

(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2013-211672

(P2013-211672A)

(43) 公開日 平成25年10月10日(2013.10.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 13/04 (2006.01)	HO4N 13/04	2C001
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74	D 5C058
A63F 13/00 (2006.01)	A63F 13/00	P 5C061
	A63F 13/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-80193 (P2012-80193)
 (22) 出願日 平成24年3月30日 (2012.3.30)

(71) 出願人 000134855
 株式会社バンダイナムコゲームス
 東京都品川区東品川4丁目5番15号
 (74) 代理人 100124682
 弁理士 黒田 泰
 (74) 代理人 100104710
 弁理士 竹腰 昇
 (74) 代理人 100090479
 弁理士 井上 一
 (72) 発明者 柿沢 高弘
 東京都品川区東品川四丁目5番15号 株
 式会社バンダイナムコゲームス内
 (72) 発明者 白子 雅之
 東京都品川区東品川四丁目5番15号 株
 式会社バンダイナムコゲームス内
 最終頁に続く

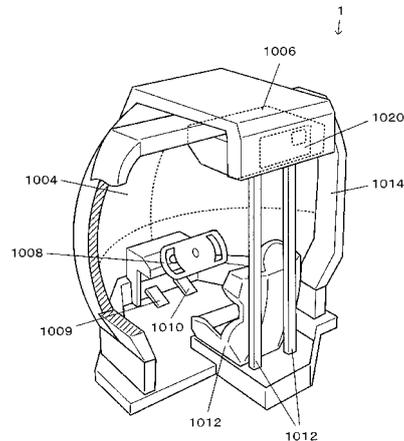
(54) 【発明の名称】 曲面投影立体視装置

(57) 【要約】

【課題】 曲面スクリーンに画像を投影する装置でありながら、立体視装置として機能する装置を実現すること。

【解決手段】 プロジェクタ1006によってスクリーン1004に投影される画像は、次のように生成される。すなわち、三次元仮想空間において、観察者の両眼に相当する2つの仮想視点を設定するとともに、スクリーン(投影面)1004に外接するように2枚の仮想平面を設定する。次いで、この仮想視点それぞれに基づき、ゲーム空間を仮想平面に透視投影変換した平面画像を生成する。そして、想定観察位置からスクリーンを見た場合に平面画像が歪み無く見えるように定められる仮想平面上の画素位置と投影画像上の画素位置との対応関係に従って、平面画像それぞれから投影画像を生成し、右目用投影画像及び左目用投影画像とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影装置が広角レンズを介して所与の投影画像を曲面スクリーンに投影することで映し出す立体視映像を、ユーザが想定観察位置から観察することで立体視として視認可能な曲面投影立体視装置であって、

仮想三次元空間を設定する仮想空間設定手段と、

前記ユーザの左右の目に代わる左右の仮想カメラを前記仮想三次元空間に設定する仮想カメラ設定手段と、

前記左右の仮想カメラの視線方向前方に当該仮想カメラの視界をカバーするための複数の仮想平面を設定する仮想平面設定手段と、

前記左右の仮想カメラそれぞれに基づいて、前記仮想三次元空間を前記仮想平面に透視投影変換処理して左右の仮想カメラそれぞれ用の仮想平面画像を生成する仮想平面画像生成手段と、

前記想定観察位置から前記曲面スクリーンを見た場合に前記仮想平面画像が歪み無く見えるように前記仮想平面上の画素位置と前記投影画像上の画素位置との対応関係が定められた画素位置対応関係と、前記仮想平面画像とを用いて前記投影画像を生成する投影画像生成手段と、

を備えた曲面投影立体視装置。

【請求項 2】

前記仮想平面画像生成手段は、前記左右の仮想カメラ共に、前記仮想平面を前記透視投影変換処理用の共通のスクリーンとみなして前記透視投影変換処理を行って前記仮想平面画像を生成する、

請求項 1 に記載の曲面投影立体視装置。

【請求項 3】

座席部を更に備え、

前記曲面スクリーンは、前記座席部に着座したユーザの想定正視方向に凸状の形状を有し、

前記投影装置は、投影中心方向を、前記想定正視方向と前記曲面スクリーンとの交点位置に向けて設置されてなる、

請求項 1 又は 2 に記載の曲面投影立体視装置。

【請求項 4】

前記仮想平面設定手段は、2 枚又は 3 枚の前記仮想平面を左右方向に接続させ、且つ、各仮想平面を前記仮想カメラに向けて設定する、

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の曲面投影立体視装置。

【請求項 5】

前記仮想平面設定手段は、前記仮想平面間の接続角度を変更する接続角度変更手段を有する、

請求項 4 に記載の曲面投影立体視装置。

【請求項 6】

前記仮想平面設定手段は、前記仮想カメラに対する相対角度が徐々に変化するように前記仮想平面の設定位置を徐々に変化させる位置変更手段を有する、

請求項 4 又は 5 に記載の曲面投影立体視装置。

【請求項 7】

前記仮想三次元空間中を移動する着目点を設定する着目点設定手段を更に備え、

前記位置変更手段は、前記着目点の変位に応じて前記仮想平面の設定位置を変化させる

、
請求項 6 に記載の曲面投影立体視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、投影装置が広角レンズを介して所与の投影画像を曲面スクリーンに投影することで立体視映像を映し出す曲面投影立体視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

曲面スクリーンに歪みの少ない画像を投影する技術として、特許文献1の技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-85586号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上述の特許文献1の技術は、立体視でない、ドーム形状の壁面に画像を投影するための技術であった。本発明は、曲面スクリーンに画像を投影する装置でありながら、立体視装置として機能する装置を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するための第1の形態は、

投影装置（例えば、図1のプロジェクタ1006）が広角レンズ（例えば、図12のfレンズ）を介して所与の投影画像を曲面スクリーン（例えば、図1のスクリーン1004）に投影することで映し出す立体視映像を、ユーザが想定観察位置から観察することで立体視として視認可能な曲面投影立体視装置（例えば、図1のゲームシステム1）であって、

20

仮想三次元空間を設定する仮想空間設定手段（例えば、図19のゲーム演算部210）と、

前記ユーザの左右の目に代わる左右の仮想カメラ（例えば、図3の右目用仮想視点10a及び左目用仮想視点10b）を前記仮想三次元空間に設定する仮想カメラ設定手段（例えば、図19の仮想視点設定部221）と、

前記左右の仮想カメラの視線方向前方に当該仮想カメラの視界をカバーするための複数の仮想平面（例えば、図4の仮想平面20a, 20b）を設定する仮想平面設定手段（例えば、図19の仮想平面設定部222）と、

30

前記左右の仮想カメラそれぞれに基づいて、前記仮想三次元空間を前記仮想平面に透視投影変換処理して左右の仮想カメラそれぞれ用の仮想平面画像を生成する仮想平面画像生成手段（例えば、図19の透視投影変換部223）と、

前記想定観察位置から前記曲面スクリーンを見た場合に前記仮想平面画像が歪み無く見えるように前記仮想平面上の画素位置と前記投影画像上の画素位置との対応関係が定められた画素位置対応関係（例えば、図19の画素位置対応マップ50）と、前記仮想平面画像とを用いて前記投影画像を生成する投影画像生成手段（例えば、図19の投影画像生成部224）と、

40

を備えた曲面投影立体視装置である。

【0006】

この第1の形態によれば、仮想三次元空間に左右の仮想カメラが設定され、この左右の仮想カメラの視線方向に視界をカバーするための複数の仮想平面が設定される。なお、仮想平面によってカバーされる範囲は視界の範囲全ての意味ではなく、最終的に曲面スクリーンに投影される範囲が含まれば良い。次いで、この仮想カメラに基づき仮想三次元空間が仮想平面に透視投影変換処理されることで、仮想平面画像が生成される。そして、想定観察位置から曲面スクリーンを見た場合に仮想平面画像が歪み無く見えるように仮想平面上の画素位置と投影画像上の画素位置との対応関係が定められた画素位置対応関係と、生成された仮想平面画像とを用いて、投影画像が生成される。このようにして生成された

50

投影画像が広角レンズを介して曲面スクリーンに投影されることで、想定観察位置から曲面スクリーンを見ると、立体視画像として観察することが可能となる。

【0007】

また、副次的な効果として、曲面スクリーンで平面視映像を観察する場合、曲面スクリーンが壁として認識されてしまう場合があったが、本形態の技術を適用した立体視映像によれば、曲面スクリーンの壁が取り払われたかのような開放感を味わうことが可能となった。

【0008】

また、第2の形態として、第1の形態の曲面投影立体視装置であって、前記仮想平面画像生成手段は、前記左右の仮想カメラ共に、前記仮想平面を前記透視投影変換処理用の共通のスクリーンとみなして前記透視投影変換処理を行って前記仮想平面画像を生成する、
曲面投影立体視装置を構成しても良い。

