

(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6月29日(29.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/109987 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086393
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (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]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 池田 裕一 (IKEDA, Yuichi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 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2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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

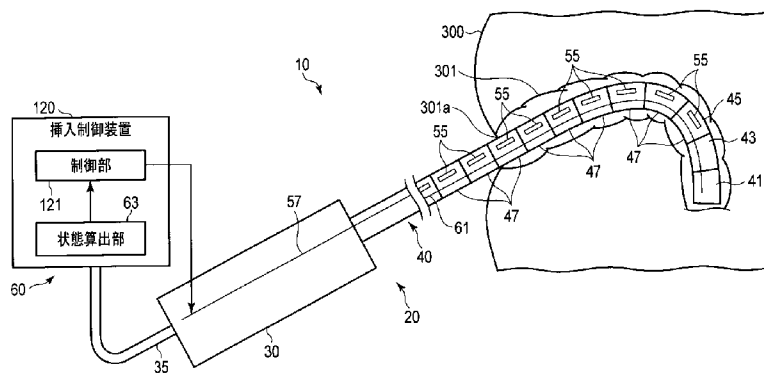
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FLEXIBLE TUBE INSERTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 可撓管挿入装置



63 State calculation unit
120 Insertion control device
121 Control unit

(57) Abstract: A flexible tube insertion apparatus (10) has: an insertion part (40); at least one variable stiffness part (55) that is provided to the insertion part (40), has a variable stiffness, and enables the bending stiffness of the insertion part (40) to vary depending on the stiffness of the variable stiffness part (55); and a detection unit (60). The flexible tube insertion apparatus (10) has a control unit (121) that performs control so as to gradually increase the stiffness of the variable stiffness part (55) passing through bent sections (303a, 303b), so that the bent sections (303a, 303b) become substantially linear as the insertion part (40) is being inserted therethrough.

(57) 要約: 可撓管挿入装置 (10) は、挿入部 (40) と、挿入部 (40) に配置され、可変する剛性を有し、剛性によって挿入部 (40) の曲げ剛性を可変する 1 以上の剛性可変部 (55) と、検出ユニット (60) とを有する。可撓管挿入装置 (10) は、挿入部 (40) の挿入に従って屈曲部 (303a, 303b) が略直線化するように、屈曲部 (303a, 303b) を通過している剛性可変部 (55) の剛性を徐々に高める制御を実施する制御部 (121) を有する。

WO 2017/109987 A1

明 細 書

発明の名称：可撓管挿入装置

技術分野

[0001] 本発明は、可撓管挿入装置に関する。

背景技術

[0002] 内視鏡装置である可撓管挿入装置は、内視鏡を有する。内視鏡の挿入部は、管路部の内部に挿入され、管路部の内部から管路部の深部に向かってさらに挿入される。ここでいう深部とは、挿入部の挿入方向において現在位置よりも前方の位置を示す。また管路部とは、例えば、挿入部の挿入動作に応じて動くことが可能で、伸縮性を有し、曲がっている管路部である。このような管路部は、例えば大腸をいう。以下、大腸を用いて説明する。挿入部が容易に深部に向かって挿入されるためには、挿入部に対する、押し込み操作、引き抜き操作、振じり操作との組み合わせによって大腸を略直線状態に変化させる略直線手技がある。大腸の曲がっている部分を略直線状態に変化させることによって、手元側からの挿入部への操作力が挿入部の先端側に伝わりやすくなり、挿入部の先端を深部に進めることが容易になる。

[0003] ただし、押し込み操作が過剰に実施されると、屈曲部は押し込み操作によって過伸展しまうことがあり、患者は過伸展によって苦痛を与えられてしまう。過伸展を回避するために、引き抜き操作が早めに実施されると、大腸が略直線状態に変化する前に、挿入部が大腸から抜けてしまう。このため、操作者は略直線手技を実施できず、大腸は略直線状態に変化しない。

[0004] このように、挿入部手元側の、押し込み操作と引き抜き操作と振じり操作との組み合わせである複合操作によって大腸を略直線状態に変化させる操作手技は難しく、操作手技の習得には多くの修練が必要であり、操作者（術者）に負担が与えられているという課題がある。

[0005] 例えば特許文献1に開示される内視鏡システムは、挿入部の押し込み操作時に屈曲部の外力によって受動的に湾曲する受動湾曲部と、受動湾曲部を有

する挿入部とを有する。挿入部は、受動湾曲部によって屈曲部に沿って深部に向かって挿入される。大腸を略直線状態に変化させるために、受動湾曲部を覆うオーバチューブが用いられる。オーバチューブは、受動湾曲部が外力によって湾曲することを防止し、挿入部の曲げ剛性を高め、屈曲部を略直線状態に変化させる。

[0006] 例えば特許文献2に開示される内視鏡装置の挿入部は、複数の湾曲部を有する。湾曲部それぞれは、直列に連結され、互いに対して反対方向に湾曲する。

[0007] 例えば特許文献3に開示されるバンドル型ファイバセンサは、光ファイバによって挿入部の形状を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2013-248346号公報

特許文献2：日本国特許第3752328号公報

特許文献3：特開2013-250209号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献1では、オーバチューブによって挿入部の外径が大きくなり、患者の負担が増す。患者の負担を低減させるためには、オーバチューブを用いないことが考えられる。しかしながら、この場合、深部への挿入部の挿入性が低下してしまう。

[0010] 特許文献2では、挿入部が管路部を略直線状態に変化させないため、深部への挿入部の挿入性が低下してしまう。

[0011] 特許文献3には、深部への挿入部の挿入性の向上について具体的に開示していない。

[0012] 特許文献1, 2, 3では、挿入部は、様々な屈曲部に対応できず、管路部において深部に向かって挿入（前進移動）されることは困難となる。この状

況下で、操作者の手元側の力が挿入部に伝達されると、座屈が挿入部に発生することがあり、深部への挿入性はますます低下してしまう。

[0013] 本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものであり、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

[0014] 本発明の可撓管挿入装置の一態様は、屈曲部を有する管路部に挿入される挿入部と、前記挿入部に配置され、可変する剛性を有し、前記剛性によって前記挿入部の曲げ剛性を可変する剛性可変部と、前記挿入部の状態情報と、前記挿入部の前記状態情報を基に前記管路部の状態情報とを検出する検出ユニットと、前記挿入部の挿入に従って前記屈曲部が略直線化するように、前記検出ユニットの検出結果を基に前記屈曲部を通過している前記剛性可変部の前記剛性を徐々に高める制御を実施する制御部と、を具備する。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、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

- [0016] [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2A]図2Aは、可撓管挿入装置の挿入部が第1屈曲部に向かって前進移動する状態を示す図である。
- [図2B]図2Bは、先頭の剛性可変部が第1屈曲部の入口に到達した状態を示す図である。
- [図2C]図2Cは、先頭の剛性可変部が屈曲到達部位に到達した状態を示す図である。
- [図2D]図2Dは、先頭の剛性可変部が通過部位に到達した状態を示す図である。
- [図2E]図2Eは、第1屈曲部における剛性可変部の剛性の変化を説明する図である。
- [図2F]図2Fは、第2屈曲部における剛性可変部の剛性の変化を示す図であ

る。

[図2G]図2 Gは、挿入部と管路部とが略直線状態であることを示す図である。

。

[図3A]図3 Aは、剛性可変部が入口到達部位に到達した状態を示す図である。

。

[図3B]図3 Bは、剛性可変部が屈曲到達部位に到達した状態を示す図である。

。

[図3C]図3 Cは、剛性可変部が屈曲到達部位と通過部位とに到達した状態を示す図である。

[図3D]図3 Dは、剛性可変部が通過部位に到達した状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。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している。深部とは、挿入部40の挿入方向において現在位置よりも前方の位置を示す。本実施形態では、挿入部40に対する押し込み操作と引き抜き操作とにおいて、例えば、挿入部40の先端部が管路部301の入口（以下、管路入口301aと称する）から管路部301の内部に挿入されている状態で、操作者は管路部301から外部に露出している挿入部40の任意の位置を把持する。押し込み操作とは、操作者が把持部位から挿入部40に付与した押し込み力によって挿入部40を押し込むことを示す。これにより、挿入部40の先端部は、管路入口301aの前方に存在する深部に向かって押し込まれ、深部に向かって前進移動する。引き抜き操作とは、操作者が把持部位から挿入部40に付与した引き抜き力によって挿入部40を引き抜くことを示す。これにより挿入部40の先端部は、深部から手前に向かって引き抜かれ、管路入口301aに向かって後退移動する。本実施形態では、図2Dに示すように、管路部301は第1屈曲部303aと第2屈曲部303bとを有し、屈曲部303a、303bはそれぞれ入口305a、305bを有する。第2屈曲部303bは、第1屈曲部303aよりも深部に位置する。なお、管路入口3

01aに対する屈曲部303a, 303b及び入口305a, 305bの位置は、記憶情報として、例えば、予め図示しない内部メモリ等に記憶されてもよい。この位置は、例えば、トレーニングモデルなどによって予め規定されてもよいし、管路部301によって予め規定されてもよい。

[0018] [構成]

図面を参照して第1の実施形態について説明する。

[可撓管挿入装置（以下、挿入装置10と称する）]

図1に示すような内視鏡装置である挿入装置10は、例えば、手術室または検査室に備えられる。挿入装置10は、医療用の内視鏡20と、内視鏡20に接続される挿入制御装置120とを有する。挿入装置10は、内視鏡20に接続される図示しない光源装置と、内視鏡20に接続される図示しない画像制御装置と、画像制御装置に接続される図示しない表示装置と、画像制御装置に接続される図示しない入力装置とを有する。

[0019] 内視鏡20は、例えば、大腸などの管路部301を有する被挿入体300に挿入される挿入機器の一例である。内視鏡20は、管路部301内を図示しない撮像ユニットの撮像部によって撮像する。

図示しない光源装置は、撮像部が撮像できるように、光を出射する。光は、内視鏡20の内部に備えられる図示しない照明ユニットの導光部材によって図示しない照明ユニットの照明部まで導光される。光は、照明光として、照明部から外部に向かって出射される。なお撮像部によって撮像された画像は、撮像部から内視鏡20の内部に備えられる撮像ユニットの信号線を介して図示しない画像制御装置に出力される。

図示しない画像制御装置は、撮像部によって撮像された画像が図示しない表示装置に表示されるように、信号処理する。

詳細については後述するが、挿入制御装置120は、内視鏡20に配置される挿入部40の曲げ剛性を制御する。

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、カテー

テル、処置具といったように、被挿入体 300 の内部に挿入される軟性の挿入部 40 を有していればよい。被挿入体 300 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。内視鏡 20 は、直視型の内視鏡 20 であってもよいし、側視型の内視鏡 20 であってもよい。

