

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/162947

発行日 平成30年2月1日(2018.2.1)

(43) 国際公開日 平成28年10月13日(2016.10.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 2	2 H 0 4 O
A 6 1 B 1/01 (2006.01)	A 6 1 B 1/01 5 1 1	4 C 1 6 1
G O 2 B 23/24 (2006.01)	G O 2 B 23/24 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

出願番号	特願2017-510832 (P2017-510832)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/060842		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年4月7日(2015.4.7)		東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913 弁理士 鵜飼 健
		(74) 代理人	100199565 弁理士 飯野 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 挿抜装置、挿入部の直接操作推定方法及び挿入部の直接操作推定プログラム

(57) 【要約】

挿抜装置は、挿入部(7)と、形状センサ(23)と、挿入部形状算出部(30)と、直接操作情報推定部(70)とを含む。前記挿入部(7)は、対象物の内部に挿入して所望の作業を行うための可撓性を有する。前記形状センサ(23)は、前記挿入部の湾曲を検出し検出信号を出力する。挿入部形状算出部(30)は、前記形状センサから出力される前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出する。前記直接操作情報推定部(70)は、前記形状センサから出力される前記検出信号から取得される前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報に基づいて前記挿入部の前記対象物の内部に対する挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する。

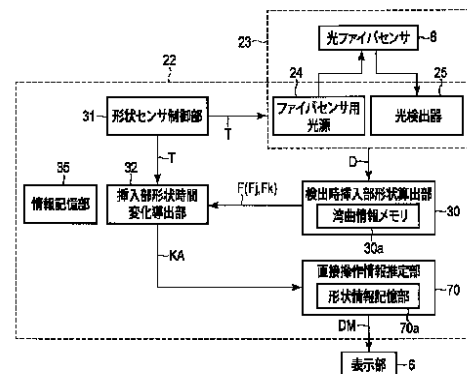


Fig. 4

6 Display unit
8 Optical fiber sensor
24 Fiber sensor light source
25 Optical detector
30 Detection-time insertion-unit-shape calculation unit
30a Curvature information memory
31 Shape-sensor control unit
32 Insertion-unit-shape time-variation derivation unit
35 Information storage unit
70 Direct-manipulation-information estimation unit
70a Shape information storage unit

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物の内部に挿入して所望の作業を行うための可撓性を有する挿入部と、
前記挿入部の湾曲を検出し検出信号を出力する形状センサと、
前記形状センサから出力される前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出する挿入部形状算出部と、
前記挿入部形状情報に基づいて、前記対象物の内部に対する前記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する直接操作情報推定部と、
を具備することを特徴とする挿抜装置。

【請求項 2】

前記形状センサは、それぞれ異なる検出タイミングで前記挿入部の湾曲を検出し、
前記直接操作情報推定部は、前記検出タイミングの異なる前記挿入部の形状を示す複数の前記挿入部形状情報を記憶する形状情報記憶部を含み、前記複数の挿入部形状情報を比較して前記直接操作情報を推定する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の挿抜装置。

【請求項 3】

前記直接操作情報推定部は、前記複数の挿入部形状情報の比較結果から前記挿入部上における形状が類似している領域を挿入部類似形状領域として抽出し、前記挿入部上における前記挿入部類似形状領域の位置の変化に基づいて前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 2 に記載の挿抜装置。

【請求項 4】

前記直接操作情報推定部は、前記異なる検出タイミングに取得される前記複数の挿入部形状情報を比較して前記挿入部が湾曲している複数の湾曲部位の頂点部の間隔が互いに略等しい領域である第 1 の頂点部間距離同一領域を抽出し、前記挿入部上における前記第 1 の頂点部間距離同一領域の位置の変化に基づいて前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 2 に記載の挿抜装置。

【請求項 5】

前記直接操作情報推定部は、前記対象物の内部の形状である対象物内部形状情報を記憶する記憶部を含み、前記挿入部形状情報と前記対象物内部形状情報とに基づいて前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の挿抜装置。

【請求項 6】

前記直接操作情報推定部は、前記挿入部形状情報と前記対象物内部形状情報とを比較し、前記挿入部形状が類似している領域である挿入部・対象物類似形状領域を抽出し、前記挿入部上における前記挿入部・対象物類似形状領域の位置と、前記挿入部・対象物類似形状領域に対応する前記対象物の位置関係とに基づいて前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 5 に記載の挿抜装置。

【請求項 7】

前記直接操作情報推定部は、前記挿入部形状情報と前記対象物内部形状情報とを比較し、前記挿入部が湾曲している複数の湾曲部位の頂点部の間隔が互いに略等しい領域である前記挿入部上の第 2 の頂点部間距離同一領域を抽出し、当該第 2 の頂点部間距離同一領域の位置に基づいて前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 5 に記載の挿抜装置。

【請求項 8】

前記直接操作情報推定部は、前記挿入部形状情報と前記対象物内部形状情報とに基づいて前記挿入部上における前記対象物の特定部位の位置を推定することを特徴とする請求項 5 に記載の挿抜装置。

【請求項 9】

前記直接操作情報推定部は、前記挿入部形状情報に対する前記対象物の特定部位の位置から前記直接操作情報を推定することを特徴とする請求項 8 に記載の挿抜装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記対象物に対する位置が固定され、前記挿入部の一部の領域を湾曲させて一定の形状に成形する一定形状生成アタッチメントを含むことを特徴とする請求項１に記載の挿抜装置。

【請求項１１】

前記形状センサは、前記挿入部に搭載されたファイバセンサを含むことを特徴とする請求項１に記載の挿抜装置。

【請求項１２】

前記直接操作情報を直接検出する挿抜回転量センサを含み、

前記直接操作情報推定部は、前記挿抜回転量センサにより検出された前記直接操作情報を補正する、

10

ことを特徴とする請求項１に記載の挿抜装置。

【請求項１３】

前記挿入部は、前記対象物の内表面を観察するための内視鏡挿入部を含むことを特徴とする請求項１に記載の挿抜装置。

【請求項１４】

可撓性を有する挿入部を対象物の内部に挿入して所望の作業を行うときに、前記挿入部の湾曲を形状センサにより検出し、

前記形状センサから出力される前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出し、

前記挿入部形状情報に基づいて、前記対象物の内部に対する前記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する、

20

ことを特徴とする挿入部の直接操作推定方法。

【請求項１５】

コンピュータに、

対象物の内部に挿入される可撓性を有する挿入部の湾曲を検出する形状センサから出力される検出信号を入力する入力機能と、

前記入力機能により入力された前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出する挿入部形状取得機能と、

前記挿入部形状情報に基づいて前記対象物の内部に対する前記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する直接操作情報推定機能と、

30

を実現する挿入部の直接操作推定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、観察対象物の内部に挿入部を挿入したときの挿入部の挿抜量や回転量などの操作量を推定する挿抜装置、挿入部の直接操作推定方法及び挿入部の直接操作推定プログラムに関する。

【背景技術】

【０００２】

挿入部を細い管孔内に挿入して観察対象物の内部に挿入し、当該観察対象物内部で作業を行うための装置がある。例えば内視鏡では、観察対象物の内部に挿入部を挿入することにより当該観察対象物の内表面の観察作業を行う。このような内視鏡等の装置では、管孔内における挿入部の形状等を外部から直接見ることができないので、内視鏡等の装置の作業者は、管孔内部での挿入部の状態を想像しながら観察対象物の内表面の観察作業を行う必要がある。

40

【０００３】

ところが、内視鏡では、観察対象物の内部における挿入部の位置及び形状等の状態が観察対象物の外部から分からない。このため、作業者は、管孔内部に挿入された挿入部の状態について、現時点において挿入部が管孔内部中の何処に在って、何処を観察しているのかななどを想像しながら観察作業を行う必要がある。よって、作業者は、観察対象物内部に

50

おける挿入部の状態を想像しながら、感を頼りに挿入部に対する操作を行う必要があった。

【 0 0 0 4 】

このような事から管孔の形状が複雑な場合、又は観察対象物が生体のように柔らかく変形するような場合には、観察対象物内部への挿入そのものが困難であったりする。管孔の形状が想像と異なる位置又は状態である場合には、最悪のケースとして観察対象物に影響を与えるおそれがある。このため作業者は、作業を行うための長時間の訓練や、実作業を行いながら感や経験を身に付けるなど、作業の技能を向上させる必要があった。言い換えると、高度に訓練された技能者又はエキスパートでなければ、観察対象物内部への挿入部の挿入、観察対象物内部での作業を行えない場合があった。

10

【 0 0 0 5 】

このような実情から管孔内での挿入部の状態を作業者に知らせるための技術が考案されている。例えば特許文献 1 は、内視鏡の挿入部の形状を検出し、表示するための内視鏡挿入形状プローブについて開示している。この内視鏡挿入形状検出プローブは、内視鏡装置に設けられている鉗子チャンネルに挿入して内視鏡挿入部の形状検出を行う。この内視鏡挿入形状検出プローブでは、光供給用ファイバにより供給された光をミラーに照射し、このミラーで反射した光を複数の曲率検出用光ファイバにより伝送する。これら曲率検出用光ファイバには、それぞれ曲率に応じて光損失が変化する光損失部が一つずつ設けられている。これにより、各曲率検出用光ファイバにより導光される光は、光損失部を経由してモジュールに到達するので、モジュールに導光される光の光量変化を検出することにより

20

【 0 0 0 6 】

又、特許文献 1 では、光損失部が設けられる位置を異ならせた複数の曲率検出用ファイバを用い、これら曲率検出用ファイバ毎にそれぞれ異なる光損失部の各位置での各曲率を検出することが開示されている。これにより、各光損失部が設けられるポイントにおける曲げ角度と隣り合うポイントの距離とによって内視鏡挿入部の形状を検知することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

30

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 0 4 4 4 1 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

特許文献 1 によれば、複数の曲率検出用光ファイバを用いて内視鏡の挿入部の形状を検出することができるが、挿入部が対象物、特に対象物の入口に対してどの程度挿入されているか、又はどの程度回転されているか分からない。例えば、内視鏡で病変部を発見した場合、例えば患者等の対象物に対してどの程度挿入部を挿入及び回転した位置に病変部が在るのが分からない。このため、再び、病変部に対する観察や処置をしようとした場合に、病変部を簡単に見つけることができないという問題がある。

40

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、挿入部の挿抜量又は回転量を検出するための挿抜装置、挿入部の直接操作推定方法及び挿入部の直接操作推定プログラムを提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明の挿抜装置は、対象物の内部に挿入して所望の作業を行うための可撓性を有する挿入部と、前記挿入部の湾曲を検出し検出信号を出力する形状センサと、前記形状センサから出力される前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出する挿入部形状算出部と、前記挿入部形状情報に基づいて、前記対象物の内部に対する前

50

記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する直接操作情報推定部とを具備する。

【 0 0 1 1 】

本発明の挿入部の直接操作推定方法は、可撓性を有する挿入部を対象物の内部に挿入して所望の作業を行うときに、前記挿入部の湾曲を形状センサにより検出し、前記形状センサから出力される前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出し、前記挿入部形状情報に基づいて、前記対象物の内部に対する前記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する。

【 0 0 1 2 】

本発明の挿入部の直接操作推定プログラムは、コンピュータに、対象物の内部に挿入される可撓性を有する挿入部の湾曲を検出する形状センサから出力される検出信号を入力する入力機能と、前記入力機能により入力された前記検出信号に基づいて、前記挿入部の形状を示す挿入部形状情報を算出する挿入部形状取得機能と、前記挿入部形状情報に基づいて前記対象物の内部に対する前記挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報を推定する直接操作情報推定機能とを実現する。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明は、挿入部の挿抜量又は回転量を検出できる挿抜装置、挿入部の直接操作推定方法及び挿入部の直接操作推定プログラムを提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】図 1 は、本発明の挿抜装置を適用した内視鏡システムの第 1 の実施の形態を示す構成図である。

