差の付けすぎが問題になることがあり、立体映像の観察者（以下、単に「ユーザ」ともいう）によっては、軽い不快感を訴える場合がある。そこでこの装置はユーザの指示に応じて視差の適正化を行う。

【 0 0 2 6 】

図 1 は、スクリーン面 2 1 0 に対応する基本表現空間 T を模式的に示す。ここで、基本表現空間 T はユーザ 1 0 が適正視差を認知する空間である。つまり、前方基本表現空間面 1 2 より前方あるいは後方基本表現空間面 1 4 より後方にオブジェクトが存在するとき、そのオブジェクトに対し、ユーザは生理上の違和感を生じることがある。そこで、実施の形態に係る立体画像処理装置は基本表現空間 T 内にオブジェクトを立体表示する。基本表現空間 T の範囲はユーザにより設定される。

【 0 0 2 7 】

実施の形態 1

ここで、実施の形態 1 の概要を述べる。実施の形態 1 では、オブジェクト空間内に 1 つのカメラなどの視点を暫定的に配置する。こうして暫定的に配置されたカメラ（以下、単に「仮カメラ」という）により、立体表示すべきオブジェクトの奥行き方向の演算領域の範囲を取得する。この奥行き方向の演算領域の範囲を取得するとき、この装置は、Z バッファ法という既知の陰面消去アルゴリズムを用いる。ここで Z バッファ法とは、オブジェクトの Z 値を画素ごとに記憶させるとき、Z 軸上で視点から近い Z 値があれば、その Z 値をすでに記憶された Z 値に上書きする手法をいう。こうして画素ごとに記憶された Z 値の中で最大の Z 値（以下、単に「最大 Z 値」という）および最小の Z 値（以下、単に「最小 Z 値」という）を求めることで、奥行き方向の演算領域の範囲を特定する。実施の形態では、X 軸方向の線分および Y 軸方向の線分で区切られた画素に対応する位置でのオブジェクトの Z 値を取得するものとする。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、仮カメラ 1 6 により特定される演算領域 R 1 および陰面領域 R 2 を模式的に示す。オブジェクト空間内には、仮カメラ 1 6、第 1 オブジェクト 2 2 a および第 2 オブジェクト 2 2 b が配置されている。演算領域 R 1 は、視差画像を生成する後述の本カメラの

カメラパラメータを求める演算の対象となる領域であり、代表的には演算領域 R 1 は立体表示すべきオブジェクトの可視面が存在する領域に対応する。既述のごとく、画素ごとに記憶された Z 値の中で最大 Z 値および最小 Z 値を求めることで、奥行き方向の演算領域 R 1 の範囲を特定する。一方、陰面領域 R 2 は、後述の本カメラのカメラパラメータを求める演算の対象から除外される領域であり、代表的には陰面領域 R 2 は仮カメラなどの視点から見て演算領域 R 1 の後方にある、可視面の背後に隠れたオブジェクトの不可視面が存在する領域である。ここで、第 1 オブジェクト 2 2 a および第 2 オブジェクト 2 2 b をオブジェクト 2 2 と総称する。仮カメラ 1 6 により Z バッファ法を用いて奥行き方向の演算領域の範囲を取得した結果、演算領域 R 1 の最前方演算領域面 1 8 の奥行きは最小 Z 値、最後方演算領域面 2 0 の奥行きは最大 Z 値によってそれぞれ特定される。陰面領域 R 2 は、上述の Z バッファ法により陰面消去される領域である。 10

【 0 0 2 9 】

この装置は、こうして求めた最大 Z 値および最小 Z 値をもとに、視差画像を取得するための複数台、例えば 2 台のカメラ（以下、単に「本カメラ」という）の配置場所を決め、それら 2 台の本カメラをオブジェクト空間内のそれぞれ異なった位置に配置する。このとき、先に暫定的に配置された仮カメラが中心にくるように 2 台の本カメラを配置する。さらに、このような 2 台の本カメラの配置決めを行うとき、この装置はユーザの適正視差をも加味する。

【 0 0 3 0 】

この装置は、このように 2 台の本カメラを配置し、立体表示すべきオブジェクトに対して本カメラごとに後述の投影処理を行い、視点画像を取得し、視差画像を生成する。図 3 は、実施の形態 1 に係る立体画像処理装置が実現するオブジェクト 2 2 の立体表示の様子を示す。図 1 と同様のものには同じ符号を与え適宜説明を略す。図示するごとく、基本表現空間 T の前方基本表現空間面 1 2 および後方基本表現空間面 1 4 の奥行き方向の範囲内に先に求めた演算領域が含まれるよう立体表示がなされている。 20

【 0 0 3 1 】

上述のごとく、この装置はフレームごとに上述の視差画像を生成する。本カメラの配置数が多いときなど、例えば、視差画像を生成するための演算量が多いときには、仮カメラにより Z 値を取得する時間を短縮するために、以下のような処理を行ってもよい。

- 1) 本カメラごとの視点画像の解像度よりも低い解像度で Z 値を取得する。 30
- 2) 立体表示すべきオブジェクトに対応し、かつ少ないデータ量からなるオブジェクトを用いて、Z 値を取得する。この場合、Z 値取得用の別のオブジェクト空間を準備し、そのオブジェクト空間内にそのオブジェクトを配置して、Z 値を取得してもよい。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、実施の形態 1 に係る立体画像処理装置 1 0 0 の構成を示す。この装置は、異なる視点に対応する複数の視点画像をもとにオブジェクトを立体表示する。この立体画像処理装置 1 0 0 は、立体表示した画像に対するユーザからの応答をもとに立体感を調整する立体感調整部 1 1 2 と、立体感調整部 1 1 2 で特定された適正視差を保存する視差情報保持部 1 2 0 と、視差情報保持部 1 2 0 から適正視差を読みだし、三次元データから適正視差を有する視差画像を生成する視差制御部 1 1 4 と、表示装置のハードウェア情報を取得し、また立体表示の方式を取得する機能を有する情報取得部 1 1 8 と、情報取得部 1 1 8 で取得した情報をもとに、視差制御部 1 1 4 で生成された視差画像の形式を変更するフォーマット変換部 1 1 6 を含む。ここで、ハードウェア情報とは、例えば、表示装置そのもののハードウェアに関する情報とユーザと表示装置の距離などの要素を含んだ情報である。立体画像処理装置 1 0 0 にはオブジェクトと空間を描画するための三次元データが入力される。三次元データは、例えば、ワールド座標系で記述されたオブジェクトおよび空間のデータである。 40

【 0 0 3 3 】

以上の構成は、ハードウェア的には、任意のコンピュータの CPU、メモリ、その他の LSI で実現でき、ソフトウェア的には GUI 機能、視差制御機能その他の機能をもつブ 50

プログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところであり、以降の構成についてもその事情は同様である。

【0034】

立体感調整部112は指示取得部122と視差特定部124を有する。指示取得部122は、立体表示された画像に対してユーザが適正視差の範囲を指定したとき、これを取得する。視差特定部124は、その範囲をもとに、ユーザがこの表示装置を用いたときの適正視差を特定する。適正視差は、表示装置のハードウェアに依存しない表現形式で表される。適正視差を実現することにより、ユーザの生理に適合した立体視が可能になる。このようなユーザからの適正視差の範囲の特定は、図示しないGUI(Graphical User Interface)によってなされ、その詳細は後述する。

10

【0035】

視差制御部114は、三次元データをもとに仮想空間内にオブジェクトを定義するオブジェクト定義部128と、オブジェクト空間内に仮カメラを暫定的に配置するカメラ仮配置部130と、カメラ仮配置部130により暫定的に配置された仮カメラを基準とし、ワールド座標系上に定義された座標を透視座標系に変換する座標変換部132と、座標変換部132による座標変換がなされたとき、Zバッファ法によりZ値を取得するZ値取得部134と、Z値取得部134により取得したZ値および視差情報保持部120に保存された適正視差にしたがってカメラ間隔などのカメラパラメータを算出し、それに基づいて、2台の本カメラをオブジェクト空間内に配置するカメラ配置決定部136と、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる原点移動部138と、後述の投影処理を行う投影処理部140と、投影処理後、スクリーン座標系への変換処理を行って視点画像を生成する視点画像生成部141と、生成された複数の視点画像をもとに視差画像を生成する視差画像生成部142とを含む。カメラ配置決定部136は、実施の形態では2台の本カメラを配置するが、それ以上の台数の本カメラを配置してもよい。視差制御部114が有する各構成部の詳細は後述する。

20

【0036】

情報取得部118は、例えば、立体表示の視点数、空間分割または時間分割等の立体表示装置の方式、シャッターめがねの利用があるか否か、多眼式の場合における視点画像の並び方、視差画像の中に視差が反転する視点画像の並びがあるか否か、ヘッドトラッキングの結果などをユーザからの入力により取得する。なお、ヘッドトラッキングの結果だけは例外的に図示しない経路を経て直接カメラ配置決定部136へ入力され、そこで処理される。

30

【0037】

ユーザからの適正視差の範囲の特定は、以下のように行われる。図5(a)、図5(b)は、立体画像処理装置100の立体感調整部112による適正視差の特定のプロセスにおいてそれぞれ表示された左眼画像200、右眼画像202を示す。それぞれの画像には5個の黒丸が表示されており、上にいくほど近置かつ大きな視差、下へいくほど遠置かつ大きな視差が付けられている。

40

【0038】

「近置」は異なる場所に配置された2つのカメラの視線、すなわち光軸の交差位置(以下、「光軸交差位置」ともいう)にある面(以下、「光軸交差面」ともいう)より前に立体視されるような視差が付けられている状態を指す。「遠置」は逆に光軸交差面よりうしろに立体視されるような視差が付けられている状態を指す。近置オブジェクトの視差が大きくなるほどユーザに近づいて感知され、遠置オブジェクトの視差が大きくなるほどユーザから遠ざかって見える。特に断らないかぎり、視差は近置、遠置で正負が反転せず、ともに非負の値として定義し、光軸交差面において近置視差、遠置視差ともにゼロとする。

【0039】

図6はこれら5個の黒丸をスクリーン面210に表示したとき、ユーザ10に感知され

50

る距離感を模式的に示す。同図では、視差が異なる5個の黒丸が同時に、または順に表示され、許容できる視差であるか否かをユーザ10が入力していく。一方、図7ではスクリーン面210への表示自体は1個の黒丸で行うが、その視差を連続的に変更する。遠置と近置それぞれの方向において許容する限界にきたとき、ユーザ10からの所定の入力指示が行われることで、許容できる視差を決定することができる。指示は通常のキー操作、マウス操作、音声による入力等、それ自体は既知の技術を利用すればよい。

