

(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2018-27272

(P2018-27272A)

(43) 公開日 平成30年2月22日(2018.2.22)

|                                       |                      |             |
|---------------------------------------|----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                          | F I                  | テーマコード (参考) |
| <b>A 6 1 B</b> 1/00 (2006.01)         | A 6 1 B 1/00 3 0 0 D | 2 G 0 4 3   |
| <b>A 6 1 B</b> 1/06 (2006.01)         | A 6 1 B 1/06 B       | 2 H 0 4 0   |
| <b>G 0 2 B</b> 23/24 (2006.01)        | G 0 2 B 23/24 B      | 2 H 0 5 2   |
| <b>G 0 2 B</b> 21/00 (2006.01)        | G 0 2 B 21/00        | 4 C 1 6 1   |
| <b>A 6 1 B</b> 90/20 (2016.01)        | A 6 1 B 90/20        |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 41 頁) 最終頁に続く |                      |             |

(21) 出願番号 特願2016-161544 (P2016-161544)  
(22) 出願日 平成28年8月19日 (2016.8.19)

(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 池永 祐一郎  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内

最終頁に続く

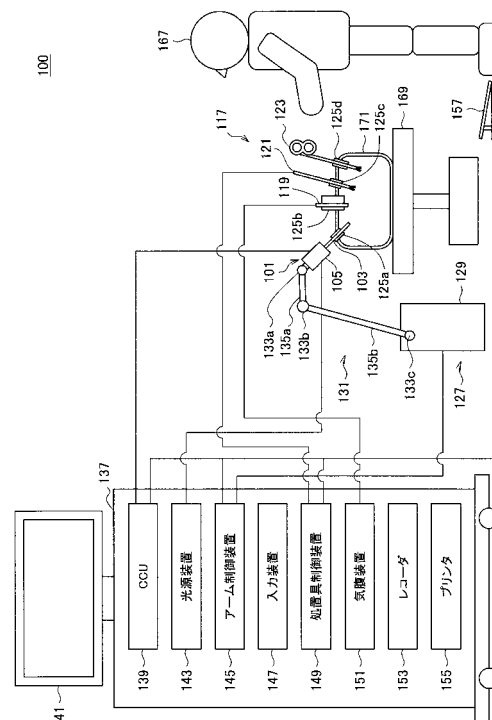
(54) 【発明の名称】 撮像システム

## (57) 【要約】

【課題】複数種類の蛍光物質が選択的に使用されるような状況下においても、使用される蛍光物質に応じた蛍光像をより好適な態様で撮像可能とする。

【解決手段】近赤外波長帯域に属する蛍光を発する第1の蛍光物質と、可視光波長帯域に属する蛍光を発する第2の蛍光物質と、を含む複数種類の蛍光物質それぞれについて、励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む光を照射する光源装置と、光学系ユニットと、撮像装置と、を備え、撮像装置は、ダイクロイック膜を有する分岐光学系と、ダイクロイック膜により分離された近赤外波長帯域に属する光が結像する第1の撮像素子と、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のうち少なくとも一部が結像する第2の撮像素子と、を有し、第1の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、第1の撮像素子により撮像され、第2の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、第2の撮像素子により撮像される、撮像システム。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

近赤外波長帯域に属する蛍光を発する第 1 の蛍光物質と、可視光波長帯域に属する蛍光を発する第 2 の蛍光物質と、を含む複数種類の蛍光物質それぞれについて、当該蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む光を、所定の撮像対象物に対して照射する光源装置と、

所定の光学系ユニットにより取得された像を撮像する撮像装置と、  
を備え、

前記撮像装置は、

前記可視光波長帯域に属する光と、前記近赤外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分岐光学系と、

前記分岐光学系の後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記近赤外波長帯域に属する光が結像する第 1 の撮像素子と、

前記分岐光学系の後段に設けられ、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のうち少なくとも一部が結像する第 2 の撮像素子と、

を有し、

前記第 1 の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第 1 の撮像素子により撮像され、

前記第 2 の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第 2 の撮像素子により撮像される、  
撮像システム。

## 【請求項 2】

前記撮像装置は、前記ダイクロイック膜により分離され前記第 2 の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界に対応する波長以下の波長を有する光を透過させるショートパスフィルタを有する、請求項 1 に記載の撮像システム。

## 【請求項 3】

前記撮像装置は、

前記分岐光学系の前段に設けられ、前記第 1 の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止するノッチフィルタと、

前記ダイクロイック膜により分離され前記第 1 の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記境界に対応する波長以上の波長を有する光を透過させるロングパスフィルタと

を有する、請求項 2 に記載の撮像システム。

## 【請求項 4】

前記撮像装置は、前記ダイクロイック膜により分離され前記第 1 の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第 1 の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、かつ、当該第 1 の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止するバンドパスフィルタを有する、請求項 2 に記載の撮像システム。

## 【請求項 5】

前記分岐光学系は、前記ダイクロイック膜である第 1 の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、前記第 2 の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域を含む第 1 の波長帯域に属する光と、前記第 1 の波長帯域とは異なる第 2 の波長帯域に属する光と、に分離する第 2 のダイクロイック膜を有し、

前記第 2 の撮像素子は、前記第 1 のダイクロイック膜に分離された前記可視光波長帯域に属する光のうち、前記第 2 のダイクロイック膜により分離された第 1 の波長帯域に属する光が結像し、

前記撮像装置は、

前記第 1 のダイクロイック膜に分離された前記可視光波長帯域に属する光のうち、前記第 2 のダイクロイック膜により分離された第 2 の波長帯域に属する光が結像する第 3 の撮像素子と、

前記第 1 のダイクロイック膜により分離され前記第 1 の撮像素子に結像する光の光路中

に配設され、前記第 1 の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、かつ、当該第 1 の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止する第 1 のバンドパスフィルタと、

前記第 2 のダイクロイック膜により分離され前記第 2 の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第 1 の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する第 2 のバンドパスフィルタと、

前記第 2 のダイクロイック膜により分離され前記第 3 の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第 2 の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する第 3 のバンドパスフィルタと、

を有する、

10

請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 6】

前記第 1 の波長帯域は、前記可視光波長帯域のうち、R 成分の波長帯域を含む長波長側の波長帯域であり、

前記第 2 の波長帯域は、前記可視光波長帯域のうち、G 成分及び B 成分の波長帯域を含む短波長側の波長帯域である、

請求項 5 に記載の撮像システム。

【請求項 7】

前記光源装置は、

前記可視光波長帯域において連続的に分布し、かつ、所定の波長位置において所定の閾値以上のピークを有する第 1 の光と、

前記近赤外波長帯域のうちの、前記第 1 の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む第 2 の光と、

を照射する、

20

請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 8】

前記光源装置は、

複数の波長位置において前記ピークを有する前記第 1 の光を照射する第 1 の光源部と、

前記第 2 の光を照射する第 2 の光源部と、

を含み、

30

前記第 1 の光源部は、前記複数の波長位置のうち、少なくとも、前記第 2 の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域に含まれる、または、当該波長帯域のより近傍に位置する前記波長位置に対応する光の出力を制御可能に構成されている、

請求項 7 に記載の撮像システム。

【請求項 9】

前記第 1 の光は、R 成分、G 成分、及び B 成分それぞれに対応する波長位置において前記ピークを有し、

前記第 1 の光源部は、前記第 1 の光のうち、少なくとも、前記 R 成分に対応する光の出力を制御可能に構成されている、

請求項 8 に記載の撮像システム。

40

【請求項 10】

前記第 1 の光源部は、レーザー光源である、請求項 8 に記載の撮像システム。

【請求項 11】

前記光学系ユニットとして、被検体の体腔内に挿入される鏡筒を含む内視鏡部を備える、請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 12】

前記光学系ユニットとして、前記撮像対象物の拡大像を取得する顕微鏡部を備える、請求項 1 に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【0001】

本開示は、撮像システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

手術手法、手術器具の発達により、内視鏡や手術用顕微鏡等のような医療用の観察装置により患部を観察しながら、各種処置を施す手術（所謂、マイクロサージャリー）が頻繁に行われるようになってきている。また、このような医療用の観察装置の中には、患部を光学的に観察可能とする装置に限らず、撮像装置（カメラ）等により撮像された患部の画像を、モニタなどの表示装置に電子画像として表示させる装置やシステムも提案されている。

10

## 【0003】

また、近年では、内視鏡や手術用顕微鏡等の観察装置を用いた観察手法として、可視光帯域の光によって術野を観察する方法のみに限らず、狭帯域光観察（NBI：Narrow Band Imaging）、蛍光観察（AFI：Auto Fluorescence Imaging）、及び赤外光観察（IRI：Infra-Red Imaging）等のような所謂特殊光観察と呼ばれる観察手法が各種提案されている。

## 【0004】

例えば、蛍光観察では、癌等の病巣に親和性を有する蛍光物質を予め検査対象者（患者）に投与し、当該蛍光物質を励起するための励起光を照射することにより、病巣部に集積した蛍光物質から発せられる蛍光の蛍光像（即ち、蛍光の検出結果に基づく観察像）により、当該病巣部を観察する。例えば、特許文献1には、蛍光物質としてインドシアニンググリーン（ICG）を利用した蛍光観察を行うことが可能な内視鏡装置の一例が開示されている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特許第3962122号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

ところで、近年では、蛍光観察に利用する蛍光物質として、ICG以外にも各種提案されており、このような蛍光物質の中には、ICGとは異なる波長帯域の蛍光を発するものも含まれている。例えば、ICGは、820nm前後の波長を有する蛍光（即ち、近赤外帯域の光）を発する。これに対して、フルオレセイン、5-アミノレブリン酸（5ALA）、レザフィリン（登録商標）等のような可視光帯域の蛍光を発光する蛍光物質も提案されている。

30

## 【0007】

そこで、本開示では、複数種類の蛍光物質が選択的に使用されるような状況下においても、使用される蛍光物質に応じた蛍光像をより好適な態様で撮像することが可能な撮像システムを提案する。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本開示によれば、近赤外波長帯域に属する蛍光を発する第1の蛍光物質と、可視光波長帯域に属する蛍光を発する第2の蛍光物質と、を含む複数種類の蛍光物質それぞれについて、当該蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む光を、所定の撮像対象物に対して照射する光源装置と、所定の光学系ユニットにより取得された像を撮像する撮像装置と、を備え、前記撮像装置は、前記可視光波長帯域に属する光と、前記近赤外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分岐光学系と、前記分岐光学系の後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記近赤外波長帯域に属する光が結像する第1の撮像素子と、前記分岐光学系の後段に設けられ、前記ダイクロイ

50

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のうち少なくとも一部が結像する第2の撮像素子と、を有し、前記第1の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第1の撮像素子により撮像され、前記第2の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第2の撮像素子により撮像される、撮像システムが提供される。

【発明の効果】

【0009】

以上説明したように本開示によれば、複数の蛍光物質が選択的に使用されるような状況下においても、使用される蛍光物質に応じた蛍光観察像をより好適な態様で観察することが可能な撮像システムが提供される。

【0010】

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、また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、また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。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の一実施形態に係る内視撮像システムの概略的な構成の一例を示す図である。

【図2】図1に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

【図3】蛍光観察で使用される各種蛍光物質と、当該蛍光物質が発する蛍光の波長帯域との関係の一例について説明するための説明図である。

【図4】同実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッド及び光源装置の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。

【図5】同実施形態に係る光源装置から出射される可視光波長帯域に属する光のスペクトルの一例を示す図である。

【図6】同実施形態に係るカメラヘッドの構成の一例を模式的に示した説明図である。

【図7】同実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の一例について説明するための説明図である。

【図8】同実施形態に係るカメラヘッドの構成の他の一例を模式的に示した説明図である。

【図9】同実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の他の一例について説明するための説明図である。

【図10】同実施形態に係るカメラヘッドの構成の他の一例を模式的に示した説明図である。

【図11】同実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の他の一例について説明するための説明図である。

【図12】同実施形態に係るカメラヘッドの特性について説明するための説明図である。

【図13】本開示の一実施形態に係る内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置のハードウェア構成の一構成例を示す機能ブロック図である。

【図14】本開示の一実施形態に係る撮像システムの応用例について説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

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。

【0013】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 内視鏡撮像システムの構成

10

20

30

40

50

## 2. 蛍光観察に関する検討

## 3. 技術的特徴

## 3. 1. カメラヘッドの概略構成

## 3. 2. 2板式カメラヘッドの構成例 1

## 3. 3. 2板式カメラヘッドの構成例 2

## 3. 4. 3板式カメラヘッドの構成例

## 3. 5. 作用効果

## 4. C C U のハードウェア構成の一例

## 5. 応用例

## 6. むすび

10

## 【0014】

## &lt;&lt; 1. 内視鏡撮像システムの構成 &gt;&gt;

まず、図1及び図2を参照して、本開示の一実施形態に係る内視鏡撮像システムの概略的な構成の一例について説明する。例えば、図1は、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡撮像システムの概略的な構成の一例を示す図であり、当該内視鏡撮像システムを所謂内視鏡手術システムとして構成した場合の一例を示している。図1では、術者（医師）167が、内視鏡手術システム100を用いて、患者ベッド169上の患者171に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム100は、内視鏡101と、その他の術具117と、内視鏡101を支持する支持アーム装置127と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート137と、から構成される。

20

## 【0015】

内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ125a～125dと呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ125a～125dから、内視鏡101の鏡筒103や、その他の術具117が患者171の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具117として、気腹チューブ119、エネルギー処置具121及び鉗子123が、患者171の体腔内に挿入されている。また、エネルギー処置具121は、高周波電流や超音波振動により、組織の切開及び剥離、又は血管の封止等を行う処置具である。ただし、図示する術具117はあくまで一例であり、術具117としては、例えば攝子、レトラクタ等、一般的に内視鏡下手術において用いられる各種の術具が用いられてよい。

30

## 【0016】

内視鏡101によって撮影された患者171の体腔内の術部の画像が、表示装置141に表示される。術者167は、表示装置141に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具121や鉗子123を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ119、エネルギー処置具121及び鉗子123は、手術中に、術者167又は助手等によって支持される。

## 【0017】

## (支持アーム装置)

支持アーム装置127は、ベース部129から延伸するアーム部131を備える。図示する例では、アーム部131は、関節部133a、133b、133c、及びリンク135a、135bから構成されており、アーム制御装置145からの制御により駆動される。アーム部131によって内視鏡101が支持され、その位置及び姿勢が制御される。これにより、内視鏡101の安定的な位置の固定が実現され得る。

40

## 【0018】

## (内視鏡)

内視鏡101は、先端から所定の長さの領域が患者171の体腔内に挿入される鏡筒103と、鏡筒103の基端に接続されるカメラヘッド105と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒103を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡101を図示しているが、内視鏡101は、軟性の鏡筒103を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

50

## 【0019】

鏡筒103の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡101には光源装置143が接続されており、当該光源装置143によって生成された光が、鏡筒103の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者171の体腔内の観察対象（換言すると、撮像対象物）に向かって照射される。なお、内視鏡101は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

