

(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
2017年10月26日(26.10.2017)



(10) 国際公開番号

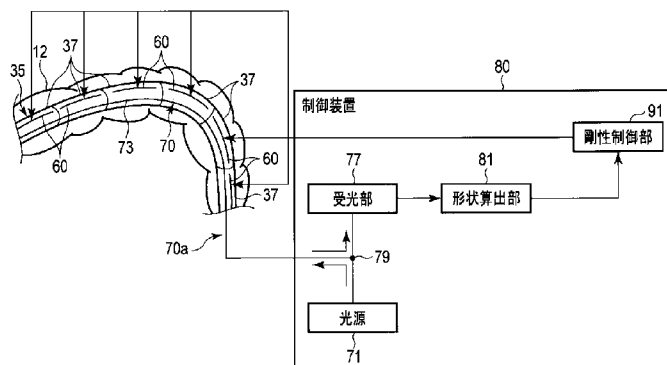
WO 2017/183196 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062813
- (22) 国際出願日: 2016年4月22日(22.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 池田 裕一 (IKEDA, Yuichi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (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, 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,

(54) Title: FLEXIBLE TUBE INSERTION DEVICE

(54) 発明の名称: 可撓管挿入装置

[図2]



71... LIGHT SOURCE
77... LIGHT RECEPTION UNIT
80... CONTROL DEVICE
81... SHAPE CALCULATION UNIT
91... RIGIDITY CONTROL UNIT

(57) **Abstract:** A flexible tube insertion device (10) that has a flexible tube (33), variable-rigidity parts (60), a status detection unit (70), a shape calculation unit (81), and a rigidity control unit (91). In accordance with the displacement of a second insertion path for the flexible tube (33) that is based on shape information calculated by the shape calculation unit (81) at a second time in relation to a first insertion path for the flexible tube (33) that is based on shape information calculated by the shape calculation unit (81) at a first time, the rigidity control unit (91) controls changes in the bending

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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

rigidity of the flexible tube (33) that are brought about by the variable-rigidity parts (60) for segments (37) of the flexible tube (33) that correspond to displaced portions of the insertion path.

(57) 要約: 可撓管挿入装置 (10) は、可撓管 (33) と、剛性可変部 (60) と、状態検出部 (70) と、形状算出部 (81) と、剛性制御部 (91) とを有する。剛性制御部 (91) は、第1時刻にて形状算出部 (81) によって算出された形状情報に基づく可撓管 (33) の第1挿入経路に対する、第2時刻にて形状算出部 (81) によって算出された形状情報に基づく可撓管 (33) の第2挿入経路の変位量に応じて、挿入経路の変位部分に対応する可撓管 (33) のセグメント (37) に対して剛性可変部 (60) によって実施される可撓管 (33) の曲げ剛性の変更を制御する。

明 細 書

発明の名称：可撓管挿入装置

技術分野

[0001] 本発明は、被挿入体の管路部に可撓管を挿入する可撓管挿入装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献１に開示される内視鏡装置の挿入部の可撓管は、挿入部の中心軸方向に沿って列状に並ぶ複数のセグメントに区切られる。内視鏡装置は、形状検出部によって検出された可撓管の形状に応じて、可撓管の曲げ剛性を挿入に適した曲げ剛性にセグメント単位で変更する。これにより、挿入部が押し込み操作される際に、被挿入体（例えば大腸）の管路部（例えば大腸の腸管）における深部への挿入部の挿入性が向上する。

[0003] 例えば特許文献２に開示される管状挿入装置は、挿入部の形状に関する形状情報と、挿入部が受ける外力に関する外力情報とを含む、挿入部の挿入に必要な情報である操作支援情報を操作者に提供する。操作者は、操作支援情報によって、挿入部の挿入操作を支援される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１６－７４３４号公報

特許文献２：特開２０１５－１６３６５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１は、曲げ剛性の変更を開示しているのみであり、変更後の曲げ剛性の値については開示されていない。つまり押し込み操作時において、可撓管が変更された曲げ剛性を有しても、管路部における深部への挿入部の挿入性は、向上しない虞がある。

[0006] 特許文献２では、挿入支援情報が提供されるが、挿入支援情報を用いた適

切な操作方法までは提供されない。そもそも挿入支援情報は操作者がビギナーであることを考慮して提供されるが、ビギナーであるがゆえに、ビギナーは提供された挿入支援情報を基にどのような挿入操作を実施するか判断に迷うことがある。したがって、挿入支援情報が提供されれば、挿入操作が適切に実施されるとは、必ずしもいえない。このため挿入部に座屈が発生したり、管路部における深部への挿入部の挿入性が低下する虞が生じる。

[0007] 本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものであり、可撓管の座屈を防止でき、管路部における深部への挿入性を向上できる可撓管挿入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

[0008] 本発明の可撓管挿入装置の一態様は、中心軸方向に沿って列状に並ぶ複数のセグメントに区切られており、被挿入体に挿入される可撓管と、前記可撓管の曲げ剛性を、前記セグメント単位で可変する剛性可変部と、前記可撓管の状態に関する状態情報を検出する状態検出部と、前記状態情報を基に、前記可撓管の形状に関する形状情報を算出する形状算出部と、前記剛性可変部によって実施される前記曲げ剛性の変更を制御する剛性制御部と、を具備し、前記剛性制御部は、第1時刻にて前記形状算出部によって算出された前記形状情報に基づく前記可撓管の第1挿入経路に対する、第2時刻にて前記形状算出部によって算出された前記形状情報に基づく前記可撓管の第2挿入経路の変位量に応じて、挿入経路の変位部分に対応するセグメントに対して前記剛性可変部によって実施される前記曲げ剛性の変更を制御する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、可撓管の座屈を防止でき、管路部における深部への挿入性を向上できる可撓管挿入装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る可撓管挿入装置の概略図である。

