

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/104048

発行日 平成30年11月1日(2018.11.1)

(43) 国際公開日 平成29年6月22日(2017.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
A61B 1/06 (2006.01)	A61B 1/06 614	2H04O
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 630	4C161
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 B	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 39 頁)

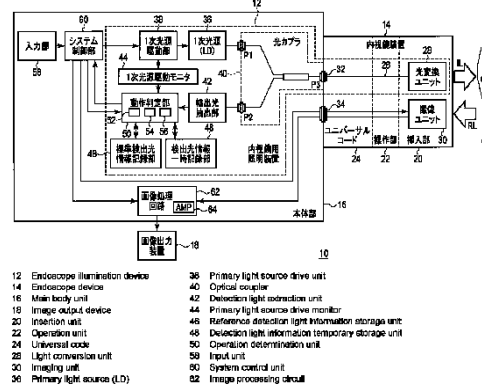
出願番号 特願2017-556275 (P2017-556275)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/085359	
(22) 国際出願日 平成27年12月17日(2015.12.17)	
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, 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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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	(74) 代理人 100108855 弁理士 蔵田 昌俊 (74) 代理人 100103034 弁理士 野河 信久 (74) 代理人 100153051 弁理士 河野 直樹 (74) 代理人 100179062 弁理士 井上 正 (74) 代理人 100189913 弁理士 鶴飼 健 (74) 代理人 100199565 弁理士 飯野 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用照明装置及び内視鏡システム

(57) 【要約】

内視鏡用照明装置(12)は、1次光源(36)から射出される1次光をそれと異なる光学特性の2次光に変換して、2次光の少なくとも一部を検出光と照明光として射出する光変換ユニット(28)と、検出光を受光してその光量に応じた検出光出力信号を出力する検出光抽出部(42)と、光変換ユニットの動作を判定する動作判定部(50)と、を備える。光変換ユニットは、第1及び第2の光変換部材を有する。検出光は、1次光が、第1の光変換部材へ照射されて変換された直接照射型の第1の光変換光と、1次光が、第2の光変換部材へ照射されて変換された第2の光変換光の一部が、第1の光変換部材に照射されることにより変換された間接照射型の第1の光変換光と、の少なくとも何れか一方を含む。動作判定部は、検出光抽出部から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、第1及び第2の光変換部材の動作を判定する。



- 12 Endoscope illumination device
- 14 Endoscope device
- 16 Main body unit
- 18 Image output device
- 20 Insertion unit
- 22 Operation unit
- 24 Universal code
- 28 Light conversion unit
- 30 Imaging unit
- 36 Primary light source (LD)
- 38 Primary light source drive unit
- 40 Optical coupler
- 42 Detection light extraction unit
- 44 Primary light source drive unit
- 48 Reference detection light information storage unit
- 48 Detection light information temporary storage unit
- 50 Operation determination unit
- 58 Input unit
- 62 Image processing circuit

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1次光を射出する1次光源と、

前記1次光源から射出される前記1次光を前記1次光と異なる光学特性の2次光に変換して、前記2次光の少なくとも一部を検出光と照明光として射出する光変換ユニットと、

前記検出光を受光して前記検出光の光量に応じた検出光出力信号を出力する検出光抽出手段と、

前記光変換ユニットの動作を判定する動作判定手段と、

を備えた内視鏡用照明装置において、

前記光変換ユニットは、前記1次光を受光して前記1次光の光学的性質の少なくとも一つを変換する第1及び第2の光変換部材と、前記1次光が入射する入射部とを有しており、

10

前記検出光は、

前記入射部の近傍領域から前記検出光抽出手段へ射出されるものであって、

前記1次光が、前記第1の光変換部材へ照射されて変換された直接照射型の第1の光変換光と、

前記1次光が、前記第2の光変換部材へ照射されて変換された第2の光変換光の一部が、前記第1の光変換部材に照射されることにより変換された間接照射型の第1の光変換光と、

20

の少なくとも何れか一方を含んでおり、

前記動作判定手段は、前記検出光抽出手段から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の動作を判定することを特徴とする内視鏡用照明装置。

【請求項 2】

前記第1及び第2の光変換部材は、ともに前記入射部から入射する前記1次光の光軸上に配置され、前記第1の光変換部材は前記第2の光変換部材よりも前記入射部側に配置されており、

前記第1の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を吸収して前記1次光と異なる波長域の第1の蛍光に波長を変換する第1の蛍光体を有しており、

前記第2の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を側方または後方へ配光を変換する機能を有する散乱または反射部材を有し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。

30

【請求項 3】

前記動作判定手段は、前記1次光源が前記1次光を射出する際の1次光源駆動情報から検出光量標準値を算出する機能と、前記検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する機能と、前記標準検出光領域外の範囲を分割して第1の異常検出領域と第2の異常検出領域とを設定する機能と、を有しており、

前記動作判定手段は、前記検出光出力信号が、前記標準検出光領域、前記第1の異常検出領域及び第2の異常検出領域の何れに含まれるかを検出し、その検出結果に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の動作を推定する動作推定手段を備えていることを特徴とする請求項2に記載の内視鏡用照明装置。

40

【請求項 4】

前記第1の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、

前記動作推定手段は、前記検出光出力信号が、前記第1の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定す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】

前記第2の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分外に存在するものであり、

50

前記動作推定手段は、前記検出光出力信号が、前記第2の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定す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】

前記第1の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、

前記第2の異常検出領域は、前記標準検出光領域から前記所定の差分外に存在するものであり、

前記動作判定手段は、前記検出光出力信号の値及び前記検出光量標準値をそれぞれ前記1次光源駆動情報に基づいて正規化し、

前記動作推定手段は、正規化した検出光出力信号値が前記第1の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定し、前記正規化した検出光出力信号値が前記第2の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定し、

前記動作推定手段が前記全体異常動作または前記部分異常動作と推定した場合に、

前記動作判定手段は、前記1次光源に対して、前記1次光よりも低光量の動作確認用1次光を射出するように制御し、

前記検出光抽出手段は、前記動作確認用1次光に基づいて前記光変換ユニットから放射された確認検出光を受光して前記確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を出力し、

前記動作判定手段は、前記確認検出光出力信号の値を前記1次光源駆動情報に基づいて正規化し、

前記動作判定手段は、正規化した確認検出光出力信号値が、前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域の何れに存在するかにより、前記全体異常動作または前記部分異常動作を判定する異常動作判定手段をさらに備え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7】

前記動作判定手段は、前記1次光源に対して、前記動作推定手段が前記部分異常動作と推定した場合よりも、前記全体異常動作と推定した場合の方が前記動作確認用1次光の光量を低く設定することを特徴とする請求項6に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項8】

前記動作判定手段は、前記動作推定手段による推定結果と、前記異常動作判定手段による判定結果とが等しい場合に、その等しい結果を異常動作の種類として判定することを特徴とする請求項6に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項9】

前記動作判定手段は、前記全体異常動作または前記部分異常動作と判定した場合に、前記1次光源に対して、前記1次光が前記動作確認用1次光の光量以下となるように制御することを特徴とする請求項8に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項10】

前記動作判定手段は、前記動作推定手段による推定結果と前記異常動作判定手段による判定結果とが異なる場合に、前記異常動作判定手段の判定結果を選択して判定結果とすることを特徴とする請求項6に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項11】

前記動作判定手段は、前記光変換ユニット内における前記第1及び第2の光変換部材の異常動作の種類を特定する異常動作部材特定手段をさらに備えており、

前記異常動作部材特定手段は、前記異常動作判定手段が前記全体異常動作または前記部分異常動作と判定した場合に、前記正規化した検出光出力信号値と前記正規化した確認検出光出力信号値との差分量に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の少なくとも一方、または両方の異常動作の部材を特定することを特徴とする請求項6に記載の内視鏡用照

10

20

30

40

50

明装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 の蛍光体は所定の温度消光特性を有しており、

前記異常動作部材特定手段は、前記正規化した確認検出光出力信号値が前記正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加したか否かにより、前記異常動作の種類が前記第 1 の蛍光体の温度消光であるかどうかを判定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 3】

前記異常動作部材特定手段は、前記正規化した確認検出光出力信号値が前記正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加した場合に、前記異常動作の種類が前記第 1 の蛍光体の温度消光であると特定し、

前記動作判定手段は、前記異常動作部材特定手段が前記第 1 の蛍光体の温度消光と特定した場合、前記前記 1 次光源に対して、前記動作確認用 1 次光よりも大きい 1 次光量を射出できるように制御することを特徴とする請求項 1 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 4】

前記異常動作部材特定手段は、前記正規化した確認検出光出力信号値と前記正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと前記標準検出光領域との差分が所定量より小さい場合は、前記異常動作の種類が前記第 2 の光変換部材の異常動作であると特定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 5】

前記異常動作部材特定手段は、前記正規化した確認検出光出力信号値と前記正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと前記標準検出光領域との差分が所定量より大きい場合は、前記異常動作の種類が前記第 1 及び第 2 の光変換部材の異常動作であると特定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 6】

前記検出光は、前記直接照射型の第 1 の光変換光の方が、前記間接照射型の第 1 の光変換光よりも多くの割合を占めていることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 7】

前記第 2 の光変換部材は、前記 1 次光の少なくとも一部を吸収して前記 1 次光及び第 2 の蛍光と異なる波長域の第 2 の蛍光に波長を変換する第 2 の蛍光体をさらに有しており、

前記検出光は、前記第 1 の蛍光の方が、前記第 2 の蛍光よりも多くの割合を占めていることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 8】

前記第 1 の蛍光体は、前記第 2 の蛍光の少なくとも一部を吸収して、第 1 の蛍光に変換することを特徴とする請求項 1 7 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 の蛍光体は、吸収されなかった前記 1 次光をほとんど拡散させずに透過させる透明蛍光体であることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 0】

前記第 2 の光変換部材から前記第 1 の蛍光体へ照射される前記第 2 の光変換光の光量は、前記第 1 の蛍光体の射出面で発生する 1 次光の戻り光の光量よりも大きいことを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 の光変換部材は、前記第 1 の蛍光体をさらに有していることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 2】

前記検出光抽出手段は、前記検出光を受光する受光素子を備えており、

前記受光素子の受光面は、前記 1 次光が前記第 1 の蛍光体に入射する入射面よりも、前記入射部側に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 3】

2つの入力端と1つの出力端とを有する光カプラをさらに備えており、
前記光カプラの1つの入力端は、前記1次光源に光学的に接続され、
前記光カプラのもう一方の入力端は、前記受光素子に光学的に接続され、
前記光カプラの前記1つの出力端は、前記光変換ユニットの前記入射部と光学的に接続
されているものであり、

前記光カプラは、前記1次光源から射出された前記1次光を前記光変換ユニットへ導光
するとともに、前記光変換ユニット側から前記受光素子側に向かって前記検出光を導光す
る機能を有することを特徴とする請求項 2 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 4】

前記受光素子は、前記1次光の波長領域よりも前記第1の蛍光の波長領域に受光感度が高
いことを特徴とする請求項 2 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 5】

請求項 1 ~ 2 4 の何れか一項に記載の内視鏡用照明装置と、
所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像手段と、
前記撮像手段で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像生
成手段と、
を備えたことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項 2 6】

請求項 6 ~ 1 5 の何れか一項に記載の内視鏡用照明装置と、
所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像手段と、
前記撮像手段で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像生
成手段と、
を備え、

前記動作判定手段は、前記1次光から前記動作確認用1次光への切り替えを、前記1次
光による照明光の照射領域と切り替え直後の前記動作確認用1次光による照明光の照射領
域とが略等しくなるような所定の期間内に実施するものであって、

前記画像生成手段は、前記1次光と前記動作確認用1次光との照明光により連続して取
得する画像の中に、少なくとも共通する領域を含む画像を取得することを特徴とする内視
鏡システム。

【請求項 2 7】

前記画像生成手段は、前記1次光と前記動作確認用1次光との光量差を補正するように
、前記動作確認用1次光により撮像した撮像信号に対して信号増幅を行い、画像を取得す
ることを特徴とする請求項 2 6 に記載の内視鏡システム。

【請求項 2 8】

前記動作判定手段は、

前記動作確認用1次光を射出する前に、前記撮像手段の撮像フレームレートを低減す
るように前記撮像手段を制御し、

前記撮像手段の非露光期間内に、前記動作確認用1次光を射出するように前記1次光
源を制御することを特徴とする請求項 2 6 に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内視鏡用照明装置及びそれを備える内視鏡システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、小型固体光源からの光を光ファイバ先端に配置した波長変換部材により波長
変換して、光を所望の照射パターンや色へ変化させるファイバ光源が提案されている。