## 【0020】

カメラヘッド105の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）139に送信される。なお、カメラヘッド105には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

10

## 【0021】

なお、例えば立体視（3D表示）等に対応するために、カメラヘッド105には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒103の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光学系が複数系統設けられる。

## 【0022】

（カートに搭載される各種の装置）

CCU139は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡101及び表示装置141の動作を統括的に制御する。具体的には、CCU139は、カメラヘッド105から受け取った画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。CCU139は、当該画像処理を施した画像信号を表示装置141に提供する。また、CCU139は、カメラヘッド105に対して制御信号を送信し、その駆動を制御する。当該制御信号には、倍率や焦点距離等、撮像条件に関する情報が含まれ得る。

20

## 【0023】

表示装置141は、CCU139からの制御により、当該CCU139によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡101が例えば4K（水平画素数3840×垂直画素数2160）又は8K（水平画素数7680×垂直画素数4320）等の高解像度の撮影に対応したものである場合、及び／又は3D表示に対応したものである場合には、表示装置141としては、それぞれに対応して、高解像度の表示が可能なもの、及び／又は3D表示可能なものが用いられ得る。4K又は8K等の高解像度の撮影に対応したものである場合、表示装置141として55インチ以上のサイズのものを用いることで一層の没入感が得られる。また、用途に応じて、解像度、サイズが異なる複数の表示装置141が設けられてもよい。

30

## 【0024】

光源装置143は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡101に供給する。

40

## 【0025】

アーム制御装置145は、例えばCPU等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置127のアーム部131の駆動を制御する。

## 【0026】

入力装置147は、内視鏡手術システム100に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置147を介して、内視鏡手術システム100に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置147を介して、患者の身

50

体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置 147 を介して、アーム部 131 を駆動させる旨の指示や、内視鏡 101 による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具 121 を駆動させる旨の指示等を入力する。

#### 【0027】

入力装置 147 の種類は限定されず、入力装置 147 は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置 147 としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ 157 及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置 147 としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置 141 の表示面上に設けられてもよい。

10

#### 【0028】

あるいは、入力装置 147 は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスや HMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置 147 は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置 147 は、ユーザの声を収音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置 147 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者 167）が、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

20

#### 【0029】

処置具制御装置 149 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 121 の駆動を制御する。気腹装置 151 は、内視鏡 101 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 171 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 119 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 153 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 155 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

#### 【0030】

以下、内視鏡手術システム 100 において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

30

#### 【0031】

（支持アーム装置）

支持アーム装置 127 は、基台であるベース部 129 と、ベース部 129 から延伸するアーム部 131 と、を備える。図示する例では、アーム部 131 は、複数の関節部 133 a、133 b、133 c と、関節部 133 b によって連結される複数のリンク 135 a、135 b と、から構成されているが、図 1 では、簡単のため、アーム部 131 の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部 131 が所望の自由度を有するように、関節部 133 a～133 c 及びリンク 135 a、135 b の形状、数及び配置、並びに関節部 133 a～133 c の回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部 131 は、好適に、6 自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部 131 の可動範囲内において内視鏡 101 を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡 101 の鏡筒 103 を患者 171 の体腔内に挿入することが可能になる。

40

#### 【0032】

関節部 133 a～133 c にはアクチュエータが設けられており、関節部 133 a～133 c は当該アクチュエータの駆動により所定の回転軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置 145 によって制御されることにより、各関節部 133 a～133 c の回転角度が制御され、アーム部 131 の駆動が制御される。これにより、内視鏡 101 の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御

50



装置 1 4 5 は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部 1 3 1 の駆動を制御することができる。

【0033】

例えば、術者 1 6 7 が、入力装置 1 4 7（フットスイッチ 1 5 7を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置 1 4 5 によってアーム部 1 3 1 の駆動が適宜制御され、内視鏡 1 0 1 の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部 1 3 1 の先端の内視鏡 1 0 1 を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部 1 3 1 は、いわゆるマスタスレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部 1 3 1 は、手術室から離れた場所に設置される入力装置 1 4 7 を介してユーザによって遠隔操作され得る。

10

【0034】

また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置 1 4 5 は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部 1 3 1 が移動するように、各関節部 1 3 3 a ~ 1 3 3 c のアクチュエータを駆動させる、いわゆるパワーアシスト制御を行ってもよい。これにより、ユーザが直接アーム部 1 3 1 に触れながらアーム部 1 3 1 を移動させる際に、比較的軽い力で当該アーム部 1 3 1 を移動させることができる。従って、より直感的に、より簡易な操作で内視鏡 1 0 1 を移動させることが可能となり、ユーザの利便性を向上させることができる。

【0035】

20

ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡 1 0 1 が支持されていた。これに対して、支持アーム装置 1 2 7 を用いることにより、人手によらずに内視鏡 1 0 1 の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

【0036】

なお、アーム制御装置 1 4 5 は必ずしもカート 1 3 7 に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置 1 4 5 は必ずしも 1 つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置 1 4 5 は、支持アーム装置 1 2 7 のアーム部 1 3 1 の各関節部 1 3 3 a ~ 1 3 3 c にそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置 1 4 5 が互いに協働することにより、アーム部 1 3 1 の駆動制御が実現されてもよい。

30

【0037】

（光源装置）

光源装置 1 4 3 は、内視鏡 1 0 1 に術部を撮影する際の照射光を供給する。光源装置 1 4 3 は、例えば LED、レーザー光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成される。このとき、RGB レーザー光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 1 4 3 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGB レーザー光源それぞれからのレーザー光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 1 0 5 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGB それぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

40

【0038】

また、光源装置 1 4 3 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 1 0 5 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

【0039】

また、光源装置 1 4 3 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用し

50

て、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置 143 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

#### 【0040】

10

（カメラヘッド及びCCU）

図2を参照して、内視鏡101のカメラヘッド105及びCCU139の機能についてより詳細に説明する。図2は、図1に示すカメラヘッド105及びCCU139の機能構成の一例を示すブロック図である。

#### 【0041】

図2を参照すると、カメラヘッド105は、その機能として、レンズユニット107と、撮像部109と、駆動部111と、通信部113と、カメラヘッド制御部115と、を有する。また、CCU139は、その機能として、通信部159と、画像処理部161と、制御部163と、を有する。カメラヘッド105とCCU139とは、伝送ケーブル165によって双方向に通信可能に接続されている。

20

#### 【0042】

まず、カメラヘッド105の機能構成について説明する。レンズユニット107は、鏡筒103との接続部に設けられる光学系である。鏡筒103の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド105まで導光され、当該レンズユニット107に入射する。レンズユニット107は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット107は、撮像部109の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

#### 【0043】

30

撮像部109は撮像素子によって構成され、レンズユニット107の後段に配置される。レンズユニット107を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部109によって生成された画像信号は、通信部113に提供される。

#### 【0044】

撮像部109を構成する撮像素子としては、例えばCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者167は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

40

#### 【0045】

また、撮像部109を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者167は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部109が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット107も複数系統設けられる。

#### 【0046】

また、撮像部109は、必ずしもカメラヘッド105に設けられなくてもよい。例えば、撮像部109は、鏡筒103の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

50

## 【0047】

駆動部111は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部115からの制御により、レンズユニット107のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部109による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

## 【0048】

通信部113は、CCU139との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部113は、撮像部109から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル165を介してCCU139に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者167が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタイムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部113には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル165を介してCCU139に送信される。

10

## 【0049】

また、通信部113は、CCU139から、カメラヘッド105の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部113は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部115に提供する。なお、CCU139からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部113には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部115に提供される。

20

## 【0050】

なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいてCCU139の制御部163によって自動的に設定される。つまり、いわゆるAE（Auto Exposure）機能、AF（Auto Focus）機能及びAWB（Auto White Balance）機能が内視鏡101に搭載される。

30

## 【0051】

カメラヘッド制御部115は、通信部113を介して受信したCCU139からの制御信号に基づいて、カメラヘッド105の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部115は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部109の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部115は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて、駆動部111を介してレンズユニット107のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部115は、更に、鏡筒103やカメラヘッド105を識別するための情報を記憶する機能を備えてもよい。

## 【0052】

なお、レンズユニット107や撮像部109等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド105について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。

40

## 【0053】

次に、CCU139の機能構成について説明する。通信部159は、カメラヘッド105との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部159は、カメラヘッド105から、伝送ケーブル165を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部159には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部159は、電気信号に変換した画像信号を画像処理部161に提

50

供する。

【0054】

また、通信部159は、カメラヘッド105に対して、カメラヘッド105の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通信によって送信されてよい。

【0055】

画像処理部161は、カメラヘッド105から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部161は、AE、AF及びAWBを行うための、画像信号に対する検波処理を行う。

10

【0056】

画像処理部161は、CPUやGPU等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部161が複数のGPUによって構成される場合には、画像処理部161は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数のGPUによって並列的に画像処理を行う。

【0057】

制御部163は、内視鏡101による術部の撮像、及びその撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部163は、カメラヘッド105の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部163は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡101にAE機能、AF機能及びAWB機能が搭載されている場合には、制御部163は、画像処理部161による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

20

【0058】

また、制御部163は、画像処理部161によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置141に表示させる。この際、制御部163は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部163は、術部画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具121使用時のミスト等を認識することができる。制御部163は、表示装置141に術部の画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させる。手術支援情報が重畳表示され、術者167に提示されることにより、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

30

【0059】

カメラヘッド105及びCCU139を接続する伝送ケーブル165は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

【0060】

ここで、図示する例では、伝送ケーブル165を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド105とCCU139との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル165を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル165によって妨げられる事態が解消され得る。

40

【0061】

以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム100の一例について説明した。なお、ここでは、一例として内視鏡手術システム100について説明したが、本開示に係る技術が適用され得るシステムはかかる例に限定されない。例えば、本開示に係る技術は、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

50

## 【0062】

## &lt;&lt;2. 蛍光観察に関する検討&gt;&gt;

続いて、所謂特殊光観察と呼ばれる観察手法のうち、蛍光物質を利用することで病巣部の蛍光像を観察する蛍光観察について、当該蛍光観察に利用される蛍光物質の一例とあわせて説明したうえで、本実施形態に係る撮像システムの技術的に課題について説明する。

## 【0063】

蛍光観察では、癌等の病巣に親和性を有する蛍光物質を予め検査対象者（患者）に投与し、当該蛍光物質を励起するための励起光を照射することにより、病巣部に集積した蛍光物質から発せられる蛍光の蛍光像（即ち、蛍光の検出結果に基づく観察像）により、当該病巣部を観察する。蛍光観察に使用される蛍光物質の代表的な一例として、インドシアニ

10

## 【0064】

また、近年では、蛍光観察に利用する蛍光物質として、癌等の病巣に対してより選択的に集積する特性や、投与に伴う検査対象者への影響（副作用）の軽減等の観点から、ICG以外にも各種提案されている。また、このような蛍光物質の中には、ICGとは異なる波長帯域の蛍光を発するものも提案されており、可視光波長帯域に属する光を発する蛍光物質も提案されている。例えば、図3は、蛍光観察で使用される各種蛍光物質と、当該蛍光物質が発する蛍光の波長帯域との関係の一例について説明するための説明図である。

20

## 【0065】

具体的な一例として、図3に示すように、蛍光観察に使用される蛍光物質としては、ICG以外にも、フルオレセイン、5-アミノレブリン酸（5ALA）、レザフィリン等のように可視光帯域の蛍光を発する蛍光物質も提案されている。より具体的には、フルオレセインは、520nm前後の可視光領域（特に、G成分の波長帯域）の蛍光を発する。また、5ALAは、635nm前後の可視光領域（特に、R成分の波長帯域）の蛍光を発する。また、レザフィリンは、670nm～730nmの波長帯域の近傍の蛍光、即ち、可視光領域（特に、近赤外領域の近傍）～近赤外領域の蛍光を発する。また、図3に示す蛍光物質の例は、あくまで一例であり、図3に示す例以外にも多様な蛍光物質が提案されている。特に、650nm～1000nm近傍の近赤外の波長帯域は、光が生体を透過しやすい波長帯域として知られており、「生体の窓」とも呼ばれている。例えば、図3において、「反射・透過光」として示した波長帯域は、所謂近赤外スペクトロスコピー等のように、所定の波長帯域の光（特に、生体の窓に属する光）を照射することで、観察対象（換言すると、撮像対象）となる物質の構成成分を分析する分析方法において使用される光の波長帯域を模式的に示している。このような特性を利用し、例えば、検査対象者の体内のより深い部分を観察可能とする蛍光物質として、生体の窓に属する蛍光や、当該生体の窓の近傍の波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質も各種提案されている。

30

## 【0066】

一方で、蛍光観察においては、蛍光物質から発せられる蛍光の蛍光像の撮像には、使用される蛍光物質に応じた撮像装置（例えば、カメラヘッド）が使用される傾向にある。具体的には、蛍光物質が発する蛍光は、当該蛍光とあわせて集光される可視光や当該蛍光物質の励起光等の他の光に比べて、光の強度が低い傾向にある。そのため、当該撮像装置には、例えば、蛍光物質が発する蛍光の波長帯域のうち少なくとも一部の波長帯域と、当該波長帯域の光とは異なる他の波長帯域の光（例えば、可視光や励起光）とを分離するための特有の構成（例えば、分岐光学系やフィルタ等）が設けられている場合がある。即ち、所定の蛍光物質を使用した蛍光観察には、当該蛍光物質が発する蛍光の蛍光像を観察するために、専用の撮像装置が使用される場合が少なくない。

40

## 【0067】

しかしながら、ICGに限らず、多様な蛍光物質（即ち、複数種類の蛍光物質）が選択的に使用されるような状況下において、当該蛍光物質ごとに専用の撮像装置（カメラヘッ

50

ド)を使用するような利用形態は、撮像装置の着脱等が必要となるため蛍光観察に係る操作をより煩雑にする要因となり得る。また、使用する蛍光物質ごとに撮像装置を用意する必要があるため、コストを増大させる要因ともなり得る。そのため、本開示では、1台の撮像装置により複数種類の蛍光物質それぞれが発する蛍光を観察可能とすることで、複数種類の蛍光物質が選択的に使用されるような状況下においても、使用される蛍光物質に応じた蛍光像を撮像することが可能な撮像システムについて提案する。

#### 【0068】

##### <<3. 技術的特徴>>

続いて、本開示の一実施形態に係る撮像システムの技術的特徴について以下に説明する。

10

#### 【0069】

##### <3. 1. カメラヘッド及び光源装置の概略構成>

まず、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッド及び光源装置の概略的な構成の一例について説明する。例えば、図4は、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッド及び光源装置の概略的な構成の一例について説明するための説明図である。なお、図4に示す例では、カメラヘッド及び光源装置の構成をよりわかりやすくするために、より簡素な構成の一例として、検査対象者に予め投与された蛍光物質に対して、内視鏡等を用いずに皮膚のうえから励起光を照射し、当該蛍光物質が発する蛍光の蛍光像を撮像する場合に着目して説明する。また、図4に示す例では、本実施形態に係る撮像システムのうち、光源装置143及びカメラヘッド105に着目しており、その他の構成については図示を省略している。なお、内視鏡撮像システムにおいては、内視鏡（鏡筒）のように一部の構成が検査対象者の体腔に挿入される等のように、厳密には異なる部分も存在し得るが、概略的な構成については、図4に示す例と同様である。

