

(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2017-53890

(P2017-53890A)

(43) 公開日 平成29年3月16日(2017.3.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 21/36 (2006.01)	GO2B 21/36	2G043
GO2B 23/26 (2006.01)	GO2B 23/26 A	2H040
GO2B 5/04 (2006.01)	GO2B 5/04 A	2H042
GO3B 19/02 (2006.01)	GO3B 19/02	2H052
GO3B 17/02 (2006.01)	GO3B 17/02	2H054
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 29 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-175569 (P2015-175569)
 (22) 出願日 平成27年9月7日 (2015.9.7)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. HDMI

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100095957
 弁理士 亀谷 美明
 (74) 代理人 100096389
 弁理士 金本 哲男
 (74) 代理人 100101557
 弁理士 萩原 康司
 (74) 代理人 100128587
 弁理士 松本 一騎
 (72) 発明者 長江 聡史
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

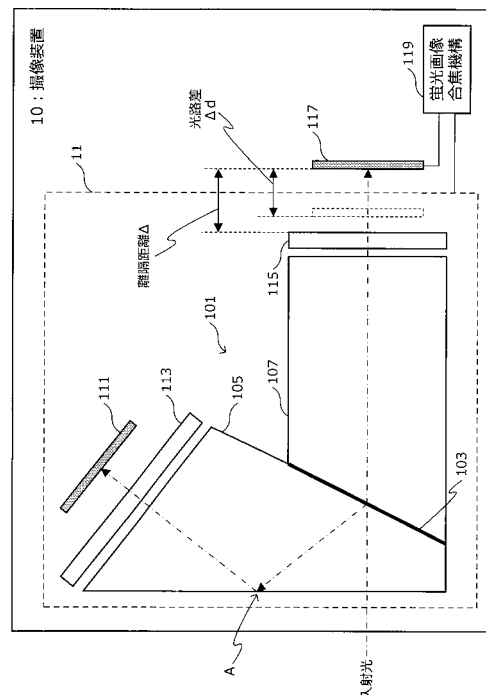
(54) 【発明の名称】 撮像装置、顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システム

(57) 【要約】

【課題】観察対象からの光を可視光成分と蛍光成分とに精度良く分離し、可視光画像と蛍光画像とを互いに重畳させた良好な重畳画像を得ること。

【解決手段】本開示に係る撮像装置は、可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、ダイクロイック膜により分離された蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、ダイクロイック膜により分離された可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、色分解プリズムと蛍光画像撮像用撮像素子との間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタとを備え、蛍光用光路と可視光用光路の光路差が、色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、蛍光画像撮像用撮像素子及び可視光画像撮像用撮像素子が配設される。

【選択図】図1A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、

を備え、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、撮像装置。

【請求項 2】

前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子は、前記光路差が前記ズレ量に対応するように、それぞれ固定されている、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記蛍光画像撮像用撮像素子は、前記色分解プリズム、前記可視光画像撮像用撮像素子及び前記バンドパスフィルタからなる光学ユニットと、の間の離隔距離が可変となるように設けられており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光を、前記蛍光画像撮像用撮像素子に合焦させる蛍光画像合焦機構を更に備え、

前記蛍光画像合焦機構は、前記光学ユニットにおける前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズに応じて、前記光路差が前記ズレ量に対応するように前記離隔距離を制御する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記色分解プリズムの前段には、前記結像レンズとして、少なくとも可視光波長帯域において軸上色収差が補正されたカプラー光学系が装着され、

前記蛍光画像撮像用撮像素子は、前記カプラー光学系の装着された前記光学ユニットと、の間の離隔距離が可変となるように設けられており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光を、前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦させる可視光画像合焦機構を更に備え、

前記可視光画像合焦機構は、前記カプラー光学系を光軸方向に可動させることで、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光を、前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦させ、

前記蛍光画像合焦機構は、前記可視光波長帯域に属する光が前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦している際の前記光路差が前記ズレ量に対応するように、前記離隔距離を制御する、請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記蛍光画像合焦機構は、前記光学ユニットを、前記蛍光画像撮像用撮像素子に対して光軸方向に可変させて、前記離隔距離を制御する、請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記蛍光画像合焦機構は、前記蛍光画像撮像用撮像素子を、前記光学ユニットに対して光軸方向に可変させて、前記離隔距離を制御する、請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記ダイクロイック膜は、入射光を、所定の蛍光波長帯域及び当該所定の蛍光波長帯域よりも長波長の帯域に属する光と、前記所定の蛍光波長帯域よりも短波長の帯域に属する

10

20

30

40

50

光と、に分離する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記色分解プリズムは、

前記可視光波長帯域に属する光及び前記蛍光波長帯域に属する光が入射するとともに、前記可視光波長帯域に属する光が導光される可視光用光路として機能する第 1 プリズムと、

前記蛍光波長帯域に属する光が導光される蛍光用光路として機能する第 2 プリズムと、
が互いに接合されたプリズムであり、

前記第 1 プリズムと前記第 2 プリズムとは、前記ダイクロイック膜を介して互いに接合されており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光は、前記第 2 プリズム内を直進して、前記バンドパスフィルタに垂直に入射し、

前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光は、前記第 1 プリズム内で全反射した後に、可視光画像撮像用撮像素子に結像する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記色分解プリズムを出射した前記可視光波長帯域に属する光を、R 成分、G 成分及び B 成分の 3 色に分離する 3 色分解プリズムを更に有する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記ダイクロイック膜は、780nm～880nmの波長帯域において透過率が90%以上であり、かつ、400nm～720nmの波長帯域において透過率が10%以下である、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記バンドパスフィルタは、820nm～850nmの波長帯域において透過率が90%以上であり、かつ、400nm～805nmの波長帯域、及び、860nm～1000nmの波長帯域において透過率が10%以下である、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

撮像対象物の拡大像を生成する顕微鏡ユニットと、

前記顕微鏡ユニットにより生成された前記拡大像を撮像する撮像装置と、
を備え、

前記顕微鏡ユニットは、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を結ぶ対物レンズと、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を前記撮像装置に結像させる結像レンズと、

を少なくとも有し、

前記撮像装置は、

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、
を有し、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、顕微鏡撮像システム。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

所定の撮像対象物について、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を生成する内視鏡ユニットと、

前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を撮像する撮像装置と、

前記内視鏡ユニットと前記撮像装置との間に設けられ、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域の各波長帯域内において軸上色収差が補正されており、前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を、前記撮像装置に結像させるカラー光学系と、

を備え、

10

前記内視鏡ユニットは、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を結ぶ対物レンズと、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を等倍リレー結像するリレーレンズと、

前記リレーレンズにより等倍リレー結像された前記空中像を、アフォーカル結像する接眼レンズと、

を少なくとも有し、

前記撮像装置は、

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

20

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、

を有し、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、内視鏡撮像システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、撮像装置、顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

各種の蛍光プローブを患者へ投与し、かかる蛍光プローブが癌組織等を集積した段階で蛍光プローブを励起するための励起光を照射して、蛍光プローブから発せられる所定波長の近赤外蛍光を観察することにより、患部（すなわち、癌組織）の位置を特定して、診断をしたり治療をしたりする技術（光線力学診断・治療技術）が知られている。蛍光プローブを励起するための励起光の波長や、蛍光プローブから発せられる近赤外蛍光の波長は、用いる蛍光プローブに固有であり、例えば蛍光プローブとしてインドシアニングリーンを用いた場合、励起光として、769nm前後の波長を有する光を使用し、インドシアニングリーンからは、832nm前後の波長を有する蛍光が発せられる。

40

【0003】

上記のような光線力学診断・治療技術では、得られる蛍光強度が微弱であることから、室内照明を落とした暗い状態で蛍光を観察する。そのため、医師は、暗い視野の中に蛍光部分が光っているという画像を認識することとなり、患部全体における蛍光部分の位置を

50

特定することが困難となる。その結果、医師は、可視光観察と蛍光観察とを交互に切り換えながら患部を認識した後に診断や治療を実施することとなり、処理が煩雑となる。このような状況を解決するために、蛍光画像と可視光画像とを実時間で重畳表示する撮像システムについて、様々な検討が行われている。

【 0 0 0 4 】

例えば、以下の特許文献 1 では、蛍光プローブが投与された患部から外部に取り出された観察光束を 2 つに分岐する分岐光学手段と、分岐光学手段の一方に接続される蛍光撮像手段と、分岐光学手段の他方に接続される可視光撮像手段と、蛍光撮像手段で撮像された蛍光画像と、可視光撮像手段で撮像された可視光画像と、を重畳して表示する表示手段と、を備え、かかる分岐光学手段が、観察光束の同軸上で可視光から所定波長の蛍光のみを分岐する界面を有する光学ブロックである顕微鏡システムが開示されている。

10

【 0 0 0 5 】

また、以下の特許文献 2 では、身体の内側のセンチネルリンパ節に蓄積された蛍光物質からの近赤外線蛍光を検出する近赤外線蛍光検出装置について開示されている。より詳細には、かかる近赤外線蛍光検出装置は、観察対象からの反射光及び近赤外線蛍光を、ダイクロイックプリズム等の光分離器により、可視光線反射光と近赤外線蛍光とに分離した後それぞれ検出して、可視光線反射光映像信号及び近赤外線蛍光信号とし、可視光線映像信号及び近赤外線蛍光信号を合わせた複合映像を出力する。ここで、以下の特許文献 2 では、可視光線反射光を、カラーイメージセンサで検出するとともに、近赤外線蛍光を、単色イメージセンサで検出すること、及び、単色イメージセンサは、軸上色収差の補正のために、カラーイメージセンサに比べて、所定の距離 (Δ) ほど光分離器から離隔して配置されること、が開示されている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 3 4 9 5 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 5 - 1 6 3 3 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記特許文献 1 では、「分岐光学手段が観察光束の同軸上で可視光から所定波長の蛍光のみを分岐する界面を有する光学ブロックである」という特性を有する光学多層膜のみを利用して、入射した観測光束の中から蛍光成分のみを取り出そうとしているために、光学多層膜を製造する際のコストが増加するとともに、所望の分光特性が達成できない。

30

【 0 0 0 8 】

また、上記特許文献 2 では、近赤外線蛍光を分離するための光分離器の分光特性に求められる条件や離隔 Δ を実現する方法について何ら開示されておらず、観察対象からの蛍光分光特性によっては軸上色収差を完全には補正することができず、良好な重畳画像が得られなくなってしまう。

40

【 0 0 0 9 】

このように、上記特許文献 1 や特許文献 2 に開示されている技術では、観察対象からの光を可視光成分と蛍光成分とに精度良く分離することが出来ず、可視光画像と蛍光画像とを互いに重畳させた良好な重畳画像を得ることが出来ないという状況にある。

【 0 0 1 0 】

そこで、本開示では、上記のような事情に鑑みて、観察対象からの光を可視光成分と蛍光成分とに精度良く分離することが可能であり、かつ、可視光画像と蛍光画像とを互いに重畳させた良好な重畳画像を得ることが可能な、撮像装置、顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システムを提案する。

【 課題を解決するための手段 】

50

【 0 0 1 1 】

本開示によれば、可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、を備え、前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される撮像装置が提供される。