【0003】

例えば、日本国特許第5103874号公報（以下、特許文献1と記す）には、次のよ

10

20

30

40

50

うな発光装置が開示されている。すなわち、この発光装置は、光源と、該光源と光学的に接続された導光部材と、該導光部材の射出端部に配置された波長変換部材と、該波長変換部材からの戻り光を検出する受光素子を有する検出部材と、を備えている。この発光装置は、上記波長変換部材からの戻り光を上記受光素子で検出することで、上記導光部材の断線や上記波長変換部材である蛍光体の故障が検知できるものとなっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】日本国特許第5103874号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一方、近年、波長や広がり角といった光学的性質を変換する光変換部材を光ファイバの先端部に複数搭載することで、光学的性質が異なる光変換光を得ようとする試みがなされている。

【0006】

上記特許文献1に開示されている発光装置では、上記波長変換部材のような光変換部材からの戻り光の変化量を検出することで、光変換部材の故障を検出することが可能である。しかしながら、光ファイバのような導光部材の先端部に複数の光変換部材を搭載した場合に、光変換光の戻り光の変化量を検出して複数の光変換部材の異常動作（一方または両方）を検出する方法については記載されておらず、複数の光変換部材の異常動作を精度良く抽出できないという課題を有する。

20

【0007】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、複数の光変換部材の動作を判定可能な内視鏡用照明装置を提供すること、及びそのような内視鏡用照明装置を備える内視鏡システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の内視鏡用照明装置の一態様は、1次光を射出する1次光源と、前記1次光源から射出される前記1次光と異なる光学特性の2次光に変換して、前記2次光の少なくとも一部を検出光と照明光として射出する光変換ユニットと、前記検出光を受光して前記検出光の光量に応じた検出光出力信号を出力する検出光抽出手段と、前記光変換ユニットの動作を判定する動作判定手段と、を備える。前記光変換ユニットは、前記1次光を受光して前記1次光の光学的性質の少なくとも一つを変換する第1及び第2の光変換部材と、前記1次光が入射する入射部とを有している。前記検出光は、前記入射部の近傍領域から前記検出光抽出手段へ射出されるものであって、前記1次光が、前記第1の光変換部材へ照射されて変換された直接照射型の第1の光変換光と、前記1次光が、前記第2の光変換部材へ照射されて変換された第2の光変換光の一部が、前記第1の光変換部材に照射されることにより変換された間接照射型の第1の光変換光と、の少なくとも何れか一方を含んでいる。前記動作判定手段は、前記検出光抽出手段から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の動作を判定する。

30

40

また、本発明の内視鏡システムの一態様は、前記本発明の内視鏡用照明装置の一態様と、所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像生成手段と、を備える。

また、本発明の内視鏡システムの別の態様は、前記本発明の内視鏡用照明装置の一態様において、前記第1及び第2の光変換部材は、ともに前記入射部から入射する前記1次光の光軸上に配置され、前記第1の光変換部材は前記第2の光変換部材よりも前記入射部側に配置されており、前記第1の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を吸収して前記1次光と異なる波長域の第1の蛍光に波長を変換する第1の蛍光体を有しており、前記

50

第2の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を側方または後方へ配光を変換する機能を有する散乱または反射部材を有している。ここで、前記動作判定手段は、前記1次光源が前記1次光を射出する際の1次光源駆動情報から検出光量標準値を算出する機能と、前記検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する機能と、前記標準検出光領域外の範囲を分割して第1の異常検出領域と第2の異常検出領域とを設定する機能と、を有しており、前記動作判定手段は、前記検出光出力信号が、前記標準検出光領域、前記第1の異常検出領域及び第2の異常検出領域の何れに含まれるかを検出し、その検出結果に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の動作を推定する動作推定手段を備えている。また、前記第1の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、前記第2の異常検出領域は、前記標準検出光領域から前記所定の差分外に存在するものであり、前記動作推定手段は、前記検出光出力信号が前記第1の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定し、前記検出光出力信号が前記第2の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定する。そして、前記動作推定手段が前記全体異常動作または前記部分異常動作と推定した場合に、前記動作判定手段は、前記1次光源に対して、前記1次光よりも低光量の動作確認用1次光を射出するように制御し、前記検出光抽出手段は、前記動作確認用1次光に基づいて前記光変換ユニットから放射された確認検出光を受光して前記確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を出力するものであり、前記動作判定手段は、前記1次光源が前記動作確認用1次光を射出する際の前記1次光源駆動情報から前記検出光量標準値を再算出して、前記標準検出光領域、前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域を再設定する機能を有している。また、前記動作判定手段は、前記確認検出光出力信号が、前記再設定された前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域の何れに存在するかにより、前記全体異常動作または前記部分異常動作を判定する異常動作判定手段をさらに備える。そして、前記動作判定手段は、前記1次光から前記動作確認用1次光への切り替えを、前記1次光による照明光の照射領域と切り替え直後の前記動作確認用1次光による照明光の照射領域とが略等しくなるような所定の期間内に実施するものであって、前記画像生成手段は、前記1次光と前記動作確認用1次光との照明光により連続して取得する画像の中に、少なくとも共通する領域を含む画像を取得する。

10

20

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複数の光変換部材の相互作用により生じる一つの光変換光の変化量を検出することにより、複数の光変換部材の動作を判定可能な内視鏡用照明装置を提供すること、及びそのような内視鏡用照明装置を備える内視鏡システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る内視鏡用照明装置を備える本発明の一実施形態に係る内視鏡システムの概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、光変換ユニットの構成の一例を示す断面図である。

【図3】図3は、光変換ユニットにおける第1の光変換部材の光学特性の一例を示す図である。

【図4】図4は、第1の光変換部材の温度消光特性の一例を示す図である。

【図5】図5は、検出光が含む、直接照射型の第1の光変換光と間接照射型の第1の光変換光とを説明するための図である。

【図6】図6は、検出光量標準値、正常動作推定領域、部分異常動作推定領域及び全体異常動作推定領域を説明するための図である。

【図7】図7は、図7Aと図7Bとの関係を示す図である。

【図7A】図7Aは、動作判別部の動作を説明するためのフローチャートの一部を示す図である。

40

50

【図 7 B】図 7 B は、動作判別部の動作を説明するためのフローチャートの残りの部分を示す図である。

【図 8】図 8 は、動作異常が第 1 の光変換部材の温度消光である場合における検出光量の推移を示す図である。

【図 9】図 9 は、動作異常が第 2 の光変換部材の異常動作である場合における検出光量の推移を示す図である。

【図 10】図 10 は、第 1 実施形態の変形例における光変換ユニットの構成例を示す断面図である。

【図 11】図 11 は、第 1 実施形態の変形例における光変換ユニットの別の構成例を示す断面図である。

【図 12】図 12 は、本発明の第 2 実施形態に係る内視鏡用照明装置を備える内視鏡システムにおける光変換ユニットの構成の一例を示す断面図である。

【図 13】図 13 は、光変換ユニットにおける第 2 の光変換部材の光学特性の一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、本発明の第 3 実施形態における光変換ユニットの構成例を示す断面図である。

【図 15】図 15 は、第 3 実施形態の光変換ユニットにおける第 2 の光変換部材の光学特性の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態を図面を参照して説明する。

【0012】

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る内視鏡用照明装置 12 を備える本発明の一実施形態に係る内視鏡システム 10 の概略的な構成を示す図である。本実施形態に係る内視鏡システム 10 は、内視鏡装置 14 と、本体部（ビデオプロセッサ）16 と、画像出力装置（モニタ）18 と、を有している。本実施形態に係る内視鏡用照明装置 12 は、被写体 O に照明光 I L を照射するものであり、詳細は後述するように、内視鏡装置 14 と本体部 16 に、その構成部材が振り分けられて、構成されている。

【0013】

なお、本明細書において、内視鏡装置とは、医療用内視鏡装置（上部消化管内視鏡装置、大腸内視鏡装置、超音波内視鏡装置、膀胱鏡装置、腎盂鏡装置、気管支鏡装置、等）及び工業用内視鏡装置に限定するものではなく、被写体 O に挿入される挿入部を備える機器一般を指している。以下、内視鏡装置 14 として医療用内視鏡装置を例に説明する。この場合、被写体 O とは、患者等の体内（例えば体腔（管腔）内）における患部や病変部等である。

【0014】

内視鏡装置 14 は、被写体 O に挿入される細長い挿入部 20 と、該挿入部 20 の基端部と連結した操作部 22 と、操作部 22 と本体部 16 とを接続するユニバーサルコード 24 と、を備える。内視鏡装置 14 は、管状の挿入部 20 を体腔内に挿入する管状挿入装置である。

【0015】

なお、特に図示はしていないが、挿入部 20 は、挿入部 20 の先端部側から基端部側に向かって、先端硬質部と、湾曲する湾曲部と、可撓管部と、を有している。ここで、先端硬質部の基端部は、湾曲部の先端部と連結し、湾曲部の基端部は、可撓管部の先端部と連結している。先端硬質部は、挿入部 20 の先端部及び内視鏡装置 14 の先端部であり、硬い部材となっている。湾曲部は、操作部 22 のユーザ（医師らの作業員）による操作に応じて、所望の方向に湾曲する。この湾曲部の湾曲により、先端硬質部の位置と向きが変えられ、被写体 O が観察視野内に捉えられる。こうして捉えられた被写体 O に対し、内視鏡用照明装置 12 からの照明光 I L が照射されて、被写体 O が照明される。可撓管部は、所

10

20

30

40

50

望な可撓性を有しており、外力を受けることによって曲がる管状部材である。

【 0 0 1 6 】

内視鏡装置 1 4 は、挿入部 2 0、操作部 2 2 及びユニバーサルコード 2 4 内に延設されている光ファイバ 2 6 を有する。この光ファイバ 2 6 は、内視鏡用照明装置 1 2 の一構成部材である。また、内視鏡装置 1 4 は、挿入部 2 0 の先端硬質部内に、同じく内視鏡用照明装置 1 2 の一構成部材である光変換ユニット 2 8 を備えている。光ファイバ 2 6 の先端部は、この光変換ユニット 2 8 に光学的に接続されている。光変換ユニット 2 8 の詳細については後述する。

【 0 0 1 7 】

さらに、内視鏡装置 1 4 は、挿入部 2 0 の先端硬質部内に、被写体 O に照射された照明光 I L の反射光 R L を検出して撮像信号を出力する撮像ユニット 3 0 を備えている。撮像ユニット 3 0 は、内視鏡用照明装置 1 2 が照射した被写体 O からの反射光 R L を受光して、撮像を行う。具体的には、C C D イメージャや C M O S イメージャである。

10

【 0 0 1 8 】

本体部 1 6 と内視鏡装置 1 4 のユニバーサルコード 2 4 とは、コネクタ部によって、本体部 1 6 に対してユニバーサルコード 2 4 が着脱自在にされている。このコネクタ部は、光変換ユニット 2 8 に接続された光ファイバ 2 6 の基端を本体部 1 6 に光学的に接続するための光コネクタ 3 2 と、撮像ユニット 3 0 に接続された電気配線を本体部 1 6 に電氣的に接続するための電気コネクタ 3 4 と、を含む。

【 0 0 1 9 】

内視鏡用照明装置 1 2 の本体部 1 6 内に振り分けられた構成部材は、1 次光源 3 6、1 次光源駆動部 3 8、光カプラ 4 0、検出光抽出部 4 2、1 次光源駆動モニタ 4 4、標準検出光情報記録部 4 6、検出光情報一時記録部 4 8、及び動作判定部 5 0 を含む。動作判定部 5 0 は、動作推定部 5 2 と、異常動作判定部 5 4 と、異常動作部材特定部 5 6 と、を含む。これら各部の詳細については、後述する。

20

【 0 0 2 0 】

なお、これら構成部材の内視鏡装置 1 4 と本体部 1 6 とへの振り分けは、これに限定されないことは勿論である。例えば、光カプラ 4 0 も内視鏡装置 1 4 (の操作部 2 2) 内に配置しても良い。あるいは、1 次光源 3 6 と光カプラ 4 0 とも、または、1 次光源 3 6 と光カプラ 4 0 と検出光抽出部 4 2 とも、内視鏡装置 1 4 (の操作部 2 2) 内に配置することができる。さらには、内視鏡用照明装置 1 2 の全ての構成部材を内視鏡装置 1 4 内に配置することも可能である。

30

【 0 0 2 1 】

本体部 1 6 は、更に、入力部 5 8、システム制御部 6 0、及び画像処理回路 6 2 を含む。画像処理回路 6 2 は、可変増幅回路 (A M P) 6 4 を含む。

【 0 0 2 2 】

入力部 5 8 は、内視鏡システム 1 0 の電源動作 (O N / O F F)、観察モードの設定、内視鏡用照明装置 1 2 から射出される照明光 I L の光量の調整、などを可能にする機能を有するユーザーインターフェースを備えている。

【 0 0 2 3 】

システム制御部 6 0 は、入力部 5 8 に入力された情報を基に、内視鏡用照明装置 1 2、撮像ユニット 3 0、及び画像処理回路 6 2 を制御する。また、動作判定部 5 0 からの動作判定結果信号を基に、内視鏡用照明装置 1 2 (1 次光源 3 6) の光量制御を実施する。このシステム制御部 6 0 による制御の詳細については、後述する。システム制御部 6 0 は、ハードウェアによるシステム制御回路として構成しても良いし、プロセッサによって構成しても良い。プロセッサで構成する場合には、プロセッサがアクセス可能な図示しない外部メモリに、プロセッサが実行することで当該プロセッサをこのシステム制御部 6 0 として機能させるためのプログラムコードを記憶させておく。