20

#### 【0070】

##### (光源装置)

まず、光源装置143の構成の一例について説明する。図4に示すように、本実施形態に係る光源装置143は、可視光波長帯域に属する光（「第1の光」の一例に相当）を照射する可視光光源1431と、近赤外波長帯域に属する光（「第2の光」の一例に相当）を照射する近赤外光光源1433とを有する。

#### 【0071】

可視光光源1431は、可視光波長帯域において連続的に分布する光を照射可能に構成されている。また、可視光光源1431は、可視光波長帯域中の少なくとも1以上の所定の波長位置において強度が所定の閾値以上となるピークを有する光を出射可能に構成されており、かつ、当該1以上の波長位置のうち少なくとも一部の波長位置に対応する光の出力（即ち、強度）を制御可能に構成されている。

30

#### 【0072】

例えば、図5は、本実施形態に係る光源装置から出射される可視光波長帯域に属する光のスペクトルの一例を示しており、可視光光源1431が出射する光のスペクトルに相当する。図5において、横軸は波長を示しており、縦軸は光の強度を相対値で示している。図5に示す例では、可視光光源1431は、可視光波長帯域において連続的に分布する光（「第4の光」の一例に相当）と、R成分、G成分、及びB成分それぞれに対応する波長帯域中の波長位置それぞれにおいて、当該連続的に分布する光よりもより強度の高いピークを有する光（「第3の光」の一例に相当）と、を出射可能に構成されている。

40

#### 【0073】

より具体的には、可視光光源1431は、R成分、G成分、及びB成分それぞれの波長帯域中の波長位置においてピークを有する光を出力可能に構成されたレーザー光源（「RGBレーザー光源」に相当）と、白色光を出力可能に構成されたLED光源（「白色光源」に相当し、以下、「白色LED」とも称する）を含む。なお、以降の説明では、RGBレーザー光源が出射する、R成分、G成分、及びB成分に対応する波長帯域中の波長位置それぞれにおいてピークを有する光のそれぞれを、単に「R成分」、「G成分」、及び

50

「B成分」と称する場合がある。

【0074】

なお、可視光光源1431は、RGBレーザー光源と白色光源（白色LED）とのそれぞれの出力を独立して制御可能に構成されていてもよい。また、RGBレーザー光源は、R成分、G成分、及びB成分のうち、少なくとも一部の成分の出力を、例えば、一時的に減衰させるまたは一時的にオフする等のように、制御可能に構成されている。より具体的には、RGBレーザー光源は、R成分、G成分、及びB成分のうち、少なくとも、所定の蛍光物質（特に、可視光波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質）から発せられる蛍光の波長帯域に含まれる、または、当該蛍光の波長帯域の近傍に位置する波長位置に対応する光の出力を制御可能に構成されている。

10

【0075】

具体的な一例として、RGBレーザー光源は、5ALAやレザフィリン等の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域に含まれる、または、当該蛍光の波長帯域の近傍に位置する波長位置の光として、R成分の出力を制御可能に構成されていてもよい。また、他の一例として、RGBレーザー光源は、フルオレセイン等の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域に含まれる、または、当該蛍光の波長帯域の近傍に位置する波長位置の光として、G成分の出力を制御可能に構成されていてもよい。もちろん、RGBレーザー光源は、R成分、G成分、及びB成分のそれぞれの出力を個別に制御可能に、または、少なくとも2以上の成分について連動するように制御可能に構成されていてもよい。また、RGBレーザー光源は、R成分、G成分、及びB成分のそれぞれの出力が連続的に変化するように制御可能に構成されていてもよいし、当該出力のオン及びオフを切り替え可能に構成されていてもよい。

20

【0076】

近赤外光光源1433は、近赤外波長帯域の光を出射する光源（即ち、「近赤外光光源」）を含み、当該近赤外波長帯域中における少なくとも一部の波長帯域の光を出射可能に構成されている。より具体的には、近赤外光光源1433は、所定の蛍光物質（特に、近赤外波長帯域に属する光により励起される蛍光物質）の励起波長の少なくとも一部の波長帯域を含む、所定の波長帯域の光を出力可能に構成されている。

【0077】

このような構成に基づき、本実施形態に係る撮像システムでは、光源装置143から、可視光波長帯域に属する光と、近赤外波長帯域に属する光と、が撮像対象物に向けて照射される。このとき、図4に示す例では、例えば、可視光波長帯域に属する光は、検査対象者の皮膚の表面で反射し、後述する光学系ユニット1054を介してカメラヘッド105内に入射する。同様に、近赤外波長帯域に属する光のうち、生体の窓に属さない光は、検査対象者の皮膚の表面で反射し、光学系ユニット1054を介してカメラヘッド105内に入射する。

30

【0078】

一方で、近赤外波長帯域に属する光のうち生体の窓に属する光は、検査対象者の皮膚を透過して体内に達し、血管またはリンパ管等のような体内の組織に照射される。このとき、検査対象者の体内に達した光のうち少なくとも一部の波長帯域の成分により、当該検査対象者に予め投与され、かつ一部の組織（例えば、病巣等）に堆積したICG等の蛍光物質が励起され、当該蛍光物質から蛍光が発せられる。蛍光物質から発せられた蛍光（即ち、近赤外波長帯域に属する蛍光）は、検査対象者の皮膚を透過して体外に出射し、光学系ユニット1054を介してカメラヘッド105内に入射する。

40

【0079】

（カメラヘッド及び光学系ユニット）

次いで、カメラヘッド105及び光学系ユニット1054の概略的な構成の一例について説明する。図4に示すように、カメラヘッド105は、分岐光学系201と、フィルタ211及び213と、可視光画像撮像用撮像素子1051と、近赤外光画像撮像用撮像素子1052と、FPGA1053と、を含む。カメラヘッド105は、当該カメラヘッド105内部への入射口の前段に、所定の光学系ユニット1054を装着可能に構成されて

50

いる。また、カメラヘッド105は、当該カメラヘッド105内部への入射口の前段に、ノッチフィルタ1055を装着可能に構成されている。なお、ノッチフィルタ1055は、参照符号1055aとして示すように、光学系ユニット1054の前段に装着されてもよい。また、他の一例として、ノッチフィルタ1055は、参照符号1055bとして示すように、光学系ユニット1054とカメラヘッド105との間に介在するように装着されてもよい。

#### 【0080】

光学系ユニット1054は、外部の光を集光し、集光した光をカメラヘッド105内部に導光するための構成である。光学系ユニット1054は、例えば、レンズ等により構成された結像光学系を含み、集光した光を、当該結像光学系により、カメラヘッド105内部に設けられた可視光画像撮像用撮像素子1051や近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像させる。換言すると、光学系ユニット1054は、外部の光を取り込むことで撮像対象物の像を生成し、生成した像を後段に位置するカメラヘッド105に出力する。また、光学系ユニット1054は、例えば、生成した撮像対象物の像を拡大する拡大光学系を含んでもよい。光学系ユニット1054の具体的な一例としては、例えば、着脱式のレンズユニット、内視鏡における鏡筒、及び顕微鏡における対物レンズ等が挙げられる。

#### 【0081】

ノッチフィルタ1055は、カメラヘッド105の前段に対して着脱可能に構成されており、光学系ユニット1054を介してカメラヘッド105の内部に入射する光のうち、一部の波長帯域の光を阻止する特性を有している。なお、カメラヘッド105または光学系ユニット1054に対して、阻止する波長帯域が互いに異なる複数種類のノッチフィルタ1055が選択的に装着されてもよい。具体的な一例として、使用される蛍光物質に応じて、当該蛍光物質の励起波長のうち少なくとも一部の波長帯域の光を阻止するノッチフィルタ1055が、カメラヘッド105または光学系ユニット1054に装着されてもよい。このような構成とすることで、当該蛍光物質が発する蛍光の蛍光像を撮像する際に、カメラヘッド105内部への当該蛍光物質の励起光の入射をノッチフィルタ1055により阻止することが可能となる。

#### 【0082】

光学系ユニット1054を介してカメラヘッド105内に導光された光は、分岐光学系201に入射する。分岐光学系201は、例えば、内部にダイクロイック膜を有するプリズム等により構成され、入射した光を、可視光波長帯域に属する光と、近赤外波長帯域に属する光と、に分離する（分岐させる）。そして、分岐光学系201は、分離した可視光波長帯域に属する光を、可視光画像撮像用撮像素子1051へと導光し、分離した近赤外波長帯域に属する光については、近赤外光画像撮像用撮像素子1052へと導光する。

#### 【0083】

また、分岐光学系201により分離されて可視光画像撮像用撮像素子1051へと導光される光（即ち、可視光線）の光路中にはフィルタ211が設けられている。フィルタ211は、主に可視光波長帯域に属する光を透過させ、少なくとも近赤外波長帯域に属する光を阻止する特性を有する。また、分岐光学系201により分離されて近赤外光画像撮像用撮像素子1052へと導光される光（即ち、近赤外光線）の光路中にはフィルタ213が設けられている。フィルタ213は、主に近赤外波長帯域のうち所定の蛍光物質（具体的には、ICG等の近赤外波長帯域の蛍光を発する蛍光物質）が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部を含む波長帯域に属する光を透過させ、少なくとも可視光波長帯域に属する光を阻止する特性を有する。

#### 【0084】

なお、ノッチフィルタ1055と、分岐光学系201と、フィルタ211及び213とのそれぞれに対応する構成のより詳細については、具体的な例を挙げて別途後述する。

#### 【0085】

可視光画像撮像用撮像素子1051は、分岐光学系201及びフィルタ211の後段に設けられ、当該分岐光学系201により分離され、かつフィルタ211を透過した可視光

10

20

30

40

50



波長帯域に属する光が結像する撮像素子である。可視光画像撮像用撮像素子 1051 としては、例えば、RGB カラーフィルタを有する CCD や CMOS 等の撮像素子が適用され得る。

#### 【0086】

近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 は、分岐光学系 201 及びフィルタ 213 の後段に設けられ、当該分岐光学系 201 により分離され、かつフィルタ 213 を透過した近赤外波長帯域中の少なくとも一部の波長帯域（換言すると、所定の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部を含む波長帯域）に属する光が結像する撮像素子である。近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 としては、より感度の高い撮像素子が適用されることが望ましく、例えば、カラーフィルタ等が設けられていない CCD や CMOS 等の撮像素子が適用されるとよい。

10

#### 【0087】

FPGA (field-programmable gate array) 1053 は、カメラヘッド 105 の各種動作を制御する制御部に相当し、可視光画像撮像用撮像素子 1051 及び近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 それぞれの撮像結果に基づき撮像対象物の画像を生成する。具体的な一例として、FPGA 1053 は、可視光画像撮像用撮像素子 1051 による撮像結果に基づき、撮像対象物の可視光画像を生成する。また、FPGA 1053 は、近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 による撮像結果に基づき、撮像対象物の近赤外光画像を生成する。なお、ICG のように近赤外波長領域に属する蛍光を発する蛍光物質が使用された場合には、例えば、近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 により生成される近赤外光画像として、当該蛍光物質が発する蛍光の蛍光画像を得ることが可能である。また、FPGA 1053 は、可視光画像撮像用撮像素子 1051 による撮像結果に基づく可視光画像に対して、近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 による撮像結果に基づく近赤外光画像（換言すると、蛍光画像）を重畳させた画像を生成してもよい。

20

#### 【0088】

なお、可視光画像撮像用撮像素子 1051 は、分岐光学系 201 から出射しフィルタ 211 を透過した可視光線の光軸が中央に結像するように配置されていることがより好ましい。また、近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 は、可視光画像撮像用撮像素子 1051 の撮像結果に基づき生成される可視光画像に対する近赤外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、固定位置が決定されることがより好ましい。このような構成により、可視光画像と近赤外光画像（蛍光画像）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のが可能となる。また、他の一例として、上記のような位置調整は行わずに近赤外光画像撮像用撮像素子 1052 の固定位置を決定した上で、部品誤差に起因して発生する可視光画像に対する近赤外光画像（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、近赤外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。

30

#### 【0089】

以上、図 4 及び図 5 を参照して、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッド及び光源装置の概略的な構成の一例について説明した。なお、以降では、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドのより詳細な構成の一例について、2 板式のカメラヘッドとして構成した場合と、3 板式のカメラヘッドとして構成した場合と、のそれぞれについて説明する。

40

#### 【0090】

##### < 3. 2. 2 板式のカメラヘッドの構成例 1 >

まず、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドの構成の一例として、2 板式のカメラヘッドの構成の一例について、特に、入射光が分岐光学系を介して撮像素子に結像するまでの構成に着目して説明する。例えば、図 6 は、本実施形態に係るカメラヘッドの構成の一例を模式的に示した説明図である。なお、以降の説明では、図 6 に示すカメ

50

ラヘッド１０５を明示的に示す場合には、「カメラヘッド１０５a」と称する場合がある。

#### 【００９１】

図６に示すように、カメラヘッド１０５aは、色分解プリズム２０１aと、可視光画像撮像用撮像素子１０５１と、近赤外光画像撮像用撮像素子１０５２と、ノッチフィルタ１０５５と、ショートパスフィルタ２１１と、ロングパスフィルタ２１３とを含む。なお、可視光画像撮像用撮像素子１０５１及び近赤外光画像撮像用撮像素子１０５２については、図４を参照して説明した可視光画像撮像用撮像素子１０５１及び近赤外光画像撮像用撮像素子１０５２と同様の構成のため、詳細な説明は省略する。

#### 【００９２】

色分解プリズム２０１aは、カメラヘッド１０５a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、近赤外波長帯域に属する光と、を分離する光学部材であり、図４に示す分岐光学系２０１の一例に相当する。また、この色分解プリズム２０１aの内部には、可視光波長帯域に属する光と、近赤外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２０３が設けられている。

#### 【００９３】

具体的には、図６に示すように、色分解プリズム２０１aは、第１プリズム２０５と第２プリズム２０７とが、ダイクロイック膜２０３を介して互いに接合されたプリズムである。即ち、第１プリズム２０５と第２プリズム２０７との界面に、ダイクロイック膜２０３が設けられている。

#### 【００９４】

ダイクロイック膜２０３は、色分解プリズム２０１aに入射した、可視光波長帯域に属する光と、近赤外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、近赤外波長帯域に属する光と、を分離する光学膜である。具体的には、ダイクロイック膜２０３は、可視光波長帯域に属する光を反射するとともに、近赤外波長帯域に属する光を透過する特性を有する。なお、ダイクロイック膜２０３の分光特性の詳細については別途後述する。