【0040】

また、視差の決定はより簡易的な方法で行われてもよい。同様に、基本表現空間の設定範囲の決定も簡易的な方法で行われてもよい。図8は、視差および基本表現空間の簡易決定の際に利用するテーブルを示す。基本表現空間の設定範囲が、近置空間側を多くする設定から、遠置空間側のための設定までA~Dの4段階のランクに分かれており、さらに、それぞれ視差が1~5まで5段階のランクに分かれている。ここでは、例えば、最も強い立体感を好み、最も飛び出だした立体表示を好む場合はランクを5Aとする。そして、必ずしも立体表示を確認しながらランクを決定する必要はなく、ランクを決めるボタンだけが表示されていてもよい。それらの傍らに立体感確認用のボタンがあり、それを押下することで立体感を確認する画像が表示されてもよい。

【0041】

図6、図7のいずれの場合でも、指示取得部122は適正視差を範囲として取得でき、その近置側および遠置側の限界視差が決まる。近置最大視差は、自分に最も近い位置に見える点に許す近さに対応する視差、遠置最大視差は、自分から最も遠い位置に見える点に許す遠さに対応する視差である。ただし、一般にはユーザの生理上の問題から近置最大視差をケアすべきことが多く、以下、近置最大視差のみを限界視差とよぶ場合もある。

【0042】

ここで、視差制御部114が有する各構成部の詳細を述べる。オブジェクト定義部128は、入力される三次元データに基づいて、仮想空間内にオブジェクトを定義する。図9は、ワールド座標系に第1オブジェクト22aおよび第2オブジェクト22bを配置した状態を示す。図10は、第1オブジェクト22aにモデル座標系を設定した様子を示す。同様に、第2オブジェクト22bにも別のモデル座標系を設定する。通常はオブジェクト22の中心が原点になるようモデル座標系を設定する。

【0043】

カメラ仮配置部130は、図9のワールド座標系の仮想空間内に暫定的に1つの仮カメラを配置する。この仮カメラはオブジェクト空間内の演算領域の奥行き方向の範囲を取得するために配置される。上述のごとく、この演算領域は仮カメラが見ることができる可視面が存在する領域であり、つまり、立体表示がなされるべき領域である。一方、陰面領域は、仮カメラにとって演算領域の後方にある、可視面の背後に隠れて仮カメラが見ることができない不可視面が存在する領域であり、つまり、陰面領域は立体表示がなされない領域である。前述のように、実施の形態では、奥行き方向の演算領域の範囲は、Zバッファ法という既知の陰面消去アルゴリズムにより特定される。

【0044】

実施の形態1の立体画像処理装置100では、仮カメラを配置することで、奥行き方向の演算領域の範囲を特定することができ、特定された奥行き方向の演算領域の範囲およびユーザの適正視差をもとに、本カメラのカメラパラメータを後述する所定の方法で求める。そうして求められたカメラパラメータをもとに配置された本カメラは視点画像を生成し、それをもとに立体表示がなされる。これにより、ユーザが適正視差を認知する空間である基本表現空間内に先に求めた演算領域の範囲が含まれるような立体表示を実現することができる。また、本カメラのカメラパラメータを求めるとき、陰面領域を演算に含めないように演算領域を設定することで、基本表現空間内に陰面領域が含まれない立体表示を実現することができる。基本表現空間の範囲は有限であるため、ユーザがそもそも見ることができない陰面領域をその空間からはずすことは有意義である。つまり、仮カメラを暫定的に配置して演算領域を予め設定することで、基本表現空間にオブジェクトが含まれるよ

10

20

30

40

50

うな立体表示を実現するよう、本カメラのカメラパラメータを決定することができる。

【0045】

仮カメラの配置台数は1台であってもよい。なぜなら、本カメラは視点画像を生成するために使用されるが、仮カメラは単に奥行き方向の演算領域の範囲を取得するために使用され、仮カメラの役割はそれだけで十分である。そのため、仮カメラを複数台用いてもよいが、1台用いることで、短い時間で演算領域を画定する最大Z値および最小Z値を取得することができる。

【0046】

座標変換部132は、ワールド座標系で定義された座標を透視座標系に変換する。図11はカメラ座標系を示す。カメラ仮配置部130によりワールド座標系の任意の位置から任意の方向に任意の画角で仮カメラ16が据えられたとき、座標変換部132は、カメラ座標系への変換を行う。このようなワールド座標系からカメラ座標系への変換では、仮カメラ16がカメラ座標系の原点になるように全体を平行移動し、更に仮カメラ16の視線がZ軸の正方向を向くように回転移動させる。この変換にはアフィン変換が用いられる。図12、図13は透視座標系を示す。座標変換部132は、まず、図12のように、表示すべき空間を前方投影面34と後方投影面36でクリッピングする。この前方投影面34と後方投影面36は、ユーザなどにより可視オブジェクトがすべて含まれるように決定される。クリッピングの後、このビューボリュームを図13のように直方体へ変換する。図12と図13における処理を投影処理ともよぶ。

10

【0047】

Z値取得部134は、座標変換部132による座標変換がなされたとき、Zバッファ法を用いて、立体表示すべきオブジェクトが含まれる仮想空間内の奥行き方向の演算領域の範囲を取得する。

20

【0048】

上記した例では、最大Z値および最小Z値を画素ごとに取得することとしているが、Z値取得部134は、本カメラが生成する視点画像の解像度よりも低い解像度でZ値を取得してもよい。すなわち、複数の画素の集合に対して、最大、最小のZ値を取得してもよい。取得するZ値の役割はオブジェクトの奥行き方向の演算領域の範囲を特定するためのものであり、視差画像を生成するほどの解像度は必要ない。したがって、ここでは解像度を視点画像よりも低下させることによって、Z値取得のためのデータ処理量を低減し、立体表示処理全体の高速化を実現することができる。

30

【0049】

Z値取得部134は、立体表示すべきオブジェクトに対応し、かつ少ないデータ量からなるオブジェクトを用いて、Z値を取得してもよい。奥行き方向の演算領域の範囲の特定対象となるオブジェクトは、実際に立体表示されるものではなく、そこまでの正確さは必要としない。ある程度の正確さで奥行き方向の演算領域の範囲を特定できれば十分である。したがって、ここでは、少ないデータ量のオブジェクトを用いることによって、Z値取得のためのデータ処理量を低減し、立体表示処理全体の高速化を実現することができる。このとき、Z値取得用の別のオブジェクト空間を準備し、そのオブジェクト空間内にそのオブジェクトを配置してZ値を取得してもよい。

40

【0050】

また、オブジェクトの一部あるいは全体が透過部分を有する場合は、その部分を無視してZ値を取得してもよい。これにより、基本表現空間内に透過部分が含まれないような立体表示を実現することができる。前述のごとく、基本表現空間は有限であるため、ユーザがそもそも見ることができないオブジェクトの一部あるいは全体の透過部分をその空間からはずすことは有意義である。一部あるいは全体が透過部分であるオブジェクトが他のオブジェクトの前方にあった場合、その部分を無視してZ値を取得しなければ、透過部分の後方にある、本来、Z値取得時に反映させるべき可視のオブジェクトが、Z値取得時に反映されないことがある。そのため、上述のごとく、透過部分を無視してZ値を取得することは有意義である。

50

【0051】

カメラ配置決定部136は、Z値取得部134により取得したZ値および視差情報保持部120に保存された適正視差にしたがってカメラ間隔などのカメラパラメータを算出し、それに基づいて2台の本カメラをオブジェクト空間内に配置する。

【0052】

図14から図16は、本実施の形態に係る立体画像装置において、カメラ配置決定部136が、Z値をもとに本カメラのカメラパラメータを決めるまでの処理を示す。図14は、適正視差が実現される際のカメラ画角、画像サイズ、視差の関係を示す図である。まず、ユーザが立体感調整部112を介して決めた限界視差を暫定的に配置された仮カメラの見込み角に変換する。同図のごとく、近置と遠置の限界視差は画素数でM、Nとあらわすことができ、仮カメラの画角が表示画面の水平画素数Lに相当するので、限界視差画素数の見込み角である、近置最大見込み角と遠置最大見込み角が、M、N、Lであらわされる。

$$\tan(\theta / 2) = M \tan(\alpha / 2) / L$$

$$\tan(\theta / 2) = N \tan(\alpha / 2) / L$$

このようにして、ユーザから与えられた限界視差をもとに、近置最大見込み角および遠置最大見込み角が決まる。

【0053】

次に本カメラのカメラパラメータが決まるまでの様子を説明する。図15における基本表現空間T(その奥行きもTと表記)は、上述のごとく、ユーザが適正視差を実現する範囲とした空間であり、立体感調整部112を介して決められる。基本表現空間Tの前面である、自分に最も近い位置に見える点に許す近さに対応する視差にあたる面からカメラ配置面、すなわち視点面208までの距離を視点距離Sとする。ここでは、基本表現空間Tおよび視点距離Sは最大Z値および最小Z値にもとづいて決められる。すなわち、基本表現空間Tに最大Z値と最小Z値との差、視点距離Sに最小Z値が設定される。基本表現空間Tおよび視点距離Sは、最大Z値に近い値や最小Z値に近い値に基づいて決められてもよい。基本表現空間Tは本来、厳密性を求めないものであるためである。本実施の形態において、本カメラは2つあり、これらの光軸交差面212の視点面208からの距離をDとする。光軸交差面212と前方投影面34までの距離をAとする。

【0054】

次に、基本表現空間T内での近置および遠置の限界視差をそれぞれP、Qとすると、

$$E : S = P : A$$

$$E : S + T = Q : T - A$$

が成立する。Eは本カメラのカメラ間距離である。いま、視差の付けられていない画素である点Gは両カメラからの光軸K2が光軸交差面上212で交差する位置にあり、光軸交差面212がスクリーン面の位置となる。近置最大視差Pを生む光線K1は前方投影面34上で交差し、遠置最大視差Qを生む光線K3は後方投影面36上で交差する。

【0055】

PとQは、図14のように、を用いて、

$$P = 2(S + A) \tan(\theta / 2)$$

$$Q = 2(S + A) \tan(\alpha / 2)$$

で表され、結果として、

$$E = 2(S + A) \tan(\theta / 2) \cdot (SM + SN + TN) / (LT)$$

$$A = STM / (SM + SN + TN)$$

が得られる。上述のごとく、基本表現空間Tと視点距離Sは、最大Z値および最小Z値に基づいて算出され既知であるため、こうしてA及びEが自動的に決まり、したがって光軸交差距離Dとカメラ間距離Eが自動的に決まり、カメラパラメータが確定する。カメラ配置決定部136はこれらのパラメータにしたがって本カメラの配置を決定すれば、以降、投影処理部140および視点画像生成部141の処理を各カメラからの画像に対して独立してなすことにより、視差画像生成部142により適正視差をもった視差画像が生成およ

