

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5653260号
(P5653260)

(45) 発行日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/06 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

G O 2 B 23/26 (2006. 01)

A 6 1 B 1/06 B

A 6 1 B 1/00 3 O O D

G O 2 B 23/26 B

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-52495 (P2011-52495)	(73) 特許権者	000113263
(22) 出願日	平成23年3月10日 (2011. 3. 10)		H O Y A 株式会社
(65) 公開番号	特開2012-187241 (P2012-187241A)		東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(43) 公開日	平成24年10月4日 (2012. 10. 4)	(74) 代理人	100078880
審査請求日	平成26年1月14日 (2014. 1. 14)		弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100169856
			弁理士 尾山 栄啓
		(72) 発明者	阿部 紳聡
			東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O
			Y A 株式会社内
		審査官	石原 徹弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置、及び電子内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を照明するための照明光を放射する光源と、
前記放射された照明光をフィルタリングするファブリペロー型フィルタと、
前記フィルタリングされた照明光の一部を分岐する分岐手段と、
前記分岐された照明光の波長の強度分布を検出する光強度分布検出手段と、
前記検出された検出強度分布に基づいて前記ファブリペロー型フィルタが有する一対の
反射鏡の相対位置を所定時間経過ごとに又は所定の操作入力ごとに調節する反射鏡調節手
段と、
前記ファブリペロー型フィルタの透過ピーク波長を指定する指定手段と、
前記指定された指定透過ピーク波長に対する前記検出強度分布の評価値を演算する評価
値演算手段と、
を有し、
前記評価値演算手段は、
前記検出強度分布が表す前記ファブリペロー型フィルタの透過光スペクトルの有効波
長域の標準偏差に基づいた値を前記評価値として演算し、
前記反射鏡調節手段は、
前記演算された評価値に基づいて前記一対の反射鏡の相対位置を調節する、
光源装置。

【請求項 2】

被写体を照明するための照明光を放射する光源と、
前記放射された照明光をフィルタリングするファブリペロー型フィルタと、
前記フィルタリングされた照明光の一部を分岐する分岐手段と、
前記分岐された照明光の波長の強度分布を検出する光強度分布検出手段と、
前記検出された検出強度分布に基づいて前記ファブリペロー型フィルタが有する一对の
反射鏡の相対位置を所定時間経過ごとに又は所定の操作入力ごとに調節する反射鏡調節手
段と、

前記ファブリペロー型フィルタの透過ピーク波長を指定する指定手段と、
前記指定された指定透過ピーク波長に対する前記検出強度分布の評価値であって、前記
一对の反射鏡間の平行度と相關する評価値を演算する評価値演算手段と、

10

を有し、

前記反射鏡調節手段は、

前記演算された評価値に基づいて、前記平行度を含む、前記一对の反射鏡の相対位置
を調節する、
光源装置。

【請求項 3】

前記評価値演算手段は、

前記検出強度分布が表す前記ファブリペロー型フィルタの透過光スペクトルの有効波
長域の標準偏差に基づいた値を前記評価値として演算する、
請求項 2 に記載の光源装置。

20

【請求項 4】

前記ファブリペロー型フィルタは、

前記光源装置の筐体内において前記照明光の光路に対して挿入又は退避可能に支持さ
れている、
請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の光源装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の光源装置と、

前記照明光で照明された前記被写体を撮像する電子スコープと、

前記電子スコープが出力する撮像信号を用いて画像を生成する画像生成装置と、
を有する、
電子内視鏡システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、狭帯域フィルタを通して被写体を撮像して強調画像を生成する電子内視鏡シ
ステム、及び狭帯域フィルタをキャリブレーションする光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、病巣部からくる光のうち特定の波長の光のみを透過させる狭帯域
フィルタを通して被写体を撮像して強調画像を表示する電子内視鏡システムが知られてい
る。この種の電子内視鏡システムの具体的構成例は、特許文献 1 や特許文献 2 に記載され
ている。

40

【0003】

特許文献 1 には、狭帯域観察するためのフィルタ手段として分光透過率不変素子及びエ
アギャップ可変式分光透過率可変素子を有する電子内視鏡システムが記載されている。特
許文献 1 に記載の電子内視鏡システムは、エアギャップ可変式分光透過率可変素子に印加
する電圧を段階的に変化させていき、分光透過率不変素子の分光透過率特性に従って検出
光強度が急激に変化したときのエアギャップを基準エアギャップとして設定する。実測値
を基に設定された基準位置に基づいてエアギャップが制御されるため、部品個体差や組立
誤差に起因するエアギャップ誤差が抑えられる。

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 には、エタロン型光学フィルタのエアギャップを精度良く検出するため、対向配置された各反射鏡基板に異なる数の電極を設置した電子内視鏡システムが記載されている。特許文献 2 に記載の電子内視鏡システムは、各電極間の静電容量を検知してエアギャップを演算する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 5 0 4 0 7 8 号公報

【 特許文献 2 】 国際公開第 2 0 0 8 / 9 3 6 6 4 号パンフレット

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

このように、電子内視鏡システムが有する狭帯域フィルタには、特許文献 1 や特許文献 2 に示されるように、エアギャップ可変式エタロンを用いて構成されたものが知られている。しかし、この種のエアギャップ可変式エタロンは微小で精密なメカ部品であるため、温度変化や経年変化による僅かな機械的特性又は電気的特性の変化が光学性能に大きな影響を与えることがある。例えば反射鏡基板を保持する枠体が熱膨張により僅かに変形しただけでエアギャップが変動して透過光スペクトルが大きく変化することがある。例えば特許文献 1 において基準エアギャップの設定後に上記機械的特性の変化が発生すると、基準エアギャップの変動に伴う透過光スペクトルの変化（誤差）が発生する問題が指摘される。特許文献 2 においては、温度変化に伴う静電容量の変化がエアギャップの検出精度を低下させる。エアギャップの検出精度の低下は透過光スペクトルの誤差として現れるため望ましくない。