[図2]図2は、セグメントと状態検出部と形状算出部と剛性制御部と剛性可変部との関係を説明する図である。

[図3]図3は、第1挿入経路に対する第2挿入経路の変位量に応じた曲げ剛性の変化量と、目標とする曲げ剛性とを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本発明の一実施形態について詳細に説明する。なお、一部の図面では図示の明瞭化のために部材の一部の図示を省略する。

[0012] 図1に示すように、可撓管挿入装置（以下、挿入装置10と称する）は、内視鏡20と、内視鏡20を制御する制御装置80とを有する。制御装置80は、例えば、内視鏡20に配置される挿入部30の可撓管35の曲げ剛性を制御する剛性制御装置として機能する。図示はしないが、挿入装置10は、内視鏡20が撮像した画像を表示する表示装置と、内視鏡20が観察及び撮像するための光を出射する光源装置とを有してもよい。

[0013] 内視鏡20は、例えば、医療用の軟性内視鏡として説明するが、これに限定される必要はない。内視鏡20は、例えば、工業用の軟性内視鏡、カテテル、処置具といったように、被挿入体（例えば患者）の管路部（例えば大腸の腸管12（図2参照））に挿入される軟性の挿入部30を有していればよい。挿入部30は、外力によって撓むことが可能な可撓性を有する部位（例えば後述する可撓管35）を有していればよい。内視鏡20は、直視型の内視鏡であってもよいし、側視型の内視鏡であってもよい。被挿入体は、例えば、人に限らず、動物、またはほかの構造物であってもよい。管路部は、例えば、工業用のパイプであってもよい。

[0014] 内視鏡20は、挿入部30と、挿入部30の基端部に連結され、内視鏡20を操作する操作部40と、操作部40の側面から延出されるユニバーサルコード50とを有する。ユニバーサルコード50は、制御装置80に着脱自在な接続部51を有する。

[0015] 挿入部30は、管状であり、細長く、柔軟である。挿入部30は、管路部に対して管路部の内部を進退移動する。挿入部30は、管路部の形状に従って湾曲可能である。挿入部30は、挿入部30の先端部から挿入部30の基端部に向かって順に、先端硬質部31と、湾曲部33と、可撓管35とを有

する。先端硬質部 31 と湾曲部 33 とは、可撓管 35 に比べて短い。このため本実施形態では、先端硬質部 31 と、湾曲部 33 と、可撓管 35 の先端部とは、挿入部 30 の先端部とみなすものとする。可撓管 35 は、可撓性を有しており、外力によって撓む。

[0016] 図 2 に示すように、挿入部 30 の可撓管 35 は、挿入部 30 の中心軸方向に沿って列状に並ぶ複数のセグメント 37 に区切られる。セグメント 37 は、例えば、可撓管 35 の全長に渡って存在するものとする。各セグメント 37 の曲げ剛性は、制御装置 80 の制御によって、独立して変更可能である。したがって、可撓管 35 の曲げ剛性は、制御装置 80 によって独立して制御される各セグメント 37 の曲げ剛性によって、部分的に変更可能となる。なおセグメント 37 は、実在しない仮想的な領域として機能してもよいし、実在する構造として機能してもよい。セグメント 37 それぞれの長さは、互いに同一であってもよいし、異なってもよい。例えば、挿入部 30 において被挿入体に挿入される部分の長さは、被挿入体に応じて決まる。したがって、挿入される部分は複数のセグメント 37 に区切られ、被挿入体の外部に配置され且つ被挿入体に挿入されない部分は 1 つのセグメント 37 とみなされてもよい。

[0017] 挿入装置 10 は、制御装置 80 の制御によって可変する剛性を有し、剛性によって可撓管 35 の曲げ剛性を変更する剛性可変部 60 を有する。本実施形態では、剛性可変部 60 は、挿入部 30 における可撓管 35 の曲げ剛性を、セグメント 37 単位で可変する。このため、剛性可変部 60 は、例えば、各セグメント 37 に内蔵され、可撓管 35 全長に渡って内蔵されているものとして説明する。なお剛性可変部 60 は、可撓管 35 において、管路部に挿入され且つ曲げ剛性を変更する必要がある部位に配置されればよい。つまり、剛性可変部 60 は、一部のセグメント 37 のみに内蔵されてもよい。

[0018] 剛性可変部 60 が設けられる箇所が、少なくともセグメント 37 として機能してもよい。1 つの剛性可変部 60 が複数のセグメント 37 に渡って内蔵されてもよい。剛性可変部 60 は、挿入部 30 の中心軸方向に沿って、1 列

に並んでいてもよいし、複数列に並んでいてもよい。剛性可変部 60 が複数列に並んでいる場合、剛性可変部 60 同士は、剛性可変部 60 同士が可撓管 35 の周方向において隣り合うように同じ位置に設けられていてもよいし、挿入部 30 の中心軸方向においてずれて設けられていてもよい。

[0019] 図示はしないが、剛性可変部 60 は、例えば、金属線によって形成されるコイルパイプと、コイルパイプの内部に封入された導電性高分子人工筋肉（Electroactive Polymer Artificial Muscle（以下、EPAMと称する））とを有するアクチュエータにより構成される。コイルパイプの中心軸は、挿入部 30 の中心軸と一致または平行に設けられる。コイルパイプは、コイルパイプの両端部に設けられた電極を有する。

