

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/009984

発行日 平成30年6月7日(2018.6.7)

(43) 国際公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

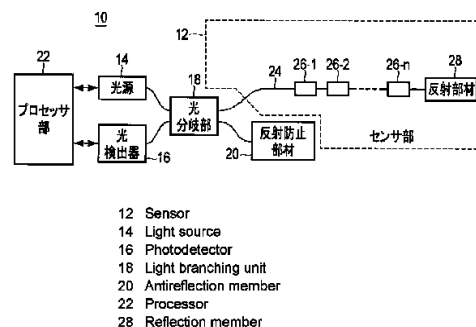
出願番号	特願2017-528084 (P2017-528084)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/070295		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年7月15日 (2015. 7. 15)		東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062 弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913 弁理士 鵜飼 健
		(74) 代理人	100199565 弁理士 飯野 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 形状演算装置

(57) 【要約】

形状演算装置(10)は、複数の被検出部(26)各々に応じた波長について検出される光量が複数の被検出部の各々の形状に応じて異なるように構成されたセンサ(12)を用いて取得された波長と光量との関係である光量情報を検出する光検出器(16)と、光量情報に基づき複数の被検出部の各々の形状に関わる演算を行う演算部(50)とを備える。形状演算装置(10)は、更に、センサに入力される光の強度、及びセンサから出力された光に基づき光検出器によって生成される電気信号、のうち少なくとも一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部(40A, 42, 14A)を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の被検出部各々に応じた波長について検出される光量が前記複数の被検出部の各々の形状に応じて異なるように構成されたセンサを用いて取得された前記波長と前記光量との関係である光量情報を検出する光検出器と、

前記光量情報に基づき前記複数の被検出部の各々の形状に関わる演算を行う演算部と、
前記センサに入力される光の強度、及び前記センサから出力された光に基づき前記光検出器によって生成される電気信号、のうち少なくとも一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部と、

を備える形状演算装置。

10

【請求項 2】

前記設定変更部は、前記光検出器の露光時間を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 3】

前記設定変更部は、前記光検出器の検出に関する同期信号の周波数を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 又は 2 に記載の形状演算装置。

【請求項 4】

前記設定変更部は、前記光検出器の検出感度を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 5】

前記設定変更部は、前記光検出器からの検出信号のレンジを変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

20

【請求項 6】

前記光検出器からの前記検出信号の前記レンジの変更は、デジタル変換に関する変更を含む請求項 5 に記載の形状演算装置。

【請求項 7】

前記設定変更部は、前記センサに入力する光強度を変更することで、前記センサに入力される光の強度のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 8】

前記設定変更部は、前記ダイナミックレンジの変更の方法の二つ以上を組み合わせた変更を行う請求項 2 乃至 7 の何れかに記載の形状演算装置。

30

【請求項 9】

前記設定変更部における前記ダイナミックレンジの変更を行うか否かを判定する判定部を更に備える請求項 2 乃至 8 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 10】

前記判定部は、前記光検出器の検出信号を検出下限及び検出上限と比較することにより、前記検出信号が検出可能範囲にないと判定したとき、前記ダイナミックレンジの変更を行うと判定する請求項 9 に記載の形状演算装置。

【請求項 11】

前記検出下限及び検出上限に関する閾値を格納する記憶部を更に備える請求項 10 に記載の形状演算装置。

40

【請求項 12】

前記判定部での判定に関わる情報の変更または前記設定変更部による前記ダイナミックレンジの変更の方法を指示する指示部を更に備える請求項 9 乃至 11 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 13】

前記設定変更部は、前記ダイナミックレンジの変更を段階的に行う請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 14】

光を射出する光源と、

50

前記センサと、
をさらに備え、
前記センサは、

前記光源から射出された前記光を導光する導光部材と、

前記導光部材に設けられた複数の光学特性変化部材であって前記導光部材によって導光される光のスペクトルに対して互いに異なる影響を与える複数の光学特性変化部材の各々を含む複数の前記被検出部と、
を含み、

前記光検出器は、前記導光部材によって導光される光であって、前記複数の光学特性変化部材によって影響を受けた光を検出し、前記光量情報を出力する請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の形状演算装置。

10

【請求項 15】

被検体に挿入される挿入部を備える内視鏡と、
前記内視鏡に接続されたコントローラと、
請求項 14 に記載の形状演算装置と、
を備え、

前記形状演算装置の前記センサの前記導光部材は、前記内視鏡の前記挿入部に設けられ

、
前記形状演算装置の前記演算部は、前記コントローラに設けられ、前記光量情報に基づいて前記内視鏡の前記挿入部の形状を算出する内視鏡システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の被検出部各々に応じた波長について検出される光量が上記複数の被検出部の各々の形状に応じて異なるように構成されたセンサを用いて取得された上記波長と上記光量との関係である光量情報から、上記被検出部各々の形状を算出する形状演算装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許第 4714570 号公報（以下、特許文献 1 と記す）には、スコープと一体的に曲折し、スコープの形状を検出する内視鏡形状検出プローブが開示されている。この検出プローブは、曲率検出用ファイバに設けられた被検出部として、曲率に応じて光量が変化する光変調部を有している。このような構成の検出プローブは、光変調部で変調された光の強度もしくは波長と、光変調部と曲率検出用ファイバの出射端との距離と、に基づいて、スコープの形状を検出することが可能である。

30

【0003】

また、上記特許文献 1 は、曲率検出用ファイバに、互いに異なる波長成分に対応した被検出部を複数個設けることで、スコープの一部分だけでなく所望の長さに亘った様々な部分の形状を検出可能とすることも開示している。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4714570 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

複数の被検出部は、その対応する波長成分が異なれば、発生する光量ロスとは異なる。また、曲率検出用ファイバの出射端において光量を検出する検出器に関しても、波長成分毎に感度が異なっている。そのため、或る波長成分については高精度に光量を検出できるが、別の波長成分については低精度でしか光量を検出できないといったことがあり得る。従

50

って、複数の被検出部各々の形状を正確に算出することができない虞がある。

【 0 0 0 6 】

上記特許文献 1 には、このような課題に対する解法は何ら記載されていない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、複数の被検出部を有するセンサから波長と光量との関係である光量情報を高精度に取得可能とし、以て被検出部各々の形状を正確に算出できる形状演算装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の形状演算装置の一態様は、

10

複数の被検出部各々に応じた波長について検出される光量が前記複数の被検出部の各々の形状に応じて異なるように構成されたセンサを用いて取得された前記波長と前記光量との関係である光量情報を検出する光検出器と、

前記光量情報に基づき前記複数の被検出部の各々の形状に関わる演算を行う演算部と、

前記センサに入力される光の強度、及び前記センサから出力された光に基づき前記光検出器によって生成される電気信号、のうち少なくとも一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

20

本発明によれば、複数の被検出部を有するセンサから波長と光量との関係である光量情報を高精度に取得可能とし、以て被検出部各々の形状を正確に算出できる形状演算装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る形状演算装置の概略的な構成を示す図である。

【図 2】図 2 は、被検出部が設けられた部分の光導通部材の断面図である。

【図 3 A】図 3 A は、光導通部材を湾曲しないときの光伝達量を示す図である。

【図 3 B】図 3 B は、光導通部材を被検出部が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量を示す図である。

30

【図 3 C】図 3 C は、光導通部材を被検出部が設けられた側に湾曲したときの光伝達量を示す図である。

【図 4】図 4 は、各被検出部の光の吸収スペクトルを示す図である。

【図 5】図 5 は、第 1 実施形態に係る形状演算装置のプロセッサ部及びその周辺部の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 6】図 6 は、可変量設定変更の一例としてセンサ部に入力される光強度のダイナミックレンジのシーケンシャル変更を行うために、光源の光強度の設定をシーケンシャルに変更する場合のタイムチャートを示す図である。

【図 7】図 7 は、可変量設定変更の一例として光検出器によって生成される電気信号のダイナミックレンジのシーケンシャル変更を行うために、光検出器の露光時間の設定をシーケンシャルに変更する場合のタイムチャートを示す図である。

40

【図 8】図 8 は、可変量設定変更の一例として光検出器によって生成される電気信号のダイナミックレンジのシーケンシャル変更を行うために、光検出器の感度のゲインの設定をシーケンシャルに変更する場合のタイムチャートを示す図である。

【図 9 A】図 9 A は、可変量設定変更の一例として光検出器の同期信号の変更を行う場合の、変更前の一定同期信号に従って光検出器で取得される各波長の検出信号を示す図である。

【図 9 B】図 9 B は、可変量設定変更の一例として光検出器の同期信号の変更を行う場合の、必要な波長に応じて変更された後の同期信号に従って光検出器で取得される各波長の

50

検出信号を示す図である。

【図 1 0】図 1 0 は、第 1 実施形態に係る形状演算装置の動作フローチャートを示す図である。

【図 1 1】図 1 1 は、光導通部材の形状と、シーケンシャルな可変量設定変更による検出信号と、の関係を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る形状演算装置のプロセッサ部及びその周辺部の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 1 3】図 1 3 は、第 2 実施形態に係る形状演算装置の動作フローチャートを示す図である。

【図 1 4 A】図 1 4 A は、光検出器の検出信号が上限閾値を上回った時の可変量設定変更前の検出信号を示す図である。

【図 1 4 B】図 1 4 B は、光検出器の検出信号が上限閾値を上回った時の可変量設定変更後の検出信号を示す図である。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、光検出器の検出信号が下限閾値を下回った時の可変量設定変更前の検出信号を示す図である。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、光検出器の検出信号が下限閾値を下回った時の可変量設定変更後の検出信号を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の第 3 実施形態に係る形状演算装置のプロセッサ部及びその周辺部の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 1 7】図 1 7 は、第 3 実施形態に係る形状演算装置の動作フローチャートを示す図である。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、可変量設定変更の一例として A/D 変換器の基準電圧変更によるレンジ変更前の検出信号を示す図である。

【図 1 8 B】図 1 8 B は、可変量設定変更の一例として A/D 変換器の基準電圧変更によるレンジ変更後の検出信号を示す図である。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の第 4 実施形態に係る形状演算装置のプロセッサ部及びその周辺部の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 2 0】図 2 0 は、第 4 実施形態に係る形状演算装置の動作フローチャートを示す図である。

【図 2 1 A】図 2 1 A は、複数の可変量設定変更による最適検出信号取得の例において、設定変更前の検出信号を示す図である。

【図 2 1 B】図 2 1 B は、複数の可変量設定変更による最適検出信号取得の例において、図 2 1 A の設定から光検出器の露光時間の設定を変更した後の検出信号を示す図である。

【図 2 1 C】図 2 1 C は、複数の可変量設定変更による最適検出信号取得の例において、図 2 1 B の設定から光検出器の露光時間の設定を更に変更した後の検出信号を示す図である。

【図 2 1 D】図 2 1 D は、複数の可変量設定変更による最適検出信号取得の例において、図 2 1 C の設定から光源の光強度の設定を変更した後の検出信号を示す図である。

【図 2 2】図 2 2 は、何れかの実施形態に係る形状演算装置を搭載した内視鏡装置の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態を図面を参照して説明する。

【0012】

[第 1 実施形態]

図 1 に示すように、本第 1 実施形態に係る形状演算装置 10 は、センサ部 12 と、光源 14 と、光検出器 16 と、光分岐部 18 と、反射防止部材 20 と、プロセッサ部 22 と、から構成される。センサ部 12 は、光導通部材 24 と、 n 個の被検出部 26 (第 1 の被検出部 26 - 1、第 2 の被検出部 26 - 2、...、第 n の被検出部 26 - n) と、反射部材 28 と、より構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

光源 1 4 は、レーザダイオード (L D)、L E D、ランプ、等の光、またはこれらの光により蛍光材を発光させた光などが利用でき、これら複数の組み合わせにより、形状演算装置 1 0 に必要な波長特性の光 (例えば白色光) を整えて出射する。光分岐部 1 8 は、例えばファイバカブラ、ハーフミラー、またはビームスプリッタで構成され、上記光源 1 4 から出射された光を光導通部材 2 4 の一端に入射させる。なお、上記光分岐部 1 8 がファイバカブラの場合、光源 1 4 とは、ファイバカブラのファイバに光を集光して入射させるレンズ系なども含めている。上記光分岐部 1 8 がハーフミラーまたはビームスプリッタの場合は、光源 1 4 は、光を平行光に整えるレンズ系なども含めている。さらに、レーザダイオードのように戻り光が出力に影響を与える場合、光源 1 4 は、アイソレータなども含める。

10

【 0 0 1 4 】

光導通部材 2 4 は、上記光分岐部 1 8 によって上記一端に入射された光を他端まで導光して、その他端から出射する。反射部材 2 8 は、上記光導通部材 2 4 の他端から出射した光を反射して、上記光導通部材 2 4 の上記他端に再び入射させる。これにより、上記光導通部材 2 4 は、この他端に入射された光を上記一端まで導光し、上記一端から出射する。上記光分岐部 1 8 は、この光導通部材 2 4 の一端から出射された光を光検出器 1 6 に入力させる。光検出器 1 6 は、入力された光のうち所定の波長の光量を検出し、波長と光量との関係である光量情報をプロセッサ部 2 2 に出力する。