【図 2】図 2 は、挿入部の先端部を示す構成図である。

【図 3 A】図 3 A は、光ファイバセンサを形状検出部が設けられた側に湾曲したときの光伝達量を示す図である。

【図 3 B】図 3 B は、光ファイバセンサを湾曲しないときの光伝達量を示す図である。

【図 3 C】図 3 C は、光ファイバセンサを形状検出部が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量を示す図である。

30

【図 4】図 4 は、本発明の挿抜装置を適用した内視鏡システムの支援情報ユニットを示すブロック構成図である。

【図 5】図 5 は、同装置における時間経過に従ったタイミング信号 T の出力イメージを示す図である。

【図 6】図 6 は、同装置における第 j と第 k との各タイミング信号に対応した第 j と第 k との各検出時挿入部形状情報を示す図である。

【図 7】図 7 は、同装置の挿入部における挿入部形状非類似領域 N L R と、挿入部進行領域 7 s r と、挿入部後退領域との 3 つの領域を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、同装置における直接操作情報推定部により挿入部形状情報に基づいて直接操作情報を推定するときの第 1 の頂点部間距離同一領域を示す図である。

40

【図 9】図 9 は、本発明の挿抜装置を適用した内視鏡システムの第 2 の実施の形態である支援情報ユニットを示す構成図である。

【図 1 0 A】図 1 0 A は、同装置における直接操作情報推定部により直接操作情報を推定するときの対象物内部形状情報及び第 1 の頂点部間距離同一領域を示す図である。

【図 1 0 B】図 1 0 B は、同装置における直接操作情報推定部により直接操作情報を推定するときの挿入部形状情報における第 1 の頂点部間距離同一領域を示す図である。

【図 1 1 A】図 1 1 A は、同装置における直接操作情報推定部により推定される対象物内部形状情報 I M 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F a との間の特定部位の間隔 ΔP を示す図である。

【図 1 1 B】図 1 1 B は、同装置における直接操作情報推定部により推定される挿入部形状情報 F 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F b との間の特定部位の間隔 ΔP を示

50

す図である。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、同装置における直接操作情報推定部により抽出される対象物内部形状における第 2 の頂点部間距離同一領域を示す図である。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、同装置における直接操作情報推定部により抽出される挿入部形状における第 2 の頂点部間距離同一領域を示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、一定形状生成アタッチメントを示す図である。

【図 1 4 A】図 1 4 A は、湾曲部が形成されたアタッチメントを示す図である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、予め設定された小さな湾曲率で湾曲するアタッチメントを示す図である。

【図 1 4 C】図 1 4 C は、観察対象物の内部形状が取り得ない長さの直線の筒形状に形成されたアタッチメントを示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、第 j と第 k の検出時挿入部形状 F_j 、 F_k における第 1 乃至第 3 の特徴部の例を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、挿入部の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方の直接操作情報を直接検出する挿抜回転量センサを示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の変形例の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

[第 1 の実施の形態]

以下、本発明の第 1 の実施の形態について図面を参照して説明する。

図 1 は挿抜装置を適用した内視鏡システム 1 の構成図を示す。本システム 1 は、作業による作業によって、主に、観察対象物 2 の内部空間（空洞）3 の内部に内視鏡挿入部（以下、挿入部と称する）7 を挿入し、観察対象物 2 の内部空間 3 の内面を観察するために用いられる。

本システム 1 は、各構成要素として内視鏡本体部 4 と、内視鏡スコープ部 5 と、表示部 6 とを含む。内視鏡スコープ部 5 は、挿入部 7 を含む。挿入部 7 には、形状センサ 8 が搭載されている。

【0016】

本システム 1 の各構成要素について説明する。

[内視鏡スコープ部]

内視鏡スコープ部 5 は、挿入部 7 と、操作部 9 と、本体側ケーブル 10 とを含む。内視鏡スコープ部 5 は、作業により把持されて操作される。この操作により内視鏡スコープ部 5 の挿入部 7 は、観察対象物 2 の入口部としての挿入開口 2 a から挿入可能な位置に移動され、さらに観察対象物 2 の内部空間 3 に挿入される。

本体側ケーブル 10 は、内視鏡スコープ部 5 と内視鏡本体部 4 との間を接続するもので、内視鏡本体部 4 に対して着脱可能である。本体側ケーブル 10 は、1 本又は複数本有し、内視鏡スコープ部 5 と内視鏡本体部 4 との間に接続される。

【0017】

挿入部 7 について具体的に説明する。挿入部 7 は、先端部 7 a と、先端部 7 a 以外の部分とで形成されている。先端部 7 a は、硬質に形成された領域（硬質部）を含む。先端部 7 a 以外の領域は、可撓性を有するように形成されている。先端部 7 a の硬質部は、予め設定された領域（小領域）に形成されている。挿入部 7 の可撓性を有する領域のうち先端部 7 a 側の一部を含む領域は、能動的に湾曲可能な能動湾曲部 7 b に形成されている。この能動湾曲部 7 b は、操作部 9 に設けられた操作ハンドル 11 を作業者が操作することで上下方向又は左右方向に能動的に湾曲する。その他の挿入部 7 の領域には、受動的に湾曲可能な受動湾曲部 7 c が形成されている。受動湾曲部 7 c は、観察対象物 2 の形状に倣うことで受動的に湾曲する。この受動湾曲部 7 c は、作業者の把持の仕方、又は観察対象物 2 の挿入開口 2 a と操作部 9 との位置関係等により受動的に湾曲する。

【0018】

操作部 9 は、操作ハンドル 11 を含む。操作ハンドル 11 は、作業者によって操作され

10

20

30

40

50

、挿入部 7 の能動湾曲部 7 b を上下方向又は左右方向に湾曲させる。操作部 9 は、例えば作業者の一方の手によって把持され、この状態で操作ハンドル 11 が操作されることにより挿入部 7 の能動湾曲部 7 b を上下方向又は左右方向に湾曲させる。操作部 9 は、作業者による操作ハンドル 11 に対する操作を受けて挿入部 7 における能動湾曲部 7 b の湾曲量を変えることが可能である。

【0019】

挿入部 7 と操作ハンドル 11 との間には、一对の操作ワイヤが複数設けられている。これら操作ワイヤは、上下方向への湾曲と、左右方向への湾曲とに用いられる。これら操作ワイヤは、例えばループ状に形成されている。操作ハンドル 11 が回転すると、操作ワイヤが挿入部 7 と操作ハンドル 11 との間で移動し、操作ハンドル 11 の回転が挿入部 7 に伝達される。これにより、挿入部 7 の能動湾曲部 7 b は、操作ハンドル 11 の操作量に応じて上下方向又は左右方向に湾曲する。

【0020】

図 2 は本システム 1 における挿入部 7 の先端部 7 a の構成図を示す。挿入部 7 の先端部 7 a には、撮像素子 7 d と、対物レンズ 10 と、鉗子チャンネル 12 と、照明部 13 とを含む内視鏡スコープ部 5 の用途に応じた様々な部材が設けられている。対物レンズ 10 は、撮像素子 7 d と光学的に接続されている。鉗子チャンネル 12 は、観察対象物 2 の内部空間 3 内において様々な作業や処置を行うための鉗子等を挿入するための開口である。照明部 13 は、内視鏡本体部 4 の光源部 20 から射出された光を例えば観察対象物 2 の内部空間 3 に向けて射出する。

【0021】

本システム 1 では、挿入部 7 の照明部 13 から射出された光が観察対象物 2 の内部空間 3 に照射されると、当該観察対象物 2 の内部空間 3 から反射等した光が対物レンズ 10 に入射する。挿入部 7 の先端部 7 a には、撮像素子 7 d が設けられているので、当該撮像素子 7 d は、対物レンズ 10 に入射した光を光電変換して撮像信号を出力する。この撮像信号は、本体側ケーブル 10 を通ってビデオプロセッサ 21 に送られる。このビデオプロセッサ 21 は、撮像素子 7 d から出力される撮像信号を画像処理して観察対象物 2 の内面の観察画像を取得する。この観察画像は、表示部 6 に表示される。

【0022】

表示部 6 は、本システム 1 によって観察する観察対象物 2 の内部空間 3 と、内視鏡本体部 4 の本体メモリ 40 に予め記憶されている観察対象物 2 に関する情報と、観察対象物 2 を観察するときの観察作業の情報と、支援情報ユニット 22 から出力される直接操作情報 DM とを表示可能である。この表示部 6 は、例えば液晶、LED、又はプラズマから成るモニタ用のディスプレイを含む。この表示部 6 は、図 1 において便宜上 1 つであるが、これに限らず、2 つ以上を並べて配置する、或いは複数台をそれぞれ異なる場所に配置してもよい。

【0023】

この表示部 6 は、モニタ用のディスプレイに画像及び文字情報を表示することのみに限るものでない。ここでの表示部 6 は、音声やアラーム音等による聴覚で認識させるための出力、バイブレーション等による触覚で認識させるための出力なども含む。この表示部 6 は、作業者に対して情報を報知させるための様々な情報伝達手法による出力デバイスを総称して表示部とする。

【0024】

挿入部 7 は、操作ハンドル 11 の操作により湾曲する能動湾曲部 7 b と、受動的に湾曲する受動湾曲部 7 c とを含む。受動湾曲部 7 c は、観察対象物 2 の内部空間 3 の壁面に押し当てられることにより、当該内部空間 3 の壁面の形状に倣うように湾曲する。これにより、挿入部 7 は、観察対象物 2 の内部空間 3 に挿入されると、当該観察対象物 2 の内部空間 3 の壁面に押し当てられながら当該内部空間 3 内を進行する。観察対象物 2 の内部空間 3 は、観察対象物 2 の種類等により様々な形状等の導入経路を含むものとなっている。このように挿入部 7 は、当該観察対象物 2 の内部空間 3 の内部を進行できる構造を有する。

【 0 0 2 5 】

挿入部 7 の内部には、当該挿入部 7 の全体の形状を検出する長尺の形状センサ 8 が設けられている。この形状センサ 8 は、例えば光ファイバセンサ（以下、光ファイバセンサ 8 として説明する）である。この光ファイバセンサ 8 には、複数の検出ポイントが挿入部 7 の全体の形状検出が可能のように設けられている。これら検出ポイントは、光ファイバセンサ 8 のほぼ全長に渡り、光ファイバセンサ 8 の長手方向に分散して配置されている。これら検出ポイントは、例えば図 3 A 乃至図 3 C に示すように光ファイバセンサ 8 を形成する光ファイバ 8 a の側面に設けられた光吸収体（以下、形状検出部と称する）8 b から成る。この形状検出部 8 b は、光ファイバ 8 a の湾曲角に応じた光量を吸収する。

【 0 0 2 6 】

従って、光ファイバセンサ 8 は、各形状検出部 8 b に吸収される光量が光ファイバ 8 a の湾曲角に応じて増減する現象を利用している。これにより、光ファイバセンサ 8 は、例えば光ファイバ 8 a の湾曲角が大きくなるに従って形状検出部 8 b に吸収される光量が大きくなると、光ファイバ 8 a 内に透過する光量が減少する。従って、光ファイバセンサ 8 は、光ファイバ 8 a の湾曲角に応じた光量の光信号を射出するものとなる。

