

(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2005-175852

(P2005-175852A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int.Cl.⁷

H04N 5/225

H04N 5/232

H04N 7/18

F I

H04N 5/225

H04N 5/232

H04N 7/18

H04N 7/18

テーマコード (参考)

5C022

5C054

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2003-412603 (P2003-412603)

(22) 出願日 平成15年12月10日 (2003.12.10)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行

(74) 代理人 100087398

弁理士 水野 勝文

(74) 代理人 100104628

弁理士 水本 敦也

(74) 代理人 100108361

弁理士 小花 弘路

(72) 発明者 川井 隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

最終頁に続く

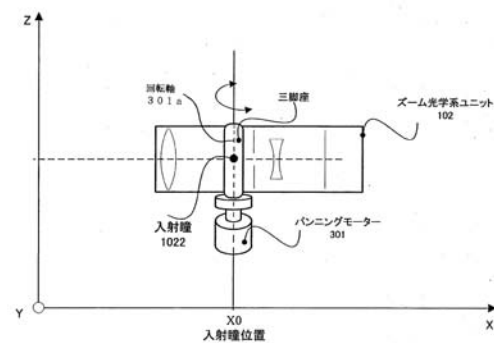
(54) 【発明の名称】 撮影装置及び撮影装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 撮影倍率が異なる複数の撮影光学系を有する撮影装置において、撮影倍率の高い撮影光学系の視線方向を効率よく正確に被写体の位置する向きに移動させる撮影装置を提供する。

【解決手段】 第1の撮影倍率を有する第1の撮影光学系(101)と、前記第1の撮影倍率よりも大きい第2の撮影倍率を有する第2の撮影光学系(102)とを有し、前記第2の撮影光学系は回動が可能であり、かつ前記第1および第2の撮影光学系の入射瞳位置が、前記第2の撮影光学系の回動軸(301a)上に配置されていることを特徴とする撮影装置。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の撮影倍率を有する第 1 の撮影光学系と、
前記第 1 の撮影倍率よりも大きい第 2 の撮影倍率を有する第 2 の撮影光学系とを有し、
前記第 2 の撮影光学系は回動が可能であり、
かつ前記第 1 および第 2 の撮影光学系の入射瞳位置が、前記第 2 の撮影光学系の回動軸上に配置されていることを特徴とする撮影装置。

【請求項 2】

前記第 2 の撮影光学系は、前記回動軸に直交する軸回りでも回動可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮影装置。

10

【請求項 3】

前記第 2 の撮影光学系は、変倍が可能であり、
前記変倍に応じて前記第 2 の撮影光学系を光軸方向に動かす位置変更手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮影装置。

【請求項 4】

前記第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像に基づいて前記第 2 の撮影光学系の撮影方向を決定し、該決定された撮影方向に前記第 2 の撮影光学系を回動させる制御手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮影装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、前記撮影画像内から特定被写体領域を検出し、該特定被写体領域を含むように前記第 2 の撮影光学系の撮影方向を決定することを特徴とする請求項 4 に記載の撮影装置。

20

【請求項 6】

前記第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像に基づいて前記第 2 の撮影倍率を決定し、前記第 2 の撮影光学系を該決定した第 2 の撮影倍率に設定する制御手段を有することを特徴とする請求項 3 に記載の撮影装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記撮影画像内から特定被写体領域を検出し、該特定被写体領域に応じて前記第 2 の撮影倍率を決定することを特徴とする請求項 6 に記載の撮影装置。

【請求項 8】

第 1 の撮影倍率を有する第 1 の撮影光学系と、前記第 1 の撮影倍率よりも大きい第 2 の撮影倍率を有する第 2 の撮影光学系とを有し、前記第 2 の撮影光学系は回動が可能であり、かつ前記第 1 および第 2 の撮影光学系の入射瞳位置が、前記第 2 の撮影光学系の回動軸上に配置されている撮影装置の制御方法であって、

30

前記第 2 の撮影光学系の方向を初期化するステップと、
前記第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像内から特定被写体領域を検出するステップと、

該検出した特定被写領域を含むように前記第 2 の撮影光学系の方向を決定するステップと、

該決定した方向に前記第 2 の撮影光学系を前記回動軸回りで回動させるステップとを有することを特徴とする撮影装置の制御方法。

40

【請求項 9】

前記第 2 の撮影光学系は変倍が可能であり、
前記検出した特定被写領域を含むように前記第 2 の撮影倍率を決定するステップと、
前記第 2 の撮影光学系を該決定した第 2 の撮影倍率に設定するステップと、
前記第 2 の撮影光学系の変倍に応じて前記第 2 の撮影光学系を光軸方向に移動させるステップと

を有することを特徴とする請求項 8 に記載の撮影装置の制御方法。

【請求項 10】

前記方向を初期化するステップを除く他の前記ステップを順次繰り返し行うことを特徴

50

とする請求項 8 又は 9 に記載の撮影装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像倍率の異なる複数の撮像光学系を用い、特定領域を撮影する技術に関するものである。特に異なる複数の撮像光学系の空間的距離によって生じる撮影領域のずれを緩和する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来撮像倍率の異なる複数のカメラを用いて撮影領域内の特定の場所を異なる撮影倍率で撮影する撮影装置として、撮影倍率の低い 1 台のカメラと、パン・チルト可能な雲台上に搭載された撮影倍率の高い 1 台のカメラを用いる方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

図 17 は、広角光学系を有する広角カメラ 1701 によって、広範囲な領域（広域監視領域 1704）を撮影するとともに、広域監視領域 1704 内に存在する特定被写体 1703 を、広角カメラ 1701 より撮影倍率の高い変倍動作可能なズームカメラ 1702 によって拡大撮影するシステムを表す。

【0004】

広角カメラ 1701 は例えば立ち入り制限領域である広域監視領域 1704 を常時撮影し、広域監視領域 1704 内に侵入する特定被写体 1703 を検出する。

【0005】

特定被写体 1703 は、その位置および大きさ情報が検出され、この検出結果がズームカメラ 1702 に送信される。そして、ズームカメラ 1702 が、パン方向及びチルト方向に駆動され、適当なズーム倍率に変倍して特定被写体の拡大像を撮影する。

【0006】

広角カメラ 1701 は時系列に撮影した画像から画像毎に特定被写体 1703 の検知、被写体位置および大きさの検出、ズームカメラ 1702 への伝送を行い、ズームカメラ 1702 は時系列に順次伝送されてくる位置情報からパン・チルト角に変換し、大きさ情報から変倍率を確定し、図示されてない雲台とズーム機構を制御することによって、特定被写体すなわち侵入者の拡大映像を追尾していく。

【0007】

カメラによって撮影された画像中の特定点から実空間上の位置情報は、一般に行列（以後この行列をカメラパラメータと呼ぶ）によって与えられ、カメラパラメータの各要素は実空間上の絶対座標、カメラの光軸方向とその垂直平面によって張られるカメラ座標、カメラの焦点距離によって与えられる。

【0008】

またパラメータ決定には少なくとも同一平面上にない 6 個以上の基準点（以降これをランドマークと呼ぶ）を必要とするが、実際には多くのランドマークからパラメータを最適化し、精度向上を図っている。

【0009】

この方法は 3 次元空間上の座標が精度よく得られるものの、カメラパラメータを得るには多くの労力を広角カメラとズームカメラの 2 台について必要とし、またカメラを移動する度に再度カメラパラメータを求めなければならない。

【0010】

ただし、図 17 に示すような監視目的で使用する場合は、屋内外を問わずに地上の上方にカメラを設置し、地表面を移動する侵入者を広範囲に鳥瞰できることが望ましい。この場合、侵入者すなわち特定被写体 1703 の位置情報は地平面上的点として 2 次元空間上の座標点と近似できる場合も多い。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

すなわち、ランドマーク A , B , C を同一直線上にない実空間上の 3 点に設定し、各ランドマークの実空間上の絶対座標およびカメラ撮影像のカメラ座標を予め調べておくことによって、地平面上の任意の場所に侵入者がいても位置情報を得ることができる。

【 0 0 1 2 】

このようにして取得された位置情報は、ズームカメラ 1 7 0 2 に伝送され、ズームカメラは侵入者位置座標が光軸方向に配置されるようにパン・チルトを行なう。さらに広角カメラによって検出された特定被写体へのズームカメラのパン動作・チルト動作に限定するならば、被写体の実空間上の絶対座標を介さない方法もある。

【 0 0 1 3 】

第 1 8 図は、ズームカメラ 1 7 0 2 のパン・チルトに広角カメラ 1 7 0 1 が干渉しない程度の間隔 D だけ離して配置した 2 台のカメラを表している。ズームカメラ 1 7 0 2 はその初期状態においてズームカメラ視線方向 1 8 0 2 (光軸方向) が広角カメラ 1 7 0 1 の光軸方向 1 8 0 1 と平行になるよう設定してある。

【 0 0 1 4 】

特定被写体 1 7 0 3 が広角カメラ 1 7 0 1 によって検出されたとき、広角カメラ光軸 1 8 0 1 と広角カメラ 1 7 0 1 から特定被写体 1 7 0 3 に延びる直線とのなす角度 を求める。

【 0 0 1 5 】

この角度 を予め決めておいた直交軸 (パン軸、チルト軸と仮に呼ぶ) に投影し、パン角 p およびチルト角 t を求め、ズームカメラ 1 7 0 2 に伝送する。ズームカメラ 1 7 0 2 は、ズームカメラ初期視線方向 1 8 0 2 に対し、その視線方向をパン角 p およびチルト角 t だけ移動し、特定被写体 1 7 0 3 を捕捉する。

【 0 0 1 6 】

以上のように、従来撮像倍率の異なる複数のカメラを用いて空間上の特定領域を異なる撮影倍率で撮影する装置には、いったん特定領域の実空間上の絶対座標を用いてカメラ視線方向を制御する方法や、特定領域を検出した映像からカメラと特定領域のなす角度を求めカメラ視線方向を制御する方法などが知られている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 9 5 6 0 0 号公報 (段落番号 0 0 1 9 , 0 0 2 2 , 図 2 2)

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 7 】

しかしながら、上記従来の方法においては、以下に説明する多くの課題が残されている。まず図 1 7 で説明したような特定被写体の実空間上の絶対座標を用いてカメラ視線方向を制御する場合、少なくとも 3 点のランドマークを決め、広角カメラにおいてはカメラに撮影された特定被写体 1 7 0 3 の位置と画像上の 3 点のランドマークの内分比を求め、3 点のランドマークの実空間上の絶対座標を前記内分比で分割する点を求めることによって侵入者の絶対座標を得る演算が必要なこと。

【 0 0 1 8 】

また、ズームカメラにおいては、侵入者の絶対座標からズームカメラのパン・チルト角を演算が必要となる。

【 0 0 1 9 】

また、これらの演算は動画像のように時系列に得られる各シーン画像のシーンサンプリング時間に対し十分に短い時間となる。

【 0 0 2 0 】

さらには、広角カメラまたはズームカメラいずれのカメラにおいてもその設置場所を変えたとき、全ての初期設定が必要となるなど多くの計算負荷や労力を要する問題がある。

【 0 0 2 1 】

また、図 2 0 は図 1 7 で示した監視領域内に特定被写体 1 7 0 3 以上の大きさを有する

10

20

30

40

50

障害物 2003 が存在する状態を示した図である。

【0022】

障害物 2003 によって、広角カメラ 1701 とズームカメラ 1702 にはそれぞれ、死角 2001 と死角 2002 が生じるが、死角はカメラの設置場所によって異なる。

【0023】

例えば図 20 において、広角カメラ 1701 は特定被写体 1703 を検出することが可能でその位置情報を演算しズームカメラ 1702 に伝送しているが、特定被写体 1703 は障害物 2003 による死角 2002 の領域内に位置しているため、ズームカメラ 1702 は、障害物 2003 が陰となって特定被写体 1703 を撮影することができない。

【0024】

このような不具合は、広角カメラ 1701 とズームカメラ 1702 の設置場所が離れているほど起こりやすく、障害物 2003 の死角にならない別の場所にズームカメラを新たに設置するしか侵入者の拡大映像を撮影する方法はない。

【0025】

次に、第 18 図に示したようなズームカメラ 1702 のパン・チルトに広角カメラ 1701 が干渉しない程度の間隔 D だけ離して配置した 2 台のカメラで、広角カメラ光軸 1801 と特定被写体 1703 のなす角 を伝達し、ズームカメラ 1702 を制御する場合の課題について説明する。

【0026】

第 19 図は第 18 図を図中上方から見た図である。前述のように広角カメラ 1701 とズームカメラ 1702 はズームカメラ 1702 の回転によって干渉しない十分な間隔 D (以降 D を広角カメラ 1701 とズームカメラ 1702 の基線長と呼ぶ) だけ離して設置しており、その初期状態では広角カメラ光軸 1801 とズームカメラ初期視線方向 1802 (光軸) は平行に設定してある。

【0027】

いま、広角カメラ 1701 によって監視範囲領域内の侵入者である特定被写体 1703 を検知したとき、広角レンズ 1901 の中心 (主点位置) から特定被写体 1703 に延びる線 (広角カメラ視線方向 1804) と光軸 1801 のなす角度 が得られたとする。

【0028】

角度 はズームカメラ 1702 に伝送され回転軸 1902 を中心に初期状態の光軸方向 1802 に対して角度 だけ回転する。しかしながら角度 回転後のズームカメラ 1702 の光軸 (ズームカメラ視線方向 1803) は、広角カメラ視線方向 1804 と $d (= D \cos ())$ だけ離れており、またズーミングによるズームカメラ視野領域 1903 は撮影倍率が高いほど狭くなる。

【0029】

例えば、長辺方向の長さが 40 cm のズームカメラ 1702 と広角カメラ 1701 とを回転しても互いにぶつからないよう 60 cm の間隔 ($D = 60 \text{ cm}$) で設置したとき、 d が最大値 ($= D$) を取る正面方向 ($= 0 \text{ deg}$) では、ほぼ人間一人の肩幅 (約 60 cm とする) 分のずれが生じ、ズームカメラによる最適な拡大像が得られないという課題がある。

【0030】

さらに、第 21 図は広角カメラ 1701 とズームカメラ 1702 を垂直に設置した図であり、第 22 図は第 21 図を上から見た図を表している。本図が第 18 図と異なる所はカメラを垂直に設置したことと、ズームカメラのパン回転軸 1902 が広角レンズ 1901 主点位置と水平面上で距離 E だけ離れた位置にあることである。

【0031】

動作に関しては前述と同様で、広角カメラによって監視範囲領域内の侵入者を検知したとき、広角カメラ視線方向と光軸のなす角度 を求め、ズームカメラは回転軸を中心に初期状態の光軸方向に対して角度 だけ回転する。

【0032】

10

20

30

40

50

しかしながら図中 e で示すように広角カメラ視線方向 1804 とズームカメラ視線方向 1803 は距離 $e = E \sin(\quad)$ のずれが生じる。以下、ずれ量 e とズーミングによるズームカメラ視野領域の関係は前述と同様でズームカメラによる最適な拡大像が得られないという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0033】

上記課題を解決するために、本願発明の撮影装置の第 1 の構成は、第 1 の撮影倍率を有する第 1 の撮影光学系(例えば広角光学系ユニット)と、第 1 の撮影倍率よりも大きい第 2 の撮影倍率を有する第 2 の撮影光学系(例えばズーム光学系ユニット)とを有し、第 2 の撮影光学系は回動が可能であり、かつ第 1 および第 2 の撮影光学系の入射瞳位置が、第 2 の撮影光学系の回動軸上に配置されていることを特徴とする。

10

【0034】

ここで、第 2 の撮影光学系を、回動軸に直交する軸回りでも回動可能にするとよい。

【0035】

また、第 2 の撮影光学系を、変倍可能とし、この変倍に応じて第 2 の撮影光学系を光軸方向に動かすようにしてもよい。

【0036】

また、第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像に基づいて第 2 の撮影光学系の撮影方向を決定し、該決定された撮影方向に 2 の撮影光学系を回動させる制御手段を設けるのが好ましい。