【 0 0 1 5 】

20

なお、反射防止部材 2 0 は、光導通部材 2 4 に入射されなかった光が光検出器 1 6 に戻るのがを防ぐために使用される。

【 0 0 1 6 】

ここで、上記光導通部材 2 4 は、当該形状演算装置 1 0 により曲率情報を検出するべき構造体、例えば内視鏡の挿入部の長手軸方向に沿って延在配置され、上記構造体の湾曲状態に倣って湾曲するような可撓性を有している。

【 0 0 1 7 】

具体的には、上記光導通部材 2 4 は、光ファイバによって構成されることができる。図 2 は、この光ファイバの長手軸方向に直交する方向である径方向の断面構造を示している。すなわち、上記光ファイバは、中心に存在する、光を導光するコア 3 0 と、当該コア 3 0 の周りに設けられた、光を安定的にコア 3 0 に閉じ込めるクラッド 3 2 と、更にこれらコア 3 0 及びクラッド 3 2 を物理的な衝撃及び熱的な衝撃から保護するためのジャケット 3 4 と、によって構成されている。

30

【 0 0 1 8 】

なお、上記光導通部材 2 4 は、光ファイバに限るものではなく、光導波路によって構成されても良い。

【 0 0 1 9 】

また、上記光導通部材 2 4 には、曲率情報を検出するべき上記構造体の各位置に対応する箇所に、互いに光の吸収スペクトルが異なる被検出部 2 6 (第 1 の被検出部 2 6 - 1、第 2 の被検出部 2 6 - 2、...、第 n の被検出部 2 6 - n) が設けられる。ここで、曲率情報は、曲げの向きと曲げの大きさの情報である。

40

【 0 0 2 0 】

上記光導通部材 2 4 の曲率を変えると、上記光導通部材 2 4 に導光されている光量の大きさが変化する。図 3 A、図 3 B 及び図 3 C は、上記光導通部材 2 4 の湾曲に応じた光伝達量の模式図を示すものである。ここで、図 3 A は、上記光導通部材 2 4 を湾曲しないときの光伝達量を示し、図 3 B は、上記光導通部材 2 4 を上記被検出部 2 6 が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量を示し、図 3 C は、上記光導通部材 2 4 を上記被検出部 2 6 が設けられた側に湾曲したときの光伝達量を示す。これら図 3 A、図 3 B 及び図 3 C に示すように、上記光導通部材 2 4 を上記被検出部 2 6 が設けられた側に湾曲したときの光伝達量が最も多く、次に上記光導通部材 2 4 を湾曲しないときの光伝達量、次に上

50

記光導通部材 2 4 を上記被検出部 2 6 が設けられた側とは反対側に湾曲したときの光伝達量の順である。よって、上記光導通部材 2 4 から出射される光信号の光強度を測定することで、上記被検出部 2 6 における湾曲量を検出することができる。そして、上記被検出部 2 6 が設けられている上記光導通部材 2 4 における径方向の位置つまり上記被検出部 2 6 の向きが既知であるので、湾曲方向も知ることができ、この湾曲方向と上記湾曲量とにより、曲率情報が検出されることができる。

【 0 0 2 1 】

上記被検出部 2 6 は、例えば、図 2 に示すように、上記光導通部材 2 4 の長手軸方向の所望位置において、上記ジャケット 3 4 と上記クラッド 3 2 を除去して上記コア 3 0 の一部を露出させ、この露出させた上記コア 3 0 の部分に、特定の方向の曲がり量に応じてこれに入射した光のスペクトルに対して、他の被検出部 2 6 とは異なる光学的な影響を与える光学特性変化部材で構成される被検出部材 3 6 を、光導通部材 2 4 の元の形状が回復される程度の厚みに形成したものである。上記被検出部材 3 6 は、柔軟性のある部材もしくは弾性のある材料、例えば、アクリル系、エポキシ系、シリコン系、フッ素系などの樹脂、軟性の水ガラス、などの低屈折率の材料でなる。なお、上記被検出部材 3 6 は、略クラッド厚程度に形成し、この被検出部材 3 6 上の上記ジャケット 3 4 と上記クラッド 3 2 とを除去した部分に対してジャケット様の部材を満たすことで、光導通部材 2 4 の元の形状が回復されるようにしても良い。

10

【 0 0 2 2 】

なお、上記ジャケット 3 4 及び上記クラッド 3 2 の除去は、レーザ加工によって、あるいは、フォトリソ工程及びエッチング工程などを利用して行う。このとき、上記コア 3 0 にミクロな傷を付けてしまうと、光を漏らし、導光する光を損失させてしまったり、曲げに弱くなったりしたりするので、上記コア 3 0 に極力傷を付けない方法で加工することが望ましい。

20

【 0 0 2 3 】

被検出部材 3 6 を構成する光学特性変化部材としては、各被検出部 2 6 において、図 4 に示すように、光吸収スペクトルが異なる光吸収体とすることができる。すなわち、各被検出部 2 6 において、所定の波長域が吸収されることで、当該波長の光量を検出すれば、その光量に基づいて当該被検出部 2 6 の湾曲量を求めることができる。

30

【 0 0 2 4 】

あるいは、上記被検出部材 3 6 は、所定の波長域の光を吸収する、金属粒子からなる光学特性変化部材によって構成しても良い。この金属粒子からなる光学特性変化部材は、当該金属固有の分光吸収スペクトルとは異なる特殊分光吸収スペクトルを有するものである。例えば、この金属粒子からなる光学特性変化部材は、少なくとも 1 種類の光源の光でプラズモンを励起可能な光励起プラズモン生成機能を有する。すなわち、金属固有の分光吸収スペクトルと、表面プラズモン効果による特殊吸収スペクトルの和を吸収スペクトルとして有する金属ナノ粒子である。光励起プラズモン生成機能は、少なくとも 1 種類のプラズモン物質、ナノサイズ化した物質、ナノサイズ化した鉱物、ナノサイズ化した金属、の何れかで構成される。ここで、プラズモン物質とは、自由電子が集団的に振動して擬似的な粒子として振舞っている状態を有する物質である。また、ナノサイズとは 1 μm より小さいという意味である。金属粒子は、例えば Au、Ag、Cu、Pt、等であり、分散媒である。金属粒子の形状は、球または円柱または多角柱である。

40

【 0 0 2 5 】

光励起プラズモン生成機能は、同じ光学特性変化部材、例えば同じ金属粒子であっても、その大きさ、長さ、及び厚みの少なくとも一つが異なると、特殊分光吸収スペクトルが異なる。例えば、粒子サイズが大きくなるにつれて、光の吸収率のピーク波長（吸収波長特徴領域）が長波長側に移動していく。従って、複数の被検出部 2 6 は、光学特性変化部材として、同じ金属元素で異なる特殊分光吸収スペクトルを有する組み合わせがある。

【 0 0 2 6 】

また、光励起プラズモン生成機能は、別の光学特性変化部材、例えば別の金属粒子であ

50

れば、特殊分光吸収スペクトルが異なる。

【0027】

さらに、複数の金属粒子を混合した複合光学特性変化部材とすることも可能である。

【0028】

従って、複数の光学特性変化部材、例えば複数の金属粒子を、それぞれ大きさ、長さ、及び厚みの少なくとも一つを異ならせて使用することで、互いに異なる特殊分光吸収スペクトルを有する被検出部材36が実現でき、他の被検出部26とは異なる光学的な特性変化を与える被検出部26を多数形成することが可能となる。

【0029】

また、光学特性変化部材としては、例えば、積層誘電体膜を有する光学特性変化部材、蛍光体を有する光学特性変化部材、グレーティング構造を有する光学特性変化部材、等であっても良い。

【0030】

以上のような構成の形状演算装置10では、光源14から光分岐部18を通じて光導通部材24に光が入射される。入射された光は、光導通部材24先端の反射部材28より反射される。反射された光は、光分岐部18を通じて光検出器16へ受光される。光検出器16が受光する光は、被検出部26（第1の被検出部26-1、第2の被検出部26-2、...、第nの被検出部26-n）を通過した光であり、光導通部材24の曲率に応じて異なる。光検出器16が受光した各被検出部26に関する波長の光量が光量情報（ $D\lambda n$ ）としてプロセッサ部22に与えられ、プロセッサ部22は、この光量情報に基づいて曲率情報を算出する。

【0031】

図5に示すように、光源14は、出射する光の強度を変更する電流調整機能部14Aを備えることができる。また、光検出器16は、露光時間を変更する露光時間調整機能部16Aを備えることができる。あるいは、光検出器16は、光検出器16のチャージアンプ回路（図示せず）のゲイン設定を変更することで感度を変更する感度調整機能部16Bを備えることができる。これらの機能の詳細については、後述する。

【0032】

また、プロセッサ部22は、入力部38と、分解能向上機能部40と、光源駆動部42と、光検出器駆動部44と、出力部46と、記憶部48と、曲率演算部50と、形状演算部52と、を備える。プロセッサ部22は、例えば、コンピュータによって構成することができる。

【0033】

入力部38は、当該プロセッサ部22の外部から与えられる入力データを受け取り、分解能向上機能部40及び曲率演算部50に適宜供給する。具体的には、入力部38には、光検出器16よりAD変換器54でデジタルデータ化されたセンサ部12の各波長の検出信号が入力される。さらに、入力部38には、光検出器16から露光終了信号も入力される。また、入力部38には、入力機器56から曲率導出開始信号、曲率導出終了信号、センサ識別情報、曲率演算部50の設定に関する信号、等が入力される。入力機器56は、曲率導出の開始/終了を指示するためのスイッチまたは釦を含む。また、表示部58に表示されたメニューや選択項目に対して情報を入力することで、センサ部12の種別や曲率演算部50の設定を行うためのキーボードを含む。さらには、無線または有線によるネットワークを介して外部から情報を入力する通信機器を含むこともできる。

【0034】

分解能向上機能部40は、センサ部12に入力される光の強度、及びセンサ部12から出力された光に基づき光検出器16によって生成される電気信号、のうちの一つのダイナミックレンジを変更することで、光量情報の分解能を向上する機能を果たすものである。この分解能向上機能部40は、光検出器16より露光終了信号を入力部38が取得したとき、光源14の電流調整機能部14Aによる光強度、光検出器16の露光時間調整機能部16Aによる露光時間、光検出器16の感度調整機能部16Bによるチャージアンプ回路

のゲイン設定、のうちの何れかの設定を変更する可変量設定部 40A を備える。本実施形態では、可変量設定部 40A は、この設定の変更を段階的に行うことで、ダイナミックレンジの変更を段階的に行う。また、可変量設定部 40A は、この段階的な変更を、入力部 38 が光検出器 16 より露光終了信号を取得する毎に行うことで、シーケンシャルな設定変更を行う。

【0035】

この可変量設定部 40A による設定変更は、具体的には、可変量設定部 40A が、光源駆動部 42 または光検出器駆動部 44 へ X 段階の段階的な設定のうちの何段階目かを表す順番信号を送信することにより行われる。

【0036】

すなわち、段階的に光強度を変更する場合、可変量設定部 40A は、順番信号を光源駆動部 42 に送信することができる。光源駆動部 42 は、設定されている光強度の情報を、この送信されてきた順番信号に基づいて変更する。そして、光源駆動部 42 は、この変更によって新たに設定された光強度の情報を、出力部 46 を介して光源 14 の電流調整機能部 14A に送信する。電流調整機能部 14A は、この光源駆動部 42 からの光強度の情報に従った駆動電流で LD 等を駆動することで、センサ部 12 に入力される光の強度を調整することができる。

【0037】

このように光源 14 の電流調整機能部 14A によって光強度を段階的に変更する場合には、図 6 のタイムチャートに示すように、入力部 38 が光検出器 16 より露光終了信号を取得する毎に、「順番番号 1：強」→「順番番号 2：中」→「順番番号 3：弱」→「順番番号 1：強」→... と 3 段階（すなわち $X = 3$ ）の光強度の変更をシーケンシャルに行うように、可変量設定部 40A は、順番番号を順次に光源駆動部 42 に送信する。なおこのとき、光検出器駆動部 44 へは順番番号が送信されないので、露光時間及びチャージアンプ回路のゲイン設定は何ら調整されず、入力部 38 が光検出器 16 より取得する露光終了信号は、一定の周期で取得され、光検出器 16 の感度も時間によらず一定である。

【0038】

また、段階的に露光時間を変更する場合、可変量設定部 40A は、順番信号を光検出器駆動部 44 に送信することができる。光検出器駆動部 44 は、設定されている露光時間の情報を、この送信されてきた順番信号に基づいて変更するように、順番信号に露光時間が関連付けられている。そして、光検出器駆動部 44 は、この変更によって新たに設定された露光時間の情報を、出力部 46 を介して光検出器 16 の露光時間調整機能部 16A に送信する。露光時間調整機能部 16A は、この光検出器駆動部 44 からの露光時間の情報に従った露光時間で、センサ部 12 からの各波長の検出信号の検出を行うことで、センサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号を調整することができる。