[0020] 剛性可変部 60 の電極それぞれは、内視鏡 20 に内蔵される信号ケーブルを介して制御装置 80 に接続され、制御装置 80 から電力を供給される。電圧が電極を介して EPAM に印加されると、EPAM はコイルパイプの中心軸に沿って伸縮しようとする。しかしながら、EPAM は、コイルパイプによって伸縮を規制される。これにより、剛性可変部 60 の剛性は変化する。なお剛性可変部 60 の剛性は、印加される電圧の値が高くなるほど、高まる。剛性可変部 60 の剛性が変化すると、これに従ってセグメント 37 の曲げ剛性も変化する。また電力は、電極それぞれに独立して供給される。このため、剛性可変部 60 それぞれの剛性は独立して変化し、セグメント 37 それぞれの曲げ剛性も独立して変化する。このように剛性可変部 60 は、剛性可変部 60 の剛性変化によってセグメント 37 の曲げ剛性を変化させ、セグメント 37 の剛性変化によって可撓管 35 の曲げ剛性を部分的に変化させる。

[0021] 剛性可変部 60 は、EPAM の代わりに、形状記憶合金を用いてもよい。

[0022] 挿入装置 10 は、可撓管 35 の状態に関する可撓管 35 の状態情報を検出する状態検出部 70 を有する。本実施形態では、可撓管 35 の状態は、可撓管 35 の湾曲状態を示し、例えば、可撓管 35 の湾曲量（湾曲の大きさ）とする。可撓管 35 の状態は、可撓管 35 の湾曲の方向を含んでもよい。

[0023] 状態検出部 70 は、一例として、光ファイバ 73 の曲げによる光伝達量の損失を利用したファイバセンサ 70a を有する。ファイバセンサ 70a は、光を出射する光源 71 と、光を導光する 1 本の光ファイバ 73 と、光ファイバ 73 によって導光された光が光ファイバ 73 を逆進するように光を反射する図示しない反射部と、反射された光を受光する受光部 77 と、光分岐部 79 とを有する。光源 71 は、例えば LED 等を有する。光源 71 は、観察及び撮像のための光を出射する光源装置の光源とは別体である。光ファイバ 73 は、内視鏡 20 に内蔵され、可撓性を有する。光ファイバ 73 は、挿入部 30 に搭載される複数の被検出部（図示せず）を有する。複数の被検出部は、光ファイバ 73 の長手軸方向において互いに異なる位置にて、配置される。被検出部は、可撓管 35 の曲げ剛性を変更する部位に配置されればよい。したがって、本実施形態では、被検出部は、可撓管 35 の内部において各セグメント 37 に配置されるものとする。光ファイバ 73 は、可撓管 35 において、剛性可変部 60 に並んで配置される。反射部は、挿入部 30 の先端部に位置する光ファイバ 73 の先端部に配置される。受光部 77 は、例えば、分光器またはカラーフィルタのような分光のための素子と、フォトダイオードのような受光素子とを有してもよい。光源 71 と受光部 77 と光ファイバ 73 の基端部とは、光分岐部 79 に光学的に接続される。光分岐部 79 は、例えば光カップラまたはハーフミラーを有する。光分岐部 79 は、光源 71 から出射された光を光ファイバ 73 に導き、また、反射部によって反射されて光ファイバ 73 によって導かれた戻り光を受光部 77 に導く。つまり光は、光源 71、光分岐部 79、光ファイバ 73、反射部、光ファイバ 73、光分岐部 79、受光部 77 との順に進行する。光源 71 と受光部 77 と光分岐部 79 とは、例えば、制御装置 80 に搭載される。

[0024] 挿入部 30 が湾曲すると、この湾曲に応じて光ファイバ 73 が湾曲する。これに伴い、光ファイバ 73 を伝搬する光の一部が例えば互いに異なる波長に感度を有する被検出部を通じて外部に出射する（漏れる）。被検出部は、光ファイバ 73 の光学特性、例えば所定の波長の光の光伝達量を変化させる

ものである。したがって光ファイバ73が湾曲すると、光ファイバ73の湾曲量に応じて光ファイバ73の光伝達量が変化する。この光伝達量の変化の情報を含む光信号は、受光部77に受光される。受光部77は、光信号を可撓管35の状態情報として制御装置80に配置される後述する形状算出部81に出力する。

[0025] なお1本の光ファイバ73に1つの被検出部が配置されてもよく、この場合、複数本の光ファイバが配置される。そして、光ファイバの長手軸方向において同じ位置または近傍の位置、且つ長手軸方向の軸周り方向において互いに異なる位置に、複数の被検出部が配置されとする。この場合、複数の被検出部の検出結果の組み合わせによって、湾曲量と湾曲の方向とが検出可能となる。

[0026] 状態検出部70は、ファイバセンサ70aを有することに限定されない。状態検出部70は、例えば、歪センサと、加速度センサと、ジャイロセンサと、コイルなどの素子とのいずれかを有してもよい。歪センサは、例えば、可撓管35が外部（例えば管路部）から受ける外力（圧力）による曲げ歪を検出する。加速度センサは、可撓管35の加速度を検出する。ジャイロセンサは、可撓管35の角速度を検出する。素子は、可撓管35の形状といった可撓管35の状態に対応して磁界を発生する。

[0027] 状態検出部70は、図示しない入力部から検出開始指示が状態検出部70に入力された後、常に検出（動作）する。なお検出のタイミングは、一定時間経過毎に実施されていてもよく、特に限定されない。入力部は、一般的な入力用の機器であり、例えば、キーボード、マウス等のポインティングデバイス、タグリーダ、ボタンスイッチ、スライダ、ダイヤルである。入力部は、制御装置80に接続される。入力部は、ユーザが挿入装置10を動作させるための各種指令を入力するために用いられてもよい。