10

【 0 0 1 2 】

また、本開示によれば、撮像対象物の拡大像を生成する顕微鏡ユニットと、前記顕微鏡ユニットにより生成された前記拡大像を撮像する撮像装置と、を備え、前記顕微鏡ユニットは、前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を結ぶ対物レンズと、前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を前記撮像装置に結像させる結像レンズと、を少なくとも有し、前記撮像装置は、可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、を有し、前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される顕微鏡撮像システムが提供される。

20

30

【 0 0 1 3 】

また、本開示によれば、所定の撮像対象物について、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を生成する内視鏡ユニットと、前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を撮像する撮像装置と、前記内視鏡ユニットと前記撮像装置との間に設けられ、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域の各波長帯域内において軸上色収差が補正されており、前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を、前記撮像装置に結像させるカプラー光学系と、を備え、前記内視鏡ユニットは、前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を結ぶ対物レンズと、前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を等倍リレー結像するリレーレンズと、前記リレーレンズにより等倍リレー結像された前記空中像を、アフォーカル結像する接眼レンズと、を少なくとも有し、前記撮像装置は、可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、を有し、前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レ

40

50

ンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される内視鏡撮像システムが提供される。

【0014】

本開示によれば、ダイクロイック膜を有する色分解プリズムにより、入射光が、可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とに分離され、可視光帯域に属する光は、可視光画像撮像用撮像素子に導光されるとともに、蛍光波長帯域に属する光は、蛍光画像撮像用撮像素子に導光される。この際、色分解プリズムと蛍光撮像画像用撮像素子との間に配置されたバンドパスフィルタによって、色分解プリズムにより分離された蛍光波長帯域に属する光が、更に波長選択される。この際、蛍光画像撮像用撮像素子及び可視光画像撮像用撮像素子の配設位置が上記のように設定されることで、蛍光撮像画像用撮像素子に結像する蛍光に含まれる軸上色収差が完全に補正される。

10

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように本開示によれば、観察対象からの光を可視光成分と蛍光成分とに精度良く分離することが可能であり、かつ、可視光画像と蛍光画像とを互いに重畳させた良好な重畳画像を得ることが可能となる。

【0016】

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、又は、本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1A】本開示の実施形態に係る撮像装置の構成の一例を模式的に示した説明図である。

【図1B】同実施形態に係る撮像装置の構成の一例を模式的に示した説明図である。

【図2】同実施形態に係る撮像装置に設けられるダイクロイック膜の分光透過率特性の一例を示したグラフ図である。

【図3】同実施形態に係る撮像装置に設けられるバンドパスフィルタの分光透過率特定の一列を示したグラフ図である。

30

【図4】同実施形態に係る撮像装置を利用して構成される2ピースカメラシステムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【図5】同実施形態に係る撮像装置に利用可能なカメラコントロールユニットの構成の一例を示したブロック図である。

【図6】同実施形態に係る撮像装置を利用して構成される顕微鏡撮像システムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【図7A】同実施形態に係る撮像装置の構成の別の一例を模式的に示した説明図である。

【図7B】同実施形態に係る撮像装置の構成の別の一例を模式的に示した説明図である。

【図8】同実施形態に係る撮像装置を利用して構成される内視鏡撮像システムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

40

【図9】同実施形態に係る撮像装置に利用可能なカメラコントロールユニットのハードウェア構成の一例を示したブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0019】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 本発明者による検討

50

2. 第1の実施形態

2.1 撮像装置の構成の一例

2.2 撮像装置を利用した2ピースカメラシステム

2.3 撮像装置に利用可能なカメラコントロールユニットの構成

2.4 撮像装置を利用した顕微鏡撮像システム

2.5 撮像装置の構成の他の一例

2.6 撮像装置を利用した内視鏡撮像システム

3. カメラコントロールユニットのハードウェア構成

【0020】

(本発明者による検討)

10

本開示の実施形態に係る撮像装置、顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システムについて説明するに先立ち、蛍光画像と可視光画像とを実時間で重畳表示する撮像システムについての本発明者による検討内容を簡単に説明するとともに、本開示の実施形態が目的とするところについて、簡単に説明する。

【0021】

本発明者は、本開示の実施形態に係る撮像装置について検討するに先立ち、上記特許文献1に開示されている技術について、まず検討を行った。その結果、上記特許文献1に開示された技術について、以下のような点について、更なる検討が重要であることに想到した。すなわち、上記特許文献1では、「分岐光学手段が観察光束の同軸上で可視光から所定波長の蛍光のみを分岐する界面を有する光学ブロックである」という特性を有する光学多層膜のみを利用して、入射した観測光束の中から蛍光成分のみを取り出そうとしているが、そのためには、以下のような課題が存在していることが明らかとなった。

20

【0022】

まず、上記特許文献1では、2つのプリズムを貼り合わせ、貼合面に上記のような特性を有する光学多層膜を設けることで、上記のような分岐光学手段として機能する光学ブロックを実現しようとしている。この際、可視光の光路と近赤外線蛍光の光路とを分離するために、かかる光学ブロックのプリズム貼合面（換言すれば、2つのプリズムの界面）は、光軸に対して傾斜するため、かかる界面に対する光線の入射角度は大きくなる。

【0023】

ここで、光学多層膜は、入射する光線の入射角度に応じて、特性が変化してしまうことが知られている。すなわち、光学多層膜は、本来、当該多層膜に対して垂直に光線が入射する場合を想定して、その分光特性が設計されている。しかしながら、上記特許文献1のように、光線入射角度が大きくなった結果、光線が光学多層膜に対して垂直に入射しない場合には、垂直入射の場合と同一の分光特性を実現するために、光学多層膜を構成する光学薄膜の層数を増加させることが重要となる。その結果、光学プリズムの小型化が困難となるとともに、コストの増加につながる。また、上記特許文献1に開示されている光学プリズムでは、F値の明るい光線が入射した場合、上光線と下光線との入射角度の違いによる分光特性の変化を抑制することが出来ず、所望の分光特性を達成することができない。

30

【0024】

すなわち、上記特許文献1に開示された技術では、光線を2つに分岐するための光学多層膜の特性と配置数、及び、光学多層膜の位置の関係が好ましくない、という検討事項がある。

40

【0025】

また、着目する蛍光画像の分光特性によっては、蛍光波長帯域内の軸上色収差が大きく発生する場合も考えうる。この点に関し、上記特許文献2に開示されている技術では、単色イメージセンサを、カラーイメージセンサに比べて距離 Δ だけ光分離器から離隔して配置することで、軸上色収差を補正しようとしている。しかしながら、本発明者による検討の結果、離隔距離 Δ を設けることで可視光波長帯域と蛍光波長帯域との色収差の重心の差分を補正したとしても、蛍光波長帯域内の重心波長以外の波長成分はボケ像となってしまう、コントラストを低下させてしまうことが明らかとなった。すなわち、上記特許文

50

献 2 に開示されている技術では、離隔距離 Δ の効果が十分発揮できない場合を含んでいることが明らかとなった。しかしながら、上記特許文献 2 においては、光学フィルタの分光特性に求められる条件や離隔距離 Δ を実現する方法が何ら開示されていないため、上記特許文献 2 では、軸上色収差を完全に補正するための方法が何ら開示されておらず、軸上色収差を完全に補正するための方法が検討事項となる。

【 0 0 2 6 】

このような検討事項を明らかにした上で、本発明者は、可視光画像と蛍光画像とを実時間で重畳表示することが可能な撮像システムに着目した。このような撮像システムは、可視光画像と蛍光画像とを精度よく分離可能な撮像装置と、この撮像装置を制御する制御ユニットと、を用いて実現することができる。

10

【 0 0 2 7 】

このような撮像システムの一例として、カメラヘッドユニット (C H U) とカメラコントロールユニット (C C U) とからなる医療用 C M O S フル H D ビデオカメラ (以降、このような C H U と C C U からなる撮像システムを、「 2 ピースカメラ」とも称する。) がある。このような撮像システムにおいて、C H U は、R G B カラーフィルタを有する単板撮像素子、又は、3 色分解プリズムモジュールを内蔵しており、ユーザは、任意の結像レンズ (顕微鏡、内視鏡等の各種の光学系) を C H U へ装着して、フル H D で色再現性の優れた撮影を実施することができる。

【 0 0 2 8 】

また、同様の撮像システムの一例として、硬性内視鏡用の C H U も存在している。かかる硬性内視鏡用の C H U は、カプラー光学系を有しており、C H U に硬性内視鏡の接眼部を着脱可能にしている。かかる C H U では、カプラー光学系が、接眼部からの略アフォーカル光束を撮像素子上に結像させる。

20

【 0 0 2 9 】

以上のような撮像システムにおいて、ユーザが使用する光学系 (結像レンズ又は硬性内視鏡) によっては、可視光波長帯域と蛍光波長帯域とで軸上色収差が発生し、それぞれの結像位置が光軸方向に相違してしまう。その結果、C H U において可視光画像に合焦すると蛍光画像が合焦できず、また、蛍光画像に合焦すると可視光画像が合焦できなくなり、両画像を同時にベストピントで撮影することができない。このため、従来では、可視光と蛍光のバランスをとり、平均像面で観察するしかなかった。特に、ユーザが使用する光学系自体は、フル H D 解像度の M T F を有していたとしても、C H U が、上記特許文献 1 や特許文献 2 に開示された技術のような検討事項を有している場合には、C H U は、その解像性能を十分発揮することができなくなってしまう。

30

【 0 0 3 0 】

そこで、本発明者は、上記のような検討事項の解決と、ユーザが任意の光学系を使用する場合であっても、可視光と蛍光とを精度よく分離することが可能な撮像装置 (C H U) を実現することを目的として、鋭意検討を行った。その結果、上記のような検討事項の解決方法に想到し、可視光と蛍光とを精度よく分離することが可能な撮像装置に想到した。かかる撮像装置を利用することで、可視光及び蛍光の双方を合焦状態とした上で重畳させることが可能となり、より良い重畳画像を生成可能な撮像システムを実現することが可能となる。

40

【 0 0 3 1 】

以下では、本発明者による鋭意検討の結果完成された撮像装置と、かかる撮像装置を利用した顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システムと、について、詳細に説明する。

【 0 0 3 2 】

(第 1 の実施形態)

以下では、本開示の第 1 の実施形態に係る撮像装置、顕微鏡撮像システム及び内視鏡撮像システムについて、図を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 3 3 】

なお、以下では、インドシアニンググリーン (励起波長 : 7 6 9 n m 前後) から発せられ

50

る波長 832 nm の近赤外帯域に属する蛍光に着目した場合を例に挙げて説明を行うが、他の波長帯域に属する蛍光に着目する場合であっても、後述するダイクロイック膜やバンドパスフィルタの分光特性に着目する蛍光に適したものへと変更することで、本開示における技術的思想を同様に適用することが可能である。

【0034】

< 撮像装置の構成の一例 >

まず、図 1 A ~ 図 3 を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置の構成の一例について、詳細に説明する。図 1 A 及び図 1 B は、本実施形態に係る撮像装置の構成の一例を模式的に示した説明図である。図 2 は、本実施形態に係る撮像装置に設けられるダイクロイック膜の分光透過率特性の一例を示したグラフ図である。図 3 は、本実施形態に係る撮像装置に設けられるバンドパスフィルタの分光透過率特定の一例を示したグラフ図である。

10

【0035】

本実施形態に係る撮像装置は、可視光波長帯域に属する光、及び、蛍光波長帯域に属する光の双方を含む入射光が入射した場合に、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、を精度よく分離した後に、それぞれの波長帯域に属する光を互いに独立に撮像して、可視光撮像画像（以下、単に「可視光画像」ともいう。）と、蛍光撮像画像（以下、単に、「蛍光画像」ともいう。）と、を生成する装置である。

