

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年5月15日(15.05.2014)



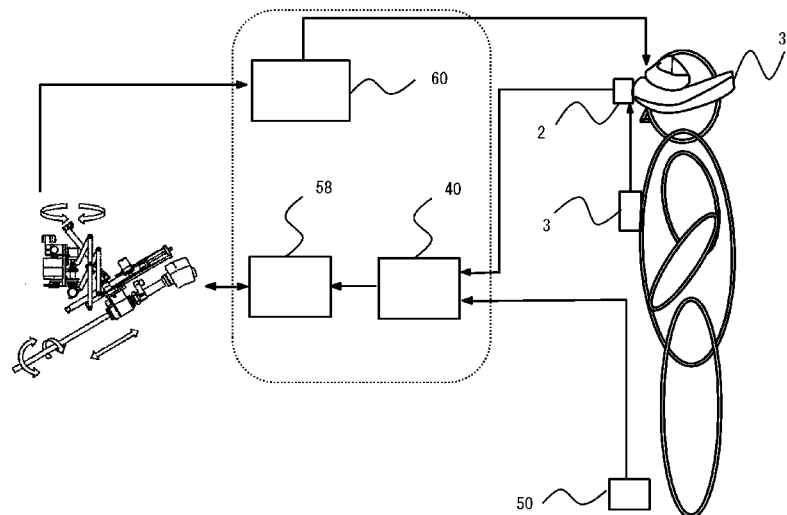
(10) 国際公開番号

WO 2014/073121 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/000735
- (22) 国際出願日: 2013年2月12日(12.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-245704 2012年11月7日(07.11.2012) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東京工業大学(TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1528550 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 只野 耕太郎(TADANO, Kotaro); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 川嶋 健嗣(KAWASHIMA, Kenji); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング10階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MANIPULATION SYSTEM FOR MANIPULABLE DEVICE AND MANIPULATION INPUT DEVICE

(54) 発明の名称: 操作対象装置の操作システム、操作入力装置



(57) Abstract: A manipulation system comprises a manipulable device, first and second posture detection units, and a control unit. The control unit calculates the translation speed of a neck position of an operator in a front back direction on the basis of an inclination angle velocity component of the upper body of the operator in the front back direction out of an angular velocity based on a tilting displacement of the upper body as detected by the second posture detection unit, calculates a front back direction manipulation command signal based on the calculated translation speed of the neck position of the operator in the front back direction, calculates a lateral and vertical direction manipulation command signal based on movement information of the posture of the operator's head as detected by the first posture detection unit, and controls the manipulable device so as to follow the calculated front back direction manipulation command signal and lateral and vertical direction manipulation command signal.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/073121 A1



操作システムは、操作対象装置、第 1 および第 2 の姿勢検出部、操作対象装置、および制御ユニットを備える。制御ユニットは、第 2 の姿勢検出部により検出した操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの上体の前後方向への傾斜角速度成分に基づいて操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出し、第 1 の姿勢検出部により検出した操作者の頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出し、当該算出した前後方向操作指令信号および上下左右方向操作指令信号に従って前記操作対象装置を制御する。

明 細 書

発明の名称： 操作対象装置の操作システム、操作入力装置

技術分野

[0001] 本発明は操作対象装置の操作システム、操作入力装置に関する。

背景技術

[0002] 外科手術において、術後の回復が速く、手術の際の傷口が小さい等の利点から開腹手術に代えて内視鏡手術が広く行われている。このような内視鏡手術においては、遠隔操作が可能なマスタスレーブ型の内視鏡操作システムが提案されている。

[0003] このような内視鏡操作システムは、例えば、特許文献1にも示されるように、内視鏡のズームレンズの拡大率が、ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDともいう）内に設けられ手術者の頭の移動を検出する姿勢センサからの検出出力に基づいて制御されるものとされる。また、手術者の頭の移動は、磁界を発生する磁気ソースに対する姿勢センサの変位として取り出される。これにより、例えば、手術者が患者に対し左を向けば、内視鏡の固体撮像素子を通じて得られた撮像データに基づく左の画像がHMD内の一対の液晶モニタに映され、手術者が患者に近づいた場合、ズームレンズにより拡大された視野が得られることとなる。従って、手術者は、内視鏡が挿入された体腔内を立体的に観察できることとなる。

[0004] また、非特許文献1に開示される内視鏡把持装置においては、5節リンク機構と、腹壁を貫通するトロッカーを腹壁部で保持するボールジョイント部と、リンク機構を駆動させる駆動部および操作部とにより内視鏡把持装置が構成されているものが提案されている。かかる構成においては、内視鏡の一種である腹腔鏡は、ズーム式で、画面の遠近を素早く切り替えることができ、また、コントローラスイッチにより、ズーム式の腹腔鏡が手術者の欲する位置に迅速に移動可能とされる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-309258号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：医療用内視鏡把持装置「Navio t」、カタログ、日立ハイブリッドネットワーク（株）発行

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 非特許文献1などに開示される内視鏡操作システムでは、ズーム操作は、例えば、音声指令や手元または足元のスイッチにより行われている。このため、術者はこれらのズーム操作方法を予め覚える必要があり、術中ズーム操作を行う際には、手術手技からズーム操作に意識を切り替えなければならない。このため、作業の効率に改善の余地があるだけでなく、誤操作のリスクもある。

[0008] そこで、ズーム操作を日常動作と同様に顔を前後に移動させることで行うことができれば、非常に直感的であると考えられる。このためには、何らかの方法で頭部の並進運動を検出する必要がある。頭部の並進運動を検出する手段として、光学式または磁気式の3次元検出装置を用いる方法があるが、操作者の頭部にマーカー等を取り付ける他、外部にセンサを固定する必要がある。このため、外部センサと操作者の位置関係に制限があるだけでなく、信号の遮蔽や他の機器との干渉の問題がある。一方、操作者の頭部に加速度センサを取り付け、この出力を積分することによって速度を求めることも理論上は可能であるが、重力加速度補償の誤差やゼロ点のずれ、ノイズなどによって、正確に速度を求めることは困難である。

[0009] なお、特許文献1に開示される内視鏡操作システムは、HMDに磁気センサを取り付け、磁気の変化により術者の頭の移動を検出する方法を採用しており、磁場の影響を受けることから、MRI環境下ではその使用が困難である。また、湾曲内視鏡の上下、左右、ズームをHMDにより操作することを

想定している。

[0010] また、内視鏡の操作に限定されず、例えば、両手あるいは片手が不自由な身障者がタブレット端末などの表示装置を操作するような場合には、簡易かつ直感的に操作対象画像を操作可能な操作システムが強く求められている。

[0011] 本出願は、このような問題点を解決するためになされたものであり、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能な操作対象装置の操作システム、操作入力装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 一実施の形態において、操作対象装置の操作システムは、操作者の頭部および上体の動きに応じて操作対象を操作する操作対象装置と、操作者の頭部に取り付けられ当該操作者の頭部の姿勢変位に基づく角速度を検出する第1の姿勢検出部と、前記操作者の胴部に取り付けられ当該操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度を検出する第2の姿勢検出部と、前記第2の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの前記上体の前後方向への傾斜角速度成分に基づいて前記操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出し、前記第1の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出し、当該算出した前記前後方向操作指令信号および前記上下左右方向操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する制御ユニットと、を備えるものである。

[0013] 他の一実施の形態において、操作入力装置は、操作者の頭部および上体の動きに応じて操作対象を操作する操作対象装置を操作するための操作指令を算出する操作入力装置であって、操作者の頭部に取り付けられ当該操作者の頭部の姿勢変位に基づく角速度を検出する第1の姿勢検出部と、前記操作者の胴部に取り付けられ当該操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度を検出する第2の姿勢検出部と、前記第2の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの前記上体の前後方向への傾斜角

速度成分に基づいて前記操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出し、前記第 1 の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出し、当該算出した前記前後方向操作指令信号および前記上下左右方向操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する制御ユニットと、を備えるものである。

発明の効果

[0014] 本発明により、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能な操作対象装置の操作システム、操作入力装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の特徴構成および着目点を説明するための概略図である。

[図2]実施の形態 1 に係る内視鏡操作システムの全体構成を手術者とともに概略的に示す図である。

[図3]実施の形態 1 に係る内視鏡操作システムの一例に用いられる保持アームユニットを示す図である。

[図4]実施の形態 1 に係る内視鏡操作システムの一例の全体構成を示すブロック図である。

[図5]実施の形態 1 に係る上体の前後方向の傾斜角速度の検出を説明するための概略図である。

[図6]実施の形態 3 に係る頭部全体の上下方向の動きの検出を説明するための概略図である。

発明を実施するための形態

[0016] 実施の形態 1.

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 を参照して、本発明の特徴となる構成およびその着目点について簡単に説明する。本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、日常動作と同様に頭を前後方向に並進移動させることによって、ズームなどの

視野の並進操作を手や足を用いずに直感的に実現するものである。多くの場合、頭部を前後移動させる際には上体ごと傾けることから、頭部の並進運動を直接検出するのではなく、操作者（手術者OP）の例えば胸部にジャイロセンサなどの姿勢検出部を取り付けることによって上体の傾斜角速度を検出し、この検出出力値を用いて視野の並進操作を実現する。

[0017] 例えば図1に示すように、ジャイロセンサ3などの姿勢検出手段を手術者OPの胸部に取り付け、これによって上体の傾斜角速度を検出する。そして、この検出した上体傾角速度から頭部の前後方向の並進速度を計算し、ズーム操作などの指令値として用いる。例えば、上体を前方に傾斜させた場合には視野をズームイン（zoom in）させ、上体を後方に傾斜させた場合には視野をズームアウト（zoom out）させる。

[0018] 簡易かつ直感的に内視鏡の視野のズーム操作を可能とする内視鏡操作システムを実現するために、本出願の発明者は、人間が頭部を前後左右に自然に並進運動させる際には、首から上だけの動きではなく上体から傾斜させる点に着目した。この上体の運動そのものは並進運動ではなく腰付近を中心とする回転運動であることから、その回転運動の速度はジャイロセンサ3などを上体部分に取り付けることによって容易に検出することができる。この上体傾斜角速度から頭部の前後方向における並進速度を算出することができ、ズーム操作などの指令値として用いることができる。さらに、後述するように、これと頭部に取り付けられたジャイロセンサの出力を組み合わせることによって、少なくとも頭部の5自由度の運動を検出することができる。

