

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5432793号
(P5432793)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 D
G 0 2 B 23/24 (2006.01) G 0 2 B 23/24 B

請求項の数 16 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2010-75676 (P2010-75676)
 (22) 出願日 平成22年3月29日(2010.3.29)
 (65) 公開番号 特開2011-206193 (P2011-206193A)
 (43) 公開日 平成23年10月20日(2011.10.20)
 審査請求日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (74) 代理人 100104983
 弁理士 藤中 雅之
 (72) 発明者 松本 伸也
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
 審査官 濱本 禎広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体の観察部に対して、該観察部中に存在する複数種類の蛍光物質を励起するための励起光を照射する励起光照射手段と、

前記生体の観察部から入射する光のうち所定波長域の光を選択して透過させる波長選択透過手段と、

前記波長選択透過手段により選択されて透過させられた光を光電変換する光電変換手段と、

前記波長選択透過手段が前記複数種類の蛍光物質から発する複数種類の蛍光に夫々対応する蛍光検出用波長域の光と該複数種類の蛍光のうちの少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域の光とを選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する波長選択制御手段と、

前記波長選択透過手段により選択されて透過させられ、前記光電変換手段により光電変換された、前記蛍光検出用波長域の光の画像を合成する蛍光画像合成手段と、

少なくとも前記蛍光画像合成手段により合成された画像を表示する画像表示手段と、

前記波長選択透過手段により選択されて透過させられ、前記光電変換手段により光電変換された、前記所定波長帯域内における前記各スペクトル取得用波長域の光の画像を用いて該所定波長帯域内における光の強度分布を取得する強度分布取得手段を有することを特徴とする蛍光内視鏡装置。

【請求項 2】

前記波長選択透過手段が選択して透過させる少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域が、前記強度分布取得手段により取得された該蛍光検出用波長域を含む前記所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域にシフトするように、前記波長選択制御手段による該波長選択透過手段に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する波長選択制御調整手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 3】

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

10

【請求項 4】

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 5】

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第二の制御モードを有し、該第一の制御モード、第二の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

20

【請求項 6】

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御する第三の制御モードを有し、該第一の制御モード、第三の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

30

【請求項 7】

さらに、前記強度分布取得手段による前記所定波長帯域内における光の強度分布の取得を所望する画素領域を特定する画素領域特定手段を有し、

前記強度分布取得手段は、前記画素領域特定手段により特定された画素領域における前記所定波長帯域内における光の強度分布を取得することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 8】

前記波長選択制御調整手段が、前記波長選択制御手段による前記波長選択透過手段に対する前記蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を自動的に行なうように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

40

【請求項 9】

前記波長選択制御調整手段が、前記波長選択制御手段による前記波長選択透過手段に対する前記蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を手動で行なうように構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 10】

さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、

50

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第二の制御モードを有し、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに該第二の制御モードを駆動し、該移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに該第一の制御モードを駆動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 1 1】

さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、

10

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御する第三の制御モードを有し、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに該第三制御モードを駆動し、該移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに該第一の制御モードを駆動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 1 2】

20

前記強度分布取得手段は、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに動作することを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 1 3】

さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、

前記強度分布取得手段は、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに動作することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 1 4】

さらに、前記強度分布取得手段が強度分布の取得対象とする前記所定波長帯域を設定可能な取得対象波長帯域設定手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

30

【請求項 1 5】

さらに、前記強度分布取得手段により取得された前記所定波長帯域内における光の強度分布を用いて、特定のスペクトルを分離するスペクトル分離手段を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【請求項 1 6】

前記画像表示手段は、前記強度分布取得手段により取得された前記所定波長帯域内における光の強度分布を、前記蛍光画像合成手段により合成された画像とともに表示することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蛍光内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体組織の観察を行うために、生体組織から発生する蛍光スペクトルを検出する蛍光内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の蛍光内視鏡装置としては、例えば、次の特許文献 1 に記載のものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許第 4 1 0 9 1 3 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところで、生体内には、標識された蛍光薬剤や自家蛍光の蛍光スペクトルに変動を起こし、例えば、病変組織であるか否か等の判別に悪影響を与える成分（例えば、蛍光を発する残渣等）が存在する。また、生体から得られる蛍光スペクトルには個人差がある。

【 0 0 0 5 】

しかるに、特許文献 1 に記載の蛍光内視鏡装置は、予め残渣等が付着していない清浄な生体組織についての蛍光情報に基づいて複数の特徴量の分布情報を取得しておいてから、被測定部からの蛍光情報に基づいて複数の特徴量を取得し、取得した複数の特徴量と予め残渣等が付着していない清浄な生体組織についての蛍光情報に基づいて取得した特徴量の分布情報とに基づいて、被測定部が残渣等の付着していない清浄な生体組織であるか否かを判定するように構成されており、これにより組織性状の判定結果の信頼性を向上させることができるようにしている。

10

【 0 0 0 6 】

しかし、特許文献 1 に記載の蛍光内視鏡装置等、従来の蛍光内視鏡装置では、生体内の観察において、生体から発生する各種の蛍光についての詳細なスペクトルを取得する手段が存在しなかった。このため、特許文献 1 に記載の内視鏡装置では、生体内の残渣等や個人差を原因として生体から発生する蛍光スペクトルが変動した場合、変動した蛍光スペクトルに基づいて生体を判別することになるため、スペクトルの変動が残渣によるものであるか否かを判定することはできても、判別において病変部を検出するのに最適な（検出される蛍光強度の値が最大となる）蛍光波長域を選定することができず、正確な判別をすることができない。

20

更に、従来の蛍光内視鏡装置では、残渣等によって生体患部の蛍光スペクトルが変動した場合、最適な検出波長に調整する手段も存在しなかった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動要因の存在如何にかかわらず、生体組織の観察において病変部や残渣から発生する蛍光を検出するのに最適な波長域を選定し調整するために、残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動を検出するための蛍光スペクトルを取得できる蛍光内視鏡装置を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するため、本発明による蛍光内視鏡装置は、生体の観察部に対して、該観察部中に存在する複数種類の蛍光物質を励起するための励起光を照射する励起光照射手段と、前記生体の観察部から入射する光のうち所定波長域の光を選択して透過させる波長選択透過手段と、前記波長選択透過手段により選択されて透過させられた光を光電変換する光電変換手段と、前記波長選択透過手段が前記複数種類の蛍光物質から発する複数種類の蛍光に夫々対応する蛍光検出用波長域の光と該複数種類の蛍光のうちの少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域の光とを選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する波長選択制御手段と、前記波長選択透過手段により選択されて透過させられ、前記光電変換手段により光電変換された、前記蛍光検出用波長域の光の画像を合成する蛍光画像合成手段と、少なくとも前記蛍光画像合成手段により合成された画像を表示する画像表示手段と、前記波長選択透過手段により選択されて透過させられ、前記光電変換手段により光電変換された、前記所定波長帯域内における前記各スペクトル取得用波長域の光の画像を用いて該所定波長帯域内における光の強度分布を取得する強度分布取得手段を有することを特徴としている。

40

50

【0009】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択透過手段が選択して透過させる少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域が、前記強度分布取得手段により取得された該蛍光検出用波長域を含む前記所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域にシフトするように、前記波長選択制御手段による該波長選択透過手段に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する波長選択制御調整手段を有するのが好ましい。

【0010】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御するのが好ましい。

10

【0011】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御するのが好ましい。

【0012】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第二の制御モードを有し、該第一の制御モード、第二の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成されているのが好ましい。

20

【0013】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御する第三の制御モードを有し、該第一の制御モード、第三の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成されているのが好ましい。

30

【0014】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記強度分布取得手段による前記所定波長帯域内における光の強度分布の取得を所望する画素領域を特定する画素領域特定手段を有し、前記強度分布取得手段は、前記画素領域特定手段により特定された画素領域における前記所定波長帯域内における光の強度分布を取得するのが好ましい。

【0015】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御調整手段が、前記波長選択制御手段による前記波長選択透過手段に対する前記蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を自動的に行なうように構成されているのが好ましい。

40

【0016】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記波長選択制御調整手段が、前記波長選択制御手段による前記波長選択透過手段に対する前記蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を手動で行なうように構成されているのが好ましい。

【0017】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、

50

前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第二の制御モードを有し、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに該第二の制御モードを駆動し、該移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに該第一の制御モードを駆動するのが好ましい。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、前記波長選択制御手段は、前記波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させるように、該波長選択透過手段を制御する第一の制御モードと、該波長選択透過手段が、全ての前記蛍光検出用波長域の光を選択して透過させた後に一つの前記スペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全ての前記スペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、該波長選択透過手段を制御する第三の制御モードを有し、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに該第三制御モードを駆動し、該移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに該第一の制御モードを駆動するのが好ましい。

10

【 0 0 1 9 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記強度分布取得手段は、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに動作するのが好ましい。

20

【 0 0 2 0 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記蛍光画像合成手段により合成される蛍光画像の変化を用いて前記観察部での移動量を検出する移動量検出手段を有し、前記強度分布取得手段は、前記移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに動作するのが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記強度分布取得手段が強度分布の取得対象とする前記所定波長帯域を設定可能な取得対象波長帯域設定手段を有するのが好ましい。

30

【 0 0 2 2 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、さらに、前記強度分布取得手段により取得された前記所定波長帯域内における光の強度分布を用いて、特定のスペクトルを分離するスペクトル分離手段を有するのが好ましい。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の蛍光内視鏡装置においては、前記画像表示手段は、前記強度分布取得手段により取得された前記所定波長帯域内における光の強度分布を、前記蛍光画像合成手段により合成された画像とともに表示するのが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動要因の存在如何にかかわらず、生体組織の観察において病変部や残渣から発生する蛍光を検出するのに最適な波長域を選定し調整するために、残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動を検出するための蛍光スペクトルを取得できる蛍光内視鏡装置が得られる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】本発明の蛍光内視鏡装置全体における要部の一構成例を概略的に示すブロック図である。

【 図 2 】図 1 の蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を

50

示す図、(c)は各蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。

【図3】図1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの一例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリに記録される各波長域の光を時系列に示す図である。

【図4】図1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの他の例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリに記録される各波長域の光を時系列に示す図である。

【図5】本発明の各実施例の蛍光内視鏡装置に共通の構成を概略的に示すブロック図である。

10

【図6】図5の蛍光内視鏡装置における撮像光学系の一構成例を示す説明図である。図7は図5の蛍光内視鏡装置における撮像光学系内に用いられる励起光カットフィルタの波長透過特性を示すグラフである。

【図7】図5の蛍光内視鏡装置における撮像光学系内に用いられる励起光カットフィルタの波長透過特性を示すグラフである。

【図8】図5の蛍光内視鏡装置における観察対象の生体中に存在する複数種類の蛍光の分光透過率特性を示すグラフである。

【図9】図5の蛍光内視鏡装置を用いて取得した画像とスペクトルとの関係を示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリに記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像、及びそれらの画像を蛍光画像合成手段を介して合成し画像表示手段で表示したときの画像を示す図、(b)は強度分布取得用フレームメモリに記憶された所定波長帯域にわたるスペクトル取得用波長域の光の画像、及びそれらの画像を用いて強度分布取得手段を介して取得された所定の画像位置での蛍光スペクトルを示すグラフである。

