

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 528

(P2003 - 528A)

(43)公開日 平成15年1月7日 (2003.1.7)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ド* (参考)
A 6 1 B 1/00	300	A 6 1 B 1/00	300 D 2 G 0 4 3
G 0 1 N 21/64		G 0 1 N 21/64	Z 4 C 0 6 1
G 0 6 T 1/00	290	G 0 6 T 1/00	Z 5 B 0 5 7
	510		5 L 0 9 6
	3/00	3/00	300

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16数) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 193890(P2001 - 193890)

(22)出願日 平成13年6月27日(2001.6.27)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 千代 知成

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士

写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外 1 名)

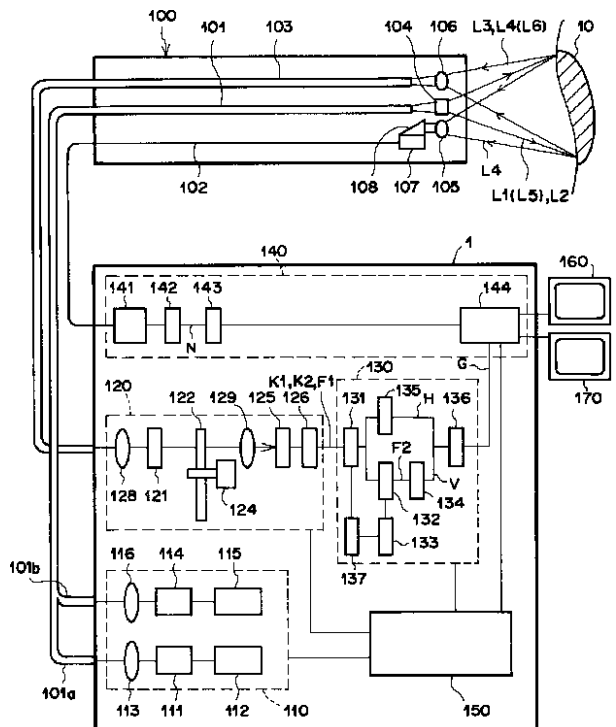
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蛍光診断画像生成方法および装置

(57)【要約】

【課題】 複数の異なる波長域の蛍光画像間の強度の比率から色相画像を求め、参照光の照射により得られる参照光反射画像の光強度から明度画像を求め、両画像を合成して合成画像を得るに際し、反射画像の測定精度を高め、より正確な合成画像を取得する。

【解決手段】 励起光 L 2 の照射強度分布と、参照光 L 5 の照射強度分布とに基づいて、I R 反射画像データ F 1 を得たときの参照光 L 5 の照射強度分布が励起光 L 2 の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正 I R 反射画像データ F 2 を求める補正演算を、補正演算部 1 3 2 において補正係数メモリ 1 3 3 に記憶された補正係数により行う。補正 I R 反射画像データ F 2 から明度画像データ V を、広狭両帯域の蛍光画像の各画素値の比率から色相画像データ H を得、これらを合成して合成画像データ G を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光の照射により観察部から発せられた蛍光を撮像して波長帯域が異なる複数の蛍光画像を取得し、

参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得し、前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得し、前記複数の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色情報画像、および前記励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた輝度情報画像を生成し、両画像の合成画像を生成することを特徴とする蛍光診断画像生成方法。

【請求項 2】 前記励起光対応参照光反射画像の取得は、下記の式(1)または(2)により予め算出された補正係数に基づいて前記参照光反射画像を補正することにより行われることを特徴とする請求項 1 記載の蛍光診断画像生成方法。

【数 1】

$$C(x, y) = \int_{\text{Min}}^{\text{Max}} W(x, y, z) \frac{R1(x, y, z)}{R2(x, y, z)} dz \quad (1)$$

$$C(x, y) = \sum_{z=\text{Min}}^{\text{Max}} W(x, y, z) \frac{R1(x, y, z)}{R2(x, y, z)} \quad (2)$$

但し、C(x, y) : 補正係数

R 1 (x , y , z) : 測定距離 z における前記励起光の反射光強度または前記蛍光の強度

R 2 (x , y , z) : 測定距離 z における前記参照光の反射光強度

W (x , y , z) : 重み関数

Max : 最大測定距離

Min : 最小測定距離

(x , y) : 前記励起光の反射光を撮像することにより取得される励起光反射画像または蛍光画像および参照光反射画像の画素位置

【請求項 3】 前記補正は、前記補正係数を前記参照光反射画像に乗算して前記励起光対応参照光反射画像を求める演算であることを特徴とする請求項 2 記載の蛍光診断画像生成方法。

【請求項 4】 前記比率として、前記複数の蛍光画像間の光強度の除算値を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の蛍光診断画像生成方法。

【請求項 5】 励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、

前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光を撮像して波長帯域が異なる複数の蛍光画像を取得する

とともに、前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得する撮像手段と、

前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得する画像取得手段と、

前記複数の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色情報画像、および前記励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた輝度情報画像を生成し、両画像に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段とを備えたことを特徴とする蛍光診断画像生成装置。

【請求項 6】 前記画像取得手段は、前記励起光対応参照光反射画像の取得を、下記の式(1)または(2)により予め算出された補正係数に基づいて前記参照光反射画像を補正することにより行う手段であることを特徴とする請求項 5 記載の蛍光診断画像生成装置。

【数 2】

$$C(x, y) = \int_{\text{Min}}^{\text{Max}} W(x, y, z) \frac{R1(x, y, z)}{R2(x, y, z)} dz \quad (1)$$

$$C(x, y) = \sum_{z=\text{Min}}^{\text{Max}} W(x, y, z) \frac{R1(x, y, z)}{R2(x, y, z)} \quad (2)$$

但し、C(x, y) : 補正係数

R 1 (x , y , z) : 測定距離 z における前記励起光の反射光強度または前記蛍光の強度

R 2 (x , y , z) : 測定距離 z における前記参照光の反射光強度

W (x , y , z) : 重み関数

Max : 最大測定距離

Min : 最小測定距離 (x , y) : 前記励起光の反射光を撮像することにより取得される励起

光反射画像または蛍光画像および参照光反射画像の画素位置

【請求項 7】 前記画像取得手段は、前記補正を、前記補正係数を前記参照光反射画像に乗算して前記励起光対応参照光反射画像を求める演算により行う手段であることを特徴とする請求項 5 記載の蛍光診断画像生成装置。

【請求項 8】 前記合成画像生成手段は、前記比率として、前記複数の蛍光画像間の光強度の除算値を用いる手段であることを特徴とする請求項 5 から 7 のいずれか 1 項記載の蛍光診断画像生成装置。

【請求項 9】 前記照射手段および前記撮像手段の一部または全部が、生体内部に挿入される内視鏡の形態であることを特徴とする請求項 5 から 8 のいずれか 1 項記載の蛍光診断画像生成装置。

【請求項 10】 励起光および参照光を観察部に照射

する照射手段と、
前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光を撮像して蛍光画像または波長帯域が異なる複数の蛍光画像を取得するとともに、前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得する撮像手段と、
前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて前記参照光反射画像を補正して、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得する画像取得手段と、
前記蛍光画像または前記複数の蛍光画像および前記励起光対応参照光反射画像に基づいて、蛍光診断画像を生成する画像生成手段と、
所定の指示に基づいて、前記補正の態様を更新する更新手段とを備えたことを特徴とする蛍光診断画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、励起光の照射により生体組織から発せられた蛍光を撮像し、生体組織に関する情報を表す蛍光診断画像を生成する蛍光診断画像生成方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、所定の波長帯域の励起光を生体観察部に照射した場合に、正常組織と病変組織とでは発生する蛍光強度が異なることを利用して、生体観察部に所定波長の励起光を照射し、生体観察部が発する蛍光を受光することにより病変組織の局在・浸潤範囲を蛍光画像として表示する技術が提案されている。

【0003】通常、励起光を照射すると、図8に示すように、正常組織からは強い蛍光が発せられ、病変組織からは微弱な蛍光が発せられるため、蛍光強度を測定することにより、病変状態を判定できる。

【0004】このような蛍光画像を表示するための蛍光診断画像表示装置は基本的に、励起光を生体観察部に対して照射する励起光照射手段と、生体組織が発する蛍光から蛍光画像を取得する蛍光画像取得手段と、この蛍光画像取得手段の出力を受けて上記蛍光画像を表示する表示手段とからなるものであり、多くの場合、体腔内部に挿入される内視鏡や、コルポスコープあるいは手術用顕微鏡等に組み込まれた形に構成される。

【0005】ここで、生体組織には凹凸があるため、生体組織に照射される励起光の強度は均一ではない。また、生体組織から発せられる蛍光強度は励起光照射度に略比例するが、励起光照射度は距離の2乗に反比例して低下する。このため、光源から遠くにある正常組織よりも近くにある病変組織の方が強い蛍光を受光する場合があります。励起光による蛍光の強度の情報だけでは生体組織の

