

(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
2018年6月28日(28.06.2018)



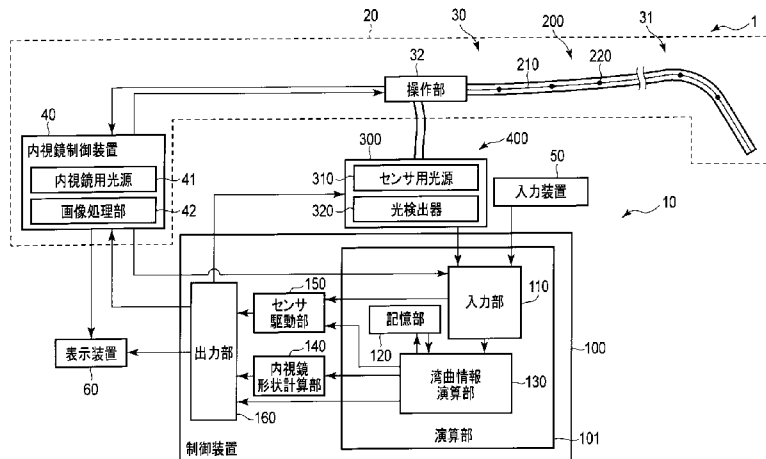
(10) 国際公開番号
WO 2018/116375 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) G01B 11/255 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
- (72) 発明者: 佐藤 憲 (SATO, Ken); 〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087944
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目 2 3 番 1 号 セレスティン芝三井ビルディング 1 1 階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2016年12月20日(20.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 Tokyo (JP).

(54) Title: CURVATURE INFORMATION DERIVING DEVICE, ENDOSCOPE SYSTEM INCLUDING SAME, AND CURVATURE INFORMATION DERIVING METHOD

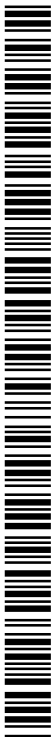
(54) 発明の名称: 湾曲情報導出装置、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法

[図1]



- 32 Operation unit
- 40 Endoscope control device
- 41 Endoscope light source
- 42 Image processing unit
- 50 Input device
- 60 Display device
- 100 Control device
- 101 Computing unit
- 110 Input unit
- 120 Storage unit
- 130 Curvature information computing unit
- 140 Endoscope shape calculation unit
- 150 Sensor drive unit
- 160 Output unit
- 310 Sensor light source
- 320 Optical detector

(57) Abstract: Disclosed is a curvature information deriving device wherein a computing unit acquires detection light quantity information indicating the relationship between light quantities and wavelengths in a predetermined wavelength region, said detection light quantity information being acquired using a sensor, which has a light guide member that is provided with at least one section to be detected, and in which the section to be detected changes, in accordance with the curved state of the section to be detected, the quantity of light transmitting in the light guide member. On the basis of the absorption spectrum of each section to be detected, a curvature coefficient of each section to be detected, said curvature coefficient changing due to the direction and magnitude of the curvature of each section to be detected, and characteristic



WO 2018/116375 A1

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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

values inherent to each section to be detected, the computing unit derives curvature information indicating the direction and magnitude of the curvature of each section to be detected. Furthermore, an endoscope system including the device, and a curvature information deriving method are provided.

(57) 要約 : 湾曲情報導出装置において、少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材を有し、被検出部の湾曲状態に応じて被検出部が導光部材を伝達する光の光量を変化させるセンサを用いて、演算部が、所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報を取得する。演算部は、各被検出部の吸収スペクトルと、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する各被検出部の湾曲係数と、各被検出部に固有の特性値とに基づいて、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさを表す湾曲情報を導出する。また、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法が提供される。

明 細 書

発明の名称：

湾曲情報導出装置、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法

技術分野

[0001] 本発明は、曲げの向き及び曲げの大きさを含む湾曲情報を導出する湾曲情報導出装置、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法に関する。

背景技術

[0002] 可撓性を有する挿入部を備えた挿入装置に、例えば内視鏡の挿入部に組み込んでその湾曲情報を検出する湾曲情報導出装置が知られている。例えば、特許第4714570号には、湾曲情報導出装置としての内視鏡形状検出プローブが開示されている。このプローブは、内視鏡の挿入部に組み込まれてこれと一体的に湾曲する光ファイバを有している。光ファイバには、その長手方向において略同一の位置に、互いに略直交する2方向の曲率を検出するための2つの光変調部が設けられている。光変調部は、光ファイバを伝達する光の波長成分の強度等を変調する。このプローブでは、光変調部を通過する前後の波長成分の強度等の変化に基づいて、光変調部における光ファイバの曲率、延いては光ファイバと一体的に湾曲した挿入部の曲率が検出される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 特許第4714570号は、光ファイバの光変調部における光の強度等の変化をどのように取得するかを具体的に開示していない。このため、光変調部の湾曲状態を表す湾曲情報（曲げの向き及び曲げの大きさ）を導出できない。

[0004] そこで、本発明は、曲げの向き及び曲げの大きさを含む湾曲情報を正しく

導出することができる湾曲情報導出装置、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法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

[0005] 本発明の一実施形態は、少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材を有し、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるセンサを用いて取得される、所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報と、各被検出部の吸収スペクトルと、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する各被検出部の湾曲係数と、各被検出部に固有の特性値と、に基づいて、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさを表す湾曲情報を導出する演算部を具備する湾曲情報導出装置である。

[0006] 本発明の他の実施形態は、上述の湾曲情報導出装置と、前記湾曲情報導出装置の前記導光部材が組み込まれた挿入部を有する内視鏡と、を具備する内視鏡システムである。

[0007] 本発明の他の実施形態は、少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材を有し、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるセンサを用いて、所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報を取得することと、各被検出部の吸収スペクトルと、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する各被検出部の湾曲係数と、各被検出部に固有の特性値とを取得することと、前記検出光量情報と、前記吸収スペクトルと、前記湾曲係数と、前記固有の特性値とに基づいて、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさを表す湾曲情報を導出することと、を含む湾曲情報導出方法である。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、曲げの向き及び曲げの大きさを含む湾曲情報を正しく導出することができる湾曲情報導出装置、この装置を含む内視鏡システム、及び湾曲情報導出方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態による湾曲情報導出装置を含む内視鏡システムの一例を概略的に示す図である。

[図2]図2は、湾曲情報導出装置のファイバセンサの一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、センサ部の導光部材の光軸を含む断面図である。

[図4]図4は、図3のA-A線に沿った導光部材の径方向の断面図である。

[図5]図5は、基準状態及び湾曲状態における波長と光強度との関係の一例を示す図である。

[図6]図6は、波長と光強度の変化率との関係の一例を示す図である。

[図7]図7は、構成(1)の導光部材の湾曲状態を示す図である。

[図8]図8は、構成(11)の導光部材の湾曲状態を示す図である。

[図9]図9は、構成(111)の導光部材の湾曲状態を示す図である。

[図10]図10は、ケース1における波長と吸光度との関係の一例を示す図である。

[図11]図11は、ケース2における波長と吸光度との関係の一例を示す図である。

[図12]図12は、ケース1における補正值を含む、波長と吸光度との関係の一例を示す図である。

[図13]図13は、ケース2における補正項を含む、波長と吸光度との関係の一例を示す図である。

[図14]図14は、被検出部の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。

[図15]図15は、被検出部の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。

[図16]図16は、被検出部の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。

[図17]図17は、被検出部の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための、湾曲情報導出装置を含む内視鏡シス

テムの一例を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] [第1の実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態による湾曲情報導出装置10を含む内視鏡システム1の一例を概略的に示す図である。内視鏡システム1は、湾曲情報導出装置10と、内視鏡装置20と、入力装置50と、表示装置60とを有している。内視鏡装置20は、内視鏡30と、内視鏡制御装置40とを含む。内視鏡30は、不図示のユニバーサルコードを介して内視鏡制御装置40に接続されている。

[0011] 内視鏡30は、被挿入体に挿入される挿入部31と、挿入部31の基端側に連結された操作部32とを有している。挿入部31は、内視鏡先端側の細長い管状部分であり、可撓性を有する。挿入部31には、その先端に不図示の照明光学系、観察光学系、撮像素子等が内蔵されている。挿入部31は、ユーザーが操作部32を操作することにより所望の方向に湾曲する湾曲部を含む。操作部32には、この湾曲操作を初めとする内視鏡30の各種操作が入力される。

[0012] 内視鏡制御装置40は、内視鏡30の照明光学系に照明光を供給するための内視鏡用光源41を含む。内視鏡用光源41は、ハロゲンランプ、キセノンランプ、レーザーダイオード(LD)、発光ダイオード(LED)などの一般的な発光素子を含む。内視鏡制御装置40は、内視鏡30の撮像素子の駆動制御、内視鏡用光源41の駆動制御、内視鏡用光源41からの照明光の調光制御など、内視鏡30及び内視鏡用光源41の各種動作の制御を行う。また、内視鏡制御装置40は、内視鏡30の観察光学系及び撮像素子により取得された画像を処理するための画像処理部42を含む。

[0013] 湾曲情報導出装置10は、内視鏡30の挿入部31の湾曲情報を導出するための装置である。本明細書では、曲げの向き及び曲げの大きさを併せて湾曲情報と称する。湾曲情報導出装置10は、制御装置100と、センサ部200とセンサ制御部300とからなるファイバセンサ400とを有している

。これらの詳細は後述する。

[0014] 入力装置50は、キーボード、マウスなどの一般的な入力用機器である。入力装置50は、湾曲情報導出装置10の制御装置100に接続される。入力装置50は、ユーザーが湾曲情報導出装置10を動作させるための各種指令を入力するために用いられる。なお、入力装置50は記憶媒体であってもよく、この場合、記憶媒体に記憶された情報が制御装置100に入力される。

[0015] 表示装置60は、液晶ディスプレイなどの一般的なモニタである。表示装置60は、内視鏡制御装置40に接続され、内視鏡30で取得した観察画像を表示する。また、表示装置60は、湾曲情報導出装置10に接続され、これにより得られた湾曲情報や挿入部31の湾曲形状などを表示する。

[0016] 次に、湾曲情報導出装置10のファイバセンサ400について説明する。図2は、センサ部200とセンサ制御部300とからなるファイバセンサ400の一例を示すブロック図である。センサ部200は、導光部材210と、導光部材210に設けられた少なくとも1つの被検出部220と、反射部材230とを有している。センサ制御部300は、センサ用光源310と、光検出器320と、光分岐部330とを有している。

[0017] 導光部材210は、例えば光ファイバであり、可撓性を有する。導光部材210の基端は、センサ制御部300の光分岐部330に接続されている。導光部材210は、図1に概略的に示されるように、内視鏡30の挿入部31内にその長手方向に沿って組み込まれている。導光部材210の少なくとも1つの被検出部220は、挿入部31のうち湾曲情報を得るべき点に、あるいは領域にわたって配置されている。

[0018] 図1並びに図2には、複数の被検出部220が示されている。これら被検出部220は、第1の被検出部221を含み、さらに、第mの被検出部22mを含むことができ、すなわち、導光部材210にm個の被検出部220が設けられることができる。ここでmは任意の数である。m個の被検出部221～22mは、導光部材210の長手方向（光軸方向）において異なる位置

に、すなわち互いに間隔を空けて配置されている。

[0019] 図3は、導光部材210の光軸を含む断面図である。図4は、図3のA-A線に沿った導光部材210の径方向の断面図である。導光部材210は、コア211と、コア211を囲んでいるクラッド212と、クラッド212を囲んでいるジャケット（被覆、バッファ）213とを有する3層構造となっている。

[0020] 被検出部220は、ジャケット213及びクラッド212の一部を除去しコア211を露出させて、露出したコア211上に光吸収体214を設けることにより形成されている。光吸収体214を構成する光吸収剤には、色材（色素）によって着色された、その屈折率がコア211の屈折率よりも大きく、かつ、ジャケット213の屈折率よりも小さい物質が用いられる。色材には、例えば、染料、顔料、金属ナノ粒子が用いられる。

[0021] 反射部材230は、導光部材210の先端に、すなわち、センサ制御部300の光分岐部330に接続されていない側に接続されている。反射部材230は、例えばミラーである。反射部材230は、導光部材210の基端から先端に伝達された光を、光分岐部330がある方向に戻るよう反射させる。

[0022] センサ用光源310（以下、単に光源310と称する）は、例えば、ハロゲンランプ、キセノンランプ、レーザーダイオード（LD）、発光ダイオード（LED）などの一般的な発光素子を含む。光検出器320は、波長（波長帯域）ごとに光強度を取得する検出器であり、分光器、カラーフィルタと受光素子とを組み合わせたものなどを含む。光分岐部330は、光源310から導光部材311を介してセンサ部200に伝達する光とセンサ部200から導光部材321を介して光検出器320に伝達する光とを分岐する分岐部であり、光カップラ、ハーフミラーなどを含む。導光部材311、321もまた、可撓性を有する光ファイバであってよい。

[0023] ファイバセンサ400の動作について説明する。光源310は、所定の発光波長領域の光を出射する。出射した光は、導光部材311から光分岐部3

30を介して導光部材210へと導かれ、反射部材230で反射して折り返し、再び導光部材210から光分岐部330を介して導光部材321へと導かれ、光検出器320に到達する。光検出器320は、被検出部220(221~22m)を通過し、反射部材230で反射して戻ってきた光のスペクトル、すなわち所定の波長領域における波長と光強度(光量)との関係を表す検出光量情報を検出する。