20

【 0 0 0 7 】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、使用環境や使用状況に拘わらず狭帯域干渉フィルタの透過光スペクトルを安定して制御するのに好適な光源装置、及び電子内視鏡システムを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

30

上記の課題を解決する本発明の一形態に係る光源装置は、被写体を照明するための照明光を放射する光源と、放射された照明光をフィルタリングするファブリペロー型フィルタと、フィルタリングされた照明光の一部を分岐する分岐手段と、分岐された照明光の波長の強度分布を検出する光強度分布検出手段と、検出された検出強度分布に基づいてファブリペロー型フィルタが有する一対の反射鏡の相対位置を所定時間経過ごとに又は所定の操作入力ごとに調節する反射鏡調節手段とを有することを特徴とした装置である。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る光源装置によれば、ファブリペロー型フィルタのキャリブレーションを光源装置単体で適時に行うことができる。そのため、温度変化や経年変化による機械的特性の変化による透過光スペクトルの変化が有効に抑えられる。また、波長自体を直接検出して一対の反射鏡の相対位置を制御していることから、温度変化に伴う検出誤差（例えば温度変化に伴う静電容量の変化）に起因する反射鏡間のエアギャップ精度の低下が起り得ない。

40

【 0 0 1 0 】

本発明に係る光源装置は、ファブリペロー型フィルタの透過ピーク波長を指定する指定手段と、指定された指定透過ピーク波長に対する検出強度分布の評価値を演算する評価値演算手段とを有する構成としてもよい。この場合、反射鏡調節手段は、演算された評価値に基づいて相対位置の調節を行う。

【 0 0 1 1 】

評価値演算手段は、検出強度分布が表すファブリペロー型フィルタの透過光スペクトル

50

の有効波長域の標準偏差に基づいた値を評価値として演算する構成としてもよい。

【 0 0 1 2 】

ファブリペロー型フィルタは、光源装置の筐体内において照明光の光路に対して挿入又は退避可能に支持された構成としてもよい。

【 0 0 1 3 】

上記の課題を解決する本発明の一形態に係る電子内視鏡システムは、上記光源装置と、照明光で照明された被写体を撮像する電子スコープと、電子スコープが出力する撮像信号を用いて画像を生成する画像生成装置とを有することを特徴としたシステムである。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

10

本発明によれば、使用環境や使用状況に拘わらず狭帯域干渉フィルタの透過光スペクトルを安定して制御するのに好適な光源装置、及び電子内視鏡システムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の実施形態の電子内視鏡システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の実施形態のプロセッサが有する狭帯域干渉フィルタの構成を模式的に示す側面図である。

【図 3】本発明の実施形態のプロセッサが有する信号処理回路の構成を示すブロック図である。

【図 4】キャリブレーション時に実行される平行度制御処理を示すフローチャート図である。

20

【図 5】図 4 の平行度制御処理において平行度の微調節が完了したと同時に実行されるピーク波長調節処理を示すフローチャート図である。

【図 6】図 4 の平行度制御処理において分散を用いて演算を行った際に検出される光強度分布信号（透過光スペクトル）を示す。

【図 7】図 5 のピーク波長調節処理を実行した際に検出される光強度分布信号（透過光スペクトル）を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態の電子内視鏡システムについて説明する。

30

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本実施形態の電子内視鏡システム 1 の構成を示すブロック図である。図 1 に示されるように、電子内視鏡システム 1 は、医療用の撮像システムであり、電子スコープ 100、プロセッサ 200、モニタ 300 を有している。電子スコープ 100 の基端は、プロセッサ 200 と接続されている。プロセッサ 200 は、電子スコープ 100 が出力する撮像信号を処理して画像を生成する画像処理装置と、自然光の届かない体腔内を電子スコープ 100 を介して照明する光源装置とを一体に備えた装置である。別の実施形態では、画像処理装置と光源装置とを別体で構成してもよい。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示されるように、プロセッサ 200 は、システムコントローラ 202、タイミングコントローラ 204 を有している。システムコントローラ 202 は、電子内視鏡システム 1 を構成する各要素を制御する。タイミングコントローラ 204 は、信号の処理タイミングを調整するクロックパルス電子内視鏡システム 1 内の各種回路に出力する。

40

【 0 0 1 9 】

ランプ 208 は、ランプ電源イグナイタ 206 による始動後、主に可視光領域から不可視である赤外領域に広がる波長域の光束を放射する。ランプ 208 には、キセノンランプ、ハロゲンランプ、水銀ランプ、メタルハライドランプ等の高輝度ランプが適している。ランプ 208 から放射された照明光は、狭帯域干渉フィルタ 230 に入射する。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、狭帯域干渉フィルタ 230 の構成を模式的に示す側面図である。狭帯域干渉フ

50

フィルタ 230 は、ファブリペロー干渉計と同じ原理で透過光スペクトルを可変するエアギャップ可変式エタロンである。図 2 に示されるように、狭帯域干渉フィルタ 230 は、保持基板 232 を有している。保持基板 232 には、所定の開口を有する保持枠 234 と、中空部を有するピエゾアクチュエータ 236 が取り付けられている。保持枠 234 は、開口が光路の中心軸 A X を含む領域に位置するように配置されている。ピエゾアクチュエータ 236 は、中空部が当該領域に位置するように配置されている。そのため、照明光は、保持枠 234 及びピエゾアクチュエータ 236 によっては遮られない。