組織性状を正確に識別することができない。このような不具合を低減するために、異なる波長帯域(480nm付近の狭帯域と430nm近傍から730nm近傍の広帯域)の蛍光画像における2種類の蛍光強度の比率を除算により求め、その除算値に基づく演算画像を蛍光診断画像として表示する方法、すなわち、生体の組織性状を反映した蛍光スペクトルの形状の違いに基づいた画像の表示方法や、種々の生体組織に対して一様な吸収を受ける近赤外光を参照光として生体組織に照射し、この参照光の照射を受けた生体組織によって反射された反射光の強度を検出して蛍光強度との比率を除算により求め、その除算値に基づく演算画像を蛍光診断画像として表示する方法、すなわち、蛍光収率を反映した値を求めて画像を表示する方法等が提案されている。

【0006】また、異なる波長帯域の蛍光強度の除算値に色の情報を割り当てて蛍光診断画像を生成し、蛍光診断画像における色の違いにより生体組織の病変状態を表す方法や、その色の違いにより生体組織の病変状態を示す色画像と、参照光の照射による反射光の強度に明度の情報を割り当てることにより得られた明度画像とを合成することにより、生体組織の形状も画像に反映させた凹凸感のある蛍光診断画像を表示する方法も提案されている。

【0007】しかしながら、生体組織に照射される励起光と参照光とでは異なる光源を使用するため、それぞれの光源から発せられる光の指向性が異なる。また、励起光と参照光とでは波長が異なることから同じ光学系を通して射出しても照射される光の配光特性が異なる。このため、参照光が生体組織を照射するときの照射強度分布を励起光が生体組織を照射するときの照射強度分布に一致させることは難しい。さらに、励起光と参照光の配光特性を一致させるように光学系を設計したとしても、光源毎の特性の違いおよび光源の経時変化の影響等により励起光および参照光の配光特性が変化するため、参照光の配光特性を常に励起光の配光特性一致させて撮像を行うことは困難である。

【0008】したがって、生体組織が受光した励起光の強度分布を生体組織に照射した参照光の反射光の強度分布で代用して蛍光診断画像を求める方法では、必ずしも正確な蛍光診断画像を求めることはできない。

【0009】このため、本出願人により、蛍光収率を反映させた蛍光診断画像を求める際に、励起光の照射強度分布と参照光の照射強度分布とに基づいて、参照光反射画像を得たときの参照光の照射強度分布が励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を求める補正演算を参照光反射画像に施し、励起光対応参照光反射画像を用いて蛍光診断画像を求めるようにした方法が提案されている(特願平11-321394号)。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような励起光と参照光との照射強度分布の相違に基づく問題は、蛍光収率を反映させた蛍光診断画像を求める場合のみならず、異なる波長帯域の蛍光強度の除算値に色の情報を割り当てた色画像と参照光の照射による反射光の強度に明度の情報を割り当てることにより得られた明度画像とを合成することにより得られた蛍光診断画像を生成する場合にも生じる問題である。

【0011】本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、上述した色画像と明度画像とを合成して蛍光診断画像を得る際の参照光反射画像の撮像精度を高め、より正確な蛍光診断画像を取得することができる蛍光診断画像生成方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による蛍光診断画像生成方法は、励起光の照射により観察部から発せられた蛍光を撮像して波長帯域が異なる複数の蛍光画像を取得し、参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得し、前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得し、前記複数の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色情報画像、および前記励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた輝度情報画像を生成し、両画像の合成画像を生成することを特徴とするものである。

【0013】「色情報」とは、例えば、顕色系(HSB/HSV)色空間/HVC/Lab/Luv/La'b'/Lu'v'色空間)や混色系(XYZ色空間)の色相、彩度、色度(色相および彩度)、TV信号等に代表される映像信号の色差(例えばNTSC信号のYIQのYIQ、YCbCrのCbCr等)等を意味する。

【0014】「輝度情報」とは、例えば、顕色系(HSB/HSV)色空間/HVC/Lab/Luv/La'b'/Lu'v'色空間)や混色系(XYZ色空間)の明度、輝度、TV信号等に代表される映像信号の輝度(例えばNTSC信号のYIQのYIQ、YCbCrのCbCr等)等を意味する。

【0015】「複数の蛍光画像間の比率に基づいて定められた色情報画像」とは、比率の大きさに応じて異なる色相、彩度、色度、色差を各画素に割り当てた画像をいう。

【0016】「励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた輝度情報画像」とは、励起光対応参照光反射画像の各画素値の大きさに応じて異なる明度、輝度を割り当てた画像をいう。

【0017】「光強度の比率」とは、光強度の大小関係*

*を反映させたものであればよい。

【0018】上記比率としては、前記複数の蛍光画像間の光強度の除算値を用いることができる。なお光強度の除算値としては、光強度に補正値を加算した上での除算による値や、除算した値に数学的処理を施した値等、除算に類する演算により算出された値も含むものである。

【0019】また、励起光対応参照光反射画像の取得は、励起光の照射強度分布と参照光の照射強度分布とを利用して、参照光反射画像を得たときの参照光の照射強度分布が励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を求めるものであればどのような方式を用いてもよい。

【0020】例えば、下記の式(1)または(2)により予め算出された補正係数に基づいて行うようにしてもよい。この場合、この補正係数を参照光反射画像に乗算して励起光対応参照光反射画像を求める演算により補正を行えばよい。また、補正係数に基づいて光学的なフィルタを作成し、参照光の反射光をこのフィルタを介して撮像することにより、撮像時に励起光対応参照光反射画像を得るようにしてもよい。

【数3】

$$C(x,y) = \int_{\text{Min}}^{\text{Max}} W(x,y,z) \frac{R1(x,y,z)}{R2(x,y,z)} dz \quad (1)$$

$$C(x,y) = \sum_{z=\text{Min}}^{\text{Max}} W(x,y,z) \frac{R1(x,y,z)}{R2(x,y,z)} \quad (2)$$

但し、C(x,y)：補正係数

R1(x,y,z)：測定距離zにおける前記励起光の反射光強度または前記蛍光の強度

R2(x,y,z)：測定距離zにおける前記参照光の反射光強度

W(x,y,z)：重み関数

Max：最大測定距離

Min：最小測定距離

(x,y)：前記励起光の反射光を撮像することにより取得される励起光反射画像または蛍光画像および参照光反射画像の画素位置

【0021】ここで、重み関数W(x,y,z)としては、測定距離zに応じて種々の重み値を有するものを用いることができる。

【0022】なお、式(1)または(2)において、算出された補正係数を、補正係数の最大値または補正係数の全画素(x,y)における加算値により規格化してもよく、R1(x,y,z)/R2(x,y,z)を算出した後に、R1(x,y,z)/R2(x,y,z)の最大値によりR1(x,y,z)/R2(x,y,z)を規格化してもよい。さらに、規格化されたR1(x,y,z)/R2(x,y,z)により算出された補正係数C(x,y)をさらに補正係数C(x,y)の最大値

または補正係数の全画素 (x, y) における加算値により規格化してもよい。

【0023】ここで、上記式(1)または(2)における測定距離とは、観察部と観察部に最も近い位置にある光学系(例えば蛍光および反射光を集光する集光レンズ)との間の距離をいう。

【0024】本発明による蛍光診断画像生成装置は、励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光を撮像して波長帯域が異なる複数の蛍光画像を取得するとともに、前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得する撮像手段と、前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得する画像取得手段と、前記複数の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色情報画像、および前記励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた輝度情報画像を生成し、両画像に基づいた合成画像を生成する合成画像生成手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0025】なお、本発明による蛍光診断画像生成装置においては、前記画像取得手段を、前記励起光対応参照光反射画像の取得を、上記式(1)または(2)により予め算出された補正係数に基づいて前記参照光反射画像を補正することにより行う手段としてもよい。

【0026】この場合、前記画像取得手段は、前記補正を、前記補正係数を前記参照光反射画像に乗算して前記励起光対応参照光反射画像を求める演算により行う手段とすることが好ましい。

【0027】また、本発明による蛍光診断画像生成装置においては、前記合成画像生成手段を、前記比率として、前記複数の蛍光画像間の光強度の除算値を用いる手段としてもよい。

【0028】さらに、本発明による蛍光診断画像生成装置は、前記照射手段および前記撮像手段の一部または全部が、生体内部に挿入される内視鏡の形態として用いることが好ましい。

【0029】なお、本発明において、励起光の光源としては、GaN系の半導体レーザを用いることができ、励起光の波長帯域としては400nm~420nmの範囲のものを用いることができる。また、参照光の光源としては、GaAs系の半導体レーザを用いることができ、参照光の波長帯域としては750nm~900nmの範囲のものを用いることができる。

【0030】本発明による他の蛍光診断画像生成装置は、励起光および参照光を観察部に照射する照射手段と、前記励起光の照射により前記観察部から発せられた蛍光を撮像して蛍光画像または波長帯域が異なる複数の