20

【0037】

また、制御手段に、撮影画像内から特定被写体領域を検出し、該特定被写体領域を含むように第 2 の撮影光学系の撮影方向を決定させるのが好ましい。

【0038】

また、第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像に基づいて第 2 の撮影倍率を決定し、第 2 の撮影光学系を該決定した第 2 の撮影倍率に設定する制御手段を設けるのが好ましく、さらにこの制御手段に、撮影画像内から特定被写体領域を検出させ、該特定被写体領域に応じて第 2 の撮影倍率を決定するようにさせるのが好ましい。

【0039】

本願発明の撮影装置の制御方法の第 1 の構成は、第 1 の撮影倍率を有する第 1 の撮影光学系(例えば広角光学系ユニット)と、第 1 の撮影倍率よりも大きい第 2 の撮影倍率を有する第 2 の撮影光学系(例えばズーム光学系ユニット)とを有し、第 2 の撮影光学系は回動が可能であり、かつ第 1 および第 2 の撮影光学系の入射瞳位置が、第 2 の撮影光学系の回動軸上に配置されている撮影装置の制御方法であって、第 2 の撮影光学系の方向を初期化するステップと、第 1 の撮影光学系を用いて得た撮影画像内から特定被写体領域を検出するステップと、該検出した特定被写領域を含むように第 2 の撮影光学系の方向を決定するステップと、該決定した方向に第 2 の撮影光学系を回動軸回りで回動させるステップとを有することを特徴とする。

30

【0040】

ここで、第 2 の撮影光学系は変倍可能とし、検出した特定被写領域を含むように第 2 の撮影倍率を決定するステップと、第 2 の撮影光学系を該決定した第 2 の撮影倍率に設定するステップと、第 2 の撮影光学系の変倍に応じて第 2 の撮影光学系を光軸方向に移動させるステップとを有するようにするのが好ましい。

40

【0041】

方向を初期化するステップを除く他のステップを、順次繰り返し行うように構成するのが好ましい。

【発明の効果】

【0042】

上述の本願発明の撮影装置の第 1 の構成によれば、第 2 の撮影光学系の回動軸上に第 1 及び第 2 の撮影光学系の入射瞳位置が配置されるため、第 1 の撮影光学系と被写体との相

50

対位置に関連した位置情報を補正せずに第2の撮影光学系に適用することが可能となり、第2の撮影光学系を撮影位置に迅速かつ正確に回動させることができる。しかも、第2の撮影光学系の撮影倍率は第1の撮影光学系の撮影倍率よりも高いため、被写体の詳細な画像を得ることが出来る。

【0043】

また、第2の撮影光学系を変倍可能とした場合、位置変更手段により第2の撮影光学系が光軸方向に進退して、入射瞳位置が回動軸上に配置されるため、第2の撮影光学系を撮影位置に迅速かつ正確に移動させることができるとともに撮影者の好みに応じた変倍率で被写体を撮影することができる。

【0044】

本願発明の撮影装置の制御方法の第1の構成によれば、第1および第2の撮影光学系の入射瞳位置が、第2の撮影光学系の回動軸上に配置されていて、第1の撮影光学系を用いて得た撮影画像内から特定被写体領域を検出するステップと、該検出した特定被写領域を含むように第2の撮影光学系の方向を決定するステップと、該決定した方向に第2の撮影光学系を回動軸回りで回動させるステップとにより撮影装置が制御されるため、第2の撮影光学系の視線方向移動を効率よく正確に制御することができる。しかも、第2の撮影光学系の撮影倍率は第1の撮影光学系の撮影倍率よりも高いため、被写体の詳細な画像を得ることが出来る。

【0045】

また、第2の撮影光学系を変倍可能とした場合、第2の撮影光学系が光軸方向に進退させ、入射瞳位置を回動軸上とするステップがあるため、第2の撮影光学系の視線方向移動を効率よく制御することができる。とともに撮影者の好みに応じた変倍率で被写体を撮影することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0047】

図1を用いて、本発明の実施例1について説明する。図1は本発明の実施例1である撮影装置における広角光学系ユニット（第1の撮影光学系）及びズーム光学系ユニット（第2の撮影光学系）の光軸方向断面図である。

【0048】

図中矢印は、実3次元空間上の3座標軸、XYZ軸のうちの2軸で、地面に水平な平面上の直交する2軸をXY軸、地面に垂直な軸をZ軸とした。また、地面に水平な2軸（XY軸）のうち、水平面上に設置された撮影装置の広角光学系ユニット101の光軸に平行な軸をX軸とし、この光軸に直交する軸をY軸とした。

【0049】

図1はこのように定義したXYZ軸のうち、本撮影装置のXZ平面投影像を表している。すなわち本撮影装置を側面から見たときの投影図を表している。ただし、図1ではその内部構成を明確にするため、本装置の外形枠は図示していないが、後述の複数の光学ユニットは本装置の共通基板を絶対座標系として搭載されている。

【0050】

図1において、101は撮影倍率の低い光学系で広角視野範囲を有する広角光学系ユニットである。広角光学系ユニット101の撮影倍率は、監視領域の広さと装置の設置場所で最適な倍率が決まる。なお、広角光学系ユニット101は、単焦点光学系であっても、監視領域の範囲に応じて焦点距離を変え、最適な撮影倍率で撮影動作を行う可変倍率光学系であってもよい。ただし、本実施例においては、監視動作中は撮影倍率を固定しておくことが望ましく、説明を簡単化するため本実施例では単焦点光学系とする。

【0051】

また、広角光学系ユニット101は、パン方向及びチルト方向に駆動できるように雲台

10

20

30

40

50

に搭載してもよく、固定式であってもよい。ただし、本実施例においては、監視動作中は光軸方向を固定しておくことが望ましく、説明を簡単化するため本実施例ではパン・チルト機構を有さず、広角光学系ユニットの光軸方向の設定は本装置の設置方向を変えることによって行なうものとする。

【0052】

広角光学系ユニット101は、物体側から順に魚眼レンズなど超広角レンズを含む広角レンズ1011、絞り103及び撮像素子104（例えば、CCD、CMOSイメージセンサ）から構成され、特に本実施例においては、図示しないレンズ鏡筒、撮像素子駆動回路、イメージプロセッサなど一般的にデジタル動画像を撮影するのに必要な構成部品も含まれる。また、広角光学系ユニット101の入射瞳1012は、絞り103よりも物体側に位置する。

10

【0053】

102は、ズーム光学系ユニットである。前述の広角光学系ユニット101における単焦点光学系に関連して、広角光学系ユニット101の撮影倍率よりも撮影倍率の高い撮影像を映し出すことができれば、ズーム光学系ユニット102は単焦点距離光学系でもよいが、装置から特定被写体までの距離、特定被写体の大きさに対応して最適な拡大像を得るには、可変焦点距離光学系が望ましい。

【0054】

そこで、本実施例のズーム光学系ユニット102は、可変焦点距離光学系により構成されている。ズーム光学系ユニット102も部品構成は広角光学系ユニット101とほぼ同じで、物体側から順にズームレンズ1021、絞り103及び撮像素子104から構成されており、図示しないレンズ鏡筒、CCD駆動回路、イメージプロセッサなども含んでいる。なお、ズーム光学系ユニットには、ズームレンズ1021を駆動制御する制御装置や、ズーム光学系ユニットをパン方向及びチルト方向に駆動する駆動機構を有しているが、詳細は後述するので図1では不図示としている。また、このズーム光学系ユニットの入射瞳1022は絞り1022よりも物体側に位置する。

20

【0055】

さて、広角光学系ユニット101およびズーム光学系ユニット102は、Z軸方向（垂直方向）に間隔Hだけ離して配置されており、間隔Hはズーム光学系ユニット102がパン方向及びチルト方向に駆動された場合であっても、広角光学系ユニット101と干渉しない最小距離とし、本実施例では垂直（Z軸）方向上部に広角光学系ユニット101、下部にズーム光学系ユニット102を配置し、監視動作前の初期状態においては両ユニットの光軸は平行となるよう設定してある。

30

【0056】

一方、図1のX軸方向に関する両ユニットの配置関係は、それぞれの入射瞳位置1012および1022が同じ位置（そのX座標を X_0 とする）となるよう搭載してある。

【0057】

ここで、図2を用いて、水平面（XY軸平面）を含む面内における両ユニットの位置関係を説明する。図2はZ軸方向視における、広角光学系ユニット101及びズーム光学系ユニット102の投影図である。

40

【0058】

撮影装置は、広角光学系ユニット101およびズーム光学系ユニット102それぞれの入射瞳位置がXY平面上の座標（ X_0 ， Y_0 ）で一致するように配置されており、また初期状態においては両ユニットの光軸は図のようにXY平面で一致するようにしてある。

【0059】

以上のように、広角光学系ユニット101およびズーム光学系ユニット102の配置関係は、XY平面上で両ユニットの入射瞳位置の一致、XY面垂直方向にはなるべく近づけた配置とし、その初期状態では両ユニットの光軸がXY平面で一致、XZ面で平行となるようにしてある。

【0060】

50

次に、図3を用いてズーム光学系ユニット102をパン方向及びチルト方向に駆動するパンニング機構について説明する。第3図はズーム光学系ユニット102とパンニング機構を前述のXZ平面で見た図である。

【0061】

図中301はズーム光学系ユニット102の視線方向をパンするためのパンニングモータである。実際にはモータはステッピングモータなどにより高精度に回転数などが制御された上で、さらにモータによる回転を適当な回転比率でズーム光学系ユニットに伝達するギア機構や、ズーム光学系レンズ鏡筒を固定し、モータまたはギア機構などと連結する三脚座のような部材、モータを撮像装置基板などに固定する固定部材なども必須であり、必要に応じて振動などによる撮影画像のぶれを抑制する防振機構も搭載されても良いが、本実施例はそれら全て含めて301をパンニングモータと呼ぶこととする。

10

【0062】

図3で示すように、パンニングモータ301は、光軸直交方向に延びる回転軸301a上(回転軸301aを含む直線上)に入射瞳1022が位置するように、ズーム光学系ユニット102に取り付けられており、ズーム光学系ユニット102はパンニングモータ301が駆動されることにより、図中矢印方向に回転する。

【0063】

すなわち、パンニングモータ301によるパンニングは入射瞳位置を回転中心とし、前述のXY平面に平行に行なわれ、ズーム光学系の視線方向もXY平面に平行移動する。

【0064】

図4は図3をZ軸方向から見た図で、図4を用いてズーム光学系ユニット102とチルト機構を説明する。第4図中の点線で示す円は前述のパンニングモータ301を表し、パンニングモータ301は本図ではズーム光学系ユニット102の下に配置され、その回転軸は入射瞳位置のXY座標(X0, Y0)で示される。

20

【0065】

また、図中401はズーム光学系ユニット102の視線方向をチルトするためのチルティングモータである。チルティングモータ401の構成はパンニングモータ301と同様である。

【0066】

図4に示すように、チルティングモータ401は、光軸直交方向に延びる回転軸401a上に入射瞳1022が位置するように、ズーム光学系ユニット102に取り付けられており、ズーム光学系ユニット102は、チルティングモータ401が駆動されることにより、図中矢印方向に回転する。すなわち、チルティングモータ401によるチルトは入射瞳位置を回転中心とし、チルト方向を含む平面は前述のXY平面に直交する。

30

【0067】

ここで図5を用いて、従来例の図19を参考に本実施例の撮像装置の動作について説明する。図5は撮影装置を上から見た図で、前述の図2、図4に対応している。まず、初期状態においては、広角光学系ユニット101およびズーム光学系ユニット102の光軸は図中点線で示す方向で一致しており、この光軸方向を後述のなす角を求める時の基準方向とする。

40

【0068】

次に、広角光学系ユニット101がその監視視野領域に侵入者である特定被写体1703を検出すると、本撮像装置は物体から光学系への入射角、すなわち入射瞳位置を原点とした光軸とのなす角度を求める。

【0069】

説明をわかりやすくするために、角度はパンニング角度のみで表すものとし、パンニング角度は直ちにズーム光学系ユニット102に伝達され、ズーム光学系ユニット102はパンニング角度を受け、ズーム光学系視線方向がだけ移動するようにパンニングモータ301の回転数を決定し、入射瞳位置を含む回転軸301aを中心に角度だけ回転する。

50

【 0 0 7 0 】

変倍による視野範囲は前述の従来例と同じとすると、本実施例では、図中ハッチングで示すズーム光学系視野領域 5 0 1 (ズーム光学系ユニット 1 0 2 の撮像領域) に広角光学系ユニット 1 0 1 の視線方向が含まれ、特定被写体 1 7 0 3 を完全に捉えていることがわかる。

【 0 0 7 1 】

次に、本発明の信号処理形態について図 6 を用いて説明する。第 6 図は本発明の信号処理の流れを説明するためのブロック図である。図中 6 0 1 は広範囲監視領域を視野範囲とする広角光学ユニットであり、上述のように魚眼レンズなど超広角レンズを含む広角レンズ、絞り、ピント調整機構などの光学部品から構成される。

10

【 0 0 7 2 】

6 0 2 は撮像素子であり、広角光学ユニット 6 0 1 の光軸が撮像素子の中央または、撮像素子からの撮画像領域中央となり、かつ光軸に対し垂直面となるよう配置してある。

【 0 0 7 3 】

広角光学ユニット 6 0 1 は監視領域を撮像素子 6 0 2 の撮像面に結像し、図示してない画像信号処理部で A / D 変換、露出補正、オートホワイトバランス、階調補正、色補正などの信号処理を経て画像メモリ 6 0 3 および被写体抽出部 6 0 4 へと映像信号を送る。

【 0 0 7 4 】

画像メモリ 6 0 3 は後述する被写体抽出処理に使用される映像信号で、t 時刻過去の映像を静止画として記憶する場合や、t 時刻過去から現在までの動画像を記憶する場合などがあり被写体抽出の方式に依存する。

20

【 0 0 7 5 】

被写体抽出部 6 0 4 は、監視領域内の撮画像から特定の被写体を検出する信号処理部である。以下簡単に、良く知られている被写体抽出方式について説明する。

【 0 0 7 6 】

図 7 (a) は、あるオフィス内を撮像装置で監視している状態を表している。ここで、図 7 (a) で示すエリアは通常、関係者以外立ち入り禁止領域で、エリア内に物体や人物などが侵入した場合、警報を発し監視員等に注意を促すとともに、映像を録画するなどが必要である。

【 0 0 7 7 】

そのために、エリア内の侵入者に対し以下に説明する被写体抽出が行なわれる。良く知られている第 1 の方法は通常背景差分方式と呼ばれており、監視領域内が正常状態においてエリア内を静止画像で記憶しておく。この静止画像をよく「背景画像」と呼ばれており、本実施例でもそう呼ぶこととする。

30

【 0 0 7 8 】

よって図 7 (a) は、監視領域が正常状態の様子であり、同時にある時刻 t で撮影された「背景画像」を表している。また、背景画像は例えば照明光などの環境変動によって一定ではないので、一定の間隔を置いて更新される場合が多い。

【 0 0 7 9 】

さて、図 7 (a) に示すような背景画像を取得した後、時系列に監視領域内の動画像映像が撮影され、監視状態に入る。逐次撮影される監視領域映像 (以降この映像を現画像と呼ぶ) は、そのフレーム毎にフレーム座標の対応する「背景画像」との差分が計算される。監視領域が正常状態を保っている場合、現画像は背景画像と変わりなくフレーム内の差分はノイズ等の影響を排除すればほぼゼロに等しい。

40

【 0 0 8 0 】

これを式で表すと、

$$d(x, y) = (I_r(x, y) - I_b(x, y))^2 - I$$

$$d(x, y) < Th \text{ のとき } d(x, y) = 0 - I I$$

$$d(x, y) \geq Th \text{ のとき } d(x, y) = 1$$

ここで、 $I_r(x, y)$ は現画像の座標 (x, y) における信号値、 $I_b(x, y)$ 背

50

景画像の座標 (x, y) における信号値、Th は予め決められた閾値である。

I) 式では原画画像と背景画像の差の 2 乗を計算している。差信号を正符号にそろえるもので、2 乗のかわりに差の絶対値 $|I_r(x, y) - I_b(x, y)|$ を用いても構わない。

【0081】

II) 式で画像中に含まれるノイズ等による影響を排除する為、差分が一定の値以下のときは差分を 0 とする。また、II) 式は同時に照明などにより環境変化があるときでも、次に背景画像を取得するまでの耐性も兼ね備えている。