10

20

30

40

50

び出力できる。以上のごとく、EとAはハードウェアの情報を含んでおらず、ハードウェアに依存しない表現形式が実現される。

【0056】

こうして、カメラ配置決定部136は、Z値取得部134により取得された奥行き方向の演算領域の範囲、つまり最大Z値および最小Z値をもとに、カメラ仮配置部130により暫定的に配置された仮カメラが中心にくるよう、2つの異なる本カメラを仮想空間内に配置することができる。

【0057】

原点移動部138は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる。投影処理部140は、上述の投影処理を行う。このとき、図12における前方投影面34と後方投影面36の位置はそれぞれ、最小Z値、最大Z値によって決められてもよい。図17は、スクリーン座標系を示す。視点画像生成部141は、投影処理後、スクリーン座標系への変換処理を行って視点画像を生成する。視差画像生成部142は、生成された複数の視点画像をもとに視差画像を生成する。

10

【0058】

図18は、実施の形態1に係る立体画像処理装置100の処理の流れを示す。オブジェクト定義部128は、入力された三次元データをもとに仮想空間内にオブジェクトおよび座標系を設定する(S10)。カメラ仮配置部130は、オブジェクト空間内に1つの仮カメラを暫定的に配置する(S12)。座標変換部132は、ワールド座標系上に定義された座標を透視座標系に変換する(S14)。Z値取得部134は、立体表示すべきオブジェクトを含む仮想空間の奥行き方向の演算領域の範囲を取得するために、Zバッファ法を用いてZ値を取得し、最大Z値および最小Z値を求める(S16)。

20

【0059】

カメラ配置決定部136は、視差情報保持部120に保存されている適正視差を取得する(S18)。カメラ配置決定部136は、最大Z値、最小Z値および適正視差をもとに、オブジェクト空間内に2台の本カメラを配置する(S20)。

【0060】

原点移動部138は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる(S22)。投影処理部140は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行い(S24)、視点画像生成部141は、二次元画像である視点画像を生成する(S26)。カメラの個数分の視点画像が生成されていない場合(S28のN)、原点移動以降の処理を繰り返す。カメラの個数分の視点画像が生成された場合(S28のY)、視差画像生成部142は、それら視点画像をもとに視差画像を生成し(S29)、1フレーム内の処理が完了する。継続して次フレームでの処理を行う場合は(S30のY)、同様に上述の処理を行う。継続して行わない場合(S30のN)、処理を終了する。以上、実施の形態1に係る立体画像処理装置100の処理の流れを説明した。

30

【0061】

実施の形態2

ここで、実施の形態2の概要を述べる。実施の形態1では、オブジェクト空間内に仮カメラを暫定的に配置してZ値を取得したが、実施の形態2では、本カメラにより取得されるZ値を利用する。図19は、実施の形態2に係る立体画像処理装置100の構成を示す。以下、実施の形態1と同等の構成には同じ符号を与え適宜説明を略す。実施の形態2に係る立体画像処理装置100には、図4に示した実施の形態1に係る立体画像処理装置100と異なる構成要素であるZ値読み出し部144、Z値書き込み部146、Z値保持部150が設けられている。Z値保持部150には、Z値取得部134により取得されたZ値が格納される。そうして格納されたZ値は、少なくとも最大Z値および最小Z値が含まれる。

40

【0062】

Z値読み出し部144は、Z値保持部150に保持された本カメラのZ値を読み出す。そのZ値は、直前のフレームにおいて本カメラにより取得されたZ値である。Z値取得部

50

134は、少なくとも1つの本カメラによるZ値を取得してもよい。静的なオブジェクトの場合、直前のフレームと現フレームの間で、Z値に大きな変動のないことが推定される。したがって実施の形態2では、直前のフレームのZ値を現フレームのZ値として利用することで、Z値を取得する際の処理量を低減することができ、立体画像処理全体の高速化を実現することができる。また、動的なオブジェクトであっても、実際に直前のフレームと現フレームの間のオブジェクトの移動量がそう大きく変わるものではないため、動的なオブジェクトに対しても適用できる。

【0063】

Z値読み出し部144は、2台以上の本カメラによるZ値を統合してもよい。統合とは、カメラごとに取得したそれぞれの最大Z値および最小Z値のうち、もっとも大きい最大Z値を新たな最大Z値、もっとも小さい最小Z値を新たな最小Z値とすることである。統合することで精度が高いZ値を取得することができ、その結果、本カメラは効果的な視差画像を生成することができる。Z値書き込み部146は、Z値取得部134により取得されたZ値あるいは上述のごとく統合されたZ値をZ値保持部150に格納する。

10

【0064】

図20は、実施の形態2に係る立体画像処理装置100の処理の流れを示す。オブジェクト定義部128は、入力される三次元データをもとに仮想空間内にオブジェクトおよび座標系を設定する(S32)。カメラ仮配置部130は、そのオブジェクト空間内に1つの仮カメラを配置する(S33)。Z値読み出し部144は、Z値保持部150を参照し本カメラのZ値が保持されている場合(S34のY)、そのZ値を読み出す(S42)。保持されていない場合(S34のN)、すなわち、立体画像処理の開始時であって、1番目のフレームを処理する場合、座標変換部132は、ワールド座標系上に定義された座標を透視座標系に変換する(S38)。Z値取得部134は、立体表示すべきオブジェクトを含む仮想空間の奥行き方向の演算領域の範囲を取得するために、Zバッファ法を用いてZ値を取得し、最大Z値および最小Z値を求める(S40)。

20

【0065】

カメラ配置決定部136は、視差情報保持部120に保存されている適正視差を取得する(S44)。カメラ配置決定部136は、最大Z値、最小Z値および適正視差をもとに、オブジェクト空間内に2台の本カメラを配置する(S46)。

【0066】

原点移動部138は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる(S48)。投影処理部140は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行い(S49)、視点画像生成部141は、二次元画像である視点画像を生成する(S50)。視点画像生成時に、Z値取得部134は、Zバッファ法を用いて本カメラのZ値を取得する(S52)。Z値書き込み部146は、取得したZ値をZ値保持部150に書き込む(S54)。カメラの個数分の視点画像が生成されていない場合(S56のN)、原点移動以降の処理を繰り返す。カメラの個数分の視点画像が生成された場合(S56のY)、視差画像生成部142は、それら視点画像をもとに視差画像を生成し(S57)、1フレームの処理が完了する。次のフレームが継続する場合は(S58のY)、引き続き次フレームにおける視差画像生成処理を行う。継続しない場合(S58のN)、視差画像生成処理を終了する。以上、実施の形態2に係る立体画像処理装置100の処理の流れを説明した。

30

40

【0067】

実施の形態3

ここで、実施の形態3の概要を述べる。実施の形態2では、静的なオブジェクトに対してとくに効果的であったが、例えば、オブジェクトが突然、カメラの視野範囲にフレームインしたときやこの立体画像処理装置がシーンチェンジを検出したとき、演算領域の範囲に急激な変化が生じているため、直前のフレームにおいて取得したZ値を現フレームのZ値として用いることが不適切なことがある。このような場合、この立体画像処理装置は、直前のZ値を用いてカメラパラメータを設定するのではなく、直前のフレームにおいて生

50

成した視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を生成するようなカメラパラメータを本カメラに適用することで対応する。

【0068】

図21は、実施の形態3に係る立体画像処理装置100の構成を示す。以下、実施の形態2と同等の構成には同じ符号を与え適宜説明を略す。実施の形態3に係る立体画像処理装置100には、図19に示した実施の形態2に係る立体画像処理装置100と異なる構成要素であるZ値使用判定部190、カメラパラメータ保持部152が設けられている。図21におけるカメラ配置決定部136は、図19におけるカメラ配置決定部136と比較して、本カメラを配置したときのカメラパラメータを、フレームごとにカメラパラメータ保持部152に記憶する機能をさらに有する。

10

【0069】

Z値使用判定部190はZ値を使用するか否かを判定し、使用しないと判定したとき、視差制御部114にZ値の使用不可を通知する。Z値使用判定部190は、シーン判定部192およびオブジェクト検出部194を備える。

【0070】

シーン判定部192は、動きベクトルなどの既知の動き検出方法で、オブジェクトの動きの状態を検出する。そうした検出の結果、動きの多い状態であると判断したとき、シーンチェンジを検出する。このとき、視差制御部114にZ値の使用不可を通知する。

【0071】

オブジェクト検出部194は、他のオブジェクトがオブジェクト空間の中に入ってくることを検出する。その検出方法は、最大Z値と最小Z値の差が瞬間的に所定値を超えた場合、視差制御部114にZ値の使用不可を通知する。

20

【0072】

Z値使用判定部190により、Z値の使用不可が指示されたとき、カメラ配置決定部136は、前フレームにおいて生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を生成するよう本カメラを配置する。このとき、カメラ配置決定部136は、カメラパラメータ保持部152を参照し、前回使用したカメラ間隔よりも、小さいカメラ間隔に設定する。カメラ配置決定部136は、カメラパラメータ保持部152を参照し、最小のカメラ間隔を実現するカメラパラメータを選択して使用して配置してもよい。また、予め指定されたカメラパラメータを使用して配置してもよい。

30

【0073】

演算領域の範囲に急激な変化があったとき、直前のフレームにて生成された視差画像と比べて、視差の変動が大きい視差画像が生成されることがある。こうした視差画像を観察するとき、ユーザは不快に感じることがある。とくに、視差が強すぎる視差画像が生成されるとき、この問題は顕著になる。それを回避するべく、実施の形態3における立体画像処理装置は、直前のフレームにて生成された視差画像よりも弱い視差を実現する視差画像を生成する。これにより、立体表示の際の急激な視差の変動を抑制することができ、ユーザの立体視への影響を軽減することができる。

【0074】

図22は、実施の形態3に係る立体画像処理装置100の処理の流れを示す。オブジェクト定義部128により、仮想空間内にオブジェクトおよび座標系が設定された(S32)後、カメラ仮配置部130は、そのオブジェクト空間内に1つの仮カメラを配置する(S33)。Z値使用判定部190は、Z値を使用するか否かを判定し、Z値を使用すると判定したとき(S60のY)、Z値読み出し部144は、Z値保持部150を参照する(S34)。Z値を使用しないと判定(S60のN)、あるいは本カメラのZ値が保持されていない(S34のN)場合、カメラ配置決定部136は、カメラパラメータ保持部152を参照し、前回使用したカメラ間隔よりも、小さいカメラ間隔を含むカメラパラメータを取得する(S64)。ここで、立体画像処理の開始時であって、1番目のフレームを処理するとき、カメラ配置決定部136は、予め指定されたカメラパラメータを使用してもよい。