40

【 0 0 2 4 】

画像処理回路 6 2 は、入力部 5 8 に入力された観察モードの情報と撮像ユニット 3 0 か

50

ら出力された撮像信号を必要に応じてAMP 64で増幅した上で、その撮像信号を基に公知の画像処理によって被写体画像を生成する。

【0025】

画像出力装置18は、この画像処理回路62によって生成された被写体画像を表示する。例えば、画像出力装置18は、液晶ディスプレイ等のモニタである。

【0026】

また、1次光源36は、1次光を射出する。1次光としては、光変換ユニット28に応じて、種々の光を用いることができる。本実施形態では、1次光源36は、発光波長ピーク450nmの青色レーザ光を射出するレーザダイオード(LD)である。

【0027】

1次光源駆動部38は、1次光源36を駆動するために、1次光源36に対して所定の駆動電流や駆動間隔により電力を供給するものである。また、1次光源駆動部38は、システム制御部60からの光源制御信号を受信して、1次光源36の駆動電流、駆動間隔、停止、等の1次光源36の駆動を変更する機能を有している。

【0028】

光カプラ40は、2つの入力端と1つの出力端とを備えた光分岐ファイバカプラを備えている。光分岐ファイバカプラの一方の入力端は、光コネクタ(P1)により、1次光源36と光学的に接続され、他方の入力端は、光コネクタ(P2)により、検出光抽出部42と光学的に接続される。また、光分岐ファイバカプラの出力端は、光コネクタ(P3)である光コネクタ32と光学的に接続されており、前述したように、光ファイバ26を介して光変換ユニット28に光学的に接続されている。従って、光カプラ40は、1次光源36からの1次光を、光ファイバ26を介して光変換ユニット28へ導光する機能と、以下のような光変換ユニット28から光ファイバ26を介して戻ってきた2次光の一部を、検出光抽出部42に導光する機能と、を有している。

【0029】

ここで、この光変換ユニット28から戻ってくる2次光の一部とはどのようなものであるのかについて説明する。

光変換ユニット28は、挿入部20の先端付近に配置され、挿入部20の内部に接着部材等により固定されている。光変換ユニット28は、図2に示すように、コア66を備える光ファイバ26によって導光され且つその先端部である射出端から射出された1次光を受光する。つまり、光ファイバ26の射出端は、光変換ユニット28の入射部68となる。そして、光変換ユニット28は、この1次光を、1次光のそれとは異なる光学特性を有する2次光に変換する機能を備えている。さらに、光変換ユニット28は、この2次光の一部を、照明光ILとして、射出部70から被検体Oに向けて射出し、また、2次光の他の一部を、検出光として、光ファイバ26の射出端に入射させる機能を備えている。

【0030】

具体的には、光変換ユニット28は、ホルダ72と、光透過部材74と、第1の光変換部材76と、第2の光変換部材78と、反射部材80と、を有している。

【0031】

ホルダ72は、円柱形状であり、光ファイバ26(光ファイバ射出端)と、第1及び第2の光変換部材76、78と、光透過部材74と、を保持する。このホルダ72の内部には、ファイバ保持孔と、ファイバ保持孔とつながっている先端側の円錐台形状の中空部と、が形成されている。中空部の直径は、ファイバ保持孔からホルダ72の先端面に向かって徐々に広がっている。

【0032】

反射部材80は、ホルダ72の中空部の内面であるテーパ面に形成されている。この反射部材80は、中空部のテーパ面に銀やアルミニウムなどの金属を薄くめっきした金属反射膜である。1次光と第1の光変換部材76により変換された第1の光変換光とがこれに入射したときに、入射した光を正反射または拡散反射する。

【0033】

10

20

30

40

50

光透過部材 74 は、透過率が高いガラスやシリコン樹脂で構成されている。光透過部材 74 は、光透過部材 74 の基端部である光変換ユニット 28 の入射部 68 に光ファイバ 26 の射出端から入射される 1 次光と、第 1 の光変換部材 76 から放射される波長変換光とを透過する性質を有している。

【0034】

光透過部材 74 は、中空部に配置される。具体的には、光透過部材 74 は、共に円柱形状を有する第 1 及び第 2 の光変換部材 76, 78 を取り囲むように配置されている。すなわち、光変換ユニット 28 内（ホルダ 72 内の中空部）には、入射部 68 となる光ファイバ射出端からの 1 次光の射出方向に、光透過部材 74 と第 1 の光変換部材 76 と第 2 の光変換部材 78 とがこの順番で互いに接して配置されている。第 1 の光変換部材 76 の直径は、第 2 の光変換部材 78 の直径と同一である。入射部 70 に対向する第 1 の光変換部材 76 の基端面における外周縁全体は、反射部材 80 に接している。光透過部材 74 の射出面と第 2 の光変換部材 78 の射出面とホルダ 72 の先端面とは、略同一平面上に配置されている。光透過部材 74 の射出面及び第 2 の光変換部材 76 の射出面は、光変換ユニット 28 の射出部 70 となる。

10

【0035】

第 1 の光変換部材 76 と第 2 の光変換部材 78 とは、このような積層構造となっている。そのため、光変換ユニット 28 へ入射される 1 次光は、光透過部材 74 を透過した後、はじめに第 1 の光変換部材 76 に照射された後、第 1 の光変換部材 76 に吸収されずに透過した残りの 1 次光が第 2 の光変換部材 78 へ照射される。

20

【0036】

第 1 の光変換部材 76 は、波長変換部材として機能する第 1 の蛍光体を有している。蛍光体は、励起光を吸収して蛍光を発生する性質を有しているものであり、この第 1 の蛍光体は、図 3 に実線で示すような励起光スペクトルに対して破線で示すような蛍光スペクトルを有している。したがって、第 1 の光変換部材 76 は、1 次光源 36 から射出される 1 次光（青色レーザ光）を吸収して、1 次光よりも長波長の光の第 1 の蛍光に波長変換する性質を有している。第 1 の蛍光体は、具体的には、YAG:Ce で示す透明セラミック蛍光体であり、青色波長域の 1 次光を吸収して黄色の蛍光に波長変換する。したがって、2 次光は、第 1 の蛍光（黄色）を含んでいる。また、第 1 の光変換部材 76（第 1 の蛍光体）は、1 次光を受光した時に、吸収されない 1 次光については、その配光角をほとんど拡げずに、透過する性質も有している。

30

【0037】

このような第 1 の光変換部材 76（第 1 の蛍光体）は、その蛍光体が置かれている温度の上昇とともに、波長変換効率が低下する温度消光特性を有している。具体的には、図 4 に示すように、室温 25 を基準とした時に、150 では約 85%、200 で約 80% の波長変換効率になる特性を有している。温度消光は、温度の上昇により波長変換効率が低下した後（例えば 150 で約 85%）に、温度が下がったときの波長変換効率は維持される（例えば室温 25 で約 100%）ような、可逆的な特性変動を示すものである。

【0038】

第 2 の光変換部材 78 は、入射した 1 次光をそれらの波長を変えずに拡がり角を広げ、可干渉性を低くした拡散光に変換する散乱または反射部材である拡散部材を有している。この第 2 の光変換部材 78 の拡散部材は、入射した 1 次光の少なくとも一部を後方（第 1 の光変換部材 76 の方）へ、1 次光の拡散光として射出する光学的性質を有している。具体的には、拡散部材は、シリコン樹脂などの透明な封止材に、封止材の屈折率よりも高いアルミナの拡散粒子を分散させて、封止材を硬化させたものである。粒径数 μm のアルミナ粒子（屈折率 1.76）とシリコン樹脂（屈折率 1.4）とを組み合わせる場合、アルミナ粒子の体積濃度 20%、厚み 0.1 mm 程度のものを用いると、1 次光を受光した時に光変換ユニット 28 内で 1 次光の配光角を充分広げることができる。

40

【0039】

50

このような構成の光変換ユニット28では、図5に示すように、光ファイバ26の射出端から射出され光変換ユニット28の入射部68に入射した1次光B1は、光透過部材74を透過して、第1の光変換部材76に照射される。この1次光B1の一部は、第1の光変換部材76に吸収されて第1の蛍光(黄色)に波長変換され、一部は第1の光変換部材76を透過して第2の光変換部材78に照射される。本実施形態では、第1の光変換部材76において、第2の光変換部材78を介していない1次光B1を吸収して光変換されたものを、直接照射型の第1の光変換光Y1と定義する。したがって、2次光は、直接照射型の第1の光変換光Y1を含んでいる。

【0040】

一方、第1の光変換部材76に吸収されずに透過されて第2の光変換部材78に照射された1次光B1は、第2の光変換部材78に照射される。そして、この1次光B1は、第2の光変換部材78の内部に配置された所定濃度の拡散粒子(アルミナ)による、散乱または反射を繰り返すことにより、1次光B1の波長を変えずに1次光B1の配光角を上げた広い配光角を有する拡散1次光B2に変換される。本実施形態では、このような1次光B1が第2の光変換部材78に照射されて変換された第2の光変換光を、拡散1次光B2と定義する。したがって、2次光は、拡散1次光B2を含んでいる。

【0041】

この拡散1次光B2の一部は、第2の光変換部材78から前方へ照明光ILとして射出される。また、他の一部は、第2の光変換部材78から後方の第1の光変換部材76へ、直接照射される、または光透過部材74を介した反射部材80による少なくとも1回の反射により照射される。そして、この第1の光変換部材76へ照射された拡散1次光B2のうちの一部は、第1の光変換部材76によって吸収されて第1の蛍光(黄色)に波長変換される。また、この第1の光変換部材76へ照射された拡散1次光B2のうちの一部は、第1の光変換部材76を透過して、光透過部材74を介して反射部材80へ照射され、その反射部材80で少なくとも1回反射されて再び光透過部材74を介して第1の光変換部材76に入射され、波長変換されることになる。本実施形態では、第1の光変換部材76において、このような第2の光変換部材78を介して変換された第2の光変換光(拡散1次光B2)の一部を吸収して光変換されたものを、間接照射型の第1の光変換光Y2と定義する。したがって、2次光は、間接照射型の第1の光変換光Y2を含んでいる。

【0042】

なお、例えば第2の光変換部材78が光透過部材74または第1の光変換部材76から脱離すると、第1の光変換部材76の射出面は空気と接することになる。この場合、第1の光変換部材76の射出面において、空気に対するフレネル反射により1次光の戻り光が発生する。脱離していない場合における第2の光変換部材78から照射される拡散1次光B2の光量は、このようなフレネル反射による1次光の戻り光の光量に比べて大きい。

【0043】

直接照射型の第1の光変換光Y1及び間接照射型の第1の光変換光Y2は、光変換時に指向性なく等方的に発光される第1の蛍光である。この第1の蛍光の一部Y3は、第2の光変換部材78を介して、及び/または反射部材80により少なくとも1回反射されて、射出部70から前方に照明光ILとして射出される。また、第1の蛍光の他の一部は、光変換ユニット28の入射部68の方へ向かって、光ファイバ26の射出端から光ファイバ26に入射される。光ファイバ26に入射された第1の蛍光は、光ファイバ26や光カップラ40等を介して動作判定部50(検出光抽出部42)へ導光される。

【0044】

以上のようにして、光ファイバ26の射出端から第1及び第2の光変換部材76,78を有する光変換ユニット28へ1次光B1を照射した時に、検出光として、直接照射型及び間接照射型の第1の光変換光Y1,Y2の一部が、光ファイバ26に入射される。なおこの場合、検出光は、直接照射型の第1の光変換光Y1の方が、間接照射型の第1の光変換光Y2よりも多くの割合を占めている。

【0045】

10

20

30

40

50

検出光抽出部 42 は、この光変換ユニット 28 から射出された検出光を光ファイバ 26 及び光カプラ 40 を介して受光して、検出光の光量に応じた検出光出力信号を出力する検出器である。すなわち、検出光抽出部 42 は、リアルタイムに検出光を検出するもので、検出した光量に対応した検出光出力信号を動作判定部 50 に出力する機能を有する。具体的には、検出光抽出部 42 は、その受光面に入射した可視光領域の受光光量に対する電気信号を出力する光量センサ（フォトダイオード）を有している。この光量センサは、1 次光である青色レーザ光の波長領域よりも、第 1 の蛍光の波長領域に感度が高い特性を有する受光素子である。さらに、検出光抽出部 42 は、光量センサから出力された電気信号を増幅する増幅回路を有している。この増幅された電気信号が、検出光出力信号として動作判定部 50 に出力される。

