

(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
2016年6月23日(23.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/098251 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083746
- (22) 国際出願日: 2014年12月19日(19.12.2014)
- (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: 山本 英二(YAMAMOTO, Eiji); 〒1928512 東京都八王子市久保山町2-3 オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP). 羽根 潤(HANE, Jun); 〒1928512 東京都八王子市久保山町2-3 オリンパス知的財産サービス株式会社 知的財産技術部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目三番二号

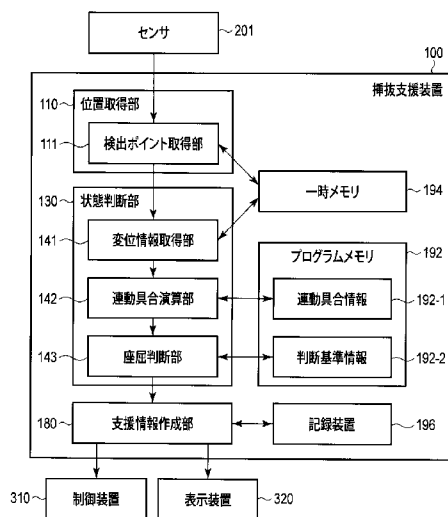
勤銀不二屋ビル六階 鈴栄特許総合事務所内
Tokyo (JP).

- (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),

[続葉有]

(54) Title: INSERTION AND REMOVAL SUPPORT DEVICE AND INSERTION AND REMOVAL SUPPORT METHOD

(54) 発明の名称: 挿抜支援装置及び挿抜支援方法



100 Insertion and removal support device
110 Position acquisition unit
111 Detection point acquisition unit
130 State determination unit
141 Displacement information acquisition unit
142 linkage calculation unit
143 Buckling determination unit
180 Support information creation unit
192 Program memory
192-1 linkage information
192-2 Determination criteria information
194 Temporary memory
196 Recording device
201 Sensor
310 Control device
320 Display device

(57) Abstract: This support device (100), for supporting insertion and removal of a flexible insertion body (203) into and out of a subject, comprises a position acquisition unit (110), a linkage calculation unit (142) and a determination unit (143). The position acquisition unit (110) acquires information about the displacement of at least two points of interest at different positions in the longitudinal direction of the insertion body (230). The linkage calculation unit (142) calculates the linkage of the displacement of the at least two points of interest. The determination unit (143) determines the state of a prescribed target area of the insertion body (203) or of the subject on the basis of the linkage.

(57) 要約: 可撓性を有する挿入体(203)を被検体に挿入及び抜去することを支援する支援装置(100)は、位置取得部(110)と、連動具合演算部(142)と、判断部(143)とを含む。位置取得部(110)は、挿入体(230)の長手方向の異なる位置に設けられた少なくとも2つの注目ポイントの変位の情報を取得する。連動具合演算部(142)は、少なくとも2つの注目ポイントの変位の連動具合を演算する。判断部(143)は、連動具合に基づいて、挿入体(203)又は被検体の所定の対象部位の状態を判断する。

WO 2016/098251 A1



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))

明 細 書

発明の名称：挿抜支援装置及び挿抜支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、挿抜支援装置及び挿抜支援方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に内視鏡の挿入部のような細長形状をした挿入体を有する挿抜装置が知られている。例えば内視鏡の挿入部を被検体に挿入するときに、ユーザが挿入部の状態を把握しながら操作を行うことができれば、ユーザにとって被検体への挿入部の挿入はより容易となる。このため、挿抜装置の挿入体の状態を把握するための技術が知られている。

[0003] 例えば日本国特開2007-44412号公報には、次のような技術が開示されている。すなわち、この技術では、内視鏡の挿入部に内視鏡挿入形状検出プローブが設けられている。この内視鏡挿入形状検出プローブは、検出用光伝達手段を有する。検出用光伝達手段は、曲り角度に応じて光損失量が異なるように構成されている。この内視鏡挿入形状検出プローブが用いられることで、内視鏡の挿入部の曲り角度が検出される。その結果、内視鏡挿入部の湾曲形状が再現され得る。

[0004] 例えば日本国特開平6-154153号公報には、次のような技術が開示されている。すなわち、この技術では、内視鏡挿入部にセンサ支持部が設けられ、このセンサ支持部に歪ゲージが装着されている。歪ゲージが用いられることで内視鏡挿入部への特定方向からの外力が検出される。その結果、内視鏡挿入部へ加わる外力の情報が取得され得る。

[0005] 例えば日本国特開2000-175861号公報には、次のような技術が開示されている。すなわち、この技術では、内視鏡システムには、内視鏡挿入部の形状を推定する形状推定手段が設けられている。この内視鏡システムでは、形状推定手段が推定した内視鏡挿入部の形状に基づいて、必要な場合には警告が発せられる。例えば、内視鏡挿入部がループ形状となったことが

検出されたとき、表示又は音によって、注意を促す警告が発せられる。

[0006] 挿抜装置の挿入部の状態をより詳細に知るための装置及び方法の提供がさらに求められる。また、当該挿入体が挿入された被検体の状態を詳細に知るための装置及び方法の提供についても求められている。

発明の概要

[0007] 本発明は、挿入体又は当該挿入体が挿入された被検体の状態を検出できる挿抜支援装置及び挿抜支援方法を提供することを目的とする。

[0008] 本発明の一態様によれば、可撓性を有する挿入体を被検体に挿入及び抜去することを支援する支援装置は、前記挿入体の長手方向の異なる位置に設けられた少なくとも2つの注目ポイントの変位の情報を取得する位置取得部と、前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の連動具合を演算する連動具合演算部と、前記連動具合に基づいて、前記挿入体又は前記被検体の所定の対象部位の状態を判断する判断部とを備える。

本発明の一態様によれば、可撓性を有する挿入体を被検体に挿入及び抜去することを支援するための支援方法は、前記挿入体の長手方向の異なる位置に設けられた少なくとも2つの注目ポイントの変位の情報を取得することと、前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の連動具合を演算することと、前記連動具合に基づき、前記挿入体又は前記被検体の所定の対象部位の状態を判断することを含む。

[0009] 本発明によれば、挿入体又は当該挿入体が挿入された被検体の状態を検出できる挿抜支援装置及び挿抜支援方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、一実施形態に係る挿抜装置の構成例の概略を示す図である。

[図2]図2は、一実施形態に係る内視鏡に設けられたセンサの構成の一例を示す図である。

[図3]図3は、一実施形態に係る内視鏡に設けられたセンサの構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、一実施形態に係る内視鏡に設けられたセンサの構成の一例を示す図である。

す図である。

[図5]図5は、一実施形態に係る形状センサの構成例の概略を示す図である。

[図6]図6は、一実施形態に係る挿入量センサの構成例の概略を示す図である。

。

[図7]図7は、一実施形態に係る挿入量センサの構成例の概略を示す図である。

。

[図8]図8は、一実施形態に係るセンサによって得られる情報について説明するための図である。

[図9]図9は、第1の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における挿入部の移動の様子を模式的に示す図である。

[図10]図10は、第1の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図11]図11は、第1の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子別の例を模式的に示す図である。

[図12]図12は、第1の状態判断方法に用いられる挿抜支援装置の構成例の概略を示すブロック図である。

[図13]図13は、第1の状態判断方法における処理の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、第1の状態判断方法の第1の変形例について説明するための図であり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における挿入部の移動の様子を模式的に示す図である。

[図15]図15は、第1の状態判断方法の第1の変形例について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図16]図16は、第1の状態判断方法の第1の変形例について説明するため

の図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子別の例を模式的に示す図である。

[図17]図 17 は、第 1 の状態判断方法の第 2 の変形例について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図18]図 18 は、第 2 の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における挿入部の移動の様子を模式的に示す図である。

[図19]図 19 は、第 2 の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図20]図 20 は、第 2 の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子別の例を模式的に示す図である。

[図21]図 21 は、時間経過に対する注目ポイントの位置の変化の一例を示す図である。

[図22]図 22 は、第 2 の状態判断方法に用いられる挿抜支援装置の構成例の概略を示すブロック図である。

[図23]図 23 は、第 2 の状態判断方法における処理の一例を示すフローチャートである。

[図24]図 24 は、第 2 の状態判断方法の変形例について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図25]図 25 は、第 2 の状態判断方法の変形例について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図26]図 26 は、第 3 の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間における挿入部の移動の様子を模式的に示す図である。

[図27]図 27 は、第 3 の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子の一例を模式的に

示す図である。

[図28]図28は、第3の状態判断方法について説明するための図であり、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間における挿入部の移動の様子の別の例を模式的に示す図である。

[図29]図29は、第3の状態判断方法について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図30]図30は、第3の状態判断方法について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図31]図31は、挿入部における注目ポイントの位置の変化を模式的に示す図である。

[図32]図32は、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図33]図33は、時間経過に対する注目ポイントの挿入部の先端からの距離の変化の一例を示す図である。

[図34]図34は、挿入部の移動の様子の別の例を模式的に示す図である。

[図35]図35は、時間経過に対する注目ポイントの挿入部の先端からの距離の別の例を示す図である。

[図36]図36は、時間経過に対する自己追従性の変化の一例を示す図である。

[図37]図37は、第3の状態判断方法に用いられる挿抜支援装置の構成例の概略を示すブロック図である。

[図38]図38は、第3の状態判断方法における処理の一例を示すフローチャートである。

[図39]図39は、第4の状態判断方法について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一例を模式的に示す図である。

[図40]図40は、第4の状態判断方法における、接線方向と移動量との関係について説明するための図である。

[図41]図41は、時間経過に対する挿入部の変位における接線方向の割合の変化の一例を示す図である。

[図42]図4 2は、時間経過に対する挿入部の変位における接線方向の割合の変化の別の例を示す図である。

[図43]図4 3は、時間経過に対する挿入部の横動きの変化の一例を示す図である。

[図44]図4 4は、第4の状態判断方法に用いられる挿抜支援装置の構成例の概略を示すブロック図である。

[図45]図4 5は、第4の状態判断方法における処理の一例を示すフローチャートである。

[図46]図4 6は、第4の状態判断方法の変形例について説明するための図であり、挿入部の移動の様子の一列を模式的に示す図である。

[図47]図4 7は、時間経過に対する挿入部の先端進みの変化の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る挿抜装置1の構成例の概略を示す。挿抜装置1は、挿抜支援装置100と、内視鏡200と、制御装置310と、表示装置320と、入力装置330とを備える。

[0012] 内視鏡200は、一般的な内視鏡である。制御装置310は、内視鏡200の動作を制御する制御装置である。制御装置310は、内視鏡200から制御に必要な情報を取得してもよい。表示装置320は、一般的な表示装置である。表示装置320は、例えば液晶ディスプレイを含む。表示装置320は、内視鏡200で取得された画像や、制御装置310で作成された内視鏡200の動作に係る情報を表示する。入力装置330は、挿抜支援装置100及び制御装置310へのユーザの入力を受け付ける。入力装置330は、例えば、ボタンスイッチや、ダイヤルや、タッチパネルや、キーボード等を含む。挿抜支援装置100は、ユーザが内視鏡200の挿入部を被検体へ挿入したり抜去したりすることを支援するための情報処理を行う。

[0013] 本実施形態に係る内視鏡200は、例えば大腸内視鏡である。図2乃至図

4に示すように、内視鏡200は、可撓性を有する細長形状をした挿入体としての挿入部203と、挿入部203の一端に設けられた操作部205とを有する。以降の説明では、挿入部203の操作部205が設けられている側を後端側と称し、他端を先端側と称することにする。

[0014] 挿入部203の先端側にはカメラが設けられており、当該カメラによって画像が取得される。取得された画像は、一般的な各種画像処理が施された後に、表示装置320に表示される。挿入部203の先端部には、湾曲部が設けられており、この湾曲部は、操作部205の操作によって湾曲する。ユーザは、例えば操作部205を左手で把持し、挿入部203を右手で送り出したり手繰り寄せたりしながら、挿入部203を被検体に挿入する。このような内視鏡200において、挿入部203の各部の位置と、挿入部203の形状とを取得するため、挿入部203には、センサ201が設けられている。

[0015] センサ201としては、種々のセンサが用いられ得る。センサ201の構成例を図2乃至図4を参照して説明する。

[0016] 図2は、センサ201の構成の第1の例を示す図である。第1の例では、挿入部203には、形状センサ211と挿入量センサ212とが設けられている。形状センサ211は、挿入部203の形状を取得するためのセンサである。形状センサ211の出力によれば、挿入部203の形状が取得され得る。挿入量センサ212は、挿入部203が被検体に挿入された量である挿入量を取得するためのセンサである。挿入量センサ212の出力によれば、当該挿入量センサ212によって計測される挿入部203の後端側の所定の箇所的位置が取得され得る。挿入部203の後端側の所定の箇所的位置と、当該位置を含む当該挿入部203の形状とに基づけば、挿入部203の各部の位置が取得され得る。

[0017] 図3は、センサ201の構成の第2の例を示す図である。第2の例では、挿入部203には、挿入部203の形状を取得するための形状センサ221と位置センサ222とが設けられている。位置センサ222は、当該位置センサ222が配置された箇所的位置を検出する。図3には、位置センサ22

2が挿入部203の先端に設けられている例が示されている。形状センサ221の出力に基づき取得された挿入部203の形状と、位置センサ222の出力に基づき取得された位置センサ222が設けられている箇所的位置とに基づけば、挿入部203の各部（任意の点）の位置や向き・湾曲形状が演算、又は、推定により取得され得る。

[0018] 図4は、センサ201の構成の第3の例を示す図である。第3の例では、挿入部203には、挿入部203の各部の位置を取得するための複数の位置センサ230が設けられている。複数の位置センサ230の出力によれば、挿入部203の位置センサ230が設けられている箇所的位置が取得され得る。これらの位置情報を組み合わせれば、挿入部203の形状が取得され得る。

[0019] 形状センサ211、221の構成の一例を、図5を参照して説明する。この例に係る挿入部203に設けられる形状センサ260は、複数の形状検出ユニット261を含む。図5には、簡単のため、4つの形状検出ユニット261が設けられている場合の例を示している。すなわち、形状センサ260は、第1の形状検出ユニット261-1と、第2の形状検出ユニット261-2と、第3の形状検出ユニット261-3と、第4の形状検出ユニット261-4とを含む。形状検出ユニットの数は、いくつでもよい。

[0020] 各形状検出ユニット261は、挿入部203に沿って設けられた光ファイバ262を有する。光ファイバ262の先端側の端部には、反射部材264が設けられている。光ファイバ262の後端側には、分岐部263が設けられている。光ファイバ262の後端側の分岐した一方の端部には、入射レンズ267と光源265とが設けられている。光ファイバ262の後端側の分岐した他方の端部には、出射レンズ268と光検出器266とが設けられている。また、光ファイバ262には、検出領域269が設けられている。この検出領域269は、第1の形状検出ユニット261-1に設けられた第1の検出領域269-1と、第2の形状検出ユニット261-2に設けられた第2の検出領域269-2と、第3の形状検出ユニット261-3に設けら

れた第3の検出領域269-3と、第4の形状検出ユニット261-4に設けられた第4の検出領域269-4とで、挿入部203の長手方向における配置されている位置が異なる。

[0021] 光源265から射出された光は、入射レンズ267を介して光ファイバ262に入射する。この光は、光ファイバ262を先端方向へ進行し、先端に設けられた反射部材264で反射する。この反射光は、光ファイバ262を後端方向へ進行し、出射レンズ268を介して光検出器266に入射する。検出領域269における光の伝搬効率は、検出領域269の湾曲状態に応じて変化する。このため、光検出器266で検出される光量に基づいて、検出領域269の湾曲状態が取得され得る。

[0022] 第1の形状検出ユニット261-1の光検出器266で検出される光量に基づいて、第1の検出領域269-1の湾曲状態が取得され得る。同様に、第2の形状検出ユニット261-2の光検出器266で検出される光量に基づいて、第2の検出領域269-2の湾曲状態が取得され、第3の形状検出ユニット261-3の光検出器266で検出される光量に基づいて、第3の検出領域269-3の湾曲状態が取得され、第4の形状検出ユニット261-4の光検出器266で検出される光量に基づいて、第4の検出領域269-4の湾曲状態が取得される。このようにして、挿入部203の各部の湾曲状態が検出され、挿入部203全体の形状が取得され得る。

[0023] 次に、挿入量センサ212の構成例を図6及び図7を参照して説明する。

[0024] 図6は、挿入量センサ212の構成の一例を示す図である。この例では、挿入量センサ212は、被検体の挿入口に固定される保持部材241を有する。保持部材241には、挿入方向検出用の第1のエンコーダヘッド242と、ねじれ方向検出用の第2のエンコーダヘッド243とが設けられている。挿入部203には、エンコーダパターンが形成されている。第1のエンコーダヘッド242は、挿入部203が挿入される際の長手方向の挿入量を、挿入部203に形成されたエンコーダパターンに基づいて検出する。第2のエンコーダヘッド243は、挿入部203が挿入される際の円周方向の回転

量を、挿入部 203 に形成されたエンコーダパターンに基づいて検出する。

[0025] 図 7 は、挿入量センサ 212 の構成の別の一例を示す図である。この例では、挿入量センサ 212 は、挿入方向検出用の第 1 のローラ 246 と、挿入方向検出用の第 1 のエンコーダヘッド 247 と、ねじれ方向検出用の第 2 のローラ 248 と、ねじれ方向検出用の第 2 のエンコーダヘッド 249 とを有する。第 1 のローラ 246 は、挿入部 203 が長手方向に移動するとそれに伴って回転する。第 1 のローラ 246 には、エンコーダパターンが形成されている。第 1 のエンコーダヘッド 247 は、第 1 のローラ 246 と対向している。第 1 のエンコーダヘッド 247 は、挿入部 203 が挿入される際の長手方向の挿入量を、当該挿入に伴って回転した第 1 のローラ 246 の回転量に基づいて検出する。第 2 のローラ 248 は、挿入部 203 が円周方向に回転するとそれに伴って回転する。第 2 のローラ 248 には、エンコーダパターンが形成されている。第 2 のエンコーダヘッド 249 は、第 2 のローラ 248 と対向している。第 2 のエンコーダヘッド 249 は、挿入部 203 が挿入される際の円周方向の回転量を、当該回転に伴って回転した第 2 のローラ 248 の回転量に基づいて検出する。

[0026] 図 6 及び図 7 に示す挿入量センサ 212 によれば、挿入量センサ 212 の位置を基準とすることで、挿入部 203 のうち挿入量センサ 212 の位置にある部分とその回転角とが特定され得る。すなわち、挿入部 203 の何れかの部分の位置が特定され得る。

[0027] 次に、位置センサ 222, 230 について説明する。位置センサ 222, 230 は、例えば挿入部 203 に設けられた磁気を生じさせるコイルと、被検体の外側に設けられるように構成された受信装置とを含む。磁気コイルによって形成された磁場を受信装置で検出することによって、各コイルの位置が取得され得る。位置センサは、磁気を利用したものに限らない。位置センサは、光波、音波、電磁波等の何れかを発信する挿入部 203 に設けられた発信機と、発信機により発せられた信号を受信する被検体の外部に設けられた受信機とを含む種々の構成が用いられ得る。

[0028] 以上のような、形状センサ、挿入量センサ、及び位置センサの組み合わせを含むセンサ201の出力に基づけば、次のような情報が得られる。図8を参照して得られる情報について説明する。センサ201によれば、挿入部203の例えば先端510の位置が取得され得る。この先端510の位置は、例えば被検体における挿入口を基準とした座標として表され得る。

[0029] 例えば図2に示すように形状センサ211と挿入量センサ212とが設けられた第1の例では、挿入量センサ212の出力に基づいて、被検体の挿入口に位置する挿入部203の位置が取得され得る。この位置を基準として、形状センサ211で取得される挿入部203の形状に基づけば、被検体の挿入口に対する挿入部203の先端510の位置が取得され得る。

[0030] 例えば図3に示すように形状センサ221と位置センサ222とが設けられた第2の例では、挿入部203における位置センサ222の位置は既知なので、この位置を基準として、さらに形状センサ221で取得される挿入部203の形状に基づけば、位置センサ222に対する挿入部203の先端510の位置が取得され得る。被検体に対する位置センサ222の位置は、位置センサ222の出力によって取得され得るので、被検体の挿入口に対する挿入部203の先端510の位置は取得され得る。なお、位置センサ222が、挿入部203の先端510に設けられている場合、被検体の挿入口に対する挿入部203の先端510の位置は、位置センサ222の出力に基づいて、直接に取得され得る。

[0031] 例えば図4に示すように、位置センサ230が設けられた第3の例では、挿入部203の先端近傍に配置された位置センサ230の出力に基づいて、被検体の挿入口に対する挿入部203の先端510の位置は取得され得る。

[0032] また、挿入部203の先端510の位置と同様に、被検体の挿入口に対する挿入部203の任意の箇所520の位置は取得され得る。また、上述の説明では、基準位置を被検体の挿入口としたが、これに限らない。基準位置は、どのような位置でもよい。挿入部203において（直接）センシングが行われる箇所を「検出ポイント」と称することとし、本実施形態では、挿入部

203において位置の情報が（直接）取得される箇所を「検出ポイント」とする。

[0033] また、センサ201の出力に基づけば、挿入部203の形状が取得され得る。例えば上述の第1の例及び第2の例のように、形状センサ211, 221が設けられている場合、これらのセンサの出力に基づいて、挿入部203の形状は取得され得る。また、第3の例のように、複数の位置センサ230が設けられている場合、位置センサ230によって検出された位置センサ230が配置されたそれぞれの位置の情報と、複数の位置センサ230の間の位置を補間する演算の結果とに基づいて、挿入部203の形状が得られる。

[0034] さらに、挿入部203の形状が得られると、挿入部203の形状のうち特徴的な部位の位置が得られる。例えば湾曲している部分を所定形状領域530としたときに、挿入部203の湾曲している部分の折り返し端540の位置が得られる。ここで折り返し端は、例えば次のように決定される。例えば図8に示す例においては、挿入部203は、図面における上方に向かいその後湾曲して下方に向かっている。折り返し端は、例えば図8において最も上方に位置する点として定義され得る。このように、折り返し端は、挿入部203が湾曲しているときに、所定の方向において最も端に位置する点として定義され得る。このような挿入部203の、直接、又は、推定等によってセンシング情報を得たい点を「注目ポイント」と称することにする。本実施形態では、挿入部203の形状に基づいて決定される特徴的な「注目ポイント」に着目する。注目ポイントは、折り返し端に限らず、挿入部203の形状に基づいて決定される特徴的な点であればどのような点でもよい。

[0035] センサ201の出力に基づいて、以上のような情報を取得するために、本実施形態に係る挿抜支援装置100は、図1に示すように位置取得部110と形状取得部120とを有する。位置取得部110は、挿入部203の各部の位置情報について処理を行う。位置取得部110は、検出ポイント取得部111を有する。検出ポイント取得部111は、検出ポイントの位置の特定を行う。また、位置取得部110は、検出ポイントに限らず、センサ201

の出力等から求められる挿入部２０３の任意の箇所となり得る注目ポイントの位置の特定を行うことができる。形状取得部１２０は、挿入部２０３の形状に係る情報について処理を行う。形状取得部１２０は、注目ポイント取得部１２１を有する。注目ポイント取得部１２１は、挿入部２０３の形状と位置取得部１１０が算出した位置情報とに基づいて、形状に基づいて求められる注目ポイントの位置の特定を行う。