[0024] ここで、被検出部220の湾曲状態の変化による被検出部220の光吸収体214での光の吸収量の変化について説明する。光吸収体214は、導光部材210を伝達する光のうち所定の波長(波長帯域)の光を吸収する。例えば、被検出部220が直線状態の場合、導光部材210を導光する光の一部が光吸収体214に吸収される。これに対して、導光部材210が被検出部220が曲げの内側にくるように湾曲した場合には、光吸収体214に当たる光量が減少するため、光吸収体214による光の吸収量が小さくなる。したがって、導光部材210を伝達する光の伝達量は直線状態の場合よりも増加する。一方、導光部材210が被検出部220が曲げの外側にくるように湾曲した場合には、光吸収体214に当たる光量が増加するため、光吸収体214による光の吸収量が大きくなる。したがって、導光部材210を伝達する光の伝達量は直線状態の場合よりも減少する。

[0025] このように、被検出部220は、導光部材210を伝達する光を被検出部220の湾曲状態に応じて変調させる。本実施形態では、被検出部220の光吸収体214が、導光部材210を伝達する光の量(光強度)を変調させる。言い換えれば、被検出部220の湾曲状態に応じてその被検出部220の光吸収体214での光の吸収量が変わるため、導光部材210を伝達する光の量が変わる。湾曲情報導出装置10は、この光量変化を利用して、すなわち、光検出器320で検出されるスペクトル、つまり検出光量情報に基づいて、被検出部220の湾曲情報を導出する。

[0026] なお、導光部材210に複数の被検出部221~22mが設けられる場合には、例えば、各波長における光吸収率が異なる、すなわち異なる光変調特

性を有する光吸収体 214 が各被検出部 220 に適用される。つまり、被検出部 221 ~ 22m の数と同じ数の異なる種類の光吸収体 214 が用意される。この場合、各光吸収体 214 の吸収スペクトルの特性（波長と光の吸収量との関係）は、各被検出部 221 ~ 22m において異なる。

[0027] 次に、湾曲情報導出装置 10 の制御装置 100 について、再び図 1 を参照して説明する。制御装置 100 は、例えばパーソナルコンピュータである電子計算機によって構成されている。制御装置 100 は、入力部 110 と、記憶部 120 と、湾曲情報演算部 130 と、内視鏡形状計算部 140 と、センサ駆動部 150 と、出力部 160 とを有している。このうち、入力部 110 と、記憶部 120 と、湾曲情報演算部 130 とは、演算部 101 を構成している。制御装置 100 は、内視鏡制御装置 40 と通信可能に接続されている。なお、図 1 では湾曲情報導出装置 10 の制御装置 100 と内視鏡制御装置 40 とが別体となっているが、制御装置 100 が内視鏡制御装置 40 に組み込まれてもよい。

[0028] 入力部 110 には、センサ制御部 300 の光検出器 320 から上述の検出光量情報が入力される。入力部 110 は、検出光量情報を湾曲情報演算部 130 に伝達する。また、入力部 110 には、内視鏡制御装置 40 から出力された情報も入力される。あるいは、入力部 110 には、入力装置 50 に入力された情報も入力される。入力部 110 は、入力された情報を含む信号を湾曲情報演算部 130 又はセンサ駆動部 150 に伝達する。

[0029] 記憶部 120 は、湾曲情報演算部 130 が行う演算に必要な各種情報を記憶している。記憶部 120 は、例えば計算アルゴリズムを含むプログラム等を記憶している。

[0030] 湾曲情報演算部 130 は、入力部 110 を介して取得した検出光量情報などの情報と、記憶部 120 に記憶されている情報、計算式等に基づいて、各被検出部 220 の湾曲情報を算出する。湾曲情報演算部 130 は、算出した被検出部 220 の湾曲情報を内視鏡形状計算部 140 及び出力部 160 に伝達する。また、湾曲情報演算部 130 は、光検出器 320 のゲイン等、湾

曲情報算出に必要な光検出器 320 の動作に関する情報をセンサ駆動部 150 に出力する。

[0031] 内視鏡形状計算部 140 は、例えば CPU あるいは ASIC などを含む。内視鏡形状計算部 140 は、湾曲情報演算部 130 で算出された各被検出部 220 の湾曲情報に基づいて、被検出部 220 が配置されている内視鏡 30 の挿入部 31 の形状を算出する。算出された挿入部 31 の形状は、出力部 160 に伝達される。なお、内視鏡形状計算部 140 は、湾曲情報演算部 130 に組み込まれていてもよい。

[0032] センサ駆動部 150 は、入力部 110 又は湾曲情報演算部 130 から取得した情報に基づいて、光検出器 320 の駆動信号を生成する。この駆動信号により、センサ駆動部 150 は、例えば入力部 110 を介して取得した入力装置 50 へ入力されたユーザーの指示に基づいて、光検出器 320 のオン／オフを切り替えたり、湾曲情報演算部 130 から取得した情報に基づいて、光検出器 320 のゲインを調整したりする。また、センサ駆動部 150 は、光源 310 の動作も制御する。センサ駆動部 150 は、生成した駆動信号を出力部 160 に伝達する。

[0033] 出力部 160 は、湾曲情報演算部 130 から取得した被検出部 220 の湾曲情報又は内視鏡形状計算部 140 から取得した挿入部 31 の形状を表示装置 60 に出力する。また、出力部 160 は、湾曲情報演算部 130 から取得した被検出部 220 の湾曲情報又は内視鏡形状計算部 140 から取得した挿入部 31 の形状を内視鏡制御装置 40 に出力する。また、出力部 160 は、センサ駆動部 150 からの駆動信号を光検出器 320 に出力する。

[0034] 次に、本実施形態の内視鏡システム 1 及び湾曲情報導出装置 10 の動作について説明する。

[0035] 内視鏡 30 の挿入部 31 は、ユーザーによって被挿入体内に挿入される。このとき、挿入部 31 は、被挿入体の湾曲状態に追従して湾曲する。内視鏡 30 は、挿入部 31 の先端に設けられた観察光学系及び撮像素子により画像信号を得て、得られた画像信号が、内視鏡制御装置 40 に伝達される。内視

鏡制御装置40は、取得した画像信号に基づいて画像処理部42で観察画像を作成し、作成した観察画像を表示装置60に表示させる。

[0036] ユーザーが内視鏡30の挿入部31の湾曲情報を表示装置60に表示させたいとき、あるいは内視鏡制御装置40に挿入部31の湾曲情報を用いた各種動作を行わせたいときには、ユーザーはその旨を入力装置50で制御装置100に入力する。このとき、湾曲情報導出装置10が動作する。

[0037] 湾曲情報導出装置10が動作すると、センサ駆動部150、出力部160、センサ制御部300と伝達される駆動信号に基づいて、センサ制御部300の光源310が起動する。光源310は、所定の発光波長領域の光を出射する。そして、上述したように、導光部材210を伝達する光の量が、被検出部220の湾曲状態に応じて変化し、変化した光の強度が光検出器320で波長ごとに検出される。すなわち、光検出器320が検出光量情報を取得する。

[0038] 光検出器320は、取得した検出光量情報を制御装置100の入力部110に伝達する。伝達された検出光量情報は、湾曲情報演算部130で取得されて、湾曲情報演算部130が各被検出部220の湾曲情報を算出する。

[0039] 湾曲情報演算部130で算出された各被検出部220の湾曲情報は、内視鏡形状計算部140で取得される。内視鏡形状計算部140は、被検出部220の湾曲情報に基づいて、内視鏡30の挿入部31の形状を算出する。

[0040] 湾曲情報演算部130で算出された各被検出部220の湾曲情報あるいは内視鏡形状計算部140で算出された挿入部31の形状は、出力部160を介して内視鏡制御装置40で取得される。内視鏡制御装置40は、被検出部220の湾曲情報あるいは挿入部31の形状に基づいて内視鏡30の動作を制御する。

[0041] また、湾曲情報演算部130で算出された各被検出部220の湾曲情報あるいは内視鏡形状計算部140で算出された挿入部31の形状は、出力部160を介して表示装置60に表示される。

[0042] さらに、入力部110に入力された情報及び湾曲情報演算部130で算出

された各被検出部 220 の湾曲情報が、センサ駆動部 150 で取得される。センサ駆動部 150 は、取得した情報に基づいて、出力部 160 を介して光検出器 320 に駆動信号を伝達し、光検出器 320 の動作を制御する。

[0043] このように、湾曲情報導出装置 10 では、湾曲情報演算部 130 により各被検出部 220 の湾曲情報が導出される。また、導出された被検出部 220 の湾曲情報に基づいて、内視鏡形状計算部 140 が内視鏡 30 の挿入部 31 の形状を算出する。これにより、ユーザーが内視鏡 30 の操作中に各被検出部 220 の湾曲情報あるいは挿入部 31 の形状を得ることができる。また、内視鏡制御装置 40 が、算出された各被検出部 220 の湾曲情報あるいは挿入部 31 の形状に応じて内視鏡 30 の動作を適切に制御することができる。

[0044] 次に、湾曲情報演算部 130 による各被検出部 220 の湾曲情報の導出の概略について説明する。

[0045] 被検出部 220 が基準となる所定の形状であるときに光検出器 320 で検出された波長と光強度との関係であるスペクトルを、基準状態でのスペクトル I_0 と称する。基準状態は、例えば、被検出部 220 が直線状態であるとき、すなわち、その被検出部 220 を含む導光部材 210 の箇所が直線状態である状態を指す。もちろん、これ以外の状態を基準状態としてもよい。基準状態でのスペクトル I_0 の一例が図 5 に実線で示される。

[0046] 基準状態でのスペクトル I_0 は、例えば、湾曲情報導出装置 10 の工場出荷時に予め取得されて記憶部 120 に記憶されている。あるいは、センサ部 200 又はセンサ制御部 300 に設けられる不図示のセンサ記憶部に予め記憶されていてもよい。あるいは、サービスマンによるメンテナンス時など、センサ制御部 300 の光分岐部 330 とセンサ部 200 の導光部材 210 との分離、再接続が行われる度に取得されるようになっていてもよい。

[0047] 被検出部 220 が湾曲した状態では、上述したように、その曲げの向き及び曲げの大きさに応じてその被検出部 220 の光吸収体 214 での光の吸収量が増えるため、光検出器 320 で検出される波長と光強度の関係であるスペクトル、すなわち湾曲状態でのスペクトル I_1 は、基準状態でのスペクトル

ル I_0 とは異なる。湾曲状態でのスペクトル I_1 の一例が図5に破線で示される。

[0048] 湾曲情報導出装置10の湾曲情報演算部130は、例えば、図6に示されるように、基準状態のスペクトル I_0 と湾曲状態でのスペクトル I_1 との比である変化率 I_1/I_0 から、被検出部220の湾曲情報（曲げの向き及び曲げの大きさ）を求める。図6に示される変化率 I_1/I_0 が被検出部220の湾曲に起因するスペクトルの変化である。

[0049] 次に、被検出部420に設けられた光吸収体214の吸収スペクトルの個体差やバラツキにより起こりうる事象について、図7乃至図9を参照して説明する。

[0050] 上述したように、光変調部である被検出部220では、その湾曲状態に応じてスペクトル（各波長における光量）が変化する。被検出部220に設けられた光吸収体214のスペクトルは、その被検出部220を湾曲させることによって取得する。図7に示される導光部材210の構成（I）のように、導光部材210に第1の被検出部221と第2の被検出部222とが設けられている場合には、第1の光吸収体215を含む第1の被検出部221を湾曲させることなく直線状に保ったまま、第2の光吸収体216を含む第2の被検出部222を、すなわち1つの被検出部のみを湾曲させることによって、第1の光吸収体215のスペクトルが取得される。

[0051] しかしながら、図8に示される導光部材210の構成（II）のように、近接している第1の被検出部221と第2の被検出部222とが被検出部群を構成している場合には、一方の被検出部221（又は222）を湾曲させると必然的に他方の被検出部222（又は221）も湾曲してしまうため、1つの被検出部のみを湾曲させることができない。このため、構成（II）の場合には、その被検出部221又は222そのものではなく、その被検出部221又は222に相当する代替の被検出部、あるいは、その被検出部221又は222の光吸収体215又は216での光の吸収を模擬した他の光学特性取得手段により、その被検出部221又は222の光吸収体215又

は216のスペクトルを取得する。例えば、光吸収体215又は216を構成している色材を液体に溶解させたり分散させたりすることにより、溶液／分散液のスペクトルを取得する。

[0052] なお、図7に示される導光部材210の構成(1)並びに図8に示される導光部材210の構成(11)では、第1の被検出部221に設けられた第1の光吸収体215と第2の被検出部222に設けられた第2の光吸収体216とは異なる光吸収体であるが、図9に示される導光部材210の構成(111)では、複数の被検出部221、222、223のうち、隣り合う第2の被検出部222及び第3の被検出部223に同一の光吸収体216が設けられている。言い換えれば、同一の光吸収体216が設けられた被検出部が2つに分割されて配置されている。このような構成によれば、光吸収体216による検出範囲が長くなる、導光部材210の構造的な強度が保たれる、あるいは、導光部材210を他の部材に固定する際の固定箇所が第2の被検出部222と第3の被検出部223との間に確保される(すなわち、被検出部の箇所で導光部材210を固定しない)。