10

【0046】

1 次光源駆動モニタ 44 は、第 1 及び第 2 の光変換部材 76, 78 の動作判定に用いる標準検出光領域の設定に必要な 1 次光源 36 の駆動情報である 1 次光源駆動情報を、1 次光源駆動部 38 から取得する。1 次光源駆動情報としては、例えば 1 次光源 36 の青色 LED を駆動している駆動電流値であり、1 次光源駆動モニタ 44 は、この駆動電流値情報を動作判定部 50 に出力する機能を有している。なお、標準検出光領域については後述する。

【0047】

標準検出光情報記録部 46 は、1 次光源駆動情報に対して 1 次光源 36 から射出される 1 次光の光量の値と、検出光抽出部 42 から出力される検出光出力信号の値と、の相関関係を示す情報テーブルを予め記録しているメモリである。具体的には、標準検出光情報記録部 46 には、1 次光源駆動部 38 が 1 次光源 36 を駆動する駆動電流、駆動パルス（駆動間隔）、または駆動電圧と、システム制御部 60 で設定される 1 次光の光量設定値、のうち少なくとも一つと、検出光抽出部 42 で検出される検出光の光量に対応する検出光出力信号値と、の相関特性が記録されている。

20

【0048】

検出光情報一時記録部 48 は、後述する動作判定部 50（動作推定部 52）での動作推定時の検出光出力信号値、動作推定結果、等を一時的に記録するメモリである。

【0049】

動作判定部 50 は、動作推定部 52、異常動作判定部 54 及び異常動作部材特定部 56 により、以下のようにして、検出光抽出部 42 から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、第 1 及び第 2 の光変換部材 76, 78 の動作を判定する。なお、動作判定部 50 の全部または一部は、ハードウェアによる動作判定回路として構成しても良いし、プロセッサによって構成しても良い。つまり動作推定部 52、異常動作判定部 54 及び異常動作部材特定部 56 の全部又は一部は、ハードウェアによる動作推定回路、異常動作判定回路及び異常動作部材特定回路などとして構成しても良いし、プロセッサによって構成しても良い。このような動作判定部 50（動作推定部 52、異常動作判定部 54 及び異常動作部材特定部 56）をプロセッサで構成する場合には、プロセッサがアクセス可能な図示しない外部メモリに、プロセッサが実行することで当該プロセッサをこの動作判定部 50（動作推定部 52、異常動作判定部 54 及び異常動作部材特定部 56）として機能させるためのプログラムコードを記憶させておく。

30

40

【0050】

動作判定部 50 は、1 次光源駆動モニタ 44 で取得した 1 次光源駆動情報を基に、標準検出光情報記録部 46 に格納されている情報テーブルを参照して、検出光量標準値を算出する。ここで、検出光量とは、光変換ユニット 28 から放射されて検出光抽出部 42 に入射する検出光の光量に応じて、検出光抽出部 42 から出力される検出光出力信号の値を、1 次光源駆動モニタ 44 から出力される 1 次光源駆動情報で示される 1 次光源 36 から射出される 1 次光の光量に対応する 1 次光の出力信号値に対する割合（キャリアレーション）として、算出した値のことである。すなわち、“検出光量” = “検出光出力信号値 / 1 次光出力信号値” である。このように、動作判定部 50 では、検出光出力信号の値を、1

50

次光源駆動情報に基づいて正規化して使用する。したがって、検出光量標準値も、1次光源駆動情報に基づいて正規化した値である。

【0051】

そして、動作判定部50は、図6に示すように、この検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する。この標準検出光領域の下限検出光量値は、正常 - 異常推定閾値となる。さらに、動作判定部50は、設定した標準検出光領域外の範囲を、第1及び第2の異常検出領域という2つの異常検出領域に分割する所定検出光量値を境界線（部分異常推定閾値）として設ける。すなわち、動作判定部50は、分割された標準検出光領域内の、標準検出光領域との差分が少ない方を第1の異常検出領域すなわち部分異常動作推定領域として設定し、標準検出光領域との差分が大きい方を第2の異常検出領域すなわち全体異常動作推定領域として設定する。

10

【0052】

動作推定部52は、第1の蛍光の検出光と上記で設定した3つの領域との比較から、現在の第1及び第2の光変換部材76, 78の動作を（リアルタイムに）推定する。具体的には、正規化した検出光出力信号値が標準検出光領域内であれば正常動作と推定し、正規化した検出光出力信号値が標準検出光領域外で部分異常推定閾値以上であれば、部分異常動作と推定し、正規化した検出光出力信号値が標準検出光領域外で部分異常推定閾値より小さければ、全体異常動作と推定する。

【0053】

動作判定部50は、この動作推定部52の動作推定結果に応じた動作判定結果信号をシステム制御部60へ送付する。具体的には、動作判定部50は、動作推定部52が部分異常動作または全体異常動作と推定した場合は、現在の1次光源36から射出される1次光の光量に対して、低光量である動作確認用1次光へ出力を切り替える信号を動作判定結果信号として送付する。なお、動作推定部52が全体異常動作と推定した場合の動作確認用1次光は、動作推定部52が部分異常動作と推定した場合の動作確認用1次光よりも低光量に設定される。

20

【0054】

また、動作判定部50は、動作推定部52による推定時の正規化した検出光出力信号値と動作推定結果とを、検出光情報一時記録部48に記録する。

【0055】

異常動作判定部54は、動作確認用1次光を光変換ユニット28へ入射したときに光変換ユニット28から戻されてくる確認検出光について検出光抽出部42から出力される確認検出光出力信号値と前述した3つの動作推定領域との比較から、第1及び第2の光変換部材76, 78の異常動作を判定する。

30

【0056】

この場合、確認検出光出力信号値に関しても、上記検出光出力信号値と同様、動作確認用1次光の出力信号値に関して正規化して使用する。したがって、前述した3つの動作推定領域、すなわち、標準検出光領域 = 正常動作推定領域、部分異常動作推定領域及び全体異常動作推定領域については、再設定すること無く、そのまま利用することができる。したがって、異常動作判定部54は、正規化した確認検出光出力信号値が、部分異常動作推定領域及び全体異常動作推定領域の何れに存在するかにより、全体異常動作または部分異常動作を判定する。

40

【0057】

なお、動作判定部50、異常動作判定部54による正規化した確認検出光出力信号値と3つの動作推定領域とを比較した結果である異常動作判定結果と、その前の動作推定部52による動作推定結果とを比較する機能を有している。そして、動作推定結果と異常動作判定結果とが同じ場合は、動作判定部50は、動作推定部52による動作推定結果を有効とする。これに対して、動作推定結果と異常動作判定結果とが異なる場合には、動作判定部50は、異常動作判定部54による異常動作判定結果を選択する。

【0058】

50

異常動作部材特定部 5 6 は、動作推定部 5 2 で異常動作と推定された 1 次光に対する正規化した検出光出力信号値と、動作確認用 1 次光に対する正規化した確認検出光出力信号値との差分量を基に、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の何れか一方または両方の動作異常を特定する。

【 0 0 5 9 】

なお、動作判定部 5 0 の中には、特に図示はしていないが、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 による動作異常が発生した時の、動作推定部 5 2 の検出光出力信号値に対する確認検出光出力信号値の変動方向や変動量との関係が記録されている。そのため、異常動作部材特定部 5 6 は、動作推定部 5 2 による動作推定結果の正規化した検出光出力信号値と正規化した確認検出光出力信号値との差分により、異常動作を発生させた部材を特定する

10

【 0 0 6 0 】

具体的には、例えば、部分異常動作と推定された正規化した検出光出力信号値に対して正規化した確認検出光出力信号値が増加し、確認検出出力信号値が標準検出光領域までなった場合には、第 1 の光変換部材 7 6 の異常動作（温度消光）であると特定する。

【 0 0 6 1 】

また、部分異常動作と推定された正規化した検出光出力信号値に対して正規化した確認検出光出力信号値が殆ど変化せず、どちらも部分異常推定領域の場合、第 1 の光変換部材 7 6 の異常動作ではなく、第 2 の光変換部材 7 8 の異常動作（脱離）であることを特定する。

20

【 0 0 6 2 】

また、全体異常動作と推定された正規化した検出光出力信号値に対して正規化した確認検出光出力信号値が殆ど変化せず、どちらも全体異常推定領域の場合には、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 とともに機能しない異常動作（第 1 の蛍光体の焦げ、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の脱離）であることと特定する。

【 0 0 6 3 】

このように、異常動作部材特定部 5 6 は、光変換ユニット 2 8 内における第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の異常動作の種類を特定する。

【 0 0 6 4 】

なお、システム制御部 6 0 は、前述したように、動作判定部 5 0 から出力される動作判定結果信号を受信して、1 次光源駆動部 3 8、撮像ユニット 3 0、画像処理回路 6 2 等を制御する機能を有している。具体的には、システム制御部 6 0 は、動作推定部 5 2 からの部分異常または全体異常推定結果の信号を動作判定結果信号として受信した場合に、以下の制御を実施する機能を有している。

30

【 0 0 6 5 】

・ 1 次光源駆動部 3 8 に対して、異常動作判定部 5 4 に必要な所定（低光量）の動作確認用 1 次光を出力する制御信号を出力する。

【 0 0 6 6 】

・（好ましくは）画像処理回路 6 2 に対して、動作確認用 1 次光の光量と 1 次光の光量との差分量を、AMP 6 4 により撮像信号を増幅する増加量に割り当てる制御信号を出力する。

40

【 0 0 6 7 】

・（好ましくは）撮像ユニット 3 0 及び画像処理回路 6 2 に対して、フレームレートを低下させて、撮像ユニット 3 0 の非露光期間内に動作確認用 1 次光を出力させる制御信号を出力する。

【 0 0 6 8 】

・（好ましくは）動作判定部 5 0 内に増幅回路を設け、動作判定部 5 0 に対して、動作確認用 1 次光の光量と 1 次光の光量との差分量を、検出光抽出部 4 2 から出力される検出光出力信号（電気信号）に対して増幅する増加量に割り当てる制御信号を出力する。

【 0 0 6 9 】

50

システム制御部 60 がこのような制御信号を出力して対応する各部を制御することにより、動作判定部 50 が動作推定部 52 から異常動作判定部 54 へ移行する場合に、連続して画像取得を実施できるようになる。

【0070】

以下に、以上説明したような構成の内視鏡システム 10 の動作を説明する。

【0071】

まず、ユーザは、内視鏡装置 14 の所定の観察モードを選択して、入力部 58 に入力する。この入力部 58 から入力された所定のモード情報がシステム制御部 60 に伝達され、システム制御部 60 は、その選択された観察モードに対応する制御情報を用いて、内視鏡用照明装置 12、撮像ユニット 30 及び画像処理回路 62 の制御を実施する。

10

【0072】

すなわち、システム制御部 60 は、1次光源駆動部 38 に制御信号を出力し、1次光源駆動部 38 が1次光源 36 を制御する。1次光源 36 は、1次光（青色レーザ光）を射出し、射出された1次光は、光カプラ 40 と光ファイバ 26 により導光されて、光変換ユニット 28 の入射部 68 に入射される。また、1次光源駆動モニタ 44 は、第1及び第2の光変換部材 76, 78 の動作判定に用いる標準検出光領域の設定に必要な1次光源 36 の駆動情報である1次光源駆動情報を、1次光源駆動部 38 から取得する。

【0073】

光変換ユニット 28 は、入射された1次光を、直接照射型の第1の光変換光 Y1 及び間接照射型の第1の光変換光 Y2 と光変換されなかった1次光とを含む2次光に変換する。そして、光変換ユニット 28 は、その2次光の一部を照明光 IL として射出部 70 から被検体 O に向けて射出すると共に、2次光の他の一部（直接照射型の第1の光変換光 Y1 及び間接照射型の第1の光変換光 Y2 の一部）を検出光として入射部 68 から射出する。この入射部 68 に入射された検出光は、光ファイバ 26 と光カプラ 40 により導光されて、検出光抽出部 42 に入射される。

20

【0074】

検出光抽出部 42 は、フォトダイオードと増幅回路により、受光した検出光の光量に応じた検出光出力信号を動作判定部 50 に出力する。動作判定部 50 は、検出光抽出部 42 から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、第1及び第2の光変換部材 76, 78 の動作を判定する。

30

【0075】

以下、この動作判定部 50 の動作について、図7に示すように図7A及び図7Bに分割された一連のフローチャートに基づいて説明する。

【0076】

動作判定部 50 は、動作を開始すると、まず、標準検出光領域、部分異常動作推定領域及び全体異常動作推定領域を設定する（ステップ S11）。すなわち、1次光源駆動モニタ 44 で取得した1次光源駆動情報を基に、標準検出光情報記録部 46 に格納されている情報テーブルを参照して、検出光量標準値を算出し、この検出光量標準値を基に、上記3つの領域を設定する。

【0077】

次に、動作判定部 50 は、検出光抽出部 42 から出力された検出光出力信号を受信して、1次光源駆動モニタ 44 で取得した1次光源駆動情報を基に正規化し、検出光情報一時記録部 48 に記録する（ステップ S12）。