40

50

【0075】

Z値読み出し部144は、Z値保持部150を参照し本カメラのZ値が保持されている場合(S34のY)、そのZ値を読み出し(S42)、カメラパラメータ保持部152からのカメラパラメータの取得をスキップする。カメラ配置決定部136は、視差情報保持部120に保存されている適正視差を取得する(S44)。カメラ配置決定部136は、取得したカメラパラメータがあればそのカメラパラメータを、なければ最大Z値、最小Z値をおよび適正視差をもとに、オブジェクト空間内に2台の本カメラを配置する(S46)。

【0076】

カメラ配置決定部136は、配置決定後のカメラパラメータをカメラパラメータ保持部152に保存する(S66)。原点移動部138は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる(S48)。投影処理部140は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行い(S49)、視点画像生成部141は、二次元画像である視点画像を生成する(S50)。視点画像生成時に、Z値取得部134は、Zバッファ法を用いて本カメラのZ値を取得する(S52)。Z値書き込み部146は、取得したZ値をZ値保持部150に書き込む(S54)。カメラの個数分の視点画像が生成されていない場合(S56のN)、原点移動以降の処理を繰り返す。

【0077】

カメラの個数分の視点画像が生成された場合(S56のY)、視差画像生成部142は、それら視点画像をもとに視差画像を生成し(S57)、1フレームの処理が完了する。次のフレームが継続する場合は(S58のY)、引き続き次フレームにおける視差画像生成処理を行う。継続しない場合(S58のN)、視差画像生成処理を終了する。以上、実施の形態3に係る立体画像処理装置100の処理の流れを説明した。

【0078】

本発明と実施の形態に係る構成の対応を例示する。「奥行き値取得部」はZ値取得部134に対応し、「視点配置部」はカメラ配置決定部136に対応し、「視差画像生成部」は視差画像生成部142に対応し、「視点仮配置部」はカメラ仮配置部130に対応し、「奥行き値使用判定部」はZ値使用判定部190に対応する。

【0079】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0080】

第1変形例

実施の形態1において、仮カメラを設けた理由は、上述するごとく、本カメラの配置場所を決定づけるZ値を取得するためであり、視点画像を生成するためではない。一方、第1変形例における仮カメラは、Z値を取得するとともに視差画像のもとになる1つの視点画像を生成することができる。

【0081】

図23は、第1変形例に係る立体画像処理装置100の構成を示す。以下、実施の形態1と同等の構成には同じ符号を与え適宜説明を略す。第1変形例に係る立体画像処理装置100には、図4に示した実施の形態1に係る立体画像処理装置100から座標変換部132を除外し、新たに仮カメラ原点移動部135、仮カメラ投影処理部137および仮カメラ視点画像生成部139が設けられる。

【0082】

仮カメラ原点移動部135は、仮カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる。仮カメラ投影処理部137は、仮カメラによる立体表示すべきオブジェクトに対する前述の投影処理を行う。仮カメラ視点画像生成部139は、仮カメラにより行われた前述の投影処理後、スクリーン座標系への変換処理を行って視点画像を生成する。上述のごとく、第1変形例では、仮カメラにより視点画像を生成できるため、視差画像生成部142は

10

20

30

40

50

、本カメラによって生成された視点画像に加え、仮カメラによって生成された視点画像をもとに、視差画像を生成することができる。

【0083】

このとき、カメラ配置決定部136は、取得された奥行き方向の演算領域の範囲をもとに、カメラ仮配置部130により暫定的に配置された仮カメラに加え、その仮カメラが中心にくるよう、2つの異なる本カメラを仮想空間内に配置する。カメラ配置決定部136は、1台の仮カメラが本カメラ群の中心になるように、仮カメラの両外側方向に等距離間隔で偶数台の本カメラを配置してもよい。

【0084】

第2変形例

図24は、第2変形例に係る立体画像処理装置100の構成を示す図である。第2変形例は、実施の形態1に係る立体画像処理装置100に新たに演算選択情報取得部160が設けられる。演算選択情報取得部160は、オブジェクト毎に関連づけられている演算領域の範囲に含めるか否かの演算選択情報を取得し、その演算選択情報を読み取る。演算領域の範囲に含めないとする演算選択情報を有するオブジェクトを取得したとき、Z値取得部134に、そのオブジェクトを無視して、他のオブジェクトからZ値を取得するよう指示する。これにより、故意に基本表現空間を飛び出すような効果的なオブジェクトの立体表示を実現できる。また、立体画像処理装置100内の図示しないCPUが、所定のオブジェクトを演算領域の範囲に含めないようZ値取得部134に指示してもよいし、ユーザが図示しないGUIを用いて、指示してもよい。Z値取得部134は、演算選択情報取得部160により含めないとされたオブジェクトを無視して、Z値を取得する。また、演算選択情報取得部160は、実施の形態2または3に係る立体画像処理装置100にも設けてもよい。

10

20

【0085】

第3変形例

実施の形態3では、Z値使用判定部190により、Z値の使用不可が指示されたとき、カメラ配置決定部136は、直前のフレームにおいて生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を生成するよう本カメラを配置した。第3変形例では、このような指示があったとき、視差画像生成部142は、視差を持たない二次元画像を生成してもよい。既述のごとく、ユーザが不快感を訴える多くの原因は視差の強すぎが問題であり、それを回避するべく、現フレームでは立体表示でなく平面表示を実現することで、ユーザの立体視への影響を軽減することができる。第3変形例に係る立体画像処理装置100の構成は、実施の形態3に係る立体画像処理装置100の構成と同様である。第3変形例における仮カメラは、第1変形例の場合と同様に、Z値を取得するとともに視差画像のもとになる1つの視点画像を生成することができる。

30

【0086】

図25は、第3変形例に係る立体画像処理装置100の処理の流れを示す。オブジェクト定義部128は、入力される三次元データをもとに仮想空間内にオブジェクトおよび座標系を設定する(S32)。カメラ仮配置部130は、そのオブジェクト空間内に1つの仮カメラを配置する(S33)。Z値使用判定部190は、Z値を使用するか否かを判定し、Z値を使用すると判定したとき(S60のY)、Z値読み出し部144は、Z値保持部150を参照する(S34)。Z値を使用しないと判定したとき(S60のN)の処理については、後述する。Z値使用判定部190により、Z値を使用すると判定されたとき(S60のY)、Z値読み出し部144は、Z値保持部150を参照し、本カメラのZ値が保持されている場合(S34のY)、そのZ値を読み出す(S42)。保持されていない場合(S34のN)、すなわち、立体画像処理の開始時であって、1番目のフレームを処理する場合については後述する。

40

【0087】

カメラ配置決定部136は、視差情報保持部120に保存されている適正視差を取得する(S44)。カメラ配置決定部136は、最大Z値、最小Z値および適正視差をもとに

50

、オブジェクト空間内に2台の本カメラを配置する(S46)。

【0088】

原点移動部138は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる(S48)。投影処理部140は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行い(S49)、視点画像生成部141は、二次元画像である視点画像を生成する(S50)。視点画像生成時に、Z値取得部134は、Zバッファ法を用いて本カメラのZ値を取得する(S52)。Z値書き込み部146は、取得したZ値をZ値保持部150に書き込む(S54)。カメラの個数分の視点画像が生成されていない場合(S56のN)、原点移動以降の処理を繰り返す。カメラの個数分の視点画像が生成された場合(S56のY)、視差画像生成部142は、それら視点画像をもとに視差画像を生成し(S57)、1フレームの処理が完了する。

10

【0089】

Z値使用判定部190は、Z値を使用しないと判定したとき(S60のN)、つまり、演算領域の範囲に急激な変化があったとき、あるいは、本カメラのZ値が保持されていないとされたとき(S34のN)、原点移動部138は、仮カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる(S72)。投影処理部140は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行う(S73)。視点画像生成部141は、二次元画像である視点画像を生成する(S74)。Z値取得部134は、視点画像生成時に仮カメラによるZ値を取得する(S76)。Z値書き込み部146は、取得したZ値をZ値保持部150に保存する(S78)。視差画像生成部142は、視差画像を生成せず視差を持たない二次元画像を生成し(S80)、1フレームの処理が完了する。

20

【0090】

次のフレームが継続する場合は(S58のY)、引き続き次フレームにおける視差画像生成処理を行う。継続しない場合(S58のN)、視差画像生成処理を終了する。以上、第3変形例に係る立体画像処理装置100の処理の流れを説明した。このように1つの仮カメラによって得られた視点画像を表示することで平面表示を実現することができる。

【0091】

第4変形例

図26は、角度を用いて奥行き方向の演算領域の範囲を取得する様子を模式的に示す。実施の形態では、X軸方向の線分およびY軸方向の線分で区切られた画素に対応する位置でのオブジェクトのZ値を取得したが、第4変形例では、図示のごとく、第1オブジェクト22aおよび第2オブジェクト22bにおける第1角度と第2角度が同じ点の座標に対応するオブジェクトのZ値を取得し、最大Z値および最小Z値を求めてもよい。このとき、Z値取得用の別の仮想空間を準備して、最大Z値および最小Z値を求めてもよい。

30

【0092】

第5変形例

実施の形態では、カメラ配置決定部136は仮カメラを中心とし2台の本カメラを配置したが、第5変形例では、2つの異なる本カメラの両外側方向に、カメラ間の距離が2つの本カメラの距離間隔となるように、複数台、例えば4台の本カメラを配置する。図27は4台の第1～第4本カメラ24a～24dによる4眼式のカメラ配置を示す。より中央に近い第2本カメラ24bと第3本カメラ24cの間で決めた前述のAおよびEを他のカメラ間隔に流用してもよい。これにより、本カメラの配置場所を決めるためのカメラパラメータを算出する時間を短縮することができ、立体画像処理全体の高速化を実現することができる。

40

【0093】

第6変形例

実施の形態では、カメラ仮配置部130は、仮想空間内における仮カメラの配置場所をフレームごとに決めていったが、第6変形例では、カメラ仮配置部130は、直前のフレームにおいて、カメラ配置決定部136により配置された本カメラの視野範囲を含む視野範囲を有するよう、仮カメラを配置してもよい。図28は、仮カメラ16と4台の第1～

50

第4本カメラ24a~24dとの位置関係を示す。図示のごとく、直前のフレームにて配置された4台の第1~第4本カメラ24a~24dの視野範囲を含む視野範囲を実現するよう、仮カメラ16が配置されている。