【0036】

かかる撮像装置 10 は、例えば図 1 A に模式的に示したように、色分解プリズム 101 と、可視光画像撮像用撮像素子 111 と、バンドパスフィルタ 115 と、蛍光画像撮像用撮像素子 117 と、を少なくとも備える。

20

【0037】

[色分解プリズム 101]

色分解プリズム 101 は、撮像装置 10 に入射した入射光について、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、を分離する光学部材である。また、この色分解プリズム 101 の内部には、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、を分離するためのダイクロイック膜 103 が設けられている。

【0038】

ダイクロイック膜 103 は、色分解プリズム 101 に入射した、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、を含む入射光について、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、を分離する光学膜である。図 2 に、本実施形態に係るダイクロイック膜 103 の分光透過率特性の一例を示す。図 2 において、横軸は、ダイクロイック膜 103 に入射する光の波長（単位：nm）であり、縦軸は、分光透過率（単位：%）である。

30

【0039】

インドシアニングリーンから発せられる波長 832 nm の近赤外帯域に属する蛍光に着目する場合、ダイクロイック膜 103 の分光透過率は、図 2 に示したように、可視光波長帯域の光を反射するとともに、近赤外波長帯域を透過する特性を有することが好ましい。より詳細には、ダイクロイック膜 103 は、図 2 に示したように、780 nm ~ 880 nm の波長帯域において透過率が 90 % 以上であり、かつ、400 nm ~ 720 nm の波長帯域において透過率が 10 % 以下であることが好ましい。

40

【0040】

780 nm ~ 880 nm の波長帯域において透過率が 90 % 未満である場合には、ダイクロイック膜 103 を透過できない蛍光の割合が多くなり蛍光画像の明るさが低下するため、好ましくない。また、このような場合には、可視光画像撮像用撮像素子 111 に蛍光が漏れ込んでしまい、可視光画像のコントラストが低下してしまうため、可視光画像の画質の面からも好ましくない。

【0041】

また、400 nm ~ 720 nm の波長帯域において透過率が 10 % 超となると、ダイクロイック膜 103 で反射されずに透過してしまう可視光の割合が多くなり可視光画像の明

50

るさが低下するため、好ましくない。また、このような場合には、蛍光画像撮像用撮像素子 117 に可視光が漏れ込んでしまい、蛍光画像のコントラストが低下してしまうため、蛍光画像の画質の面からも好ましくない。

【0042】

図 2 及び上記の説明からも明らかなように、本実施形態に係るダイクロイック膜 103 は、入射光を、所定の蛍光波長帯域及び当該所定の蛍光波長帯域よりも長波長の帯域に属する光と、所定の蛍光波長帯域よりも短波長の帯域に属する光と、に二色分離するものである。より具体的には、図 2 に示した特性を有するダイクロイック膜 103 は、可視光波長帯域と蛍光波長帯域の境界となる 750 nm を境界として、入射光を 2 つのグループに分離する、ローパスフィルタのように機能する膜である。

10

【0043】

従って、本実施形態に係るダイクロイック膜 103 の分光特性は、図 2 に示したように比較的ブロードであり、ダイクロイック膜 103 を光学多層膜として実現する際に、膜層数を数十層程度に抑制することができ、製造方法も一般的な真空蒸着法を利用することができる。上記特許文献 1 に開示されているような光学多層膜は、かかる光学多層膜のみで、着目している蛍光のみを抽出する機能を実現させるために、非常に多くの膜層数が必要となるが、本実施形態に係るダイクロイック膜 103 では、ダイクロイック膜 103 のみで着目している蛍光のみを抽出しようとしているのではなく、入射光から、着目している蛍光を含む、長波長帯域の光を分離しようとしているのみである。従って、上記特許文献 1 に開示されている光学多層膜よりも、安価により精度のよい光学多層膜を得ることが可能である。

20

【0044】

なお、本実施形態に係る撮像装置 10 では、ダイクロイック膜 103 により分離された、蛍光を含む長波長帯域の光から着目する蛍光を抽出するために、後述するバンドパスフィルタ 115 を用いることとしている。このバンドパスフィルタ 115 を用いることで、蛍光画像撮像用撮像素子 117 に結像する光の中から蛍光以外の光が除去されて、蛍光画像のコントラストが向上することとなる。

【0045】

かかるダイクロイック膜 103 を有する色分解プリズム 101 の構造は、限定されるものではなく、特に、撮像装置 10 の全体の大きさに制限がない場合には、任意の形状を有していても良い。ただ、本実施形態に係る撮像装置 10 を、先だって説明したような顕微鏡や内視鏡といった各種の光学系に装着して、カメラヘッドユニット (CHU) として機能させる場合には、撮像装置 10 の大きさはなるべく小型化することが好ましい。撮像装置 10 の小型化を図る場合、色分解プリズム 101 は、図 1 A に示したような構造を有していることが好ましい。

30

【0046】

例えば図 1 A に示した色分解プリズム 101 は、第 1 プリズム 105 と、第 2 プリズム 107 と、が互いに接合されたプリズムであり、第 1 プリズム 105 と、第 2 プリズム 107 とは、ダイクロイック膜 103 を介して互いに接合されている。すなわち、第 1 プリズム 105 と、第 2 プリズム 107 と、の界面に、ダイクロイック膜 103 が設けられている。

40

【0047】

第 1 プリズム 105 は、可視光波長帯域に属する光及び蛍光波長帯域に属する光 (すなわち、入射光) が入射するとともに、可視光波長帯域に属する光が導光される可視光用光路として機能するプリズムである。また、第 2 プリズム 107 は、蛍光波長帯域に属する光が導光される蛍光用光路として機能するプリズムである。

【0048】

第 1 プリズム 105 に入射した入射光は、第 1 プリズム 105 内を直進し、光軸上に斜めに設けられたダイクロイック膜 103 によって、可視光波長帯域に属する光と、蛍光波長帯域に属する光と、が分離される。

50

【 0 0 4 9 】

可視光波長帯域に属する光は、ダイクロイック膜 1 0 3 によって反射されて、第 1 プリズム 1 0 5 内を導光される。ここで、反射分離された可視光波長帯域に属する光（すなわち、可視光線）は、図 1 A に示した位置 A で一度だけ全反射して、第 1 プリズム 1 0 5 の外部へと透過する。これにより、ダイクロイック膜 1 0 3 の成膜面の光軸に対する角度を垂直に近づけることができる。逆に言えば、本実施形態に係るダイクロイック膜 1 0 3 の光軸上への設置角度は、位置 A における可視光線の全反射条件が成立するように設定されている。このようにダイクロイック膜 1 0 3 を配置することで、F 値の明るい光線が第 1 プリズム 1 0 5 に入射した場合であっても、上光線と下光線との入射角度の違いによるダイクロイック膜 1 0 3 の分光特性の変化を抑制することが可能となり、精度良く波長分離を行うことが可能となる。

10

【 0 0 5 0 】

第 1 プリズム 1 0 5 を透過した可視光線は、可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 へと導光される。この際、第 1 プリズム 1 0 5 の出射面と可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 との間に、赤外カットフィルタ 1 1 3 を設けても良い。このような赤外カットフィルタ 1 1 3 を設けることで、第 1 プリズム 1 0 5 を透過した可視光線に含まれる赤外光を除くことが可能となり、可視光画像の色再現性を更に向上させることが可能となる。このような赤外カットフィルタ 1 1 3 としては、例えば、H O Y A 株式会社製 C 5 0 0 0 等といった公知の吸収フィルタ等を利用することが可能である。

【 0 0 5 1 】

20

一方、ダイクロイック膜 1 0 3 を透過した蛍光波長帯域に属する光は、第 2 プリズム 1 0 7 に入射して第 2 プリズム 1 0 7 の内部を直進する。第 2 プリズム 1 0 7 におけるダイクロイック膜 1 0 3 が設けられている側とは逆側の端面（換言すれば、第 2 プリズム 1 0 7 の光軸下流側の出射面）は、光軸に対して垂直となるように設けられており、蛍光波長帯域に属する光は、第 2 プリズム 1 0 7 の出射面に対して垂直となる状態を維持したまま、第 2 プリズム 1 0 7 の外部に透過する。

【 0 0 5 2 】

第 2 プリズム 1 0 7 を透過した蛍光波長帯域に属する光は、後段に設けられたバンドパスフィルタ 1 1 5 に入射する。

【 0 0 5 3 】

30

以上、本実施形態に係る色分解プリズム 1 0 1 について、詳細に説明した。なお、本実施形態に係る色分解プリズム 1 0 1 の材質については、特に限定されるものではなく、色分解プリズム 1 0 1 の内部を導光される光の波長に応じて、公知の光学ガラスや光学結晶を適宜利用することが可能である。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態に係る色分解プリズム 1 0 1 は、第 1 プリズム 1 0 5 及び第 2 プリズム 1 0 7 の形状を、公知の光学ガラスや光学結晶から切り出した後、第 1 プリズム 1 0 5 と第 2 プリズム 1 0 7 との接合面に、真空蒸着法等の公知の方法によりダイクロイック膜 1 0 3 を形成することで、製造することができる。この際、第 1 プリズム 1 0 5 側にダイクロイック膜 1 0 3 を形成してもよいし、第 2 プリズム 1 0 7 側にダイクロイック膜 1 0 3 を形成してもよいことは、言うまでもない。

40

【 0 0 5 5 】

[可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1]

続いて、可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 について、説明する。

可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 は、色分解プリズム 1 0 1 の後段（より詳細には、第 1 プリズム 1 0 5 の後段）に設けられ、ダイクロイック膜 1 0 3 により分離された可視光波長帯域に属する光が結像する撮像素子である。可視光波長帯域に属する光が可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 に結像することで、可視光画像が生成される。ここで、後述する蛍光画像と可視光画像とを重畳させる際に、双方の画像の位置合わせをより簡便なものとするために、第 1 プリズム 1 0 5 を出射した可視光線の光軸が、可視光画像撮像用撮像素子

50

1 1 1 の中央に結像するように、可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 を配置することが好ましい。

【 0 0 5 6 】

かかる可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 は、R G B カラーフィルタを有する C C D や C M O S 等の単板撮像素子であることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

なお、第 1 プリズム 1 0 5 の後段に 3 色分解プリズムを配置して、第 1 プリズム 1 0 5 を出射した可視光線を、R 成分、G 成分、B 成分の 3 色に分離した場合には、可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 を 3 板構成とすることも可能である。このような構成とすることで、可視光画像の色再現性を更に向上させることが可能となり、より高感度の撮像処理を実施することが可能となる。

10

【 0 0 5 8 】

[バンドパスフィルタ 1 1 5]

続いて、バンドパスフィルタ 1 1 5 について説明する。

本実施形態に係るバンドパスフィルタ 1 1 5 は、色分解プリズム 1 0 1 (より詳細には、第 2 プリズム 1 0 7) と、蛍光画像撮像用撮像素子 1 1 7 と、の間に配置されており、光軸に対して垂直な入射面を有するフィルタである。かかるバンドパスフィルタ 1 1 5 により、ダイクロイック膜 1 0 3 により分離された蛍光波長帯域に属する光の中から、着目している蛍光のみを抽出することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