10

【0009】

この第2の形態によれば、左右の仮想カメラそれぞれに基づく透視投影変換処理は、仮想平面を透視投影変換処理用の共通のスクリーンとみなして行われる。従って、透視投影変換処理用のスクリーンを、左右の仮想カメラそれぞれ別個に設定する必要は無い。

【0010】

また、第3の形態として、第1又は第2の形態の曲面投影立体視装置であって、座席部（例えば、図1のプレーヤシート1002）を更に備え、前記曲面スクリーンは、前記座席部に着座したユーザの想定正視方向に凸状の形状を有し、前記投影装置は、投影中心方向を、前記想定正視方向と前記曲面スクリーンとの交点位置に向けて設置されてなる、
曲面投影立体視装置を構成しても良い。

20

【0011】

この第3の形態によれば、曲面スクリーンは、座席部に着席したユーザの想定正視方向に凸状の形状を有しており、投影装置は、投影中心方向が、想定正視方向と曲面スクリーンとの交点位置に向けて設置される。これにより、観察される立体視映像は、曲面スクリーンの端部に比べて想定正視方向付近の方が歪みが抑えられ、座席部に着席して立体視映像を観察する際の立体視の視認性を向上させることができた。

30

【0012】

また、第4の形態として、第1～第3の何れかの形態の曲面投影立体視装置であって、前記仮想平面設定手段は、2枚又は3枚の前記仮想平面を左右方向に接続させ、且つ、各仮想平面を前記仮想カメラに向けて設定する、
曲面投影立体視装置を構成しても良い。

【0013】

この第4の形態によれば、2枚又は3枚の仮想平面が左右方向に接続され、且つ、各仮想平面が前記仮想カメラに向けて設定される。これにより、仮想平面の数が2枚又は3枚で済み、立体視画像の描画演算における大きな問題の1つである描画負荷を大きく低減することが可能となった。

40

【0014】

また、第5の形態として、第4の形態の曲面投影立体視装置であって、前記仮想平面設定手段は、前記仮想平面間の接続角度を変更する接続角度変更手段を有する、
曲面投影立体視装置を構成しても良い。

【0015】

この第5の形態によれば、仮想平面間の接続角度が変更される。

【0016】

また、第6の形態として、第4又は第5の形態の曲面投影立体視装置であって、

50

前記仮想平面設定手段は、前記仮想カメラに対する相対角度が徐々に変化するように前記仮想平面の設定位置を徐々に変化させる位置変更手段を有する、

曲面投影立体視装置を構成しても良い。

【0017】

この第6の形態によれば、仮想カメラに対する相対角度が徐々に変化するように、仮想平面の設定位置が徐々に変化される。

【0018】

ところで、本形態の曲面投影立体視装置では、描画負荷削減のため、曲面スクリーンの曲面を2枚又は3枚の仮想平面で代用(近似)した。このため、地球儀を円筒に投影したメルカトル図法のように、曲面スクリーンの曲面と仮想平面とを部分的に拡大や縮小(10
縮小)をして対応を取っている。仮に、仮想平面の接続角度が固定であり、仮想平面の仮想カメラに対する相対角度が固定であるならば、その縮小度合いは部分的に違えども変化することはない。他方、立体視として視認させるためには、精密に計算された左右の視差画像が要求される。従って、縮小度合いによっては、曲面スクリーン上に、立体視として比較的視認し易い場所や視認し難い場所が存在し得る。

【0019】

そこで、第5の形態のように仮想平面の接続角度を変更可能としたり、第6の実施形態のように仮想平面の仮想カメラに対する相対角度を変化させることで、曲面スクリーンの曲面と仮想平面との対応関係を変更して、部分部分の縮小度合を調整する。これにより、例えば、立体視として視認して欲しい曲面スクリーンの場所が、立体視として視認し易く20
なるように、適切な投影画像を生成することが可能となる。

【0020】

また、第7の形態として、第6の形態の曲面投影立体視装置であって、前記仮想三次元空間中を移動する着目点を設定する着目点設定手段を更に備え、前記位置変更手段は、前記着目点の変位に応じて前記仮想平面の設定位置を変化させる、
曲面投影立体視装置を構成しても良い。

【0021】

この第7の形態によれば、仮想三次元空間中の着目点の変位に応じて、仮想平面の設定位置が変化される。

これにより、着目点の映像部分を、立体視として比較的視認し易くすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】ゲームシステムの構成例。

【図2】ゲームシステムの構成例。

【図3】仮想視点の設定の説明図。

【図4】仮想平面の設定の説明図。

【図5】透視投影変換の説明図。

【図6】透視投影変換の説明図。

【図7】2つの仮想視点による従来の問題点の説明図。

【図8】2つの仮想視点に共通のスクリーンの適用の説明図。

【図9】2つの仮想視点の共通スクリーンの座標設定の説明図。

【図10】共通スクリーンに垂直となる2つの仮想視点の設定の説明図。

【図11】投影画像の対象画素の説明図。

【図12】f レンズの特性的説明図。

【図13】投影画像の対象画素からの射出光線の説明図。

【図14】対象画素の射出光線と投影面との交点の算出の説明図。

【図15】交点を通る仮想視点の視線と仮想平面との交点の算出の説明図。

【図16】画素位置対応マップに基づく投影画像の生成の説明図。

10

20

30

40

50

【図17】ポリゴンの頂点座標を利用した画素位置の対応関係の説明図。

【図18】ポリゴンの頂点座標を利用した画素位置の対応関係の説明図。

【図19】ゲームシステムの機能構成図。

【図20】ゲーム処理のフローチャート。

【図21】仮想平面の設定の他の例。

【図22】仮想平面の設定の他の例。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。但し、本発明の適用可能な実施形態がこれに限定されるものではない。

10

【0024】

[ゲーム装置の構成]

図1は、本実施形態における曲面投影立体視装置を適用したゲームシステム1の構成例である。また、図2は、このゲームシステム1の鉛直断面図である。本実施形態のゲームシステム1は、店舗等に設置されてカーレースゲームを実行する業務用のゲームシステムであり、レーシングカーの運転席を模擬したプレーヤシート1002と、ゲーム画面を表示する曲面形状のスクリーン1004と、スクリーン1004に画像(映像)を投影するプロジェクタ1006と、ゲーム音を出力するスピーカ(不図示)と、プレーヤがゲーム操作を入力するためのハンドル1008やシフトレバー、アクセルペダル1010、ブレーキペダル1009と、制御基板1020とを備えている。

20

【0025】

プレーヤシート1002は、着座したプレーヤの想定正視方向がスクリーン1004の中央付近を向くように、その向きや高さが調整されて設けられている。本実施形態では、着座したプレーヤの正面方向を想定正視方向としている。曲面スクリーン1004は、プレーヤシート1002に着座したプレーヤの正面方向(想定正視方向)に対して凸形状に形成されている。

【0026】

プロジェクタ1006は、投影装置の一種であり、プレーヤシート1002の後方に設置された支柱1012や筐体フレーム1014に支持されて、プレーヤシート1002の上方であってプレーヤシート1002に着座したプレーヤに干渉しない位置に、その投影中心方向がスクリーン1004の中心付近を向くように設置されている。すなわち、投影中心方向がプレーヤの想定正視方向と曲面スクリーンとの交点位置に向くように設置される。また、プロジェクタ1006には、投影レンズとして広角レンズが取り付けられており、この広角レンズを通して、投影画像がスクリーン1004の投影面全体に投影される。

30

【0027】

制御基板1020には、CPUやGPU、DSP等の各種マイクロプロセッサ、ASIC、VRAMやRAM、ROM等の各種ICメモリが実装されている。そして、制御基板1020は、ICメモリに記憶されたプログラムやデータ、ハンドル1008やアクセルペダル1010、ブレーキペダル1009等からの操作信号等に基づいて、カーレースゲームを実現するための各種処理を行う。

40

【0028】

プレーヤは、プレーヤシート1002に着座して、スクリーン1004に表示されるゲーム画面を見、スピーカからのゲーム音声を聞きつつ、ハンドル1006やアクセルペダル1010、ブレーキペダル1009を操作してカーレースゲームを楽しむ。

【0029】

本実施形態のカーレースゲームでは、仮想三次元空間に、レースコース等の背景オブジェクトが配置されてゲーム空間が構成される。このゲーム空間内には、プレーヤカーや他プレーヤカー等の各種オブジェクトが配置されるとともに、プレーヤカーのドライバーの位置に仮想視点(仮想カメラ)が配置される。そして、この仮想視点に基づくゲーム空間

