

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-192
(P2017-192A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 D 4 C 1 6 1

A 6 1 B 1/04 (2006.01) A 6 1 B 1/04 3 7 0

A 6 1 B 1/06 (2006.01) A 6 1 B 1/06 A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-114119 (P2015-114119)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成27年6月4日 (2015.6.4)		オリンパス株式会社
			東京都八王子市石川町2951番地
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(74) 代理人	100112737
			弁理士 藤田 考晴
		(72) 発明者	上原 靖弘
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		Fターム(参考)	4C161 BB02 BB05 CC06 FF40 HH51
			JJ17 LL02 LL08 NN01 PP12
			QQ02 QQ04 QQ07 QQ09 RR02
			RR03 RR05 RR26 TT04 WW10
			WW17

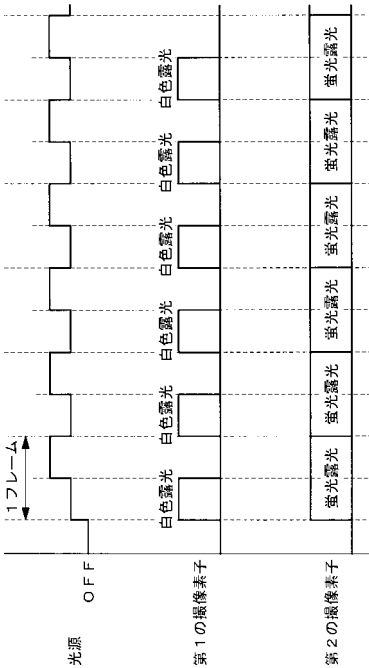
(54) 【発明の名称】 蛍光観察装置

(57) 【要約】

【課題】白色光と可視域の蛍光とを同時に観察する際に反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を実現する。

【解決手段】R、G、Bの帯域光被写体に照射する光源部と、R、G、Bの帯域光の被写体における反射光および蛍光をそれぞれ撮影する反射光撮像部および蛍光撮像部と、該蛍光撮像部の前段に配置され、R、G、Bの帯域光を遮断し、蛍光を透過させる励起光カットフィルタと、光源部を制御する制御部とを備え、制御部は、R、G、Bの帯域光の平均強度が、反射光撮像部および蛍光撮像部の両方が露光する期間よりも蛍光撮像部のみが露光する期間において大きくなるように、光源部を制御する蛍光観察装置1を提供する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

白色光源と、該白色光源から出力された前記白色光のうち、R、G、Bの各波長領域における帯域光を透過させ、かつ、少なくとも1つの前記帯域光によって励起される蛍光の波長帯域の光を遮断する透過特性を有する励起フィルタとを備え、該励起フィルタを透過した前記R、G、Bの帯域光を被写体に照射する光源部と、

前記R、G、Bの帯域光の被写体における反射光を撮影する反射光撮像部と、

前記少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光を撮影する蛍光撮像部と、

該蛍光撮像部の前段に配置され、前記R、G、Bの帯域光を遮断し、前記蛍光を透過させる波長特性を有する励起光カットフィルタと、

前記光源部を制御する制御部とを備え、

前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の一部の期間において前記反射光を露光し、

前記制御部は、前記被写体に照射される前記R、G、Bの帯域光の平均強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間よりも前記蛍光撮像部のみが露光する期間において大きくなるように、前記光源部を制御する蛍光観察装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記白色光の強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間において第1の強度となり、前記蛍光撮像部のみが露光する期間において前記第1の強度よりも大きい第2の強度となるように、前記白色光源の出力強度を2段階で変化させる請求項1に記載の蛍光観察装置。

20

【請求項 3】

R、G、Bの単色光をそれぞれ出力する3個の単色光源と、該3個の単色光源から出力されたR、G、Bの単色光のうち、R、G、Bの各波長領域における帯域光を透過させ、かつ、少なくとも1つの前記帯域光によって励起される蛍光の波長帯域の光を遮断する透過特性を有する励起フィルタとを備え、該励起フィルタを透過した前記R、G、Bの帯域光を被写体に照射する光源部と、

前記R、G、Bの帯域光の被写体における反射光を撮影する反射光撮像部と、

前記少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光を撮影する蛍光撮像部と、

該蛍光撮像部の前段に配置され、前記R、G、Bの帯域光を遮断し、前記蛍光を透過させる波長特性を有する励起光カットフィルタと、

前記光源部を制御する制御部とを備え、

前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の少なくとも一部の期間において前記反射光を露光し、

前記制御部は、前記被写体に照射される前記少なくとも1つの帯域光の平均強度が、当該少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光が前記蛍光撮像部によって露光されない期間よりも、当該蛍光が前記蛍光撮像部によって露光される期間において大きくなるように、前記光源部を制御する蛍光観察装置。

30

【請求項 4】

前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の一部の期間において前記反射光を露光し、

前記制御部は、前記3個の単色光源の出力強度を個別に制御可能であり、前記少なくとも1つの帯域光の平均強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間よりも前記蛍光撮像部のみが露光する期間において大きくなるように、前記少なくとも1つの帯域光を出力する単色光源を制御する請求項3に記載の蛍光観察装置。

40

【請求項 5】

前記制御部は、前記少なくとも1つの帯域光を含む前記単色光の強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間において第1の強度となり、前記蛍光撮像部のみが露光する期間において前記第1の強度よりも大きい第2の強度となるように、前記少なくとも1つの帯域光を出力する単色光源の出力強度を2段階で変化させる請求項

50

4 に記載の蛍光観察装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記反射光撮像部が露光する期間においては前記 R、G、B の単色光源を全て点灯させ、かつ、前記蛍光撮像部のみが露光する期間においては前記少なくとも 1 つの帯域光を出力する単色光源のみを点灯させるように、前記 R、G、B の単色光源を制御する請求項 4 または請求項 5 に記載の蛍光観察装置。

【請求項 7】

前記 R、G、B の単色光源の出力強度の比に応じて、前記反射光撮像部によって取得される反射光画像のホワイトバランスを補正する反射光画像生成部を備える請求項 3 から請求項 6 のいずれかに記載の蛍光観察装置。

10

【請求項 8】

前記 R、G、B の単色光源のうちの少なくとも 1 つが、同一色の波長領域における異なる波長帯域の帯域光をそれぞれ射出する 2 個の光源を備え、

前記反射光画像生成部が、前記 2 個の光源の出力強度の比に応じて前記反射光画像のホワイトバランスを補正する請求項 7 に記載の蛍光観察装置。

【請求項 9】

前記蛍光撮像部が、異なる波長帯域の複数の蛍光を区別して撮影可能である請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の蛍光観察装置。

【請求項 10】

前記蛍光撮像部が、前記異なる波長帯域の複数の蛍光を択一的に透過させるように透過帯域を切り替える可変分光素子を備える請求項 9 に記載の蛍光観察装置。

20

【請求項 11】

前記蛍光撮像部が、前記異なる波長帯域の複数の蛍光を同時に撮影可能である請求項 9 に記載の蛍光観察装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蛍光観察装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、可視光の一部の帯域を切り欠くノッチフィルタを用いることで、白色光と可視域の蛍光の同時観察を実現した蛍光観察装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）この蛍光観察装置では、白色光を照明光として用い、白色光によって励起され、ノッチフィルタによって切り欠かれた帯域の蛍光と、切り欠かれた帯域以外の帯域の白色光の被写体における反射光とを波長により分光して別個の撮像素子により撮影する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2014 / 126000 号

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の蛍光観察装置は、一定の出力の共通の光源を用いて白色光画像と蛍光画像とを同時に取得している。白色光の反射光と蛍光とでは強度の差が大きいため、反射光画像に対して照明光の強度を最適化すると蛍光画像が暗くなり、蛍光画像に対して照明光の強度を最適化すると白色光画像が飽和してしまう。このように、反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を同時に実現することが難しいという問題がある。

【0005】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、白色光と可視域の蛍光とを同時

50

に観察する際に、反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を実現することができる蛍光観察装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第1の態様は、白色光源と、該白色光源から出力された前記白色光のうち、R、G、Bの各波長領域における帯域光を透過させ、かつ、少なくとも1つの前記帯域光によって励起される蛍光の波長帯域の光を遮断する透過特性を有する励起フィルタとを備え、該励起フィルタを透過した前記R、G、Bの帯域光を被写体に照射する光源部と、前記R、G、Bの帯域光の被写体における反射光を撮影する反射光撮像部と、前記少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光を撮影する蛍光撮像部と、該蛍光撮像部の前段に配置され、前記R、G、Bの帯域光を遮断し、前記蛍光を透過させる波長特性を有する励起光カットフィルタと、前記光源部を制御する制御部とを備え、前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の一部の期間において前記反射光を露光し、前記制御部は、前記被写体に照射される前記R、G、Bの帯域光の平均強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間よりも前記蛍光撮像部のみが露光する期間において大きくなるように、前記光源部を制御する蛍光観察装置である。

10

【0007】

本発明の第1の態様によれば、光源部から射出されたR、G、Bの帯域光が疑似的な白色光となって被写体に照射されると、被写体においては、疑似的な白色光の反射光と、少なくとも1つの帯域光によって励起された蛍光とが発生する。そして、反射光が反射光撮像部によって撮像されることによって反射光画像が取得され、蛍光が蛍光撮像部によって撮像されることによって蛍光画像が取得される。このときに、蛍光撮像部には、反射光および蛍光のうち蛍光のみが励起光カットフィルタを透過して入射するので、蛍光が帯域光の反射光とは分離して撮影される。したがって、白色光および可視域の蛍光を同時に観察することができる。

