

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年4月13日(13.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/060992 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/078520
- (22) 国際出願日: 2015年10月7日(07.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大原 聡 (OHARA, Satoshi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目2番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

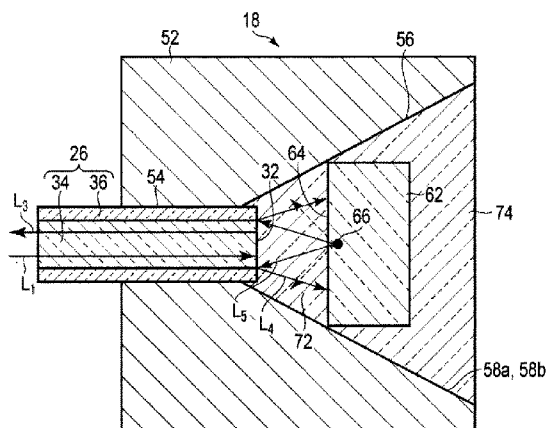
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ENDOSCOPE-USE ILLUMINATION DEVICE

(54) 発明の名称: 内視鏡用照明装置



(57) Abstract: Provided is an endoscope-use illumination device that has a light source for outputting primary light, a light guide member (26) for guiding the primary light, and a light conversion member (62) for converting the primary light to secondary light. The light guide member (26) has a light guide member end face (32) through which the primary light exits from the light guide member. The light conversion member (62) has a light conversion member end face (64) through which the primary light passes and so as to be incident on the light conversion member. The light guide member end face (32) and the light conversion member end face (64) are arranged so as to face one another and be spaced apart from one another. The light guide member (26) and the light conversion member (62) are arranged with such a relative positional relationship that an incidence angle of light, which exits from an intersection between an optical axis of the light guide member (26) at the light guide member end face (32) and the light conversion member end face (64) and which is incident on the light guide member end face (32), is at least an incidence angle of light at which the light guide member (26) is able to guide light.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/060992 A1



内視鏡用照明装置は、1次光を出力する光源と、1次光を導光する導光部材（26）と、1次光を2次光に変換する光変換部材（62）とを有する。導光部材（26）は、それを通して1次光が導光部材から出射する導光部材端面（32）を有し、光変換部材（62）は、それを通して1次光が光変換部材に入射する光変換部材端面（64）を有し、導光部材端面（32）と光変換部材端面（64）は互いに向向して離間して配置されている。導光部材端面（32）における導光部材（26）の光軸と光変換部材端面（64）との交点から出射し、導光部材端面（32）に入射する光の入射角が、導光部材（26）が導光することが可能である光の入射角以上となるような相対位置関係で導光部材（26）と光変換部材（62）が配置されている。

明 細 書

発明の名称：内視鏡用照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、単線の導光部材を使用した内視鏡用照明装置に関する。

背景技術

[0002] 単線の導光部材を使用した内視鏡用照明装置の一例として、レーザ光源から射出されるレーザ光が、内視鏡内を延びる単線の光ファイバによって導光され、内視鏡の先端部に配置された蛍光体によって波長変換されて照明光が作り出される照明システムが、例えば日本国特許第5 1 0 3 8 7 4号に開示されている。さらに、光ファイバに入射した波長変換後の光の光量をモニタリングすることによる安全システムも併せて提示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第5 1 0 3 8 7 4号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 先行技術の照明システムは、主に波長変換後の光の光量をモニタリングしている。しかしながら、蛍光体で発光された光は、レーザ光のような指向性を持たないため、全方向に均一に発光してしまう。そのため、非常に細い光ファイバに入射する成分の比率は非常に小さい。さらに、光ファイバに入射した光の内、全ての成分を光ファイバが導光できるとも限らない。光ファイバはコアとクラッドの屈折率比率から、ある一定の入射角をもって光ファイバに入射した光しか導光することができない。このような理由から、蛍光体での発光量に対して、光ファイバを通じて戻ってくる光の光量は非常に小さくなってしまう。そのような小さな光量を測定するためには、高価な高感受光素子を用いる必要があり、さらに、低感度ゆえノイズによる安全システムの誤作動が発生する虞がある。

[0005] そこで本発明の目的は、光変換部材から導光部材に入射し導光部材によって導光される戻り光の光量が向上された内視鏡用照明装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 内視鏡用照明装置は、1次光を出力する光源と、前記1次光を導光する導光部材と、前記1次光を2次光に変換する光変換部材とを有する。前記導光部材は、それを通して前記1次光が前記導光部材から出射する導光部材端面を有し、前記光変換部材は、それを通して前記1次光が前記光変換部材に入射する光変換部材端面を有し、前記導光部材端面と前記光変換部材端面は互いに対向して配置されている。前記導光部材端面における前記導光部材の光軸と前記光変換部材端面との交点から出射し、前記導光部材端面に入射する光の入射角が、前記導光部材が導光することが可能である光の入射角以上となるような相対位置関係で前記導光部材と前記光変換部材とが離間して配置されている。

発明の効果

[0007] 光変換部材から導光部材に入射し導光部材によって導光される戻り光の光量が向上された内視鏡用照明装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、第一実施形態の内視鏡用照明装置の全体構成を概略的に示している。

[図2]図2は、図1に示された先端ユニットの詳細を示す断面図である。

[図3]図3は、図2に示された光ファイバと蛍光体との間の距離式を説明するための図である。

[図4]図4は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示している。

[図5]図5は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示している。

[図6]図6は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示し

ている。

[図7]図7は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示している。

[図8]図8は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示している。

[図9]図9は、図2の先端ユニットに代替可能な先端ユニットの変形例を示している。

[図10]図10は、第一実施形態による内視鏡装置の全体構成を概略的に示している。

[図11]図11は、図10の内視鏡装置に対する図1の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

[図12]図12は、第二実施形態によるLD部を示している。

[図13]図13は、第二実施形態によるPD部を示している。

[図14]図14は、第二実施形態による先端ユニットを示している。

[図15]図15は、第二実施形態による内視鏡の全体構成を概略的に示している。

[図16]図16は、図15の内視鏡装置に対する第二実施形態の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

[図17]図17は、第三実施形態の内視鏡用照明装置の全体構成を概略的に示している。

[図18]図18は、第三実施形態によるLD／PD部の詳細図である。

[図19]図19は、図15の内視鏡装置に対する図17の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

発明を実施するための形態

[0009] [第一実施形態]

第一実施形態が図1ないし図11を参照して説明される。

[0010] [照明装置および安全システムの全体像]

図1は、本実施形態の内視鏡用照明装置10の全体構成を概略的に示して

いる。光の経路を追って順に説明していく。

- [0011] 光源であるＬＤ部１２から出力された１次光であるレーザ光 L_1 は、導光部材である光ファイバ２４によって導光され、光分岐部材である光カップラ１６に入力される。光カップラ１６は、入力されたレーザ光 L_1 を５０：５０に分割して、２本の光ファイバ２６にそれぞれ出力する。２本の光ファイバ２６によって導光されたレーザ光 L_1 は、二つの先端ユニット１８にそれぞれ入力される。
- [0012] 先端ユニット１８は、入力されるレーザ光 L_1 を２次光に変換する機能を有している。２次光の一部は、先端ユニット１８から照明光 L_2 として射出される。また、２次光の一部は、光ファイバ２６に入射して、１次光とは反対方向に進む戻り光 L_3 となる。
- [0013] 戻り光 L_3 は、光ファイバ２６を通して光カップラ１６へ進み、光カップラ１６によって５０：５０に分割され、一方は光ファイバ２４を通してＬＤ部１２へ進み、もう一方は光ファイバ２８によってＰＤ部２０へ進む。ＬＤ部１２に入力された戻り光 L_3 は、ＬＤ素子やＬＤ素子周辺に照射され熱に変換される。ＰＤ部２０に入力された戻り光 L_3 は、受光素子であるＰＤ素子に照射されて光電変換される。ＰＤ素子は、入射光量に応じた電流を出力する。その電流は、検出回路２２によって測定され、戻り光 L_3 の光量値へと変換される。
- [0014] 検出回路２２はさらに、測定された戻り光 L_3 の光量値に対して、正常か異常かの判定をする。検出回路２２は、異常と判定したときは、何らかの故障が発生していると判断し、ＬＤ駆動回路１４へ、ＬＤ部１２の出力をゼロにする、または、ＬＤ部１２の出力を通常使用時よりも低下させるといった命令を出す。ＬＤ駆動部１４は、入力された命令に従ってＬＤ部１２を駆動する。つまり、検出回路２２とＬＤ駆動部１４は、戻り光 L_3 の光量に基づいてＬＤ部１２を制御する制御部を構成している。
- [0015] このような戻り光 L_3 のモニタリングを照明駆動時に常実施することによって、ＬＤ部１２、光カップラ１６、先端ユニット１８および各部を接続する

光ファイバ24, 26, 28に関して故障が発生したときに、瞬時に故障を検出し、レーザ光 L_1 の出力を低下させることができる。これにより、故障のために周辺空間に射出されてしまうレーザ光 L_1 に対して、ユーザのより高い安全性が確保されることができる。

[0016] 〔LD部12〕

LD部12は、LD素子から発せられる445nmの波長のレーザ光を、レンズを介して光ファイバ24に挿入する、いわゆるピグテイル構成をしている。

[0017] 〔光ファイバ24, 26, 28〕

光ファイバ24, 26, 28は、複数のモードの光を導光できるマルチモードの光ファイバが適用される。マルチモードの光ファイバは、シングルモードの光ファイバに比べて、コア（導光路）の面積が広いため、光の挿入効率が低いこと、光ファイバのNAが大きく、後述するように戻り光 L_3 の光量を確保しやすいといった利点が挙げられる。コアの直径は50 μ m、クラッドの直径は、コアの1.2倍以下つまり60 μ m以下であることが望ましい。クラッドを薄くすることによって、後述するように、先端ユニット18の発光効率を高くすることができる。また、NAは、高ければ高いほど望ましい。例としては、NAは、0.22以上であることが望ましい。材質については、コアがピュア石英で構成され、クラッドがフッ素ドープ石英で構成され、クラッドの外側のジャケットがポリイミドまたはETFEで構成されることが望ましい。