[0036] また、挿抜支援装置１００は、状態判断部１３０を備える。状態判断部１３０は、検出ポイントの位置や注目ポイントの位置に係る情報を利用して、挿入部２０３の状態、又は挿入部２０３が挿入された被検体の状態に係る情報を算出する。より詳しくは、後述するように、挿入部２０３が挿入部２０３の形状に従って進行しているか否か、すなわち、自己追従性を有しているか否かを種々の方法で評価する。その評価結果に基づいて、挿入部２０３の状態、又は挿入部２０３が挿入された被検体の状態に係る情報を算出する。

[0037] 挿抜支援装置１００は、さらに支援情報作成部１８０を備える。支援情報作成部１８０は、状態判断部１３０が算出した挿入部２０３又は被検体の状態に係る情報に基づいて、ユーザが挿入部２０３を被検体に挿入することを支援する情報を作成する。支援情報作成部１８０によって作成された支援情報は、文字や図形として表され、これらは表示装置３２０に表示される。また、支援情報作成部１８０は、状態判断部１３０が算出した挿入部２０３又は被検体の状態に係る情報に基づいて、制御装置３１０が内視鏡２００の動作を制御するために用いる各種情報を作成する。

[0038] 挿抜支援装置１００は、さらにプログラムメモリ１９２と一時メモリ１９４とを備える。プログラムメモリ１９２には、挿抜支援装置１００の動作のためのプログラムや、所定のパラメータ等が記録されている。一時メモリ１９４は、挿抜支援装置１００の各部の演算における一時記憶に用いられる。

[0039] 挿抜支援装置１００は、さらに記録装置１９６を備える。記録装置１９６は、支援情報作成部１８０によって作成された支援情報を記録する。記録装置１９６は、挿抜支援装置１００内に配置されるに限らない。記録装置１９

6は、挿抜支援装置100の外部に設けられてもよい。支援情報が記録装置196に記録されることによって、次のような効果が得られる。すなわち、記録装置196に記録された支援情報に基づいて、事後的に挿入部203又は被検体の状態に係る情報の再現や分析が可能になる。また、記録装置196に記録された情報は、同一被検体への挿入に際して、参考情報や履歴情報として用いられ得る。

[0040] 例えば、位置取得部110、形状取得部120、状態判断部130、支援情報作成部180等は、Central Processing Unit (CPU)、又はApplication Specific Integrated Circuit (ASIC)等の回路を含む。

[0041] 次に、挿入部203又は被検体の状態に係る情報の算出について具体的に例を挙げて説明する。

[0042] [第1の状態判断方法]

第1の状態判断方法では、複数の検出ポイントの位置関係に基づいて、挿入部203の状態を判定する。

[0043] 図9は、時刻t1から時刻t2までの間における挿入部203の移動の様子を模式的に示す。時刻t1における挿入部203の様子を実線で表し、時刻t2における挿入部203の様子を破線で表す。ここに示す例では、挿入部203の先端部及び後端側の任意の箇所の位置が、注目ポイントとして特定される。この後端側の任意の箇所を所定部位として、後側注目ポイントと称することにする。なお、ここでは、位置センサが配置されている位置を後側注目ポイントとする。すなわち、後側注目ポイントが検出ポイントである場合を例に挙げて説明する。以降、この点を後側検出ポイントと称することにする。また、注目ポイントの1つは先端部に限らず、先端側の任意の箇所であってもよいがここでは先端として説明する。なお、ここでは、位置センサが先端部に配置されている場合を例に挙げて説明する。すなわち、先端部も検出ポイントである場合を例に挙げて説明する。

[0044] 時刻t1において、挿入部203の先端部は、第1の先端位置602-1

に位置している。時刻 t_1 において、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 1 の後端位置 604-1 に位置している。時刻 t_1 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_2 において、挿入部 203 の先端部は、第 2 の先端位置 602-2 に位置している。時刻 t_2 において、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 2 の後端位置 604-2 に位置している。

[0045] ここで、第 1 の先端位置 602-1 から第 2 の先端位置 602-2 までの変位、すなわち、先端部の変位を ΔX_{21} とする。第 1 の後端位置 604-1 から第 2 の後端位置 604-2 までの変位、すなわち、後側検出ポイントの変位を ΔX_{11} とする。図 9 に示すように、挿入部 203 が被検体に沿って挿入されているとき、 $|\Delta X_{21}| \div |\Delta X_{11}|$ となる。

[0046] 被検体が湾曲している湾曲部分 914 において、挿入部 203 が被検体 910 に沿って挿入されている場合の模式図を図 10 に示す。時刻 t_2 からさらに時間 Δt だけ経過した時刻 t_3 において、挿入部 203 の先端部は、第 3 の先端位置 602-3 に位置している。時刻 t_3 において、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 3 の後端位置 604-3 に位置している。ここで、第 2 の先端位置 602-2 から第 3 の先端位置 602-3 までの変位、すなわち先端部の変位を ΔX_{22} とする。第 2 の後端位置 604-2 から第 3 の後端位置 604-3 までの変位、すなわち後側検出ポイントの変位を ΔX_{12} とする。図 10 に示すように、挿入部 203 が被検体に沿って挿入されているとき、 $|\Delta X_{22}| \div |\Delta X_{12}|$ となる。

[0047] 一方、被検体が湾曲している湾曲部分 914 において、挿入部 203 が被検体に沿って挿入されていない場合の模式図を図 11 に示す。時刻 t_2 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_3 において、挿入部 203 の先端部は、第 3 の先端位置 602-3' に位置している。時刻 t_3 において、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 3 の後端位置 604-3' に位置している。ここで、第 2 の先端位置 602-2 から第 3 の先端位置 602-3' までの変位、すなわち先端部の変位を $\Delta X_{22}'$ とする。第 2 の後端位置 604-2 から第 3 の後端位置 604-3' までの変位、すなわち後側検出ポイントの変位

を $\Delta X 1 2'$ とする。図 1 1 に示すように、挿入部 2 0 3 が被検体に沿って挿入されていないとき、 $|\Delta X 2 2'| \neq |\Delta X 1 2'|$ ($|\Delta X 2 2'| < |\Delta X 1 2'|$) となる。

[0048] なお、図 9 から図 1 1 において、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間変化と、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの時間変化が本例では、自動計測で行われるように、等しい値 Δt となっているが、必ずしも等しい値でなくてもよい。以下の例においても同様である。

[0049] 図 1 1 に示す場合、挿入部 2 0 3 の先端は、図 1 1 の白抜き矢印で示すように、被検体 9 1 0 によって押圧又は圧迫されている。逆に言うと、挿入部 2 0 3 の先端部において、挿入部 2 0 3 による被検体 9 1 0 に対する押圧が大きくなっている。また、図 1 1 に示す場合、挿入部 2 0 3 の先端部と後側検出ポイントとの間の部位 6 0 9 で、座屈が生じている。

[0050] 挿入部 2 0 3 の後端側の検出ポイントである後側検出ポイントの移動量と、先端側の検出ポイントである先端部の移動量とが等しいとき、すなわち、後側検出ポイントの移動量と先端部の移動量との連動具合が高いとき、挿入部 2 0 3 は、被検体 9 1 0 に沿って順調に挿入されていることが分かる。一方、後側検出ポイントの移動量に対して先端部の移動量が小さいとき、すなわち、後側検出ポイントの移動量と先端部の移動量との連動具合が低いとき、挿入部 2 0 3 の先端部が停滞していることが分かる。また、このとき、2 つの検出ポイントの間、すなわち先端部と後側検出ポイントとの間で、意図しない異常が生じている可能性があることが分かる。以上のように、第 1 の状態判断方法による複数の検出ポイントの位置関係の解析に基づけば、挿入部 2 0 3 の座屈、被検体に対する押圧の大小等が明らかになる。すなわち、第 1 の状態判断方法によれば、挿入部又は被検体の状態に係る情報が取得され得る。

[0051] 上述のような挿入部 2 0 3 の状態を示す値として、第 1 の操作支援情報 $\alpha 1$ を導入する。例えば、先端部の変位を $\Delta X 2$ とし、後側検出ポイントの変位を $\Delta X 1$ としたときに、第 1 の操作支援情報 $\alpha 1$ は、次のように定義され

得る。

$$\alpha 1 \equiv |\Delta X 2| / |\Delta X 1|$$

[0052] 第1の操作支援情報 $\alpha 1$ は、その値が1に近い程、挿入部203は、被検体910に沿って挿入されていることを示す。

[0053] 第1の操作支援情報 $\alpha 1$ は、また、次のように定義されてもよい。

$$\alpha 1 \equiv (|\Delta X 2| + C 2)^L / (|\Delta X 1| + C 1)^M$$

ここで、C1、C2、L、Mは、任意の実数である。

[0054] 例えば、 $\Delta X 1$ 、 $\Delta X 2$ の検出ノイズ成分レベルがN1、N2（N1、N2 ≥ 0 ）である場合に、パラメータC1・C2・L・Mを以下の様に設定する。

$$C 1 = N 1 \quad |\Delta X 1| \geq N 1$$

$$C 2 = -N 2 \quad |\Delta X 2| \geq N 2$$

$$= -|\Delta X 2| \quad |\Delta X 2| < N 2$$

$$L = M = 1$$

N1やN2には、例えば、ノイズレベルの標準偏差（ σ ）の3倍程度の値を設定すればよい。

[0055] このような、C1を正、C2を負としたノイズ対策の設定を行うことで、検出ノイズの影響を低減し、かつ、検出ノイズによる誤検出の少ない第1の操作支援情報 $\alpha 1$ が得られる。また、こうしたノイズ影響低減の仕方は、後述する他の支援情報算出の際にも適用できる。

[0056] なお、内視鏡200が大腸内視鏡であり、したがって被検体910が大腸である場合、上述の湾曲部分914は、例えばS状結腸の最上部（いわゆる「S-top」）に相当する。

[0057] 第1の状態判断方法を実行するための挿抜支援装置100の構成例の概略を図12に示す。

[0058] 挿抜支援装置100は、検出ポイント取得部111を有する位置取得部110と、状態判断部130と、支援情報作成部180とを備える。検出ポイント取得部111は、センサ201から出力される情報に基づいて、複数の

検出ポイントの位置を取得する。

- [0059] 状態判断部 130 は、変位情報取得部 141 と、連動具合演算部 142 と、座屈判断部 143 とを有する。変位情報取得部 141 は、時間経過に対する複数の検出ポイントの位置に基づいて、各検出ポイントの変位を算出する。連動具合演算部 142 は、各検出ポイントの変位と、プログラムメモリ 192 に記録された連動具合情報 192-1 とに基づいて、複数の検出ポイントの連動具合を算出する。連動具合情報 192-1 は、例えば、各検出ポイントの変位の差異と、連動具合の評価値との関係を有する。座屈判断部 143 は、算出された連動具合と、プログラムメモリ 192 に記録された判断基準情報 192-2 とに基づいて、挿入部 203 の座屈状態を判定する。判断基準情報 192-2 は、例えば、連動具合と座屈状態との関係を有する。
- [0060] 支援情報作成部 180 は、判定された座屈状態に基づいて、操作支援情報を作成する。操作支援情報は、制御装置 310 による制御にフィードバックされたり、表示装置 320 に表示されたり、記録装置 196 に記録されたりする。
- [0061] 第 1 の状態判断方法における挿抜支援装置 100 の動作について、図 13 に示すフローチャートを参照して説明する。
- [0062] ステップ S101 において、挿抜支援装置 100 は、センサ 201 から出力データを取得する。ステップ S102 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S101 で取得したデータに基づいて、複数の検出ポイントの位置を取得する。
- [0063] ステップ S103 において、挿抜支援装置 100 は、各々の検出ポイントについて、その位置の継時的な変化を取得する。ステップ S104 において、挿抜支援装置 100 は、検出ポイントに係る位置の変化の検出ポイントごとの差異を評価する。すなわち、複数の検出ポイントの位置変化の連動具合を算出する。ステップ S105 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S104 で算出された連動具合に基づいて、検出ポイントと検出ポイントとの間で座屈が生じているか否かやその程度など、座屈について評価を行う。

[0064] ステップS 1 0 6において、挿抜支援装置1 0 0は、座屈が生じているか否か等の評価結果に基づいて、後の処理に用いるのに適当な支援情報を作成し、当該支援情報を例えば制御装置3 1 0や表示装置3 2 0に出力する。

[0065] ステップS 1 0 7において、挿抜支援装置1 0 0は、当該処理を終了させるための終了信号の入力があったか否かを判定する。終了信号の入力がないとき、処理はステップS 1 0 1に戻る。すなわち、終了信号の入力があるまで上述の処理を繰り返し、操作支援情報を出力する。一方、終了信号の入力があったとき、当該処理は終了する。

[0066] 第1の状態判断方法が用いられることにより、2点以上の検出ポイントの位置が特定され、それらの移動量の連動具合に基づいて、挿入部2 0 3において座屈が起こっているか否かなどの異常が発生しているか否かを表す操作支援情報が作成され得る。

[0067] 上述の例では、検出ポイント、すなわち、直接センシングが行われる位置に基づいて操作支援情報が作成される場合を例に示した。しかしながらこれに限らない。捜査支援情報の作成には、注目ポイント、すなわち、挿入部2 0 3の任意の位置に係る情報が用いられてもよい。注目ポイントの位置が用いられる場合、検出ポイント取得部1 1 1ではなく、位置取得部1 1 0が注目ポイントの位置を取得し、取得された注目ポイントの位置が用いられる。その他の処理は、同様である。

[0068] [第1の変形例]

上述の例では、検出ポイントが2点である場合を示した。しかしながらこれに限らず、検出ポイントの数は、いくつでもよい。検出ポイントの数が増えれば、挿入部2 0 3の状態に係るより詳細な情報の取得が可能となる。例えば図1 4に示すように、検出ポイントが4点あるときは、次のようになる。すなわち、この例では、図1 4に示すように、挿入部2 0 3に4つの検出ポイント6 0 5-1, 6 0 6-1, 6 0 7-1, 6 0 8-1が設けられている。時刻t 1から時刻t 2まで、挿入部2 0 3が被検体9 1 0に沿って挿入されているとき、時刻t 1における4つの検出ポイント6 0 5-1, 6 0 6

− 1, 607 − 1, 608 − 1の各点から、時刻 t_2 における4つの検出ポイント605 − 2, 606 − 2, 607 − 2, 608 − 2の各点までの、それぞれの移動量 ΔX_{51} , ΔX_{61} , ΔX_{71} , ΔX_{81} は、互いにほぼ等しくなる。

[0069] 図15に示すように、時刻 t_2 から時刻 t_3 まで、挿入部203が被検体910に沿って挿入されているとき、時刻 t_2 における4つの検出ポイント605 − 2, 606 − 2, 607 − 2, 608 − 2の各点から、時刻 t_3 における4つの検出ポイント605 − 3, 606 − 3, 607 − 3, 608 − 3の各点までの、それぞれの移動量 ΔX_{52} , ΔX_{62} , ΔX_{72} , ΔX_{82} は、互いにほぼ等しくなる。

[0070] 一方、図16に示すように、時刻 t_2 から時刻 t_3 まで、挿入部203が被検体910に沿って挿入されていないとき、時刻 t_2 における4つの検出ポイント605 − 2, 606 − 2, 607 − 2, 608 − 2の各点から、時刻 t_3 における4つの検出ポイント605 − 3', 606 − 3', 607 − 3', 608 − 3'の各点までの、それぞれの移動量 $\Delta X_{52}'$, $\Delta X_{62}'$, $\Delta X_{72}'$, $\Delta X_{82}'$ は、互いに等しくならない。すなわち、最も先端側の検出ポイント605の第1の移動量 $\Delta X_{52}'$ 、先端から2番目の検出ポイント606の第2の移動量 $\Delta X_{62}'$ 、先端から3番目の検出ポイント607の第3の移動量 $\Delta X_{72}'$ 、及び最も後端側の検出ポイント608の第4の移動量 $\Delta X_{82}'$ は、互いに異なっている。さらに、第1の移動量 $\Delta X_{52}'$ と第2の移動量 $\Delta X_{62}'$ とはほぼ等しく、第3の移動量 $\Delta X_{72}'$ と第4の移動量 $\Delta X_{82}'$ とはほぼ等しく、第2の移動量 $\Delta X_{62}'$ と第3の移動量 $\Delta X_{72}'$ とが大きく異なり、 $|\Delta X_{62}'| < |\Delta X_{72}'|$ となる。これらの結果から、先端から2番目の検出ポイント606と先端から3番目の検出ポイント607との間で座屈が起こっていることが判定され得る。このように、検出ポイントの数が多くなると、情報量が増加し、挿入部203の状態についてのより詳細な情報が得られる。検出ポイントの数が多くなると、例えば座屈が生じている挿入部203の箇所が特定され得る。

[0071] [第2の変形例]

挿入部203の後端側が挿入されているに関わらず、先端部が停滞する場合、挿入部203が被検体内で座屈している場合に限らず、例えば図17に示すように被検体の湾曲している部分が挿入部203によって変形（伸展）することもある。ここで、図17は、時刻 t_4 における挿入部203の形状と、時刻 t_4 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_5 の挿入部203の形状とを模式的に示している。このような場合にも、時刻 t_4 における先端部の位置602-4と時刻 t_5 における先端部の位置602-5との差である第2の移動量 ΔX_{23} は、時刻 t_4 における後端側の位置604-4と時刻 t_5 における後端側の位置604-5との差である第1の移動量 ΔX_{13} よりも小さくなる。すなわち、2つの検出ポイントの移動量の連動具合が低くなる。

[0072] このように、第1の状態判断方法によれば、座屈に限らず、挿入部203による被検体910の変形など、検出対象として意図していない挿入状態の変化を検出することも可能となる。

[0073] [第2の状態判断方法]

第2の状態判断方法では、形状によって特定される特徴的な注目ポイントの変位に基づいて、挿入部203の状態を判定する。

[0074] 図18は、時刻 t_1 における挿入部203の形状と、時刻 t_1 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_2 の挿入部203の形状とを模式的に示す。このとき、挿入部203の後端側の任意の箇所は、第1の後端位置614-1から第2の後端位置614-2まで移動する。以下の説明では、この後端側の任意の箇所は、後端側に配置された位置センサの位置であるものとして説明を行う。この位置を後側検出ポイントと称することにする。一方、挿入部203の先端は、第1の先端位置612-1から第2の先端位置612-2まで移動する。

[0075] 図19は、時刻 t_2 における挿入部203の形状と、時刻 t_2 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_3 における挿入部203の形状とを模式的に示す。図

図 19 に示す場合は、挿入部 203 は、被検体 910 に沿って挿入されている。すなわち、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 2 の後端位置 614-2 から第 3 の後端位置 614-3 まで距離 $\Delta X 1$ だけ移動する。このとき、挿入部 203 の先端は、第 2 の先端位置 612-2 から第 3 の先端位置 612-3 まで挿入部 203 に沿って距離 $\Delta X 2$ だけ移動する。

[0076] ここで、挿入部 203 が湾曲している部分の折り返し端（図 19 における最も上側に示される位置）を注目ポイント 616 とする。このとき、まず、挿入部 203 の形状が特定され、特定された形状に基づいて、注目ポイント 616 の位置が特定される。

[0077] 図 19 に示す場合においては、注目ポイント 616 の位置は、挿入部 203 の後側検出ポイントの位置が変化しても変化しない。すなわち、時刻 $t 2$ から時刻 $t 3$ までの間において、挿入部 203 は被検体 910 に沿って挿入され、挿入部 203 はその長手方向に滑るように挿入される。したがって、時刻 $t 2$ から時刻 $t 3$ までの間において、注目ポイント 616 の位置は変化しない。

[0078] 図 20 は、時刻 $t 2$ における挿入部 203 の形状と、時刻 $t 2$ から時間 Δt だけ経過した時刻 $t 3$ における挿入部 203 の形状との別の様子を模式的に示す。図 20 に示す場合は、挿入部 203 は、被検体 910 に沿って挿入されていない。すなわち、挿入部 203 の後側検出ポイントは、第 2 の後端位置 614-2 から第 3 の後端位置 614-3' まで距離 $\Delta X 3$ だけ移動する。このとき、挿入部 203 の先端は、第 2 の先端位置 612-2 から第 3 の先端位置 612-3' まで図 20 の上方向に距離 $\Delta X 5$ だけ移動する。

[0079] 図 20 に示す状況は、例えば挿入部 203 の先端部が被検体 910 に引っ掛かり、挿入部 203 がその長手方向に進まない場合に生じ得る。このとき、被検体 910 は、挿入部 203 が挿入されるのに伴って押し込まれる。その結果、注目ポイント 616 の位置は、挿入部 203 の後側検出ポイントの位置が変化するのに伴い、第 1 の位置 616-1 から第 2 の位置 616-2 へと、挿入部 203 の折り返し端方向に距離 $\Delta X 4$ だけ変位する。すなわち

、被検体 910 が伸展している。

[0080] 図 20 に示す状態では、挿入部 203 の形状が「ステッキ形状」に保たれたまま、被検体 910 が「ステッキ」の「柄」の部分で押し上げられている。この状態を、ステッキ状態と称することにする。

[0081] 図 19 に示した場合と図 20 に示した場合との比較から明らかなように、注目ポイントの位置の変化に基づけば、挿入部 203 が、被検体に沿って挿入されている場合と、被検体に沿って挿入されていない場合とが判別され得る。上述の例では、挿入部 203 がステッキ状態で平行移動する場合を示したが、挿入部 203 が変形するときには、後側検出ポイントの移動量と注目ポイントの移動量とは異なることになる。また、注目ポイントの位置の変化に基づいて、被検体 910 の伸展状態が判別され得る。また、被検体が伸展しているときは、挿入部 203 が被検体 910 を押圧又は圧迫しているときである。すなわち、図 20 の白抜き矢印に示すように、被検体 910 は、挿入部 203 を押圧する。逆に、挿入部 203 は、被検体 910 を押圧する。このことから、注目ポイントの位置の変化に基づいて、被検体に対する圧力の大小が明らかになる。

[0082] 時間経過又は検出ポイントの移動量 $\Delta X1$ に対する注目ポイントの位置の変化を図 21 に示す。図 21 において、注目ポイントの位置は、例えば折り返し端方向をプラス方向として示されている。実線で示す正常に挿入部 203 が挿入されているときには、注目ポイントの位置は、閾値 $a1$ より小さい値で変動している。これに対して、破線で示すステッキ状態にあるときには、注目ポイントの位置は、閾値 $a1$ を超えて変化している。

[0083] 注目ポイントの位置の値について、閾値 $a1$ を、被検体 910 の伸展が生じ始めている旨の警告を出力すべき値とし、閾値 $b1$ を、被検体 910 がこれ以上伸展したら危険がある旨の警告を出力すべき値とする等、閾値を適宜に設定することができる。閾値を適宜に設定することで、注目ポイントの位置の情報は、ユーザへの警告や、制御装置 310 への警告信号の出力など、内視鏡 200 の操作を支援する情報として利用され得る。