[0019] 図2は、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例の構成を、手術者OPとともに示す。

図2において、内視鏡操作システムは、内視鏡24と、内視鏡24を保持するとともに内視鏡24の姿勢を制御する保持アームユニット10と、手術者OPの頭部に着脱可能に装着されるヘッドマウントディスプレイ30（以下、HMD30ともいう）と、を主要な要素として含んで構成されている。

[0020] 内視鏡24は、例えば、体内に挿入される先端部に撮像部を有する柔軟な

挿入部と、光学系の制御を行う操作部（不図示）と、操作部に接続され光源等を操作部に接続する接続部（不図示）とを含んで構成されている。

[0021] 撮像部は、対物レンズ等からなる光学部と、固体撮像素子と、撮像部により得られる画像を拡大または縮小すべく光学部のレンズを制御するアクチュエータを含むズーム機構部とを含んで構成される。その撮像部のズーム機構部は、後述する内視鏡コントローラ 60 により制御される。挿入部の先端部における対物レンズに隣接してライトガイドが設けられている。ライトガイドは、上述の光源から導かれた光により体内を照らすものとされる。なお、内視鏡 24 としては、硬性内視鏡及び軟性内視鏡を採用することができる。

[0022] HMD 30 は、図 2 に示されるように、手術者 OP の頭部に装着されている。HMD 30 は、手術者 OP の顔の正面に向き合って手術者 OP の両眼に対応した位置にそれぞれ左右一对の表示部（不図示）を備えている。表示部は、例えば、3D 形式のカラー画像を表示するものとされる。なお、表示部は、かかる例に限られることなく、例えば、2D 形式の白黒画像を表示するものでもよい。

[0023] HMD 30 全体が、手術者 OP の頭部の動きに追従することとなる。即ち、HMD 30 においては、図 2 において矢印で示されるように、手術者 OP 側から見た場合、首を中心軸線とした右向き（時計回り方向）の回転（右回旋）、首を中心軸線とした左向き（反時計回り方向）の回転（左回旋）、首に対し縦方向の回転（屈曲、伸展）、首に対し右方向への傾動（右側屈）、首に対し左方向への傾動（左側屈）の移動が可能である。

[0024] 保持アームユニット 10 は、内視鏡 24 の先端部を、上下、左右、および前後方向に移動可能に支持すると共に自転可能に支持する。保持アームユニット 10 は、手術者 OP から離隔した手術台に隣接した架台（不図示）に後述するベーンモータユニット 16 のブラケット（不図示）を介して支持されている。保持アームユニット 10 は、図 2 および図 3 に示されるように、内視鏡 24 を回転可能に支持するベーンモータ 20 を移動可能に支持するシャーシと、そのシャーシに固定され内視鏡 24 およびベーンモータ 20 を患者

に対し近接または離隔させる空気圧シリンダー 18 と、上述のシャーシに一端部が支持される平行リンク機構 14 を介して支持されるベーンモータユニット 16 と、ベーンモータユニット 16 の出力軸に連結されるタイミングベルトプーリ、および、タイミングベルト 22 を介して回転されることにより、上述のシャーシ全体を回転させる回転軸部と、平行リンク機構 14 を駆動させる空気圧シリンダー 12 を主要要素として含んで構成されている。

[0025] 平行リンク機構 14 は、一部を構成するリンク部材の一端が回転軸部に連結され他端部がシャーシに連結されている。これにより、例えば、平行リンク機構 14 に連結される空気圧シリンダー 12 のロッドが伸長状態のとき、図 3 においてシャーシが回転軸部の下端を中心として時計回り方向に回転され、一方、空気圧シリンダー 12 のロッドが縮小状態のとき、図 3 においてシャーシが回転軸部の下端の回転中心に対し反時計回り方向に回転される。即ち、後述するように、内視鏡 24 の撮像部が HMD 30 における手術者 OP の首に対し頭部の縦方向の回転（屈曲、伸展）に対応した方向に回転中心点 GP を中心として移動可能である。回転中心点 GP は、後述する回転軸部の回転軸線 G と共通の直線上にあって患者の体壁近傍に位置する。回転軸線 G は、保持アームユニット 10 においてとられる図 3 における直交座標系の $L \times$ 座標軸に対し平行となるように設定されている。 $L \times$ 座標軸は、患者の体壁に直交する方向に設定され、座標軸 Lz は、 $L \times$ 座標軸に対し直角となるように設定されている。

[0026] 空気圧シリンダー 18 は、そのロッドが内視鏡 24 の中心軸線と略平行となるようにシャーシに支持されている。空気圧シリンダー 18 のロッドが伸長状態のとき、図 3 において内視鏡 24 の撮像部およびベーンモータ 20 が患者に対し離隔する方向にシャーシに対し移動せしめられ、一方、空気圧シリンダー 18 のロッドが縮小状態のとき、図 3 において内視鏡 24 の撮像部およびベーンモータ 20 が患者に対し近接する方向にシャーシに対し移動せしめられる。即ち、後述するように、内視鏡 24 の撮像部が手術者 OP の上体の前後方向の傾斜に対応した方向に移動可能である。

[0027] ベーンモータユニット 16 に並設される回転軸部におけるその中心軸線に沿った所定の間隔、離隔した位置には、平行リンク機構 14 を構成するリンク部材の一端がそれぞれ連結されている。その回転軸部は、回転軸線 G の回りにベーンモータユニット 16 に回転可能に支持されている。これにより、ベーンモータユニット 16 が作動状態とされる場合、内視鏡 24 の撮像部およびベーンモータ 20 が回転軸線 G の回りに回転可能とされる。即ち、後述するように、内視鏡 24 の撮像部が HMD 30 における手術者 OP の頭部の首回りの回旋に対応した方向に移動可能である。

[0028] また、内視鏡 24 における操作部近傍は、ベーンモータ 20 により回転可能に支持されている。これにより、内視鏡 24 の撮像部がベーンモータ 20 の回転中心軸線回りに所定の角度だけ自転（ロール）可能とされる。即ち、後述するように、内視鏡 24 の撮像部が HMD 30 における手術者 OP の頭部の側屈に対応した方向に移動可能である。

[0029] このように、内視鏡 24 の撮像部は、HMD 30 における手術者 OP の首に対し頭部の縦方向の回転（屈曲、伸展）に対応した方向に回転中心点 GP を中心として移動可能である。また、内視鏡 24 の撮像部は、HMD 30 における手術者 OP の頭部の首回りの回旋に対応した方向に移動可能である。また、内視鏡 24 の撮像部は、HMD 30 における手術者 OP の頭部の側屈に対応した方向に移動可能である。また、内視鏡 24 の撮像部は、手術者 OP の上体の前後方向の傾斜に対応した方向に移動可能である。即ち、保持アームユニット 10 は、内視鏡 24 の撮像部の移動に関して、手術者 OP の頭部および上体の動きに追従する上下、左右、回転、前後方向への移動の少なくとも 4 自由度を実現することができる。

[0030] さらに、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、図 4 に示されるように、ジャイロセンサ 2 と、ジャイロセンサ 3 と、保持アームユニット 10 の動作制御を行う制御ユニット 40 およびバルブユニット 58 と、内視鏡コントローラ 60 と、オンオフ切替用フットスイッチ 50 と、を備えている。

[0031] 本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、保持アームユニット 10 には内視鏡 24 が取り付けられており、内視鏡 24 により撮像された画像が HMD 30 に映し出される。そして、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、HMD 30 に取り付けられたジャイロセンサ 2 と手術者 OP の胸部に取り付けられたジャイロセンサ 3 を用いることにより手術者 OP の頭部に関する動きを検出し、検出した動きに追従するように保持アームユニット 10 を同期して動作させる。

[0032] 第 1 の姿勢検出部の一例としてのジャイロセンサ 2 は、上述した HMD 30 に取り付けられている。ジャイロセンサ 2 は、上述した HMD 30 の回旋、側屈、屈曲、および、伸展を検出することにより、手術者 OP の頭部の姿勢変位に基づく角速度を検出する。ジャイロセンサ 2 からの検出出力は、後述する制御ユニット 40 に供給される。なお、第 1 の姿勢検出部として用いるセンサはこれに限定されず、例えば、磁場の影響を受けにくい環境下あるいは磁場の影響を考慮する必要性の低い環境下では、第 1 の姿勢検出部として磁気センサを利用するものとしてもよい。また、ジャイロセンサのゼロ点補正を行うために、ジャイロセンサに磁気センサあるいは加速度センサを組み合わせ構成してもよい。また、ジャイロセンサ 2 を取り付ける位置は HMD 30 に限定されず、手術者 OP の頭部の他の位置に取り付けてもよい。

[0033] 第 2 の姿勢検出部の一例としてのジャイロセンサ 3 は、手術者 OP の胸部に取り付けられている。ジャイロセンサ 3 は、手術者 OP の上体の前後および左右方向における傾斜角速度を検出することにより、手術者 OP の上体の傾斜変位に基づく角速度を検出する。なお、第 2 の姿勢検出部として用いるセンサはこれに限定されず、例えば、磁場の影響を受けにくい環境下あるいは磁場の影響を考慮する必要性の低い環境下では、第 2 の姿勢検出部として磁気センサを利用するものとしてもよい。また、ジャイロセンサのゼロ点補正を行うために、ジャイロセンサに磁気センサあるいは加速度センサを組み合わせ構成してもよい。また、ジャイロセンサ 3 を取り付ける位置は

手術者OPの胸部に限定されず、例えば手術者OPの腹部に取り付けてもよいし、手術者OPの胴部の傾斜角速度を検出可能な位置であれば、手術者OPの胴部の任意の位置に取り付けてよい。ジャイロセンサ3からの検出出力は、後述する制御ユニット40に供給される。また、ジャイロセンサ2およびジャイロセンサ3のそれぞれから制御ユニット40に供給される検出出力は、例えばCAN通信を介して制御ユニット40に供給される。