【0021】

保持枠 234、ピエゾアクチュエータ 236 はそれぞれ、ファブリペローエタロンを構成するガラス基板（平行平板）238a、238b を保持している。ガラス基板 238a、238b は、空気層を挟んで対向配置されている。ガラス基板 238a、238b の互いの対向面には反射膜（反射鏡）がコートされている。反射膜は、所定の波長域（例えば可視光領域から赤外領域を含む波長域）で反射率が高い半透過性の反射膜であり、金属反射膜、好ましくは DBR（Distributed Bragg Reflector）膜である。

【0022】

狭帯域干渉フィルタ 230 に入射した照明光は、各ガラス基板（以下、「反射鏡基板」と記す。）238a、238b にコートされた一对の反射膜の間を多重反射する。反射膜同士の光軸方向の距離を D と定義し、空気層の屈折率を N と定義した場合、一对の反射膜間の多重反射・干渉により、光学的距離 ND によって決まる所定の波長域の照明光のみが狭帯域干渉フィルタ 230 を透過する。

【0023】

ピエゾアクチュエータ 236 は、複数個（例えば 3 つ）の独立して制御可能なピエゾ素子を内蔵している。ピエゾアクチュエータ 236 は、少なくとも 1 つのピエゾ素子に電圧が印加されると、逆圧電効果によるピエゾ素子の変形に伴って反射鏡基板 238b を傾き調節し又は中心軸 A X 方向に進退させる。傾き調節は、反射鏡基板 238a と 238b との平行度を高精度に維持して狭帯域干渉フィルタ 230 の透過ピーク波長の誤差を抑えるために行われる。中心軸 A X 方向への進退は、光学的距離 ND を変化させて透過ピーク波長をコントロールするために行われる。

【0024】

狭帯域干渉フィルタ 230 によりフィルタリングされた照明光は、ハーフミラー 222 に入射する。狭帯域干渉フィルタ 230 は、プロセッサ 200 の筐体内において光路に対して挿入又は退避可能に支持されている。狭帯域干渉フィルタ 230 は、狭帯域観察を行う場合、照明光の波長を特定波長にフィルタリングするため光路に挿入される。通常のカラ画像による観察を行う場合は、ランプ 208 から放射された光を被写体にそのまま照明するため光路から退避される。

【0025】

ハーフミラー 222 に入射した照明光の大部分は、ハーフミラー 222 を透過して集光レンズ 210 に入射して集光され、絞り 212 を介して適正な光量に制限されて LCB（Light Carrying Bundle）102 の入射端に入射する。ハーフミラー 222 に入射したごく一部の残りの照明光は、ハーフミラー 222 で反射して集光レンズ 224 に入射して集光されて、分光センサ 226 に入光する。

【0026】

絞り 212 には、図示省略されたアームやギヤ等の伝達機構を介してモータ 214 が機械的に連結している。モータ 214 は例えば DC モータであり、ドライバ 216 のドライブ制御下で駆動する。絞り 212 は、モニタ 300 に表示される映像を適正な明るさにするため、モータ 214 によって動作して開度が変化して、ランプ 208 から放射された照明光の光量を開度に応じて制限する。適正とされる映像の明るさの基準は、術者によるフロントパネル 218 の輝度調節操作に応じて設定変更される。なお、ドライバ 216 を制御して輝度調節を行う調光回路は周知の回路であり、本明細書においては省略することとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

フロントパネル 2 1 8 の構成には種々の形態が想定される。フロントパネル 2 1 8 の具体的構成例には、プロセッサ 2 0 0 のフロント面に実装された機能ごとのハードウェアキーや、タッチパネル式 G U I (Graphical User Interface)、ハードウェアキーと G U I との組合せ等が想定される。

【 0 0 2 8 】

L C B 1 0 2 の入射端に入射した照明光は、L C B 1 0 2 内を全反射を繰り返すことによって伝播する。L C B 1 0 2 内を伝播した照明光は、電子スコープ 1 0 0 の先端に配された L C B 1 0 2 の射出端から射出する。L C B 1 0 2 の射出端から射出した照明光は、配光レンズ 1 0 4 を介して被写体を照明する。被写体からの反射光は、対物レンズ 1 0 6 を介して固体撮像素子 1 0 8 の受光面上の各画素で光学像を結ぶ。

10

【 0 0 2 9 】

固体撮像素子 1 0 8 は、例えばベイヤ型画素配置を有する単板式カラー C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサであり、受光面上の各画素で結像した光学像を光量に応じた電荷として蓄積して、R、G、Bの各色に応じた撮像信号に変換する。変換された撮像信号は、プリアンプ 1 1 0 による信号増幅後、ドライバ信号処理回路 1 1 2 を介して信号処理回路 2 2 0 に入力する。別の実施形態では、固体撮像素子 1 0 8 は、C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサであってもよい。

【 0 0 3 0 】

タイミングコントローラ 2 0 4 は、システムコントローラ 2 0 2 によるタイミング制御に従って、ドライバ信号処理回路 1 1 2 にクロックパルスを供給する。ドライバ信号処理回路 1 1 2 は、タイミングコントローラ 2 0 4 から供給されるクロックパルスに従って、固体撮像素子 1 0 8 をプロセッサ 2 0 0 側で処理される映像のフレームレートに同期したタイミングで駆動制御する。