蛍光画像を取得するとともに、前記参照光の照射を受けた前記観察部によって反射された前記参照光の反射光を撮像して参照光反射画像を取得する撮像手段と、前記励起光の照射強度分布および前記参照光の照射強度分布に基づいて前記参照光反射画像を補正して、前記参照光反射画像を得たときの前記参照光の照射強度分布が前記励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像を取得する画像取得手段と、前記蛍光画像または前記複数の蛍光画像および前記励起光対応参照光反射画像に基づいて、蛍光診断画像を生成する画像生成手段と、所定の指示に基づいて、前記補正の態様を更新する更新手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0031】本発明による他の蛍光診断画像生成装置において、「蛍光診断画像」としては、蛍光画像の光強度と励起光対応参照光反射画像の光強度との比率を表す除算値に基づく画像、異なる波長帯域の蛍光画像間の光強度の除算値または蛍光画像の光強度と励起光対応参照光反射画像の光強度の除算値に色の情報を割り当てた色情報画像、あるいはこの色情報画像と励起光対応参照光反射画像の光強度に輝度の情報を割り当てた輝度情報画像との合成画像を用いることができる。

【0032】「所定の指示」とは、例えば外部スイッチ等から補正の態様の更新を実行させるための入力を行う。

【0033】「補正の態様の更新」とは、例えば補正係数に基づいて参照光反射画像を補正する場合には、補正係数自体を更新することをいうが、補正係数の算出のための演算方法を新たな演算方法に更新するものであってもよい。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、励起光および参照光を観察部に照射することにより得られた蛍光および反射光を撮像することにより、波長帯域が異なる複数の蛍光画像および参照光反射画像が取得される。そして、励起光の照射強度分布と参照光の照射強度分布とに基づいて、参照光反射画像を得たときの参照光の照射強度分布が励起光の照射強度分布であった場合に得られたであろう励起光対応参照光反射画像が取得され、複数の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色情報画像と、励起光対応参照光反射画像の光強度に基づいて定められた明度を表す明度画像との合成画像が生成される。このため、生体組織が受光した正しい励起光の強度に基づいた参照光反射画像を取得することができ、これにより、より正確な合成画像を蛍光診断画像として生成することができる。

【0035】また、励起光対応参照光反射画像の取得を、上記式(1)または(2)により予め定められた補正係数に基づいて参照光反射画像を補正することにより行えば、重み関数の重みを測定距離に応じて変更するこ

とにより、所望とする測定距離における補正の効果を向上させることができ、より好ましい励起光対応参照光反射画像を得ることができる。

【0036】さらに、補正係数を参照光反射画像に乗算して励起光対応参照光反射画像を求める演算を行うことにより、数値に基づいた正確な補正を行うことができ、より正確な励起光対応参照光反射画像を取得することができる。

【0037】さらに、上記比率として、複数の蛍光画像間の光強度の除算値を用いれば、色相画像を求めるための数学的処理を簡素化することができる。

【0038】また、本発明による他の蛍光診断画像生成装置においては、所定の指示に基づいて、参照光反射画像を補正する際の補正の態様を更新するようにしたため、経時等により励起光および/または参照光の照射強度分布が変化しても、補正の態様を更新すれば、常に新しい補正の態様により参照光反射画像を補正して励起光対応参照光反射画像を得ることができる。したがって、常に正確な蛍光診断画像を生成することができる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の第1の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図である。本発明の第1の実施形態による蛍光内視鏡装置は、励起光が照射された観察部から発せられた蛍光をイメージファイバにより2次的に検出し、波長帯域光430nm~530nmの狭帯域蛍光画像と波長帯域光430nm~730nmの広帯域蛍光画像とを撮像し、両画像の光強度すなわち各画素における画素値の除算値に基づいて色相画像を生成し、また白色光を照射された観察部の反射光からIR反射画像を撮像し、IR反射画像の光強度すなわち各画素の画素値に基づいて明度画像を生成し、両画像を合成した合成画像をモニタに表示するものである。

【0040】図1に示すように、本発明の第1の実施形態による蛍光内視鏡装置は、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部100および画像処理部1からなる。

【0041】画像処理部1は、通常画像およびIR反射画像撮像用の白色光L1(参照光L5を含む)および蛍光画像撮像用の励起光L2を射出する光源を備える照明ユニット110、観察部10についての波長帯域が異なる2種類の蛍光画像およびIR反射画像を撮像して蛍光画像データK1、K2およびIR反射画像データF1を得る撮像ユニット120、各蛍光画像データK1、K2により表される蛍光画像間における対応する画素値の除算値を算出して除算値に基づいた色相画像データHと、IR反射画像データF1を後述するように補正することにより得られた補正IR反射画像データF2により表される補正IR反射画像の各画素の画素値に基づいた明度

画像データVとを生成し、色相画像データHおよび明度画像データVを合成して合成画像を表す合成画像データGを生成する合成画像生成ユニット130、通常画像を表す通常画像データNおよび合成画像データGに対して、可視画像として表示するための画像処理を行う画像処理ユニット140、各ユニットに接続され、動作タイミングの制御を行うコントローラ150、画像処理ユニット140において処理された通常画像データNを可視画像として表示するモニタ160、並びに画像処理ユニット140において処理された合成画像データGを可視画像として表示するモニタ170から構成されている。

【0042】内視鏡挿入部100は、内部に先端まで延びるライトガイド101、CCDケーブル102およびイメージファイバ103を備えている。ライトガイド101およびCCDケーブル102の先端部、すなわち内視鏡挿入部100の先端部には、照明レンズ104および対物レンズ105を備えている。また、イメージファイバ103は石英ガラスファイバであり、その先端部には集光レンズ106を備えている。CCDケーブル102の先端部には、図示省略されたカラーフィルタがオンチップされたCCD撮像素子107が接続され、CCD撮像素子107には、プリズム108が取り付けられている。ライトガイド101は、多成分ガラスファイバである白色光ライトガイド101aおよび石英ガラスファイバである励起光ライトガイド101bがバンドルされ、ケーブル状に一体化されており、白色光ライトガイド101aおよび励起光ライトガイド101bは照明ユニット110へ接続されている。CCDケーブル102の一端は、画像処理ユニット140に接続され、イメージファイバ103の一端は、撮像ユニット120へ接続されている。

【0043】照明ユニット110は、通常画像およびIR反射画像撮像用の白色光L1(近赤外光からなる参照光L5を含む)を発するハロゲンランプ等の白色光源111、白色光源111に電氣的に接続された白色光源用電源112、白色光源111から射出された白色光を集光する白色光用集光レンズ113、蛍光画像撮像用の励起光L2を発するGaN系半導体レーザ114、GaN系半導体レーザ114に電氣的に接続されている励起光用電源115、およびGaN系半導体レーザ114から射出される励起光を集光する励起光用集光レンズ116を備えている。

【0044】撮像ユニット120は、イメージファイバ103により伝搬された蛍光L3を結像系に導くコリメートレンズ128、蛍光L3から励起光近傍の波長である420nm以下の波長帯域をカットする励起光カットフィルタ121、3種類の光学フィルタが組み合わされた切替フィルタ122、切替フィルタ122を回転させるフィルタ回転装置124、切替フィルタ122を透過した反射光L6および蛍光L3を結像させる集光レンズ

129、集光レンズ129により結像された反射光L6および蛍光L3により表されるIR反射画像および蛍光画像を撮像するCCD撮像素子125、CCD撮像素子125において取得された撮像信号をデジタル化して2種類の蛍光画像データK1、K2およびIR反射画像データF1を得るA/D変換回路126を備えている。

【0045】図2は切換フィルタの構成を示す図である。図2に示すように、切換フィルタ122は、430nm~730nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123a、480nm±50nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123b、および750nm~900nmの光を透過させるバンドパスフィルタである光学フィルタ123cから構成されている。光学フィルタ123aは、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり、光学フィルタ123bは、狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタであり、光学フィルタ123cは、IR反射画像撮像用の光学フィルタである。この切換フィルタ122は、観察部10に白色光L1が照射されている場合には、光路上に光学フィルタ123cが配置され、観察部10に励起光L2が照射されている場合には、光学フィルタ123aまたは光学フィルタ123bが交互に配置されるように、フィルタ回転装置124を介してコントローラ150により制御されている。

【0046】合成画像生成ユニット130は、撮像ユニット120のA/D変換回路126において得られた2種類の蛍光画像データK1、K2およびIR反射画像データF1を記憶する画像メモリ131、励起光L2の照射強度分布と参照光L5（すなわち白色光L1）の照射強度分布とに基づいて、IR反射画像データF1に対して補正演算を施すことにより、IR反射画像データF1を得たときの参照光L5の照射強度分布が励起光L2の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正IR反射画像データF2を算出する補正演算部132、補正IR反射画像データF2を算出するために必要な補正係数を記憶する補正係数メモリ133、補正IR反射画像データF2により表される補正IR反射画像の各画素値の範囲とマンセル表色系における明度とを対応付けたルックアップテーブルが記憶され、このルックアップテーブルを参照して補正IR反射画像データF2から明度画像データVを求める明度演算部134、蛍光画像間の除算値の範囲とマンセル表色系の色相環における色相とを対応付けたルックアップテーブルが記憶され、このルックアップテーブルを参照して蛍光画像間の除算値から色相画像データHを生成する色相演算部135、色相画像データHおよび明度画像データVを合成して合成画像を表す合成画像データGを生成する画像合成部136、および補正係数を算出する補正係数算出部137から構成されている。