【 0 0 2 7 】

光ファイバセンサ 8 は、上記の通り、例えば光ファイバ 8 a により成るので、挿入部 7 が湾曲すると、この湾曲に応じて光ファイバ 8 a が湾曲し、これに伴って光ファイバ 8 a 内を伝達する光の一部が形状検出部 8 b の光吸収体で吸収される。形状検出部 8 b の構成は、光ファイバ 8 a のクラッドの一部を取り除き、当該クラッドを取り除いた部分に光吸収部材又は色素などを塗布したものとなっている。すなわち、形状検出部 8 b は、光ファイバ 8 a の一側面に設けられ、光ファイバ 8 a の湾曲に応じて伝達する光の一部を吸収する。つまり、形状検出部 8 b は、光ファイバ 8 a の光学特性、例えば光伝達量を変化させるものである。

【 0 0 2 8 】

図 3 A は光ファイバ 8 a を形状検出部 8 b が設けられた側に湾曲したときの光伝達量を示し、図 3 B は光ファイバ 8 a を湾曲しないときの光伝達量を示し、図 3 C は光ファイバ 8 a を形状検出部 8 b が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量を示す。これら図に示すように光ファイバ 8 a の光伝達量は、光ファイバ 8 a を形状検出部 8 b が設けられた側に湾曲したときの光伝達量が最も多く、次に光ファイバ 8 a を湾曲しないときの光伝達量、次に光ファイバ 8 a を形状検出部 8 b が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量の順である。

【 0 0 2 9 】

光ファイバセンサ 8 は、1 つの形状検出部 8 b を設けることにより曲げセンサとなる。光ファイバセンサ 8 は、複数の形状検出部 8 b を挿入部 7 の長手方向及び周方向に設けることにより、挿入部 7 の全体の 3 次元形状を検出できるものとなる。

光ファイバセンサ 8 は、形状検出部 8 b に色素を添付して光を波長別に分離するなどの光学的な手段を備えてもよい。これにより、光ファイバセンサ 8 は、一本の光ファイバに複数の形状検出部 8 b を設けることが可能である。

【 0 0 3 0 】

形状検出部 8 b が設けられた光ファイバを複数束ねれば、複数点で曲げ角を検出することが実現可能である。光ファイバの 1 本当たりに設ける形状検出部 8 b の数を増加すれば、光ファイバ 8 a の本数を減少することが可能である。

複数の光ファイバ 8 a を束ねれば、光ファイバ 8 a 毎の形状検出部 8 b による光ファイバ 8 a の湾曲角の検出に対する独立性を高めることができる。これにより、形状検出部 8 b ごとの検出精度が向上し、対ノイズ性を向上することができる。

【 0 0 3 1 】

挿入部 7 には、所定の間隔、例えば 10 c m 毎の間隔で複数の形状検出部 8 b が設けられている。このような間隔で複数の形状検出部 8 b を設ければ、挿入部 7 の全体の湾曲形状を精度高く検出することができる。各形状検出部 8 b の間隔を例えば 10 c m より長く

10

20

30

40

50

すると、形状検出部 8 b の個数を減少してコストの軽減と、湾曲形状を検出するシステム構成を簡素化できる。

【 0 0 3 2 】

なお、挿入部 7 は、例えば作業員による任意の方向に湾曲させることが可能である。挿入部 7 の湾曲形状を 3 次元で検出するためには、挿入部 7 の長手方向における略同じ位置に、複数（通常は 2 個）の検出部 8 b を周方向上の異なる各位置に設ければよい。これにより、各検出部 8 b によって異なる 2 方向の湾曲量が検出できる。このように異なる 2 方向の組合せで、全ての方向の湾曲量を求める事ができるので、挿入部 7 の湾曲形状を 3 次元で検出することが可能となる。

また、光ファイバセンサ 8 の先端には、伝達した光を基端側へ反射させる反射部が含まれる。

【 0 0 3 3 】

形状センサユニット 2 3 は、光ファイバセンサ 8 に導光される光の光量の変化を検出するもので、ファイバセンサ用光源 2 4 と光検出器 2 5 とを含む。光ファイバセンサ 8 は、挿入部 7 に設けられている。ファイバセンサ用光源 2 4 と光検出器 2 5 とは、支援情報ユニット 2 2 内に設けられている。

【 0 0 3 4 】

ファイバセンサ用光源 2 4 は、検出光を射出する。ファイバセンサ用光源 2 4 から射出された検出光は、光ファイバセンサ 8 に入射し、この光ファイバセンサ 8 により導光されて光検出器 2 5 に入射する。このとき検出光は、光ファイバセンサ 8 に設けられた形状検出部 8 b を通る。形状検出部 8 b を通った光は、光ファイバセンサ 8 の先端に設けられた反射部で反射され、再び形状検出部 8 b を通った後に、光検出器 2 5 に入射する。光検出器 2 5 は、入射した光を検出し、当該検出した光の光量を図示しない信号処理回路により検出信号 D に変換して出力する。この検出信号 D は、形状算出部 3 0 に伝送される。

挿入部 7 と操作部 9 とは機械的に接続されている。操作部 9 と本体側ケーブル 1 0 も機械的に接続されている。

【 0 0 3 5 】

[内視鏡本体部]

内視鏡本体部 4 は、図 1 に示すように光源部 2 0 と、ビデオプロセッサ 2 1 と、支援情報ユニット 2 2 と、本体メモリ 4 0 とを含む。光源部 2 0 は、キセノン、ハロゲン等のランプ類、又は LED、レーザなどの半導体光源を含む。本体側ケーブル 1 0 と操作部 9 と挿入部 7 との間には、ライトガイドが挿通して設けられている。これにより、光源部 2 0 から光が射出されると、この光は、ライトガイド等を経由して挿入部 7 の先端部 7 a に設けられた照明部 1 3 から照明光として射出される。この照明光は、観察対象物 2 の内部に入射し、当該観察対象物 2 の内部空間 3 を照明する。

【 0 0 3 6 】

ビデオプロセッサ 2 1 は、挿入部 7 の先端部 7 a に搭載された撮像素子 7 d から出力される撮像信号を画像処理して観察対象物 2 の内部空間 3 における内面の観察画像を取得する。撮像素子 7 d から出力される撮像信号は、挿入部 7 と、操作部 9 と、本体側ケーブル 1 0 との間に設けられている信号線を通してビデオプロセッサ 2 1 に伝送される。ビデオプロセッサ 2 1 は、取得した観察画像を表示部 6 に表示可能な観察画像信号に変換して表示部 6 に送る。

【 0 0 3 7 】

図 4 は支援情報ユニット 2 2 の構成図を示す。支援情報ユニット 2 2 は、形状センサユニット 2 3 の一部を含む。形状センサユニット 2 3 は、光ファイバセンサ 8 と、ファイバセンサ用光源 2 4 と、光検出器 2 5 とを含む。なお、ファイバセンサ用光源 2 4 と光検出器 2 5 とは、支援情報ユニット 2 2 に含まれ、光ファイバセンサ 8 は、支援情報ユニット 2 2 に含まれないものとなっている。形状センサユニット 2 3 は、挿入部 7 の湾曲形状に対応する光量を示す検出信号 D を出力する。形状センサユニット 2 3 の構成及びその動作の詳細は、後述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

支援情報ユニット 2 2 は、挿入部 7 の観察対象物 2 の内部への挿入と抜去とを支援する作業支援部として機能する。この支援情報ユニット 2 2 は、形状センサユニット 2 3 から出力される検出信号 D を入力し、当該検出信号 D を処理して作業者の作業及び操作を支援するための支援情報、すなわち挿入部 7 の挿抜量又は回転量のうち少なくとも一方である直接操作情報 D M を出力する。この支援情報ユニット 2 2 は、検出時挿入部形状算出部（以下、形状算出部と称する）3 0 と、形状センサ制御部 3 1 と、挿入部形状時間変化導出部（以下、変化導出部と称する）3 2 と、情報記憶部 3 5 と、直接操作情報推定部 7 0 とを含む。

なお、形状センサユニット 2 3 の一部であるファイバセンサ用光源 2 4 と光検出器 2 5 とは、支援情報ユニット 2 2 内に含む。図示しないが、この形状センサユニット 2 3 は、光検出器 2 5 の出力信号を処理し、検出信号 D を出力するための信号処理回路を含む。

【 0 0 3 9 】

〔 電源投入時の動作 〕

作業者による本システム 1 への電源投入によって形状センサユニット 2 3 及び支援情報ユニット 2 2 にも電源が投入される。電源投入によって形状センサユニット 2 3 は、挿入部 7 の湾曲形状の検出が可能になる。これにより、形状センサユニット 2 3 は、挿入部 7 の形状が検出可能になったことを示す検出可能信号（Ready 信号）を形状センサ制御部 3 1 に送る。

【 0 0 4 0 】

〔 形状センサ制御部 3 1 の動作 〕

形状センサ制御部 3 1 は、検出可能信号を入力することにより形状センサユニット 2 3 が検出可能な状態であることを認識すると、第 1 乃至第 n のタイミング信号 T を出力する。この第 1 乃至第 n のタイミング信号 T は、最初のハイレベル信号を第 1 のタイミング信号とし、次のハイレベル信号を第 2 のタイミング信号とし、以下同様に、第 j のタイミング信号、第 k のタイミング信号、・・・、第 n（＝自然数）のタイミング信号とする。この第 n のタイミング信号 T の発生間隔は、目的とする支援情報の内容、作業者からの要請、支援情報ユニット 2 2 及び形状センサユニット 2 3 の動作速度などにより適宜設定可能である。第 1 乃至第 n のタイミング信号 T は、一定間隔で周期的な場合、又は第 1 乃至第 n のタイミング信号の間隔が状況に応じて変更される場合もある。

【 0 0 4 1 】

〔 形状センサユニット 2 3 の動作 〕

形状センサユニット 2 3 は、形状センサ制御部 3 1 から出力される第 1 乃至第 n のタイミング信号 T を入力し、当該第 1 乃至第 n のタイミング信号 T に応じて形状検出部 8 b から射出される光信号を入射し、当該光信号に応じた検出信号 D を出力する。光ファイバセンサ 8 そのものの動作については公知のものを利用可能であり、その説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

具体的に形状センサユニット 2 3 は、電源投入によりファイバセンサ用光源 2 4 を点灯させる。ファイバセンサ用光源 2 4 は、基本的に同じ明るさで連続発光する検出光を射出する。この検出光は、光ファイバセンサ 8 の光ファイバ 8 a の入射端に入射する。この光ファイバセンサ 8 は、光ファイバ 8 a の入射端から入射した検出光を導光し、当該検出光を同光ファイバセンサ 8 に設けられた複数の形状検出部 8 b に経由させて光ファイバ 8 a の射出端から射出させる。この光ファイバ 8 a の射出端から射出した光は、光検出器 2 5 に入射する。

【 0 0 4 3 】

このとき光ファイバセンサ 8 は、挿入部 7 の湾曲と共に湾曲すると、当該挿入部 7 の湾曲角に応じて形状検出部 8 b に吸収される光量が変化する。例えば、光ファイバ 8 a の湾曲角が大きくなるに従って形状検出部 8 b に吸収される光量が大きくなる。これにより、光ファイバ 8 a 内を透過する光量は、光ファイバ 8 a の湾曲角が大きくなるに従って減少する。このように光ファイバセンサ 8 は、挿入部 7 の湾曲角に応じた光量の光信号を射出