40

【0078】

そして、動作判定部 50 の動作推定部 52 は、正規化した検出光出力信号値が正常 - 異常推定閾値以上か否か、すなわち、標準検出光領域内であるか否かの判定をリアルタイムで実施する（ステップ S13）。ここで、正規化した検出光出力信号値が正常 - 異常推定閾値以上であると判定した場合には、動作推定部 52 は、正常動作であると推定し（ステップ S14）、動作判定部 50 は、動作を終了する。そして、次の動作タイミングで、上記ステップ S11 からの動作を繰り返す。

50

【 0 0 7 9 】

例えば、図 8 における時刻 t_1 までは正規化した検出光出力信号である検出光量が標準検出光領域内で動作している。したがって、光変換ユニット 28 には何ら異常が発生しておらず、ユーザが選択した観察モードに応じた光量から別の光量へ 1 次光源 36 が発生する 1 次光の光量を変更する必要は無い。このような場合には、動作推定部 52 は正常動作と推定し、動作判定部 50 からシステム制御部 60 へ 1 次光の光量を変更するような動作判定信号は送信しない。

【 0 0 8 0 】

なお、上記ステップ S 14 において、正常動作であるという推定結果と、上記ステップ S 11 で設定した上記 3 つの領域についての情報とを、検出光情報一時記録部 48 に記録しておくようにしても良い。そうすることで、動作判定部 50 の次の動作時に、この検出光情報一時記録部 48 に正常動作であるという推定結果が記録されている場合には、上記ステップ S 11 において、1 次光源駆動情報を基にした検出光量標準値の算出を行うこと無く、検出光情報一時記録部 48 に記録された情報から上記 3 つの領域を設定することが可能となる。

10

【 0 0 8 1 】

一方、上記ステップ S 13 において正規化した検出光出力信号値が正常 - 異常推定閾値以上でないと判定した場合には、動作推定部 52 は、正規化した検出光出力信号値が標準検出光領域外にある部分異常推定閾値以上であるか否か、すなわち部分異常動作推定領域内であるか否かの判定を実施する（ステップ S 15）。ここで、正規化した検出光出力信号値が部分異常推定閾値以上であると判定した場合には、動作推定部 52 は、部分異常動作であると推定し、その推定結果を検出光情報一時記録部 48 に記録する（ステップ S 16）。

20

【 0 0 8 2 】

そして、動作判定部 50 は、動作確認用 1 次光の光量を設定し、その光量の動作確認用 1 次光への切替信号をシステム制御部 60 へ送信する（ステップ S 17）。すなわちこの場合、動作推定部 52 の推定結果は部分異常動作であるので、1 次光源 36 が発生する 1 次光の光量を、観察モードに応じた光量よりも小さい動作確認用 1 次光の光量に変更するための切替信号として、部分異常動作推定識別信号である動作判定信号をシステム制御部 60 へ送信する。

30

【 0 0 8 3 】

また、上記ステップ S 15 において、正規化した検出光出力信号値が部分異常推定閾値より小さいと判定した場合には、動作推定部 52 は、全体異常動作であると推定し、その推定結果を検出光情報一時記録部 48 に記録する（ステップ S 18）。

【 0 0 8 4 】

そして、動作判定部 50 は、動作確認用 1 次光の光量を設定し、その光量の動作確認用 1 次光への切替信号をシステム制御部 60 へ送信する（ステップ S 17）。すなわちこの場合、動作推定部 52 の推定結果は全体異常動作であるので、1 次光源 36 が発生する 1 次光の光量を、部分異常と推定した場合の光量よりも小さい動作確認用 1 次光の光量に変更するための切替信号として、全体異常動作推定識別信号である動作判定信号をシステム制御部 60 へ送信する。

40

【 0 0 8 5 】

このような部分異常動作推定識別信号または全体異常動作推定識別信号である動作判定信号により、システム制御部 60 は、1 次光源駆動部 38 に動作確認用 1 次光へ切り替える制御信号を出力し、1 次光源駆動部 38 は、1 次光源 36 から射出される 1 次光が動作確認用 1 次光となるように、1 次光源 36 の光量制御を行うこととなる。1 次光源駆動モータ 44 は、このときの 1 次光源 36 の駆動情報である 1 次光源駆動情報を、1 次光源駆動部 38 から取得する。また、1 次光源 36 から動作確認用 1 次光が射出されることにより、光変換ユニット 28 から検出光抽出部 42 には、確認検出光が入射される。検出光抽出部 42 は、この確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を動作判定部 50 に出力

50

する。

【0086】

したがって、動作判定部50は、この検出光抽出部42から出力された確認検出光出力信号を受信して、1次光源駆動モニタ44で取得した1次光源駆動情報を基に正規化し、検出光情報一時記録部48に記録する(ステップS19)。

【0087】

例えば、図8における時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間に、正規化した検出光出力信号値である検出光量が、標準検出光領域外であって、部分異常推定閾値よりも大きい領域に変化している。このため、時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間である異常動作推定期間PEにおいて、動作判定部52は、光変換ユニット28が異常動作していると推定し、1次光源36が射出する1次光が確認1次光に切り替えられる。そして、時刻 t_3 から所定時間経過後の時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間である異常動作判定期間PDにおいて、異常動作判定部54による異常動作判定が実施される。

10

【0088】

すなわち、動作判定部50の異常動作判定部54は、正規化した確認検出光出力信号値が正常-異常推定閾値以上か否か、すなわち、標準検出光領域内であるか否かの判定を実施する(ステップS20)。ここで、正規化した確認検出光出力信号値が正常-異常推定閾値以上であると判定した場合には、異常動作判定部54は、正常動作であると判定する(ステップS21)。このように、動作判定部52の推定結果は異常動作、異常動作判定部54の異常動作判定結果は正常動作というように、判定結果が異なる場合、動作判定部50は、異常動作判定部54の判定結果を選択して判定結果とする。そして、動作判定部50は、1次光の光量を設定し、その光量の1次光への切替信号をシステム制御部60へ送信する(ステップS22)。すなわちこの場合、判定結果は正常動作であるので、1次光源36が発生する1次光の光量を、動作確認用1次光から元の観察モードに応じた光量の1次光に戻すための切替信号として、正常動作識別信号である動作判定信号をシステム制御部60へ送信する。そして、動作判定部50は、動作を終了し、次の動作タイミングで、上記ステップS11からの動作を繰り返すこととなる。

20

【0089】

また、動作判定部52の推定結果が異常動作で、異常動作判定部54の異常動作判定結果が正常動作という結果は、確認検出光出力信号値が検出光出力信号値よりも所定量増加した結果を示している。したがってこの場合、動作判定部50は正常動作と判定するとともに、(図示していないが)直前の動作推定部の異常動作が第1の光変換部材76の温度消光であったと判定することも実施する。

30

【0090】

図8の例では、時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間である異常動作判定期間PDにおいて、異常動作判定部54は正常動作と判定し、よって、動作判定部50は光変換ユニット28が正常動作していると判定する。そこで、1次光源36が観察モードに応じた1次光を射出するように切り替えられる。

【0091】

これに対して、上記ステップS20において正規化した確認検出光出力信号値が正常-異常推定閾値以上でないと判定した場合には、異常動作判定部54は、正規化した確認検出光出力信号値が標準検出光領域外にある部分異常推定閾値以上であるか否か、すなわち部分異常動作推定領域内であるか否かの判定を実施する(ステップS23)。ここで、正規化した確認検出光出力信号値が部分異常推定閾値以上であると判定した場合には、異常動作判定部54は、部分異常動作であると判定する(ステップS24)。

40

【0092】

このように、異常動作判定部54が部分異常動作と判定したならば、動作判定部50の異常動作部材特定部56は、正規化した検出光出力信号値と正規化した確認検出光出力信号値との差分量に基づいて、第1及び第2の光変換部材76, 78のいずれが異常動作している部材であるのかを特定する。具体的には、異常動作部材特定部56は、正規化した

50

検出光出力信号値に対する確認検出光出力信号値の変化率を基に、光変換ユニット 28 内における第 1 及び第 2 の光変換部材 76, 78 の異常動作の種類を特定する。

【0093】

すなわち、異常動作部材特定部 56 は、正規化した確認検出光出力信号値が、検出光情報一時記録部 48 に記録されている正規化した検出光出力信号値に対して、所定量より増加したか否かの判定を実施する（ステップ S25）。ここで、正規化した確認検出光出力信号値が正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加したと判定した場合には、異常動作部材特定部 56 は、異常動作の種類が第 1 の光変換部材 76 の異常動作、つまり第 1 の蛍光体の温度消光であると特定する（ステップ S26）。そして、動作判定部 50 は、1 次光の光量を設定し、その光量の 1 次光への切替信号をシステム制御部 60 へ送信する（ステップ S22）。すなわち、動作判定部 50 は、このように異常動作部材特定部 56 が第 1 の蛍光体の温度消光と特定した場合には、1 次光源 36 が発生する 1 次光の光量を、動作確認用 1 次光のそれからそれよりも大きい光量にするための切替信号として、第 1 の光変換部材異常動作識別信号である動作判定信号をシステム制御部 60 へ送信する。例えば、システム制御部 60 は、動作判定信号としてこの第 1 の光変換部材異常動作識別信号を受けた場合には、1 次光源 36 から、動作確認用 1 次光よりも大きい観察モードに応じた光量よりも小さい光量の 1 次光が射出されるように制御する。これは、例えば第 1 の蛍光体の温度が低くなって温度消光が解消するであろう所定時間の間で良く、その所定時間経過後は、観察モードに応じた光量の 1 次光となるようにしても良い。そして、動作判定部 50 は、動作を終了し、次の動作タイミングで、上記ステップ S11 からの動作を繰り返すこととなる。

10

20

【0094】

また、上記ステップ S25 において正規化した確認検出光出力信号値が正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加していないと判定した場合には、つまり、異常動作部材特定部 56 は、正規化した確認検出光出力信号値と検出光情報一時記録部 48 に記録されている正規化した検出光出力信号値とが略等しいと判定した場合には、正規化した確認検出光出力信号値と検出光出力信号値の両方、またはその内の大きい方、またはその内の小さい方と、標準検出光領域との差分が所定量より小さいか否かを判定する（ステップ S27）。ここで、部分異常判定時には、標準検出光領域との差分が所定量より小さい。よって、標準検出光領域との差分が所定量より小さいと判定した場合には、異常動作部材特定部 56 は、異常動作の種類が第 2 の光変換部材の異常動作（脱離）であると特定する（ステップ S28）。

30

【0095】

例えば、図 9 の例では、図 8 の例と同様に、時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間である異常動作推定期間 PE において、動作推定部 52 は、光変換ユニット 28 が異常動作していると推定し、1 次光源 36 が射出する 1 次光が部分異常動作の確認 1 次光に切り替えられる。そして、時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間である異常動作判定期間 PD において、異常動作判定部 54 が異常動作判定を実施したとき、動作確認用 1 次光による正規化した確認検出光出力信号値が、引き続き部分異常動作推定域の部分異常動作推定閾値よりも大きい領域にあることで、部分異常動作であると特定する。

40

【0096】

そして、動作判定部 50 は、1 次光の光量を設定し、その光量の 1 次光への切替信号をシステム制御部 60 へ送信する（ステップ S22）。すなわち、動作判定部 50 は、このように異常動作部材特定部 56 が第 2 の光変換部材 78 の異常動作と特定した場合には、1 次光源 36 が発生する 1 次光の光量を、部分異常動作の動作確認用 1 次光のそれ以下にするための切替信号として、第 2 の光変換部材異常動作識別信号である動作判定信号をシステム制御部 60 へ送信する。例えば、システム制御部 60 は、動作判定信号としてこの第 2 の光変換部材異常動作識別信号を受けた場合には、1 次光源 36 から部分異常動作の動作確認用 1 次光の光量よりも小さい光量の 1 次光が射出されるように制御する。そして、動作判定部 50 は、動作を終了し、次の動作タイミングで、上記ステップ S11 からの

50

動作を繰り返すこととなる。

【0097】

なお、上記ステップS24において部分異常動作と判定した場合には、全体異常動作ではないので、上記ステップS27の判定は省略して、上記ステップS25から上記ステップS28に進むようにしても構わない。