20

【図10】強度分布取得手段を介して取得した複数種類の蛍光成分が混在する蛍光スペクトルを蛍光成分ごとに分離する手法を概念的に示す説明図で、(a)は予め生体に含まれることが判明している、生体由来の自家蛍光、生体を標識する蛍光薬剤から発する蛍光の夫々のスペクトルを示すグラフ、(b)は強度分布取得手段が取得した蛍光スペクトルの一例を示すグラフ、(c)は(b)の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した蛍光スペクトルを示すグラフである。

30

【図11】実施例1にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図、(c)は一つの蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。

【図12】図12は実施例1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの一変形例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリに記録される各波長域の光を時系列に示す図である。

【図13】実施例1の蛍光内視鏡装置において表示手段により表示される蛍光画像と、強度分布取得手段を介して取得される蛍光スペクトルを示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリに記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手段を介して合成し画像表示手段で表示したときの画像を示す図、(b)は(a)の蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での強度分布取得手段を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域が既知の蛍光スペクトルのピーク波長域からシフトした状態を示すグラフである。

40

【図14】実施例2にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は所定のスペクトル取得用波長域を示す図である。

【図15】実施例2の蛍光内視鏡装置において表示手段に表示される、蛍光画像及び強度分布取得手段を介して取得される蛍光スペクトルを示す説明図で、左側は蛍光画像合成用の各フレームメモリに記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手

50

段を介して合成し画像表示手段で表示したときの画像、右側は画像表示手段に表示された画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域における、強度分布取得手段を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域が既知の蛍光スペクトルのピーク波長域からシフトした状態を示している。

【図16】実施例3にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図である。

【図17】実施例4にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段2が選択して透過させる各蛍光検出用波長域の一例を示す図で、二種類の蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。

【図18】実施例4の蛍光内視鏡装置において画像表示手段に表示される蛍光画像と、強度分布取得手段を介して取得される蛍光スペクトルと、スペクトル分離手段を介して分離される蛍光スペクトルを示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリに記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手段を介して合成し画像表示手段で表示したときの画像を示す図、(b)は(a)の画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域における、強度分布取得手段を介して取得された蛍光スペクトルを示すグラフ、(c)は(b)の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した蛍光スペクトルを示すグラフである。

【図19】実施例6の蛍光内視鏡装置における、波長選択制御調整手段を介した波長選択制御手段の制御による波長選択透過手段が選択・透過させる蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域の決定手法の例を示す説明図で、(a)は強度分布取得手段、スペクトル分離手段を介して取得、分離された、各蛍光成分の蛍光スペクトルにおいて輝度値がピークとなる波長域及びその画素数の一例を示す図、(b)は強度分布取得手段、スペクトル分離手段を介して取得、分離された、各蛍光成分の蛍光スペクトルにおいて輝度値がピークとなる波長域及びその画素数の他の例を示す図である。

【図20】実施例7にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図、(c)は(b)の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した各蛍光スペクトルが既知の蛍光スペクトルからシフトする状態を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

実施例の説明に先立ち、本発明の構成及び作用効果を概略的に説明する。

図1は本発明の蛍光内視鏡装置全体における要部の一構成例を概略的に示すブロック図である。図2は図1の蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図、(c)は各蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。図3は図1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの一例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリに記録される各波長域の光を時系列に示す図である。図4は図1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの他の例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリに記録される各波長域の光を時系列に示す図である。

【0027】

図1の蛍光内視鏡装置は、励起光照射手段1と、波長選択透過手段2と、光電変換手段3と、波長選択制御手段4と、蛍光画像合成手段5と、画像表示手段6と、強度分布取得手段7と、波長選択制御調整手段8を有している。

【0028】

励起光照射手段1は、例えば、図示省略した光源部に備わる励起光用光源と、図示省略

10

20

30

40

50

した内視鏡先端部に備わる照明光学系と、励起光用光源と照明光学系とを結ぶ図示省略したライトガイドとで構成されており、生体 9 の観察部に対して、観察部中に存在する複数種類の蛍光物質を励起する励起光を照射する。

【 0 0 2 9 】

波長選択透過手段 2 は、図示省略した内視鏡先端部に備えられた撮像光学系の光路に設けられた、エタロン等の分光光学素子で構成されており、生体 9 の観察部から入射する光のうち所定波長域の光を選択して透過させる。なお、撮像光学系は、波長選択透過手段 2 の他に、例えば、対物光学系、結像光学系、励起光カットフィルタ、及び後述する光電変換手段 3 を備えている。

【 0 0 3 0 】

光電変換手段 3 は、図示省略した内視鏡先端部に備えられた撮像光学系の光路に設けられた、CCD等の撮像素子で構成されており、波長選択透過手段 2 により選択されて透過させられた光を光電変換する。光電変換された画像は、図示省略した制御ユニット内に設けられたフレームメモリに記憶される。

【 0 0 3 1 】

波長選択制御手段 4 は、図示省略した制御ユニット内に設けられており、波長選択透過手段 2 が、例えば、図 2 (a) に示すような、複数種類の蛍光物質から発する複数種類の蛍光に夫々対応する蛍光検出用波長域 a , b , c の光と、例えば、図 2 (b) に示すような、複数種類の蛍光のうちの少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 (図 2 (b) では全種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 a , b , c) を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光とを、選択して透過させるように、波長選択透過手段 2 を制御する。

【 0 0 3 2 】

この場合、波長選択制御手段 4 は、波長選択透過手段 2 が蛍光検出用波長域とスペクトル取得用波長域を選択して透過させるタイミングを、例えば、図 3 (a) に示すように、波長選択透過手段 2 が、全ての蛍光検出用波長域 a , b , c の光を選択して透過させた後に一つのスペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全てのスペクトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、波長選択透過手段 2 を制御する。

なお、ここで全てのスペクトル取得用波長域の光とは、上述のように、複数種類の蛍光のうちの少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合う光のことである。

【 0 0 3 3 】

あるいは、波長選択制御手段 4 は、例えば、図 4 (b) に示すように、波長選択透過手段 2 が、全ての蛍光検出用波長域 a , b , c の光を選択して透過させた後に全てのスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段 2 を制御するようにしてもよい。

ここで全てのスペクトル取得用波長域の光とは、上述のように、複数種類の蛍光のうちの少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合う光のことである。

【 0 0 3 4 】

なお、図 3、図 4 の例では、波長選択透過手段 2 により選択されて透過させられ、光電変換手段 3 により光電変換された光の画像のうち、蛍光検出用波長域 a , b , c の光の画像は、図示省略した制御ユニット内に設けられた蛍光画像合成用フレームメモリ a , b , c に夫々記憶され、スペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光の画像は、強度分布取得用フレームメモリ d に記憶される (図 3 (b)、図 4 (b) 参照) 。

【 0 0 3 5 】

蛍光画像合成手段 5 は、図示省略した制御ユニット内に設けられており、波長選択透過手段 2 により選択されて透過させられ、光電変換手段 3 により光電変換された、蛍光検出用波長域の光の画像を合成する。例えば、図 3、図 4 の例では、蛍光画像合成手段 5 は、

10

20

30

40

50

蛍光画像合成用フレームメモリ a , b , c に記憶された蛍光検出用波長域 a , b , c の光の画像を合成する。

【0036】

画像表示手段6は、蛍光画像合成手段5により合成された画像を表示する。なお、画像表示手段6は、この画像に加えて、後述する強度分布取得手段7が取得した所定波長帯域内における光の強度分布を表示するようにしてもよい。

【0037】

強度分布取得手段7は、図示省略した制御ユニット内に設けられており、波長選択透過手段2により選択されて透過させられ、光電変換手段3により光電変換された、所定波長帯域内における各スペクトル取得用波長域の光の画像を用いて該所定波長帯域内における光の強度分布を取得する。例えば、図3、図4の例では、強度分布取得手段7は、強度分布取得用フレームメモリ d に記憶されたスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光の画像を用いて所定波長帯域内における光の強度分布を取得する。

【0038】

波長選択制御調整手段8は、図示省略した制御ユニット内に設けられており、例えば、図2(c)に示すように、波長選択透過手段2が選択して透過させる少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域(図2(c)では三種類の蛍光波長域 a , b , c)が、強度分布取得手段7により取得された該蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域(図2(c)では波長域 a' , b' , c')にシフトするように、波長選択制御手段4による波長選択透過手段2に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する。

【0039】

このように構成された図1の蛍光内視鏡装置では、励起光照射手段1が、生体9の観察部に対して励起光を照射する。生体9の観察部中に存在する複数種類の蛍光物質から発する蛍光及び観察部で反射された光は、図示しない内視鏡先端部の撮像光学系を構成する対物光学系、結像光学系を經由し、励起光カットフィルタで励起波長域の光がカットされて、波長選択透過手段2に入射する。波長選択透過手段2は、波長選択制御手段4の制御により、入射した光のうち、例えば、図2(a)に示したような、複数種類の蛍光物質から発する複数種類の蛍光に夫々対応する蛍光検出用波長域 a , b , c の光と、例えば、図2(b)に示したような、複数種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 a , b , c を含む所定波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光とを、例えば、図3(a)又は図4(a)に示したようなタイミングで選択して透過させる。光電変換手段3は、波長選択透過手段2により選択されて透過させられた光を光電変換し、光電変換された画像は、図示省略した制御ユニット内に設けられたフレームメモリ a , b , c , d に、例えば、図3(b)又は図4(b)に示したようなタイミングで記憶される。次いで、蛍光画像合成手段5は、蛍光画像合成用フレームメモリ a , b , c に記憶された蛍光検出用波長域 a , b , c の光の画像を合成する。また、強度分布取得手段7は、強度分布取得用フレームメモリ d に記憶されたスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光の画像を用いて所定波長帯域内における光の強度分布を取得する。画像表示手段6は、蛍光画像合成手段5により合成された画像を表示する。従って、図3又は図4の例では、蛍光検出用波長域 a , b , c の光の画像が合成された状態の蛍光画像が画像表示手段6を介して動画で表示され、バックでは強度分布取得手段7を介して所定波長帯域内における光の強度分布が取得される。

【0040】

ここで、図1の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御調整手段8が、図2(c)に示したように、波長選択透過手段2が選択して透過させる少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域(図2(c)では三種類の蛍光波長域 a , b , c)が、強度分布取得手段7により取得された該蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域(図2(c)では波長域 a' , b' , c')にシフトするように、波長選択制御手段4による波長選択透過手段2に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御

10

20

30

40

50

を調整する。

【0041】

このため、図1の蛍光内視鏡装置によれば、動画で表示される蛍光画像として、最も強度が強く発光されている波長域での画像を表示することができ、生体9内において残渣等により蛍光スペクトルに変動を生じてても、蛍光の検出に最適な波長域にリアルタイムに変更して、生体9内の蛍光画像を観察できる。

【0042】

即ち、本発明の蛍光内視鏡装置によれば、残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動を検出するための蛍光スペクトルを取得することが可能となる。