[0084] 上述のような挿入部 203 の状態を示す値として、第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ を導入する。例えば、注目ポイントの変位を $\Delta X c$ とし、後側検出ポイントの変位を $\Delta X d$ したときに、第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ は、次のように定義され得る。

$$\alpha 2 \equiv |\Delta X c| / |\Delta X d|$$

[0085] 第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ は、その値が 0 に近い程、挿入部 203 は、被検体 910 に沿って挿入されていることを示し、その値が 1 に近い程、挿入部 203 は、被検体 910 を押圧していることを示す。

[0086] また、第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ は、次のように定義されてもよい。

$$\alpha 2 \equiv (\Delta X c + C 2)^L / (|\Delta X d| + C 1)^M$$

ここで、 $C 1$ 、 $C 2$ 、 L 、 M は、任意の実数である。

[0087] 例えば、 $\Delta X d$ 、 $\Delta X c$ の検出ノイズ成分レベルが $N d$ 、 $N c$ ($N d$ 、 $N c \geq 0$)、被検体に挿入部が接触した状態から負荷を掛けない押し込み量が P であり、パラメータ $k 1 \cdot k 2$ を用いて、 $N d < k 1 \cdot P$ (ただし、 $1 \geq k 2 \gg k 1 \geq 0$) となる場合を想定する。

[0088] あるタイミングで $|\Delta X d| < k 2 \cdot P$ となるときには、 $|\Delta X d| \geq k 2 \cdot P$ となるよう、それまでの所定時間、又は、所定回数の動き量を累積して、 $\Delta X d$ と $\Delta X c$ を算出するものとする。このとき (すなわち、 $|\Delta X d| \geq k 2 \cdot P$ のとき)、パラメータ $C 1 \cdot C 2 \cdot L \cdot M$ を以下の様に設定する。

$$C 1 = -N d$$

$$C 2 = N c$$

$$L = M = 2$$

$N 1$ や $N 2$ には、例えば、ノイズレベルの標準偏差 (σ) の 3 倍程度の値を設定すればよい。

[0089] このような設定を行うことで、一定量の動きに対して、ノイズの影響を踏まえて、検出漏れの影響を低減した第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ が得られる。さらに、 $k 2 \cdot P \ll |\Delta X d| < P$ となるような計測を行うことで、被検体へ

の負荷が無い、又は、少ない範囲で第2の操作支援情報 α 2を得ることができる。また、こうしたノイズ影響低減の仕方は、他の支援情報算出の際にも適用できる。

[0090] 第2の状態判断方法を実行するための操作支援装置の構成例の概略を図22に示す。

[0091] 挿抜支援装置100は、位置取得部110と、形状取得部120と、状態判断部130と、支援情報作成部180とを備える。位置取得部110の検出ポイント取得部111は、センサ201から出力される情報に基づいて、例えば挿入部203の後端側の位置センサが配置された箇所である検出ポイントの位置を取得する。形状取得部120は、センサ201から出力される情報に基づいて、挿入部203の形状を取得する。形状取得部120の注目ポイント取得部121は、挿入部203の形状に基づいて、挿入部203の湾曲部分の折り返し端である注目ポイントの位置を取得する。

[0092] 状態判断部130は、変位取得部151と、変位情報算出部152と、注目ポイント状態判断部153とを有する。変位取得部151は、時間経過に対する注目ポイントの位置と、プログラムメモリ192に記録された変位分析情報192-3とに基づいて、注目ポイントの変位を算出する。また、変位取得部151は、時間経過に対する検出ポイントの位置と、プログラムメモリ192に記録された変位分析情報192-3とに基づいて、検出ポイントの変位を算出する。このように、変位取得部151は、注目ポイントの第1の変位を取得する第1の変位取得部として機能し、さらに、検出ポイントの第2の変位を取得する第2の変位取得部として機能する。

[0093] 変位情報算出部152は、算出された注目ポイントの変位と検出ポイントの変位とに基づいて、変位情報を算出する。注目ポイント状態判断部153は、算出された変位情報と、プログラムメモリ192に記録された支援情報判断基準情報192-4とに基づいて、注目ポイントの状態を算出する。

[0094] 支援情報作成部180は、判定された注目ポイントの状態に基づいて、操作支援情報を作成する。操作支援情報は、制御装置310の制御にフィード

バックされたり、表示装置 320 に表示されたり、記録装置 196 に記録されたりする。

[0095] 第 2 の状態判断方法における挿抜支援装置 100 の動作について、図 23 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0096] ステップ S201 において、挿抜支援装置 100 は、センサ 201 から出力データを取得する。ステップ S202 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S201 で取得したデータに基づいて、後端側の検出ポイントの位置を取得する。

[0097] ステップ S203 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S201 で取得したデータに基づいて、挿入部 203 の形状を取得する。ステップ S204 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S203 で取得した挿入部 203 の形状に基づいて、注目ポイントの位置を取得する。

[0098] ステップ S205 において、挿抜支援装置 100 は、注目ポイントの位置の継時的な変化を取得する。ステップ S206 において、挿抜支援装置 100 は、検出ポイントの位置変化と注目ポイントの位置変化とに基づいて、第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ 等の注目ポイントの位置変化の評価値を算出する。ステップ S207 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S206 で算出された評価値に基づいて、注目ポイント周辺において、被検体の伸展が生じているか否かやその程度など、伸展について評価を行う。

[0099] ステップ S208 において、挿抜支援装置 100 は、被検体の伸展が生じているか否かの判定結果や第 2 の操作支援情報 $\alpha 2$ 等に基づいて、後の処理に用いるのに適当な支援情報を作成し、当該支援情報を例えば制御装置 310 や表示装置 320 に出力する。

[0100] ステップ S209 において、挿抜支援装置 100 は、当該処理を終了させるための終了信号の入力があったか否かを判定する。終了信号の入力がないとき、処理はステップ S201 に戻る。すなわち、終了信号の入力があるまで上述の処理を繰り返し、操作支援情報を出力する。一方、終了信号の入力があったとき、当該処理は終了する。

[0101] 第2の状態判断方法が用いられることにより、注目ポイントの変位が特定され、この変位に基づいて、被検体において伸展が生じているか否かなど、操作支援情報が作成され得る。なお、上述の例では、後端側の検出ポイント、すなわち、直接センシングが行われる位置に基づいて操作支援情報が作成される場合を例に示した。しかしながらこれに限らない。捜査支援情報の作成には、注目ポイント、すなわち、挿入部203の任意の位置に係る情報が用いられてもよい。注目ポイントの位置が用いられる場合、検出ポイント取得部111ではなく、位置取得部110が注目ポイントの位置を取得し、取得された注目ポイントの位置が用いられる。その他の処理は、同様である。

[0102] [変形例]

注目ポイントは、挿入部203のどのような箇所でもよい。挿入部203の形状に特徴が認められ、注目ポイントを特定できる箇所であればどのような箇所でもよい。例えば図24に示すように、挿入部203を被検体910に挿入して最初に生じる湾曲部分によって特定される第1の注目ポイント617の他に、さらに挿入部203を挿入したときに生じる湾曲部分によって特定される第2の注目ポイント618について解析されてもよい。例えば図25に示すように、挿入部203の挿入に伴って、第1の注目ポイント617の位置は変化せず、第2の注目ポイント618の位置が変化するということもある。第2の状態判断方法によればこのような場合には、後側検出ポイントの移動量 ΔX_1 と第2の注目ポイント618の移動量 ΔX_2 等に基づいて、第1の注目ポイント617では伸展が生じていないが第2の注目ポイント618では伸展が生じているという判定結果が操作支援情報として出力されることになる。

[0103] なお、注目ポイントは、挿入部203の形状に基づいて定められる位置であればどのような場所でもよい。例えば上述の例のように湾曲部分の折り返し端でもよいし、湾曲部分の湾曲開始位置でもよいし、湾曲部分と挿入部203の先端との例えば中点といった直線状の部分の何れかでもよいし、湾曲部分が2つ以上ある場合における湾曲部分と湾曲部分との中点等でもよい。

いずれの場合も、上述の例と同様に、操作支援情報が出力され得る。また、検出ポイントとして、挿入部 203 の後端側の任意の箇所を例に挙げて説明したが、これに限らない。検出ポイントの位置は、挿入部 203 のどのような位置でもよい。

[0104] [第 3 の状態判断方法]

第 3 の状態判断方法では、注目ポイントの挿入部 203 における位置の変化に基づいて、挿入部 203 の状態を判定する。

[0105] 図 26 は、時刻 t_1 における挿入部 203 の形状と、時刻 t_1 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_2 の挿入部 203 の形状とを模式的に示す。このとき、挿入部 203 の後端側の任意の箇所は、第 1 の後端位置 624-1 から第 2 の後端位置 624-2 まで距離 ΔX_1 だけ移動する。この後端側の任意の箇所として、位置センサが配置されている位置を例に挙げて以下の説明を行う。この箇所を、以下では後側検出ポイントと称することにする。一方、挿入部 203 の先端は、第 1 の先端位置 622-1 から第 2 の先端位置 622-2 まで距離 ΔX_2 だけ移動する。理想的には、距離 ΔX_1 と距離 ΔX_2 とは等しくなる。時刻 t_2 における挿入部 203 が湾曲している部分の折り返し端を注目ポイント 626-2 とする。このとき、挿入部 203 において注目ポイント 626-2 と一致する点を第 2 の点 628-2 とする。ここで、第 2 の点 628-2 は、例えば挿入部 203 の長手軸に沿って定められる挿入部 203 の先端からの距離によって表現され得る。

[0106] 図 27 は、時刻 t_2 における挿入部 203 の形状と、時刻 t_2 から時間 Δt だけ経過した時刻 t_3 における挿入部 203 の形状とを模式的に示す。図 27 に示す場合は、挿入部 203 は、ほぼ被検体 910 に沿って挿入されている。この場合において、挿入部 203 の後側検出ポイントは、距離 ΔX_1 だけ挿入されている。

[0107] 時刻 t_3 における挿入部 203 が湾曲している部分の折り返し端を注目ポイント 626-3 とする。このとき、挿入部 203 上の点であって、挿入部 203 の挿抜に連動して一緒に動き、挿入部 203 の先端からの距離が変わ

らない、注目ポイント626-3と一致する点を第3の点628-3とする。第3の点628-3は、第2の点628-2と同様に、例えば挿入部203の先端からの距離によって表現され得る。

[0108] 図27に示す例では、時刻 t_2 から時刻 t_3 までの間に、挿入部203における注目ポイント626の位置を示す点は、第2の点628-2から第3の点628-3へと挿入部203の先端からの相対位置でみると、 ΔS_c だけ挿入部203に沿って後ろ方向に移動している。挿入部203が完全に被検体に沿って挿入されているとき、挿入部203における注目ポイント626の位置を示す第2の点628-2から第3の点628-3までの変位 ΔS_c は、挿入部203の後側検出ポイントの変位 ΔX_1 と等しくなる。このように挿入部203が被検体に沿って挿入されている状態を自己追従性がある状態と呼ぶことにする。

[0109] 挿入部203が完全に被検体に沿って挿入されていないときでも、図27に示すように挿入部203が大半被検体に沿って挿入されているとき、第2の点628-2から第3の点628-3までの変位 ΔS_c は、挿入部203の後側検出ポイントの変位 ΔX_1 と概ね等しくなる。このような状態は、自己追従性が高いと言える。

[0110] 一方、図28は、挿入部203が被検体910に沿って挿入されていない場合の、時刻 t_2 と時刻 t_3 における挿入部203の形状を模式的に示す。この場合においても、挿入部203の後側検出ポイントは、距離 ΔX_1 だけ挿入されている。図28に示す場合では、挿入部203がステッキ状態になっており、被検体910が伸展している。

[0111] 時刻 t_3 における挿入部203が湾曲している部分の折り返し端を注目ポイント626-3'としたときに、挿入部203において注目ポイント626-3'と一致する点を第3の点628-3'とする。挿入部203における注目ポイント626の位置を示す点は、第2の点628-2から第3の点628-3'へと $\Delta S_{c'}$ だけ挿入部203に沿って後ろ方向に移動する。

[0112] 挿入部203が被検体に沿って挿入されていないとき、挿入部203にお

ける注目ポイント626の位置を示す点は、第2の点628-2から第3の点628-3'まで変化し、その変位 $\Delta S c'$ は、挿入部203の後側検出ポイントの変位 $\Delta X 1$ よりもずっと小さい。

[0113] このように、挿入部203の挿入量と、挿入部203における注目ポイントの位置の変化とに応じて、挿入部203が被検体910に沿って挿入されているか否かの判断が行われ得る。このように、挿入部203の挿入量と挿入部203における注目ポイントの位置の変化とが連動しているとき、挿入部203が被検体910に沿って挿入されていることが明らかとなり、挿入部203の挿入量と挿入部203における注目ポイントの位置の変化とが連動していないとき、挿入部203が被検体910に沿って挿入されていないことが明らかとなる。

[0114] 図27に示すように、挿入部203が被検体910に沿って挿入された後の様子の一例をさらに図29及び図30に示す。図29は、図上側に示された被検体910の第1の湾曲部分911において挿入部203が被検体910に沿って挿入され、図下側に示された被検体910の第2の湾曲部分912において挿入部203の先端が到達した場合を示している。図30は、第1の湾曲部分911においては挿入部203が被検体910に沿って挿入されているが、第2の湾曲部分912においては挿入部203が被検体910に沿って挿入されずに挿入部203がステッキ状態になっている場合を示している。

[0115] 図29及び図30に示す場合における、挿入部203における注目ポイントの位置の変化を図31に模式的に示す。時刻が $t 1$ 、 $t 2$ 、 $t 3$ 、 $t 4$ と順に経過して、挿入部203が被検体910の挿入口から徐々に挿入されているとき、その挿入量に従って、最初に検出される第1の湾曲部分911に相当する第1の注目ポイント $R 1$ は、後端方向へと移動する。

[0116] 図31に示すように、時刻 $t 3$ において第2の湾曲部分912に相当する第2の注目ポイント $R 2$ が検出される。第2の注目ポイント $R 2$ は、挿入量に従って、挿入部203の後端方向へ移動しない。また、このとき、第2の

注目ポイントR 2における挿入部203の形状は、それ以前の形状と変化し得る。このように、自己追従性が高い部分と低い部分とで、注目ポイントに基づいて決定される点の挿入部203における位置の変化の態様が異なる。

[0117] 第3の状態判断方法について、図32乃至図35を参照してさらに説明する。時間経過に従って、挿入部203が図32に示すように、順に第1の状態203-1、第2の状態203-2、第3の状態203-3と遷移したとする。第1の状態203-1から第2の状態203-2まで、挿入部203は被検体910に沿って挿入され、第2の状態203-2から第3の状態203-3まで、挿入部203によって押圧されて被検体910が頂点方向に伸展する場合を考える。

[0118] このような場合、横軸に時間経過、すなわち後端側の検出ポイント624の変位を示し、縦軸に挿入部203における注目ポイント626の位置、すなわち注目ポイント626の先端からの距離を示すと図33のようになる。すなわち、図33に示すように、第1の状態203-1のように、挿入開始からしばらくの間注目ポイントが検出されない。第1の状態203-1から第2の状態203-2までの間のように、挿入部203が被検体910に沿って挿入されるとき、注目ポイントの先端からの距離は図33に示すように徐々に増加する。第2の状態203-2から第3の状態203-3までの間のように、挿入部203がステッキ状態になっているとき、注目ポイントの先端からの距離は図33に示すように変化しない。

[0119] また、図34に示すように、第1の状態203-1から第2の状態203-2まで挿入部203が被検体910に沿って挿入され、第2の状態203-2から第3の状態203-3まで被検体が斜め方向に押し出される場合を考える。この場合も、横軸に時間経過、すなわち後端側の検出ポイント624の変位を示し、縦軸に挿入部203における注目ポイント626の位置、すなわち注目ポイント626の先端からの距離を示すと図35のようになり、図33に示した場合と同様になる。

[0120] 注目ポイントの挿入部203の形状に沿った動き量を ΔS_c とし、挿入部

203の後端側の任意の箇所を検出ポイントの移動量を $\Delta X1$ としたときに、自己追従性 R を示す判定式を次式で定義する。

$$R \equiv |\Delta S_c| / |\Delta X1|$$

[0121] このとき、横軸に経過時間又は当該任意の箇所の移動量 $\Delta X1$ すなわち挿入量を示し、縦軸に自己追従性 R を示すと、図36に示すような関係になる。すなわち、挿入部203が被検体に沿って正常に挿入されているときは、実線に示すように自己追従性 R は1に近い値となる。一方、ステッキ状態になると、破線に示すように自己追従性 R は1よりも小さな値となる。

[0122] 自己追従性 R を示す判定式を次式で定義してもよい。

$$R \equiv (\Delta S_c + C2)^L / (|\Delta X1| + C1)^M$$

ここで、 $C1$ 、 $C2$ 、 L 、 M は、任意の実数である。

[0123] 例えば、 $\Delta X1$ 、 ΔS_c の検出ノイズ成分レベルが $N1$ 、 N_c ($N1$ 、 $N_c \geq 0$)である場合に、パラメータ $C1 \cdot C2 \cdot L \cdot M$ を以下の様に設定する。

$$C1 = N1 \quad |\Delta X1| \geq N1$$

$$C2 = -N_c \quad |\Delta X2| \geq N_c$$

$$= -|\Delta X2| \quad |\Delta X2| < N_c$$

$$L = M = 4$$

$N1$ や N_c には、例えば、ノイズレベルの標準偏差 (σ) の3倍程度の値を設定すればよい。

[0124] このような、 $C1$ を正、 $C2$ を負としたノイズ対策の設定を行うことで、検出ノイズの影響を低減し、かつ、検出ノイズによる誤検出の少ない操作支援情報である自己追従性 R が得られる。また、 $L \cdot M$ の次数を2以上の値とすることで、 $\Delta X1$ に対する ΔS_c の比が小さくなることに敏感になり、自己追従性劣化の判断がしやすくなる。また、こうしたノイズ影響低減の仕方は、他の支援情報算出の際にも適用できる。

[0125] 図36に示すように、自己追従性 R について、閾値 $a3$ を、被検体910の伸展が生じ始めている旨の警告を出力すべき値とし、閾値 $b3$ を、被検体

910がこれ以上伸展したら危険がある旨の警告を出力すべき値とする等、閾値を適宜に設定することができる。閾値を適当に設定することで、自己追従性Rの値は、ユーザへの警告や、制御装置310への警告信号の出力など、内視鏡200の操作を支援する情報として利用され得る。

[0126] 第3の状態判断方法を実行するための操作支援装置の構成例の概略を図37に示す。

[0127] 挿抜支援装置100は、位置取得部110と、形状取得部120と、状態判断部130と、支援情報作成部180とを備える。位置取得部110の検出ポイント取得部111は、センサ201から出力される情報に基づいて、例えば挿入部203の後端側の位置センサが配置された箇所である検出ポイントの位置を取得する。

[0128] 形状取得部120は、センサ201から出力される情報に基づいて、挿入部203の形状を取得する。形状取得部120の注目ポイント取得部121は、挿入部203の形状に基づいて注目ポイントの位置を取得する。

[0129] 状態判断部130は、変位取得部161と、変位情報算出部162と、注目ポイント状態判断部163とを有する。変位取得部161は、挿入部203の形状と、注目ポイントの位置と、プログラムメモリ192に記録された変位分析情報192-5とに基づいて、挿入部203における注目ポイントの位置の変化を算出する。また、変位取得部161は、挿入部203の後端側の検出ポイントの位置と、プログラムメモリ192に記録された変位分析情報192-5とに基づいて、検出ポイントの位置の変化を算出する。このように、変位取得部161は、注目ポイントの第1の変位を取得する第1の変位取得部として機能し、また、検出ポイントの第2の変位を取得する第2の変位取得部として機能する。

[0130] 変位情報算出部162は、挿入部203における注目ポイントの変位と、挿入部203の後端側の検出ポイントの変位とを比較し、プログラムメモリ192に記録された変位分析情報192-5を用いて、変位情報を算出する。注目ポイント状態判断部163は、変位情報と、プログラムメモリ192

に記録された判断基準情報 192-6 とに基づいて、注目ポイントに係る部分の状態を算出する。

[0131] 支援情報作成部 180 は、判定された注目ポイントの状態に基づいて、操作支援情報を作成する。操作支援情報は、制御装置 310 の制御にフィードバックされたり、表示装置 320 に表示されたり、記録装置 196 に記録されたりする。

[0132] 第 3 の状態判断方法における挿抜支援装置 100 の動作について、図 38 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0133] ステップ S301 において、挿抜支援装置 100 は、センサ 201 から出力データを取得する。ステップ S302 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S301 で取得したデータに基づいて、後端側の検出ポイントの位置を取得する。

[0134] ステップ S303 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S301 で取得したデータに基づいて、挿入部 203 の形状を取得する。ステップ S304 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S303 で取得した挿入部 203 の形状に基づいて、注目ポイントの位置を取得する。

[0135] ステップ S305 において、挿抜支援装置 100 は、挿入部 203 における注目ポイントの位置を算出する。ステップ S306 において、挿抜支援装置 100 は、挿入部 203 における注目ポイントの位置の継時的な変化を取得する。ステップ S307 において、挿抜支援装置 100 は、検出ポイントの位置変化と、挿入部 203 における注目ポイントの位置変化とに基づいて、自己追従性 R 等の挿入部 203 における注目ポイントの位置変化の評価値を算出する。ステップ S308 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S307 で算出された評価値に基づいて、注目ポイント周辺において、被検体の伸展が生じているか否かやその程度など、伸展について評価を行う。

[0136] ステップ S309 において、挿抜支援装置 100 は、被検体の伸展が生じているか否かの判定結果や自己追従性 R 等に基づいて、後の処理に用いるのに適当な支援情報を作成し、当該支援情報を例えば制御装置 310 や表示装

置 3 2 0 に出力する。

[0137] ステップ S 3 1 0 において、挿抜支援装置 1 0 0 は、当該処理を終了させるための終了信号の入力があったか否かを判定する。終了信号の入力がないとき、処理はステップ S 3 0 1 に戻る。すなわち、終了信号の入力があるまで上述の処理を繰り返し、操作支援情報を出力する。一方、終了信号の入力があったとき、当該処理は終了する。

[0138] 第 3 の状態判断方法が用いられることにより、挿入部 2 0 3 における注目ポイントの変位が特定され、この変位と挿入部 2 0 3 の後端側の挿入量、すなわち検出ポイントの変位との関係等に基づいて、被検体において伸展が生じているか否かなど、操作支援情報が作成され得る。操作支援情報は、例えば挿入部 2 0 3 又は被検体 9 1 0 の状態や、挿入部 2 0 3 による被検体 9 1 0 に対する押圧や圧迫の有無やそれらの大小等が含まれる。また、操作支援情報には、挿入部 2 0 3 又は被検体 9 1 0 に異常が生じているか否かの情報が含まれる。