[0020] 内視鏡 20 は、操作者によって把持される操作部 30 と、被挿入体 300 の管路部 301 に挿入される挿入部 40 とを有する。

操作部 30 は、挿入部 40 の基端部に連設される。操作部 30 は、後述する湾曲部 43 を操作する図示しない湾曲操作部と、撮像ユニットなど各ユニットを操作する図示しないスイッチ部とを有する。操作部 30 は、ユニバーサルコード 35 をさらに有しており、ユニバーサルコード 35 を介して図示しない光源装置と図示しない画像制御装置と挿入制御装置 120 とに接続される。

挿入部 40 は、管状であり、細長く、柔軟である。挿入部 40 は、管路部 301 に対して管路部 301 の内部を進退移動する。挿入部 40 は、管路部 301 の形状に従って湾曲可能である。挿入部 40 は、挿入部 40 の先端部から挿入部 40 の基端部に向かって順に、先端硬質部 41 と、湾曲部 43 と、可撓管部 45 とを有する。先端硬質部 41 の基端部は湾曲部 43 の先端部に連結され、湾曲部 43 の基端部は可撓管部 45 の先端部に連結され、可撓管部 45 の基端部は操作部 30 に連結される。前記した撮像部と照明部とは、先端硬質部 41 の内部に備えられる。

[0021] 挿入部 40 の可撓管部 45 は、挿入部 40 の軸方向に沿って列状に並ぶ複数のセグメント 47 に区切られる。セグメント 47 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。先端硬質部 41 と湾曲部 43 とは、可撓管部 45 に比べて短い。このため本実施形態では、先端硬質部 41 と、湾曲部 43 と、可撓管部 45 の先端部とは、挿入部 40 の先端部とみなすものとする。

[0022] 各セグメント 47 の曲げ剛性は、挿入制御装置 120 に配置される剛性制御部（以下、制御部 121 と称する）の制御によって、独立して変更可能で

ある。したがって、可撓管部 4 5 の曲げ剛性は、制御部 1 2 1 によって独立して制御される各セグメント 4 7 の曲げ剛性によって、部分的に変更可能となる。

なお可撓管部 4 5 がセグメント 4 7 に区切られるが、これに限定される必要はなく、挿入部 4 0 がセグメント 4 7 に区切られていてもよい。これにより挿入部 4 0 の曲げ剛性は、制御部 1 2 1 によって独立して制御される各セグメント 4 7 の曲げ剛性によって、部分的に変更可能となる。

[0023] 挿入装置 1 0 は、挿入部 4 0 に配置される 1 以上の剛性可変部 5 5 を有する。詳細には、剛性可変部 5 5 は、挿入部 4 0 に内蔵される。剛性可変部 5 5 は、少なくとも可撓管部 4 5 に内蔵されていればよい。また剛性可変部 5 5 は、可撓管部 4 5 において、管路部 3 0 1 に挿入される部位に配置されればよい。本実施形態では、剛性可変部 5 5 は、可撓管部 4 5 全長に渡って内蔵されているものとして説明する。

[0024] 剛性可変部 5 5 は、可変する剛性を有し、剛性によって挿入部 4 0 の曲げ剛性を可変する。剛性可変部 5 5 は、セグメント 4 7 毎に内蔵される。剛性可変部 5 5 は、全てのセグメント 4 7 に内蔵されてもよいし、一部のセグメント 4 7 のみに内蔵されてもよい。剛性可変部 5 5 が設けられる箇所が、少なくともセグメント 4 7 として機能してもよい。なお 1 つの剛性可変部 5 5 が複数のセグメント 4 7 に渡って内蔵されてもよい。剛性可変部 5 5 は、挿入部 4 0 の軸方向に沿って、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 5 5 が複数列に並んでいる場合、剛性可変部 5 5 同士は、剛性可変部 5 5 同士が可撓管部 4 5 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 4 0 の軸方向においてずれて設けられていてもよい。剛性可変部 5 5 は、剛性可変部 5 5 の剛性によって挿入部 4 0 の曲げ剛性をセグメント 4 7 単位で可変できればよい。

[0025] 図示はしないが、剛性可変部 5 5 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 M

uscle（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40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。

剛性可変部55の電極それぞれは、内視鏡20に内蔵される信号ケーブル57を介して挿入制御装置120に接続され、挿入制御装置120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55の剛性は変化する。なお剛性可変部55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55の剛性が変化すると、これに従って剛性可変部55を内蔵するセグメント47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55それぞれの剛性は独立して変化し、セグメント47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55は、剛性可変部55の剛性変化によってセグメント47の曲げ剛性を変化させ、セグメント47の剛性変化によって可撓管部45の曲げ剛性を部分的に変化させる。

- [0026] 剛性可変部55は、EPAMの代わりに、形状記憶合金を用いてもよい。
- [0027] 挿入装置10は、挿入部40の状態情報と、挿入部40の状態情報を基に管路部301の状態情報とを検出する検出ユニット60を有する。検出ユニット60は、入力装置から検出動作開始指示（後述する検出開始指示と算出開始指示）を入力されると検出を開始し、常に検出する。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。
- [0028] 検出ユニット60は、挿入部40の内部に配置される状態検出部61と、挿入制御装置120に配置される状態算出部63とを有する。
- [0029] 状態検出部61は、剛性可変部55に並んで配置される。状態検出部61は、挿入部40の形状情報と捩じれ情報と位置情報とを含む挿入部40の状態情報を検出する。挿入部40の形状情報とは、例えば、挿入部40の軸方

向における挿入部40の形状を示す。状態検出部61は、例えば、コイルと、光ファイバセンサと、加速度センサと、吸収部材との少なくとも1つを有する。コイルは、挿入部40の形状といった挿入部40の状態に対応して磁界を発生する。光ファイバセンサにおいて、挿入部40の状態に対応して光の透過率が変化する。加速度センサは、加速度を計測する。吸収部材は、挿入部40の状態に対応してX線を吸収する。

[0030] 状態検出部61は、入力装置から出力された検出開始指示が状態検出部61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。状態検出部61は、例えば有線または無線によって状態算出部63に接続されており、状態検出部61が検出した検出結果を状態算出部63に出力する。

[0031] 状態算出部63は、状態検出部61の検出結果を基に、挿入部40の状態情報と管路部301の状態情報とを算出する。状態算出部63が算出する挿入部40の状態情報は、例えば、挿入部40の形状情報と捩じれ情報と位置情報とを含む。管路部301の状態情報は、例えば、管路部301の形状情報と、管路部301における第1屈曲部303aと第2屈曲部303bとの位置情報とを含む。管路部301の状態情報は、状態算出部63によって、挿入部40の状態情報を基に算出される。状態算出部63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。状態算出部63は、プロセッサによって構成されても良い。状態算出部63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この状態算出部63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。

[0032] 状態算出部63は、状態検出部61の検出結果が入力された状態で、入力装置から出力された算出開始指示が状態算出部63に入力された後、常に算出（動作）する。なお算出のタイミングは、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。状態算出部63は、図示しない信号線を通じて、算出結果を制御部121に出力する。

- [0033] 状態算出部63は、状態算出部63によって算出された算出結果を基に、管路部301内における現状の挿入部40の状態情報を算出する。状態算出部63は、表示装置に接続されており、管路部301内における現状の挿入部40の状態情報を表示装置に出力する。そして、表示装置は、管路部301内における現状の挿入部40の状態情報を表示する。管路部301内における現状の挿入部40の状態情報とは、例えば、挿入部40の状態情報が管路部301の状態情報に合わさった情報である。表示は、例えば3次元によって実施される。操作者は、表示装置に表示される挿入部40の状態情報を基に、管路部301内における挿入部40の位置及び状態を監視可能となる。
- [0034] 挿入装置10は、挿入制御装置120に配置される制御部121を有する。制御部121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。制御部121は、プロセッサによって構成されても良い。制御部121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この制御部121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。制御部121は、信号ケーブル57を介して、剛性可変部55それぞれの剛性を個別に制御する。
- [0035] 制御部121は、剛性可変部55の剛性を、任意の高さに制御する。剛性の高さは、例えば、段階的に区切られて変化してもよいし、連続的に変化してもよい。剛性の高さは、管路部301に応じて所望に調整される。図2C等において、低剛性を有する剛性可変部55を白塗りで図示し、高剛性を有する剛性可変部55を黒塗りで図示する。中間の剛性を有する剛性可変部55は、黒線で示す。以降、説明上便宜的に低剛性、中剛性、高剛性と表記するが、剛性の高さを低中高の3段階に限定するものではない。
- [0036] 低剛性とは、挿入部40が管路部301の形状に沿って湾曲可能となる剛性であり、挿入部40が外力などによって受動的に湾曲可能となる剛性である。外力は、例えば、挿入部40の中心軸に対して任意の角度から挿入部4

0にかかる力を示す。剛性可変部55の剛性が低剛性である場合、挿入部40は、外力を受けることによって受動的に曲げられることが可能な低剛性部位として機能する。低剛性とは、挿入部40が略直線状態を解放される剛性を表す。低剛性とは、制御部121が制御する剛性に対して、例えば、最小剛性または最小剛性に近い剛性である。低剛性は、剛性変化が実施される前の初期の剛性であってもよい。このため低剛性は、中剛性よりも低ければ、所望する値に設定されてもよい。制御部121は、低剛性に制御せず、剛性の制御を終了してもよい。

[0037] 高剛性は、挿入部40の第1, 2屈曲部位203a, 203b (図2E参照)が略直線化する略直線剛性を示す。第1, 2屈曲部位203a, 203bは、管路部301の第1, 2屈曲部303a, 303bを通過している挿入部40の一部位である。高剛性は、第1, 2屈曲部位203a, 203bが第1, 2略直線部位207a, 207b (図2G参照)に変化し、外力が第1, 2略直線部位207a, 207bに加わっても第1, 2略直線部位207a, 207bが曲がらず略直線状態を維持する剛性をいう。高剛性とは、制御部121が制御する剛性に対して、例えば、最大剛性または最大剛性に近い剛性である。第1, 2略直線部位207a, 207bは、中剛性または低剛性で制御される部位よりも硬い。また第1, 2略直線部位207a, 207bは、外力を受けても曲がらず略直線状態を維持する高剛性部位として機能する。

[0038] 中剛性とは、例えば、低剛性と高剛性との中間の剛性、または低剛性と高剛性の間の剛性を示す。

[0039] 以下に、制御部121が剛性可変部55の剛性を制御するタイミングについて説明する。ここでは説明のために、第1屈曲部303aを用い、7つの剛性可変部55が配置され、先頭から順に、剛性可変部55a, 55b, 55c, 55d, 55e, 55f, 55gが配置されているものとする。なお図示の明瞭化のために、図2A~図2Gにて、セグメント47の図示を省略している。