また、本発明の蛍光内視鏡装置によれば、残渣や個人差等の蛍光スペクトルの変動要因の存在如何にかかわらず、生体組織の観察において病変部や残渣から発生する蛍光を検出するのに最適な波長域を選定し調整することが可能となる。

【0043】

なお、図1の蛍光内視鏡装置においては、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域（例えば、図4(a)における一組の蛍光検出用波長域 a , b , c)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第一の制御モードと、波長選択透過手段2が、全てのスペクトル取得用波長域（例えば、図4(a)における一組のスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第二の制御モードを有し、第一の制御モード、第二の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成してもよい。

【0044】

あるいは、図1の蛍光内視鏡装置においては、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域（例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a , b , c)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第一の制御モードと、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域（例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a , b , c)の光を選択して透過させた後に一つのスペクトル取得用波長域（例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n のうちの一つの光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全てのスペクトル取得用波長域（例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n)の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、波長選択透過手段2を制御する第三の制御モードを有し、第一の制御モード、第三の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成してもよい。

【0045】

これらの制御モードを手動で選択できるようにすれば、例えば、観察者が、内視鏡先端部の生体内での移動量が少ない状態のときに、蛍光スペクトルを取得するように制御モードを選択することで、蛍光スペクトルを取得するための各分光画像間での位置ずれを少なく抑えることができ、蛍光スペクトルを高精度に取得することができる。また、常時、波長選択透過手段2による全ての蛍光検出用波長域の光の選択・透過の途中に一部のスペクトル取得用波長域の光の選択・透過を混在させるように構成した場合、内視鏡先端部の生体内での移動量が多いときには、表示手段6が表示する蛍光画像において、波長選択透過手段2がスペクトル取得用波長域を選択・透過させているときの蛍光画像にコマ落ちが生じ、画像の観察が煩雑になるが、上述のように、制御モードを手動で選択できるようにすれば、そのようなコマ落ちする蛍光画像を観察する煩雑さからも開放される。

【0046】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、さらに、強度分布取得手段7による所定波長帯域内における光の強度分布の取得を所望する画素領域を特定する画素領域特定手段（図示省略）を有し、強度分布取得手段7は、画素領域特定手段により特定された画素領域における所定波長帯域内における光の強度分布の取得するのが好ましい。

このようにすれば、動画が表示されている生体9の蛍光画像において、波長成分の分析

10

20

30

40

50

を所望する部位についてのみの詳細なスペクトル分析で足りるので、処理時間を短縮することができる。

【0047】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、波長選択制御調整手段8が、波長選択制御手段4による波長選択透過手段2に対する制御の調整を自動的にこなうように構成されているのが好ましい。

このようにすれば、観察者の操作が楽になる。

【0048】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、波長選択制御調整手段8が、波長選択制御手段4による波長選択透過手段2に対する制御の調整を手動で行なうように構成されてい

10

てもよい。

このようにすれば、観察者が、所望のタイミングで随時検出波長の調整をすることができる。

【0049】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、さらに、蛍光画像合成手段5により合成される蛍光画像の変化を用いて観察部での移動量を検出する移動量検出手段(図示省略)を有し、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域(例えば、図4(a)における一組の蛍光検出用波長域 a, b, c)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第一の制御モードと、波長選択透過手段2が、全てのスペクトル取得用波長域(例えば、図4(a)における一組のスペクトル取得用波長域 $1, 2, \dots, n$)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第二の制御モードを有し、移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに第二の制御モードを駆動し、移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに第一の制御モードを駆動するのが好ましい。

20

【0050】

あるいは、図1の蛍光内視鏡装置においては、さらに、蛍光画像合成手段5により合成される蛍光画像の変化を用いて観察部での移動量を検出する移動量検出手段(図示省略)を有し、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域(例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a, b, c)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第一の制御モードと、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域(例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a, b, c)の光を選択して透過させた後に一つのスペクトル取得用波長域(例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 $1, 2, \dots, n$ のうちの一つ)の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全てのスペクトル取得用波長域(例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 $1, 2, \dots, n$)の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、波長選択透過手段2を制御する第三の制御モードを有し、移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに第三の制御モードを駆動し、移動量検出手段により検出された移動量が所定値を上回るときに第一の制御モードを駆動するのが好ましい。

30

【0051】

これらの蛍光内視鏡装置のように、移動量検出手段(図示省略)を介して蛍光画像の変化を用いて観察部での移動量を検出し、移動量が所定値以下のときにスペクトル取得用波長域を選択・透過させるようにすれば、観察者は、制御モードの選択操作をする手間を省き、上述と同様、蛍光画像のコマ落ちの煩雑さから開放される。

40

【0052】

また、このとき、さらに、強度分布取得手段7は、移動量検出手段(図示省略)により検出された移動量が所定値以下のときに動作するようにするのが好ましい。

このようにすれば、取得される蛍光スペクトルの精度が高くなる。

【0053】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、さらに、蛍光画像合成手段5により合成され

50

る蛍光画像の変化を用いて観察部での移動量を検出する移動量検出手段（図示省略）を有し、強度分布取得手段7は、移動量検出手段により検出された移動量が所定値以下のときに動作するようにするのが好ましい。

このようにすれば、取得される蛍光スペクトルの精度が高くなる。

【0054】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、波長選択制御手段4が上述のような制御モードを有していない構成であっても、さらに、強度分布取得手段7が強度分布の取得対象とする所定波長帯域を設定可能な取得対象波長帯域設定手段（図示省略）を有するのが好ましい。

このようにすれば、異なる観察対象や検査目的に応じて、所望の蛍光画像を最適な検出波長でもって観察することができる。

【0055】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、さらに、強度分布取得手段7により取得された所定波長帯域内における光の強度分布を用いて、特定のスペクトルを分離するスペクトル分離手段（図示省略）を有するのが好ましい。

このようにすれば、所望の蛍光物質についての最適な波長域を検出する精度が高くなる。

【0056】

また、図1の蛍光内視鏡装置においては、画像表示手段6は、強度分布取得手段7により取得された所定波長帯域内における光の強度分布を、蛍光画像合成手段5により合成された画像とともに表示するのが好ましい。

このようにすれば、画面の切替え等を行うことなく、生体9内の観察部における蛍光画像の情報と蛍光スペクトル情報とを同時に観察することができる。

【0057】

以下、本発明の実施例にかかる蛍光内視鏡装置を、図面を用いて説明する。

図5は本発明の各実施例の蛍光内視鏡装置に共通の構成を概略的に示すブロック図である。図6は図5の蛍光内視鏡装置における撮像光学系の一構成例を示す説明図である。図7は図5の蛍光内視鏡装置における撮像光学系内に用いられる励起光カットフィルタの波長透過特性を示すグラフである。図8は図5の蛍光内視鏡装置における観察対象の生体中に存在する複数種類の蛍光の分光透過率特性を示すグラフである。

【0058】

図5の蛍光内視鏡装置は、光源ユニット11と、内視鏡先端挿入部12と、制御ユニット13と、表示ユニット14を有している。

光源ユニット11は、励起光用光源11aと、照明光用光源11bと、光源制御回路11cを有している。

励起光用光源11aは、光源（図示省略）と、励起フィルタ（図示省略）を有しており、所定の励起用の波長域の光を発するように構成されている。

照明光用光源11bは、通常の可視波長域の光を発する光源（図示省略）で構成されている。

光源制御回路11cは、例えば、円周上に励起フィルタと透明なガラス板を備えたターレットを回転させる、或いは、励起フィルタと透明なガラス板を備えたスライダをスライドさせることによって、光源ユニット11から出射する光として、励起光用光源11aからの励起用の光と照明光用光源11bからの照明光とを選択的に切替え制御することができるように構成されている。

【0059】

内視鏡先端挿入部12は、照明光学系12aと、撮像光学系12bを有している。

照明光学系12aは、ライトガイド12cを経由した光源ユニット11からの光を生体組織9に照射する。

【0060】

そして、光源ユニット11における励起光用光源11aとライトガイド12cと照明光

10

20

30

40

50

学系 1 2 a は、互いに相俟って、生体 9 の観察部に対して、観察部中に存在する複数種類の蛍光物質を励起する励起光を照射する、励起光照射手段 1 としての機能を備えている。

【 0 0 6 1 】

撮像光学系 1 2 b は、図 6 に示すように、対物光学系 1 2 b₁と、結像光学系 1 2 b₂と、励起光カットフィルタ 1 2 b₃と、分光光学素子 1 2 b₄と、撮像素子 1 2 b₅を有している。

励起光カットフィルタ 1 2 b₃は、例えば、図 7 に示すように、4 0 0 n m ~ 7 0 0 n m の波長域において、4 0 0 n m ~ 4 8 0 n m の波長域をカットし、その他の波長域の光を透過させる光学特性を有している。

【 0 0 6 2 】

分光光学素子 1 2 b₄は、エタロン等で構成されていて、波長選択透過手段 2 として機能し、後述の波長選択制御手段 4 の制御を介して生体 9 の観察部から入射する光のうち所定波長域の光を選択して透過させる。

【 0 0 6 3 】

撮像素子 1 2 b₅は、例えば、単板式イメージセンサからなる白黒 CCD で構成されていて、光電変換手段 3 として機能し、分光光学素子 1 2 b₄ (波長選択透過手段 2) により選択されて透過させられた光を光電変換する。光電変換された画像は、図 5 に示す後述の制御ユニット 1 3 内に設けられたフレームメモリ 1 3 c に記憶される。

【 0 0 6 4 】

制御ユニット 1 3 は、可変分光素子制御回路 1 3 a と、撮像素子制御回路 1 3 b と、フレームメモリ 1 3 c と、画像処理回路 1 3 d と、波長選択制御調整回路 1 3 e を有している。

【 0 0 6 5 】

可変分光素子制御回路 1 3 a は、波長選択制御手段 4 として機能する。

フレームメモリ 1 3 c は、蛍光画像合成用の R フレームメモリ 1 3 c₁、G フレームメモリ 1 3 c₂、B フレームメモリ 1 3 c₃と、強度分布取得用フレームメモリ 1 3 c₄を有している。

蛍光画像合成用の R フレームメモリ 1 3 c₁、G フレームメモリ 1 3 c₂、B フレームメモリ 1 3 c₃は、夫々が、波長選択透過手段 2 を介して選択・透過され、光電変換手段 3 を介して光電変換された、蛍光検出用波長域の光の画像を記憶する。

強度分布取得用フレームメモリ 1 3 c₄は、波長選択透過手段 2 を介して選択・透過され、光電変換手段 3 を介して光電変換された、スペクトル取得用波長域の光の画像を記憶する。

撮像素子制御回路 1 3 b は、撮像素子 1 2 b₅ (光電変換手段 3) の駆動を制御する。

【 0 0 6 6 】

画像処理回路 1 3 d は、蛍光画像合成回路 1 3 d₁と、強度分布取得回路 1 3 d₂を有している。

蛍光画像合成回路 1 3 d₁は、蛍光画像合成手段 5 として機能し、蛍光画像合成用の R フレームメモリ 1 3 c₁、G フレームメモリ 1 3 c₂、B フレームメモリ 1 3 c₃に記憶された各画像信号を合成する。その際、各画像信号に対して、正常組織部分と病変組織部分とが識別し易くなるように、異なる色相の出力信号に変換する。