[0034] 内視鏡コントローラ60は、操作部からの指令信号群に基づいて内視鏡24のズーム機構部、光源の動作制御を行うと共に、内視鏡24の固体撮像素子から得られた撮像データDDに基づいて所定の画像処理を行う。また、内視鏡コントローラ60は、撮像データに基づいて所定の画像処理を行い、画像データを形成してそれを制御ユニット40およびHMD30に供給する。これにより、内視鏡コントローラ60からの画像データに基づく画像が、HMD30の表示部に3D形式で表示される。

[0035] 制御ユニット40には、HMD30におけるジャイロセンサ2からの手術者OPの頭部の上述した各方向の角速度ベクトルをあらわす信号群GS1、ジャイロセンサ3からの手術者OPの上体の上述した各方向の角速度ベクトルをあらわす信号群GS2、およびオンオフ切替用フットスイッチ50からの保持アームユニット10の動作停止命令をあらわす指令信号Cfが供給される。

[0036] 制御ユニット40は、ベーンモータユニット16、ベーンモータ20、空気圧シリンダー12および空気圧シリンダー18の空気圧制御についてのプログラムデータ、内視鏡コントローラ60からの画像データ、制御ユニット40による演算結果をあらわすデータ等を格納する記憶部（不図示）を備えている。

[0037] 制御ユニット40は、上述の保持アームユニット10におけるベーンモータユニット16、ベーンモータ20、空気圧シリンダー12および空気圧シリンダー18を制御するための制御信号を形成し、それをバルブユニット58に供給する。これにより、バルブユニット58は、制御ユニット40から

の制御信号に基づいて各バルブを制御し、空気供給源からの作動空気を保持アームユニット 10 におけるベーンモータユニット 16、ベーンモータ 20、空気圧シリンダー 12 および空気圧シリンダー 18 に供給する。

[0038] 制御ユニット 40 は、内視鏡 24 の挿入部における患者の体内への挿入量および速度制御を行うとともに、内視鏡 24 の撮像部の姿勢制御を行うように、保持アームユニット 10 に動作を行わせる。

[0039] 制御ユニット 40 は、HMD 30 におけるジャイロセンサ 2 からの手術者 OP の頭部の上述した各方向の角速度ベクトルをあらわす信号群 GS1 と、ジャイロセンサ 3 からの手術者 OP の上体の上述した各方向の角速度ベクトルをあらわす信号群 GS2 と、に基づいて内視鏡 24 の撮像部の目標速度値を算出する。制御ユニット 40 は、目標速度値に基づいて内視鏡 24 の撮像部がその目標速度値に追従するように、保持アームユニット 10 の空気圧シリンダー 12、18、および、ベーンモータ 16 に動作を行わせるべく、制御データを形成しそれをバルブユニット 58 に供給する。

[0040] 以下、制御ユニット 40 による、内視鏡 24 の撮像部の目標速度値の設定方法をより具体的に説明する。

制御ユニット 40 は、まず、ジャイロセンサ 2 からの角速度ベクトルをあらわす信号群 GS1 に基づいて、角速度指令ベクトル ω_{cmd} を次式により算出する。即ち、制御ユニット 40 は、ジャイロセンサ 2 から得られた頭部の角速度ベクトル ω_{s1} に、所定の係数行列 K_r を乗算することによって、角速度指令ベクトル ω_{cmd} を算出する。

[数1]

$$\omega_{cmd} = K_r \cdot \omega_{s1} \quad \cdots (1)$$

[0041] ω_{s1} は、HMD 30 のジャイロセンサ 2 により検出される頭部の角速度ベクトルである。ここで、座標系は、頭部に固定された座標系を用いる。図 2 に示す手術者 OP の首の中心軸を y 軸とし、手術者 OP の左右方向を x 軸と

し、手術者OPの前後方向をz軸とする。

[0042] 角速度ベクトル ω_{s1} は、頭部に固定された座標系における、z軸およびy軸平面内での手術者OPの頭部の前後方向への傾斜角速度（手術者OPの首に対し頭部の縦方向の回転に対応した方向における角速度）、z軸およびx軸平面内でのy軸を中心軸とした手術者OPの頭部の回転角速度（手術者OPの頭部の首回りの回旋に対応した方向における角速度）、x軸およびy軸平面内での手術者OPの頭部の左右方向への傾斜角速度（手術者OPの頭部の側屈に対応した方向における角速度）を含む3次元ベクトルである。

[数2]

$$\omega_{s1} = (\omega_{s1x}, \omega_{s1y}, \omega_{s1z})^t \cdots (2)$$

[0043] 係数行列 K_r は、3行3列の対角行列であり、速度ゲインを表す所定の係数が対角成分に予めそれぞれ設定される。角速度に定数 K_r をかけることで動きの感度をユーザの好みに合わせて設定することができる。この定数 K_r は、方向ごとに異なる値を設定することができる。 K_r は、関数でもよい。

[数3]

$$K_r = \begin{bmatrix} K_{rx} & 0 & 0 \\ 0 & K_{ry} & 0 \\ 0 & 0 & K_{rz} \end{bmatrix} \cdots (3)$$

[0044] 次に、制御ユニット40は、角速度指令ベクトル ω_{cmd} をリミッタにより所定の制限値 ω_{lim} に設定する。即ち、角速度指令ベクトル ω_{cmd} が制限値 ω_{lim} よりも超える場合、角速度指令ベクトル ω'_{cmd} を制限値 ω_{lim} に設定され、角速度指令ベクトル ω_{cmd} が制限値 ω_{lim} 以下の場合、角速度指令ベクトル ω

ω'_{cmd} が、その角速度指令ベクトル ω_{cmd} に設定される。これは、保持アームユニット10の動作が過剰な速度で動作し、撮像部により内臓を傷めないようにするためである。なお、角速度指令ベクトル ω'_{cmd} の値のデータは、記憶部に格納される。

[0045] 続いて、制御ユニット40は、次式に従い角速度指令ベクトル ω'_{cmd} を変換行列Tにより保持アームユニット10のローカル座標（L x，L y，L z）（図3参照）に変換し、さらに行列Rを乗算して、内視鏡24の先端部における直交座標系（C x，C y，C z）（図3参照）の角速度指令ベクトル ω''_{cmd} を求める。直交座標系において座標軸C zは、内視鏡24の挿入部の中心軸線に沿って、即ち、内視鏡24の撮像部の進行方向または後退方向に沿ってとられている。

[数4]

$$\omega''_{cmd} = RT \cdot \omega'_{cmd} \quad \cdots(4)$$

[数5]

$$R = E^{iq1} E^{jq2} E^{kq4} \quad \cdots(5)$$

[0046] 行列Rは、内視鏡24の姿勢を表し、保持アームユニット10の関節変位q（図3におけるq₁、q₂、q₄参照）から順運動学演算によって逐次得られる。ここで、Eは回転行列を表す。

[0047] これにより、HMD30における表示部の画面内の上下左右方向と手術者OPの頭部の上下左右が常に一致することとなる。即ち、HMD30における頭部に固定された座標系と内視鏡24の先端に固定された座標系が一致することとなる。従って、HMD30における表示部に表示される画像が、手術者OPの頭部の動きに追従することとなる。

[0048] なお、上述の例においては、角速度指令ベクトル ω'_{cmd} を変換行列Tにより保持アームユニット10のローカル座標（L x，L y，L z）に変換し、

さらに行列 R を乗算して、内視鏡 24 の先端部における直交座標系 (C_x , C_y , C_z) の角速度指令ベクトル ω''_{cmd} を求めているが、かかる例に限られることはない。保持アームユニット 10 のローカル座標 (L_x , L_y , L_z) から、内視鏡 24 の先端部における直交座標系 (C_x , C_y , C_z) への変換を省略することもできる。例えば、HMD 30 における表示部に表示される画像を外部の CRT 画像として見る場合などで、この CRT 画像と CT 画像との重ね合わせができるようにするために、保持アームユニット 10 のローカル座標 (L_x , L_y , L_z) から、内視鏡 24 の先端部における直交座標系 (C_x , C_y , C_z) への変換を省略することもできる。

[0049] 続いて、制御ユニット 40 は、次式に従い、内視鏡 24 の先端部における直交座標系の角速度指令ベクトル ω''_{cmd} を、内視鏡 24 の先端部（撮像部）の目標速度ベクトル v_{xy} に変換する。即ち、角速度指令ベクトル ω''_{cmd} は、保持アームユニット 10 の回転中心 GP から内視鏡 24 の先端までのベクトル l_3 と外積をとることで、直交座標系 (C_x , C_y , C_z) における内視鏡 24 の先端部の目標速度の上下、左右方向の成分 v_{xy} に変換される。

[数6]

$$v_{xy} = \omega''_{cmd} \times l_3 \quad \cdots (6)$$

[0050] 続いて、制御ユニット 40 は、内視鏡 24 の撮像部における体内への挿入量に応じて撮像部の速度を変更可能とするように調節するために目標速度ベクトル v_{xy} に対し演算を次式により行う。これにより、内視鏡 24 の撮像部における体内への進行方向の挿入量が増大するとき、内視鏡 24 の撮像部の目標速度ベクトル v'_{xy} が大となり、一方、内視鏡 24 の撮像部における挿入量が減少するとき、即ち、内視鏡 24 の撮像部が体内から引き抜かれるとき、内視鏡 24 の撮像部の目標速度ベクトル v'_{xy} が小となる。

[数7]

$$v'_{xy} = (1 + r_{xy} q_3) v_{xy} \quad \cdots (7)$$

[0051] 内視鏡 24 の先端の挿入量をあらわす q_3 (図 3 参照) に依存した係数 r_{xy} を上式のようにそれぞれの v_{xy} の値に乗算することで、画面の移動量の挿入度に対する依存度が調節される。これにより、頭の回転による視界の移動量を調節できる。例えば、頭を回転させたときの注視対象物の画面上での移動量を、ズーム位置によらずほぼ一定にすることなどができる。そのため操作の直感性が向上する。

[0052] ここで、 r_{xy} は、定数であり、 v_{xy} の値の正負が反転しない範囲で設定される。但し、 q_3 は、中間位置から内視鏡を挿入する方向を正、引き抜く方向を負とする。図 3 における q_3 の可動範囲の中央を中間位置とし、中間位置を 0 にとっている。なお、 r_{xy} は、関数でもよい。