[0018] 〔光カプラ16〕

光カプラ16は、2つの入力ポートと、2つの出力ポートとを有している、いわゆる2×2のタイプである。光カプラ16は、2つの入力ポートに入力される光を合波し、所望の分岐比で分波して2つの出力ポートに出力する機能を有している。ここでは、分岐比は50:50である。光カプラ16は、例えば、2本の光ファイバのコアが近接した構造となっており、近接したコア間で光の受け渡しが行われる。このような光カプラ16は、例えば、2

本の光ファイバの一部が融着され、溶融延伸されることによって作製され得る。

[0019] 〔先端ユニット 18〕

次に先端ユニット 18 の構造について、図 2 を参照して説明する。

[0020] 先端ユニット 18 は、光ファイバ 26 から出力される 1 次光を変換して 2 次光を作り出す光変換部材である蛍光体 62 と、光ファイバ 26 と蛍光体 62 を保持するホルダ 52 とを有している。

[0021] 導光部材である光ファイバ 26 は、それを通して 1 次光であるレーザ光 L_1 が導光部材から出射する導光部材端面である光ファイバ端面 32 を有している。光ファイバ 26 は、その中心軸上を延びているコア 34 と、コア 34 の外周円筒面を覆っているクラッド 36 とを有している。光変換部材である蛍光体 62 は、それを通して 1 次光であるレーザ光 L_1 が光変換部材に入射する光変換部材端面である蛍光体端面 64 を有している。光ファイバ 26 と蛍光体 62 は、光ファイバ端面 32 と蛍光体端面 64 が互いに対向するように離間して配置されている。

[0022] 〔ホルダ 52〕

ホルダ 52 は、円筒形状の外形を有しており、光ファイバ 26 を保持する導光部材保持穴である光ファイバ保持穴 54 と、蛍光体 62 を保持するための光変換部材保持穴である蛍光体保持穴 56 を有している。光ファイバ保持穴 54 は、光ファイバ 26 の形状に合わせて、断面が円形状の穴となっており、その穴径は、挿入される光ファイバ 26 の直径よりも大きい。蛍光体保持穴 56 は、光ファイバ保持穴 54 と同様に、円形の断面をもった穴であるが、光ファイバ保持穴 54 側から照明出射側に向かって穴の直径が徐々に大きくなるテーパ形状をしている。光ファイバ保持穴 54 と蛍光体保持穴 56 は、ホルダ 52 の内部で、同軸で連通しており、光ファイバ保持穴 54 の直径と、蛍光体保持穴 56 の最小直径は一致している。

[0023] また、少なくとも蛍光体保持穴 56 の内壁には、1 次光と蛍光体 62 から発せられる 2 次光の両方に対して高い反射率を有する反射膜 58a が形成さ

れている。反射膜58aの材質は、Ag、Al等が望ましい。反射膜58aを保護するための保護膜58bが、反射膜58aの上にさらに形成されていてもよい。保護膜58bは、例えばSiO₂やITOといった1次光と2次光の両方に対して高い透過率を有する材質であることが望ましい。これらの反射膜58aや保護膜58bは、メッキ法やスパッタ法、蒸着法などによって形成され得る。

[0024] ホルダ52に対して光ファイバ26が接着固定される。光ファイバ26は、ホルダ52の光ファイバ保持穴54を貫通し、光ファイバ端面32が蛍光体保持穴56の内部にある位置で固定される。接着剤は、蛍光体保持穴56までは設置されず、光ファイバ保持穴54とホルダ52の外表面とに留まる。光ファイバ端面32は、光ファイバ26の光軸に垂直な平面において平面研磨されている。

[0025] [蛍光体62]

蛍光体62は、たとえばYAGセラミックスで構成される。YAGは、青色の光の一部を吸収して、黄色領域の蛍光へと変換する。そのため、YAGセラミックスに445nmの波長のレーザ光を照射すると、レーザ光の一部は、YAGセラミックスに吸収されて黄色蛍光に変換されてYAGセラミックスを出射するとともに、レーザ光の一部は、YAGセラミックスに吸収されずにYAGセラミックスを透過する。結果として、もともとの青成分のレーザ光に黄色成分の蛍光が足し合わせられて、白色の照明光が得られることができる。このような白色光の作り方は、セラミックス材料の使用に限定されない。例えば、YAGの単結晶を使用する場合や、YAGの粉末をガラスまたは樹脂封止したバインド体を使用する場合も考えられ、いずれの場合においても同様に白色光が作り出されることができる。

[0026] さらに、蛍光体62は、円柱形状の形状を有しており、ホルダ52の蛍光体保持穴56の内部に設置される。蛍光体62の直径は、光ファイバ26の光ファイバ端面32から射出されるレーザ光L₄の全てが蛍光体62に照射される面積を与えるような大きさとなっている。

[0027] ホルダ 5 2 の蛍光体保持穴 5 6 の内部において、蛍光体端面 6 4 よりも光ファイバ 2 6 側の部分には、透明部材 7 2 が設置される。この透明部材 7 2 によって、光ファイバ 2 6 の光軸上における光ファイバ端面 3 2 と蛍光体端面 6 4 との間隔すなわち両者間の距離が制御される。つまり、透明部材 7 2 は、光ファイバ端面 3 2 と蛍光体端面 6 4 との間の距離を規定する間隔保持部材として機能する。また、ホルダ 5 2 の蛍光体保持穴 5 6 の内部の残りの部分には、透明部材 7 4 が設置される。ここで、透明部材 7 2 と 7 4 は、例えばシリコン樹脂のように 1 次光と 2 次光の両方に対して高い透過率を有し、耐光性の高い材質で形成される。透明部材 7 2 と 7 4 の材質としては、他にも、エポキシ樹脂やガラス等が候補として挙げられる。さらに、透明部材 7 2 と 7 4 は別の材質で構成されても構わない。例えば、透明部材 7 2 はガラスで形成され、透明部材 7 4 はシリコン樹脂で形成されても問題ない。

[0028] 透明部材 7 2 と 7 4 は、必ずしも必須な部材ではなく、場合によってはどちらか一方、又は両方が省かれても構わない。透明部材 7 4 が省かれた場合は、前述したとおり透明部材 7 2 が間隔保持部材として機能する。透明部材 7 2 が省かれた場合、および透明部材 7 2 と 7 4 が省かれた場合は、光ファイバ 2 6 の光軸上における光ファイバ端面 3 2 と蛍光体端面 6 4 との間隔は、ホルダ 5 2 によって制御される。つまり、この場合には、ホルダ 5 2 が、光ファイバ端面 3 2 と蛍光体端面 6 4 との間の距離を規定する間隔保持部材として機能する。

[0029] ここで、光ファイバ 2 6 光軸上における光ファイバ端面 3 2 と蛍光体端面 6 4 との間の距離 L について説明する。この距離 L を適切に設定することが、先端ユニット 1 8 からできるだけ多くの蛍光を光ファイバ 2 6 に挿入する上で肝要となる。光ファイバ 2 6 から蛍光体 6 2 へ照射される 1 次光は、透明部材 7 2 を通って蛍光体端面 6 4 へ入射して蛍光に変換される。その際、光ファイバ 2 6 の光軸に垂直な方向における 1 次光の強度分布は、中心部が非常に強いガウス分布となっている。つまり、1 次光の多くの成分は、光フ

ファイバ 26 の光軸と蛍光体端面 64 との交点の近傍の蛍光体 62 の内部で蛍光に変換される。そのため、蛍光体 62 の内部のその点を蛍光の発光点 66 と考えることができる。蛍光体 62 によって変換されそこから出射する蛍光は、全方位に均一な分布となるため、近似的に発光点 66 から光ファイバ端面 32 を臨む立体角で、光ファイバ端面 32 に入射する蛍光量を評価することができる。この立体角は、当然、光ファイバ端面 32 と蛍光体端面 64 が一致した場合、つまり、光ファイバ 26 と蛍光体 62 が光ファイバ 26 の光軸上で接触している場合が最大となる。

[0030] しかしながら、光ファイバ 26 と蛍光体 62 とを光軸上において隙間なく接触させることは非常に難しい。そもそも面と面との接触において、その中心部が接触する状況はまずありえない。多くの場合は、光ファイバ 26 の端面の淵部が蛍光体 62 に接触し、その中心部には隙間が生じる。また、製造面でも、光ファイバ 26 と蛍光体 62 を接触させることはデメリットを生む。光ファイバ 26 は、石英の数十～数百 μm のロッドであり、非常に欠けや割れを生じやすい。光ファイバ 26 と蛍光体 62 を接触させることは、製造時の歩留りを著しく低下させる虞がある。このような理由から、一般に、光ファイバ 26 と蛍光体 62 は離間されることとなる。

[0031] 一方、光ファイバ端面 32 に入射した蛍光は、その全ての成分が戻り光 L_3 として光ファイバ 26 を逆走していくわけではない。光ファイバ 26 は、コア 34 とクラッド 36 の屈折率差から決まる NA（受け入れ角）を有している。つまり、たとえ光ファイバ 26 に光が入射したとしても、光ファイバ 26 が受け入れられる NA 以上の角度をもって入射した場合、クラッド 36 によって光を閉じ込めることができないため、すぐに光ファイバ 26 の外に逃げて行ってしまう。つまり、光ファイバ 26 と蛍光体 62 とを極限まで近づけて、より多くの蛍光を光ファイバ端面 32 に入射させたとしても、結局は光ファイバ 26 が導光できない入射角をもつ光を増やしているにすぎず、PD 部 20 まで到達する戻り光 L_3 の光量は増加しない。

[0032] このようなことから、光ファイバ 26 の光軸上における光ファイバ端面 3

2と蛍光体端面64との間の距離Lについて、適切な範囲を設定することができる。光ファイバ26と蛍光体62は必ず離間されるとした上で、光ファイバ26の光軸と蛍光体端面64との交点から光ファイバ端面32を臨む立体角が、光ファイバ26の受け入れNAと同じになる、またはそれ以上となることが、戻り光L₃の光量が最大になる条件である。図3に示すように、光ファイバ26のコア34の半径をd、光ファイバ26の受け入れ可能角をNA、透明部材72の屈折率をn、光ファイバ26の光軸と蛍光体端面64との交点から発光し光ファイバ26のコア34の周縁に入射する蛍光L₅の入射角を Θ として計算すれば、次の関係式が得られる。