【0094】

第7変形例

図29は、第7変形例に係る立体画像処理装置100の構成を示す図である。第7変形例では、実施の形態2に係る立体画像処理装置100に新たに動作予測部170および変位量予測部172が設けられる。動作予測部170は、各オブジェクトの前後方向への動きおよび動作速度などを検出し、その検出結果をもとにそれらオブジェクトの将来の動きの状態を予測する。変位量予測部172は、動作予測部170による予測結果をもとに、それら立体表示すべきオブジェクトが包含される所定の領域の変位量を予測する。例えば、変位量予測部172は、この変位量を直前のフレームにおける奥行き方向の演算領域の範囲に加算することで、現フレームにおける奥行き方向の演算領域の範囲を予測することができる。このとき、奥行き方向の演算領域の範囲をもとにZ値を取得して、現フレームにおけるZ値の予測値としてもよい。また、変位量予測部172は、この変位量に応じたカメラの配置を実現するようなカメラ間隔や光軸交差位置などのカメラパラメータを予測することができる。

10

【0095】

カメラ配置決定部136は、変位量予測部172による奥行き方向の演算領域の範囲やカメラパラメータの予測結果をもとに、仮想空間内における本カメラの配置場所を決定する。例えば、変位量予測部172により奥行き方向の演算領域の範囲が著しく拡張されるなどの予測結果が得られているとき、カメラ配置決定部136は現フレームにおける本カメラのカメラ間隔が小さくなるよう本カメラを配置する。また、カメラ配置決定部136は、変位量予測部172による奥行き方向の演算領域の範囲の予測結果の変化に応じて、本カメラの光軸交差位置を調整してもよい。例えば、カメラ配置決定部136は、演算領域の最前方演算領域面18から光軸交差位置までの距離と、光軸交差位置から演算領域の最後方演算領域面20までの距離との比が一定となるように光軸交差位置を調整して、本カメラを配置してもよい。これにより、オブジェクトの動きに対応した本カメラの配置が実現でき、立体画像処理装置100は、より高精度の視点画像を得ることができる。

20

【0096】

第8変形例

実施の形態3では、Z値使用判定部190によりZ値を使用しないと判定されたとき、直前のフレームにおいて生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を現フレームにて生成した。第8変形例では、Z値使用判定部190によりZ値を使用しないと判定されたとき、Z値取得部134は、直前のフレームにおいて取得されたZ値を用いず、上述の投影処理のクリッピング時において仮設定される前方投影面34と後方投影面36を用いて、奥行き方向の演算領域の範囲を取得してもよい。上述のごとく、前方投影面34と後方投影面36は、そもそも可視オブジェクトがすべて含まれるように決定されるため、立体表示すべきオブジェクトが含まれる演算領域として、前方投影面34と後方投影面36間に囲まれた領域を用いるのは、効果的である。

30

40

【0097】

第9変形例

実施の形態3では、Z値使用判定部190によりZ値を使用しないと判定されたとき、直前のフレームにおいて生成された視差画像よりも弱い視差を持たせた視差画像を現フレームにて生成した。本カメラにより視点画像を生成するとともにZ値を取得する場合、立体画像処理に関する時間的な問題は少ないが、その視点画像の生成とは別の契機でZ値の取得処理が必要な場合には、簡易な取得方法で処理の高速化を図る必要がある。このとき、第9変形例として、Z値取得部134は視点画像の解像度よりも低い解像度でZ値を取得してもよい。既述のごとく、取得するZ値というのはオブジェクトの奥行き方向の演算領域の範囲を特定するためのものであり、視差画像を生成するほどの解像度は必要ない。

50

したがって、ここでは解像度を視点画像よりも低下させることによって、Z 値取得のためのデータ処理量を低減し、立体表示処理全体の高速化を実現することができる。また、Z 値取得部 134 による Z 値取得処理がシーンチェンジまでに完了できないときは、その取得処理が完了するまで、シーンチェンジを遅延させてもよい。

【0098】

図 30 は、第 9 変形例に係る立体画像処理装置 100 の処理の流れを示す。オブジェクト定義部 128 により、仮想空間内にオブジェクトおよび座標系が設定された (S32) 後、カメラ仮配置部 130 は、そのオブジェクト空間内に 1 つの仮カメラを配置する (S33)。Z 値使用判定部 190 は、Z 値を使用するか否かを判定し、Z 値を使用すると判定したとき (S60 の Y)、Z 値読み出し部 144 は、Z 値保持部 150 を参照する (S34)。

10

【0099】

Z 値を使用しないと判定したとき (S60 の N)、あるいは Z 値保持部 150 に Z 値が保持されていないとき (S34 の N)、座標変換部 132 は、ワールド座標系上に定義された座標を透視座標系に変換する (S38)。Z 値取得部 134 は、立体表示すべきオブジェクトを含む仮想空間の奥行き方向の演算領域の範囲を取得するために、Z バッファ法を用いて Z 値を取得し、最大 Z 値および最小 Z 値を求める (S40)。このとき、上述のごとく、Z 値取得部 134 は視点画像の解像度よりも低い解像度で Z 値を取得してもよい。Z 値取得部 134 による Z 値取得処理がシーンチェンジまでに完了できないときは、その取得処理が完了するまで、シーンチェンジを遅延させてもよい。

20

【0100】

Z 値読み出し部 144 は、Z 値保持部 150 に Z 値が保持されているとき、Z 値を読み出す (S42)。カメラ配置決定部 136 は、視差特定部 124 に保存されている適正視差を取得する (S44)。カメラ配置決定部 136 は、最大 Z 値、最小 Z 値および適正視差をもとに、オブジェクト空間内に 2 台の本カメラを配置する (S46)。

【0101】

原点移動部 138 は、本カメラがカメラ座標系の原点となるように移動させる (S48)。投影処理部 140 は、立体表示すべきオブジェクトに対して前述の投影処理を行い (S49)、視点画像生成部 141 は、二次元画像である視点画像を生成する (S50)。視点画像生成時に、Z 値取得部 134 は、Z バッファ法を用いて本カメラの Z 値を取得する (S52)。Z 値書き込み部 146 は、取得した Z 値を Z 値保持部 150 に書き込む (S54)。

30

【0102】

カメラの個数分の視点画像が生成されていない場合 (S56 の N)、原点移動以降の処理を繰り返す。カメラの個数分の視点画像が生成された場合 (S56 の Y)、視差画像生成部 142 は、それら視点画像をもとに視差画像を生成し (S57)、1 フレームの処理が完了する。次のフレームが継続する場合は (S58 の Y)、引き続き次フレームにおける視差画像生成処理を行う。継続しない場合 (S58 の N)、視差画像生成処理を終了する。以上、第 9 変形例に係る立体画像処理装置 100 の処理の流れを説明した。

【0103】

40

第 10 変形例

実施の形態ではスクリーン面に対して水平方向にカメラを配置したが、垂直方向に配置してもよく、水平方向の場合と同様の効果を楽しむことができる。

【0104】

第 11 変形例

実施の形態では、Z バッファ法によりオブジェクトの Z 値を取得したが、本変形例として、デプスマップを取得して奥行き方向の演算領域の範囲を特定してもよい。本変形例でも実施の形態と同様の効果を楽しむことができる。

【0105】

第 12 変形例

50

実施の形態 1 から実施の形態 3 を任意に組み合わせた形態も有効である。本変形例によれば、実施の形態 1 から実施の形態 3 を任意に組み合わせた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図 1】スクリーン面に対応する基本表現空間を模式的に示す図である。

【図 2】仮カメラにより特定される演算領域および陰面領域を模式的に示す図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る立体画像処理装置が実現するオブジェクトの立体表示の様子を示す図である。

【図 4】実施の形態 1 に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。

【図 5】図 5 (a)、図 5 (b) は、それぞれ、立体画像処理装置の立体感調整部によって表示される左眼画像と右眼画像を示す図である。 10

【図 6】立体画像処理装置の立体感調整部によって表示される、異なる視差をもつ複数のオブジェクトを示す図である。

【図 7】立体画像処理装置の立体感調整部によって表示される、視差が変化するオブジェクトを示す図である。

【図 8】視差および基本表現空間の簡易決定の際に利用するテーブルを示す図である。

【図 9】立体画像処理に利用されるワールド座標系を示す図である。

【図 10】立体画像処理に利用されるモデル座標系を示す図である。

【図 11】立体画像処理に利用されるカメラ座標系を示す図である。

【図 12】立体画像処理に利用されるビューボリュームを示す図である。 20

【図 13】図 12 のボリュームの透視変換後の座標系を示す図である。

【図 14】適正視差が実現される際のカメラ画角、画像サイズ、視差の関係を示す図である。

【図 15】図 14 の状態を実現する撮影系の位置関係を示す図である。

【図 16】図 14 の状態を実現する撮影系の位置関係を示す図である。

【図 17】立体画像処理に利用されるスクリーン座標系を示す図である。

【図 18】実施の形態 1 に係る立体画像処理装置の処理の流れを示す図である。

【図 19】実施の形態 2 に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。

【図 20】実施の形態 2 に係る立体画像処理装置の処理の流れを示す図である。

【図 21】実施の形態 3 に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。 30

【図 22】実施の形態 3 に係る立体画像処理装置の処理の流れを示す図である。

【図 23】第 1 変形例に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。

【図 24】第 2 変形例に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。

【図 25】第 3 変形例に係る立体画像処理装置の処理の流れを示す図である。

【図 26】第 4 変形例に係る角度を用いて奥行き方向の演算領域の範囲を取得する様子を模式的に示す図である。

【図 27】第 5 変形例に係る 4 台のカメラによる 4 眼式のカメラ配置を示す図である。

【図 28】第 6 変形例に係る仮カメラと本カメラとの位置関係を示す図である。

【図 29】第 7 変形例に係る立体画像処理装置の構成を示す図である。

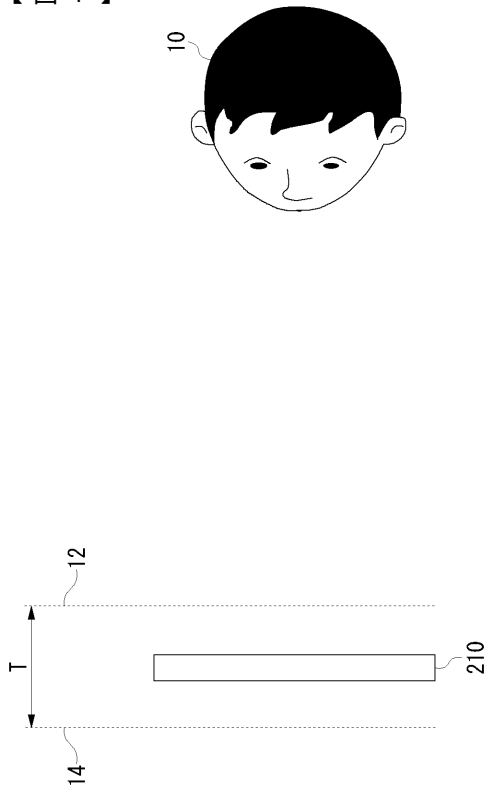
【図 30】第 9 変形例に係る立体画像処理装置の処理の流れを示す図である。 40