20

【 0 0 3 1 】

信号処理回路 2 2 0 に入力した撮像信号は、クランプ、ニー、 γ 補正、補間処理、A G C (Auto Gain Control)、A D 変換等の処理後、各色信号別にフレーム単位で R、G、B の各色用のフレームメモリ又はラインメモリ (不図示) にバッファリングされる。バッファリングされた各色信号は、タイミングコントローラ 2 0 4 によって制御されたタイミングでフレームメモリから掃き出されて、N T S C (National Television System Committee) や P A L (Phase Alternating Line) 等の所定の規格に準拠した映像信号に変換される。変換された映像信号がモニタ 3 0 0 に順次入力することにより、被写体の画像がモニタ 3 0 0 の表示画面上に表示される。

30

【 0 0 3 2 】

狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 の透過ピーク波長は、強調表示させたい被写体像の波長 (蛍光観察の場合は励起光の波長) に合わせて指定される。透過ピーク波長の指定は、例えば電子スコープ 1 0 0 の手元操作部 1 1 4 又はフロントパネル 2 1 8 に対する操作を通じて行われる。

【 0 0 3 3 】

指定される透過ピーク波長 (以下、「指定ピーク波長」と記す。) には、例えば赤外領域の波長が想定される。この場合、癌などの病巣に親和性を持つ蛍光標識物質が患者の体内に予め投与される。観察対象の病巣の種類を増やしたい場合は、蛍光波長特性の異なる蛍光標識物質を複数種類投与しておく。狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 でフィルタリングされた赤外領域の光 (励起光) は、生体組織内に進達して蛍光標識物質を励起する。病巣部に蓄積した励起状態の蛍光標識物質は、蛍光を発する。蛍光は、対物レンズ 1 0 6 を介して固体撮像素子 1 0 8 の受光面上の各画素で光学像を結ぶ。病巣部より反射した励起光は、固体撮像素子 1 0 8 の前面に配した励起光カットフィルタ (不図示) により遮断される。モニタ 3 0 0 の表示画面には、固体撮像素子 1 0 8 の撮像処理、信号処理回路 2 2 0 の画像生成処理等を経て病巣部の蛍光画像が表示される。

40

【 0 0 3 4 】

50

ところで、狭帯域干渉フィルタ 230 の透過ピーク波長は、温度変化や経年変化による機械的特性の変化により指定ピーク波長に対して変動する虞がある。そこで、電子内視鏡システム 1 には、撮像を行う期間中リアルタイムに又は所定の操作時に狭帯域干渉フィルタ 230 のキャリブレーションを行う機能が実装されている。ここでいう所定の操作とは、例えば電子スコープ 100 の手元操作部 114 又はフロントパネル 218 に対して行うキャリブレーションの実行を指示する操作である。狭帯域干渉フィルタ 230 のキャリブレーションは、ハーフミラー 222 で分岐して分光センサ 226 に入光した微弱な照明光を用いて行われる。

【0035】

分光センサ 226 は、グレーティングとラインセンサを内蔵したセンサである。分光センサ 226 に入光した照明光は、グレーティングによって波長ごとに異なる方向に回折されて、ラインセンサにより各波長の強度が同時に検出される。分光センサ 226 (ラインセンサ) で検出された光強度分布信号は、信号処理回路 220 に入力する。

【0036】

信号処理回路 220 は、分光センサ 226 による光強度分布信号を用いて狭帯域干渉フィルタ 230 のキャリブレーションを行う。図 3 は、信号処理回路 220 の構成を図 1 よりも詳細に示したブロック図である。図 3 においては、図面を簡明化する便宜上、キャリブレーションの説明に必要な回路構成以外 (例えば上述した画像処理を行う回路構成) の図示を省略する。図 4 は、キャリブレーション時に実行される平行度制御処理を示すフローチャート図である。説明の便宜上、本明細書中の説明並びに図面において、処理ステップは「S」と省略して記す。

【0037】

図 3 に示されるように、信号処理回路 220 は、初期電圧設定部 220a、A/D コンバータ 220b、評価関数演算部 220c、評価・微調節量算出部 220d、ピーク波長算出部 220e、波長シフト調節部 220f、D/A コンバータ 220g を有している。

【0038】

図 4 の S1 の処理では、電子内視鏡システム 1 の起動後、初期電圧設定部 220a が保持する電圧値情報 (電圧 V1、V2、V3) が D/A コンバータ 220g を介してピエゾドライバ 228 に制御信号として入力する。ピエゾドライバ 228 は、入力した制御信号に従ってピエゾアクチュエータ 236 の 3 つのピエゾ素子の各々に電圧 V1 ~ V3 を印加する。反射鏡基板 238a と 238b とのエアギャップは、印加された電圧 V1 ~ V3 に応じて可変する。初期電圧設定部 220a は、例えば前回のシステム停止時の指定ピーク波長に対応する電圧値情報を制御信号として出力する。

【0039】

初期電圧設定部 220a は、手元操作部 114 又はフロントパネル 218 の操作によって指定可能な各指定ピーク波長に対応する電圧値情報を予め保持している。そのため、図 4 の平行度制御処理 (又は後述の図 5 に示すピーク波長調節処理) の実行中に透過ピーク波長の指定操作が行われた場合、処理が強制的に図 4 の S1 に戻る。初期電圧設定部 220a は、指定ピーク波長に対応する電圧値情報を読み出して電圧 V1 ~ V3 を変更する。図 4 の平行度制御処理 (及び後述の図 5 のピーク波長調節処理) の非実行時に透過ピーク波長の指定操作が行われた場合は、図 4 の平行度制御処理の実行が開始される。この場合、初期電圧設定部 220a は、指定ピーク波長に対応する電圧値情報を読み出して電圧 V1 ~ V3 を設定する。