【0039】

従って、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16A によって露光時間を段階的に変更する場合には、図 7 のタイムチャートに示すように、「順番番号 1：長」→「順番番号 2：中」→「順番番号 3：短」→「順番番号 1：長」→... と 3 段階の露光時間の変更をシーケンシャルに行うように、可変量設定部 40A は、順番信号を順次に光検出器駆動部 44 に送信する。これにより、入力部 38 が光検出器 16 より取得する露光終了信号は、一定周期とはならず、時間と共に変化する。なおこのとき、光源駆動部 42 には、順番信号が出力されないで、光源 14 が出射する光の強度は、時間によらず一定となる。また、光検出器駆動部 44 では、順番信号に対して光検出器 16 のチャージアンプ回路のゲイン設定は関連付けられていないので、光検出器 16 の感度も時間によらず一定である。

【0040】

あるいは、段階的に光検出器 16 のチャージアンプ回路のゲイン設定を変更する場合、可変量設定部 40A は、順番信号を光検出器駆動部 44 に送信することができる。光検出器駆動部 44 は、設定されているチャージアンプ回路のゲイン設定の情報を、この送信さ

10

20

30

40

50

れてきた順番信号に基づいて変更するように、順番信号にチャージアンプ回路のゲイン設定が関連付けられている。そして、光検出器駆動部 44 は、この変更によって新たに設定されたチャージアンプ回路のゲイン設定の情報を、出力部 46 を介して光検出器 16 の感度調整機能部 16B に出力する。感度調整機能部 16B は、この光検出器駆動部 44 からのチャージアンプ回路のゲイン設定の情報に従った感度で、センサ部 12 からの各波長の検出信号の検出を行うことで、センサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号を調整することができる。

【0041】

従って、光検出器 16 の感度調整機能部 16B によってチャージアンプ回路のゲイン設定を段階的に変更する場合には、図 8 のタイムチャートに示すように、入力部 38 が光検出器 16 より露光終了信号を取得する毎に、「順番番号 1 : ゲイン大」→「順番番号 2 : ゲイン中」→「順番番号 3 : ゲイン小」→「順番番号 1 : ゲイン大」→... と 3 段階の感度の変更をシーケンシャルに行うように、可変量設定部 40A は、順番信号を順次に光検出器駆動部 44 に設定する。なおこのとき、光検出器駆動部 44 では、順番番号に対して露光時間が関連付けられていないので、露光時間は何ら調整されず、入力部 38 が光検出器 16 より取得する露光終了信号は、一定の周期で取得されることとなる。また、光源駆動部 42 には、順番信号が出力されないため、光源 14 が出射する光の強度も、時間によらず一定となる。

【0042】

なお、光検出器駆動部 44 における順番信号に対する光検出器 16 の露光時間または光検出器 16 の感度の関連付けは、工場出荷時等に予め行っておく。あるいは、入力機器 56 から入力部 38 に入力されるセンサ識別情報に基づいて、関連付けを変更できるようにしても良い。

【0043】

可変量設定部 40A が順番信号を光源駆動部 42 と光検出器駆動部 44 のどちらに送信するかについても、工場出荷時等に予め行っておいても良いし、入力機器 56 から入力部 38 に入力されるセンサ識別情報に基づいて選択するようにしても良い。

【0044】

また、可変量設定部 40A がシーケンシャルに変更する段階数 X は、3 段階 ($X = 3$) に限るものではなく、2 段階 ($X = 2$) でも良いし、4 段階以上 ($X \geq 4$) であっても良いことは勿論である。

【0045】

記憶部 48 は、使用可能なセンサ部 12 の種類毎に、光検出器 16 及び光源 14 の各種設定に応じた曲率特性情報を予め記憶している。

【0046】

曲率演算部 50 は、入力部 38 が取得した調整に応じた検出信号のうちの最適な光量情報 (詳細は後述する) と、入力機器 56 から入力部 38 に入力されるセンサ識別情報に対応する記憶部 48 に格納されている光検出器 16 及び光源 14 の各種設定に応じた曲率特性情報と、に基づいて、センサ部 12 の各被検出部 26 (第 1 の被検出部 26 - 1、第 2 の被検出部 26 - 2、...、第 n の被検出部 26 - n) の曲率情報を算出する。曲率演算部 50 は、算出した各被検出部 26 の曲率情報を形状演算部 52 に送信する。

【0047】

形状演算部 52 は、各被検出部 26 の曲率情報を、内視鏡の挿入部等の構造体の形状情報へ変換する。形状演算部 52 は、この構造体の形状情報を、出力部 46 を通じて表示部 58 へ送信する。

【0048】

表示部 58 は、構造体の形状情報を表示する。

【0049】

なお、光検出器 16 として、図 9A に示すように、検出波長つまり露光する波長が同期信号に応じて切り替わるタイプのものを使用しても良い。但し、このタイプの光検出器 1

10

20

30

40

50

6を使用する場合には、露光時間調整機能部16Aによって露光時間を段階的に変更する際に、その変更された露光時間内に全波長($\lambda_1 \sim \lambda_m$: $m > n$)が露光されるように、同期信号の周期(周波数)を調整することが必要である。

【0050】

また、単純に同期信号の周期(周波数)を調整しただけでは、露光時間を「短」としたときに、各波長についての露光時間が短くなり、AD変換器54が高精度なデータを全て取得できなくなるおそれがある。一方、センサ部12の複数の被検出部26について利用する波長つまり曲率演算に使用する波長は、全波長($\lambda_1 \sim \lambda_m$)のうちの一部、例えば $\lambda_4 \sim \lambda_{m-2}$ (この場合には $n = m - 5$ となる)だけであり、これら曲率演算に使用する波長の検出信号のみを高精度に取得できれば良い。そこで、図9Bに示すように、各被検出部26に対応する波長では周期が長く(周波数が低く)なり、且つ、曲率演算に使用しない波長では周期が短く(周波数が高く)なるような同期信号とすることが望ましい。

10

【0051】

そこで、光検出器駆動部44は、露光時間情報を「短」に設定した場合には、このような波長に応じた可変の同期信号が出力部46から光検出器16へ供給されるように、同期信号の設定情報も変更することができる。

【0052】

なお、このような同期信号の可変については、露光時間情報を「短」に設定した場合に限らず、本実施形態のようなシーケンシャルなX段階の変更を行う場合には常に実施するようにしても良い。前述したようなシーケンシャルな変更、例えば3段階の変更を行うとすると、プロセッサ部22が曲率演算のために使用する光量情報の取得には、変更を行わない場合に比べて3倍の時間がかかることになる。使用する波長域に応じて同期信号を可変することで、1回の曲率演算に必要なトータルの光量情報取得時間を減少させることが可能となる。

20

【0053】

以下、本第1実施形態に係る形状演算装置10のプロセッサ部22の動作を、図10のフローチャートを参照して、さらに説明する。

【0054】

入力部38が入力機器56から曲率導出開始信号を受信すると、このフローチャートの動作が開始され、まず、分解能向上機能部40は、可変量設定部40Aが送信すべき順番番号nを1にする、すなわち $n = 1$ と初期設定する(ステップS101)。

30

【0055】

その後、分解能向上機能部40は、可変量設定部40Aにより、順番信号を光源駆動部42または光検出器駆動部44に送信する(ステップS102)。

【0056】

そして、順番信号を受信した光源駆動部42または光検出器駆動部44は、この可変量設定部40Aからの順番信号に基づいて、当該光源駆動部42または光検出器駆動部44の設定を変更し(ステップS103)、その設定された情報を出力部46を通じて光源14または光検出器16へ送信する(ステップS104)。これにより、順番番号に対応する光強度、露光時間、または感度の設定が変更される。

40

【0057】

このように設定変更がなされた後、光源14から光の出射が開始されて、光検出器16がセンサ部12からの光における各波長の光量検出を開始する(ステップS105)。検出された光量情報は、AD変換器54を介して入力部38に入力される。この入力された光量情報は、入力部38内に構成した不図示のメモリに一時的に記憶される。あるいは、光量情報は、入力部38から記憶部48に供給して、そこに記憶するようにしても構わない。

【0058】

光検出器16は、全波長($\lambda_1 \sim \lambda_m$)の光量を検出し終えたならば、露光終了信号を出力する。そこで、入力部38が光検出器16から、この露光終了信号を受信すると(ス

50

テップ S 1 0 6)、分解能向上機能部 4 0 は、1 シーケンス (X 段階) のデータ取得が終了したか否か、つまり $n = X$ か否かを判別する (ステップ S 1 0 7)。

【 0 0 5 9 】

ここで、1 シーケンスのデータ取得が終了していない、つまり $n < X$ であると判別した場合には、順番番号に 1 を加える、すなわち $n = n + 1$ とする (ステップ S 1 0 8)。そして、動作は、上記ステップ S 1 0 2 の処理に戻る。

【 0 0 6 0 】

このようにして、ステップ S 1 0 2 乃至ステップ S 1 0 8 でなるルーチン A が繰り返される。これにより、X 段階の設定情報で設定された光強度、露光時間、または感度で、光量情報が検出される。

10

【 0 0 6 1 】

例えば、図 1 1 に示すように、 $n = 1$ であるシーケンシャル 1 では、光強度、露光時間、または感度の設定情報が、図 3 B に示したような光伝達量が小さくなる光導通部材 2 4 が被検出部 2 6 が設けられた側とは反対側に湾曲したときに、光検出器 1 6 の検出信号の最大値がほぼ当該光検出器 1 6 の測定限界となるような値に設定される。従って、このような湾曲状態であっても、各被検出部 2 6 に対応する波長の光量が検出でき、全ての被検出部 2 6 の光量情報が高い分解能で取得できる。なお、図 1 1 において、黒丸が各被検出部 2 6 に対応して取得される光量情報を示している。

【 0 0 6 2 】

しかしながら、このような設定情報では、図 3 A に示したような光伝達量の中となる光導通部材 2 4 が湾曲しないときや、図 3 C に示したような光伝達量が大となる光導通部材 2 4 が被検出部 2 6 が設けられた側に湾曲したときには、光検出器 1 6 の検出信号が光検出器 1 6 の測定限界を超えたオーバーシュートとなる部分が発生してしまい、このオーバーシュート部分では光量情報を取得することができない。

20

【 0 0 6 3 】

そこで、次の $n = 2$ であるシーケンシャル 2 において、光強度、露光時間、または感度の設定情報が、図 3 A に示したような光伝達量の中となる光導通部材 2 4 が湾曲しないときに、光検出器 1 6 の検出信号の最大値がほぼ当該光検出器 1 6 の測定限界となるような値に設定される。これにより、シーケンシャル 1 の設定ではオーバーシュートとなって取得できなかった光量情報について、高い分解能で取得することが可能となる。

30

【 0 0 6 4 】

しかしながら、このようなシーケンシャル 2 の設定情報であっても、図 3 C に示したような光伝達量が大となる光導通部材 2 4 が被検出部 2 6 が設けられた側に湾曲したときには、まだオーバーシュートとなる部分が発生してしまう。

【 0 0 6 5 】

そこで、更に次の $n = 3$ であるシーケンシャル 3 において、光強度、露光時間、または感度の設定情報が、図 3 C に示したような光伝達量が大となる光導通部材 2 4 が被検出部 2 6 が設けられた側に湾曲したときに、光検出器 1 6 の検出信号の最大値がほぼ当該光検出器 1 6 の測定限界となるような値に設定される。これにより、シーケンシャル 1 及び 2 の設定ではオーバーシュートとなって取得できなかった光量情報について、高い分解能で取得することが可能となる。

40

【 0 0 6 6 】

こうして、シーケンス 1 ~ X (図 1 1 の例では $X = 3$) の 1 シーケンスのデータ取得が終了したならば、上記ステップ S 1 0 7 において $n = X$ であると判別される。そして、曲率演算部 5 0 は、光検出器 1 6 から取得した複数 (X 段階) の設定情報での光量情報の中から、曲率演算に使用する最適な光量情報を選択する (ステップ S 1 0 9)。

【 0 0 6 7 】

すなわち、シーケンシャル 1 において全ての被検出部 2 6 の光量情報が取得できた場合には、曲率演算部 5 0 は、それらを曲率演算に使用する最適な光量情報として選択する。これに対して、オーバーシュートにより取得できなかった被検出部 2 6 の光量情報が存在

50

する場合には、その被検出部 26 の光量情報については、曲率演算部 50 は、シーケンシャル 2 で取得した光量情報を選択する。さらに、このシーケンシャル 2 においてもオーバーシュートにより取得できなかった被検出部 26 の光量情報が存在する場合には、その被検出部 26 の光量情報については、曲率演算部 50 は、シーケンシャル 3 で取得した光量情報を選択する。このように、曲率演算部 50 は、オーバーシュートしていない最適な（最も大きな）光量情報を選択する。あるいは、波長毎に、シーケンシャル 1 乃至 3 の何れの検出信号を光量情報として選択するかを予め決めておいても良い。

【0068】

そして、曲率演算部 50 は、これら選択した使用する光量情報でのセンサ部 12 の曲率特性情報を記憶部 48 から取得し、被検出部 26 の曲率を算出する（ステップ S110）。すなわち、使用する各光量情報がシーケンシャル 1 乃至 3 の何れのものかにより曲率特性情報は異なるため、各光量情報に応じた曲率特性情報を取得して、各光量情報に対応する被検出部 26 の曲率を算出することになる。