#### 【００９５】

第１プリズム２０５は、可視光波長帯域に属する光及び近赤外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２０７は、近赤外波長帯域に属する光が導光される近赤外光用光路として機能するプリズムである。

#### 【００９６】

第１プリズム２０５に入射した入射光は、第１プリズム２０５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２０３によって、可視光波長帯域に属する光と、近赤外波長帯域に属する光と、に分離される。

#### 【００９７】

可視光波長帯域に属する光は、ダイクロイック膜２０３によって反射されて、第１プリズム２０５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６に示した位置Aで一度だけ全反射して、第１プリズム２０５の外部へと透過する。これにより、ダイクロイック膜２０３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２０３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２０３を配置することで、F値の明るい光線が第１プリズム２０５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２０３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。

#### 【００９８】

第１プリズム２０５を透過した可視光線は、可視光画像撮像用撮像素子１０５１へと導光される。この際、ダイクロイック膜２０３により分離され、可視光画像撮像用撮像素子

10

20

30

40

50

1051に結像する光の光路中には、ショートパスフィルタ211が設けられている。ショートパスフィルタ211は、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界となる750nmを境界として、当該境界以下の波長の光（即ち、可視光を含む光）を透過させ、当該境界を上回る波長の光（即ち、近赤外光を含む光）を阻止する。このような構成により、第1プリズム205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向上させることが可能となる。

#### 【0099】

一方、ダイクロイック膜203を透過した近赤外波長帯域に属する光は、第2プリズム207に入射して、当該第2プリズム207の内部を直進する。第2プリズム207におけるダイクロイック膜203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207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、近赤外波長帯域に属する光は、第2プリズム207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207の外部に透過する。

#### 【0100】

第2プリズム207を透過した近赤外光線は、近赤外光画像撮像用撮像素子1052へと導光される。この際、ダイクロイック膜203により分離され、近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像する光の光路中には、ロングパスフィルタ213が設けられている。ロングパスフィルタ213は、ショートパスフィルタ211とは逆極性の特性を有する。即ち、ロングパスフィルタ213は、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界となる750nmを境界として、当該境界以上の波長の光（即ち、近赤外光を含む光）を透過させ、当該境界を下回る波長の光（即ち、可視光を含む光）を阻止する。このような構成により、第2プリズム207を透過した近赤外光線に含まれる可視光を除くことが可能となる。

#### 【0101】

なお、本実施形態に係る色分解プリズム201a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201a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。

#### 【0102】

また、ノッチフィルタ1055は、色分解プリズム201aの前段に着脱可能に構成されている。このような構成により、例えば、ノッチフィルタ1055としては、使用される蛍光物質に応じて、当該蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止する特性を有するフィルタを装着することが可能となる。より具体的な一例として、蛍光物質としてICGが使用される場合には、ノッチフィルタ1055として、ICGの励起波長である808nm近傍の光を阻止するフィルタが装着されてもよい。

#### 【0103】

以上、図6を参照して、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドの構成の一例として、2板式のカメラヘッドの構成の一例について、特に、入射光が分岐光学系を介して撮像素子に結像するまでの構成に着目して説明した。なお、図6に説明したカメラヘッドの構成はあくまで一例であり、必ずしも図6に示す例には限定されない。例えば、可視光画像撮像用撮像素子1051と近赤外光画像撮像用撮像素子1052とは、設置位置が逆になっていてもよい。この場合には、例えば、ダイクロイック膜203として、可視光波長帯域に属する光を透過させ、近赤外波長帯域に属する光を反射させる特性を有するダイクロイック膜を適用すればよい。即ち、ダイクロイック膜203の特性は、可視光画像撮像用撮像素子1051及び近赤外光画像撮像用撮像素子1052それぞれ設置される位置の関係に応じて適宜変更してもよい。

#### 【0104】

次いで、図7を参照して、カメラヘッド105aにおけるダイクロイック膜203、ノッチフィルタ1055、ショートパスフィルタ211、及びロングパスフィルタ213の分光特性について説明する。図7は、本実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の一例について説明

するための説明図である。例えば、図7の上側の図には、ダイクロイック膜203、ノッチフィルタ1055、ショートパスフィルタ211、及びロングパスフィルタ213の分光特性が模式的に示されている。図7の上側の図において、横軸は波長を示しており、縦軸はダイクロイック膜や各種フィルタの透過または反射に係る特性を相対値(%)で示している。また、図7の下側の図は、本実施形態に係る光源装置から照射される光のスペクトルを示している。図7の下側の図において、横軸は波長を示しており、縦軸はダイクロイック膜や各種フィルタの透過または反射に係る特性を相対値(%)で示している。なお、図7において、上側の図の横軸の位置と、下側の図の横軸の位置とは対応している。また、本説明では、当該光源装置は、近赤外波長帯域の光として、ICGの励起波長である808nm近傍の光(即ち、ICGの励起光)を照射するものとする。即ち、図7に示す例では、ノッチフィルタ1055として、ICG励起波長である808nm近傍の光を阻止するノッチフィルタが適用されている。

10

#### 【0105】

図7において、ダイクロイック膜特性として示したグラフは、図6に示すダイクロイック膜203が反射する光と、当該ダイクロイック膜203を透過する光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。具体的には、ダイクロイック膜特性として示したグラフの内側はダイクロイック膜203により反射される成分に相当し、当該グラフの外側はダイクロイック膜203を透過する成分に相当する。即ち、ダイクロイック膜203は、350nm~750nmの波長帯域の光の大部分(例えば、90%以上)を反射し、750nmを超える波長帯域の光の大部分(例えば、90%以上)を透過させる特性を有している。

20

#### 【0106】

また、ショートパスフィルタの特性として示したグラフは、図6に示すショートパスフィルタ211を透過する光と、当該ショートパスフィルタ211により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、ショートパスフィルタ211は、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界となる750nmを境界として、当該境界以下の波長の光(即ち、可視光を含む光)を透過させ、当該境界を上回る波長の光(即ち、近赤外光を含む光)を阻止する。このような構成により、例えば、光源装置143の可視光光源1431から出射され、カメラヘッド105a内に導光された可視光波長帯域に属する光を、色分解プリズム201a及びショートパスフィルタ211を介して可視光画像撮像用撮像素子1051に結像させることが可能となる。

30

#### 【0107】

また、ロングパスフィルタの特性として示したグラフは、図6に示すロングパスフィルタ213を透過する光と、当該ロングパスフィルタ213により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、ロングパスフィルタ213は、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界となる750nmを境界として、当該境界以上の波長の光(即ち、近赤外光を含む光)を透過させ、当該境界を下回る波長の光(即ち、可視光を含む光)を阻止する。このような構成により、例えば、光源装置143の近赤外光光源1433から出射され、カメラヘッド105a内に入射した近赤外光波長帯域に属する光を、色分解プリズム201a及びロングパスフィルタ213を介して近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像させることが可能となる。

40

#### 【0108】

一方で、図7に示す例では、ノッチフィルタ1055として、ICGの励起波長である808nm近傍の光を阻止するフィルタが、色分解プリズム201aの前段に装着されている。そのため、カメラヘッド105a内に導光される近赤外波長帯域に属する光のうち、ICGの励起波長である808nm近傍の光については、ノッチフィルタ1055により阻止されることとなる。

#### 【0109】

以上のような構成に基づき、カメラヘッド105aは、例えば、ICGのような蛍光物質が発する近赤外波長帯域に属する蛍光の蛍光像や、5ALA及びレザフィリンのような

50

蛍光物質が発する可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像を撮像することが可能である。

#### 【0110】

具体的な一例として、蛍光物質としてICGを使用する場合に着目する。図7に示すように、ICGが発する蛍光は、近赤外波長帯域に属するため、カメラヘッド105a内に入射した後に、色分解プリズム201a及びロングパスフィルタ213を介して近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像する。また、ICGの励起光については、ノッチフィルタ1055により、カメラヘッド105a内に入射する前に阻止される。このような構成により、近赤外光画像撮像用撮像素子1052による撮像結果に基づき生成された近赤外光画像により、ICGが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能となる。また、蛍光物質としてICGを使用する場合には、可視光画像撮像用撮像素子1051による撮像結果に基づき、撮像対象物の可視光画像を、ICGが発する蛍光の蛍光像とは独立して撮像することが可能である。そのため、この場合には、例えば、撮像対象物の可視光画像に対して、ICGが発する蛍光の蛍光像を重ねさせることも可能である。

10

#### 【0111】

次いで、蛍光物質として5ALAを使用する場合に着目する。図7に示すように、5ALAが発する蛍光は、可視光波長帯域に属するため、カメラヘッド105a内に入射した後に、色分解プリズム201a及びショートパスフィルタ211を介して可視光画像撮像用撮像素子1051に結像する。一方で、5ALAが発する蛍光の波長帯域は、R成分の波長帯域と少なくとも一部が重複する。そのため、5ALAが発する蛍光の蛍光像を撮像する場合には、光源装置143の可視光光源1431から照射される可視光波長帯域に属する光のうち、少なくとも、当該可視光光源1431のRGBレーザー光源から照射されるR成分の出力を制限する（例えば、オフにする）と良い。このような構成及び制御を基に、可視光画像撮像用撮像素子1051による撮像結果に基づき生成された可視光画像により、5ALAが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能となる。

20

#### 【0112】

次いで、蛍光物質としてレザフィリンを使用する場合に着目する。図7に示すように、レザフィリンが発する蛍光は、可視光波長帯域に属するため、カメラヘッド105a内に入射した後に、色分解プリズム201a及びショートパスフィルタ211を介して可視光画像撮像用撮像素子1051に結像する。そのため、可視光画像撮像用撮像素子1051による撮像結果に基づき生成された可視光画像により、レザフィリンが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能である。

30

#### 【0113】

なお、5ALAやレザフィリン等のような可視光波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質の励起光として、R成分の近傍の波長帯域の光（例えば、664nmの波長を有する励起光）を使用する場合には、当該蛍光物質の励起波長に属する光を阻止するノッチフィルタ1055がカメラヘッド105aに装着されてもよい。同様に、レザフィリンの励起光として405nmの波長を有する励起光を使用することも可能である。この場合には、当該励起光（即ち、405nmの波長を有する光）を阻止するノッチフィルタ1055か、もしくは、当該ノッチフィルタ1055に替えてロングパスフィルタがカメラヘッド105aに装着されてもよい。このような構成により、カメラヘッド105a内への当該励起光の入射を阻止することが可能となる。

40

#### 【0114】

以上、図7を参照して、カメラヘッド105aにおけるダイクロイック膜203、ノッチフィルタ1055、ショートパスフィルタ211、及びロングパスフィルタ213の分光特性について説明した。

#### 【0115】

##### <3. 3. 2 板式のカメラヘッドの構成例2>

続いて、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドの構成の他の一例として、図8を参照して、2板式のカメラヘッドの構成の他の一例について、特に、入射光が分岐光学系を介して撮像素子に結像するまでの構成に着目して説明する。図8は、本実施形

50

態に係るカメラヘッドの構成の他の一例を模式的に示した説明図である。なお、以降の説明では、図 8 に示すカメラヘッド 105 を明示的に示す場合には、「カメラヘッド 105 b」と称する場合がある。

#### 【0116】

図 8 に示すように、カメラヘッド 105 b は、色分解プリズム 201 b と、可視光画像撮像用撮像素子 105 1 と、近赤外光画像撮像用撮像素子 105 2 と、ショートパスフィルタ 211 と、バンドパスフィルタ 215 とを含む。なお、色分解プリズム 201 b は、図 6 を参照して説明した色分解プリズム 201 a と同様の構成を有し、図 4 に示す分岐光学系 201 の一例に相当する。即ち、図 8 に示すカメラヘッド 105 b は、図 6 を参照して説明したカメラヘッド 105 a と比べて、ノッチフィルタ 105 5 を有さない点と、ロングパスフィルタ 213 に替えてバンドパスフィルタ 215 を有する点とが異なる。そこで、本説明では、カメラヘッド 105 b の構成について、図 6 に示したカメラヘッド 105 a と異なる部分に着目して説明し、当該カメラヘッド 105 a と同様の構成については詳細な説明は省略する。

#### 【0117】

前述したように、カメラヘッド 105 b は、ダイクロイック膜 203 により分離され、近赤外光画像撮像用撮像素子 105 2 に結像する光の光路中にバンドパスフィルタ 215 が設けられている。バンドパスフィルタ 215 は、近赤外波長帯域中の所定の波長帯域の蛍光を発する蛍光物質の特性にあわせて、当該所定の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。具体的な一例として、ICG が発する蛍光に着目する場合には、バンドパスフィルタ 215 は、ICG が発する蛍光の波長帯域である 820 nm 前後の波長帯域（例えば、820 nm～850 nm の波長帯域）の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有していればよい。

#### 【0118】

このように、カメラヘッド 105 b は、近赤外光画像撮像用撮像素子 105 2 の前段にバンドパスフィルタ 215 が設けられている。そのため、カメラヘッド 105 b は、ICG 等の蛍光物質が発する近赤外波長帯域に属する蛍光に着目する場合において、カメラヘッド 105 a のようにノッチフィルタ 105 5 が設けられなくとも、当該蛍光物質の励起光をバンドパスフィルタ 215 により阻止することが可能となる。なお、図 8 に説明したカメラヘッドの構成はあくまで一例であり、必ずしも図 8 に示す例には限定されない。例えば、可視光画像撮像用撮像素子 105 1 と近赤外光画像撮像用撮像素子 105 2 とは、設置位置が逆になっていてもよい。この場合には、例えば、ダイクロイック膜 203 として、可視光波長帯域に属する光を透過させ、近赤外波長帯域に属する光を反射させる特性を有するダイクロイック膜を適用すればよい。即ち、ダイクロイック膜 203 の特性は、可視光画像撮像用撮像素子 105 1 及び近赤外光画像撮像用撮像素子 105 2 それぞれ設置される位置の関係に応じて適宜変更してもよい。

#### 【0119】

次いで、図 9 を参照して、カメラヘッド 105 b におけるダイクロイック膜 203、ショートパスフィルタ 211、及びバンドパスフィルタ 215 の分光特性について説明する。図 9 は、本実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の他の一例について説明するための説明図である。例えば、図 9 の上側の図には、ダイクロイック膜 203、ショートパスフィルタ 211、及びバンドパスフィルタ 215 の分光特性が模式的に示されている。また、図 9 の下側の図は、本実施形態に係る光源装置から照射される光のスペクトルを示している。なお、図 9 における上側の図と下側の図とのそれぞれにおける横軸及び縦軸は、図 7 に示す例と同様である。また、図 9 に示す例では、図 7 に示す例と同様の光源装置を使用している。そのため、図 9 の下側の図は、図 7 の下側の図と同様である。

#### 【0120】

前述したように、図 8 に示すカメラヘッド 105 b は、ノッチフィルタ 105 5 を有さない点と、ロングパスフィルタ 213 に替えてバンドパスフィルタ 215 を有する点とが