[0053] また、制御ユニット 40 は、ジャイロセンサ 3 からの角速度ベクトルをあらわす信号群 GS2 に基づいて、内視鏡 24 の撮像部における Cz 座標軸 (図 3 参照) に沿った目標速度ベクトルを算出する。このため、制御ユニット 40 は、まず、ジャイロセンサ 3 からの角速度ベクトルをあらわす信号群 GS2 に基づいて、絶対座標系における首位置の速度ベクトル v_h を次式により算出する。即ち、上体の角速度ベクトル ω_{s2} は、手術者 OP の腰から首位置までのベクトル l' の外積をとることで、絶対座標系における首位置の速度指令ベクトル v_h に変換される。

[数 8]

$$v_h = \omega_{s2} \times l' \cdots (8)$$

[0054] 本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、頭部の前後方向の移動速度を首位置の前後方向の並進速度として見なし、頭部の前後方向の移動速度は、実際には首部分の前後方向の移動速度として求める。

[0055] 図 5 に示すように、 ω_{s2} は、腰回りの上体の回転運動によって生じる回転速度をあらわし、胸部のジャイロセンサ 3 により検出される上体の角速度ベクトルである。ここで、座標系は、図 5 において鉛直上方向を y 軸とし、y 軸と直交する手術者 OP の右方向を x 軸とし、y 軸および x 軸と直交する手

術者OPの前方向をz軸とする。この絶対座標系は、図5において、手術者OPの上体が傾斜した場合においても、そのy軸は、常に鉛直上向きである。

[0056] 角速度ベクトル ω_{s_2} は、上記絶対座標系における、z軸およびy軸平面内での手術者OPの上体の前後方向への傾斜角速度（手術者OPの上体の前後方向の傾斜に対応した方向における角速度）、z軸およびx軸平面内でのy軸を中心軸とした手術者OPの上体の回転角速度、x軸およびy軸平面内での手術者OPの上体の左右方向への傾斜角速度を含む3次元ベクトルである。なお、後述するように、内視鏡24の先端部を前後方向に移動させるズーム操作に関しては、角速度ベクトル ω_{s_2} の成分のうち、手術者OPの上体の前後方向への傾斜角速度成分を用いる。

[0057] 続いて、制御ユニット40は、次式に従い、首位置の速度指令ベクトル v_h を変換行列 R' により手術者OPの頭部に固定された座標系に変換し、首位置の目標速度ベクトル v_h' を求める。ここで、座標系は、頭部に固定された座標系を用いる。図5に示す手術者OPの頭の中心軸をy軸とし、手術者OPの左右方向をx軸とし、手術者OPの前後方向をz軸とする。

[数9]

$$v_h' = R' \cdot v_h \quad \cdots (9)$$

[0058] なお、頭部の傾斜角が小さく、変換行列 R' が単位行列に近い場合には、式(9)の変換演算を省略するものとしてもよい。また、厳密な計算を必要とする場合にのみ、式(9)の変換演算を実行するものとしてもよい。

[0059] 首位置の目標速度ベクトル v_h' は、頭部に固定された座標系における、y軸方向における手術者OPの上下方向への頭部の移動速度、z軸方向における手術者OPの前後方向への頭部の移動速度、x軸方向における手術者OPの左右方向への頭部の移動速度を含む3次元ベクトルである。

[0060] 後述するように、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、内視鏡24の先端部を前後方向に移動させるズーム操作に関して、首位置の目標速度ベクトル v_h' の成分のうちで、手術者OPの前後方向への頭部

の移動速度を用いて、内視鏡 24 の先端部を前後方向に移動させるズーム操作の指令値を算出する。

[0061] なお、ベクトル l' や変換行列 R' は、上体および頭部の傾斜角度から求めることができる。上体および頭部の傾斜角度は、例えばジャイロセンサ 2、3 から得られる角速度を積分することや、地磁気センサの出力などから求めることができる。また、実際の操作においては、これらの傾斜角を十分に小さいものとして 0° に近似して設定してもよく、このように設定した場合であっても、操作に違和感を与えることはない。

[0062] 続いて、制御ユニット 40 は、得られた首位置の目標速度ベクトル v_h' を、次式に従い内視鏡 24 の先端部（撮像部）の目標速度ベクトル v_h'' に変換する。これにより、頭の前後の動きと内視鏡 24 の先端部（撮像部）の前後の動きを一致させることができる。但し、行列 R および変換行列 T は、上述の式と同様である。

[数10]

$$v_h'' = RT \cdot v_h' \quad \cdots (10)$$

[0063] 制御ユニット 40 は、得られた内視鏡 24 の先端部（撮像部）の目標速度ベクトル v_h'' の成分のうちで、手術者 OP の前後方向への頭部の移動速度に対応する成分を用いて、最終的な内視鏡の先端部（撮像部）の目標速度値を求める。

[0064] なお、目標速度ベクトル v_h'' の成分のうちで、手術者 OP の前後方向への頭部の移動速度に対応する成分について、所定の係数などをさらに掛けるなどの処理を行ってもよい。

[0065] そして、制御ユニット 40 は、「ジャイロセンサ 2 に基づいて得られる内視鏡 24 の先端部（撮像部）の目標速度ベクトル v_{xy} 」と、「ジャイロセンサ 3 に基づいて得られる内視鏡 24 の先端部（撮像部）の目標速度ベクトル v_h'' 」とを加算する。ただし、目標速度ベクトル v_h'' については、「手術者 OP の前後方向への頭部の移動速度に対応する成分」のみを加算する。こ

れにより、制御ユニット40は、上下左右方向と前後方向の速度成分を加算して、最終的な内視鏡24の先端（撮像部）の目標速度値を算出する。

[0066] なお、上述の例においては、手術者の頭部の回転速度のうちロール成分（首を傾げる動作）は、上述の角速度指令ベクトル ω'_{cmd} のロール成分を、直接、内視鏡のロール q_4 の目標速度として与えられているが、かかる例に限られることない。また、この動作は無効にしてもよい。

[0067] オンオフ切替用フットスイッチ50を使用することにより発生する効果は、つぎのようなものがある。内視鏡24を動作させたくないときにはスイッチをオフにしておけば、頭および上体を自由に動かすことができる。また、例えば、スイッチをオンにして内視鏡24を右に動かす際、自分の頭が右の可動限界に達した場合でも、スイッチをオフにして頭を左に戻してからスイッチをオンにすることで、さらに内視鏡24を右に動かすことができる。また、スイッチをオンにしない限り内視鏡24が頭の動きに連動することはないので、予期せぬ動作を避けることができる。

[0068] 以上に説明したように、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、頭部のジャイロセンサ2に加えてジャイロセンサ3を胸部にも取り付け、ジャイロセンサ2により頭部の動きを検出すると共に、ジャイロセンサ3により検出される上体の前後方向の傾斜から頭部の前後方向の速度を求め、これら動き情報に基づいて、内視鏡24の上下左右方向の移動および内視鏡24の軸周りの回転移動、並びに内視鏡24の前後方向の移動を実現するための内視鏡24の先端部の目標速度値を算出し、保持アームユニット10に指示する。これによって、簡易かつ直感性に優れた内視鏡24の視野の操作を実現することができる。

[0069] また、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、視野の操作において、手術者OPの手自体を使用せずに操作可能な自由度が増えるために、例えばズーム操作用フットスイッチなどの従来必要であった入力機器を省略することができる。また、頭部の動きに追従する視野の並進操作を実現できるため、操作の直感性が飛躍的に増加すると共に、誤操作のリスクを

低減することができる。

[0070] 従って、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、以下の効果を奏することができる。

1. 信号遮断やノイズ、セッティングの観点から、外部へのセンサ設置が不要であること。

2. 手を使わずに全ての操作を行えること。

3. 操作手順を意識することなく直感的に操作できること。

4. フットスイッチの使用を最小限に留めること。

即ち、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、これらを全て満たすような、簡易かつ直感性に優れた、ズームなどの視野の並進操作方法を実現することができる。

[0071] 実施の形態 2.

上述した実施の形態 1 に係る内視鏡操作システムの一例によれば、図 3 に示した内視鏡 24 はその先端部は常に伸長状態にあり、曲げるようには構成されていない。これに対して本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、内視鏡 24 はその先端部の少なくとも一部を屈曲させ曲げることが可能となるように構成されている。即ち、内視鏡 24 の先端部の少なくとも一部は、回転軸線 G に対して左右方向に屈曲が可能である。

[0072] 保持アームユニット 10 は、内視鏡 24 の撮像部の移動に関する 4 自由度（手術者 OP の頭部および上体の動きに追従する上下、左右、回転、前後方向への移動）に加えて、内視鏡 24 の撮像部の屈曲による移動に関する 1 自由度（手術者 OP の上体の左右の動きに追従する左右方向への移動）についても実現することができる。即ち、保持アームユニット 10 は、内視鏡 24 の先端部を上下、左右、および前後方向に移動可能に支持すると共に自転可能に支持し、かつ、内視鏡 24 の先端部の少なくとも一部を左右方向に屈曲可能に支持するように構成されている。

[0073] 制御ユニット 40 は、実施の形態 1 において上述したのと同様の原理によって、上体のジャイロセンサ 3 によって、手術者 OP の上体の左右方向への

傾斜角速度を検出することができる。そして、制御ユニット４０は、この検出した手術者ＯＰの上体の左右方向への傾斜角速度から、手術者ＯＰの首位置の左右方向の移動速度を算出することができる。さらに、制御ユニット４０は、この算出した首位置の左右方向の移動速度から、手術者ＯＰの左右方向の頭部の移動速度を算出することができる。制御ユニット４０は、内視鏡２４の先端部の少なくとも一部を屈曲させる操作の指令に関して、この算出した手術者ＯＰの左右方向の頭部の移動速度を用いる。例えば、制御ユニット４０は、手術者ＯＰが右方向に傾斜した場合には、この動きに追従して内視鏡２４の先端部の少なくとも一部を右方向に屈曲させ、手術者ＯＰが左方向に傾斜した場合には、この動きに追従して内視鏡２４の先端部の少なくとも一部を左方向に屈曲させる。