[0033] [数1]

$$NA = n_1 \sin(\Theta)$$

$$L \leq d / \tan(\Theta)$$

[0034] これらの2式から Θ を消去してLを求め、求められたLを臨界値と考えることにより、次の関係式を得ることができる。

[0035] [数2]

$$L \leq \frac{d \times n \times \sqrt{1 - \left(\frac{NA}{n}\right)^2}}{NA}$$

[0036] 本実施形態では、この関係を満たすように、光ファイバ26の光軸上における光ファイバ端面32と蛍光体端面64との間の距離Lが設定される。

[0037] その結果、光ファイバ26に入射し光ファイバ26によって導光される戻り光L₃の光量が向上される。これにより、安価な低感度の受光素子による検出に対しても十分な光量が確保されるようになり、安価な受光素子を使いながらも安定に動作する安全システムが実現され得る。

[0038] [先端ユニット18の変形例]

図4～図9は、図2の先端ユニット18に代替可能な先端ユニット18の変形例を示している。これらの先端ユニット18は、戻り光L₃の光量のさらなる向上が図られている。

[0039] 図4～図7に示された先端ユニット18は、光ファイバ端面32に一致する光ファイバ26と透明部材72との界面と、蛍光体端面64に一致する蛍光体62と透明部材72との界面とに、レンズ機能を持たせることによって、戻り光 L_3 の光量のさらなる向上が図られている。

[0040] 図4に示された先端ユニット18では、光ファイバ端面32が凸形状をしており、蛍光体端面64が凸形状をしている。これに加えて、光ファイバ26のコア34と透明部材72と蛍光体62の屈折率の大小が、光ファイバ26のコア34の屈折率>透明部材72の屈折率、蛍光体62の屈折率>透明部材72の屈折率の関係を満たしている。これにより、蛍光体62と透明樹脂72との界面と、透明樹脂72と光ファイバ26のコア34との界面はいずれも、戻り光を集光させる働きをする。詳しくは、蛍光体62と透明樹脂72との界面は、蛍光体62の内部からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。また、透明樹脂72と光ファイバ26のコア34との界面は、透明部材72からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。そのため、どちらの界面も、平面の場合に比べて、戻り光 L_3 の光量を増やすことに貢献する。

[0041] 図5に示された先端ユニット18では、光ファイバ端面32が凸形状をしており、蛍光体端面64が凹形状をしている。これに加えて、光ファイバ26のコア34と透明部材72と蛍光体62の屈折率の大小が、光ファイバ26のコア34の屈折率>透明部材72の屈折率>蛍光体62の屈折率の関係を満たしている。これにより、蛍光体62と透明樹脂72との界面は、蛍光体62の内部からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。また、透明樹脂72と光ファイバ26のコア34との界面は、透明部材72からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。そのため、どちらの界面も、平面の場合に比べて、戻り光 L_3 の光量を増やすことに貢献する。

[0042] 図6に示された先端ユニット18では、光ファイバ端面32が凹形状をしており、蛍光体端面64が凹形状をしている。これに加えて、光ファイバ26

6のコア34と透明部材72と蛍光体62の屈折率の大小が、光ファイバ26のコア34の屈折率<透明部材72の屈折率、蛍光体62の屈折率<透明部材72の屈折率の関係を満たしている。これにより、蛍光体62と透明樹脂72との界面は、蛍光体62の内部からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。また、透明樹脂72と光ファイバ26のコア34との界面は、透明部材72からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。そのため、どちらの界面も、平面の場合に比べて、戻り光 L_3 の光量を増やすことに貢献する。

[0043] 図7に示された先端ユニット18では、光ファイバ端面32が凹形状をしており、蛍光体端面64が凸形状をしている。これに加えて、光ファイバ26のコア34と透明部材72と蛍光体62の屈折率の大小が、光ファイバ26のコア34の屈折率<透明部材72の屈折率<蛍光体62の屈折率の関係を満たしている。これにより、蛍光体62と透明樹脂72との界面は、蛍光体62の内部からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。また、透明樹脂72と光ファイバ26のコア34との界面は、透明部材72からの戻り光に対して、光軸に対する開き角を減少させるように作用する。そのため、どちらの界面も、平面の場合に比べて、戻り光 L_3 の光量を増やすことに貢献する。

[0044] 図4ないし図7に示された先端ユニット18では、蛍光体62と透明樹脂72の界面と、透明樹脂72と光ファイバ26の界面の両方が、レンズ機能を有するように構成されているが、もちろん、それら2つの界面の片方の界面だけがレンズ機能を有するように構成されてもよく、そのような構成においても、戻り光 L_3 の光量を増やす効果を得ることができる。また、クラッド36の端面は、コア34の凸面または凹面に対して、コア34と連続するように凹面または凸面に形成されていても構わないし、平面であっても構わない。

[0045] 図8に示された先端ユニット18では、光ファイバ26が、ダブルクラッド光ファイバで構成されており、その中心軸上を延びているコア34と、コ

ア34の外周円筒面を覆っている1次クラッド38と、1次クラッド38の外周円筒面を覆っている2次クラッド40を有している。このようなダブルクラッド構造の光ファイバ26では、コア34に入射した戻り光が、1次クラッド38による閉じ込め効果によって導光されることに加えて、1次クラッド38に入射した戻り光も、2次クラッド40による閉じ込め効果によって導光される。つまり、2つのクラッドを有する光ファイバ26は、ただ1つのクラッドを有する光ファイバに比べて、大きい受け入れ角を有する。そのため、戻り光 L_3 の光量を増やすことができる。

[0046] 図9に示された先端ユニット18では、光ファイバ26は、その中心軸上を延びているコア34と、コア34の外周円筒面を覆っているクラッド36とに加えて、クラッド36の外周円筒面を覆っている金属反射膜42を有している。これにより、光ファイバ26には入射したが、光ファイバ26のNAを超える入射角であった成分を、金属反射膜42が光ファイバ26内に閉じ込める効果を発揮する。そのため、より戻り光 L_3 の光量を増やすことができる。

[0047] [故障判定]

故障判定の方法については、いろいろな方法が考えられるが、ここでは一例を挙げる。例えば、検出回路22は、LD出力値またはLD注入電流に対する正常時の戻り光 L_3 の光量値を正常時テーブルとして記録しておく。戻り光 L_3 のモニタリング時は、LD部12へのLD注入電流とPD部20からの戻り光 L_3 の光量値を正常時テーブルと比較し、例えば、あるLD注入電流に対して測定される戻り光 L_3 の光量値が、正常時の戻り光 L_3 の光量値の閾値50%以下となったら故障と判断する。閾値については、軽微な故障をも検出したい場合には、例えば90%のように高く設定することが望ましい。しかし、あまり高く閾値を設定すると、正常時での戻り光のバラツキにより誤作動する可能性も出てくる。そのため、通常使用環境下において誤作動しない範囲で、できるだけ高く設定することが望ましい。

[0048] [内視鏡組み込み構成]

本実施形態の内視鏡用照明装置を内視鏡に組み込んだ際の構成について説明する。図10は、実施形態による内視鏡装置の全体構成を概略的に示しており、図11は、図10の内視鏡装置に対する図1の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

[0049] 内視鏡110は、操作部120と、操作部120から延びる細長い挿入部130を有している。挿入部130は、一部が可撓性を有する挿入ケーブル132と、硬質の先端部134を有している。挿入部130からは接続ケーブル140が延びている。接続ケーブル140は、一部が可撓性を有した上で必要な剛性が保たれたチューブとなっている。接続ケーブル140は、光コネクタ160によって、剛性筐体を有する制御ボックス150と接続される。

[0050] 制御ボックス150内には、光源であるLD部12と、LD部12を制御するLD駆動回路14と、光分岐部材である光カップラ16と、LD部12と光カップラ16を接続する光ファイバ24と、光検出部であるPD部20と、光カップラ16とPD部20を接続する光ファイバ28と、検出回路22が納められている。LD駆動回路14と検出回路22は、撮像等の内視鏡システム全体を制御するシステム制御部を搭載したシステム制御基板152と電氣的に接続されている。

[0051] 光カップラ16からは、2本の光ファイバ26aが延びており、光ファイバ26aは、光コネクタ160の制御ボックス側光コネクタ164で終端している。光コネクタ160の内視鏡側光コネクタ162には、2本の光ファイバ26bが接続されている。光ファイバ26aと光ファイバ26bは、光コネクタ160を介して光学的に接続される。光ファイバ26bは、接続ケーブル140と操作部120と挿入部130の挿入ケーブル132の内部を通して挿入部130の先端部134にまで延びており、挿入部130の先端部134に配置された先端ユニット18に接続されている。光ファイバ26aと光ファイバ26bが、図1に示された光ファイバ26に対応している。

[0052] LD部12内において、LD素子から出力されるレーザ光 L_1 は、集光レン

ズによって集光されて、光ファイバ24に入射する。レーザ光 L_1 は、光ファイバ24によって導光され、光カップラ16に入力される。光カップラ16は、入力されたレーザ光 L_1 を50:50の割合で分岐し、2本の光ファイバ26aに出力する。レーザ光 L_1 は、光ファイバ26aによって導光され、光コネクタ160を介して光ファイバ26bに入力される。レーザ光 L_1 は、接続ケーブル140と操作部120と挿入部130の内部を通して延びる光ファイバ26aによって導光され、2つの先端ユニット18に入射する。先端ユニット18に入射したレーザ光 L_1 の一部は、蛍光体62によって蛍光に変換される。蛍光の一部は、照明光 L_2 として、先端部134から外部へと照射される。

[0053] レーザ光 L_1 が変換された蛍光の一部は、光ファイバ26bに入射し、レーザ光 L_1 の経路を逆走する戻り光 L_3 となる。光カップラ16に到達した戻り光 L_3 は、光カップラ16によって50:50の割合で分岐され、LD部12とPD部20へ振り分けられる。PD部20に到達した戻り光 L_3 は、PD部20内のPD素子により検出される。検出回路22またはシステム制御基板152上のシステム制御部は、PD部20による検出結果に基づいて故障の有無を判断し、その判断結果に応じた駆動信号をLD駆動回路14へ送る。

[0054] [その他の変形例]