、図6に示すカメラヘッド105aと異なる。換言すると、カメラヘッド105bは、ダイクロイック膜203及びショートパスフィルタ211の特性については、カメラヘッド105aの場合と同様である。そこで、本説明では、主に、ノッチフィルタ1055を有しないことによる影響と、バンドパスフィルタ215の特性と、に着目して説明し、カメラヘッド105aと同様の部分については、詳細な説明は省略する。

#### 【0121】

図9において、ICG専用バンドパスフィルタの特性として示した帯域は、図8に示すバンドパスフィルタ215を透過する光と、当該バンドパスフィルタ215により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、バンドパスフィルタ215は、近赤外波長帯域中の所定の波長帯域の蛍光を発する蛍光物質の特性にあわせて、当該所定の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。そのため、バンドパスフィルタ215は、ICGの使用を想定して設けられた場合には、ICGが発する蛍光の波長帯域である820nm前後の波長帯域（例えば、820nm～850nmの波長帯域）の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。

#### 【0122】

以上のような構成により、蛍光物質としてICGを使用する場合には、ICGが発する蛍光は、カメラヘッド105b内に入射した後に、色分解プリズム201b及びバンドパスフィルタ215を介して近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像する。なお、前述したように、カメラヘッド105bは、ノッチフィルタ1055を有していない。そのため、カメラヘッド105bにおいては、ICGの励起光は、当該カメラヘッド105bの内部に入射し、色分解プリズム201b中を導光されバンドパスフィルタ215に達する。その一方で、近赤外光画像撮像用撮像素子1052の前段にバンドパスフィルタ215が設けられていることで、ICGの励起光は、当該バンドパスフィルタ215により阻止されることとなる。このような構成により、近赤外光画像撮像用撮像素子1052による撮像結果に基づき生成された近赤外光画像により、ICGが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能となる。

#### 【0123】

なお、5ALA及びレザフィリンの蛍光像を観察する場合については、図7を参照して説明したカメラヘッド105aの場合と同様のため、詳細な説明は省略する。一方で、5ALAやレザフィリン等のような可視光波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質の励起光として、R成分の近傍の波長帯域の光（例えば、664nmの波長を有する励起光）を使用する場合には、当該蛍光物質の励起波長に属する光を阻止するノッチフィルタ1055がカメラヘッド105bに装着されてもよい。同様に、レザフィリンの励起光として405nmの波長を有する励起光を使用する場合においても、当該励起光（即ち、405nmの波長を有する光）を阻止するノッチフィルタ1055か、もしくは、当該ノッチフィルタ1055に替えてロングパスフィルタがカメラヘッド105bに装着されてもよい。このような構成により、カメラヘッド105b内への当該励起光の入射を阻止することが可能となる。

#### 【0124】

以上、図9を参照して、カメラヘッド105bにおけるダイクロイック膜203、ショートパスフィルタ211、及びバンドパスフィルタ215の分光特性について説明した。

#### 【0125】

##### <3.4.3 板式のカメラヘッドの構成例>

続いて、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドの構成の他の一例として、3板式のカメラヘッドの構成の一例について、特に、入射光が分岐光学系を介して撮像素子に結像するまでの構成に着目して説明する。例えば、図10は、本実施形態に係るカメラヘッドの構成の他の一例を模式的に示した説明図である。なお、以降の説明では、図10に示すカメラヘッド105を明示的に示す場合には、「カメラヘッド105c」と称する場合がある。

## 【0126】

図10に示すように、カメラヘッド105cは、色分解プリズム201cと、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aと、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bと、近赤外光画像撮像用撮像素子1052と、バンドパスフィルタ233、235、及び237とを含む。

## 【0127】

色分解プリズム201cは、カメラヘッド105c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、近赤外波長帯域に属する光と、を分離したうえで、さらに当該可視光波長帯域に属する光を、R成分を含む長波長帯域に属する光と、G成分及びB成分を含む短波長帯域に属する光とに分離する光学部材である。なお、色分解プリズム201cは、図4に示す分岐光学系201の他の一例に相当する。具体的には、色分解プリズム201cの内部には、ダイクロイック膜223及び225が設けられている。ダイクロイック膜223は、可視光波長帯域に属する光と、近赤外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である。また、ダイクロイック膜225は、当該可視光波長帯域に属する光を、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光と、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光とに分離するためのダイクロイック膜である。

## 【0128】

より具体的には、図10に示すように、色分解プリズム201cは、第1プリズム227と第2プリズム229とが、ダイクロイック膜223を介して互いに接合され、かつ、第2プリズム229と第3プリズム231とが、ダイクロイック膜225を介して互いに接合されたプリズムである。即ち、第1プリズム227と第2プリズム229との界面に、ダイクロイック膜223が設けられている。また、第2プリズム229と第3プリズム231との界面には、ダイクロイック膜225が設けられている。

## 【0129】

ダイクロイック膜223は、色分解プリズム201cに入射した、可視光波長帯域に属する光と、近赤外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、近赤外波長帯域に属する光と、を分離する光学膜である。具体的には、ダイクロイック膜223は、可視光波長帯域に属する光を透過するとともに、近赤外波長帯域に属する光を反射する特性を有する。

## 【0130】

また、ダイクロイック膜225は、ダイクロイック膜223を透過した可視光波長帯域に属する光について、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光と、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光と、を分離する光学膜である。具体的には、ダイクロイック膜225は、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光を反射するとともに、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光を透過する特性を有する。また、他の一例として、ダイクロイック膜225は、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光を透過するとともに、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光を反射する特性を有していてもよい。

## 【0131】

第1プリズム227は、可視光波長帯域に属する光及び近赤外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、近赤外波長帯域に属する光が導光される近赤外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229は、可視光波長帯域に属する光が入射するとともに、当該可視光波長帯域のうちR成分を含む長波長側の波長帯域に属する光が導光される光路として機能するプリズムである。また、第3プリズム231は、可視光波長帯域のうちG成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光が導光される光路として機能するプリズムである。

## 【0132】

第1プリズム227に入射した入射光は、第1プリズム227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223によって、可視光波長帯域に属する光と、近赤外波長帯域に属する光と、に分離される。



## 【0133】

近赤外波長帯域に属する光は、ダイクロイック膜223によって反射されて、第1プリズム227内を導光される。ここで、反射分離された近赤外波長帯域に属する光（すなわち、近赤外光線）は、図10に示した位置Aで一度だけ全反射して、第1プリズム227の外部へと透過する。これにより、ダイクロイック膜223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223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223を配置することで、F値の明るい光線が第1プリズム205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203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

## 【0134】

第1プリズム227を透過した近赤外光線は、近赤外光画像撮像用撮像素子1052へと導光される。この際、ダイクロイック膜223により分離され、近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像する光の光路中には、バンドパスフィルタ233が設けられている。なお、バンドパスフィルタ233の特性は、図8を参照して説明したバンドパスフィルタ215と同様である。即ち、ICGが発する蛍光に着目する場合には、バンドパスフィルタ233は、ICGが発する蛍光の波長帯域である820nm前後の波長帯域（例えば、820nm～850nmの波長帯域）の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有していればよい。このような構成により、ダイクロイック膜214により分離された近赤外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。なお、バンドパスフィルタ233に替えて、図6を参照して説明したロングパスフィルタ213が設けられていてもよく、この場合には、色分解プリズム201cの前段にノッチフィルタ1055が装着されるとよい。

20

## 【0135】

また、ダイクロイック膜223を透過した可視光波長帯域に属する光は、第2プリズム229内に入射する。そして、当該可視光波長帯域に属する光は、当該第2プリズム229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225によって、当該可視光波長帯域のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光と、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光と、に分離される。

30

## 【0136】

R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光は、ダイクロイック膜225によって反射されて、第2プリズム229内を導光される。第2プリズム229におけるダイクロイック膜225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229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いる。そのため、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光は、第2プリズム229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229の外部に透過する。

## 【0137】

第2プリズム229を透過したR成分を含む長波長側の波長帯域に属する光は、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aへと導光される。この際、ダイクロイック膜225により分離され、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結像する光の光路中には、バンドパスフィルタ235が設けられている。バンドパスフィルタ235は、可視光波長帯域中における、R成分を含む長波長側の波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。具体的な一例として、バンドパスフィルタ235は、600nm～750nmの波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有しているとよい。このような構成により、ダイクロイック膜225により分離された光（即ち、ダイクロイック膜225により反射された光）に含まれる、R成分を含む長波長側の波長帯域以外の他の光を除くことが可能となる。

40

## 【0138】

一方、ダイクロイック膜225を透過したG成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域

50

に属する光は、第3プリズム231に入射して、当該第3プリズム231の内部を直進する。第3プリズム231におけるダイクロイック膜225が設けられている側とは逆側の端面（換言すれば、第3プリズム231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いる。そのため、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光は、第3プリズム231の出射面に対して垂直となる状態を維持したまま、第3プリズム231の外部に透過する。

#### 【0139】

第3プリズム231を透過したG成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光は、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bへと導光される。この際、ダイクロイック膜225により分離され、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bに結像する光の光路中には、バンドパスフィルタ237が設けられている。バンドパスフィルタ237は、可視光波長帯域中における、B成分及びG成分を含む短波長側の波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。具体的な一例として、バンドパスフィルタ237は、350nm～600nmの波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有しているとよい。このような構成により、ダイクロイック膜225により分離された光（即ち、ダイクロイック膜225を透過した光）に含まれる、B成分及びG成分を含む短波長側の波長帯域以外の他の光を除くことが可能となる。

#### 【0140】

なお、本実施形態に係る色分解プリズム201c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201c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。

#### 【0141】

第1可視光画像撮像用撮像素子1051aは、色分解プリズム201c及びバンドパスフィルタ235の後段に設けられている。即ち、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aには、色分解プリズム201cにより分離され、かつバンドパスフィルタ235を透過した、可視光波長帯域中における、R成分を含む長波長側の波長帯域の光が結像する。なお、5ALAやレザフィリンの発する蛍光は、可視光波長帯域中における、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する。即ち、5ALAやレザフィリンの発する蛍光についても、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結合することとなる。このような特性から、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aとしては、より感度の高い撮像素子が適用されることが望ましく、例えば、カラーフィルタ等が設けられていないCCDやCMOS等の撮像素子が適用されるとよい。

#### 【0142】

第2可視光画像撮像用撮像素子1051bは、色分解プリズム201c及びバンドパスフィルタ237の後段に設けられている。即ち、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bには、色分解プリズム201cにより分離され、かつバンドパスフィルタ237を透過した、可視光波長帯域中における、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域の光が結像する。第2可視光画像撮像用撮像素子1051bとしては、例えば、RGBカラーフィルタを有するCCDやCMOS等の撮像素子が適用され得る。

#### 【0143】

近赤外光画像撮像用撮像素子1052は、色分解プリズム201c及びバンドパスフィルタ233の後段に設けられている。即ち、近赤外光画像撮像用撮像素子1052には、色分解プリズム201cにより分離され、かつバンドパスフィルタ233を透過した光、即ち、所定の蛍光物質（例えば、ICG）が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光が結像する。このような特性から、近赤外光画像撮像用撮像素子1052としては、より感度の高い撮像素子が適用されることが望ましく、例えば、カラーフィルタ等が設けられていないCCDやCMOS等の撮像素子が適用されるとよい。

#### 【0144】

以上、図10を参照して、本実施形態に係る撮像システムにおけるカメラヘッドの構成の他の一例として、3板式のカメラヘッドの構成の一例について、特に、入射光が分岐光

10

20

30

40

50

学系を介して撮像素子に結像するまでの構成に着目して説明した。

#### 【0145】

次いで、図11を参照して、カメラヘッド105cにおけるダイクロイック膜223及び225と、バンドパスフィルタ233、235、及び237と、のそれぞれの分光特性について説明する。図11は、本実施形態に係るダイクロイック膜及び各種フィルタの分光特性と、光源装置から照射される光のスペクトルと、の関係の他の一例について説明するための説明図である。例えば、図11の上側の図には、ダイクロイック膜223と、バンドパスフィルタ233、235、及び237と、のそれぞれの分光特性が模式的に示されている。なお、図11の上側の図では、図面が煩雑となることを避けるために、ダイクロイック膜225の分光特性については図示を省略している。また、図11の下側の図は、本実施形態に係る光源装置から照射される光のスペクトルを示している。なお、図11における上側の図と下側の図とのそれぞれにおける横軸及び縦軸は、図7に示す例と同様である。また、図11に示す例では、図7に示す例と同様の光源装置を使用している。そのため、図11の下側の図は、図7の下側の図と同様である。

10

#### 【0146】

図11において、ダイクロイック膜特性として示したグラフは、図10に示すダイクロイック膜223が反射する光と、当該ダイクロイック膜223を透過する光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。具体的には、ダイクロイック膜特性として示したグラフの内側はダイクロイック膜223を透過する成分に相当し、当該グラフの外側はダイクロイック膜223により反射される成分に相当する。即ち、ダイクロイック膜223は、350nm～750nmの波長帯域の光の大部分（例えば、90%以上）を透過させ、750nmを超える波長帯域の光の大部分（例えば、90%以上）を反射する特性を有している。

20

#### 【0147】

また、ダイクロイック膜225は、前述したように、可視光波長帯域に属する光のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光を反射し、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光を透過させる。より具体的な一例として、ダイクロイック膜225は、350nm～750nmの波長帯域の光のうち、600nm～750nmの波長帯域の光の大部分（例えば、90%以上）を反射し、350nm～600nmの波長帯域の光の大部分（例えば、90%以上）を透過させる特性を有しているとよい。

30

#### 【0148】

また、図11において、第1バンドパスフィルタ特性として示したグラフは、図10に示すバンドパスフィルタ235を透過する光と、当該バンドパスフィルタ235により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、バンドパスフィルタ235は、例えば、600nm～750nmの波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する。このような構成により、例えば、光源装置143の可視光光源1431から出射され、カメラヘッド105c内に導光された可視光波長帯域に属する光のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域の光を、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結像させることが可能となる。

#### 【0149】

また、図11において、第2バンドパスフィルタ特性として示したグラフは、図10に示すバンドパスフィルタ237を透過する光と、当該バンドパスフィルタ237により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、バンドパスフィルタ237は、例えば、350nm～600nmの波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する。このような構成により、例えば、光源装置143の可視光光源1431から出射され、カメラヘッド105c内に導光された可視光波長帯域に属する光のうち、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域の光を、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bに結像させることが可能となる。

40

#### 【0150】

また、図11において、ICG専用バンドパスフィルタの特性として示した帯域は、図

50

8に示すバンドパスフィルタ233を透過する光と、当該バンドパスフィルタ233により阻止される光と、のそれぞれの波長帯域を模式的に示している。前述したように、バンドパスフィルタ233は、近赤外波長帯域中の所定の波長帯域の蛍光を発する蛍光物質の特性にあわせて、当該所定の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。そのため、バンドパスフィルタ233は、ICGの使用を想定して設けられた場合には、ICGが発する蛍光の波長帯域である820nm前後の波長帯域（例えば、820nm～850nmの波長帯域）の光を透過し、その他の波長帯域の光を阻止する特性を有する。