20

本実施形態に係るバンドパスフィルタ 1 1 5 は、蛍光波長帯域以外の光を反射して、蛍光波長帯域の光のみを透過させるバンドパス特性を有するフィルタである。図 3 に、本実施形態に係るバンドパスフィルタ 1 1 5 の分光透過率特性の一例を示す。図 3 において、横軸は、バンドパスフィルタ 1 1 5 に入射する光の波長 (単位: nm) であり、縦軸は、分光透過率 (単位: %) である。

【 0 0 6 0 】

インドシアニングリーンから発せられる波長 8 3 2 nm の近赤外帯域に属する蛍光に着目する場合、バンドパスフィルタ 1 1 5 の分光透過率は、図 3 に示したように、8 2 0 nm ~ 8 5 0 nm の波長帯域において透過率が 9 0 % 以上であり、かつ、4 0 0 nm ~ 8 0 5 nm の波長帯域、及び、8 6 0 nm ~ 1 0 0 0 nm の波長帯域において透過率が 1 0 % 以下であることが好ましい。

30

【 0 0 6 1 】

8 2 0 nm ~ 8 5 0 nm の波長帯域において透過率が 9 0 % 未満である場合には、バンドパスフィルタ 1 1 5 を透過する蛍光の割合が減少するため、蛍光画像の明るさが低下することとなり、好ましくない。また、4 0 0 nm ~ 8 0 5 nm の波長帯域、及び、8 6 0 nm ~ 1 0 0 0 nm の波長帯域において透過率が 1 0 % 超である場合には、波長 8 0 0 nm 前後の励起光等といった、蛍光以外の外光が蛍光画像撮像用撮像素子 1 1 7 に写り込んでしまい、蛍光画像のコントラストが著しく低下するため、好ましくない。

【 0 0 6 2 】

また、バンドパスフィルタ 1 1 5 が透過させる光の波長帯域が 8 2 0 nm ~ 8 5 0 nm よりも広くなりすぎると、蛍光画像の形成に寄与する近赤外波長帯域が広くなりすぎてしまう。その結果、後述する離隔距離 Δ によって軸上色収差の重心を補正できたとしても、より長波長の成分がボケ像となってコントラストが低下することとなり、好ましくない。

40

【 0 0 6 3 】

更に、バンドパスフィルタ 1 1 5 が透過させる光の波長帯域が 8 2 0 nm ~ 8 5 0 nm よりも狭くなりすぎると、バンドパスフィルタ 1 1 5 を透過する光が単色に近付くため、後述する離隔距離 Δ による軸上色収差の補正の効果が高まるものの、蛍光画像の明るさが低下するため、好ましくない。

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係るバンドパスフィルタ 1 1 5 は、着目する蛍光の波長に応じて公知の光

50

学素材を用いることで製造可能である。例えば、本実施形態に係るバンドパスフィルタ 115 は、BK7 相当のガラス基板上に光学多層膜を成膜することで製造してもよいし、例えば HOYA 株式会社製 R80 等の可視吸収ガラスを基板として、かかる基板上に光学多層膜を成膜することで製造してもよい。これにより、ガラス基板を用いた構成に対して、可視光領域の透過率を抑えることができ、蛍光画像のコントラスト向上に寄与することが可能となる。

【0065】

なお、本実施形態に係るバンドパスフィルタ 115 は、ダイクロイック膜 103 と同様に、真空蒸着法によって成膜可能であるが、分光特性は、狭帯域であり、かつ、立ち上り・立ち下りが急峻な形状であるため、膜層数はダイクロイック膜 103 よりも多くなり、数百層程度になる。このため、真空蒸着法よりも、イオンビームスパッタ法などの高い信頼性が保証できる成膜方法を採用することが好ましい。

10

【0066】

本実施形態に係るバンドパスフィルタ 115 は、色分解プリズム 101 と蛍光画像撮像用撮像素子 117 との間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有することで、F 値の明るい光線が入射した場合であっても、上光線と下光線との入射角度の違いによる分光特性の変化を抑制することが可能となる。

【0067】

また、バンドパスフィルタ 115 を製造するに際して、蒸着時に基板の反りが発生することも考えられるが、このような反りの発生した部品を撮像系に組み込むと、解像度が低下してしまう。そのため、基板の両面にバンドパス膜を成膜することで、反りを両面で相殺できるため、好ましい。

20

【0068】

更に、図 1A では、第 2 プリズム 107 の出射面とバンドパスフィルタ 115 とは離隔しているが、バンドパスフィルタ 115 を第 2 プリズム 107 の出射面に接合させてもよい。このような構成とすることで、空気との接触面が減ることとなり、ゴーストフレアのリスクが低減でき、更に好ましい。また、第 2 プリズム 107 とバンドパスフィルタ 115 とを別体に形成するのではなく、第 2 プリズム 107 の出射面にバンドパス膜を成膜してもよい。このような構成とすることで、上記ゴーストフレアのリスク低減のみならず、フィルタ基板の削減ができるため、更なる小型化・軽量化が可能となる。

30

【0069】

[蛍光画像撮像用撮像素子 117]

続いて、蛍光画像撮像用撮像素子 117 について、説明する。

蛍光画像撮像用撮像素子 117 は、バンドパスフィルタ 115 の後段に設けられ、バンドパスフィルタ 115 により抽出された蛍光が結像する撮像素子である。バンドパスフィルタ 115 により抽出された蛍光が蛍光画像撮像用撮像素子 117 に結像することで、蛍光画像が生成される。

【0070】

ここで、蛍光画像撮像用撮像素子 117 は、可視光画像撮像用撮像素子 111 により生成された可視光画像に対する蛍光画像の画面ズレが最小となるように、光軸に対して垂直な方向にシフト調整しながら、固定位置を決定することが好ましい。これにより、蛍光画像と可視光画像とを重畳させる際に、双方の画像の位置合わせをより簡便なものとする事が可能となる。なお、上記のような位置調整は行わずに蛍光画像撮像用撮像素子 117 の固定位置を決定した上で、部品公差に起因して発生する可視光画像に対する蛍光画像の画面ズレの大きさを予め特定しておき、特定した画面ズレの大きさが最小となるように、蛍光画像信号の読み出し開始位置をシフトさせるようにしてもよい。読み出し開始位置を調整する方式を採用することで、上記のような調整処理を省略することが可能となるため、コスト的に有利となる。

40

【0071】

かかる蛍光画像撮像用撮像素子 117 は、RGB カラーフィルタを有する CCD や CM

50

OS等の単板撮像素子であることが好ましい。

【0072】

[バンドパスフィルタ115と蛍光画像撮像用撮像素子117との間の離隔距離 Δ]

続いて、本実施形態に係る撮像装置10における、バンドパスフィルタ115と蛍光画像撮像用撮像素子117との間の離隔距離 Δ について説明する。

【0073】

本実施形態に係る撮像装置10が実際に使用される場合には、撮像装置10の前段（より詳細には、色分解プリズム101の前段）に公知の結像レンズが装着され、可視光線及び蛍光のそれぞれが、各撮像素子に結像されることとなる。この際、結像レンズの軸上色収差に起因して、可視光線の結像位置と、蛍光の結像位置とが相違することとなるため、本実施形態に係る撮像装置10では、この軸上色収差に起因する結像位置のズレを、図1Aに示したような離隔距離 Δ を設定することで完全に補正する。

10

【0074】

すなわち、本実施形態に係る撮像装置10では、色分解プリズム101を経て蛍光画像撮像用撮像素子117に結像する蛍光用光路の光路長と、色分解プリズム101を経て可視光画像撮像用撮像素子111に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差 Δd が、色分解プリズム101の前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量（すなわち、軸上色収差の大きさ）に対応するように、蛍光画像撮像用撮像素子117及び可視光画像撮像用撮像素子111が配設される。具体的には、図1Aに示したような離隔距離 Δ を変化させて光路差 Δd となるように、蛍光画像撮像用撮像素子117の位置が制御される。

20

【0075】

ここで、結像レンズに起因する軸上色収差の大きさは、結像レンズの光学系の構成等に応じて変化するものであり、結像レンズ毎に異なるものである。従って、色分解プリズム101の前段に装着される結像レンズが一意に定まらない場合には、離隔距離 Δ を、結像レンズに応じて制御することが重要となる。そこで、このような場合には、離隔距離 Δ を可変とした上で、図1Aに模式的に示したように撮像装置10に対して蛍光画像合焦機構119を設けて、離隔距離 Δ の大きさを制御する。

【0076】

このような蛍光画像合焦機構119としては、例えば、ステッピングモータや圧電素子のようなアクチュエータを利用することも可能であるし、カム機構等を利用することも可能である。

30

【0077】

蛍光画像合焦機構119により、色分解プリズム101、可視光画像撮像用撮像素子111及びバンドパスフィルタ115からなる光学ユニット11と、蛍光画像撮像用撮像素子117と、の何れか一方を、光軸に沿って移動させることで、離隔距離 Δ の大きさを制御することが可能である。この際、光学ユニット11全体の位置を固定しておいた上で、蛍光画像合焦機構119が蛍光画像撮像用撮像素子117の位置を光軸に沿って移動させてもよいし、蛍光画像撮像用撮像素子117の位置を固定しておいた上で、蛍光画像合焦機構119が光学ユニット11全体の位置を光軸に沿って移動させてもよい。

40

【0078】

続いて、蛍光画像合焦機構119を利用した合焦方法について、簡単に説明する。

本実施形態に係る撮像装置10に装着可能な、各社から発売されている公知の結像レンズは、フォーカス機構を有している。このフォーカス機構を使うことで、可視光画像を合焦する（すなわち、可視光線を可視光画像撮像用撮像装置111に合焦させる）ことが可能である。このとき、結像レンズは、可視光波長帯域のみで軸上色収差が補正されていることが一般的であるため、近赤外蛍光波長帯域までは、軸上色収差は補正されていないことが多い。そのため、可視光画像を合焦させただけの場合には、蛍光画像はボケた状態にある。そこで、先だって説明したような蛍光画像合焦機構119により、光学ユニット11と蛍光画像撮像用撮像素子117との相対的な位置を調整することで、蛍光画像を合焦

50

する。このようにすることで、可視光画像の合焦状態を保持したまま、蛍光画像を合焦することが可能となる。

【0079】

また、ユーザが使用する結像レンズの種類が一意に定まる場合には、撮像装置10に対して蛍光画像合焦機構119を設けずに、以下のような方法を採用してもよい。すなわち、結像レンズの可視光線と蛍光との軸上色収差の大きさ Δd を予め測定しておいた上で、図1Bに示したように、 Δd だけ蛍光画像撮像用撮像素子117の固定接着位置をオフセットしてもよい。

【0080】

なお、上記のような離隔距離 Δ の可変のための構成や方法については、特に限定されるものではない。

【0081】

以上、本実施形態に係る撮像装置10について、図1A～図3を参照しながら、詳細に説明した。

【0082】

なお、本実施形態に係る撮像装置10では、可視光画像撮像用撮像素子111と蛍光画像撮像用撮像素子117の位置を入れ替えた光学構成を実現することも可能である。この場合、ダイクロイック膜103は、可視光波長帯域を透過し、蛍光波長帯域を反射するように構成すればよい。また、バンドパスフィルタ115は、第1プリズム105の後段に配置すればよい。