[0053] 図9に示される導光部材210の構成(111)のように、湾曲している第2の被検出部222及び第3の被検出部223に同一の光吸収体216が設けられている場合には、これら2つの被検出部222、223を1つの被検出部とみなす。すなわち、構成(111)は構成(1)と同様に扱うこととし、同一の光吸収体216が配置されている2つの被検出部222、223は同じ湾曲状態(曲率)に設定する。1つの被検出部とみなす被検出部の数は、3つ以上であってもよい。

[0054] 例えば、構成(11)の導光部材210において被検出部群を構成している各被検出部221、222の光吸収体のスペクトルを取得するために、代替の被検出部として構成(1)の導光部材210が別途用意される。そして、構成(1)について上述したようにして各被検出部221、222を個別に湾曲させることにより、各被検出部221、222の光吸収体のスペクトルが取得される。

[0055] 構成(1)、(11)の第1の被検出部221及び第2の被検出部222にはそれぞれ同一の第1の光吸収体215及び第2の光吸収体216が用いられている。しかしながら、構成(1)における被検出部221、222の光吸収体215、216の吸収スペクトルと構成(11)における被検出部221、222の光吸収体215、216の吸収スペクトルとは、完全には(厳密には)一致しない。この原因は、各被検出部において光吸収体を構成している光吸収剤に含まれる色材の吸収スペクトルが変化する場合(ケース1)と、新たな光の吸収(散乱)が加わることによって光吸収剤の吸収スペクトルが変化する場合(ケース2)との2つに大別される。

[0056] ケース1では、色材粒子の寸法により光吸収体の吸収スペクトルが決まるため、プラズモン吸収を利用した色材、例えば、金属ナノ粒子において粒子の寸法にバラツキがあると、吸収スペクトルが変化する。

[0057] 図10は、ケース1における波長と吸光度との関係の一例を示す図である。構成(1)での吸収スペクトル U_i が実線で、構成(11)での吸収スペクトル U_{ii} が破線でそれぞれ示されている。なお、吸光度の最大値を規格化しているので吸収スペクトル U_i 、 U_{ii} の最大値は同じである。吸収スペクトル U_i と吸収スペクトル U_{ii} とを比較すると、例えば、吸収スペクトル U_{ii} のピーク波長が吸収スペクトル U_i に対して長波長側にシフトしている(図10に右方向の矢印で示される変化)。また、例えば、吸収スペクトル U_{ii} のピークが吸収スペクトル U_i のピークに対して変化している(図10に上下方向の矢印で示される変化)。

[0058] ケース2では、光吸収剤に溶解又は分散している色材が析出又は凝集することで光の散乱が発生し、どの波長帯域にも光の吸収が生じて吸収スペクトルが変化する(濁ったような状態)。例えば、染料では溶解・析出が発生し、顔料では分散・凝集が発生する。また、光吸収剤に含まれる不純物や作業時に混入したゴミなどの異物によって光の散乱が発生し、どの波長帯域にも光の吸収が生じて光吸収体の吸収スペクトルが変化する(濁ったような状態)。

[0059] 図11は、ケース2における波長と吸光度との関係の一例を示す図である。構成(1)での吸収スペクトル U_i が実線で、構成(11)での吸収スペクトル U_{i1} が破線でそれぞれ示されている。吸収スペクトル U_i と吸収スペクトル U_{i1} とを比較すると、例えば、吸収スペクトル U_{i1} が吸収スペクトル U_i に対して全体的に上にシフトしている(図11に上方向の矢印で示される変化)。つまり、全体的に光の吸収が発生している。

[0060] このように、被検出部を構成している光吸収体の吸収スペクトルの個体差やバラツキなどがあると、構成(11)のような導光部材210を含む湾曲情報導出装置10において正しい湾曲情報が導出できないことがある。

[0061] このような事象に対処するために、本実施形態では、まず、各波長における光量の変化率 V を、被検出部を構成する光吸収体の吸収スペクトルと湾曲情報とを含む式で表す。そして、光吸収体の吸収スペクトルの個体差やバラツキを補正するために、各被検出部に固有の特性値である補正值を上記の式に与える。

[0062] ここで、光吸収体の吸収スペクトルの個体差やバラツキの補正を説明するのに先立って、補正不要の場合、すなわち、構成(1)の場合の被検出部の湾曲情報の導出について説明する。構成(1)のように各被検出部220(221、222)の光吸収体214(215、216)の吸収スペクトルを取得できる場合(構成(11)における被検出部220の光吸収体の吸収スペクトルが構成(1)と完全に等しい場合を含む)、被検出部220で変調された光の光量変化率 V は、上述したように、基準状態のスペクトル I_0 と湾曲状態でのスペクトル I_1 との比で表される。すなわち、光量変化率 V は、以下の式(1)で定義される。

[0063] [数1]

$$\text{光量変化率 } V = \frac{\text{湾曲状態における光量 } I_1}{\text{基準状態における光量 } I_0} \quad \text{式(1)}$$

[0064] また、光量変化率 V は、式(2)のように湾曲係数を用いて表すことができる。

[0065] [数2]

$$\begin{aligned}
 \text{光量変化率 } V &= V_A \times V_B \\
 &= \alpha_A^{U_A} \times \alpha_B^{U_B} && \text{式 (2)} \\
 &= \exp(\beta_A U_A + \beta_B U_B)
 \end{aligned}$$

[0066] ここで、Vはファイバセンサ400全体の光量変化率であり、光源310から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する（ $V_{\lambda 1} \sim V_{\lambda n}$ ）。 V_A は第1の被検出部221での光量変化率であり、 V_B は第2の被検出部222での光量変化率である。これら光量変化率 V_A 、 V_B もまた、光源310から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する（ $V_{A \lambda 1} \sim V_{A \lambda n}$ 、 $V_{B \lambda 1} \sim V_{B \lambda n}$ ）。 α_A は第1の被検出部221の湾曲係数であり、曲率と曲げの向き関数である。 α_B は、第2の被検出部222の湾曲係数であり、曲率と曲げの向き関数である。これら湾曲係数 α_A 、 α_B は、波長に依存せず、各被検出部の曲げの向き及び大きさによって変化する。 U_A は第1の被検出部221の第1の光吸収体215の吸収スペクトルであり、 U_B は第2の被検出部222の第2の光吸収体216の吸収スペクトルである。これら吸収スペクトル U_A 、 U_B は、光源310から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する（ $U_{A \lambda 1} \sim U_{A \lambda n}$ 、 $U_{B \lambda 1} \sim U_{B \lambda n}$ ）。 β_A は第1の被検出部221の湾曲係数であり、曲率と曲げの向き関数である。 β_B は第2の被検出部222の湾曲係数であり、曲率と曲げの向き関数である。これら湾曲係数 β_A 、 β_B は、波長に依存せず、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する。

[0067] したがって、湾曲情報導出装置10の湾曲情報演算部130が、例えば、第1の被検出部221及び第2の被検出部222の湾曲係数と、第1の被検出部221の第1の光吸収体215及び第2の被検出部222の第2の光吸収体216の吸収スペクトルとを予め記憶している記憶部120から取得して、さらに、光検出器320により検出された検出光量情報を取得して、これら吸収スペクトルと湾曲係数と検出光量情報との関係を表す式(2)から被検出部221、222の湾曲情報を導出することができる。

[0068] しかしながら、上述したように、ケース 1（図 10）やケース 2（図 11）のように各被検出部の光吸収体の吸収スペクトルに変化が発生すると、式（2）から湾曲情報を正しく導出することができない。

[0069] 以下、構成（11）において、上述のケース 1 のように光吸収体に含まれる色材の吸収スペクトルが変化する場合の補正值について説明する。

[0070] 例えば、光吸収剤に含まれる色材の吸収スペクトルが変化すると、式（2）が成立しなくなる。そこで、吸収スペクトルの変化を補うために、式（3）のように、被検出部の光吸収体のそれぞれの色材の吸収スペクトルに対して補正值を与える。この補正值は、各被検出部に固有の特性値である。

[0071] [数3]

$$\begin{aligned}
 \text{光量変化率 } V' &= V'_A \times V'_B \\
 &= \alpha_A^{(U_A+U_{C1})} \times \alpha_B^{(U_B+U_{C2})} && \text{式 (3)} \\
 &= \exp\{\beta_A(U_A+U_{C1}) + \beta_B(U_B+U_{C2})\}
 \end{aligned}$$

[0072] ここで、 U_{C1} は第 1 の被検出部 221 の光吸収体 215 の吸収スペクトルの補正值であり、 U_{C2} は、第 2 の被検出部 222 の光吸収体 216 の吸収スペクトルの補正值である。これら吸収スペクトルの補正值 U_{C1} 、 U_{C2} もまた、光源 310 から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する（ $U_{C1}\lambda_1 \sim U_{C1}\lambda_n$ 、 $U_{C2}\lambda_1 \sim U_{C2}\lambda_2$ ）。図 12 には、第 1 の被検出部 221 の光吸収体 215 の吸収スペクトル U_A と、第 1 の被検出部 221 の光吸収体 215 の吸収スペクトルの補正值 U_{C1} と、これらの足し合わせ $U_A + U_{C1}$ との一例が示されている。

[0073] 各被検出部 221、222 における各光吸収体 215、216 の吸収スペクトルの補正值 U_{C1} 、 U_{C2} は、例えば、被検出部をさまざまな形状に湾曲させたときの、式（1）で定義される光量変化率 V と式（3）から求めた光量変化率 V' との差の絶対値の総和が最小となるように、湾曲係数 α_A 、 α_B とともに決定される（ α_A 、 α_B は上述したように曲率、曲げの向きの関数で表される）。

[0074] なお、被検出部の数（色材の種類）が増えた場合には、それぞれの色材ご

とに対応した補正值を与える。

[0075] したがって、本実施形態では、湾曲情報導出装置10は、ファイバセンサ400を用いて、光源310から出射された所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報を光検出器320で取得する。なお、このファイバセンサ400は、少なくとも1つの被検出部220が設けられた導光部材210を有し、被検出部220の湾曲状態に応じて被検出部220が導光部材210を伝達する光の光量を変化させるものである。そして、湾曲情報導出装置10の制御装置100の演算部101が、光検出器320で取得した検出光量情報を取得する。また、演算部101が、例えば、被検出部220の湾曲係数と、被検出部220の光吸収体214の吸収スペクトルと、被検出部220の光吸収体214の吸収スペクトルの補正值とを取得する。そして、演算部101が、取得した検出光量情報と、吸収スペクトルと、湾曲係数と、補正值との関係を表す式(3)から被検出部220の湾曲情報を導出することができる。

[0076] 本実施形態によれば、演算部101(入力部110、記憶部120及び湾曲情報演算部130)が湾曲情報の演算に用いる光量変化率の計算式に補正值を与えることにより、色材の吸収スペクトルが変化しても、被検出部の光量変化率を湾曲係数の式で表すことができる。したがって、吸収スペクトルの変化が生じた場合であっても正しい湾曲情報演算を行える湾曲情報導出装置を提供することができる。

[0077] [第2の実施形態]

以下、構成(11)において、上述のケース2のように新たな光の吸収が発生する場合に上述の式(2)に加えられる、各被検出部に固有の特性値である補正項について説明する。

[0078] 新たな光の吸収が発生する場合、上述の式(2)が成立しない。そこで、新たな光の吸収を新たな色材での光吸収とみなし、擬似的な仮想被検出部を示す補正項を与える(図13)。

[0079]

[数4]

$$\begin{aligned}
 \text{光量変化率 } V' &= V_A \times V_B \times V_D \\
 &= \alpha_A^{U_A} \times \alpha_B^{U_B} \times \alpha_D^{U_D} \\
 &= \exp(\beta_A U_A + \beta_B U_B + \beta_D U_D)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

[0080] ここで、 V_D は仮想被検出部での光量変化率であり、光源310から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する ($V_D \lambda 1 \sim V_D \lambda n$)。 α_D は仮想被検出部の湾曲係数であり、曲率と曲げの向きの関数である。これは、波長に依存せず、仮想被検出部の曲げの向き及び大きさによって変化する。 U_D は仮想被検出部での光吸収体の吸収スペクトルであり、光源310から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する ($U_D \lambda 1 \sim U_D \lambda n$)。 β_D は仮想被検出部の湾曲係数であり、曲率と曲げの向きの関数である。これは、波長に依存せず、仮想被検出部の曲げの向き及び大きさによって変化する。図13には、第1の被検出部221の光吸収体215の吸収スペクトル U_A と、仮想被検出部の光吸収体の吸収スペクトル U_D との一例が示されている。

[0081] 本実施形態における補正項は、第1の実施形態における補正值と同様の求め方で決定される。被検出部の数が増えた場合には、それぞれの被検出部ごとに対応した補正項を与える。

[0082] 本実施形態によれば、湾曲情報演算部130が湾曲情報の演算に用いる光量変化率に擬似的な仮想被検出部を示す補正項を与えることにより、光吸収体において新たな光の吸収が発生しても被検出部の光量変化率を湾曲係数の式で表すことができる。したがって、新たな光の吸収が発生した場合であっても正しい湾曲情報演算を行える湾曲情報導出装置を提供することができる。

[0083] [第3の実施形態]

以下、構成(11)において、前述のケース1及びケース2の両方が発生する場合に上述の式(2)に加えられる、各被検出部に固有の特性値である補正值及び補正項について説明する。

[0084] 本実施形態では、第1の実施形態と第2の実施形態とを組み合わせることにより、式(5)のように補正値及び補正項を与える。

[0085] [数5]

$$\begin{aligned}
 \text{光量変化率 } V' &= V'_A \times V'_B \times V'_D \\
 &= \alpha_A^{(U_A+U_{C1})} \times \alpha_B^{(U_B+U_{C2})} \times \alpha_D^{U_D} \\
 &= \exp\{\beta_A(U_A+U_{C1}) + \beta_B(U_B+U_{C2}) + \beta_D U_D\}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