#### 【0151】

以上のような構成に基づき、カメラヘッド105cは、例えば、ICGのような蛍光物質が発する近赤外波長帯域に属する蛍光の蛍光像や、5ALA及びレザフィリンのような蛍光物質が発する可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像を撮像することが可能である。

#### 【0152】

具体的な一例として、蛍光物質としてICGを使用する場合に着目する。ICGが発する蛍光は、近赤外波長帯域に属するため、カメラヘッド105c内に入射した後に、色分解プリズム201c及びバンドパスフィルタ233を介して近赤外光画像撮像用撮像素子1052に結像する。なお、カメラヘッド105cは、図8を参照して説明したカメラヘッド105bと同様に、ノッチフィルタ1055を有していない。そのため、カメラヘッド105cにおいては、ICGの励起光は、当該カメラヘッド105cの内部に入射し、色分解プリズム201c中を導光されバンドパスフィルタ233に達する。その一方で、近赤外光画像撮像用撮像素子1052の前段にバンドパスフィルタ233が設けられていることで、ICGの励起光は、当該バンドパスフィルタ233により阻止されることとなる。このような構成により、近赤外光画像撮像用撮像素子1052による撮像結果に基づき生成された近赤外光画像により、ICGが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能となる。

#### 【0153】

次いで、蛍光物質として5ALAを使用する場合に着目する。図11に示すように、5ALAが発する蛍光は、可視光波長帯域のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する。そのため、5ALAが発する蛍光は、カメラヘッド105c内に入射した後に、色分解プリズム201a及びバンドパスフィルタ235を介して第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結像する。また、5ALAが発する蛍光の蛍光像を撮像する場合には、光源装置143の可視光光源1431が照射される可視光波長帯域に属する光のうち、少なくとも、当該可視光光源1431のRGBレーザー光源から照射されるR成分の出力を制限する（例えば、オフにする）と良い。このような構成及び制御を基に、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aによる撮像結果に基づき生成された可視光画像により、5ALAが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能となる。

#### 【0154】

次いで、蛍光物質としてレザフィリンを使用する場合に着目する。図11に示すように、レザフィリンが発する蛍光は、可視光波長帯域のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する。そのため、レザフィリンが発する蛍光は、カメラヘッド105c内に入射した後に、色分解プリズム201a及びバンドパスフィルタ235を介して第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結像する。そのため、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aによる撮像結果に基づき生成された可視光画像により、レザフィリンが発する蛍光の蛍光像を観察することが可能である。

#### 【0155】

なお、5ALAやレザフィリン等のような可視光波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質の励起光として、R成分の近傍の波長帯域の光（例えば、664nmの波長を有する励起光）を使用する場合には、当該蛍光物質の励起波長に属する光を阻止するノッチフィルタ1055がカメラヘッド105cに装着されてもよい。同様に、レザフィリンの励起光として405nmの波長を有する励起光を使用する場合においても、当該励起光（即ち、

405nmの波長を有する光)を阻止するノッチフィルタ1055か、もしくは、当該ノッチフィルタ1055に替えてロングパスフィルタがカメラヘッド105cに装着されてもよい。このような構成により、カメラヘッド105c内への当該励起光の入射を阻止することが可能となる。

#### 【0156】

次いで、カメラヘッド105cを利用して、撮像対象物の可視光画像を観察する場合について説明する。前述したように、カメラヘッド105cでは、可視光波長帯域に属する光のうち、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光は、第1可視光画像撮像用撮像素子1051aに結像し、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光については、第2可視光画像撮像用撮像素子1051bに結像する。そのため、例えば、カメラヘッド105cは、第1可視光画像撮像用撮像素子1051a及び第2可視光画像撮像用撮像素子1051bそれぞれによる撮像結果に基づく画像を合成することで、撮像対象物の可視光画像を生成してもよい。

10

#### 【0157】

以上のように、3板式のカメラヘッド105cにおいては、可視光波長帯域に属する光を、R成分を含む長波長側の波長帯域に属する光と、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光と、に分けて、それぞれを互いに異なる撮像素子に結像させる。このような構成により、カメラヘッド105cは、例えば、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光に基づく撮像対象物の画像に対して、5ALAやレザフィリン等の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像を重畳させることが可能となる。また、カメラヘッド105cは、5ALAやレザフィリン等の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像と、G成分及びB成分を含む短波長側の波長帯域に属する光に基づく撮像対象物の画像とのそれぞれに対して、互いに異なる画像処理を施すことも可能となる。

20

#### 【0158】

以上、図11を参照して、カメラヘッド105cにおけるダイクロイック膜223及び225と、バンドパスフィルタ233、235、及び237と、のそれぞれの分光特性について説明した。

#### 【0159】

##### <3.5. 作用効果>

続いて、図12を参照して、本実施形態に係る撮像システムを適用することにより得られる作用効果について説明する。図12は、本実施形態に係るカメラヘッドの特性について説明するための説明図であり、内視鏡撮像システム等のカメラヘッドに適用されている撮像素子の波長ごとの感度特性と、当該撮像素子に適用されているカラーフィルタの分光透過特性と、の一例を示している。図12において、横軸は波長を示しており、縦軸は撮像素子の波長ごとの感度特性と、各種フィルタの分光透過特性と、を相対値(%)で示している。なお、図12に示す例では、撮像素子の感度特性として、所謂CMOSセンサの波長ごとの感度特性の一例を示している。また、図12に示す例では、カラーフィルタの特性として、赤色フィルタ、緑色フィルタ、及び青色フィルタのそれぞれについて分光透過特性の一例を示している。

30

#### 【0160】

また、既存のカメラヘッドのうち、撮像対象物の可視光画像を撮像可能なカメラヘッドにおいては、当該可視光画像の色再現性を向上させるために、可視光波長帯域に属する光が結像する撮像素子の前段に、赤外光をカットするIRカットフィルタが設けられている場合がある。このような点を踏まえ、本実施形態に係る撮像システムを適用することで得られる作用効果をよりわかりやすくするために、図12に示す例では、参考として、IRカットフィルタの分光透過特性の一例についてもあわせて提示している。なお、当該IRカットフィルタとしては、例えば、HOYA株式会社製C5000等が利用されている。

#### 【0161】

前述したように、可視光波長帯域の蛍光を発する蛍光物質のうち、5ALAは、635nm前後の可視光領域(特に、R成分の波長帯域)の蛍光を発する。また、レザフィリン

40

50

は、670nm～730nmの波長帯域の近傍の蛍光、即ち、可視光領域（特に、近赤外領域の近傍）～近赤外領域の蛍光を発する。そのため、5ALAやレザフィリンの発する蛍光の蛍光像を撮像する場合には、可視光波長帯域に属する光が結像する撮像素子により当該蛍光像を撮像することとなる。

#### 【0162】

一方で、図12に示すように、一般的にはIRカットフィルタは、可視光波長帯域のうちR成分を含む長波長側の波長帯域においては透過率が低下する傾向にある。そのため、例えば、5ALAが発する蛍光の波長である635nm前後の波長位置においては、IRカットフィルタの透過率は40%程度まで低下する。また、レザフィリンが発する蛍光の波長である670nm～730nmの波長位置においては、IRカットフィルタの透過率は20%程度から数%程度まで低下する。各蛍光物質が発する蛍光は、撮像対象物で反射してカメラヘッド内に入射する可視光線や当該蛍光物質の励起光等の他の光に比べて、光の強度が弱い傾向にある。そのため、撮像素子の前段にIRカットフィルタが設けられている構成の場合には、5ALAやレザフィリンの発する可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像を鮮明に撮像することが困難であった。

#### 【0163】

これに対して、本実施形態に係るカメラヘッドにおいては、例えば、図6～図11を参照して説明したように、可視光波長帯域に属する光を撮像する撮像素子の前段にはIRカットフィルタが設けられておらず、替わりにショートパスフィルタやバンドパスフィルタが設けられている。即ち、本実施形態に係るカメラヘッドにおいては、5ALAやレザフィリンの発する蛍光が撮像素子に結像する際に、当該撮像素子に導光される当該蛍光がIRカットフィルタにより制限されるといった事態の発生を防止することが可能となる。そのため、本実施形態に係るカメラヘッドに依れば、可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像を撮像する場合においても、当該カメラヘッド（特に、撮像素子）の性能をより活かすことが可能となるため、より鮮明な蛍光像を撮像することが可能となる。

#### 【0164】

以上、図12を参照して、本実施形態に係る撮像システムを適用することにより得られる作用効果の一例について説明した。

#### 【0165】

<<4. ハードウェア構成の一例>>

続いて、図13を参照しながら、前述した内視鏡撮像システム（即ち、内視鏡手術システム）におけるCCUのように、各種処理を実行する所謂情報処理装置のハードウェア構成の一例について、詳細に説明する。図13は、本開示の一実施形態に係る内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置のハードウェア構成の一構成例を示す機能ブロック図である。

#### 【0166】

本実施形態に係る内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置900は、主に、CPU901と、ROM903と、RAM905と、を備える。また、情報処理装置900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。

#### 【0167】

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、情報処理装置900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。

#### 【0168】

10

20

30

40

50

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。また、外部バス911には、インターフェース913を介して、入力装置915、出力装置917、ストレージ装置919、ドライブ921、接続ポート923及び通信装置925が接続される。

#### 【0169】

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、レバー及びペダル等、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、情報処理装置900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。情報処理装置900のユーザは、この入力装置915を操作することにより、情報処理装置900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。

10

#### 【0170】

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等の表示装置や、スピーカ及びヘッドホン等の音声出力装置や、プリンタ装置等がある。出力装置917は、例えば、情報処理装置900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、情報処理装置900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。

20

#### 【0171】

ストレージ装置919は、情報処理装置900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等を格納する。

30

#### 【0172】

ドライブ921は、記録媒体用リーダライタであり、情報処理装置900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メディア又は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) (CF: Compact Flash)、フラッシュメモリ又はSDメモ리카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。

40

#### 【0173】

接続ポート923は、情報処理装置900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 (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface) ポート等がある。この接続ポート923

50

に外部接続機器 929 を接続することで、情報処理装置 900 は、外部接続機器 929 から直接各種のデータを取得したり、外部接続機器 929 に各種のデータを提供したりする。

#### 【0174】

通信装置 925 は、例えば、通信網（ネットワーク）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、有線若しくは無線 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、光通信用のルータ、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。

10

#### 【0175】

以上、本開示の実施形態に係る内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置 900 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。なお、図 13 では図示しないが、内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置 900 に対応する各種の構成を当然備える。

20

#### 【0176】

なお、上述のような本実施形態に係る内視鏡撮像システムを構成する情報処理装置 900 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。また、当該コンピュータプログラムを実行させるコンピュータの数は特に限定されない。例えば、当該コンピュータプログラムを、複数のコンピュータ（例えば、複数のサーバ等）が互いに連携して実行してもよい。

30

#### 【0177】

##### << 5. 応用例 >>

続いて、本開示の一実施形態に係る撮像システムの応用例として、当該撮像システムを、顕微鏡ユニットを備えた顕微鏡撮像システムとして構成した場合の一例について説明する。

#### 【0178】

例えば、図 14 は、本開示の一実施形態に係る撮像システムの応用例について説明するための説明図であり、顕微鏡撮像システムの概略的な構成の一例について示している。具体的には、図 14 には、本開示の一実施形態に係る顕微鏡撮像システムが用いられる場合の一適用例として、アームを備えた手術用ビデオ顕微鏡装置が用いられる場合の一例について示されている。

40

#### 【0179】

例えば、図 14 は、手術用ビデオ顕微鏡装置を用いた施術の様子を模式的に表している。具体的には、図 14 を参照すると、施術者（ユーザ）520 である医師が、例えばメス、鑷子、鉗子等の手術用の器具 521 を使用して、施術台 530 上の施術対象（患者）540 に対して手術を行っている様子が図示されている。なお、以下の説明においては、施術とは、手術や検査等、ユーザ 520 である医師が施術対象 540 である患者に対して行う各種の医療的な処置の総称であるものとする。また、図 14 に示す例では、施術の一例

50



として手術の様子を図示しているが、手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 が用いられる施術は手術に限定されず、他の各種の施術であってもよい。

#### 【0 1 8 0】

施術台 5 3 0 の脇には手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 が設けられる。手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 は、基台であるベース部 5 1 1 と、ベース部 5 1 1 から延伸するアーム部 5 1 2 と、アーム部 5 1 2 の先端に先端ユニットとして接続される撮像ユニット 5 1 5 とを備える。アーム部 5 1 2 は、複数の関節部 5 1 3 a、5 1 3 b、5 1 3 c と、関節部 5 1 3 a、5 1 3 b によって連結される複数のリンク 5 1 4 a、5 1 4 b と、アーム部 5 1 2 の先端に設けられる撮像ユニット 5 1 5 を有する。図 1 4 に示す例では、簡単のため、アーム部 5 1 2 は 3 つの関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c 及び 2 つのリンク 5 1 4 a、5 1 4 b を有しているが、実際には、アーム部 5 1 2 及び撮像ユニット 5 1 5 の位置及び姿勢の自由度を考慮して、所望の自由度を実現するように関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c 及びリンク 5 1 4 a、5 1 4 b の数や形状、関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c の駆動軸の方向等が適宜設定されてもよい。

10

#### 【0 1 8 1】

関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c は、リンク 5 1 4 a、5 1 4 b を互いに回動可能に連結する機能を有し、関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c の回転が駆動されることにより、アーム部 5 1 2 の駆動が制御される。ここで、以下の説明においては、手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 の各構成部材の位置とは、駆動制御のために規定している空間における位置（座標）を意味し、各構成部材の姿勢とは、駆動制御のために規定している空間における任意の軸に対する向き（角度）を意味する。また、以下の説明では、アーム部 5 1 2 の駆動（又は駆動制御）とは、関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c の駆動（又は駆動制御）、及び、関節部 5 1 3 a ~ 5 1 3 c の駆動（又は駆動制御）を行うことによりアーム部 5 1 2 の各構成部材の位置及び姿勢が変化される（変化が制御される）ことをいう。

20

#### 【0 1 8 2】

アーム部 5 1 2 の先端には、先端ユニットとして撮像ユニット 5 1 5 が接続されている。撮像ユニット 5 1 5 は、撮像対象物の画像を取得するユニットであり、例えば動画や静止画を撮像できるカメラ等である。図 1 4 に示すように、アーム部 5 1 2 の先端に設けられた撮像ユニット 5 1 5 が施術対象 5 4 0 の施術部位の様子を撮像するように、手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 によってアーム部 5 1 2 及び撮像ユニット 5 1 5 の姿勢や位置が制御される。なお、アーム部 5 1 2 の先端に先端ユニットとして接続される撮像ユニット 5 1 5 の構成は特に限定されず、例えば、撮像ユニット 5 1 5 は、撮像対象物の拡大像を取得する顕微鏡として構成されている。また、撮像ユニット 5 1 5 は、当該アーム部 5 1 2 に対して着脱可能に構成されていてもよい。このような構成により、例えば、利用用途に応じた撮像ユニット 5 1 5 が、アーム部 5 1 2 の先端に先端ユニットとして適宜接続されてもよい。なお、本説明では、先端ユニットとして撮像ユニット 5 1 5 が適用されている場合に着目して説明するが、アーム部 5 1 2 の先端に接続される先端ユニットは、必ずしも撮像ユニット 5 1 5 に限定されない。

