

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3827912号
(P3827912)

(45) 発行日 平成18年9月27日(2006.9.27)

(24) 登録日 平成18年7月14日(2006.7.14)

(51) Int. Cl.			F I		
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N	5/225	Z
HO4N	5/222	(2006.01)	HO4N	5/222	Z
HO4N	13/02	(2006.01)	HO4N	13/02	
GO3B	35/00	(2006.01)	GO3B	35/00	Z
GO1B	11/00	(2006.01)	GO1B	11/00	B

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2000-98812 (P2000-98812)	(73) 特許権者	598131203 山本 和彦 岐阜県岐阜市則武中1-9-18-202
(22) 出願日	平成12年3月31日(2000.3.31)	(73) 特許権者	500152429 株式会社ビュープラス 東京都千代田区二番町4番地3
(65) 公開番号	特開2001-285692 (P2001-285692A)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43) 公開日	平成13年10月12日(2001.10.12)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
審査請求日	平成16年1月15日(2004.1.15)	(73) 特許権者	599144734 財団法人ソフトピアジャパン 岐阜県大垣市加賀野4丁目1番地の7
		(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 全方向ステレオ画像撮影装置及びステレオ画像撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のカメラを基準平面上にそれぞれ支持する複数の支持部材を、多面体のすべての面
或いは一部を除くすべての面に着脱自在に取付けた全方向ステレオ画像撮影装置であって

前記各カメラは、同カメラが取付けられた支持部材と同一の支持部材に支持された他の
カメラと対をなし、該支持部材の取り付けられた前記多面体の面が向く方向及びその近傍
の方向に関して3次元情報の演算を可能にする画像を撮影するステレオカメラを形成し、

前記各支持部材は、前記取り付けられた各面に平行な前記基準平面に前記複数のカメラ
を配置する構成とし、

同一の前記支持部材に支持された前記カメラ間を結ぶ線分の一部あるいは全部は、隣接
する支持部材における基準平面を貫通するように配置されるとともに、隣接する前記支持
部材に配置されたカメラの視野を遮らないように配置されていることを特徴とする全方向
ステレオ画像撮影装置。

【請求項2】

前記各支持部材は、3個以上の前記カメラをそれぞれ支持し、
各支持部材における前記カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形は、
隣接する支持部材における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉する構成にした
ことを特徴とする請求項1記載の全方向ステレオ画像撮影装置。

【請求項3】

前記各支持部材には、前記複数のカメラによって2以上の前記ステレオカメラが形成されることを特徴とする請求項1または2記載の全方向ステレオ画像撮影装置。

【請求項4】

前記多面体は、前記各面が3次元空間を等分割する正多面体で構成したことを特徴とする請求項1、2または3記載の全方向ステレオ画像撮影装置。

【請求項5】

複数のカメラを基準平面上にそれぞれ支持する複数の支持部材を、多面体の一部の面に着脱自在に取付けたステレオ画像撮影装置であって、

前記各カメラは、同カメラが取付けられた支持部材と同一の支持部材に支持された他のカメラと対をなし、該支持部材の取り付けられた前記多面体の面が向く方向及びその近傍の方向に関して3次元情報の演算を可能にする画像を撮影するステレオカメラを形成し、

前記各支持部材は、前記取り付けられた各面に平行な前記基準平面に前記複数のカメラを配置する構成とし、

同一の前記支持部材に支持された前記カメラ間を結ぶ線分の一部あるいは全部は、隣接する支持部材における基準平面を貫通するように配置されるとともに、隣接する前記支持部材に配置されたカメラの視野を遮らないように配置されていることを特徴とするステレオ画像撮影装置。

【請求項6】

前記各支持部材は、3個以上の前記カメラをそれぞれ支持し、各支持部材における前記カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形は、隣接する支持部材における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉する構成にしたことを特徴とする請求項5記載のステレオ画像撮影装置。

【請求項7】

前記各支持部材には、前記複数のカメラによって2以上の前記ステレオカメラが形成されることを特徴とする請求項5または6記載のステレオ画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元空間の全方向の濃度画像を撮影する共に該3次元空間の位置情報を取得する全方向ステレオ画像撮影装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

複数人が参加するテレビ会議システム、移動ロボットの遠隔操作、防犯システム或いはロボットと人とのインタラクション等においては、広範囲の環境情報の取得が重要になる。例えば、遠隔地で行われる会議に仮想的に参加するときには、利用者の見たい方向の会議場の画像を、利用者の周囲に再現できれば利用者に臨場感を与えることができる。このような再現を行うには、実際の会議場の広範囲な濃度画像ばかりでなく、3次元の位置情報を環境情報として取得することが必要になってくる。

【0003】

元々、広範囲な濃度画像を取得する装置には、大別すると、光学系を工夫したものと複数の画像を統合するものとがある。光学系を工夫した装置には、球面、円錐面、双曲面或いは放物面等の回転体ミラーと1個のカメラとを使用したものがあつた。また魚眼レンズと1個のカメラとを使用するものもあつた。一方、複数の画像を統合する装置には、カメラを回転させて間歇的に画像を取得し、これらの画像を統合するものと、複数個のカメラを円周上に配置し、該複数個のカメラで撮影した画像を統合するものとがあつた。

【0004】

濃度画像に加えて3次元の位置情報を取得する従来の装置は、上述の技術を利用しており、例えば次の文献1、2に記載されるものがあつた。

文献1；特開平11-95344号公報

10

20

30

40

50

文献 2 ; 特開平 1 1 - 3 2 5 8 9 5 号公報

図 2、図 3 及び図 4 は、前記文献 1 に記載された全方位ステレオ画像撮影装置の構成図である。

【 0 0 0 5 】

図 2 の全方位ステレオ画像撮影装置では、曲率の異なる双曲面ミラー 1 , 2 を、焦点 O が一致するように鉛直方向に配置し、その焦点 O にレンズ中心がくるようにカメラを配置し、双曲面ミラー 1 , 2 で反射した画像をカメラで撮影している。この装置では、各双曲面ミラー 1 , 2 で反射した 3 次元空間の任意の点 P の画像が P 1 , P 2 として投影面 3 上に並ぶので、その距離を推定することにより、点 P の 3 次元の位置情報を取得している。