10

【0069】

形状演算部 52 は、曲率演算部 50 で算出した被検出部 26 の曲率と、先見情報である被検出部 26 の位置情報とを基に、構造体の形状を作成する（ステップ S111）。そして、形状演算部 52 は、この作成した構造体の形状を、出力部 46 を介して表示部 58 にて表示する（ステップ S112）。

【0070】

その後、上記ステップ S101 からの動作が繰り返される。

20

【0071】

このようにして、ステップ S101 乃至ステップ S112 でなるルーチン B が繰り返される。これにより、構造体の変位に応じた構造体の形状を表示部 58 に更新表示していくことができる。

【0072】

そして、以上のようなルーチン A またはルーチン B の実行中に、入力部 38 が入力機器 56 から曲率導出終了信号を受信すると（ステップ S120）、このフローチャートの処理が終了される。

【0073】

以上のように、本第 1 実施形態に係る形状演算装置 10 は、複数の被検出部 26 各々に応じた波長について検出される光量が複数の被検出部 26 の各々の形状に応じて異なるように構成されたセンサ部 12 を用いて取得された波長と光量との関係である光量情報を検出する光検出器 16 と、光量情報に基づき複数の被検出部 26 の各々の形状に関わる演算を行う曲率演算部 50 と、センサ部 12 に入力される光の強度、及びセンサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号である光検出器 16 の検出信号、のうちの一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部（分解能向上機能）と、を備える。ここで、設定変更部は、分解能向上機能部 40 の可変量設定部 40A に加えて、光源駆動部 42 及び光源 14 の電流調整機能部 14A と、光検出器駆動部 44 及び光検出器 16 の露光時間調整機能部 16A と、光検出器駆動部 44 及び光検出器 16 の感度調整機能部 16B と、の何れか一つを含む。

30

40

【0074】

このような形状演算装置 10 は、センサ部 12 に入力される光の強度、及びセンサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号、のうちの一方のダイナミックレンジを変更することで、複数の被検出部 26 を有するセンサ部 12 から波長と光量との関係である光量情報を高精度に取得することができるようになるので、被検出部 26 各々の形状を正確に算出できるようになる。

【0075】

すなわち、分解能向上機能部 40 の可変量設定部 40A と光検出器駆動部 44 と光検出器 16 の露光時間調整機能部 16A とは、光検出器 16 の露光時間を変更することで、光検出器 16 の検出信号のダイナミックレンジを変更することができる。

50

【 0 0 7 6 】

なお、可変量設定部 4 0 A と光検出器駆動部 4 4 とは、光検出器 1 6 の検出に関する同期信号の周波数を変更することで、光検出器 1 6 の検出信号のダイナミックレンジを変更するようにしても良い。

【 0 0 7 7 】

あるいは、可変量設定部 4 0 A と光検出器駆動部 4 4 と光検出器 1 6 の感度調整機能部 1 6 B とは、光検出器 1 6 の検出感度を変更することで、光検出器 1 6 の検出信号のダイナミックレンジを変更することができる。

【 0 0 7 8 】

また、可変量設定部 4 0 A と光源駆動部 4 2 と光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A とは、センサ部 1 2 に入力する光強度を変更することで、センサ部に入力される光の強度のダイナミックレンジを変更することができる。

【 0 0 7 9 】

なお、形状演算装置 1 0 は、これらダイナミックレンジの変更の方法のうち使用する方法を指示する指示部としての入力機器 5 6 を更に備えることができる。

【 0 0 8 0 】

更に、形状演算装置 1 0 は、ダイナミックレンジの変更を段階的に行うことができ、この段階的な変更をシーケンシャルに行うことができる。

【 0 0 8 1 】

なお、形状演算装置 1 0 は、光を射出する光源 1 4 と、上記センサ部 1 2 と、をさらに備えることができる。ここで、センサ部 1 2 は、光源 1 4 から射出された光を導光する導光部材である光導通部材 2 4 と、光導通部材 2 4 に設けられた光学特性変化部材で構成される複数の被検出部材 3 6 であって光導通部材 2 4 によって導光される光のスペクトルに対して互いに異なる影響を与える複数の被検出部材 3 6 の各々を含む複数の被検出部 2 6 と、を含む。そして、光検出器 1 6 は、光導通部材 2 4 によって導光される光であって、複数の被検出部材 3 6 によって影響を受けた光を検出し、光量情報を出力する。

【 0 0 8 2 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。ここでは、前述の第 1 実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

第 1 実施形態に係る形状演算装置 1 0 では、露光終了信号に応じて光検出器 1 6 の検出信号の大きさが段階的に変わるように、光源 1 4 の光強度、光検出器 1 6 の露光時間、または光検出器 1 6 の感度の設定を、露光終了信号に応じてシーケンシャルに変更している。

【 0 0 8 4 】

これに対して、本第 2 実施形態に係る形状演算装置 1 0 では、光源 1 4 の光強度、光検出器 1 6 の露光時間、または光検出器 1 6 の感度の設定を、光検出器 1 6 の検出信号の大きさがどのような状態であるかを判定した上で、変更するようにしたものである。

【 0 0 8 5 】

そこで、本実施形態に係る形状演算装置 1 0 は、図 1 2 に示すように、プロセッサ部 2 2 の分解能向上機能部 4 0 が、可変量設定部 4 0 A に加えて、ダイナミックレンジの変更を行うか否かを判定する判定部 4 0 B を更に備え、可変量設定部 4 0 A が、この判定部 4 0 B の判定に応じて動作するようにしている。ここで、判定部 4 0 B は、光検出器 1 6 の検出信号を検出下限に関する閾値（下限閾値）及び検出上限に関する閾値（上限閾値）と比較することにより、検出信号が検出可能範囲にないと判定したとき、ダイナミックレンジの変更を行うと判定する。

【 0 0 8 6 】

なお、この判定部 4 0 B で用いるための上限閾値及び下限閾値は、記憶部 4 8 に予め記憶されている。あるいは、入力機器 5 6 から上限閾値及び下限閾値を入力して記憶部 4 8

10

20

30

40

50

に記憶させるようにしても良い。すなわち、入力機器 5 6 を、判定部 4 0 B での判定に関わる情報の変更を指示する指示部として用いることができる。

【 0 0 8 7 】

以下、本第 2 実施形態に係る形状演算装置 1 0 のプロセッサ部 2 2 の動作を、図 1 3 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 8 8 】

入力部 3 8 が入力機器 5 6 から曲率導出開始信号を受信すると、このフローチャートの動作が開始され、まず、分解能向上機能部 4 0 は、可変量設定部 4 0 A から光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 へ初期設定を送信すると共に、記憶部 4 8 から上限閾値及び下限閾値の情報を読み出して判定部 4 0 B へ送信する（ステップ S 2 0 1）。この可変量設定部 4 0 A からの初期設定に従って、光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 は、当該光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 の設定を変更し、その設定された情報を出力部 4 6 を通じて光源 1 4 または光検出器 1 6 へ送信する。これにより、光強度、露光時間、または感度の設定が初期状態に設定される。この光強度、露光時間、または感度の初期設定値は特に限定しないが、例えば、可変量設定部 4 0 A から光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 へ第 1 実施形態におけるシーケンシャル 2 の設定を指示する順番番号を送信することによって、シーケンシャル 2 の設定とすることができる。あるいは、光強度、露光時間、または感度の設定情報自体を直接、可変量設定部 4 0 A から光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 へ送信することで、その設定情報に従った設定変更が行われるようにしても良い。

【 0 0 8 9 】

このように初期設定がなされることで、光源 1 4 から光の出射が開始されて、光検出器 1 6 がセンサ部 1 2 からの光における各波長の光量検出を開始する（ステップ S 1 0 5）。検出された光量情報は、A/D変換器 5 4 を介して入力部 3 8 に入力され、入力部 3 8 内に構成した不図示のメモリ、あるいは、記憶部 4 8 に記憶される。

【 0 0 9 0 】

光検出器 1 6 は、全波長（ $\lambda 1 \sim \lambda m$ ）の光量を検出し終えたならば、露光終了信号を出力する。そこで、入力部 3 8 が光検出器 1 6 から、この露光終了信号を受信すると（ステップ S 1 0 6）、分解能向上機能部 4 0 の判定部 4 0 B は、光検出器 1 6 からの検出信号が上限閾値を超えたか否かを判別する（ステップ S 2 0 2）。なお、この上限閾値は、光検出器 1 6 の測定限界より僅かに小さい値であることが望ましい。また、この判定部 4 0 B による判定は、光検出器 1 6 の検出信号の全ての波長に関して行っても良いし、予め指定された一つ又は複数の特定の波長についてのみ行うようにしても構わない。

【 0 0 9 1 】

例えば、図 1 4 A に示すように、曲率演算に使用する光量情報の一つ（例えば光量情報 D $\lambda 2$ ）が上限閾値を超えた場合、すなわち光検出器 1 6 の検出信号のうち曲率演算に使用する一つの波長の光強度が上限閾値を超えた場合、判定部 4 0 B は、そのことを示す情報を可変量設定部 4 0 A に出力する。

【 0 0 9 2 】

このような曲率演算に使用する光量情報の一つが上限閾値を超えたことを示す情報を受けると、可変量設定部 4 0 A は、図 1 4 B に示すように光検出器 1 6 の検出信号が小さくなるように、光源 1 4 または光検出器 1 6 の設定を変更する（ステップ S 2 0 3）。すなわち、可変量設定部 4 0 A は、光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A、または光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A、または光検出器 1 6 の感度調整機能部 1 6 B の設定を、光検出器 1 6 の検出信号が小さくなるように変更するための順番番号または設定情報を、光源駆動部 4 2 または光検出器駆動部 4 4 へ送信する。そして、動作は、上記ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

【 0 0 9 3 】

なお、ステップ S 2 0 3 において光源 1 4 または光検出器 1 6 の設定を変更するだけでなく、判定部 4 0 B の判定基準である上限閾値も変更するようにしても構わない。すなわ

ち、設定変更後の光検出器 16 の検出信号に最適な上限閾値に変更することができる。

【0094】

このようにして、ステップ S 105、ステップ S 106、ステップ S 202、及びステップ S 203 となるルーチン A が繰り返されることができる。すなわち、設定変更後も上限閾値を超える際は、光検出器 16 の検出信号が更に小さくなるように、光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16 A、または感度調整機能部 16 B の設定が、光源 14 または光検出器駆動部 44 を通じて変更される。このように、光検出器 16 の検出信号を最適な設定で取得できるよう、光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16 A、または光検出器 16 の感度調整機能部 16 B の設定変更が段階的に行われることができる。

10

【0095】

一方、上記ステップ S 202 において、判定部 40 B が、光検出器 16 からの検出信号が上限閾値を超えていないと判別した場合には、判定部 40 B は、更に、光検出器 16 からの検出信号が下限閾値より小さいか否かを判別する（ステップ S 204）。なお、この判定部 40 B による判定についても、上限閾値に対する判定の場合と同様、光検出器 16 の検出信号の全ての波長に関して行っても良いし、予め指定された一つ又は複数の特定の波長についてのみ行うようにしても構わない。

【0096】

例えば、図 15 A に示すように、曲率演算に使用する光量情報の一つ（例えば光量情報 D λ 4）が下限閾値を下回った場合、判定部 40 B は、そのことを示す情報を可変量設定部 40 A に出力する。これを受けて、可変量設定部 40 A は、図 15 B に示すように光検出器 16 の検出信号が大きくなるように、光源 14 または光検出器 16 の設定を変更する（ステップ S 205）。すなわち、可変量設定部 40 A は、光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16 A、または光検出器 16 の感度調整機能部 16 B の設定を、光検出器 16 の検出信号が大きくなるように変更するための順番番号または設定情報を、光源駆動部 42 または光検出器駆動部 44 へ送信する。これにより、例えば、上記ステップ S 203 で光検出器 16 の検出信号が小さくなるように設定変更した結果、光検出器 16 の検出信号が下限閾値を下回ってしまうようになった際は、一段階前の設定に戻るよう、光源 14 または光検出器 16 の設定を変更することができる。そして、動作は、上記ステップ S 105 の処理に戻る。

20

30

【0097】

なお、ステップ S 205 において光源 14 または光検出器 16 の設定を変更するだけでなく、判定部 40 B の判定基準である下限閾値も変更するようにしても構わない。すなわち、設定変更後の光検出器 16 の検出信号に最適な下限閾値に変更することができる。

【0098】

このようにして、ステップ S 105、ステップ S 106、ステップ S 202、ステップ S 204、及びステップ S 205 となるルーチン B が繰り返されることができる。すなわち、設定変更後も下限閾値を下回る際は、光検出器 16 の検出信号が更に大きくなるように、光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16 A、または感度調整機能部 16 B の設定が、光源駆動部 42 または光検出器駆動部 44 を通じて変更される。このように、光検出器 16 の検出信号を最適な設定で取得できるよう、光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光時間調整機能部 16 A、または光検出器 16 の感度調整機能部 16 B の設定変更が段階的に行われることができる。