50

の画像（立体視画像）が、ゲーム画像として、プロジェクタ 1006 によってスクリーン 1004 に投影（表示）される。

【0030】

[立体視画像の生成原理]

本実施形態では、右目用立体視画像と左目用立体視画像とを交互に時分割で表示させることで、立体視として視認可能とする。プレーヤは、偏光メガネ方式又は時分割方式（例えば、液晶シャッター方式）又は波長分光方式に分類される立体視メガネ（不図示）を装着することで、スクリーン 1004 に表示（投影）される画像を、立体視として観察することができる。

【0031】

また、本実施形態において仮想三次元空間（ゲーム空間）と現実空間との対応関係（縮尺）は 1 : 1 とするが、これはゲームによって任意に設定可能である。例えば、プレーヤキャラクタを昆虫のように小さなキャラクタとして、ゲーム世界を旅するゲームであるならば、仮想三次元空間（ゲーム空間）と現実空間との対応関係（縮尺）は 1 : 25 等と設定される。

【0032】

それでは、本実施形態における立体視画像の生成原理を説明する。まず、図 3 に示すように、プレーヤがプレーヤシート 1002 に着座した状態の観察者（プレーヤ）の右目及び左目それぞれの想定位置を想定観察位置とする。そして、想定観察位置に相当する仮想三次元空間（ゲーム空間）中の位置に仮想視点 10（右目用仮想視点 10a 及び左目用仮想視点 10b）を配置する。仮想三次元空間と現実空間との対応関係（縮尺）が 1 : 1 であるため、図 3 では、仮想三次元空間と現実空間とを合わせて図示している。説明の簡明化のため、以下も同様に、仮想三次元空間と現実空間とを同座標とみなして同義的に図示・説明する。

【0033】

また、図 4 に示すように、仮想三次元空間に 2 枚の仮想平面 20a, 20b を設定する。この仮想平面 20a, 20b は、スクリーン 1004 の投影面を模擬した平面であり、仮想視点 10 の視界をカバーする（視界の範囲を含む・覆う）サイズ及び位置に設定される。具体的には、2 枚の仮想平面 20a, 20b を、鉛直、且つ、投影面 1004 に外接するように位置決めする。また、2 枚の仮想平面 20a, 20b は、各面が仮想視点 10 に向くよう左右に並べて接続角度を 90 度として接続し、仮想視点 10 から見たときに、その接続部分が想定正視方向に位置するように設定される。

なお、仮想平面 20a, 20b がカバーする範囲は、必ずしも仮想視点 10 の視界全てを含む必要はなく、最終的にスクリーン 1004 に表示（投影）される範囲に相当する範囲をカバーできていればよい。

【0034】

仮想平面 20a, 20b を設定したならば、この仮想平面 20a, 20b を透視投影変換用のスクリーンとして利用して、平面画像 32 を生成する。具体的には、図 5、図 6 に示すように、仮想視点 10 をもとに、三次元仮想空間を仮想平面 20 に透視投影変換した平面画像 32 を生成する。立体視であるため、勿論、右目用仮想視点 10a に基づく右目用平面画像 32a と、左目用仮想視点 10b に基づく左目用平面画像 32b とを生成する。

【0035】

まず、右目用仮想視点 10a について説明すると、図 5 に示すように、右目用仮想視点 10a をもとに、三次元仮想空間を仮想平面 20a に透視投影変換した平面画像 30a と、仮想平面 20b に透視投影変換した平面画像 30b とを生成する。そして、この 2 枚の平面画像 30a, 30b を結合して、2 枚の仮想平面 20a, 20b を一つの平面とみなした右目用平面画像 32a を生成する。

【0036】

また、左目用仮想視点 10b についても同様に、図 6 に示すように、三次元仮想空間を

10

20

30

40

50

仮想平面 20a, 20b に透視投影変換した左目用平面画像 32b を生成する。

【0037】

ここで、左右の仮想視点 10a, 10b でありながら、同じ仮想平面 20a, 20b を透視投影変換用の仮想スクリーンとする。最終的には、一旦仮想平面に描画したものをスクリーン 1004 に合わせるための補正を行うので、仮想スクリーンは必ずしも左右で共通である必要はない。しかし、左右で共通の仮想スクリーンを用いることで、描画プログラムをシンプルにでき、描画される様子も直感的に理解し易くなり、調整やデバッグがし易くなるというメリットがある。

【0038】

平面視の画像を生成するための一般的な透視投影変換処理は、視線方向と上下画角、左右画角を設定することで、仮想スクリーンが視線方向と直交し、この交点が仮想スクリーンの長方形の中心となるように設定される。しかし、左右の仮想視点 10a, 10b にこの従来方法を適用すると、図 7 に示すように、仮想スクリーンが左右で一致しないことによるキーストーン（台形）歪みによる垂直視差が発生する。

10

【0039】

これを避けるためには、図 8 に示すように、左右の仮想視点 10a, 10b に共通の仮想スクリーンが設定されなければならない。このための透視投影変換処理としては、例えば、視錐台の作成に当たり、次式 (1) のような射影行列を用いれば良い。3 行 1 列成分と、3 行 2 列成分がゼロ (0) でないことによって、視点から仮想スクリーンに下ろした垂線の足が仮想スクリーンの中心からずれた、いわゆる「スキュー」された変換行列を設定することができる。なお、式 (1) における「 α 」及び「 β 」は、前方クリップ面と後方クリップ面の変換前と変換後の Z 位置によって決定される。

20

【数 1】

$$(x, y, z, 1) \begin{pmatrix} \frac{2z_c}{w} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2z_c}{h} & 0 & 0 \\ -\frac{2x_c}{w} & -\frac{2x_c}{w} & \alpha & -1 \\ 0 & 0 & \beta & 0 \end{pmatrix}$$

30

【0040】

図 9 に示すように、w は共通スクリーンの横幅、h は共通スクリーンの縦幅、(x, y, z) 及び (x_c, y_c, z_c) はそれぞれ共通スクリーンの中心を原点としたスクリーン座標及び仮想視点の位置座標である。共通スクリーンに対する左右方向を x 座標方向、縦方向を y 座標方向、奥行方向を z 座標方向とする。従って、z_c は、共通スクリーンと仮想視点間の距離を示している。

【0041】

OpenGL (登録商標) や DirectX (登録商標) 等の汎用的な CG 描画システムでは、仮想視点 (仮想カメラ) の方向は、仮想スクリーンの向き (法線) を決定するのに用いられる。左右の仮想視点 10a, 10b に対する仮想平面 20a は、左右の仮想カメラ 10a, 10b それぞれ別個に、図 10 (a) に示すように、その方向が仮想平面 20a に垂直になるようにした上で、上記のスキュー成分を設定する必要がある。左右の仮想視点 10a, 10b に対する仮想平面 20b についても同様に、図 10 (b) に示すように、左右の仮想視点 10a, 10b それぞれの方向を、仮想平面 20b に垂直に向けた上で、上記のスキュー成分を設定する。

40

【0042】

この設定を一旦行って仮想スクリーンを決定してしまえば、以後は、左右の仮想視点 10a, 10b はその位置だけが重要であり、方向はどちらを向いていても同じと解釈できる。そのため、以後の説明では、直感的な分かりやすさを優先して、左右の仮想視点 10

50

a, 10bは正面方向を向いているものとして記載している。

【0043】

平面画像32(32a, 32b)は、仮想平面20に透視投影変換して生成した画像である。つまり、この平面画像32を、そのまま、曲面であるスクリーン(投影面)1004に投影すると、観察される画像は歪んで見える。詳細には、仮想平面20と投影面1004との接触位置近傍については歪みが比較的小さいが、この接触位置から離れるにつれて、観察される画像の歪みが大きくなる。

【0044】

そこで、この歪みを補正するために、平面画像32に対する座標変換処理を行って、投影用の画像(投影画像)40を生成する。具体的には、投影画像40の位置と仮想平面20上の投影位置(すなわち、平面画像32の位置)と対応関係を求め、この対応関係と、平面画像32とから投影画像40を生成する。この対応関係は、右目用仮想視点10aに基づく右目用平面画像32a、及び、左目用仮想視点10bに基づく左目用平面画像32bのそれぞれについて求めるが、どちらも同じ方法によって求めることができる。

10

【0045】

図11は、投影画像40の一例である。先ず、図11に示すように、投影画像40を構成する各画素のうち、一つの画素を「対象画素PE」とする。次いで、対象画素PEが、プロジェクタ1006から広角レンズを介して射出される光線を算出する。本実施形態では、広角レンズとして「f レンズ」を用いることとする。図12は、f レンズの特性を説明する図である。同図に示すように、f レンズには、位置Fからレンズの中心Oを通る光線の射出角度は、f レンズの中心Oから距離Lに比例する特徴がある。