- [0040] 検出ユニット60は、管路部301内における現状の挿入部40の状態情報を制御部121に出力する。挿入部40の状態情報は、管路入口301aに対する挿入部40の位置情報も含む。制御部121は、例えば、挿入部40の状態情報を基に、または図示しない内部メモリに記憶される記憶情報を基に、管路入口301aに対する入口305a等の位置を把握する。
- [0041] 図2Aと図2Bとに示すように、挿入部40が管路入口301aから第1屈曲部303aに向かって挿入される際、制御部121は、位置情報を基に、剛性可変部55aが第1屈曲部303aの入口305aの手前に到達するまで、剛性可変部55a～55gの剛性を基準剛性である高剛性に制御する。
- [0042] 図2Bに示すように、可撓管部45の先端部が入口305aに到達した際、制御部121は、検出ユニット60から出力された位置情報を基に、例えば入口305aに配置される、または入口305aと入口305aの手前とに配置される剛性可変部55aの剛性を基準剛性である高剛性から中剛性に制御する。詳細には、制御部121は、入口305aに配置されるセグメント47、または入口305aと入口305aの手前とに配置されるセグメント47に対応する剛性可変部55aの剛性を制御する。手前の範囲は、例えば、1つのセグメント47の長さと同程度である。
- [0043] 図2Cに示すように、挿入部40が第1屈曲部303aの内部に到達した際、制御部121は、検出ユニット60から出力された位置情報を基に、第1屈曲部303aの内部に到達した剛性可変部55aの剛性を高剛性から低剛性に制御する。詳細には、制御部121は、第1屈曲部303aの内部に到達したセグメント47に対応する剛性可変部55aの剛性を制御する。
- [0044] 制御部121は、挿入部40の挿入に従って第1屈曲部303aが略直線化するように、検出ユニット60の検出結果を基に第1屈曲部303aを通過している剛性可変部55の剛性を徐々に高める制御を実施する。例えば、図2Eに示すように挿入部40が第1屈曲部303aを通過している際、図2Dと図2Eとに示すように、制御部121は、検出ユニット60から出力

された位置情報を基に、第1屈曲部303aを通過している剛性可変部55dの剛性を中剛性に維持する。その後、制御部121は、図2Fに示すように、剛性可変部55dの剛性を中剛性から高剛性に制御する。詳細には、制御部121は、第1屈曲部303aを通過しているセグメント47に対応する剛性可変部55dの剛性を制御する。また例えば、図2D, 2E, 2F, 2Gに示すように、剛性可変部55c, 55dが第1屈曲部303aを通過している第1屈曲部位203aに配置されるとする。この場合、制御部121は、剛性可変部55cの剛性を低剛性に制御し、剛性可変部55dの剛性を中剛性に維持した後に高剛性に制御する。つまり、制御部121は、第1屈曲部位203aにおける剛性可変部55c, 55dの剛性を、低剛性から中剛性を介して高剛性に徐々に高める。

[0045] また図2Fに示すように、制御部121が剛性可変部55dの剛性を高剛性に制御した際、制御部121は、第1屈曲部303aを通過している剛性可変部55dの剛性に対して、高剛性を維持する。

[0046] なお第1屈曲部303aを用いて説明したが、第2屈曲部303bに対しても、第1屈曲部303aと同様に、制御部121は、剛性を制御する。そして挿入部40が第1屈曲部303aの内部に到達した際及び第1屈曲部303aを通過している際、制御部121は、剛性可変部55の剛性の制御によって、挿入部40の曲率半径を拡大することとなる。

[0047] なお、説明の便宜上、低剛性、中剛性、高剛性の3段階の剛性変化を説明したが、4段階以上の剛性変化が実施されても良い。あるいは、無段階に連続的に低剛性から高剛性まで変化してもよい。

[0048] 図示しない入力装置は、検出ユニット60の動作を開始させる検出動作開始指示（検出開始指示と算出開始指示）を検出ユニット60に出力し、制御部121の動作を開始させる制御開始指示を制御部121に出力する。入力装置は、検出動作開始指示と制御開始指示とを同時に出力してもよいし個別に出力してもよい。入力装置は、一般的な入力用の機器であり、例えば、ボタンスイッチ、ダイヤルである。

[0049] [作用]

図2A～図2Gを用いて、作用について説明する。ここでは、複数の剛性可変部55が配置されている挿入部40を一例に説明する。ここでは、7つの剛性可変部55a, 55b, 55c, 55d, 55e, 55f, 55gを用いて説明する。

[0050] 第1, 2屈曲部303a, 303bの入口305a, 305bと入口305a, 305bの手前とに到達した挿入部40の一部位を、入口到達部位251a, 251b (図2Bと図2D参照) と称する。入口到達部位251a, 251bは、入口305a, 305bに到達した部位のみを指してもよい。手前に到達していない挿入部40の一部位を、入口未到達部位253a, 253b (図2Aと図2D参照) と称する。第1, 2屈曲部303a, 303bの内部に到達した挿入部40の一部位を、屈曲到達部位255a, 255b (図2D参照) と称する。第1, 2屈曲部303a, 303bを通過している及び第1, 2屈曲部303a, 303bを通過した挿入部40の一部位を、通過部位257a, 257b (図2D参照) と称する。

[0051] 以下、管路部301の一例として、大腸を用いて説明する。例えば操作者は、挿入部40を把持して、挿入部40を大腸の管路入口301a (肛門) から大腸の内部に挿入させる。次に、操作者は、大腸から外部に露出している挿入部40の任意の位置を把持し、この把持部位から挿入部40を押し込む。これにより、挿入部40は、管路入口301aの前方に存在する大腸のS状結腸における第1屈曲部303aに向かって押し込まれ、第1屈曲部303aに向かって前進移動する。検出ユニット60は、挿入部40の状態情報を検出し、状態情報に含まれる例えば位置情報を制御部121に出力する。以下において、検出ユニット60は、挿入部40の状態情報を常に検出しさらに制御部121に出力しているものとして説明する。

[0052] ここでは、図2Aに示すように、剛性可変部55a, 55b, 55c, 55d, 55e, 55f, 55gは、入口未到達部位253aに配置される。制御部121は、剛性可変部55a, 55b, 55c, 55d, 55e, 5

5 f, 5 5 gが入口3 0 5 aの手前に到達するまで、剛性可変部5 5 a, 5 5 b, 5 5 c, 5 5 d, 5 5 e, 5 5 f, 5 5 gの剛性を基準剛性である高剛性に制御する。言い換えると、制御部1 2 1は、入口未到達部位2 5 3 aにおける剛性可変部5 5 a, 5 5 b, 5 5 c, 5 5 d, 5 5 e, 5 5 f, 5 5 gの剛性を、基準剛性である高剛性に制御する。これにより挿入部4 0の曲げ剛性は、高い状態に維持される。

[0053] そして、図2 Bに示すように、挿入部4 0が深部に向かってさらに挿入されるとする。可撓管部4 5の先端部が入口3 0 5 aと入口3 0 5 aの手前に到達したとする。ここでは、剛性可変部5 5 aは、入口到達部位2 5 1 a配置される。剛性可変部5 5 b, 5 5 c, 5 5 d, 5 5 e, 5 5 f, 5 5 gは、入口未到達部位2 5 3 aに配置される。制御部1 2 1は、剛性可変部5 5 aの剛性を、基準剛性である高剛性から中剛性に制御する。また制御部1 2 1は、剛性可変部5 5 b, 5 5 c, 5 5 d, 5 5 e, 5 5 f, 5 5 gの剛性を高剛性に維持する。したがって、入口到達部位2 5 1 aの曲げ剛性は、入口未到達部位2 5 3 aの曲げ剛性よりも下がる。入口未到達部位2 5 3 aの曲げ剛性は、高い状態に維持される。入口未到達部位2 5 3 aと入口到達部位2 5 1 aとは、硬い略直線部位である。

[0054] 図2 Bに示す状態で、押し込み操作が実施されると、挿入部4 0を押し込む操作者の手元側の力は、把持部位から挿入部4 0の先端部に効率的に伝達される。このため、外力が管路部3 0 1から挿入部4 0に加わっても略直線部位は曲がらず、深部への挿入部4 0の挿入性は向上する。また座屈の発生は、力の効率的な伝達と、硬い略直線部位とによって、抑制される。したがって可撓管部4 5の先端部は、撓むことなく第1屈曲部3 0 3 aに挿入可能となる。このように挿入部4 0は、小さい曲率半径を有する第1屈曲部3 0 3 aに対する通過に、備えられる。

[0055] 図2 Cに示すように、挿入部4 0が深部に向かってさらに挿入されるとする。このとき、例えば、可撓管部4 5の先端部は第1屈曲部3 0 3 aの内部に到達したとする。ここでは、剛性可変部5 5 aは、屈曲到達部位2 5 5 a

に配置される。剛性可変部55bは、入口到達部位251aに配置される。剛性可変部55c, 55d, 55e, 55f, 55gは、入口未到達部位253aに配置される。制御部121は、第1屈曲部303aの内部に到達した剛性可変部55aの剛性を中剛性から低剛性に制御する。これにより、屈曲到達部位255aの曲げ剛性は、入口到達部位251aの曲げ剛性よりも下がる。したがって屈曲到達部位255aの曲率半径は、第1屈曲部303aの曲率半径と略同一となることが可能となる。また制御部121は、剛性可変部55bの剛性を、基準剛性である高剛性から中剛性に制御する。制御部121は、剛性可変部55c, 55d, 55e, 55f, 55gの剛性を高剛性に維持する。したがって、入口到達部位251aの曲げ剛性は、入口未到達部位253aの曲げ剛性よりも下がる。入口未到達部位253aの曲げ剛性は、高い状態に維持される。入口未到達部位253aと入口到達部位251aとは、硬い略直線部位である。

[0056] 図2Cに示す状態で押し込み操作が実施されると、屈曲到達部位255aは、低剛性によって、第1屈曲部303aの形状に沿って湾曲可能となり、第1屈曲部303aから屈曲到達部位255aに作用する外力などによって受動的に湾曲可能である。このため、挿入部40に対する押し込み操作が過剰に実施されても、第1屈曲部303aは過伸展を抑制され、患者の苦痛は低減される。また挿入部40の通過性は、向上する。なお図2Aに示す状態と同様に、押し込み操作が実施されると、手元側の力は、把持部位から挿入部40の先端部に効率的に伝達される。このため、外力が管路部301から挿入部40に加わっても略直線部位は曲がらず、深部への挿入部40の挿入性は向上する。また座屈の発生は、力の効率的な伝達と、硬い略直線部位によって、抑制される。

[0057] 図示は省略するが、挿入部40が深部に向かって挿入され、剛性可変部55aが通過部位257aに配置され、剛性可変部55bが屈曲到達部位255aに配置され、剛性可変部55cが入口到達部位251aに配置され、剛性可変部55d, 55e, 55f, 55gが入口未到達部位253aに配置

されるとする。この場合、剛性可変部 5 5 a の剛性は低剛性に制御され、剛性可変部 5 5 b の剛性は低剛性に制御される。また剛性可変部 5 5 c の剛性は中剛性に制御され、剛性可変部 5 5 d, 5 5 e, 5 5 f, 5 5 g の剛性は高剛性に制御される。