[0086] 補正値及び補正項は、第1の実施形態及び第2の実施形態と同様の求め方で決定されることができ、被検出部群の数が増えた場合は、それぞれの色材ごとに対応した補正値及びそれぞれの被検出部群ごとに対応した補正項を与えればよい。

[0087] 本実施形態においても、補正値及び補正項を与えることで、色材の吸収スペクトルの変化や新たな光の吸収の発生が起きても、被検出部群の光量変化率を湾曲係数の式で表すことができ、湾曲状態を正しく求められる湾曲情報導出装置を提供することができる。

[0088] 以上、第1乃至第3の実施形態によれば、湾曲情報推定装置は、各波長における光量の変化率を、被検出部を構成する光吸収体の吸収スペクトルと湾曲情報との関係式で表し、光吸収体の吸収スペクトルの個体差やバラツキを補正するための補正値と補正項との少なくとも一方（被検出部に固有の特性値）を前記関係式に与えることにより、光吸収体の吸収スペクトルの個体差やバラツキがあっても精度良く被検出部の湾曲情報を導出することができる。

[0089] なお、第1乃至第3の実施形態において、制御装置100は、補正値と補正項との少なくとも一方が設定範囲を超えたときには、エラーコードを通知したり導出精度が低下していることを通知したりするなど、その旨を聴覚的又は視覚的にユーザーに通知するように構成されていてもよい。

[0090] [第4の実施形態]

第4の実施形態は、導光部材210の被検出部220に与えられた光エネルギー、酸化、熱により被検出部220の光吸収体215の吸収スペクトル

が経時的に変化する場合に、光量変化率に補正值を与えるものである。

[0091] 被検出部 220 に与えられた光エネルギー、酸化、熱により光吸収体 215 の吸収スペクトルが経時的に変化する場合は、以下の式 (6) のように、各被検出部に固有の特性値である補正值を与える。

[0092] [数6]

$$\begin{aligned}
 \text{光量変化率 } V' &= V'_A \times V'_B \\
 &= \alpha_A^{(U_A+U_{C1}+U_{P1}+U_{O1}+U_{T1})} \times \alpha_B^{(U_B+U_{C2}+U_{P2}+U_{O2}+U_{T2})} \\
 &= \exp\{\beta_A(U_A+U_{C1}+U_{P1}+U_{O1}+U_{T1}) + \beta_B(U_B+U_{C2}+U_{P2}+U_{O2}+U_{T2})\}
 \end{aligned}$$

式 (6)

[0093] ここで、 U_{P1} は第 1 の被検出部 221 の第 1 の光吸収体 215 の吸収スペクトルの光エネルギーによる変化を補正する値である。 U_{O1} は第 1 の被検出部 221 の第 1 の光吸収体 215 の吸収スペクトルの酸化による変化を補正する値である。 U_{T1} は第 1 の被検出部 221 の第 1 の光吸収体 215 の吸収スペクトルの熱による変化を補正する値である。これら補正值 U_{P1} 、 U_{O1} 、 U_{T1} は、光源 310 から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する ($U_{P1}\lambda 1 \sim U_{P1}\lambda n$ 、 $U_{O1}\lambda 1 \sim U_{O1}\lambda n$ 、 $U_{T1}\lambda 1 \sim U_{T1}\lambda n$)。同様に、 U_{P2} は第 2 の被検出部 222 の第 2 の光吸収体 216 の吸収スペクトルの光エネルギーによる変化を補正する値である。 U_{O2} は第 2 の被検出部 222 の第 2 の光吸収体 216 の吸収スペクトルの酸化による変化を補正する値である。 U_{T2} は第 2 の被検出部 222 の第 2 の光吸収体 216 の吸収スペクトルの熱による変化を補正する値である。これら補正值 U_{P2} 、 U_{O2} 、 U_{T2} もまた、光源 310 から出射される光の所定の波長帯域における波長ごとに存在する ($U_{P2}\lambda 1 \sim U_{P2}\lambda n$ 、 $U_{O2}\lambda 1 \sim U_{O2}\lambda n$ 、 $U_{T2}\lambda 1 \sim U_{T2}\lambda n$)。もちろん、これら 6 つの補正值全てを用いなくてもよく、光エネルギー、酸化あるいは熱による影響がないかその影響が無視できる程度に小さい補正值は与えなくてもよい (0 とする)。

[0094] 以下、本実施形態において各補正值 U_{Pn} 、 U_{On} 、 U_{Tn} を決定する方法を説明する。

[0095] (方法 1 : 参照用光吸収体を配置する)

方法 1 では、被検出部 220 と同等の環境あるいは被検出部 220 の環境を推定できる環境に参照用光吸収体が配置される。そして、この参照用光吸収体の吸収スペクトルを計測することにより、被検出部 220 の光吸収体 214 の吸収スペクトルの変化量を導出する。例えば、同等の環境であれば、導出した変化量が補正值とされる。例えば、推定できる環境であれば、導出した変化量から補正值が求められる。なお、被検出部 220 の環境を推定できる環境とは、例えば、被検出部 220 の既知の光強度（例えば 20% の光強度）が与えられる環境である。

[0096] 図 14 は、被検出部 220 の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。この例では、センサ部 200 とセンサ制御部 300 a とからなるファイバセンサ 400 a により、被検出部 220 の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值が決定される。

[0097] ファイバセンサ 400 a のセンサ制御部 300 a は、第 1 の実施形態で説明されたものと同様の光源 310、光検出器 320 及び光分岐部 330 に加えて、例えば可撓性を有する光ファイバである導光部材 340 と、導光部材 340 に設けられた被検出部 350 と、参照用光検出器 360 とを有している。導光部材 340 の基端は光源 310 に接続され、先端は参照用光検出器 360 に接続されている。導光部材 340 に設けられた被検出部 350 は、導光部材 210 に設けられた被検出部 220 と同様の構成である。すなわち、被検出部 350 は、光源 310 から出射して導光部材 340 を導光する所定の波長帯域の光を吸収する参照用光吸収体を含む。参照用光吸収体は、被検出部 220 の光吸収体と同じ種類である。参照用光検出器 360 は、光検出器 320 と同様に、波長（波長帯域）ごとに光強度を取得する検出器であり、分光器、カラーフィルタと受光素子とを組み合わせたものなどを含む。参照用光検出器 360 で検出した検出光量情報は、光検出器 320 で検出した検出光量情報と同様に、制御装置 100 に出力される。

- [0098] 被検出部 220 に与えられた光エネルギー、酸化、熱による光吸収体の経時変化は、内視鏡の 1 回の使用時間（長くても数時間）に比べて緩やかに発生する。それ故、補正值の取得は、内視鏡 30 が湾曲情報導出装置 10 に接続されたとき、例えば、センサ制御部 300 の光分岐部 330 とセンサ部 200 の導光部材 210 とが接続されたときに行えばよい。この補正值の取得は、例えば、制御装置 100 により行われ、取得された補正值が例えば記憶部 120 に記憶される。あるいは、別途補正值を取得してその値が入力装置 50 から入力されて記憶部 120 に記憶されてもよい。また、より精緻に補正が必要な場合には、30 分ごとなど一定時間ごとに補正值を取得してもよい。
- [0099] なお、参照用光吸収体を含む被検出部 350 の形態は、図 14 に示されるように被検出部 220 と同様であるほか、ガラス板に塗膜した透過部材とミラーに塗膜した反射部材とを含むフィルタの形態であってもよい。
- [0100] 参照用光吸収体を含む被検出部 350 が被検出部 220 と同様の形態であり、かつ、被検出部 220 と同じ環境に配置して上述のような取得動作を行うならば、参照用光吸収体の吸収スペクトルの変化量を補正值とする。また、参照用光吸収体がフィルタのような構造あるいは被検出部の環境を推定できる環境であるならば、取得された参照用光吸収体の吸収スペクトルの変化量が記憶部 120 に記憶されて、湾曲情報演算部 130 がこの変化量から補正值を換算して求める。
- [0101] この方法 1 によれば、制御装置 100 の湾曲情報演算部 130 は、例えば、分光器などの光検出器 320 を用いて被検出部 350 の参照用光吸収体の吸収スペクトルを取得して、初期状態（例えば工場出荷時）の吸収スペクトルに対する取得した吸収スペクトルの変化量を求めることにより補正值を得る。そして、湾曲情報演算部 130 は、得られた補正值を用いて、第 1 乃至第 3 の実施形態と同様の手順で、上述の式（6）から被検出部 220 の湾曲情報を算出する。
- [0102] 以上の説明では、センサ部 200 の 1 つの被検出部 220 に対応する参照

用光吸収体を配置する一例を述べたが、以下、全ての被検出部 220 (221 ~ 222) に対応する参照用光吸収体を配置する一例を説明する。

[0103] (方法 1-1 : 1つの導光部材に1つの参照用光吸収体 (1色) を配置する)

図 15 は、被検出部 220 (2つの被検出部 221、222) の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。この例では、センサ部 200 とセンサ制御部 300b とからなるファイバセンサ 400b により、被検出部 220 の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值が決定される。

[0104] ファイバセンサ 400b のセンサ制御部 300b は、第 1 の実施形態で説明されたものと同様の光源 310、光検出器 320 及び光分岐部 330 に加えて、例えば可撓性を有する光ファイバである導光部材 341、342 を含む導光部材 340b と、これら導光部材 341、342 に設けられた被検出部 351、352 を含む被検出部 350b と、参照用光検出器 360 と、光路切替器 370 とを有している。導光部材 341、342 の基端は光源 310 に接続され、先端は光路切替器 370 に接続されている。導光部材 341 に設けられた被検出部 351 は、導光部材 210 に設けられた第 1 の被検出部 221 と同様の構成であり、また、被検出部 352 は、第 2 の被検出部 222 と同様の構成である。すなわち、被検出部 351、352 は、それぞれ、光源 310 から出射して導光部材 341、342 を導光する所定の波長帯域の光を吸収する参照用光吸収体を含む。被検出部 351、352 の参照用光吸収体は、それぞれ、被検出部 221、222 の光吸収体と同じ種類であり、互いに異なっている。参照用光検出器 360 は、光検出器 320 と同様に、波長 (波長帯域) ごとに光強度を取得する検出器であり、分光器、カラーフィルタと受光素子とを組み合わせたものなどを含む。参照用光検出器 360 で検出した検出光量情報は、光検出器 320 で検出した検出光量情報と同様に、制御装置 100 に出力される。

- [0105] 光路切替器 370 は、導光部材 341、342 からの光の光路を切り替える。このような構成を取ることで、2本の導光部材 341、342 が存在しても、参照用光検出器 360 は 1 つで済む。したがって、参照用光検出器 360 の数が削減される。
- [0106] もちろん、各導光部材 341、342 の先端にそれぞれ参照用光検出器 360 を配置してもよい。これにより、光路切替器 370 が不要となり、光路の切替えが不要となる。
- [0107] あるいは、光検出器 320 を使用して光路を切り替えてもよい。これによっても、ファイバセンサ 400b に配置される光検出器の数が削減される。また、光検出器の感度の影響を考慮しなくてよい。
- [0108] 参照用光吸収体を含む被検出部 350 (351、352) の形態が被検出部 220 (221、222) と同様である場合には、第 1 の実施形態で説明したのと同様にして、ファイバセンサ 400 を所定の形状、例えば直線形状にして固定し、湾曲できない状態として、参照用光吸収体の吸収スペクトルを取得する。もちろん、直線形状以外の所定の形状で取得してもよい。
- [0109] 参照用光吸収体がフィルタのような形態である場合には、参照用光吸収体の所定の膜厚の箇所測定する（経時変化がない状態では膜厚が一定なら光の吸収量は変わらない）。測定される所定の膜厚の箇所は、1箇所でもよいし、同じの膜厚の複数箇所測定してそれらの測定値を平均してもよい。あるいは、膜厚の異なる複数の箇所測定し、差分から補正値を求めてもよい。あるいは、光吸収体の色材濃度の違い、フィルタ構造の枚数の違いから補正値を求めてもよい。
- [0110] (方法 1-2: 1つの導光部材に複数の参照用光吸収体(多色)を配置する)

図 16 は、被検出部 220 (被検出部 221~22m) の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正値を決定するための構成の一例を概略的に示す図である。この例では、センサ部 200 とセンサ制御部 300c とからなるファイバセンサ 400c により、被検出部 220 の光吸