30

#### 【0 1 8 3】

また、ユーザ 5 2 0 と対向する位置には、モニタやディスプレイ等の表示装置 5 5 0 が設置される。撮像ユニット 5 1 5 によって撮像された施術部位の画像は、表示装置 5 5 0 の表示画面に電子画像として表示される。ユーザ 5 2 0 は、表示装置 5 5 0 の表示画面に表示される施術部位の電子画像を見ながら各種の処置を行う。

40

#### 【0 1 8 4】

以上のような構成により、手術用ビデオ顕微鏡装置 5 1 0 によって施術部位の撮像を行いながら手術を行うことが可能となる。

#### 【0 1 8 5】

<< 6. むすび >>

以上、説明したように、本実施形態に係る撮像システムは、複数種類の蛍光物質それぞれについて、当該蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む光を、所

50

定の撮像対象物に対して照射する光源装置を備える。当該複数種類の蛍光物質としては、例えば、近赤外波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質（例えば、ICG等）や、可視光波長帯域に属する蛍光を発する蛍光物質（例えば、5ALA、レザフィリン、フルオレセイン等）が挙げられる。また、本実施形態に係る撮像システムは、内視鏡ユニットや顕微鏡ユニット等のような所定の光学系ユニットにより取得された像を撮像する撮像装置（例えば、カメラヘッド）を備える。当該撮像装置は、可視光波長帯域に属する光と、近赤外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分岐光学系（例えば、色分解プリズム201a～201c等）を備える。また、当該撮像装置は、当該分岐光学系の後段に設けられた、当該ダイクロイック膜により分離された近赤外波長帯域に属する光が結像する第1の撮像素子（例えば、近赤外光画像撮像用撮像素子1052）と、当該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第2の撮像素子（例えば、可視光画像撮像用撮像素子1051）と、を有する。このような構成の基で、本実施形態に係る撮像システムは、ICG等が発する近赤外波長帯域に属する蛍光の蛍光像については第1の撮像素子側で撮像し、5ALA、レザフィリン、フルオレセイン等が発する可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像については第2の撮像素子側で撮像する。

10

#### 【0186】

以上のような構成により、本実施形態に係る撮像システムは、複数種類の蛍光物質が選択的に使用されるような状況下においても、使用される蛍光物質に応じた蛍光像をより好適な態様で撮像することが可能となる。

#### 【0187】

また、前述したように、本実施形態に係る撮像システムに適用される撮像装置は、可視光波長帯域に属する光を撮像する第2の撮像素子の前段にはIRカットフィルタが設けられておらず、代わりにショートパスフィルタやバンドパスフィルタが設けられている。このような構成により、5ALAやレザフィリンが発する可視光波長帯域（特に、長波長側の波長帯域）に属する蛍光が第2の撮像素子に結像する際に、当該第2の撮像素子に導光される当該蛍光がIRカットフィルタにより制限されるといった事態の発生を防止することが可能となる。即ち、本実施形態に係る撮像システムに依れば、可視光波長帯域に属する蛍光の蛍光像を撮像する場合においても、第2の撮像装置（特に、撮像素子）の性能をより活かすことが可能となるため、より鮮明な蛍光像を撮像することが可能となる。

20

#### 【0188】

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。

30

#### 【0189】

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、また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。

#### 【0190】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

40

#### (1)

近赤外波長帯域に属する蛍光を発する第1の蛍光物質と、可視光波長帯域に属する蛍光を発する第2の蛍光物質と、を含む複数種類の蛍光物質それぞれについて、当該蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む光を、所定の撮像対象物に対して照射する光源装置と、

所定の光学系ユニットにより取得された像を撮像する撮像装置と、

を備え、

前記撮像装置は、

前記可視光波長帯域に属する光と、前記近赤外波長帯域に属する光と、を分離するダイ

50

クロイック膜を有する分岐光学系と、

前記分岐光学系の後段に設けられ、前記ダイクロイック膜により分離された前記近赤外波長帯域に属する光が結像する第１の撮像素子と、

前記分岐光学系の後段に設けられ、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のうち少なくとも一部が結像する第２の撮像素子と、

を有し、

前記第１の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第１の撮像素子により撮像され、

前記第２の蛍光物質が発する蛍光の蛍光像は、前記第２の撮像素子により撮像される、撮像システム。

(２)

前記撮像装置は、前記ダイクロイック膜により分離され前記第２の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、可視光波長帯域と近赤外波長帯域との境界に対応する波長以下の波長を有する光を透過させるショートパスフィルタを有する、前記(１)に記載の撮像システム。

(３)

前記撮像装置は、

前記分岐光学系の前段に設けられ、前記第１の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止するノッチフィルタと、

前記ダイクロイック膜により分離され前記第１の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記境界に対応する波長以上の波長を有する光を透過させるロングパスフィルタと

を有する、前記(２)に記載の撮像システム。

(４)

前記撮像装置は、前記ダイクロイック膜により分離され前記第１の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第１の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、かつ、当該第１の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止するバンドパスフィルタを有する、前記(２)に記載の撮像システム。

(５)

前記分岐光学系は、前記ダイクロイック膜である第１の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、前記第２の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域を含む第１の波長帯域に属する光と、前記第１の波長帯域とは異なる第２の波長帯域に属する光と、に分離する第２のダイクロイック膜を有し、

前記第２の撮像素子は、前記第１のダイクロイック膜に分離された前記可視光波長帯域に属する光のうち、前記第２のダイクロイック膜により分離された第１の波長帯域に属する光が結像し、

前記撮像装置は、

前記第１のダイクロイック膜に分離された前記可視光波長帯域に属する光のうち、前記第２のダイクロイック膜により分離された第２の波長帯域に属する光が結像する第３の撮像素子と、

前記第１のダイクロイック膜により分離され前記第１の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第１の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過し、かつ、当該第１の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の光を阻止する第１のバンドパスフィルタと、

前記第２のダイクロイック膜により分離され前記第２の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第１の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する第２のバンドパスフィルタと、

前記第２のダイクロイック膜により分離され前記第３の撮像素子に結像する光の光路中に配設され、前記第２の波長帯域の少なくとも一部の波長帯域の光を透過する第３のバンドパスフィルタと、

を有する、

10

20

30

40

50

前記（１）に記載の撮像システム。

（６）

前記第１の波長帯域は、前記可視光波長帯域のうち、Ｒ成分の波長帯域を含む長波長側の波長帯域であり、

前記第２の波長帯域は、前記可視光波長帯域のうち、Ｇ成分及びＢ成分の波長帯域を含む短波長側の波長帯域である、

前記（５）に記載の撮像システム。

（７）

前記光源装置は、

前記可視光波長帯域において連続的に分布し、かつ、所定の波長位置において所定の閾値以上のピークを有する第１の光と、

前記近赤外波長帯域のうちの、前記第１の蛍光物質の励起波長の少なくとも一部の波長帯域の成分を含む第２の光と、

を照射する、

前記（１）～（６）のいずれか一項に記載の撮像システム。

（８）

前記光源装置は、

複数の波長位置において前記ピークを有する前記第１の光を照射する第１の光源部と、

前記第２の光を照射する第２の光源部と、

を含み、

前記第１の光源部は、前記複数の波長位置のうち、少なくとも、前記第２の蛍光物質が発する蛍光の波長帯域に含まれる、または、当該波長帯域のより近傍に位置する前記波長位置に対応する光の出力を制御可能に構成されている、

前記（７）に記載の撮像システム。

（９）

前記第１の光は、Ｒ成分、Ｇ成分、及びＢ成分それぞれに対応する波長位置において前記ピークを有し、

前記第１の光源部は、前記第１の光のうち、少なくとも、前記Ｒ成分に対応する光の出力を制御可能に構成されている、

前記（８）に記載の撮像システム。

（１０）

前記第１の光源部は、レーザー光源である、前記（８）または（９）に記載の撮像システム。

（１１）

前記光学系ユニットとして、被検体の体腔内に挿入される鏡筒を含む内視鏡部を備える、前記（１）～（１０）のいずれか一項に記載の撮像システム。

（１２）

前記光学系ユニットとして、前記撮像対象物の拡大像を取得する顕微鏡部を備える、前記（１）～（１０）のいずれか一項に記載の撮像システム。

【符号の説明】

【０１９１】

１００ 内視鏡手術システム

１０１ 内視鏡

１０３ 鏡筒

１０５ カメラヘッド

１０５１ 可視光画像撮像用撮像素子

１０５２ 近赤外光画像撮像用撮像素子

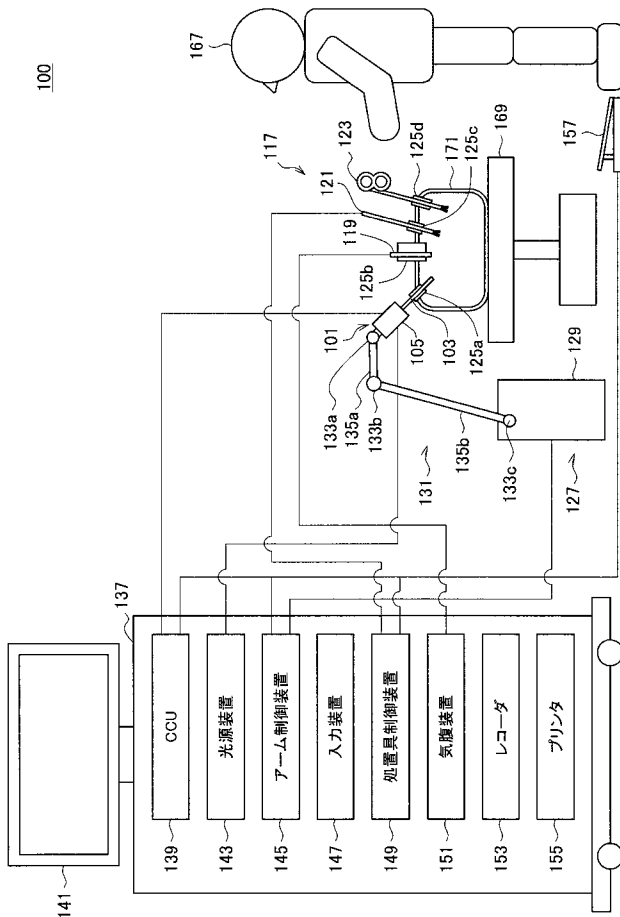
１０５３ ＦＰＧＡ

１０５４ 光学系ユニット

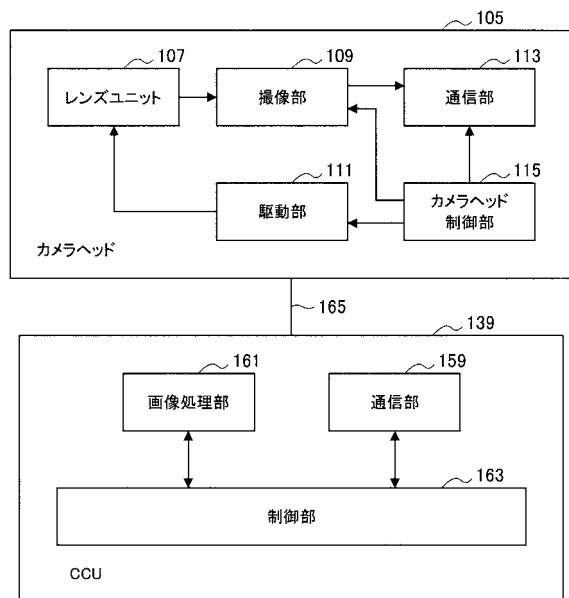
１０５５ ノッチフィルタ

- |         |            |
|---------|------------|
| 1 4 3   | 光源装置       |
| 1 4 3 1 | 可視光光源      |
| 1 4 3 3 | 近赤外光光源     |
| 2 0 1   | 分岐光学系      |
| 2 0 3   | ダイクロイック膜   |
| 2 0 5   | 第 1 プリズム   |
| 2 0 7   | 第 2 プリズム   |
| 2 1 1   | ショートパスフィルタ |
| 2 1 3   | ロングパスフィルタ  |
| 2 1 5   | バンドパスフィルタ  |