[0058] 次に、図 2 D に示すように、挿入部 4 0 が深部に向かってさらに挿入されるとする。このとき、可撓管部 4 5 の先端部は第 1 屈曲部 3 0 3 a の通過を完了したとする。ここでは、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b は、通過部位 2 5 7 a に配置される。剛性可変部 5 5 c は、屈曲到達部位 2 5 5 a と通過部位 2 5 7 a とに配置される。剛性可変部 5 5 d は、入口到達部位 2 5 1 a に配置される。剛性可変部 5 5 e, 5 5 f, 5 5 g は、入口未到達部位 2 5 3 a に配置される。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b の剛性を低剛性に維持する。これにより通過部位 2 5 7 a の曲げ剛性は、下がった状態を維持する。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 c の剛性を、中剛性から低剛性に制御する。これにより、屈曲到達部位 2 5 5 a の曲げ剛性は、入口到達部位 2 5 1 a の曲げ剛性よりも下がる。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 d の剛性を、高剛性から中剛性に制御する。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 e, 5 5 f, 5 5 g の剛性を高剛性に維持する。したがって、入口到達部位 2 5 1 a の曲げ剛性は、入口未到達部位 2 5 3 a の曲げ剛性よりも下がる。入口未到達部位 2 5 3 a の曲げ剛性は、高い状態に維持される。入口未到達部位 2 5 3 a と入口到達部位 2 5 1 a とは、硬い略直線部位である。

[0059] 図 2 D に示す状態における押し込み操作は、図 2 C に示す状態における押し込み操作と略同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0060] 図示は省略するが、挿入部 4 0 が深部に向かって挿入されるとする。本実施形態では、第 1 屈曲部 3 0 3 a が第 2 屈曲部 3 0 3 b に連続している、または第 1 屈曲部 3 0 3 a と第 2 屈曲部 3 0 3 b との間の距離が短いとする。このため、第 1 屈曲部 3 0 3 a と第 2 屈曲部 3 0 3 b との間において、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b の剛性は、低剛性に制御される。

なお第 1 屈曲部 3 0 3 a と第 2 屈曲部 3 0 3 b との間の距離が長い場合、

剛性可変部 5 5 a が入口到達部位 2 5 1 b に配置され、剛性可変部 5 5 b が入口未到達部位 2 5 3 b に配置されたとする。この場合、入口到達部位 2 5 1 a と入口未到達部位 2 5 3 a と同様に、剛性可変部 5 5 a の剛性は中剛性に制御され、剛性可変部 5 5 b の剛性は高剛性に制御される。また挿入部 4 0 が深部に向かって挿入され、剛性可変部 5 5 a が屈曲到達部位 2 5 5 b に配置され、剛性可変部 5 5 b が入口到達部位 2 5 1 b に配置されたとする。この場合、屈曲到達部位 2 5 5 a と入口到達部位 2 5 1 a と同様に、剛性可変部 5 5 a の剛性は低剛性に制御され、剛性可変部 5 5 b の剛性は中剛性に制御される。

[0061] 図 2 E に示すように、挿入部 4 0 が深部に向かってさらに挿入されるとする。このとき、例えば、可撓管部 4 5 の先端部は第 2 屈曲部 3 0 3 b を通過したとする。ここでは、剛性可変部 5 5 a は、通過部位 2 5 7 b に配置される。剛性可変部 5 5 b は、屈曲到達部位 2 5 5 b と通過部位 2 5 7 b とに配置される。剛性可変部 5 5 c は、入口到達部位 2 5 1 b に配置される。剛性可変部 5 5 d は、屈曲到達部位 2 5 5 a と通過部位 2 5 7 a とに配置される。剛性可変部 5 5 e は、入口到達部位 2 5 1 a に配置される。剛性可変部 5 5 f, 5 5 g は、入口未到達部位 2 5 3 a に配置される。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b, 5 5 c の剛性を低剛性に維持する。これにより通過部位 2 5 7 b と屈曲到達部位 2 5 5 b と入口到達部位 2 5 1 b との曲げ剛性は、下がった状態を維持する。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 e, 5 5 f, 5 5 g の剛性を高剛性に維持する。入口未到達部位 2 5 3 a の曲げ剛性は、高い状態に維持される。入口到達部位 2 5 1 a と入口未到達部位 2 5 3 a とは、硬い略直線部位である。図 2 D に示すように、可撓管部 4 5 の先端部は第 2 屈曲部 3 0 3 b を通過し、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b, 5 5 c の剛性が低剛性であるとする。このとき、制御部 1 2 1 は、第 1 屈曲部 3 0 3 a において入口到達部位 2 5 1 a (図 2 D に示す状態) から屈曲到達部位 2 5 5 a (図 2 E に示す状態) に配置された剛性可変部 5 5 d の剛性を、中剛性に維持する。ここで挿入部 4 0 のさらなる挿入に従って、図 2 F に示すよ

うに、剛性可変部 5 5 d は、屈曲到達部位 2 5 5 a から通過部位 2 5 7 a に配置されたとする。すると、制御部 1 2 1 は、通過部位 2 5 7 a に配置された剛性可変部 5 5 d の剛性を、中剛性から高剛性に制御する。なお、図 2 E に示すように、剛性可変部 5 5 d は、屈曲到達部位 2 5 5 a と通過部位 2 5 7 a とにまたがる場合、剛性可変部 5 5 d の先頭部分が通過部位 2 5 7 a に到達した際に、制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 d を中剛性から高剛性に制御する。したがって、屈曲到達部位 2 5 5 a の曲率半径は、屈曲到達部位 2 5 5 a の曲率半径より大きくなる。

[0062] 図 2 E に示す状態における押し込み操作は、図 2 D に示す状態における押し込み操作と略同様であるため、詳細な説明は省略する。この状態では、剛性可変部 5 5 d の中剛性によって、図 2 E に示す屈曲到達部位 2 5 5 a の曲げ剛性は、図 2 D に示す屈曲到達部位 2 5 5 a の曲げ剛性よりも上がる。このため、第 1 屈曲部位 2 0 3 a の曲率半径は、拡大することとなる。この拡大に伴い、第 1 屈曲部 3 0 3 a の曲率半径も拡大する。

[0063] 図 2 F に示すように、挿入部 4 0 が深部に向かってさらに挿入されるとする。剛性可変部 5 5 a, 5 5 b は、通過部位 2 5 7 b に配置される。剛性可変部 5 5 c は、屈曲到達部位 2 5 5 b に配置される。剛性可変部 5 5 d は、通過部位 2 5 7 a に配置される。剛性可変部 5 5 e は、第 1 屈曲部位 2 0 3 a (屈曲到達部位 2 5 5 a と通過部位 2 5 7 a) に配置される。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 a, 5 5 b の剛性を、図示しない次の屈曲部への挿入に備えて、低剛性に維持する。制御部 1 2 1 は、第 2 屈曲部 3 0 3 b に挿入された剛性可変部 5 5 c の剛性を、中剛性から低剛性に制御した後、図 2 F に示すように中剛性に制御する。図 2 F に示すように、制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 d の剛性を、高剛性に制御する。制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 e, 5 5 f, 5 5 g の剛性を高剛性に維持する。

[0064] 図 2 F に示す状態における押し込み操作は、図 2 D に示す状態における押し込み操作と略同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0065] この状態では、剛性可変部 5 5 c の中剛性によって、図 2 F に示す屈曲到

達部位 255b の曲げ剛性は、図 2E に示す屈曲到達部位 255b の曲げ剛性よりも上がる。このため、第 2 屈曲部位 203b の曲率半径はさらに拡大し、第 2 屈曲部位 203b は略直線部に近づく。拡大に伴い、第 2 屈曲部 303b の曲率半径も拡大し、第 2 屈曲部 303b は略直線部に近づく。

[0066] またこの状態では、剛性可変部 55d, 55e の高剛性によって、図 2F に示す屈曲到達部位 255a の曲げ剛性は図 2E に示す屈曲到達部位 255a の曲げ剛性よりも上がり、図 2F に示す通過部位 257a の曲げ剛性は図 2E に示す通過部位 257a の曲げ剛性よりも上がる。このため、第 1 屈曲部 303a の曲率半径はさらに拡大し、第 1 屈曲部 303a は略直線部に近づく。拡大に伴い、第 1 屈曲部 303a の曲率半径も拡大し、第 1 屈曲部 303a は略直線部に近づく。

[0067] 図 2G に示すように、挿入部 40 が深部に向かってさらに挿入されるとする。制御部 121 は、剛性可変部 55c, 55d, 55e, 55f, 55g の剛性を高剛性に制御する。この状態では、剛性可変部 55c, 55d, 55e, 55f, 55g の高剛性によって、挿入部 40 の曲げ剛性は、図 2F に示す挿入部 40 の曲げ剛性よりも上がる。また挿入部 40 の曲率半径はさらに拡大し、第 1, 2 屈曲部位 203a, 203b が第 1, 2 略直線部位 207a, 207b に変化し、挿入部 40 は略直線状態に変化する。拡大に伴い、第 1, 2 屈曲部 303a, 303b の曲率半径も拡大し、第 1, 2 屈曲部 303a, 303b は略直線部に変化する。

[0068] 挿入部 40 は、硬く、略直線状態であり、大腸も略直線状態である。したがって、手元側の力は、把持部位から挿入部 40 の先端部に効率的に伝達される。このため、略直線部位は曲がらず、深部への挿入部 40 の挿入性は向上する。また座屈の発生は、力の効率的な伝達と、硬い略直線部位とによって、抑制される。

[0069] なお剛性可変部 55 の剛性が高まらず、第 1 屈曲部位 203a が屈曲状態のまま第 1 屈曲部 303a を通過しようとする。この場合、手元側の力は第 1 屈曲部位 203a によって挿入部 40 の先端部に伝達され難くなり、座屈

が挿入部40に発生することがある。挿入部40が第1屈曲部303aを通過しても、挿入部40の曲げ剛性が低いと、座屈が発生してしまうことがある。略直線部位の曲げ剛性が低いと、第1屈曲部303aは略直線部に变化できず、第1屈曲部303aは屈曲状態のままであり、曲げ剛性が低い略直線部位は第1屈曲部303aの圧力に耐え切れず屈曲してしまうことがある。しかしながら、本実施形態では、第1, 2屈曲部位203a, 203bを含む挿入部40の部位は略直線部位207a, 207bに確実に变化し、第1屈曲部303aを含む大腸の部位は略直線部位207a, 207bによって略直線部に確実に变化する。そして、略直線部位207a, 207bの曲げ剛性は、剛性可変部55の剛性変化によって硬い。このため、略直線部位207a, 207bの屈曲が防止され、手元側の力が把持部位から挿入部40の先端部に効率的に伝達され、挿入部40は深部に向かって容易に挿入され、挿入部40の挿入性が向上する。また手元側の力が把持部位から挿入部40の先端部に効率的に伝達されるため、座屈の発生が防止され、深部への挿入部40の挿入性が向上する。