する。この光ファイバセンサ 8 から射出された光信号は、光検出器 25 に入射する。この光検出器 25 は、入射した光信号を受光して電気信号に変換し、この電気信号を信号処理回路によって光信号の光量に応じた検出信号 D として出力する。

【0044】

形状センサユニット 23 は、光ファイバセンサ 8 に設けられた複数の形状検出部 8b から射出される各光信号と第 1 乃至第 n のタイミング信号 T とを対応させ、かつ複数の形状検出部 8b から射出された各光信号の識別が付くように検出信号 D にフラグを付ける。この検出信号 D は、形状算出部 30 に送られる。

【0045】

[形状算出部 30 の動作]

形状算出部 30 は、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D を演算処理して挿入部 7 の形状情報である検出時挿入部形状情報（以下、挿入部形状情報と称する）F として出力する。

この形状算出部 30 は、湾曲情報メモリ 30a を含む。この湾曲情報メモリ 30a には、挿入部 7 の湾曲量と、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D により示される光量の変化との関係を示す情報が保存されている。又、湾曲情報メモリ 30a には、光ファイバセンサ 8 の複数の検出ポイントの数と、これら検出ポイントの配置位置と、これら検出ポイントで検出する湾曲方向（X 方向，Y 方向）との情報が保存されている。

【0046】

従って、形状算出部 30 は、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D と、湾曲情報メモリ 30a に保存されている当該各情報とに基づいて挿入部 7 が湾曲したときの湾曲方向と大きさを算出し、当該算出の結果を挿入部形状情報 F として出力する。

【0047】

[形状センサ制御部 31 の動作]

形状センサ制御部 31 は、形状センサユニット 23 が挿入部 7 の湾曲形状を検出するタイミングを取るためのタイミング信号 T を出力する。このタイミング信号 T は、例えば一定周期でハイレベルとなる矩形波である。ここで、n を 2 以上の自然数、j、k をそれぞれ互いに異なる n より小さい自然数、j、k の大小関係を $j < k$ とすると、形状センサ制御部 31 は、第 1 乃至第 n のタイミングでハイレベルとなる矩形波のタイミング信号 T を出力する。この第 1 乃至第 n のタイミング信号 T には、第 j のタイミング信号 T、第 k のタイミング信号 T が含まれる。

図 5 は形状センサ制御部 31 から出力されるタイミング信号 T n を示す。このタイミング信号 T は、例えば、既に第 j と第 k のタイミング信号 T j、T k を出力した状態にあるものとしている。

【0048】

[変化導出部 32 の動作]

変化導出部 32 は、形状センサ制御部 31 から出力されるタイミング信号 T を入力し、例えば、第 j のタイミング信号 T の発生時に形状算出部 30 から出力される挿入部形状情報 F（以下、第 j の挿入部形状情報 F j と称する）を入力し、かつ第 k のタイミング信号 T の発生時に形状算出部 30 から出力される挿入部形状情報 F（以下、第 k の挿入部形状情報 F k と称する）を入力する。なお、第 j の挿入部形状情報 F j は、便宜上、第 j の検出時挿入部形状を示すものとする。同様に、第 k の挿入部形状情報 F k も便宜上、第 k の検出時挿入部形状を示すものとする。

【0049】

この変化導出部 32 は、形状算出部 30 から入力した第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とを比較し、当該第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とにおける類似形状領域と被類似形状領域とを抽出し、当該抽出の結果を形状変化情報 K A として直接操作情報推定部 70 へ出力する。なお、この直接操作情報推定部 70 は、形状変化情報 K A を形状情報記憶部 70a に記憶する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

図 6 は第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とを示す。第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とでは、それぞれ互いに形状が類似した各類似形状領域 L R を含む。第 k の挿入部形状情報 F k による挿入部 7 の先端部 7 a を含む部分には、挿入部進行領域 7 s r が存在する。この挿入部進行領域 7 s r は、第 j のタイミング信号 T j の発生時点から第 k のタイミング信号 T k の発生時点までの期間中に挿入部 7 が進行した部分である。

【 0 0 5 1 】

すなわち、第 j のタイミング信号 T j の発生時点から第 k のタイミング信号 T k の発生時点までの期間中に、挿入部 7 は、作業者による操作を受けて挿入部進行領域 7 s r だけ観察対象物 2 の内部空間 3 内に進行している。当該期間中に、挿入部 7 における類似形状領域 L R の形状は、図 6 に示すように変化がない。

類似形状領域 L R の形状に変化がないのは、次の理由による。挿入部 7 は、作業者による挿入操作により観察対象物 2 の内部空間 3 の内面に倣いながら当該観察対象物 2 の内部空間 3 内に進行する。挿入部 7 の進行により当該挿入部 7 の形状は、第 j のタイミング信号 T j の発生時点から第 k のタイミング信号 T k の発生時点までの期間中においても観察対象物 2 の内部空間 3 内に倣うものとなる。従って、挿入部 7 の形状は、第 j のタイミング信号 T の発生時点での類似形状領域 L R と、第 k のタイミング信号 T の発生時点での類似形状領域 L R とにおいて変化することがない。

【 0 0 5 2 】

ここで着目する点として、第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とでは、類似形状領域 L R の各位置に対応する挿入部 7 の位置が変化していることである。すなわち、第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とでは、挿入部 7 が挿入により移動しているので、形状センサ 8 の各検出ポイントの各形状検出部 8 b から出力される各検出信号がそれぞれ異なるが、形状算出部 3 0 により算出される第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とにおいては、形状が互いに略等しい各類似形状領域 L R が存在しているものとなっている。

【 0 0 5 3 】

変化導出部 3 2 は、第 j の挿入部形状情報 F j と第 k の挿入部形状情報 F k とを比較し、比較の結果から形状が互いに略等しい類似形状領域 L R と、当該類似形状領域 L R 以外の領域を抽出する。

当該各類似形状領域 L R 以外の領域には、例えば図 7 に示すような挿入部形状非類似領域 N L R と、挿入部進行領域 7 s r と、挿入部後退領域（図示せず）との 3 つの領域が存在する。挿入部後退領域については、後述する。なお、図 7 は、作業者の操作により挿入部 7 の先端部が挿入部進行領域 7 s r の分だけ進行し、さらに操作部 9 側に挿入部形状類似領域 L R が発生している例を示す。

【 0 0 5 4 】

挿入部形状非類似領域 N L R は、単純に形状が明らかに異なる領域である。挿入部進行領域 7 s r は、例えば第 j のタイミング信号 T j の発生時点では存在していなかった領域に、第 k のタイミング信号 T k の発生時点で新たに現れた領域である。

挿入部後退領域は、例えば第 j のタイミング信号 T j の発生時点では存在していた領域で、第 k のタイミング信号 T k の発生時点で消滅した領域である。すなわち、挿入部後退領域は、挿入部進行領域 7 s r とは逆に、挿入部 7 が後退することにより、例えば挿入部形状類似領域 L R の一部が欠落したようになる状態である。

【 0 0 5 5 】

図 7 に示す挿入部 7 の形状の場合、変化導出部 3 2 は、形状が互いに略等しい各挿入部類似形状領域 L R と、互いに異なる領域である挿入部形状非類似領域 N L R と、第 k のタイミング信号 T k の発生時点に現れる挿入部進行領域 7 s r とを抽出し、当該抽出の結果を形状変化情報 K A として直接操作情報推定部 7 0 へ出力する。

[直接操作情報推定部 7 0 の動作]

10

20

30

40

50

直接操作情報推定部 70 は、作業者が行った作業者の操作である、挿抜操作と回転操作とのうち少なくとも一方を推定し、直接操作情報 DM として出力する。この直接操作情報推定部 70 は、挿入部 7 の形状変化が作業者による操作の結果であるものと仮定し、第 j のタイミング信号 T j の発生時点から第 k のタイミング信号 T k の発生時点までの期間に行った操作を、変化導出部 32 により導出された形状変化情報 K A に基づいて推定し、直接操作情報 DM として出力する。

【0056】

第 j の挿入部形状 F j は、図 6 に示すように挿入開口 2 a より観察対象物 2 の内部空間 3 側において、ほぼ全体が挿入部類似形状領域 L R になっている。第 k の挿入部形状 F k では、作業者の操作により挿入部進行領域 7 s r の分だけ観察対象物 2 の内部空間 3 の奥に進行している。

10

従って、直接操作情報推定部 70 は、作業者が挿入方向の押し込み操作を行い、挿入部進行領域 7 s r の分だけ挿入部 7 が観察対象物 2 の内部空間 3 に進行したと推測する。

直接操作情報推定部 70 は、操作の種類が押し込みであり、操作方向が挿入開口 2 a から露出している挿入部 7 の中心軸方向であることを推測する。挿入部 7 の挿抜量は、挿入部進行領域 7 s r の長さとなる。

【0057】

なお、本実施の形態で用いている形状センサユニット 23 は、挿入部 7 の湾曲方向を検出することが可能である。これにより、第 j と第 k のタイミング信号 T j 、T k の各発生時点において各挿入部類似形状領域 L R が同じ形状であっても、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D から挿入部 7 の操作の状態の一つとして、X 方向、Y 方向等の湾曲方向が判定できる。例えば、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D から X 方向と Y 方向とに対して挿入部 7 に変化が無ければ、直接操作情報推定部 70 は、挿入部 7 が単に挿入されているもの推定する。一方、同検出信号 D から X 方向と Y 方向とに対して挿入部 7 に変化があれば、直接操作情報推定部 70 は、挿入部 7 に対して回転操作がされているものと推定する。

20

【0058】

なお、挿入部 7 における挿入部類似形状領域 R L の先端側には、図 6 に示すような挿入部進行領域 7 s r、挿入部後退領域、又は挿入部形状非類似領域 N L R のいずれもが存在しない場合がある。この場合、挿入部 7 の先端が停止していることを示す。

30

挿入部類似形状領域 L R よりも操作部 9 側には、挿入部非類似形状領域 N L R が存在する場合がある。この場合、挿入部非類似形状領域 N L R は、作業者の操作、すなわち挿入によって生じていることが分かる。直接操作情報推定部 70 は、第 j の挿入部非類似形状領域 N L R から第 k の挿入部非類似形状領域 N L R に変化するために必要な挿抜量を推定する。

【0059】

図 7 に示すように作業者の操作により挿入部 7 の先端部が挿入部進行領域 7 s r の分だけ進行し、さらに操作部 9 側に挿入部形状類似領域 L R が発生している場合、作業者の操作の方向は、挿入部 7 の挿入方向となる。操作の量は、挿入部進行領域 7 s r の長さに挿入部非類似形状領域 N L R を生じるのに必要な挿抜量を合わせた長さと同程度の量となる。

40

【0060】

挿入部進行領域 7 s r の長さは、例えば図 6 に示すように挿入部 7 の形状の特徴部 C r j と、特徴部 C r k とをそれぞれ検出するセンサ、ここでは形状センサユニット 23 の光ファイバセンサ 8 に設けられた各形状検出部 8 b の挿入部 7 上の位置などから推定することが出来る。各特徴部 C r j 、C r k は、それぞれ挿入部 7 が湾曲した位置としたが、第 j 、第 k の挿入部類似形状領域 L R 上で、互いに同じ位置であれば、例えば挿入部類似形状領域 L R の先端など、その他の位置でもかまわない。なお、特徴部 C r j は、第 j のタイミング信号 T の発生時点に現れている形状部分であり、特徴部 C r k は、第 k のタイミング信号 T の発生時点に現れている形状部分である。