20

【0008】

この場合に、被写体に照射される疑似的な白色光の強度の時間平均が、蛍光撮像部のみによる露光期間中において増大するように、制御部が光源部を制御する。これにより、反射光撮像部によって露光される反射光の光量を抑制しながら、反射光撮像部による露光が実行されていない期間においては励起光の増強によって蛍光撮像部によって露光される蛍光の光量を増大し、反射光画像を飽和させることなく、より明るい蛍光画像を取得することができる。このように、反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を実現することができる。

30

【0009】

また、上記発明においては、前記制御部は、前記白色光の強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間において第1の強度となり、前記蛍光撮像部のみが露光する期間において前記第1の強度よりも大きい第2の強度となるように、前記白色光源の出力強度を2段階で変化させてもよい。

このようにすることで、制御部による光源部の制御を、白色光源の出力強度を2つの強度の間で切り替えるだけの簡単な制御とすることができる。

40

【0010】

本発明の第2の態様は、R、G、Bの単色光をそれぞれ出力する3個の単色光源と、該3個の単色光源から出力されたR、G、Bの単色光のうち、R、G、Bの各波長領域における帯域光を透過させ、かつ、少なくとも1つの前記帯域光によって励起される蛍光の波長帯域の光を遮断する透過特性を有する励起フィルタとを備え、該励起フィルタを透過した前記R、G、Bの帯域光を被写体に照射する光源部と、前記R、G、Bの帯域光の被写体における反射光を撮影する反射光撮像部と、前記少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光を撮影する蛍光撮像部と、該蛍光撮像部の前段に配置され、前記R、G、Bの帯域光を遮断し、前記蛍光を透過させる波長特性を有する励起光カットフィルタと、前記

50

光源部を制御する制御部とを備え、前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の少なくとも一部の期間において前記反射光を露光し、前記制御部は、前記被写体に照射される前記少なくとも1つの帯域光の平均強度が、当該少なくとも1つの帯域光によって励起される蛍光が前記蛍光撮像部によって露光されない期間よりも、当該蛍光が前記蛍光撮像部によって露光される期間において大きくなるように、前記光源部を制御する蛍光観察装置である。

【0011】

本発明の第2の態様によれば、光源部から射出されたR、G、Bの帯域光が疑似的な白色光となって被写体に照射されると、被写体においては、疑似的な白色光の反射光と、少なくとも1つの帯域光によって励起された蛍光とが発生する。そして、反射光が反射光撮像部によって撮像されることによって反射光画像が取得され、蛍光が蛍光撮像部によって撮像されることによって蛍光画像が取得される。このときに、蛍光撮像部には、反射光および蛍光のうち蛍光のみが励起光カットフィルタを透過して入射するので、蛍光が帯域光の反射光とは分離して撮影される。したがって、白色光および可視域の蛍光を同時に観察することができる。

10

【0012】

この場合に、励起光として作用する帯域光の時間平均が、当該励起光によって励起される蛍光が蛍光撮像部によって露光されない期間において増大するように、制御部は、3つの帯域光のうち励起光を選択的に増強させる。これにより、反射光撮像部によって露光される反射光全体の光量を抑制しながら、蛍光撮像部によって露光される蛍光の光量を増大し、反射光画像を飽和させることなく、より明るい蛍光画像を取得することができる。このように、反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を実現することができる。

20

【0013】

上記第2の態様においては、前記反射光撮像部は、前記蛍光撮像部が前記蛍光を露光する期間内の一部の期間において前記反射光を露光し、前記制御部は、前記3個の単色光源の出力強度を個別に制御可能であり、前記少なくとも1つの帯域光の平均強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間よりも前記蛍光撮像部のみが露光する期間において大きくなるように、前記少なくとも1つの帯域光を出力する単色光源を制御してもよい。

このようにすることで、蛍光撮像部のみが露光する期間において励起光の強度を増大させ、反射光画像の明るさおよび色に影響を与えることなく蛍光画像の明るさを増大させることができる。

30

【0014】

上記第2の態様においては、前記制御部は、前記少なくとも1つの帯域光を含む前記単色光の強度が、前記反射光撮像部および前記蛍光撮像部の両方が露光する期間において第1の強度となり、前記蛍光撮像部のみが露光する期間において前記第1の強度よりも大きい第2の強度となるように、前記少なくとも1つの帯域光を出力する単色光源の出力強度を2段階で変化させもよい。

このようにすることで、制御部による光源部の制御を、励起光を出力する単色光源の出力強度を2つの強度の間で切り替えるだけの簡単な制御とすることができる。

40

【0015】

上記第2の態様においては、前記制御部は、前記反射光撮像部が露光する期間においては前記R、G、Bの単色光源を全て点灯させ、かつ、前記蛍光撮像部のみが露光する期間においては前記少なくとも1つの帯域光を出力する単色光源のみを点灯させるように、前記R、G、Bの単色光源を制御してもよい。

このようにすることで、他の帯域光によって励起される撮影対象外の蛍光のクロストークを防止することができる。

【0016】

上記第2の態様においては、前記R、G、Bの単色光源の出力強度の比に応じて、前記反射光撮像部によって取得される反射光画像のホワイトバランスを補正する反射光画像生

50

成部を備えていてもよい。

このようにすることで、R、G、Bの帯域光の強度比を変化させることによって、R、G、Bの帯域光が混合されて生成される疑似的な白色光のホワイトバランスが変化するので、反射光画像生成部においてホワイトバランスを補正することで、より完全な白色光観察を行うことができる。

【0017】

上記第2の態様においては、前記R、G、Bの単色光源のうちの少なくとも1つが、同一色の波長領域において異なる波長帯域の帯域光をそれぞれ射出する2個の光源を備え、前記反射光画像生成部が、前記2個の光源の出力強度の比に応じて前記反射光画像のホワイトバランスを補正してもよい。

10

このようにすることで、同一色の波長領域における2つの励起光を用いることで、より強い蛍光を発生させ、より明るい蛍光画像を取得することができる。また、被写体に照射される疑似的な白色光は、より多くの波長成分を有するようになるので、より白色光に近い光を用いてより完全な白色光観察を行うことができる。

【0018】

上記第1および第2の態様においては、前記蛍光撮像部が、異なる波長帯域の複数の蛍光を区別して撮影可能であってもよい。

このようにすることで、複数の蛍光を同時に透過させるマルチバンドパスフィルタを励起光カットフィルタとして用いることができる。

20

【0019】

上記第1および第2の態様においては、前記蛍光撮像部が、前記異なる波長帯域の複数の蛍光を択一的に透過させるように透過帯域を切り替える可変分光素子を備えていてもよい。

このようにすることで、蛍光撮像部には一度に単一の蛍光しか入射しないので、蛍光撮像部として高感度かつ高分解能のモノクロ撮像素子を用いることができる。

【0020】

上記第1および第2の態様においては、前記蛍光撮像部が、前記異なる波長帯域の複数の蛍光を同時に撮影可能であってもよい。

このようにすることで、複数の蛍光を反射光と等しい高いフレームレートで撮影することができる。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、白色光と可視域の蛍光とを同時に観察する際に、反射光画像および蛍光画像の各々に適した照明を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る蛍光観察装置の全体構成図である。

【図2】図1の蛍光観察装置に備えられる励起フィルタおよび励起光カットフィルタの波長特性例を示す図である。

40

【図3】図1の蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図4】図1の蛍光観察装置の動作の変形例を示すタイミングチャートである。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る蛍光観察装置の全体構成図である。

【図6】図5の蛍光観察装置に備えられる励起フィルタおよび励起光カットフィルタの波長特性例を示す図である。

【図7】図5の蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図8】図5の蛍光観察装置の動作の変形例を示すタイミングチャートである。

【図9】図5の蛍光観察装置に備えられる励起フィルタおよび励起光カットフィルタの波長特性の他の例を示す図である。

【図10】図9の励起フィルタおよび励起光カットフィルタを備える蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

50

【図 1 1】図 5 の蛍光観察装置の動作の他の変形例を示すタイミングチャートである。

【図 1 2】図 5 の蛍光観察装置の変形例を示す全体構成図である。

【図 1 3】図 1 2 の蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図 1 4】本発明の第 3 の実施形態に係る蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図 1 5】本発明の第 3 の実施形態に係る蛍光観察装置の変形例を示す全体構成図である。

【図 1 6】図 1 5 の蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図 1 7】図 1 5 の蛍光観察装置の動作の変形例を示すタイミングチャートである。

【図 1 8】本発明の第 4 の実施形態に係る蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図 1 9】図 1 8 の蛍光観察装置の動作の変形例を示すタイミングチャートである。

【図 2 0】本発明の第 4 の実施形態に係る蛍光観察装置の変形例を示す全体構成図である。

【図 2 1】図 2 0 の蛍光観察装置に備えられる L E D および励起光カットフィルタの波長特性例を示す図である。

【図 2 2】図 2 0 の蛍光観察装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 について、図 1 から図 4 を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る蛍光観察装置 1 は、蛍光内視鏡装置であって、図 1 に示されるように、体内に挿入される細長い挿入部 2 と、光源ユニット (光源部) 3 と、該光源ユニット 3 からの光を挿入部 2 の先端 2 a から生体組織 (被写体) X に向けて照射する照明ユニット 4 と、挿入部 2 の先端 2 a 付近に設けられ、生体組織 X の画像信号を取得する撮像ユニット 5 と、撮像条件を設定する撮像条件設定部 7 と、設定された撮像条件に従って光源ユニット 3 および撮像ユニット 5 を制御し、画像 P, Q を生成するプロセッサ 6 と、該プロセッサ 6 によって画像信号から生成された画像 P, Q を表示するモニタ 8 とを備えている。