[0028] 挿入装置10は、制御装置80に配置される形状算出部81と剛性制御部91とを有する。形状算出部81と剛性制御部91とは、例えば、ASICなどを含むハードウェア回路によって構成される。形状算出部81と剛性制

御部 9 1 とは、プロセッサによって構成されても良い。形状算出部 8 1 と剛性制御部 9 1 とがプロセッサで構成される場合、プロセッサがアクセス可能な図示しない内部メモリまたは外部メモリに、プロセッサが実行することで当該プロセッサを形状算出部 8 1 と剛性制御部 9 1 として機能させるためのプログラムコードを記憶させておく。

[0029] 形状算出部 8 1 は、状態情報を基に、可撓管 3 5 の中心軸方向に沿った可撓管 3 5 の形状に関する形状情報を算出する。形状算出部 8 1 は、所定の時刻にて、形状情報を算出する。例えば、形状算出部 8 1 は、光ファイバ 7 3 への入射光と光ファイバ 7 3 からの出射光との特性の関係から可撓管 3 5 の形状情報を算出する。詳細には、形状算出部 8 1 は、ファイバセンサ 7 0 a から出力された状態情報を基に、形状情報、具体的には実際に湾曲している部分の可撓管 3 5 の湾曲形状を算出する。この可撓管 3 5 の湾曲形状は、例えば可撓管 3 5 の曲率半径を含む。形状算出部 8 1 は、所定の時刻ごとに算出された可撓管 3 5 の湾曲形状を、挿入過程における可撓管 3 5 の挿入経路とみなす。このように、形状算出部 8 1 は、所定の時刻にて状態検出部 7 0 によって検出された可撓管 3 5 の状態情報を基に、可撓管 3 5 の挿入経路を所定の時刻にて算出する。このために、形状算出部 8 1 は、状態情報を基に、各セグメント 3 7 の形状情報（挿入経路）を算出する。そして、形状算出部 8 1 は、各セグメントの形状情報をつなぎ合わせて、可撓管 3 5 の形状情報を算出することとなる。形状算出部 8 1 は、時間ごとの挿入経路を算出する。

[0030] ここで第 1, 2 時刻において形状算出部 8 1 によって算出された形状情報を、第 1, 2 形状情報と称する。第 2 時刻は、第 1 時刻よりも後の時刻である。第 1, 2 時刻における挿入経路を、第 1, 2 挿入経路 C 1, C 2 (図 3 参照) と称する。

[0031] また形状算出部 8 1 は、第 1 形状情報と第 2 形状情報とを基に、第 1 時刻と第 2 時刻との間におけるセグメント 3 7 の形状変化に関する情報も形状情報として算出する。形状情報は可撓管 3 5 の挿入経路を示すため、形状変化

は第1挿入経路C1に対する第2挿入経路C2の変位量 $\pm e$ （図3参照）を示す。

[0032] ここで、セグメント37は、セグメント37の先端部に配置され、挿入部30の挿入方向において前方部位を示す前方部位を有するものとする。例えば、形状算出部81は、前方部位の形状情報（挿入経路C1、C2及び挿入経路における変位量 $\pm e$ ）を算出する。

[0033] 後述するが、形状算出部81は、算出した挿入経路の変位量 $\pm e$ に応じた曲げ剛性の変化量 g を決定し、剛性制御部91に出力する。

[0034] 剛性制御部91は、曲げ剛性の変化量 g を基に剛性可変部60によって実施される曲げ剛性の変更を制御する。

[0035] ここで、図3を参照して、1つのセグメント37aにおいて、変位量 $\pm e$ に応じた変化量 g を決定するプロセスと、変化量 g を基に適切な曲げ剛性を決定するプロセスを説明する。ここでいう適切な曲げ剛性とは、目標値となる曲げ剛性（ $G + g(t)$ ）を示す。なお各セグメント37に対しても、同様のプロセスが実施される。

[0036] ここで第1、2時刻におけるセグメント37aの曲率半径 R とセグメント37aの曲げ剛性 G とを曲率半径 $R1$ 、 $R2$ と曲げ剛性 $G1$ 、 $G2$ と称する。

[0037] 本実施形態では、例えば、曲率半径 $R2$ が曲率半径 $R1$ に対して変位量 $-e$ にて小さく変化してしまった場合、曲げ剛性 $G2$ が曲げ剛性 $G1$ よりも高くなるように、剛性制御部91は曲げ剛性 G を制御する。つまり、変位量 $-e$ が0となり、第2時刻における第2挿入経路C2が第1時刻における第1挿入経路C1に一致するように、剛性制御部91は、セグメント37aを硬くする。

[0038] 本実施形態では、例えば、曲率半径 $R2$ が曲率半径 $R1$ に対して変位量 $+e$ にて大きく変化してしまった場合、曲げ剛性 $G2$ が曲げ剛性 $G1$ よりも低くなるように、剛性制御部91は曲げ剛性 G を制御する。つまり、変位量 $+e$ が0となり、第2時刻における第2挿入経路C2が第1時刻における第1

挿入経路C 1 に一致するように、剛性制御部 9 1 は、セグメント 3 7 a を柔らかくする。

[0039] このように、剛性制御部 9 1 における曲げ剛性Gの制御のために、当初の（第1時刻における）挿入経路C 1 がどの時刻であっても常に維持されるように、言い換えると、曲率半径Rの変位量±eが0になるよう、形状算出部 8 1 は、算出される挿入経路C 1, C 2 における変位量±eに応じた曲げ剛性Gの変化量gを決定する。変化量gは、例えば、曲げ剛性G 1 に対する曲げ剛性G 2 の変化量を示す。したがって、例えば、第2時刻において目標値となる曲げ剛性（G + g（t））は、曲げ剛性G 1 に変化量gを加算した値となる。