【0047】画像メモリ131は、図示省略した狭帯域*

*蛍光画像データ記憶領域、広帯域蛍光画像データ記憶領域およびIR反射画像データ記憶領域から構成され、励起光L2が照射され、狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ123aがイメージファイバ103を伝搬した蛍光L3の光路上に配置された状態で撮像された蛍光画像を表す狭帯域蛍光画像データK1は狭帯域蛍光画像データ記憶領域に記憶され、励起光L2が照射され、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ123bがイメージファイバ103を伝搬した蛍光L3光路上に配置された状態で撮像された蛍光画像を表す広帯域蛍光画像データK2は広帯域蛍光画像データ記憶領域に記憶される。また参照光L5すなわち白色光L1が照射され、IR反射画像撮像用の光学フィルタ123cがイメージファイバ103を伝搬した反射光L6すなわち反射光L4の光路上に配置された状態で撮像されたIR反射画像を表すIR反射画像データF1はIR反射画像データ記憶領域に記憶される。

【0048】補正係数メモリ133に記憶される補正係数は、補正係数算出部137において下記の式(1)により算出される。

【数4】

$$C(x, y) = \int_{\text{Min}}^{\text{Max}} W(x, y, z) \frac{R1(x, y, z)}{R2(x, y, z)} dz \quad (1)$$

但し、C(x, y)：補正係数

R1(x, y, z)：測定距離zにおける標準励起光画像データ

R2(x, y, z)：測定距離zにおける標準IR反射画像データ

W(x, y, z)：重み関数

Max：最大測定距離

Min：最小測定距離

(x, y)：蛍光画像およびIR反射画像の画素位置

ここで、測定距離zは、内視鏡挿入部100の先端から観察部10までの距離である。

【0049】なお、標準反射励起光画像データR1および標準反射画像データR2は、本実施形態においては、励起光L2の波長領域の光および参照光L5の波長領域の光をほとんど吸収しない白色標準反射板を用意し、これに照明ユニット110から参照光L5および励起光L2を照射し、測定距離をMinからMaxまで変更しつつこれらの反射光を撮像ユニット120において撮像することにより求めることができる。

【0050】また、重み関数Wは、測定距離に応じてR1(x, y, z)/R2(x, y, z)（以下R1/R2と省略する）に乗算する重みを設定するものであり、図3に示すように種々の重み値を有する重み関数Wを用いることができる。例えば、図3における重み関数W1は全測定距離に対して均等な重み付けを行い、重み関数W2は測定可能な範囲の中間位置付近に重み付けを行

い、重み関数W3は最小測定距離付近に重み付けを行い、重み関数4は特定の距離(図3では測定距離の中間位置)に対してのみ重み付けを行うものである。

【0051】なお、実際に補正係数C(x,y)を算出する際には、式(1)における積分は離散化されるため、下記の式(2)により補正係数C(x,y)が算出されることとなる。

$$C(x,y) = \sum_{z=Min}^{Max} W(x,y,z) \frac{R1(x,y,z)}{R2(x,y,z)} \quad (2)$$

【0052】なお、補正係数C(x,y)を算出した後、各画素(x,y)における補正係数C(x,y)を補正係数C(x,y)の最大値Cmaxにより規格化し、補正係数C(x,y)を0~1の範囲の値を有するものとするのが好ましい。このように規格化を行うことにより、補正IR反射画像データF2を算出する際の演算を容易に行うことができる。また、全画素(x,y)における補正係数C(x,y)の総和Csumにより補正係数C(x,y)を規格化してもよい。

【0053】また、上記式(1)または(2)において、測定距離zにおいてR1/R2を算出した後に、各画素(x,y)におけるR1/R2の値を、R1/R2の最大値により規格化してもよい。ここで、補正係数C(x,y)を算出する際の各測定距離zにおいて、R1/R2の値は種々の値に分布する。例えば測定距離z=5mmの場合には0~0.15の範囲に分布し、測定距離z=50mmの場合には0~2の範囲に分布する。このように、R1/R2の値の分布範囲が測定距離において異なると、重み関数Wにより重み付けされた値が測定距離zに応じて異なるため演算を行う上では好ましくない。これに対し、R1/R2の値を規格化することにより、補正係数C(x,y)を算出する際の各測定距離zにおけるR1/R2の値を常に0~1の範囲の値とすることができるため、測定距離zの相違に基づくR1/R2の値の相違を補償することができる。

【0054】さらに、R1/R2の値を規格化することにより得られた補正係数C(x,y)の値を、補正係数C(x,y)の最大値Cmaxあるいは補正係数C(x,y)の総和Csumによりさらに規格化してもよい。

【0055】画像処理ユニット140は、CCD撮像素子107において取得された撮像信号からカラー画像である通常画像をアナログの通常画像データとして生成する信号処理回路141、信号処理回路において生成された通常画像データをデジタル化してデジタルの通常画像データNを得るA/D変換回路142、通常画像データNを記憶する通常画像メモリ143、通常画像メモリ143から出力された通常画像データNおよび画像合成部136において合成された合成画像データGをビデオ信

号に変換するビデオ信号処理回路144を備えている。

【0056】次いで、第1の実施形態の動作について説明する。まず、通常画像の撮像および通常画像の表示の動作を説明し、次に反射画像の撮像、蛍光画像の撮像時の動作を説明し、その後で合成画像の合成および表示の動作について説明する。

【0057】第1の実施形態による実施形態においては、通常画像およびIR反射画像の撮像と、蛍光画像の撮像が時分割で交互に行われる。通常画像およびIR反射画像の撮像時には、コントローラ150からの信号に基づいて白色光源用電源112が駆動され、白色光源111から白色光L1が射出される。白色光L1は白色光用集光レンズ113を経て白色光ライトガイド101aに入射され、内視鏡挿入部100の先端まで導光された後、照明レンズ104から観察部10へ照射される。

【0058】白色光L1の反射光L4は対物レンズ105によって集光され、プリズム108において反射されて、CCD撮像素子107に結像される。

【0059】信号処理回路141においては、CCD撮像素子107において撮像された反射光L4からカラー画像であるアナログの通常画像データが作成される。アナログの通常画像データはA/D変換回路142へ入力され、デジタル化された後、通常画像データNとして通常画像メモリ143に記憶される。通常画像メモリ143に記憶された通常画像データNは、ビデオ信号処理回路144によってビデオ信号に変換された後にモニタ160に入力され、モニタ160に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ150によって制御される。

【0060】一方、同時に白色光L1の反射光L4(参照光L5の反射光L6を含む)は、集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経て、コリメートレンズ128により集光され、励起光カットフィルタ121および切換フィルタ122の光学フィルタ123cを透過する。

【0061】光学フィルタ123cは、波長帯域750nm~900nmの光のみを透過させるバンドパスフィルタであるため、光学フィルタ123cにおいては参照光L5の反射光L6のみが透過する。

【0062】光学フィルタ123cを透過した反射光L6は、CCD撮像素子125において受光される。CCD撮像素子125において光電変換されることにより得られたアナログのIR反射画像データは、A/D変換回路126においてデジタル信号に変換された後、画像メモリ131のIR反射画像記憶領域にIR反射画像データF1として記憶される。

【0063】次に、蛍光画像を撮像する場合の動作について説明する。コントローラ150からの信号に基づいて励起光用電源115が駆動され、GaN系半導体レー

ザ114から波長410nmの励起光L2が射出される。励起光L2は、励起光用集光レンズ116を透過し、励起光ライトガイド101bに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104から観察部10へ照射される。

【0064】励起光L2を照射されることにより観察部10から発生する蛍光L3は、集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経てコリメートレンズ128により集光され、励起光カットフィルタ121および切10
換フィルタ122の光学フィルタ123aまたは123bを透過する。

【0065】光学フィルタ123aは、波長帯域430nm~730nmの光を透過させるバンドパスフィルタであり、光学フィルタ123aを透過した蛍光L3は、広帯域蛍光画像を表すものとなる。光学フィルタ123bは、波長帯域480±50nmの光を透過させるバンドパスフィルタであり、光学フィルタ123bを透過した15
蛍光L3は、狭帯域蛍光画像を表すものとなる。

【0066】広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像を表20
す蛍光L3は、CCD撮像素子125において受光され、光電変換された後、A/D変換回路126においてデジタル信号に変換され、画像メモリ131の広帯域蛍光画像記憶領域および狭帯域蛍光画像記憶領域にそれぞれ広帯域蛍光画像データK1および狭帯域蛍光画像データK2として記憶される。

【0067】以下、合成画像の生成における動作を説明30
する。まず、合成画像生成ユニット130の色相演算部135においては、画像メモリ131に記憶された広帯域蛍光画像データK1および狭帯域蛍光画像データK2により表される広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像の各画素毎に、狭帯域蛍光画像における画素値を広帯域蛍光画像における画素値で除算し、その除算値と予め記憶されているルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における色相(Hue)を定め、これを色相画像データHとして画像合成部136に出力する。

【0068】補正演算部132においては、画像メモリ131に記憶されたIR反射画像データF1により表されるIR反射画像の各画素の画素値に、補正係数メモリ133に記憶された補正係数C(x,y)が乗算され、40
補正IR反射画像データF2が得られる。