20

【0046】

図13は、対象画素からの射出光線の算出を説明する図である。プロジェクタ1006の投影中心方向を投影レンズ(f レンズ)の中心Oを通る方向とし、この方向に投影画像40の中心O'が位置するとすると、対象画素PEからの射出光線V1は、投影画像40に対する鉛直方向(すなわち、プロジェクタ1006の投影中心方向)に対して、投影画像40の中心O'から対象画素PEまでの距離Lに比例した射出角度の方向となる。

【0047】

次いで、図14に示すように、対象画素PEの射出光線V1と投影面1004との交点Pを算出する。続いて、図15に示すように、仮想視点10からこの交点Pを見た視線V2を求める。仮想視点10の位置は想定観察位置に対応するため、図15のように示される。そして、この視線V2と仮想平面20との交点Qを算出する。この交点Qが、投影画像40の対象画素PEに対応する仮想平面20上の位置(すなわち、平面画像32の位置)となる。

30

【0048】

投影画像40の全ての画素について、同様に、対応する仮想平面20上の位置を求める。そして、投影画像40の各画素の色を、対応する平面画像32の画素位置の色とすることで、歪みの無い立体視を実現できる。

【0049】

このようにして求めた投影画像40上の画素位置と平面画像32上の画素位置との対応関係を、「画素位置対応マップ50」と呼ぶ。この画素位置対応マップ50は、右目用仮想視点10aについての「右目用画素位置対応マップ50a」と、左目用仮想視点10bについての「左目用画素位置対応マップ50b」とが生成される。

40

【0050】

なお、右目と左目の位置、仮想平面、スクリーン形状を含む描画環境が左右対称である場合、右目用画素位置対応マップ50aを左右反転したものが、左目用画素位置対応マップ50bとなる。これを利用すると、画素位置対応マップ50を1枚で済ませることができるので、画素位置対応マップ50の計算時間、及び、それを保持しておくメモリ容量を節約することができる。

【0051】

50

画素位置対応マップ50は、仮想平面20のサイズ及び配置位置が変化せず、且つ、観察者の左右両眼の位置が大きく変化しない前提においては固定であるため、画像生成の前に予め生成しておいてもよいし、画像生成の際に生成することとしてもよい。

【0052】

画像生成の際に生成することとする場合、その処理が十分高速に行うことができ、且つ、観察者の左右両眼の位置をヘッドトラッキングやアイトラッキングによって精確且つ高速に検出することができれば、これを反映した左右の仮想視点10a, 10bの位置による画素位置対応マップ50をリアルタイムに作成することで、観察者が頭を動かした場合にも対応でき、より自然な立体視の表示が可能となる。

【0053】

また、この処理をリアルタイムに行うことができなくても、最初の設定時に観察者の左右両眼の位置を1回だけ取得することができれば、それに合わせた画素位置対応マップ50を作成することで、その観察者に合わせたより適切な立体視映像を生成することができる。

【0054】

また、左右の仮想視点10a, 10bの位置を最初は両眼の中心の位置に設定し、そこから徐々に左目及び右目の位置まで広がってゆくように設定した上で、それに対応した画素位置対応マップ50(予め全ての仮想視点10a, 10bの位置に対応させて作成しておいてもよいし、その場で高速に作成してもよい)を適用することで、従来のドームスクリーンによる「ドームの壁に張り付いた状態」の映像から、徐々に空間が広がっているかのように見える効果的な演出を行うことができる。

【0055】

平面画像32(32a, 32b)と、画素位置対応マップ50(50a, 50b)とを用いて投影画像40(左右視点それぞれ用の投影画像)が生成できれば、あとは投影画像40をプロジェクタ1006から投影すればよい。

【0056】

以上原理を説明したが、最終的に生成する画像は投影画像40である。そのため、先に平面画像32を生成せずに、次のようにして投影画像40を生成すると合理的である。すなわち、図16に示すように、投影画像40の各画素に対応する平面画像32上の画素を画素位置対応マップ50から求める。そして、求めた平面画像32上の画素についてのみ色情報を描画演算し、この色情報を、もとの投影画像40の画素の色情報とする。これを、投影画像40の各画素について行うことで、投影画像40の色情報を決定する。平面画像32が投影画像40よりも大きな画像であれば、この描画処理方法は描画負荷を低減させることにつながるため、有効である。

【0057】

以上に示した描画処理では、画素位置対応マップ50は、投影画像40の画素1つ1つに対応させて作成されるため、投影画像40の画素数に対応したサイズのマップが必要になる。そのため、ハードウェアの条件によっては、この巨大なマップをメモリ上に保持しておくことが困難な場合がある。また、マップの計算にも時間がかかる。

【0058】

これを解決するために、ポリゴンの頂点座標を利用する方法がある。具体的に説明する。図17(b), 図18(b)に示すように、平面画像32をメッシュ状に分割する。但し、このメッシュのパターンは一例であって、勿論、これ以外でもよい。そして、各メッシュのポリゴン(図17, 図18では三角形)の頂点座標(U, V)に相当する投影画像40上の位置(X, Y)を求め、これらの各ポリゴンの各頂点について、投影画像40上の座標(X, Y)と平面画像32上の座標(U, V)との組を「座標対応関係データ」として保持しておく。そして、この座標対応関係データにて定められる、投影画像40上の各メッシュを構成するポリゴンの頂点座標(X, Y)に対応する平面画像32上の位置(U, V)を参照して、投影画像40を生成する。

【0059】

図17は、右目用仮想視点20aについて示しており、図18は、左目用仮想視点20bについて示している。また、図17(a)、図18(a)は、投影画像40上のメッシュを示し、図17(b)、18(b)は、平面画像32上のメッシュを示している。

【0060】

このとき、一般的なGPUにおけるテクスチャ付きポリゴン描画の仕組みを利用できる。すなわち、各ポリゴンの頂点のテクスチャ座標(U, V)が参照され、ポリゴンの内部については各頂点から得られる座標値を補間した座標(U, V)をもとに、平面画像32上のピクセル値が取得されるように描画が行われるようにする。このようにすることで、投影画像40の画素数に対応したマップよりも遙かに少ないメモリ量で、画素位置の対応関係を保持しておくことができる。また、計算量も少なくなるため、より高速な座標位置対応データの作成が可能となる。

10

【0061】

勿論、この方法は補間を用いているため、投影画像40の画素数のマップ(画素位置対応マップ50)を用意するよりは不正確なものとなる。しかし、メッシュの分割数は自由に増減できるため、画像の正確さとメモリ量及び計算時間のどれを優先するかを考慮した座標対応関係データを適切に作成することができる。

【0062】

[機能構成]

図19は、本実施形態のゲームシステム1の機能構成を示すブロック図である。図19によれば、ゲームシステム1は、機能的には、操作入力部110と、画像表示部120と、音声出力部130と、通信部140と、処理部200と、記憶部300とを備えて構成される。

20

【0063】

操作入力部110は、プレーヤによる操作指示を受け付け、操作指示に応じた操作信号を処理部200に出力する。この機能は、例えばボタンスイッチやレバー、マウス、キーボード、各種センサ等によって実現される。図1では、ハンドル1008やアクセルペダル1010、ブレーキペダル1009がこれに該当する。

【0064】

処理部200は、記憶部300から読み出したプログラムやデータ、操作入力部110からの操作信号等に基づいて、ゲームシステム1の全体制御やゲーム進行、画像生成等の各種演算処理を行う。また、処理部200は、主にゲームの実行に係る演算処理を行うゲーム演算部210と、立体視画像生成部220と、音声生成部230と、通信制御部240とを有する。

30

【0065】

ゲーム演算部210は、操作入力部110から入力されるプレーヤのゲーム操作等をもとに、ゲーム制御プログラム312に従った処理を行うことで、カーレースゲームの進行制御を行う。

【0066】

立体視画像生成部220は、仮想視点設定部221と、仮想平面設定部222と、透視投影変換部223と、投影画像生成部224とを有し、ゲーム演算部210による演算結果に基づき、画像表示部120に表示させる立体視画像(映像)を生成する。詳細には、所定の画像生成タイミング(例えば、1/120秒間隔)で、右目用仮想視点10aに基づく右目用立体視画像と、左目用仮想視点10bに基づく左目用立体視画像とを生成し、生成した画像の画像信号を画像表示部120に出力する。この機能は、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)等のプロセッサ、その制御プログラム、フレームバッファ等の描画フレーム用ICメモリ等で実現される。