【0082】

すなわち、雲の見え隠れなどによる太陽光の強弱が多少あって、現画像が背景画像より若干暗くなった場合でも、閾値 Th によって侵入物とカウントしない役目を果たしている。

I) II) 式は画像の全画素について計算され、各画素について閾値以上の画素と閾値以下の画素とをビットマッププレーンで表す。

【0083】

第 7 図 (b) は、監視領域内に人間が侵入してきた様子を表しており、II) 式を用いて第 7 図 (b) の画像信号と第 7 図 (a) の画像信号が画素毎に差分計算される。

【0084】

第 7 図 (c) は、画像中の各画素を II) 式によって閾値以上の画素を白、閾値以下の画素を黒で表したビットマッププレーンである。

【0085】

では、背景差分方式を用いた場合の本撮影装置の動作について説明する。決められた監視領域に視野範囲を設定した広角光学系ユニット 601 はまず、監視動作に入る前に、背景画像を取得する。例えば、図示しないユーザーインターフェースから開始スイッチなどがオンされると、広角光学系ユニット 101 は監視領域を数秒間動画像として撮像し、撮像素子 602 から出力された全フレーム画像は、一旦画像メモリ 603 に記憶される。

【0086】

次に画像メモリ 603 に記憶されたフレーム画像を、図示しない CPU などによって再び読み出し、各フレームに混入するノイズなどを平均化するため数秒間撮影された各フレーム画像の平均像を作成し、背景像として再び画像メモリ 603 に記憶する。

【0087】

背景像の画像メモリ 603 への記録が完了すると、監視が始まり、広角光学系ユニット 101 による撮影像は被写体抽出部 604 に入力し、前述の方式で被写体抽出が行なわれる。

【0088】

また被写体抽出部では、侵入者の検出結果も同時に出力する。例えばフレーム内全画素について II) 式の $d(x, y)$ の累積を取ると、背景とは異なる画素の総数を得ることができる。

$$s = \sum_y \sum_x d(x, y)$$

これをフレーム全画素数で割れば、背景とは異なるがその画面全体との比率がわかり、一定以上の大きさの侵入物が監視領域内に存在するときのみ、侵入者が存在すると判定してもよい。

【0089】

以上が背景差分方式による被写体抽出の基本的であるが、その他に I) 式で得られた差分二乗値の分布から照明光と人物の判別を行ったり、背景画像平均濃度を現画像平均濃度などから補正をした上で I) 式の差分二乗値を求めたり、また、差分ビットマップの白点連結度などから孤立点や微小領域を削除し、最大連結領域を侵入者と判定するなど様々な工夫も試みられている。

【0090】

また、背景差分方式の他、フレーム間差分方式も被写体抽出では良く行なわれる方式で

あり、簡単に説明をする。フレーム間差分方式も原理的には背景差分方式と同様に、過去の映像と現時刻の映像との差分をとる方式であるが、背景画像のような予め正常状態での監視領域画像を参照するのではなく、現時刻から一定時間過去の画像を記憶しておきそれとの差分を取る方式である。

【0091】

式で表すと、

$$d(x, y) = (I(x, y, t) - I(x, y, t - \Delta t))^2 - I(x, y, t) \cdot I(x, y, t - \Delta t)$$

$$d(x, y) < Th \text{ のとき } d(x, y) = 0$$

$$d(x, y) \geq Th \text{ のとき } d(x, y) = 1$$

ここで、 $I(x, y, t)$ は現時刻 (t) での画像の座標 (x, y) における信号値、 $I(x, y, t - \Delta t)$ は現時刻 (t) から時間 Δt だけ過去の画像の座標 (x, y) における信号値、 Th は予め決められた閾値である。フレーム間差分の長所は予め背景画像を取得する手間が要らないことその他、差分を取る参照画像が比較的短い時間 (Δt) である為、前述の照明などによる環境の変動に影響されにくい点である。

【0092】

一方フレーム間差分の短所は、短い時間 (Δt) 間隔の過去の映像との差分の為、侵入者が時間 (Δt) 以上同じ姿勢で静止していると差分はゼロとなり侵入者領域が検出できないなどの問題もある。

【0093】

しかし、この点についてもフレーム間差分で一旦抽出された領域はテンプレートが作成され、侵入者の静止による抽出領域の消滅時でも同領域がテンプレートに記憶された像と一致するならば静止状態であると判定し、同領域を被写体領域と判定するなどの試みもなされている。

【0094】

本方式の動作については図示しないユーザーインターフェースから開始スイッチなどが入れられると、直ちに監視が開始される。初めの Δt 時間だけフレーム画像を、画像メモリ 603 に記憶する。

【0095】

時間後は、現時刻の画像を被写体抽出部 604 に入力するとともに画像メモリ 603 に記憶し、また Δt 時間前のフレーム像を画像メモリ 603 から読み出し、被写体抽出部 604 に入力することにより、現画像と Δt 時間前の画像の差分が取られる。

【0096】

以上、背景差分方式とフレーム間差分方式による被写体抽出について説明したが、本実施例では侵入者が広角光学系ユニットからの撮画像から検出できればその方式は限定しない。通常監視領域内に侵入者がいない場合、すなわち被写体抽出部 604 で侵入者が検出されない場合は、監視領域撮画像は画像合成部 613 を介して画像表示部 614 に表示される。

【0097】

一方、被写体抽出部 604 で侵入者が検出された場合、前述のビットマップ像は被写体方向検出部 606 と変倍率決定部 605 に送られる。以下、図 8 を用いて被写体方向検出部 606 と変倍率決定部 605 について説明する。

【0098】

第 8 図 (a) は前述の被写体検出された侵入者のビットマップ画像 (図 7 (c) 参照) であり、見やすくするため、特定被写体領域を黒、背景領域を白で図示してある。被写体方向検出部 606 と変倍率決定部 605 に入力したビットマップ像 (図 8 (a) 参照) は、801 で示すような特定被写体領域を包括する矩形領域を作成する。実際にはビットマッププレーンに図のような X, Y 座標を定義し、矩形左上の座標 (X_s, Y_s) と矩形右下の座標 (X_e, Y_e) を記憶することによい。

【0099】

次に、被写体方向検出部 606 では、第 8 図 (b) で示すような画像中心 o から矩形中

央 c までの距離 D の X 軸、 Y 軸成分 (D_x 、 D_y) を求める。

【0100】

ここで画像中心 o は広角光学ユニットの光軸に一致するよう、かつ画像 Y 座標方向は本撮影装置の入射瞳を結ぶ 2 点と平行に、また X 軸方向は本撮影装置の入射瞳を結ぶ 2 点と垂直するよう設定されている。さらに、 Y 軸方向はズーム光学系ユニットのチルト方向を含む平面、 X 軸方向はパニング方向を含む平面と平行している。

【0101】

そしてこの関係は、本装置製造時光学ユニットとエリアセンサの配置調整によって行なわれるものである。よって画像中心 o から画像中の任意の点までの距離は入射瞳位置を原点とし物点を見たときのなす角に対応していて、広角光学系の撮影倍率 (または焦点距離) によって一義的に決まるもので図 (b) のように (D_x 、 D_y) が求まると一義的に D_x からパン角 p 、 D_y からチルト角 t が求まる。

【0102】

被写体方向検出部 606 では例えば数式、ルックアップテーブルなどを用いて (D_x 、 D_y) からパン角 p 、チルト角 t を求め、これを出力値とし第 6 図の光学系回転制御部 609 へと送る。

【0103】

光学系回転制御部 609 は、前述のパニングモータ、チルティングモータから構成される光学系回転駆動部 610 に対し、パン角 p 、チルト角 t から必要な回転数、回転方向、回転スピードなどを制御し、ズーム光学系ユニットはパン、チルトを行なう。

【0104】

次に変倍率決定部 605 について説明する。まず図 8 (b) の示すように、被写体検出されたビットマッププレーン上の特定被写体領域を包括する矩形領域 801 の幅 w と高さ h を求める。これは前述の (X_s 、 Y_s) と (X_e 、 Y_e) を用いる。

$$w = X_e - X_s$$

$$h = Y_e - Y_s$$

次に予め決めておいた特定被写体をズーム光学系ユニットで拡大表示するときの幅 W と高さ H を用いて幅、高さの変倍率 (M_w 、 M_h) を計算する。幅 W と高さ H はズーム光学系ユニットのイメージセンサ有効領域いっぱいでも良いし、若干の余裕を持たせ有効領域の内側に取ってもよい。

【0105】

図 8 (c) は、ズーム光学系ユニットによる侵入者の拡大撮影像を表しており、図中実線枠がイメージセンサ有効領域で、有効領域の内側に点線枠で示す拡大表示領域 (W 、 H) を設けている所を表している。

【0106】

そしてズーム光学系ユニット拡大時、縦または横方向に被写体が表示領域からはみ出さないように、実際のズーム光学系ユニットで変倍する時の変倍率 M は M_w と M_h のうち小さい方とする。

$$M_w = W / w$$

$$M_h = H / h$$

$$M = \min(M_w, M_h)$$

変倍率 M は光学系変倍制御部 609 へと送られ、光学系変倍制御部 609 では、予め既知の広角光学系ユニットの焦点距離 f_w を用いて、ズーム光学系ユニットの焦点距離 f_z ($= M \cdot f_w$) が計算され、光学系変倍駆動部 608 に対し焦点距離 f_z となるよう指示する。

【0107】

次に、撮影装置の制御方法について図 25 を用いて説明する。ここで、図 25 は、撮影装置の動作制御の手順を示したフローチャートである。

【0108】

まず、ステップ 1 でズームカメラ光学系ユニット 102 の光軸方向を初期化し (図 5 に

10

20

30

40

50

示すズームカメラ初期視線方向に光軸が重なるようにする)、ステップ2で広角光学系ユニット101を駆動して監視エリア内を撮影させる。

【0109】

そして、ステップ3において、監視エリア内における侵入者の有無が検出される。この侵入者検出は、背景差分方式やフレーム間差分方式によって被写体抽出部604が行ない、侵入者が検出された場合には、ステップ4に進む。

【0110】

ステップ4では、ズーム光学系ユニット102のパン角、チルト角及びズーム倍率が決定される。具体的には、被写体方向検出部606及び変倍率決定部605が被写体抽出部604から入力する上述のビットマップ像に基づき決定する。

10

【0111】

ステップ5では、被写体方向検出部606で算出されたパン角及びチルト角に基づき光学系回転駆動部610が駆動され、ズーム光学系ユニット102は、ズーム光学系視野領域501(図5参照)内に侵入者が含まれるような位置(撮影位置)まで移動する。撮影位置に移動したズーム光学系ユニット102は、変倍率決定部605で算出された変倍率となるような位置にズームレンズ1021が駆動された後、撮影動作を開始する。

【0112】

侵入者が監視エリア内を移動している間は、ステップ3～ステップ5までのステップが繰り返し行われ、侵入者の動きに追従するようにズーム光学系ユニット102が駆動される。

20

【0113】

以上のようにズーム光学系ユニットが特定被写体の方向に向けられ適当な倍率で撮影されると、その撮影像は画像合成部613へと送られる。画像合成部では広角光学系ユニットによる撮影像とズーム光学系ユニットによる撮影像とのミキシングが行なわれる。ミキシングの種類としては例えば図9で示すような、場合が考えられる。

【0114】

図9(a)は監視領域全域のみを全画面表示。(b)は監視領域全域を全画面に表示し侵入者拡大像を小ウィンドウで表示。(c)は侵入者拡大像を全画面に表示し監視領域全域を小ウィンドウで表示。(d)は侵入者拡大像のみを全画面表示。

【0115】

これら表示方法の選択は図示していないウィンドウ表示操作部で監視者が選択可能となっている。また、図6では図示していないが、それぞれの映像は外部記憶装置に接続され記録されてもよい。

30

【実施例2】

【0116】

本発明の実施例2について説明する。実施例1では、入射瞳位置をズーム光学系ユニットの回転軸上に配置することにより、広角光学系ユニットで得られた特定被写体へのパンニング角がズーム光学系ユニットのパンニング角と完全に一致することを示したが、本実施例では実施例1の被写体方向検出部606に改良を加えた。

【0117】

第10図は本実施例を表す図で、図中Oは撮影装置を設置する場所の座標系の原点を表す。撮影装置は、原点Oから図中上方に延びる直線上に配置されており、原点O側から広角光学系ユニット101、ズーム光学系ユニット102の順序で配置されている。

40

【0118】

ここで、原点Oから広角光学系ユニット101の入射瞳位置までの距離をHとし、ズーム光学系ユニット102の入射瞳位置は、広角光学系ユニット101の入射瞳位置から距離hの位置にある。Hは撮影装置の設置時に測定しておく。なお、上記各光学系ユニットの順番は、反対であってもかまわない。

【0119】

ここで、原点OからLだけ離れた距離に侵入者がいるとして、広角光学系ユニット10

50

1 は図中点線で示す光軸方向に対して、チルト角 w で侵入者を検出したとする。パン角については実施例 1 と同様なので本実施例での説明は省略する。

【0120】

一方、原点 0 からの距離 $H + h$ の位置にあるズーム光学系ユニット 102 が侵入者を中心に捉えるために必要なチルト角を z とする。ここで、

$$H = L \tan(w)$$

$$(H + h) = L \tan(z)$$

であるから、実際には測定不可能な L を消去し、

$$\tan(z) = (H + h / H) \tan(w)$$

$$z = \tan^{-1} \{ (H + h / H) \tan(w) \}$$

となる。

【0121】

ここで本実施例の撮影装置ブロック図を図 11 に示す。実施例 1 の図 6 と異なる所は、図 6 に加え、前述の装置設置時に設置高さを入力するインターフェース部 (UI) 1101 と、被写体方向検出部に \tan^{-1} を引用するルックアップテーブル 1102 が追加されていることである。

【0122】

本装置は、装置設置時に床面からの高さ H を入力インターフェース UI 1101 から入力する。図示されていない CPU は、入力された H 、既知の入射瞳位置間隔 h を用いて適当精度のサンプリング間隔で 0 度から 90 度までの w について $z = \tan^{-1} \{ (H + h / H) \tan(w) \}$ を計算し、RAM からなるルックアップテーブル 1102 に w を入力、 z を出力とするテーブルを作成しておく。

【0123】

以上は装置設置時に一回だけ行なえば良く、設置高さを入力するだけで済むので労力もいらない。

【0124】

さて実際の監視時、監視領域中侵入者を検知し、広角光学系ユニット 101 の入射瞳位置からのなす角 w_p を求めると、パン角 w_p はそのままズーム光学系ユニット 102 のパンニング角となり、チルト角 w_t はルックアップテーブル 1102 で角度補正しチルト角 z_t が光学系回転制御部 609 へと送られる。

【0125】

以上本実施例は、特定被写体が本装置設置時の床面 O の高さにいるとき有効であり、図 9 で示すようなオフィスなど屋内の監視では通常床面高さは一定で十分、本手法が有効である。

【0126】

また屋外においては本装置が十分な高さに設置されている場合 ($H \gg h$) や、侵入者が装置から十分離れている場合 ($L \gg H$) については実用上全く問題ない。

【0127】

また、本実施例では、 $z = \tan^{-1} \{ (H + h / H) \tan(w) \}$ の計算を事前に行なっておき、ルックアップテーブルに記憶させ、監視時ルックアップテーブルによる補正を行なうこととしたが、十分高速な演算処理により処理速度に十分な余裕がある場合は、逐次計算を行なっても全く問題ないことは言うまでもない。

【実施例 3】

【0128】

図 12 に本発明の実施例 3 を示す。本実施例では実施例 1 の広角光学系ユニットにミラー光学部品 1201 を追加し、一般に全方位型カメラと呼ばれている光学系を用いたものである。ここでミラー光学部品 1201 (以降単にミラーと呼ぶ) について簡単に説明する。

【0129】

ミラー 1201 は例えばその断面を双曲面形状に形成した、回転体 (以降これを双曲面

10

20

30

40

50

鏡と呼ぶ)となっていて、ミラー 1201 の下の特定位置に撮影装置を設置することによってミラー 1201 からの反射光を受光することによってミラーを中心とする周囲 360° の画角を撮像するものである。