[0040] 形状算出部 8 1 は、以下の式（1）から変化量gを算出する。式（1）は比例制御を示す。

[0041] [数1]

$$g(t) = K_p e(t) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

[0042] t は時間であり、K p は定数である。式（1）において、形状算出部 8 1 は、第1挿入経路に対する第2挿入経路の時間変位から曲げ剛性の変化量gを決定する。

[0043] ここで、式（1）では、変化量gは、変位量eに比例して決定される。K p が定数であるため、変位量eが大きくなるに従って変化量gも大きくなる。つまり、第2時刻において曲げ剛性が目標値である曲げ剛性（G + g（t））に到達するために、時間がかかるという課題が生じる。しかしながら、変位量eに応じて定数K p の値を決定することも難しい。

[0044] この課題を解決するために、形状算出部 8 1 は、以下の式（2）から変化量gを、算出してもよい。式（2）は、式（1）に変位の時間積分項を付加したP I 制御を示す。

[0045]

[数2]

$$g(t) = Kpe(t) + Ki \int_0^t e(\tau) d\tau \quad \cdots \text{式 (2)}$$

[0046] K_i は、定数である。式 (2) において、形状算出部 81 は、第 1 挿入経路に対する第 2 挿入経路の変位に対する時間積分から曲げ剛性の変化量 g を決定する。

[0047] 時間積分項の付加によって、式 (2) は、偏差である変位のある状態が長い時間続けばそれだけ変化量 g を大きくして、目標値である曲げ剛性 ($G + g(t)$) に迅速に近づけようとする役目を果たす。

[0048] P I 制御では、積分時間が小さいほど変位は迅速に矯正される。しかしながら、積分時間が小さいほど曲げ剛性が目標値である曲げ剛性 ($G + g(t)$) を行き過ぎるオーバーシュートが引き起こされたり、目標値である曲げ剛性 ($G + g(t)$) を中心に振動ハンチングが起こるという課題がある。

[0049] この課題を解決するために、形状算出部 81 は、以下の式 (3) から変化量 g を算出してもよい。式 (3) は、式 (2) に変位の時間微分項を付加した P I D 制御を示す。

[0050] [数3]

$$g(t) = Kpe(t) + Ki \int_0^t e(\tau) d\tau + Kd \frac{de(t)}{dt} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[0051] K_d は、定数である。形状算出部 81 は、第 1 挿入経路に対する第 2 挿入経路の変位に対する時間微分から曲げ剛性の変化量 g を決定する。

[0052] 変化量 g が急激に変化した場合、変化量 g の大きさに比例する曲げ剛性の急激な変化を抑えようとするダンピング効果を、時間微分項は有する。

[0053] このように、変化量 g は、時間変位と、変位に対する時間積分と、変位に対する時間微分とを基に決定されることが望ましい。

[0054] 形状算出部 81 は、形状情報 (変位量 e) に応じた変化量 g を決定し、決定した変化量 g を剛性制御部 91 に出力する。そして剛性制御部 91 は、変化量 g を基に曲げ剛性 G を制御する。

[0055] 例えば、第2時刻において形状算出部81が変位量 $-e$ を算出したとする。この状態で、挿入力量が挿入部30に加わると、このときの曲げ剛性 G_2 によって、挿入力量は、挿入部30を推進する推進力に変換されず、可撓管35を座屈させてしまう虞が生じる。したがって、可撓管35を含む挿入部30の挿入性が低下する虞が生じる。そこで本実施形態では、形状算出部81は変位量 $-e$ に応じた変化量 g_A を決定し、剛性制御部91は、変化量 g_A を基に曲げ剛性 G_2 を曲げ剛性 G_1 よりも高く制御し、第2挿入経路 C_2 を第1挿入経路 C_1 に一致させる。このため、挿入力量は推進力として利用され、可撓管35は、座屈することなく屈曲部13を通過し、また当初の挿入経路 C_1 から逸脱することなく、挿入部30の挿入性は向上する。

[0056] 例えば、第2時刻において形状算出部81が変位量 $+e$ を算出したとする。この状態で、挿入力量が挿入部30に加わると、このときの曲げ剛性 G_2 によって、挿入力量は、例えば大腸の大腸壁を突き上げる力に変換されてしまう。これにより大腸壁が突き上げられ、挿入部30は大腸壁に過剰な負荷を意図せずに与えてしまい、患者が苦痛を感じてしまう。そこで本実施形態では、形状算出部81は変位量 $+e$ に応じた変化量 g_B を決定し、剛性制御部91は、変化量 g_B を基に曲げ剛性 G_2 を曲げ剛性 G_1 よりも低く制御し、第2挿入経路 C_2 を第1挿入経路 C_1 に一致させる。このため、挿入力量が挿入部30に加わっても挿入力量は推進力として利用され、挿入部30は、大腸壁に過剰な負荷を与えずに推進する。したがって、挿入部30は大腸壁に過剰な負荷を意図せずに与えることはなく、患者の苦痛は低減する。

[0057] このように剛性制御部91は、第1時刻にて形状算出部81によって算出された第1形状情報に基づく挿入部30における可撓管35の第1挿入経路 C_1 に対する、第2時刻にて形状算出部81によって算出された第2形状情報に基づく挿入部30における可撓管35の第2挿入経路 C_2 の変位量に応じて、挿入経路の変位部分に対応するセグメント37に対して剛性可変部60によって実施される曲げ剛性の変更を制御する。変更後の曲げ剛性は、形状情報に応じて可撓管35の挿入に適した曲げ剛性分布を、剛性可変部60