【0040】

図 4 の S2 の処理では、分光センサ 226 が検出する光強度分布信号を A/D コンバータ 220b を通じて採取する。

【0041】

A/D 変換後の光強度分布信号は、評価関数演算部 220c 及びピーク波長算出部 220e に入力する。図 4 の S3 の処理では、評価関数演算部 220c による光強度分布信号を用いた評価関数 e の演算が行われる。説明の便宜上、評価関数 e から求まる評価関数値に

10

20

30

40

50

符号 e 1 又は e 2 を付す。符号 e 2 は、評価関数値 e 1 と比較される評価関数値に対してのみ付す。

【 0 0 4 2 】

評価関数 e は、標準偏差を σ と定義し、狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 の透過光スペクトルの有効波長域の幅を分光センサ 2 2 6 の波長分解能で除算した値を n と定義した場合に、次式により表される。ここで、有効波長域とは、広義には狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 を透過する可視光領域を意味する。具体的には、例えば、4 0 0 ~ 7 0 0 nm の波長域を指す。

【 0 0 4 3 】

【 数 1 】

$$e = n\sigma^2$$

10

【 0 0 4 4 】

標準偏差 σ は、光強度分布信号の波長を λ と定義し、光強度分布信号の波長 λ の光量を I_{λ} と定義し、狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 の透過光スペクトルの有効波長域の平均光量を $\bar{I}$ と定義した場合に、次式により表される。

【 0 0 4 5 】

【 数 2 】

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{\lambda=\lambda_l}^{\lambda_n} (I_{\lambda} - \bar{I})^2}{n}}$$

20

【 0 0 4 6 】

評価関数値 e 1 は、透過光スペクトルの分布がなだらかであるときには小さく、狭帯域で大きな値のピークを持つ場合に高くなる。特にピーク波長の FWHM (Full Width at Half Maximum) が最小で光強度が最大となる場合に高い値をとる。そのため、評価関数値 e 1 が高いほど反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b との平行度が高いという保証が得られる。

【 0 0 4 7 】

評価関数演算部 2 2 0 c により求められた評価関数値 e 1 は、評価・微調節量算出部 2 2 0 d に入力する。図 4 の S 4 の処理では、評価・微調節量算出部 2 2 0 d により反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節の方向が決められる。

30

【 0 0 4 8 】

反射鏡基板 2 3 8 b の傾きは、反射鏡基板 2 3 8 a との平行度が高くなる方向に (評価関数値 e 1 が上がる方向に) 調節されるべきである。そこで、反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節の方向を決定するにあたり、電圧 V 1 を固定して電圧 V 2 又は V 3 を所定値だけ変更する電圧制御パターンが複数パターン試行される。試行される電圧制御パターンには、例えば、電圧 V 2 単独又は電圧 V 3 単独を増加又は低下させるパターン、電圧 V 2 及び V 3 を同時に増加又は低下させるパターン、電圧 V 2 又は V 3 の一方を増加し他方を低下するパターン、などが想定される。評価・微調節量算出部 2 2 0 d は、最も高い評価関数値 e 1 が求められたときの電圧制御パターンを用いて反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節を開始する。

40

【 0 0 4 9 】

図 4 の S 5 の処理では、S 4 の処理で決められた電圧制御パターンを用いて電圧 V 2、V 3 を微小値変更する。

【 0 0 5 0 】

図 4 の S 6 の処理では、変更後の電圧 V 2、V 3 の印加時に分光センサ 2 2 6 によって検出される光強度分布信号を A / D コンバータ 2 2 0 b を通じて採取する。

【 0 0 5 1 】

図 4 の S 7 の処理では、S 6 の処理で採取された光強度分布信号を用いて評価関数値 e

50

2 が求められる。

【 0 0 5 2 】

図 4 の S 8 の処理では、評価関数値 e 2 が評価関数値 e 1 よりも高いか否かが判定される。評価関数値 e 2 が評価関数値 e 1 よりも高い場合 (S 8 : Y E S)、評価関数値 e 2 が評価関数値 e 1 に置き換えられて (S 9)、処理が S 5 に戻り、反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節が引き続き行われる。

【 0 0 5 3 】

評価関数値 e 2 が評価関数値 e 1 以下の場合 (S 8 : N O)、評価関数値 e 1 がピーク値か否かが判定される (S 1 0)。評価関数値 e 1 がピーク値か否かは、過去複数回の評価関数値 e 1 の推移や、指定ピーク波長の光検出強度と所定の閾値との比較などに基づいて判断される。評価関数値 e 1 がピーク値でなければ (S 1 0 : N O)、処理が S 5 に戻り、反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節が引き続き行われる。評価関数値 e 1 がピーク値であれば、指定ピーク波長の F W H M が最小で光強度が最大となる (又はそれに近い) 透過光スペクトルが得られている可能性が高い。そのため、この場合 (S 1 0 : Y E S)、現在設定されている電圧 V 2、V 3 を初期電圧設定部 2 2 0 a に保存する (S 1 1)。電圧 V 2、V 3 の保存後、本フローチャートの処理は終了する。

【 0 0 5 4 】

図 4 の平行度制御処理の実行により、狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 の透過光スペクトル中に最適な又は最適に近い透過ピーク波長が現れる。この状態でも患者の診断に資する十分に良好な強調画像が得られる。しかし、反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b との平行度を微調節する過程で透過ピーク波長が指定ピーク波長からシフトすることがある。そこで、本実施形態では、より一層良好な強調画像が得るべく、次に説明する処理が実行される。