【0024】

光源ユニット 3 は、白色光を発生する白色光源 3 1 と、該白色光源 3 1 から発せられた白色光から、R、G、B の各波長領域において 1 つの帯域光を透過させる励起フィルタ (トリプルバンドパスフィルタ) 3 2 と、該励起フィルタ 3 2 を透過した R、G、B の帯域光を集光するカップリングレンズ 3 3 とを備えている。励起フィルタ 3 2 を透過してカップリングレンズ 3 3 によって集光された R、G、B の帯域光は、擬似的な白色光を構成する。励起フィルタ 3 2 を透過した B 帯域光は、生体組織 X に存在する蛍光物質を励起する励起光として作用するようになっている。

【0025】

照明ユニット 4 は、挿入部 2 に配置されたライトガイドファイバ 4 1 と、挿入部 2 の先端 2 a に設けられた照明光学系 4 2 とを備えている。ライトガイドファイバ 4 1 は、カップリングレンズ 3 3 によって集光された光をその基端から先端まで導光する。照明光学系 4 2 は、ライトガイドファイバ 4 1 の先端から出射された擬似的な白色光を、挿入部 2 の先端 2 a に対向する生体組織 X に照射するようになっている。

【0026】

撮像ユニット 5 は、生体組織 X からの光を集める対物レンズ 5 1 と、該対物レンズ 5 1 によって集められた光を 2 つに分割するビームスプリッタ 5 2 と、該ビームスプリッタ 5 2 によって分割された光をそれぞれ集光する 2 つの集光レンズ 5 3, 5 4 と、集光レンズ 5 3, 5 4 によって集光された光をそれぞれ撮影する第 1 の撮像素子 (反射光撮像部) 5 5 および第 2 の撮像素子 (蛍光撮像部) 5 6 と、ビームスプリッタ 5 2 と第 2 の撮像素子 5 6 との間に配置され、蛍光のみを選択的に透過させる励起光カットフィルタ 5 7 とを備

10

20

30

40

50

えている。

【 0 0 2 7 】

図 2 に励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 の透過率特性（波長特性）を示す。励起フィルタ 3 2 は、可視域（波長約 4 0 0 n m ~ 約 7 0 0 n m）のうち、R（約 6 0 0 n m ~ 約 7 0 0 n m）、G（約 5 0 0 n m ~ 約 6 0 0 n m）、B（約 4 0 0 n m ~ 約 5 0 0 n m）の各波長領域に、光を透過させる透過帯域（図 2 の実線参照。）を有している。また、励起フィルタ 3 2 は、B の透過帯域と G の透過帯域との間に、光を遮断するノッチ帯域を有している。したがって、励起フィルタ 3 2 からは、R、G、B の帯域光を含み、B 帯域光と G 帯域光との間の波長帯域を含まない擬似的な白色光が射出される。励起光カットフィルタ 5 7 は、励起フィルタ 3 2 のノッチ帯域と重複する波長帯域に、B 帯域光によって励起される蛍光を透過させる透過帯域を有している。

10

【 0 0 2 8 】

ビームスプリッタ 5 2 は、対物レンズ 5 1 によって集められた光を 2 つに分割し、一方を第 1 の撮像素子 5 5 へ向かって反射させ、他方を第 2 の撮像素子 5 6 へ向かって透過させるようになっている。

第 1 の撮像素子 5 5 は、例えば、カラー C C D またはカラー C M O S であり、ビームスプリッタ 5 2 で反射した生体組織 X からの反射光をカラー撮影して反射光画像信号を生成するようになっている。

第 2 の撮像素子 5 6 は、例えば、高感度モノクロ C C D であり、生体組織 X から発せられて励起光カットフィルタ 5 7 を透過した蛍光を撮影して蛍光画像信号を生成するようになっている。

20

【 0 0 2 9 】

撮像条件設定部 7 は、第 1 の撮像素子 5 5 による反射光の撮影条件および第 2 の撮像素子 5 6 による蛍光の撮像条件を、観察者が図示しない入力手段を使用して入力する装置である。撮像条件とは、例えば、露光時間、ゲイン、蛍光波長等である。撮像条件設定部 7 で設定された撮影条件は、プロセッサ 6 の制御信号生成部（制御部）6 3 に送信される。

【 0 0 3 0 】

プロセッサ 6 は、第 1 の撮像素子 5 5 によって取得された反射光画像信号から反射光画像 P を生成する反射光画像生成部 6 1 と、第 2 の撮像素子 5 6 によって取得された蛍光画像信号から蛍光画像 Q を生成する蛍光画像生成部 6 2 と、設定された撮像条件に従って、白色光源 3 1 および撮像素子 5 5 , 5 6 を制御する制御信号生成部 6 3 と、反射光画像 P および蛍光画像 Q を所定のフレームレートでモニタ 8 に出力する表示画像制御部 6 4 とを備えている。

30

【 0 0 3 1 】

プロセッサ 6 は、例えば、コンピュータであり、中央演算処理装置（C P U）と、主記憶装置と、補助記憶装置とを備えている。補助記憶装置は、コンピュータ読み取り可能な非一時的な記憶媒体であり、後述する各部 6 1 , 6 2 , 6 3 , 6 4 の処理を実行させるためのプログラムを格納している。C P U が補助記憶装置から主記憶装置にプログラムを呼び出し、該プログラムを実行することによって、各部 6 1 , 6 2 , 6 3 , 6 4 の機能が実現されるようになっている。あるいは、プロセッサ 6 は、各部 6 1 , 6 2 , 6 3 , 6 4 の処理を実行する A S I C のような専用のハードウェアを備えていてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

図 3 は、制御信号生成部 6 3 による白色光源 3 1 および撮像素子 5 5 , 5 6 の制御手順を示している。図 3 に示されるように、制御信号生成部 6 3 は、観察が開始されると、白色光源 3 1 を連続的に点灯させて白色光を連続的に発生させ、第 1 の撮像素子 5 5 による反射光の撮影（白色露光）および第 2 の撮像素子 5 6 による蛍光の撮影（蛍光露光）を同一の所定のフレームレートで実施させる。

【 0 0 3 3 】

ここで、制御信号生成部 6 3 は、第 1 の撮像素子 5 5 および第 2 の撮像素子 5 6 の 1 フレーム当たりの露光時間を互いに独立に制御可能であり、第 1 の撮像素子 5 5 の露光時間

50

は第2の撮像素子56の露光時間よりも短く設定される。以下、第2の撮像素子56の露光時間は、所定のフレームレートにおける1フレーム当たりの時間に設定されているものとする。したがって、各フレームには、両方の撮像素子55, 56が露光を実施する期間（以下、「重複期間」と言う。）と、第2の撮像素子56のみが露光を実施する期間（以下、「非重複期間」と言う。）とが存在する。制御信号生成部63は、1フレーム期間のうち、重複期間中は白色光源31からの白色光の出力強度を第1の強度とし、非重複期間中は白色光源31からの白色光の出力強度を第1の強度よりも大きい第2の強度とするように、白色光源31の出力強度を第1の強度と第2の強度との間で交互に切り替える。

【0034】

次に、このように構成された本実施形態に係る蛍光観察装置1の作用について説明する。

10

撮像条件設定部7を介して観察者が撮像条件を設定すると、制御信号生成部63が、白色光源31を点灯させるとともに撮像素子55, 56を制御する。

【0035】

白色光源31が点灯されると、白色光源31から発せられた白色光が励起フィルタ32を通過させられることによって、波長帯域の一部が切り欠かれ、R、G、Bの帯域光からなる擬似的な白色光がカップリングレンズ33によってライトガイドファイバ41に入射される。励起フィルタ32によって、白色光の一部の帯域が部分的に切り欠かれるが、励起フィルタ32を透過した光はR、G、Bの全ての帯域を含んでいるため、擬似的な白色光となってライトガイドファイバ41に入射する。擬似的な白色光は、ライトガイドファイバ41によって挿入部2の先端2aまで導かれた後に、照明光学系42によって拡散されて生体組織Xに照射される。

20

【0036】

擬似的な白色光が生体組織Xに照射されると、生体組織Xの表面において擬似的な白色光が反射され、また、擬似的な白色光に含まれるB帯域光によって生体組織X内に存在している蛍光物質が励起されて蛍光が発生する。蛍光は、光源ユニット3から生体組織Xに照射される擬似的な白色光とは異なる波長を有する。擬似的な白色光の反射光および蛍光は、撮像ユニット5の対物レンズ51によって集光され、ビームスプリッタ52によって2つに分岐され、一方の光は集光レンズ53を介して第1の撮像素子55に入射し、他方の光は励起光カットフィルタ57および集光レンズ54を介して第2の撮像素子56に入射する。

30

【0037】

第1の撮像素子55に入射する光には擬似的な白色光の反射光の他、蛍光も含まれるが、反射光と蛍光との強度の違いにより、反射光画像信号中における蛍光は無視し得る程度である。そして、第1の撮像素子55によって生成された反射光画像信号が反射光画像生成部61に入力されることにより、反射光画像Pが生成される。生成された反射光画像Pは表示画像制御部64に送られてモニタ8に表示される。

【0038】

一方、ビームスプリッタ52で分岐された他方の光は、励起光カットフィルタ57を通過させられることにより、光源ユニット3からの光が全て除去され、生体組織Xにおいて発生した蛍光のみが第2の撮像素子56に入射する。第2の撮像素子56によって生成された蛍光画像信号が蛍光画像生成部62に入力されることにより、蛍光画像Qが生成される。生成された蛍光画像Qは、表示画像制御部64に送られて反射光画像Pと並んでモニタ8に表示される。