本実施形態では、光変換部材として蛍光体62を用いた照明システムを提案しているが、その他の方式においても同様の安全システムを構築することができる。例えば、LD部12にRGBのLD素子を、光変換部材として拡散部材を搭載する構成が考えられる。RGBもしくは、さらに多灯のレーザ光をLD部12内で合波し使用することにより、より高演色な白色や、いろいろなバリエーションの特殊光を実現することができる。一方、先端ユニット18では、波長変換の必要はないが、例えば、入力されたレーザ光を、所望の配光に変換する拡散部材が搭載される。拡散部材は、例えばシリコーン樹脂のような透明なバインダに、シリコーン樹脂とは屈折率の異なるアルミナの粒子を混合して、シリコーン樹脂を硬化させることで形成する。戻り光

に関しては、光ファイバから拡散部材への方角を前方、拡散部材から光ファイバの方角を後方と定義すると、蛍光体 62 の場合と同様に拡散部材からの後方散乱光が戻り光として使用される。全方向に均一に出射される蛍光とは異なり、拡散現象の場合は、前方と後方に強く光が照射されるため、前方散乱光を照明光として、後方散乱光を戻り光として効率よく利用することができる。

[0055] [第二実施形態]

次に第二実施形態が図 12 ないし図 16 を参照して説明される。これらの図において、図 1 ないし図 11 に示された部材と同一の参照符号が付された部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略される。以下では、第一実施形態と異なる点のみ説明される。つまり、以下の説明で触れられない部分は、第一実施形態と同様である。

[0056] [LD 部 210]

図 12 は、第二実施形態における LD 部 210 の構成を示している。LD 部 210 は、445 nm の波長のレーザ光を発する LD 素子 212 と、405 nm の波長のレーザ光を発する LD 素子 214 と、LD 素子 212 からのレーザ光のビームをコリメートするコリメートレンズ 216 と、LD 素子 214 からのレーザ光のビームをコリメートするコリメートレンズ 218 と、LD 素子 212 からのレーザ光と LD 素子 214 からのレーザ光を合波するダイクロックミラー 222 とを有している。ダイクロックミラーは、445 nm の波長の光を透過し、405 nm の波長の光を反射するように設計されている。LD 部 210 はさらに、ダイクロックミラー 222 によって合波されたレーザ光を光ファイバ 24 に入射させるレンズ 220 を有している。このような構成により、LD 部 210 からは、405 nm と 445 nm の 2 波長のレーザ光を出力することができる。

[0057] [PD 部 230]

図 13 は、第二実施形態における PD 部 230 の構成を示している。PD 部 230 は、第一実施形態と異なる点として、戻り光を波長分離して 2 波長

域で光量測定することが挙げられる。具体的には、蛍光波長領域として470～750nmと、励起光波長領域として400～470nmの2波長領域である。PD部230は、光ファイバ28から射出される戻り光のビームをコリメートするコリメートレンズ236と、コリメートレンズ236からの光を分波するダイクロックミラー242を有している。ダイクロックミラー242は、例えば、470～750nmの波長域の光を透過し、400～470nmの波長域の光を反射するように設計されている。PD部230はさらに、ダイクロックミラー242を透過した光を検出するためのPD素子232と、ダイクロックミラー242によって反射された光を検出するためのPD素子234と、ダイクロックミラー242を透過した光のビームをPD素子232に集光させるレンズ238と、ダイクロックミラー242によって反射された光のビームをPD素子234に集光させるレンズ240とを有している。この構成により、2つのPD素子232、234において、上記の2つの波長域の戻り光の光量がそれぞれ測定される。

[0058] 〔先端ユニット250〕

図14は、第二実施形態における先端ユニット250の構成を示している。第一実施形態と異なる点として、蛍光体260の構成が挙げられる。本実施形態では、光軸方向に2種類の蛍光体が積層される形になっている。蛍光体260は、例えば、黄色蛍光体262の上に緑色蛍光体264が積層された構成となっている。黄色蛍光体262は、例えば、第一実施形態の蛍光体62と同様にYAGセラミックスで構成されてよい。緑色蛍光体264は、黄色蛍光体262の蛍光体端面266と対向する面上にドーム状に形成されている。この緑色蛍光体264は、1次光および蛍光に対して高い透過率を持つ透明樹脂に、405nmの波長の光を吸収して緑波長領域の光に波長変換する緑色蛍光体粒子と、透明樹脂と屈折率が異なる拡散粒子とが混合されて構成されている。透明樹脂は、具体的にはシリコン樹脂やエポキシ樹脂等が選択される。拡散粒子と透明樹脂の屈折率に差がつけられているとよく、それにより、1次光が拡散粒子に入射した際に拡散現象が発生する。その

ため、アルミナや酸化チタン等の材質で、粒径は数 μm 程度である。具体的な作成方法としては、硬化前の透明樹脂に拡散粒子を混合したものを黄色蛍光体 262 に塗布する。塗布した透明樹脂は、自身の表面張力により、ドーム状の形状となる。また、塗布量を制御することにより、狙った曲率のドーム形状を作成することもできる。その後、透明樹脂を硬化させることによって緑色蛍光体 264 が形成される。本実施形態では、ドーム形状の中心角は 180 度以下とするほうが、透明樹脂が黄色蛍光体 262 から側面へ流れ出すのを防止する上で望ましい。緑色蛍光への変換量や拡散度合を調整するためには、透明樹脂の中に混合する緑色蛍光粒子および拡散粒子の濃度を変更すればよい。

[0059] この黄色蛍光体 262 と緑色蛍光体 264 の使用方法について、まず 445 nm の波長のレーザ光を先端ユニット 250 に入力すると、黄色蛍光体 262 は、青色レーザ光の一部を吸収し、黄色蛍光を発する。青色レーザ光と黄色蛍光とによって白色の照明光を得ることができる。緑色蛍光体 264 の内部の拡散粒子は、青色レーザ光と黄色蛍光を拡散させ、所望の配光角を得ることに寄与する。次に 405 nm の波長のレーザ光を先端ユニット 250 に入力すると、青紫色レーザ光は、黄色蛍光体 262 に吸収されずに透過し、緑色蛍光体 264 に入力される。緑色蛍光体 264 は、青紫色レーザ光の一部を吸収し、緑色蛍光を発する。黄色蛍光体 262 を透過した青紫色レーザ光と緑色蛍光を観察光として用いることによって、血管等の強調画像を得るための特殊光を照射することができる。拡散粒子は、白色照明の場合と同じように作用する。所望の配光角に合わせて、拡散粒子の濃度が調整される。

[0060] [故障判定]

本実施形態の PD 部 230 は、戻り光を 2 波長領域で分離して測定することができる。上述したように、405 nm と 445 nm の波長の光を含む励起光波長領域と、黄色蛍光と緑色蛍光を含む蛍光波長領域に分離して測定することで、より故障モードを絞り込むことができる。先端ユニット 250 に

においては、蛍光の戻り光のほかに、ホルダ 5 2 内で反射／散乱を繰り返してファイバ 2 6 に入射する励起光の戻り光が存在する。そのため、実際に P D 部 2 3 0 まで戻ってくる戻り光は、励起光と蛍光の両方を含む。第一実施形態に示すように、L D 注入電流に対して蛍光の戻り光の光量をモニタリングすることに加えて、励起光の戻り光の光量も測定することができる。そのため、戻り光の光量全体の中で、励起光成分と蛍光成分の比率もモニタリングすることができる。例えば、蛍光体 2 6 0 で故障があった場合には、励起光成分はあまり変わらず、蛍光の戻り光の光量が低下する。一方で、先端ユニット 2 5 0 では故障がなく、L D 素子や光カプラ 1 6 で故障が発生した場合には、先端ユニット 2 5 0 に入力される励起光量が低下し、結果として、蛍光の戻り光の光量が低下すると共に、励起光の戻り光の光量も低下する。どちらの場合においても、蛍光のみのモニタリングは、故障の有無を検出することができるが、故障個所を特定することまではできない。しかし、蛍光と励起光の戻り光の光量をモニタリングする場合には、故障個所を特定することも可能である。故障個所の特定により、蛍光体が脱落してレーザ光が直接照射されるような、ユーザにとってすぐさま危険が及ぶ故障と、内視鏡内でレーザ光が照射されるようにある一定時間はユーザに危険が及ばない故障などを判別することができる。

[0061] 結果、故障時の対応に差が出てくる。蛍光体脱落のようにユーザにとってすぐさま危険が及ぶ故障の場合では、すぐさま L D 駆動を停止する、または低出力での駆動を必要とする。しかし、一定時間はユーザに危険が及ばない故障の場合には、例えば、短時間であっても 1 灯のみ照明を行うことで、暗い状態で管腔よりスコープを抜き取ることによる管腔やスコープのさらなる損傷リスクを回避することができる。

[0062] さらに変形例として、P D 部 2 3 0 で検出する波長帯域を、黄色蛍光と緑色蛍光の 2 波長領域とすることもできる。例えば白色照明と特殊光照明を同時に照射する場合については、黄色蛍光体 2 6 2 と緑色蛍光体 2 6 4 の故障を個別に判断することができる。その際は、第一実施形態で記載した、光フ

ファイバ２６と蛍光体２６０との位置関係について、黄色蛍光体２６２のレーザ入射端面と緑色蛍光体２６４のレーザ入射端面が、それぞれ前述した位置関係を満たすように設計すればよい。

[0063] 〔内視鏡組み込み構成〕

本実施形態の内視鏡用照明装置を内視鏡に組み込んだ際の構成について説明する。図１５は、第二実施形態による内視鏡の全体構成を概略的に示しており、図１６は、図１５の内視鏡装置に対する第二実施形態の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

[0064] 第一実施形態では、操作部１２０と制御ボックス１５０が接続ケーブル１４０によって接続されていたが、本実施形態の内視鏡装置には接続ケーブルがなく、内視鏡２７０は、ワイヤレス内視鏡となっており、操作部１２０と制御ボックス２８０と間の信号伝送は無線で行われる。そのため、制御ボックス２８０には、無線伝送部２８２が設けられている。

[0065] このワイヤレス化に伴い、内視鏡用光源装置の構成も第一実施形態とは異なる。具体的には、第一実施形態では制御ボックス１５０の内部に配置されていたＬＤ部２１０とＬＤ駆動回路１４と光カプラ１６とＰＤ部２３０と検出回路２２と光ファイバ２４，２８等が操作部１２０に内蔵されている。また、バッテリー２７２と内視鏡側無線伝送基板２７４が操作部１２０の内部に配置されている。また、制御ボックス側無線伝送基板２８４が制御ボックス２８０の内部に配置されている。内視鏡側無線伝送基板２７４と制御ボックス側無線伝送基板２８４との間において信号伝送が無線で行われる。