[0074] このようにして、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、先端部の少なくとも一部が屈曲可能な内視鏡２４に対して、その先端部の少なくとも一部の方向を左右方向に曲げることができると共に、実施の形態１で説明したようにして先端部自体をも平行移動させることが可能である。このような屈曲可能な内視鏡２４においては、その先端部を左右に移動させるために内視鏡２４の先端部全体を移動させることに代えて、先端部の少なくとも一部のみを屈曲させることで左右に向ける、ということが可能になる。

[0075] 実施の形態３．

上述した実施の形態２に係る内視鏡操作システムの一例によれば、内視鏡２４の先端部の少なくとも一部は、回転軸線Ｇに対して左右方向に屈曲が可能である。本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、内視鏡２４の先端部の少なくとも一部は、左右方向に加えて、上下方向にも屈曲が可能である。

[0076] 保持アームユニット１０は、内視鏡２４の撮像部の移動に関する４自由度（手術者ＯＰの頭部および上体の動きに追従する上下、左右、回転、前後方向への移動）に加えて、内視鏡２４の撮像部の屈曲による移動に関する２自

由度（手術者OPの上体の左右の動きに追従する左右方向への移動、および手術者OPの頭部全体の鉛直上下方向の動きに追従する上下方向への移動）についても実現することができる。即ち、保持アームユニット10は、内視鏡24の先端部を上下、左右、および前後方向に移動可能に支持すると共に自転可能に支持し、かつ、内視鏡24の先端部の少なくとも一部を左右および上下方向に屈曲可能に支持するように構成されている。

[0077] 本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例においては、頭部全体の鉛直上下方向の移動速度を首位置の上下方向の並進速度として見なし、実際には、頭部全体の鉛直上下方向の移動速度は首部分の上下方向の移動速度として求める。例えば、腰位置の上下方向の並進速度から求めることができる。そしてさらに、腰位置の上下方向の並進速度は、例えば、手術者OPの膝の屈伸運動による腰の回転角速度から求める。

[0078] 第3の姿勢検出部の一例としてのジャイロセンサ4が、例えば図6に示すように、手術者OPの膝部に取り付けられている。ジャイロセンサ4は、手術者OPの膝の屈伸運動に基づく腰の回転角速度を検出する。なお、ジャイロセンサ4を取り付ける位置は手術者OPの膝部に限定されず、手術者OPの腰の回転角速度を検出可能な位置であれば、手術者OPの大腿部あるいは下腿部の任意の位置に取り付けてよい。ジャイロセンサ4からの検出出力は、上述した制御ユニット40に供給される。

[0079] 制御ユニット40は、ジャイロセンサ4から検出した膝屈伸動作における腰の回転角速度 θ_k ドット（式において、上部にドットを付して示す変数。）から、例えば次式に従って腰位置の並進速度 v_k の鉛直成分 v_{ky} を近似的に算出する。なお、腰位置の並進速度ベクトル v_k の他の成分については0とすればよい。

[数11]

$$v_{ky} = (l_{k1} + l_{k2})(1 - \cos \theta_k) \dot{\theta}_k \cdots (11)$$

なお、膝の回転角度 θ_k は鉛直方向上方に対する膝屈伸運動による腰の回転

角速度であり、手術者OPが直立姿勢の場合には0度になる。また、 l_{k1} は足首から膝までの長さであり、 l_{k2} は膝から腰までの長さである。

[0080] なお、(11)式において腰の回転角速度 $\dot{\theta}_k$ ドットに掛かる係数は、次式のように一定値Kを掛けて算出してもよい。

[数12]

$$v_{ky} = K \dot{\theta}_k \cdots (12)$$

[0081] これを上述した(8)式における首位置の速度 v_h に加えることで、上述した(9)式を、次式に示すように置き換える。

[数13]

$$v'_h = R' \cdot (v_h + v_k) \cdots (13)$$

[0082] このように、制御ユニット40は、内視鏡24の先端部の少なくとも一部を屈曲させる操作の指令に関して、この算出した手術者OPの頭部全体の鉛直上下方向の移動速度を用いる。制御ユニット40は、例えば、制御ユニット40は、手術者OPが屈伸運動により膝を屈曲させた場合には、この動きに従って内視鏡24の先端部の少なくとも一部を下方方向に屈曲させ、手術者OPが屈伸運動により膝を伸長させた場合には、この動きに従って内視鏡24の先端部の少なくとも一部を上方方向に屈曲させる。

[0083] このようにして、本実施の形態に係る内視鏡操作システムの一例によれば、上体の傾斜と独立した頭部全体の鉛直上下運動を検出することができ、この動きの検出値に従って、内視鏡24の先端部の少なくとも一部を上下方向に屈曲させる。これにより、内視鏡24の先端部の移動に関して、合計で6自由度を実現することができる。

[0084] その他の実施の形態1.

上述した実施の形態1では、第2の姿勢検出部としてジャイロセンサを用いる場合を例に説明したが、本発明はこれに限定されず、第2の姿勢検出部

として胴部の前面に取り付ける小型のカメラを利用してもよい。小型カメラを用いる場合には、当該カメラにより撮像した手術者OPの前方方向における画像のオプティカルフローに基づいて、上体の前後方向の傾斜角速度を推定することができる。

[0085] HMD30を装着している手術者OPは前方を視認することはできないが、例えば、小型カメラにより撮像した前方画像の一部をHMD30のサブモニターに表示させる、または、HMD30の表示部の表示を前方画像に切り替えることで、手術者OPは前方の状況を確認することが可能になる、という利点がある。

[0086] なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上述した実施の形態では、第2の姿勢検出部としてジャイロセンサあるいは小型カメラを用いる場合を例に説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば、磁場の影響を受けにくい環境下あるいは磁場の影響を考慮する必要性の低い環境下では、第2の姿勢検出部として磁気センサを利用するものとしてもよい。

[0087] また、保持アームユニット10および内視鏡24の具体的構成は上記実施の形態に限られたものではなく、他の具体的構成を備える保持アームユニット10および内視鏡24を利用するものとしてもよい。

[0088] また、内視鏡24の撮像部からの画像信号に基づく画像を表示する表示部は、HMD30によって表示されるものとして説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、表示部は、一般的な液晶モニタなど、周知の表示手段を用いて表示するようにしてもよい。

[0089] その他の実施の形態2.

上述した実施の形態では、操作対象装置が、内視鏡24および保持アームユニット10を含む装置である場合を例に説明したが、本発明はこれに限定されない。操作対象装置を、例えば、レスキューロボットや遠隔操作ロボットに搭載されるカメラとして、操作者の頭部および上体の動きに応じて、カメラを少なくとも上下、左右、および前後方向に移動可能に操作するものと

してもよい。

[0090] 操作対象装置を制御する制御ユニットは、操作者の胴部に取り付けられたジャイロセンサ4から、操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの上体の前後方向への傾斜角速度成分を検出し、その検出値に基づいて操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、さらに、算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた操作指令信号であって、カメラの前後方向への移動操作を操作するための第2の操作指令信号を算出する。また、制御ユニットは、操作者の頭部に取り付けられたジャイロセンサ3から操作者の頭部の姿勢の動き情報を検出し、この頭部の動き情報に応じた操作指令信号である、カメラの上下および左右方向への移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出する。そして、制御ユニットは、算出した第1の操作指令信号および第2の操作指令信号に追従するように操作対象装置を制御する。これにより、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能となり、例えば、ロボットなどの操作においても、操作者は手を使用せずに他自由度のカメラ操作が可能となる。

[0091] なお、制御ユニットは、例えば、演算処理等を行うCPU (Central Processing Unit) と、CPUによって実行される演算プログラム等が記憶されたROM (Read Only Memory) と、処理データ等を一時的に記憶するRAM (Random Access Memory) と、を有するマイクロコンピュータを中心にして、ハードウェア構成されている。また、これらCPU、ROM、及びRAMは、データバス等によって相互に接続されている。

[0092] その他の実施の形態3.

また、上述した実施の形態に限定されず、操作対象装置を、例えば、表示画面に表示される操作対象画像を操作するタブレット端末等として、操作者の頭部および上体の動きに応じて、操作対象画像を上下および左右方向に視覚的に移動操作すると共に、所定の操作を実行して表示するものとしてもよい。なお、タブレット端末は、ジャイロセンサ3およびジャイロセンサ4と、有線または無線により接続される。CPUなどを含む制御ユニットは、タ

タブレット端末自体に内蔵されるものとしてもよいし、タブレット端末の外部に設けられるものとしてもよい。

[0093] 操作対象装置を制御する制御ユニットは、操作者の胴部に取り付けられたジャイロセンサ4から、操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの上体の前後方向への傾斜角速度成分を検出し、その検出値に基づいて操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、さらに、算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた操作指令信号である、操作者の上体の前後方向の動きに対応付けられた所定の操作を実行するための第2の操作指令信号を算出する。また、制御ユニットは、操作者の頭部に取り付けられたジャイロセンサ3から操作者の頭部の姿勢の動き情報を検出し、この頭部の動き情報に応じた操作指令信号である、操作対象画像の上下および左右方向への視覚的な移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出する。そして、制御ユニットは、算出した第1の操作指令信号および第2の操作指令信号に追従するように操作対象装置を制御する。

[0094] これにより、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能となり、例えば、両手または片手が不自由な身障者がタブレット端末などを自由に操作することができる。また、例えば、料理中や食器洗い中などの場合においても、タブレット端末によるレシピ確認やスマートテレビなどの操作を行うことができる。また、例えば、電車乗車中に吊り革を片手で握っているときにスマートフォンを操作する場合には親指しか使用できないが、本発明に係る操作対象装置の操作システムの一例によれば、頭部や上体の動きを利用することで、より他自由度な入力が可能となる。

[0095] 操作対象装置による操作対象画像の上下および左右方向への視覚的な移動操作は、例えば、操作対象画像を上下および左右方向にスクロール操作することである。また、操作対象装置による操作対象画像の所定の操作を実行して表示するとは、例えば、操作対象画像を拡大または縮小操作して表示することである。この場合、第2の操作指令信号は、算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた操作対象画像の拡大または縮小操作を操作する

ための操作指令信号である。また、第1の操作指令信号は、ジャイロセンサ3により検出した操作者の頭部の姿勢の動き情報に応じた操作対象画像の上下および左右方向へのスクロール操作を操作するための操作指令信号である。

[0096] また、操作対象装置による操作対象画像を例えばカーソルとし、操作対象画像の上下および左右方向への視覚的な移動操作は、例えば、カーソルを上下および左右方向に移動操作することである。また、操作対象装置による操作対象画像の所定の操作を実行して表示するとは、例えば、カーソルのクリック操作を実行して表示することである。この場合、第2の操作指令信号は、算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に関して所定の条件が成立した場合に、カーソルのクリック操作の実行を指令する操作指令信号である。なお、所定の条件とは、例えば、並進速度が所定の閾値を超えた場合、並進速度を時間により積分した値が所定の閾値を越えた場合、並進速度を時間により微分した値が所定の閾値を超えた場合など、実際の用途に応じて適宜最適な条件を予め定めて設定することが可能である。また、カーソルのクリック操作を実行して表示することに限定されず、他の操作を行うものとしてもよい。これにより、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能となり、例えばパーソナルコンピュータのキーボード入力を行っている場合において、カーソル移動などの空間的な入力を、キーボードから指を離さずに行うことが可能となる。

[0097] その他の実施の形態4.