【0083】

また、測定対象物（例えば、蛍光プローブの蓄積された患部等）を可視光観察するための光源については、特に限定されるものではないが、一般的な白色光原であるキセノンランプを利用することが可能である。この場合、放射スペクトルは、蛍光プローブの励起波長と可視光波長帯域の両方を含むため、用意する光源が一つで済むという利点がある。しかしながら、キセノンランプの放射スペクトルは、蛍光波長帯域も含んでいるため、キセノンランプの蛍光波長帯域成分が蛍光画像撮像用撮像素子117に写り込み、蛍光コントラストを低下させてしまう。従って、キセノンランプを使用する場合には、かかるコントラストの低下を防止するために、蛍光帯域を遮断する分光透過率特性のフィルタを光源内に配置しておくことが好ましい。

【0084】

< 撮像装置を利用した2ピースカメラシステム >

続いて、図4を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置10を利用した2ピースカメラシステムの一例について説明する。図4は、本実施形態に係る撮像装置を利用して構成される2ピースカメラシステムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【0085】

以上説明したような本実施形態に係る撮像装置10を利用して、先だって説明したような2ピースカメラシステムを実現することが可能である。このような2ピースカメラシステムは、図4に示したように、本実施形態に係る撮像装置10と、カメラコントロールユニット(CCU)30と、を有している。

【0086】

ここで、撮像装置10には、公知の結像レンズ20が装着されており、結像レンズ20のフォーカス機能、及び、本実施形態に係る撮像装置10における離隔距離 Δ の制御によって、可視光画像及び蛍光画像の双方が合焦状態にあるものとする。

【0087】

撮像装置10は、後述するカメラコントロールユニット30による撮像制御のもとで、可視光画像及び蛍光画像をそれぞれ独立に生成して、生成した撮像画像のデータを、カメラコントロールユニット30へと出力する。

【0088】

カメラコントロールユニット30は、撮像装置10の撮像処理を制御するとともに、撮

10

20

30

40

50

像装置 10 によって生成された可視光画像及び蛍光画像を重畳させて、重畳画像を生成する装置である。このようなカメラコントロールユニット 30 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等を備える各種のコンピュータ等により実現することが可能である。なお、カメラコントロールユニット 30 の詳細な構成の一例については、以下で改めて説明する。

【0089】

カメラコントロールユニット 30 によって生成された重畳画像は、カメラコントロールユニット 30 に設けられたディスプレイ等の表示装置 40 や、カメラコントロールユニット 30 の外部に設けられたディスプレイ等の表示装置 40 に随時表示される。これにより、2 ピースカメラシステムのユーザは、可視光画像と蛍光画像とが十分な解像度で重畳された重畳画像を、その場で把握することが可能となる。

10

【0090】

以上、図 4 を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置 10 を利用した 2 ピースカメラシステムの構成の一例について、簡単に説明した。

【0091】

< 撮像装置に利用可能なカメラコントロールユニットの構成 >

続いて、図 5 を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置 10 に利用可能なカメラコントロールユニット 30 の構成の一例を、簡単に説明する。図 5 は、実施形態に係る撮像装置に利用可能なカメラコントロールユニットの構成の一例を示したブロック図である。

20

【0092】

本実施形態に係る撮像装置 10 に利用可能なカメラコントロールユニット 30 は、図 5 に模式的に示したように、撮像装置制御部 301 と、画像データ取得部 303 と、重畳画像生成部 305 と、重畳画像出力部 307 と、表示制御部 309 と、記憶部 311 と、を主に備える。

【0093】

撮像装置制御部 301 は、例えば、CPU、ROM、RAM、通信装置等により実現される。撮像装置制御部 301 は、本実施形態に係る撮像装置 10 で実施される撮像処理の全般を統括して制御する。また、本実施形態に係る撮像装置 10 に、蛍光画像合焦機構 119 が設けられている場合には、撮像装置制御部 301 は、蛍光画像合焦機構 119 の制御も実施する。

30

【0094】

本実施形態に係る撮像装置 10 は、撮像装置制御部 301 による制御のもとで、所定の時間間隔で可視光画像及び蛍光画像を生成し、生成したこれらの画像を、随時カメラコントロールユニット 30 に対して出力する。

【0095】

画像データ取得部 303 は、例えば、CPU、ROM、RAM、通信装置等により実現される。画像データ取得部 303 は、撮像装置 10 から出力された可視光画像のデータ及び蛍光画像のデータを随時取得して、後述する重畳画像生成部 305 に出力する。また、画像データ取得部 303 は、取得したこれらの画像データを、当該画像データを取得した日時のタイムスタンプと関連付けて、後述する記憶部 311 に履歴情報として格納してもよい。

40

【0096】

重畳画像生成部 305 は、例えば、CPU、ROM、RAM 等により実現される。重畳画像生成部 305 は、画像データ取得部 303 から出力された可視光画像及び蛍光画像を利用して、可視光画像及び蛍光画像の位置合わせをしつつ、可視光画像及び蛍光画像の重畳処理を実施し、これらの画像が互いに重畳された重畳画像を生成する。なお、重畳画像生成部 305 が実施する重畳画像の生成処理については、特に限定されるものではなく、公知の画像処理技術を適用することが可能である。重畳画像生成部 305 は、生成した重畳画像のデータを、後述する重畳画像出力部 307 に出力する。また、重畳画像生成部 3

50

05は、生成した重畳画像のデータを、当該画像データを生成した日時のタイムスタンプと関連付けて、後述する記憶部311に履歴情報として格納してもよい。

【0097】

重畳画像出力部307は、例えば、CPU、ROM、RAM、出力装置、通信装置等により実現される。重畳画像出力部307は、重畳画像生成部305により生成された重畳画像を出力する。より詳細には、重畳画像出力部307は、生成された重畳画像に関するデータを、カメラコントロールユニット30の外部に設けられた各種の画像サーバ等にも出力してもよいし、公知の記録媒体に記録してもよい。また、重畳画像出力部307は、生成された重畳画像を、後述する表示制御部309を介して、各種の表示装置にリアルタイムで表示させてもよい。

10

【0098】

表示制御部309は、例えば、CPU、ROM、RAM、出力装置、通信装置等により実現される。表示制御部309は、重畳画像生成部305によって生成された重畳画像を、カメラコントロールユニット30が備えるディスプレイ等の出力装置やカメラコントロールユニット30の外部に設けられた出力装置等に表示する際の表示制御を行う。これにより、撮像装置10のユーザは、所望の重畳画像をその場で閲覧することが可能となる。

【0099】

記憶部311は、例えば本実施形態に係るカメラコントロールユニット30が備えるRAMやストレージ装置等により実現される。記憶部311には、本実施形態に係るカメラコントロールユニット30が、撮像装置10を制御するために用いる各種のデータ等が記録されている。また、かかる記憶部311には、本実施形態に係るカメラコントロールユニット30が何らかの処理を行う際に保存する必要がある様々なパラメータや処理の途中経過等、又は、各種のデータベースやプログラム等が、適宜記録される。

20

【0100】

このような各種の情報が格納されている記憶部311は、撮像装置制御部301、画像データ取得部303、重畳画像生成部305、重畳画像出力部307、表示制御部309等が、データのリード/ライト処理を自由に行うことが可能である。

【0101】

以上、本実施形態に係るカメラコントロールユニット30の機能の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材や回路を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。また、各構成要素の機能を、CPU等が全て行ってもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用する構成を変更することが可能である。

30

【0102】

なお、上述のような本実施形態に係るカメラコントロールユニット30の各機能を実現するためのコンピュータプログラムを作製し、パーソナルコンピュータ等にも実装することが可能である。また、このようなコンピュータプログラムが格納された、コンピュータで読み取り可能な記録媒体も提供することができる。記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリなどである。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信してもよい。

40

【0103】

< 撮像装置を利用した顕微鏡撮像システム >

次に、図6を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置10を利用した顕微鏡撮像システム1000について、簡単に説明する。図6は、本実施形態に係る撮像装置を利用して構成される顕微鏡撮像システムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【0104】

以上説明したような、撮像装置10（より詳細には、撮像装置10を利用した2ピースカメラシステム）と、顕微鏡光学系と、を組み合わせることで、顕微鏡撮像システムを構築することが可能である。

【0105】

50

かかる顕微鏡撮像システム１０００は、図６に模式的に示したように、撮像装置１０と、ＣＣＵ３０と、表示装置４０と、顕微鏡光学系５０と、を有している。

【０１０６】

ここで、撮像装置１０、ＣＣＵ３０及び表示装置４０については、先だって説明した２ピースカメラシステムに用いられるものと同様の構成を有し、同様の効果を奏するものであるため、以下では詳細な説明は省略する。

【０１０７】

顕微鏡光学系５０は、図６に模式的に示したように、光源５０１と、ステージ５０３と、対物レンズ５０５と、レボルバ５０７と、鏡筒５０９と、を有しており、鏡筒５０９の内部には、接眼レンズ５１１と、結像レンズ５１３と、ビームスプリッタＢＳと、が主に設けられている。

10

【０１０８】

光源５０１から出射された照明光は、ミラーＭ等により適宜反射されながら、ステージ５０３上に載置された標本Ｓへと導光される。対物レンズ５０５は、この標本の拡大像を結ぶ。鏡筒の内部に設けられたビームスプリッタＢＳは、対物レンズ５０５の標本像の一部を反射させて、接眼レンズ５１１へと導光する。接眼レンズ５１１は、導光された標本像を略アフォーカルに射出する。これにより、顕微鏡光学系５０の観察者は、標本の拡大像を肉眼観察することができる。

【０１０９】

一方、鏡筒５０９の内部に設けられた結像レンズ５１３は、ビームスプリッタＢＳを透過した標本像を、撮像装置１０の可視光画像撮像用撮像素子１１１及び蛍光画像撮像用撮像素子１１７に結像させる。

20

【０１１０】

また、レボルバ５０７は、顕微鏡の観察光軸上に対物レンズ５０５を保持する機能を有しており、レボルバ５０７の回転機構を動作させることで、レボルバ５０７に装着されている別の対物レンズ５０５への切り替えを行うことが可能となる。

【０１１１】

上記のような対物レンズ５０５の変更に伴い、可視光と蛍光の軸上色収差の発生量 Δ が変化してしまう。

以下では、蛍光画像合焦機構１１９を用いた合焦方法を簡単に説明する。ステージ５０３又は対物レンズ５０５を光軸方向に上下させてワーキングディスタンスを変化させることで、可視光画像を合焦させることが可能となる。このとき、対物レンズ５０５は可視光波長帯域のみで軸上色収差が補正されていることが一般的であるため、近赤外蛍光波長帯域までは軸上色収差は補正されていないことが多い。そのため、可視光画像を合焦させただけの場合には、蛍光画像はボケた状態にある。そこで、先だって説明したような蛍光画像合焦機構１１９により、蛍光画像を合焦させる。これにより、可視光画像の合焦状態を保持したまま、蛍光画像を合焦することが可能となる。

30

【０１１２】

このようにして生成された撮像画像は、ＣＣＵ３０へと出力され、ＣＣＵ３０によってこれらの画像が重畳されることにより重畳画像が生成される。生成された重畳画像は、ＣＣＵ３０の制御のもとで、表示装置４０へと表示される。

40

【０１１３】

以上、図６を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置１０を利用した顕微鏡撮像システム１０００について、簡単に説明した。