【 0 0 0 6 】

図 3 の全方位ステレオ画像撮影装置では、上部多角錐ミラー 4 と下部多角錐ミラー 5 とを鉛直方向に配置すると共に、複数個のカメラ 6 を水平面の円周上に等間隔に配置している。このような構成の装置は、上部多角錐ミラー 4 の一面と下部多角錐ミラー 5 の一面とで反射した画像を各カメラ 6 で撮影し、該各カメラ 6 で撮影した画像に基づき 3 次元の位置情報を取得している。

【 0 0 0 7 】

図 4 の全方位ステレオ画像撮影装置では、同じ形状の多角錐ミラー 7 , 8 を鉛直方向に対称となるように配置し、多角錐ミラー 7 の各面を撮影する複数個のカメラ 9 を円周上に配置し、さらに、多角錐ミラー 8 の各面を撮影する複数個のカメラ 1 0 を円周上に配置している。各カメラ 9 と各カメラ 1 0 とはそれぞれ対をなし、複数のステレオカメラを形成している。このような構成の装置では、各ステレオカメラで撮影された 1 組の画像に基づき、水平方向を分割した領域の 3 次元の位置情報を取得している。

【 0 0 0 8 】

図 5 は、前記文献 2 に記載されたステレオ 3 次元計測装置である。この装置では、上下に移動可能な回転カメラ 1 1 によって構成されている。カメラ 1 1 は、上側の位置で回転して円周方向の画像を撮影し、さらに、下側の位置に移動して後に回転して円周方向の画像を撮影する。上側の位置で撮影した画像と下側の位置で撮影した画像はステレオ画像となる。このステレオ画像に基づき、3 次元の位置情報が取得可能になる。

【 0 0 0 9 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、図 2 ~ 図 4 の全方位ステレオ画像撮影装置、及び図 5 のステレオ 3 次元計測装置には、次のような課題があった。

【 0 0 1 0 】

図 2 の全方位ステレオ画像撮影装置は、1 個のカメラで広範囲の画像を撮影することになるので同時刻に全方位の画像が得られ、リアルタイム性を満足するが、空間分解能が低い上に、該画像におけるカメラの光軸近辺と他の部分とで解像度に差がでるといった課題があった。また、名称が全方位ステレオ画像撮影装置となっているが、水平方向の全周囲の画像が得られのみであり、ステレオ画像が形成される範囲が狭いという課題もあった。

【 0 0 1 1 】

図 3 の全方位ステレオ画像撮影装置は、複数個のカメラ 6 で分割して広範囲の画像を撮影するので、図 2 の装置に比べて空間分解能は向上するが、1 個のカメラでステレオ画像を形成するので空間分解能が低い。また、図 2 の装置と同様に、水平方向の全周囲の画像が得られのみであり、ステレオ画像が形成される範囲が狭いという課題もあった。図 4 の全方位ステレオ画像撮影装置は、リアルタイム性を満足すると共に、空間分解能も向上するが、図 2 及び図 3 の装置と同様に、ステレオ画像が形成される領域が狭いという課題があった。

【 0 0 1 2 】

図 5 のステレオ 3 次元計測装置は、図 2 ~ 図 4 の全方位ステレオ画像撮影装置と同様に、水平方向の全周囲の位置情報の取得が可能であっても、上方或は下方が盲点となって位置情報が得られないばかりか、カメラ 1 1 を回転させて複数の画像を間歇的に撮影し、さら

10

20

30

40

50

に、この間歇的な撮影を上側の位置と下側の位置の2回に分けて行うので、全周囲について1組の画像を取得するのに時間がかかり、リアルタイム性が欠けるという課題があった。

【0013】

なお、魚眼レンズを利用して3次元空間の位置情報を取得する装置も考えられるが、魚眼レンズを用いるかぎり、空間分解能が低下することが予想されると共に、少なくとも対をなす装置の一方の画像には、他方の装置が互いに写り、その装置のある位置の画像は得られないという課題があった。

なお、ステレオカメラで位置情報を取得する場合、カメラ間隔は、3次元の位置情報の精度を確保するための重要な値である。これを短くすると精度が劣化する。これに対し、装置全体の構成は小型化したいという課題があった。

10

【0014】

本発明は、前記課題を解決し、リアルタイム性を満足し、装置全体は小型でありながら空間分解能が高く、かつ、3次元空間に関して位置情報の取得が可能なステレオ画像撮影装置を提供することを目的とする。併せて、3次元空間の全方向に関して位置情報の取得が可能な全方向ステレオ画像撮影装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本願の請求項1～7に記載の発明(以下、「第1～第7の発明」という)のうちの第1の発明は、全方向ステレオ画像撮影装置において、複数のカメラを基準平面上にそれぞれ支持する複数の支持部材を、多面体のすべての面或いは一部を除くすべての面に着脱自在に取付けた全方向ステレオ画像撮影装置であって、前記各カメラは、同カメラが取付けられた支持部材と同一の支持部材に支持された他のカメラと対をなし、該支持部材の取り付けられた前記多面体の面が向く方向及びその近傍の方向に関して3次元情報の演算を可能にする画像を撮影するステレオカメラを形成し、前記各支持部材は、前記取り付けられた各面に平行な前記基準平面に前記複数のカメラを配置する構成とし、同一の前記支持部材に支持された前記カメラ間を結ぶ線分の一部あるいは全部は、隣接する支持部材における基準平面を貫通するように配置されるとともに、隣接する前記支持部材に配置されたカメラの視野を遮らないように配置されている。

20

【0016】

このような構成を採用したことにより、例えば、支持部材を多面体のすべての面に取付けると、装置を中心にして、3次元空間全体を分割し、各方向を各支持部材で支持された複数のカメラがそれぞれ撮影することになる。

30

【0018】

また、第1の発明ではこのような構成を採用したことにより、各支持部材に支持されたカメラがステレオカメラとなり、それぞれステレオ画像が撮影される。ステレオ画像から3次元情報が得られる。また、このような構成を採用したことにより、ステレオ対応点を求める際に問題となる対をなすカメラ間の位置関係及び姿勢関係等の校正が、支持部材及び複数のカメラで構成されるユニットごとに行うことが可能になり、全方向のステレオ画像は、校正された全方向を分割したすべての画像を合成することで得ることが可能となる。換言すれば、全方向のステレオ画像を隙間なく得るための校正が容易となる。