【0069】明度演算部134においては、補正IR反射画像データF2により表される補正IR反射画像の各画素毎に、信号強度とルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における明度を定め、これを明度画像データVとして画像合成部136に出力する。

【0070】画像合成部136においては、色相画像データHおよび明度画像データVが合成され、合成画像を表す合成画像データGが生成される。なお、画像をカラー表示する場合に、色の3属性である、色相、明度およ50

び彩度が必要であるため、画像合成の際には、マンセル表色系における彩度S(Saturation)として、各色相、明度毎の最大値を設定する。なお、合成画像データGはRGB変換がなされ、RGB各色からなるカラー画像を表すものとなる。合成画像データGは画像処理ユニット140のビデオ信号処理回路144へ出力される。

【0071】ビデオ信号処理回路144によってビデオ信号に変換された合成画像データGは、モニタ170に入力され、モニタ170に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ150によって制御される。

【0072】このように、本実施形態によれば、励起光L2の照射強度分布と参照光L5の照射強度分布とに基づいて、IR反射画像データF1を得たときの参照光L5の照射強度分布が励起光L2の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正IR反射画像データF2が取得され、2種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相画像データHと、補正IR反射画像の光強度に基づいて定められた明度を表す明度画像データVとの合成画像データGが生成され、これがモニタ170に表示される。このため、IR反射画像データF1を観察部10が受光した正しい励起光L2の強度に基づいて補正することができ、これにより、より正確な蛍光診断画像を取得することができる。

【0073】また、補正IR反射画像データを、上記式(1)または(2)により予め定められた補正係数C(x,y)に基づいてIR反射画像データを補正することにより求めれば、重み関数Wを測定距離zに応じて変更することにより、所望とする測定距離zにおける補正の効果を向上させることができ、これによりさらに好ましい補正IR反射画像を得ることができる。

【0074】また、励起光L2の光源として、GaN系半導体レーザ114を用いているため、安価で小型な光源により励起光L2を照射することができる。また、励起光L2の波長を、410nmとしたため、観察部10から効率良く蛍光L3が発せられる。

【0075】さらに、モニタ170に表示された合成画像の色相は、2種類の蛍光画像間の光強度の除算値、すなわち観察部10から発せられた蛍光の蛍光スペクトルの形状の違いを反映させたものとなり、明度は、IR反射画像の光強度、すなわち観察部10の形状を反映させたものとなり、1枚の画像に、観察部10から発せられた蛍光L3に関する情報とともに、観察部10の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。このため、観察者は、容易に観察部の組織性状を判定することができる。

【0076】次いで、本発明の第2の実施形態について説明する。図4は本発明の第2の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図

である。なお、第 2 の実施形態において第 1 の実施形態と同一の構成については同一の参照番号を付し、詳細な説明は省略する。図 4 に示すように、本発明の第 2 の実施形態による内視鏡装置は、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部 200 および画像処理部 2 からなる。

【0077】画像処理部 2 は、通常画像撮像用の白色光 L1、IR 反射画像撮像用の近赤外光である参照光 L5 および蛍光画像撮像用の励起光 L2 を発する光源を備える照明ユニット 210、観察部 10 についての波長帯域が異なる 2 種類の蛍光画像および IR 反射画像を撮像して蛍光画像データ K1、K2 および IR 反射画像データ F1 を得る撮像ユニット 220、各蛍光画像データ K1、K2 により表される蛍光画像間における対応する画素値の除算値を算出して除算値に基づいた色相画像データ H と、IR 反射画像データ F1 を後述するように補正することにより得られた補正 IR 反射画像データ F2 により表される補正 IR 反射画像の各画素の画素値に基づいた明度画像データ V とを生成し、色相画像データ H および明度画像データ V を合成して合成画像を表す合成画像データ G を生成する合成画像生成ユニット 230、通常画像を表す通常画像データ N および合成画像データ G に対して、可視画像として表示するための画像処理を行う画像処理ユニット 140、各ユニットに接続され、動作タイミングの制御を行うコントローラ 240、画像処理ユニット 140 において処理された通常画像データ N を可視画像として表示するモニタ 160、並びに画像処理ユニット 140 において処理された合成画像データ G を可視画像として表示するモニタ 170 から構成されている。

【0078】内視鏡挿入部 200 は、内部に先端まで延びるライトガイド 201 を備え、他の構成は、第 1 の実施形態における内視鏡挿入部 100 と同様である。ライトガイド 201 は、石英ガラスファイバである励起光ライトガイド 202 a、多成分ガラスファイバである白色光ライトガイド 202 b、および多成分ガラスファイバである近赤外光ライトガイド 202 c がバンドルされ、ケーブル状に一体化されており、白色光ライトガイド 202 b、励起光ライトガイド 202 a および近赤外光ライトガイド 202 c は照明ユニット 210 へ接続されている。

【0079】照明ユニット 210 は、白色光源 111、白色光源用電源 112、白色光用集光レンズ 113、GaAs 系半導体レーザ 114、励起光用電源 115 および励起光用集光レンズ 116 に加え、IR 反射画像撮像用の波長帯域 750 nm ~ 900 nm 内のいずれかの発振波長の参照光 L5 を発する GaAs 系半導体レーザ 211、GaAs 系半導体レーザ 211 に電氣的に接続された参照光用電源 212、および GaAs 系半導体レーザ 211 から射出された参照光 L5 を集光する参照光用集

光レンズ 213 を備える。

【0080】撮像ユニット 220 は、イメージファイバ 103 により伝搬された蛍光 L3 を結像系に導くコリメートレンズ 128、蛍光 L3 から励起光近傍の波長である 420 nm 以下の波長帯域をカットする励起光カットフィルタ 121、波長 700 nm 以下の光を透過させ、700 nm 以上の光を直角方向へ反射するダイクロイックミラー 221、ダイクロイックミラー 221 を透過した蛍光 L3 を結像させる集光レンズ 129、集光レンズ 129 により結像された蛍光 L3 により表される蛍光画像を撮像するモザイクフィルタ 222 がオンチップされた CCD 撮像素子 223、CCD 撮像素子 223 において撮像された撮像信号をデジタル化して 2 種類の蛍光画像データ K1、K2 を得る A/D 変換回路 224、ダイクロイックミラー 221 において反射された反射光 L6 を結像させる集光レンズ 229、集光レンズ 229 により結像された反射光 L6 により表される IR 反射画像を撮像する後述する補正フィルタ 225 がオンチップされた CCD 撮像素子 226、および CCD 撮像素子 226 において撮像された撮像信号をデジタル化して補正 IR 反射画像データ F2 を得る A/D 変換回路 227 を備えている。

【0081】図 5 はモザイクフィルタ 222 の構成を示す図である。図 5 に示すようにモザイクフィルタ 222 は、2 種類の微少な光学フィルタ 222 a、222 b から構成される。光学フィルタ 222 a は 480 ± 50 nm の光を透過させる狭帯域蛍光画像撮像用のバンドパスフィルタであり、光学フィルタ 222 b は 430 nm ~ 730 nm の光を透過させる広帯域蛍光画像撮像用のバンドパスフィルタである。各微少な光学フィルタは CCD 撮像素子 223 の画素と 1 対 1 で対応している。

【0082】補正フィルタ 225 は、参照光 L5 の照射強度分布が励起光 L2 の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正 IR 反射画像データ F2 を CCD 撮像素子 226 において得るために、CCD 撮像素子 226 に結像される反射光 L6 の強度分布を補正するものである。補正フィルタ 225 は微少な光学フィルタからなるモザイクフィルタであり、各光学フィルタが第 1 の実施形態において算出された補正係数 $C(x, y)$ に応じた光の透過率を有するものとなっている。また、集光レンズ 229 を透過した反射光 L6 を銀塩ネガフィルムにより撮影し、これを現像することにより得られるネガフィルムをそのまま補正フィルタ 225 としても用いてもよい。

【0083】合成画像生成ユニット 230 は、撮像ユニット 220 の A/D 変換回路 224 において得られた 2 種類の蛍光画像データ K1、K2 を記憶する画像メモリ 231、撮像ユニット 220 の A/D 変換回路 227 において得られた IR 反射画像データ (補正フィルタ 225 により補正されているため、以後補正 IR 反射画像デ

ータF2とする)を記憶する画像メモリ232、蛍光画像間の除算値の範囲とマンセルの色相環における色相とを対応付けたルックアップテーブルが記憶され、このルックアップテーブルを参照して蛍光画像間の除算値から色相画像データHを生成する色相演算部233、補正IR反射画像データF2により表される補正IR反射画像の画素値の範囲とマンセル表色系における明度とを対応付けたルックアップテーブルが記憶され、このルックアップテーブルを参照して補正IR反射画像データF2から明度画像データVを求める明度演算部234、および色相画像データHおよび明度画像データVを合成して合成画像を表す合成画像データGを生成する画像合成部235から構成されている。

【0084】次いで、第2の実施形態の動作について説明する。なお、通常画像の撮像および通常画像の表示の動作は第1の実施形態と同様であるため省略し、反射画像の撮像、蛍光画像の撮像時の動作を説明し、その後で合成画像の合成および表示の動作について説明する。