また、上述した実施の形態に限定されず、操作対象装置を、例えば、操作者の頭部および上体にそれぞれ対応する頭部画像および上体画像を表示する表示部を含む装置として、操作者の頭部および上体の動きに応じて、頭部画像および上体画像を少なくとも上下、左右、および前後方向に移動操作して表示するものとしてもよい。なお、操作対象装置（例えば、表示部を含むパーソナルコンピュータ）は、ジャイロセンサ3およびジャイロセンサ4と、有線または無線により接続される。CPUなどを含む制御ユニットは、操作

対象装置自体に内蔵されるものとしてもよいし、操作対象装置の外部に設けられるものとしてもよい。

[0098] 操作対象装置を制御する制御ユニットは、操作者の胴部に取り付けられたジャイロセンサ4から、操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの上体の前後方向への傾斜角速度成分を検出し、その検出値に基づいて操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、さらに、算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた操作指令信号である、上体画像の前後方向への移動操作を操作するための第2の操作指令信号を算出する。また、制御ユニットは、操作者の頭部に取り付けられたジャイロセンサ3から操作者の頭部の姿勢の動き情報を検出し、この頭部の動き情報に応じた操作指令信号である、頭部画像の上下および左右方向への移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出する。そして、制御ユニットは、算出した第1の操作指令信号および第2の操作指令信号に追従するように操作対象装置を制御する。これにより、ジャイロセンサを配置した部位を画像として表示し、これら部位の動きを操作することで、簡易かつ直感的に操作対象装置の操作が可能となり、例えば、頸椎ヘルニアなどの治療におけるリハビリ運動を計測および評価することが可能になる。

[0099] 以上、本発明の各実施の形態を説明したが、上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。操作対象装置は、操作者の頭部および上体の動きに応じて操作対象を操作するものであればよい。そして、制御ユニットは、ジャイロセンサ4により検出した操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの上体の前後方向への傾斜角速度成分に基づいて操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出する。また、制御ユニットは、ジャイロセンサ3により検出した操作者の頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出する。そして、制御ユニットは、これら算出した前後方向操作指令信号および上下左右方向操作指令信号に追従するように操作対象装置を制御するものであ

ればよい。

[0100] このように、操作対象装置の操作に際して、頭部の動きを検出するためのジャイロセンサ3と、上体の動きを検出するためのジャイロセンサ4という2つのセンサを有し、これら2つのセンサからそれぞれの動きに対応した指令を求め、これら2つの指令に協調して操作対象装置の制御を行う。これによって、操作者の頭部および上体の動きに応じた、簡易かつ直感的な操作対象装置の操作が可能となる。

[0101] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0102] この出願は、2012年11月7日に提出された日本出願特願2012-245704を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0103] 2、3、4 ジャイロセンサ、
10 保持アームユニット、
12 空気圧シリンダー、
14 平行リンク機構、
16 ベーンモータユニット、
18 空気圧シリンダー、
20 ベーンモータ、
22 タイミングベルト、
24 内視鏡、
30 HMD、
40 制御ユニット、
50 オンオフ切換用フットスイッチ、
58 バルブユニット、
60 内視鏡コントローラ。

請求の範囲

[請求項1] 操作者の頭部および上体の動きに応じて操作対象を操作する操作対象装置と、

操作者の頭部に取り付けられ当該操作者の頭部の姿勢変位に基づく角速度を検出する第1の姿勢検出部と、

前記操作者の胴部に取り付けられ当該操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度を検出する第2の姿勢検出部と、

前記第2の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの前記上体の前後方向への傾斜角速度成分に基づいて前記操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出し、前記第1の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出し、当該算出した前記前後方向操作指令信号および前記上下左右方向操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する制御ユニットと、

を備える、操作対象装置の操作システム。

[請求項2] 前記操作対象装置は、撮像部および当該撮像部からの画像信号に基づく画像を表示する表示部を含み、前記操作者の頭部および上体の動きに応じて、前記撮像部を少なくとも上下、左右、および前後方向に移動可能に操作し、

前記制御ユニットは、前記前後方向操作指令信号として、前記撮像部の前後方向への移動操作を操作するための第2の操作指令信号を算出し、前記上下左右方向操作指令信号として、前記撮像部の上下および左右方向への移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出し、当該算出した前記第1の操作指令信号および前記第2の操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する、
ことを特徴とする請求項1記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項3] 前記操作対象装置は、操作対象画像を表示する表示部を含み、前記操作者の頭部および上体の動きに応じて、前記操作対象画像を上下および左右方向に視覚的に移動操作すると共に、所定の操作を実行して表示し、

前記制御ユニットは、前記前後方向操作指令信号として、前記操作者の上体の前後方向の動きに対応付けられた前記所定の操作を実行するための第2の操作指令信号を算出し、前記上下左右方向操作指令信号として、前記操作対象画像の上下および左右方向への視覚的な移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出し、当該算出した前記第1の操作指令信号および前記第2の操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する、

ことを特徴とする請求項1記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項4] 前記操作対象装置は、前記操作者の頭部および上体の動きに応じて、前記操作対象画像を上下および左右方向にスクロール操作すると共に、拡大または縮小操作して表示し、

前記制御ユニットは、前記第2の操作指令信号として、前記算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前記操作対象画像の拡大または縮小操作を操作するための操作指令信号を算出し、前記第1の操作指令信号として、前記第1の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた前記操作対象画像の上下および左右方向へのスクロール操作を操作するための操作指令信号を算出する、

ことを特徴とする請求項3に記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項5] 前記操作対象装置は、前記表示部に前記操作者の注目点を示すカーソルを表示し、前記操作者の頭部および上体の動きに応じて、前記カーソルを上下および左右方向に移動操作すると共に、所定の操作を実行して表示し、

前記制御ユニットは、前記第2の操作指令信号として、前記算出し

た前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前記操作者の上体の前後方向の動きに対応付けられた前記所定の操作を実行するための操作指令信号を算出し、前記第1の操作指令信号として、前記第1の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた前記カーソルの上下および左右方向への移動操作を操作するための操作指令信号を算出する、

ことを特徴とする請求項3に記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項6] 前記操作対象装置は、前記所定の操作として、前記カーソルのクリック操作を実行して表示し、

前記制御ユニットは、前記算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に関して所定の条件が成立した場合に、前記カーソルのクリック操作の実行を指令する前記第1の操作指令信号を算出する、

ことを特徴とする請求項5に記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項7] 前記操作対象装置は、前記操作者の頭部および上体にそれぞれ対応する頭部画像および上体画像を表示する表示部を含み、操作者の頭部および上体の動きに応じて、前記頭部画像および上体画像を少なくとも上下、左右、および前後方向に移動操作して表示し、

前記制御ユニットは、前記前後方向操作指令信号として、前記上体画像の前後方向への移動操作を操作するための第2の操作指令信号を算出し、前記上下左右方向操作指令信号として、前記頭部画像の上下および左右方向への移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出し、当該算出した前記第1の操作指令信号および前記第2の操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する、

ことを特徴とする請求項1に記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項8] 前記第2の姿勢検出部は、前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度を検出するジャイロセンサである、

ことを特徴とする請求項1ないし7いずれか1項に記載の操作対象装置の操作システム。

[請求項9] 操作者の頭部および上体の動きに応じて操作対象を操作する操作対象装置を操作するための操作指令を算出する操作入力装置であって、

 操作者の頭部に取り付けられ当該操作者の頭部の姿勢変位に基づく角速度を検出する第1の姿勢検出部と、

 前記操作者の胴部に取り付けられ当該操作者の上体の傾斜変位に基づく角速度を検出する第2の姿勢検出部と、

 前記第2の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度のうちの前記上体の前後方向への傾斜角速度成分に基づいて前記操作者の首位置の前後方向の並進速度を算出し、当該算出した前記操作者の首位置の前後方向の並進速度に応じた前後方向操作指令信号を算出し、前記第1の姿勢検出部により検出した前記操作者の前記頭部の姿勢の動き情報に応じた上下左右方向操作指令信号を算出し、当該算出した前記前後方向操作指令信号および前記上下左右方向操作指令信号に追従するように前記操作対象装置を制御する制御ユニットと、