【 0 0 6 7 】

表示ユニット 1 4 は、画像表示手段 6 として機能し、蛍光画像合成回路 1 3 d₁ (蛍光画像合成手段 5) を介して合成された画像を表示する。なお、さらに、後述する強度分布取得回路 1 3 d₂が取得した所定波長帯域内における光の強度分布を表示するようによい。

【 0 0 6 8 】

強度分布取得回路 1 3 d₂は、強度分布取得手段 7 として機能し、分光光学素子 1 2 b₄ (波長選択透過手段 2) により選択されて透過させられ、撮像素子 1 2 b₅ (光電変換手段 3) により光電変換された、所定波長帯域内における各スペクトル取得用波長域の光の

10

20

30

40

50

画像を用いて該所定波長帯域内における光の強度分布を取得する。

【0069】

波長選択制御調整回路13eは、波長選択制御調整手段8として機能し、例えば、図2(c)に示したように、分光光学素子12b₄(波長選択透過手段2)が選択して透過させる少なくとも一種の蛍光に対応する蛍光検出用波長域(図2(c)では三種類の蛍光波長域a, b, c)が、強度分布取得回路13d₂(強度分布取得手段7)により取得された該蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域(図2(c)では波長域a', b', c')にシフトするように、可変分光素子制御回路13a(波長選択制御手段4)による分光光学素子12b₄(波長選択透過手段2)に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する。

10

【0070】

なお、以下の各実施例における観察対象の生体組織9には、475nmより短い波長域の励起光の照射により、図8に示すように、500nm~600nmの波長域の蛍光を発する蛍光薬剤が蛍光プローブとして標識されている。また、生体組織9は、この励起光の照射により、500nm~550nmにおける所定波長域をピーク波長域とする475nm~750nmの自家蛍光を発する。また、生体組織9における残渣である便も650nm~700nmにおける所定波長域をピーク波長域とする475nm~750nmの蛍光を発する。なお、これらの蛍光のスペクトル形状は、被検者の個人差、体調(残渣の量、出血の有無等)によって変化する。

【0071】

なお、撮像素子12b₅は、例えば、モザイクフィルタ(図示省略)と、単板式イメージセンサ(図示省略)とを備えたカラーCCDで構成しても良い。

その場合、モザイクフィルタは、例えば、R(575nm~695nm)の波長域の光を透過させるフィルタ(図示省略)、G(460nm~600nm)の波長域の光を透過させるフィルタ(図示省略)、B(380nm~490nm)の波長域の光を透過させるフィルタ(図示省略)を、モザイク状に多数配置して構成すると良い。

また、単板式イメージセンサは、夫々の画素が、モザイクフィルタを構成するR(575nm~695nm)の波長域の光を透過させるフィルタ、G(460nm~600nm)の波長域の光を透過させるフィルタ、B(380nm~490nm)の波長域の光を透過させるフィルタに対応し、モザイクフィルタを介して分離された画像の光を異なる画素によって別々に取得するように構成すると良い。

20

30

【0072】

また、その場合、蛍光画像合成用のRフレームメモリ13c₁、Gフレームメモリ13c₂、Bフレームメモリ13c₃は、夫々が、モザイクフィルタを構成するR(575nm~695nm)の波長域の光を透過させるフィルタ、G(460nm~600nm)の波長域の光を透過させるフィルタ、B(380nm~490nm)の波長域の光を透過させるフィルタに対応し、モザイクフィルタを介して分離され対応する夫々の画素で取得された各画像信号を、別々に記憶するように構成すると良い。

【0073】

図9は図5の蛍光内視鏡装置を用いて取得した画像とスペクトルとの関係を示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリ13c₁, 13c₂, 13c₃に記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像、及びそれらの画像を蛍光画像合成手段5を介して合成し画像表示手段6で表示したときの画像を示す図、(b)は強度分布取得用フレームメモリ13c₄に記憶された所定波長帯域にわたるスペクトル取得用波長域の光の画像、及びそれらの画像を用いて強度分布取得手段7を介して取得された所定の画像位置での蛍光スペクトルを示すグラフである。なお、図5の蛍光内視鏡装置は、上述した画素領域特定手段(図示省略)を備えており、図9においては、便宜上、図9(a)に画像表示手段6が表示した生体9の蛍光画像内において生体組織9を標識した蛍光薬剤が強く発光する部位(画素領域)と、生体組織9における残渣である便の蛍光が強く発光する部位(画素領域)が特定された状態を示し、図9(b)に図9(a)において夫々特定された画素領域における生

40

50

体組織 9 を標識した蛍光薬剤の蛍光スペクトルと、生体組織 9 における残渣である便の蛍光スペクトルを示してある。

【 0 0 7 4 】

また、各実施例の蛍光内視鏡装置は、図 1 の蛍光内視鏡装置において述べたようなスペクトル分離手段（不図示）を備えている。

スペクトル分離手段は、制御ユニット 1 3 の内部に設けられた制御回路であり、例えば、分光推定・アンミキシング（Unmixing）等の手法を用いて、多重化された蛍光画像から各蛍光色素の濃度を算出することで個々の蛍光を分離することができるように構成されている。

スペクトル分離手段を用いると、所望の蛍光物質についての最適な波長域を検出する精度が高くなる。

【 0 0 7 5 】

ここで、Unmixing による蛍光の分離手順を、図 1 0 を用いて概念的に説明してする。

図 1 0 は強度分布取得手段 7 を介して取得した複数種類の蛍光成分が混在する蛍光スペクトルを蛍光成分ごとに分離する手法を概念的に示す説明図で、(a) は予め生体に含まれることが判明している、生体由来の自家蛍光、生体を標識する蛍光薬剤から発する蛍光の夫々のスペクトルを示すグラフ、(b) は強度分布取得手段 7 が取得した蛍光スペクトルの一例を示すグラフ、(c) は (b) の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した蛍光スペクトルを示すグラフである。なお、ここでは、生体組織 9 に二種類の蛍光色素（生体由来の自家蛍光、蛍光薬剤）が存在することが判明しているものとする。

【 0 0 7 6 】

まず、予め測定対象である生体組織 9 中に存在する個々の蛍光色素の蛍光スペクトルを所定の基準濃度で測定する。ここで、図 1 0 (a) は二種類の蛍光色素の基準濃度での蛍光スペクトルの一例を示している。

次いで、二種類の蛍光色素が存在することが判明している生体組織 9 の蛍光スペクトルを測定する。図 1 0 (b) は強度分布取得手段 7 を介して取得された生体組織 9 の蛍光スペクトルの一例を示している。

次いで、図 1 0 (a) に示す二種類の蛍光色素の夫々の基準濃度での蛍光スペクトルの測定データを用いて、図 1 0 (b) に示されている生体組織 9 の蛍光スペクトルの測定データが得られるための二種類の蛍光色素の濃度を演算し、演算結果から各蛍光色素の蛍光スペクトルを分離する。図 1 0 (c) は、図 1 0 (b) に示されている生体組織 9 の蛍光スペクトルの測定データを、夫々所定の濃度の二種類の蛍光色素の蛍光スペクトルに分離した例を模式的に示している。

【 0 0 7 7 】

次に、Unmixing における各蛍光色素の濃度の演算方法について説明する。

測定対象の波長 n での信号強度 $I_{all}(n)$ は、各蛍光色素の波長 n での信号強度の合計であり、次の式 (1) のように表すことができる。

$$I_{all}(n) = I_1(n) + I_2(n) \cdots + I_m(n) \quad \dots (1)$$

但し、 I_1 は蛍光色素 1 から得られる波長 n での信号強度、 I_2 は蛍光色素 2 から得られる波長 n での信号強度、 I_m は蛍光色素 m から得られる波長 n での信号強度である。

【 0 0 7 8 】

ところで、蛍光色素から得られる信号強度は蛍光色素の濃度に比例する。従って、測定対象中に m 種類の蛍光色素が存在する場合、波長 n での各蛍光色素から得られる信号強度は、次の式 (2 a) ~ (2 c) のように表すことができる。

$$I_1(n) = a_1(n) * D_1 \quad \dots (2 a)$$

但し、 D_1 は蛍光色素 1 の濃度、 $a_1(n)$ は蛍光色素 1 の基準濃度での波長 n での係数である。

10

20

30

40

50

$$I_2(n) = a_2(n) * D_2 \quad \dots (2b)$$

但し、 D_2 は蛍光色素2の濃度、 $a_2(n)$ は蛍光色素2の基準濃度での波長 n での係数である。

$$I_m(n) = a_m(n) * D_m \quad \dots (2c)$$

但し、 D_m は蛍光色素 m の濃度、 $a_m(n)$ は蛍光色素 m の基準濃度での波長 n での係数である。

【0079】

これらの式(2a)~(2c)より、測定対象中に m 種類の蛍光色素が存在すると想定される場合における n 種類の波長 1~波長 n での測定対象の信号強度は、例えば、次の行列式(3)で表すことができる。

$$\begin{pmatrix} I_{all}(\lambda_1) \\ I_{all}(\lambda_2) \\ \vdots \\ I_{all}(\lambda_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1(\lambda_1) & a_2(\lambda_1) & \dots & a_m(\lambda_1) \\ a_1(\lambda_2) & a_2(\lambda_2) & \dots & a_m(\lambda_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1(\lambda_n) & a_2(\lambda_n) & \dots & a_m(\lambda_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_n \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

10

【0080】

ここで、行列式(3)の左辺の

$$\begin{pmatrix} I_{all}(\lambda_1) \\ I_{all}(\lambda_2) \\ \vdots \\ I_{all}(\lambda_n) \end{pmatrix}$$

20

は測定対象の分光スペクトルを示す。

【0081】

また、行列式(3)の右辺における

$$\begin{pmatrix} a_1(\lambda_1) & a_2(\lambda_1) & \dots & a_m(\lambda_1) \\ a_1(\lambda_2) & a_2(\lambda_2) & \dots & a_m(\lambda_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1(\lambda_n) & a_2(\lambda_n) & \dots & a_m(\lambda_n) \end{pmatrix}$$

30

は各蛍光色素の基準濃度での蛍光スペクトルを示している。

【0082】

そこで、次の行列式(4)を解くことで、各蛍光色素の濃度 D_1, D_2, \dots, D_m が求まる。

$$\begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1(\lambda_1) & a_2(\lambda_1) & \dots & a_m(\lambda_1) \\ a_1(\lambda_2) & a_2(\lambda_2) & \dots & a_m(\lambda_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1(\lambda_n) & a_2(\lambda_n) & \dots & a_m(\lambda_n) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} I_{all}(\lambda_1) \\ I_{all}(\lambda_2) \\ \vdots \\ I_{all}(\lambda_n) \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