50

【 0 0 6 1 】

ここで、第 j のタイミング信号 T_j の発生時において、挿入部 7 の先端部 7 a から例えば 20 cm の位置に配置された形状検出部 8 b が丁度特徴部 C_{rj} の頂点と一致していると、当該特徴部 C_{rj} の位置は、挿入部 7 の先端から 20 cm の位置であると分かる。

第 k の挿入部形状 F_k の発生時において、挿入部 7 の先端部 7 a から例えば 30 cm の位置に配置された別の形状検出部 8 b と、同先端部 7 a から例えば 40 cm の位置に配置された別の形状検出部 8 b との中間の位置に配置されたさらに別の形状検出部 8 b が丁度特徴部 C_{rk} の頂点と一致していると、当該特徴部 C_{rk} の位置は、挿入部 7 の先端から 35 cm の位置であると分かる。

【 0 0 6 2 】

これにより、観察対象物 2 の内部空間 3 への挿入部 7 の挿抜量、すなわち挿入部進行領域 GR の長さは、第 j のタイミング信号 T_j の発生時の特徴部 C_{rj} の位置 (35 cm) と、第 k のタイミング信号 T_k の発生時の特徴部 C_{rk} の位置 (20 cm) との差で $35\text{ cm} - 20\text{ cm} = 15\text{ cm}$ となる。

【 0 0 6 3 】

図 7 に示すように、挿入部 7 に非類似形状領域 NLR が存在する場合、挿入部 7 の挿抜量は、さらに挿入部 7 における非類似形状領域 NLR の長さの差も加える必要がある。この場合では、挿入部 7 における非類似形状領域 NLR が挿入部類似形状領域 LR の操作部 9 側にあるので、各特徴部 C_{rj} 、 C_{rk} の位置を用いての挿入部進行領域 GR の長さの算出が出来ない。

【 0 0 6 4 】

このような場合、直接操作情報推定部 70 は、第 j の挿入部非類似形状領域 NLR から第 k の挿入部非類似形状領域 NLR に変化するために必要な挿抜量を推定する。そして、第 j の挿入部非類似形状領域 NLR から第 k の挿入部非類似形状領域 NLR に変化するために必要な挿抜量が例えば 5 cm であったとすると、直接操作情報推定部 70 は、挿入部 7 の挿抜量を先に求めた 15 cm に 5 cm を加えた量である 20 cm として算出する。

【 0 0 6 5 】

なお、第 j の挿入部形状情報 F_j と第 k の挿入部形状情報 F_k との比較は、変化導出部 32 において行っているが、直接操作情報推定部 70 が変化導出部 32 の機能を含んでもよい。すなわち、直接操作情報推定部 70 は、形状情報記憶部 70 a に記憶されている例えば第 j の挿入部形状情報 F_j と第 k の挿入部形状情報 F_k とを読み出し、これら第 j の挿入部形状情報 F_j と第 k の挿入部形状情報 F_k とを比較して挿入部 7 の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報 DM を推定するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

第 1 の実施の形態では、第 j の挿入部形状情報 F_j と第 k の挿入部形状情報 F_k との比較を変化導出部 32 において行っているが、直接操作情報推定部 70 が変化導出部 32 の機能を含む場合、当該変化導出部 32 は必要無い。形状センサ制御部 31 と検出時挿入部形状算出部 30 の出力は、直接操作情報推定部 70 に入力する。

【 0 0 6 7 】

[情報記憶部 35 の記憶情報]

情報記憶部 35 には、形状センサユニット 23 から出力される検出信号 D と、支援情報ユニット 22 内で伝送される各種情報、例えば挿入部形状情報 F と、形状変化情報 KA とがタイミング信号 T に紐付けされて記憶されている。

また、情報記憶部 35 には、光ファイバセンサ 8 に設けられている複数の光吸収体 8 a の各位置情報と、挿入部 7 の湾曲角と光ファイバセンサ 8 内に配設されている光ファイバの湾曲角に応じた光量を示す検出信号 D との対応情報が記憶されている。

【 0 0 6 8 】

情報記憶部 35 は、支援情報ユニット 22 内の形状算出部 30 と、形状センサ制御部 31 と、変化導出部 32 と、直接操作情報推定部 70 との各間で図示しない経路を通して情報の授受が可能になっている。この情報記憶部 35 に保存されている情報は、作業者に

10

20

30

40

50

り適宜読み出し可能である。

【0069】

情報記憶部35と、各本体メモリ40と、湾曲情報メモリ30aと、操作情報メモリ34aとは、同一のメモリデバイスの記憶領域をそれぞれに対応付けて用いることが可能である。共通する情報については、本体メモリ40、湾曲情報メモリ30a、操作情報メモリ34a又は情報記憶部35のうちいずれかのメモリに一箇所に記憶させておき、図示しない経路を通じて本体メモリ40、湾曲情報メモリ30a、操作情報メモリ34a、又は情報記憶部35から読み出し可能にすることが可能である。

【0070】

次に、上記の通りに構成された装置の動作について説明する。

10

形状センサ制御部31は、検出可能信号を入力することにより形状センサユニット23が検出可能な状態であることを認識すると、第1乃至第nのタイミング信号Tを出力する。

【0071】

形状センサユニット23は、形状センサ制御部31から出力される第1乃至第nのタイミング信号Tを入力し、当該第1乃至第nのタイミング信号Tに応じて形状検出部8bから射出される挿入部7の湾曲角に応じた光量の光信号を入射し、当該光信号に応じた検出信号Dを出力する。

【0072】

検出時挿入部形状算出部30は、上記同様に、形状センサユニット23から出力される検出信号Dを入力し、この検出信号D（光量）に基づいて挿入部7が湾曲したときの湾曲の方向と大きさを算出し、挿入部形状情報F、例えば第jの挿入部形状情報F_jと第kの挿入部形状情報F_kとして出力する。

20

【0073】

変化導出部32は、挿入部形状情報F_jと挿入部形状情報F_kを比較し、形状が互いに略等しい各挿入部類似形状領域LRと、互いに異なる領域である挿入部形状非類似領域NL_Rと、第kのタイミング信号T_kの発生時点に現れる挿入部進行領域7_s_r、又は挿入部後退領域を抽出し、抽出の結果を形状変化情報KAとして出力する。

【0074】

直接操作情報推定部70は、変化導出部32から出力される形状変化情報KAに基づき、挿抜量または回転量の少なくとも一方である直接操作情報DMを算出する。

30

このように上記第1の実施の形態によれば、形状算出部30から出力される挿入部形状情報F、例えばそれぞれ異なる検出タイミングで取得される第jの挿入部形状情報F_jと、第kの挿入部形状情報F_kとを入力し、これら第jの挿入部形状情報F_jと第kの挿入部形状情報F_kとに基づいて、挿入部7の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報DMを推定するので、挿入部7の挿抜量又は回転量を検出することができる。例えば、内視鏡で病変部を発見した場合、患者等の観察対象物3に対して、内視鏡の画像で操作者が確認できる既知の部位、例えばS字結腸や脾湾曲を抜けた場所を基準に、どの程度挿入部7を挿入及び回転した位置に病変部が在るのが分かる。これにより、再度、病変部に対する観察や処置をしようとした場合でも、病変部を簡単に見つけることができる。

40

【0075】

なお、支援情報ユニット22には、図示しないが、任意の時点で挿抜量や回転量の基準を決める、すなわち挿抜量や回転量を0にするキャリブレーション機能を有していても良い。操作者が内視鏡装置の表示部6に表示される画像を見て、挿入部7の位置が特定出来る例えばS字結腸や脾湾曲を抜けた場所等に到達すると、操作者は、キャリブレーション機能を有効にする。

【0076】

キャリブレーション機能を有効にする方法としては、例えばキャリブレーション用のスイッチを有し、当該スイッチをオンにすることで挿抜量や回転量が“0”に戻るようす

50

る。これにより、操作者が位置を特定出来る場所、すなわち観察対象物 2 の内部空間 3 の既知の場所に対する挿抜量や回転量を検出できるようになる。

【 0 0 7 7 】

[変形例]

ここで、直接操作情報推定部 7 0 が直接操作情報 D M を算出するその他の方法について、変化導出部 3 2 の動作を含め、図 8 を参照して説明する。

図 8 は、第 j と第 k の挿入部形状情報 F j 、 F k にそれぞれ 3 つの湾曲部が存在し、その頂点間の距離が互いに略等しくなっていることを示す。すなわち、挿入部形状情報 F (F j 、 F k) における 3 つの頂点の座標から算出される間隔、および方向が互いに略等しい頂点の関係が存在している。

10

【 0 0 7 8 】

変化導出部 3 2 は、まず、挿入部形状における湾曲部の頂点の座標を特徴部として算出する。抽出した 3 つの特徴部は、それぞれ第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1 、 R W 2 、 R W 3 と称する。これは挿入部形状情報 F (F j 、 F k) から容易に求めることができる。

次に、変化導出部 3 2 は、各頂点の座標間の距離、および相対的な方向を算出する。すなわち、第 j の挿入部形状情報 F j において、第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1 、 R W 2 、 R W 3 の相対的な位置関係、間隔を求める。

【 0 0 7 9 】

変化導出部 3 2 は、同様に、第 k の挿入部形状情報 F の第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1 、 R W 2 、 R W 3 についても相対的な位置関係、間隔を求める。そして、これらの相対的な位置関係、間隔の情報を直接操作情報推定部 7 0 に出力する。

20

ここで、これらの相対的な位置関係、間隔の情報は、各座標の情報を共通の座標軸上に配置するようにしても良いし、間隔としてのスカラー量の情報と、ベクトルとしての方向情報として求めても良い。また、複数の特徴点の相対的な位置関係を比較できる技術・手法であればどのようなものを用いることも出来る。

【 0 0 8 0 】

次に、直接操作情報推定部 7 0 は、前述の相対的な位置関係、間隔を比較し、同じ位置関係、間隔の特徴部 (R W 1 、 R W 2 、 R W 3) を抽出する。湾曲部の頂点は、周囲に何もない状態であればなるべく直線状になるはずの内視鏡の挿入部 7 が観察対象物 2 の内部構造により湾曲させられている可能性が高い。さらにその頂点部は観察対象物 2 に接触している可能性が高い。また、観察対象物 2 も、その管孔形状の特徴から、湾曲して内視鏡の挿入部 7 と接触し易い場所もある程度は決まっている。これらより、湾曲部の頂点部の相対的な位置関係、間隔が略等しい場合、観察対象物 2 の同じ内壁面と接触している可能性が高く、すなわち同じ場所に存在していると推定される。

30

【 0 0 8 1 】

第 j と第 k の挿入部形状情報 F における第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1 、 R W 2 、 R W 3 の相対的な位置関係が略等しいので、直接操作情報推定部 7 0 は、第 j と第 k の挿入部形状情報 F における第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1 、 R W 2 、 R W 3 はそれぞれ、観察対象物 2 に対し同じ場所にあると判断する。

40

【 0 0 8 2 】

さらにこの情報に基づいて直接操作情報推定部 7 0 は、挿入部 7 の移動の方向、移動の量を求める。すなわち、移動の方向については、第 j の挿入部形状情報 F j と、第 k の挿入部形状情報 F k とを比較すると、挿入部進行領域 7 s r の分だけ観察対象物 2 の内部に伸びていることが分かる。そこで移動の方向は " 挿入方向 " であり、移動の量は " 挿入部進行領域 7 s r の長さと同程度の長さ " となる。なお、移動の量の求め方については前述と同様に求めることが可能である。