[0139] 第 3 の状態判断方法で用いられる注目ポイントも、第 2 の状態判断方法で用いられる注目ポイントと同様に、挿入部 2 0 3 の形状に基づいて定められる位置であればどこでもよい。例えば上述の実施形態のように湾曲部分の折り返し端でもよいし、湾曲部分の湾曲開始位置でもよいし、湾曲部分と先端との例えば中点といった直線部の何れかでもよいし、湾曲部分が 2 つ以上ある場合の湾曲部分と湾曲部分との中点等でもよい。また、検出ポイントの位置も、後端側に限らず、どのような位置でもよい。また、検出ポイントに代えて、任意の箇所である注目ポイントが用いられてもよい。注目ポイントの位置が用いられる場合、検出ポイント取得部 1 1 1 ではなく、位置取得部 1 1 0 が注目ポイントの位置を取得し、取得された注目ポイントの位置が用いられる。

[0140] [変形例]

第 3 の状態判断方法の変形例では、挿入部 2 0 3 の形状の接線方向に関する挿入部 2 0 3 の移動量に基づいて、挿入部 2 0 3 の状態を判定する。特に

、注目ポイントにおける接線方向への挿入部 203 の移動量に基づいて、挿入部 203 の状態を判定する。

[0141] 図 39 に模式的に示すように、挿入部 203 の形状に基づいて注目ポイント 631 が取得される。続いて、挿入部 203 の形状に基づいて注目ポイント 631 における挿入部 203 の接線方向 632 が特定される。第 3 の状態判断方法の変形例では、注目ポイント 631 に相当する挿入部 203 上の点の移動方向と、接線方向 632 との関係に基づいて、自己追従性が評価される。すなわち、注目ポイント 631 に相当する挿入部 203 上の点の移動方向が、挿入部 203 の接線方向 632 と一致しているほど、自己追従性が高いことが分かる。

[0142] 図 40 に示すように、例えば注目ポイントに対応する点の変位量 ΔX に対するその変位量の接線方向の変位量 ΔS_r の割合に基づいて、挿入部 203 の状態や被検体 910 の状態が評価される。すなわち、注目ポイントにおける、接線方向と移動方向とのなす角 θ に基づいて、挿入部 203 の状態や被検体 910 の状態が評価される。

[0143] 上述の図 32 に示したように、時間経過に従って、挿入部 203 が順に第 1 の状態 203-1、第 2 の状態 203-2、第 3 の状態 203-3 のように遷移したとする。このような場合に、時間経過に対する挿入部 203 の変位において接線方向の変位の割合を示す $|\Delta S_r| / |\Delta X|$ を図 41 に示す。第 1 の状態 203-1 から第 2 の状態 203-2 までは自己追従性が高いため、挿入部 203 の変位において当該点の移動方向に対する接線方向の変位の割合はほぼ 1 になっている。一方で、第 2 の状態 203-2 から第 3 の状態 203-3 までは、挿入部 203 が接線方向に進行せずに接線に対して垂直な方向に被検体 910 を伸展させながら変位するので、挿入部 203 の変位において当該点の移動方向に対する接線方向の変位の割合はほぼ 0 になっている。

[0144] 上述の図 34 に示したように、時間経過に従って、挿入部 203 が順に第 1 の状態 203-1、第 2 の状態 203-2、第 3 の状態 203-3 のよう

に遷移したとする。このような場合に、時間経過に対する挿入部 203 の変位において $|\Delta S_r| / |\Delta X|$ を図 42 に示す。第 1 の状態 203-1 から第 2 の状態 203-2 までは自己追従性が高いので、挿入部 203 の変位において当該点の移動方向に対する接線方向の変位の割合はほぼ 1 になっている。一方で、第 2 の状態 203-2 から第 3 の状態 203-3 までは挿入部 203 が接線方向に対して傾いた方向に進行しているので、挿入部 203 の変位において当該点の移動方向に対する接線方向の変位の割合はほぼ 0.5 になっている。

[0145] なお、 ΔS_r と ΔX がベクトルである場合、 $(\Delta S_r \cdot \Delta X) / (|\Delta S_r| \times |\Delta X|)$ 、又は、 $\cos \theta$ を指標に用いてもよい。（「 $\cdot$ 」は内積を表す。）こうすることによって、単純に $|\Delta S_r| / |\Delta X|$ を用いて自己追従性を確認する場合に比べて、 ΔX と ΔS_r が逆方向に動く場合には、自己追従性が極めて低いことが分かる。

[0146] [第 4 の状態判断方法]

上述の第 3 の状態判断方法の変形例の説明では、評価に用いられる値を、挿入体における注目ポイントに相当する点の接線方向の動きとして説明したが、接線と垂直な方向の動き、すなわち、挿入部 203 の横方向への動きとして評価されてもよい。例えば、注目ポイントの挿入部 203 の接線と垂直な方向への動き量を図 40 に示すように ΔX_c とし、挿入部 203 の後端側の任意の箇所の注目ポイント、又は、検出ポイントの移動量を ΔX_1 としたときに、横動き B を示す判定式を次式で定義する。

$$B = |\Delta X_c| / |\Delta X_1|$$

[0147] このとき、横軸に経過時間又は当該任意の箇所の移動量 ΔX_1 すなわち挿入量を示し、縦軸に横動き B を示すと、図 43 に示すような関係になる。すなわち、挿入部 203 が被検体に沿って正常に挿入されているときは、実線に示すように横動き B は 0 に近い値となる。一方、ステッキ状態になると、破線に示すように横動き B は 1 に近い値となる。

[0148] 図 43 に示すように、横動き B について、閾値 a_4 を、被検体 910 の伸

展が生じ始めている旨の警告を出力すべき値とし、閾値 b_4 を、被検体910がこれ以上伸展したら危険がある旨の警告を出力すべき値とする等、閾値を適宜に設定することができる。閾値を適当に設定することで、横動きBの値は、ユーザへの警告や、制御装置310への警告信号の出力など、内視鏡200の操作を支援する情報として利用され得る。

[0149] 挿入部203の注目しているポイントの動きは、横動きとして表現されても、接線方向の動きとして表現されても、何れの形式で表現されてもよい。その意味するところは同じである。また、何れの場合にも、注目しているポイントの移動量と、挿入部203の後端側の注目ポイントや検出ポイントの移動量とが比較されてもよいし、後端側の注目ポイントや検出ポイントの移動量を用いずに注目しているポイントの移動とその接線方向の成分との割合のみに基づいて解析が行われてもよい。また、何れの場合にも、挿入部203の接線方向と挿入部の移動方向との一致度が高い程、挿入部203の動きは自己追従性が高く、挿入部203は被検体910に沿って挿入されていると言える。これらの点は以下の説明においても同様である。

[0150] 第4の状態判断方法を実行するための操作支援装置の構成例の概略を図44に示す。ここでは、後端側の検出ポイントを利用する場合の操作支援装置の構成例を示す。

[0151] 挿抜支援装置100は、位置取得部110と、形状取得部120と、状態判断部130と、支援情報作成部180とを備える。位置取得部110の検出ポイント取得部111は、センサ201から出力される情報に基づいて、例えば挿入部203の後端側の位置検出が行われる箇所である検出ポイントの位置を取得する。

[0152] 形状取得部120は、センサ201から出力される情報に基づいて、挿入部203の形状を取得する。形状取得部120の注目ポイント取得部121は、注目ポイントの位置を取得する。

[0153] 状態判断部130は、接線方向取得部171と、移動方向取得部172と、注目ポイント状態判断部173とを有する。接線方向取得部171は、挿

入部 203 の形状と、注目ポイントの位置と、プログラムメモリ 192 に記録された変位分析情報 192-5 とに基づいて、注目ポイントにおける挿入部 203 の接線方向を算出する。移動方向取得部 172 は、注目ポイントの位置と、プログラムメモリ 192 に記録された変位分析情報 192-5 とに基づいて、注目ポイントの移動方向を算出する。注目ポイント状態判断部 173 は、挿入部 203 における注目ポイントの接線方向と、注目ポイントの移動方向と、プログラムメモリ 192 に記録された判断基準情報 192-6 とに基づいて、注目ポイントの状態を算出する。

[0154] 支援情報作成部 180 は、判定された注目ポイントの状態に基づいて、操作支援情報を作成する。操作支援情報は、制御装置 310 の制御にフィードバックされたり、表示装置 320 に表示されたり、記録装置 196 に記録されたりする。

[0155] 第 4 の状態判断方法における挿抜支援装置 100 の動作について、図 45 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0156] ステップ S401 において、挿抜支援装置 100 は、センサ 201 から出力データを取得する。ステップ S402 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S401 で取得したデータに基づいて、後端側の検出ポイントの位置を取得する。

[0157] ステップ S403 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S401 で取得したデータに基づいて、挿入部 203 の形状を取得する。ステップ S404 において、挿抜支援装置 100 は、ステップ S403 で取得した挿入部 203 の形状に基づいて、注目ポイントの位置を取得する。

[0158] ステップ S405 において、挿抜支援装置 100 は、注目ポイントにおける挿入部 203 の接線方向を算出する。ステップ S406 において、挿抜支援装置 100 は、注目ポイントに相当する挿入部 203 の位置の移動方向を取得し、横動きを表す値を算出する。

[0159] ステップ S407 において、挿抜支援装置 100 は、検出ポイントの位置変化と、横動きを表す値とに基づいて、挿入部 203 の注目ポイントにおけ

る自己追従性を表す評価値を算出する。検出ポイントの位置変化に対して横動きを表す値が小さい程、自己追従性が高いことになる。

[0160] ステップS408において、挿抜支援装置100は、ステップS407で算出された評価値に基づいて、注目ポイント周辺において、被検体の伸展が生じているか否かやその程度など、伸展について評価を行う。

[0161] ステップS409において、挿抜支援装置100は、被検体の伸展が生じているか否かの判定結果やその程度等に基づいて、後の処理に用いるのに適当な支援情報を作成し、当該支援情報を例えば制御装置310や表示装置320に出力する。

[0162] ステップS410において、挿抜支援装置100は、当該処理を終了させるための終了信号の入力があったか否かを判定する。終了信号の入力がないとき、処理はステップS401に戻る。すなわち、終了信号の入力があるまで上述の処理を繰り返し、操作支援情報を出力する。一方、終了信号の入力があったとき、当該処理は終了する。

[0163] 第4の状態判断方法が用いられることにより、挿入部203における注目ポイントにおける移動方向と接線方向との関係等に基づいて、被検体において伸展が生じているか否かなど、操作支援情報が作成され得る。操作支援情報は、例えば挿入部203又は被検体910の状態や、挿入部203による被検体910に対する押圧や圧迫の有無やそれらの大小等や、挿入部203の異常の有無が含まれ得る。

[0164] なお、上述の例では、注目ポイントを対象として解析を行う場合を示したが、それに限らない。注目ポイントではなく、任意の点について、その形状から求まる当該点における接線方向と、当該点の移動方向とに基づいて、自己追従性は評価され得る。

[0165] また、上述の説明では、挿入部203の後端側の検出ポイントの移動量と注目ポイントの移動量との関係に基づいて、自己追従性を評価する例を示した。検出ポイントに代えて任意の注目ポイントが用いられてもよい。また、検出ポイントの移動量については、必ずしも考慮する必要がない。すなわち

、注目ポイントの移動量について、接線方向成分と接線と垂直な方向の成分との割合にのみ基づいても、自己追従性の評価は行われ得る。

[0166] なお、第3の状態判断方法と第4の状態判断方法とは、いずれも挿入部203の自己追従性を評価している点は共通している。

[0167] [変形例]

上述の説明では、挿入部203の形状に基づく注目ポイントについて、接線方向の移動を分析する例を示した。注目ポイントに限らず、挿入部203の先端について接線方向の移動が分析されてもよい。先端の接線方向とは、すなわち、挿入部203の先端が向いている方向である。

[0168] 図32に示したものと同様の状態においては、図46に示すように、挿入部203の先端は、第2の位置635-2から第3の位置635-3へと後ろ方向に進む。すなわち、先端戻りが発生している。内視鏡200が先端方向の画像を取得する内視鏡である場合には、挿入部203の先端が後ろ方向に進んでいることは、取得された画像に基づいて知ることもできる。

[0169] 挿入部203の先端部の先端方向への進み具合を表す先端進みPを次式で定義する。

$$P = (\Delta X 2 \cdot D) / |\Delta X 1|$$

ここで、 $\Delta X 2$ は、先端の変位ベクトルであり、 D は先端方向ベクトルであり「 $\cdot$ 」は内積を示す。

[0170] 時間経過すなわち後端側の任意の箇所の挿入量 $\Delta X 1$ に対する先端進みPの変化の一例を図47に示す。図47の実線は、挿入部203が被検体910に沿って挿入されているときを表す。この場合、挿入部203の先端は、先端方向に進むので、先端進みPの値は1に近い値を示す。一方、図47の破線は、挿入部203がステッキ状態にあるときを表す。この場合、挿入部203の先端部は後ろ方向に進むので、先端進みPは、-1に近い値を示す。

[0171] 図47に示すように、先端進みPについて、閾値 $a 4'$ を、被検体910の伸展が生じ始めている旨の警告を出力すべき値とし、閾値 $b 4'$ を、被検

体 9 1 0 がこれ以上伸展したら危険がある旨の警告を出力すべき値とする等、閾値を適宜に設定することができる。閾値を適当に設定することで、先端進み P の値は、ユーザへの警告や、制御装置 3 1 0 への警告信号の出力など、内視鏡 2 0 0 の操作を支援する情報として利用され得る。

[0172] このように、先端戻りとして特徴的に検出される先端進み P によっても挿入部 2 0 3 又は被検体 9 1 0 の状態が判別され得る。

[0173] [第 1 乃至第 4 の状態判断方法について]

上述の各状態判断方法は、いずれも自己追従性の程度を評価しているものといえる。2 点以上の注目ポイントの移動量に差異がある状態は、当該 2 点の間で自己追従性が低い箇所が存在している状態であると言い換えることができる。また、ステッキ状態とは、横動きが生じている状態とも言い換えることができ、横動きとは、自己追従性が低い状態であると言い換えることができる。

[0174] 第 1 の状態判断方法では、2 点以上の注目ポイントの移動量の差異を検出し、差異があるとき、例えば座屈が生じていると判定される。座屈が生じているとき、当該座屈が生じている箇所において自己追従性が低い状態となっている。

[0175] 第 2 の状態判断方法では、注目ポイントに着目して、湾曲部分について自己追従性がない状態、すなわち、湾曲部分において横動きして被検体 9 1 0 を押し上げている状態が検出されている。

[0176] 第 3 の状態判断方法では、注目ポイントに着目して、挿入部 2 0 3 における注目ポイントの位置に基づいて自己追従性が評価されている。自己追従性の評価にあたっては、自己追従性が高いとき、挿入部 2 0 3 における注目ポイントの位置は、挿入量と一致することが利用されている。

[0177] 第 4 の状態判断方法では、ある点における接線とその移動方向とに基づいて、自己追従性が評価されている。自己追従性の評価にあたっては、自己追従性が高いとき、所定の点は、その点における挿入部 2 0 3 の形状の接線方向に進行することが利用されている。一方、自己追従性が低いとき、例えば

横動き等が生じることになる。

[0178] また、自己追従性が低い状態とは、横動きが生じている状態と言い換えることができる。したがって、上記の状態判断方法の何れも、横動きの程度を評価しているものと言い換えても、同様に表現され得る。

[0179] ここで、挿入部 203 又は被検体 910 において注目すべき箇所として、被検体が湾曲している部分がある。湾曲している部分においては、挿入部 203 の自己追従性が低くなりがちであり、湾曲部分において横動きが生じると被検体の壁を押圧することになるので、被検体の湾曲部分における挿入部 203 又は被検体 910 の状態は、評価する価値が高い。このことから、第 2 の状態判断方法、第 3 の状態判断方法、及び第 4 の状態判断方法では、湾曲部分について注目ポイントとして着目し、この湾曲部分について解析が行われている。

[0180] しかしながらこれに限らず、同様の方法によって、種々の箇所が注目ポイントとして設定され得るし、種々の箇所の挿入部 203 又は被検体 910 の状態が解析され得る。

[0181] このように、変位情報取得部 141 及び連動具合演算部 142、変位取得部 151、161 及び変位情報算出部 152、162、又は、接線方向取得部 171 及び移動方向取得部 172 は、挿入部 203 の挿入における自己追従性を評価する自己追従性評価部として機能する。また、座屈判断部 143、又は、注目ポイント状態判断部 153、163、173 は、自己追従性に基づいて、挿入部 203 又は被検体 910 の状態を判断する判断部として機能する。

[0182] 挿入部 203 又は被検体 910 の状態は、挿入部 203 が被検体 910 に沿って挿入されているか否かの判断にのみ用いられるものではない。ユーザは、挿入部 203 を被検体 910 に挿入するとき、被検体の形状を意図的に変化させることがある。例えば、被検体 910 が湾曲している部分では、挿入部 203 が進行しやすいように当該被検体の形状を直線に近づけるように操作することがある。このような操作においても、挿入部 203 の形状、被

検体 910 の形状、挿入部 203 が被検体 910 を押圧する力等の情報は、ユーザにとって有益な情報となる。

[0183] [第1乃至第4の状態判断方法の組み合わせについて]

第1乃至第4の状態判断方法は、組み合わせて用いられ得る。例えば、第1の状態判断方法とその他の状態判断方法とを組み合わせて用いることで、次のような効果が得られる。すなわち、第1の状態判断方法を利用することで、挿入部 203 に生じている座屈に係る情報を取得することができる。この座屈に由来する変位成分を差し引くことで第2乃至第4の状態判断方法による演算結果の精度が向上し、また、挿入部 203 で生じている現象がより正確に把握され得る。その他、第1乃至第4の状態判断方法が組み合わせて用いられれば、得られる情報量は何れか1つの方法が用いられる場合よりも増加する。このことは、作成される支援情報の精度を向上させることに効を奏する。

[0184] [操作支援情報について]

支援情報作成部 180 は、上述の第1乃至第4の状態判断方法を用いて取得された挿入部 203 又は被検体 910 の状態に係る情報を用いて、操作支援情報を作成する。操作支援情報は、ユーザが挿入部 203 を被検体 910 に挿入することを支援する情報である。

[0185] 操作支援情報は、第1乃至第4の状態判断方法を用いて取得された挿入部 203 又は被検体 910 の状態に係る情報に基づくのみならず、入力装置 330 から入力される情報や、制御装置 310 から入力される情報等、種々の情報を組み合わせて作成され得る。第1乃至第4の状態判断方法が適宜に用いられることで、必要な情報が適切に取得され得る。

[0186] 操作支援情報は、例えば表示装置 320 に表示され、ユーザはこの表示を参考にして内視鏡 200 の操作を行う。また、操作支援情報は、例えば制御装置 310 の制御にフィードバックされる。より適切な制御装置 310 による内視鏡 200 の動作の制御は、ユーザの内視鏡 200 の操作を支援する。操作支援情報が利用されることで、内視鏡 200 の操作が円滑に行われ得る。

o

請求の範囲

- [請求項1] 可撓性を有する挿入体を被検体に挿入及び抜去することを支援する支援装置であって、
- 前記挿入体の長手方向の異なる位置に設けられた少なくとも2つの注目ポイントの変位の情報を取得する位置取得部と、
- 前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の連動具合を演算する連動具合演算部と、
- 前記連動具合に基づいて、前記挿入体又は前記被検体の所定の対象部位の状態を判断する判断部と
- を備える支援装置。
- [請求項2] 前記連動具合は、前記少なくとも2つの注目ポイントのうち、何れかの前記注目ポイントの前記変位と他の前記注目ポイントの前記変位との差の情報を含む、請求項1に記載の支援装置。
- [請求項3] 前記判断部は、後端側の前記注目ポイントの前記変位に対して先端側の前記注目ポイントの前記変位が小さいとき、前記対象部位において異常が発生していると判断する、
- 請求項2に記載の支援装置。
- [請求項4] 前記変位は、前記挿入体の長手方向に沿った方向の移動量である、
- 請求項3に記載の支援装置。
- [請求項5] 前記対象部位は、前記後端側の前記注目ポイントと前記先端側の前記注目ポイントとの間に対応づけられる部位である、請求項3に記載の支援装置。
- [請求項6] 前記対象部位の前記状態は、前記対象部位において前記挿入体が座屈しているか否かを含む、請求項5に記載の支援装置。
- [請求項7] 前記判断部は、前記座屈の程度を判断する、請求項6に記載の支援装置。
- [請求項8] 前記対象部位の状態は、前記対象部位において前記挿入体が前記被検体を伸展させているか否かを含む、請求項5に記載の支援装置。

- [請求項9] 前記判断部は、前記被検体の伸展の程度を判断する、請求項8に記載の支援装置。
- [請求項10] 前記対象部位の状態は、前記対象部位において、前記挿入体から前記被検体への押圧又は圧迫が発生しているか否かを含む、請求項5に記載の支援装置。
- [請求項11] 前記注目ポイントの数は3以上であり、前記対象部位の数は2以上である、請求項1に記載の支援装置。
- [請求項12] 前記挿入体に配置された複数の位置センサをさらに備え、
前記位置取得部は、前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の情報を前記位置センサの出力に基づいて取得する、
請求項1に記載の支援装置。
- [請求項13] 前記被検体の挿入口に配置されるように構成された前記挿入体の挿入量を検出する挿入量センサと、
前記挿入体に配置された位置センサと
をさらに備え、
前記位置取得部は、前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の情報を、前記挿入量センサと前記位置センサとの出力に基づいて取得する、
請求項1に記載の支援装置。
- [請求項14] 前記挿入体に配置された位置センサと、
前記挿入体の形状の情報を取得する形状センサと
をさらに備え、
前記位置取得部は、前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の情報を、前記位置センサと前記形状センサとの出力に基づいて取得する、
請求項1に記載の支援装置。
- [請求項15] 可撓性を有する挿入体を被検体に挿入及び抜去することを支援するための支援方法であって、