収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值が決定される。

- [0111] ファイバセンサ400cのセンサ制御部300cは、第1の実施形態で説明されたものと同様の光源310、光検出器320及び光分岐部330に加えて、例えば可撓性を有する光ファイバである導光部材340cと、導光部材340cに設けられた被検出部350cと、参照用光検出器360とを有している。導光部材340cの基端は光源310に接続され、先端は参照用光検出器360に接続される。図16では、1本の導光部材340cに、センサ部200cの導光部材210に設けられた8つの被検出部221~22m (m=8) にそれぞれ対応する8つの被検出部351~358を含む被検出部350cが設けられている。各被検出部351~358は、導光部材210に設けられた第1乃至第mの被検出部221~22mと同様の構成である。すなわち、被検出部351~35mは、それぞれ、光源310から出射して導光部材340cを導光する所定の波長帯域の光を吸収する参照用光吸収体を含む。被検出部351~358の参照用光吸収体は、それぞれ、被検出部221~22mの光吸収体と同じ種類であり、互いに異なっている。
- [0112] もちろん、導光部材340cの数は1本に限定されるものではなく、1本の導光部材340cに4つの被検出部（参照用光吸収体）を配置したものを2本用意してもよい。
- [0113] このような構成においても、同一の導光部材340cに配置されているすべての参照用光吸収体を含む被検出部350cを所定の形状、例えば直線形状にして固定したのち、測定対象の被検出部のみを湾曲させて、参照用光検出器360で参照用光吸収体の吸収スペクトルが取得される。そして、取得した吸収スペクトルに基づいて吸収スペクトルの変化量を求めることにより、湾曲情報演算部130が補正值を算出する。
- [0114] 以上の方法1-1、1-2では、全ての被検出部220 (221~22m) に対応する参照用光吸収体を用意したが、以下の方法1-3では、一部の被検出部220に対応する参照用光吸収体（代表する一部の色）のみを用意

する。

[0115] (方法1-3:一部の参照用光吸収体のみを配置する)

方法1-3では、前提として、各参照用光吸収体(各色)同士の経時変化の関係がわかっていて、1色目の変化から2色目、3色目の変化を推定できるものとする。例えば、変化を推定するための関係式が、予め制御装置100の記憶部120に記憶されていたり、入力部110から入力されたりする。そして、例えば制御装置100の演算部101が、この推定のための関係式を用いて、用意していない光吸収体の補正值を決定する。

[0116] 例えば、8色ある場合には、センサ制御部の参照用光検出器が、2色の吸収スペクトルの変化を測定する。そして、それ以外の色の吸収スペクトルの変化は、演算部101が前記2色の吸収スペクトルの変化から推定することにより、算出する。そして、演算部101が、被検出部220の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定する。

[0117] なお、吸収スペクトルを測定する代表色として、実際に被検出部の光吸収体に用いられている色材ではなく、経時変化の影響を評価しやすい色材を用いてもよい。もちろん、前提として、それぞれの色材の経時変化の関係が分かっているものとする。

[0118] 方法1-3によれば、全ての被検出部220に対応する参照用光吸収体を配置しなくて済むため、補正值を決定するための構成を簡素化することができる。

[0119] (方法2:推定により補正值を決定する)

方法2では、参照用光吸収体を配置することなく、推定により各補正值 U_n 、 U_{On} 、 U_{Tn} を決定する。

[0120] 図17は、被検出部220の光吸収体の吸収スペクトルの経時的な変化を補正するための補正值を決定するための、湾曲情報導出装置10dを含む内視鏡システム1dの一例を概略的に示す図である。湾曲情報導出装置10dは、センサ部200とセンサ制御部300dとからなるファイバセンサ400dを有している。センサ制御部300dは、センサ用光源310と、光検

出器 320 に加えて、積算駆動時間計測部 381 と、光強度測定部 382 と、経過時間計測部 383 とを有している。積算駆動時間計測部 381 は、例えばアワーメーターである。光強度測定部 382 は、例えば光パワーメーターである。経過時間計測部 383 は、例えば時計である。

[0121] 内視鏡 30d の操作部 32 には、記憶部 33 が設けられている。記憶部 33 には、内視鏡 30d の製造日の情報、内視鏡 30d の使用回数の情報などが記憶されている。

[0122] センサ部 200 の導光部材 210 には、温度センサ 500 が配置されている。温度センサ 500 は、好ましくは、被検出部 220 の近傍に配置されている。

[0123] 光エネルギーによる吸収スペクトルの変化は、与えた光エネルギーの積算量により推定できる。すなわち、制御装置 100 の演算部 101 が、光強度測定部 382 で測定される光源 310 の光強度あるいは不図示の電流計による光源 310 の駆動電流（あるいは制御装置 100 からの指示値）と、積算駆動時間計測部 381 で測定される積算駆動時間と、記憶部 33 に記憶された情報とにより、光エネルギーによる吸収スペクトルの変化を補正する補正值 U_{P_n} を算出する。算出した補正值 U_{P_n} は、記憶部 120 に記憶されて湾曲情報演算部 130 による湾曲情報の導出のために用いられる。

[0124] 酸化による吸収スペクトルの変化は、製造時からの経過時間により推定することができる。すなわち、制御装置 100 の演算部 101 が、製造時からの経過時間を計測する経過時間計測部 383 と内視鏡 30d の記憶部 33 との情報に基づいて経過時間を推定して、酸化による吸収スペクトルの変化を補正する補正值 U_{O_n} を算出する。算出した補正值 U_{O_n} もまた、記憶部 120 に記憶されて湾曲情報演算部 130 による湾曲情報の導出のために用いられる。

[0125] 熱による吸収スペクトルの変化は、被検出部 220 の光吸収体 214 に与えた熱の積算量により推定することができる。すなわち、制御装置 100 の演算部 101 が、温度センサ 500 により測定される被検出部 220 近傍の

温度と、積算駆動時間計測部 381 で測定される積算駆動時間と、記憶部 33 に記憶された情報とにより、酸化による吸収スペクトルの変化を補正する補正值 U_{P_n} を算出する。算出した補正值 U_{P_n} は、記憶部 120 に記憶されて湾曲情報演算部 130 による湾曲情報の導出のために用いられる。

[0126] なお、第 4 の実施形態においても、制御装置 100 は、補正值が設定範囲を超えたときには、エラーコードを通知したり導出精度が低下していることを通知したりするなど、その旨を聴覚的又は視覚的にユーザーに通知するように構成されていてもよい。

[0127] 以上説明したように、本実施形態によれば、被検出部 420 に設けられた光吸収体 414 の吸収スペクトルの経時変化が発生しても、光エネルギー、酸化あるいは熱による吸収スペクトルの影響を測定により直接的に、あるいは推定により間接的に導出して、これに基づいた補正值を加えた関係式から湾曲情報を導出することにより、湾曲情報を正しく導出できる湾曲情報導出装置を提供することができる。

[0128] 以上、本発明の各実施形態を説明してきたが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内でさまざまな改良及び変更が可能である。また、内視鏡システム 1 を例に挙げて各実施形態を説明してきたが、湾曲情報導出装置は、内視鏡に限定されない種々の挿入装置に適用可能であることが当業者にとって自明である。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材を有し、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるセンサを用いて取得される、所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報と、
- 各被検出部の吸収スペクトルと、
- 各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する各被検出部の湾曲係数と、
- 各被検出部に固有の特性値と、
- に基づいて、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさを表す湾曲情報を導出する演算部を具備する湾曲情報導出装置。
- [請求項2] 前記固有の特性値は、前記吸収スペクトルを補正する吸収スペクトル補正值である請求項1に記載の湾曲情報導出装置。
- [請求項3] 前記固有の特性値は、仮想被検出部の湾曲係数と前記仮想被検出部の吸収スペクトルとからなる被検出部補正項である請求項1に記載の湾曲情報導出装置。
- [請求項4] 前記固有の特性値は、前記吸収スペクトルを補正する吸収スペクトル補正值と、仮想被検出部の湾曲係数と前記仮想被検出部の吸収スペクトルとからなる被検出部補正項と、である請求項1に記載の湾曲情報導出装置。
- [請求項5] 少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材と、
- 前記導光部材に前記所定の波長帯域の光を出射する光源と、
- 前記光源から出射されて前記導光部材を伝達した光のスペクトルを検出する光検出器と、を有するセンサをさらに具備し、前記センサは、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるように構成されている請求項1乃至4のいずれか1に記載の湾曲情報導出装置。
- [請求項6] 前記吸収スペクトル補正值は、参照用光吸収体により導出される請

求項 2 又は 4 に記載の湾曲情報導出装置。

[請求項7] 前記吸収スペクトル補正值は、前記被検出部に与えられた積算光量と、積算熱量と、酸素雰囲気での曝露時間との少なくとも 1 つから導出される請求項 2 又は 4 に記載の湾曲情報導出装置。

[請求項8] 少なくとも 1 つの被検出部が設けられた導光部材と、
前記導光部材に前記所定の波長帯域の光を出射する光源と、
前記光源から出射されて前記導光部材を伝達した光のスペクトルを検出する光検出器と、を有するセンサをさらに具備し、前記センサは、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるように構成され、

前記センサの積算駆動時間を計測する積算駆動時間計測部をさらに具備し、

前記吸収スペクトル補正值は、前記積算駆動時間計測部が計測した積算駆動時間に基づいて導出される請求項 2 又は 4 に記載の湾曲情報導出装置。

[請求項9] 少なくとも 1 つの被検出部が設けられた導光部材と、
前記導光部材に前記所定の波長帯域の光を出射する光源と、
前記光源から出射されて前記導光部材を伝達した光のスペクトルを検出する光検出器と、を有するセンサをさらに具備し、前記センサは、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるように構成され、

前記光源の光強度を計測するための光強度計測部と、

前記光源の積算駆動時間を計測する積算駆動時間計測部とをさらに具備し、

前記吸収スペクトル補正值は、前記光強度計測部が計測した光強度と前記積算駆動時間計測部が計測した積算駆動時間とに基づいて算出される請求項 2 又は 4 に記載の湾曲情報導出装置。

[請求項10] 少なくとも 1 つの被検出部が設けられた導光部材と、

前記導光部材に前記所定の波長帯域の光を出射する光源と、
前記光源から出射されて前記導光部材を伝達した光のスペクトルを検出する光検出器と、を有するセンサをさらに具備し、前記センサは、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるように構成され、

前記被検出部の積算熱量を計測するために、前記被検出部近傍に配置された温度センサと、前記光源の積算駆動時間を計測する積算駆動時間計測部とをさらに具備し、

前記吸収スペクトル補正值は、前記温度センサ及び前記積算駆動時間計測部での計測に基づいて算出される請求項2又は4に記載の湾曲情報導出装置。

[請求項11] 前記補正值と前記補正項との少なくとも一方が設定範囲を超えたとき、その旨を通知する制御部を有する請求項2乃至4のいずれか1に記載の湾曲情報導出装置。

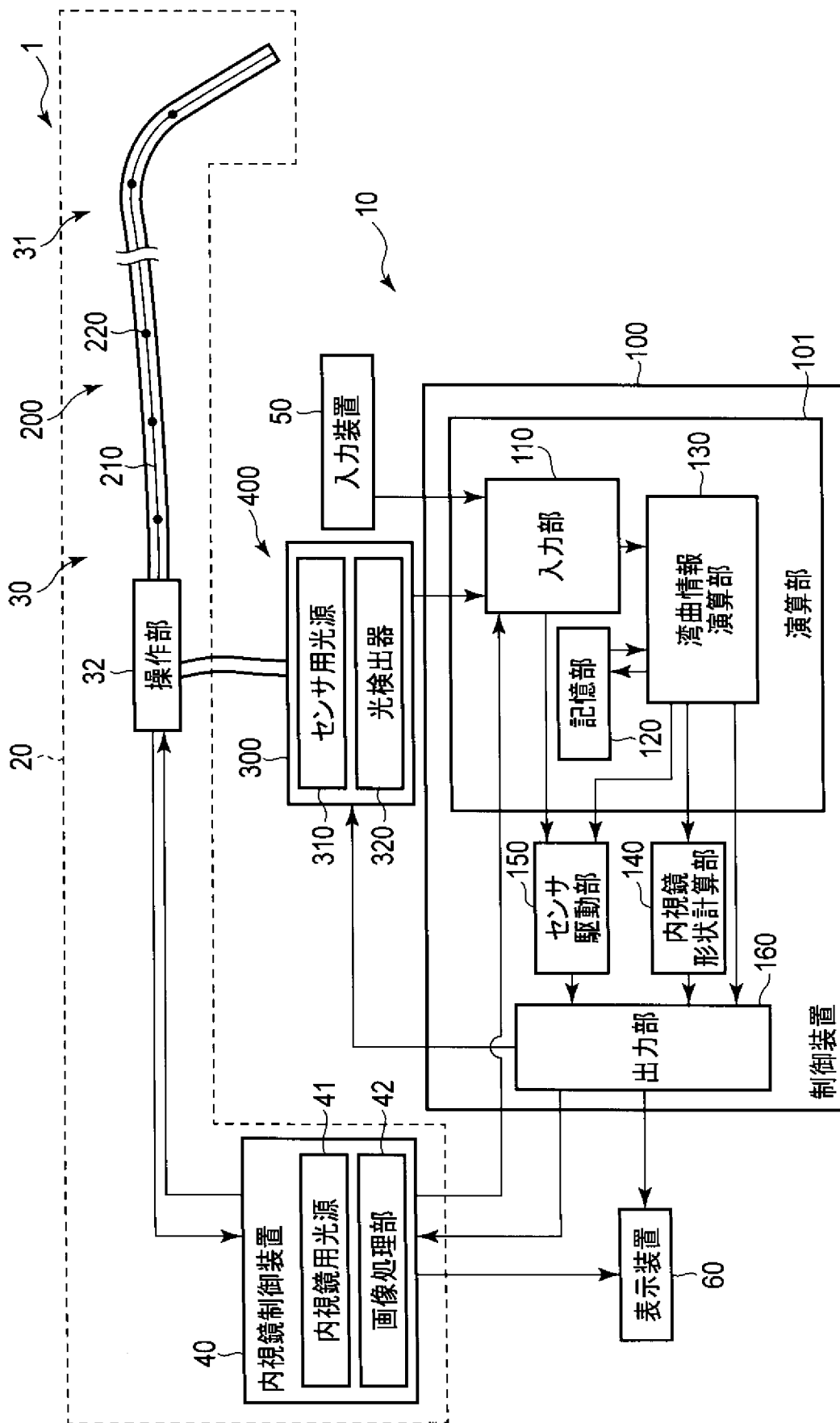
[請求項12] 請求項1乃至11のいずれか1に記載の湾曲情報導出装置と、前記湾曲情報導出装置の前記導光部材が組み込まれた挿入部を有する内視鏡と、を具備する内視鏡システム。