【 0 0 8 3 】

上記の方法により、第 j と第 k の挿入部形状情報 F j 、 F k が全体的に異なる形状で、

50

挿入部類似形状領域 L R が抽出できないような場合でも、第 j と第 k の挿入部形状情報 F_j、F_kにおける第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1、R W 2、R W 3 を抽出することにより、観察対象物 2 に対し同じ場所にあると判断出来るようになり、挿抜量や回転量を求める事が出来るようになる。

【 0 0 8 4 】

なお、本実施の形態は、内視鏡本体部 4 として光源部 2 0 と、ビデオプロセッサ 2 1 と、支援情報ユニット 2 2 との 3 つのユニットを含む例について示したが、これに限ることはない。内視鏡本体部 4 は、例えばプリンタを備えてもよい。内視鏡本体部 4 は、様々な処置や治療に必要な医療機器、さらには内視鏡システム 1 に接続可能なものの全てを備えてもよい。

10

【 0 0 8 5 】

光源部 2 0 と、ビデオプロセッサ 2 1 と、支援情報ユニット 2 2 とは、内視鏡本体部 4 の内部でそれぞれ別に機能しているが、これに限らない。光源部 2 0 と、ビデオプロセッサ 2 1 と、支援情報ユニット 2 2 とは、内視鏡本体部 4 の内部において 1 つの処理ユニットとして機能するようにしてもよい。光源部 2 0 とビデオプロセッサ 2 1 との一部の機能は、支援情報ユニット 2 2 内に組み込んでよい。さらに、内視鏡本体部 4 は、光源部 2 0、ビデオプロセッサ 2 1、支援情報ユニット 2 2 の 3 つのユニット以外のユニットと一体化することもできる。

【 0 0 8 6 】

支援情報ユニット 2 2 は、形状算出部 3 0 と、形状センサ制御部 3 1 と、変化導出部 3 2 と、直接操作情報推定部 7 0 との各機能を 1 つの処理ユニットとして纏めて構成することが可能である。

20

これに対して支援情報ユニット 2 2 は、形状算出部 3 0 と、形状センサ制御部 3 1 と、変化導出部 3 2 と、直接操作情報推定部 7 0 との各機能をそれぞれ独立したユニットとして構成することも可能である。

支援情報ユニット 2 2 は、別のユニットと組み合わせるなど、ユーザの利便性や設計のし易さ、コストなど、様々な事情を考慮して自由に組み合わせることが可能である。

[第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態について図 9 を参照して説明する。なお、本実施の形態では、上記第 5 の実施の形態と共通の部分についてはその説明を省略し、相違する部分

30

についてのみ詳細に説明する。
図 9 は、本発明の挿抜装置を適用した内視鏡システムの第 2 の実施の形態である支援情報ユニット 2 2 を示す構成図である。この支援情報ユニットは、直接操作情報推定部 7 0 を含む。

【 0 0 8 7 】

この直接操作情報推定部 7 0 は、観察対象物 2 の内部空間 3 の形状である対象物内部形状情報 I M が予め記憶された形状情報記憶部 7 0 a を含む。図 1 0 A は対象物内部形状情報 I M の一例の模式図を示す。対象物内部形状情報 I M は、例えば人体の大腸の形状を示す。対象物内部形状情報 I M は、人体の大腸の形状に限るものでなく、例えば食道から胃部、血管などの形状でもよい。

40

【 0 0 8 8 】

直接操作情報推定部 7 0 は、形状算出部 3 0 から出力される挿入部形状情報 F、例えば第 k の挿入部形状情報 F_kと、形状情報記憶部 7 0 a に記憶されている対象物内部形状情報 I M とを比較して直接操作情報 D M を推定する。

まず、直接操作情報推定部 7 0 は、例えば第 k の挿入部形状情報 F_kを含む挿入部形状情報 F と対象物内部形状情報 I M との比較結果から挿入部 7 上において形状が類似している領域を挿入部・対象物類似形状領域 S F として抽出する。図 1 0 B は例えば第 k の挿入部形状情報 F_kを含む挿入部形状情報 F における挿入部・対象物類似形状領域 S F b を示す。

【 0 0 8 9 】

50

次に、挿入部 7 の挿抜量を推定する方法について説明する。

図 1 1 A は、対象物内部形状情報 I M 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F a に対する、特定部位である入口 8 0 a の相対位置 ΔP を示し、図 1 1 B は、挿入部形状情報 F 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F b に対する、特定部位である入口 8 0 a の相対位置 ΔP を示す。対象物内部形状情報 I M 上には、特定部位である入口 8 0 a が含まれる。この入口 8 0 a は、既知の情報として形状情報記憶部 7 0 a に記憶されている。

【 0 0 9 0 】

直接操作情報推定部 7 0 は、図 1 1 A に示すように対象物内部形状情報 I M 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F a に対する、特定部位である入口 8 0 a の相対位置 ΔP を算出する。

10

直接操作情報推定部 7 0 は、挿入部形状情報 F 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F b に対する相対位置 ΔP 、すなわち挿入部形状情報 F 上における特定部位である入口 8 0 b の位置を算出する。

そして直接操作情報推定部 7 0 は、挿入部形状情報 F 上における入口 8 0 b の位置から当該挿入部形状情報 F の先端までの長さ、すなわち入口 8 0 b からの挿入部 7 の挿抜量を求める。

【 0 0 9 1 】

このように直接操作情報推定部 7 0 は、形状情報記憶部 7 0 a に記憶されている対象物内部形状情報 I M とに基づいて挿入部形状情報 F における特定部位の位置、例えば観察対象物 2 における内部空間 3 の入口 8 0 b の位置を推定することによって当該入口 8 0 b から挿入部 7 の先端部 7 a までの長さを求め、当該長さから観察対象物 2 の内部空間 3 に挿入した挿入部 7 の挿抜量を算出することができる。

20

【 0 0 9 2 】

なお、本実施の形態は、時間的経過に従った挿入部 7 の形状変化を比較していないので、形状センサ制御部 3 1 及び変化導出部 3 2 は必須でないものとなっている。これにより、図 9 に示す支援情報ユニット 2 2 は、形状センサ制御部 3 1 及び変化導出部 3 2 を含まない構成となっている。

【 0 0 9 3 】

次に、上記の通りに構成された装置の動作について説明する。

検出時挿入部形状算出部 3 0 は、上記同様に、形状センサユニット 2 3 から出力される検出信号 D (光量) に基づいて挿入部 7 が湾曲したときの湾曲の方向と大きさを算出し、挿入部形状情報 F、例えば第 k の挿入部形状情報 F k として出力する。

30

【 0 0 9 4 】

直接操作情報推定部 7 0 は、形状算出部 3 0 から出力される挿入部形状情報 F、例えば第 k の挿入部形状情報 F k と、形状情報記憶部 7 0 a に記憶されている対象物内部形状情報 I M とを比較する。

比較の結果、直接操作情報推定部 7 0 は、図 1 0 A、1 0 B に示すように対象物内部形状情報 I M と、挿入部 7 の形状が類似している形状である、挿入部・対象物類似形状領域 S F a、S F b を抽出する。

【 0 0 9 5 】

直接操作情報推定部 7 0 は、図 1 1 A に示すように対象物内部形状情報 I M 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F a に対する、特定部位である入口 8 0 a の相対位置 ΔP を算出する。

40

次に、挿入部形状情報 F 上における挿入部・対象物類似形状領域 S F b に対する相対位置 ΔP 、すなわち挿入部形状情報 F 上における特定部位である入口 8 0 b の位置を算出する。

【 0 0 9 6 】

そして、直接操作情報推定部 7 0 は、挿入部形状情報 F 上における入口 8 0 b の位置から当該挿入部形状情報 F の先端までの長さ、すなわち入口 8 0 b からの挿入部 7 の挿抜量である、直接操作情報 D M を推定する。なお、回転量については、第 1 の実施の形態と同

50

様に求める事が出来る。

【 0 0 9 7 】

このように上記第 2 の実施の形態によれば、形状算出部 3 0 から出力される挿入部形状情報 F (例えば第 k の挿入部形状情報 F k)と、形状情報記憶部 7 0 a に記憶されている対象物内部形状情報 I Mとを比較して直接操作情報 D Mを推定するので、上記第 1 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 9 8 】

上記第 1 の実施の形態では、ある時点の状態からの相対的な直接操作情報、すなわち挿入部 7 の挿抜量、回転量の相対的な変化が分かるが、観察対象物 2 の内部空間 3 に対する絶対的な直接操作情報は分からない。このため、上記第 1 の実施の形態では、観察対象物 2 の内部空間 3 に対する直接操作情報を検出したい場合、例えば、操作者が内視鏡装置の表示部 6 に表示される画像を見て、挿入部 7 の位置が特定出来る場所、例えば S 字結腸や脾湾曲を抜けた場所でキャリブレーションボタンを押す等の作業が必要である。

これに対して上記第 2 の実施の形態では、観察対象物 2 の内部空間 3 に対する挿入部 7 の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方を含む直接操作情報 D Mを推定できる。

[変形例]

次に、挿入部 7 の挿抜量を推定するその他の方法について図 1 2 A、図 1 2 B を参照して説明する。

図 1 2 B は挿入部形状情報 F を示し、3 つの湾曲部である第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a が存在する。そして、図 1 2 A は対象物内部形状情報 I M を示し、第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a の頂点間の間隔、および方向が互いに等しい湾曲部 (第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 b、R W 2 b、R W 3 b) の頂点が存在する。

【 0 0 9 9 】

直接操作情報推定部 7 0 は、先ず、挿入部形状における、湾曲部の頂点の座標を特徴部として算出する。これは挿入部形状情報 F から容易に求めることができる。

次に、直接操作情報推定部 7 0 は、各頂点の座標間の距離、および相対的な方向を算出する。すなわち、第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a の相対的な位置関係、間隔を求める。

次に、直接操作情報推定部 7 0 は、対象物内部形状情報 I M から第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a の相対的な位置関係と略等しい位置関係にある湾曲部の第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 b、R W 2 b、R W 3 b を抽出する。

【 0 1 0 0 】

ここで、これらの相対的な位置関係、間隔の情報は、各座標の情報を共通の座標軸上に配置するようにしても良いし、間隔としてのスカラー量の情報と、ベクトルとしての方向情報として求めても良い。また、複数の特徴点の相対的な位置関係を比較できる技術・手法であればどのようなものを用いることも出来る。

【 0 1 0 1 】

第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a と、第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 b、R W 2 b、R W 3 b とは、それぞれ同じ位置関係にあると推測できるので、直接操作情報推定部 7 0 は、対象物内部形状情報 I M に対する挿入部形状情報 F の位置関係も推測することが出来る。この情報に基づいて直接操作情報推定部 7 0 は、観察対象物 2 の内部空間 3 に対する挿入部の移動の方向、移動の量を求める。

【 0 1 0 2 】

上記の方法により、対象物内部形状情報 I M と挿入部形状情報 F が全体的に異なる形状で、挿入部・対象物類似形状領域 S F b が抽出できないような場合でも、対象物内部形状情報 I M と挿入部形状情報 F における第 2 の頂点部間距離同一領域 R W 1 a、R W 2 a、R W 3 a、及び R W 1 b、R W 2 b、R W 3 b を抽出することにより、観察対象物に対し同じ場所にあると判断出来るようになり、観察対象物 2 の内部空間 3 に対する挿抜量や回転量を求める事が出来るようになる。

【 0 1 0 3 】

なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されるものでない。

上記各実施の形態では、図 1 3 に示すように一定形状生成アタッチメント（以下、アタッチメントし省略する）9 0 を設けてもよい。アタッチメント 9 0 は、観察対象物 2 に対して位置が固定される。このアタッチメント 9 0 は、筒状に形成され、筒内部に挿入部 7 が挿抜される。このアタッチメント 9 0 には、特徴的な形状として湾曲した湾曲部 9 1 が形成されている。このアタッチメント 9 0 には、湾曲部 9 1 によって当該アタッチメント 9 0 内を通過する挿入部 7 の一部の領域に、一定の湾曲形状を成形するものである。