【0085】第2の実施形態による内視鏡装置においては、通常画像、IR反射画像および蛍光画像の撮像が時分割で交互に行われる。IR反射画像の撮像時には、コントローラ240からの信号に基づき参照光用電源212が駆動され、GaAs系半導体レーザ211から波長帯域750nm~900nm内のいずれかの発振波長の近赤外光である参照光L5が射出される。参照光L5は、参照光用集光レンズ213を経て参照光ライトガイド202cに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104から観察部10へ照射される。

【0086】参照光L5の反射光L6は集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経て、コリメートレンズ128により集光され、励起光カットフィルタ121透過し、ダイクロイックミラー221に入射する。

【0087】ダイクロイックミラー221は、波長700nm以上の光は、直角方向に反射するため、参照光L5の反射光L6は反射され、集光レンズ229を透過し、さらに補正フィルタ225を透過してCCD撮像素子226において受光され、光電変換された後、A/D変換回路227においてデジタル信号に変換され、画像メモリ232に補正IR反射画像データF2として記憶される。

【0088】次に、蛍光画像を撮像する場合の動作について説明する。コントローラ240からの信号に基づいて励起光用電源115が駆動され、GaN系半導体レーザ114から波長410nmの励起光L2が射出される。励起光L2は、励起光用集光レンズ116を透過し、励起光ライトガイド202aに入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ104から観察部10へ照射される。

【0089】励起光L2を照射されることにより生じる

観察部10からの蛍光L3は、集光レンズ106により集光され、イメージファイバ103の先端に入射され、イメージファイバ103を経て、コリメートレンズ128により集光され、励起光カットフィルタ121およびダイクロイックミラー221を透過して、CCD撮像素子223にオンチップされたモザイクフィルタ222に入射する。

【0090】上記モザイクフィルタ222の狭帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222aを透過した蛍光L3は、狭帯域蛍光画像を表すものとなり、広帯域蛍光画像撮像用の光学フィルタ222bを透過した蛍光L3は、広帯域蛍光画像を表すものとなる。

【0091】広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像を表す蛍光L3は、集光レンズ129を透過してCCD撮像素子223において受光され、光電変換された後、A/D変換回路224においてデジタル信号に変換され、画像メモリ231の広帯域蛍光画像記憶領域および狭帯域蛍光画像記憶領域にそれぞれ広帯域蛍光画像データK1および狭帯域蛍光画像データK2として記憶される。

【0092】以下、合成画像の生成における動作を説明する。まず、合成画像生成ユニット230の色相演算部233においては、画像メモリ231に記憶された広帯域蛍光画像データK1および狭帯域蛍光画像データK2により表される広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像の各画素毎に、狭帯域蛍光画像における画素値を広帯域蛍光画像における画素値で除算し、その除算値と予め記憶されているルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における色相を定め、これを色相画像データHとして画像合成部235に出力する。

【0093】明度演算部234においては、補正IR反射画像データF2により表される補正IR反射画像の各画素毎に、信号強度とルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における明度を定め、これを明度画像データVとして画像合成部235に出力する。

【0094】画像合成部235においては、色相画像データHおよび明度画像データVが合成され、合成画像を表す合成画像データGが生成される。なお、画像をカラー表示する場合に、色の3属性である、色相、明度および彩度が必要であるため、画像合成の際には、マンセル表色系における彩度として、各色相、明度毎の最大値を設定する。なお、合成画像データGはRGB変換がなされ、RGB各色からなるカラー画像を表すものとなる。合成画像データGは画像処理ユニット140のビデオ信号処理回路144へ出力される。

【0095】ビデオ信号処理回路144によってビデオ信号に変換された合成画像データGは、モニタ170に入力され、モニタ170に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ150によって制御される。

【0096】このように、第2の実施形態においては、

補正フィルタ 225 により I R 反射画像を得たときの参照光 L 5 の照射強度分布が励起光 L 2 の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正 I R 反射画像データ F 2 が取得され、2 種類の蛍光画像間の光強度の比率に基づいて定められた色相を示す色相画像データ H と、補正 I R 反射画像データ F 2 に基づいて定められた明度を表す明度画像データ V との合成画像データ G が生成され、これがモニタ 170 に表示される。このため、観察部 10 が受光した正しい励起光 L 2 の強度に基づいた補正 I R 反射画像データ F 2 を求めることができ、これにより、より正確な蛍光診断画像を取得することができる。

【0097】次いで、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 6 は本発明の第 3 の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図である。なお、第 3 の実施形態において第 2 の実施形態と同一の構成については同一の参照番号を付し、詳細な説明は省略する。図 6 に示すように、本発明の第 3 の実施形態による内視鏡装置は、第 2 の実施形態における補正フィルタ 225 に代えて、A / D 変換回路 227 において取得された I R 反射画像データ F 1 に対して補正演算を施すことにより、I R 反射画像データ F 1 を得たときのこの参照光の照射強度分布が励起光 L 2 の照射強度分布であった場合に得られたであろう補正 I R 反射画像データ F 2 を算出する補正演算部 251、補正 I R 反射画像データ F 2 を算出するために必要な補正係数を記憶する補正係数メモリ 252、および補正係数を算出する補正係数算出部 253 から構成されている。なお、第 3 の実施形態においては第 2 の実施形態との区別のため画像処理部 2 に を付す。また、補正演算部 251、補正係数メモリ 252、および補正係数算出部 253 は第 1 の実施形態における補正演算部 132、補正係数メモリ 133、および補正係数算出部 137 と同一の動作を行うため、詳細な説明は省略する。

【0098】次いで、第 3 の実施形態の動作について説明する。なお、通常画像の撮像、通常画像の表示、および蛍光画像の撮像の動作は第 2 の実施形態と同様であるため省略し、反射画像の撮像時の動作を説明し、その後で合成画像の合成および表示の動作について説明する。

【0099】第 3 の実施形態による内視鏡装置においては、通常画像、I R 反射画像および蛍光画像の撮像が時分割で交互に行われる。I R 反射画像の撮像時には、コントローラ 240 からの信号に基づき参照光用電源 212 が駆動され、GaAs 系半導体レーザ 211 から波長帯域 750 nm ~ 900 nm 内のいずれかの発振波長の近赤外光である参照光 L 5 が射出される。参照光 L 5 は、参照光用集光レンズ 213 を経て参照光ライトガイド 202c に入射され、内視鏡挿入部先端まで導光された後、照明レンズ 104 から観察部 10 へ照射される。

【0100】参照光 L 5 の反射光 L 6 は集光レンズ 10

6 により集光され、イメージファイバ 103 の先端に入射され、イメージファイバ 103 を経て、コリメートレンズ 128 により集光され、励起光カットフィルタ 121 透過し、ダイクロイックミラー 221 に入射する。

【0101】ダイクロイックミラー 221 は、波長 700 nm 以上の光は、直角方向に反射するため、参照光 L 5 の反射光 L 6 は反射され、集光レンズ 229 を透過し CCD 撮像素子 226 において受光され、光電変換された後、A / D 変換回路 227 においてデジタルの I R 反射画像データ F 1 に変換される。補正演算部 251 においては、I R 反射画像データ F 1 により表される I R 反射画像の各画素値に、補正係数メモリ 252 に記憶された補正係数 $C(x, y)$ が乗算され、補正 I R 反射画像データ F 2 が得られる。なお、補正係数 $C(x, y)$ は補正係数算出部 253 において予め算出されて補正係数メモリ 252 に記憶されている。補正 I R 反射画像データ F 2 は、画像メモリ 232 に記憶される。

【0102】以下、合成画像の生成における動作を説明する。まず、合成画像生成ユニット 230 の色相演算部 233 においては、画像メモリ 231 に記憶された広帯域蛍光画像データ K 1 および狭帯域蛍光画像データ K 2 により表される広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像の各画素毎に、狭帯域蛍光画像における画素値を広帯域蛍光画像における画素値で除算し、その除算値と予め記憶されているルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における色相を定め、これを色相画像データ H として画像合成部 235 に出力する。

【0103】明度演算部 234 においては、補正 I R 反射画像データ F 2 により表される補正 I R 反射画像の各画素毎に、信号強度とルックアップテーブルとを用いて、マンセル表色系における明度を定め、これを明度画像データ V として画像合成部 235 に出力する。

【0104】画像合成部 235 においては、色相画像データ H および明度画像データ V が合成され、合成画像を表す合成画像データ G が生成される。なお、画像をカラー表示する場合に、色の 3 属性である、色相、明度および彩度が必要であるため、画像合成の際には、マンセル表色系における彩度として、各色相、明度毎の最大値を設定する。なお、合成画像データ G は RGB 変換がなされ、RGB 各色からなるカラー画像を表すものとなる。合成画像データ G は画像処理ユニット 140 のビデオ信号処理回路 144 へ出力される。

【0105】ビデオ信号処理回路 144 によってビデオ信号に変換された合成画像データ G は、モニタ 170 に入力され、モニタ 170 に可視画像として表示される。上記一連の動作は、コントローラ 150 によって制御される。