[請求項13] 少なくとも1つの被検出部が設けられた導光部材を有し、前記被検出部の湾曲状態に応じて前記被検出部が前記導光部材を伝達する光の光量を変化させるセンサを用いて、所定の波長帯域における波長と光量との関係を表す検出光量情報を取得することと、

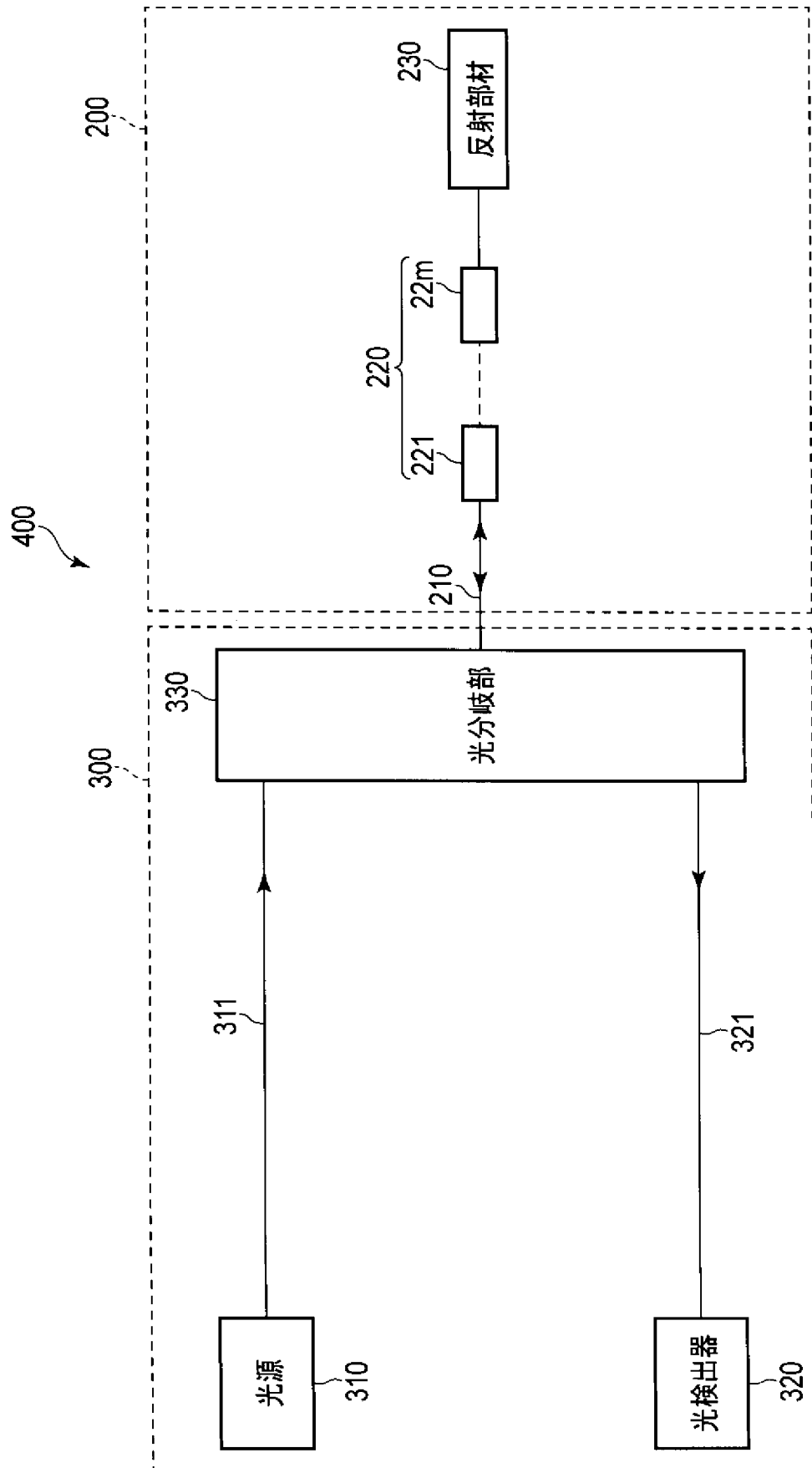
各被検出部の吸収スペクトルと、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさによって変化する各被検出部の湾曲係数と、各被検出部に固有の特性値とを取得することと、

前記検出光量情報と、前記吸収スペクトルと、前記湾曲係数と、前記固有の特性値とに基づいて、各被検出部の曲げの向き及び曲げの大きさを表す湾曲情報を導出することと、を含む湾曲情報導出方法。

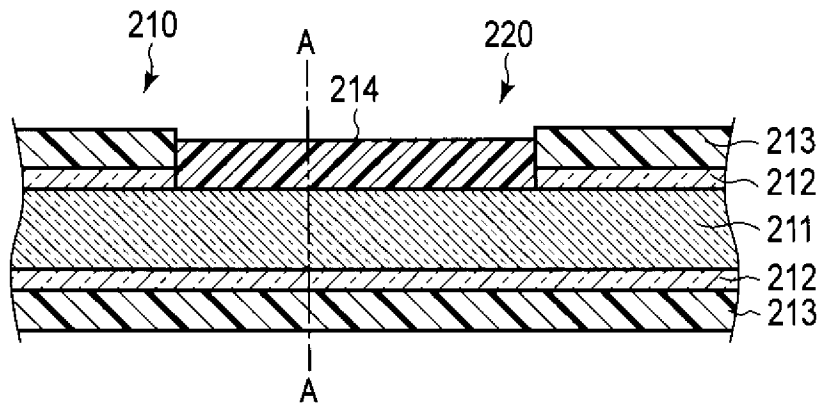
[図1]



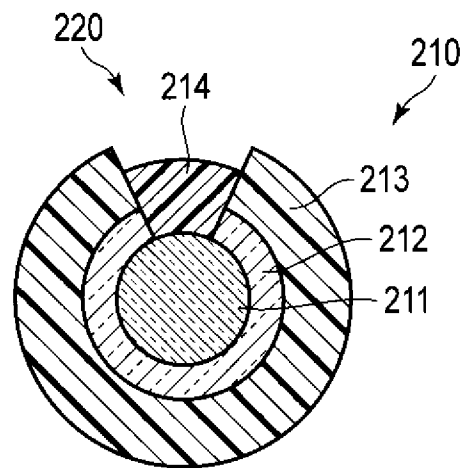
[図2]



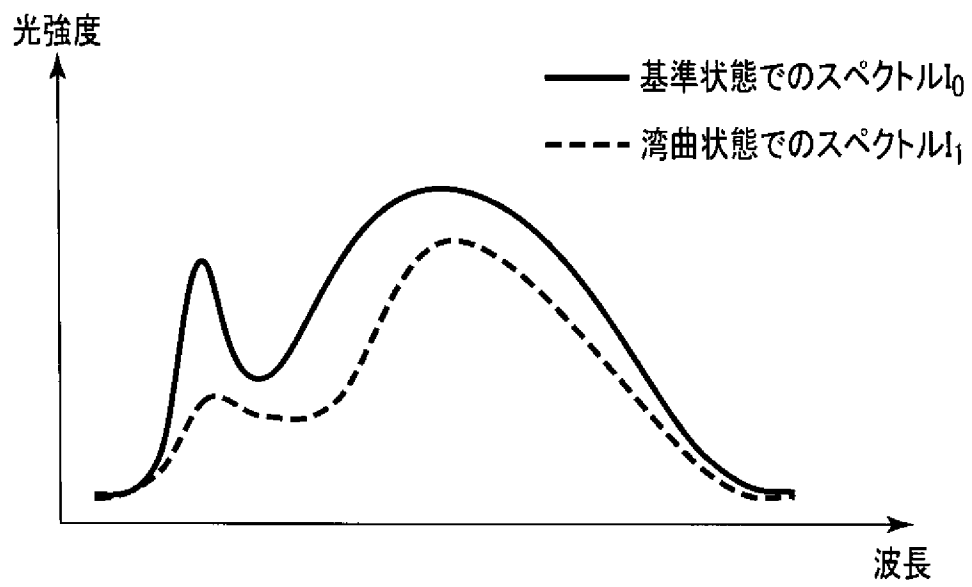
[図3]



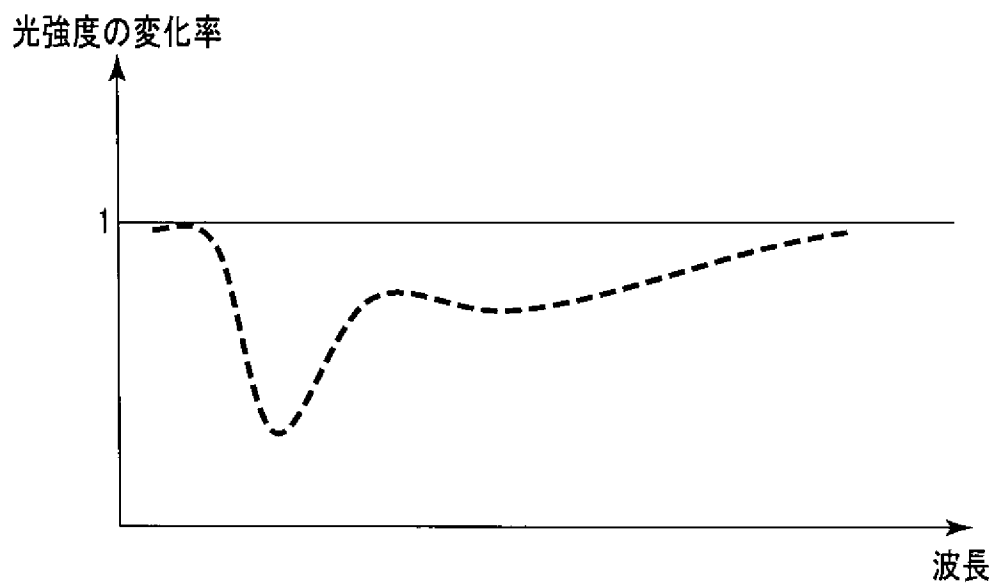
[図4]



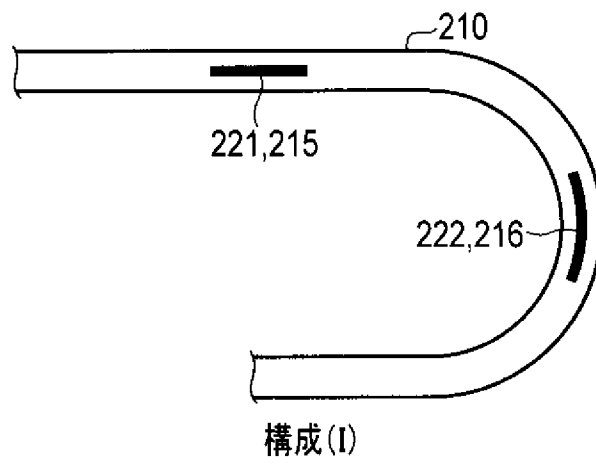
[図5]



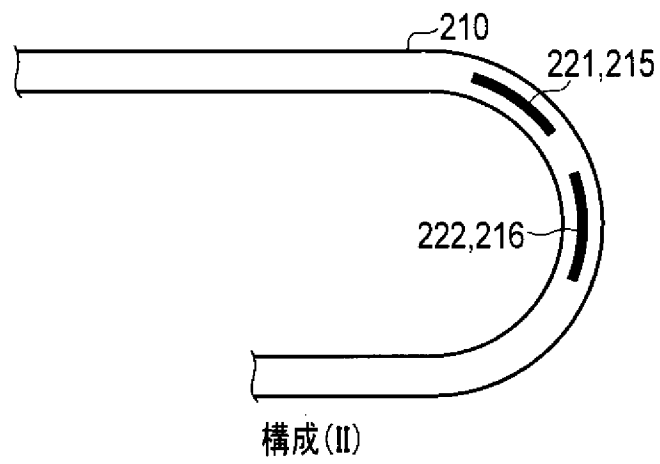
[図6]



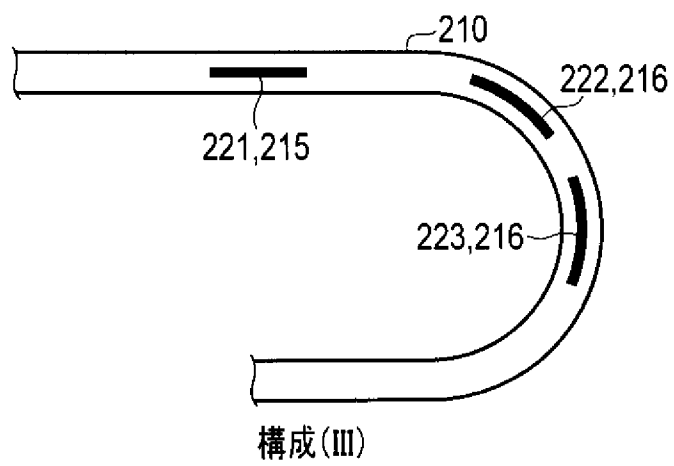
[図7]