40

【0039】

ここで、制御信号生成部63は、白色光源31の出力強度を、第1の撮像素子55の露光開始に同期して第1の強度に切り替え、第1の撮像素子55の露光終了に同期して第2の強度に切り替える。これにより、各フレームにおいて、重複期間よりも非重複期間において白色光源31の出力強度が増大する。したがって、非重複期間においては、生体組織Xに照射されるB帯域光の強度が増大し、重複期間に比べて強い蛍光が発生する。

50

【 0 0 4 0 】

このように、本実施形態に係る蛍光観察装置 1 によれば、R、G、B の帯域光を含み、かつ、B 帯域光によって励起される蛍光と重複する波長帯域が切り欠かれた擬似的な白色光で生体組織 X を照明することによって、白色光の反射光と可視域の蛍光とを同時に観察することができる。

【 0 0 4 1 】

また、蛍光は擬似的な白色光の反射光に比べて微弱であるため、第 1 の撮像素子 5 5 と第 2 の撮像素子 5 6 とでは最適な露光時間が異なる。本実施形態においては、第 1 の撮像素子 5 5 による露光時間を第 2 の撮像素子 5 6 による露光時間よりも短くし、かつ、重複期間において擬似的な白色光の強度を第 1 の強度に抑制することによって、飽和することなく最適な明るさの反射光画像 P を取得することができるという利点がある。さらに、非重複期間において白色光源 3 1 の出力強度を増大させることによって、反射光画像 P の明るさに影響を与えることなく励起光である B 帯域光の強度を増大させ、明るい蛍光画像 Q を取得することができるという利点がある。

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態においては、光源ユニット 3 からの擬似的な白色光の出力強度を、重複期間と非重複期間とで段階的に変化させることとしたが、擬似的な白色光の強度の変化の仕方は、重複期間における擬似的な白色光の出力強度の平均よりも非重複期間における擬似的な白色光の出力強度の平均の方が大きくなりさえすればよい。

例えば、1 フレーム期間中に擬似的な白色光の出力強度を漸次増大または減少させてもよい。図 4 に示されるように、1 フレーム期間中に擬似的な白色光の出力強度を漸次増大させる場合には、第 1 の撮像素子 5 5 による露光を、擬似的な白色光の出力強度が小さい 1 フレーム期間中の初期に実施すればよい。

【 0 0 4 3 】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 0 について、図 5 から図 1 3 を参照して以下に説明する。

本実施形態の説明において、上述した第 1 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 と構成を共通とする箇所には、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

本実施形態に係る蛍光観察装置 1 0 は、2 色の蛍光を交互に撮影して 2 色の蛍光画像 Q_B 、 Q_G を交互にモニタ 8 に表示する点において、第 1 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 と相違している。2 色の蛍光は、静脈注射等によって生体組織 X に投与された蛍光薬剤の蛍光であってもよく、生体組織 X に存在する物質の自家蛍光であってもよい。

【 0 0 4 5 】

具体的には、蛍光観察装置 1 0 は、図 5 に示されるように、励起光カットフィルタ 5 7 と第 2 の撮像素子 5 6 との間に配置され、透過帯域を切り替えて 2 色の蛍光を択一的に透過させる可変分光素子 (蛍光撮像部) 5 8 をさらに備えている。

【 0 0 4 6 】

図 6 に、本実施形態において用いられる励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 の透過率特性 (波長特性) を示す。励起フィルタ 3 2 は、B の透過帯域と G の透過帯域との間、および、G の透過帯域と R の透過帯域との間にノッチ帯域を有している。励起光カットフィルタ 5 7 は、励起フィルタ 3 2 の 2 つのノッチ帯域と重複する波長領域に、B 帯域光によって励起される B 蛍光および G 帯域光によって励起される G 蛍光を透過させる透過帯域 (図 6 の鎖線参照。) を有している。したがって、本実施形態においては、B 帯域光および G 帯域光が励起光として作用する。

【 0 0 4 7 】

制御信号生成部 6 3 は、図 7 に示されるように、透過帯域を B 蛍光の波長帯域と G 蛍光の波長帯域との間で 1 フレーム単位で交互に切り替えるように、可変分光素子 5 8 を制御する。これにより、第 2 の撮像素子 5 6 に入射する蛍光は、B 蛍光と G 蛍光との間で 1 フ

10

20

30

40

50

レーム単位で交互に切り替わり、蛍光画像生成部 6 2 は、B 蛍光が撮影された B 蛍光画像 Q_B と、G 蛍光が撮影された G 蛍光画像 Q_G とを交互に生成するようになっている。制御信号生成部 6 3 による白色光源 3 1 および撮像素子 5 5, 5 6 の制御手順は、第 1 の実施形態と同一である。

【0048】

本実施形態に係る蛍光観察装置 1 0 によれば、第 1 の実施形態の効果に加えて以下の効果を奏する。すなわち、可変分光素子 5 8 を備えることによって、生体組織 X において同時に発生する B 蛍光および G 蛍光を区別して第 2 の撮像素子 5 6 によって撮影することができる。これにより、白色光による観察を連続的に行いながら、2 色の蛍光を同時に観察することができるという利点がある。

10

【0049】

なお、本実施形態においては、制御信号生成部 6 3 が、B 蛍光を撮影するフレームおよび G 蛍光を撮影するフレームの両方の非重複期間において白色光源 3 1 の出力強度を第 2 の強度に増大させて、B 蛍光および G 蛍光の両方の強度を増大させることとしたが、一方の非重複期間においてのみ、白色光源 3 1 の出力強度を第 2 の強度に増大させてもよい。例えば、B 蛍光が十分に強く、G 蛍光が微弱である場合には、図 8 に示されるように、B 蛍光を撮影するフレームにおいては白色光源 3 1 の出力強度を第 1 の強度に維持し、G 蛍光を撮影するフレームにおいては白色光源 3 1 の出力強度を第 1 の強度から第 2 の強度へ増大させてもよい。

20

【0050】

また、本実施形態においては、2 色の蛍光を観察することとしたが、これに代えて、3 色の蛍光を観察してもよい。

この場合、図 9 に示される透過率特性を有する励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 を使用すればよい。図 9 の励起フィルタ 3 2 は、R の透過帯域の長波長側にもう 1 つのノッチ帯域を有し、励起光カットフィルタ 5 7 は、励起フィルタ 3 2 のもう 1 つのノッチ帯域に重複する波長帯域に、R 帯域光によって励起される R 蛍光を透過させるもう 1 つの透過帯域を有する。

【0051】

制御信号生成部 6 3 は、図 1 0 に示されるように、透過帯域を B 蛍光、G 蛍光および R 蛍光の波長帯域の間で 1 フレーム単位で順番に切り替えるように、可変分光素子 5 8 を制御する。これにより、第 2 の撮像素子 5 6 に入射する蛍光は、B 蛍光、G 蛍光および R 蛍光の間で 1 フレーム単位で順番に切り替わり、蛍光画像生成部 6 2 は、B 蛍光画像 Q_B 、G 蛍光画像 Q_G および R 蛍光画像 Q_R を順番に生成するようになっている。

30

【0052】

また、本実施形態においては、可変分光素子 5 8 の透過波長を 1 フレーム単位で交互に切り替えて B 蛍光画像 Q_B および G 蛍光画像 Q_G を 1 フレームずつ交互に取得することとしたが、これに代えて、図 1 1 に示されるように、B 蛍光画像 Q_B および G 蛍光画像 Q_G のうち一方を連続して取得してもよい。例えば、撮像条件設定部 7 は、観察者が B 蛍光画像 Q_B および G 蛍光画像 Q_G のうち一方を選択して設定可能に構成され、制御信号部 6 3 は、撮像条件設定部 7 に設定された蛍光画像 Q_B , Q_G または Q_R が連続して取得されるように、可変分光素子 5 8 を制御する。観察者は、撮像条件設定部 7 の設定を変更することによって、現在取得されている蛍光画像から他の帯域の蛍光画像へ切り替えることができる。

40

【0053】

また、本実施形態においては、単一の白色光源 3 1 から射出された白色光から R、G、B の帯域光を励起フィルタ 3 2 によって切り出すこととしたが、これに代えて、図 1 2 に示されるように、R、G、B の帯域光をそれぞれ射出する R - LED 3 4、G - LED 3 5 および B - LED 3 6 を採用してもよい。LED 3 4, 3 5, 3 6 は、出力強度を独立に変更可能である。本変形例においては、図 9 に示される透過率特性を有する励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 が用いられる。

50

【 0 0 5 4 】

制御信号生成部 6 3 は、図 1 3 に示されるように、重複期間中は 3 色の L E D 3 4 , 3 5 , 3 6 の全てを点灯させる。さらに、制御信号生成部 6 3 は、非重複期間中は、3 色の L E D 3 4 , 3 5 , 3 6 のうち 1 つのみを点灯させ、かつ、点灯させる L E D を 1 フレーム単位で順番に変更させる。このときに、制御信号生成部 6 3 は、非重複期間中に点灯させる L E D の出力強度を、重複期間中の出力強度よりも増大させる。これにより、各フレームにおいて、R、G、B の帯域光のうち、励起光として作用する 1 つの帯域光が選択的に増強され、励起光の平均強度が、該励起光によって励起される蛍光の露光期間中には、その他の期間中よりも増大するようになっている。