【0106】次いで、本発明の第 4 の実施形態について説明する。図 7 は、本発明の第 4 の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成

図である。なお、第 4 の実施形態において第 1 の実施形態と同一の構成については同一の参照番号を付し、詳細な説明は省略する。図 7 に示すように、本発明の第 4 の実施形態による内視鏡装置は、第 1 の実施形態による内視鏡装置のコントローラ 150 に対して、補正係数メモリ 133 に記憶された補正係数の更新を行わせるキャリブレーションモードへ移行するための外部スイッチ 260 を備えた点が第 1 の実施形態と異なるものである。

【0107】第 4 の実施形態においては、励起光 L2 の波長領域の光および参照光 L5 の波長領域の光をほとんど吸収しない白色標準反射板を用意し、外部スイッチ 260 をオンとすることにより、キャリブレーションモードに移行する。キャリブレーションモードにおいては、白色標準反射板に照明ユニット 110 から参照光 L5 および励起光 L2 が照射される。そして、測定距離を Min から Max まで変更しつつこれらの反射光を撮像ユニット 120 において撮像することにより、式 (1) または (2) における標準反射励起光画像データ R1 および標準反射画像データ R2 を求め、これに対して式 (1) または式 (2) に示す演算を行うことにより、新たな補正係数 $C(x, y)$ が算出され、この新たな補正係数 $C(x, y)$ により補正メモリ 133 に記憶された補正係数が更新される。

【0108】このように、補正係数を更新することにより、経時等により励起光 L2 および/または参照光 L5 の照射強度分布が変化しても、補正係数を更新すれば、常に新しい補正係数により IR 反射画像データ F1 を補正して補正 IR 反射画像データ F2 を得ることができる。したがって、常に正確な蛍光診断画像を生成することができる。

【0109】なお、上記第 4 の実施形態においては、外部スイッチ 260 からの指示により、補正係数を更新しているが、補正係数を算出するための演算方法を新たな演算方法に更新してもよい。

【0110】また、上記第 1 から第 4 の実施形態においては、通常画像用の CCD 撮像素子 107 を内視鏡挿入部 100 の先端に設置する形態としたが、イメージファイバを用いることにより、画像処理部内に設置してもよい。さらに、通常画像用および蛍光画像用のイメージファイバと CCD 撮像素子を共通化してもよい。この場合、光学透過フィルタに通常画像を得るためのフィルタを設置しておけばよい。また、この通常画像を得るためのフィルタを設置した光学透過フィルタと同等の機能を有するモザイクフィルタを CCD 撮像素子にオンチップ化することにより、通常画像用、IR 反射画像用および蛍光画像用の CCD 撮像素子を内視鏡挿入部先端に設置することもできる。

【0111】また、上記第 1 から第 4 の実施形態においては、通常画像および合成画像をモニター 160, 170 で別々に表示しているが、1 つのモニターで兼用して表示

するようにしてもよい。その際、通常画像と合成画像との切り替えは、制御用コンピュータにより時系列で自動的に行ってもよいし、測定者が適当な切替手段で、任意に切り替える形態としてもよい。さらに、通常画像と合成画像を重ね合わせて表示してもよい。

【0112】また、上記第 1 から第 4 の実施形態において、合成画像生成ユニット 130, 230 における演算処理は、各画素単位で行うことに限定されず、CCD 撮像素子のビニング処理に対応する画素単位で演算処理を行ったり、測定者の所望する任意の縦横 $n \times m$ 画素単位で行ってもよい。

【0113】また、励起光源は、波長として 400 nm から 420 nm 程度のいずれのものを選んでよい。

【0114】また、励起光源、白色光源さらには参照光光源を別個のものとしたが、適当な光学透過フィルタを利用することにより光源を共通化してもよい。

【0115】また、上記第 1 から第 4 の実施形態においては、広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像間の比率に基づいて色相画像データ H を、補正 IR 反射画像の光強度に基づいて明度画像データ V を生成しているが、色情報を表す画像データおよび輝度情報を表す画像データであれば、生成される画像データはこれらに限定されるものではない。例えば、蛍光画像間の比率に顕色系の色度 XY を割り当てた色度画像データおよび補正 IR 反射画像の光強度に明度 Z を割り当てた明度画像データを生成してもよい。この場合、各蛍光画像の光強度 (すなわち画素値) と色度 XY との関係を 2 次元ルックアップテーブルとして記憶しておき、この 2 次元ルックアップテーブルを参照して広帯域蛍光画像データおよび狭帯域蛍光画像データの値から色度 XY を求めるようにすればよい。

【0116】さらに、蛍光画像間の比率に映像信号系の色差 IQ を割り当てた色差画像データおよび補正 IR 反射画像の光強度に輝度 Y を割り当てた輝度画像データを生成してもよい。この場合、色差画像データをビデオ信号処理回路 144 に入力すればモニター 170 に表示する画像の色を、輝度画像データをビデオ信号処理回路 144 に入力すればモニター 170 に表示する画像の輝度を決定することができるため、ビデオ信号処理回路 144 への入力前に色差画像データおよび輝度画像データから RGB 色空間の画像データを生成する必要がなくなり、これにより、装置の構成を簡易なものとすることができる。

【0117】また、上記第 1 から第 4 の実施形態において、2 種類の蛍光画像間の除算値または比率の代わりに、いずれかの蛍光画像と補正 IR 反射画像間の除算値または比率を用いることもできる。この場合には、表示された合成画像の色相は、蛍光画像と補正 IR 反射画像間の光強度の比率、すなわち観察部から発せられた蛍光の蛍光収率を反映させたものとなり、明度は IR 反射画

像の光強度、すなわち観察部 10 の形状を反映させたものとなるので、1枚の画像に観察部 10 から発せられた蛍光に関する情報とともに、観察部 10 の形状に関する情報を表示することができ、観察者に違和感を与えることがない。

【0118】さらに、上記各実施形態においては式(1)、(2)により算出された補正係数に基づいて補正IR反射画像データF2を得ているが、補正係数の算出はこれに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図

【図2】切換フィルタの概略構成図

【図3】重み関数の例を示すグラフ

【図4】本発明の第2の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図

【図5】モザイクフィルタの概略構成図

【図6】本発明の第3の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図

【図7】本発明の第4の実施形態による蛍光診断画像生成装置を適用した蛍光内視鏡装置の概略構成図

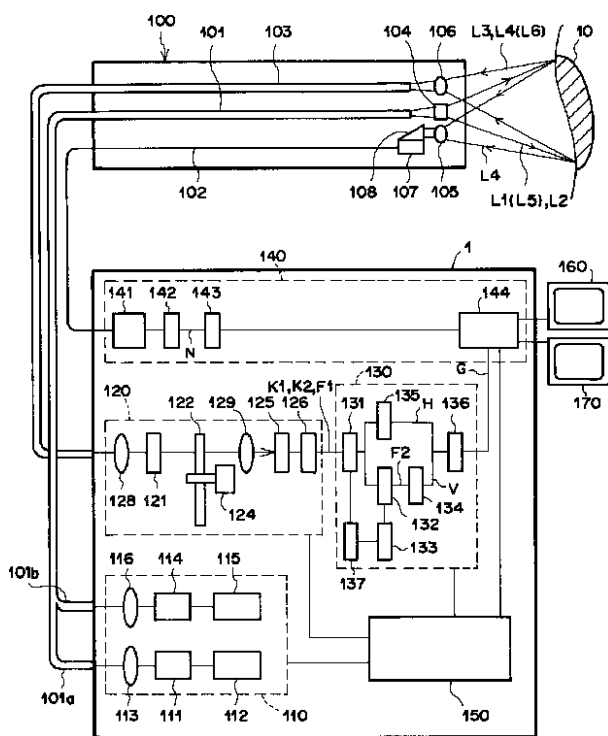
【図8】正常組織と病変組織の蛍光スペクトルの強度分布を示す説明図

【符号の説明】

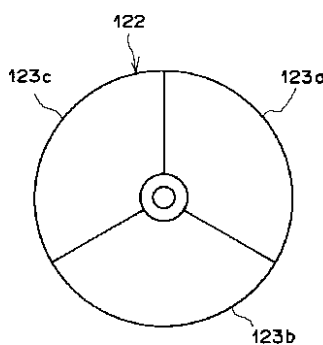
1, 2 画像処理部

- * 10 観察部
- L 1 白色光
- L 2 励起光
- L 3 蛍光
- L 4, L 6 反射光
- L 5 参照光
- 100, 200 内視鏡挿入部
- 101, 201 ライトガイド
- 102 CCDケーブル
- 10 103 イメージファイバ
- 107, 125, 223, 226 CCD撮像素子
- 110, 210 照明ユニット
- 111 白色光源
- 114 GaN系半導体レーザ
- 120, 220 蛍光撮像ユニット
- 122 切換フィルタ
- 130, 230 合成画像生成ユニット
- 132, 251 補正演算部
- 133, 252 補正係数メモリ
- 137, 253 補正係数算出部
- 140 画像処理ユニット
- 150, 240 コントローラ
- 160, 170 モニタ
- * 260 外部スイッチ