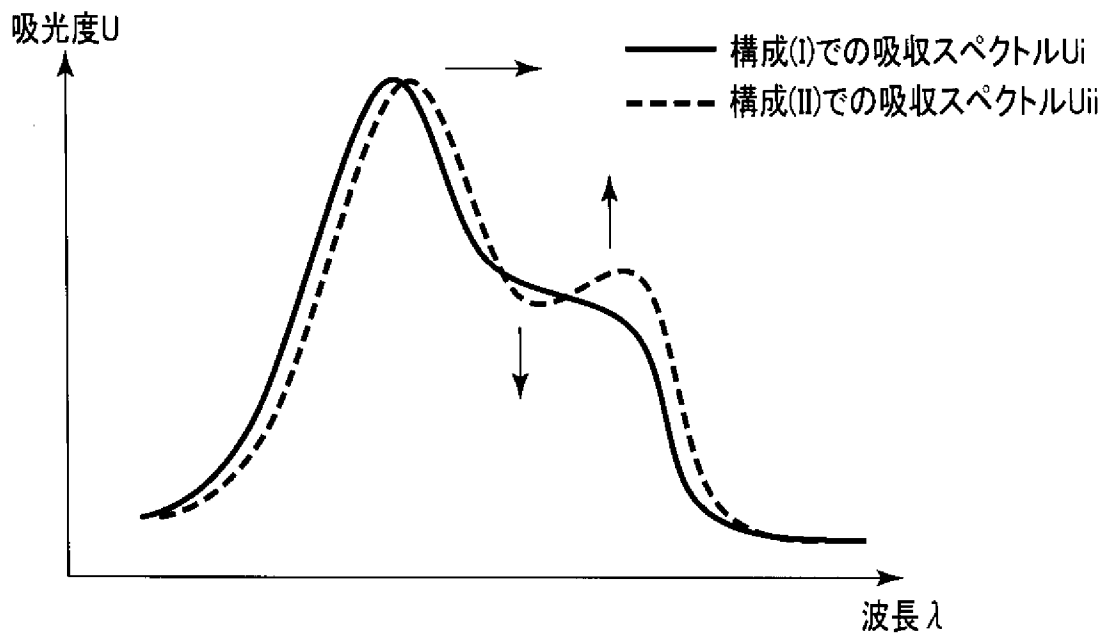
[図8]



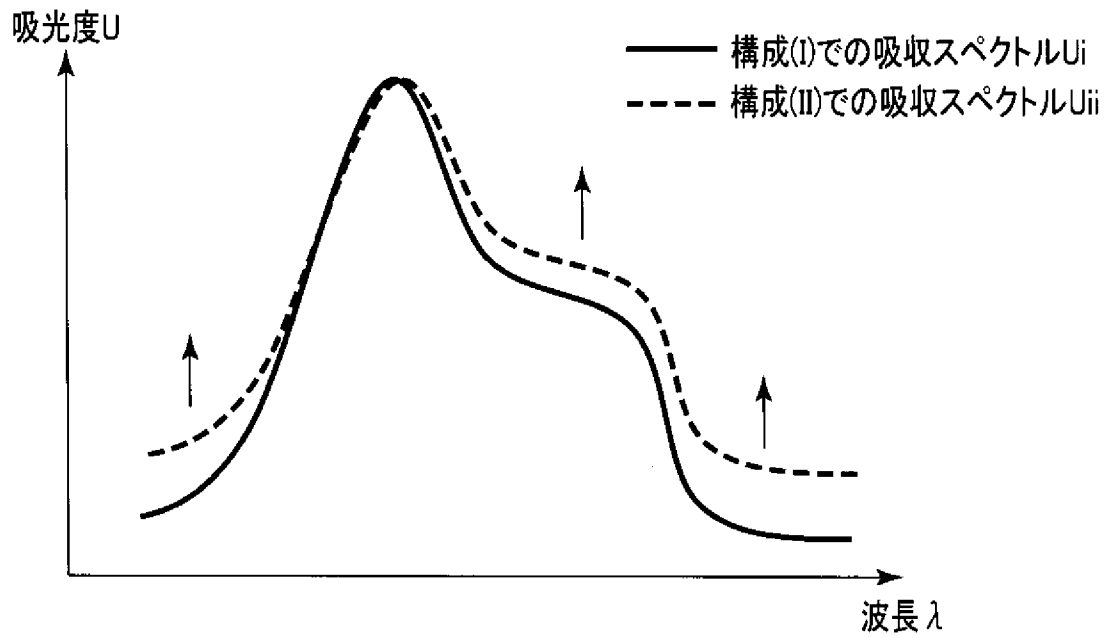
[図9]



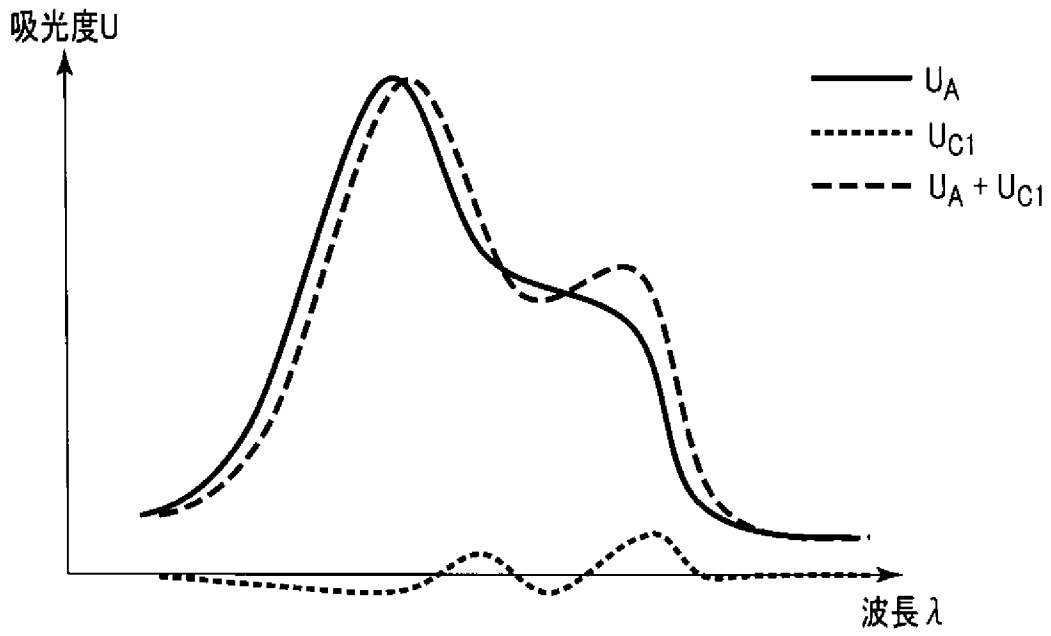
[図10]



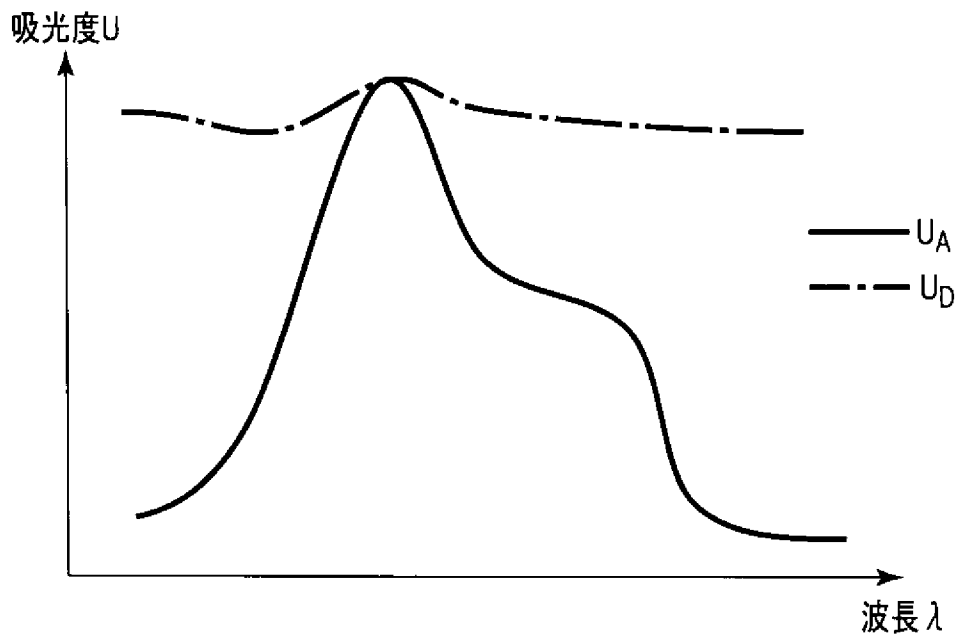
[図11]



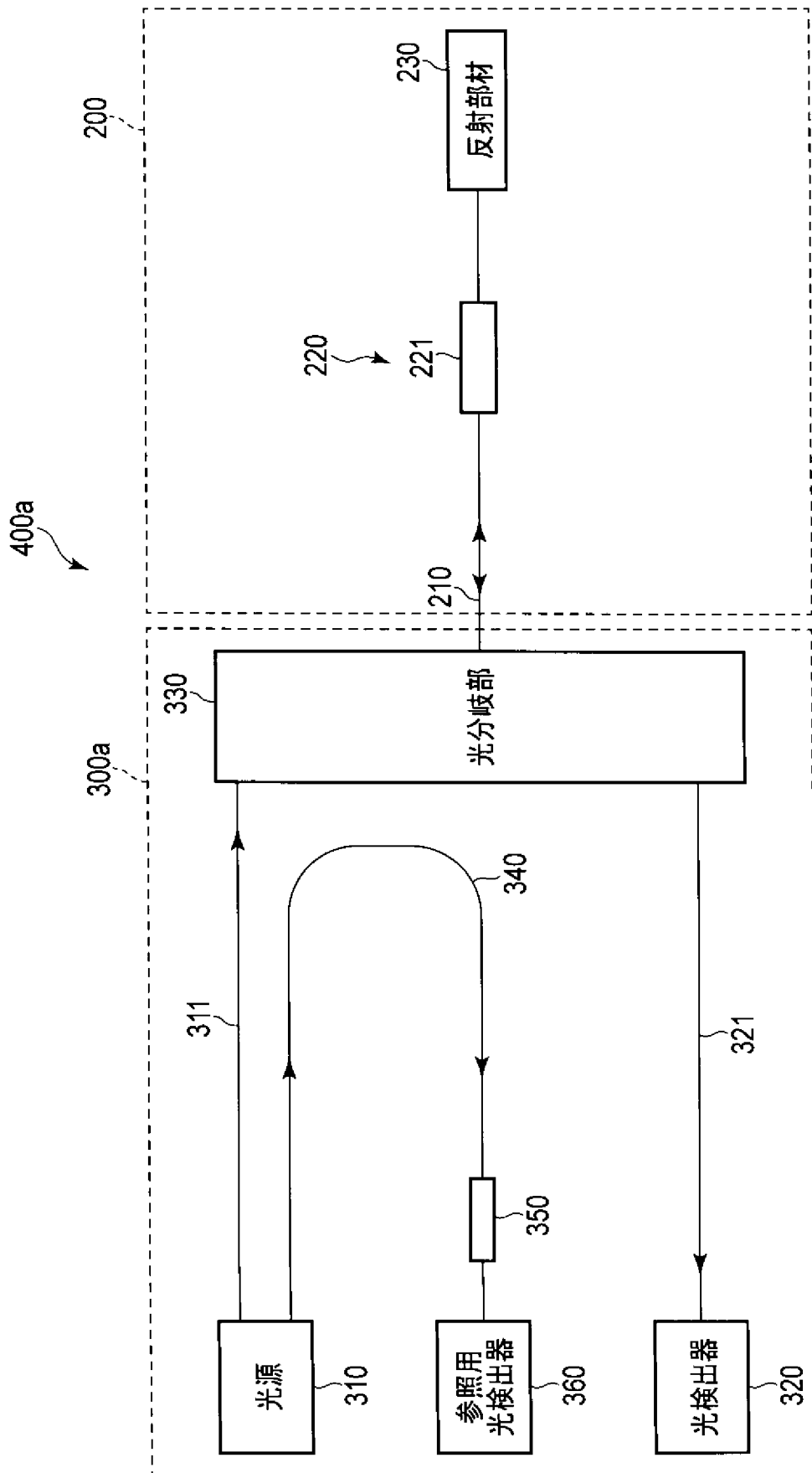
[図12]