40

【0020】

さらに、第1の発明ではこのような構成を採用したことにより、支持部材及び複数のカメラで構成されるユニットの外形が多面体の各面よりも大きくても、該ユニットの各面への取付けが可能になる。また、すべてのカメラの画像には、他のカメラが写らないので、視野をふさぐことがない。換言すれば、大きなユニットが小さな多面体に複数取付けられ、完全な全方向のステレオ画像を得ることが可能になる。

【0021】

第2の発明では、第1の発明の全方向ステレオ画像撮影装置において、前記各支持部材は、3個以上の前記カメラをそれぞれ支持し、各支持部材における前記カメラ間を結ぶ直

50

線で囲まれる閉図形は、隣接する支持部材における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉する構成にしている。

【0022】

第2の発明によれば、以上のような構成にしたので、第1の発明と同様に、支持部材及び複数のカメラで構成されるユニットの外形が多面体の各面よりも大きくても、該各面に取り付け可能になる。

【0023】

第3の発明では、第1または2の発明の全方向ステレオ画像撮影装置において、前記各支持部材には、前記複数のカメラによって2以上の前記ステレオカメラが形成されるようにしている。

【0024】

このような構成を採用したことにより、多面体の各面が向く方向に関してステレオカメラを2セット以上持つことと同じになる。

第4の発明では、第1、2または3の発明の全方向ステレオ画像撮影装置において、前記多面体は、前記面が3次元空間を等分割する正多面体で構成している。

【0025】

このような構成を採用することにより、各支持部材に支持された複数のカメラは、等分割された3次元空間を中心にしてそれぞれ撮影することになる。

第5の発明は、ステレオ画像撮影装置において、複数のカメラを基準平面上にそれぞれ支持する複数の支持部材を、多面体の一部の面に着脱自在に取付けたステレオ画像撮影装置であって、前記各カメラは、同カメラが取付けられた支持部材と同一の支持部材に支持された他のカメラと対をなし、該支持部材の取り付けられた前記多面体の面が向く方向及びその近傍の方向に関して3次元情報の演算を可能にする画像を撮影するステレオカメラを形成し、前記各支持部材は、前記取り付けられた各面に平行な前記基準平面に前記複数のカメラを配置する構成とし、同一の前記支持部材に支持された前記カメラ間を結ぶ線分の一部あるいは全部は、隣接する支持部材における基準平面を貫通するように配置されるとともに、隣接する前記支持部材に配置されたカメラの視野を遮らないように配置されている。

【0026】

第6の発明では、請求項5記載のステレオ画像撮影装置において、前記各支持部材は、3個以上の前記カメラをそれぞれ支持し、各支持部材における前記カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形は、隣接する支持部材における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉する構成にした。

第7の発明では、請求項5または6記載のステレオ画像撮影装置において、前記各支持部材には、前記複数のカメラによって2以上の前記ステレオカメラが形成される。

【0027】

第5、6及び第7の発明によれば、以上のような構成にしたことにより、全方向でない点で相異なる他は、第1、2及び3の発明と同様な作用、効果を奏する。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した全方向ステレオ画像撮影装置の実施形態を、図1及び図6～図17を参照しつつ説明する。

【0029】

本実施形態の全方向ステレオ画像撮影装置は、形状が正多面体の基材20に、それぞれ3個のCCDカメラ21を支持する複数の支持部材22を取り付けたものである。

【0030】

基材20の形状の正多面体としては、例えば図6のように、3次元空間を20等分に分割する正20面体でもよいし、この他の正12面体、正8面体、正6面体或いは正4面体でもよい。ちなみに、図1は、正20面体の基材20を用いたものである。

【0031】

10

20

30

40

50

支持部材 2 2 は、図 7 のように、例えばアルミニウムの板で形成され、基準平面上にカメラ 2 1 のレンズ中心が直角二等辺三角形の頂点になるように、3 個のカメラ 2 1 を支持している。3 個のカメラが直角二等辺三角形に配置されるが、支持部材 2 2 の形状は三角形ではなく、切り欠き部が形成されて凹状である。支持部材 2 2 は、基材 2 0 の各面 2 3 に着脱自在に取り付けられ、3 個のカメラ 2 1 と支持部材 2 2 が 1 つのユニットとなって多面体の各面 2 3 の法線方向を向くようになっている。今、直角二等辺三角形の角度が 90 度の位置のカメラ 2 1 を 2 1 a とし、45 度の位置のカメラ 2 1 をそれぞれ 2 1 b, 2 1 c とすると、カメラ 2 1 a 及びカメラ 2 1 b で 1 セットのステレオカメラが形成され、これらにより、ステレオ画像が求められる。カメラ 2 1 a 及びカメラ 2 1 c で 1 セットのステレオカメラが形成され、これらにより、ステレオ画像が求められる。つまり、垂直方向と水平方向の 2 つのステレオ画像が得られる。例えば、1 つのステレオ画像だけでは、2 個のカメラからの距離が定まる点の集合体の位置情報が得られるのみで、3 次元空間の任意の点の座標の決定するには精度が欠ける。ところが、本実施形態では、支持部材 2 2 ごとに 2 種類のステレオ画像が得られるので、正確な 3 次元の位置情報が得られる。さらに、各カメラ 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c が直角二等辺三角形の頂点に位置するので、その計算速度も速くできるようになっている。

10

【0032】

各面 2 3 の外形よりも、支持部材 2 2 の外形の方が大きく、カメラ 2 1 の間隔が十分確保されている。各面 2 3 の形状は、基材 2 0 が正 2 0 面体のときには正三角形である。基材 2 0 が正 4 面体及び正 8 面体のときにも、各面 2 3 の形状は正三角形になる。基材 2 0 が正 6 面体のときには、各面 2 3 の形状は正方形になる。基材 2 0 が正 1 2 面体のときには、各面 2 3 の形状は正 5 角形になる。