【０１１４】

< 撮像装置の構成の他の一例 >

以上説明したような本実施形態に係る撮像装置１０を、例えば硬性内視鏡等の各種の医療用内視鏡や、各種の工業用内視鏡に対して装着することも可能である。以下では、医療用内視鏡を例として取り上げ、かかる医療用内視鏡に対して装着することが可能な撮像装置１０の構成について、図７Ａ及び図７Ｂを参照しながら、簡単に説明する。図７Ａ及び

50

図 7 B は、本実施形態に係る撮像装置の構成の別の一例を模式的に示した説明図である。

【 0 1 1 5 】

本実施形態に係る撮像装置 1 0 を、硬性内視鏡等の各種の内視鏡に接続する場合、図 7 A 及び図 7 B に示したように、撮像装置 1 0 の前段に、結像レンズとして、少なくとも可視光波長帯域において軸上色収差の補正されたカプラー光学系 2 5 を装着する。これにより、内視鏡によって生成された測定対象物（例えば、蛍光プローブの蓄積された患部等）の空中像を、撮像装置 1 0 に接続することが可能となる。

【 0 1 1 6 】

また、内視鏡に対して装着される撮像装置 1 0 には、図 7 A 及び図 7 B に示したように、カプラー光学系 2 5 に対して、可視光画像合焦機構 1 2 1 が設けられる。この可視光画像合焦機構 1 2 1 は、カプラー光学系 2 5 のみを光軸方向に前後させて、可視光画像を可視光画像撮像用撮像素子 1 1 1 に合焦させるための機構である。

【 0 1 1 7 】

このような可視光画像合焦機構 1 2 1 としては、例えば、ステッピングモータや piezo 圧電素子のようなアクチュエータを利用することも可能であるし、カム機構等を利用することも可能である。

【 0 1 1 8 】

なお、図 7 A 及び図 7 B において、可視光画像合焦機構 1 2 1 以外の撮像装置 1 0 の構成は、図 7 A における光学ユニット 1 1 が更にカプラー光学系 2 5 を含んだ部分となる以外は図 1 A 及び図 1 B に示した場合と同様であるため、以下では詳細な説明は省略する。

【 0 1 1 9 】

< 撮像装置を利用した内視鏡撮像システム >

続いて、図 8 を参照しながら、図 7 A 及び図 7 B に示したような撮像装置 1 0 を利用した内視鏡撮像システム 2 0 0 0 について、簡単に説明する。図 8 は、本実施形態に係る撮像装置を利用して構成される内視鏡撮像システムの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【 0 1 2 0 】

以上説明したような、撮像装置 1 0（より詳細には、撮像装置 1 0 を利用した 2 ピースカメラシステム）と、内視鏡光学系と、を組み合わせることで、内視鏡撮像システムを構築することが可能である。

【 0 1 2 1 】

かかる内視鏡撮像システム 2 0 0 0 は、図 8 に模式的に示したように、図 7 A 又は図 7 B に示した撮像装置 1 0 と、CCU 3 0 と、表示装置 4 0 と、内視鏡光学系 6 0 と、を有している。

【 0 1 2 2 】

ここで、撮像装置 1 0、CCU 3 0 及び表示装置 4 0 については、先だって説明したものと同様の構成を有し、同様の効果を奏するものであるため、以下では詳細な説明は省略する。

【 0 1 2 3 】

内視鏡（硬性鏡）光学系 6 0 は、物体側（被写体側）から順に、対物レンズ 6 0 1、複数個のリレーレンズ 6 0 3、及び、接眼レンズ 6 0 5 で構成される。対物レンズ 6 0 1 が被写体の空中像を形成し、リレーレンズ 6 0 3 が形成された空中像を複数回、等倍リレー結像する。その後、接眼レンズ 6 0 5 が最後の空中像をアフォーカル結像することにより、肉眼での空中像の観察が可能となる。

【 0 1 2 4 】

ここで、内視鏡（硬性鏡）は、肉眼での空中像の観察を主な目的としたものであるから、内視鏡光学系 6 0 により生成された空中像を撮像装置 1 0 の撮像素子に結像させるためには、接眼レンズ 6 0 5 と撮像装置 1 0 との間に、結像レンズとしてのカプラー光学系 2 5 が配置される。

【 0 1 2 5 】

10

20

30

40

50

続いて、蛍光画像合焦機構 119 及び可視光画像合焦機構 121 を用いた合焦方法について、簡単に説明する。

本実施形態に係る内視鏡撮像システム 2000 では、まず、可視光画像合焦機構 121 により、カプラー光学系 25 のみを光軸方向に前後させて、可視光画像を合焦させる。上述のように、カプラー光学系 25 は可視光波長帯域のみで軸上色収差が補正されているため、蛍光画像については適切に合焦せずにボケた状態となる。可視光画像合焦機構 121 により可視光画像を合焦させた後、蛍光画像合焦機構 119 により、カプラー光学系 25 の装着された光学ユニット 11 を一体で、蛍光画像撮像用撮像素子 117 との間の離隔距離 Δ を可変とすることで、蛍光画像を合焦させる。これにより、可視光画像の合焦状態を保持したまま、蛍光画像を合焦することが可能となる。

10

【0126】

このようにして生成された撮像画像は、CCU30 へと出力され、CCU30 によってこれらの画像が重畳されることにより重畳画像が生成される。生成された重畳画像は、CCU30 の制御のもとで、表示装置 40 へと表示される。

【0127】

以上、図 8 を参照しながら、本実施形態に係る撮像装置 10 を利用した内視鏡撮像システム 2000 について、簡単に説明した。

【0128】

(ハードウェア構成について)

次に、図 9 を参照しながら、本開示の実施形態に係るカメラコントロールユニット (CCU) 30 のハードウェア構成について、詳細に説明する。図 9 は、本開示の実施形態に係る CCU30 のハードウェア構成を説明するためのブロック図である。

20

【0129】

CCU30 は、主に、CPU901 と、ROM903 と、RAM905 と、を備える。また、CCU30 は、更に、ホストバス 907 と、ブリッジ 909 と、外部バス 911 と、インターフェース 913 と、入力装置 915 と、出力装置 917 と、ストレージ装置 919 と、ドライブ 921 と、接続ポート 923 と、通信装置 925 とを備える。

【0130】

CPU901 は、演算処理装置及び制御装置として機能し、ROM903、RAM905、ストレージ装置 919、又はリムーバブル記録媒体 927 に記録された各種プログラムに従って、CCU30 内の動作全般又はその一部を制御する。ROM903 は、CPU901 が使用するプログラムや演算パラメータ等を記憶する。RAM905 は、CPU901 が使用するプログラムや、プログラムの実行において適宜変化するパラメータ等を一次記憶する。これらは CPU バス等の内部バスにより構成されるホストバス 907 により相互に接続されている。

30

【0131】

ホストバス 907 は、ブリッジ 909 を介して、PCI (Peripheral Component Interconnect / Interface) バスなどの外部バス 911 に接続されている。

【0132】

入力装置 915 は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチ及びレバーなどユーザが操作する操作手段である。また、入力装置 915 は、例えば、赤外線やその他の電波を利用したリモートコントロール手段 (いわゆる、リモコン) であってもよいし、CCU30 の操作に対応した携帯電話や PDA 等の外部接続機器 929 であってもよい。さらに、入力装置 915 は、例えば、上記の操作手段を用いてユーザにより入力された情報に基づいて入力信号を生成し、CPU901 に出力する入力制御回路などから構成されている。CCU30 のユーザは、この入力装置 915 を操作することにより、CCU30 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりすることができる。

40

【0133】

出力装置 917 は、取得した情報をユーザに対して視覚的又は聴覚的に通知することが

50

可能な装置で構成される。このような装置として、CRTディスプレイ装置、液晶ディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置、ELディスプレイ装置及びランプなどの表示装置や、スピーカ及びヘッドホンなどの音声出力装置や、プリンタ装置、携帯電話、ファクシミリなどがある。出力装置 917 は、例えば、CCU30 が行った各種処理により得られた結果を出力する。具体的には、表示装置は、CCU30 が行った各種処理により得られた結果を、テキスト又はイメージで表示する。他方、音声出力装置は、再生された音声データや音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して出力する。

【0134】

ストレージ装置 919 は、CCU30 の記憶部の一例として構成されたデータ格納用の装置である。ストレージ装置 919 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) 等の磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、又は光磁気記憶デバイス等により構成される。このストレージ装置 919 は、CPU901 が実行するプログラムや各種データ、及び外部から取得した各種データなどを格納する。

10

【0135】

ドライブ 921 は、記録媒体用リーダライタであり、CCU30 に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ 921 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 927 に記録されている情報を読み出して、RAM905 に出力する。また、ドライブ 921 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 927 に記録を書き込むことも可能である。リムーバブル記録媒体 927 は、例えば、DVDメディア、HD-DVDメディア、Blu-ray (登録商標) メディア等である。また、リムーバブル記録媒体 927 は、コンパクトフラッシュ (登録商標) (Compact Flash: CF)、フラッシュメモリ、又は、SDメモリカード (Secure Digital memory card) 等であってもよい。また、リムーバブル記録媒体 927 は、例えば、非接触型 IC チップを搭載した IC カード (Integrated Circuit card) 又は電子機器等であってもよい。

20

【0136】

接続ポート 923 は、機器を CCU30 に直接接続するためのポートである。接続ポート 923 の一例として、USB (Universal Serial Bus) ポート、IEEE1394 ポート、SCSI (Small Computer System Interface) ポート等がある。接続ポート 923 の別の例として、RS-232C ポート、光オーディオ端子、HDMI (High-Definition Multimedia Interface) ポート等がある。この接続ポート 923 に外部接続機器 929 を接続することで、CCU30 は、外部接続機器 929 から直接各種データを取得したり、外部接続機器 929 に各種データを提供したりする。

30

【0137】

通信装置 925 は、例えば、通信網 931 に接続するための通信デバイス等で構成された通信インターフェースである。通信装置 925 は、例えば、有線又は無線 LAN (Local Area Network)、Bluetooth (登録商標)、又は WUSB (Wireless USB) 用の通信カード等である。また、通信装置 925 は、光通信のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ、又は、各種通信用のモデム等であってもよい。この通信装置 925 は、例えば、インターネットや他の通信機器との間で、例えば TCP/IP 等の所定のプロトコルに則して信号等を送受信することができる。また、通信装置 925 に接続される通信網 931 は、有線又は無線によって接続されたネットワーク等により構成され、例えば、インターネット、家庭内 LAN、赤外線通信、ラジオ波通信又は衛星通信等であってもよい。

40

【0138】

以上、本開示の実施形態に係る CCU30 の機能を実現可能なハードウェア構成の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材を用いて構成されていてもよいし、各構成

50

要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用するハードウェア構成を変更することが可能である。

【0139】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0140】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

【0141】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、
を備え、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、撮像装置。

(2)

前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子は、前記光路差が前記ズレ量に対応するように、それぞれ固定されている、(1)に記載の撮像装置。

(3)

前記蛍光画像撮像用撮像素子は、前記色分解プリズム、前記可視光画像撮像用撮像素子及び前記バンドパスフィルタからなる光学ユニットと、の間の離隔距離が可変となるように設けられており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光を、前記蛍光画像撮像用撮像素子に合焦させる蛍光画像合焦機構を更に備え、

前記蛍光画像合焦機構は、前記光学ユニットにおける前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズに応じて、前記光路差が前記ズレ量に対応するように前記離隔距離を制御する、(1)に記載の撮像装置。