【0130】

一般に双曲線は 2 つの焦点を持ち、撮影レンズの主点を双曲線の 1 つの焦点に合わせることで、取得画像は例えば実空間を円筒状投影面とするパノラマ画像に変換するなど、適当な変換式によって様々な投影座標に変換することができる。

【0131】

本実施例では図 12 のように広角光学系ユニット 101 にこのミラーを用い、ミラーを中心とする周囲 360° (全方位) を監視領域として撮像し、この広角光学系ユニット 101 により検出された特定被写体は後述する変換式を用いてその方向を決定し、その方向にズーム光学系ユニットをパンチルトズームするようにしたものである。

【0132】

図 13 は、本実施例での広角光学系ユニット 101 とズーム光学系ユニット 102 との配置関係を図示したもので、ミラー 1201 の双曲面回転軸と広角光学系ユニット 102 のレンズ光軸を一致させ、レンズ主点を双曲面のレンズ側焦点に合わせた所を表している。

【0133】

さらに、実施例 1 と同様に広角光学系ユニット 101 の入射瞳位置とズーム光学系入射瞳位置は垂直方向に一致させており、すなわち、ミラー 1201 の双曲面回転軸、広角光学系ユニット 101 の入射瞳位置、ズーム光学系ユニット 102 の入射瞳が一直線上に配置されている。

【0134】

次に、これらの光学系を用いて特定被写体の角度検知について説明する。図 14 はミラー 1201 で反射した実空間上の被写体が広角光学系ユニット 101 の撮像面 (ここでは画像面とよぶ) 1401 上に結像されるときの関係について説明する図である。

【0135】

前述の回転双曲面の二つの焦点を O_m と O_c とし、前述のように双曲面外側の焦点 O_c にレンズ主点がくるように設置されている。画像平面は、仮想的に焦点 O_c から焦点距離 f だけ上方に存在する。

【0136】

いま図のように焦点 O_m と O_c の中心に座標軸原点を置き (図中 O)、互いに直交する $X Y Z$ 軸を定義する。ミラー回転軸を Z 軸に一致させるとともに、画像平面 1401 を $X Y$ 軸を含む平面に対して平行にとる。

【0137】

また画像平面 1401 上に、 Z 軸との交点を原点とし X 軸に平行な軸を x 軸、 Y 軸に平行な軸を y 軸とする二次元軸を定義する。原点の Z 座標は ($Z = f - c$) となる。

【0138】

いま、実空間上の物点 $P_0 (X_0, Y_0, Z_0)$ はミラー面 $P (X, Y, Z)$ で反射して、カメラ撮像面の位置 $p (x, y)$ に結像するとする。そして焦点 O_m から見て物点 $P_0 (X_0, Y_0, Z_0)$ のなす角を $X Y$ 平面に平行にパン角、 $X Y$ 平面と直交してチルト角を図のように定義する。

【0139】

よって、以上のように定義した画像平面上の点 $p (x, y)$ を用いて物点パン角、チルト角を求める。

【0140】

まずパン角について説明する。図 15 は図 14 の $X Y$ 平面投影面を表した図であり、図よりパン角は $\tan^{-1} (x / y)$ で求まる。次に、チルト角について説明する。

【0141】

図 16 は図 14 の Z 軸と物点のミラー反射点 $P (X Y Z)$ を含む断面図を表している。

10

20

30

40

50

いま、この二次元平面において Z 軸に垂直に取った座標軸、R 座標軸を定義し、R Z 平面で説明する。

【 0 1 4 2 】

ここで、物点 P_0 、ミラー反射点 P、画像平面結像点 p の座標はそれぞれ $P_0 (R_0, Z_0)$ 、 $P (R, Z)$ 、 $p (r, f - c)$ とする。

【 0 1 4 3 】

また、図のようにミラー断面は双曲線

【数式 1】

【 0 1 4 4 】

10

$$\frac{R^2}{a^2} - \frac{Z^2}{b^2} = -1$$

・・・ I)

【 0 1 4 5 】

で表され、物点 P_0 と焦点 O_m を結ぶ直線を

$$Z = k R + c \quad \text{・・・ I I)}$$

とする。

いま、ミラー反射点 P では I) 式 I I) 式が成り立つ。

【 0 1 4 6 】

一方、三角形 $O_c - P - Z P$ と三角形 $O_c - p - Z p$ からミラー反射点 P の R 座標 R は $R = r (c + Z) / f$ ・・・ I I I)

ただし、

【数式 2】

【 0 1 4 7 】

30

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

ところで、チルト角 は図より直線 I I) の傾きに他ならない。

$$= \tan^{-1} (k) \quad \text{・・・ I V)}$$

よって、I) I I) I I I) 式より k を求め I V) 式に代入してやれば、チルト角 が得られる。

40

【 0 1 4 8 】

I I) 式より

$$k = (Z - c) / R \quad \text{・・・ V)}$$

I) I I I) 式より R を消去して

$$b^2 r^2 - a^2 f^2) Z^2 + 2 c b^2 r^2 Z + (b^2 c^2 r^2 + a^2 b^2 f^2) = 0 \quad \text{・・・ V I)}$$

V I) 式の Z についての 2 次方程式を解き Z を求め、I I I) 式に Z 代入して R を求め、Z 及び R を V) 式に代入して k を得る。

【 0 1 4 9 】

k が求まると、実施例 2 で説明したように予め作成しておいた $y = \tan^{-1} (x)$ のル

50

ックアップテーブルを利用してチルト角 を得ることができる。以上のように求めたパン角 、チルト角 はそれぞれ光学系回転制御部 609 に送信され、ズーム光学系ユニットが回転する。

【実施例 4】

【0150】

図 23 に本発明の実施例 4 を示す。本実施例では第 1 の実施例の図 3 で示すズーム光学系ユニットの鏡筒と三脚座の位置関係が光軸方向に前後するような機構を追加したものである。ズーム光学系においてその入射瞳位置は変倍率に応じて変わる。

【0151】

よって、前述のように、広角光学系ユニット入射瞳位置、ズーム光学系ユニット入射瞳位置、およびズーム光学系ユニットパンニング回転軸とが一致する為にはズーム光学系の変倍率に応じてズーム光学ユニットを調整移動する必要がある。

【0152】

図 23 はそのような機構の一実施例を表す。図 23 (a) はズーム光学系ユニット鏡筒 2301 に取り付けられたスライダ 2302 であり、スライダ 2302 には極微小間隔で溝が刻まれている。

【0153】

また、図 23 (b) は、パンニングモータ 301 と鏡筒を支持する三脚座で、三脚座の近傍には三脚座の鏡筒支持位置を移動させる三脚座位置調整モータ 2303 が配置されている。

【0154】

三脚座位置調整モータ 2303 の出力軸先端部には回転プレートがあり、回転プレートにもスライダ 2302 同様、極微小間隔で溝が刻まれている。また 23 図 (c) は、三脚座のリング内側から見た図で、図の様に三脚座のリング内側にも前述の溝が刻まれている。

【0155】

なお、本実施例ではスライダ 2302、および三脚座リング内側には、図をわかりやすくするためその一部に溝を図示したが、より安定した鏡筒の支持と移動のため、鏡筒および三脚座リング内側全面に溝が刻まれていても構わない。

【0156】

このような機構によって、ズーム光学系ユニットが変倍したとき、三脚座位置調整モータ 2303 が回転し、鏡筒の入射瞳位置がパンニング回転軸中心 (図 23 (c) 2304) とくるように鏡筒を光軸方向に前後させる。この様子を図 24 で示す。

【0157】

このように、予め撮像倍率に応じた入射瞳位置を記憶しておき、撮影倍率に応じた瞳位置にパンニング回転軸がくるように鏡筒を前後することによって、変倍時でも常に入射瞳位置の一致が得られる。

【0158】

本発明の実施例 1 では、撮像倍率の異なる複数の撮像光学系を用い、撮像倍率の低い撮像光学系による撮影像から特定被写体を抽出し、抽出結果から撮像倍率の高い撮像光学系の視線方向移動する複眼撮像装置において、入射瞳位置をパンニング回転平面垂直方向に揃えることで、広角光学系から得られたパン角を補正することなく、ズーム光学系に適用できることが可能となり、すばやくかつ正確に目標物に視線を向ける事が可能となる。

【0159】

また、実施例 2 では、本撮影装置設置時に設置状態を入力するだけでパンニングおよびチルティングもすばやくかつ正確に目標物に視線を向ける事が可能となる。

【0160】

また、実施例 3 では広角光学系を周囲 360° の全方位を撮像する光学部材を本撮影装置に追加するだけで全周囲死角のない監視領域を得ると共に、侵入者に対し、正確にズーム光学系が視線移動し、拡大映像を撮影することが可能となる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0161】

【図1】本発明の実施例1の装置構成例で本装置構成を横から見た図を表す。

【図2】本発明の実施例1の装置構成例で本装置構成を上から見た図を表す。

【図3】本発明の実施例1の装置構成例で本装置のパン回転軸について説明する図である。

。

【図4】本発明の実施例1の装置構成例で本装置のチルト回転軸について説明する図である。

【図5】本発明の実施例1の本装置の動作例を表す図である。

【図6】本発明の実施例1の信号処理を説明するブロック図である。

10

【図7】本発明の実施例1の本装置の被写体抽出処理について説明する図である。

【図8】本発明の実施例1の本装置の被写体抽出処理の結果から被写体の方向検知および変倍率を決定する処理について説明する図である。

【図9】本発明の実施例1の本装置の表示装置の表示例を説明する図である。

【図10】本発明の実施例1の被写体方向検知について説明する図である。

【図11】本発明の実施例2の信号処理を説明するブロック図である。

【図12】本発明の実施例3の装置構成例で本装置構成の鳥瞰図を表す。

【図13】本発明の実施例3の装置構成例で本装置構成を横から見た図を表す。

【図14】本発明の実施例3の双曲面鏡と画像平面の関係を説明する図である。

【図15】本発明の実施例3の双曲面鏡と画像平面の関係を説明する図であるり、14図をXY平面上に射影したである。

20

【図16】本発明の実施例3の双曲面鏡と画像平面の関係を説明する図であるり、14図の1断面図である。

【図17】従来の技術の撮像装置を説明する図で地上のランドマークの利用を説明する図である。

【図18】従来の技術の撮像装置を説明する図で広角カメラのパン・チルト角の利用を説明する図である。

【図19】従来の技術の撮像装置を説明する図で、図18を上から見た図である。

【図20】従来の技術の撮像装置を説明する図で、カメラの設置位置から死角になる問題を説明する図である。

30

【図21】従来の技術の撮像装置を説明する図で、カメラを縦に積んだ例を説明する図である。

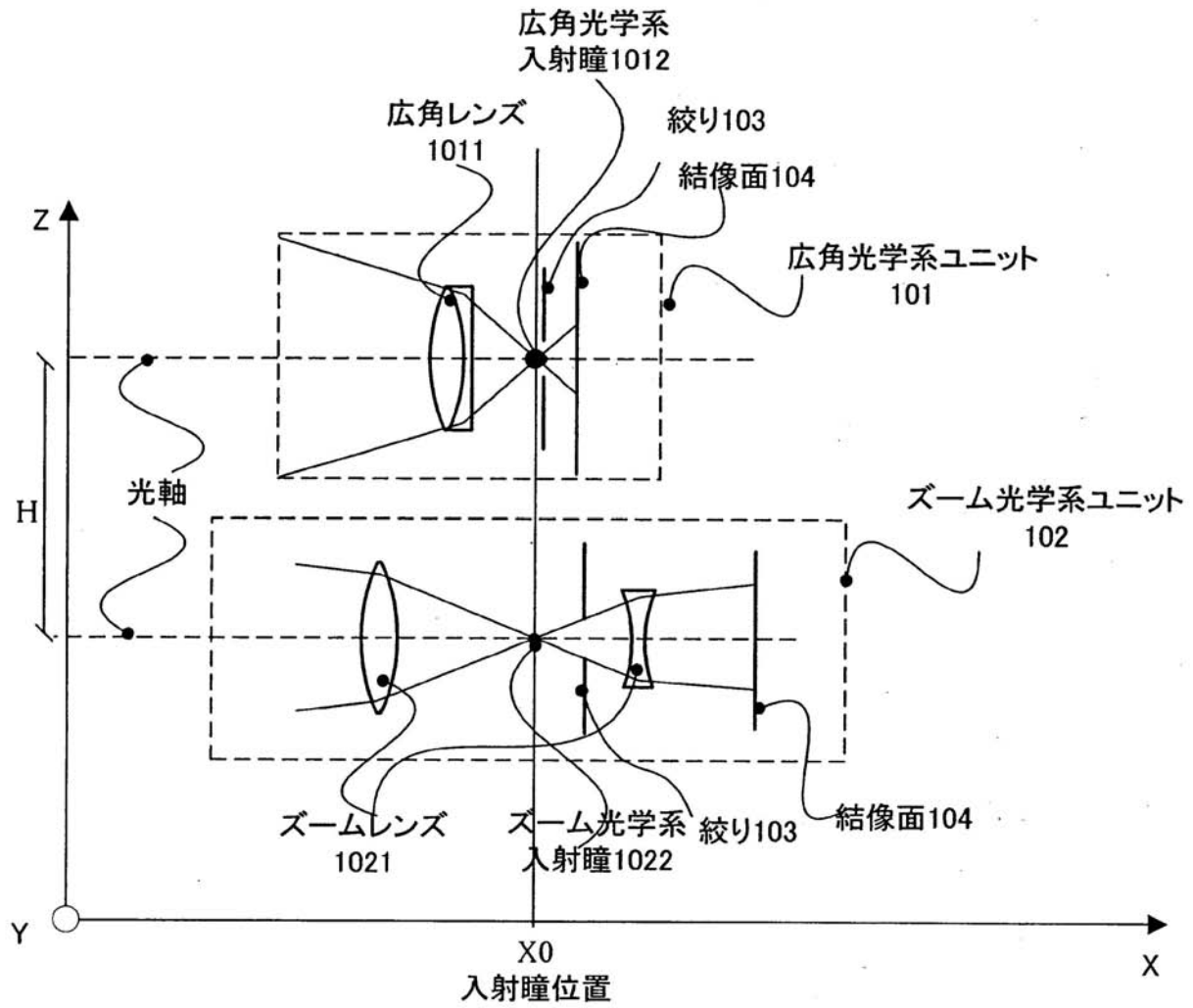
【図22】従来の技術の撮像装置を説明する図で、回転軸のずれによる問題について説明する図である。

【図23】実施例4のスライドを示した図である。

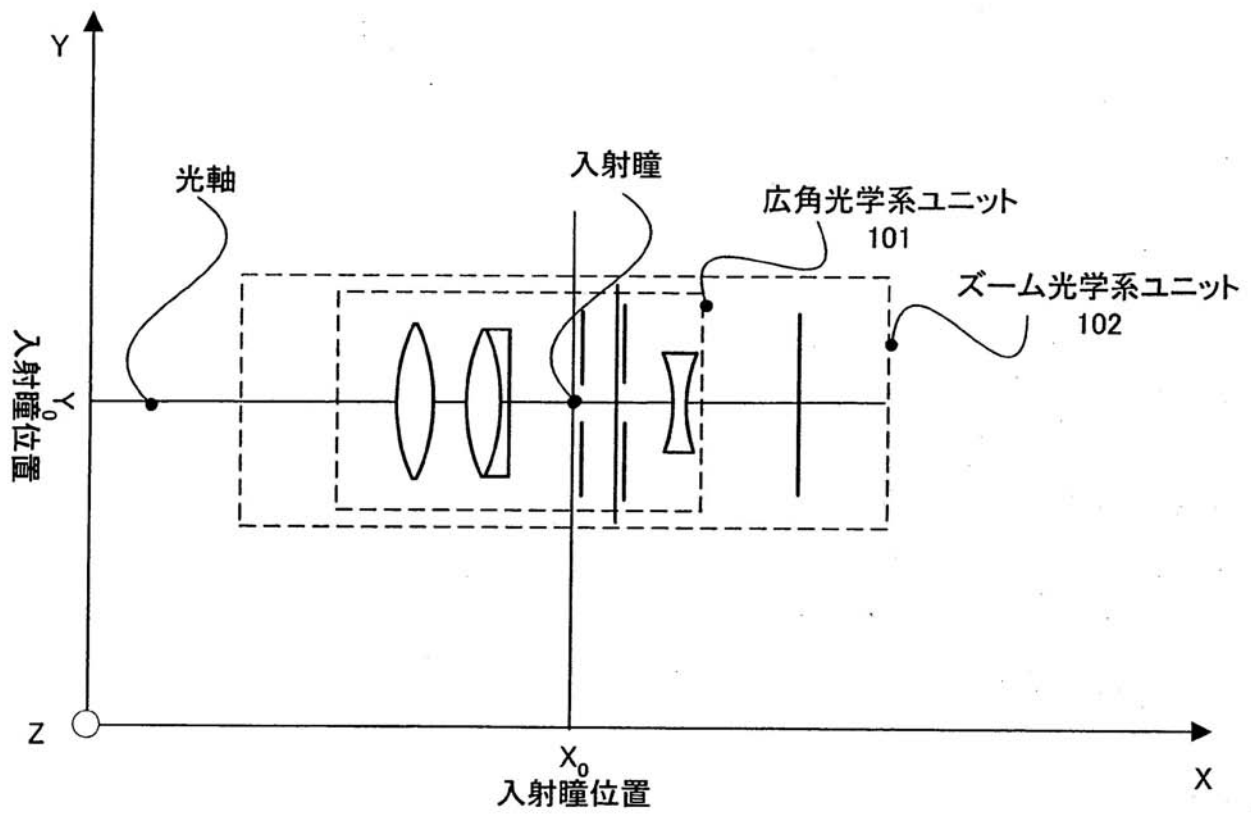
【図24】入射瞳の位置に応じて光軸方向に進退するズーム光学系ユニットの動作説明図である。