[0066] 本実施形態では、接続ケーブルがないため、内視鏡２７０の使用時に接続ケーブルに制約されず自由なレイアウトとできること、また接続ケーブルに引っ張られることなく内視鏡２７０の姿勢／位置を変えることができることなどの利便性の向上を図ることができる。

[0067] 〔第三実施形態〕

次に第三実施形態が図１７ないし図１９を参照して説明される。これらの図において、図１ないし図１６に示された部材と同一の参照符号が付された

部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略される。以下では、第一および第二実施形態と異なる点のみ説明される。つまり、以下の説明で触れない部分は、第一および第二実施形態と同様である。

[0068] 〔LD／PD部310〕

図17は、第三実施形態の内視鏡用照明装置の全体構成を概略的に示している。第一、第二実施形態では、LD部12、210とPD部20、230が分離していたが、本実施形態の内視鏡用照明装置300は、LD部12、210と光カプラ16とPD部20、230と光ファイバ24、28に代えて、LD素子とPD素子が一つのパッケージ上に搭載されているLD／PD部310を有している。

[0069] 図18は、第三実施形態のLD／PD部310の構成を示している。LD／PD部310は、445nmの波長のレーザ光を発するLD素子312と、405nmの波長のレーザ光を発するLD素子314と、LD素子312からのレーザ光のビームをコリメートするコリメートレンズ316と、LD素子314からのレーザ光のビームをコリメートするコリメートレンズ318と、LD素子312からのレーザ光とLD素子314からのレーザ光を合波および分波するハーフミラー320と、ハーフミラー320からのレーザ光を偏向する全反射ミラー322と、ハーフミラー320からのレーザ光の1%を反射する1%反射ミラー324と、全反射ミラー322によって反射されたレーザ光の1%を反射する1%反射ミラー326と、1%反射ミラー324の反射光路上に配置されたLDモニタPD素子332と、1%反射ミラー326の反射光路上に配置されたLDモニタPD素子334と、1%反射ミラー324からのレーザ光を透過し戻り光を反射するダイクロックミラー328と、1%反射ミラー326からのレーザ光を透過し戻り光を反射するダイクロックミラー330と、ダイクロックミラー328からのレーザ光を集光して光ファイバ26に入射させるレンズ340と、ダイクロックミラー330からのレーザ光を集光して光ファイバ26に入射させるレンズ342と、ダイクロックミラー328によって反射される戻り光の光路上に配置

された戻り光PD素子336と、ダイクロックミラー330によって反射される戻り光の光路上に配置された戻り光PD素子338とを有している。ダイクロックミラー328, 330は、445nm, 405nmの波長の光を透過し、450nmの波長の光を反射するように設計されている。

[0070] LD素子312から発光された445nmの波長のレーザ光のビームは、コリメートレンズ316によってコリメートされ、ハーフミラー320に入射する。LD素子314から発光された405nmの波長のレーザ光のビームは、コリメートレンズ318によってコリメートされ、ハーフミラー320に入射する。ハーフミラー320に入射した両波長のレーザ光のビームは、ハーフミラー320によって、50:50の分岐比で2本のビームに分岐される。つまり、ハーフミラー320に入射した両波長のレーザ光は、約半分の光量の成分がハーフミラー320を透過し、約半分の光量の成分がハーフミラー320によって反射される。その結果、分岐された2本のビームはおおの、445nmの波長のレーザ光と405nmの波長のレーザ光を等しく含んでいる。その後、レーザ光は、その1%程度の成分が1%反射ミラー324, 326によって反射され、反射されたレーザ光は、LDモニタPD素子332, 334に入射する。1%反射ミラー324, 326を透過したレーザ光は、ダイクロックミラー328, 330を透過し、レンズ340, 342によって集光され光ファイバ26に入射する。2本の光ファイバ26に入射したレーザ光は、光ファイバ26によって先端ユニット18まで導光される。先端ユニット18に入射したレーザ光の一部は、先端ユニット18内の蛍光体によって波長変換され、蛍光が発せられる。先端ユニット18からの戻り光は、光ファイバ26によってLD/PD部310にまで導光される。光ファイバ26から射出された戻り光のビームは、レンズ340, 342によってコリメートされ、ダイクロックミラー328, 330によって反射され、励起光の光路から分岐され、戻り光PD素子336, 338に入射する。

[0071] このLD/PD部310の特徴は、圧倒的に小型化できることである。一

般的にはＬＤ素子もＰＤ素子もＣＡＮパッケージとして流通しているものが多く、直径５ｍｍ程度のサイズがある。それらのＣＡＮパッケージを、使用する素子の個数分だけ組み合わせていくと、多機能化するに従って、サイズとしては非常に大きなものになってしまう。そのため、ＬＤ素子やＰＤ素子を素子単位で集積／実装したＰＫＧを用いることにより、多機能化しても小さなモジュールとして使用することができる。後述するが、ＬＤ／ＰＤ部の搭載位置は、内視鏡３６０における操作部１２０であるため、このような小型モジュールの付加価値は大きい。さらに、戻り光の光路に分岐ミラーを追加することで、戻り光の内の、蛍光成分と励起光成分を別々に測定することにより、第二実施形態に説明されたように故障判別の精度を向上することもできる。

[0072] 〔故障判定〕

本実施形態では、第一実施形態に比べて搭載されたＰＤ素子の数が増えているため、故障判定の自由度が増している。具体的には、まずＬＤモニタＰＤ素子３３２，３３４が追加されている。ＬＤモニタＰＤ素子３３２，３３４の測定値が異常値を示す場合、故障箇所は、ＬＤ駆動回路１４か、ＬＤ素子３１２，３１４か、ＬＤ素子３１２，３１４からＬＤモニタＰＤ素子３３２，３３４までのミラー３２０，３２２，３２４，３２６に限定することができる。さらに、各先端ユニット１８からの戻り光を個別に戻り光ＰＤ素子３３６，３３８によって測定しているため、どちらの戻り光ＰＤ素子３３６，３３８の測定値が異常となるかで、２灯の内のどちらに故障が発生したかを判断することができる。加えて上述したように、図１３に示されたような、戻り光の励起光成分と蛍光成分を分離する構成を追加することにより、先端ユニット１８内の故障状態を推定することもできる。

[0073] 〔内視鏡組み込み構成〕

本実施形態の内視鏡用照明装置を内視鏡に組み込んだ際の構成について説明する。図１９は、図１５の内視鏡装置に対する第三実施形態の内視鏡用照明装置の搭載構成を示している。

[0074] 内視鏡装置への組み込み構成において、本実施形態の内視鏡 360 は、第二実施形態に示されたワイヤレスの内視鏡 270 において、LD 部と PD 部の代わりに LD/PD 部 310 が搭載された構成となっている。

[0075] [むすび]

以上のように、3つの実施形態を示したが、LD 素子や PD 素子の数、それぞれの PKG 形態、蛍光体の種類や積層構造、光ファイバや蛍光体の端面形状、光ファイバの種類、内視鏡への搭載構成等、それぞれについて、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において組み合わせて使用することができる。

請求の範囲

[請求項1]

1 次光を出力する光源と、
前記 1 次光を導光する導光部材と、
前記 1 次光を 2 次光に変換する光変換部材とを有する内視鏡用照明装置において、
前記導光部材は、それを通して前記 1 次光が前記導光部材から出射する導光部材端面を有し、前記光変換部材は、それを通して前記 1 次光が前記光変換部材に入射する光変換部材端面を有し、前記導光部材端面と前記光変換部材端面は互いに対向して配置されており、
前記導光部材端面における前記導光部材の光軸と前記光変換部材端面との交点から出射し、前記導光部材端面に入射する光の入射角が、前記導光部材が導光することが可能である光の入射角以上となるような相対位置関係で前記導光部材と前記光変換部材とが離間して配置されていることを特徴とする内視鏡用照明装置。

[請求項2]

前記導光部材の導光路断面の半径を d 、前記導光部材の受け入れ角を NA 、前記導光部材端面と前記光変換部材端面との間の媒体の屈折率を n 、前記導光部材端面と前記光変換部材端面との間の距離を L としたとき、前記導光部材端面と前記光変換部材端面と間の距離 L は、
[数1]

$$L \leq \frac{d \times n \times \sqrt{1 - \left(\frac{NA}{n}\right)^2}}{NA}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項3]

前記導光部材端面と前記光変換部材端面との間の距離を規定する間隔保持部材をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項4]

前記間隔保持部材は、前記導光部材と前記光変換部材との間に挟持される透明部材であることを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡用照

明装置。

- [請求項5] 前記間隔保持部材は、前記導光部材が内部に挿入される導光部材保持穴と、光変換部材が内部に挿入される光変換部材保持穴とを有し、前記導光部材保持穴と前記光変換部材保持穴が内部で連通しており、前記光変換部材保持穴は、前記導光部材保持穴側から徐々に穴径が増加するテーパ形状をしていることを特徴とする請求項3に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項6] 前記間隔保持部材内に挿入された前記導光部材端面は、前記光変換部材保持穴内にあることを特徴とする請求項5に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項7] 前記導光部材端面と前記光変換部材端面との間は、前記1次光と前記2次光の両方に対して光学的に透明な透明部材で満たされていることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項8] 前記導光部材端面は凸面形状をしており、前記透明部材の屈折率は前記導光部材の屈折率よりも低いことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項9] 前記導光部材端面は凹面形状をしており、前記透明部材の屈折率は前記導光部材の屈折率よりも高いことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項10] 前記光変換部材端面は凸面形状をしており、前記透明部材の屈折率は前記光変換部材の屈折率よりも低くいことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項11] 前記光変換部材端面は凹面形状をしており、前記透明部材の屈折率は前記光変換部材の屈折率よりも高いことを特徴とする請求項7に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項12] 前記導光部材は、複数のモードの光を導光できるマルチモード光ファイバであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項13] 前記光ファイバは、コアと、前記コアの外周円筒面を覆っているク