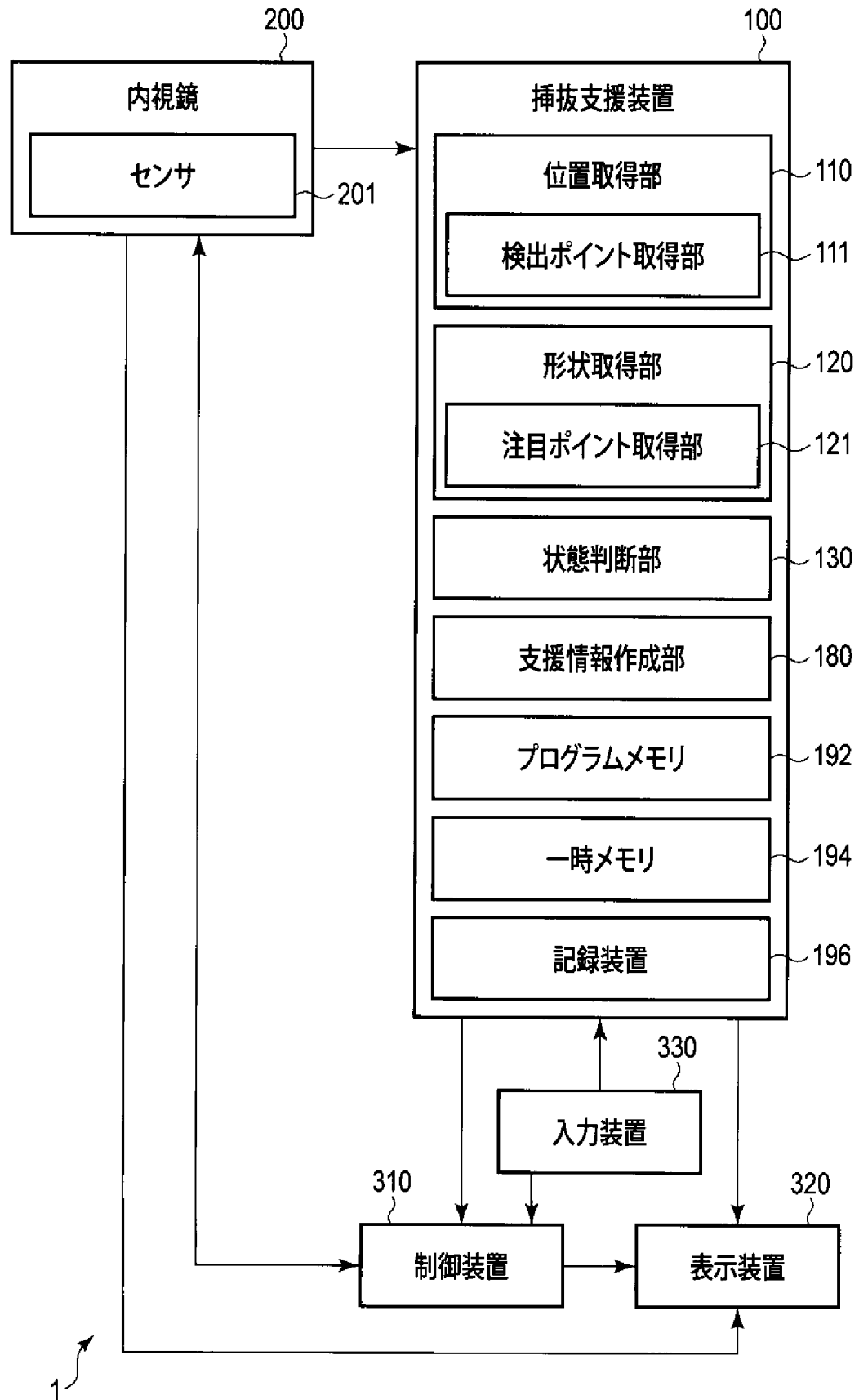
前記挿入体の長手方向の異なる位置に設けられた少なくとも2つの注目ポイントの変位の情報を取得することと、

前記少なくとも2つの注目ポイントの前記変位の連動具合を演算することと、

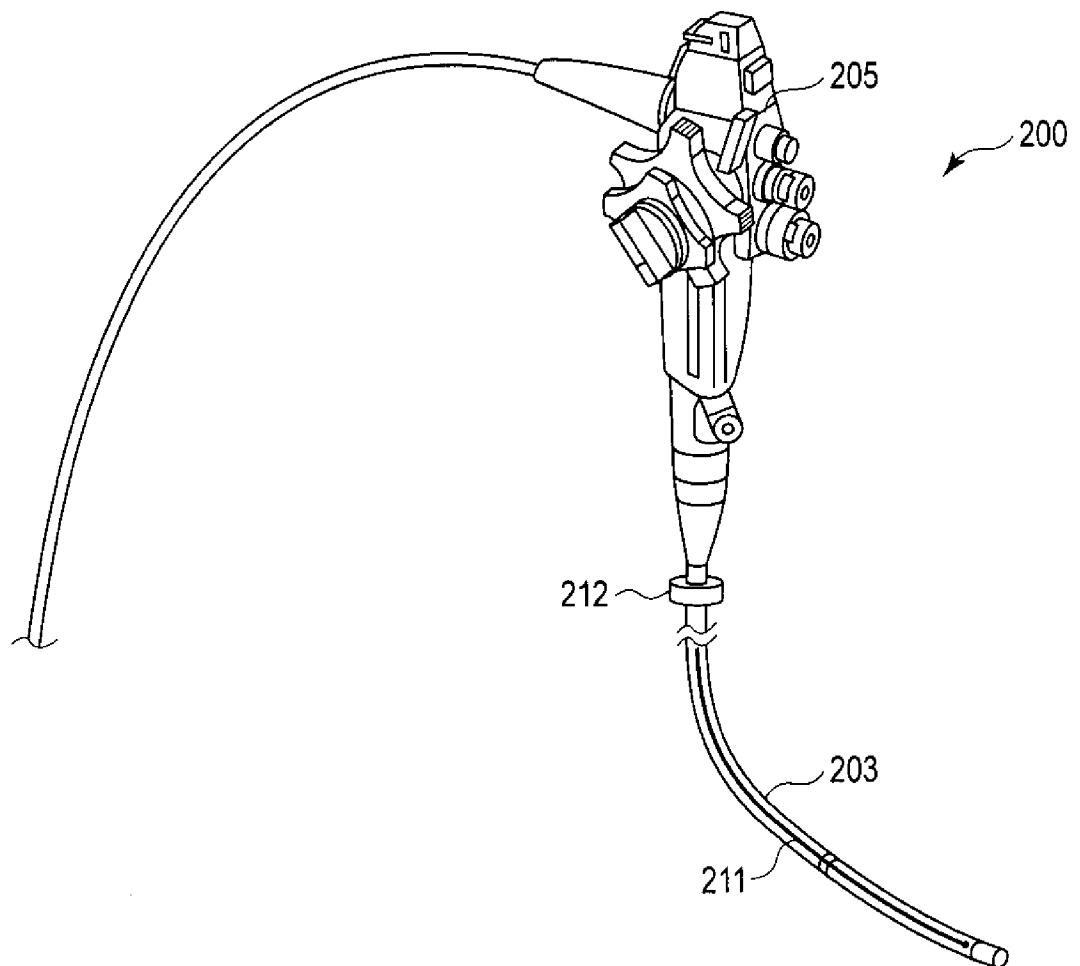
前記連動具合に基づき、前記挿入体又は前記被検体の所定の対象部位の状態を判断することと

を含む支援方法。

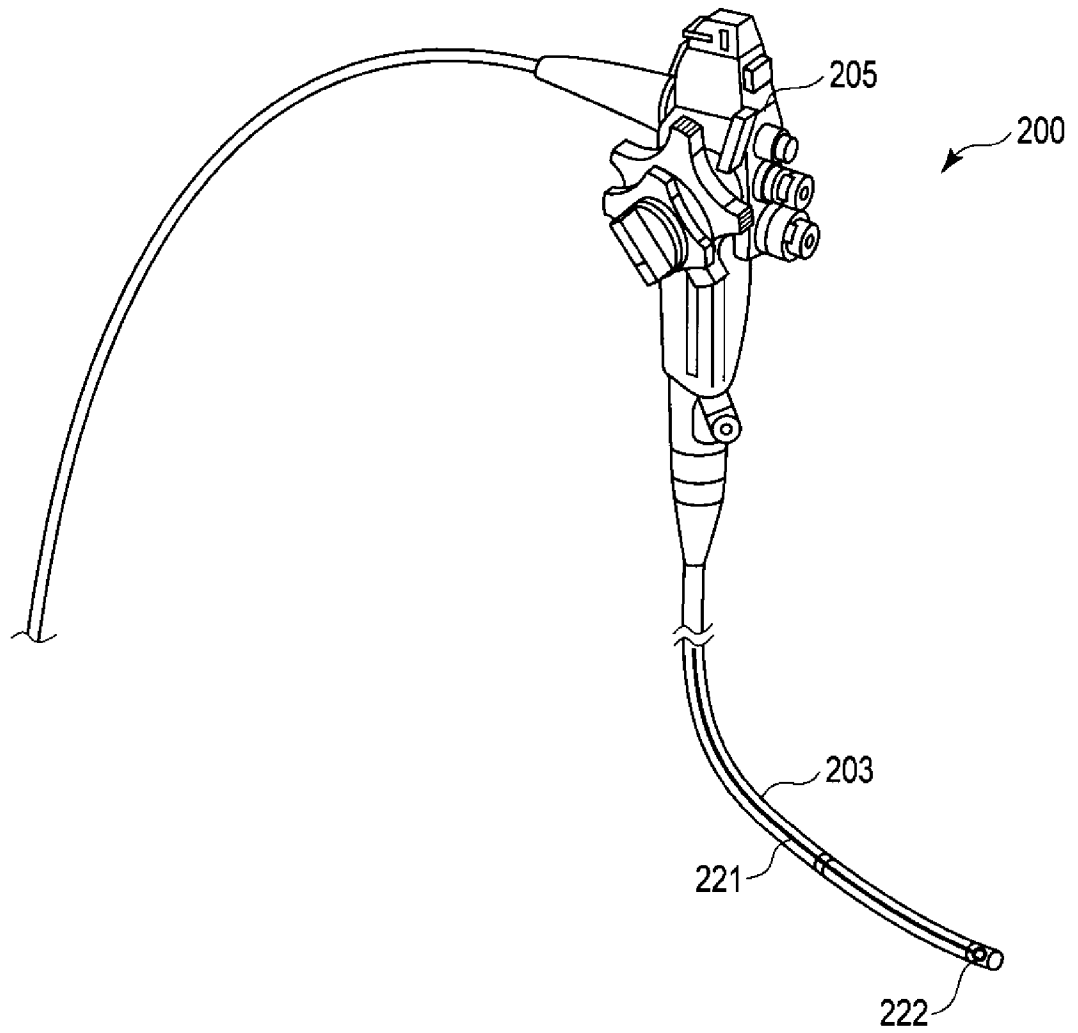
[図1]



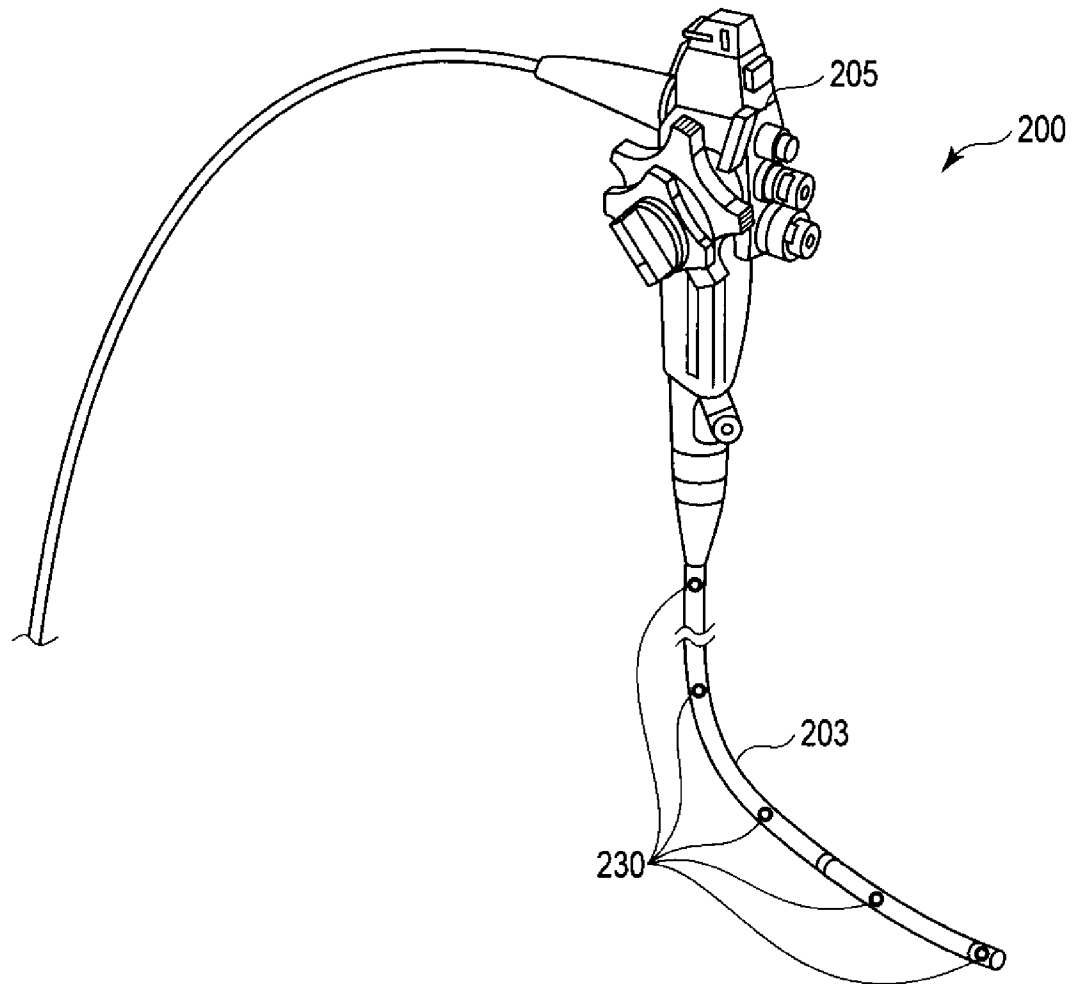
[図2]



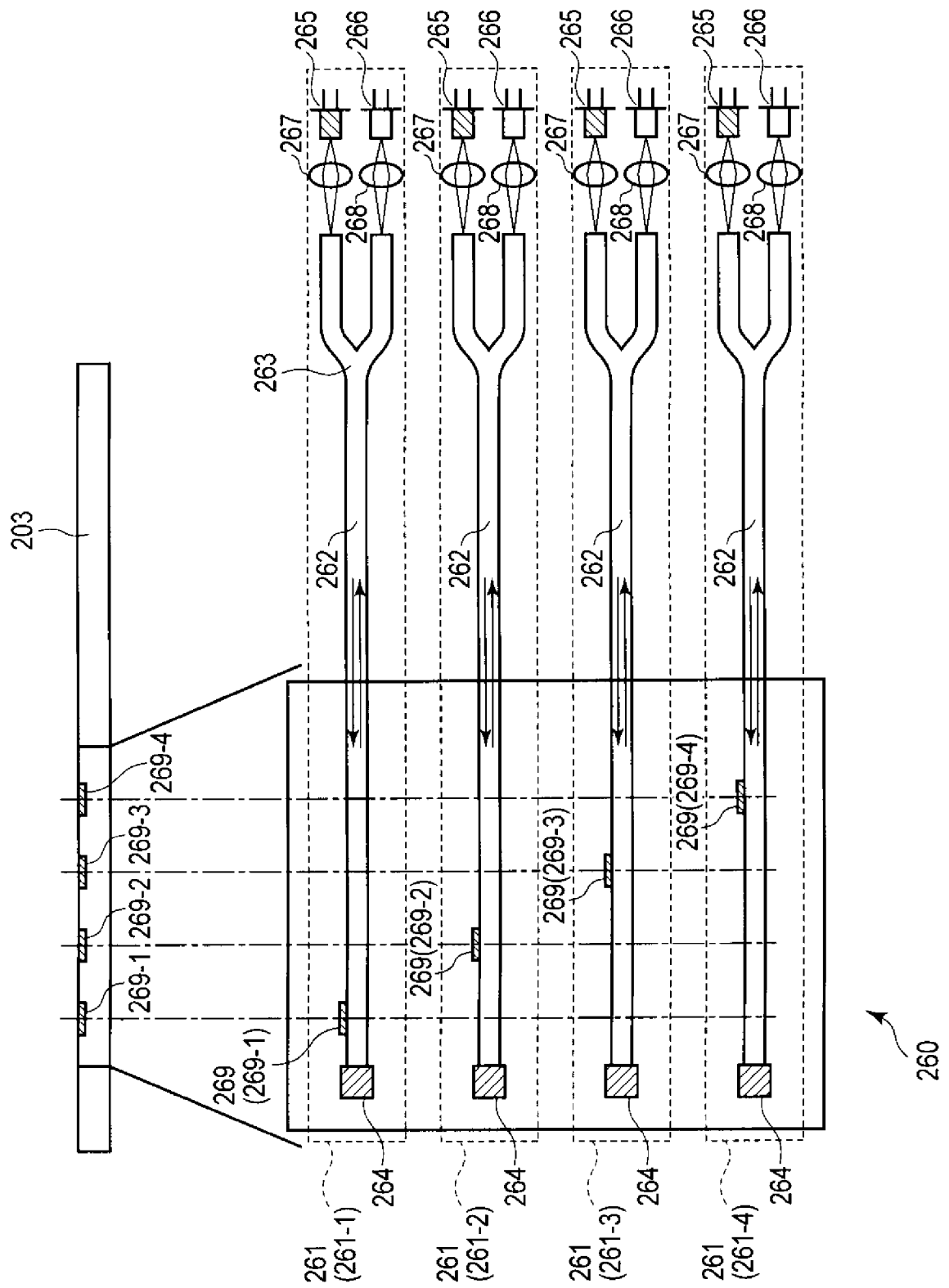
[図3]



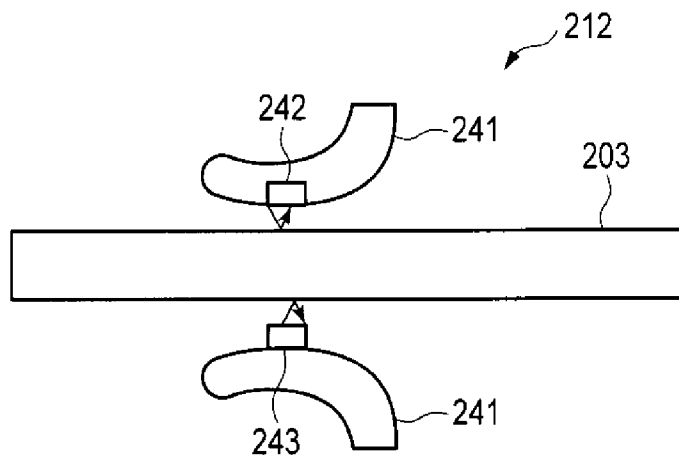
[図4]



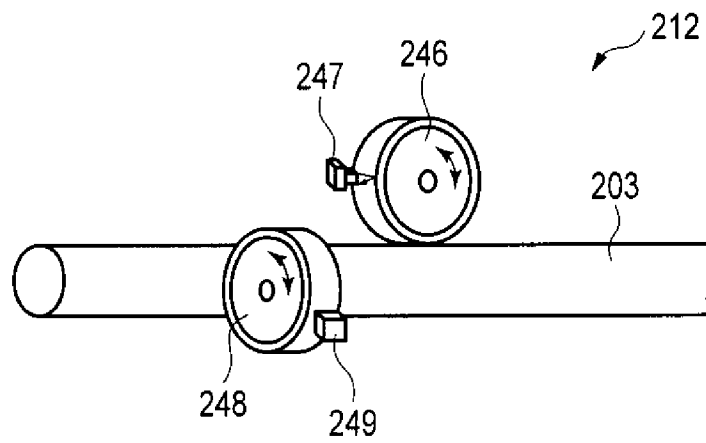
[図5]



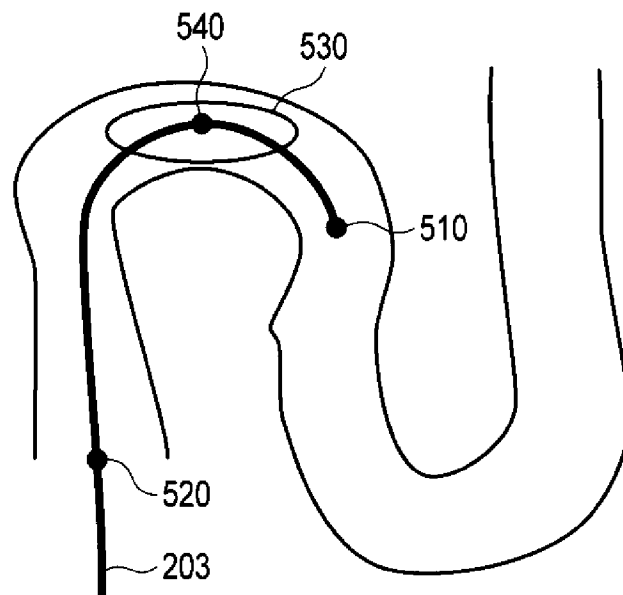
[図6]



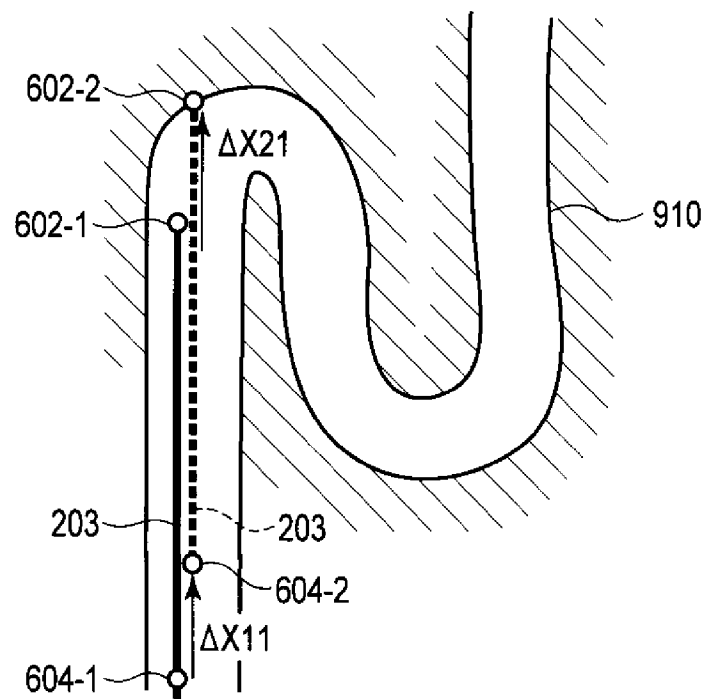
[図7]



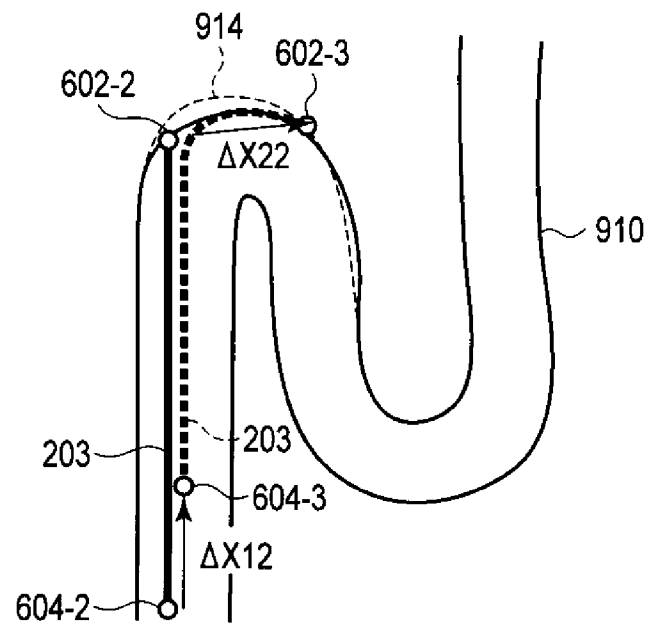
[図8]