20

【0033】

次に、支持部材 2 2 及びカメラ 2 1 の設計について説明する。

まず、正多面体にカメラを配置した場合において全方向画像を撮影するのに必要な視野角について、各面 2 3 の重心位置にピンホールカメラを配置したものとして考察する

図 8 のように、カメラ 2 1 の中心（各面 2 3 の重心）位置を A, B とし、正多面体の重心位置を C とし、2 個のカメラ 2 1 の光軸を D, E とし、頂点から面 2 3 の重心を通る直線の交点を S とする。また、線分 CD と線分 SA 及び線分 CE と線分 SB とはそれぞれ垂直とすると、正 2 0 面体は、2 0 個の正三角形で構成されるので、隣接する 2 つの面 2 3 のなす角は、次の式 (1) から、

30

$$\sin(\theta/2) = 2 / (3^{1/2} + (15)^{1/2}) \cdots (1)$$

$$= 41.8103 \text{ (度)}$$

となる。そのため、ASB の角度は、138.1897 度となる。正 2 0 面体においては、各面 2 3 が正三角形なので、線分 SA, SB の長さが等しく、視野限界の交点 P とレンズを結ぶ線分 PA, PB とが平行になるときは、線分 PA と線分 AB 及び線分 PB と線分 AB とが互いに垂直のときであり、このときの視野角は 41.8103 度になる。即ち、視野角が 41.8103 度以上のときに、全方向の画像が撮影可能になる。

【0034】

正 1 2 面体は、1 2 個の正五角形から構成され、隣接する 2 つの面 2 3 の角度は、次の式 (2) から、

40

$$\sin(\theta/2) = 2^{1/2} / (5 + 5^{1/2})^{1/2} \cdots (2)$$

$$= 63.4349 \text{ (度)}$$

となる。そのため、正 2 0 面体の場合と同様に、全方向の画像を撮影するために正 1 2 面体の場合には、視野角が 63.4349 度以上必要になる。

【0035】

正 8 面体の場合には、8 つの正三角形で構成されるので、隣接する 2 つの面 2 3 のなす角は、次の式 (3) から、

$$\sin(\theta/2) = 1 / 3^{1/2} \cdots (3)$$

$$= 70.5288 \text{ (度)}$$

50

となる。そのため、全方向の画像を撮影するのに必要な視野角は70.5288度以上になる。

【0036】

正6面体の場合には、6個の正方形から構成されるので、隣接する2つの面23のなす角は、次の式(4)から、

$$\sin(\theta/2) = 1/\sqrt{2} \dots (4)$$

$$= 90(\text{度})$$

となる。そのため、全方向の画像を撮影するのに必要な視野角は、90度以上になる。

【0037】

正4面体の場合には、4個の正三角形から構成されるので、隣接する2つの面23のなす角は、次の式(5)から、

$$\sin(\theta/2) = 2/\sqrt{6} \dots (5)$$

$$= 109.4712(\text{度})$$

となる。そのため、全方向の画像を撮影するのに必要な視野角は、109.4712度以上になる。

【0038】

ここで、基材20の各面23における3眼ステレオカメラで捉えるステレオ画像について、各カメラ21a, 21b, 21cをピンホールカメラとして説明する。

【0039】

例えば、図9のように、カメラ21aとカメラ21bとを結ぶ線分LRと、各カメラ21a, 21bの光軸CL, CRは、垂直である。また、この光軸CL, CRは、各カメラ21a, 21bの視野角 θ_1 , θ_2 の垂直二等分線である。各カメラ21a, 21bの視野限界の交わる場所Pからカメラ21a, 21bの画像が重なりはじめ、その場所Pよりも基準面から離れると、その画像の重なりが増える。カメラ21a, 21bの画像が重なるところで、ステレオ画像が取得できる。カメラ21cとカメラ21aについても同様である。

【0040】

3眼カメラの構成をとることにより、2セットのステレオカメラが形成されるので、この2セットのステレオカメラから得られる情報が相互に補完されて精度が向上する。さらに、1セットのステレオカメラで撮影したステレオ画像では取得困難な情報に関し、もう一方のステレオカメラで撮影した画像により補完されることにより、高密度な情報取得が可能になる。

【0041】

図1を側面から見ると図10のようになる。

カメラ間隔は、3次元の位置情報の精度を確保するための重要な値である。これを短くすると精度が劣化する。これに対し、装置全体の構成は小型化したい。そのため、支持部材22の外形に対して、基材20の各面23の形状は小さくなっており、該支持部材22を各面23に取り付けると、対をなすカメラ21a, 21b間を結ぶ線分及びカメラ21a, 21c間を結ぶ線分が、隣接する支持部材22における基準平面を貫通し、図1のように一見複雑に入り組んだ構成になる。仮に、図1の支持部材22が交差しないように基材20から離すと、図11のようになり、装置全体の大きさが大型化する。支持部材22を基材20に取り付ける際には、該支持部材22を面23の位置に応じて回転させて取り付ける。基材20が正4面体、正6面体、正8面体、正12面体及び正20面体の場合の支持部材22の取り付け例を展開図で示すと、図12~図16のようになる。図12~図16のように支持部材22を基材20の各面に取付けると、各支持部材22におけるカメラ21a, 21b, 21c間を結ぶ直線で囲まれる閉図形が、隣接する支持部材22における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉することになる。この状態では、各支持部材22におけるステレオカメラのベースラインが、隣接する支持部材22の切り欠き部を通る。

【0042】

10

20

30

40

50

このような構成の全方向ステレオ画像撮影装置は、図17のように例えばスタンド30に固定され、図示しない電線類は基材20の内部及びスタンド30を通過して外部に導出される。各支持部材22の支持する3個のカメラ21a, 21b, 21cが、分割された3次元空間を担当して面23の法線方向の画像をそれぞれ撮影する。即ち、3次元空間全体が同時に撮影される。これらの撮影結果から2つのステレオ画像が形成され、さらに、該ステレオ画像から3次元空間における位置情報が求められる。