ラッドとを有し、前記クラッドの直径は、前記コアの直径の1.2倍以下であることを特徴とする請求項12に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項14] 前記光ファイバは、コアと、前記コアの外周円筒面を覆っている1次クラッドと、前記1次クラッドの外周円筒面を覆っている2次クラッドとを有するダブルクラッドファイバであることを特徴とする請求項12に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項15] 前記1次光は、前記コア内で導光され、前記2次光は、前記コアと前記1次クラッド内で導光されることを特徴とする請求項14に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項16] 前記光ファイバは、コアと、前記コアの外周円筒面を覆っているクラッドと、前記クラッドの外周円筒面を覆っている金属反射膜とを有する光ファイバであり、前記金属反射膜は、前記1次光と前記2次光の両方に対して反射性を有することを特徴とする請求項12に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項17] 前記1次光は、前記コア内で導光され、前記2次光は、前記コアと前記クラッド内で導光されることを特徴とする請求項16に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項18] 前記光変換部材は円柱形状をしており、前記光変換部材の直径は、前記導光部材端面から出射する前記1次光の全てが前記光変換部材に照射される面積を与えるような大きさとなっていることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項19] 前記光変換部材は、蛍光体を含むことを特徴とする請求項18に記載の内視鏡用照明装置。

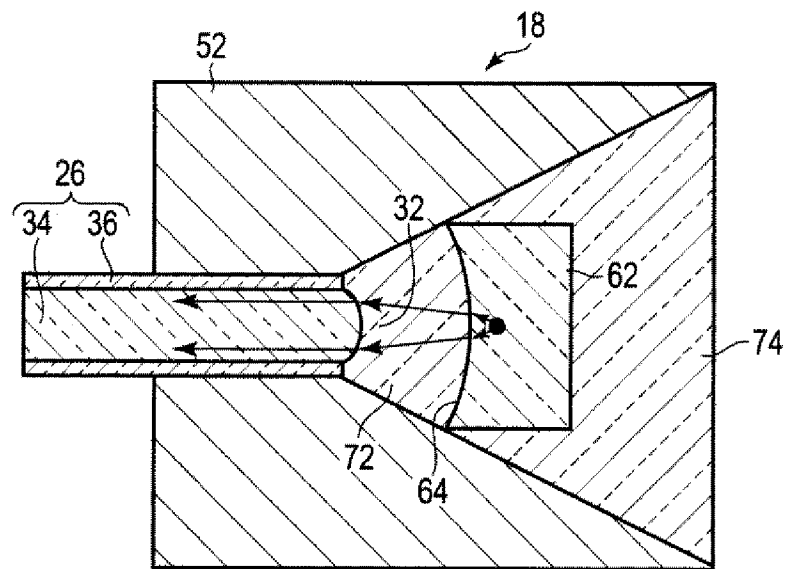
[請求項20] 前記導光部材によって前記1次光とは逆方向に導光される戻り光を前記1次光と分岐する分岐部材を有することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用照明装置。

[請求項21] 前記分岐部材は、ダイクロックミラーまたは光カップラであることを特徴とする請求項20に記載の内視鏡用照明装置。

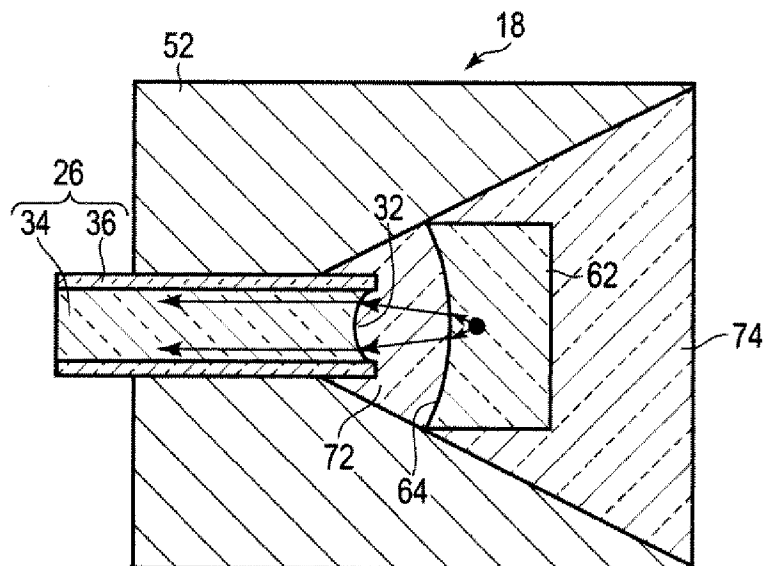
- [請求項22] 前記導光部材によって前記1次光とは逆方向に導光される戻り光の光量を検出する検出部を有することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項23] 前記戻り光の光量に基づいて前記光源を制御する制御部を有することを特徴とする請求項22に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項24] 前記制御部は、前記戻り光の光量の検出結果から、何らかの故障が発生していると判断したときに、前記光源の出力光量をゼロにすることを特徴とする請求項23に記載の内視鏡用照明装置。
- [請求項25] 前記制御部は、前記戻り光の光量の検出結果から、何らかの故障が発生していると判断したときに、前記光源の出力光量を通常使用時よりも低くすることを特徴とする請求項23に記載の内視鏡用照明装置。

Diagram illustrating a fiber-optic probe 30. The probe consists of a fiber 34 with diameter d . Light rays 32 exit from the end face 32 at an angle θ from the central axis. The probe length is L . The light rays strike a target surface 62, creating a spot 64. The refractive index of the fiber is n_1 . The distance from the fiber tip to the spot center is L_5 . The numerical aperture (NA) is defined as $NA = n_1 \sin(\theta)$, and the probe length L is related to the diameter d and angle θ by the equation $L = d / \tan(\theta)$.

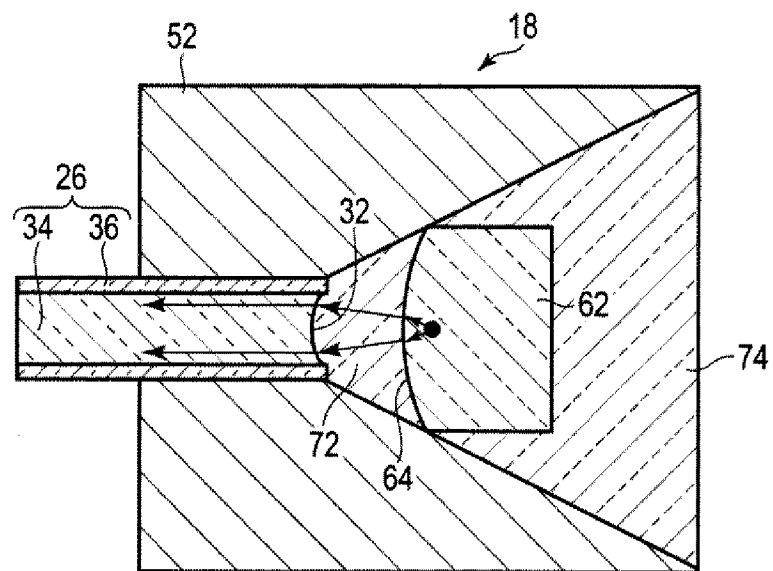
[図5]



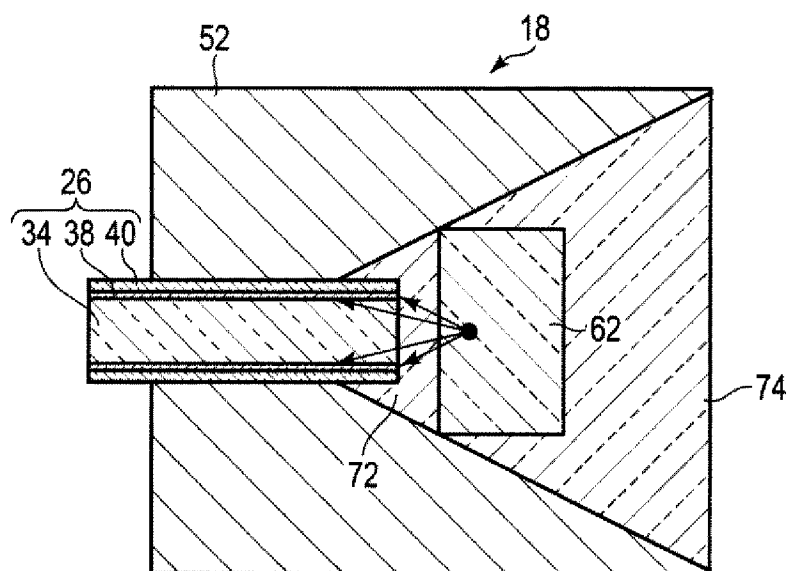
[図6]



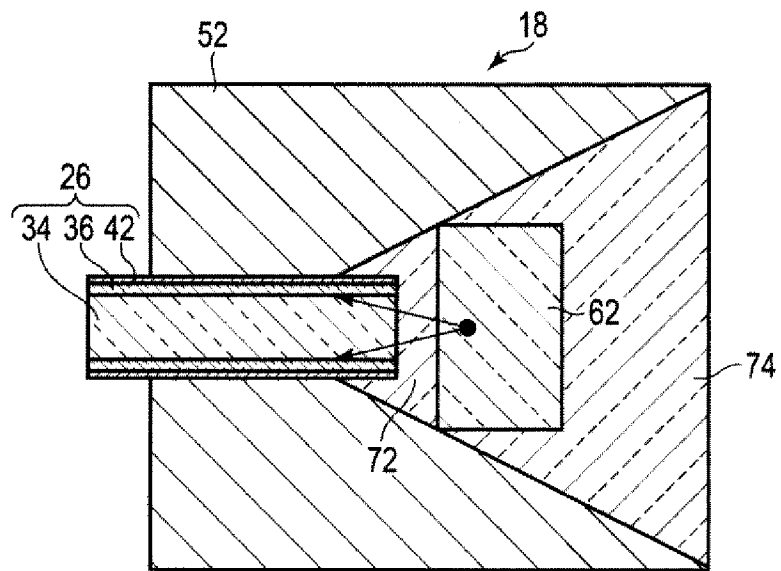
[図7]