 を備える、操作入力装置。

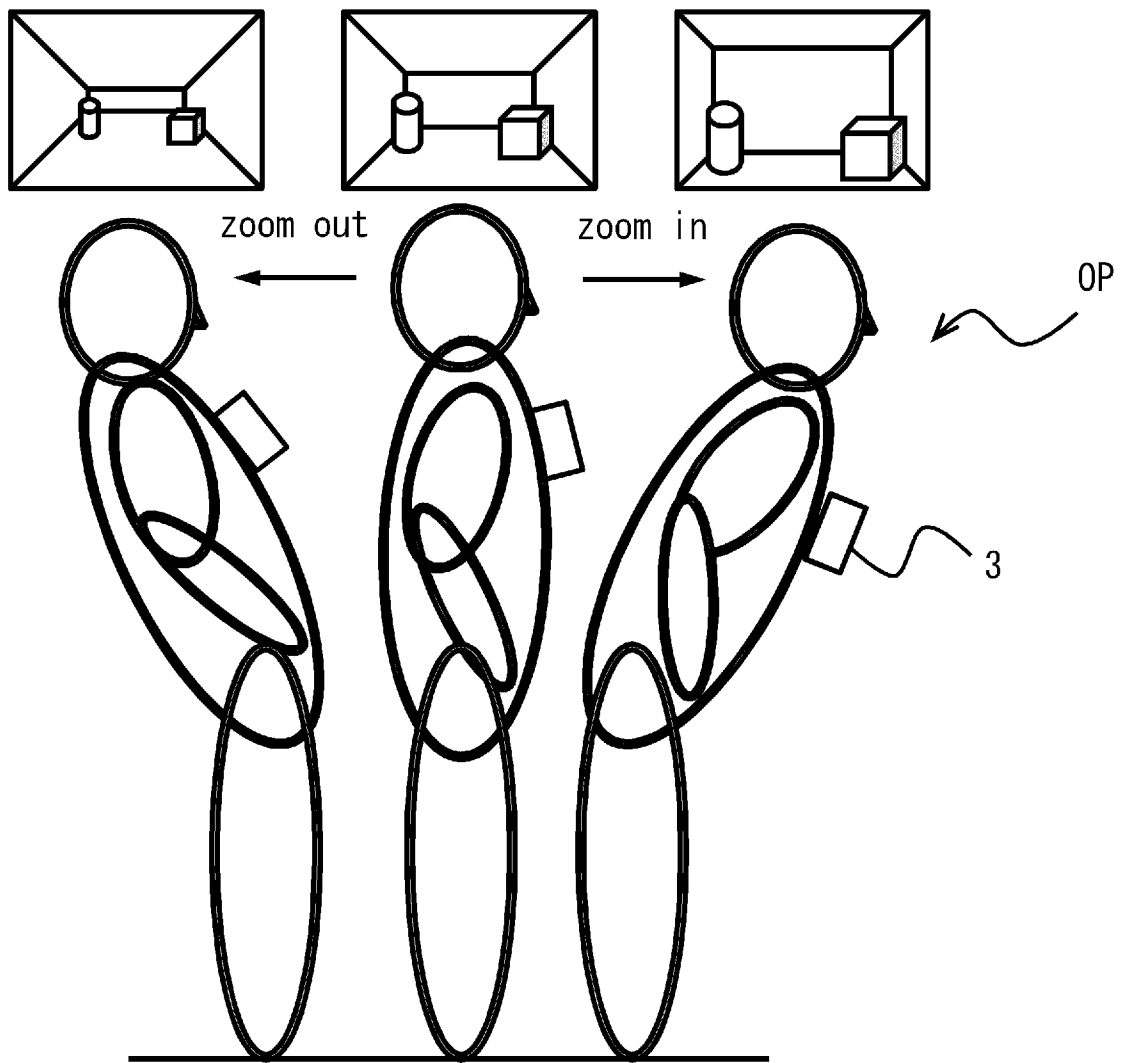
[請求項10] 前記操作入力装置は、操作対象装置の操作対象部位を物理的に操作するか、または、当該操作対象装置に含まれる表示部に表示される操作対象画像を視覚的に操作するための操作指令を算出し、

 前記制御ユニットは、前記前後方向操作指令信号として、前記操作者の上体の前後方向の動きに対応付けられた所定の物理的または視覚的な操作を実行するための第2の操作指令信号を算出し、前記上下左右方向操作指令信号として、前記操作対象部位の上下および左右方向への物理的な移動操作または前記操作対象画像の上下および左右方向への視覚的な移動操作を操作するための第1の操作指令信号を算出し、当該算出した前記第1の操作指令信号および前記第2の操作指令信号に追従するように前記操作対象装置の前記操作対象部位または前記操作対象画像を制御する、

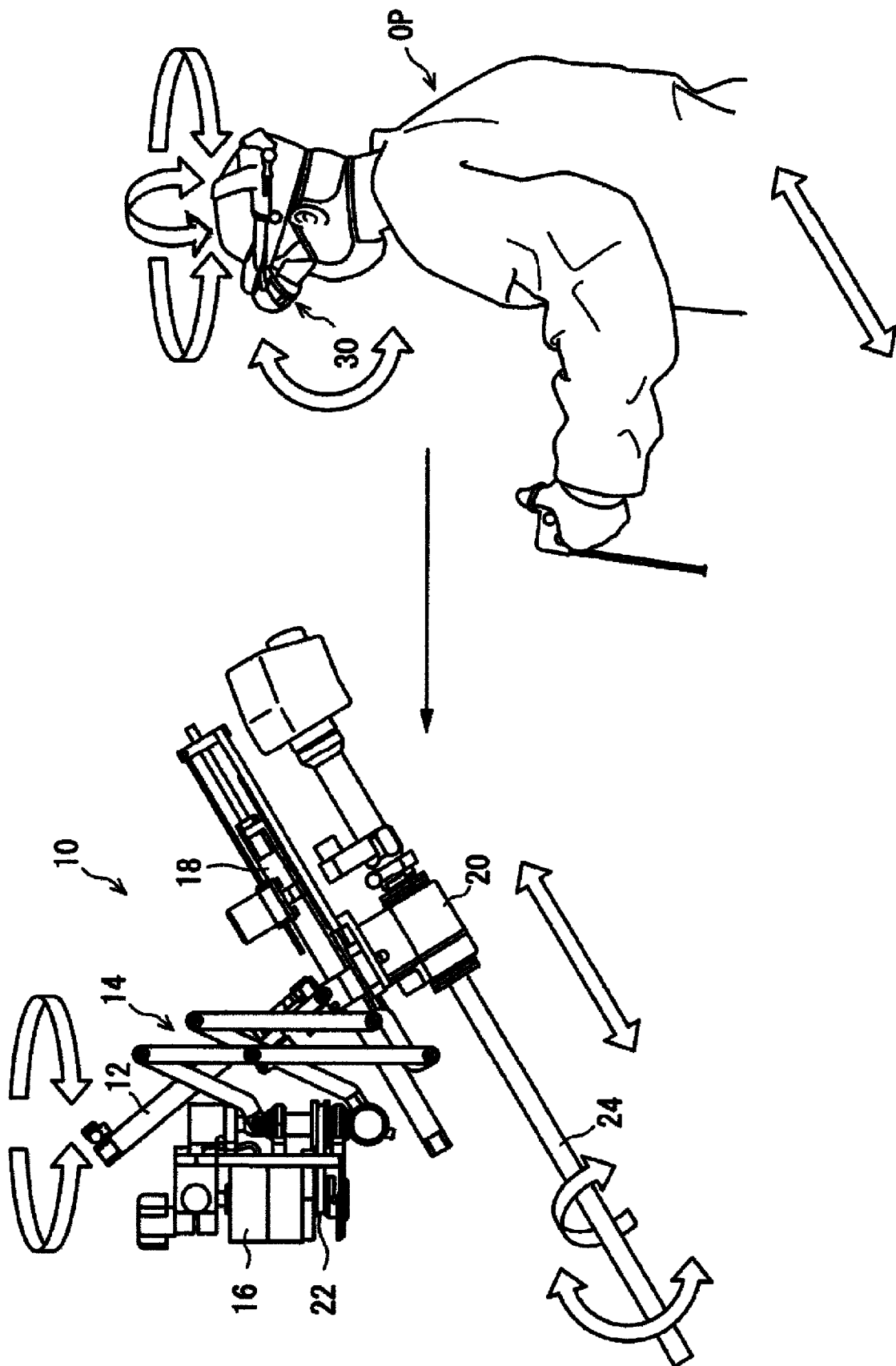
ことを特徴とする請求項 9 に記載の操作入力装置。

- [請求項11] 前記第 2 の姿勢検出部は、前記操作者の前記上体の傾斜変位に基づく角速度を検出するジャイロセンサである、
ことを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の操作入力装置。

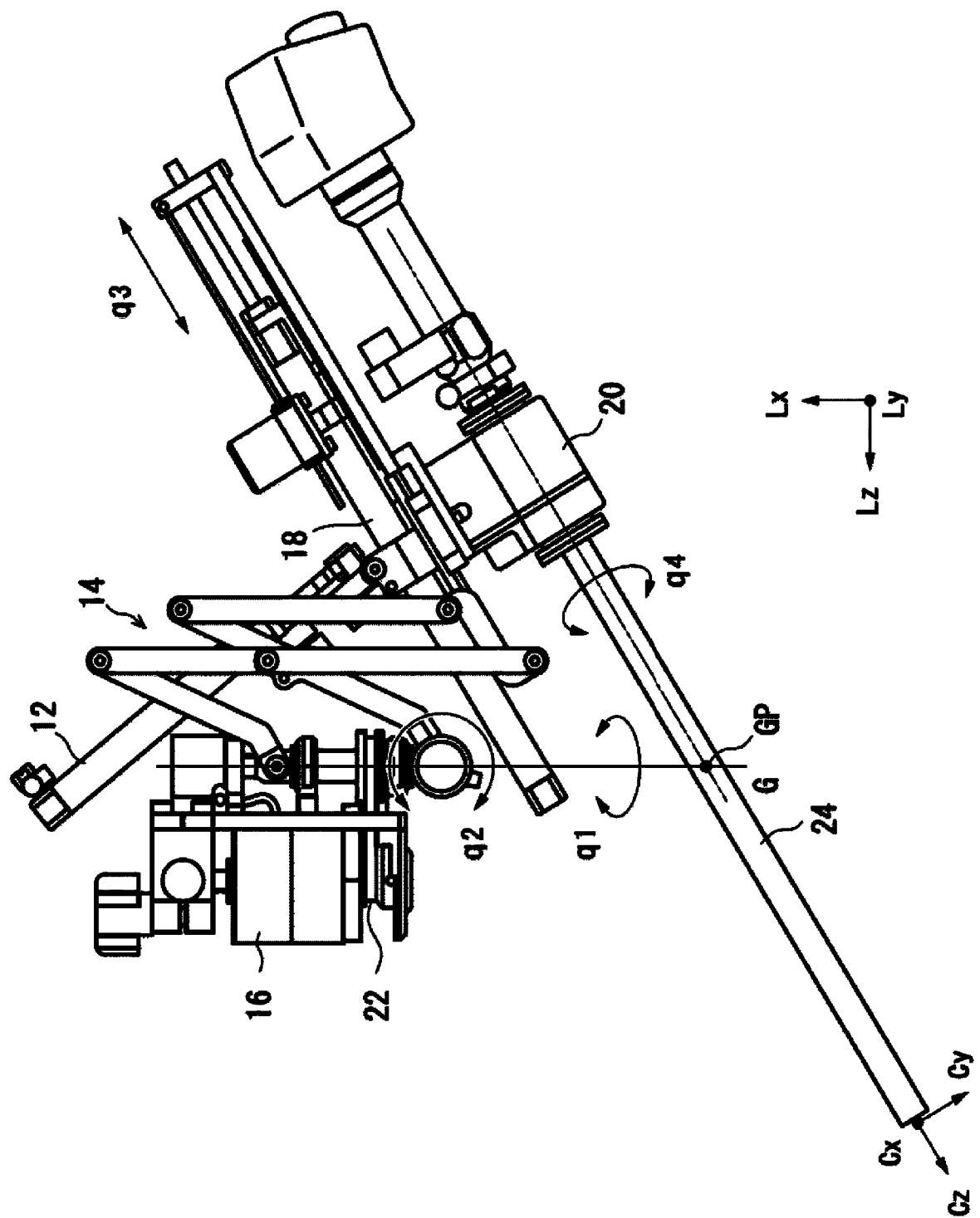
[図1]