を介して各セグメント 37 に提供する曲げ剛性をいう。そして、この曲げ剛性は、この剛性分布を、セグメント 37 を介して可撓管 35 に提供する曲げ剛性をいう。

[0058] したがって、挿入力量が挿入部 30 に加わっても、挿入力量は、例えば大腸の大腸壁を突き上げる力に変換されず、挿入部 30 を推進させる推進力として利用される。これにより、可撓管 35 は座屈することなく屈曲部 13 を通過し、また当初の挿入経路から逸脱することなく、挿入部 30 の挿入性は向上する。また挿入力量によって大腸壁が突き上げられることはなく、挿入部 30 は大腸壁に過剰な負荷を意図せずに与えることはなく、患者の苦痛は低減する。

[0059] 本実施形態では、剛性制御部 91 は、第 1 挿入経路 C1 に対する第 2 挿入経路 C2 の変位量 $\pm e$ に応じて曲げ剛性を制御する。したがって本実施形態では、可撓管 35 の座屈を防止でき、管路部における深部への挿入性を向上でき、管路部の壁部に過剰な負荷を意図せずに与えることなく被挿入体に加わる負荷を低減できる。

[0060] 本実施形態では、各セグメント 37 において、曲げ剛性を制御する。したがって本実施形態では、可撓管 35 の曲げ剛性を精緻に制御できる。

[0061] 本実施形態では、形状算出部 81 は変位量 e に応じた曲げ剛性の変化量 g を決定する。剛性制御部 91 は曲げ剛性の変化量 g を基に目標とする曲げ剛性 ($G + g(t)$) を制御する。したがって、可撓管 35 の挿入に適した曲げ剛性分布を得られることができ、安全で簡単な挿入操作を実施でき、使いやすい内視鏡 20 を提供できる。

[0062] 本実施形態では、形状算出部 81 は、第 1 挿入経路 C1 に対する第 2 挿入経路 C2 の時間変位から曲げ剛性の変化量 g を決定する。このため、変化量 g を簡単に決定できる。

[0063] 形状算出部 81 は、第 1 挿入経路 C1 に対する第 2 挿入経路 C2 の変位に対する時間積分から曲げ剛性の変化量 g を決定する。このため、偏差である変位のある状態が長い時間続けばそれだけ変化量 g を大きくして、目標とす

る曲げ剛性 ($G + g(t)$) に迅速に近づけることができる。

[0064] 形状算出部 81 は、第 1 挿入経路 C1 に対する第 2 挿入経路 C2 の変位に対する時間微分から曲げ剛性の変化量を決定する。このため、オーバーシュートが引き起こされることを防止でき、目標値である曲げ剛性 ($G + g(t)$) を中心に起こる振動ハンチングを防止できる。また変化量 g が急激に変化した場合、ダンピング効果によって、曲げ剛性 G の急激な変化を抑えることができる。

[0065] 本実施形態では、時間積分と時間微分とによって、制御性を改善できる。

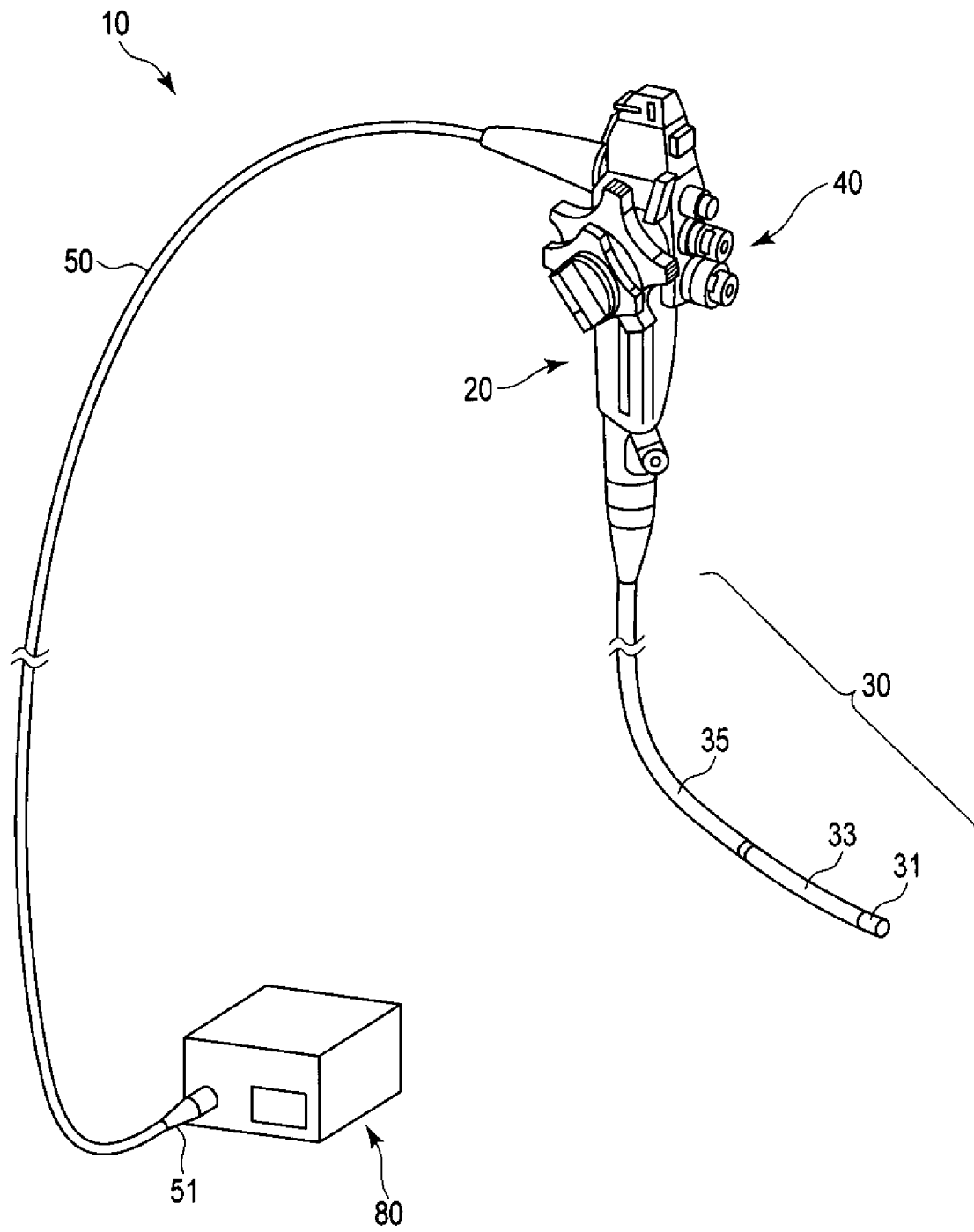
[0066] 本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示される複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。