40

【0099】

そして、上記ステップ S 202 において、判定部 40 B が、光検出器 16 からの検出信号が上限閾値を超えていないと判別し、且つ、上記ステップ S 204 において、判定部 40 B が、光検出器 16 からの検出信号が下限閾値を下回っていないと判別した場合には、曲率演算部 50 は、記憶部 48 から、光源 14 及び光検出器 16 の設定に応じた曲率特性情報を取得する（ステップ S 206）。すなわち、曲率演算部 50 は、分解能向上機能部 40 の可変量設定部 40 A からの光源 14 の電流調整機能部 14 A、光検出器 16 の露光

50

時間調整機能部 16 A、または光検出器 16 の感度調整機能部 16 B の設定情報に基づいた曲率特性情報を、記憶部 48 から取得する。そして、曲率演算部 50 は、取得した光検出器 16 の検出信号とこの曲率特性情報とを基に、各被検出部 26 の曲率を算出する（ステップ S 207）。

【0100】

その後のステップ S 111 の構造体の形状作成の処理とステップ S 112 の形状表示の処理とは、第 1 実施形態と同様である。

【0101】

その後、上記ステップ S 105 からの動作が繰り返される。

【0102】

このようにして、ステップ S 105 乃至ステップ S 112 となるルーチン C が繰り返される。これにより、構造体の変位に応じた構造体の形状を表示部 58 に更新表示していくことができる。

【0103】

そして、以上のようなルーチン A またはルーチン B またはルーチン C の実行中に、入力部 38 が入力機器 56 から曲率導出終了信号を受信すると（ステップ S 220）、このフローチャートの処理が終了される。

【0104】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。ここでは、前述の第 1 実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0105】

第 1 実施形態に係る形状演算装置 10 では、センサ部 12 に入力する光強度、光検出器 16 の露光時間、及び光検出器 16 の検出感度の何れかを変更することで、センサ部 12 に入力される光の強度、及びセンサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号、のうちの一方のダイナミックレンジを変更する。すなわち、第 1 実施形態は、光検出器 16 にて光量から電気信号へ変換する前または変換する際に、分解能向上機能部 40 が介入することを特徴とするものである。

【0106】

これに対して、本第 3 実施形態に係る形状演算装置 10 は、分解能向上機能部 40 が光量から電気信号へ変換した後に介入するようにしたことを特徴とする。すなわち、光検出器 16 からの検出信号のレンジを変更することで、センサ部 12 から出力された光に基づき光検出器 16 によって生成される電気信号のダイナミックレンジを変更する。より具体的には、電気信号のデジタル変換に関する変更が行われる。

【0107】

そのため、本実施形態に係る形状演算装置 10 は、図 16 に示すように、光検出器 16 からの光量情報をデジタルデータ化する A/D 変換器 54 の - 側の基準電圧と + 側の基準電圧とを示す基準電圧データを出力するプロセッサ部 22 内の A/D 変換器駆動部 60 と、基準電圧データを - 側基準電圧 REF - と + 側基準電圧 REF + に変換して A/D 変換器 54 に印加する D/A 変換器 62 と、を更に備える。分解能向上機能部 40 の可変量設定部 40 A は、上記基準電圧データをどのようにするかの指令値を A/D 変換器駆動部 60 へ送信する。A/D 変換器 54 は、印加された - 側基準電圧 REF - と + 側基準電圧 REF + の範囲で、光量情報のデジタル変換を行う。

【0108】

以下、本第 3 実施形態に係る形状演算装置 10 のプロセッサ部 22 の動作を、図 17 のフローチャートを参照して説明する。

【0109】

入力部 38 が入力機器 56 から曲率導出開始信号を受信すると、このフローチャートの動作が開始され、まず、分解能向上機能部 40 は、可変量設定部 40 A から可変量設定部から A/D 変換器 54 の基準電圧の設定を初期設定として A/D 変換器 54 に送信する（ステ

10

20

30

40

50

ップS301)。すなわち、図18Aに示すように、光検出器16の検出信号の測定限界～GND迄が、AD変換器54の変換ビット数であるXビットとなるような指令値を、初期設定として、可変量設定部40AからAD変換器駆動部60へ送信する。AD変換器駆動部60は、受信した指令値を、出力部46を通じてDA変換器62へ送信する。DA変換器62は、指定されたGNDの電圧を-側基準電圧REF-、測定限界の電圧を+側基準電圧REF+としてAD変換器54へ印加する。

【0110】

そして、分解能向上機能部40は、光源駆動部42に出力部46を介して光源14を駆動させると共に、光検出器駆動部44に出力部46を介して光検出器16へ露光開始信号を送信させて、光検出器16を駆動させる(ステップS302)。これにより、光検出器16がセンサ部12からの光における各波長の光量検出を開始する。

10

【0111】

入力部38は、光検出器16からAD変換器54にてデジタルデータ化された検出信号を受信し、入力部38内に構成した不図示のメモリ、あるいは、記憶部48に記憶する(ステップS303)。

【0112】

光検出器16は、全波長($\lambda_1 \sim \lambda_m$)の光量を検出し終えたならば、露光終了信号を出力する。そこで、入力部38が光検出器16から、この露光終了信号を受信すると(ステップS106)、分解能向上機能部40の可変量設定部40Aは、光検出器16の検出信号から曲率演算に使用する波長の検出信号の上限値と下限値を求める(ステップS304)。例えば、図18Aの例では、光検出器16の検出信号のうちの光量情報 $D_{\lambda 2}$ の値が検出信号の上限値、光量情報 $D_{\lambda 3}$ の値が検出信号の下限値として求められる。

20

【0113】

そこで、可変量設定部40Aは、デジタル変換する際の基準電圧REF+、REF-が検出信号の上限値、下限値付近になるように、AD変換器駆動部60を設定する(ステップS305)。すなわち、可変量設定部40Aは、求めた検出信号の最大値付近、最小値付近の値をAD変換器54の-側基準電圧REF-と+側基準電圧REF+となるよう指令値をAD変換器駆動部60へ送信する。AD変換器駆動部60は、受信した指令値を、出力部46を通じてDA変換器62へ送信する。DA変換器62は、指定された-側基準電圧REF-の電圧と+側基準電圧REF+の電圧とを、AD変換器54へ印加する。

30

【0114】

その後、分解能向上機能部40は、光源駆動部42に出力部46を介して光源14を駆動させると共に、光検出器駆動部44に出力部46を介して光検出器16へ露光開始信号を送信させて、光検出器16を駆動させる(ステップS306)。これにより、光検出器16がセンサ部12からの光における各波長の光量検出を開始する。

【0115】

入力部38は、光検出器16からAD変換器54にてデジタルデータ化された検出信号を受信し、入力部38内に構成した不図示のメモリ、あるいは、記憶部48に記憶する(ステップS307)。このとき、AD変換器54は、図18Aに示すように、印加された-基準電圧REF-と+側基準電圧REF+の範囲でデジタル変換を行っている。すなわち、AD変換器54は、光検出器16の検出信号のうちREF-～REF+迄が、AD変換器54の変換ビット数であるXビットとなるように、変換する。

40

【0116】

光検出器16は、全波長($\lambda_1 \sim \lambda_m$)の光量を検出し終えたならば、露光終了信号を出力する。そこで、入力部38が光検出器16から、この露光終了信号を受信すると(ステップS308)、曲率演算部50は、記憶部48に格納されているセンサ部12の曲率特性情報を取得し、取得した光検出器16の検出信号とこのセンサ部12の曲率特性情報とを基に、各被検出部26の曲率を算出する(ステップS309)。

【0117】

その後のステップS111の構造体の形状作成の処理とステップS112の形状表示の

50

処理とは、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 1 8 】

その後、上記ステップ S 3 0 1 からの動作が繰り返される。

【 0 1 1 9 】

このようにして、ステップ S 3 0 1 乃至ステップ S 1 1 2 でなるルーチン A が繰り返される。これにより、構造体の変位に応じた構造体の形状を表示部 5 8 に更新表示していくことができる。

【 0 1 2 0 】

そして、以上のようなルーチン A の実行中に、入力部 3 8 が入力機器 5 6 から曲率導出終了信号を受信すると（ステップ S 3 2 0 ）、このフローチャートの処理が終了される。

10

【 0 1 2 1 】

[第 4 実施形態]

次に、本発明の第 4 実施形態を説明する。ここでは、前述の第 2 実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

第 2 実施形態に係る形状演算装置 1 0 では、センサ部 1 2 に入力される光の強度、及びセンサ部 1 2 から出力された光に基づき光検出器 1 6 によって生成される電気信号である光検出器 1 6 の検出信号、のうちの一方のダイナミックレンジを変更する方法として、光源 1 4 の光強度、光検出器 1 6 の露光時間、及び光検出器 1 6 の感度の何れか一つの変量設定を使用している。

20

【 0 1 2 3 】

これに対して、本第 4 実施形態に係る形状演算装置 1 0 は、それら光源 1 4 の光強度、光検出器 1 6 の露光時間、及び光検出器 1 6 の感度、のうちの複数の可変量設定を組み合わせ使用するものである。これにより、本第 4 実施形態に係る形状演算装置 1 0 は、センサ部 1 2 に入力される光の強度、及びセンサ部 1 2 から出力された光に基づき光検出器 1 6 によって生成される電気信号である光検出器 1 6 の検出信号、の両方のダイナミックレンジを変更することも可能である。複数の組み合わせ方法としては、最初は、任意の一つの可変量設定で対応し、その可変量設定での対応が難しくなった場合は、別の可変量設定で対応することや、各種調整機能の二つ以上を組み合わせ、その中で順番に設定を変更することで対応する、などがある。

30

【 0 1 2 4 】

本第 4 実施形態に係る形状演算装置 1 0 は、図 1 9 に示すように、プロセッサ部 2 2 の分解能向上機能部 4 0 の可変量設定部 4 0 A が、光強度、露光時間、感度の何れかが任意の閾値を超えたか否かを判定する設定閾値判定部 4 0 A 1 を有している。可変量設定部 4 0 A は、最初、任意の可変量設定で対応し、必要に応じて別の可変量設定で対応する。例えば、最初は光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A による可変量設定で対応し、可変量設定部 4 0 A にて設定を行っていく中で光源 1 4 の電流設定指示値が任意の閾値を超えたことを設定閾値判定部 4 0 A 1 が判定した場合は、光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A による可変量設定で対応を行う。あるいは、最初は光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A や感度調整機能部 1 6 B による可変量設定で行い、必要に応じて別の可変量設定で対応

40

【 0 1 2 5 】

以下、本第 4 実施形態に係る形状演算装置 1 0 のプロセッサ部 2 2 の動作を、図 2 0 のフローチャートを参照して説明する。なお、このフローチャートは、最初は光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A による可変量設定で対応し、必要に応じて光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A による可変量設定で対応する場合の例を示している。

【 0 1 2 6 】

入力部 3 8 が入力機器 5 6 から曲率導出開始信号を受信すると、このフローチャートの動作が開始される。ここで、ステップ S 2 0 1 の初期設定と、ステップ S 1 0 5、ステップ S 1 0 6、ステップ S 2 0 2、及びステップ S 2 0 3 でなるルーチン A は、第 2 実施形

50

態と同様である。

【 0 1 2 7 】

そして、ステップ S 2 0 4 において、判定部 4 0 B が、図 2 1 A に示すように、光検出器 1 6 からの検出信号が下限閾値より小さいと判別した場合に、本実施形態では、分解能向上機能部 4 0 の可変量設定部 4 0 A は、光検出器 1 6 の検出信号が大きくなるよう光検出器 1 6 の露光時間の設定指示値を算出する（ステップ S 4 0 1）。例えば、現在の露光時間の設定指示値が A だったとすると、これに所定の時間 ΔT を加算した露光時間の設定指示値 B ($B = A + \Delta T$) を算出する。そして、可変量設定部 4 0 A は、設定閾値判定部 4 0 A 1 により、この算出した露光時間の設定指示値 B が露光時間閾値 E T を超えたか否か ($B < E T$) を判定する（ステップ S 4 0 2）。設定閾値判定部 4 0 A 1 が露光時間の設定指示値 B が露光時間閾値 E T を超えていないと判定した場合には、可変量設定部 4 0 A は、この算出した露光時間の設定指示値 B を光検出器駆動部 4 4 に送信することで、この露光時間に光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A の設定を変更する。なお、このとき、光検出器 1 6 の設定を変更するだけでなく、判定部 4 0 B の判定基準である下限閾値も変更するようにしても構わない。すなわち、設定変更後の光検出器 1 6 の検出信号に最適な下限閾値に変更することができる。その後、動作は、上記ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

10

【 0 1 2 8 】

このように露光時間を長くしたとしても、図 2 1 B に示すように、光検出器 1 6 からの検出信号が下限閾値より小さい場合、動作は、再度、ステップ S 2 0 4 からステップ S 4 0 1 の処理へと進む。そして、分解能向上機能部 4 0 の可変量設定部 4 0 A は、再度、光検出器 1 6 の検出信号が大きくなるよう光検出器 1 6 の露光時間の設定指示値を算出する。今度は、現在の露光時間の設定指示値 B に所定の時間 ΔT を加算した露光時間の設定指示値 C ($C = B + \Delta T$) が算出される。そして、ステップ S 4 0 2 において、設定閾値判定部 4 0 A 1 が露光時間の設定指示値 C が露光時間閾値 E T を超えていないと判定されれば、可変量設定部 4 0 A は、この算出した露光時間の設定指示値 C を光検出器駆動部 4 4 に送信することで、この露光時間に光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A の設定を変更する。なお、このとき、光検出器 1 6 の設定を変更するだけでなく、判定部 4 0 B の判定基準である下限閾値も変更するようにしても構わない。その後、動作は、上記ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