(4)

前記色分解プリズムの前段には、前記結像レンズとして、少なくとも可視光波長帯域において軸上色収差が補正されたカブラー光学系が装着され、

前記蛍光画像撮像用撮像素子は、前記カブラー光学系の装着された前記光学ユニットと、の間の離隔距離が可変となるように設けられており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光を、前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦させる可視光画像合焦機構を更に備え、

前記可視光画像合焦機構は、前記カブラー光学系を光軸方向に可動させることで、前記

10

20

30

40

50

ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光を、前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦させ、

前記蛍光画像合焦機構は、前記可視光波長帯域に属する光が前記可視光画像撮像用撮像素子に合焦している際の前記光路差が前記ズレ量に対応するように、前記離隔距離を制御する、(3)に記載の撮像装置。

(5)

前記蛍光画像合焦機構は、前記光学ユニットを、前記蛍光画像撮像用撮像素子に対して光軸方向に可変させて、前記離隔距離を制御する、(3)又は(4)に記載の撮像装置。

(6)

前記蛍光画像合焦機構は、前記蛍光画像撮像用撮像素子を、前記光学ユニットに対して光軸方向に可変させて、前記離隔距離を制御する、(3)又は(4)に記載の撮像装置。

10

(7)

前記ダイクロイック膜は、入射光を、所定の蛍光波長帯域及び当該所定の蛍光波長帯域よりも長波長の帯域に属する光と、前記所定の蛍光波長帯域よりも短波長の帯域に属する光と、に分離する、(1)~(6)の何れか1つに記載の撮像装置。

(8)

前記色分解プリズムは、

前記可視光波長帯域に属する光及び前記蛍光波長帯域に属する光が入射するとともに、前記可視光波長帯域に属する光が導光される可視光用光路として機能する第1プリズムと、

20

前記蛍光波長帯域に属する光が導光される蛍光用光路として機能する第2プリズムと、が互いに接合されたプリズムであり、

前記第1プリズムと前記第2プリズムとは、前記ダイクロイック膜を介して互いに接合されており、

前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光は、前記第2プリズム内を直進して、前記バンドパスフィルタに垂直に入射し、

前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光は、前記第1プリズム内で全反射した後に、可視光画像撮像用撮像素子に結像する、(1)~(7)の何れか1つに記載の撮像装置。

30

(9)

前記色分解プリズムを出射した前記可視光波長帯域に属する光を、R成分、G成分及びB成分の3色に分離する3色分解プリズムを更に有する、(1)~(8)の何れか1つに記載の撮像装置。

(10)

前記ダイクロイック膜は、780nm~880nmの波長帯域において透過率が90%以上であり、かつ、400nm~720nmの波長帯域において透過率が10%以下である、(1)~(9)の何れか1つに記載の撮像装置。

(11)

前記バンドパスフィルタは、820nm~850nmの波長帯域において透過率が90%以上であり、かつ、400nm~805nmの波長帯域、及び、860nm~1000nmの波長帯域において透過率が10%以下である、(1)~(10)の何れか1つに記載の撮像装置。

40

(12)

撮像対象物の拡大像を生成する顕微鏡ユニットと、

前記顕微鏡ユニットにより生成された前記拡大像を撮像する撮像装置と、を備え、

前記顕微鏡ユニットは、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を結ぶ対物レンズと、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での拡大像を前記撮像装置に結像させる結像レンズと、

50

を少なくとも有し、

前記撮像装置は、

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、

を有し、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、顕微鏡撮像システム。

(1 3)

所定の撮像対象物について、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を生成する内視鏡ユニットと、

前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を撮像する撮像装置と、

前記内視鏡ユニットと前記撮像装置との間に設けられ、可視光波長帯域及び蛍光波長帯域の各波長帯域内において軸上色収差が補正されており、前記内視鏡ユニットにより生成された前記可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を、前記撮像装置に結像させるカブラー光学系と、

を備え、

前記内視鏡ユニットは、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を結ぶ対物レンズと、

前記撮像対象物の可視光波長帯域及び蛍光波長帯域での空中像を等倍リレー結像するリレーレンズと、

前記リレーレンズにより等倍リレー結像された前記空中像を、アフォーカル結像する接眼レンズと、

を少なくとも有し、

前記撮像装置は、

可視光波長帯域に属する光と蛍光波長帯域に属する光とを分離するダイクロイック膜を有する色分解プリズムと、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記蛍光波長帯域に属する光が結像する蛍光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムの後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記可視光波長帯域に属する光が結像する可視光画像撮像用撮像素子と、

前記色分解プリズムと、前記蛍光画像撮像用撮像素子と、の間に配置され、光軸に対して垂直な入射面を有するバンドパスフィルタと、

を有し、

前記色分解プリズムを経て前記蛍光画像撮像用撮像素子に結像する蛍光用光路の光路長と、前記色分解プリズムを経て前記可視光画像撮像用撮像素子に結像する可視光用光路の光路長と、の光路差が、前記色分解プリズムの前段に装着される結像レンズによって生じる蛍光結像位置と可視光結像位置とのズレ量に対応するように、前記蛍光画像撮像用撮像素子及び前記可視光画像撮像用撮像素子が配設される、内視鏡撮像システム。

【符号の説明】

【 0 1 4 2 】

10

20

30

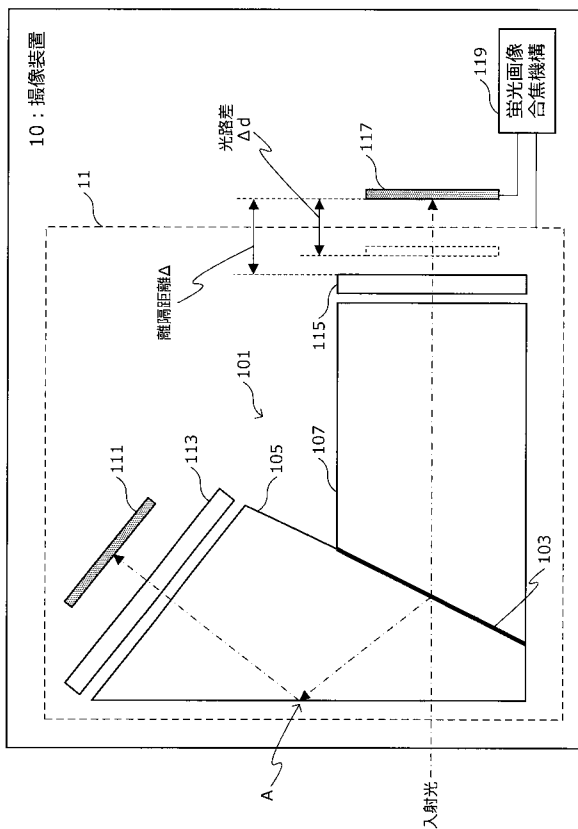
40

50

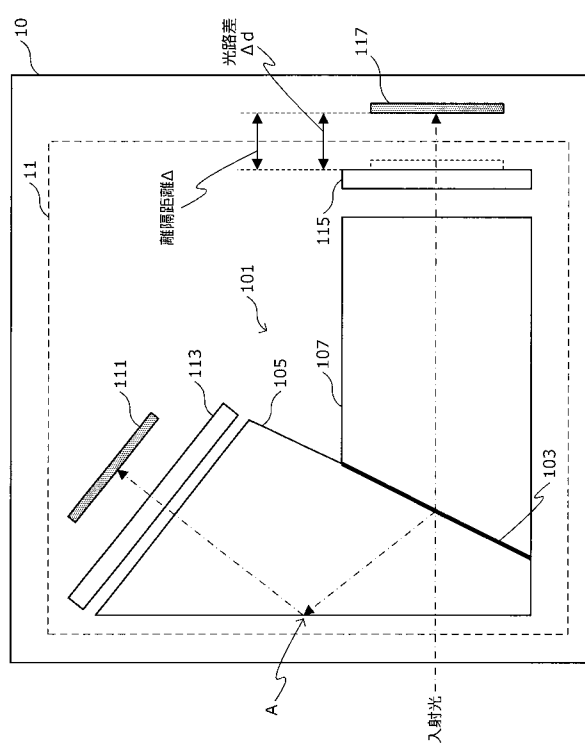
1 0	撮像装置
2 0	結像レンズ
3 0	カメラコントロールユニット (C C U)
4 0	表示装置
5 0	顕微鏡光学系
6 0	内視鏡光学系
1 0 1	色分解プリズム
1 0 3	ダイクロイック膜
1 0 5	第 1 プリズム
1 0 7	第 2 プリズム
1 1 1	可視光画像撮像用撮像素子
1 1 3	赤外カットフィルタ
1 1 5	バンドパスフィルタ
1 1 7	蛍光画像撮像用撮像素子
1 1 9	蛍光画像合焦機構
1 2 1	可視光画像合焦機構
1 0 0 0	顕微鏡撮像システム
2 0 0 0	内視鏡撮像システム