【符号の説明】

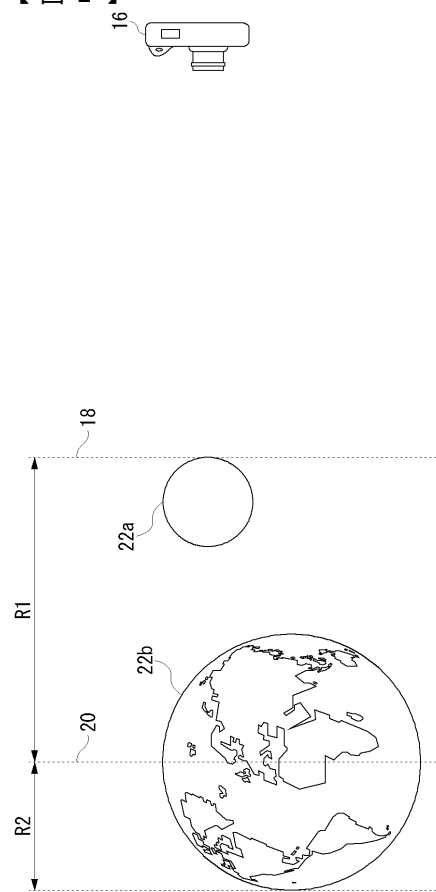
【0107】

16 仮カメラ、22 オブジェクト、24 本カメラ、100 立体画像処理装置、130 カメラ仮配置部、134 Z 値取得部、136 カメラ配置決定部、142 視差画像生成部、160 演算選択情報取得部、170 動作予測部、172 変位量予測部、190 Z 値使用判定部、R1 演算領域。