40

なお、上記行列式において、分光画像の種類と蛍光色素の種類とが同数(即ち、 $n = m$)場合は、式の数と蛍光色素の濃度の種類とが同数となるので、一意的に行列式を解くことができる。また、分光画像の種類が蛍光色素の種類よりも多い(即ち、 $n > m$)場合は、式の数が蛍光色素の濃度の種類よりも多くなるが、この場合は最小2乗法を用いることで行列式を解くことができる。これに対し、分光画像の種類が蛍光色素の種類よりも少ない(即ち、 $n < m$)場合は、式の数が蛍光色素の濃度の種類よりも少なくなるため、行列式を解くことができない。

従って、 $Unmixing$ の手法は、分光画像の種類を蛍光色素の種類以上(即ち、 $n > m$)にすることが前提となる。

【0083】

50

このようにスペクトル分離手段を用いて既知の蛍光成分の蛍光スペクトルを分離する。また、このとき、強度分布取得手段7を介して検出された複数種類の蛍光成分が混在する蛍光スペクトルから、既知の蛍光成分の蛍光スペクトルを分離することで、未知の蛍光成分（ここでは、残滓の蛍光成分）の蛍光スペクトルも推定できる。

なお、既知の蛍光成分の蛍光スペクトル特性（又は特徴点）は、内視鏡先端挿入部12、又は制御ユニット13内のメモリー（図示省略）に予め登録しておいても良い。

【0084】

波長選択制御調整回路13e（波長選択制御調整手段8）は、スペクトル分離手段により分離された各蛍光成分のスペクトルにおいて極値を形成する波長域を、強度分布取得回路13d₂（強度分布取得手段7）により取得された該蛍光検出用波長域を含む所定波長帯域内における光の強度分布でのピーク波長域として抽出する。そして、分光光学素子12b₄（波長選択透過手段2）が選択して透過させる少なくとも一種類の蛍光に対応する蛍光検出用波長域（図2(c)では三種類の蛍光検出用波長域 a, b, c）が、抽出したピーク波長域と一致しないときに、蛍光検出用波長域をピーク波長域（図2(c)では波長域 a', b', c'）にシフトするように、可変分光素子制御回路13a（波長選択制御手段4）による分光光学素子12b₄（波長選択透過手段2）に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する。

【0085】

その他の基本的な構成及び作用効果は、図1を用いて説明した蛍光内視鏡装置と略同じである。

【0086】

実施例1

図11は実施例1にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段2が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図、(c)は一つの蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。図12は実施例1の蛍光内視鏡装置における分光画像を取得するタイミングの一変形例を示す説明図で、(a)は波長選択透過手段2が選択して透過する各波長域の光を時系列に示す図、(b)は(a)と略同時刻に光電変換手段を介して光電変換され、各フレームメモリー13c₁, 13c₂, 13c₃, 13c₄に記録される各波長域の光を時系列に示す図である。図13は実施例1の蛍光内視鏡装置において画像表示手段6に表示される蛍光画像と、強度分布取得手段7を介して取得される蛍光スペクトルを示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリー13c₁, 13c₂, 13c₃に記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手段5を介して合成し画像表示手段6で表示したときの画像を示す図、(b)は(a)の蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での強度分布取得手段7を介して取得された残滓の蛍光スペクトルのピーク波長域が既知の蛍光スペクトルのピーク波長域からシフトした状態を示すグラフである。

【0087】

実施例1の蛍光内視鏡装置の基本的な構成は、図5～図10を用いて説明したとおりである。

実施例1の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、図11に示すように、図8に示した三種類の蛍光物質から発する三種類の蛍光（自家蛍光、蛍光薬剤から発する蛍光、残滓である便の蛍光）に夫々対応する蛍光検出用波長域 a, b, cの光と、蛍光検出用波長域 a, b, cを含む490nm～730nmの波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 1, 2, …, nの光とを、選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する。

【0088】

また、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が蛍光検出用波長域とスペクトル取得用波長域とを選択して透過させるタイミングを、図3(a)に示したように、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域 a, b, cの光を選択して透過させた後に一つのスペクトル取得用波長域の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全てのスペ

10

20

30

40

50

クトル取得用波長域の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、波長選択透過手段2を制御する。即ち、動画でRGBの3フレーム $13c_1$, $13c_2$, $13c_3$ で蛍光画像を取得した後に、蛍光スペクトル取得用フレーム $13c_4$ で一つの分光画像を取得する。

そして、実施例1の蛍光内視鏡装置は、このような波長選択制御手段4の制御により、蛍光画像の動画を取得して表示しながら、バックで蛍光スペクトルを取得する。

【0089】

なお、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が蛍光検出用波長域とスペクトル取得用波長域を選択して透過させるタイミングを、図4(a)に示したように、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域 a , b , c の光を選択して透過させた後に全てのスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御するようにしてもよい。例えば、内視鏡先端部12を生体内で静止させた時に、上述した移動量検出手段(図示省略)を介して自動的に、又は手動により、一括で蛍光スペクトルを取得するようにしてもよい。

この場合、動画用の蛍光画像は、蛍光画像合成用のフレームメモリ $13c_1$, $13c_2$, $13c_3$ に記憶させておく。そして、画像表示手段6は、スペクトル画像を取得している間、その記憶させた蛍光画像をコマ送りあるいは静止画で表示する。

【0090】

さらには、図12に示すように、観察者が注力した所望のタイミングで、スペクトル画像を取得するようにしてもよい。

即ち、波長選択制御手段4は、例えば、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域(例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a , b , c)の光を選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する第一の制御モードと、波長選択透過手段2が、全ての蛍光検出用波長域(例えば、図3(a)における一組の蛍光検出用波長域 a , b , c)の光を選択して透過させた後に一つのスペクトル取得用波長域(例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n のうちの一つ)の光を選択して透過させ、これら一連の処理を、全てのスペクトル取得用波長域(例えば、図3(a)における一組のスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n)の光が選択して透過させられるまで繰り返すように、波長選択透過手段2を制御する第三の制御モードを有し、第一の制御モード、第三の制御モードのいずれかを手動での選択を介して駆動させることができるように構成してもよい。

【0091】

また、波長選択制御手段4は、上記のような蛍光画像の動画のみを表示するモードと、蛍光画像の動画表示を行うとともにバックでスペクトル画像を取得するモードとを自動で切替えて駆動するように構成してもよい。

【0092】

また、実施例1の蛍光内視鏡装置は、図13(a)に示すように、表示ユニット4が表示した蛍光画像の画面内において、画素領域特定手段を介して観察者がスペクトル表示を所望する部位を手動で入力指示できるようになっている。入力指示は、例えば画面上のポインタや領域を示す枠線などを図示しないキーボードやマウスを用いて操作して行う。なお、図13(a)では、残渣の蛍光を強く発する部位の画素領域が特定された状態を示している。

そして、実施例1の蛍光内視鏡装置では、強度分布取得手段7は、図13(b)に示すように、画素領域特定手段により特定された画素領域での所定波長帯域内における光の強度分布を取得するようになっている。

【0093】

また、実施例1の蛍光内視鏡装置は、例えば、図13(b)に示すように、図13(a)の蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での強度分布取得手段7を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域が既知の残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域からシフトしたときに、波長選択制御調整手段8は、波長選択透過手段2が

選択・透過させる残渣の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 c が、強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を自動的に調整するように構成されている。

【0094】

その際、残渣の蛍光スペクトルは、図示省略したスペクトル分離手段が、既知の生体由来の自家蛍光スペクトル、蛍光薬剤の蛍光スペクトルの基準値を用い、分光推定・UNMIXINGの手法を用いて推定することによって強度分布取得手段 7 が取得した蛍光スペクトルから分離する。また、分離した各蛍光成分のスペクトルのピーク値から各蛍光成分に対応する蛍光検出用波長域 a , b , c のシフト量を検出する。

10

【0095】

実施例 2

図 1 4 は実施例 2 にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段 2 が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は所定のスペクトル取得用波長域を示す図である。図 1 5 は実施例 2 の蛍光内視鏡装置において画像表示手段 6 により表示される、蛍光画像及び強度分布取得手段 7 を介して取得される蛍光スペクトルを示す説明図で、左側は蛍光画像合成用の各フレームメモリ $13c_1$, $13c_2$, $13c_3$ に記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手段 5 を介して合成し画像表示手段 6 で表示したときの画像、右側は画像表示手段 6 に表示された画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域における、強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域が既知の蛍光スペクトルのピーク波長域からシフトした状態を示している。

20

【0096】

実施例 2 の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御手段 4 は、波長選択透過手段 2 が、図 1 4 に示すように、図 8 に示した三種類の蛍光物質から発する三種類の蛍光（自家蛍光、蛍光薬剤から発する蛍光、残渣である便の蛍光）に夫々対応する蛍光検出用波長域 a , b , c の光と、蛍光検出用波長域 c を含む $630\text{ nm} \sim 705\text{ nm}$ の波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots , n の光とを、選択して透過させるように、波長選択透過手段 2 を制御するように構成されている。

30

【0097】

また、画像表示手段 6 は、図 1 5 に示すように、強度分布取得手段 7 により取得された $630\text{ nm} \sim 705\text{ nm}$ の波長帯域内における光の強度分布を、蛍光画像合成手段 5 により合成された画像とともに表示するように構成されている。

【0098】

また、実施例 2 の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を実施例 1 の蛍光内視鏡装置と同様、自動的に行なうように構成されている。例えば、図 1 5 における右側のグラフに示すように、図 1 5 の左側に示される蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' が既知の残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c からシフトしたときは、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択透過手段 2 が選択・透過させる残渣の蛍光に対応する蛍光検出用波長域が、強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する。

40

このように、残渣だけの波長シフトに注目すべき場合には、スペクトル取得用波長域を蛍光検出用波長域 c を含む $630\text{ nm} \sim 705\text{ nm}$ の波長帯域内に限定することで、スペクトル取得にかかる時間を削減でき、蛍光画像のコマ落ちを低減させることが出来る。

その他の構成及び作用効果は実施例 1 の蛍光内視鏡装置と略同じである。

【0099】

50

実施例 3

図 1 6 は実施例 3 にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段 2 が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a)は各蛍光検出用波長域を示す図、(b)は各スペクトル取得用波長域を示す図である。

【 0 1 0 0 】

実施例 3 の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御手段 4 は、波長選択透過手段 2 が、図 1 6 に示すように、図 8 に示した三種類の蛍光物質から発する三種類の蛍光（自家蛍光、蛍光薬剤から発する蛍光、残渣である便の蛍光）に夫々対応する蛍光検出用波長域 a , b , c の光と、蛍光検出用波長域 a , b を含む $490\text{ nm} \sim 565\text{ nm}$ の波長帯域内において夫々順に所定波長域で隣り合うスペクトル取得用波長域 1 , 2 , \dots の光又は蛍光検出用波長域 c を含む $645\text{ nm} \sim 715\text{ nm}$ の波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 \dots , n の光とを、選択して透過させるように、波長選択透過手段 2 を制御する。

【 0 1 0 1 】

また、実施例 3 の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を手動で行なうように構成されている。例えば、図 1 5 における右側のグラフに示すように、図 1 5 の左側に示される蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' が既知の残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c からシフトしたときは、観察者が、その画面上でのシフトポイント（図 1 5 の右側のグラフにおける c' で示される部分）を、図示しないキーボードやマウスを用いて手動により入力したときに、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択透過手段 2 が選択・透過させる残渣の蛍光に対応する蛍光検出用波長域が、強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' を含む所定波長域にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を調整する。