40

【0067】

仮想視点設定部221は、ゲーム空間に、プレーヤ(観察者)の両目に相当する仮想視点10(右目用仮想視点10a及び左目用仮想視点10b)を設定する。

【0068】

50

仮想平面設定部 222 は、上述した原理に従って、ゲーム空間に、仮想平面 20a, 20b を設定する。

【0069】

透視投影変換部 223 は、仮想視点 10 をもとに、ゲーム空間を仮想平面 20 に透視投影変換した平面画像 32 を生成する。詳細には、右目用仮想視点 10a をもとに、ゲーム空間を仮想平面 20a, 20b それぞれに透視投影変換した平面画像 30a, 30b を生成する。そして、この 2 枚の平面画像 30a, 30b を結合して、1 枚の右目用平面画像 32a を生成する(図 5 参照)。また、左目用仮想視点 10b についても同様に、左目用仮想視点 10b をもとに、ゲーム空間を仮想平面 20a, 20b それぞれに透視投影変換した平面画像 30c, 30d を生成し、生成した 2 枚の平面画像 30c, 30d を結合して、1 枚の左目用平面画像 32b を生成する。

10

【0070】

生成された平面画像 32 は、平面画像バッファ 330 に格納される。平面画像バッファ 330 は、右目用平面画像 32a、及び、左目用平面画像 32b の 2 枚の画像の格納領域を有している。

【0071】

投影画像生成部 224 は、透視投影変換部 223 によって生成された平面画像 32 と、画素位置対応マップ 50 とを用いて左右視点それぞれ用の投影画像を生成する。生成した投影画像は、立体視画像として画像表示部 120 に表示される。詳細には、右目用投影画像の各画素について、右目用画素位置対応マップ 321 を参照して、当該画素に対応する右目用平面画像 32a の画素の色情報を設定することで、右目用投影画像を生成する。また、左目用平面画像 32b についても同様に、各画素について、左目用画素位置対応マップ 322 を参照して、当該画素に対応する左目用平面画像 32b の画素の色情報を設定することで、左目用投影画像を生成する。

20

【0072】

生成された投影画像は、投影画像バッファ 340 に格納される。投影画像バッファ 340 は、右目用投影画像、及び、左目用投影画像の 2 枚の画像の格納領域を有している。

【0073】

画像表示部 120 は、立体視画像生成部 220 からの画像信号に基づき、右目用立体視画像と左目用立体視画像とを交互に時分割で表示する曲面ディスプレイである。この機能は、例えば、図 1 に示した曲面状のスクリーン 1004 及びプロジェクタ 1006 の組合せ等によって実現される。

30

【0074】

音声生成部 230 は、ゲーム中に使用される効果音や BGM 等のゲーム音を生成し、生成したゲーム音の音信号を音声出力部 130 に出力する。音声出力部 130 は、音声生成部 230 から入力される音信号に基づいて、効果音や BGM 等のゲーム音を放音出力する。この機能は、例えばスピーカ等によって実現される。

【0075】

記憶部 300 は、処理部 200 にゲームシステム 1 を統合的に制御させるための諸機能を実現するシステムプログラムや、ゲームを実行させるために必要なプログラムやデータ等を記憶するとともに、処理部 200 の作業領域として用いられ、処理部 200 が各種プログラムに従って実行した演算結果や、操作入力部 110 からの入力データ等を一時的に記憶する。この機能は、例えば IC メモリやハードディスク、CD-ROM、DVD、MO、RAM、VRAM 等の記憶装置によって実現される。図 1 では、制御基板 1020 に実装されている IC メモリ等がこれに該当する。本実施形態では、記憶部 300 には、システムプログラム 310 と、ゲーム制御プログラム 312 と、立体視画像生成プログラム 314 と、画素位置対応マップ 50 とが記憶されるとともに、平面画像バッファ 330 と、投影画像バッファ 340 とが構成されている。

40

【0076】

[処理の流れ]

50

図20は、ゲーム処理の流れを説明するフローチャートである。ゲーム処理では、先ず、ゲーム演算部210が、ゲーム空間の初期設定を行う(ステップA1)。その後、所定のフレーム時間間隔で、ループAの処理を繰り返し実行する。

【0077】

ループAでは、ゲーム演算部210が、操作入力部110から入力されるプレイヤーの操作指示に従ったゲームの進行制御を行う(ステップA3)。次いで、立体視画像生成部220が、立体視画像の生成を行う。

【0078】

すなわち、仮想視点設定部221が、ゲーム空間に仮想視点10(右目用仮想視点10a及び左目用仮想視点10b)を設定する(ステップA5)。次いで、仮想平面設定部222が、ゲーム空間に仮想平面20a, 20bを設定する(ステップA7)。

10

【0079】

続いて、透視投影変換部223が、右目用仮想視点10aをもとに、ゲーム空間を仮想平面20a, 20bに透視投影変換した右目用平面画像32aを生成する(ステップA9)。そして、投影画像生成部224が、この右目用平面画像32aをもとに、右目用画素位置対応マップ50aを参照して、右目用投影画像40aを生成する(ステップA11)。また、透視投影変換部223が、左目用仮想視点10bをもとに、ゲーム空間を仮想平面20a, 20bに透視投影変換した左目用平面画像32bを生成する(ステップA13)。次いで、投影画像生成部224が、この左目用平面画像32bをもとに、左目用画素位置対応マップ50bを参照して、左目用投影画像40bを生成する(ステップA15)。

20

【0080】

そして、これらの右目用投影画像40a及び左目用投影画像40bを画像表示部120に表示させる(ステップA17)。その後、ゲーム演算部210は、ゲームを終了するかどうかを判断し、終了するならば(ステップA19: YES)、ループAの処理を終了し、本ゲーム処理を終了する。

【0081】

[作用効果]

本実施形態によれば、仮想三次元空間(ゲーム空間)に左右の仮想視点10(10a, 10b)が設定され、この左右の仮想視点10の視線方向に当該仮想視点10の視界の範囲を少なくともカバーするための複数の仮想平面20a, 20bが設定される。次いで、この仮想視点10に基づき仮想三次元空間が仮想平面20a, 20bに透視投影変換処理されることで、平面画像32a, 32bが生成される。そして、想定観察位置からスクリーン1004を見た場合に平面画像32a, 32bが歪み無く見えるように仮想平面20a, 20b上の画素位置と投影画像40上の画素位置との対応関係が定められた画素位置対応マップ50と、生成された平面画像32a, 32bとを用いて、投影画像40が生成される。このようにして生成された投影画像40が広角レンズを介して曲面状のスクリーン1004に投影されることで、想定観察位置からスクリーン1004を見ると、立体視画像として観察することが可能となる。

30

【0082】

また、副次的な効果として次の効果が得られた。すなわち、曲面スクリーンで立体視でない2D映像を観察する場合、曲面スクリーンが壁として認識されてしまう場合があったが、本実施形態の技術を適用した立体視映像によれば、曲面スクリーンの壁が取り払われたかのような開放感を味わうことが可能となった。

40

【0083】

また、本実施形態によれば、スクリーン1004は、プレイヤーシート1002に着席したプレイヤーの想定正視方向に凸状の形状を有しており、プロジェクタ1006は、投影中心方向が、想定正視方向とスクリーン1004との交点位置に向けて設置されてなる。これにより、観察される立体視映像は、スクリーン1004の端部に比べて想定正視方向付近の方が歪みが抑えられ、プレイヤーシート1002に着席して立体視映像を観察する際の

50

立体視の視認性を向上させることができた。

【0084】

また、仮想平面20は、2枚の仮想平面20a, 20bが左右方向に接続され、且つ、仮想視点10に向けて設定される。これにより、ドームスクリーンに表示させる立体視画像の描画演算における問題の1つである描画負荷を最小限に抑えることが可能となった。

【0085】

[変形例]

なお、本発明の適用可能な実施形態は、上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能なのは勿論である。

【0086】

(A) 仮想平面20a, 20bの設定

上述の実施形態では、仮想平面20a, 20bは、スクリーン1004との相対位置関係が固定的に設定されるが、この相対位置関係を可変に設定することにも良い。

【0087】

仮想平面20a, 20bは、曲面であるスクリーン1004の投影面を近似するための面として設定される。このため、地球儀を円筒に投影したメルカトル図法のように、スクリーン1004の曲面と仮想平面20a, 20bとは、部分的に拡大や縮小(拡縮)をして対応が取られている。他方、立体視として視認させるためには、精密に計算された左右の視差画像が要求される。従って、拡縮度合いによって、スクリーン(投影面)1004上には、立体視として視認し易い場所とし難い場所とが存在し得る。具体的には、図4の例であれば、スクリーン1004と仮想平面20a, 20bとの接触位置近傍が拡縮による歪みが比較的少ないために最も視認し易く、この接触位置から離れるほど、視認し難くなる傾向がある。