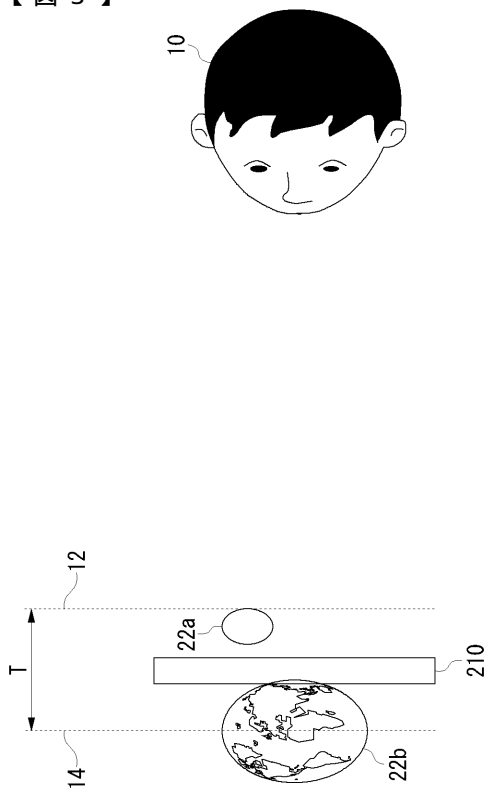
【図 1】



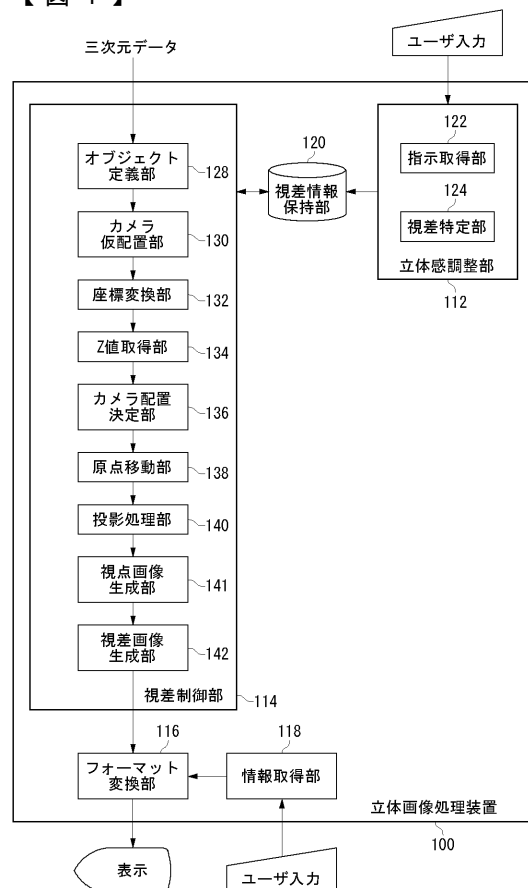
【図 2】



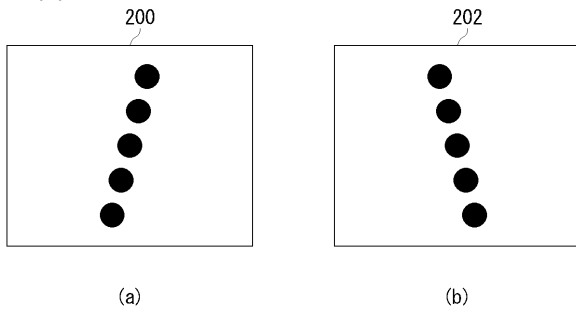
【図 3】



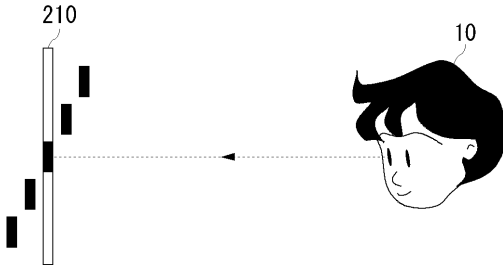
【図 4】



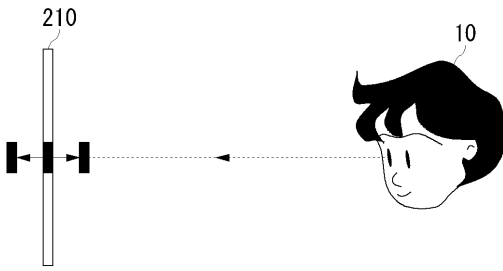
【 図 5 】



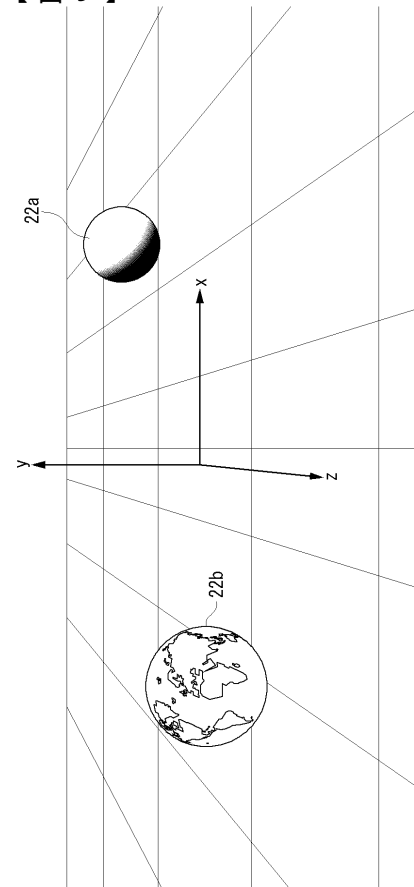
【 図 6 】



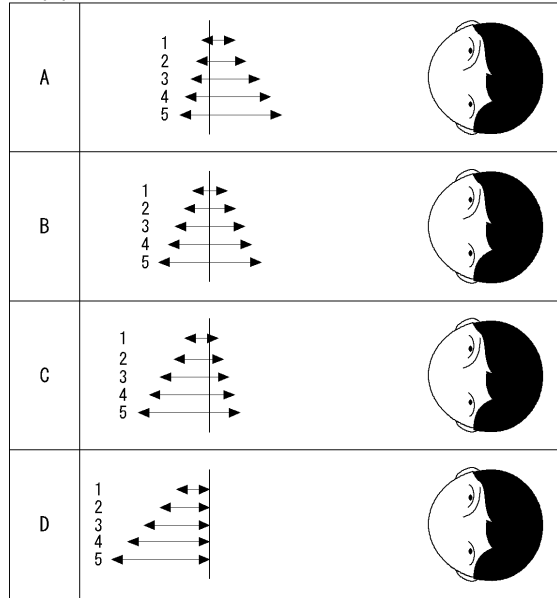
【 図 7 】



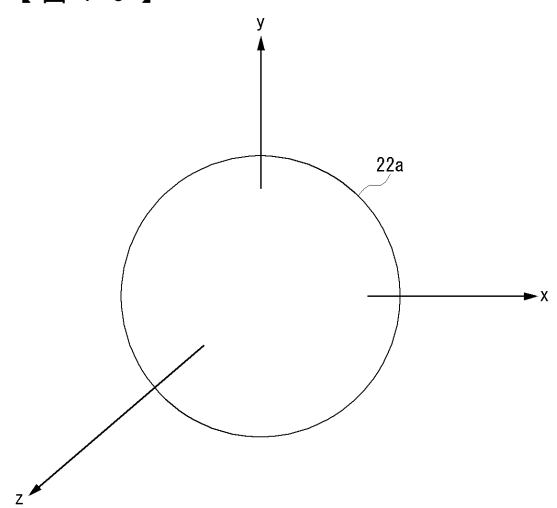
【 図 9 】



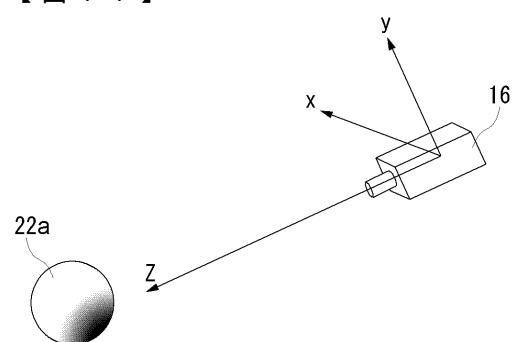
【 図 8 】



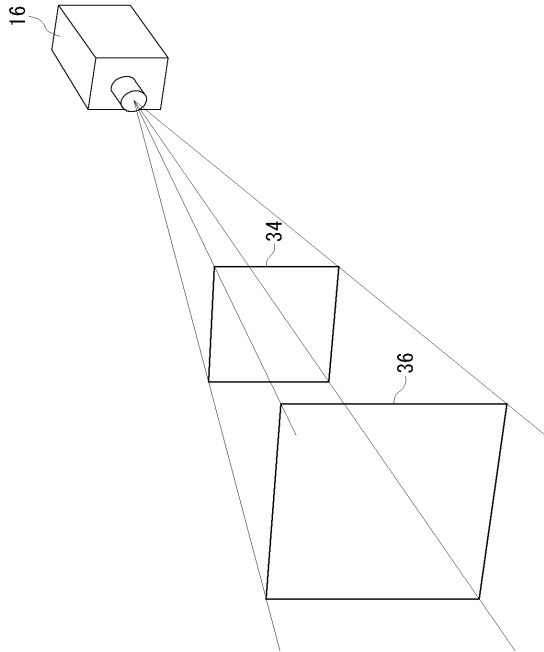
【 図 10 】



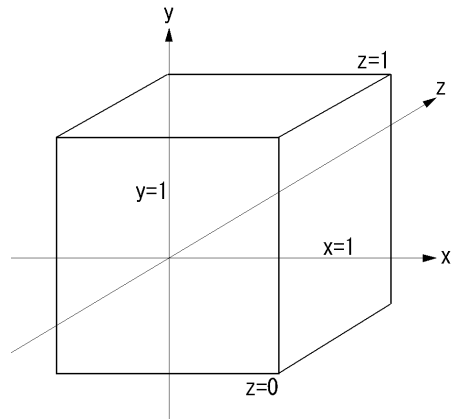
【 図 11 】



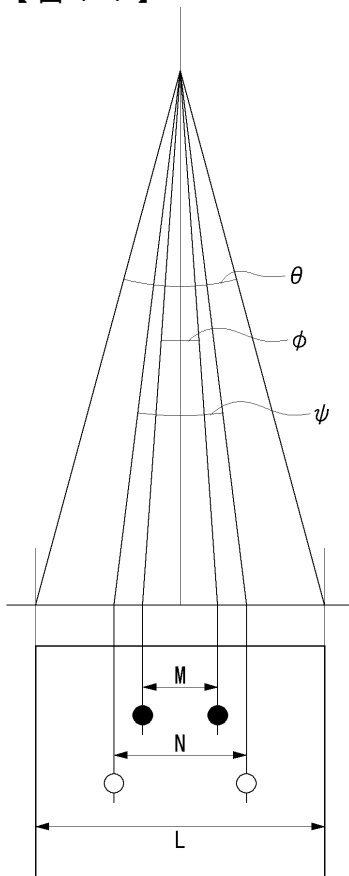
【図 1 2】



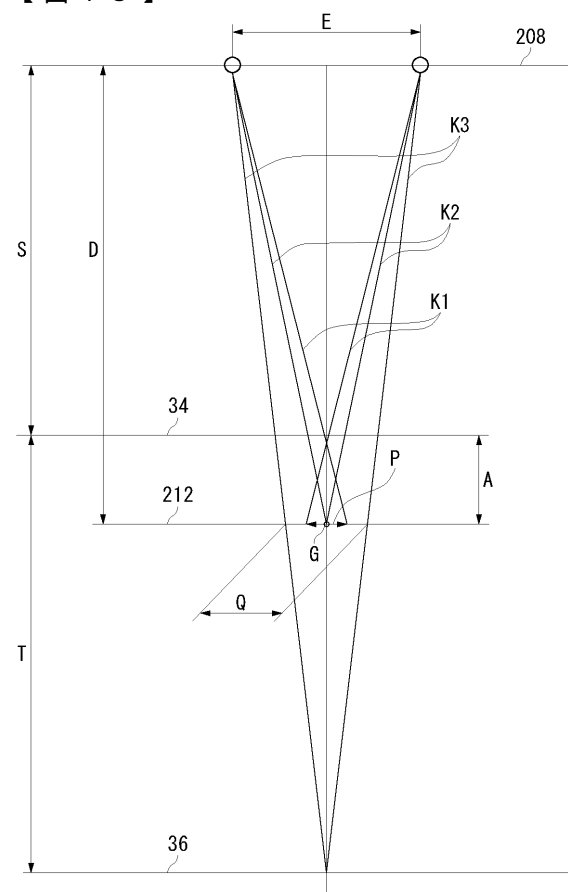
【図 1 3】



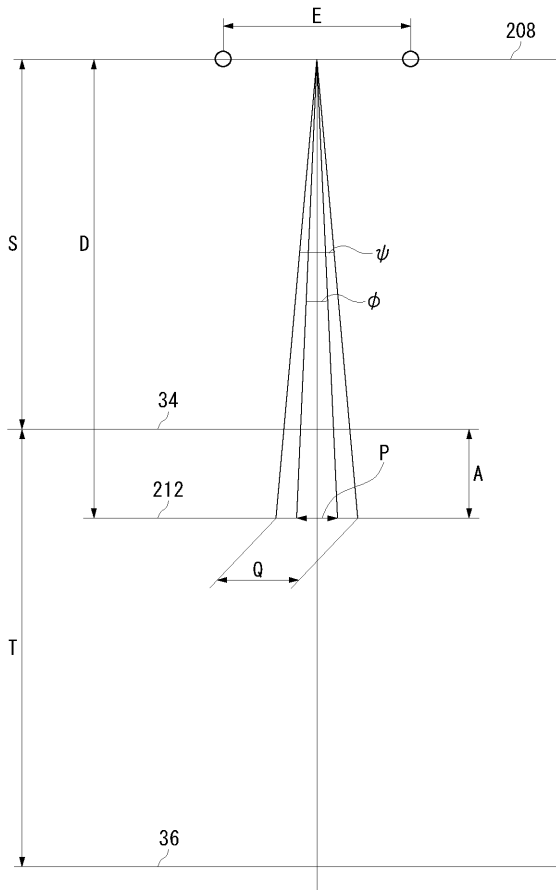