請求の範囲

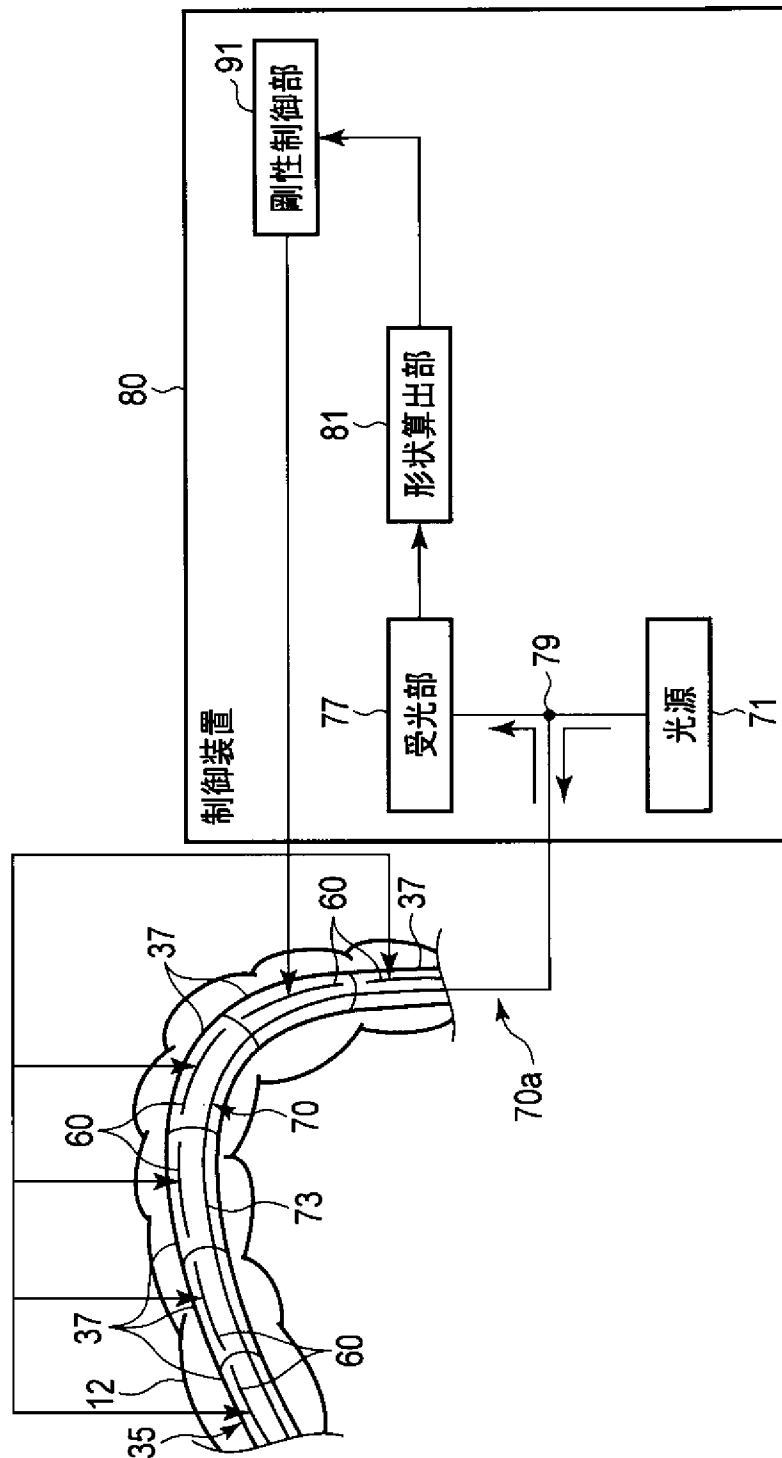
- [請求項1] 中心軸方向に沿って列状に並ぶ複数のセグメントに区切られており、被挿入体に挿入される可撓管と、
- 前記可撓管の曲げ剛性を、前記セグメント単位で可変する剛性可変部と、
- 前記可撓管の状態に関する状態情報を検出する状態検出部と、
- 前記状態情報を基に、前記可撓管の形状に関する形状情報を算出する形状算出部と、
- 前記剛性可変部によって実施される前記曲げ剛性の変更を制御する剛性制御部と、
- を具備し、
- 前記剛性制御部は、第1時刻にて前記形状算出部によって算出された前記形状情報に基づく前記可撓管の第1挿入経路に対する、第2時刻にて前記形状算出部によって算出された前記形状情報に基づく前記可撓管の第2挿入経路の変位量に応じて、挿入経路の変位部分に対応するセグメントに対して前記剛性可変部によって実施される前記曲げ剛性の変更を制御する可撓管挿入装置。
- [請求項2] 前記形状算出部は、前記変位量に応じた前記曲げ剛性の変化量を決定し、
- 前記剛性制御部は、前記曲げ剛性の変化量を基に前記曲げ剛性を制御する請求項1に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項3] 前記形状算出部は、前記第1挿入経路に対する前記第2挿入経路の時間変位から前記曲げ剛性の変化量を決定する請求項2に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項4] 前記形状算出部は、前記第1挿入経路に対する前記第2挿入経路の変位に対する時間積分から前記曲げ剛性の変化量を決定する請求項3に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項5] 前記形状算出部は、前記第1挿入経路に対する前記第2挿入経路の