【 0 0 5 5 】

図 5 は、図 4 の平行度制御処理において平行度の微調節が完了したと同時に実行されるピーク波長調節処理を示すフローチャート図である。

【 0 0 5 6 】

図 5 の S 2 1 の処理では、図 4 の平行度制御処理の実行時に初期電圧設定部 2 2 0 a に保存された微調節後の電圧 V 1 ~ V 3 を piezo アクチュエータ 2 3 6 の 3 つの piezo 素子の各々に印加する。

【 0 0 5 7 】

図 5 の S 2 2 の処理では、微調節後の電圧 V 1 ~ V 3 の印加時に分光センサ 2 2 6 によって検出される光強度分布信号を A / D コンバータ 2 2 0 b を通じて採取する。

【 0 0 5 8 】

図 5 の S 2 3 の処理では、ピーク波長算出部 2 2 0 e により、採取された光強度分布信号中の各波長に対応する信号強度の比較が行われ、比較結果に基づいて透過ピーク波長が検出される。

【 0 0 5 9 】

図 5 の S 2 4 の処理では、ピーク波長算出部 2 2 0 e により、S 2 3 の処理で検出された透過ピーク波長と指定ピーク波長とが一致するか否かが判定される。両ピーク波長が一致する場合 (S 2 4 : Y E S)、透過ピーク波長が所望の位置に現れているため、本フローチャートの処理が終了する。両ピーク波長が一致しない場合 (S 2 4 : N O)、処理は S 2 5 に進む。

【 0 0 6 0 】

図 5 の S 2 5 の処理では、波長シフト調節部 2 2 0 f が電圧 V 1 ~ V 3 の各電圧を同じだけ微増又は微減する。すなわち、S 2 5 の処理では、piezo アクチュエータ 2 3 6 の各 piezo 素子に同じ電圧変化を与えて反射鏡基板 2 3 8 b を反射鏡基板 2 3 8 a との平行度を維持した状態で中心軸 A X 方向に僅かに進退させる。このようにして反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b とのエアギャップが僅かに変更された後、処理は S 2 2 に戻る。S 2 2 ~ S 2 5 の処理は、S 2 3 の処理で検出される透過ピーク波長と指定ピーク波長とが一致するまで繰り返し行われる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

図 4 の平行度制御処理及び図 5 のピーク波長調節処理は、狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 のキャリブレーションをリアルタイムで行う構成の場合は撮像期間中所定時間経過ごとに実行され、キャリブレーションを所定の操作時に行う構成の場合は当該操作時に限り実行される。本実施形態の電子内視鏡システム 1 によれば、キャリブレーションを別途の装置を必要とすることなくシステム単体で適時に行うことができる。そのため、温度変化や経年変化による機械的特性の変化による透過光スペクトルの変化が有効に抑えられる。また、分光センサ 2 2 6 を用いて狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 の透過光スペクトルを検出するため、精密なエアギャップ制御が可能である。また、波長自体を直接検出してエアギャップ制御を行っていることから、温度変化に伴う検出誤差（例えば温度変化に伴う静電容量の変化）に起因するエアギャップ精度の低下が起こり得ない。

10

【 0 0 6 2 】

また、透過ピーク波長を得るための処理（図 4 の平行度制御処理）と指定ピーク波長に合わせ込むための処理（図 5 のピーク波長調節処理）とが別個独立に行われるため、ピエゾアクチュエータ 2 3 6 の各ピエゾ素子に対する制御が簡易である。ピエゾアクチュエータ 2 3 6 を複雑に制御する必要がないため、狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 のキャリブレーションにかかる時間が結果的に短くなる。

【 0 0 6 3 】

評価関数 e を用いた演算は、演算速度の向上のため、標準偏差 σ に代えて分散（ $= \sigma^2$ ）を用いてもよい。図 6（a）～（c）は、図 4 の平行度制御処理において分散を用いて演算を行った際に検出される光強度分布信号（透過光スペクトル）を示す。図 7 は、図 5 のピーク波長調節処理を実行した際に検出される光強度分布信号（透過光スペクトル）を示す。図 6、図 7 の各図の縦軸は光強度を示し、横軸は波長を示す。

20

【 0 0 6 4 】

図 6（a）は、電圧 V_2 、 V_3 に対する微調節を行っていない初期的な透過光スペクトルを示す。図 6（c）は、反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b との平行度の調節が完了したときの透過光スペクトルを示す。図 6（b）は、図 6（a）と図 6（c）の間の平行度の調節過程の透過光スペクトルを示す。図 6（a）～（c）の 3 図において、評価関数 e を用いて求められる値は、図 6（a）のときに最も小さく、図 6（c）のときに最も大きい。すなわち、反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b との平行度は、図 6（a）～（c）に推移するにつれて高くなる。図 6（a）～（c）に示されるように、反射鏡基板 2 3 8 a と 2 3 8 b との平行度が高くなるにつれて、指定ピーク波長（本例では 5 4 6 nm）付近に FWHM が狭く光強度が高いピーク（図 6（c）において 5 3 2 nm）が現れる。

30

【 0 0 6 5 】

図 7 中、破線は、図 4 の平行度制御処理の実行後であって図 5 のピーク波長調節処理の実行前の透過光スペクトル（図 6（c）に示す透過光スペクトル）を示し、実線は、図 5 のピーク波長調節処理の実行後の透過光スペクトルを示す。図 5 のピーク波長調節処理が実行されると、図 7 に示されるように、透過光スペクトルは、スペクトル形状をほぼ保ったまま FWHM が狭く光強度が高いピークが指定ピーク波長（5 4 6 nm）の位置にシフトする。