このようにすることで、非重複期間中には R、G、B の帯域光のうち 1 つのみが生体組織 X に照射されるので、撮影対象の蛍光以外の光のクロストークを含まない正確な蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を取得することができるという利点がある。

【 0 0 5 5 】

(第 3 の実施形態)

次に、本発明の第 3 の実施形態に係る蛍光観察装置について、図 1 4 から図 1 7 を参照して以下に説明する。

本実施形態の説明において、上述した第 1 および第 2 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 , 1 0 と構成を共通とする箇所には、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態に係る蛍光観察装置は、3 色の蛍光を同時に撮影して 3 色の蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を並べてモニタ 8 に表示する点において、第 1 の実施形態に係る蛍光観察装置 1 と相違している。具体的には、本実施形態に係る蛍光観察装置は、図 1 の蛍光観察装置 1 において、第 2 の撮像素子 5 6、励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 の種類を変更したものである。本実施形態においては、第 2 の撮像素子 5 6 としてカラー撮像素子を用い、励起フィルタ 3 2 および励起光カットフィルタ 5 7 として、図 9 に示される波長特性を有するものを用いる。

【 0 0 5 7 】

本実施形態においては、励起フィルタ 3 2 を透過した R、G、B の帯域光が励起光として作用する。R 帯域光、G 帯域光および B 帯域光によってそれぞれ励起された R 蛍光、G 蛍光および B 蛍光は、同時に励起光カットフィルタ 5 7 を透過して第 2 の撮像素子 5 6 に入射する。

第 2 の撮像素子 5 6 は、例えば、カラー C C D またはカラー C M O S であり、各画素に設けられたカラーフィルタによって R 蛍光、G 蛍光、B 蛍光を区別しながら同時に撮影することができる。

【 0 0 5 8 】

蛍光画像生成部 6 2 は、図 1 4 に示されるように、第 2 の撮像素子 5 6 から受信した蛍光画像信号から、R 蛍光を撮影した R 蛍光画像 Q_R と、G 蛍光を撮影した G 蛍光画像 Q_G と、B 蛍光を撮影した B 蛍光画像 Q_B とを生成し、生成された R、G、B の 3 枚の蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を同時にモニタ 8 に出力して、反射光画像 P とともに並列表示させる。

本実施形態に係る蛍光観察装置のその他の構成は、図 1 に示される蛍光観察装置 1 と同一である。

【 0 0 5 9 】

本実施形態に係る蛍光観察装置によれば、第 1 の実施形態の効果に加えて以下の効果を奏する。すなわち、第 2 の撮像素子 5 6 としてカラー撮像素子を用いることによって、3 色の蛍光を反射光と同一の高いフレームレートで同時に撮影および表示することができるという利点がある。

なお、本実施形態においては、第 2 の撮像素子 5 6 として、カラー撮像素子に代えて、波長帯域毎に分光して撮影する 3 つの撮像素子 (例えば、3 板式撮像素子) を採用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態においては、3色の蛍光を撮影することとしたが、これに代えて、2色のみの蛍光を撮影して2色のみの蛍光画像を表示してもよい。この場合、撮影する蛍光の波長に応じた波長特性を有するフィルタ32, 57を用いることによって、反射光画像Pのホワイトバランスを改善することができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態においては、白色光源31に代えて、図15に示されるように、3色のLED34, 35, 36を採用してもよい。制御信号生成部63は、図16に示されるように、重複期間および非重複期間の両方において、3色のLED34, 35, 36の全てを点灯させる。ただし、制御信号生成部63は、非重複期間中は、LED34, 35, 36の出力強度を重複期間中よりも増大させる。

10

【 0 0 6 2 】

この場合に、LED34, 35, 36の出力強度は、互いに独立に設定可能である。したがって、制御信号生成部63によって、非重複期間中の各LED34, 35, 36の出力強度を各蛍光の強度に応じた強度に調整することによって、それぞれ良好な明るさの3色の蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を取得することができる。

【 0 0 6 3 】

図15の蛍光観察装置20においては、図17に示されるように、非重複期間中に3色のLED34, 35, 36のいずれか1つのみを点灯させ、かつ、点灯させるLEDを1フレーム単位または複数フレーム単位で順番に変更させることによって、R、G、Bの蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を1フレーム単位または複数フレーム単位で順番に取得してもよい。これにより、各フレームにおいて、R、G、Bの帯域光のうち、励起光として作用する1つの帯域光が選択的に増強され、励起光の平均強度が、該励起光によって励起される蛍光の露光期間中には、その他の期間よりも増大するようになっている。非重複期間中には1色の蛍光しか発生しないので、他の蛍光のクロストークが低減された蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を取得することができる。

20

【 0 0 6 4 】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態に係る蛍光観察装置について、図18から図22を参照して以下に説明する。

30

本実施形態の説明において、上述した第1から第3の実施形態に係る蛍光観察装置1, 10, 20と構成を共通とする箇所には、同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態に係る蛍光観察装置は、図12に示される蛍光観察装置20と同一の構成を備えている。すなわち、本実施形態に係る蛍光観察装置は、白色光源31に代えてR、G、BのLED34, 35, 36を備え、また、可変分光素子58を備えている点において、第1の実施形態に係る蛍光観察装置1と相違している。また、本実施形態に係る蛍光観察装置は、R、G、Bの蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を1フレーム単位で順番に取得する点、また、生体組織Xに照射されるR、G、Bの帯域光の強度比に応じて反射光画像Pのホワイトバランスを補正する点において、第1の実施形態に係る蛍光観察装置1と相違している。

40

【 0 0 6 6 】

本実施形態において、第1の撮像素子55および第2の撮像素子56の両方の露光時間が、所定のフレームレートにおける1フレーム当たりの時間と等しい時間に設定されている。制御信号生成部63は、図18に示されるように、B蛍光、G蛍光およびR蛍光を順番に透過させるように、可変分光素子58の透過帯域を1フレーム単位で順番に切り替えさせる。これにより、第2の撮像素子56には、B蛍光、G蛍光およびR蛍光が1フレーム単位で順番に入射し、蛍光画像生成部62によってB蛍光画像 Q_B 、G蛍光画像 Q_G およびR蛍光画像 Q_R が順番に生成される。

【 0 0 6 7 】

50

また、制御信号生成部 63 は、3 色の LED 34, 35, 36 のうち、1 つの出力強度が他の 2 つの出力強度よりも大きくなるように、かつ、大きな出力強度を有する LED を 1 フレーム単位で順番に変更するように、LED 34, 35, 36 の出力強度を制御する。これにより、R、G、B の帯域光は、各帯域光によって励起される蛍光の露光期間中の強度が、それ以外の期間中の強度よりも増大するように、励起光として作用するフレームにおいて選択的に増強されるようになっている。したがって、例えば、B 蛍光を撮影するフレームにおいては、G 帯域光および R 帯域光に比べて強い B 帯域光が生体組織 X に照射され、明るい B 蛍光画像 Q_B が取得されるようになっている。

【0068】

ここで、生体組織 X に同時に照射される R、G、B の帯域光の強度が均等でないため、第 1 の撮像素子 55 によって取得される反射光画像信号のホワイトバランスが R、G または B に偏る。また、R、G、B の帯域光の強度の比がフレーム単位で変化するので、反射光画像信号のホワイトバランスもフレーム単位で変化する。制御信号生成部 63 は、LED 34, 35, 36 の出力強度の比と、ホワイトバランスの補正值 ($WB1$, $WB2$, $WB3$) とを対応付けて記憶している。制御信号生成部 63 は、LED 34, 35, 36 の出力強度の変更と同期して、反射光画像生成部 61 に設定するホワイトバランスの補正值を変更する。反射光画像生成部 61 は、反射光画像信号から反射光画像 P を生成する際に、設定されている補正值に基づいて反射光画像 P のホワイトバランスを補正する。

【0069】

このように構成された本実施形態に係る蛍光観察装置の作用について以下に説明する。

本実施形態に係る蛍光観察装置によれば、図 18 に示されるように、一のフレームでは、制御信号生成部 63 が、B 蛍光を透過させるように可変分光素子 58 の透過帯域を切り替えるのと同時に、B 帯域光の強度が R 帯域光および G 帯域光の強度よりも大きくなるように LED 34, 35, 36 を制御し、かつ、その R、G、B の強度比に適したホワイトバランスの補正值 ($WB1$) を設定する。

【0070】

次のフレームでは、制御信号生成部 63 が、G 蛍光を透過させるように可変分光素子 58 の透過帯域を切り替えるのと同時に、G 帯域光の強度が R 帯域光および B 帯域光の強度よりも大きくなるように LED 34, 35, 36 を制御し、かつ、その R、G、B の強度比に適したホワイトバランスの補正值 ($WB2$) を設定する。

【0071】

さらに次のフレームでは、制御信号生成部 63 が、R 蛍光を透過させるように可変分光素子 58 の透過帯域を切り替えるのと同時に、R 帯域光の強度が G 帯域光および B 帯域光の強度よりも大きくなるように LED 34, 35, 36 を制御し、かつ、その R、G、B の強度比に適したホワイトバランスの補正值 ($WB3$) を設定する。

その後は、これら 3 つのパターンが繰り返される。

【0072】

本実施形態に係る蛍光観察装置によれば、各フレームにおいて、撮影対象の蛍光を励起するための帯域光のみ、強度を増大させる。これにより、明るい蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R を取得することができるとともに、擬似的な白色光全体の強度を抑制して反射光画像 P を飽和することなく取得することができる。また、生体組織 X の褪色等のダメージの発生を防止することができる。さらに、いずれかの帯域光の光量を増大させることによって擬似的な白色光のホワイトバランスは理想的な白色光からずれてしまうので、生成される反射光画像 P において、各場合に適したホワイトバランス補正を行うことによって、理想的な白色光照明を行った場合に近い反射光画像 P を取得することができる。