20

30

【 0 1 2 9 】

こうして再度、露光時間を長くしたとしても、図 2 1 C に示すように、光検出器 1 6 からの検出信号が下限閾値より小さい場合、動作は、再び、ステップ S 2 0 4 からステップ S 4 0 1 の処理へと進む。そして、分解能向上機能部 4 0 の可変量設定部 4 0 A は、再度、光検出器 1 6 の検出信号が大きくなるよう光検出器 1 6 の露光時間の設定指示値を算出する。今度は、現在の露光時間の設定指示値 C に所定の時間 ΔT を加算した露光時間の設定指示値 D ($D = C + \Delta T$) が算出される。もし、この算出した露光時間の設定指示値 D が露光時間閾値 E T を超えているとすると、ステップ S 4 0 2 において、設定閾値判定部 4 0 A 1 がそう判定する。このような場合には、可変量設定部 4 0 A は、光検出器 1 6 の露光時間は D ではなく露光時間閾値 E T の時間とし、光源 1 4 に流れる電流指示値を算出する（ステップ S 4 0 3）。すなわち、露光時間による設定変更が不可なため、電流による設定を行う。例えば、現在の光源 1 4 の電流指示値が Y だったとすると、これに所定の電流 ΔI を加算した光源 1 4 の電流指示値 Z ($Z = Y + \Delta I$) を算出する。そして、可変量設定部 4 0 A は、設定閾値判定部 4 0 A 1 により、この算出した光源 1 4 の電流指示値 Z が電流閾値 I T を超えたか否か ($Z < I T$) を判定する（ステップ S 4 0 4）。設定閾値判定部 4 0 A 1 が光源 1 4 の電流指示値 Z が電流閾値 I T を超えていないと判定した場合には、可変量設定部 4 0 A は、この算出した光源 1 4 の電流指示値 Z を光源駆動部 4 2 に送信することで、この電流指示値 Z に光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A の設定を変更する。なお、このとき、光源 1 4 の設定を変更するだけでなく、判定部 4 0 B の判定基準である下限閾値も変更するようにしても構わない。すなわち、設定変更後の光検出器 1 6 の

40

50

検出信号に最適な下限閾値に変更することができる。その後、動作は、上記ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

【 0 1 3 0 】

なお、ステップ S 4 0 4 において、設定閾値判定部 4 0 A 1 により算出した光源 1 4 の電流指示値 Z が電流閾値 I T を超えていると判定された場合には、可変量設定部 4 0 A は、光検出器 1 6 の露光時間は露光時間閾値 E T の時間とし、光源 1 4 に流れる電流についても電流閾値 I T とする（ステップ S 4 0 5）。すなわち、電流による設定変更も不可となった場合には、最大の電流に設定し、これ以上の設定変更は行わない。その後、動作は、上記ステップ S 1 0 5 の処理に戻る。

【 0 1 3 1 】

このようにして、ステップ S 1 0 5、ステップ S 1 0 6、ステップ S 2 0 2、ステップ S 2 0 4、及びステップ S 4 0 1 乃至ステップ S 4 0 であるルーチン B が繰り返されることができる。すなわち、設定変更後も下限閾値を下回る際は、光検出器 1 6 の検出信号が更に大きくなるように、光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A 及び光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A の設定が、光検出器駆動部 4 4 及び光源駆動部 4 2 を通じて変更される。このように、光検出器 1 6 の検出信号を最適な設定で取得できるよう、光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A 及び光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A の設定変更が段階的に行われることができる。

【 0 1 3 2 】

なお、電流による設定変更も不可となった場合に、更に光検出器 1 6 の感度調整機能部 1 6 B による可変量設定を行えるようにしても良いことは勿論である。

【 0 1 3 3 】

そして、上記ステップ S 2 0 2 において、判定部 4 0 B が、光検出器 1 6 からの検出信号が上限閾値を超えていないと判別し、且つ、上記ステップ S 2 0 4 において、判定部 4 0 B が、光検出器 1 6 からの検出信号が下限閾値を下回っていないと判別した場合には、動作は、ステップ S 2 0 4 からステップ S 2 0 6 の処理に進む。例えば、光源 1 4 の駆動電流を大きくして光源 1 4 から出射される光の強度を強くしたことで、図 2 1 D に示すように、光検出器 1 6 からの検出信号が下限閾値を上回る。ステップ S 2 0 6 の曲率特性情報の取得処理、ステップ S 2 0 7 の各被検出部 2 6 の曲率の算出処理、ステップ S 1 1 1 の構造体の形状作成の処理、及びステップ S 1 1 2 の形状表示の処理は、第 2 実施形態と同様である。

【 0 1 3 4 】

その後、上記ステップ S 1 0 5 からの動作が繰り返される。

【 0 1 3 5 】

このようにして、ステップ S 1 0 5 乃至ステップ S 1 1 2 であるルーチン C が繰り返される。これにより、構造体の変位に応じた構造体の形状を表示部 5 8 に更新表示していくことができる。

【 0 1 3 6 】

そして、以上のようなルーチン A またはルーチン B またはルーチン C の実行中に、入力部 3 8 が入力機器 5 6 から曲率導出終了信号を受信すると（ステップ S 4 2 0）、このフローチャートの処理が終了される。

【 0 1 3 7 】

以上のように、本第 4 実施形態に係る形状演算装置 1 0 は、センサ部 1 2 に入力される光の強度、及びセンサ部 1 2 から出力された光に基づき光検出器 1 6 によって生成される電気信号である光検出器 1 6 の検出信号、の二つのダイナミックレンジを変更する設定変更部（分解能向上機能）を備える。すなわち、光源駆動部 4 2 及び光源 1 4 の電流調整機能部 1 4 A と、光検出器駆動部 4 4 及び光検出器 1 6 の露光時間調整機能部 1 6 A と、光検出器駆動部 4 4 及び光検出器 1 6 の感度調整機能部 1 6 B と、の何れか二つ以上を含む。よって、ダイナミックレンジの変更の方法の二つ以上を組み合わせた変更を行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

さらに、第 3 実施形態のようなデジタル変換に関する変更を組み合わせることも可能なことは言うまでも無い。

【 0 1 3 9 】

なお、第 1 乃至第 4 実施形態に係る形状演算装置 10 は、内視鏡に搭載することができる。本明細書において、内視鏡とは、医療用内視鏡及び工業用内視鏡に限定するものではなく、被挿入体に挿入される挿入部を備える機器一般を指している。

【 0 1 4 0 】

以下、内視鏡として医療用内視鏡を例に説明する。

例えば、図 22 は、本実施形態に係る形状演算装置 10 の光導通部材 24 を、構造体としての内視鏡の挿入部 64 に沿って設置した内視鏡システムを示している。この内視鏡システムは、観察対象物である被検体（例えば体腔（管腔））内に挿入される構造体である細長い挿入部 64 と、該挿入部 64 の基端部と連結した操作部 66 と、接続ケーブル 68 と、が配設される内視鏡を含む。さらに、内視鏡システムは、内視鏡を制御するコントローラ 70 を含んでいる。

10

【 0 1 4 1 】

ここで、挿入部 64 は、挿入部 64 の先端部側から基端部側に向かって、先端硬質部と、湾曲する操作湾曲部と、可撓管部と、を有している。先端硬質部は、挿入部 64 の先端部であり、硬い部材となっている。この先端硬質部には、図示しない撮像部が設けられている。

20

【 0 1 4 2 】

操作湾曲部は、操作部 66 に設けられた湾曲操作ノブの内視鏡オペレータ（医師らの作業）による操作に応じて、所望の方向に湾曲する。オペレータは、この湾曲操作ノブを操作することで、操作湾曲部を湾曲させる。この操作湾曲部の湾曲により、先端硬質部の位置と向きが変えられ、観察対象物が撮像部の撮像範囲である観察視野内に捉えられる。こうして捉えられた観察対象物に対し、先端硬質部に設けられた図示しない照明窓から照明光が照射されて、観察対象物が照明させる。操作湾曲部は、図示しない複数の節輪が挿入部 64 の長手方向に沿って連結されることにより、構成される。節輪同士が互いに対して回転することで、操作湾曲部は湾曲する。

【 0 1 4 3 】

可撓管部は、所望な可撓性を有しており、外力によって曲がる。可撓管部は、操作部 66 から延出されている管状部材である。

30

【 0 1 4 4 】

接続ケーブル 68 は、操作部 66 とコントローラ 70 との間を接続している。

【 0 1 4 5 】

コントローラ 70 は、内視鏡の撮像部により撮像された観察画像に対して画像処理を施し、図示しない表示部に画像処理された観察画像を表示させる。そして、本実施形態では、図 22 に示すように、このコントローラ 70 に、形状演算装置 10 の光源 14、光検出器 16、光分岐部 18、及びプロセッサ部 22 を内蔵させ、光導通部材 24 を、このコントローラ 70 から接続ケーブル 68 及び操作部 66 内を経由して、挿入部 64 の長手軸方向に沿って延在配置する。反射部材 28 は、挿入部 64 の先端硬質部内に設ける。この場合、複数の被検出部 26 は、光導通部材 24 の内、挿入部 64 の操作湾曲部及び可撓管部内に対応する位置に設けられる。

40

【 0 1 4 6 】

なお、構造体は、この内視鏡に限定するものではなく、各種プローブ、カテーテル、オーバーシース（内視鏡やカテーテル等を挿入する際の補助に使う管）、などであっても良い。

【 0 1 4 7 】

以上、実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である

50

。

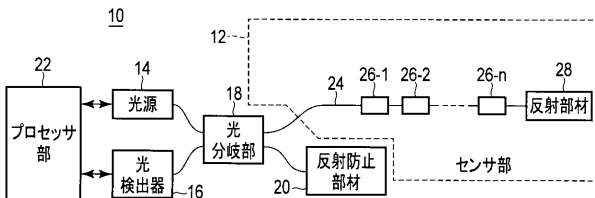
【符号の説明】

【0148】

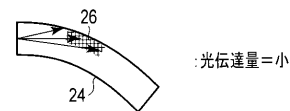
10 ... 形状演算装置、 12 ... センサ部、 14 ... 光源、 14A ... 電流調整機能部、 16 ... 光検出器、 16A ... 露光時間調整機能部、 16B ... 感度調整機能部、 18 ... 光分岐部、 20 ... 反射防止部材、 2、 2 ... プロセッサ部、 24 ... 光導通部材、 26、 26-1、 26-2、 26-n ... 被検出部、 28 ... 反射部材、 36 ... 被検出部材、 38 ... 入力部、 40 ... 分解能向上機能部、 40A ... 可変量設定部、 40A1 ... 設定閾値判定部、 40B ... 判定部、 42 ... 光源駆動部、 44 ... 光検出器駆動部、 46 ... 出力部、 48 ... 記憶部、 50 ... 曲率演算部、 52 ... 形状演算部、 54 ... AD変換器、 56 ... 入力機器、 58 ... 表示部、 60 ... AD変換器駆動部、 62 ... DA変換器、 64 ... 挿入部、 66 ... 操作部、 68 ... 接続ケーブル、 70 ... コントローラ。