40

【 0 0 6 6 】

以上が本発明の実施形態の説明である。本発明は、上記の構成に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 は、エアギャップ可変式エタロンに限らず、反射鏡基板間に液晶セルを配置した液晶チューナブルフィルタであってもよい。

【 0 0 6 7 】

反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節時の電圧制御（図 4 の S 5 ～ S 9 の処理）は、電圧 V_2 と V_3 を同時に微調節する制御に限らず、電圧 V_2 、 V_3 を順に微調節する制御に代えてもよい。また、印加電圧 V_1 ～ V_3 の全てを微調節して反射鏡基板 2 3 8 b の傾き調節を行ってもよい。

50

【 0 0 6 8 】

狭帯域干渉フィルタ 2 3 0 のキャリブレーションは、静電容量センサを併用した場合、更に短い時間で実施することができる。

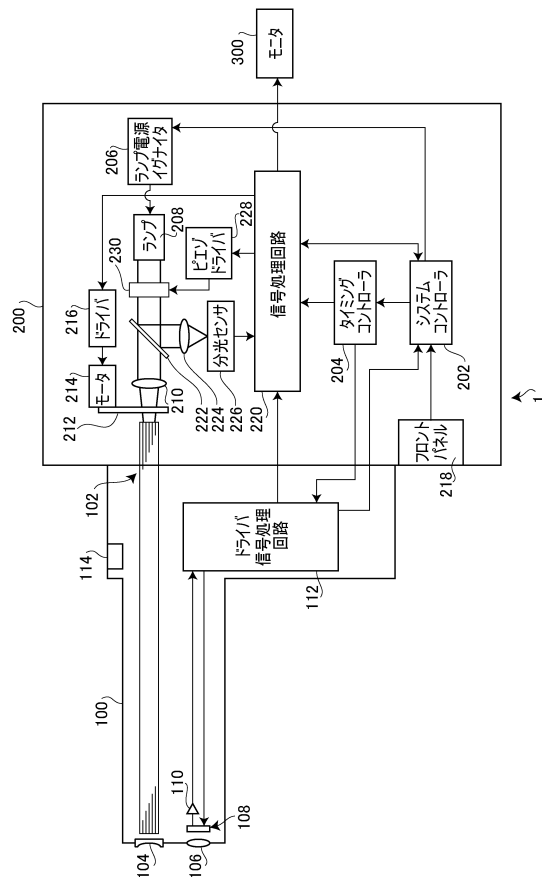
【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

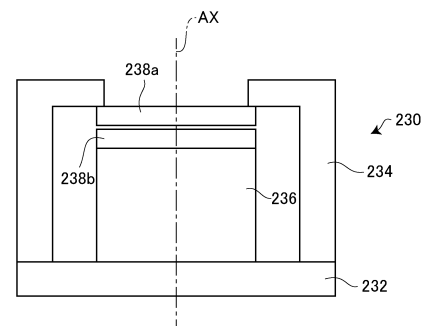
- 1 電子内視鏡システム
- 1 0 0 電子スコープ
- 2 0 0 プロセッサ
- 2 2 0 信号処理回路
- 2 2 2 ハーフミラー
- 2 2 6 分光センサ
- 2 3 0 狭帯域干渉フィルタ