【0073】

なお、本実施形態においては、撮影対象の蛍光を 1 フレーム単位で順番に切り替えることとしたが、これに代えて、3 色の蛍光のうち 1 つを連続して取得してもよい。例えば、撮像条件設定部 7 は、観察者が 3 色の蛍光の中から 1 つを選択して設定可能に構成され、制御信号部 63 は、撮像条件設定部 7 に設定された色の蛍光が連続して撮影されるように

10

20

30

40

50

、可変分光素子 58 を制御する。観察者は、撮像条件設定部 7 の設定を変更することによって、撮影対象の蛍光を切り替えることができる。

【0074】

また、本実施形態においては、第 3 の実施形態の蛍光観察装置と同様に、可変分光素子 58 を省略し、かつ、第 2 の撮像素子 56 としてカラー撮像素子を用いることによって、図 19 に示されるように、3 色の蛍光を同時に撮影し、3 色の蛍光画像 Q_B , Q_G , Q_R をモニタ 8 に並列表示してもよい。

【0075】

また、本実施形態においては、図 20 に示されるように、光源ユニット 3 が、もう 1 つの LED 37 を備えていてもよい。LED 37 は、図 21 に示されるように、B の波長領域において B 帯域光とは異なる波長帯域を有するシアン色の帯域光 (CY 帯域光) を射出する。制御信号生成部 63 は、図 22 に示されるように、B - LED 36 と同時に CY - LED 37 の出力強度を増大させる。

10

【0076】

B の波長領域における 2 色の LED 36 , 37 を用いることによって、より多くの波長成分を含む擬似的な白色光によって生体組織 X を照明することができ、反射光画像 P における生体組織 X の色再現性を向上することができる。さらに、B 帯域光と CY 帯域光とを同時に生体組織 X に照射することによって、より強い B 蛍光を発生させ、より明るい B 蛍光画像 Q_B を取得することができる。

【0077】

また、生体組織 X には、B の波長領域の光によって励起される自家蛍光物質が多く存在するため、G 蛍光画像 Q_G および R 蛍光画像 Q_R には自家蛍光のクロストークが混入しやすい。そこで、G 蛍光および R 蛍光の撮影時には、B - LED 36 および CY - LED 37 のうち一方のみを点灯させることで、自家蛍光のクロストークを低減することができる。

20

【0078】

B 帯域光と同時に、または、B 帯域光に代えて CY 帯域光を生体組織 X に照射することによって、反射光画像信号のホワイトバランスが変化する。したがって、制御信号生成部 63 は、CY 帯域光を含む 3 色または 4 色の帯域光の光量比に応じたホワイトバランスの補正值 $WB1$, $WB2$, $WB3$, $WB4$ を使用して反射光画像生成部 61 に反射光画像 P のホワイトバランスを補正させる。

30

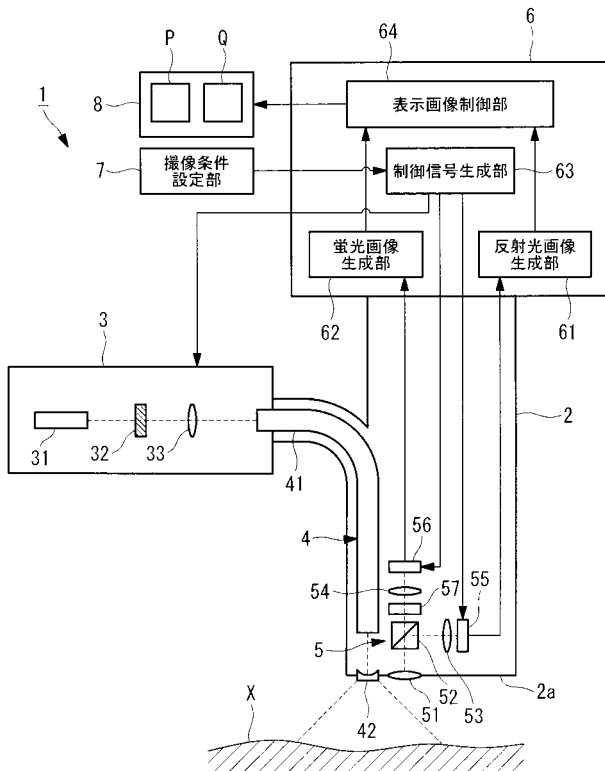
【符号の説明】

【0079】

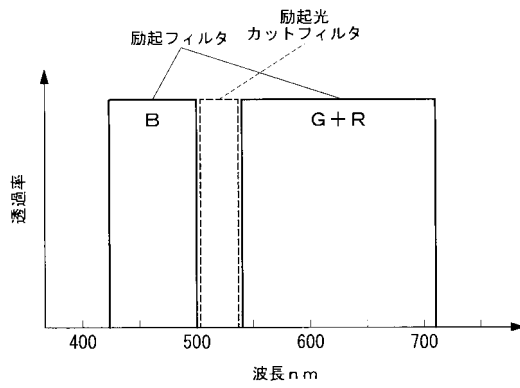
- 1 , 10 蛍光観察装置
- 3 光源ユニット (光源部)
- 31 白色光源 (光源)
- 32 励起フィルタ
- 34 , 35 , 36 , 37 LED (光源)
- 55 第 1 の撮像素子 (反射光撮像)
- 56 第 2 の撮像素子 (蛍光撮像部)
- 57 励起光カットフィルタ
- 58 可変分光素子 (蛍光撮像部)
- 61 反射光画像生成部
- 63 制御信号生成部 (制御部)
- X 生体組織 (被写体)
- P 反射光画像
- Q , Q_B , Q_G , Q_R 蛍光画像