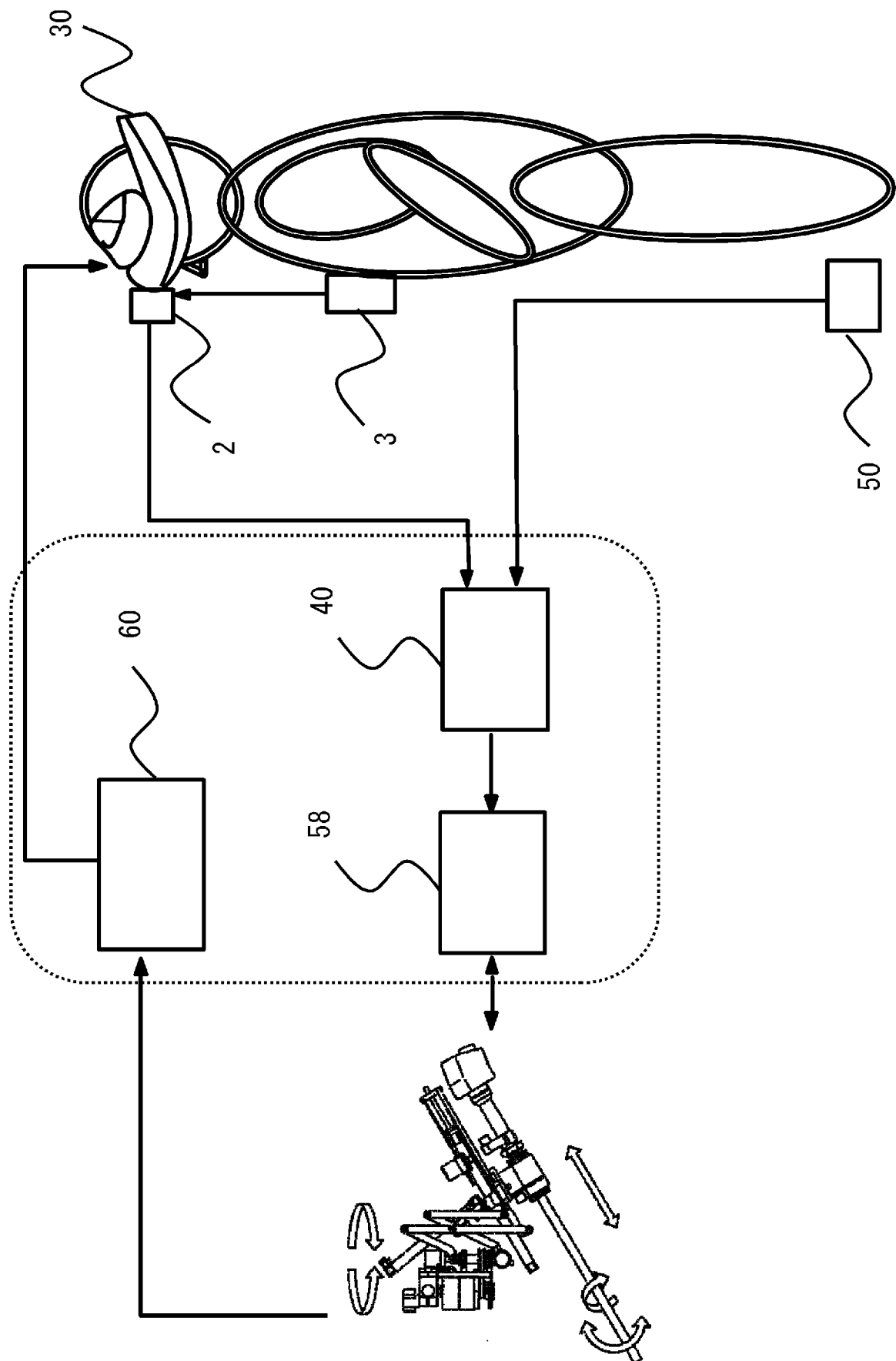
[図2]



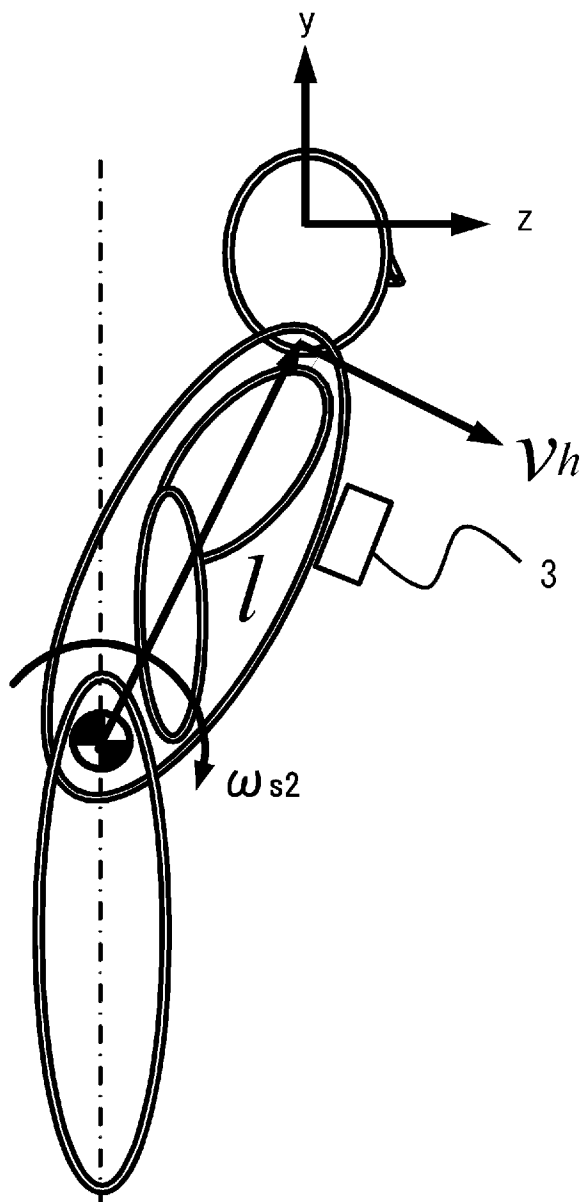
[図3]



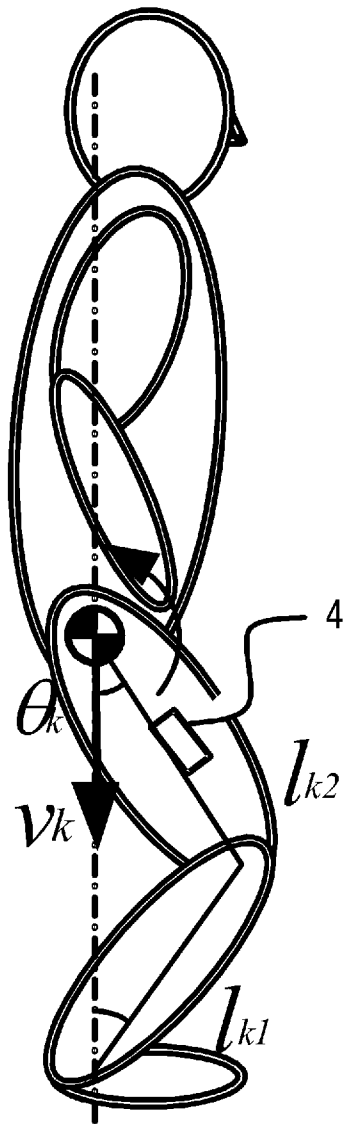
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/000735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-194163 A (Olympus Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), paragraphs [0015], [0024], [0034], [0038], [0049], [0058], [0070] & WO 2011/118074 A1 & CN 102802553 A	1-11
A	JP 8-332169 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 17 December 1996 (17.12.1996), paragraph [0123] & US 6036637 A	1-11
A	JP 2001-145634 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 29 May 2001 (29.05.2001), paragraphs [0074], [0080] (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 March, 2013 (11.03.13)

Date of mailing of the international search report
19 March, 2013 (19.03.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/000735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-285099 A (Tokyo Institute of Technology), 10 December 2009 (10.12.2009), paragraph [0014] (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-194163 A (オリンパス株式会社) 2011. 10. 06, 段落【0015】、【0024】、【0034】、【0038】、 【0049】、【0058】、【0070】 & WO 2011/118074 A1 & CN 102802553 A	1-11
A	JP 8-332169 A (オリンパス光学工業株式会社) 1996. 12. 17, 段落【0123】 & US 6036637 A	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.03.2013

国際調査報告の発送日

19.03.2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小田倉 直人

2Q

9163

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-145634 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.05.29, 段落【0074】、【0080】 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2009-285099 A (国立大学法人東京工業大学) 2009.12.10, 段落【0014】 (ファミリーなし)	1 - 1 1