【図25】撮影装置の動作制御を説明するフローチャートである。

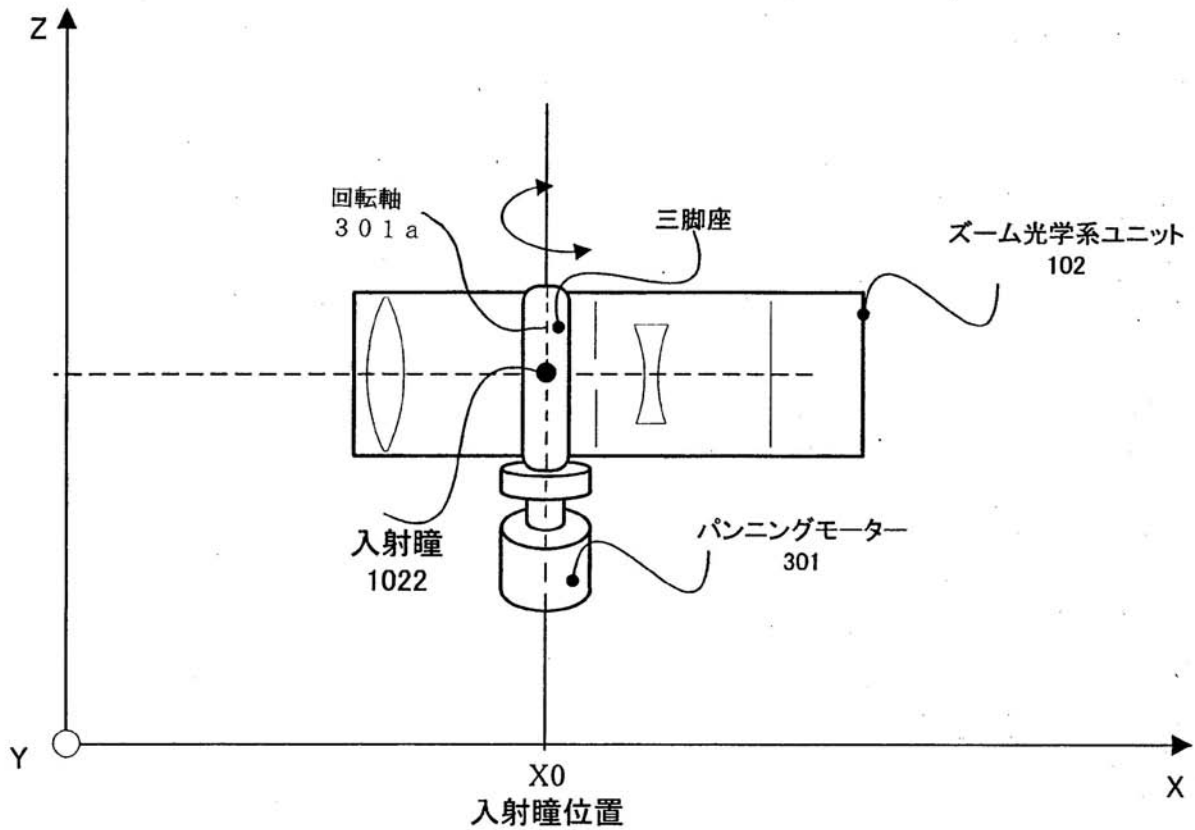
【図 1】



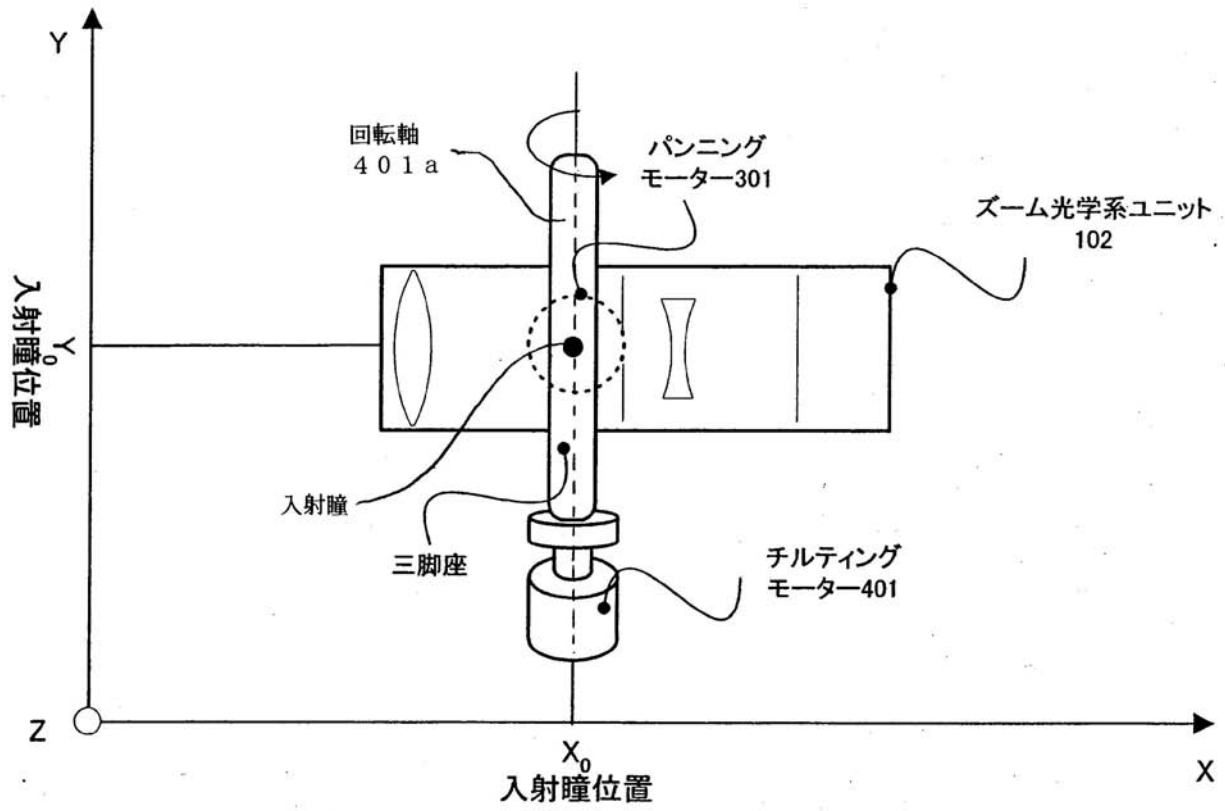
【図 2】



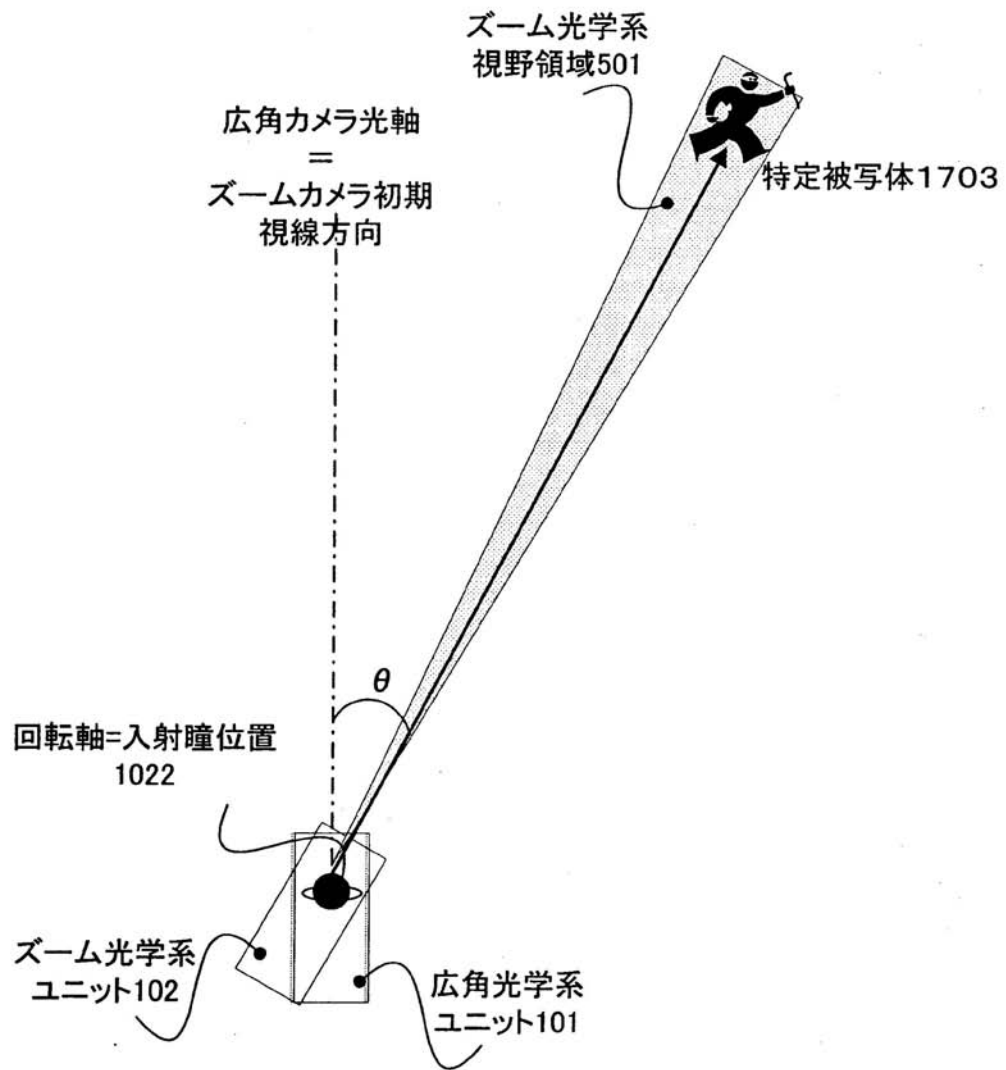
【図 3】



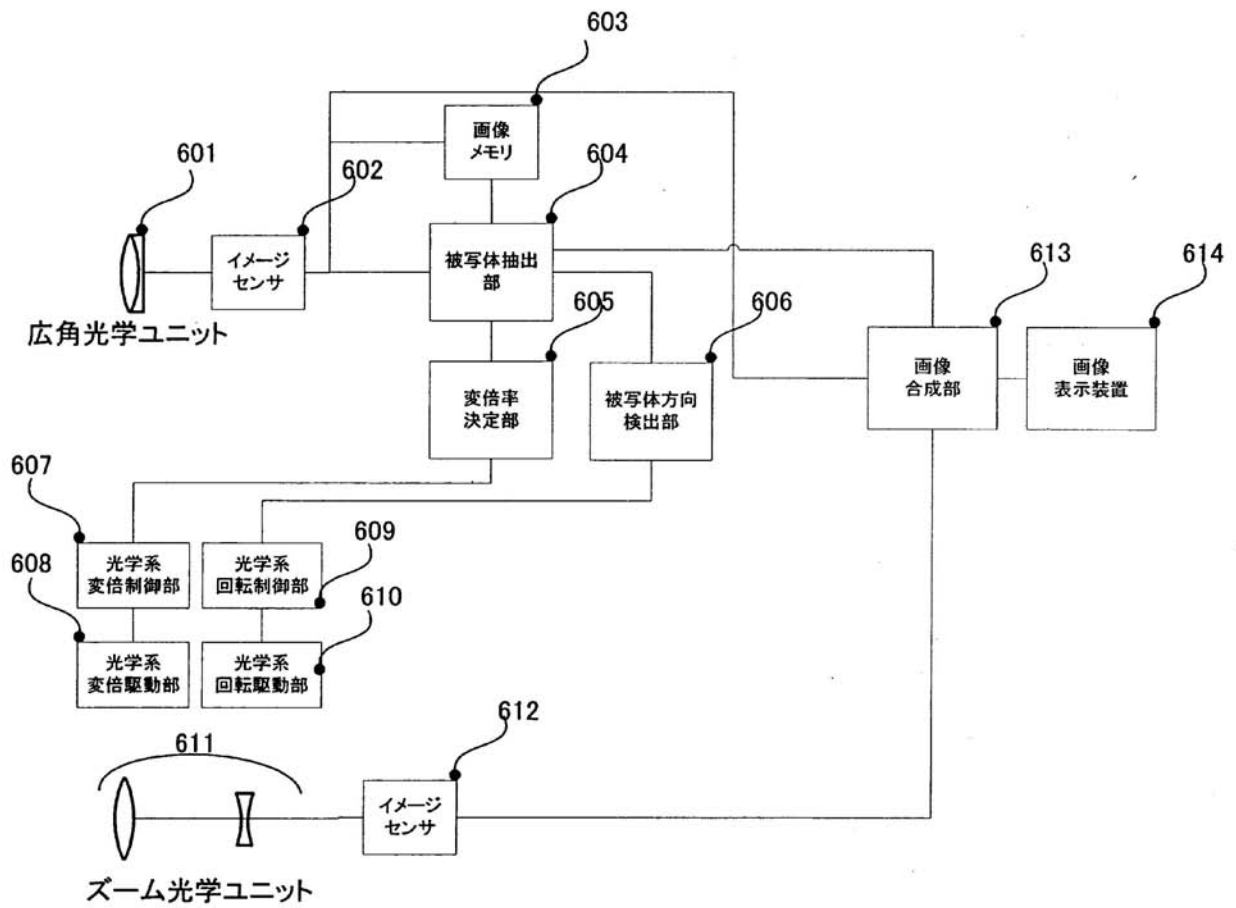
【図4】



【 図 5 】

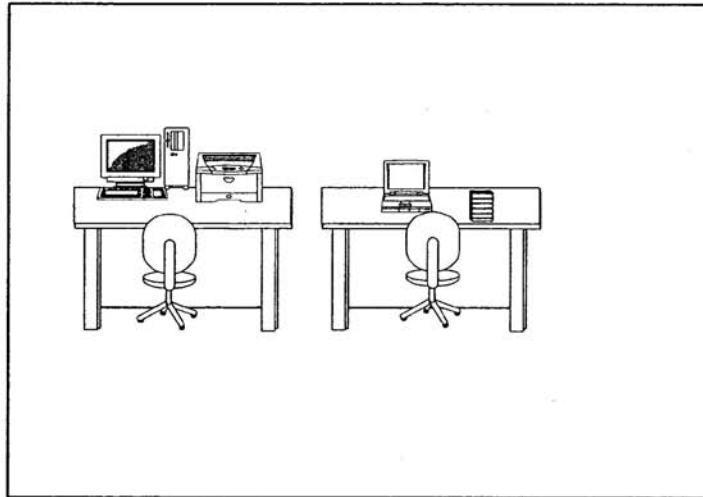


【図 6】

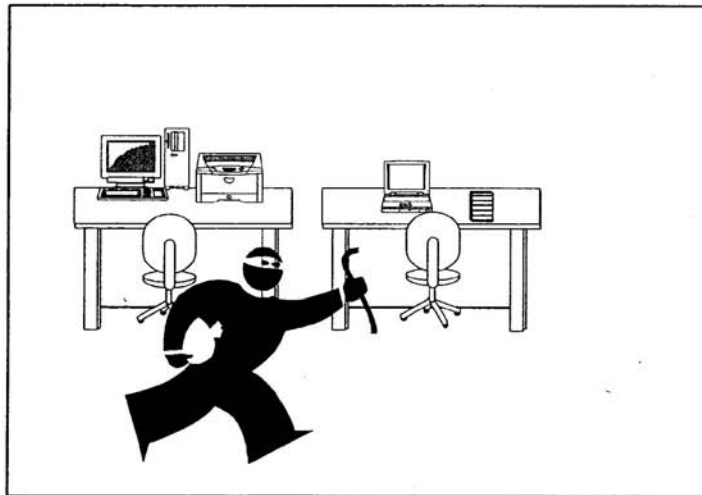


【 図 7 】

(a)