[0070] なお大腸の一部は、腹腔内に固定されていないため、挿入部40の前進移動によって腹腔内を容易に動くことがある。例えば挿入部40の先端部が大腸の第1屈曲部303aを通過した状態で押し込まれると、押し込みによって大腸が動くことがある。すると、挿入部40を押し込む操作者の手元側の力が挿入部40の先端部に伝達され難くなり、挿入部40は座屈してしまう虞がある。このため、挿入部40の先端部には座屈によって手元側の力がますます伝達されにくくなり、先端部は深部に向かって挿入（前進移動）されにくくなる虞がある。このため、挿入部40は推進力が失われるスタック状態となる、言い換えると挿入性が低下する虞がある。挿入部40が容易に挿入されるためには、挿入部40の操作によって大腸を略直線状態に変化させる略直線手技がある。この略直線手技の習得には、長い修練が必要である。

[0071] しかしながら本実施形態では、剛性が制御されるため、修練が必要な略直線手技の習得の難易度を低減でき、略直線手技をサポートできる。

[0072] [効果]

本実施形態では、例えば第1屈曲部303aを通過している第1屈曲部位203aに配置される剛性可変部55c, 55d (図2D, 2E, 2F, 2G参照)において、剛性可変部55cの剛性は低剛性に制御され、剛性可変部55dの剛性は、中剛性を維持された後に高剛性に制御される。つまり、第1屈曲部位203aの曲げ剛性は、低剛性から中剛性を介して高剛性に徐々に高まる。すると第1屈曲部位203aを含む挿入部40の部位は湾曲状態から略直線状態に変化し、この変化に伴い、第1屈曲部303aを含む管路部301の部位も略直線部に変化する。このため、略直線状態の挿入部40の押し込みによって、略直線状態の挿入部40を略直線状態の管路部301の深部に向かって容易に挿入でき、管路部301における深部への挿入部40の挿入性を向上できる。このとき、挿入部40は、硬く、略直線状態であり、管路部301も略直線状態である。したがって挿入部40を押し込む手元側の力は、挿入部40の先端部に伝達され易い。このため、挿入部40の座屈を防止でき、管路部301における深部への挿入部40の挿入性を向上できる。

[0073] 本実施形態では、操作者は、挿入部40の曲げ剛性の調整を不要にでき、挿入部40の押し込み操作に専念できる。したがって、本実施形態では、管路部301における深部へ挿入部40を挿入する際に、操作性を向上できる。本実施形態では、オーバチューブを用いないため、挿入部40の外径が大きくなることを防止でき、患者の苦痛及び患者への負担を低減できる。

[0074] 本実施形態では、修練が必要な略直線手技の習得の難易度を低減でき、略直線手技をサポートできる。

[0075] 本実施形態では、入口到達部位251aに配置される剛性可変部55の剛性は中剛性に制御され、入口未到達部位253aに配置される剛性可変部55の剛性は高剛性に制御される。言い換えると、制御部121は、剛性可変部55が手前に到達するまで、剛性可変部55の剛性を基準剛性である高剛性に制御する。また制御部121は、入口305aと手前とに到達された剛

性可変部 5 5 の剛性を基準剛性である高剛性から中剛性に制御する。この場合、挿入部 4 0 が硬いため、挿入部 4 0 が第 1 屈曲部 3 0 3 a に到達するまで、操作者は、手元側の力を、把持部位から挿入部 4 0 の先端部に効率的に伝達できる。このため、座屈の発生を防止でき、深部への挿入部 4 0 の挿入性を向上できる。

[0076] 本実施形態では、屈曲到達部位 2 5 5 a に配置される剛性可変部 5 5 の剛性は、中剛性から低剛性に制御される。このため、屈曲到達部位 2 5 5 a は、低剛性によって、第 1 屈曲部 3 0 3 a の形状に沿って湾曲可能となり、第 1 屈曲部 3 0 3 a から屈曲到達部位 2 5 5 a に作用する外力などによって受動的に湾曲可能である。例えば、挿入部 4 0 に対する押し込み操作が過剰に実施されても、第 1 屈曲部 3 0 3 a の過伸展を抑制でき、患者の苦痛を低減できる。また挿入部 4 0 の通過性を向上できる。

[0077] 本実施形態では、第 1 屈曲部 3 0 3 a を通過している通過部位 2 5 7 a に配置される剛性可変部 5 5 c, 5 5 d (図 2 D, 2 E, 2 F, 2 G 参照) において、剛性可変部 5 5 c の剛性は低剛性に制御され、剛性可変部 5 5 d の剛性は、中剛性に制御された後、高剛性に制御される。つまり、第 1 屈曲部位 2 0 3 a の曲げ剛性は、低剛性から中剛性を介して高剛性に徐々に高まる。このため、第 1 屈曲部位 2 0 3 a は略直線部位に変化し、第 1 屈曲部 3 0 3 a は略直線部に変化する。また第 1 屈曲部位 2 0 3 a と第 1 屈曲部 3 0 3 a との曲率半径も拡大する。したがって、深部への挿入部 4 0 の挿入性を向上できる。

[0078] 本実施形態では、制御部 1 2 1 が剛性可変部 5 5 の剛性を高剛性に制御し、屈曲到達部位 2 5 5 a が略直線部位に変化した際、制御部 1 2 1 は、剛性可変部 5 5 の剛性に対して、高剛性を維持する。このため、略直線部位と略直線部とが維持され、向上した挿入部 4 0 の挿入性を維持できる。

[0079] 本実施形態では、制御部 1 2 1 は、入口到達部位 2 5 1 a, 2 5 1 b と入口未到達部位 2 5 3 a, 2 5 3 b と屈曲到達部位 2 5 5 a, 2 5 5 b と通過部位 2 5 7 a, 2 5 7 b とに配置されるセグメントに対応する剛性可変部 5

5の剛性を制御する。このため、挿入部40の曲げ剛性を精緻に制御できる。

[0080] [変形例]

以下に本実施形態の変形例について、説明する。

本変形例では、1つの剛性可変部55が配置されている挿入部40を一例に説明する。

[0081] 図3Aは、図2Bに対応する。剛性可変部55は、入口到達部位251aに配置される。制御部121は、剛性可変部55の剛性を、基準剛性である高剛性から中剛性に制御する。挿入部40は、小さい曲率半径R1を有する第1屈曲部303aに対する通過に、備えられる。

[0082] 図3Bは、図2Cに対応する。剛性可変部55は、屈曲到達部位255aに配置される。制御部121は、第1屈曲部303aの内部に到達した剛性可変部55の剛性を、中剛性から低剛性に制御する。これにより屈曲到達部位255aの曲げ剛性は、入口到達部位251aの曲げ剛性よりも下がる。そして、屈曲到達部位255aの曲率半径R2は、第1屈曲部303aの曲率半径R1と略同一となることが可能となる。したがって屈曲到達部位255aは、低剛性によって、第1屈曲部303aの形状に沿って湾曲可能となり、第1屈曲部303aから屈曲到達部位255aに作用する外力などによって受動的に湾曲可能である。挿入部40に対する押し込み操作が過剰に実施されても、第1屈曲部303aは過伸展を抑制され、患者の苦痛は低減される。また挿入部40の通過性は、向上する。挿入部40における座屈の発生は防止され、深部への挿入部40の挿入性は向上する。

[0083] 図3Cは、図2Eに対応する。剛性可変部55は、第1屈曲部位203a（屈曲到達部位255aと通過部位257a）に配置される。制御部121は、剛性可変部55の剛性を、低剛性から中剛性に制御する。したがって、第1屈曲部位203aの曲率半径は、屈曲到達部位255aの曲率半径R2より大きくなる。そして、第1屈曲部303aの曲率半径R3は、曲率半径R1よりも大きくなる。

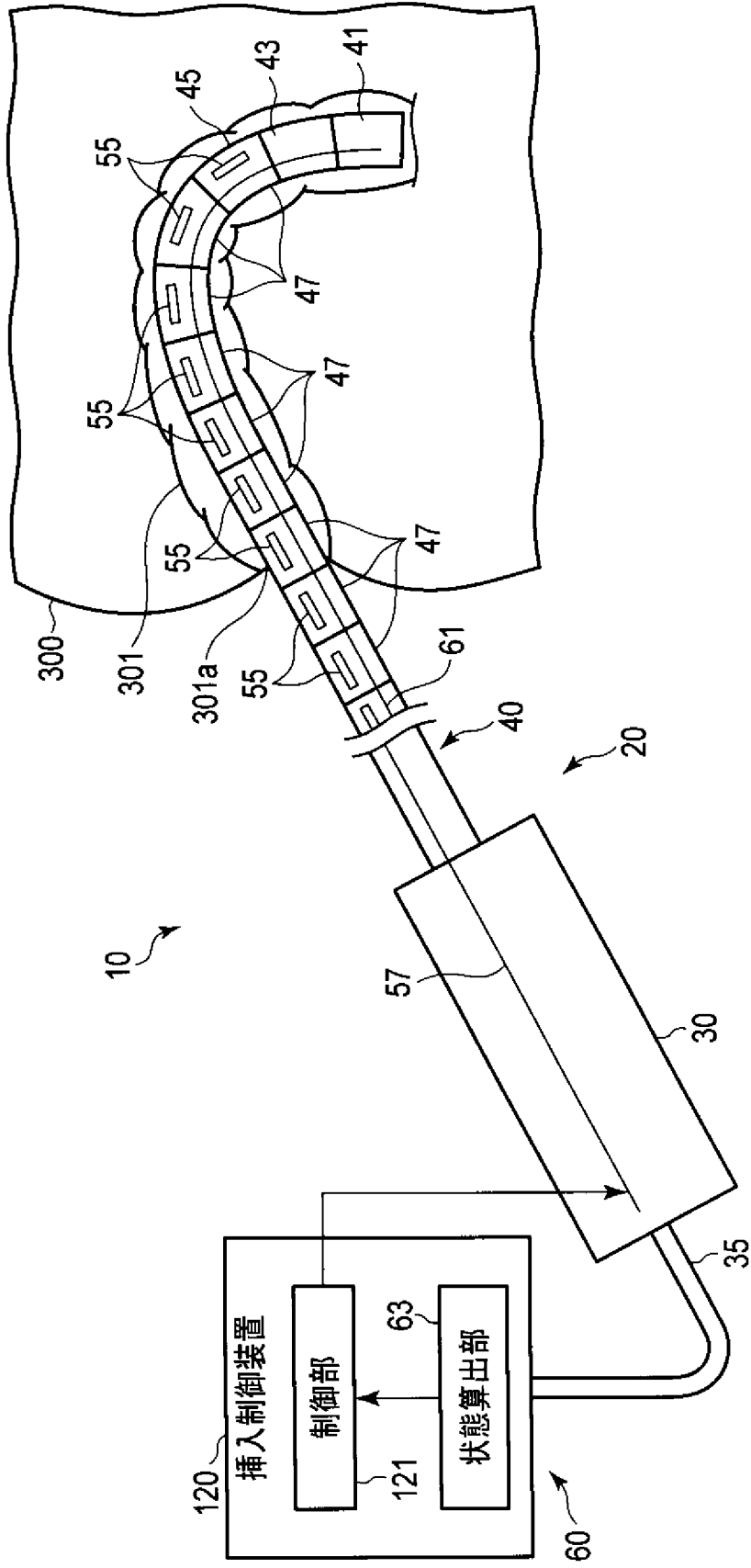
[0084] 図3Dは、図2Gに対応する。制御部121は、通過部位257aに配置される剛性可変部55の剛性を、中剛性から高剛性に制御する。この状態では、剛性可変部55の高剛性によって、通過部位257aの曲げ剛性は、図3Cに示す通過部位257aの曲げ剛性よりも上がる。また通過部位257aの曲率半径は、図3Cに示す通過部位257aの曲率半径よりも拡大し、通過部位257aは略直線部位に変化する。拡大に伴い、第1屈曲部303aの曲率半径R4は曲率半径R3よりも大きくなり、第1屈曲部303aは略直線部に変化する。その後、第2屈曲部303bに対しても、同様の制御が実施される。