【0043】

次に、本実施形態の全方向ステレオ画像撮影装置の用途を説明する。

全方向に関する濃度画像ばかりでなく、3次元空間における位置情報が正確に取得でき、本装置を設置した場所の全方向の環境を観察できるので、例えば危険区域等の全体の環境を遠隔地から観察できる。管路等の人間の入れない場所に全方向ステレオ画像装置を侵入させることにより、例えば継ぎ目等の管路の側壁の状態も観測できる。さらに、カメラ21及び支持部材22を十分小さくすると、内視鏡としても使用できる。この場合、先端部を回転させなくても全周囲の状態をひずみなく観察できる。

【0044】

また、利用者の上下を含む全周囲から、遠隔地の画像を提供して利用者にあたかも遠隔地にいるような臨場感を与えるシステムの画像入力側装置として使用できる。

【0045】

以上のように、上記実施形態の全方向ステレオ画像撮影装置によれば、次のような特徴を得ることができる。

- ・ カメラ21a, 21b, 21cをそれぞれ基準平面上に支持する複数の支持部材22を多面体の面23に取り付けたので、装置を中心にして、3次元空間全体の画像を同時に取得することができ、リアルタイム性が確保できると共に、空間分解能が高い画像が取得できる。

【0046】

- ・ 各支持部材22が支持するカメラ21a, 21b, 21cによって、2組のステレオカメラが構成されるので、取得する3次元空間の位置情報の精度が向上する。さらに、カメラ21aで撮影する画像は、2つのステレオ画像を生成する際に、共有されるので、装置全体のカメラ数の増加を少なくできる。

【0047】

- ・ カメラ間を結ぶ線分の一部あるは全部は、隣接する支持部材22における基準平面を貫通する構成にしたので、精度を維持しつつ、装置全体を小型化できる。

【0048】

- ・ カメラ21a, 21b, 21cは、直角二等辺三角形の頂点となるように配置したので、3次元の位置情報を取得する際の処理速度を速くできる。
- ・ 基材20を正4面体、正6面体、正8面体、正12面体或いは正20面体で構成したので、3次元空間の分割が均等となり、複数の支持部材22の形状や、それに支持されるカメラ21a, 21b, 21cの特性を揃えることが可能になり、低コスト化が可能になる。

【0049】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

基材20の形状は、正多面体に限定されず、さらに、支持部材22の取り付け位置も用途によって変更可能である。例えば、基材20を図18(a)の多角柱として側面のみ支持部材22を取り付けてもよい。同様に、図18(b)のように、基材20を多角錐台を重ねたような形状にしてもよい。

【0050】

上記実施形態では、基材20の多面体のすべての面23に支持部材22を取付けた例を説明しているが、ステレオ画像の取得の必要がない方向がある場合、それに対応する面23には支持部材22を取付けなくてもよい。

【0051】

支持部材 2 2 が支持するカメラ 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c の数は、変更可能である。例えば精度の問題がない場合には、2 個にしてもよし、また、より精度を向上させたい場合には、例えば図 1 9 のように 5 個にしてもよい。

【 0 0 5 2 】

カメラ 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c は、可視光を撮影するものでなくてもよい。例えば赤外光や放射線等を撮影するものでもよい。

カメラ 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c は、直角二等辺三角形の頂点となるように支持されているが、他の位置に支持してもよい。

【 0 0 5 3 】

上記実施形態では、全方向の濃度画像及び 3 次元位置情報の取得が可能な全方向ステレオ画像撮影装置の技術を説明したが、この技術は、所望の複数の方向のみに関する濃度画像及び 3 次元位置情報の取得が可能なステレオ画像撮影装置にも適用可能である。例えば、図 2 0 のように、ステレオカメラを構成する 3 個以上のカメラ 2 1 をそれぞれ支持する複数の支持部材 2 2 を、各支持部材 2 2 に外接する平面で囲んだ凸型閉立体またはカメラ視野が、隣接する支持部材 2 2 のカメラ 2 1 が作る閉図形と干渉するように配置するようにすれば、各支持部材 2 2 のカメラ 2 1 が向く方向のステレオ画像の取得が可能になり、これらの方向の濃度画像及び 3 次元位置情報が隙間なく取得できる。図 2 0 の装置を視点を変えて見ると、図 2 1 のようになる。

【 0 0 5 4 】

【 発明の効果 】

以上、詳述したように、第 1 の発明によれば、複数のカメラを基準平面上に支持する複数の支持部材を多面体の面に取り付けたので、装置を中心にして、3 次元空間全体を分割し、各方向を各支持部材で支持された複数のカメラが撮影することになり、全体が高い分解能で撮影できる。

【 0 0 5 5 】

また、各カメラは、同カメラが取付けられた支持部材と同一の支持部材に支持された他のカメラと対をなし、該支持部材の取り付けられた多面体の面が向く方向及びその近傍の方向に関して 3 次元情報の演算を可能にする画像を撮影するステレオカメラを形成し、各支持部材は、取り付けられた各面に平行な基準平面に複数のカメラを配置する構成としている。各支持部材は基準平面に複数のカメラを配置する構成とし、各カメラは、同一支持部材に支持された他のカメラとでステレオカメラをなし、多面体の面が向く方向の 3 次元画像を撮影するので、3 次元空間の位置情報の取得が可能になる。

【 0 0 5 6 】

そして、同一の前記支持部材に支持された前記カメラ間を結ぶ線分の一部あるいは全部は、隣接する支持部材における基準平面を貫通するように配置されるとともに、隣接する前記支持部材に配置されたカメラの視野を遮らないように配置されているので、支持部材及び複数のカメラで構成されるユニットの外形が多面体の各面よりも大きくても、ユニットの各面への取付けが可能になる。その上、すべてのカメラの画像には、他のカメラが写らないので、視野をふさぐことがない。換言すれば、大きなユニットが小さな多面体に複数取付けられ、完全な全方向のステレオ画像を得ることが可能になる。

【 0 0 5 7 】

第 2 の発明によれば、全方向ステレオ画像撮影装置において、各支持部材は、3 個以上のカメラをそれぞれ支持し、各支持部材におけるカメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形は、隣接する支持部材における各カメラ間を結ぶ直線で囲まれる閉図形に干渉する構成にしている。そのため、第 3 の発明と同様に、支持部材及び複数のカメラで構成されるユニットの外形が多面体の各面よりも大きくても、各面に取り付け可能になる。