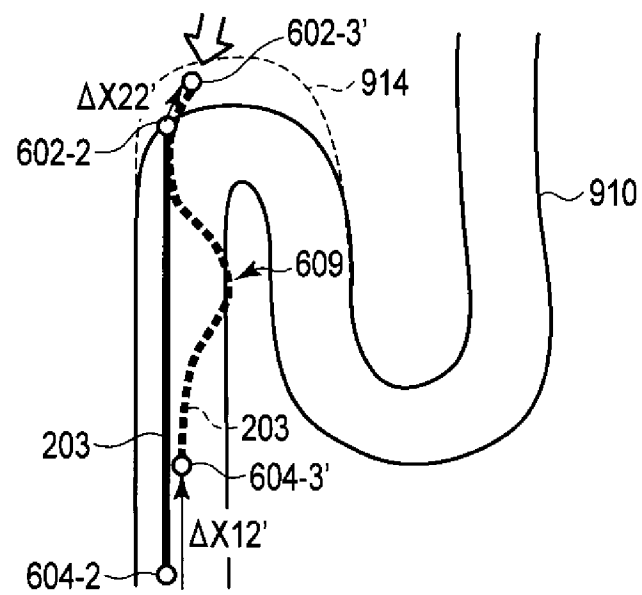
[図9]



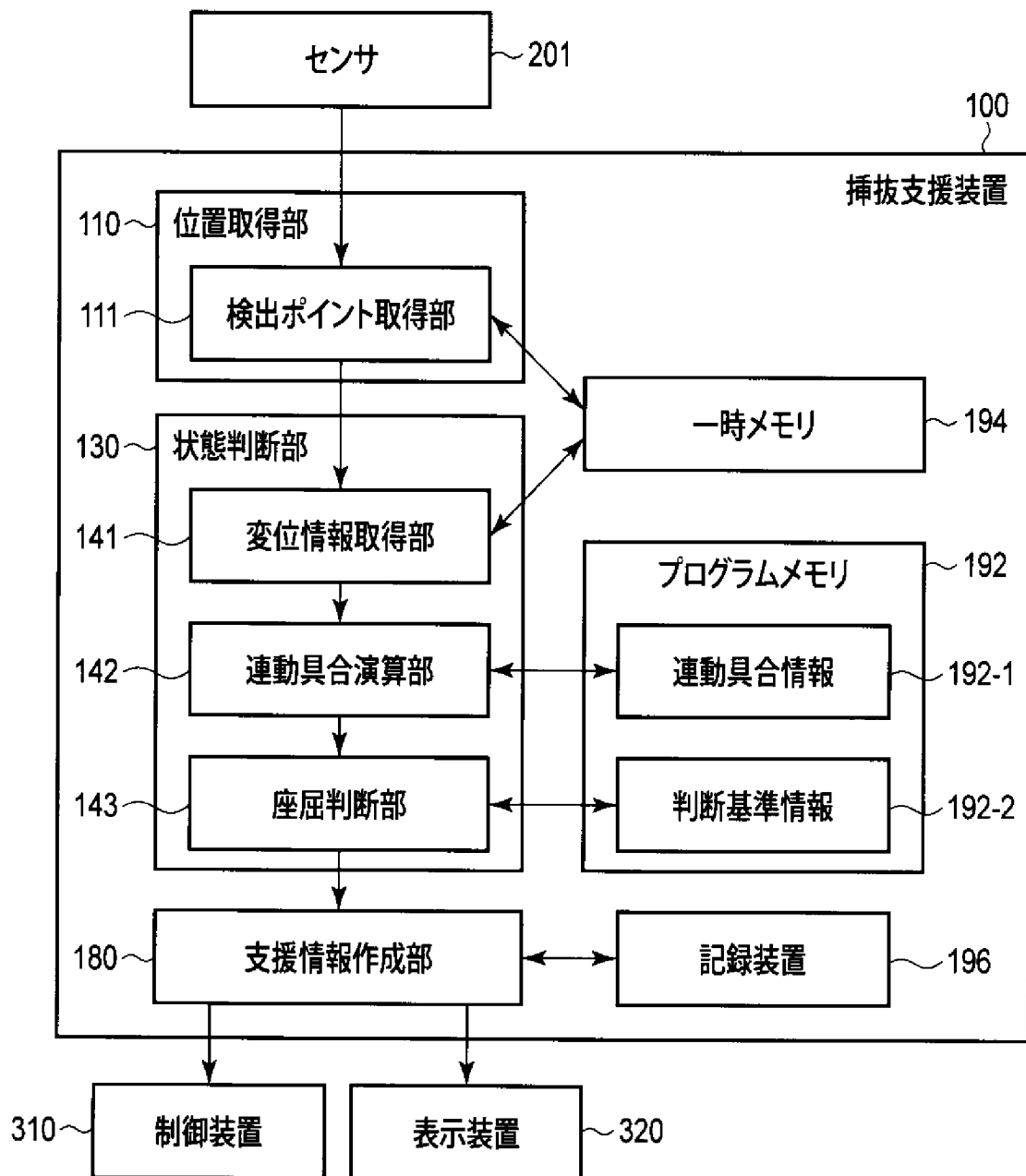
[図10]



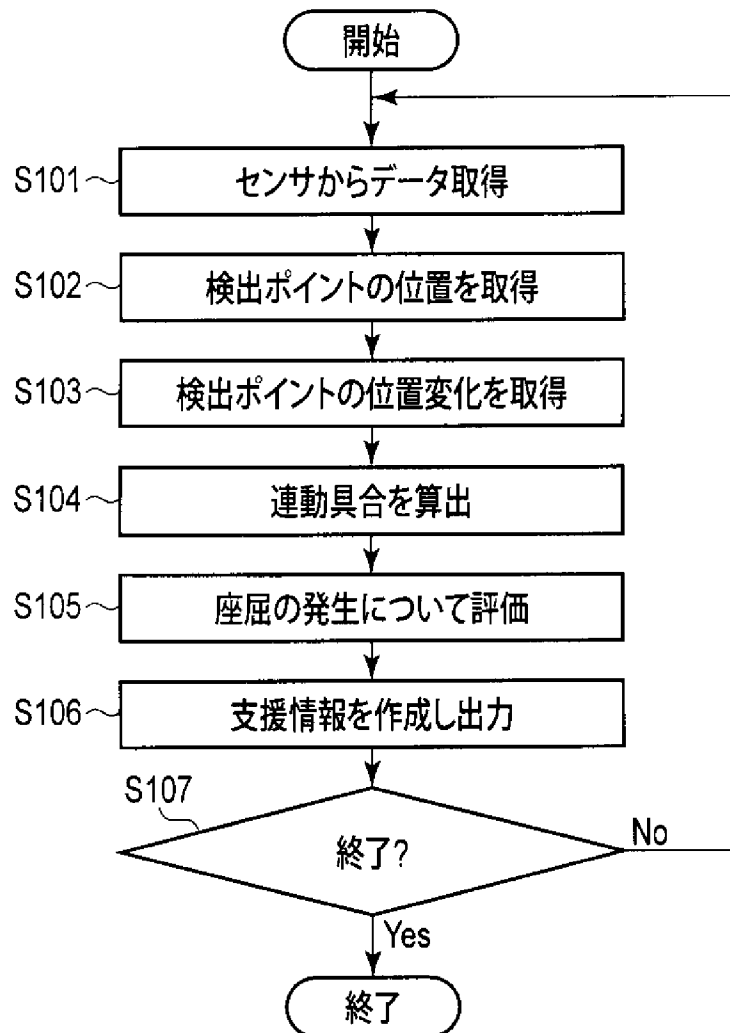
[図11]



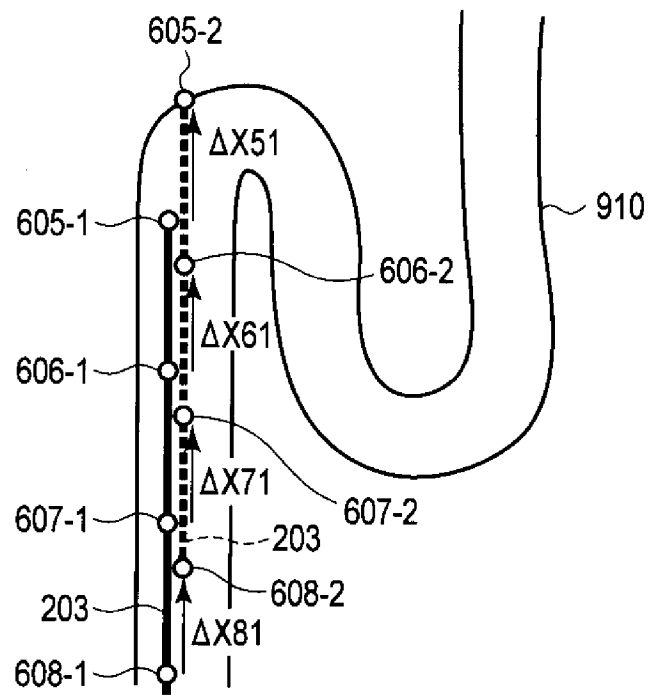
[図12]



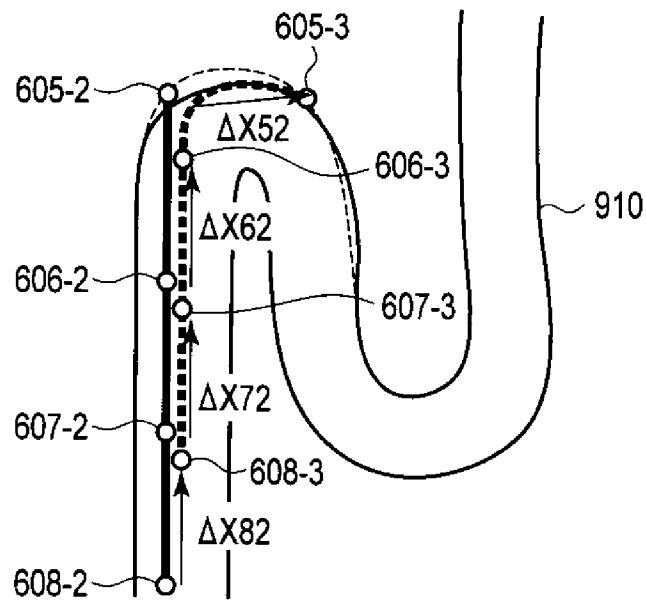
[図13]



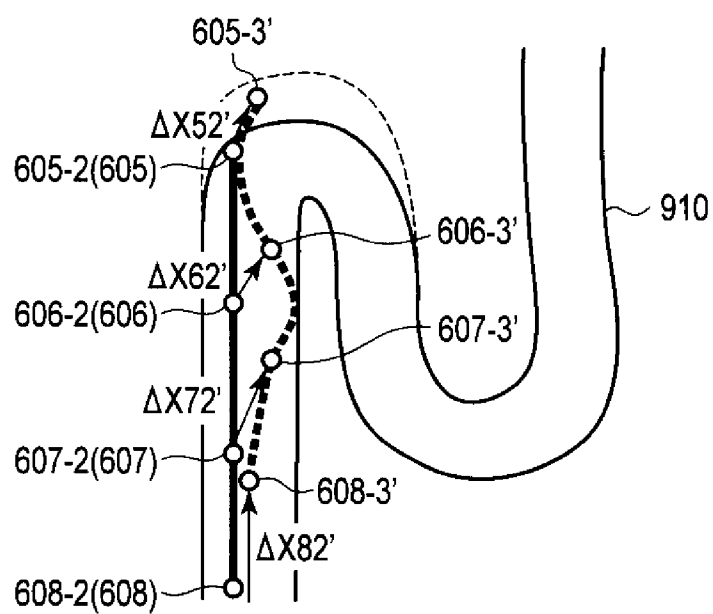
[図14]



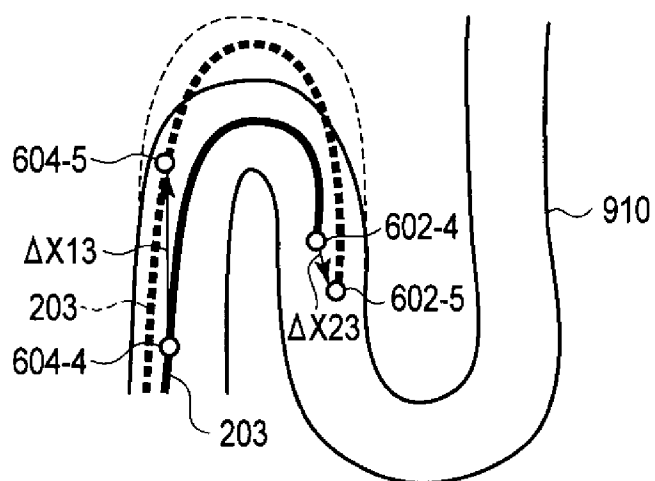
[図15]



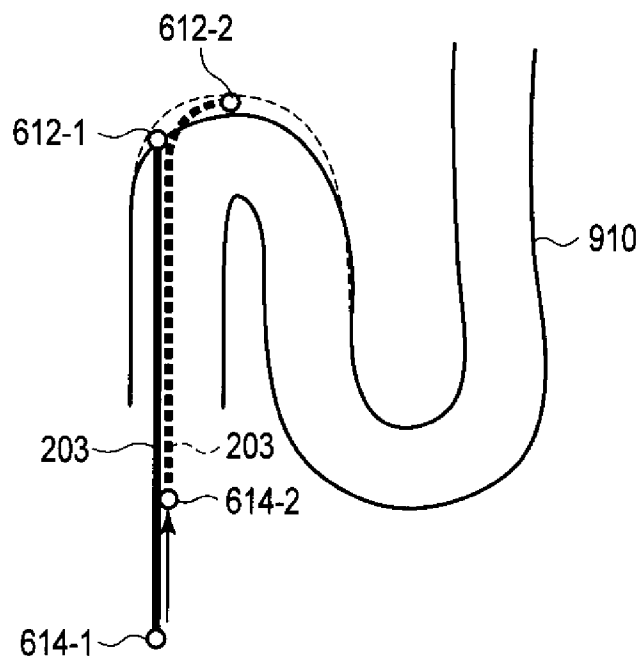
[図16]



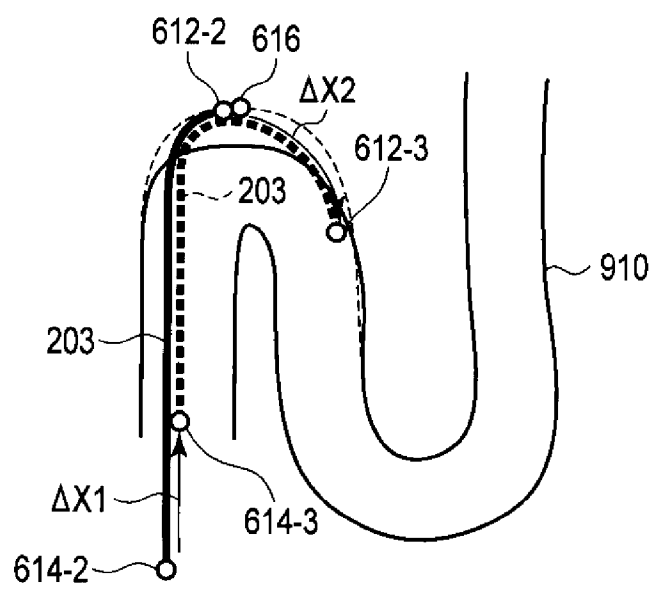
[図17]



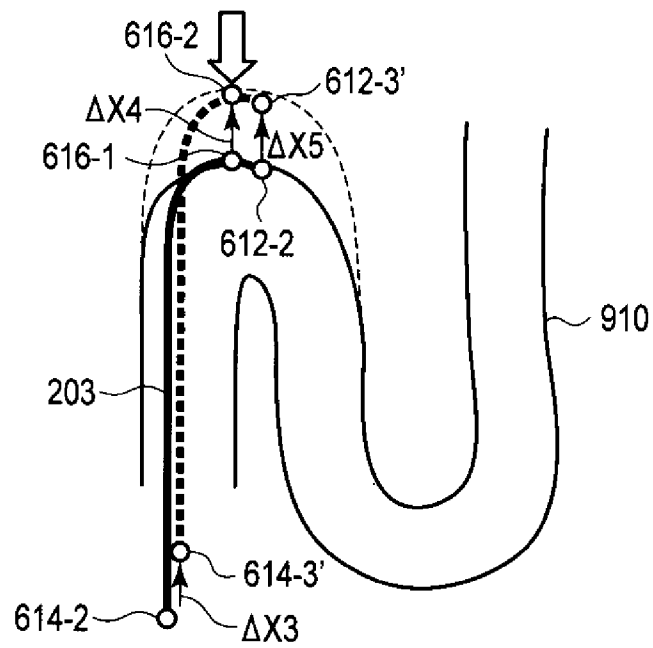
[図18]



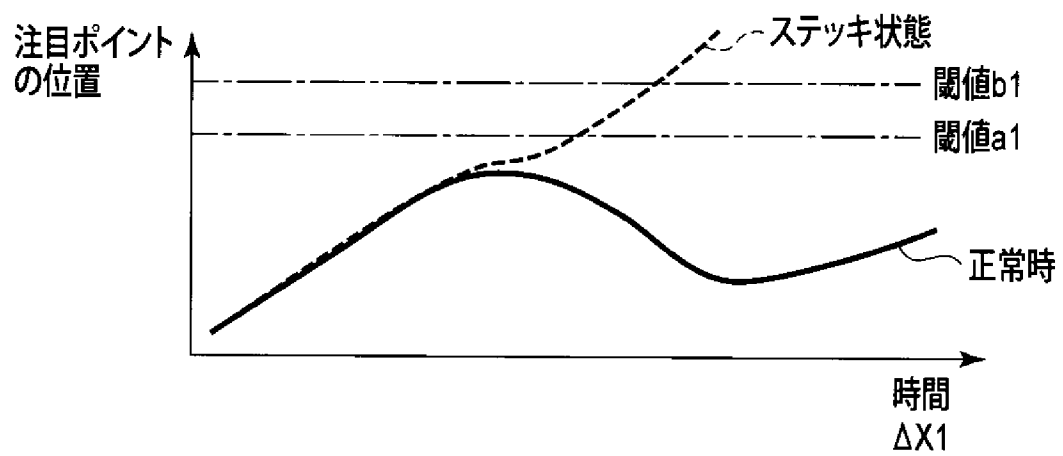
[図19]



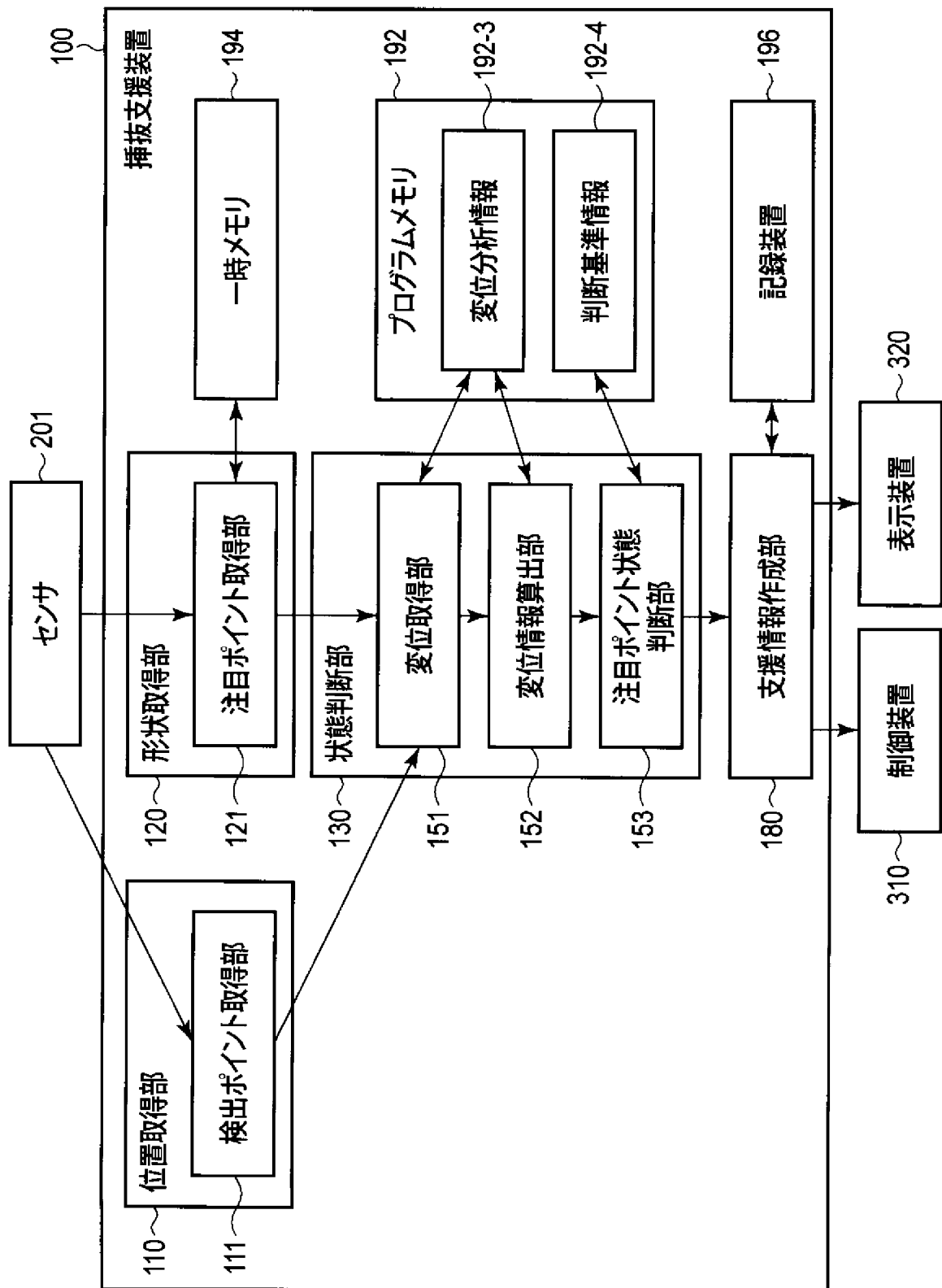
[図20]