[0085] 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。

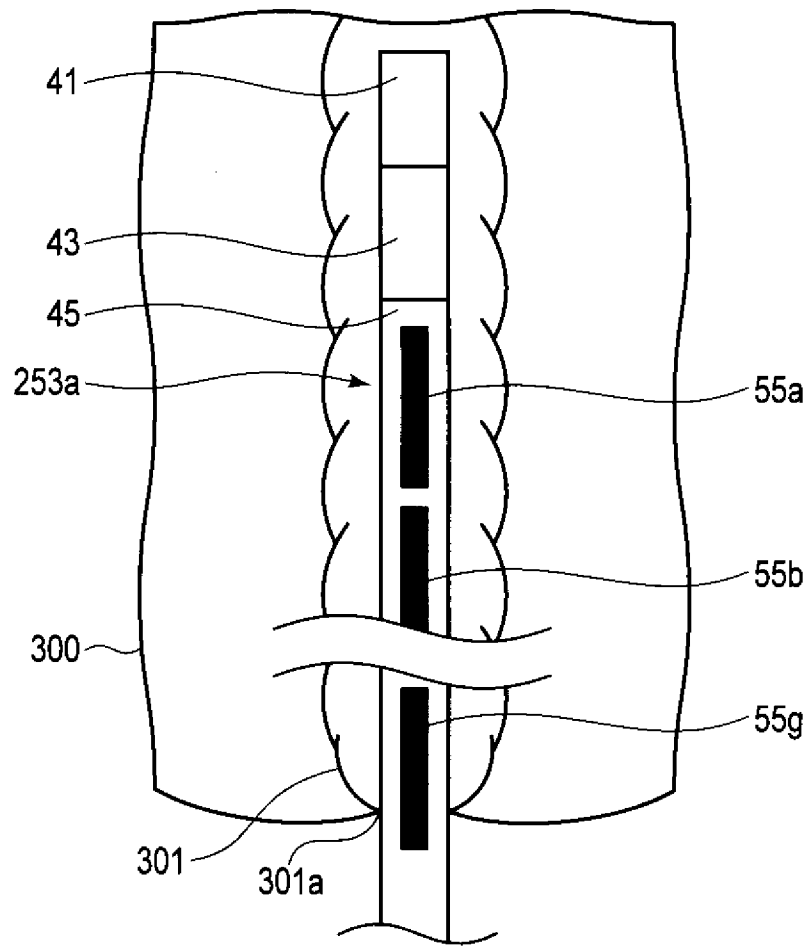
請求の範囲

- [請求項1] 屈曲部を有する管路部に挿入される挿入部と、
前記挿入部に配置され、可変する剛性を有し、前記剛性によって前記挿入部の曲げ剛性を可変する剛性可変部と、
前記挿入部の状態情報と、前記挿入部の前記状態情報を基に前記管路部の状態情報とを検出する検出ユニットと、
前記挿入部の挿入に従って前記屈曲部が略直線化するように、前記検出ユニットの検出結果を基に前記屈曲部を通過している前記剛性可変部の前記剛性を徐々に高める制御を実施する制御部と、
を具備する可撓管挿入装置。
- [請求項2] 前記剛性可変部が前記屈曲部を通過している際に、前記制御部は、前記剛性の制御によって、前記挿入部の曲率半径を拡大する請求項1に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項3] 前記制御部が前記剛性可変部の前記剛性を高く制御した際、前記制御部は、高い剛性を維持する請求項2に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記剛性可変部が前記屈曲部の入口の手前に到達するまで、前記剛性可変部の前記剛性を高い剛性に制御する請求項3に記載の可撓管挿入装置。
- [請求項5] 前記挿入部は、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、
前記剛性可変部は、前記曲げ剛性を前記セグメント単位で可変し、
前記制御部は、前記入口に配置される前記セグメントに対応する前記剛性可変部の前記剛性と、前記屈曲部に配置される前記セグメントに対応する前記剛性可変部の前記剛性とを制御する請求項4に記載の可撓管挿入装置。

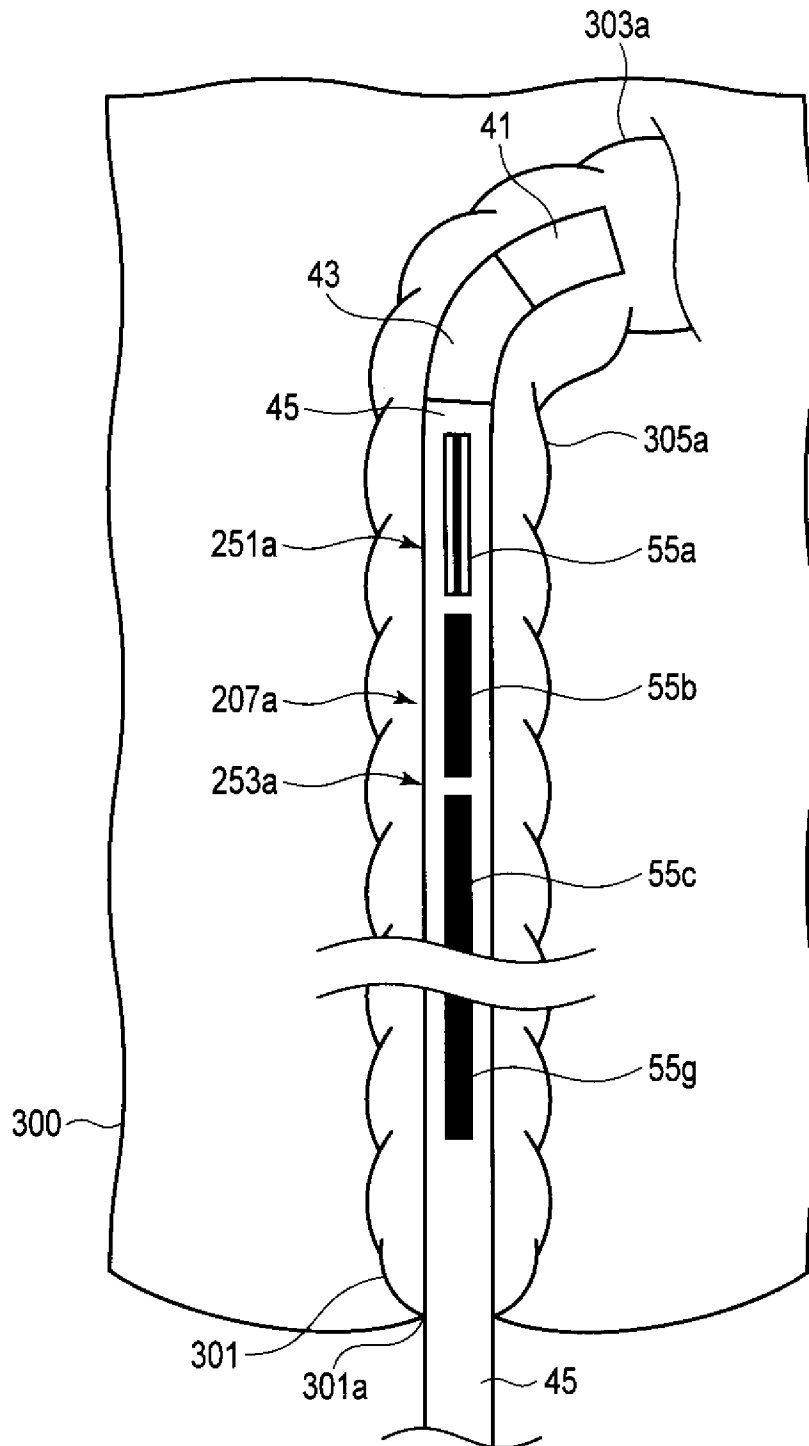
[図1]



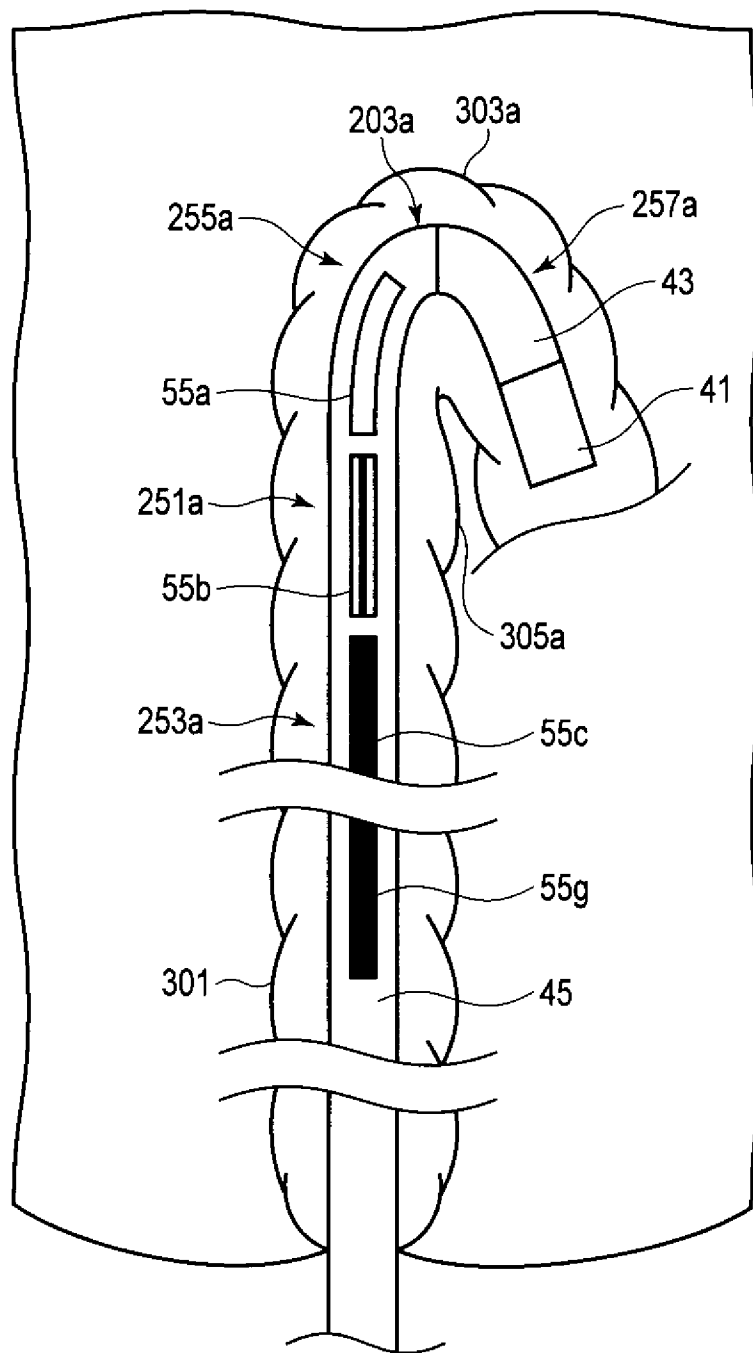
[図2A]