【 0 0 5 8 】

第 3 の発明によれば、各支持部材に、複数のカメラによって 2 以上のステレオカメラが形成されるようにしたので、取得される位置情報の精度が高まる。

第 4 の発明によれば、多面体は正多面体で構成したので、3 次元空間の分割が均等とな

10

20

30

40

50

り、複数の支持部材の形状を揃えることが可能になると共に、各面間における画像統合処理も合理的に行えるようになる。

【0059】

第5、6及び第7の発明によれば、全方向でない点を除けば、第1、2及び3の発明と同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態を示す全方向ステレオ画像撮影装置の正面図。

【図2】 従来の第1の全方位ステレオ画像撮影装置を示す構成図。

【図3】 従来の第2の全方位ステレオ画像撮影装置を示す構成図。

【図4】 従来の第3の全方位ステレオ画像撮影装置を示す構成図。

10

【図5】 従来のステレオ3次元計測装置を示す構成図。

【図6】 図1中の基材20を示す正面図。

【図7】 図1中の支持部材22を示す斜視図。

【図8】 支持部材22及びカメラ21の設計の説明図。

【図9】 支持部材22の視野範囲の説明図。

【図10】 図1の側面図。

【図11】 図1の分解図。

【図12】 正四面体の展開図。

【図13】 正6面体の展開図。

【図14】 正8面体の展開図。

20

【図15】 正12面体の展開図。

【図16】 正20面体の展開図。

【図17】 スタンドに取り付けた全方向ステレオ画像撮影装置を示す斜視図。

【図18】 基材支持20の他の例を示す斜視図。

【図19】 カメラの位置の説明図。

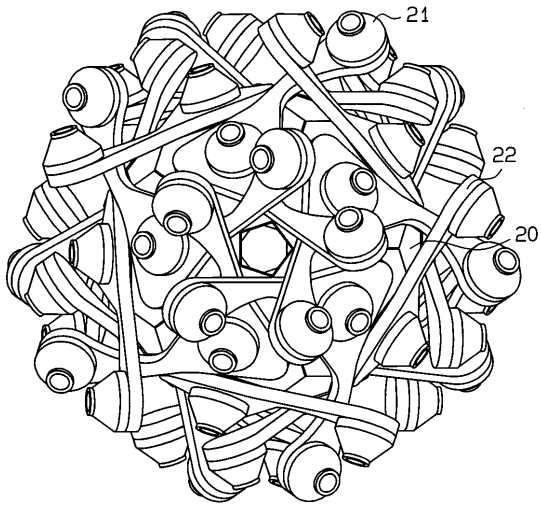