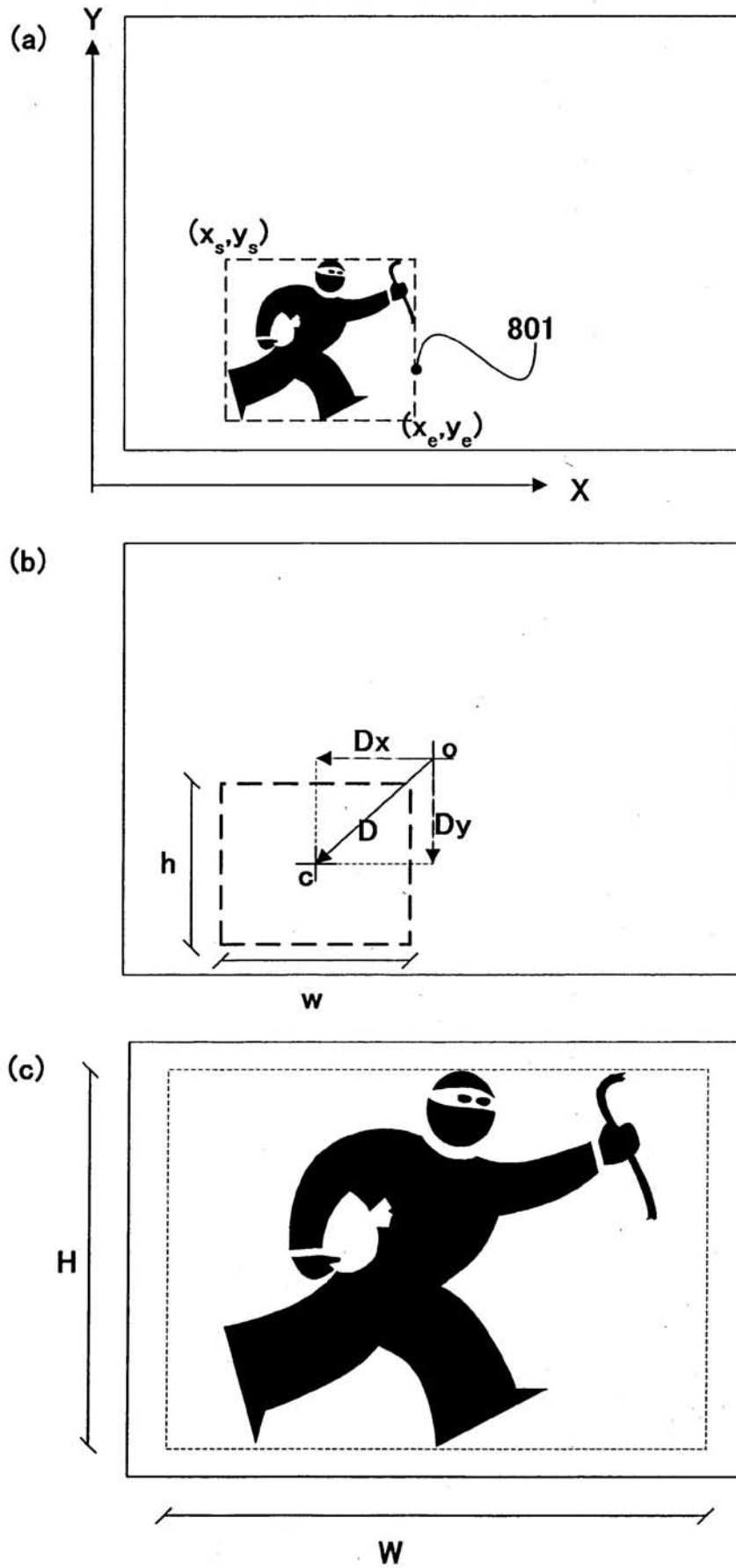
(b)



(c)

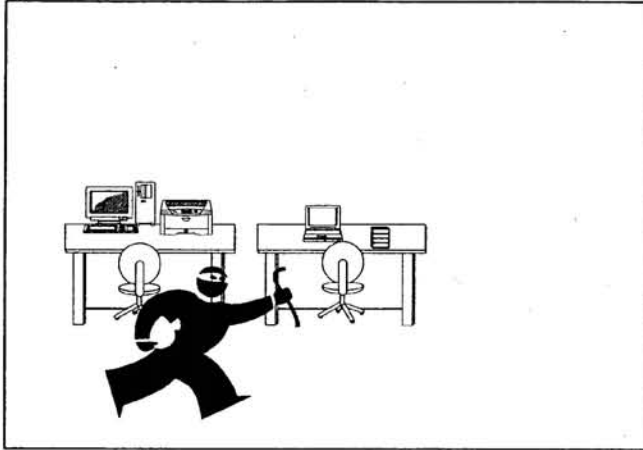


【 図 8 】

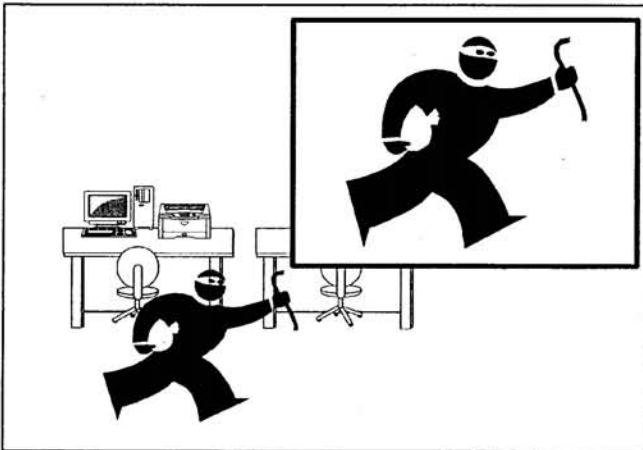


【 図 9 】

(a)



(b)



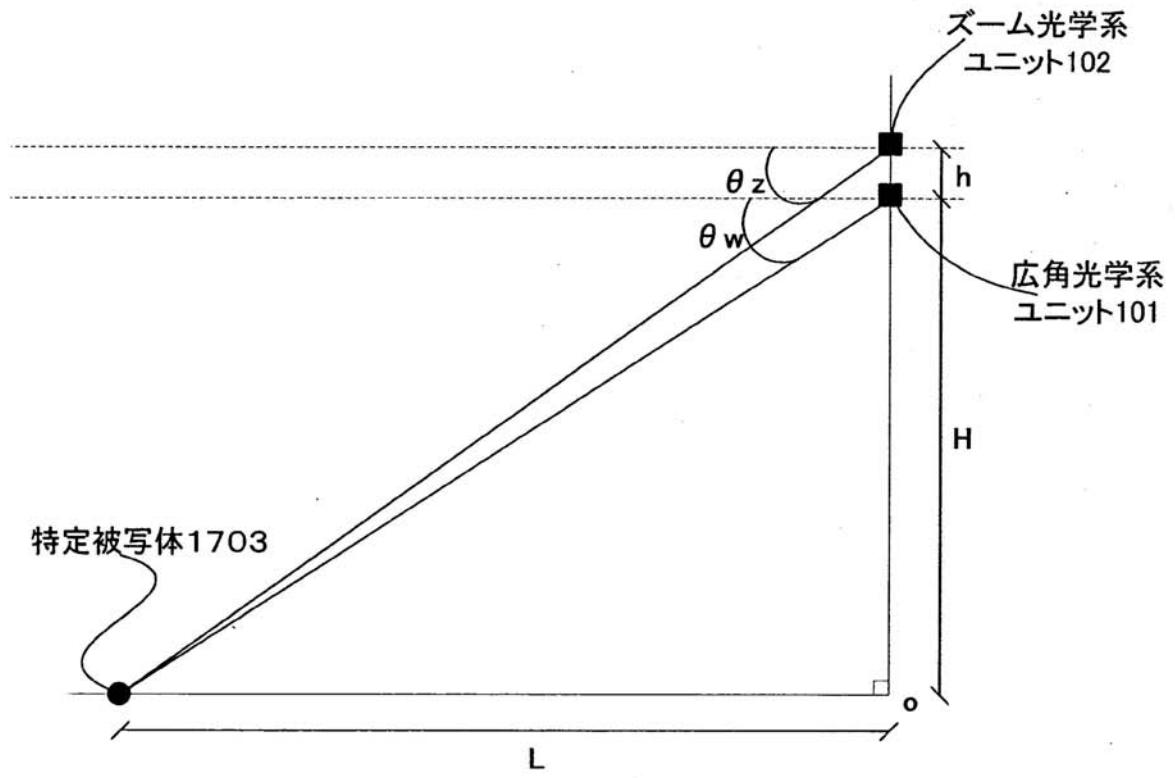
(c)



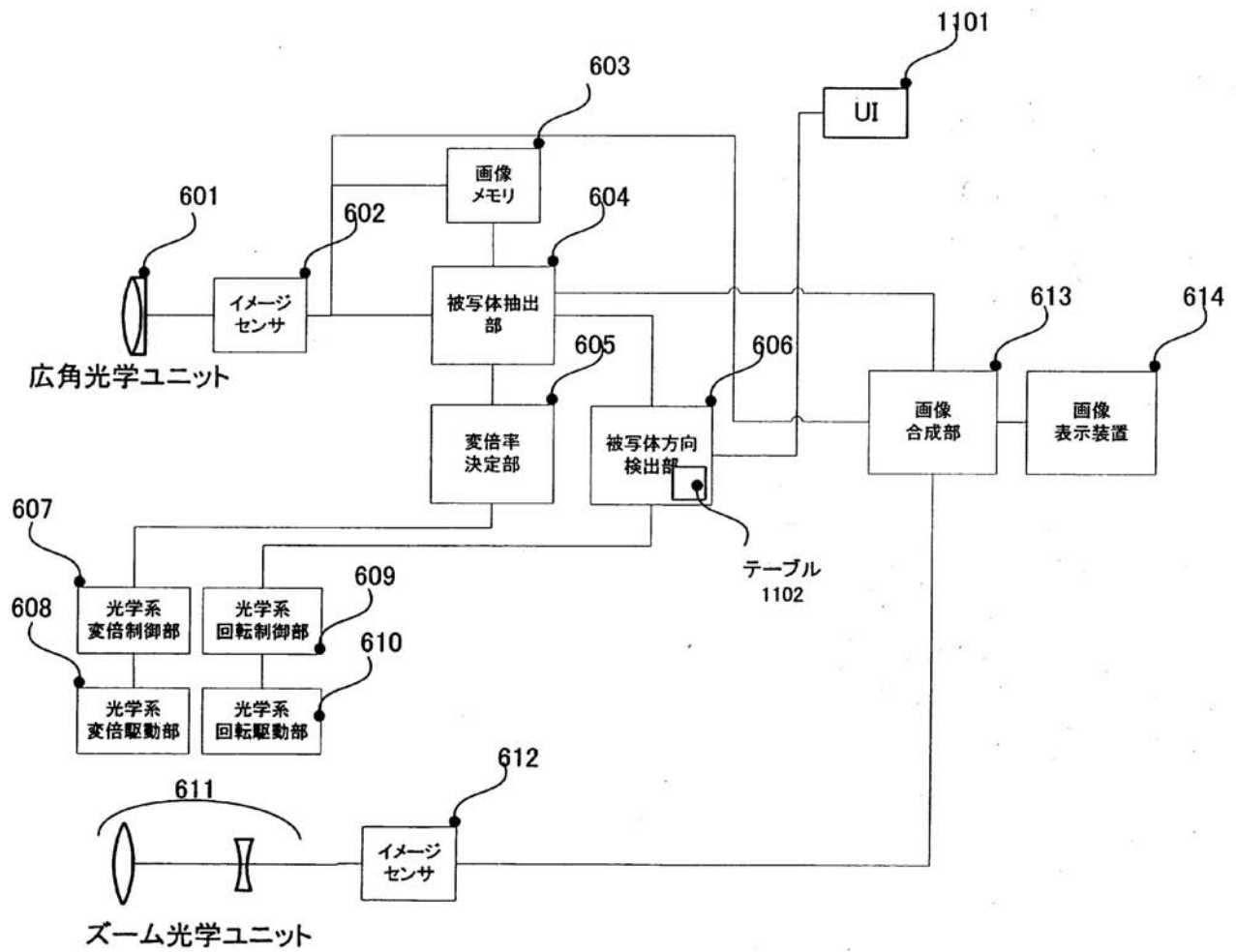
(d)