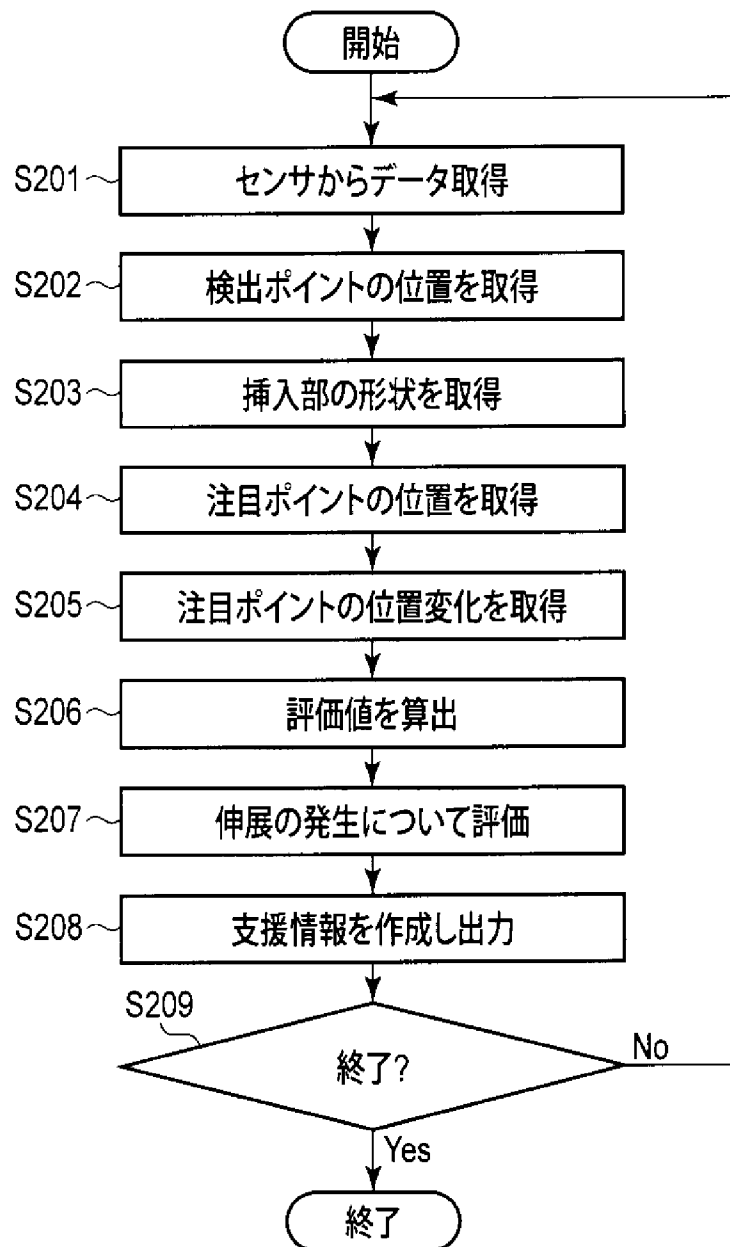
[図21]



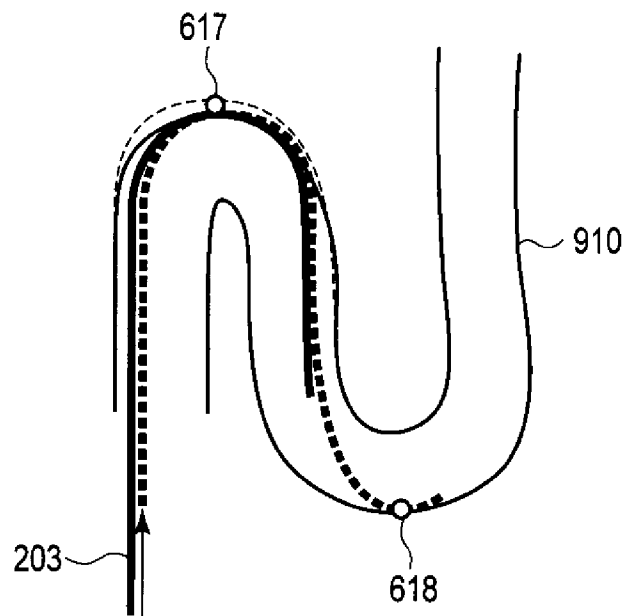
[図22]



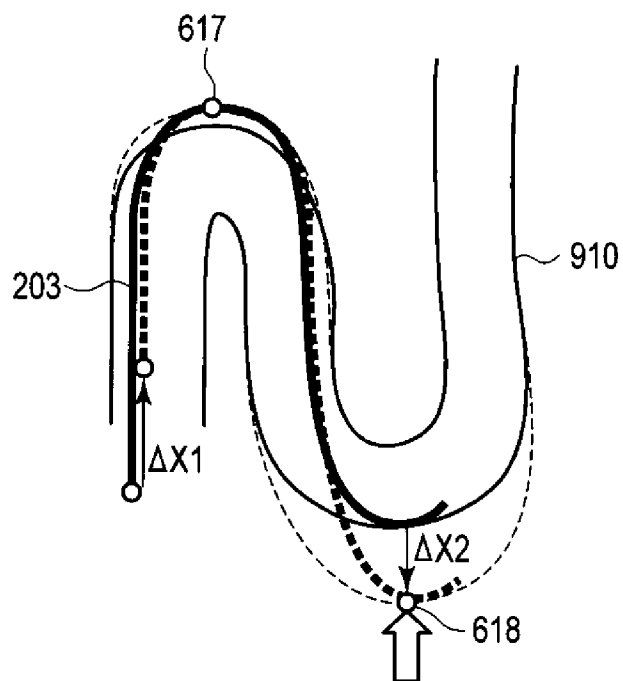
[図23]



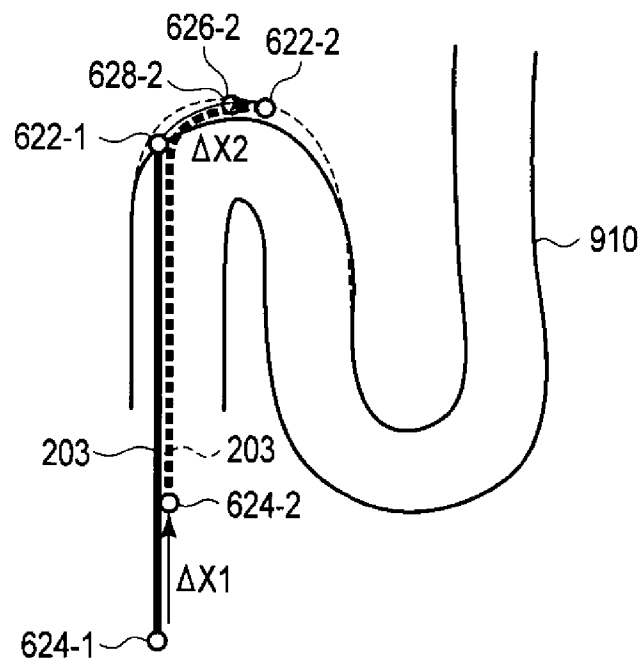
[図24]



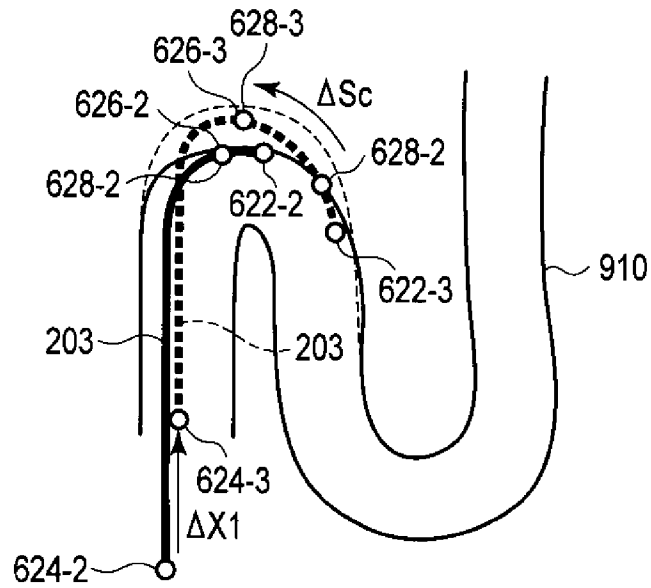
[図25]



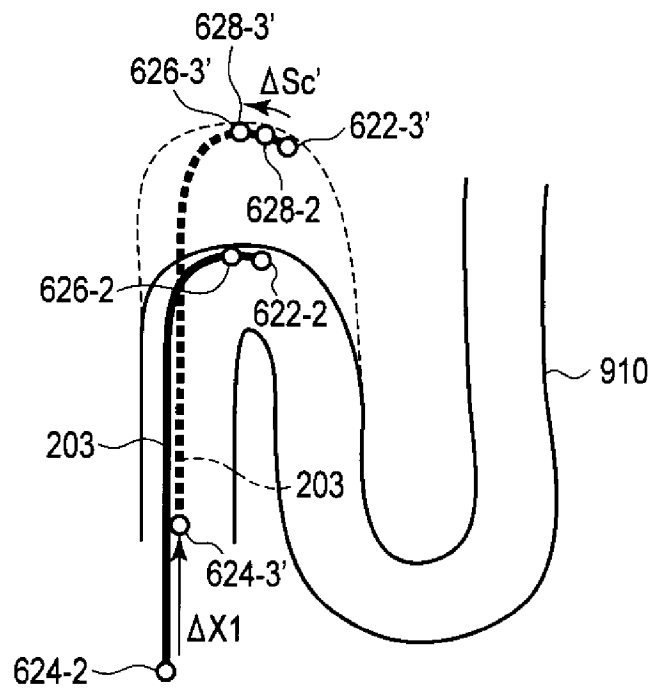
[図26]



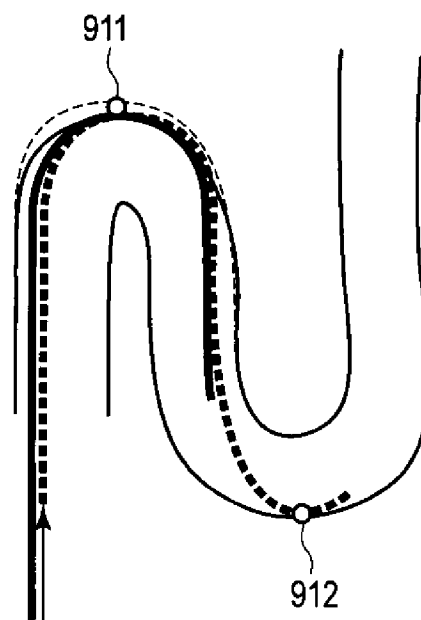
[図27]



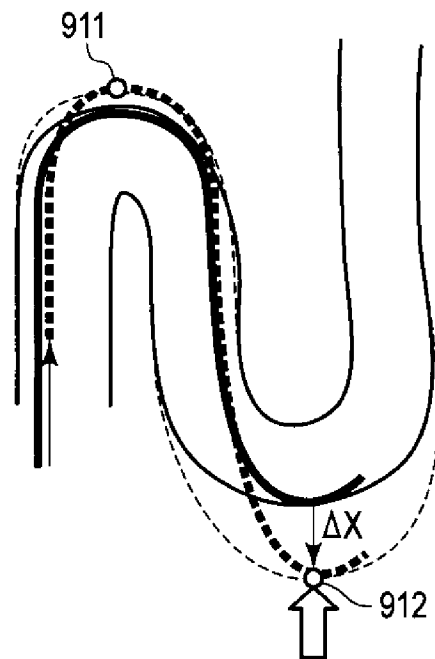
[図28]



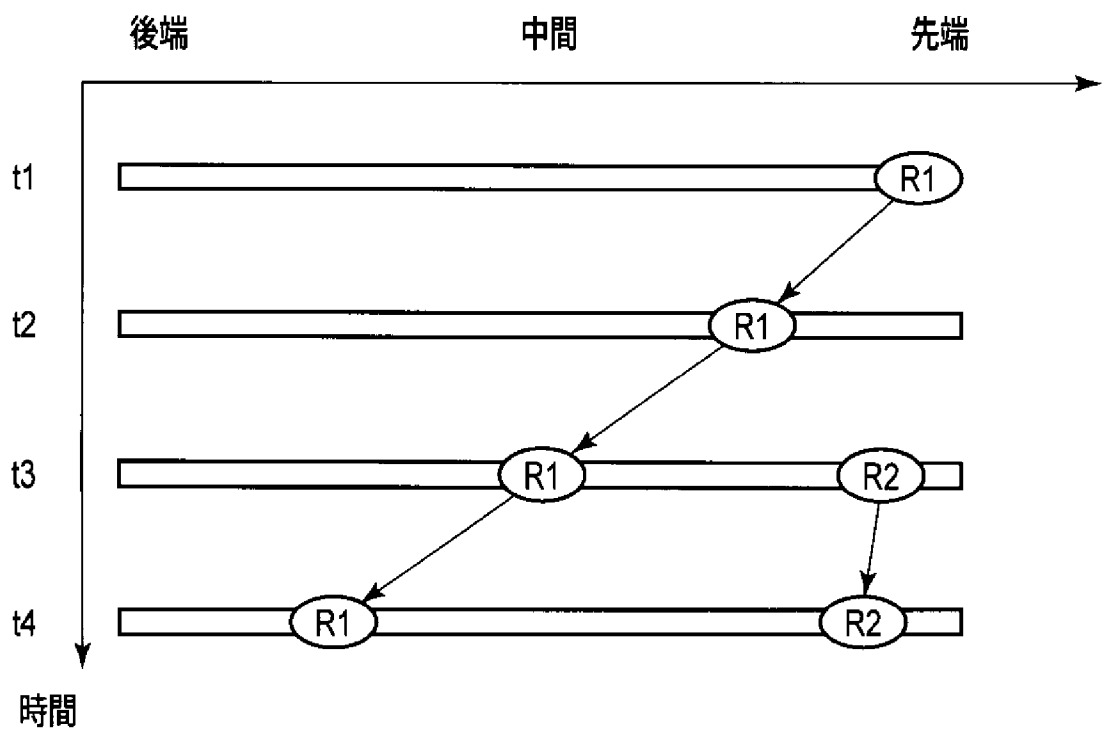
[図29]



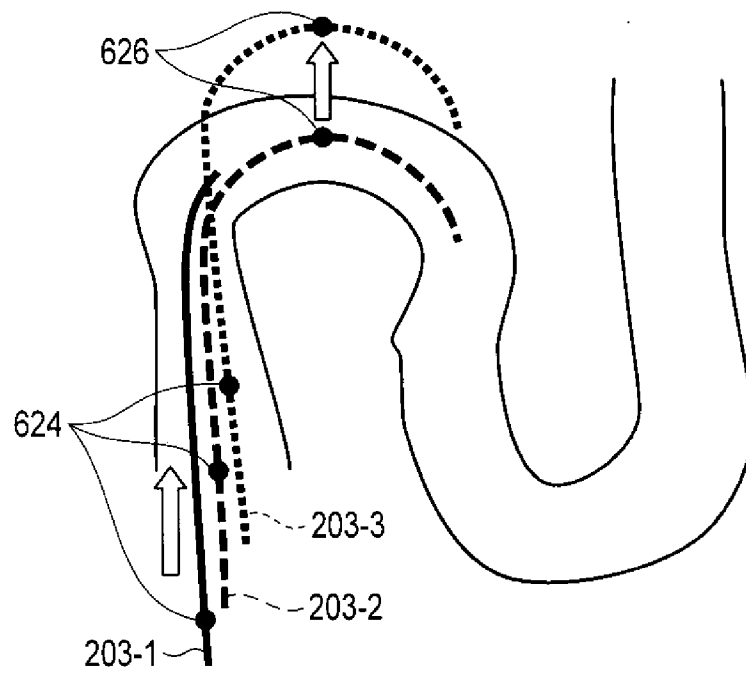
[図30]



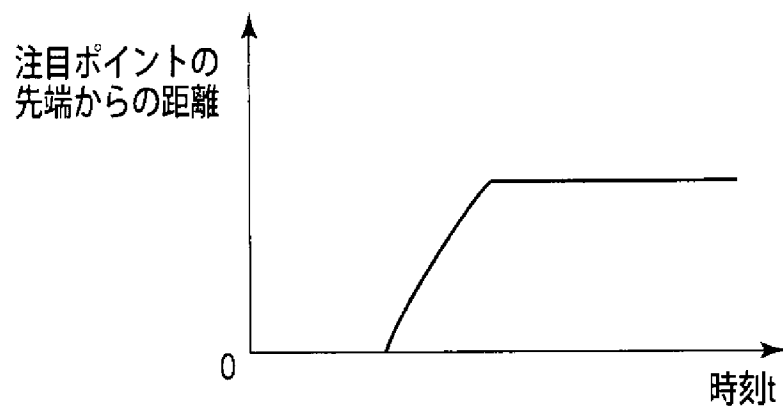
[図31]



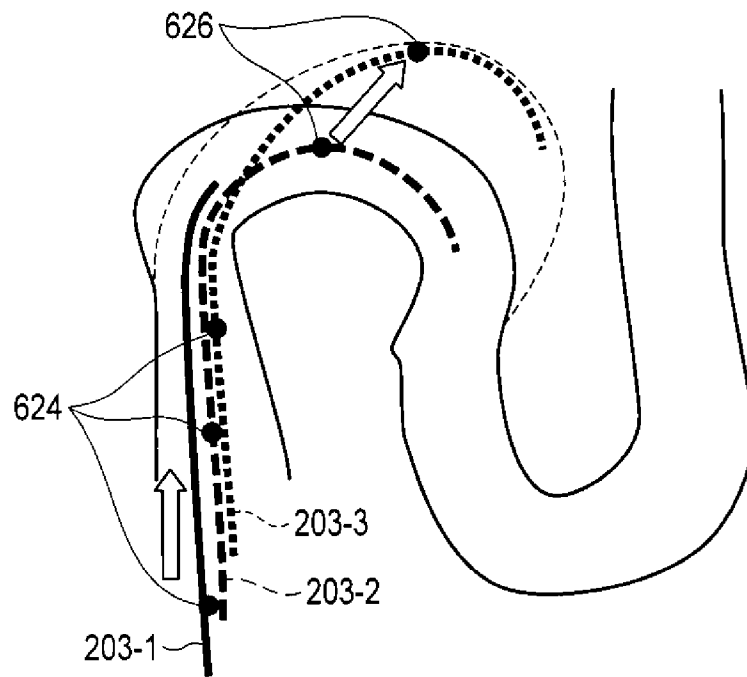
[図32]



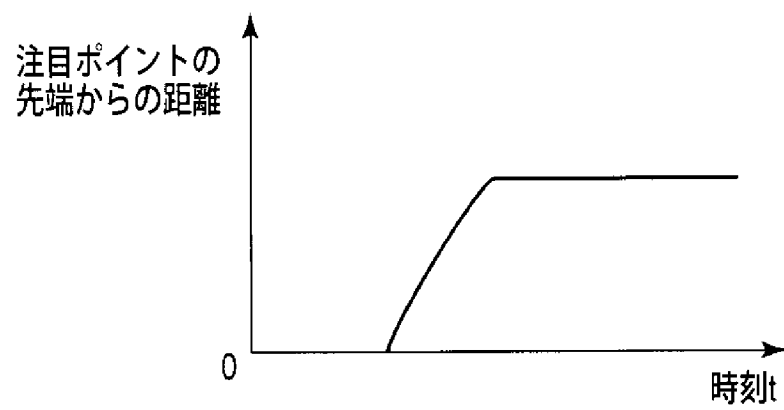
[図33]



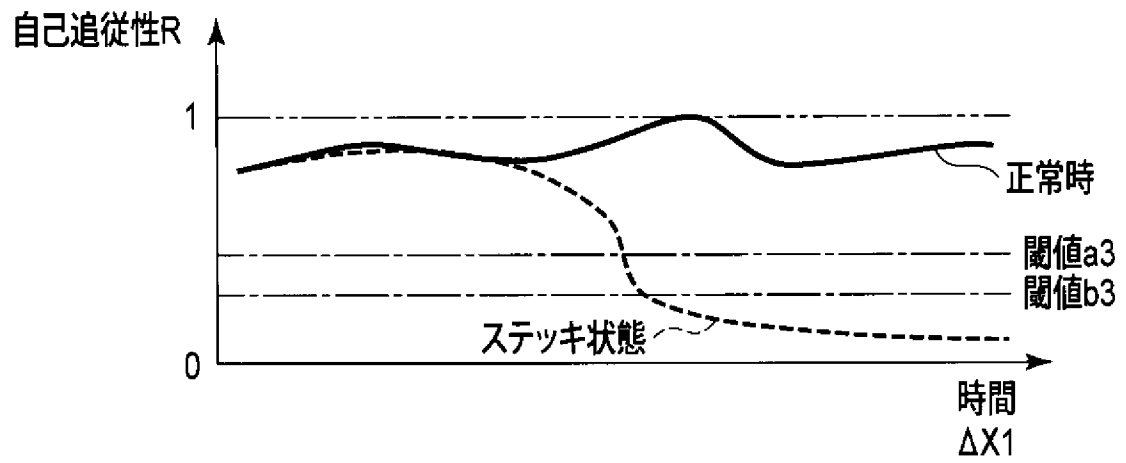
[図34]



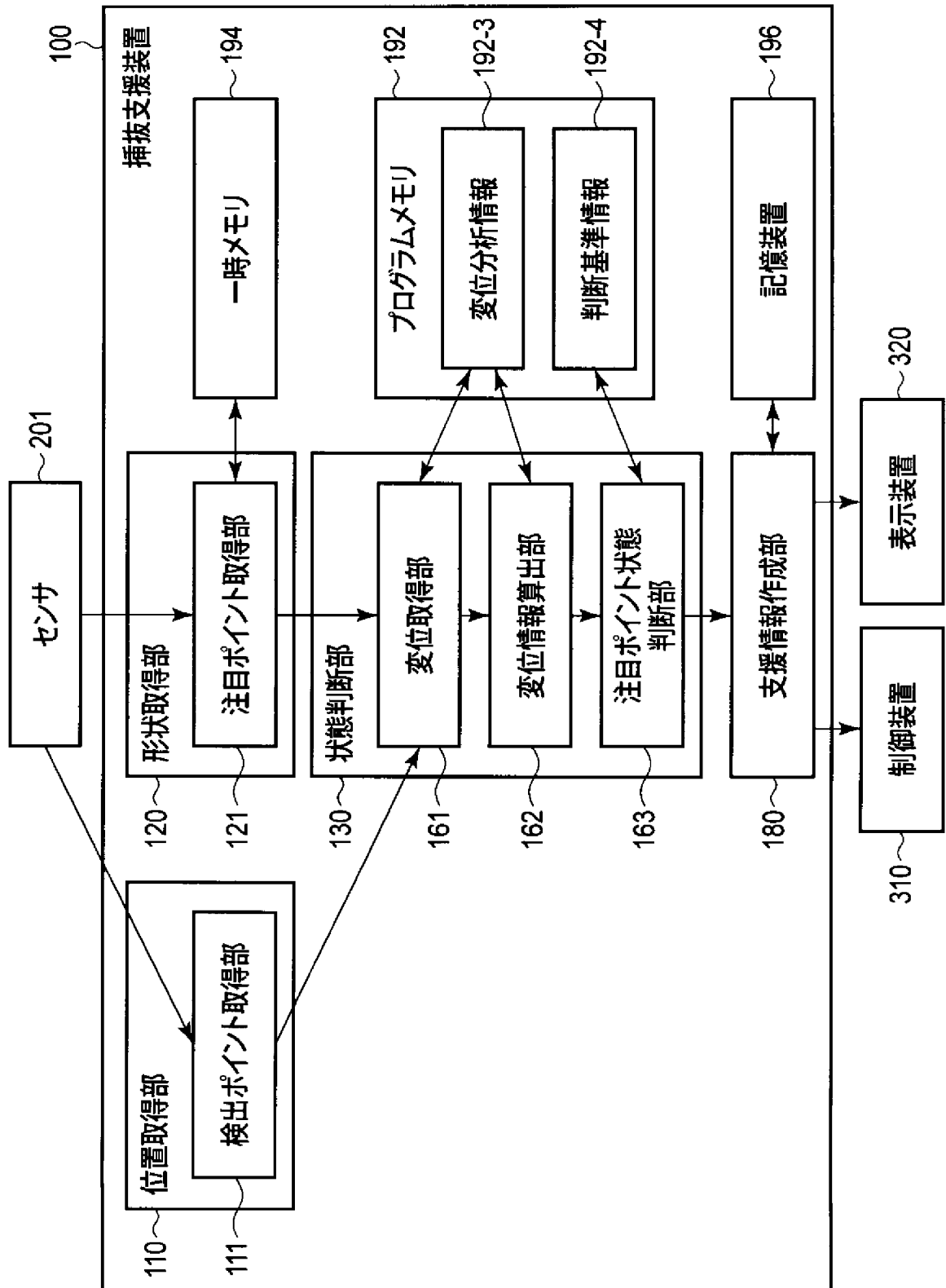
[図35]