10

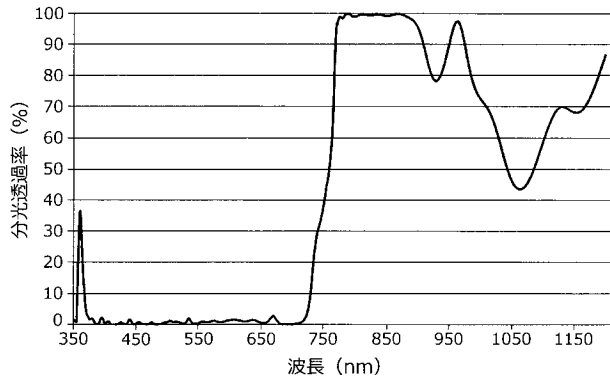
【図 1 A】



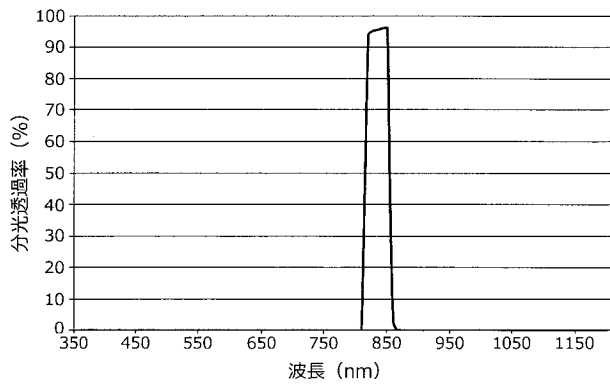
【図 1 B】



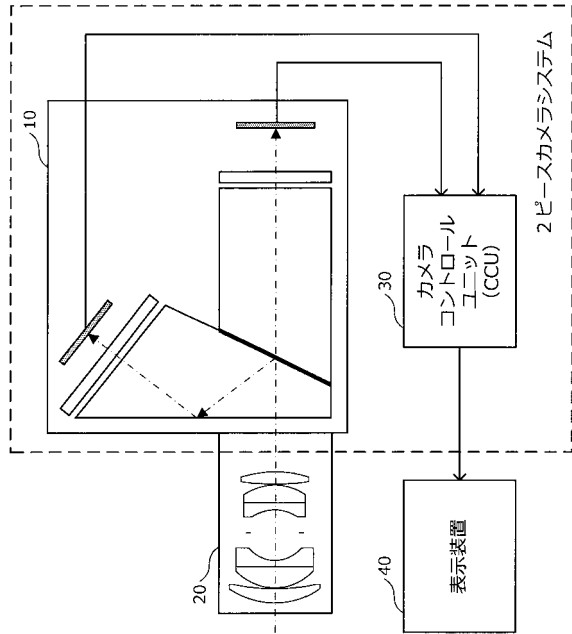
【図 2】



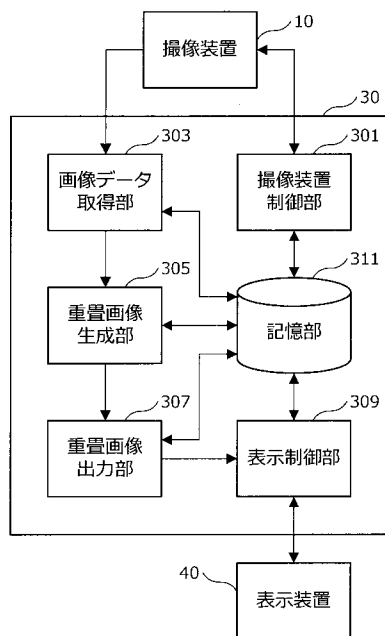
【図 3】



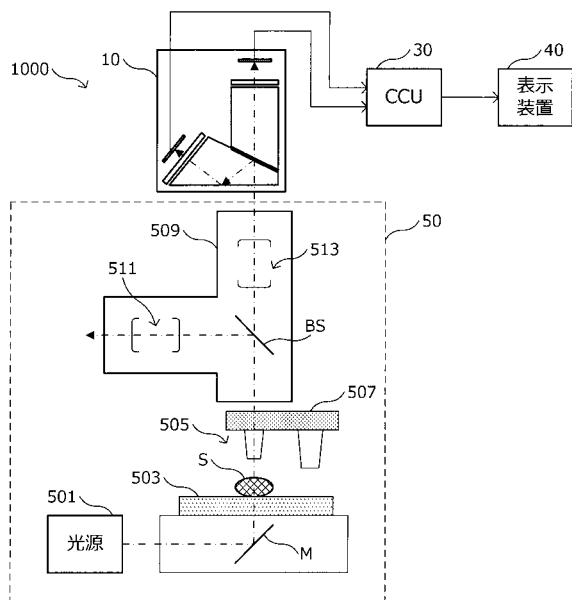
【図 4】



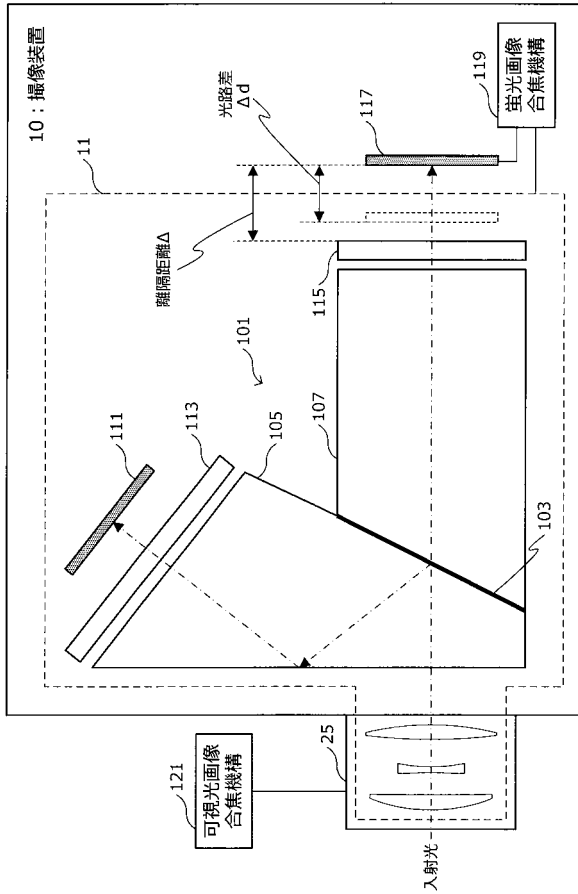
【図 5】



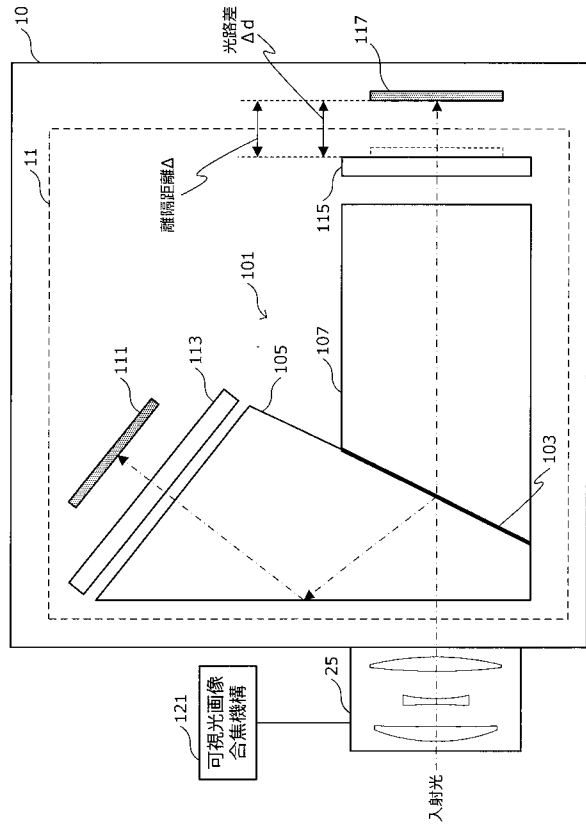
【図 6】



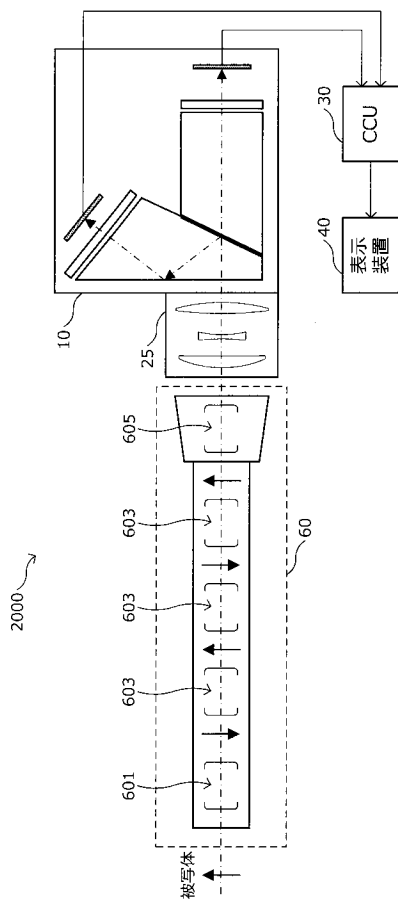
【図 7 A】



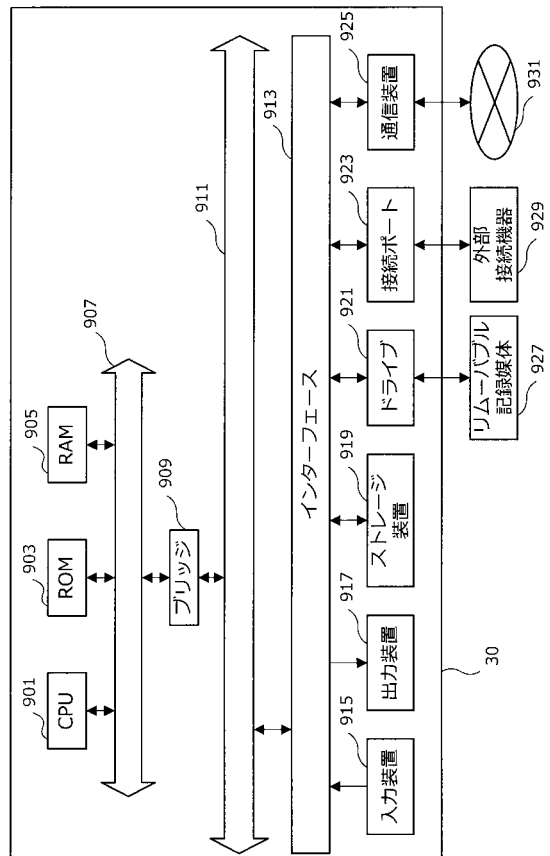
【図 7 B】



【図 8】



【図 9】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I				テーマコード (参考)	
G 0 3 B 11/00 (2006.01)	G 0 3 B	11/00			2 H 0 8 3	
G 0 1 N 21/64 (2006.01)	G 0 1 N	21/64		Z	2 H 1 0 0	
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B	1/04	3 7 0		4 C 1 6 1	

F ターム(参考)	2G043	AA03	BA16	EA01	FA02	HA09	JA05	KA01	KA02	LA01	LA03
		NA05	NA06								
	2H040	BA05	CA24	GA02	GA06	GA10	GA11				
	2H042	CA06	CA14	CA17							
	2H052	AA09	AB24	AC27	AD06	AF14	AF21				
	2H054	AA01	BB07								
	2H083	AA04	AA26								
	2H100	CC02	CC07								
	4C161	CC06	DD01	LL08	PP06	PP12	RR04	RR14			

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2017053890A5	公开(公告)日	2018-10-18
申请号	JP2015175569	申请日	2015-09-07
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	長江 聡史		
发明人	長江 聡史		
IPC分类号	G02B21/36 G02B23/26 G02B5/04 G03B19/02 G03B17/02 G03B11/00 G01N21/64 A61B1/04		
FI分类号	G02B21/36 G02B23/26.A G02B5/04.A G03B19/02 G03B17/02 G03B11/00 G01N21/64.Z A61B1/04.370		
F-TERM分类号	2G043/AA03 2G043/BA16 2G043/EA01 2G043/FA02 2G043/HA09 2G043/JA05 2G043/KA01 2G043/KA02 2G043/LA01 2G043/LA03 2G043/NA05 2G043/NA06 2H040/BA05 2H040/CA24 2H040/GA02 2H040/GA06 2H040/GA10 2H040/GA11 2H042/CA06 2H042/CA14 2H042/CA17 2H052/AA09 2H052/AB24 2H052/AC27 2H052/AD06 2H052/AF14 2H052/AF21 2H054/AA01 2H054/BB07 2H083/AA04 2H083/AA26 2H100/CC02 2H100/CC07 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/LL08 4C161/PP06 4C161/PP12 4C161/RR04 4C161/RR14		
代理人(译)	松本 一骑		
其他公开文献	JP2017053890A JP6589471B2		

摘要(译)

要解决的问题：通过将来自观察对象的光分离成可见光分量和荧光分量，获得叠加的图像，其中可见光图像和荧光图像以高精度彼此叠加。

根据本发明的成像装置包括：具有用于分离属于光并属于可见光波长带的荧光波段的光，属于由二向色膜分离出的荧光波长频带中的二向色膜的色分离棱镜用于拾取光成像的荧光图像的图像拾取元件，由二向色膜分离的可见图像带通滤光器，设置在分色棱镜和用于荧光图像成像的图像拾取元件之间，并具有垂直于光轴的入射表面，，荧光光路与可见光光路之间的光程差由安装在分色棱镜前级的成像镜头产生用于拾取荧光图像的图像拾取元件和用于拾取可见光图像的图像拾取元件被布置为对应于荧光成像位置和可见光图像形成位置之间的偏差量。