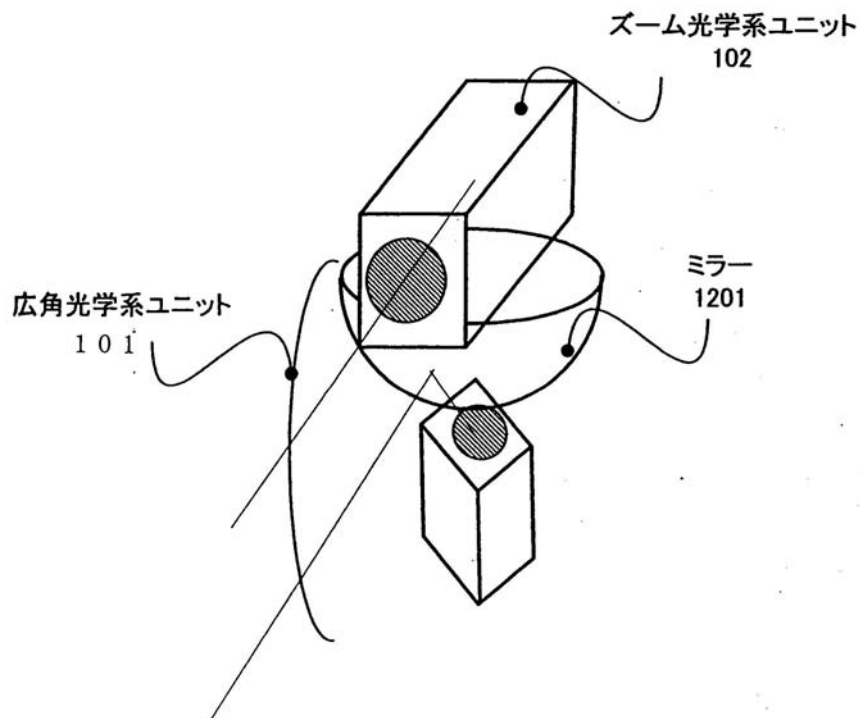
【図 10】



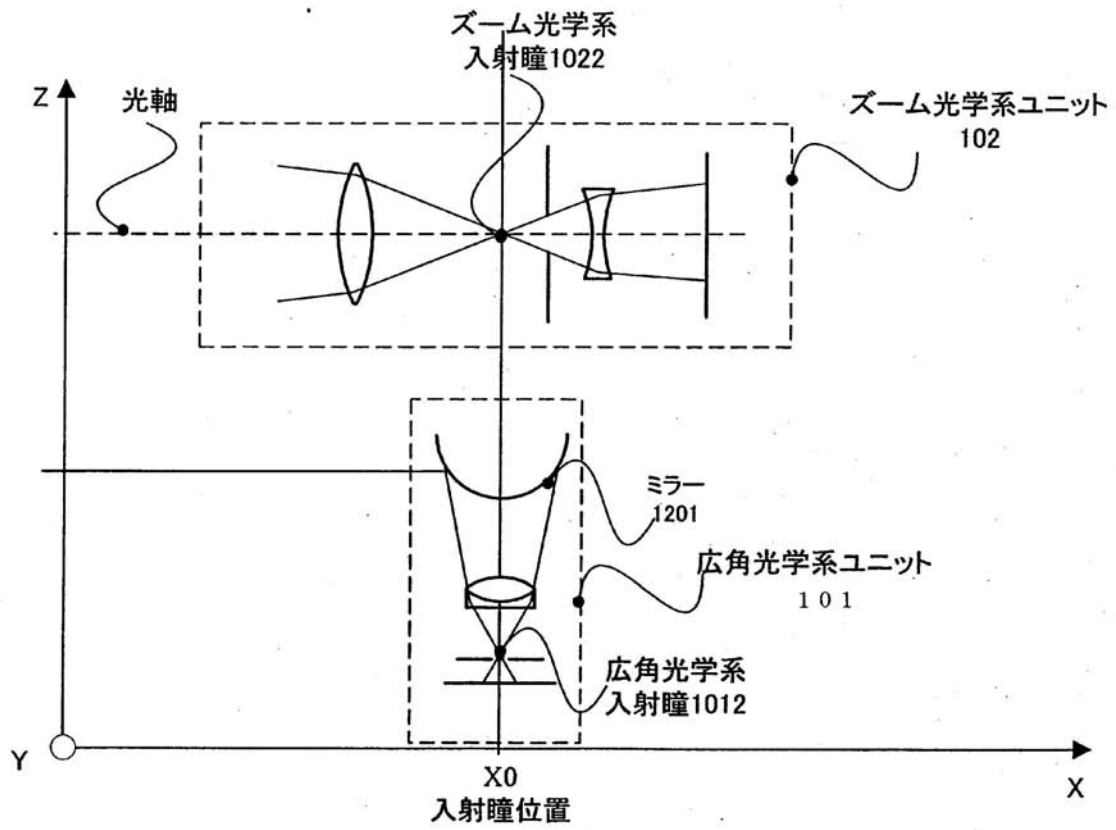
【図 1 1】



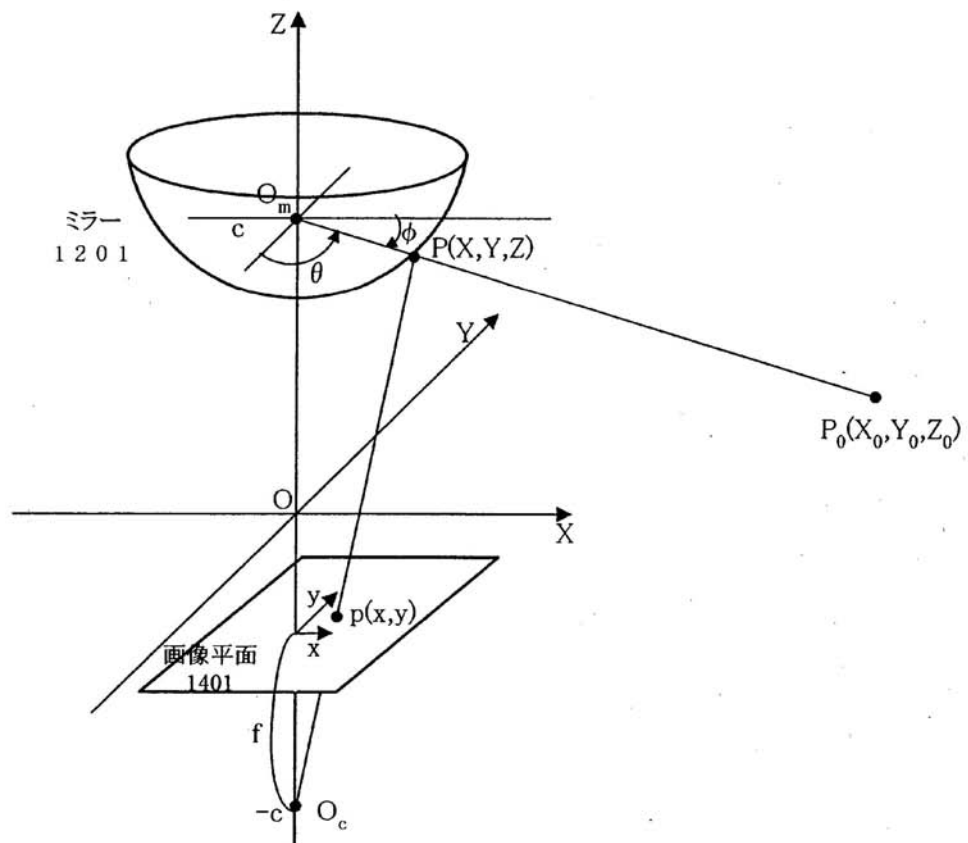
【図 1 2】



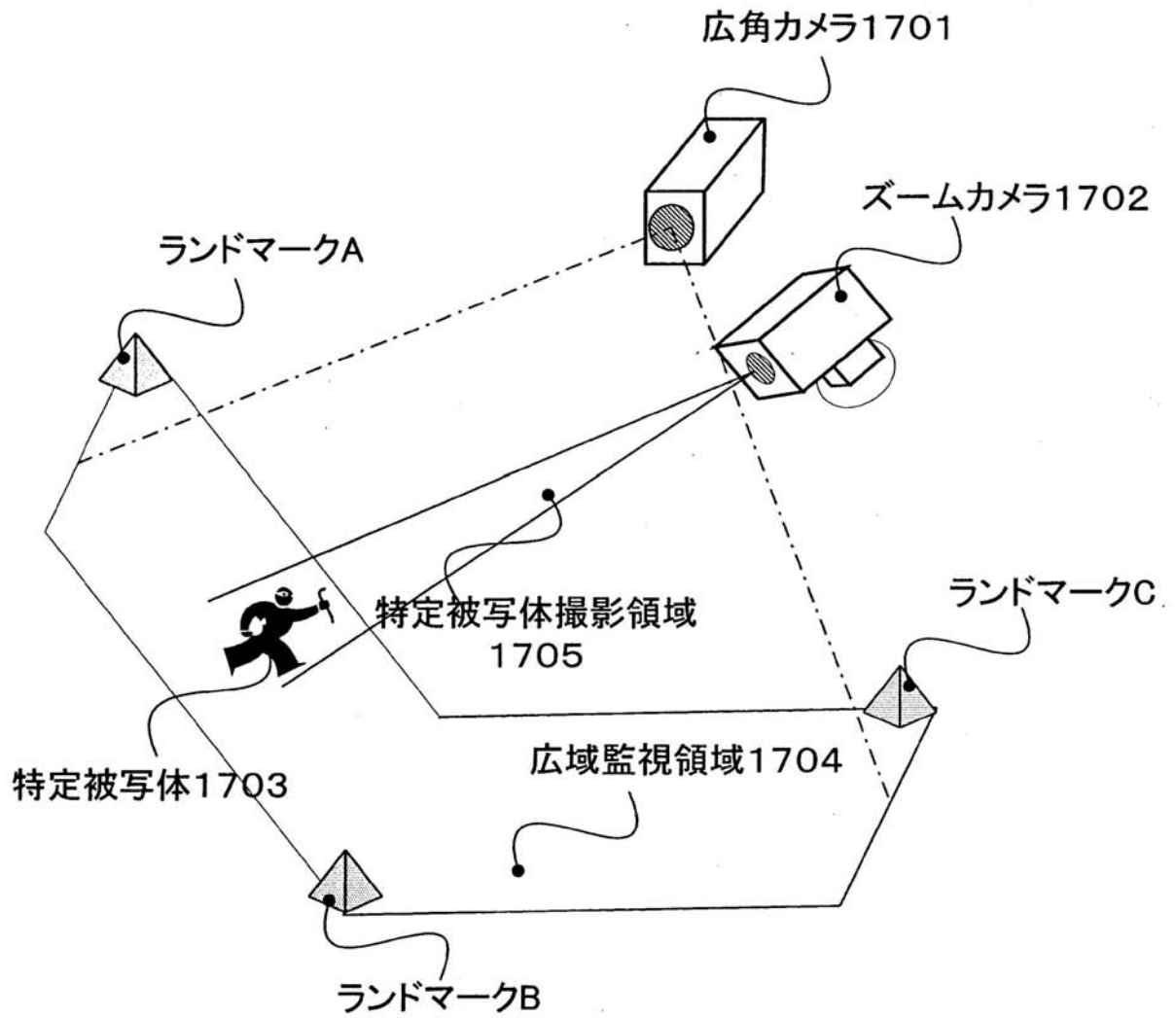
【図 13】



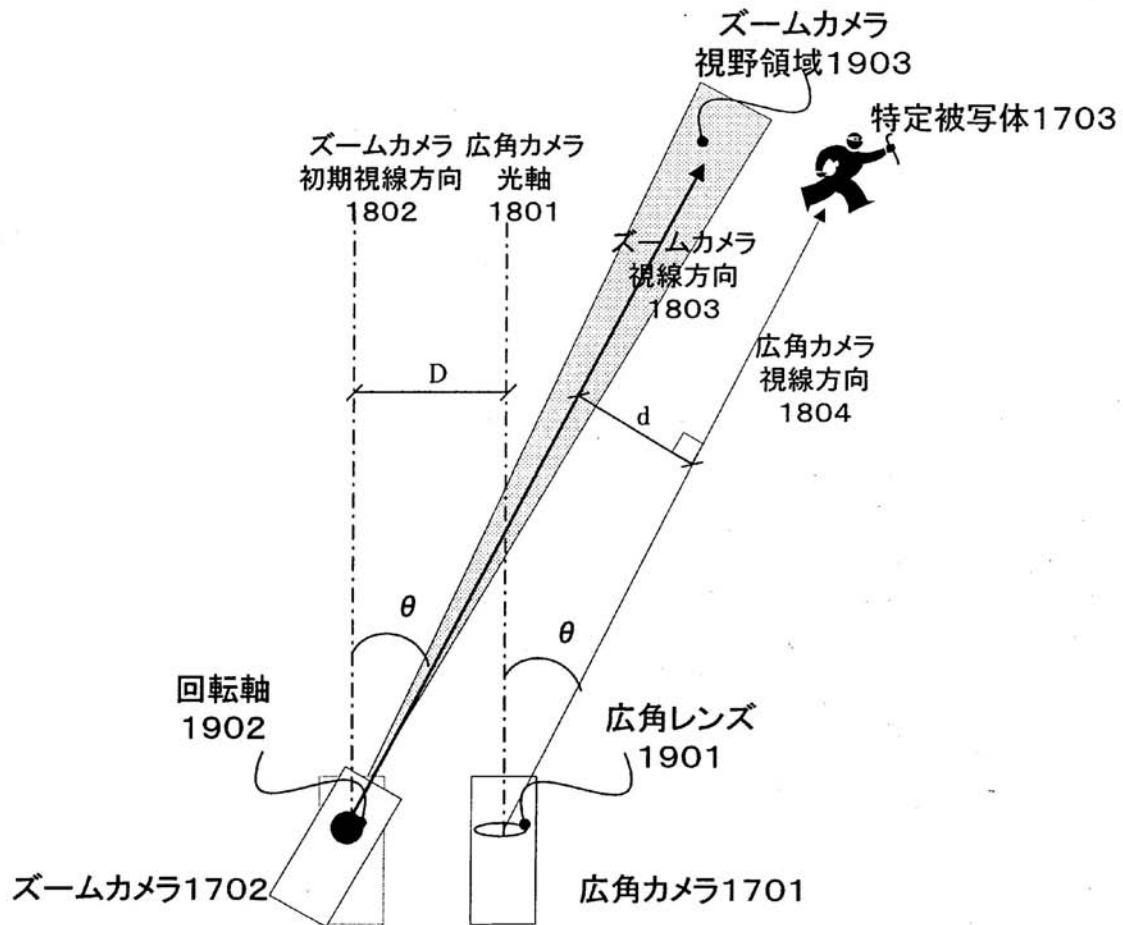
【図 14】



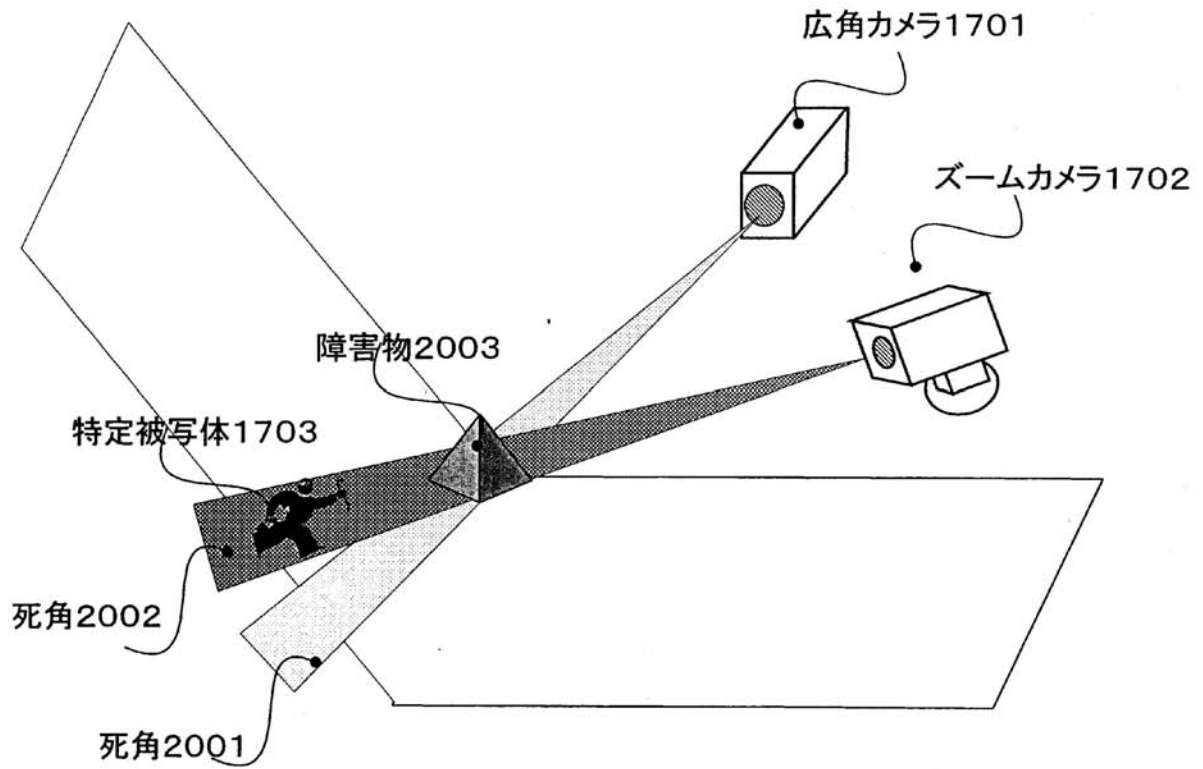
【図 17】



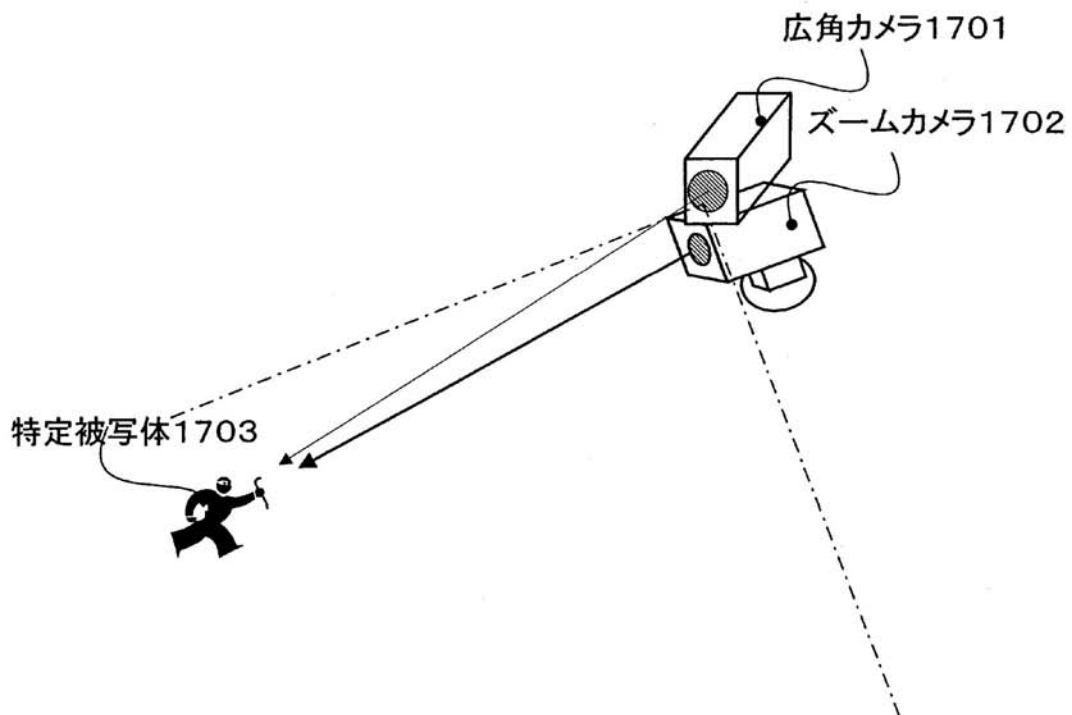
【 図 1 8 】



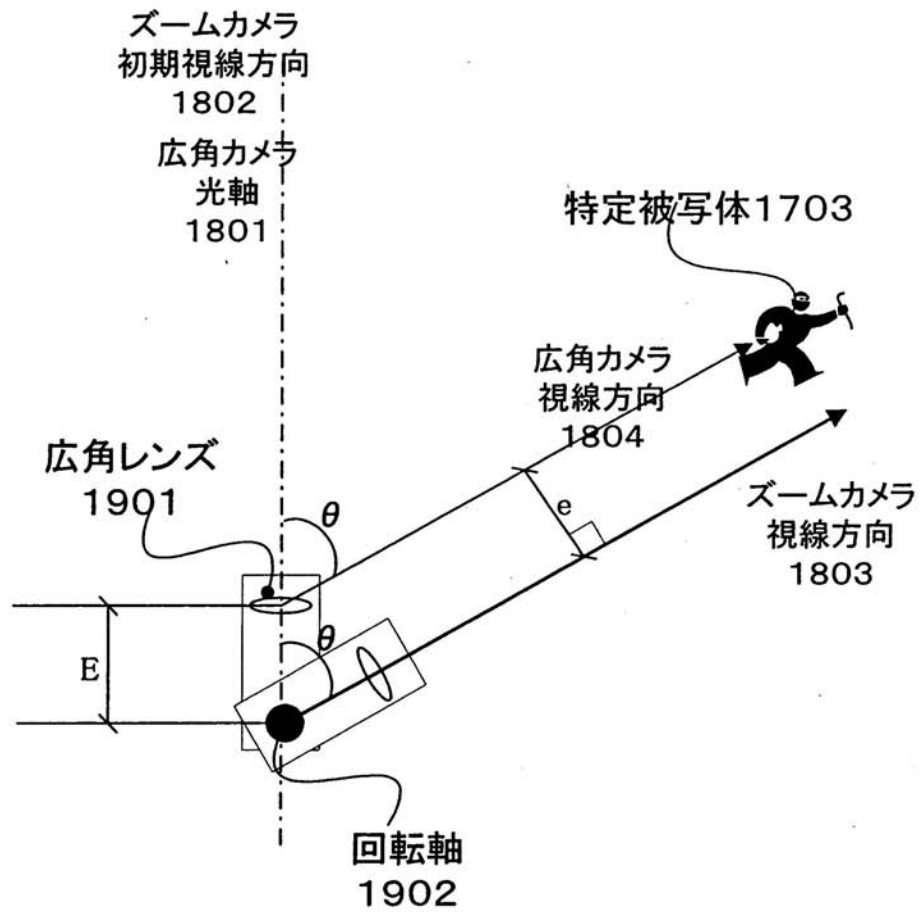
【図 19】