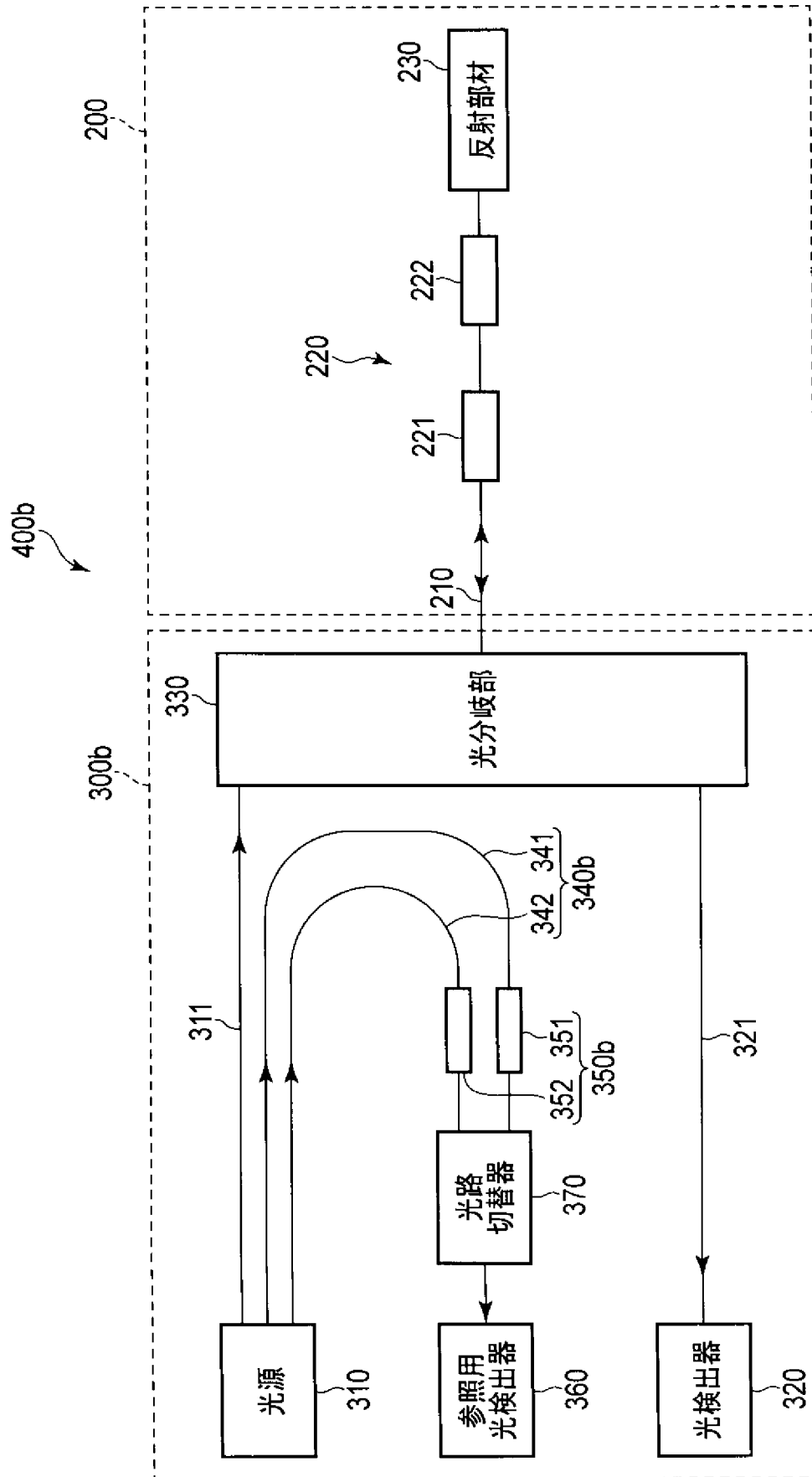
[図13]



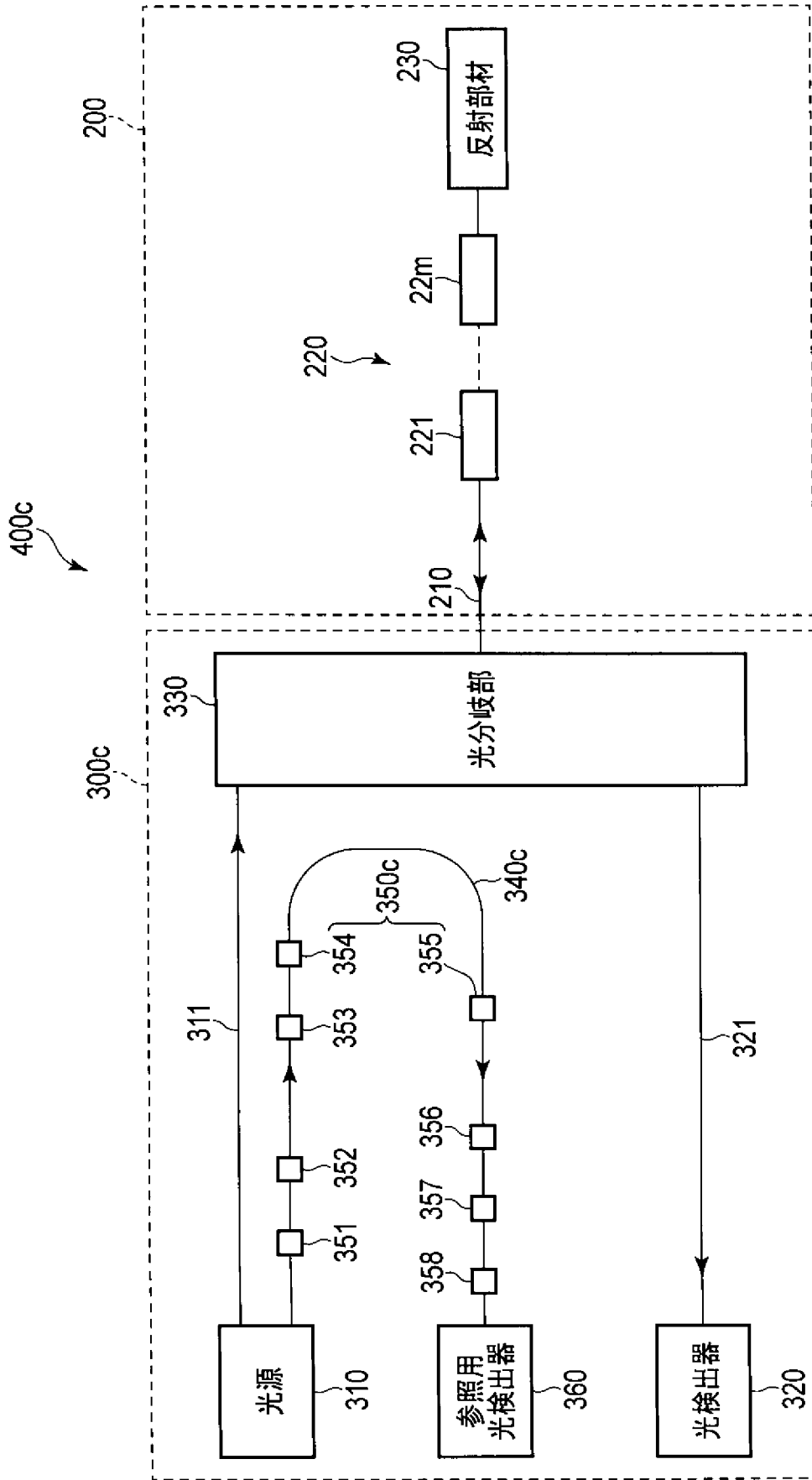
[図14]



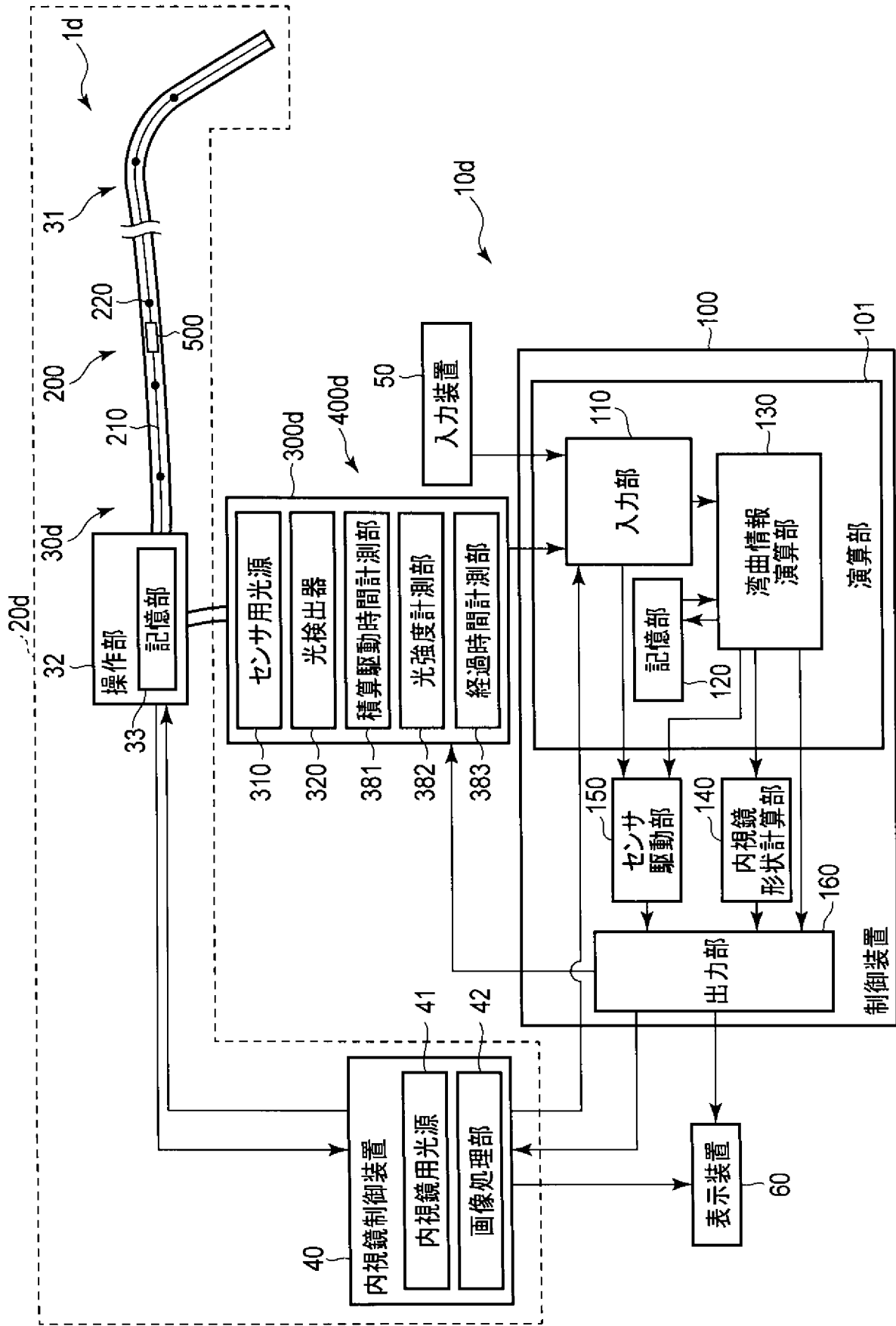
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/087944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B1/00(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/255(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, G01B11/24, G01B11/255, G02B23/24-23/26

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

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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 A | WO 2016/194059 A1 (Olympus Corp.), 08 December 2016 (08.12.2016), paragraphs [0024], [0025], [0061] to [0087], [0093], [0104] to [0113]; fig. 1 to 20 (Family: none) | 1, 2, 5, 6, 11-13 3, 4, 7-10 |
| A | WO 2016/178279 A1 (Olympus Corp.), 10 November 2016 (10.11.2016), paragraphs [0052] to [0084]; fig. 1 to 14 (Family: none) | 1-13 |
| A | JP 2016-7506 A (Olympus Corp.), 18 January 2016 (18.01.2016), paragraphs [0044] to [0077]; fig. 1 to 14 & WO 2015/198772 A1 | 1-13 |

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 2017 (07.03.17) | Date of mailing of the international search report 21 March 2017 (21.03.17) |
|---|--|

| | |
|--|---|
| 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/JP2016/087944

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 2016-7505 A (Olympus Corp.), 18 January 2016 (18.01.2016), paragraphs [0052] to [0082]; fig. 1 to 16 & WO 2015/198773 A1 | 1-13 |
| A | JP 2015-29831 A (Olympus Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0005], [0006], [0009], [0030] to [0040]; fig. 1 to 7 & US 2016/0128552 A1 paragraphs [0053] to [0063]; fig. 1 to 7 & WO 2015/019745 A1 & EP 3031385 A1 & CN 105451630 A | 1-13 |

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, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/255(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, G01B11/24, G01B11/255, G02B23/24-23/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017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 A | WO 2016/194059 A1（オリンパス株式会社）2016.12.08, 段落[0024], [0025], [0061]-[0087], [0093], [0104]-[0113], 第1-20 図 （ファミリーなし） | 1, 2, 5, 6, 11-13 3, 4, 7-10 |
| A | WO 2016/178279 A1（オリンパス株式会社）2016.11.10, 段落[0052]-[0084], 第1-14 図（ファミリーなし） | 1-13 |
| A | JP 2016-7506 A（オリンパス株式会社）2016.01.18, 段落[0044]-[0077], 第1-14 図 & WO 2015/198772 A1 | 1-13 |

☑ 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 | の日の後に公表された文献 |
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 国際調査を完了した日 07.03.2017 | 国際調査報告の発送日 21.03.2017 |
|--------------------------|--------------------------|

| | | | |
|--|--|----|------|
| 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） ▲高▼ 芳徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3292 | 2Q | 9813 |
|--|--|----|------|

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 2016-7505 A (オリンパス株式会社) 2016.01.18, 段落[0052]-[0082], 第1-16 図 & WO 2015/198773 A1 | 1-13 |
| A | JP 2015-29831 A (オリンパス株式会社) 2015.02.16, 段落[0005], [0006], [0009], [0030]-[0040], 第1-7 図 & US 2016/0128552 A1, 段落[0053]-[0063], 第1-7 図 & WO 2015/019745 A1 & EP 3031385 A1 & CN 105451630 A | 1-13 |