40

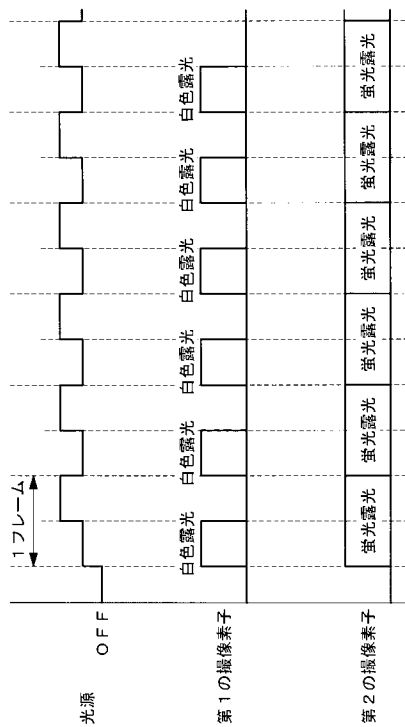
【図 1】



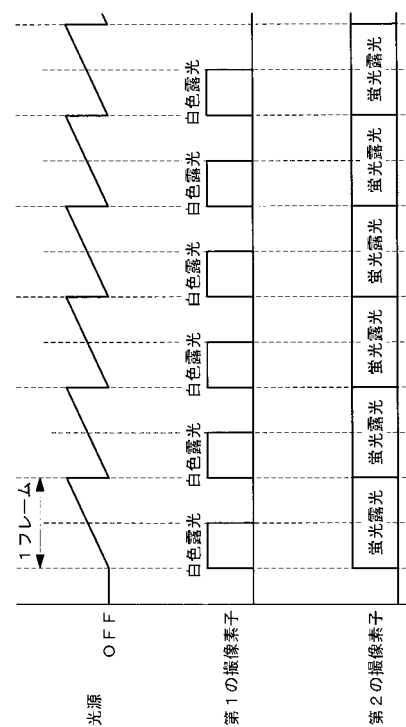
【図 2】



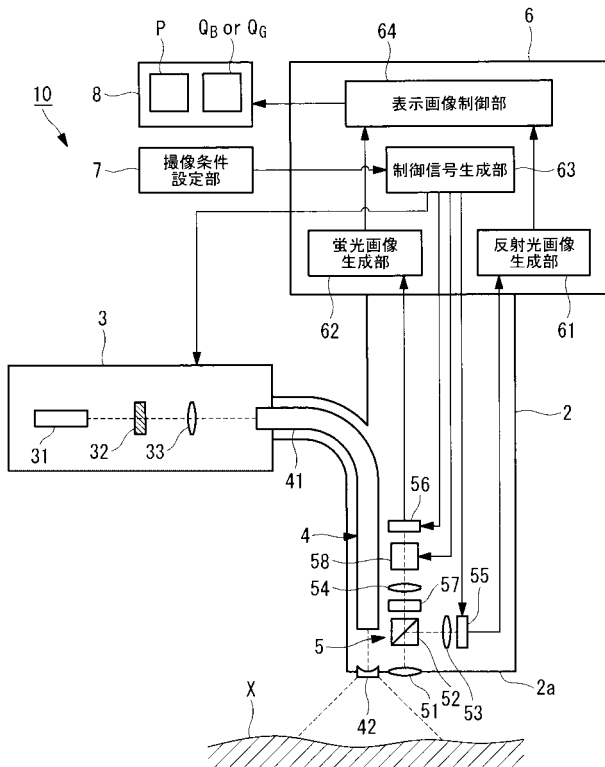
【図 3】



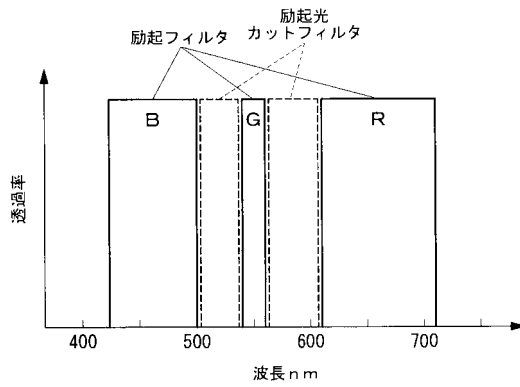
【図 4】



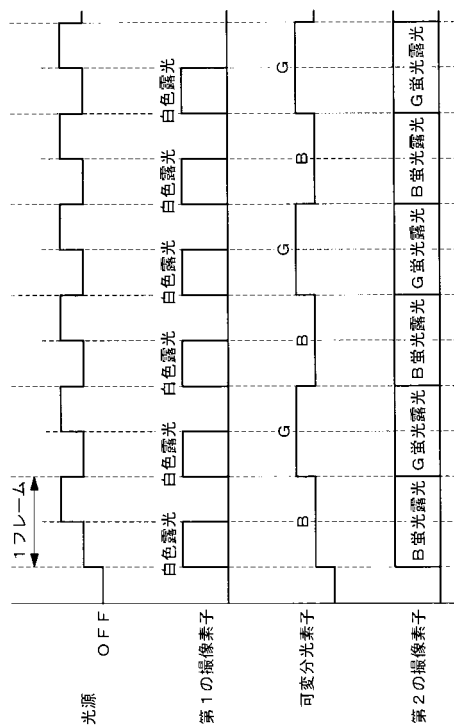
【図 5】



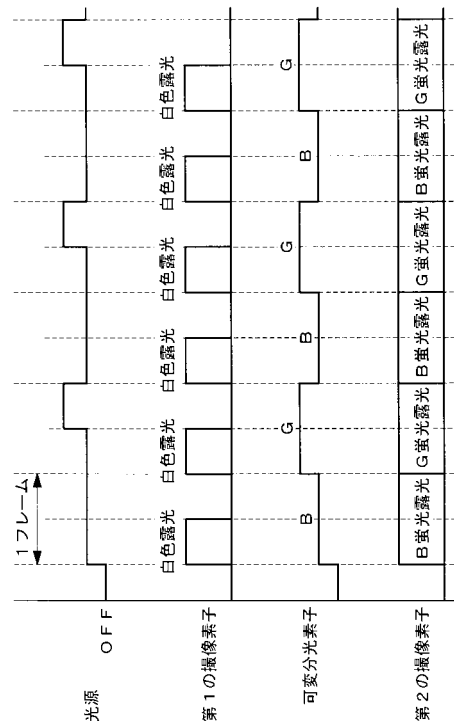
【図 6】



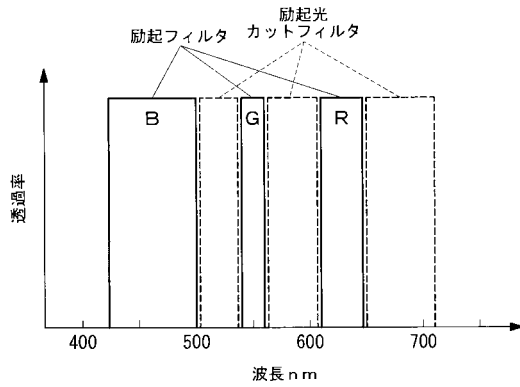
【図 7】



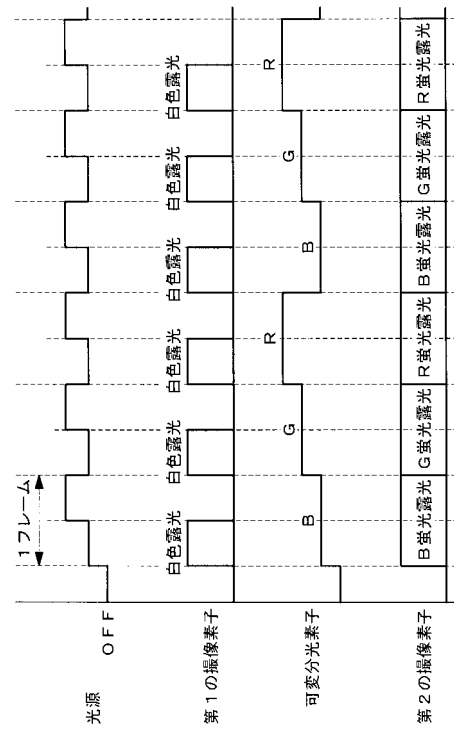
【図 8】



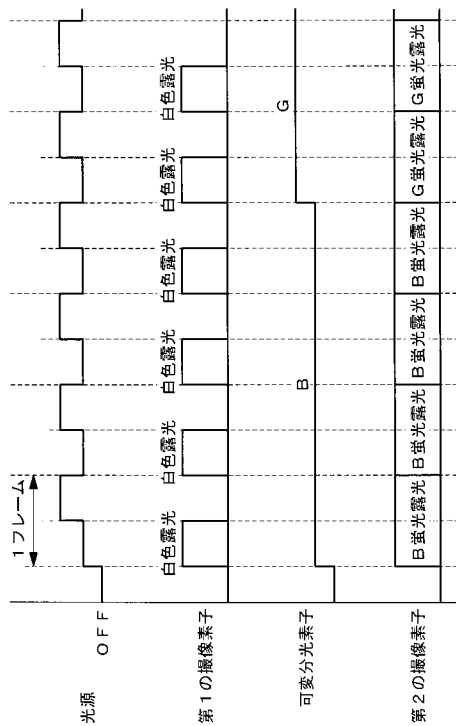
【図 9】



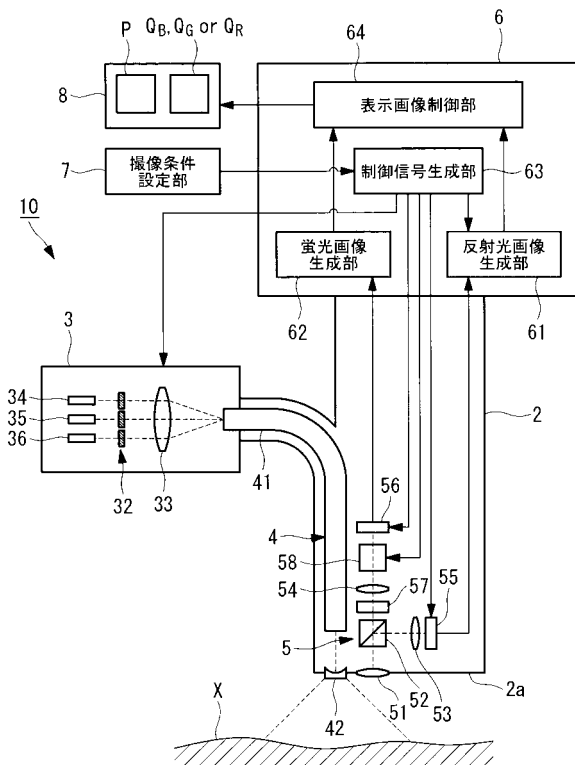
【図 10】