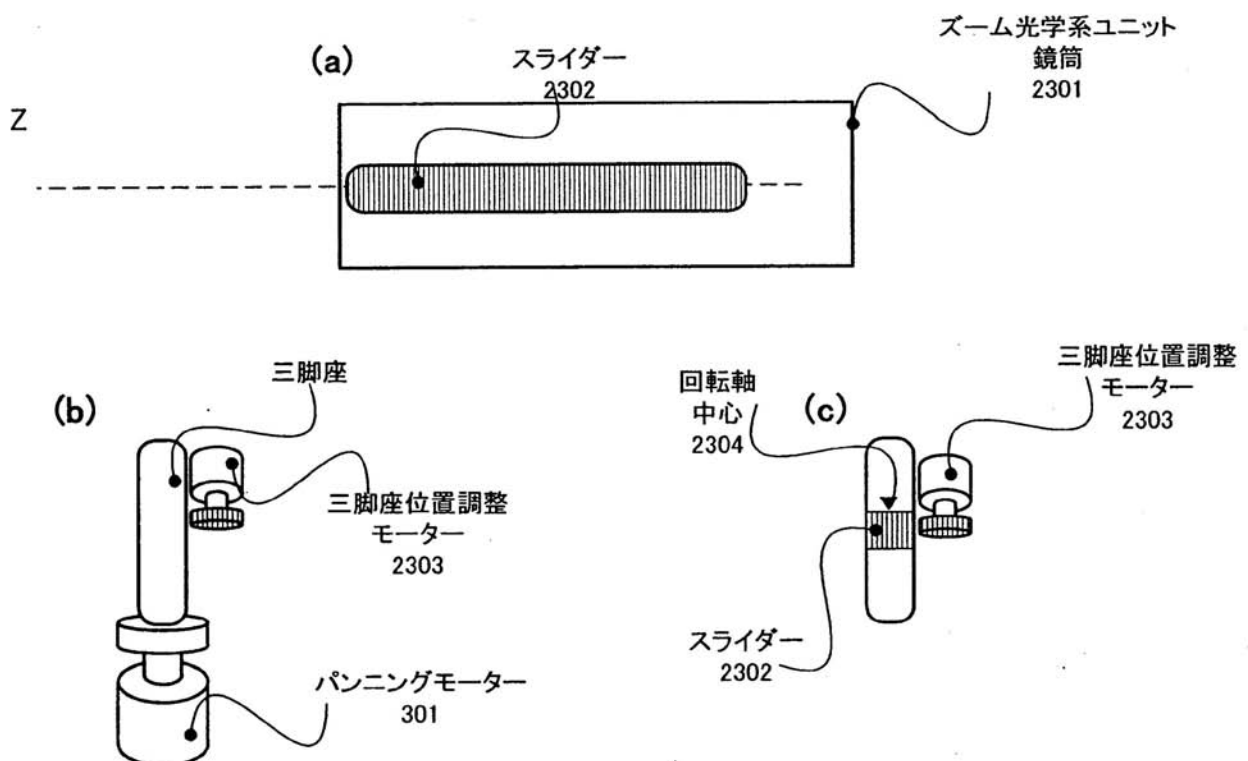
【図 20】



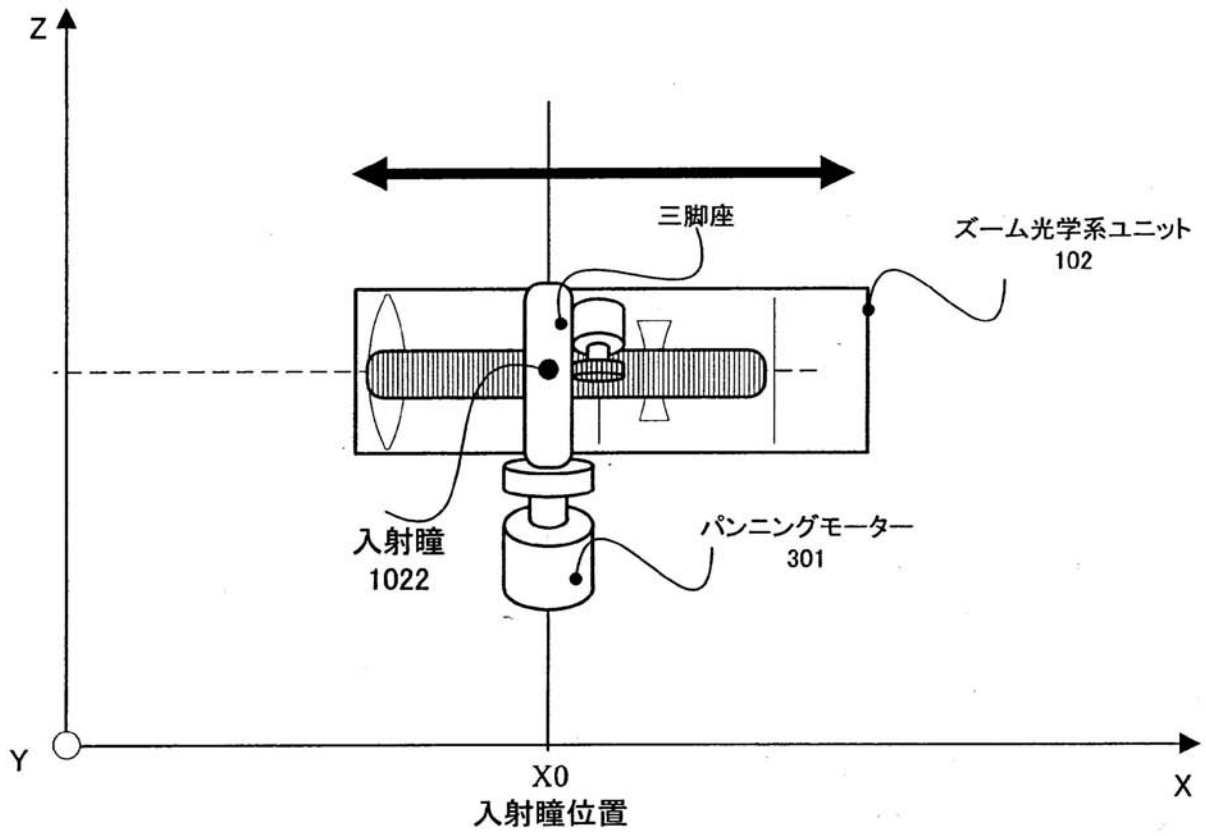
【図 2 1】



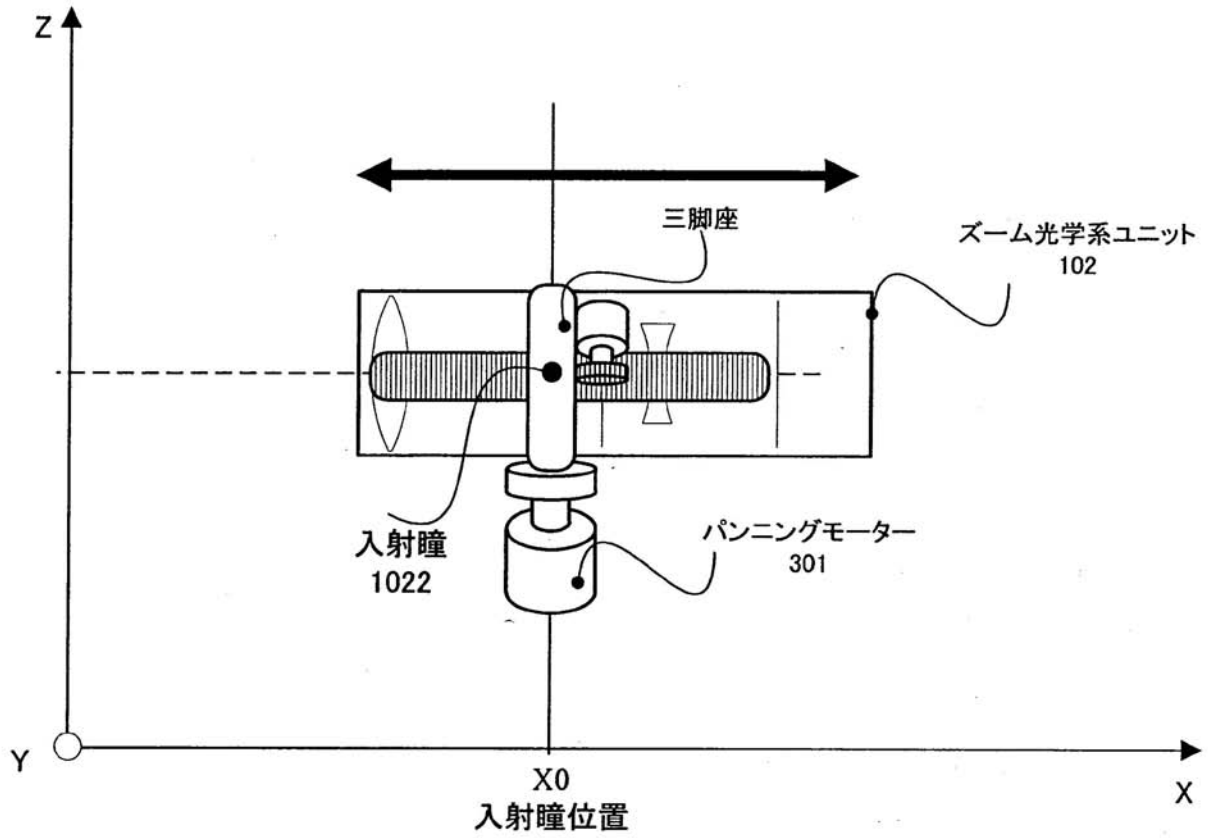
【図 2 2】



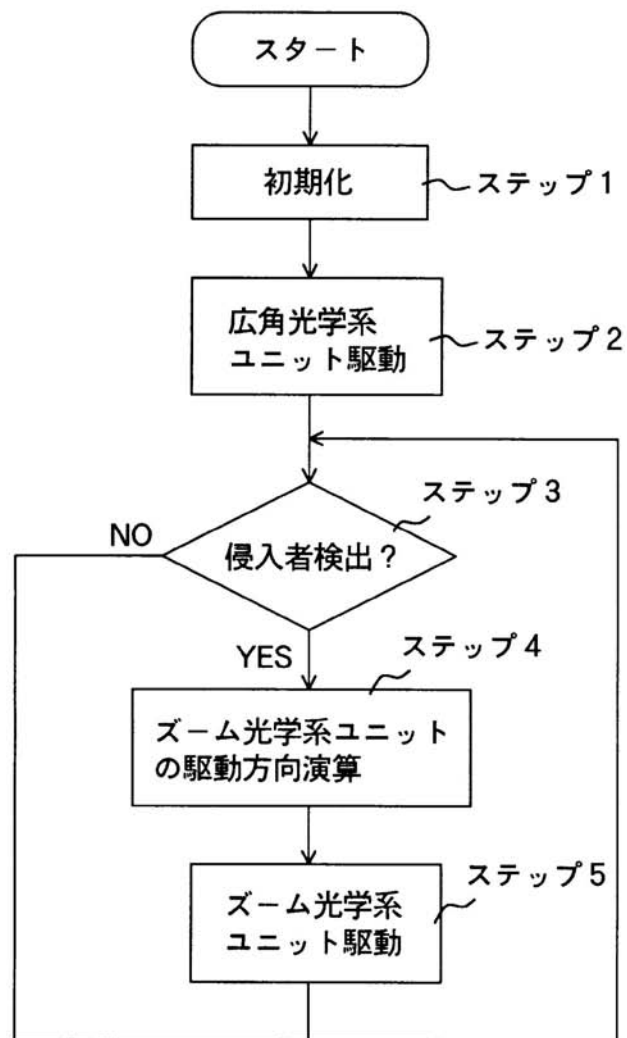
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 25】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C022 AA01 AB62 AB63 AB65 AB66 AC27 AC54 AC69 AC74 AC77
AC78
5C054 AA05 CA04 CC02 CF05 CF06 CG06 CH01 EA01 FC01 FC12
FE18 FF02 HA18 HA31