10

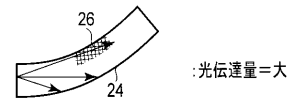
【図1】



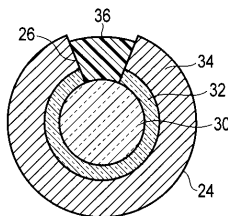
【図3B】



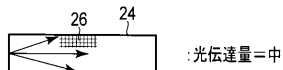
【図3C】



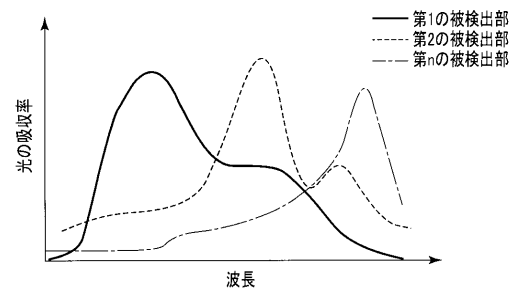
【図2】



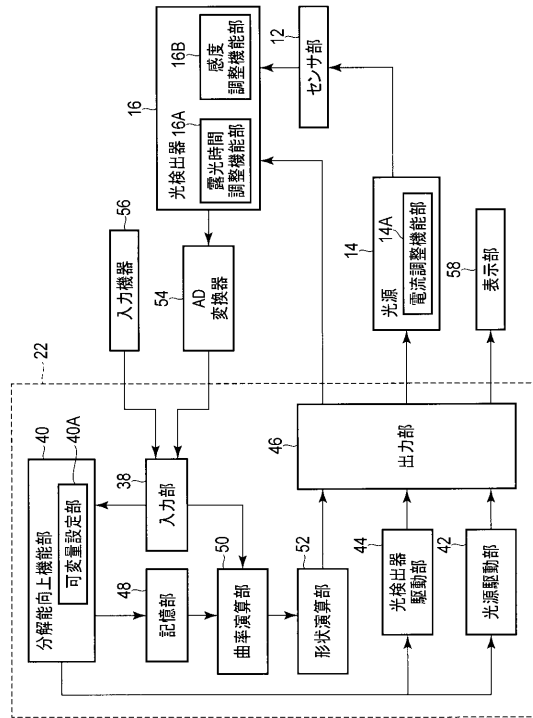
【図3A】



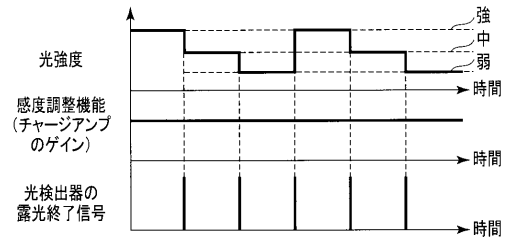
【図4】



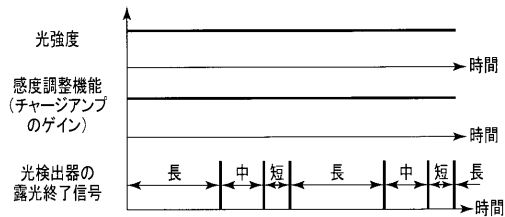
【図 5】



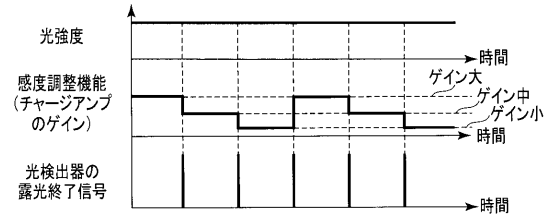
【図 6】



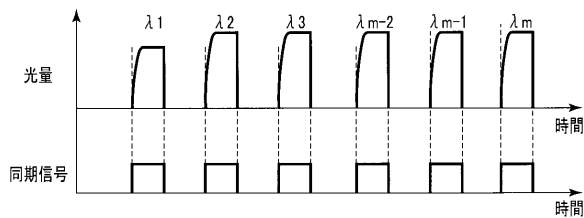
【図 7】



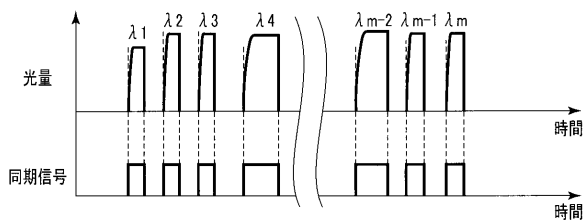
【図 8】



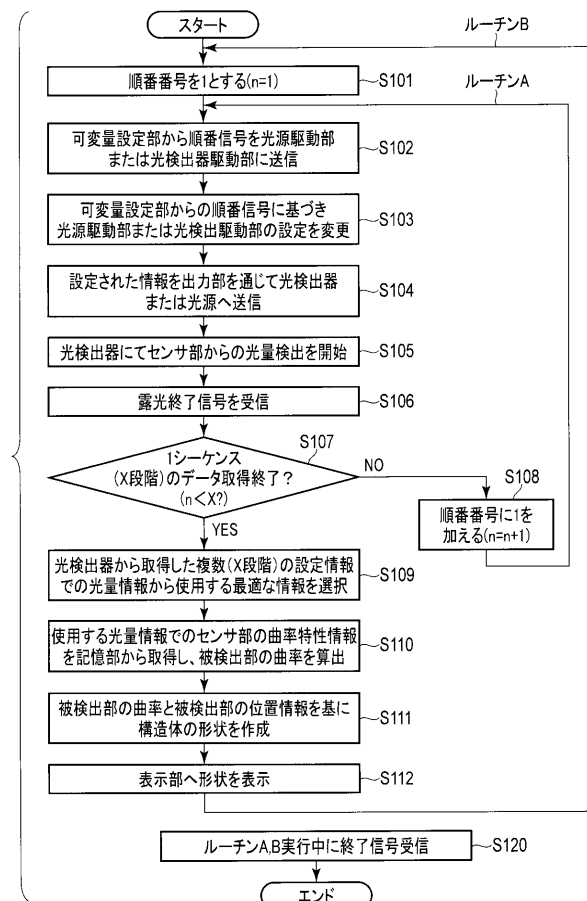
【図 9 A】



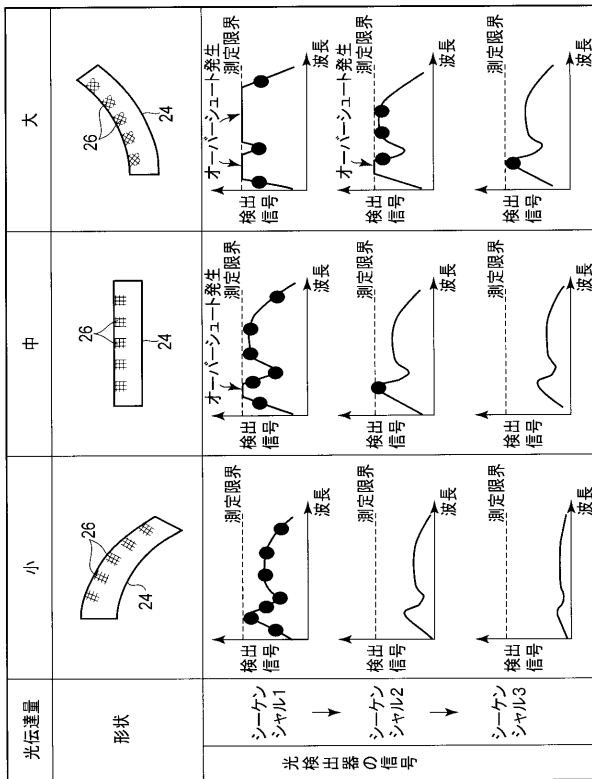
【図 9 B】



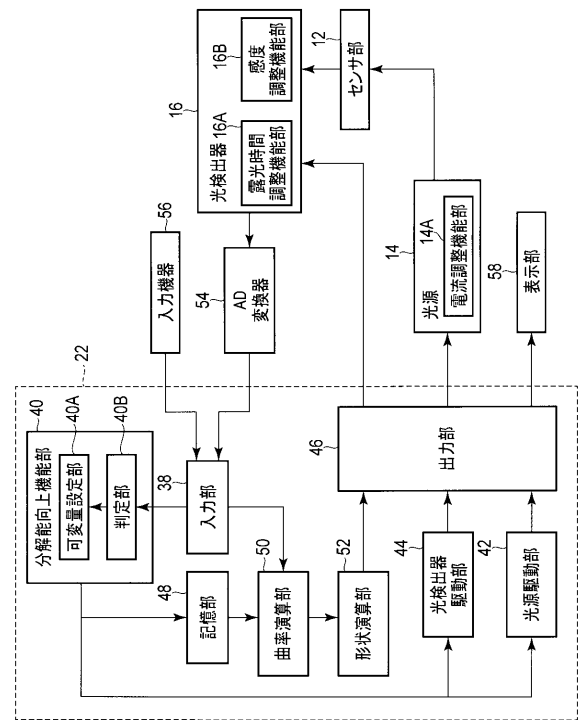
【図 10】



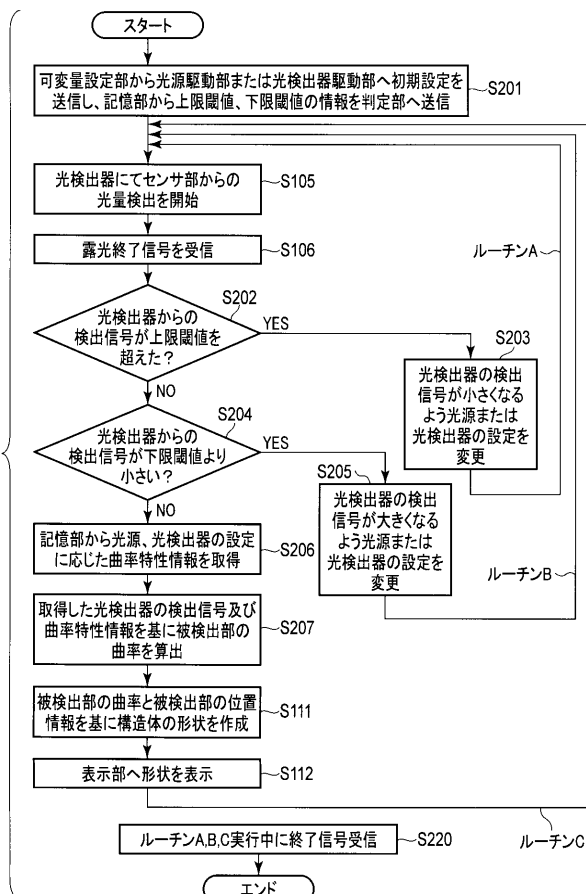
【図 1 1】



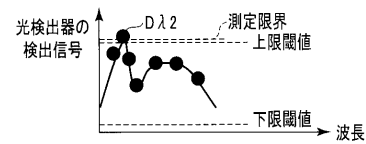
【図 1 2】



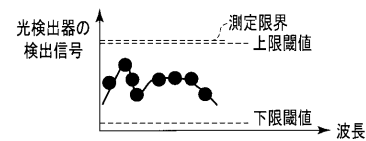
【図 1 3】



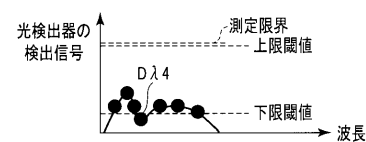
【図 1 4 A】



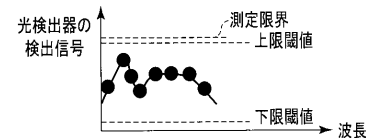
【図 1 4 B】



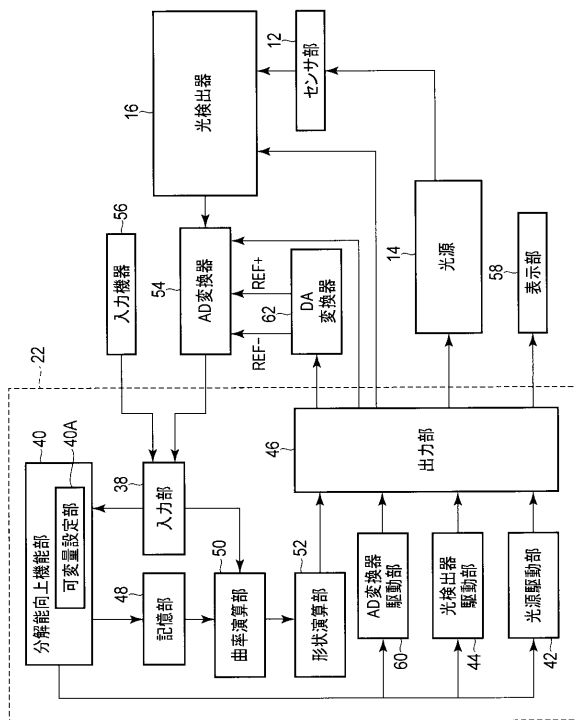
【図 1 5 A】



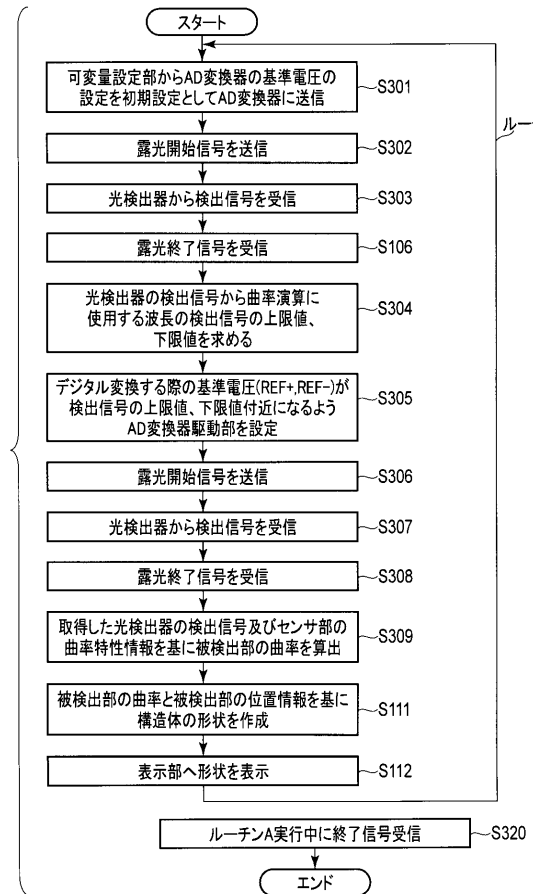
【図 1 5 B】



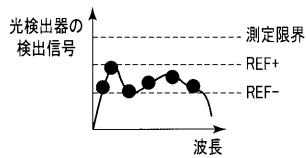
【図 16】



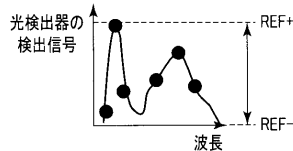
【図 17】



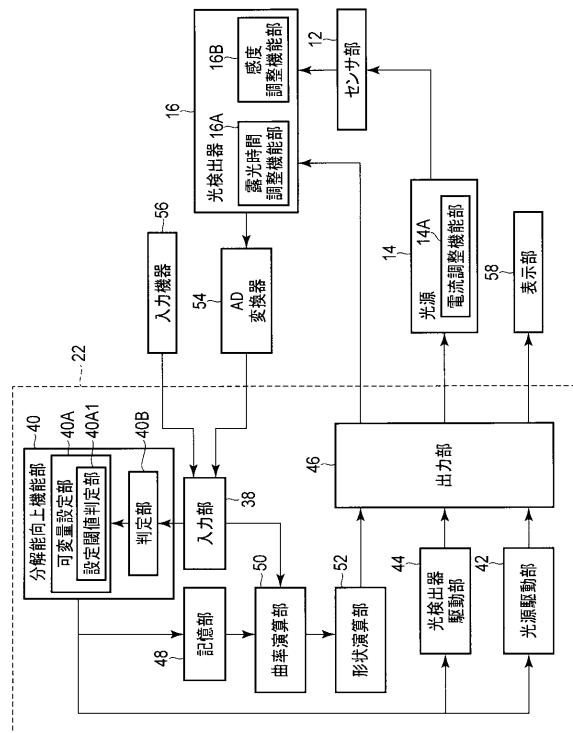
【図 18 A】



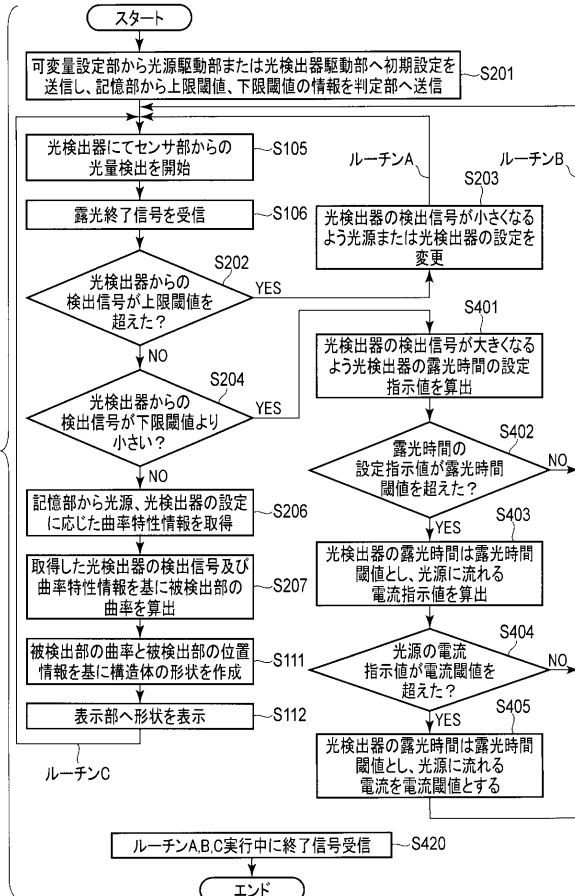
【図 18 B】



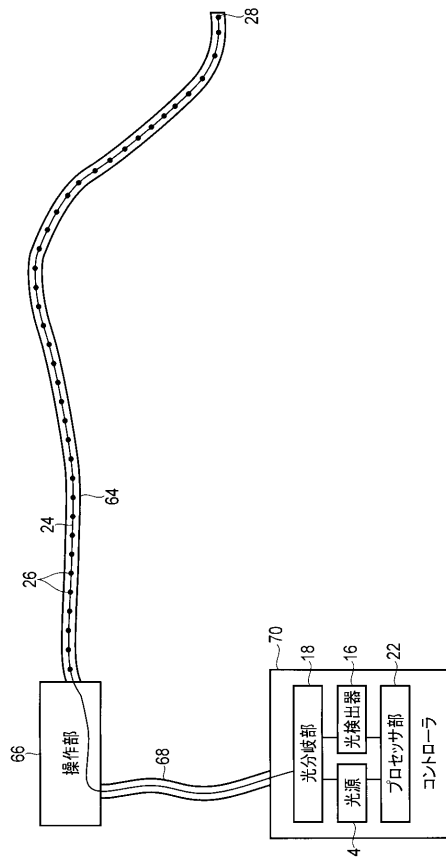
【図 19】



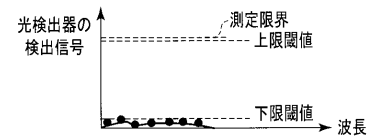
【図 20】



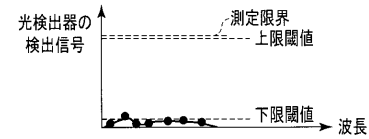
【図 22】



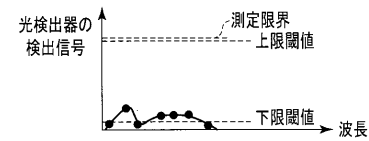
【図 21 A】



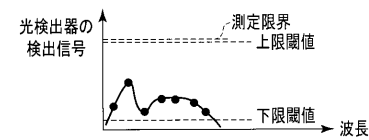
【図 21 B】



【図 21 C】



【図 21 D】



【手続補正書】

【提出日】平成30年1月9日(2018.1.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を射出する光源と、
形状演算対象となる構造体に設置され、前記光源から出射される光を導光する光ファイバと、

前記光ファイバの長手方向に沿って前記光ファイバに設けられた複数の被検出部とを備え、前記複数の被検出部は、互いに異なる光の吸収スペクトルを持ち、前記複数の被検出部は、前記光ファイバの湾曲形状に応じて、前記光ファイバによって伝搬されている光を吸収して光量を減少させ、さらに、

前記光ファイバによって伝搬され前記複数の被検出部によって光量が減少された光の、前記複数の被検出部の前記光の吸収スペクトルに含まれる複数の波長における光量情報を検出する光検出器と、

前記光量情報に基づき前記複数の被検出部の各々の形状に関わる演算を行う演算部と、前記光の吸収スペクトルに含まれる複数の波長の各々について、前記光ファイバに入力される光の強度、及び前記光ファイバから出力された光に基づき前記光検出器によって生成される電気信号、のうち少なくとも一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部とを備える形状演算装置。

【請求項 2】

前記設定変更部は、前記光検出器の露光時間を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 3】

前記設定変更部は、前記光検出器の検出に関する同期信号の周波数を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 又は 2 に記載の形状演算装置。

【請求項 4】

前記設定変更部は、前記光検出器の検出感度を変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 5】

前記設定変更部は、前記光検出器からの検出信号のレンジを変更することで、前記電気信号のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 6】

前記光検出器からの前記検出信号の前記レンジの変更は、デジタル変換に関する変更を含む請求項 5 に記載の形状演算装置。

【請求項 7】

前記設定変更部は、前記光ファイバに入力する光強度を変更することで、前記光ファイバに入力される光の強度のダイナミックレンジを変更する請求項 1 に記載の形状演算装置。

【請求項 8】

前記設定変更部は、前記ダイナミックレンジの変更の方法の二つ以上を組み合わせた変更を行う請求項 2 乃至 7 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 9】

前記設定変更部における前記ダイナミックレンジの変更を行うか否かを判定する判定部を更に備える請求項 2 乃至 4 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 10】

前記判定部は、前記光検出器の検出信号を検出下限及び検出上限と比較することにより、前記検出信号が検出可能範囲にないと判定したとき、前記ダイナミックレンジの変更を行うと判定する請求項 9 に記載の形状演算装置。

【請求項 11】

前記検出下限及び検出上限に関する閾値を格納する記憶部を更に備える請求項 10 に記載の形状演算装置。

【請求項 12】

前記判定部での判定に関わる情報の変更または前記設定変更部による前記ダイナミックレンジの変更の方法を指示する指示部を更に備える請求項 9 乃至 11 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 13】

前記設定変更部は、前記ダイナミックレンジの変更を段階的に行う請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の形状演算装置。

【請求項 14】

被検体に挿入される挿入部を備える内視鏡と、
前記内視鏡に接続されたコントローラと、
請求項 1 に記載の形状演算装置とを備え、
前記光ファイバは、前記内視鏡の前記挿入部に設けられ、