【 0 1 0 4 】

挿入部 7 は、観察対象物 2 に対して挿抜する際に、アタッチメント 9 0 内に通過するので、アタッチメント 9 0 に対応する領域に湾曲部が形成される。具体的に、アタッチメント 9 0 は、例えば、波形をした挿入部 7 が本アタッチメント 9 0 内を通過可能な筒状に形成されているが、その他の形状でもよい。このアタッチメント 9 0 は、挿入部 7 が通過可能な範囲で湾曲等の特徴的な形状を有するのが好ましく、さらには観察対象物 2 の内部形状が取り得ない形状が好ましい。

【 0 1 0 5 】

アタッチメント 9 0 は、湾曲形状に限らず、他の箇所と区別可能であれば、直線形状の筒に形成してもよい。例えばアタッチメント 9 0 は、観察対象物 2 の内部形状が取り得ない長さの直線の筒形状に形成してもよい。図 1 4 A 乃至図 1 4 C は、それぞれアタッチメント 9 0 の他の形状の例を示す。図 1 4 A は湾曲部が形成されたアタッチメント 9 0 を示す。図 1 4 B は予め設定された小さな湾曲率で湾曲するアタッチメント 9 0 を示す。図 1 4 C は上記のように観察対象物 2 の内部形状が取り得ない長さの直線の筒形状に形成されたアタッチメント 9 0 を示す。

【 0 1 0 6 】

アタッチメント 9 0 の筒状の径は、挿入部 7 の径に対して大きすぎるより、少し大きい程度の方が好ましい。これにより、挿入部 7 がアタッチメント 9 0 の形状に沿うような形状に形成される。挿入部 7 をアタッチメント 9 0 の内部に通過させることで、挿入部 7 の一部の形状を湾曲等の一定の形状に保つことができる。

又、アタッチメント 9 0 は、観察対象物 2 に対して位置が変化しないように固定する。例えば、観察対象物 2 における内部空間 3 の入口 8 0 a に差し込むようにしても良いし、

【 0 1 0 7 】

観察対象物 2 の内部形状が大きく変化し、例えば図 1 5 に示すように、類似形状領域 L R や、第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1、R W 2、R W 3 を抽出することが困難な場合も考えられる。このように、類似形状領域 L R や、第 1 の頂点部間距離同一領域 R W 1、R W 2、R W 3 を抽出することが困難な場合でも、アタッチメント 9 0 を使用することにより、挿入部 7 には、観察対象物 2 に対して一定の位置で、湾曲部 9 1 が一定の形状を形成するようになる。そして、アタッチメント 9 0 により挿入部 7 上に形成した湾曲部 9 1 等の形状を類似形状領域 L R として抽出し、直接操作情報 D M を推定できる。

なお、アタッチメント 9 0 は、上記図 1 3 において観察対象物 2 の外部に設置しているが、これに限らず、観察対象物 2 の内部に設置するようにしてもよい。

【 0 1 0 8 】

上記第 1 乃至第 2 の実施の形態は、図 1 6 に示すように観察対象物 3 の内部空間 3 に対する挿入部 7 の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方の直接操作情報 D M を直接検出する挿抜回転量センサ 1 0 0 を設けてもよい。

このような場合、直接操作情報推定部 7 0 は、挿抜回転量センサ 1 0 0 により検出される直接操作情報 D M を補正する。

【 0 1 0 9 】

挿抜回転量センサ 1 0 0 は、例えばエンコーダ、又はスペckルセンサで挿入部 7 の挿抜量又は回転量のいずれか一方又は両方検出する。しかし、エンコーダ又はスペckルセ

10

20

30

40

50

ンサは、読み飛ばしにより誤差が発生する可能性があるので、当該誤差を直接操作情報推定部 70 が推定した直接操作情報 DM により補正する。これにより、直接操作情報推定部 70 は、より精度の高い挿抜量又は回転量の直接操作情報 DM を推定することができる。

【0110】

また、挿抜回転量センサ 100 が観察対象物 2 の内部空間 3 に対する絶対的な挿抜量又は回転量を検出が出来ないセンサを使用した場合、上記第 2 の実施の形態における直接操作情報推定部 70 により推定した観察対象物 3 の内部空間 3 に対する挿入部 7 の挿抜量と回転量とのうち少なくとも一方の直接操作情報 DM を用いて補正することにより、観察対象物 2 の内部空間 3 に挿入される挿入部 7 の絶対位置の挿抜量、回転量を推定可能となる。

10

【0111】

又、形状センサ 8 は、光ファイバセンサを用いてきたが、これに限らない。

観察対象物 2 の内部での挿入部 7 の形状を検出可能なものであれば、どのようなものでもかまわない。例えば、複数の磁気コイルを挿入部 7 内に配置し、外部に磁気アンテナを配置したものでもかまわない。この場合、アンテナとの絶対的な位置が確認できるため、前述の挿抜量センサを用いる必要はない。

【0112】

X 線カメラを用いてもかまわない。医療用内視鏡の場合、X 線カメラで生体内部での挿入部 7 の形状、生体との相対位置を確認する手技は古くから知られている。この場合、生体内の臓器の位置、形状などもおおよそ確認できるため、観察対象物 2 の内面プロファイルの精度や確度の向上にもつなげることが出来る。なお、X 線カメラの場合、1 台のみを用いると 2 次元データしか得られない。この場合、上述した構成、動作を 2 次元的に処理することで対応することが出来る。3 次元情報の場合と比較して情報量は減るが、一定程度の効果を奏することが期待できる。

20

【0113】

また、上述した全ての実施形態において、内視鏡に搭載するセンサは、形状センサとしての光ファイバセンサ 8 のみの例を示したが、これに限らない。例えば、図 17 に示すように、内視鏡の能動湾曲部 7b の湾曲操作を検出するために操作ハンドル 11 の操作量を直接検出できる操作量センサ 110 を観察対象物 2 の挿入開口 2a に設置し、操作量センサ 110 からの出力である操作量、すなわち能動湾曲部 7b の湾曲量を用いることで、上述した全ての実施形態において形状センサが検出していた挿入部形状情報 F の一部を検出することが出来る。

30

【0114】

上述の実施形態、およびその変形例では、内視鏡を題材に例示してきたが、これに限らない。可撓性を有する挿入部 7 を管孔内に挿入し、所望の作業を行うような挿入/抜去作業システム全てに対し、本発明は好適である。例えば、内視鏡の鉗子チャンネルに挿入して処置を行う処置具や鉗子、血管やリンパ管内に挿入して様々な処置を行うカテーテル、さらには工業配管のメンテナンスを行う工業用の様々な観察/補修デバイスなどは特に好適である。これらの挿入/抜去作業システムの一部は能動操作を行う機能を有していない場合がある。その場合は作業操作情報 L は“湾曲操作”を持たないが、それ以外は上述した説明とほぼ同じ手法、動作、機能により目的を達成することが出来る。

40

なお、これまで述べてきた実施形態およびその変形例は一例に過ぎず、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【符号の説明】

【0115】

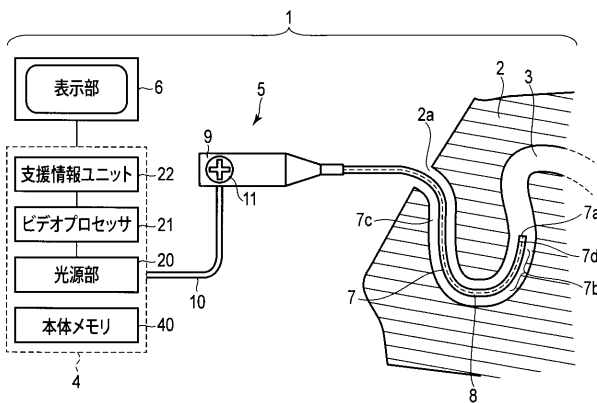
1：内視鏡システム、2：観察対象物、2a：挿入開口、3：内部空間（空洞）、4：内視鏡本体部、5：内視鏡スコープ部、6：表示部、7：内視鏡挿入部（挿入部）、7a：挿入部の先端部、7b：能動湾曲部、7c：受動湾曲部、7d：撮像素子、7e：対物レンズ、8：形状センサ（光ファイバセンサ）、8a：光吸収体（形状検出部）、9：操作部、10：本体側ケーブル、11：操作ハンドル、12：鉗子チャンネル、13：照明

50

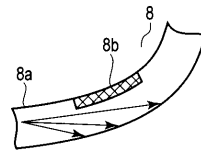
部、21：ビデオプロセッサ、20：光源部、22：支援情報ユニット、23：形状センサユニット、24：ファイバセンサ用光源、25：光検出器、30：検出時挿入部形状算出部（形状算出部）、31：形状センサ制御部、32：挿入部形状時間変化導出部（変化導出部）、33：未然挿入部形状推定部（未然形状推定部）、34：作業者操作情報推定部（操作推定部）、34a：操作情報メモリ、35：情報記憶部、30a：湾曲情報メモリ、40：本体メモリ、50：内面プロファイル情報推定部（プロファイル推定部）、50a：未然情報メモリ、60：観察対象物負荷推定部、70：直接操作情報推定部、70a：形状情報記憶部、80a：挿入部形状情報上における観察対象物の内部空間の入口、80b：挿入部形状情報上における観察対象物の内部空間の入口、90：アタッチメント、91：湾曲部、100：挿抜回転量センサ。110：操作量センサ、111：挿抜量センサ。