【0098】

また、上記ステップS23において正規化した確認検出光出力信号値が部分異常推定閾値より小さいと判定した場合には、異常動作判定部54は、全体異常動作であると判定する(ステップS29)。そして、異常動作部材特定部56は、正規化した確認検出光出力信号値と検出光情報一時記録部48に記録されている正規化した検出光出力信号値とが共に全体異常動作推定領域にある、つまりそれらが略等しいとので、正規化した確認検出光出力信号値と検出光出力信号値の両方、またはその内の大きい方、またはその内の小さい方と、標準検出光領域との差分が所定量より小さいか否かを判定する(ステップS27)。ここで、全体異常判定時には、標準検出光領域との差分が所定量以上である。よって、標準検出光領域との差分が所定量より小さいと判定した場合には、異常動作部材特定部56は、異常動作の種類が第1及び第2の光変換部材76,78ともに機能しない異常動作(第1の蛍光体の焦げ、第1及び第2の光変換部材76,78の脱離)であると特定する(ステップS30)。そして、動作判定部50は、1次光の光量を設定し、その光量の1次光への切替信号をシステム制御部60へ送信する(ステップS22)。すなわち、動作判定部50は、このように異常動作部材特定部56が第1及び第2の光変換部材76,78の異常動作と特定した場合には、1次光源36が発生する1次光の光量を、全体異常動作の動作確認用1次光のそれ以下にするための切替信号として、第1及び第2の光変換部材異常動作識別信号である動作判定信号をシステム制御部60へ送信する。例えば、システム制御部60は、動作判定信号としてこの第1及び第2の光変換部材異常動作識別信号を受けた場合には、1次光源36から全体異常動作の動作確認用1次光の光量よりも小さい光量の1次光が射出されるように制御する。そして、動作判定部50は、動作を終了し、次の動作タイミングで、上記ステップS11からの動作を繰り返すこととなる。

10

20

【0099】

なお、上記ステップS29において全体異常動作と判定した場合には、部分異常動作ではないので、上記ステップS27の判定は省略して、上記ステップS29から上記ステップS30に進むようにしても構わない。

30

【0100】

以上のように、本第1実施形態に係る内視鏡用照明装置12は、1次光を射出する1次光源36と、1次光源36から射出される1次光をその1次光と異なる光学特性の2次光に変換して、この2次光の少なくとも一部を検出光と照明光ILとして射出する光変換ユニット28と、検出光を受光してその検出光の光量に応じた検出光出力信号を出力する検出光抽出部42と、光変換ユニット28の動作を判定する動作判定部50と、を備える。ここで、光変換ユニット28は、1次光を受光して1次光の光学的性質の少なくとも一つを変換する第1及び第2の光変換部材76,78と、1次光が入射する入射部68とを有している。検出光は、1次光が、第1の光変換部材76へ照射されて変換された直接照射型の第1の光変換光Y1と、1次光が、第2の光変換部材78へ照射されて変換された第2の光変換光の一部が、第1の光変換部材76に照射されることにより変換された間接照射型の第1の光変換光Y2と、の少なくとも何れか一方を含み、入射部68の近傍領域から検出光抽出部42へ射出される。そして、動作判定部50は、検出光抽出部42から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、第1及び第2の光変換部材76,78の動作を判定する。

40

すなわち、本実施形態に係る内視鏡用照明装置12は、第1の光変換部材76と第2の光変換部材78の動作を、直接照射型の第1の光変換光Y1と間接照射型の第1の光変換光Y2とで判定する。このように複数の光変換部材の相互作用により生じる一つの光変換光の変化量を検出することにより、複数の光変換部材の動作を判定可能な内視鏡用照明装

50

置 1 2 を提供することができる。

【 0 1 0 1 】

なお、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 は、ともに入射部 6 8 から入射する 1 次光の光軸上に配置され、第 1 の光変換部材 7 6 は第 2 の光変換部材 7 8 よりも入射部 6 8 側に配置されており、第 1 の光変換部材 7 6 は、1 次光の少なくとも一部を吸収して 1 次光と異なる波長域の第 1 の蛍光に波長を変換する第 1 の蛍光体を有しており、第 2 の光変換部材 7 8 は、1 次光の少なくとも一部を側方または後方へ配光を変換する機能を有する散乱または反射部材を有している。

【 0 1 0 2 】

この場合、動作判定部 5 0 は、1 次光源 3 6 が 1 次光を射出する際の 1 次光源駆動情報から検出光量標準値を算出する機能と、検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する機能と、標準検出光領域外の範囲を分割して第 1 の異常検出領域と第 2 の異常検出領域とを設定する機能と、を有しており、動作判定部 5 0 は、検出光出力信号が、標準検出光領域、第 1 の異常検出領域及び第 2 の異常検出領域の何れに含まれるかを検出し、その検出結果に基づいて、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の動作を推定する動作推定部 5 2 を備えている。

このように、検出光の光量に対して、標準検出光領域外に閾値（部分異常推定閾値）で 2 つに分割した第 1 の異常検出領域（部分異常推定域）と第 2 の異常検出領域（全体異常推定域）を設けることで、異常動作のレベルを場合分けして、推定することができる。

【 0 1 0 3 】

なお、第 1 の異常検出領域は、標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、動作推定部 5 2 は、検出光出力信号が、第 1 の異常検出領域に存在する場合には、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定する。

【 0 1 0 4 】

また、第 2 の異常検出領域は、標準検出光領域から所定の差分外に存在するものであり、動作推定部 5 2 は、検出光出力信号が、第 2 の異常検出領域に存在する場合には、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の両方の異常動作である全体異常動作として推定する。

【 0 1 0 5 】

また、本第 1 実施形態に係る内視鏡用照明装置 1 2 では、第 1 の異常検出領域は、標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、第 2 の異常検出領域は、標準検出光領域から前記所定の差分外に存在するものである。そして、動作判定部 5 0 は、検出光出力信号の値及び検出光量標準値をそれぞれ 1 次光源駆動情報に基づいて正規化し、動作推定部 5 2 は、正規化した検出光出力信号値が第 1 の異常検出領域に存在する場合には、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定し、正規化した検出光出力信号値が第 2 の異常検出領域に存在する場合には、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の両方の異常動作である全体異常動作として推定する。ここで、動作推定部 5 2 が全体異常動作または部分異常動作と推定した場合に、動作判定部 5 0 は、1 次光源 3 6 に対して、1 次光よりも低光量の動作確認用 1 次光を射出するように制御し、検出光抽出部 4 2 は、動作確認用 1 次光に基づいて光変換ユニット 2 8 から放射された確認検出光を受光して確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を出力し、動作判定部 5 0 は、確認検出光出力信号の値を 1 次光源駆動情報に基づいて正規化する。そして、動作判定部 5 0 は、正規化した確認検出光出力信号値が、第 1 の異常検出領域及び第 2 の異常検出領域の何れに存在するかにより、全体異常動作または部分異常動作を判定する異常動作判定部 5 4 をさらに備える。

このように、異常動作推定時に、低光量（安全な光量）の 1 次光を用いて異常動作判定を行うという 2 段階の判定を行うことにより、異常動作の判定精度を高めることができる。

【 0 1 0 6 】

この場合、動作判定部 5 0 は、1 次光源 3 6 に対して、動作推定部 5 2 が部分異常動作

と推定した場合よりも、全体異常動作と推定した場合の方が動作確認用 1 次光の光量を低く設定することが望ましい。

【0107】

また、動作判定部 5 0 は、動作推定部 5 2 による推定結果と、異常動作判定部 5 4 による判定結果とが等しい場合に、その等しい結果を異常動作の種類として判定する。

【0108】

なお、動作判定部 5 0 は、全体異常動作または部分異常動作と判定した場合に、1 次光源 3 6 に対して、1 次光が動作確認用 1 次光の光量以下となるように制御することが好ましい。

【0109】

また、動作判定部 5 0 は、動作推定部 5 2 による推定結果と異常動作判定部 5 4 による判定結果とが異なる場合に、異常動作判定部 5 4 の判定結果を選択して判定結果とする。

【0110】

あるいは、動作判定部 5 0 は、光変換ユニット 2 8 内における第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の異常動作の種類を特定する異常動作部材特定部 5 6 をさらに備え、異常動作部材特定部 5 6 は、異常動作判定部 5 4 が全体異常動作または部分異常動作と判定した場合に、正規化した検出光出力信号値と正規化した確認検出光出力信号値との差分に基づいて、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の少なくとも一方、または両方の異常動作の部材を特定する。

このように、異常動作判定時に、検出光と確認検出光との変動量の差分を抽出することにより、予め構造が決まっている（例えば積層構造）第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の何れか一方または両方の異常動作部材を判定することができる。

【0111】

なお、第 1 の蛍光体は所定の温度消光特性を有しており、異常動作部材特定部 5 6 は、正規化した確認検出光出力信号値が正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加したか否かにより、異常動作の種類が第 1 の蛍光体の温度消光であるかどうかを判定する。

【0112】

このように、異常動作判定時に、検出光に対して確認検出光が所定量増加するかを検出することにより、第 1 の光変換部材 7 6 の温度消光（すなわち、故障ではない）の影響を検出することができる。

【0113】

この場合、異常動作部材特定部 5 6 は、正規化した確認検出光出力信号値が正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加した場合に、異常動作の種類が前記第 1 の蛍光体の温度消光であると特定し、動作判定部 5 0 は、異常動作部材特定部 5 6 が第 1 の蛍光体の温度消光と特定した場合、前記 1 次光源 3 6 に対して、動作確認用 1 次光よりも大きい 1 次光量を射出できるように制御する。

【0114】

つまり、温度消光の場合は、故障ではないため、動作確認光よりも大光量を許可することができる。

【0115】

また、異常動作部材特定部 5 6 は、正規化した確認検出光出力信号値と正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと標準検出光領域との差分が所定量より小さい場合は、異常動作の種類が第 2 の光変換部材 7 8 の異常動作であると特定する。

このように、第 2 の光変換部材 7 8 の異常動作を判定することができる。

【0116】

あるいは、異常動作部材特定部 5 6 は、正規化した確認検出光出力信号値と正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと標準検出光領域との差分が所定量より大きい場合は、異常動作の種類が前記第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の異常動作であると特定する。

10

20

30

40

50

このように、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 の両方の異常動作を判定することができる。

【 0 1 1 7 】

なお、検出光は、直接照射型の第 1 の光変換光 Y 1 の方が、間接照射型の第 1 の光変換光 Y 2 よりも多くの割合を占めている。

【 0 1 1 8 】

また、第 1 の蛍光体は、吸収されなかった 1 次光をほとんど拡散させずに透過させる透明蛍光体（セラミックス）であることができる。

【 0 1 1 9 】

また、第 2 の光変換部材 7 8 から第 1 の蛍光体へ照射される第 2 の光変換光の光量は、第 1 の蛍光体の射出面で空気に対してフレネル反射により発生する 1 次光の戻り光の光量よりも大きい。

よって、第 2 の光変換部材の脱離により検出光の光量が低下するので、第 2 の光変換部材の脱離を判定できるようになる。

【 0 1 2 0 】

また、検出光抽出部 4 2 は、検出光を受光する受光素子を備えており、受光素子の受光面は、1 次光が第 1 の蛍光体に入射する入射面よりも、入射部 6 8 側に配置されている。

【 0 1 2 1 】

この場合、内視鏡用照明装置 1 2 は、2 つの入力端と 1 つの出力端とを有する光カプラ 4 0 をさらに備えており、光カプラ 4 0 の 1 つの入力端は、1 次光源 3 6 に光学的に接続され、光カプラ 4 0 のもう一方の入力端は、受光素子に光学的に接続され、光カプラ 4 0 の 1 つの出力端は、光変換ユニット 2 8 の入射部 6 8 と光学的に接続されているものであり、光カプラ 4 0 は、1 次光源 3 6 から射出された 1 次光を光変換ユニット 2 8 へ導光するとともに、光変換ユニット 2 8 側から受光素子側に向かって検出光を導光する機能を有する。

【 0 1 2 2 】

ここで、受光素子は、1 次光の波長領域よりも第 1 の蛍光の波長領域に受光感度が高い。

【 0 1 2 3 】

また、本第 1 実施形態に係る内視鏡システム 1 0 は、本第 1 実施形態に係る内視鏡用照明装置 1 2 と、所定の照射領域に照射された照明光 I L の反射光 R L を撮像する撮像ユニット 3 0 と、撮像ユニット 3 0 で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像処理回路 6 2 と、を備える。

【 0 1 2 4 】

従って、複数の光変換部材の相互作用により生じる一つの光変換光の変化量を検出することにより、複数の光変換部材の動作を判定可能な内視鏡システム 1 0 を提供することができる。

【 0 1 2 5 】

あるいは、本第 1 実施形態に係る内視鏡システム 1 0 は、所定の照射領域に照射された照明光 I L の反射光 R L を撮像する撮像ユニット 3 0 と、撮像ユニット 3 0 で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像処理回路 6 2 と、を備え、動作判定部 5 0 は、1 次光から動作確認用 1 次光への切り替えを、1 次光による照明光 I L の照射領域と切り替え直後の動作確認用 1 次光による照明光 I L の照射領域とが略等しくなるような所定の期間内に実施するものであって、画像処理回路 6 2 は、1 次光と動作確認用 1 次光との照明光 I L により連続して取得する画像の中に、少なくとも共通する領域を含む画像を取得する。

【 0 1 2 6 】

このように、撮像ユニット 3 0 と画像処理回路 6 2 とを備えた内視鏡システム 1 0 において、動作推定部 5 2 から異常動作判定部 5 4 への切り替えを、連続的な画像取得期間内に実施することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 7 】

この場合、画像処理回路 6 2 は、1 次光と動作確認用 1 次光との光量差を補正するように、動作確認用 1 次光により撮像した撮像信号に対して信号増幅を行い、画像を取得することが望ましい。