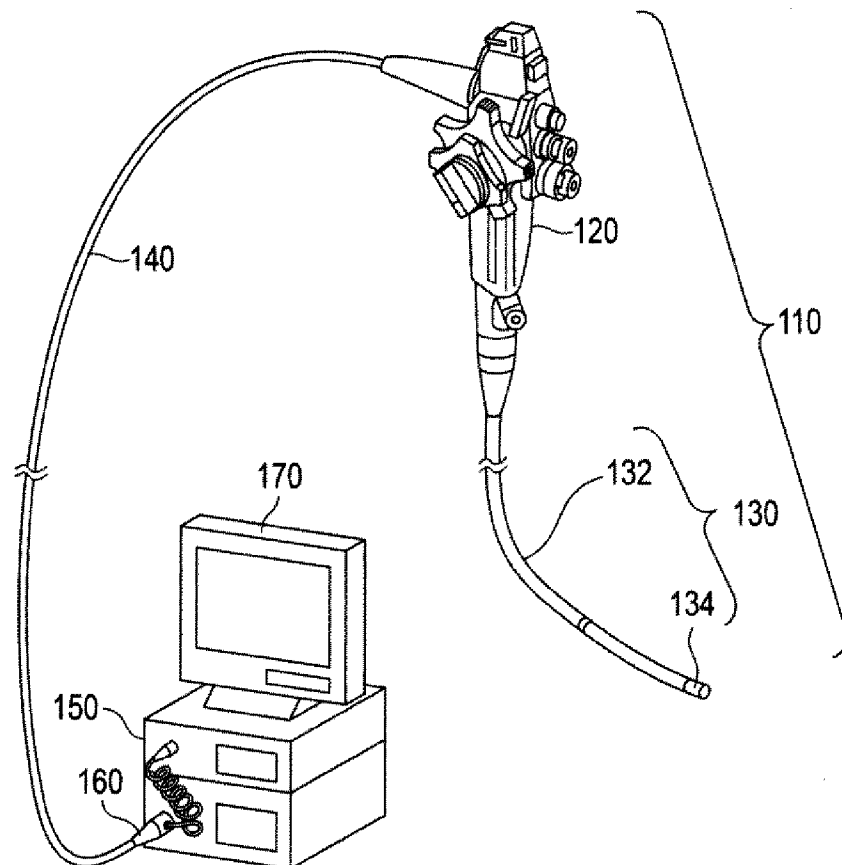
[図8]



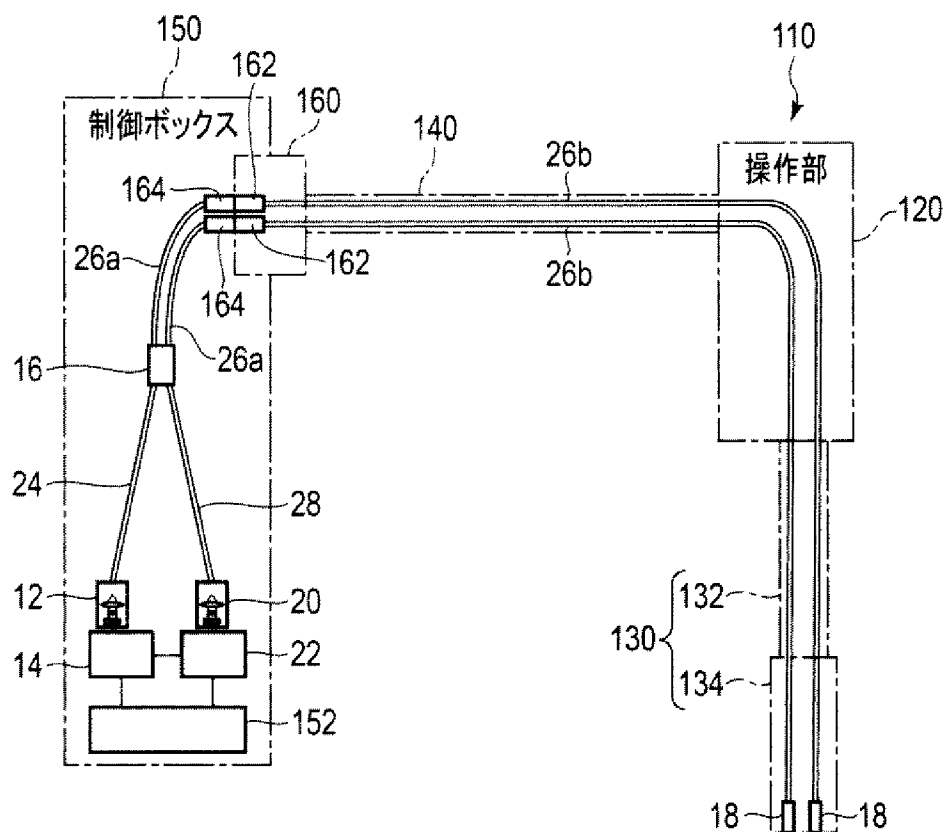
[図9]



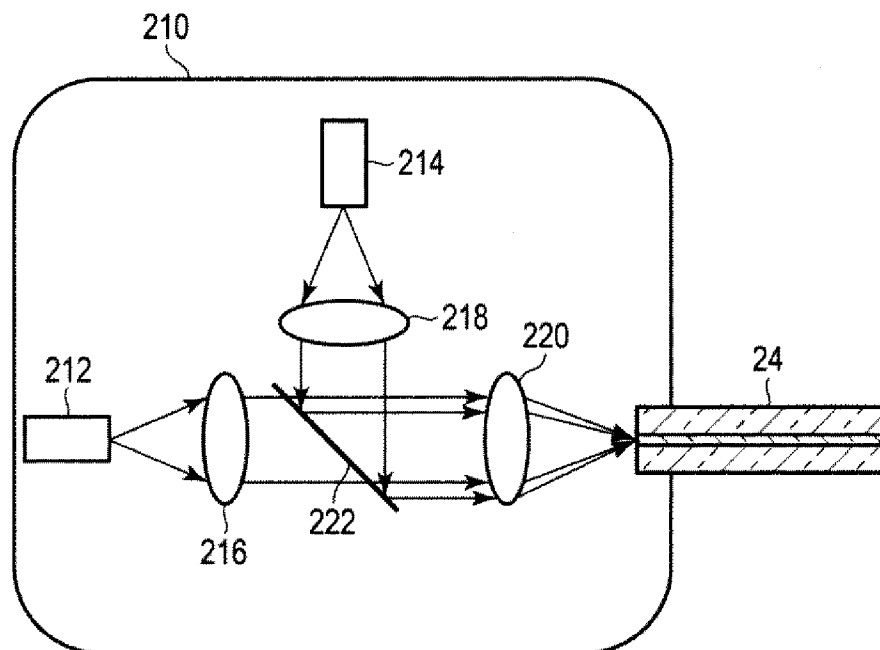
[図10]



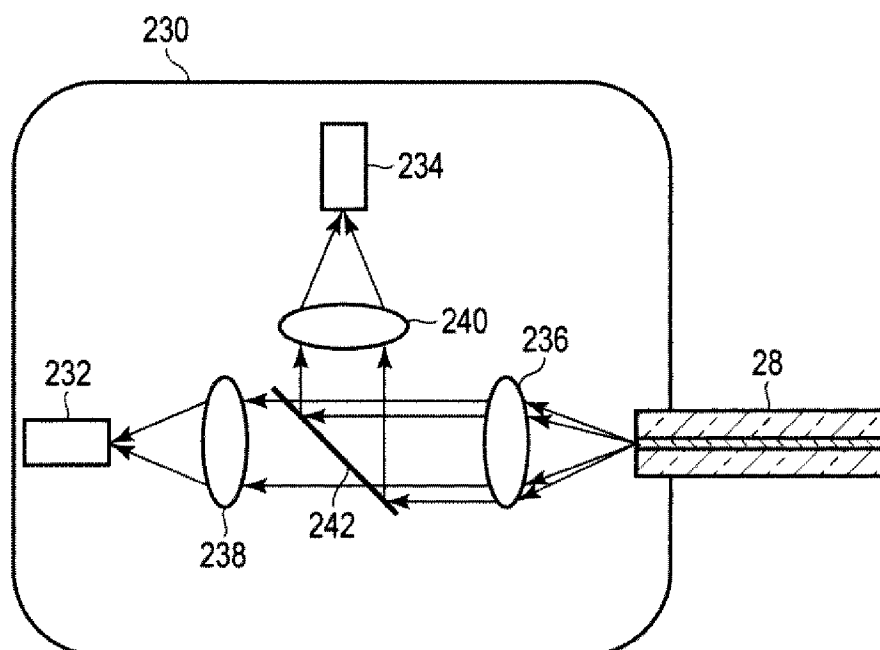
[図11]



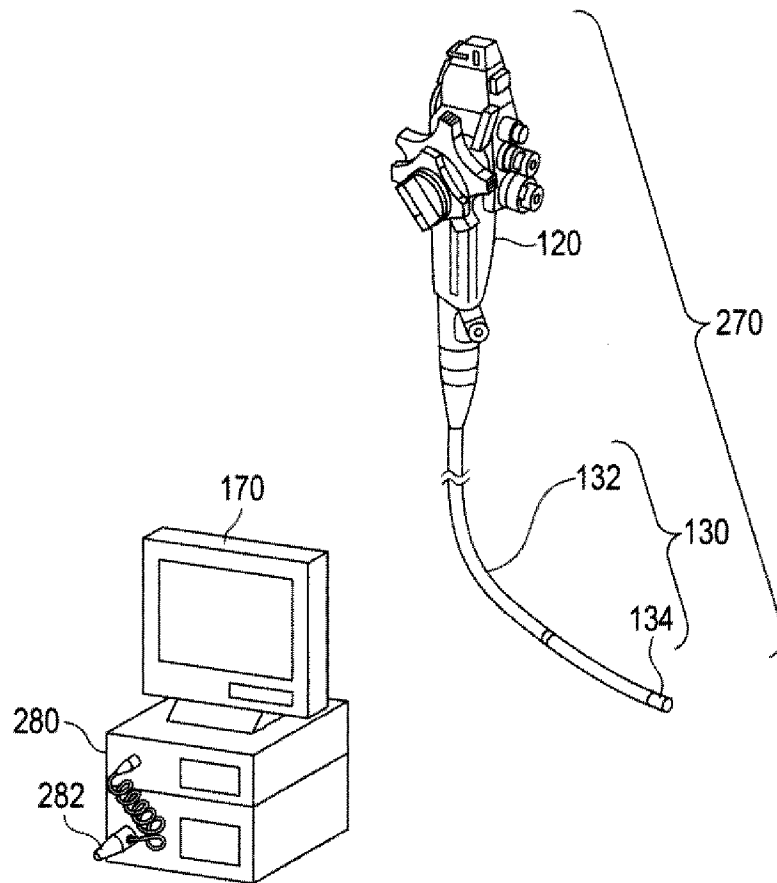
[図12]