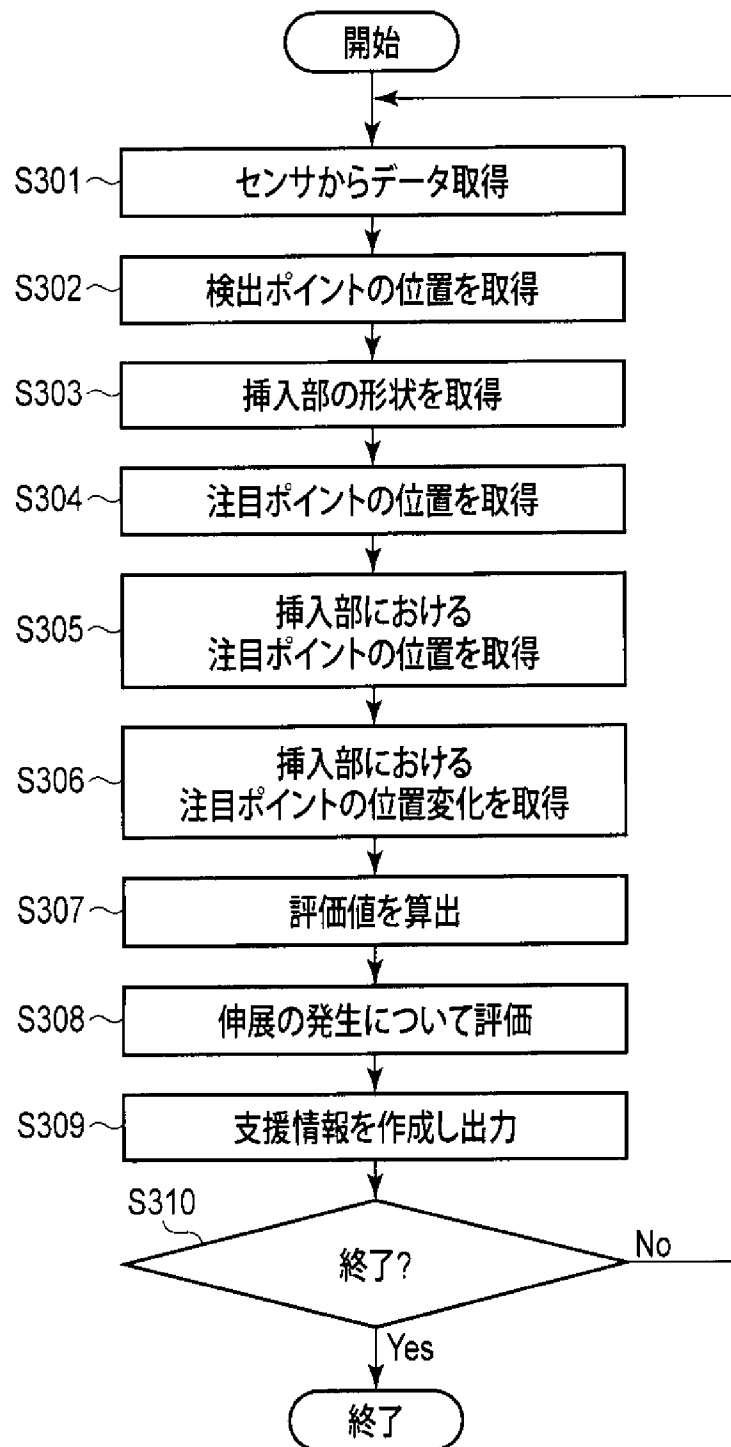
[図36]



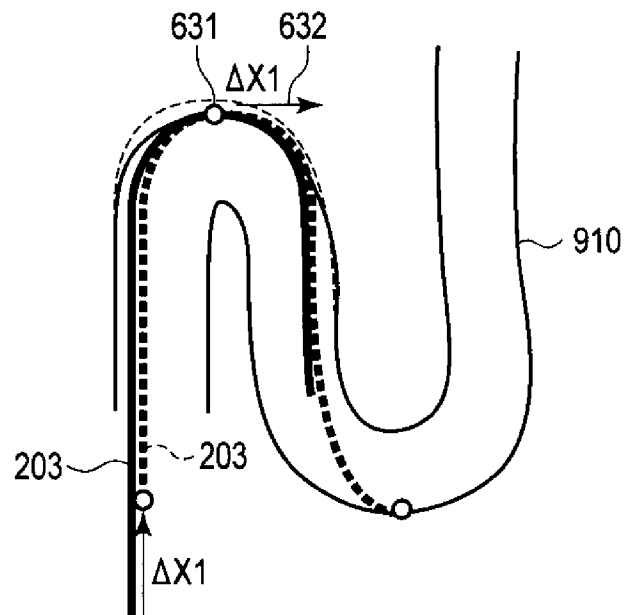
[図37]



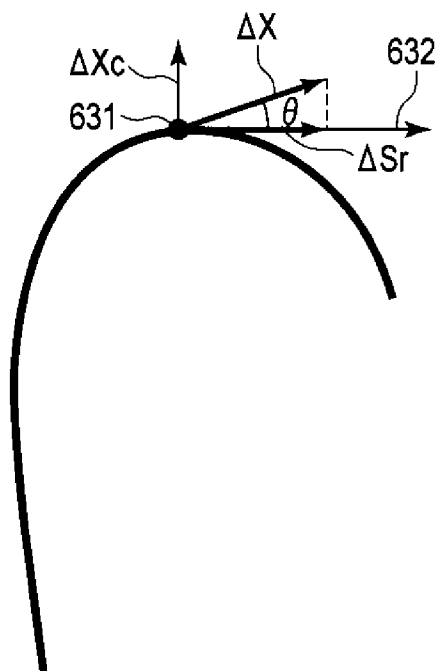
[図38]



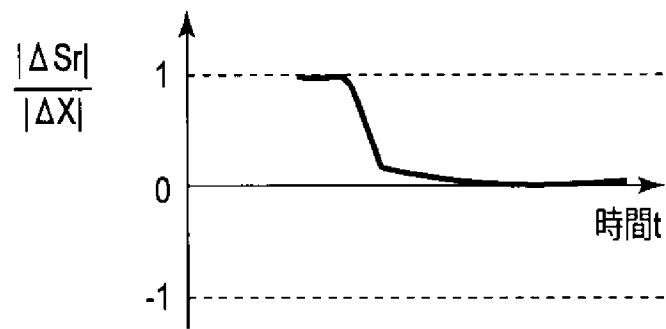
[図39]



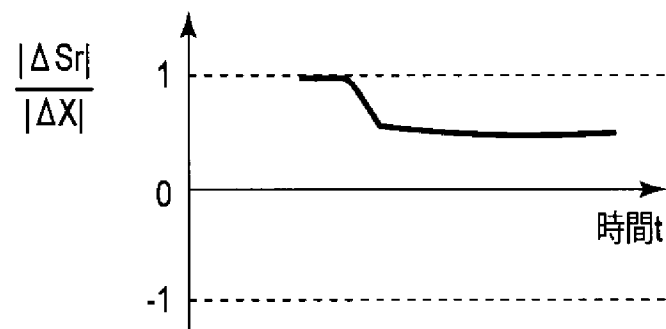
[図40]



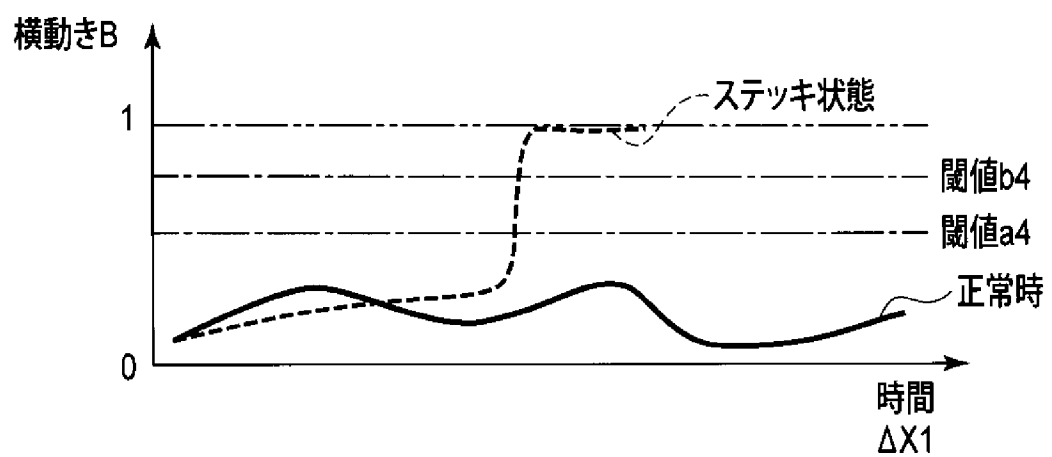
[図41]



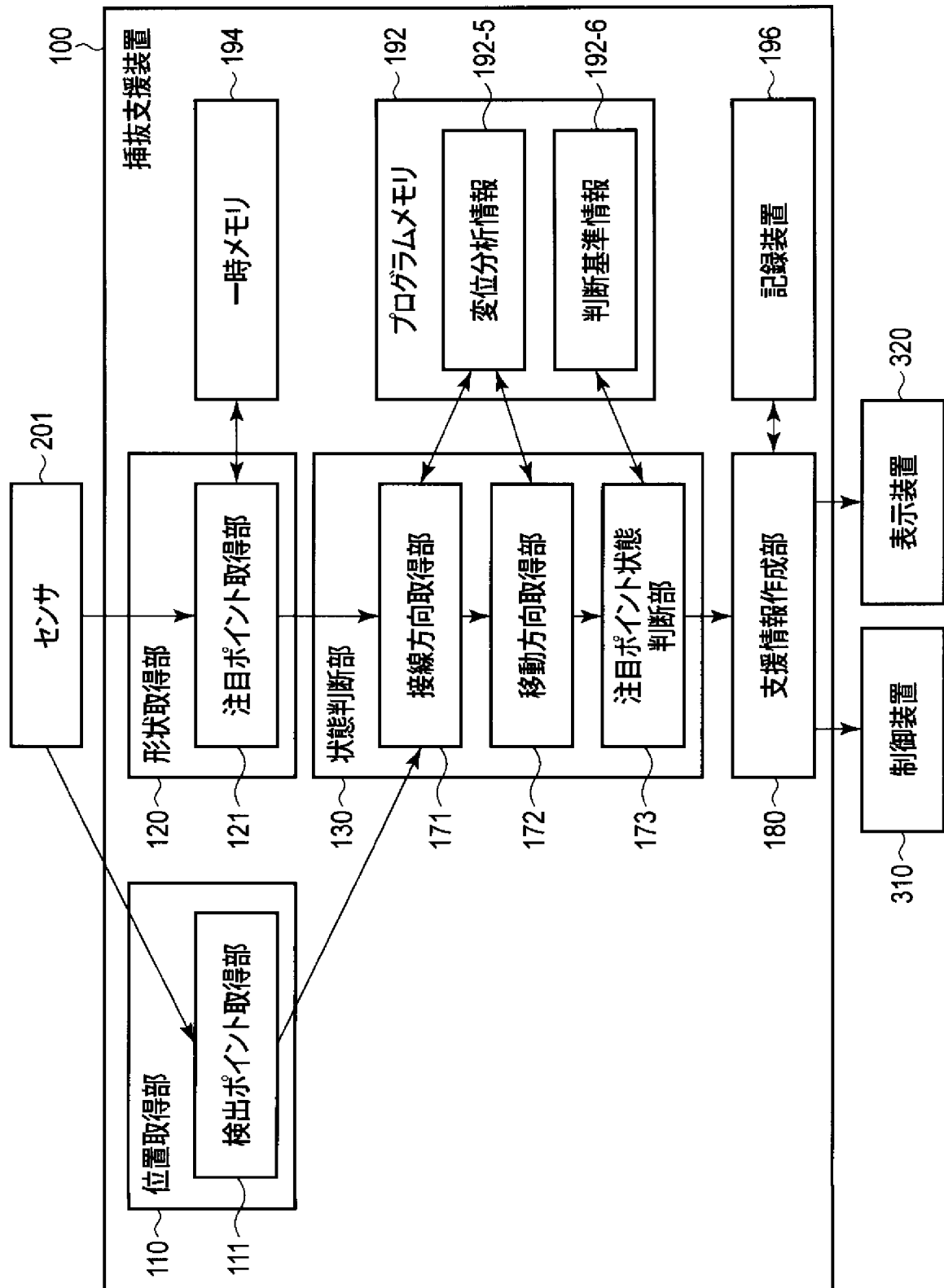
[図42]



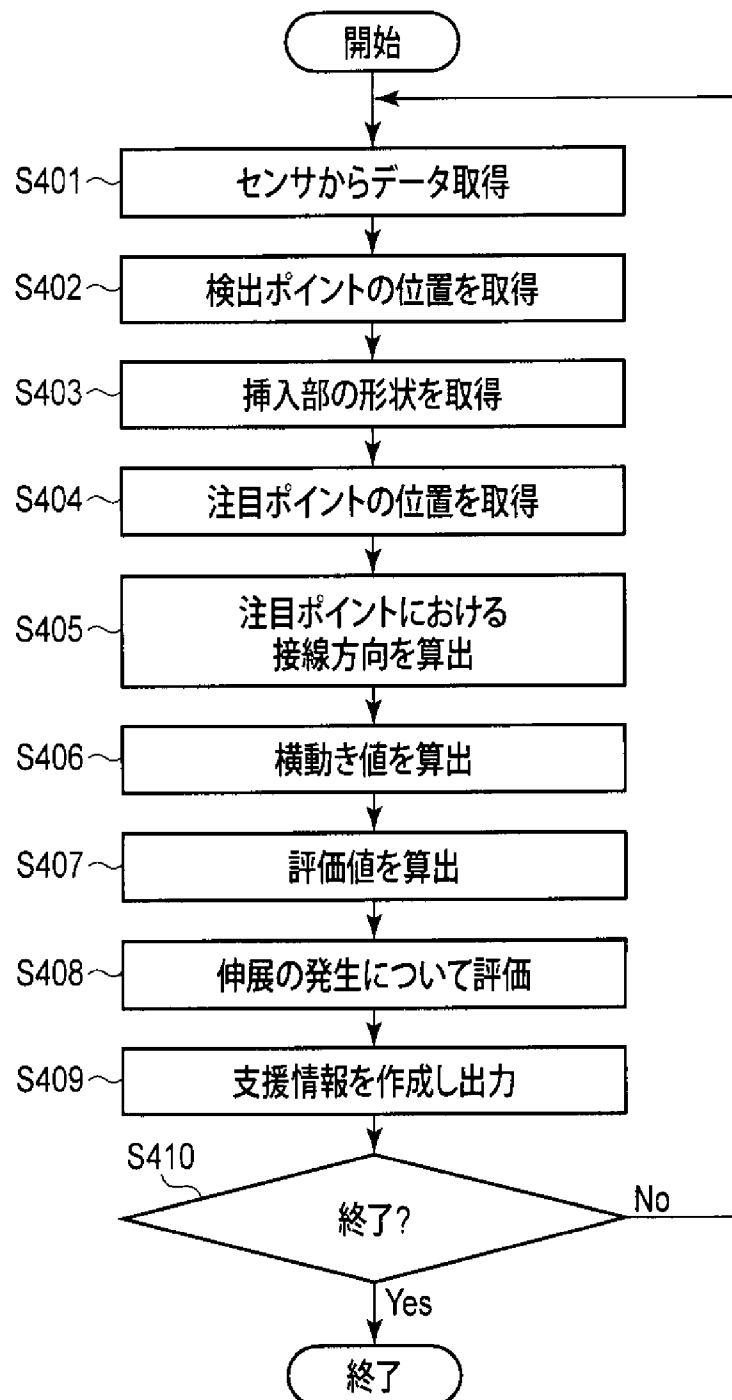
[図43]



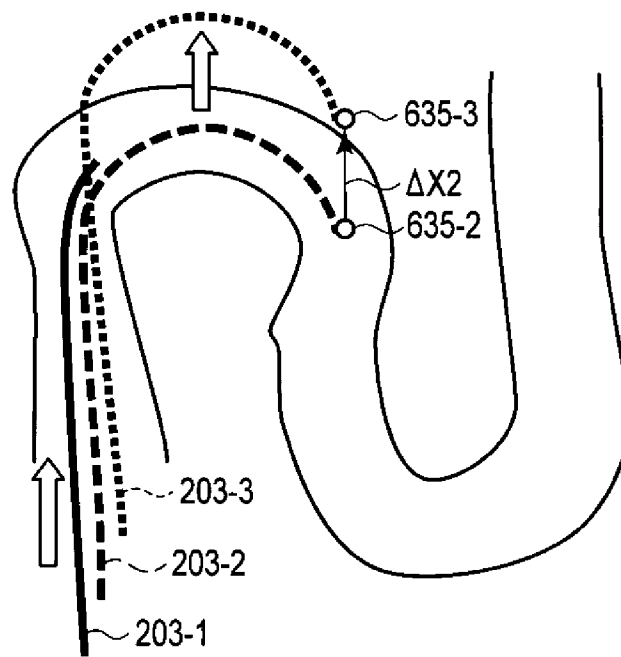
[図44]



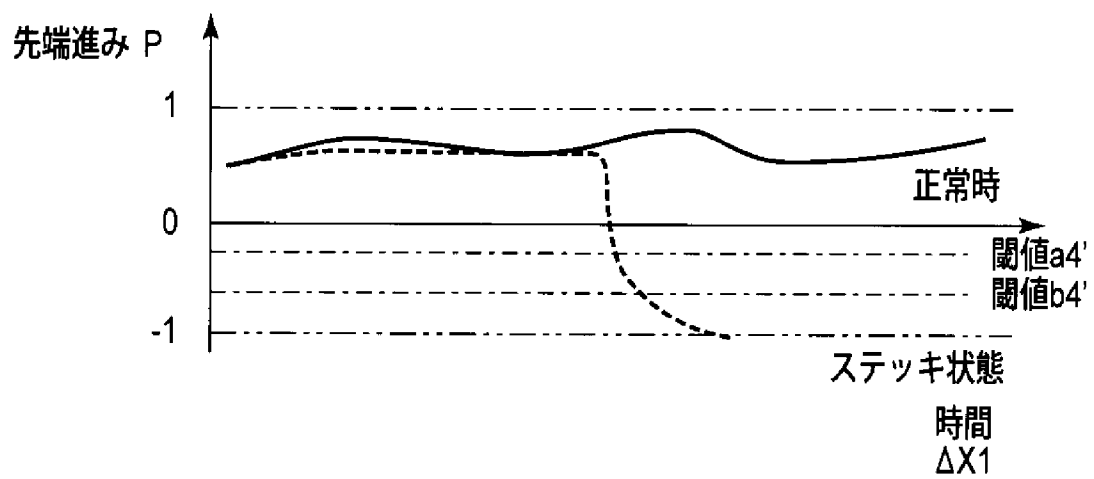
[図45]



[図46]



[図47]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083746

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, G02B23/24-23/26, A61M25/00-25/18

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	WO 2008/59636 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 22 May 2008 (22.05.2008), claims 4, 6, 8, 10; paragraphs [0003] to [0010], [0030], [0034], [0065] to [0130]; fig. 1 to 2, 6 to 12 & JP 2008-119259 A & JP 2008-119260 A & JP 2008-136628 A & US 2009/0221869 A1 & EP 2082678 A1 & CN 101534699 A & CN 102078194 A	1-10, 12, 14 11, 13
Y	JP 2000-175862 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 27 June 2000 (27.06.2000), paragraphs [0027] to [0038]; fig. 9 & US 2002/0188174 A1 & US 6432041 B1	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
14 January 2015 (14.01.15)

Date of mailing of the international search report
27 January 2015 (27.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083746

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 2014-76174 A (Olympus Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraphs [0051] to [0052], [0055] to [0060], [0071] to [0074] & WO 2014/057853 A1	13
A	JP 2004-358095 A (Olympus Corp.), 24 December 2004 (24.12.2004), entire text; all drawings & US 2005/0228221 A1 & EP 1504712 A1 & WO 2004/039249 A1 & CN 1694643 A	1-14
A	JP 2006-288822 A (Olympus Medical Systems Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2001-46318 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 20 February 2001 (20.02.2001), paragraphs [0057] to [0093]; fig. 17 to 18 & US 2004/0116775 A1 & US 6773393 B1	1-14
A	JP 4-303411 A (Toshiba Corp.), 27 October 1992 (27.10.1992), entire text; all drawings (Family: none)	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083746

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.: 15
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/JP2014/083746

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

Claim 15 may include a method wherein, when an insert is inserted and extracted into/from a subject, the state of the insert or subject is determined. Therefore, claim 15 pertains to methods for treatment of the human body by surgery or therapy, as well as diagnostic methods, and thus relates to a subject matter which this International Searching Authority is not required, under the provisions of Article 17(2)(a)(i) of the PCT and Rule 39.1(iv) of the Regulations under the PCT, to search.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26, A61M25/00-25/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	WO 2008/59636 A1（オリンパスメディカルシステムズ株式会社） 2008.05.22, 請求の範囲[4]、[6]、[8]、[10]、段落[0003]-[0010]、 [0030]、[0034]、[0065]-[0130]、図1-2、6-12 & JP 2008-119259 A & JP 2008-119260 A & JP 2008-136628 A & US 2009/0221869 A1 & EP 2082678 A1 & CN 101534699 A & CN 102078194 A	1-10, 12, 14 11, 13
Y	JP 2000-175862 A（オリンパス光学工業株式会社）2000.06.27, 段 落【0027】-【0038】、図9 & US 2002/0188174 A1 & US 6432041 B1	11

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

1 4 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官（権限のある職員）

樋熊 政一

2 Q

4 4 6 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-76174 A (オリンパス株式会社) 2014.05.01, 段落【0051】－【0052】、【0055】－【0060】、【0071】－【0074】 & WO 2014/057853 A1	13
A	JP 2004-358095 A (オリンパス株式会社) 2004.12.24, 全文、全図 & US 2005/0228221 A1 & EP 1504712 A1 & WO 2004/039249 A1 & CN 1694643 A	1-14
A	JP 2006-288822 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2006.10.26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2001-46318 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.02.20, 段落【0057】－【0093】、図17－18 & US 2004/0116775 A1 & US 6773393 B1	1-14
A	JP 4-303411 A (株式会社東芝) 1992.10.27, 全文、全図 (ファミリーなし)	11

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 15 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 15 は、被検体内に挿入体を挿入及び抜去している最中に、挿入体又は被検体の状態を判断する方法を含み得ることから、人の身体の手術又は治療による処置及び診断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ろ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ため、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ため、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。