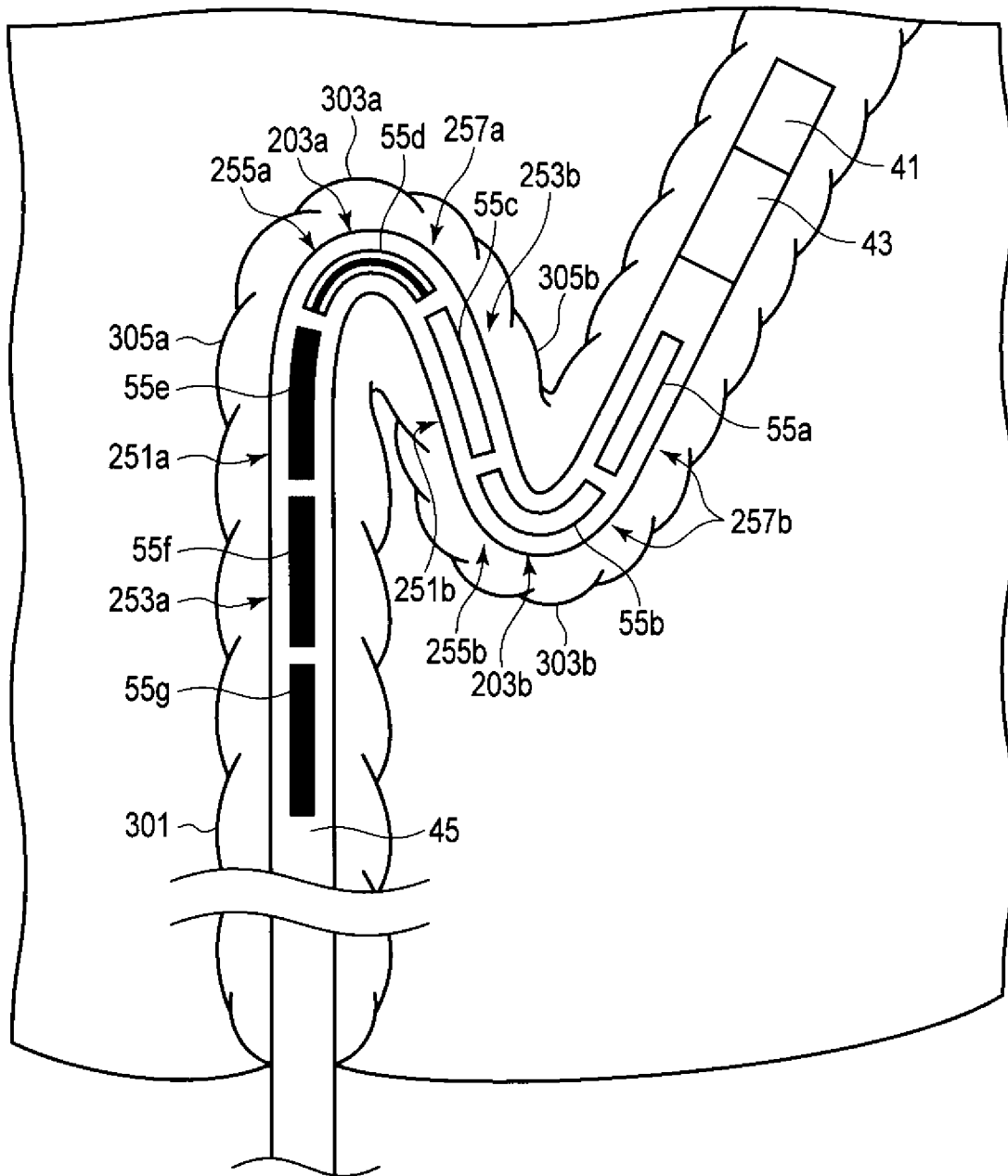
[図2B]



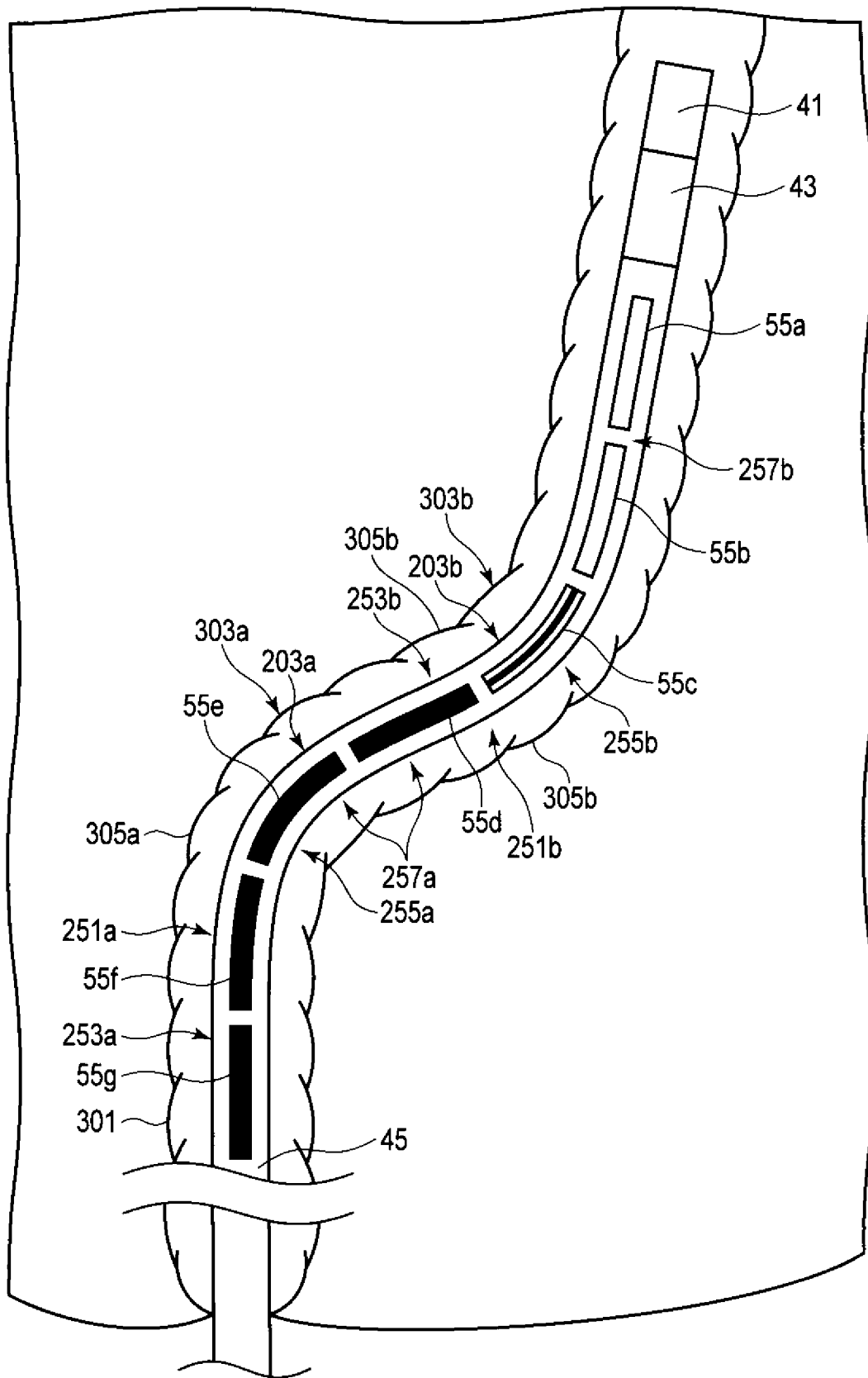
[図2C]



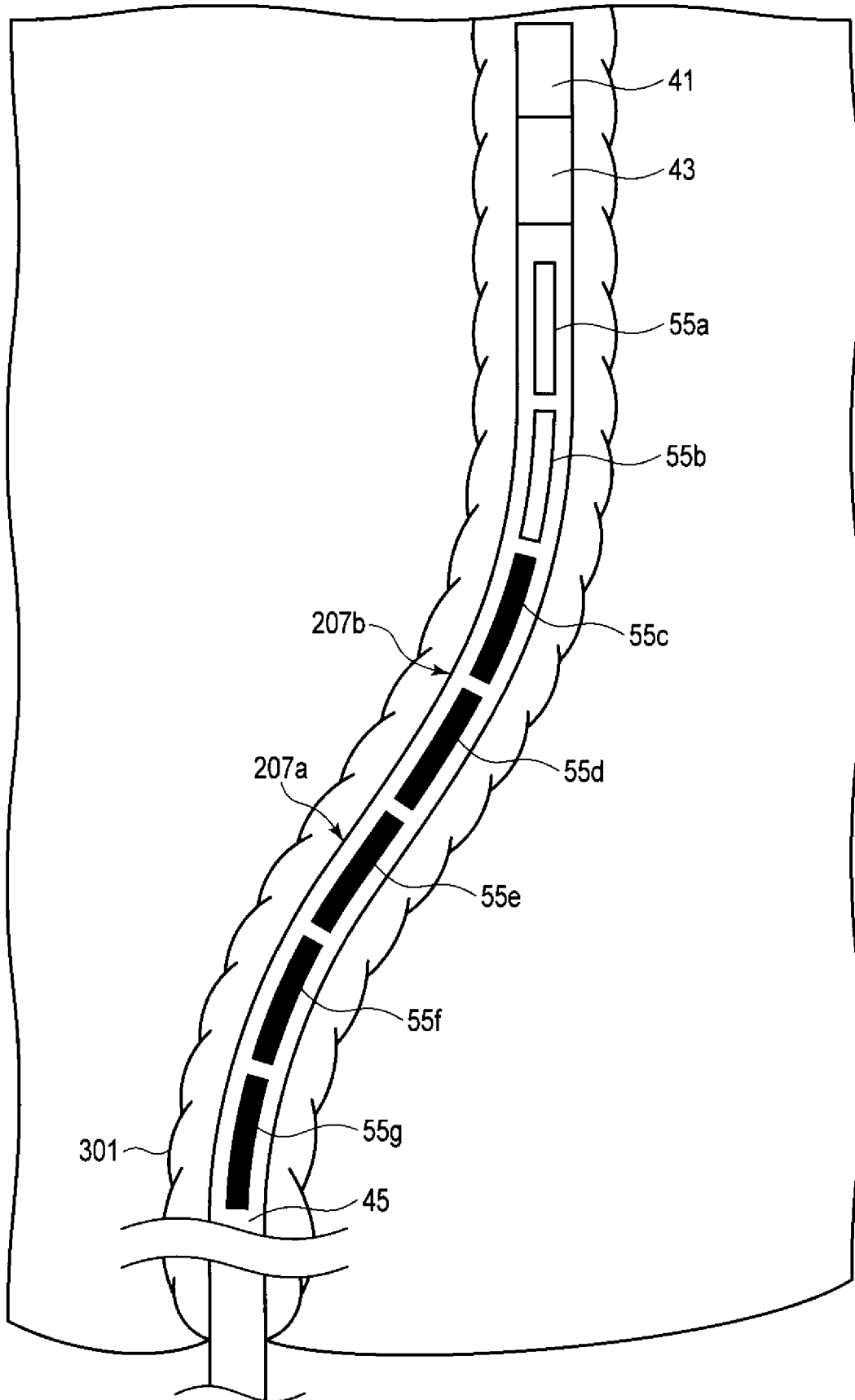
[図2E]