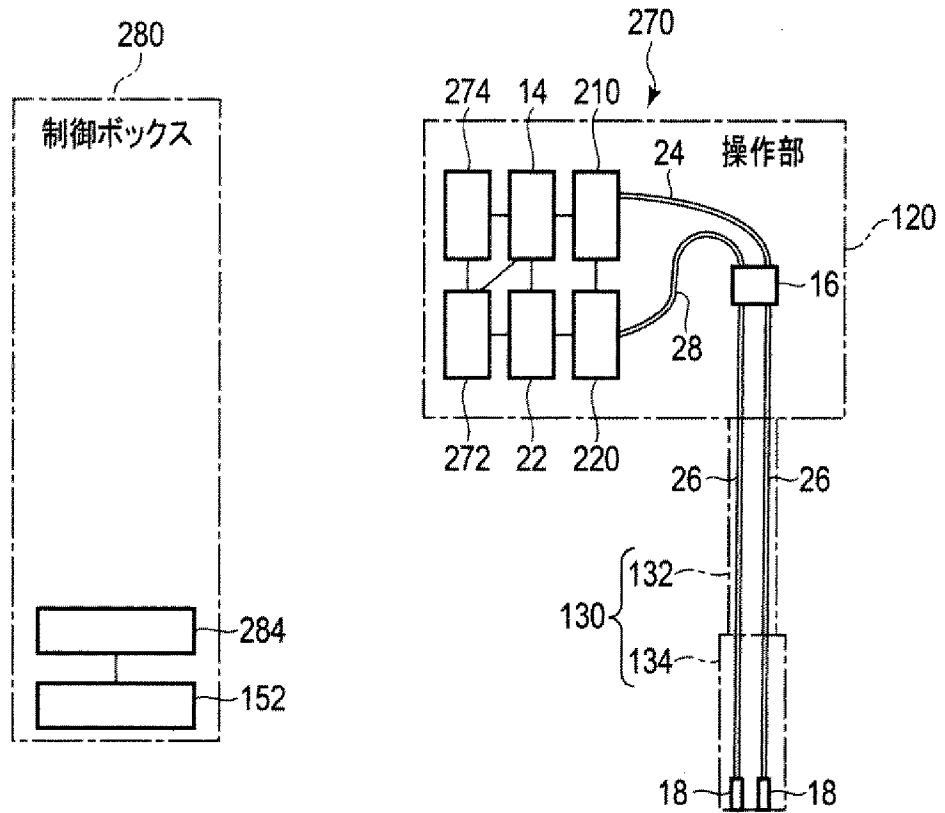
[図13]



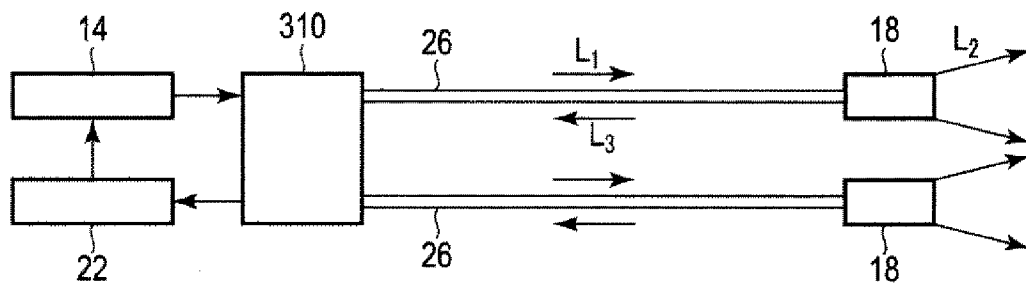
[図15]



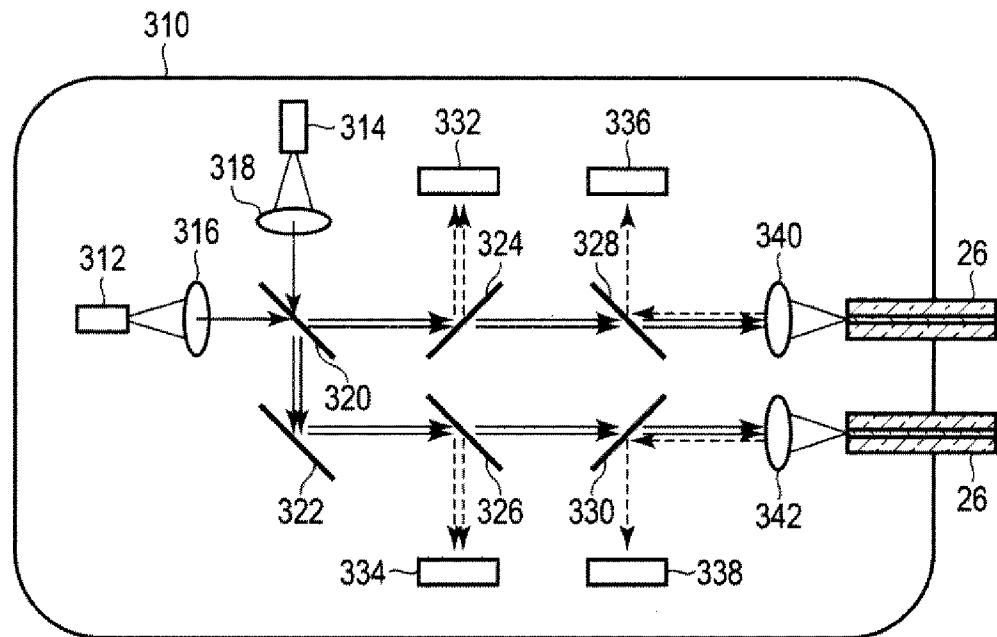
[図16]



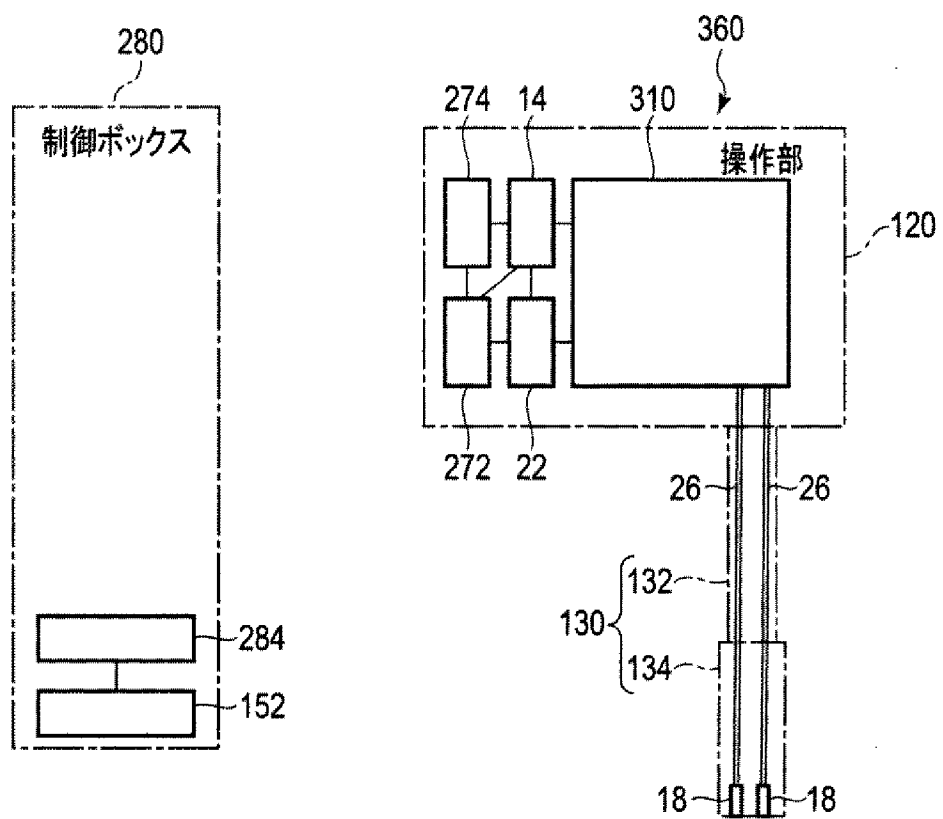
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078520

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5103874 B2 (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 12 October 2012 (12.10.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2015-19013 A (Olympus Corp.), 29 January 2015 (29.01.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2014-174192 A (Olympus Corp.), 22 September 2014 (22.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 December 2015 (14.12.15)Date of mailing of the international search report
22 December 2015 (22.12.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078520

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-104812 A (Olympus Corp.), 30 May 2013 (30.05.2013), entire text; all drawings & US 2014/0246572 A1 whole documents & WO 2013/073524 A1	1-25
A	JP 2013-4208 A (Olympus Corp.), 07 January 2013 (07.01.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2012-74241 A (Olympus Corp.), 12 April 2012 (12.04.2012), entire text; all drawings & US 2013/0194822 A1 whole documents & WO 2012/043467 A1	1-25
A	JP 2011-123368 A (Olympus Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), entire text; all drawings & US 2011/0141763 A1 whole documents	1-25
A	JP 2013-165749 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 29 August 2013 (29.08.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B1/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5103874 B2 (日亜化学工業株式会社) 2012.10.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2015-19013 A (オリンパス株式会社) 2015.01.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2014-174192 A (オリンパス株式会社) 2014.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.12.2015

国際調査報告の発送日

22.12.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安田 明央

2Q

9309

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-104812 A (オリンパス株式会社) 2013. 05. 30, 全文, 全図 & US 2014/0246572 A1, whole documents & WO 2013/073524 A1	1 - 2 5
A	JP 2013-4208 A (オリンパス株式会社) 2013. 01. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2 5
A	JP 2012-74241 A (オリンパス株式会社) 2012. 04. 12, 全文, 全図 & US 2013/0194822 A1, whole documents & WO 2012/043467 A1	1 - 2 5
A	JP 2011-123368 A (オリンパス株式会社) 2011. 06. 23, 全文, 全図 & US 2011/0141763 A1, whole documents	1 - 2 5
A	JP 2013-165749 A (日亜化学工業株式会社) 2013. 08. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 2 5