変位に対する時間微分から前記曲げ剛性の変化量を決定する請求項4
に記載の可撓管挿入装置。

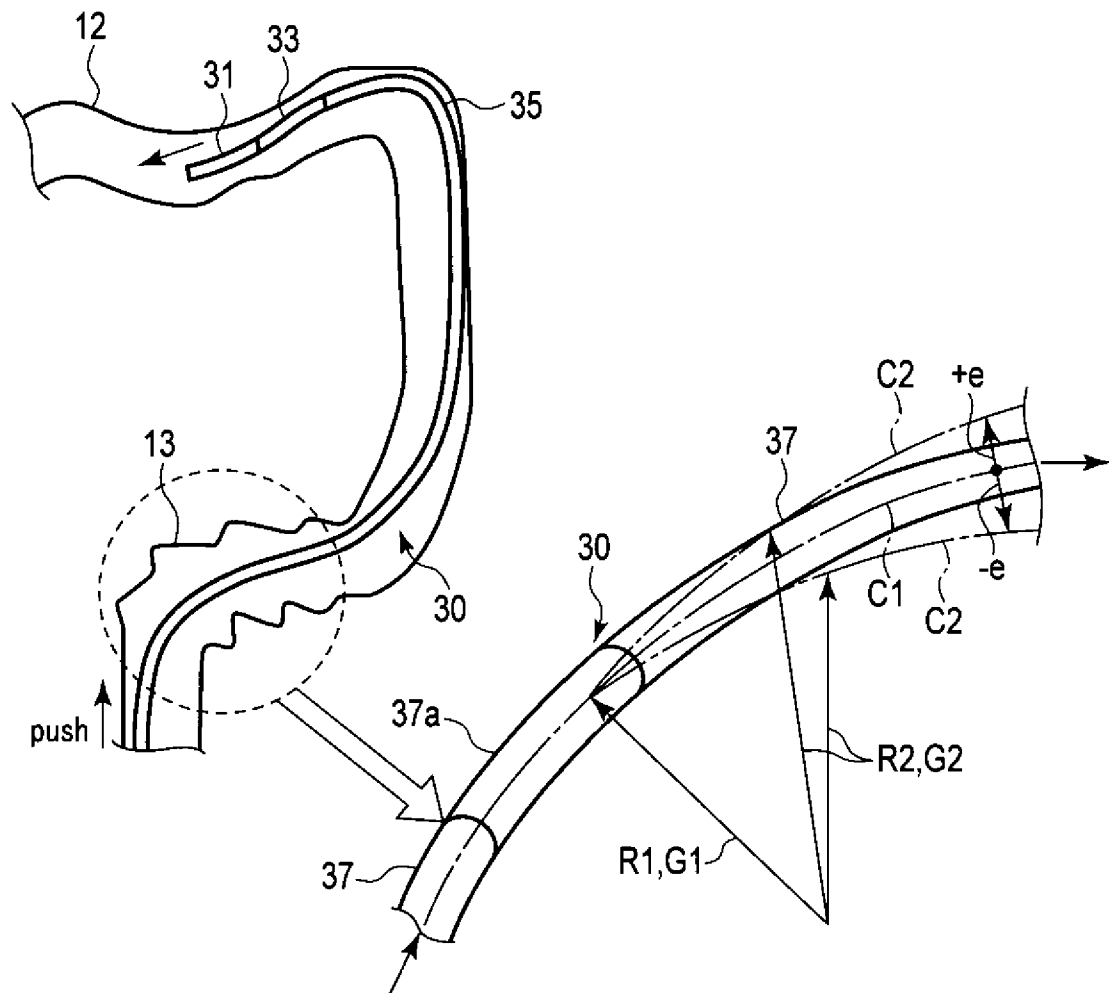
[図1]



[図2]



[図3]



目標とする曲げ剛性 : $G+g(t)$

$$g(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/062813

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2016-7434 A (Olympus Corp.), 18 January 2016 (18.01.2016), entire text; all drawings & WO 2015/198761 A1	1-5
A	JP 2015-2861 A (Hoya Corp.), 08 January 2015 (08.01.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	WO 2015/083473 A1 (Olympus Corp.), 11 June 2015 (11.06.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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
19 July 2016 (19.07.16)

Date of mailing of the international search report
26 July 2016 (26.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2016-7434 A（オリンパス株式会社）2016.01.18, 全文全図 & WO 2015/198761 A1	1-5
A	JP 2015-2861 A（HOYA株式会社）2015.01.08, 全文全図（ファミリーなし）	1-5
A	WO 2015/083473 A1（オリンパス株式会社）2015.06.11, 全文全図（ファミリーなし）	1-5

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

19.07.2016

国際調査報告の発送日

26.07.2016

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）

森口 正治

2Q

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3292