【0088】

さて、ゲームの進行状況によって、プレーヤに着目して欲しい位置や、プレーヤが着目する傾向にある位置は異なる。例えば、レースゲームであれば、平坦な直進コースを走行している場合には、プレーヤの正面方向が着目点となるであろうし、上り坂の直進コースであれば、正面方向やや上に着目点が位置するであろう。また、右カーブであれば、カーブの先に視線を向けるため、正面方向よりも右側に着目点が位置するであろう。このことから、ゲーム状況によって変化し得る着目点が仮想平面20a, 20bとスクリーン(投影面)1004との接触位置となるように、仮想平面20a, 20bの設定(仮想平面20a, 20bとスクリーン(投影面)1004との相対位置関係)を変更することとしてもよい。

【0089】

例えば、2枚の仮想平面20a, 20bの接続角度を可変としてもよい。着目点がスクリーン1004の左右いずれかの端部方向に移動する場合には、接続角度を徐々に小さくする。こうすることで、スクリーン1004の左右端部方向に接触位置がずれる。一方、着目点がスクリーン1004の左右中心に移動する場合には、接続角度を徐々に大きくする。こうすることで、スクリーン1004の中央方向に接触位置がずれる。なお、接続角度の変化に伴って、仮想平面20a, 20bの大きさを変更する必要性が生じ得る。仮想平面20a, 20bは、仮想視点10の視界の多くを覆う必要があるためである。

【0090】

また、図21に一例を示すように、接続角度はそのままに、仮想視点10に対する仮想平面20a, 20bの相対角度を変化させることにしても良い。すなわち、仮想視点10に対する仮想平面20a, 20bの相対角度を変化させる。仮想視点10から見て着目点が上方方向に移動する場合には、図21のように、仮想視点10に対して上方方向に仮想平面20a, 20bの相対角度を変化させる。こうすることで、スクリーン1004の上方方向に接触位置がずれる。着目点が下方方向に移動する場合はこの逆となる。

【0091】

また、接続角度の変更、及び、仮想視点10に対する相対角度の変更の双方を行うこと

10

20

30

40

50

としても良いことは勿論である。

【0092】

(B) 仮想平面の設定数

上述した実施形態では、仮想平面20を仮想平面20a, 20bの2枚として説明したが、この数は任意である。例えば、図4(b)に示すように2枚の仮想平面20を上面視“く”の字状に接続配置することとしたが、図22(a)に示すように、3枚の仮想平面20を上面視“コ”の字状に接続配置することとしてもよいし、図22(b)に示すように、上面視が台形形状となるように接続配置することとしても良い。

【符号の説明】

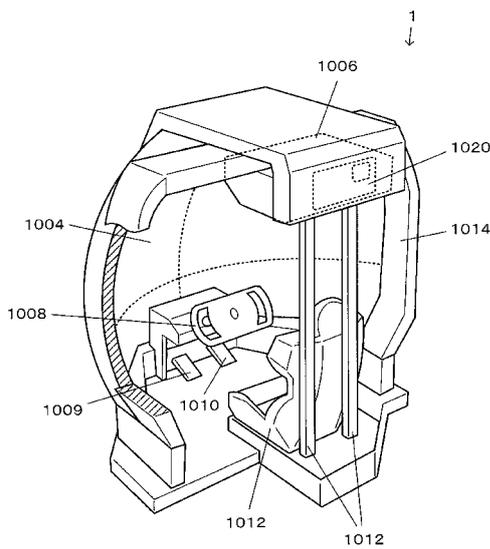
【0093】

- 1 ゲームシステム
- 110 操作入力部、120 画像表示部、130 音声出力部、140 通信部
- 200 処理部
 - 210 ゲーム演算部
 - 220 立体視画像生成部
 - 221 仮想視点設定部、222 仮想平面設定部
 - 223 透視投影変換部、224 投影画像生成部
- 300 記憶部
 - 310 システムプログラム
 - 312 ゲーム制御プログラム、313 立体視画像生成プログラム
 - 50 画素位置対応マップ
 - 330 平面画像バッファ、340 投影画像バッファ

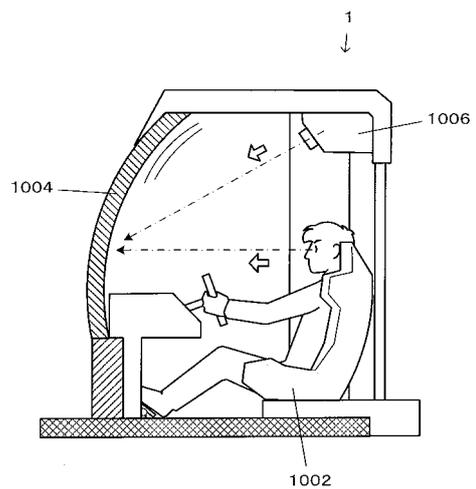
10

20

【図1】

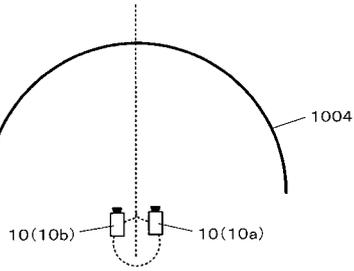


【図2】



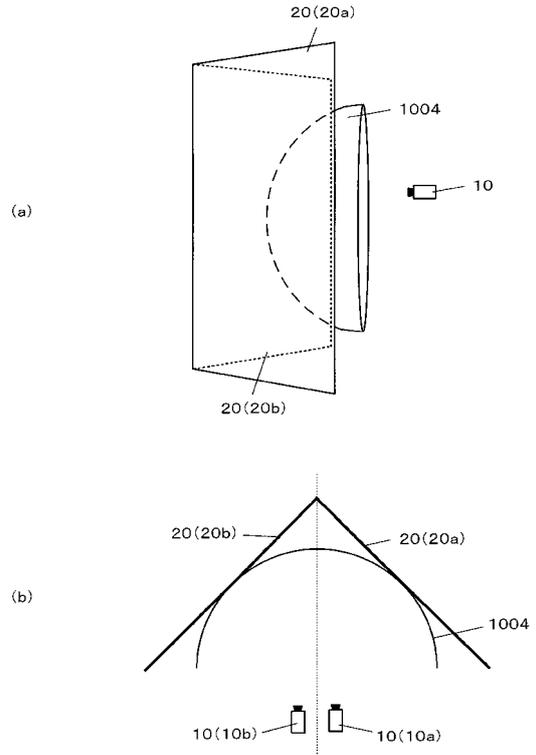
【 図 3 】

[仮想視点の設定]



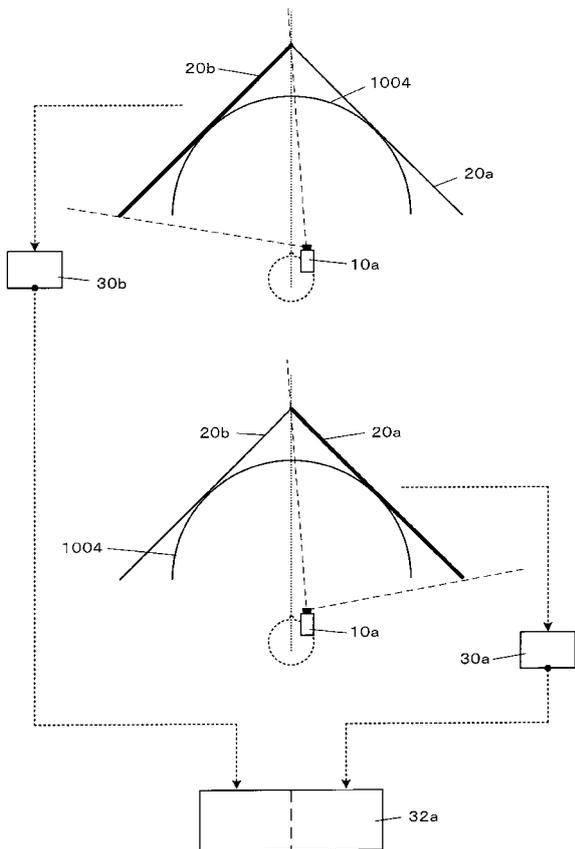
【 図 4 】

[仮想平面の設定]