【図20】 応用例のステレオ画像撮影装置の構成図。

【図21】 別角度から見た図20の装置の斜視図。

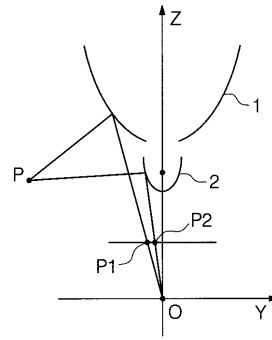
【符号の説明】

20...基材、21, 21a~21c...カメラ、22...支持部材、30...スタンド

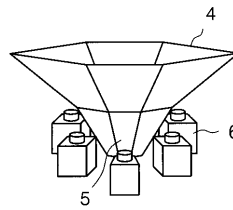
【 図 1 】



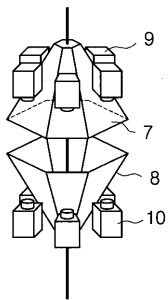
【 図 2 】



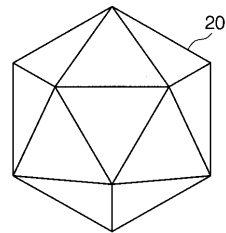
【 図 3 】



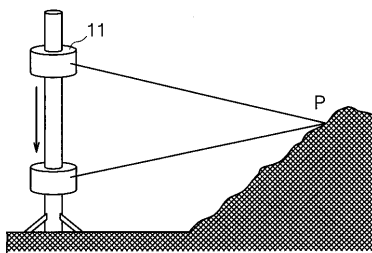
【 図 4 】



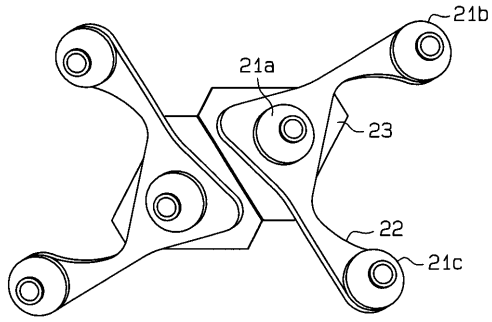
【 図 6 】



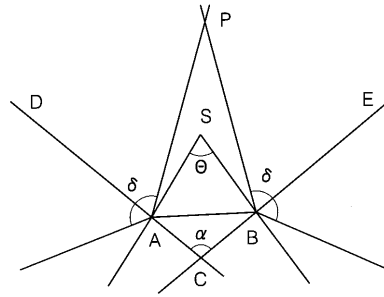
【 図 5 】



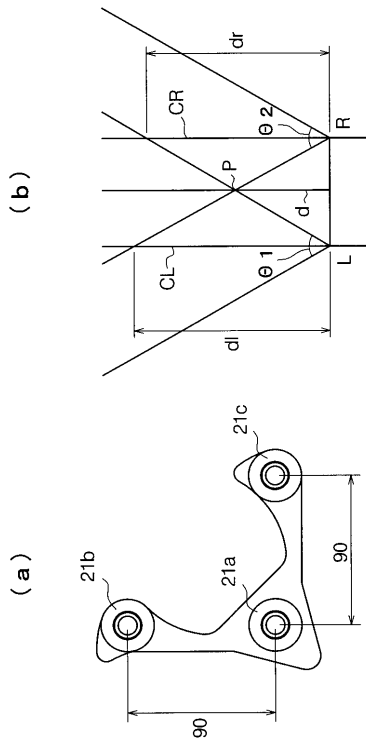
【 図 7 】



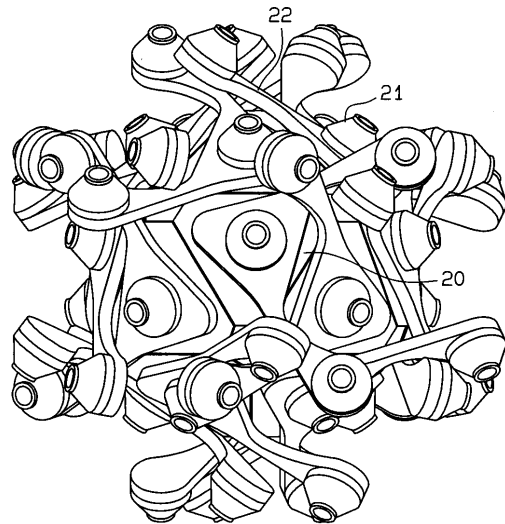
【 図 8 】



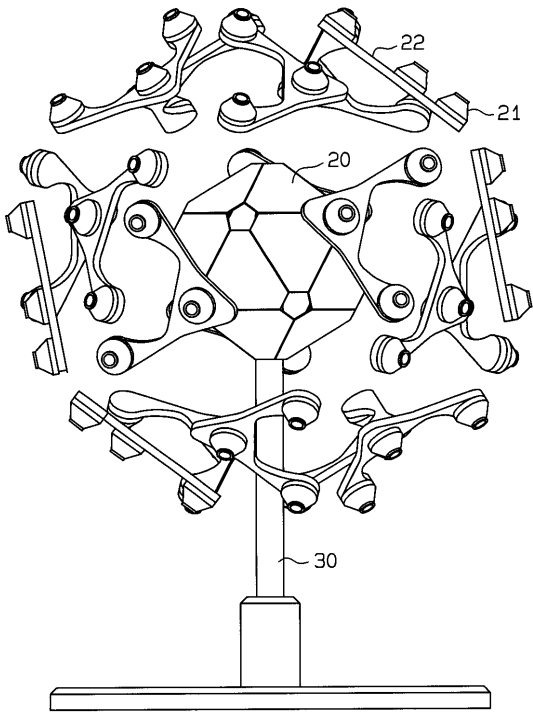
【 図 9 】



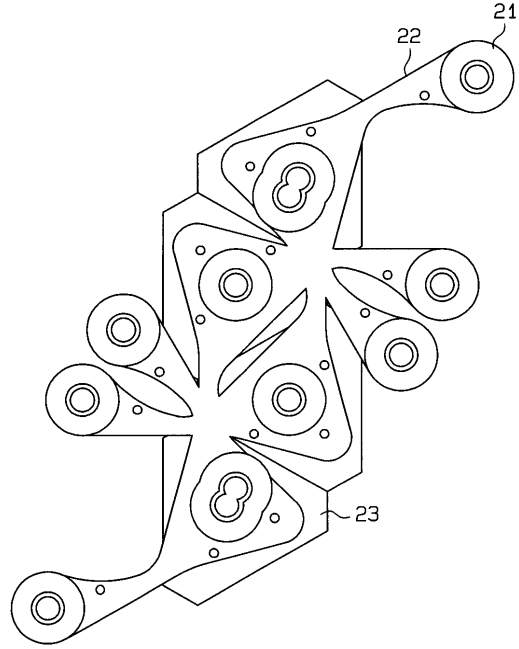
【 図 10 】



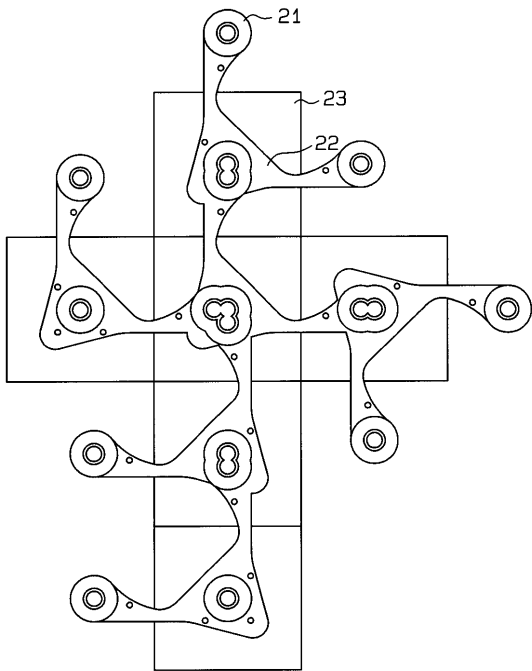
【 図 1 1 】



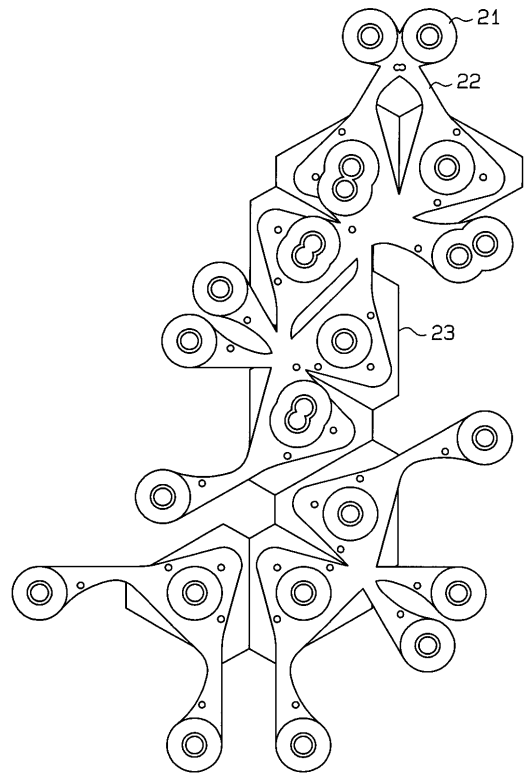
【 図 1 2 】



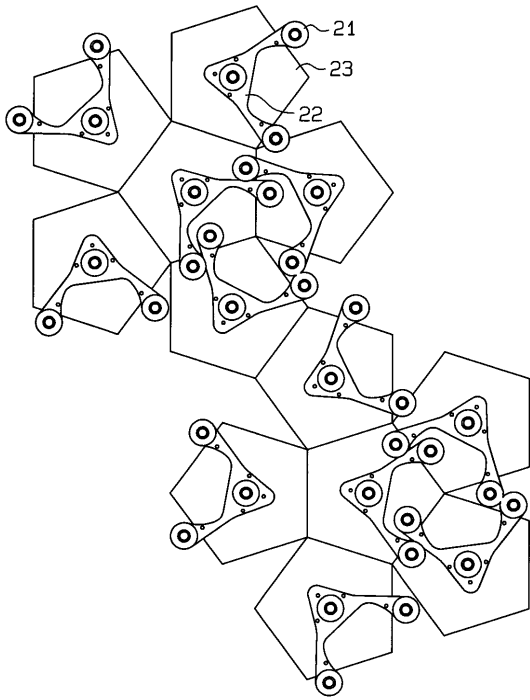