【図 1 4】



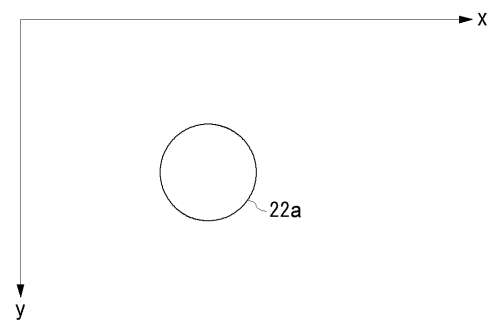
【図 1 5】



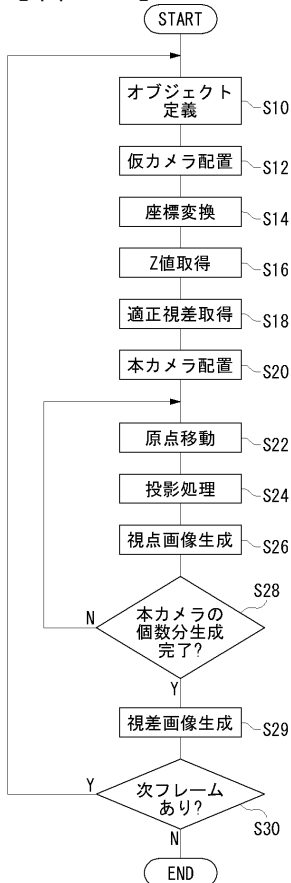
【図 16】



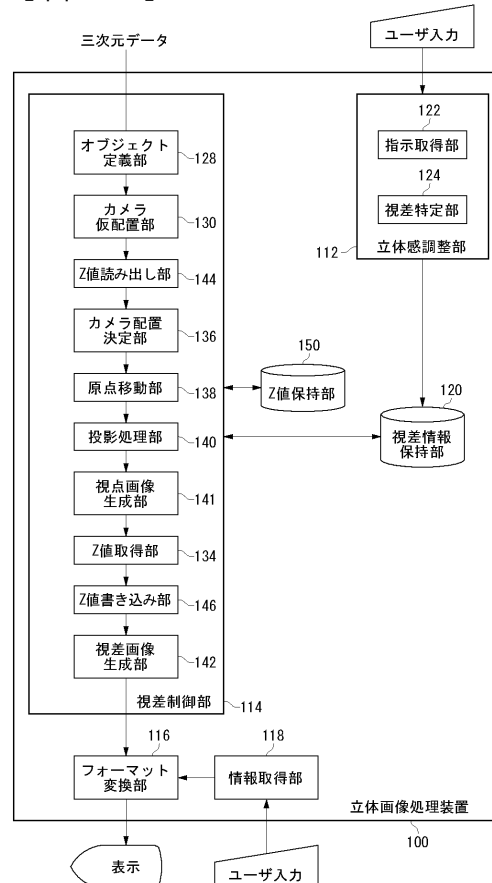
【図 17】



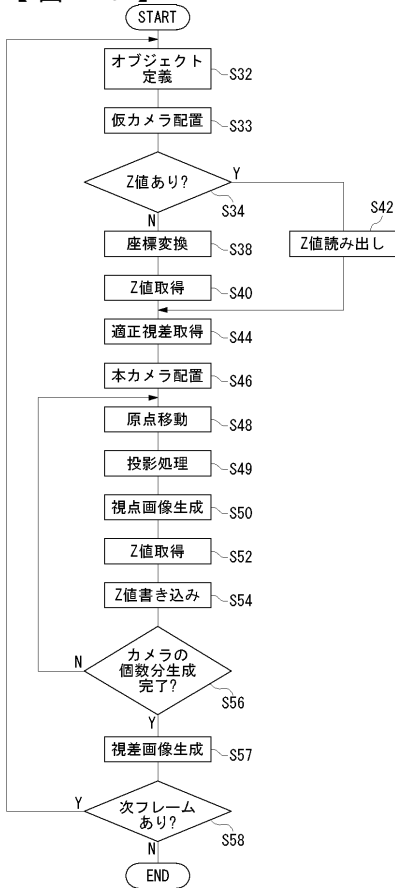
【図 18】



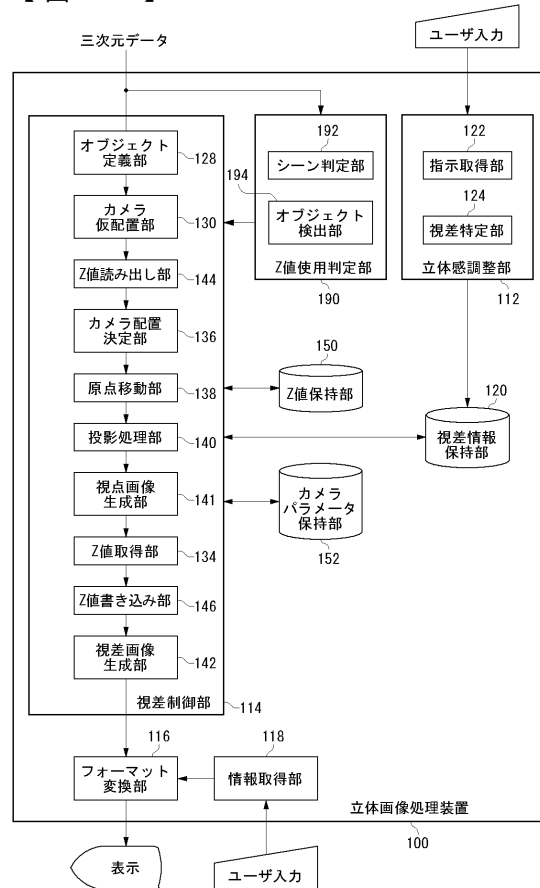
【図 19】



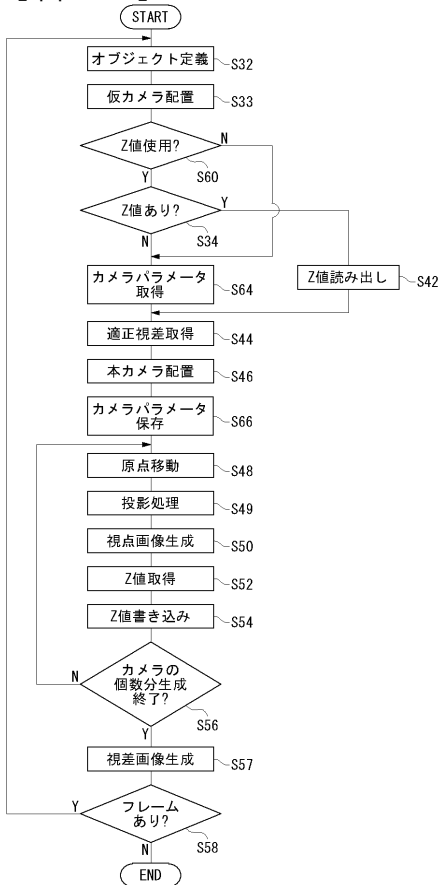
【図 20】



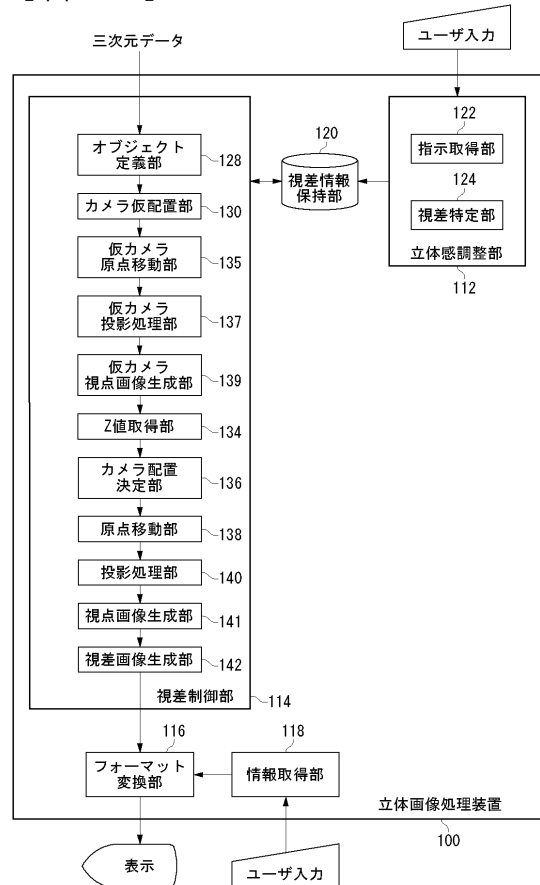
【図 21】



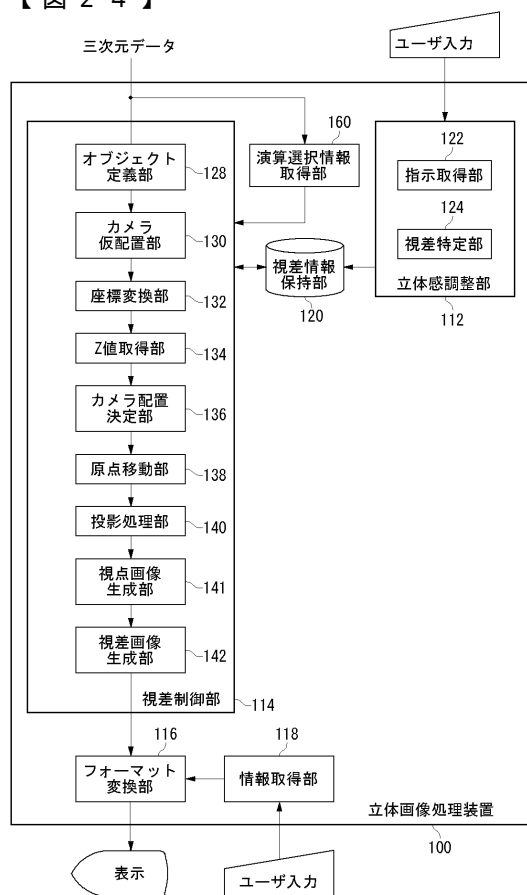
【図 22】



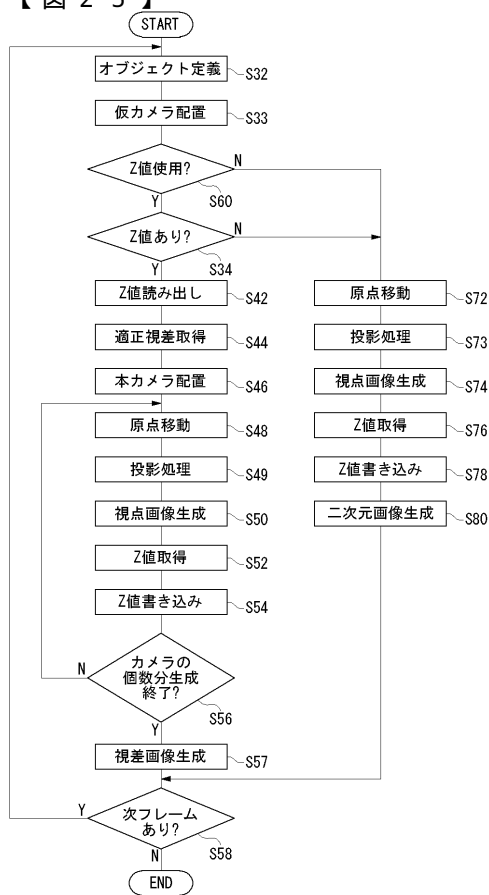
【図 23】



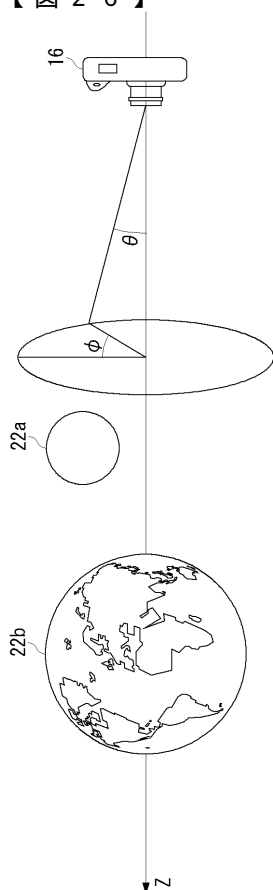
【 ㄨ 2 4 】



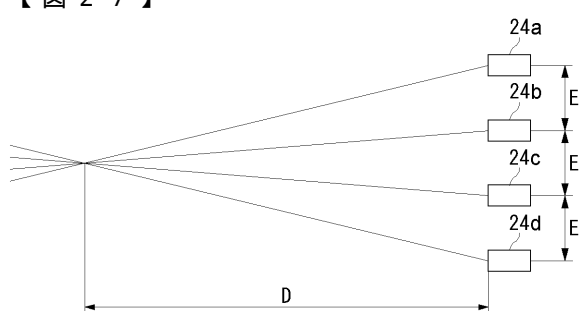
【 ㊦ 2 5 】



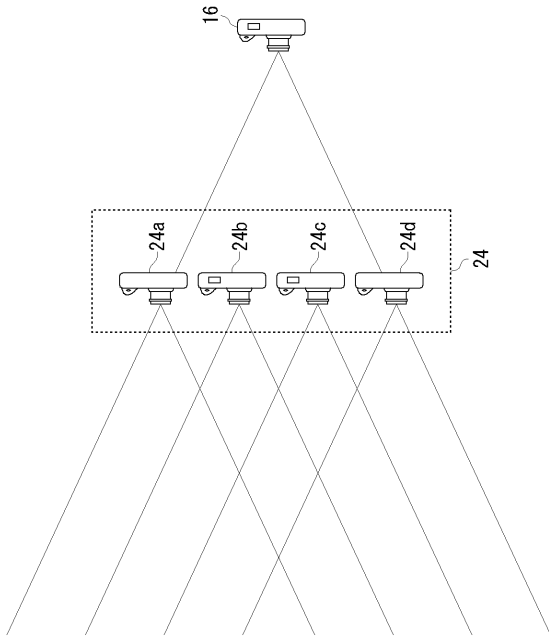
【 図 2 6 】



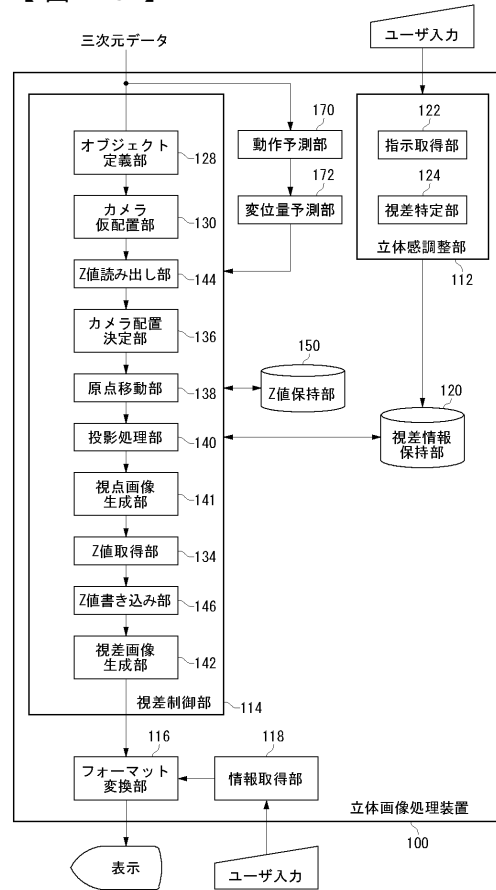
【 圖 2 7 】



【図 28】



【図 29】



【図 30】