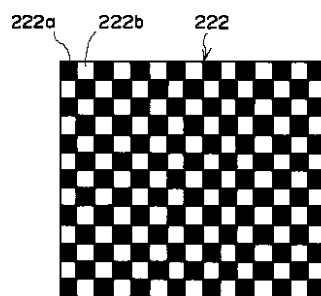
【図1】



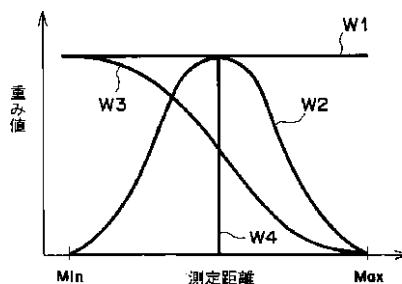
【図2】



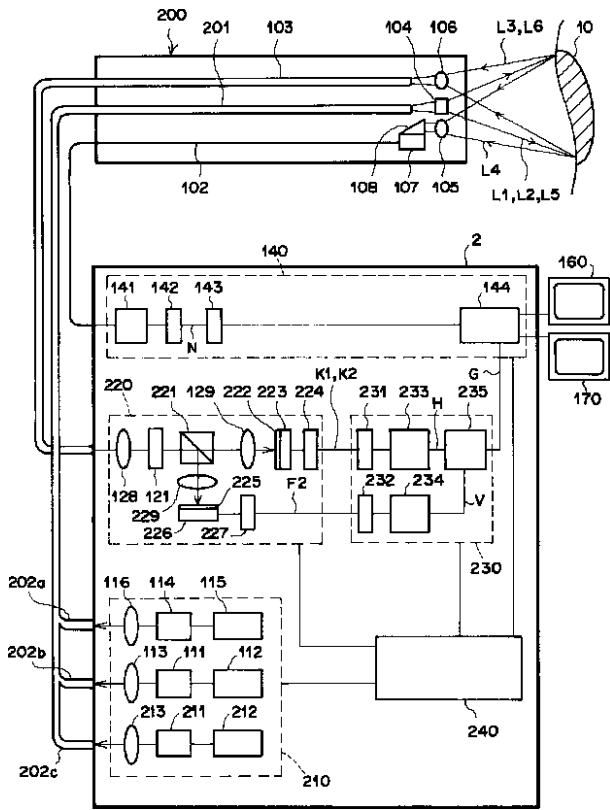
【図5】



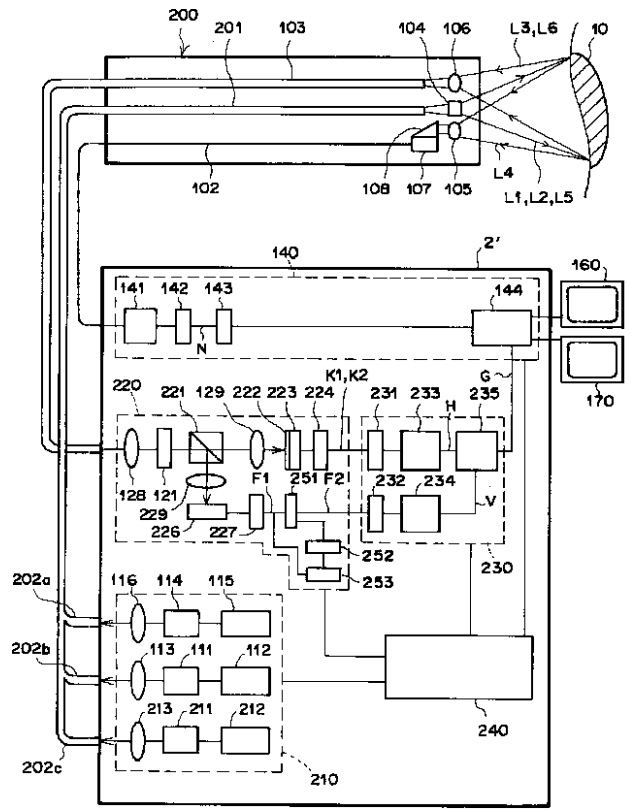
【図3】



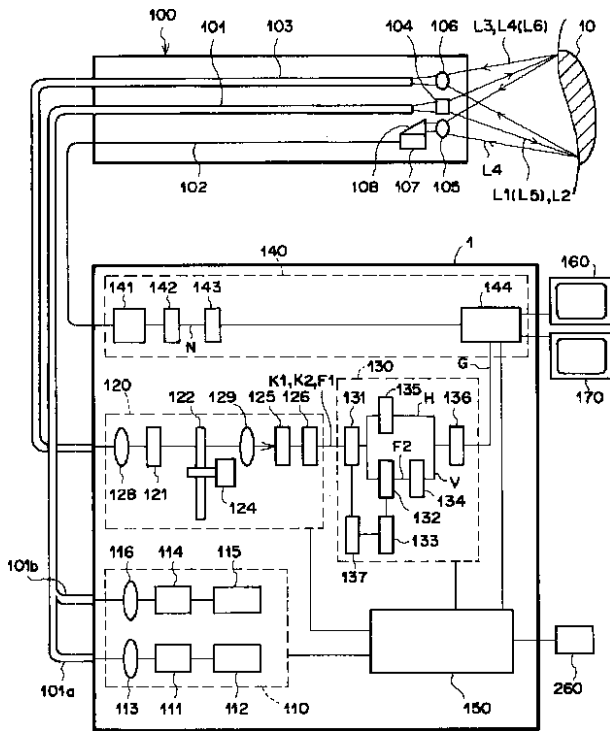
【図 4】



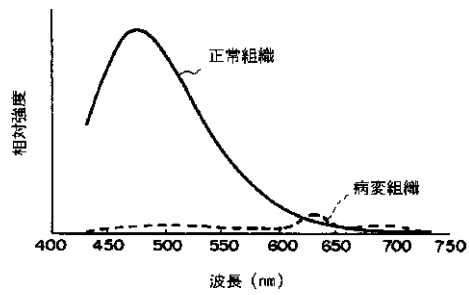
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド(参考)
G 0 6 T 7/00	2 0 0	G 0 6 T 7/00	2 0 0 B
7/40		7/40	B

Fターム(参考) 2G043 AA03 BA16 CA05 EA01 EA14
 FA01 FA05 FA06 GA04 GA08
 GB18 GB19 GB21 HA01 HA05
 JA03 KA02 KA05 LA03 MA11
 NA01
 4C061 HH51 QQ04 SS09 SS23 WW17
 5B057 AA07 BA02 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
 CE08 CE11 CE16 CH01 DA16
 DC23 DC32
 5L096 AA06 BA06 DA01 FA14 FA37
 FA39 FA66

专利名称(译)	荧光诊断图像生成方法和装置		
公开(公告)号	JP2003000528A	公开(公告)日	2003-01-07
申请号	JP2001193890	申请日	2001-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	千代知成		
发明人	千代 知成		
IPC分类号	G01N21/64 A61B1/00 G06T1/00 G06T3/00 G06T7/00 G06T7/40		
FI分类号	A61B1/00.300.D G01N21/64.Z G06T1/00.290.Z G06T1/00.510 G06T3/00.300 G06T7/00.200.B G06T7/40.B A61B1/00.511 A61B1/00.550 A61B1/045.610 G06T5/50 G06T7/00.612 G06T7/10 G06T7/42		
F-TERM分类号	2G043/AA03 2G043/BA16 2G043/CA05 2G043/EA01 2G043/EA14 2G043/FA01 2G043/FA05 2G043/FA06 2G043/GA04 2G043/GA08 2G043/GB18 2G043/GB19 2G043/GB21 2G043/HA01 2G043/HA05 2G043/JA03 2G043/KA02 2G043/KA05 2G043/LA03 2G043/MA11 2G043/NA01 4C061/HH51 4C061/QQ04 4C061/SS09 4C061/SS23 4C061/WW17 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB01 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CC01 5B057/CE08 5B057/CE11 5B057/CE16 5B057/CH01 5B057/DA16 5B057/DC23 5B057/DC32 5L096/AA06 5L096/BA06 5L096/DA01 5L096/FA14 5L096/FA37 5L096/FA39 5L096/FA66 4C161/HH51 4C161/QQ04 4C161/SS09 4C161/SS23 4C161/WW17		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：从多个不同波长区域的荧光图像之间的强度比获得色调图像，从通过参考光照射获得的参考光反射图像的光强度获得亮度图像，并将这两个图像合成为合成图像。在获得图像时，增加了反射图像的测量精度，并且获得了更准确的合成图像。解决方案：根据激发光L2的照射强度分布和参考光L5的照射强度分布，获得IR反射图像数据F1时参考光L5的照射强度分布为激发光L2的照射强度分布。在这种情况下，由校正计算单元132使用存储在校正系数存储器133中的校正系数来执行用于获得将已经获得的校正的IR反射图像数据F2的校正计算。从校正的IR反射图像数据F2获得亮度图像数据V，从宽和窄带中的荧光图像的每个像素值的比率获得色调图像数据H，并且将它们组合以产生组合图像数据G。