その他の構成及び作用効果は実施例 2 の蛍光内視鏡装置と略同じである。

【 0 1 0 2 】

実施例 4

図 1 7 は実施例 4 にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段 2 が選択して透過させる各蛍光検出用波長域の一例を示す図で、二種類の蛍光検出用波長域がシフトする状態を示す図である。図 1 8 は実施例 4 の蛍光内視鏡装置において画像表示手段 6 に表示される蛍光画像と、強度分布取得手段 7 を介して取得される蛍光スペクトルと、スペクトル分離手段を介して分離される蛍光スペクトルを示す説明図で、(a)は蛍光画像合成用の各フレームメモリ $13c_1$, $13c_2$, $13c_3$ に記憶された三種類の蛍光検出用波長域の光の画像を蛍光画像合成手段 5 を介して合成し画像表示手段 6 で表示したときの画像を示す図、(b)は(a)の画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域における、強度分布取得手段 7 を介して取得された蛍光スペクトルを示すグラフ、(c)は(b)の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した蛍光スペクトルを示すグラフである。

【 0 1 0 3 】

実施例 4 の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御手段 4 を介して波長選択透過手段 2 が選択して透過させる波長域は、図 1 1 (a) , (b) に示した実施例 1 の蛍光内視鏡装置と同様であるが、実施例 4 では残渣の蛍光スペクトルにおけるピーク波長の他に、例えば、血流等、残渣以外の影響により他の蛍光成分の蛍光スペクトルにおけるピーク波長（図 1 7 の例では生体由来の自家蛍光スペクトル）が夫々の既知のピーク波長からシフトしたときに、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択透過手段 2 が選択・透過させる残渣の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 c とともに生体由来の自家蛍光に対応する蛍光検出用波長域 a が、強度分布取得手段 7 を介して取得された残渣の蛍光スペクトルのピーク波長域 c' とともに生体由来の自家蛍光スペクトルのピーク波長域 a' にシフトするように、波長選

択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を自動的に調整するように構成されている。

【 0 1 0 4 】

なお、図 10 に示したように、生体由来の自家蛍光のピーク波長域近傍においては、蛍光薬剤の蛍光や残渣の蛍光も比較的強い強度で発光している。そこで、実施例 4 の蛍光内視鏡装置では、自家蛍光スペクトルのピーク波長域を高精度に検出するために、スペクトル分離手段（不図示）が、強度分布取得手段 7 を介して取得した蛍光スペクトルを夫々の蛍光成分の蛍光スペクトルに分離する。

【 0 1 0 5 】

スペクトル分離手段は、例えば、図 18 (a) に示される蛍光画像において画素領域特定手段を介して特定された画素領域での、強度分布取得手段 7 を介して取得された蛍光スペクトル（図 18 (b) 参照）から、複数の蛍光成分（生体由来の蛍光成分、蛍光薬剤由来の蛍光成分）の蛍光スペクトルを分離する。即ち、上述した分光推定・アンミキシング（Unmixing）等の手法を用いて所定の演算を行い、夫々の蛍光成分の蛍光スペクトルを分離する。

【 0 1 0 6 】

そして、分離した各蛍光スペクトルのピーク波長のうち、残渣の蛍光スペクトルにおけるピーク波長と、生体由来の蛍光成分の蛍光スペクトルにおけるピーク波長が、夫々の既知の蛍光スペクトルにおけるピーク波長からシフトした場合、波長選択制御調整手段 8 は、上述したように、波長選択透過手段 2 が選択・透過させる残渣の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 c 、生体由来の自家蛍光に対応する蛍光検出用波長域 a が、夫々、所定波長域 c' 、所定波長域 a' にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を自動的に調整する。

【 0 1 0 7 】

なお、実施例 4 の蛍光内視鏡装置では、実施例 1 の蛍光内視鏡装置と同様、画素領域特定手段を介して観察者がスペクトル表示を所望する部位を手動で入力指示できるが、強度分布取得手段 7、スペクトル分離手段等を介した蛍光スペクトル取得、分離、及びピーク波長域の検出や、波長選択制御調整手段 8 を介した波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整（即ち、蛍光検出用波長域を検出したピーク波長域へのシフト）は自動的に行うように構成されている。

その他の構成及び作用効果も実施例 1 の蛍光内視鏡装置と略同じである。

【 0 1 0 8 】

なお、実施例 4 の蛍光内視鏡装置では、実施例 2、3 の蛍光内視鏡装置と同様、画像表示手段 6 を、強度分布取得手段 7 により取得され、スペクトル分離手段を介して分離された各蛍光成分の光の強度分布を蛍光画像合成手段 5 により合成された画像とともに表示するように構成してもよい。

また、実施例 4 の蛍光内視鏡装置では、実施例 3 の蛍光内視鏡装置と同様、波長選択制御調整手段 8 を、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御の調整を手動で（即ち、観察者が、その画面上でのピーク波長域のシフトポイントを、図示しないキーボードやマウスを用いて手動により入力したときに）行なうように構成してもよい。

【 0 1 0 9 】

実施例 5

実施例 5 の蛍光内視鏡装置では、画像表示手段 6 が、強度分布取得手段 7 により取得された蛍光成分の光の強度分布を複数の蛍光成分の蛍光スペクトルが混在した状態のまま、蛍光画像合成手段 5 により合成された画像とともに表示するように構成されている。

なお、波長選択制御手段 4 を介して波長選択透過手段 2 が選択して透過させる波長域は、図 11 (a), (b) に示した実施例 1 の蛍光内視鏡装置と同様である。

また、実施例 5 の蛍光内視鏡装置では、実施例 3 の蛍光内視鏡装置と同様、波長選択制御調整手段 8 が、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 に対する蛍光検出用波長

10

20

30

40

50

域の選択・透過制御の調整を手動で（即ち、観察者が、その画面上でのピーク波長域のシフトポイントを、図示しないキーボードやマウスを用いて手動により入力したときに）行なうように構成されている。

その他の構成及び作用効果は、実施例 3 の蛍光内視鏡装置と略同じである。

【 0 1 1 0 】

実施例 6

実施例 6 の蛍光内視鏡装置は、画像表示装置 6 に表示される画像の各画素に対し、強度分布取得手段 7 を介した蛍光スペクトルの取得、取得された蛍光スペクトルからのスペクトル分離手段を介した各蛍光成分の蛍光スペクトルの分離、波長選択制御調整手段 8 を介した各蛍光成分の蛍光スペクトルにおけるピーク波長域の抽出、ピーク波長域への蛍光検出用波長域のシフト量の算出、及び算出したシフト量での蛍光検出用波長域のシフトを全て自動的に行うように構成されている。

10

【 0 1 1 1 】

なお、波長選択制御調整手段 8 は、波長選択制御手段 4 の制御による波長選択透過手段 2 が選択・透過させる蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域を、例えば、次のようにして決定する。

図 19 は実施例 6 の蛍光内視鏡装置における、波長選択制御調整手段 8 を介した波長選択制御手段 4 の制御による波長選択透過手段 2 が選択・透過させる蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域の決定手法の例を示す説明図で、(a) は強度分布取得手段 7、スペクトル分離手段を介して取得、分離された、各蛍光成分の蛍光スペクトルにおいて輝度値がピークとなる波長域及びその画素数の一例を示す図、(b) は強度分布取得手段 7、スペクトル分離手段を介して取得、分離された、各蛍光成分の蛍光スペクトルにおいて輝度値がピークとなる波長域及びその画素数の他の例を示す図である。

20

【 0 1 1 2 】

各画素での各波長の輝度値を Y とすると、輝度値 Y は次の式 (5) のように示すことができる。

$$Y = f(\quad) \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

なお、波長選択透過手段 2 は所定の波長幅をもって強度分布取得用の波長域を選択・透過するため、強度分布取得手段 7 で取得される蛍光スペクトルには、輝度値が得られていない波長域が間歇的に存在しうるが、そのような波長域における輝度値は輝度値が得られている波長間のスプライン処理等で補間することができる。

30

また、輝度値 Y には、強度分布取得手段 7 で取得した各蛍光成分が混在した状態の蛍光スペクトルの輝度値、さらにはスペクトル分離手段を介して分離した各蛍光成分の蛍光スペクトルの輝度値、のいずれも用いることができる。

【 0 1 1 3 】

輝度値がピークとなる波長域では蛍光スペクトルは極値となる。そこで、波長選択制御調整手段 8 は、観察者が画素領域特定手段を介して特定した画素領域又は全画素領域において、蛍光スペクトルの極値 ($dy/d = df(\quad)/d = 0$) となる波長域を算出する。

次いで、波長選択制御調整手段 8 は、各蛍光成分の蛍光スペクトルにおいて極値のうち極大値となる波長域ごとに画素数 z を算出する。画素数 z は次の式 (6) のように示すことができる。

40

$$z = g(\quad) \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

さらに、波長選択制御調整手段 8 は、各蛍光成分の蛍光スペクトルの基準となる既知の蛍光成分の蛍光スペクトルにおけるピーク波長域からの波長シフトの有無及び波長シフトがあった場合のシフト量を算出する。

【 0 1 1 4 】

次いで、波長選択制御調整手段 8 は、第一の例として、蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域を、閾値を用いて次のように決定する。

全画素数を S_0 としたとき、例えば、図 19 (a) に示されている輝度値が極大値となる

50

波長域 c' の画素数 $g(c')$ が次の式 (7) を満足したときのみ、シフト調整の対象となる画素領域として決定し、蛍光検出用波長領域を基準となる既知の波長域 c を含む所定波長域から c' を含む所定波長域にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 の選択・透過の制御を調整する。

$$0.1 < g(\quad) / S_0 \quad \dots (7)$$

【0115】

また、波長選択制御調整手段 8 は、第二の例として、蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域を、次のように決定してもよい。

例えば、図 19 (b) に示されている波長域 a' , b' , c' 夫々の画素数 $g(a')$, $g(b')$, $g(c')$ のうち、次の式 (8a) , (8b) , (8c) のいずれかを満足する、各蛍光成分の蛍光スペクトルの基準となる既知の蛍光成分の蛍光スペクトルにおけるピーク波長域 a , b , c 夫々の画素数 $g(a)$, $g(b)$, $g(c)$ を上回るピーク波長域のみ、シフト調整の対象となる画素領域として決定し、蛍光検出用波長領域を基準となる既知の波長域 a (b 或いは c) を含む所定波長域から a' (b' 或いは c') を含む所定波長域にシフトするように、波長選択制御手段 4 による波長選択透過手段 2 の選択・透過の制御を調整する。

$$g(a) < g(a') \quad \dots (8a)$$

$$g(b) < g(b') \quad \dots (8b)$$

$$g(c) < g(c') \quad \dots (8c)$$

その他の構成及び作用効果は、実施例 4 の蛍光内視鏡装置と略同じである。

なお、蛍光検出用波長域へのシフト調整の対象となる画素領域を、観察者が蛍光画像の注目すべき領域をタッチしたり、図示しないキーボードやマウスを用いて手動により入力して決定しても良い。