10

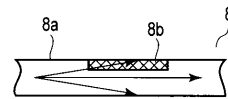
【図1】



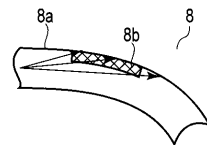
【図3A】



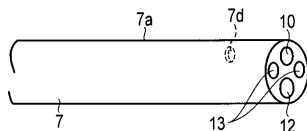
【図3B】



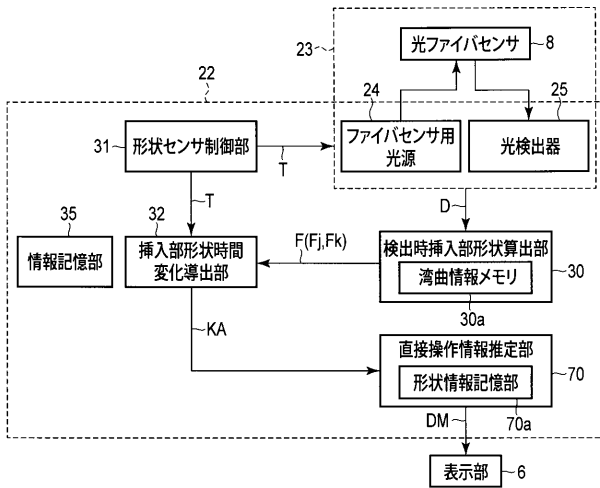
【図3C】



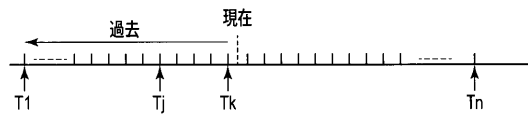
【図2】



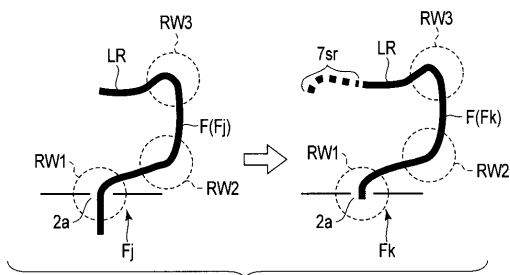
【図 4】



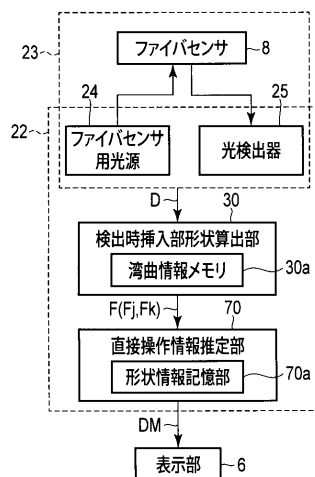
【図 5】



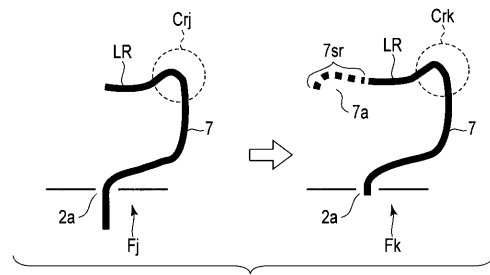
【図 8】



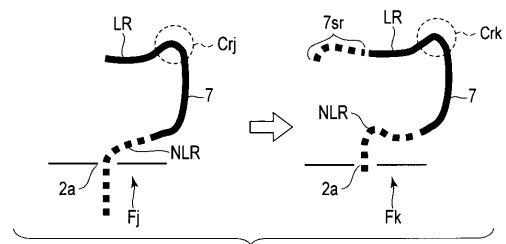
【図 9】



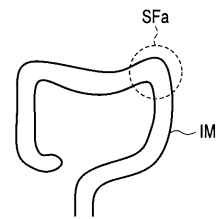
【図 6】



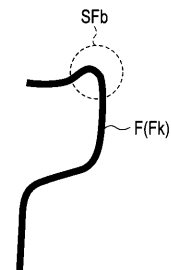
【図 7】



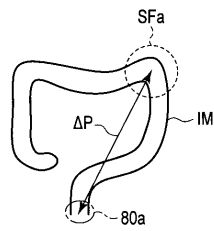
【図 10 A】



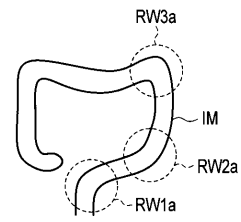
【図 10 B】



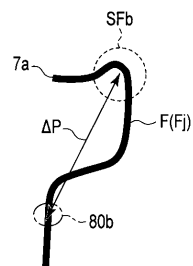
【図 1 1 A】



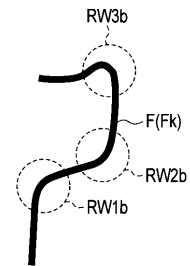
【図 1 2 A】



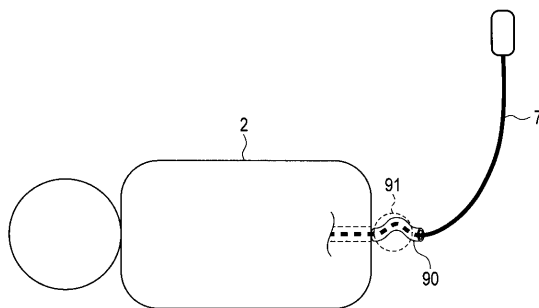
【図 1 1 B】



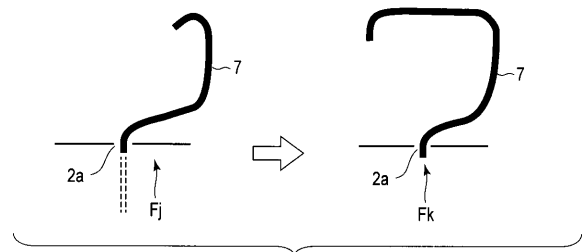
【図 1 2 B】



【図 1 3】



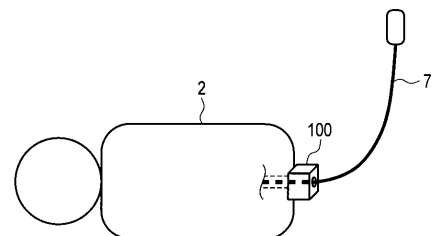
【図 1 5】



【図 1 4 A】



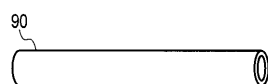
【図 1 6】



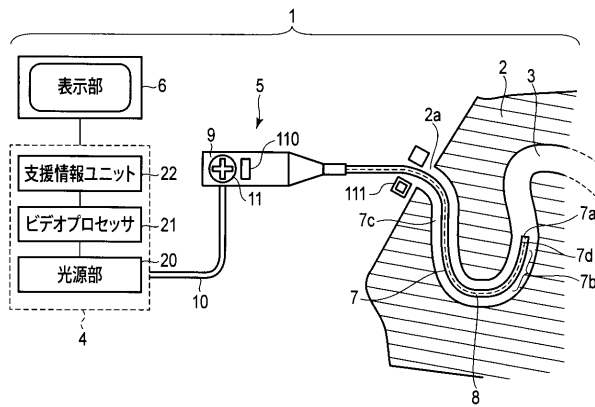
【図 1 4 B】



【図 1 4 C】



【図 17】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060842

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)

A61B1/00-1/32, A61F2/82-2/97, A61M25/00-29/04, A61M35/00-37/00, A61M99/00, G02B23/24-23/26

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y A	WO 2006/114935 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0011], [0015] to [0019], [0068] to [0076] & JP 2006-296576 A & US 2009/0030306 A1 & EP 1872705 A1 & CN 101155540 A	1, 2, 13, 15 10, 11 3-9, 12
Y	JP 2013-39312 A (Kagawa University), 28 February 2013 (28.02.2013), fig. 8, 9 (Family: none)	10
Y	WO 2014/065336 A1 (Olympus Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraph [0026] & JP 2014-83289 A	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
23 June 2015 (23.06.15)Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060842

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-117446 A (Olympus Corp.), 30 June 2014 (30.06.2014), paragraph [0029] (Family: none)	11
A	JP 2015-24033 A (Olympus Corp.), 05 February 2015 (05.02.2015), paragraph [0030] & WO 2015/012150 A1	1-13, 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060842

Box No. II	Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)
This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons: 1. ☒ Claims Nos.: 14 because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely: (See extra sheet) 2. ☐ Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically: 3. ☐ Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).	
Box No. III	Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)
This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows: 1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims. 2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees. 3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee. ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation. ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060842

Continuation of Box No.II-1 of continuation of first sheet(2)

Claim 14 pertains to [a method for treatment of the human body or animal body by surgery or therapy] and thus relates to a subject matter on which this International Searching Authority is not required to carry out an international search under the provisions of PCT Article 17(2)(a)(i) and [PCT Rule 39.1(iv)].

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 6 0 8 4 2	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) 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 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00-1/32, A61F2/82-2/97, A61M25/00-29/04, A61M35/00-37/00, A61M99/00, G02B23/24-23/26			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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	
X Y A	WO 2006/114935 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2006.11.02, 段落【0011】 , 【0015】 - 【0019】 , 【0068】 - 【0076】 & JP 2006-296576 A & US 2009/0030306 A1 & EP 1872705 A1 & CN 101155540 A	1, 2, 13, 15 10, 11 3-9, 12	
Y	JP 2013-39312 A (国立大学法人 香川大学) 2013.02.28, 第8図, 第9図 (ファミリーなし)	10	
☒ 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 23.06.2015		国際調査報告の発送日 07.07.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 安田 明央 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 6 0 8 4 2
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
Y	WO 2014/065336 A1 (オリンパス株式会社) 2014.05.01, 段落【0026】 & JP 2014-83289 A	11
Y	JP 2014-117446 A (オリンパス株式会社) 2014.06.30, 段落【0029】 (ファミリーなし)	11
A	JP 2015-24033 A (オリンパス株式会社) 2015.02.05, 段落【0030】 & WO 2015/012150 A1	1-13, 15

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 6 0 8 4 2

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☒ 請求項 14 は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
請求項 14 は「手術又は治療による人体又は動物の体の処置方法」に関するものであって、PCT17条(2)(a)(i)及び「PCT規則39.1(iv)」の規定により、この国際調査機関が国際調査をすることを要しない対象に係るものである。
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

様式PCT/ISA/210（第1ページの続葉（2））（2009年7月）

フロントページの続き

(72)発明者 東條 良
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
(72)発明者 伊藤 毅
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
(72)発明者 藤田 浩正
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内
F ターム(参考) 2H040 AA02 BA21 BA23 DA03 DA15 DA54
4C161 CC06 DD03 FF21 FF46 GG24 HH55 LL02

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	插入/移除装置，插入部分的直接操作估计方法和插入部分的直接操作估计程序		
公开(公告)号	JPWO2016162947A1	公开(公告)日	2018-02-01
申请号	JP2017510832	申请日	2015-04-07
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	東條良 伊藤毅 藤田浩正		
发明人	東條 良 伊藤 毅 藤田 浩正		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/01 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/0002 A61B1/00055 A61B1/00071 A61B1/01 G01D5/35341 G01D5/35345 G01N2021/9542 H04N2005/2255 A61B1/00045 A61B1/0057 G01B11/24 G01N21/954 G02B23/2446 H04N5/2256		
FI分类号	A61B1/00.552 A61B1/01.511 G02B23/24.A		
F-TERM分类号	2H040/AA02 2H040/BA21 2H040/BA23 2H040/DA03 2H040/DA15 2H040/DA54 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF21 4C161/FF46 4C161/GG24 4C161/HH55 4C161/LL02		
代理人(译)	河野直樹 井上 正 肯・鵜飼 飯野滋		
其他公开文献	JP6442601B2 JPWO2016162947A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

插入/提取装置包括插入部分（7），形状传感器（23），插入部分形状计算部分（30）和直接操作信息估计部分（70）。插入部（7）具有可插入到物体中以执行期望的工作的灵活性。形状传感器（23）检测插入部的弯曲并输出检测信号。插入部形状计算部（30）根据从形状传感器输出的检测信号，计算表示插入部的形状的插入部形状信息。直接操作信息估计单元（70）基于从形状传感器输出的检测信号中获取的，指示插入部分的形状的插入部分形状信息，将插入部分从对象内部插入和移除。估计包括量和旋转量中的至少之一的直接操作信息。

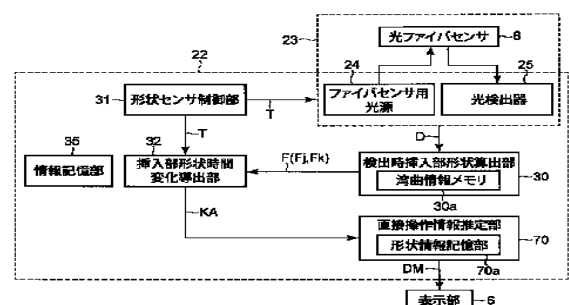


Fig. 4

- 6 Display unit
- 8 Optical fiber sensor
- 24 Fiber sensor light source
- 25 Optical detector
- 30 Detection-time insertion-unit-shape calculation unit
- 30a Curvature information memory
- 31 Shape-sensor control unit
- 32 Insertion-unit-shape time-variation derivation unit
- 35 Information storage unit
- 70 Direct manipulation information estimation unit
- 70a Shape information storage unit