【 0 1 2 8 】

あるいは、動作判定部 5 0 は、動作確認用 1 次光を射出する前に、撮像ユニット 3 0 の撮像フレームレートを低減するように撮像ユニット 3 0 を制御し、撮像ユニット 3 0 の非露光期間内に、動作確認用 1 次光を射出するように 1 次光源 3 6 を制御するようにしても良い。

【 0 1 2 9 】

なお、上記第 1 実施形態では、光カプラ 4 0 は、2 入力 - 1 出力のものを使用したが、2 入力 - 2 出力のものを用いて、もう一つの出力端に光変換ユニット 2 8 と同様の第 2 の光変換ユニットを接続できるようにしても良い。すなわち、内視鏡装置 1 4 が 2 つの光変換ユニットを有していても良い。

【 0 1 3 0 】

また、光カプラ 4 0 に限らず、光を分岐する部品として、ハーフミラーなどの光学素子を、1 次光源 3 6 と光変換ユニット 2 8 との間に配置しても良い。

【 0 1 3 1 】

また、検出光抽出部 4 2 で検出する検出光は、第 1 の蛍光と 1 次光 B 1 とを合わせた光成分を検出しても良い。

【 0 1 3 2 】

さらに、第 1 の光変換部材 7 6 に、第 2 の光変換部材 7 8 の配光角変換量よりも小さくなるような少量の拡散部材を入れても良い。

【 0 1 3 3 】

また、第 1 の光変換部材 7 6 と第 2 の光変換部材 7 8 とは、1 次光 B 1 の光軸上で離間していても良い。その場合、第 1 の光変換部材 7 6 と第 2 の光変換部材 7 8 との間には、光透過部材を配置しても良いし、空気層であっても良い。さらには、第 1 の光変換部材 7 6 と第 2 の光変換部材 7 8 との間に、第 1 の光変換部材 7 6 と第 2 の光変換部材 7 8 との混合層が存在していても良い。

【 0 1 3 4 】

[変形例]

なお、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6 , 7 8 は、同軸同形状でなくても良い。

【 0 1 3 5 】

例えば、図 1 0 に示すように、第 2 の光変換部材 7 8 の射出側が半球形状であっても良い。

【 0 1 3 6 】

また、図 1 1 に示すように、第 2 の光変換部材 7 8 として、第 1 の光変換部材 7 6 の射出側の 1 次光の光軸上のみに、1 次光を反射して、第 1 の蛍光は透過するような反射ミラーである反射部材 8 2 を配置しても良い。

【 0 1 3 7 】

このように、本変形例では、周辺部の散乱または反射部材を少なくすることにより、第 1 の蛍光が光変換ユニット 2 8 内で散乱または反射して損失する割合を低減でき、照明光 I L として第 1 の蛍光を射出する量を大きくすることができる。

【 0 1 3 8 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。ここでは、前述の第 1 実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【 0 1 3 9 】

本第 2 実施形態においては、光変換ユニット 2 8 が、図 1 2 に示すように、第 1 実施形態の第 2 の光変換部材 7 8 に代えて、第 2 の光変換部材 8 4 を備える。この第 2 の光変換

10

20

30

40

50

部材 8 4 は、上記第 2 の光変換部材 7 8 と同様の散乱または反射部材である拡散部材を有しており、更に、1 次光を吸収して、第 1 の蛍光よりも長波長側に発光する第 2 の蛍光体（赤色）を有している。

【0140】

この第 2 の蛍光体は、図 1 3 に実線で示すような励起光スペクトルに対して破線で示すような蛍光スペクトルを有している。したがって、第 2 の光変換部材 8 4 は、1 次光源 3 6 から射出される 1 次光（青色レーザー光）を吸収して、1 次光よりも長波長の光の第 2 の蛍光に波長変換する性質を有している。第 2 の蛍光体は、青色波長域の 1 次光を吸収して赤色の蛍光に波長変換する。したがって、2 次光は、第 2 の蛍光（赤色）を含んでいる。

【0141】

このような第 2 の光変換部材 8 4 を備える光変換ユニット 2 8 では、1 次光 B 1 が入射したときは、第 1 の蛍光（直接照射型の第 1 の光変換光 Y 1 及び間接照射型の第 1 の光変換光 Y 2）に加えて、第 2 の蛍光も発生するため、この第 2 の蛍光の少なくとも一部が、光ファイバ 2 6 へ戻り光として入射される。

【0142】

ただし、第 2 の光変換部材 8 4 は、第 1 の光変換部材 7 6 よりも射出側にあるため、第 2 の蛍光の戻り光量は、第 1 の蛍光の戻り光よりも小さい。

【0143】

以上のように、第 2 実施形態に係る内視鏡用照明装置 1 2 及び内視鏡システム 1 0 は、第 2 の光変換部材 8 4 が、1 次光の少なくとも一部を吸収して 1 次光及び第 2 の蛍光と異なる波長域の第 2 の蛍光に波長を変換する第 2 の蛍光体をさらに有しており、検出光は、第 1 の蛍光の方が、第 2 の蛍光よりも多くの割合を占めている。

【0144】

よって、第 1 の蛍光に加えて、第 2 の蛍光も検出光として利用することができ、検出光の受光感度を高めることができる。

【0145】

例えば、第 2 の光変換部材 8 4 の脱離時に、通常時の検出光との差分が大きくなり、第 2 の光変換部材 8 4 のみの異常動作を容易に判定することができる。

【0146】

なお、第 2 の光変換部材 8 4 は、第 1 の蛍光体をさらに有していても良い。こうすることで、第 2 の光変換部材 8 4 の脱離で、検出光の差分が更に大きくなる。

【0147】

また、本第 2 実施形態においても、第 1 実施形態と同様、第 1 及び第 2 の光変換部材 7 6, 8 4 は、同軸同形状でなくても良い。

【0148】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態を説明する。ここでは、前述の第 1 実施形態との相違点について説明し、同一の部分については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0149】

本第 3 実施形態においては、光変換ユニット 2 8 が、図 1 4 に示すように、第 1 実施形態の第 1 の光変換部材 7 6 に代えて第 1 の光変換部材 8 6 を備え、第 2 の光変換部材 7 8 に代えて第 2 の光変換部材 8 8 を備える。

【0150】

第 2 の光変換部材 8 8 は、上記第 2 の光変換部材 7 8 と同様の散乱または反射部材である拡散部材を有しており、更に、1 次光を吸収して、第 1 の蛍光よりも短波長側に発光する第 2 の蛍光体（緑色）を有している。

【0151】

この第 2 の蛍光体は、図 1 5 に実線で示すような励起光スペクトルに対して破線で示すような蛍光スペクトルを有している。したがって、第 2 の光変換部材 8 8 は、1 次光源 3 6 から射出される 1 次光（青色レーザー光）を吸収して、1 次光よりも長波長であるが第 1

10

20

30

40

50

の蛍光よりも短波長の光である第2の蛍光に波長変換する性質を有している。第2の蛍光体は、青色波長域の1次光を吸収して緑色の蛍光に波長変換する。したがって、2次光は、第2の蛍光（緑色）を含んでいる。

【0152】

また、第1の光変換部材86は、更に、このような第2の蛍光を吸収して、第1の蛍光を発光する性質を有している。

【0153】

このような第1及び第2の光変換部材86, 88を備える光変換ユニット28では、1次光B1が入射したとき、第1の蛍光（直接照射型の第1の光変換光Y1及び間接照射型の第1の光変換光Y2）に加えて、第2の光変換部材88により第2の蛍光も発生するため、この第2の蛍光の少なくとも一部が、光ファイバ26へ戻り光として入射される。

10

【0154】

さらに、第2の蛍光は、第1の光変換部材86の第1の蛍光体に吸収（2次吸収）されて、第1の蛍光として射出されて、その少なくとも一部が、光ファイバ26へ戻り光として入射される。

【0155】

ただし、第2の光変換部材88は、第1の光変換部材86よりも射出側にあるため、第2の蛍光の戻り光量は、第1の蛍光の戻り光よりも小さい。

【0156】

以上のように、第3実施形態に係る内視鏡用照明装置12及び内視鏡システム10は、第1の光変換部材86の第1の蛍光体が、第2の蛍光の少なくとも一部を吸収して、第1の蛍光に変換する。

20

【0157】

よって、直接照射と間接照射の第1の蛍光に加えて、2次吸収による第1の蛍光も検出光として利用することができ、検出光の受光感度を高めることができる。

【0158】

例えば、第2の光変換部材88の脱離時に、通常時の検出光との差分が大きくなり、第2の光変換部材88のみの異常動作を容易に判定することができる。

【0159】

なお、本第3実施形態においても、第1実施形態と同様、第1及び第2の光変換部材86, 88は、同軸同形状でなくても良い。

30

【0160】

以上、実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なのは勿論である。

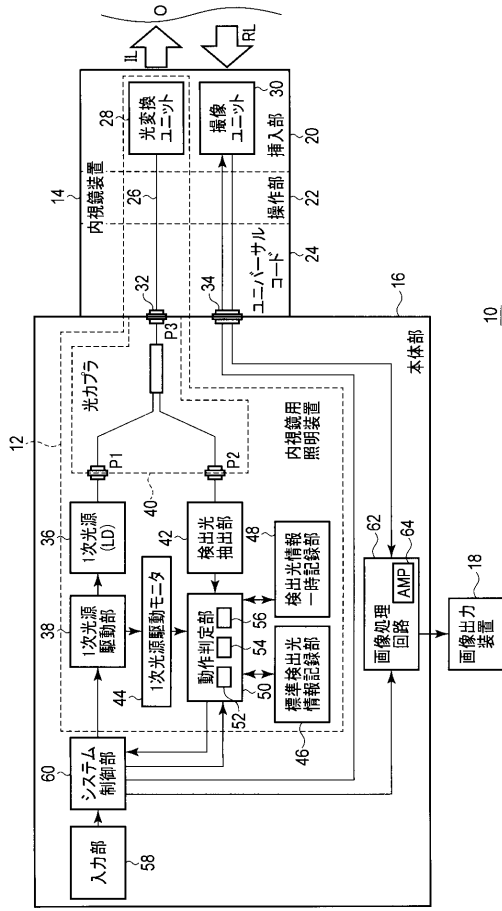
【符号の説明】

【0161】

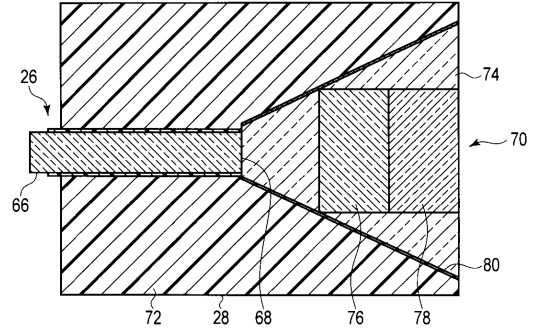
10...内視鏡システム、12...内視鏡用照明装置、14...内視鏡装置、16...本体部、18...画像出力装置、20...挿入部、22...操作部、24...ユニバーサルコード、26...光ファイバ、28...光変換ユニット、30...撮像ユニット、32...光コネクタ、34...電気コネクタ、36...1次光源、38...1次光源駆動部、40...光カプラ、42...検出光抽出部、44...1次光源駆動モニタ、46...標準検出光情報記録部、48...検出光情報一時記録部、50...動作判定部、52...動作推定部、54...異常動作判定部、56...異常動作部材特定部、58...入力部、60...システム制御部、62...画像処理回路、64...可変増幅回路、66...コア、68...入射部、68...射出部、72...ホルダ、74...光透過部材、76, 86...第1の光変換部材、78, 84, 88...第2の光変換部材、80, 82...反射部材、B1...1次光、B2...拡散1次光、Y1...直接照射型の第1の光変換光、Y2...間接照射型の第1の光変換光、Y3...第1の蛍光の一部。