【0116】

また、実施例 1 ~ 実施例 6 では、三種類の蛍光成分の蛍光スペクトル、蛍光検出用波長域について説明したが、本発明の蛍光内視鏡装置は、蛍光成分の数、蛍光検出用波長域はこれらに限定されるものではなく、さらに多数の蛍光成分、蛍光検出用波長域を備えた構成にも対応可能である。

また、実施例 1 ~ 実施例 6 では、三種類の蛍光物質としてピーク波長域がそれぞれ、R , G , B の波長領域に分かれたものを用いているが、ピーク波長が R , G , B のうちのいずれか一つの領域、あるいは近赤外領域において存在するような複数種類の蛍光物質を用いた観察に対しても、本発明の蛍光内視鏡装置は適用可能である。

また、極値となる波長を中心として前後 20 nm の波長範囲での画素の積算値を、上記式 (6) の画素数 z としても良い。

【0117】

実施例 7

図 20 は実施例 7 にかかる蛍光内視鏡装置における波長選択透過手段 2 が選択して透過させる波長域の一例を示す図で、(a) は各蛍光検出用波長域を示す図、(b) は各スペクトル取得用波長域を示す図、(c) は (b) の蛍光スペクトルをスペクトル分離手段を介して蛍光成分ごとに分離した各蛍光スペクトルが既知の蛍光スペクトルからシフトする状態を示すグラフである。

【0118】

実施例 7 の蛍光内視鏡装置における観察対象の生体組織 9 には、670 nm より短い波長域の励起光の照射により、図 20 (c) に示すように、夫々、700 nm ~ 720 nm、755 nm ~ 800 nm、830 nm ~ 850 nm の波長域の蛍光を発する三種類の蛍光薬剤が蛍光プローブとして標識されている。なお、実施例 7 においては、励起光カットフィルタ 12 b₃ は、670 nm 以下の波長域の光をカットし、670 nm より長波長域の光を透過させる光学特性を有している。

光電変換手段 7 は、単板式イメージセンサ (図示省略) を備えた単色 CCD で構成されている。

10

20

30

40

50

【0119】

また、実施例7の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御手段4は、波長選択透過手段2が、図20(a)、図20(b)に示すように、図20(c)に示した三種類の蛍光物質から発する三種類の蛍光(三種類の蛍光薬剤から発する蛍光)に夫々対応する蛍光検出用波長域 a, b, cの光と、蛍光検出用波長域 a, b, cを含む690nm~915nmの波長帯域内において夫々順に所定波長幅で隣り合うスペクトル取得用波長域 1, 2, ..., nの光とを、選択して透過させるように、波長選択透過手段2を制御する。

【0120】

また、実施例7の蛍光内視鏡装置では、波長選択制御調整手段8は、強度分布取得手段7により取得され、スペクトル分離手段を介して分離された波長選択透過手段2が選択・透過させる夫々の蛍光薬剤の蛍光に対応する蛍光検出用波長域 a, b, cが、夫々、所定波長域 a, b', c'にシフトするように、波長選択制御手段4による波長選択透過手段2に対する蛍光検出用波長域の選択・透過制御を自動的に調整するように構成されている。

10

その他の、構成及び作用効果は、実施例1~実施例6のいずれかの蛍光内視鏡装置と略同じである。

【産業上の利用可能性】

【0121】

本発明の蛍光内視鏡装置は、生体組織を観察するために、生体組織から発生する蛍光スペクトルを検出する分野に有用である。

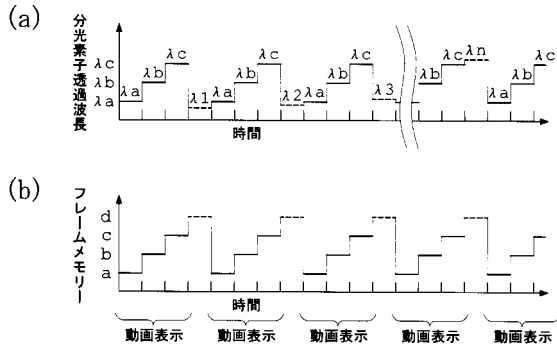
20

【符号の説明】

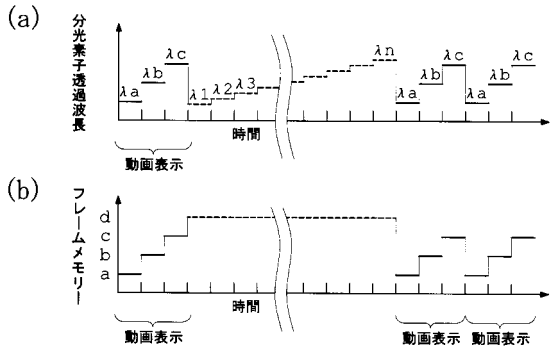
【0122】

- | | | |
|------------------|------------|----|
| 1 | 励起光照射手段 | |
| 2 | 波長選択透過手段 | |
| 3 | 光電変換手段 | |
| 4 | 波長選択制御手段 | |
| 5 | 蛍光画像合成手段 | |
| 6 | 画像表示手段 | |
| 7 | 強度分布取得手段 | |
| 8 | 波長選択制御調整手段 | 30 |
| 9 | 生体(組織) | |
| 11 | 光源ユニット | |
| 11a | 励起光用光源 | |
| 11b | 照明光用光源 | |
| 11c | 光源制御回路 | |
| 12 | 内視鏡先端挿入部 | |
| 12a | 照明光学系 | |
| 12b | 撮像光学系 | |
| 12b ₁ | 対物光学系 | |
| 12b ₂ | 結像光学系 | 40 |
| 12b ₃ | 励起光カットフィルタ | |
| 12b ₄ | 分光光学素子 | |
| 12b ₅ | 撮像素子 | |
| 12c | ライトガイド | |
| 13 | 制御ユニット | |
| 13a | 可変分光素子制御回路 | |
| 13b | 撮像素子制御回路 | |
| 13c | フレームメモリ | |
| 13c ₁ | Rフレームメモリ | |
| 13c ₂ | Gフレームメモリ | 50 |