前記演算部は、前記コントローラに設けられ、前記光量情報に基づいて前記内視鏡の前記挿入部の形状を算出する内視鏡システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明の一態様に係る形状演算装置は、光を射出する光源と、形状演算対象となる構造体に設置され、前記光源から出射される光を導光する光ファイバと、前記光ファイバの長手方向に沿って前記光ファイバに設けられた複数の被検出部とを備える。前記複数の被検出部は、互いに異なる光の吸収スペクトルを持ち、前記複数の被検出部は、前記光ファイバの湾曲形状に応じて、前記光ファイバによって伝搬されている光を吸収して光量を減少させる。形状演算装置はさらに、前記光ファイバによって伝搬され前記複数の被検出部によって光量が減少された光の、前記複数の被検出部の前記光の吸収スペクトルに含まれる複数の波長における光量情報を検出する光検出器と、前記光量情報に基づき前記複数の被検出部の各々の形状に関わる演算を行う演算部と、前記光の吸収スペクトルに含まれる複数の波長の各々について、前記光ファイバに入力される光の強度、及び前記光ファイバから出力された光に基づき前記光検出器によって生成される電気信号、のうち少なくとも一方のダイナミックレンジを変更する設定変更部とを備える。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070295

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

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.
Y	WO 2015/019752 A1 (Olympus Corp.), 12 February 2015 (12.02.2015), paragraphs [0033] to [0055]; fig. 3A, 3B & JP 2015-34787 A	1-15
Y	JP 2013-190378 A (Omron Corp.), 26 September 2013 (26.09.2013), abstract; claims; paragraphs [0029] to [0038], [0053] to [0057]; fig. 4, 6 (Family: none)	1-15
Y	JP 53-96883 A (Ritsuo HASUMI), 24 August 1978 (24.08.1978), page 2, upper right column (Family: none)	5-6

☒ 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
11 September 2015 (11.09.15)Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070295

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 2007-506487 A (Tidal Photonics, Inc.), 22 March 2007 (22.03.2007), entire text; all drawings & US 2005/0228231 A1 & WO 2005/031436 A1 & EP 1709476 A1 & CA 2581668 A1	1-15
A	JP 2010-71878 A (Sharp Corp.), 02 April 2010 (02.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/070295	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B 1/00 - 1/32, G02B23/24 - 23/26			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	WO 2015/019752 A1 (オリンパス株式会社) 2015.02.12, [0033]~[0055]、図3A, 3B & JP 2015-34787 A	1-15	
Y	JP 2013-190378 A (オムロン株式会社) 2013.09.26, [要約]、[特許請求の範囲]、[0029]~[0038]、 [0053]~[0057]、図4, 6 (ファミリーなし)	1-15	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 11.09.2015		国際調査報告の発送日 29.09.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 渡▲辺▼ 純也 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 7 0 2 9 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 53-96883 A (蓮見律男) 1978. 08. 24, 第 2 頁右上欄 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2007-506487 A (タイダール フォトニクス, インク.) 2007. 03. 22, 全文全図 & US 2005/0228231 A1 & WO 2005/031436 A1 & EP 1709476 A1 & CA 2581668 A1	1-15
A	JP 2010-71878 A (シャープ株式会社) 2010. 04. 02, 全文全図 (ファミリーなし)	1-15

フロントページの続き

(72)発明者 高山 晃一

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

(72)発明者 藤田 浩正

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

(72)発明者 佐藤 憲

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA21 BA23 DA51

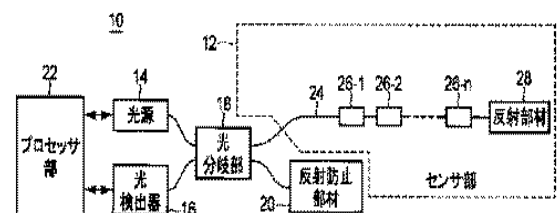
4C161 CC06 DD03 FF21 FF46 HH55

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

专利名称(译)	形状演算装置		
公开(公告)号	JPWO2017009984A1	公开(公告)日	2018-06-07
申请号	JP2017528084	申请日	2015-07-15
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	高山晃一 藤田浩正 佐藤憲		
发明人	高山 晃一 藤田 浩正 佐藤 憲		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00		
FI分类号	G02B23/24.A A61B1/00.552		
F-TERM分类号	2H040/BA21 2H040/BA23 2H040/DA51 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF21 4C161/FF46 4C161/HH55		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹤饲 饭野滋		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

形状计算装置 (10) 包括传感器 (12) , 该传感器 (12) 被配置为使得对于与多个被检测部 (26) 的每个对应的波长检测到的光量根据多个被检测部的每个的形状而不同。光电检测器 (16) 检测计算出的光量信息, 该光量信息是波长与所获取的光量之间的关系, 计算单元 (50) 基于该光量信息执行与多个被检测部分中的每一个的形状有关的计算。配备。形状计算装置 (10) 还包括设置改变, 该设置改变用于基于从传感器输出的光来改变输入到传感器的光的强度和由光检测器产生的电信号中的至少一个的动态范围。提供了部件 (40A , 42、14A) 。



- 12 Sensor
- 14 Light source
- 16 Photodetector
- 18 Light branching unit
- 20 Antireflection member
- 22 Processor
- 28 Reflection member