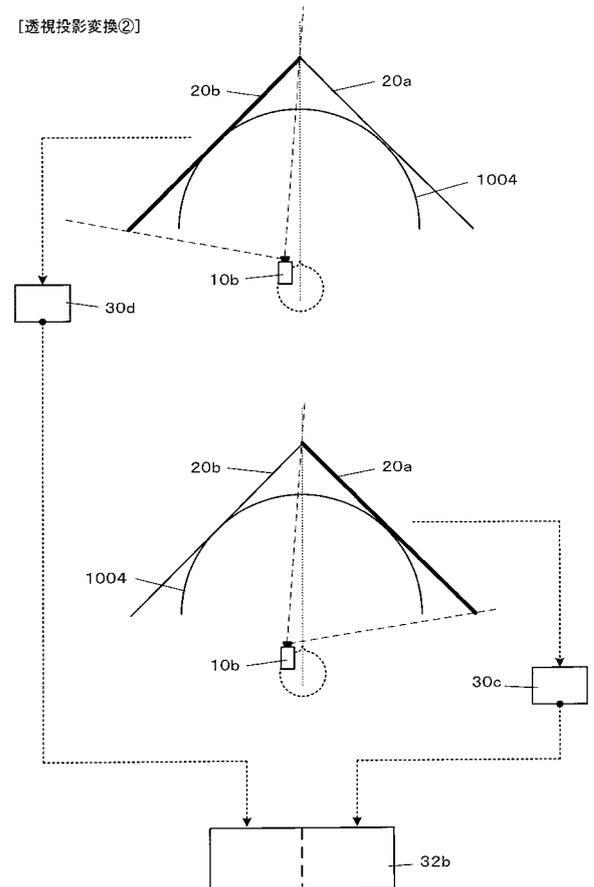
【 図 5 】

[透視投影変換①]

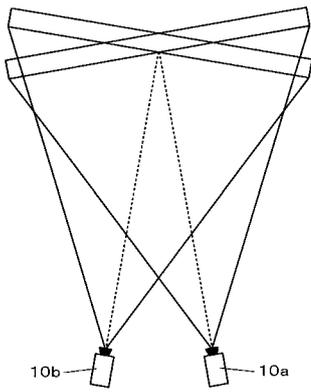


【 図 6 】

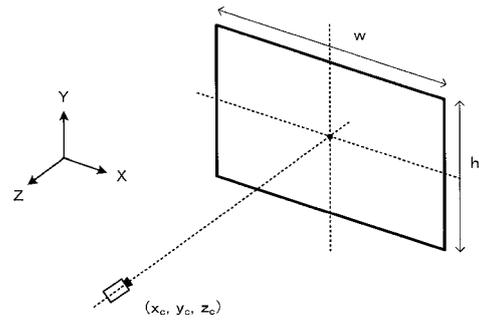
[透視投影変換②]



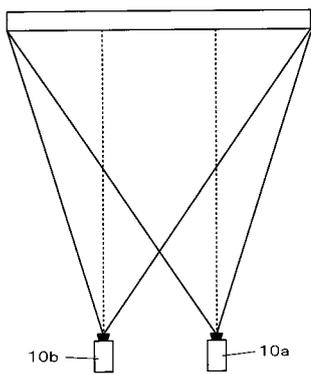
【 図 7 】



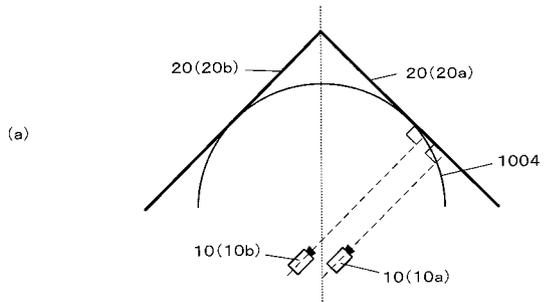
【 図 9 】



【 図 8 】

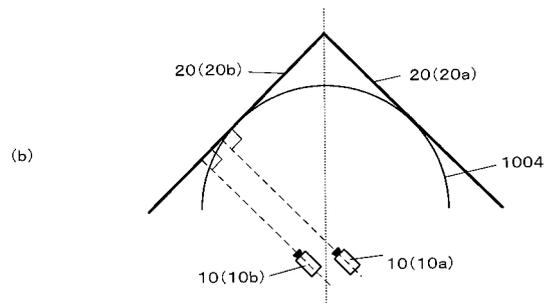
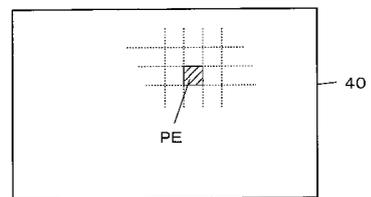


【 図 1 0 】



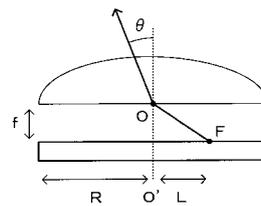
【 図 1 1 】

[投影画像]



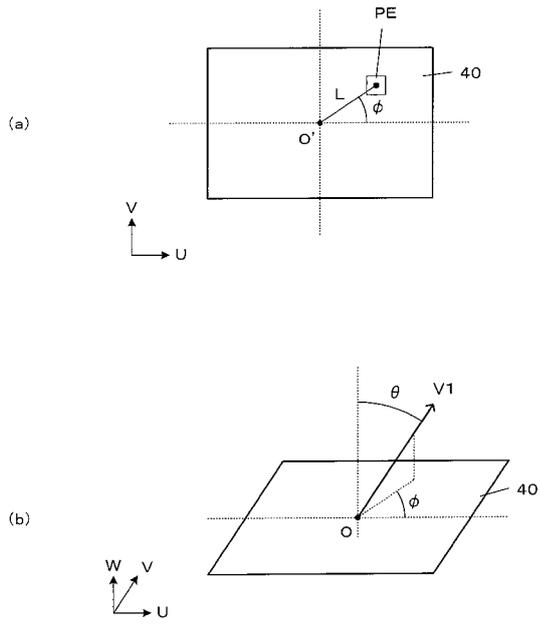
【 図 1 2 】

[fθレンズ]