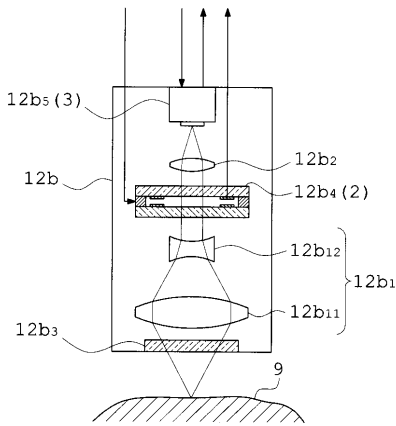
【図3】



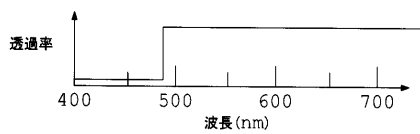
【図4】



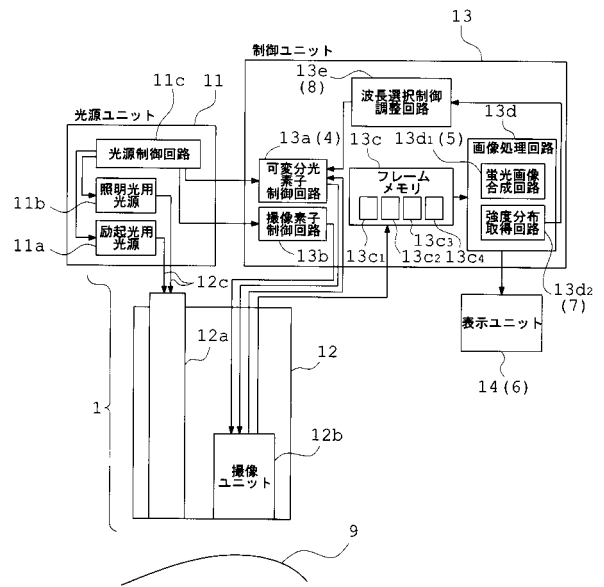
【図6】



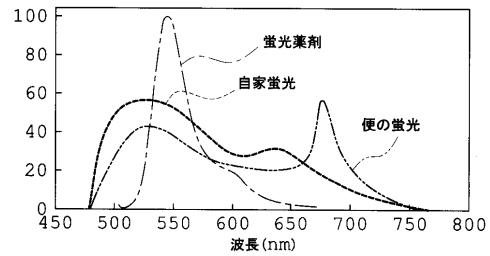
【図7】



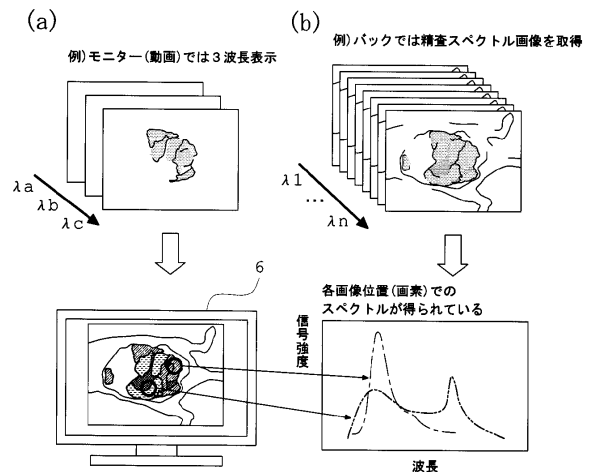
【図5】



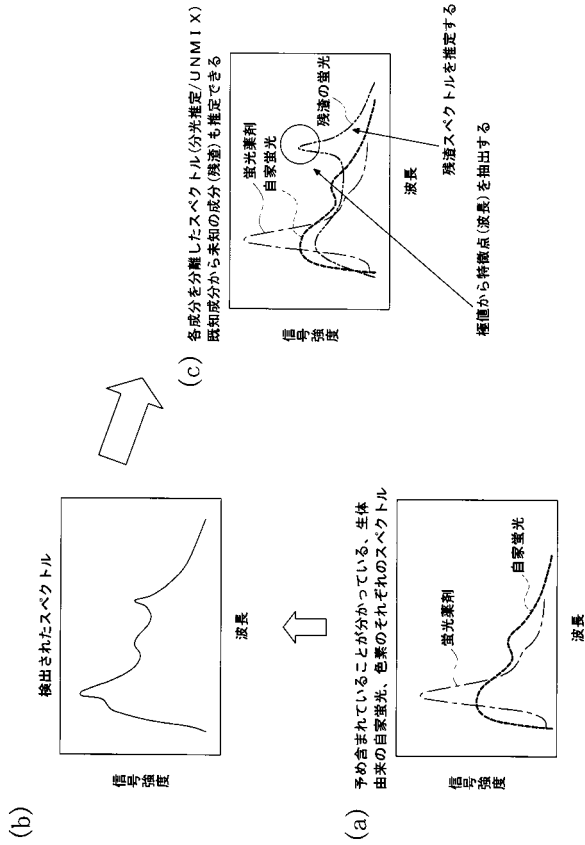
【図8】



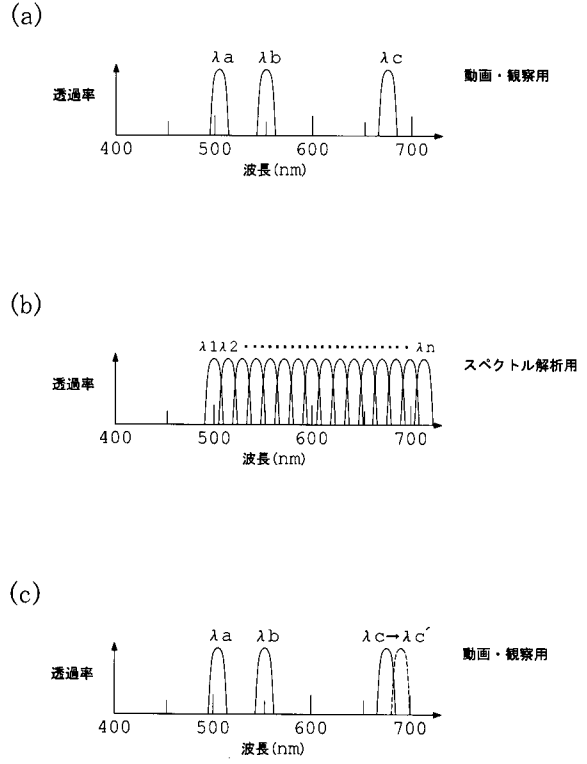
【図9】



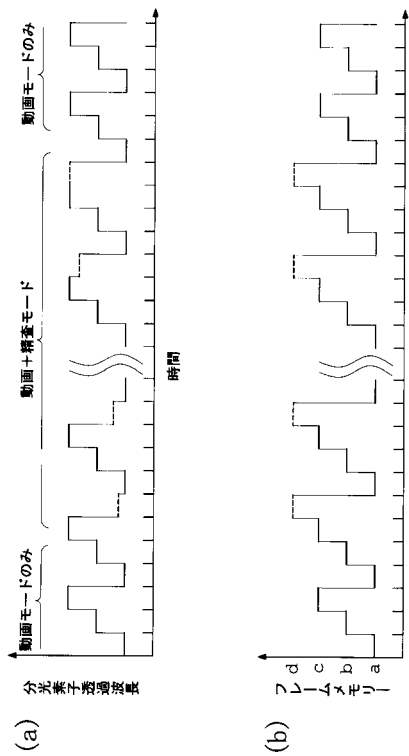
【図10】



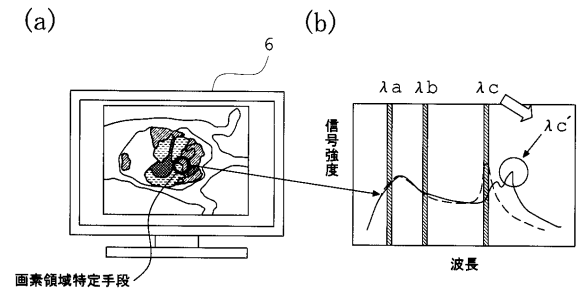
【図11】



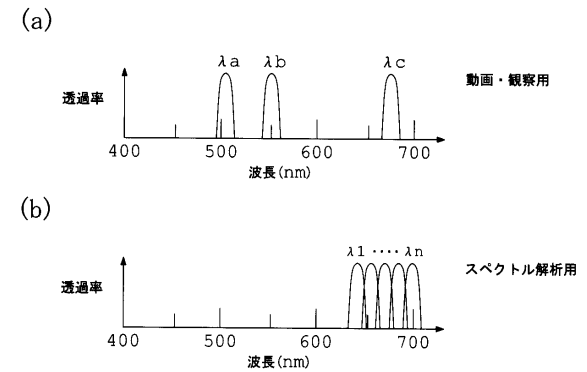
【図12】



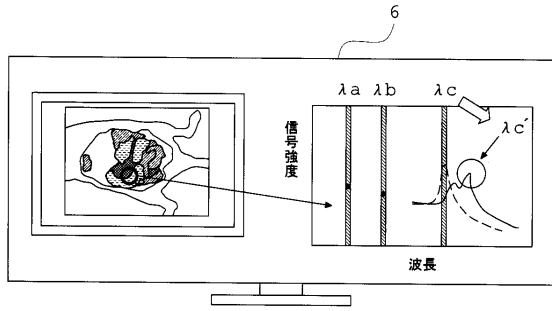
【図13】



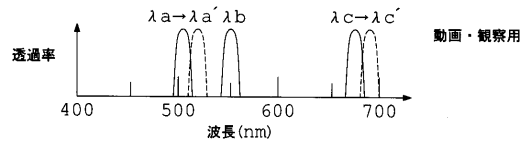
【図14】



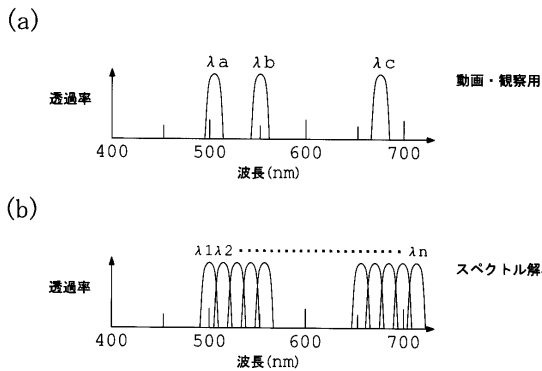
【図15】



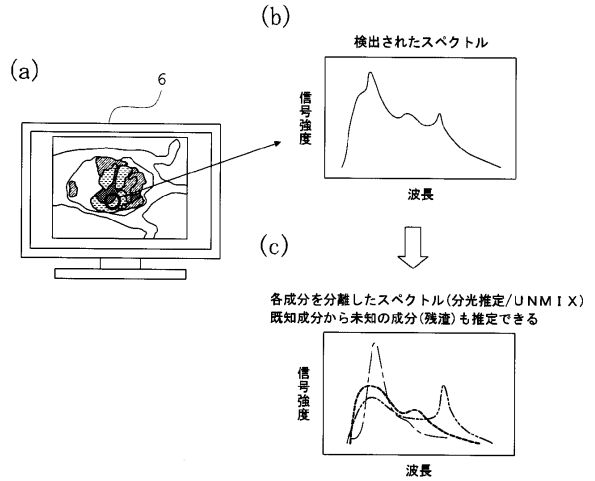
【図17】



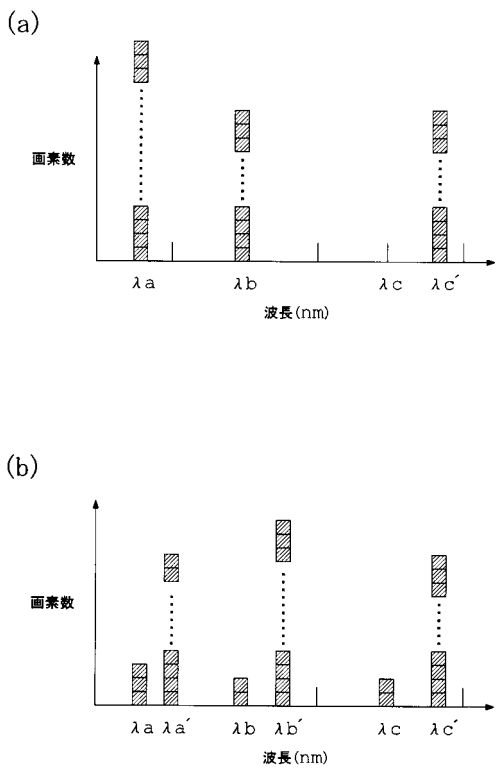
【図16】



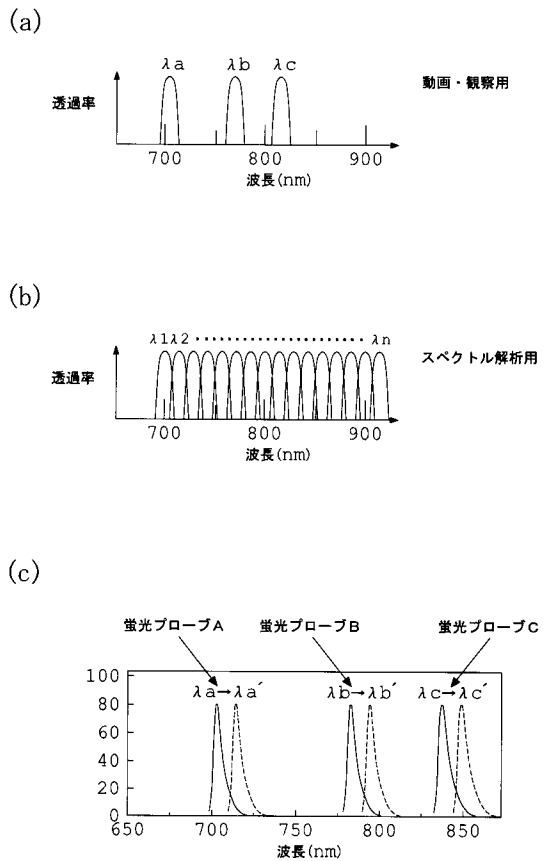
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-319211(JP,A)
特開2008-289560(JP,A)
特開2006-025802(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B1/00-1/32
G02B23/24-23/26

专利名称(译)	荧光内窥镜设备		
公开(公告)号	JP5432793B2	公开(公告)日	2014-03-05
申请号	JP2010075676	申请日	2010-03-29
[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		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	松本伸也		
发明人	松本 伸也		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/05 A61B1/00186 A61B1/043 A61B1/0638 G02B23/2461 G02B23/2484		
FI分类号	A61B1/00.300.D G02B23/24.B A61B1/00.511 A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/00.731 A61B1/045.610 A61B1/045.622		
F-TERM分类号	2H040/CA02 2H040/CA23 2H040/DA12 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/HH54 4C061/QQ04 4C061/RR04 4C061/WW17 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/HH54 4C161/QQ04 4C161/RR04 4C161/WW17		
其他公开文献	JP2011206193A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的荧光内窥镜装置包括：激发光照射装置，其将激发光照射到生物体；波长选择和传输装置，其选择和传输来自活体的光；光电检测器装置，通过所述光学检测器装置选择和传输光被光电转换，波长选择控制装置控制波长选择和发送装置，使得波长选择和发送装置选择和透射多个荧光检测波长区域中的光和预定波长范围内的光谱获取波长区域中的光。包括至少一个荧光检测波长区域，荧光检测波长区域中的荧光图像合成装置，用于显示合成图像的显示装置，以及获取强度分布的强度分布获得装置n在预定波长范围内的光。

$$\begin{pmatrix} D1 \\ D2 \\ \vdots \\ Dn \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a1(\lambda1) & a2(\lambda1) & \dots & am(\lambda1) \\ a1(\lambda2) & a2(\lambda2) & \dots & am(\lambda2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a1(\lambda n) & a2(\lambda n) & \dots & am(\lambda n) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} I_{all}(\lambda1) \\ I_{all}(\lambda2) \\ \vdots \\ I_{all}(\lambda n) \end{pmatrix}$$