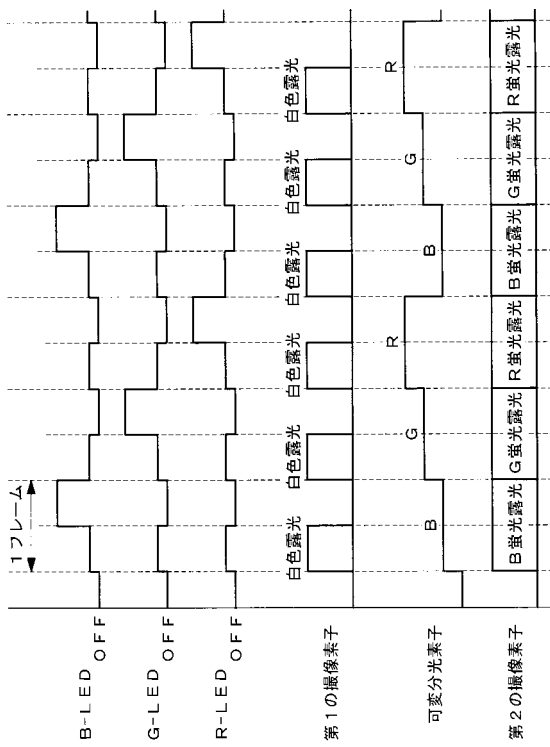
【図 11】



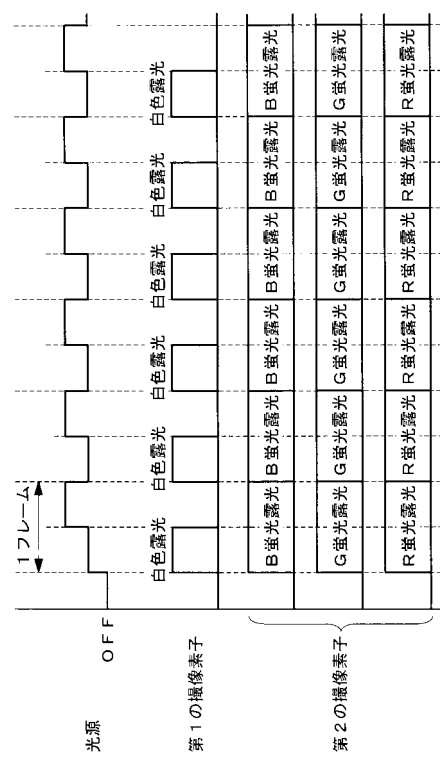
【図 12】



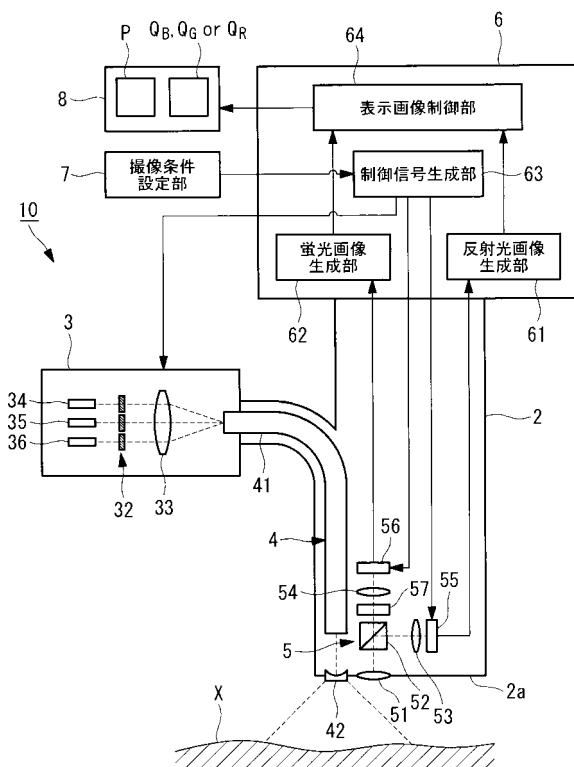
【図 13】



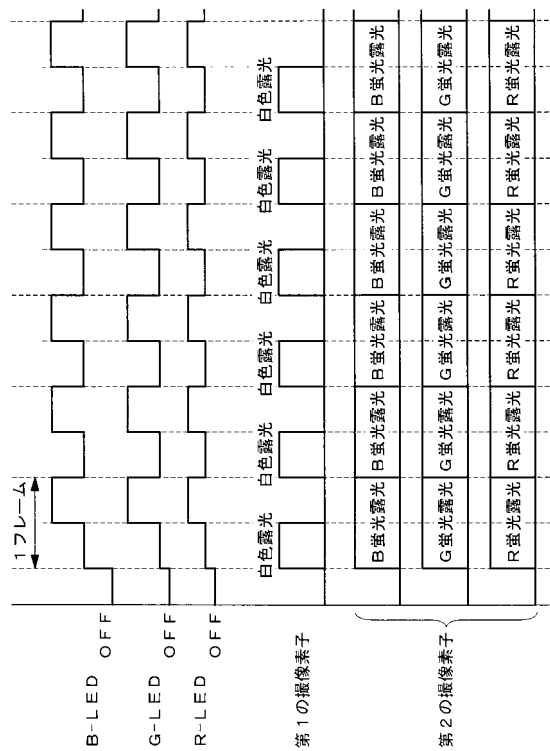
【図 14】



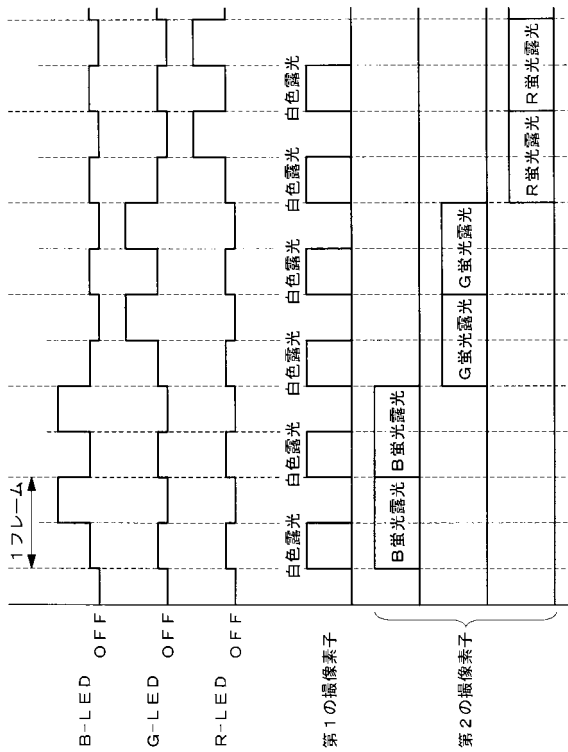
【図 15】



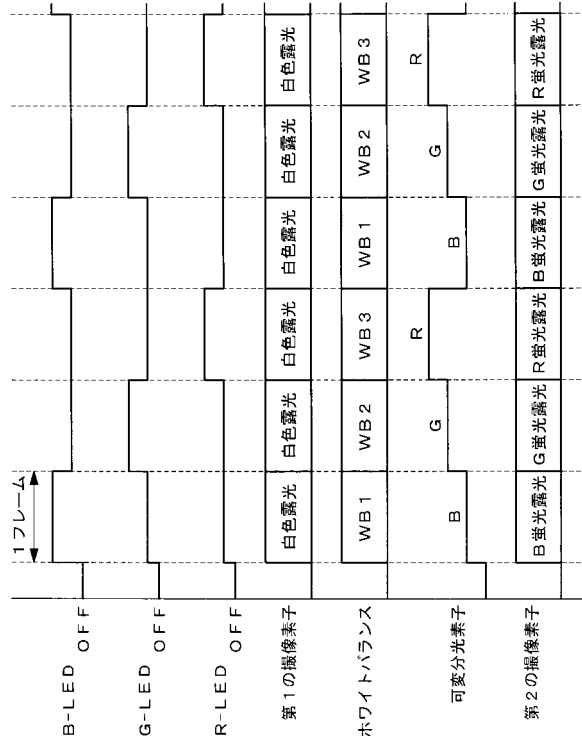
【図 16】



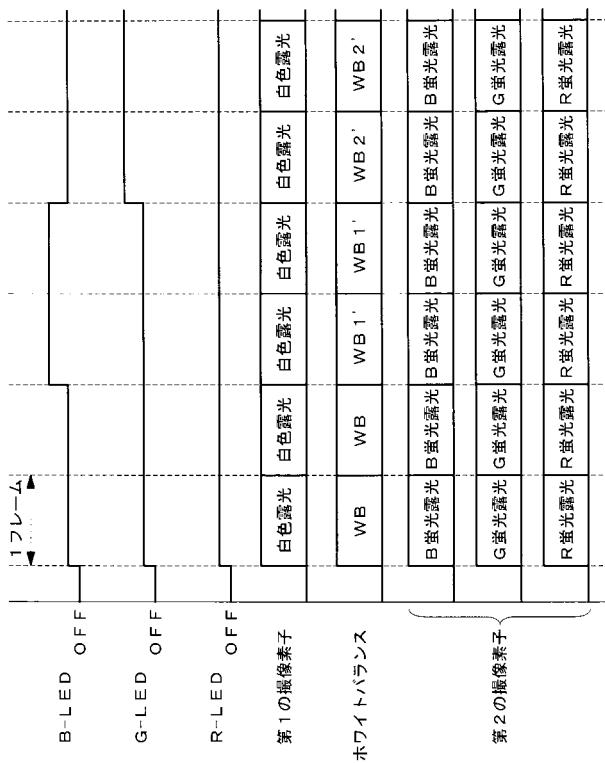
【図 17】



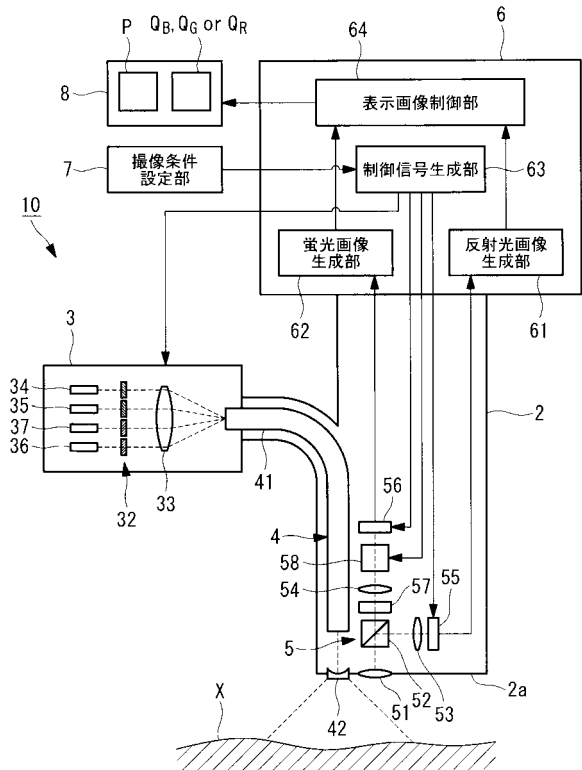
【図 18】



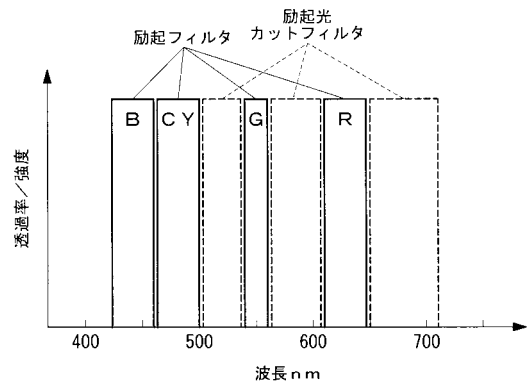
【図 19】



【図 20】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