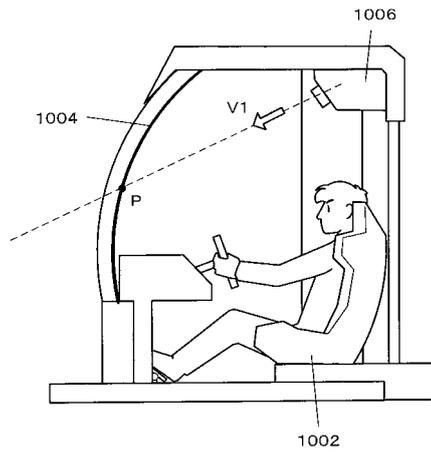


$$\theta = \frac{\pi}{2} = \frac{L}{R}$$

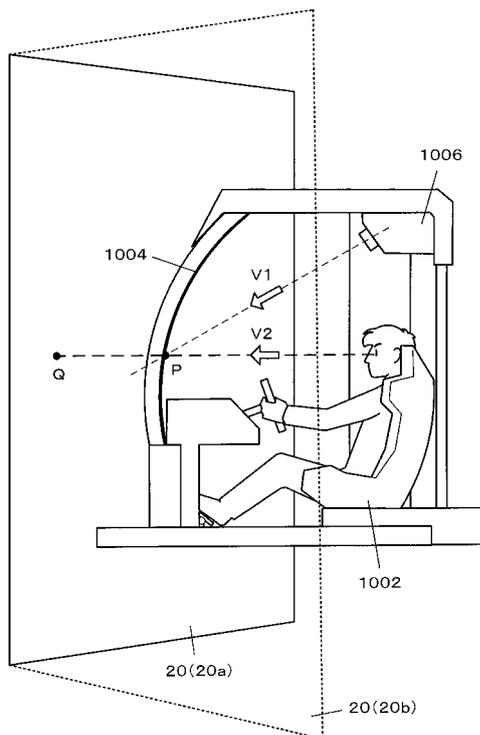
【 図 1 3 】



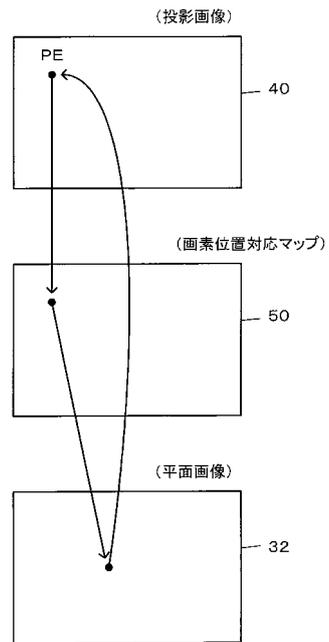
【 図 1 4 】



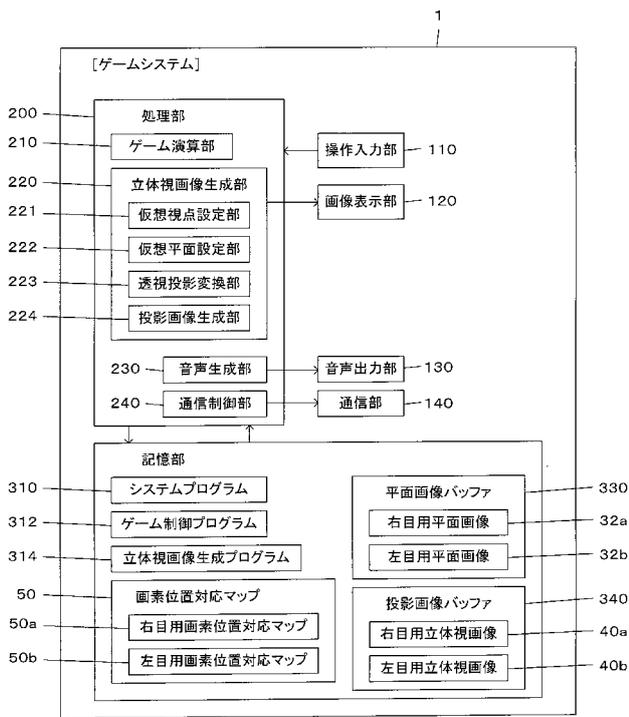
【 図 1 5 】



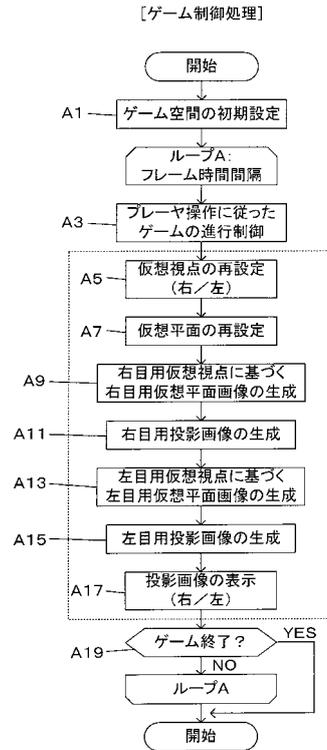
【 図 1 6 】



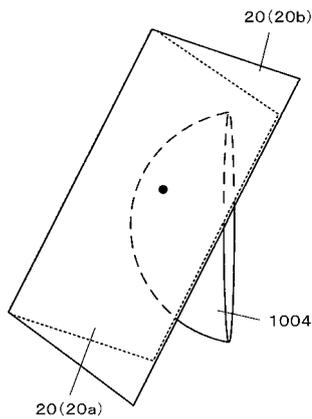
【図19】



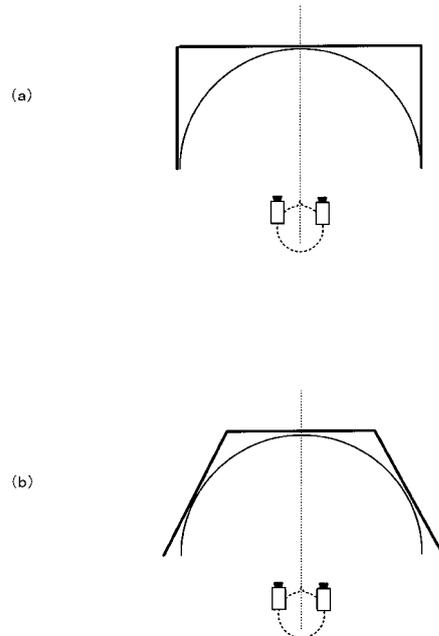
【図20】



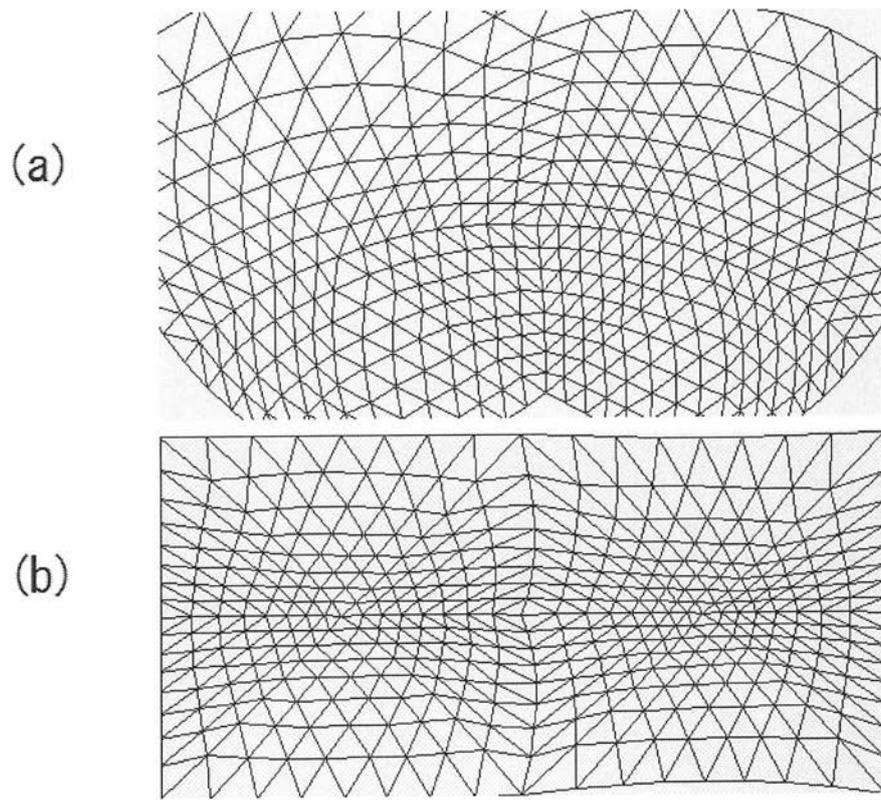
【図21】



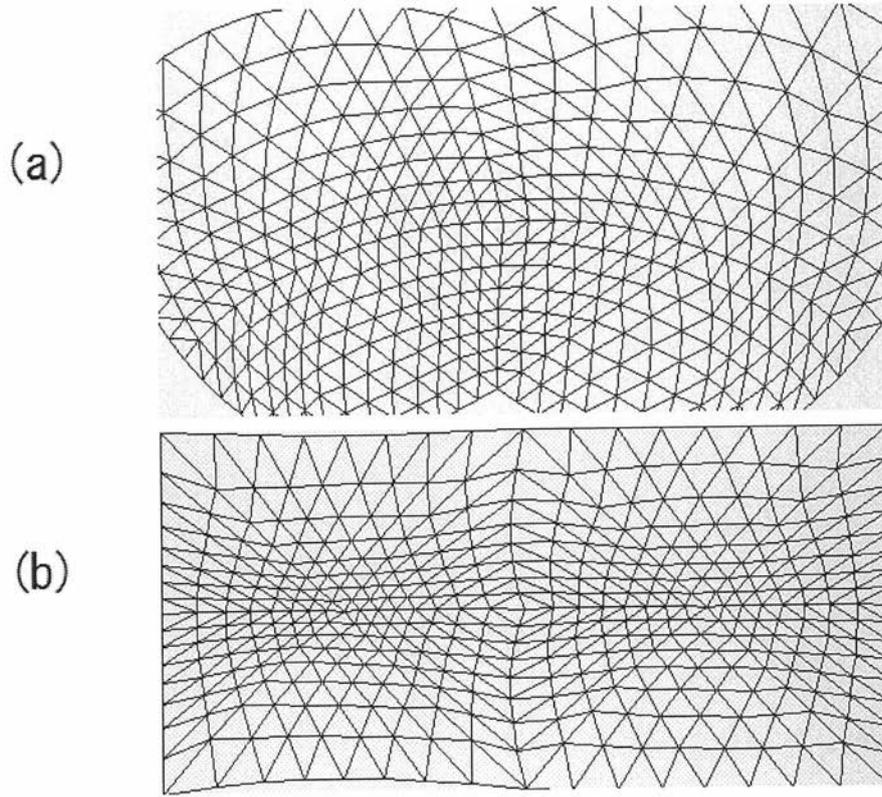
【図22】



【 図 17 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 久野 亨
東京都品川区東品川四丁目5番15号 株式会社バンダイナムコゲームス内
- (72)発明者 菊池 徹
東京都品川区東品川四丁目5番15号 株式会社バンダイナムコゲームス内
- (72)発明者 石井 源久
東京都品川区東品川四丁目5番15号 株式会社バンダイナムコゲームス内
- (72)発明者 二村 忍
東京都品川区東品川四丁目5番15号 株式会社バンダイナムコゲームス内
- Fターム(参考) 2C001 AA09 BA02 BA05 BA06 BB04 BC00 BC01 BC03 BC07 BC08
CA04 CB01 CB02 CB03 CC01 CC08
5C058 BA27 BA35 EA02 EA33
5C061 AA02 AA03 AA23 AB14 AB17