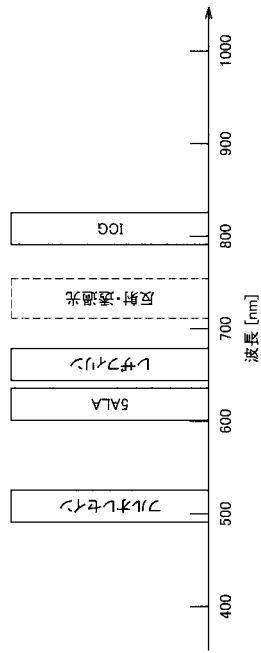
【図 1】



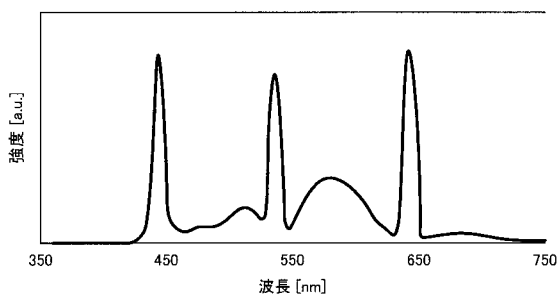
【図 2】



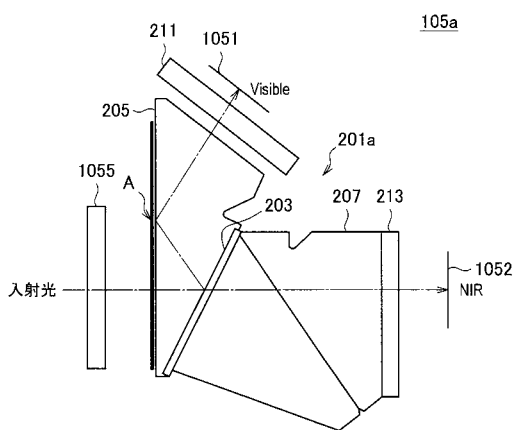
【図 3】



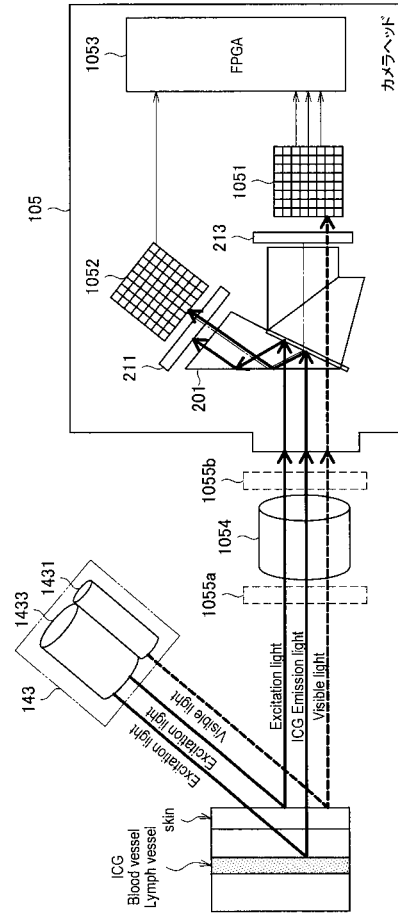
【図 5】



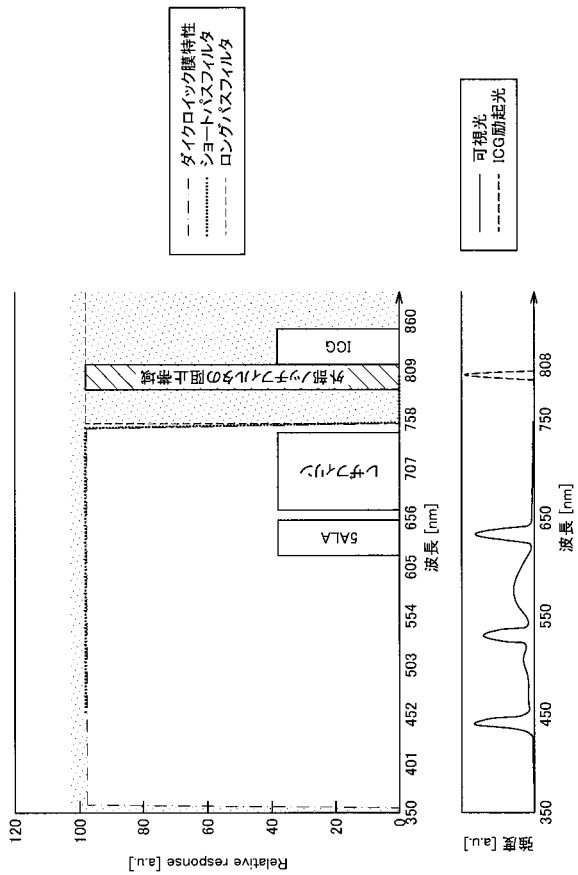
【図 6】



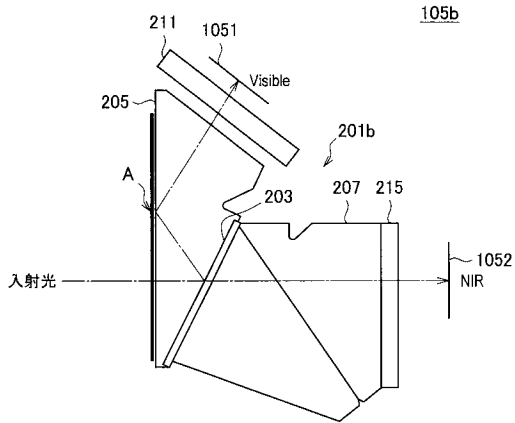
【図 4】



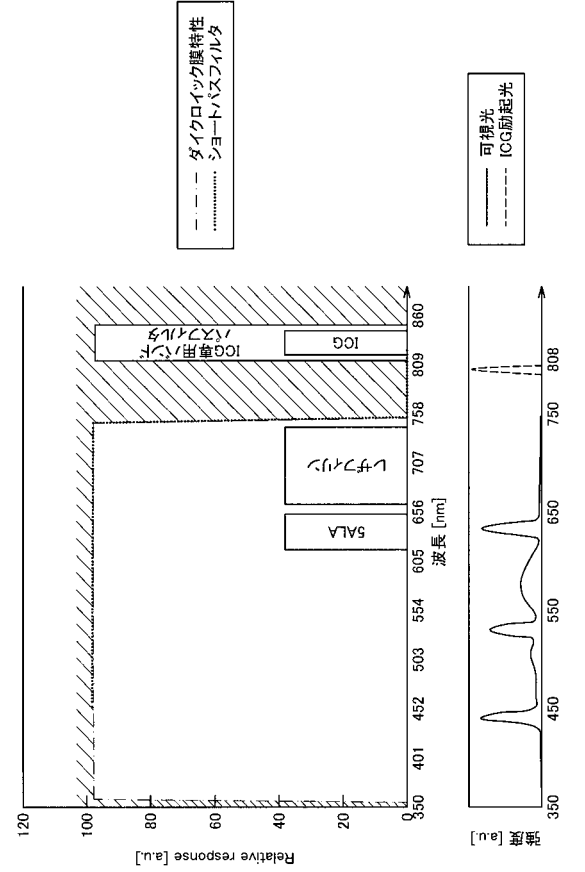
【図 7】



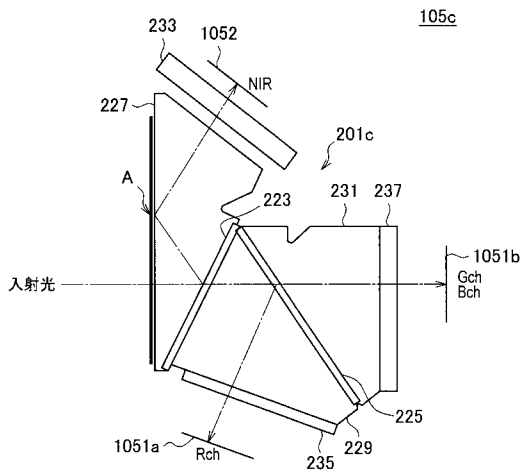
【図 8】



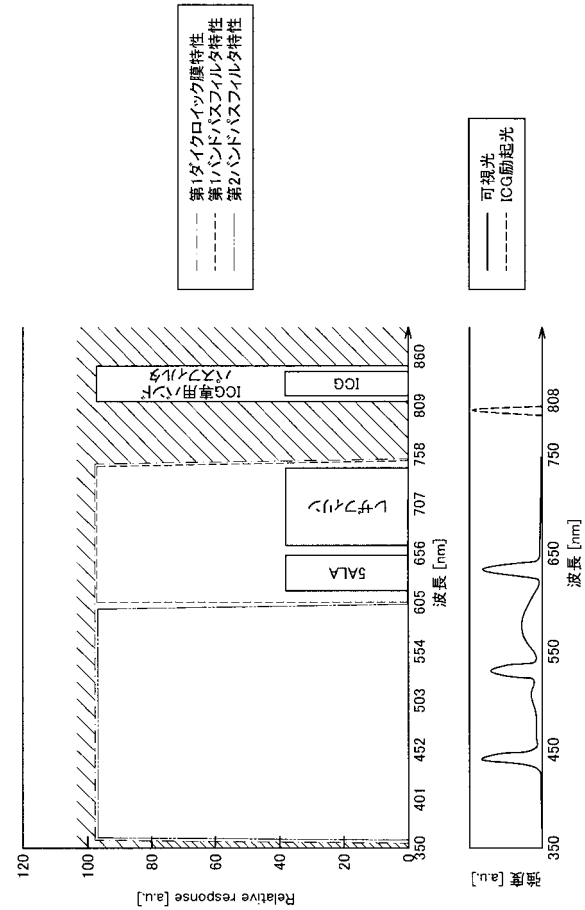
【図 9】



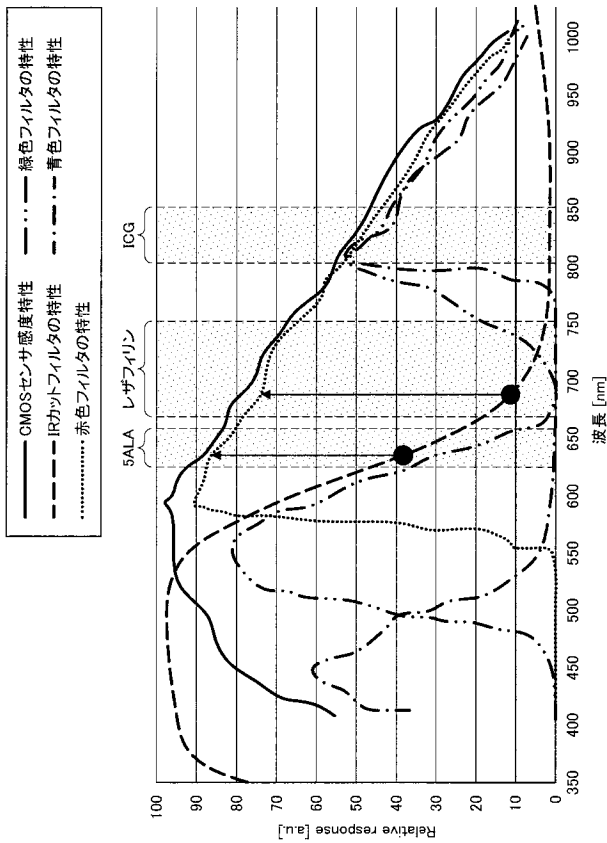
【図 10】



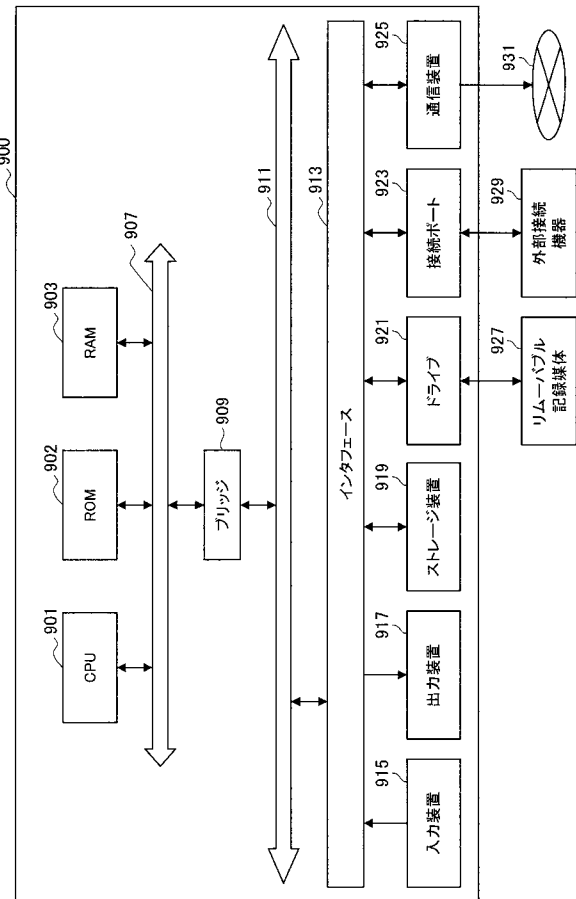
【図 11】



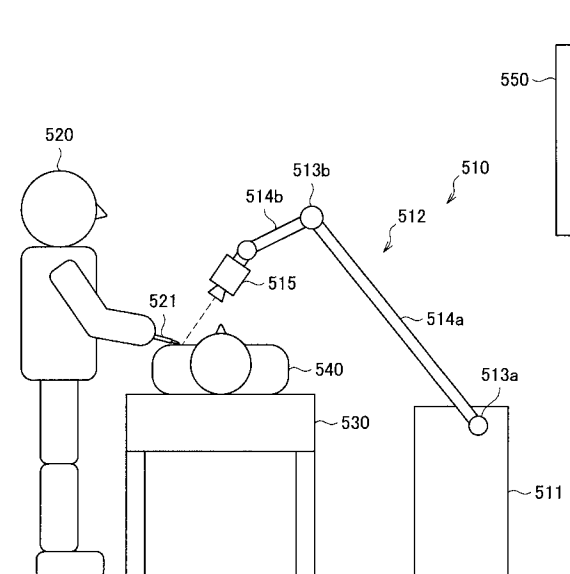
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】





---

フロントページの続き

|                                |  |               |   |             |
|--------------------------------|--|---------------|---|-------------|
| (51)Int.Cl.                    |  | F I           |   | テーマコード (参考) |
| <b>G 0 1 N 21/64 (2006.01)</b> |  | G 0 1 N 21/64 | F |             |
|                                |  | G 0 1 N 21/64 | E |             |

(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

(72)発明者 北 裕一郎  
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニーグローバルマニュファクチャリング&オペレーションズ株式会社内

Fターム(参考) 2G043 AA03 BA16 CA05 DA02 EA01 FA01 FA02 GA06 GB21 HA02  
HA05 HA09 JA02 JA03 KA01 KA02 KA05 KA09 LA03 NA06  
2H040 CA04 CA11 DA02 GA02 GA05 GA11  
2H052 AA09 AC33 AC34 AF14  
4C161 CC03 CC06 DD01 LL01 MM04 MM05 QQ03 QQ07

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 成像系统                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2018027272A</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 公开(公告)日 | 2018-02-22 |
| 申请号            | JP2016161544                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 申请日     | 2016-08-19 |
| [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         | 池永祐一郎<br>長江聡史<br>北裕一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| 发明人            | 池永 祐一郎<br>長江 聡史<br>北 裕一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| IPC分类号         | A61B1/00 A61B1/06 G02B23/24 G02B21/00 A61B90/20 G01N21/64                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |
| FI分类号          | A61B1/00.300.D A61B1/06.B G02B23/24.B G02B21/00 A61B90/20 G01N21/64.F G01N21/64.E A61B1/00.511 A61B1/00.731                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| F-TERM分类号      | 2G043/AA03 2G043/BA16 2G043/CA05 2G043/DA02 2G043/EA01 2G043/FA01 2G043/FA02 2G043/GA06 2G043/GB21 2G043/HA02 2G043/HA05 2G043/HA09 2G043/JA02 2G043/JA03 2G043/KA01 2G043/KA02 2G043/KA05 2G043/KA09 2G043/LA03 2G043/NA06 2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/DA02 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 2H052/AA09 2H052/AC33 2H052/AC34 2H052/AF14 4C161/CC03 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/LL01 4C161/MM04 4C161/MM05 4C161/QQ03 4C161/QQ07 |         |            |
| 代理人(译)         | 松本 一骑                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
| 其他公开文献         | JP2018027272A5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |            |

#### 摘要(译)

多个即使在情形种荧光材料的有选择地使用，以允许成像在一个更优选的实施方案中对应于所使用的荧光材料的荧光图像。发出荧光属于可见光波长带，对于每个的多种类型的荧光材料，包括激发波长的第一荧光物质，其发射属于近红外波长波段的荧光，和第二荧光材料用于照射包括波长带的至少一部分的部件的光，其包括光学系统单元的光源装置，和成像装置，所述成像装置包括具有二向色膜分离光学系统中，由二向色膜的近分离属于红外波长带和用于成像第二图像传感器在第一图像传感器的光中，至少一部分光被成像属于由二向色膜分离的可见光波长带，那么，荧光第一荧光物质的荧光发射的图像由第一成像装置成像，荧光第二荧光体的荧光发射的图像由第二成像装置，所述成像系统成像。点域1