10

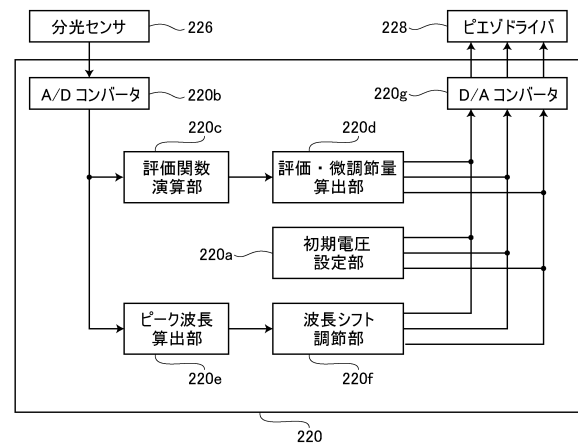
【 図 1 】



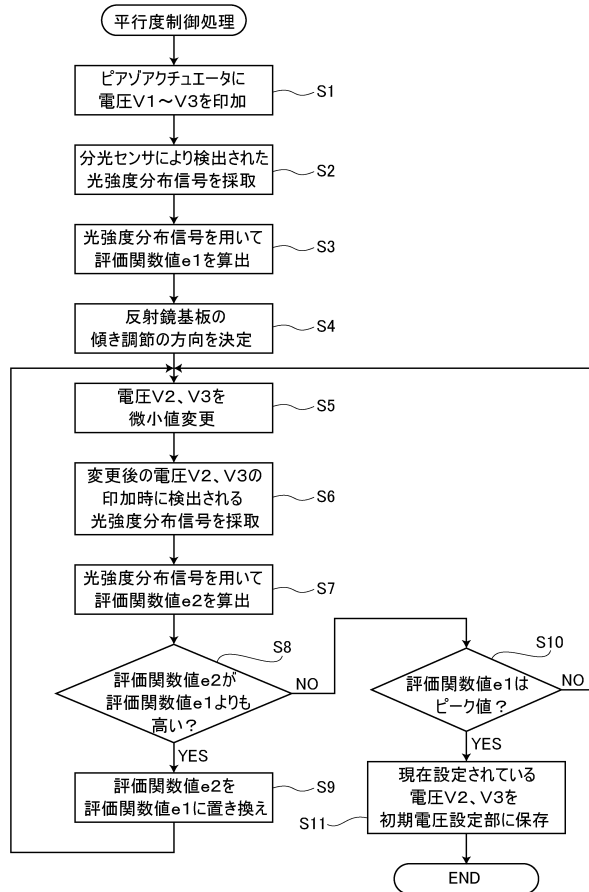
【 図 2 】



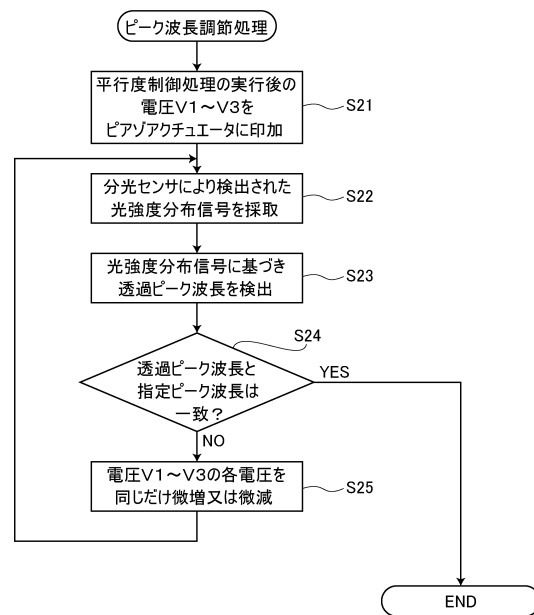
【 図 3 】



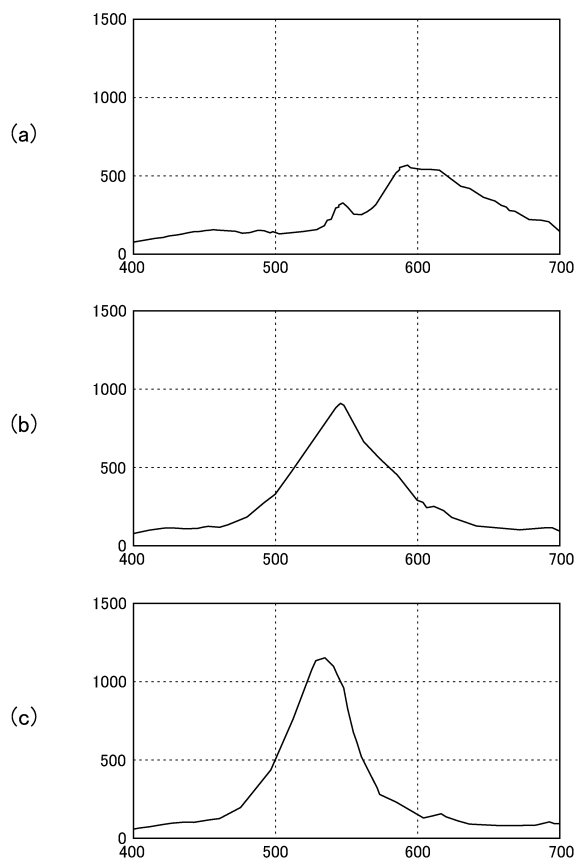
【図 4】



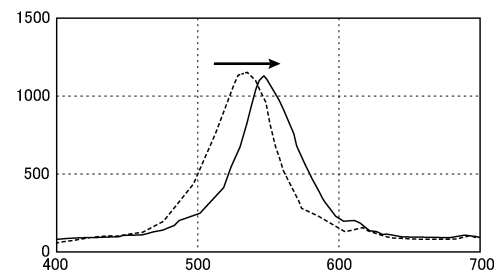
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2009/081706(WO, A1)

特開2010-249808(JP, A)

特開2009-153654(JP, A)

特開2008-061970(JP, A)

特開2001-091915(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32

G02B 23/24 - 23/26、26/00 - 26/08

专利名称(译)	光源装置和电子内窥镜系统		
公开(公告)号	JP5653260B2	公开(公告)日	2015-01-14
申请号	JP2011052495	申请日	2011-03-10
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	阿部紳聡		
发明人	阿部 紳聡		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/00 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/06.B A61B1/00.300.D G02B23/26.B A61B1/00.513 A61B1/00.550 A61B1/00.630 A61B1/06.510 A61B1/07.731 A61B1/07.735		
F-TERM分类号	2H040/BA09 2H040/BA10 2H040/CA10 2H040/CA11 2H040/CA22 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/GG01 4C161/HH51 4C161/JJ11 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/QQ04 4C161/RR04 4C161/RR14 4C161/RR17 4C161/RR23		
代理人(译)	尾山荣启		
其他公开文献	JP2012187241A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供适合于稳定地控制窄带干涉滤光器的透射光谱的光源装置，而不管使用环境或使用条件如何。一种光源装置，包括用于发射用于照射对象的照明光的光源，用于对发出的照明光进行滤光的法布里 - 珀罗型滤光器，用于分支滤光的照明光的一部分的分支装置，一种光强度分布检测装置，用于根据检测到的检测强度分布，以预定的时间间隔检测分支照明光的波长的强度分布和法布里 - 珀罗型滤光器的一对反射镜的相对位置并且还有一个反射镜调节装置，用于调节每个预定的操作输入。点域1

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{\lambda=\lambda_l}^{\lambda_h} (I_{\lambda} - \bar{I})^2}{n}}$$