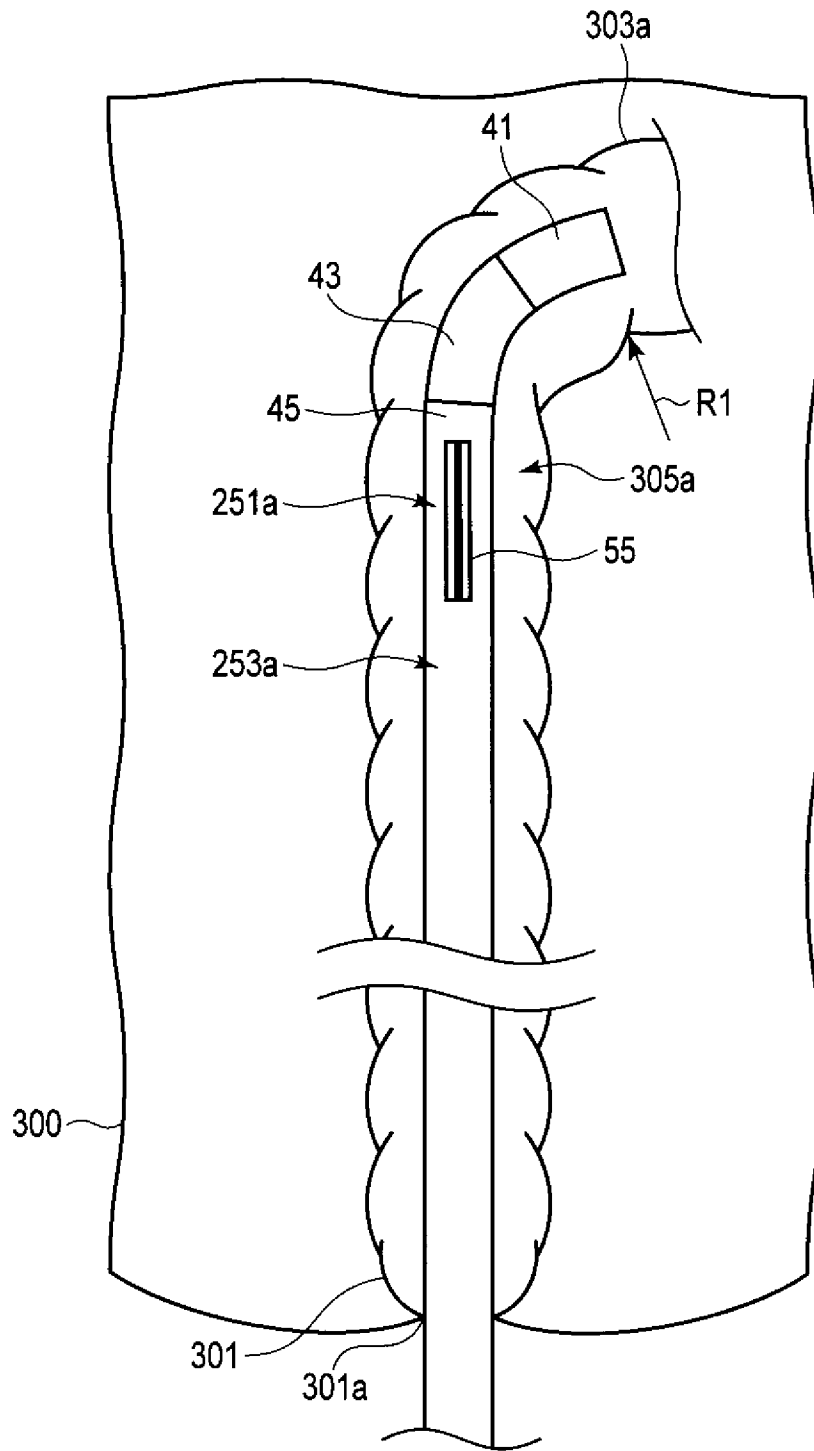
[図2F]



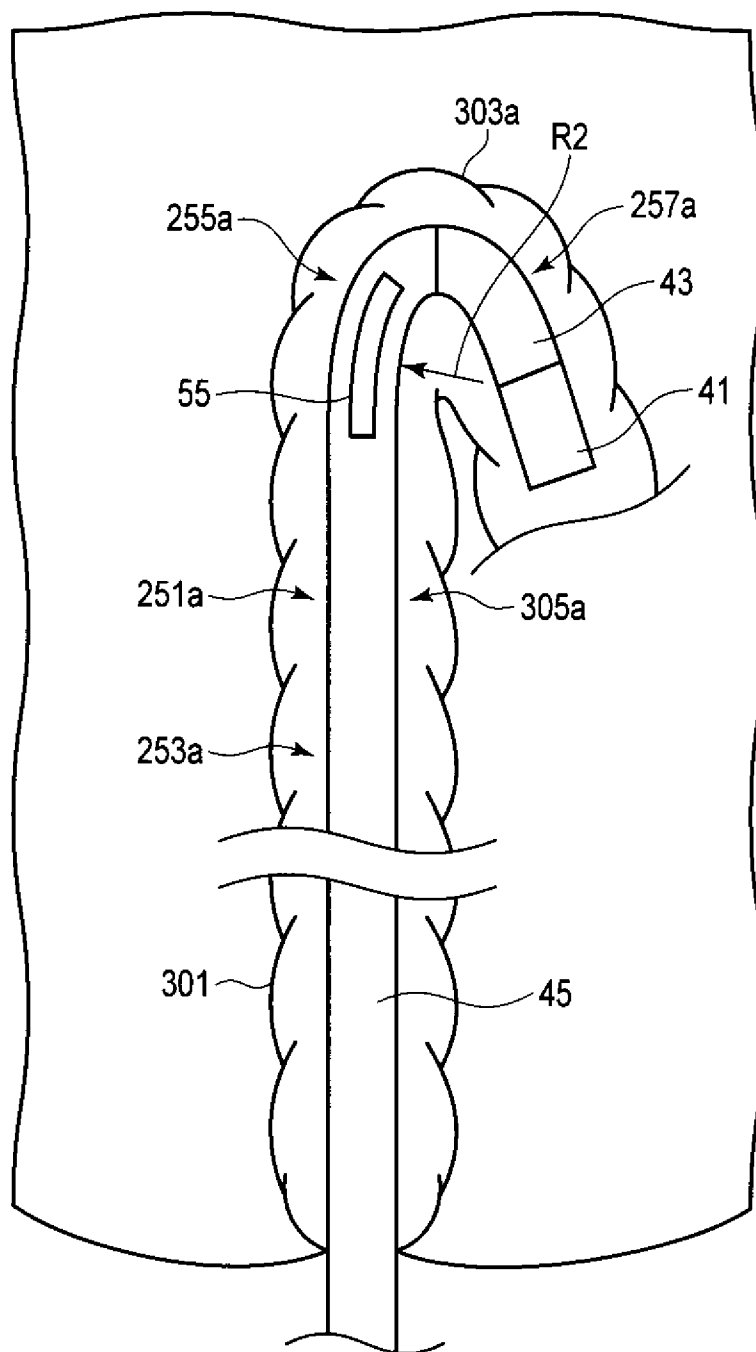
[図2G]



[図3A]



[図3B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/086393

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

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.
X	JP 6-181882 A (Toshiba Corp.),	1-3
Y	05 July 1994 (05.07.1994), claim 2; paragraphs [0019] to [0020], [0024] to [0027]; fig. 3, 9 to 11 (Family: none)	4-5
Y	JP 10-295629 A (Koji IKUTA), 10 November 1998 (10.11.1998), paragraphs [0035] to [0038]; fig. 5 (Family: none)	4-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 07 March 2016 (07.03.16)	Date of mailing of the international search report 22 March 2016 (22.03.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/086393

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 2005-304780 A (Olympus Corp.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraphs [0010], [0025], [0062] to [0068]; fig. 23 & US 2007/0066866 A1 paragraphs [0054], [0090], [0201] to [0219]; fig. 23 & WO 2005/102245 A1 & EP 1738735 A1 & CN 1946362 A	1-5
A	JP 2007-54125 A (Olympus Medical Systems Corp.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0021] to [0025]; fig. 6 to 7 & US 2007/0043261 A1 paragraphs [0067] to [0085]; fig. 6 to 7 & EP 1757218 A2	1-5

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

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
X Y	JP 6-181882 A (株式会社東芝) 1994. 07. 05, 請求項 2、段落 0019-0020、0024-0027、図 3、9-11 (ファミリーなし)	1-3 4-5
Y	JP 10-295629 A (生田 幸士) 1998. 11. 10, 段落 0035-0038、図 5 (ファミリーなし)	4-5

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
- 「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

07.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

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)

野田 洋平

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2Q

3210

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 2005-304780 A (オリンパス株式会社) 2005. 11. 04, 段落 0010、0025、0062-0068、図 23 & US 2007/0066866 A1, [0054][0090][0201]-[0219], FIG. 23 & WO 2005/102245 A1 & EP 1738735 A1 & CN 1946362 A	1-5
A	JP 2007-54125 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2007. 03. 08, 段落 0021-0025、図 6-7 & US 2007/0043261 A1, [0067]-[0085], FIG. 6-7 & EP 1757218 A2	1-5