【 図 1 3 】



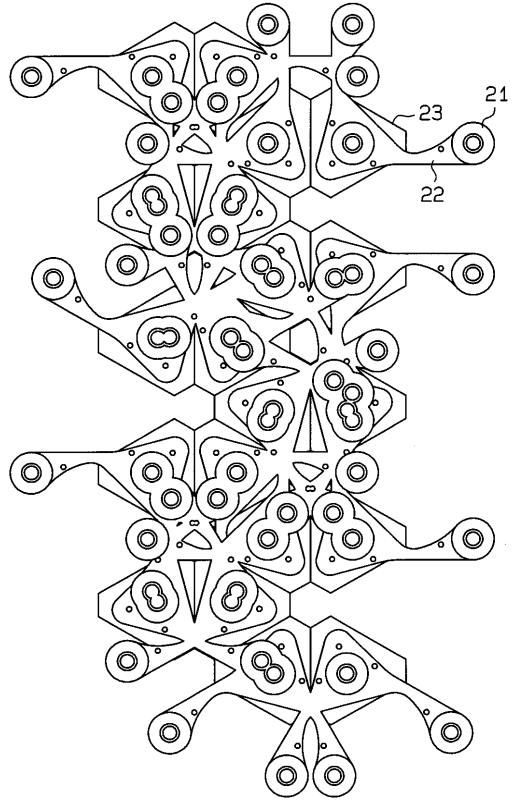
【 図 1 4 】



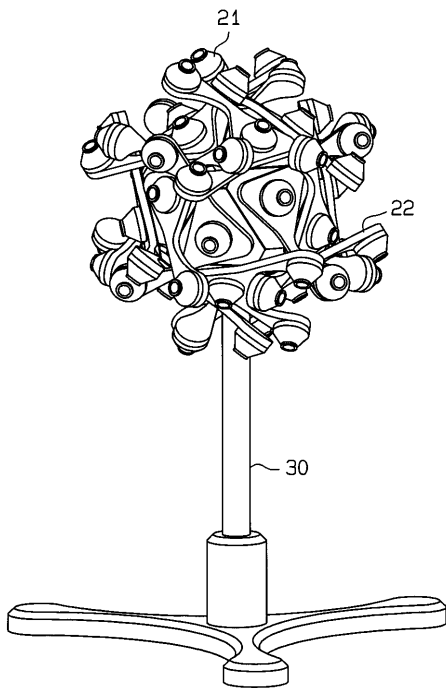
【 図 1 5 】



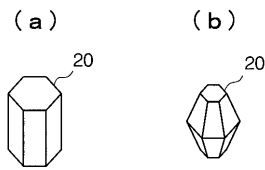
【 図 1 6 】



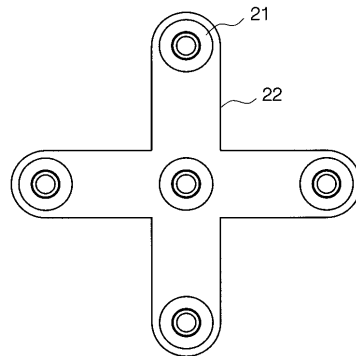
【 図 1 7 】



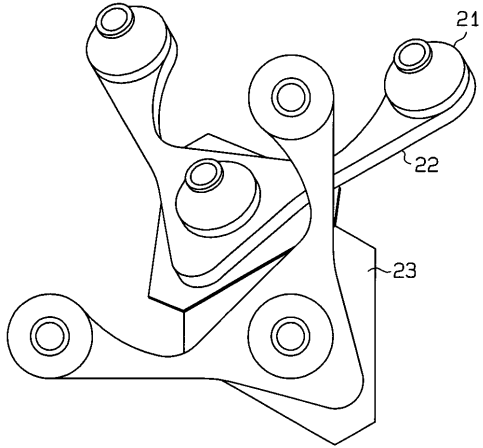
【 図 1 8 】



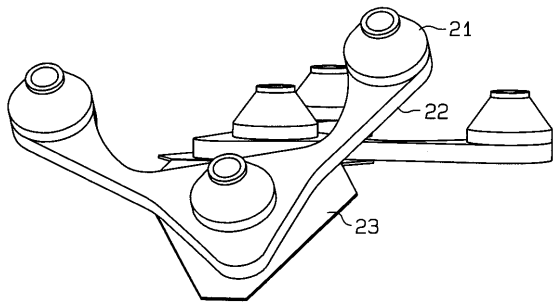
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(73)特許権者 503360115

独立行政法人科学技術振興機構
埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(72)発明者 山本 和彦

岐阜県岐阜市則武中1丁目9番地18-202号

(72)発明者 桑島 茂純

東京都国分寺市内藤2丁目10番12号 株式会社 ビュープラス 内

(72)発明者 棚橋 英樹

岐阜県本巣郡巣南町古橋777番地の1

審査官 益戸 宏

(56)参考文献 特開平11-125522(JP,A)

特開2000-065532(JP,A)

特開平03-131178(JP,A)

特開平11-164292(JP,A)

特開平6-121210(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222-5/257

H04N 13/02

G03B 35/00

G01B 11/00