40

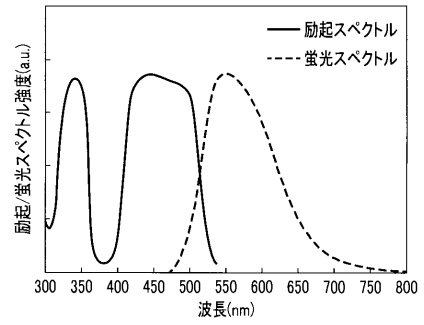
【 図 1 】



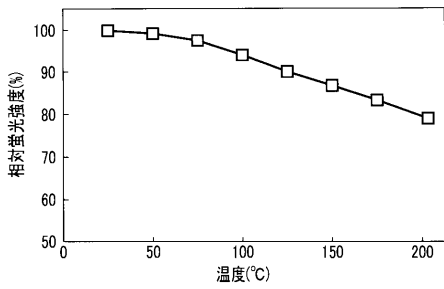
【 図 2 】



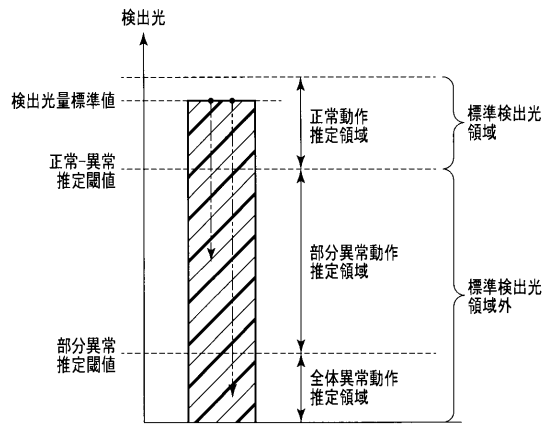
【 図 3 】



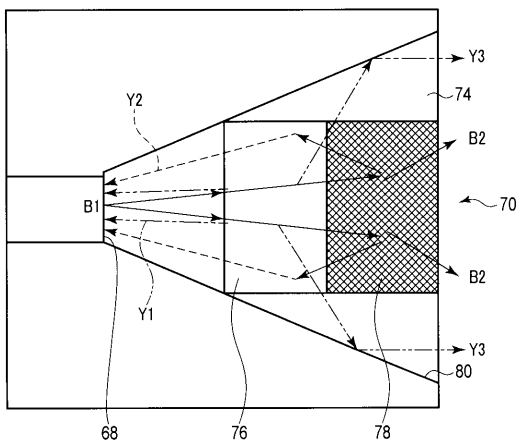
【 図 4 】



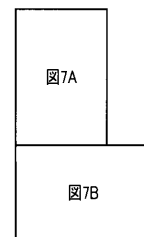
【 図 6 】



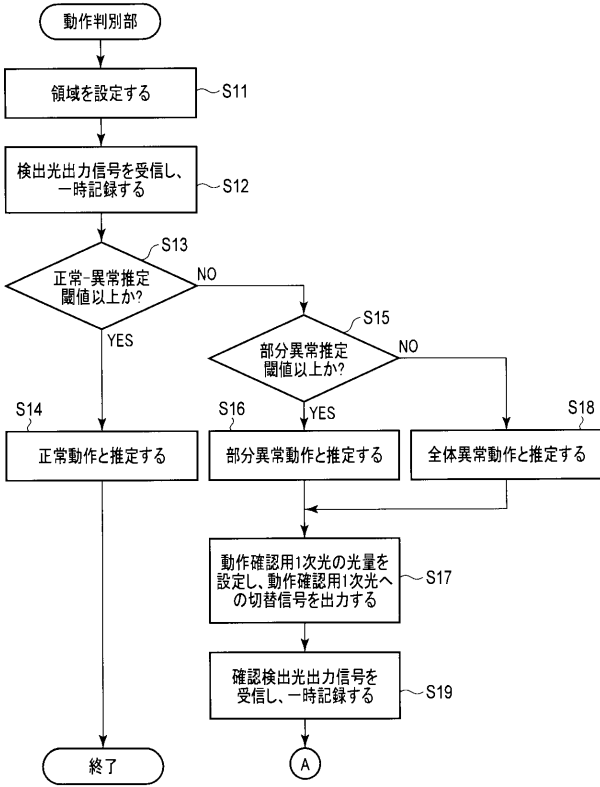
【 図 5 】



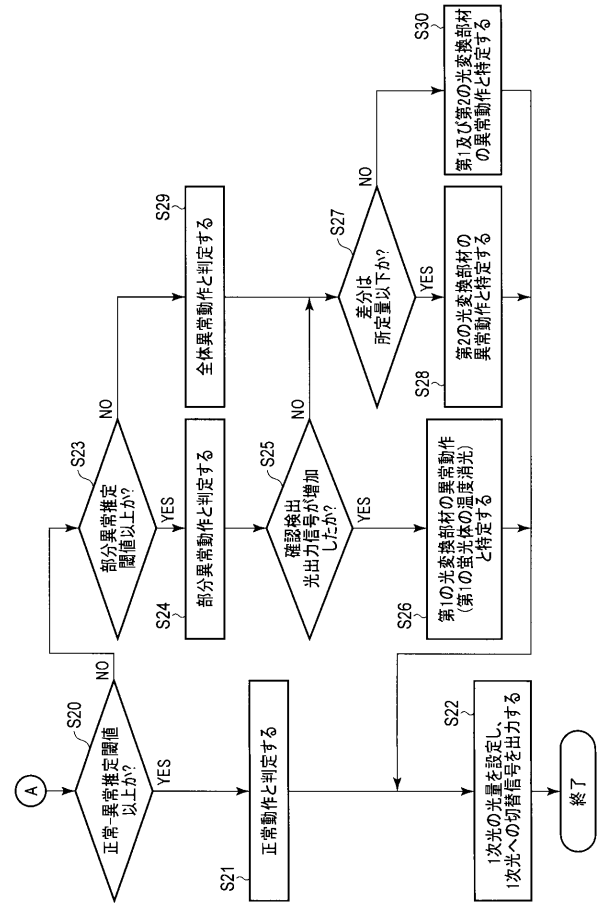
【 図 7 】



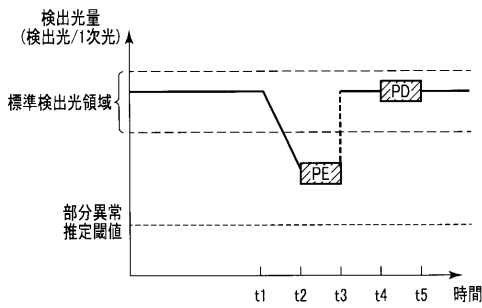
【 図 7 A 】



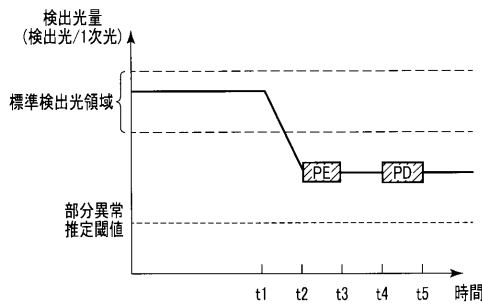
【 図 7 B 】



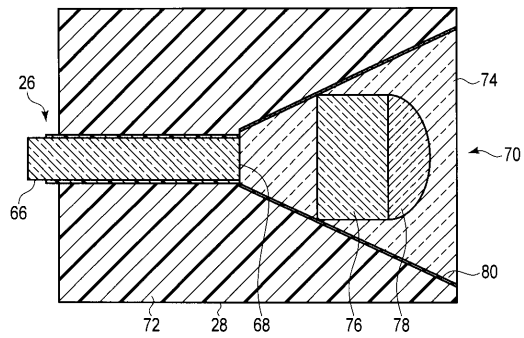
【 図 8 】



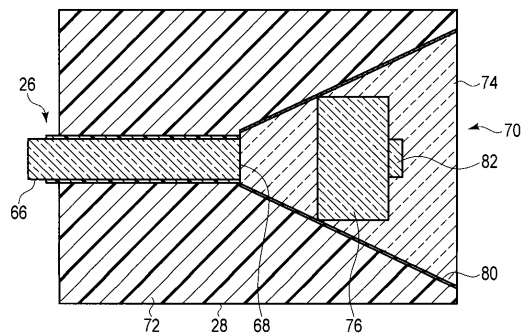
【 図 9 】



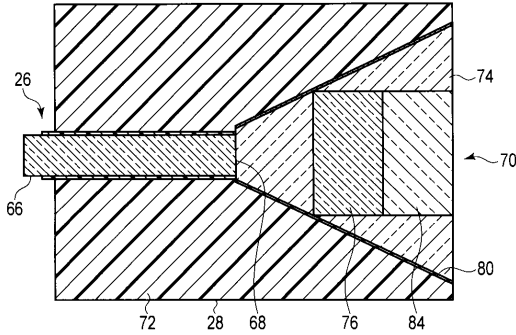
【 図 1 0 】



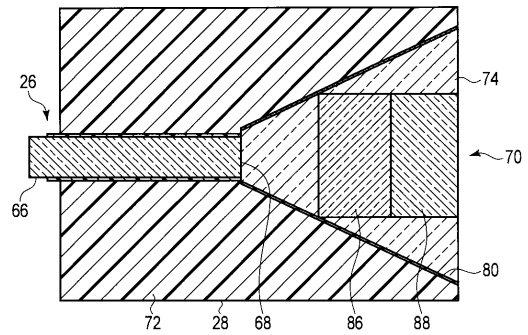
【 図 1 1 】



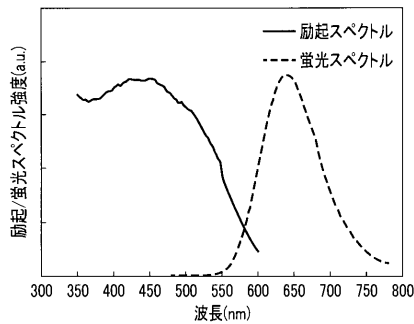
【図 1 2】



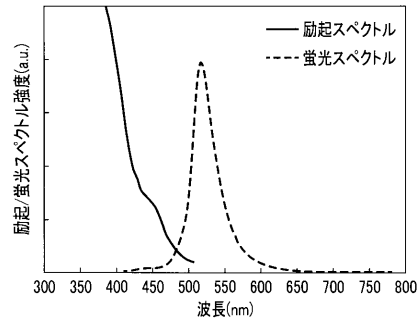
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



【手続補正書】

【提出日】平成30年6月15日(2018.6.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 次光源から射出された 1 次光を受光して前記 1 次光の光学的性質の少なくとも一つを変換する第 1 及び第 2 の光変換部材を有する光変換ユニットと、

前記第 1 の光変換部材によって変換された第 1 の光変換光の少なくとも一部を検出光として受光し、前記検出光の光量に応じた検出信号を出力する検出器と、

前記検出器から出力された検出信号の変化量に基づいて、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の何れか一方の異常動作であるか、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の両方の異常動作であるかを推定する動作推定部を含む動作判定部と、

を備えた内視鏡用照明装置。

【請求項 2】

前記 1 次光源を備えており、

前記光変換ユニットは、前記 1 次光を前記 1 次光と異なる光学特性の 2 次光に変換して、前記 2 次光の少なくとも一部を前記検出光と照明光として射出し、

前記光変換ユニットは、前記 1 次光が入射する入射部を有しており、

前記検出光は、前記入射部の近傍領域から前記検出器へ射出される光であって、

前記 1 次光が、前記第 1 の光変換部材へ照射されて変換された直接照射型の第 1 の光変換光と、

前記 1 次光が、前記第 2 の光変換部材へ照射されて変換された第 2 の光変換光の一部が、前記第 1 の光変換部材に照射されることにより変換された間接照射型の第 1 の光変換光と、

の少なくとも何れか一方を含んでいる、請求項 1 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の光変換部材は、ともに前記入射部から入射する前記 1 次光の光軸上に配置され、前記第 1 の光変換部材は前記第 2 の光変換部材よりも前記入射部側に配置されており、

前記第 1 の光変換部材は、前記 1 次光の少なくとも一部を吸収して前記 1 次光と異なる波長域の第 1 の蛍光に波長を変換する第 1 の蛍光体を有しており、

前記第 2 の光変換部材は、前記 1 次光の少なくとも一部を側方または後方へ配光を変換する機能を有する散乱または反射部材を有している、請求項 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 4】

前記動作判定部は、前記 1 次光源が前記 1 次光を射出する際の 1 次光源駆動情報から検出光量標準値を算出する機能と、前記検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する機能と、前記標準検出光領域外の範囲を分割して第 1 の異常検出領域と第 2 の異常検出領域とを設定する機能と、を有しており、

前記動作推定部は、前記検出信号が、前記標準検出光領域、前記第 1 の異常検出領域及び第 2 の異常検出領域の何れに含まれるかを検出し、その検出結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の動作を推定する、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 5】

前記第 1 の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、

前記動作推定部は、前記検出信号が、前記第 1 の異常検出領域に存在する場合には、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定する、請求項 4 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 6】

前記第 2 の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分外に存在するものであり、

前記動作推定部は、前記検出信号が、前記第 2 の異常検出領域に存在する場合には、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定する、請求項 4 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 7】

前記第 1 の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、

前記第 2 の異常検出領域は、前記標準検出光領域から前記所定の差分外に存在するものであり、

前記動作判定部は、前記検出信号の値及び前記検出光量標準値をそれぞれ前記 1 次光源駆動情報に基づいて正規化し、

前記動作推定部は、正規化した検出光出力信号値が前記第 1 の異常検出領域に存在する場合には、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定し、前記正規化した検出光出力信号値が前記第 2 の異常検出領域に存在する場合には、前記第 1 及び第 2 の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定し、

前記動作推定部が前記全体異常動作または前記部分異常動作と推定した場合に、

前記動作判定部は、前記 1 次光源に対して、前記 1 次光よりも低光量の動作確認用 1 次光を射出するように制御し、

前記検出器は、前記動作確認用 1 次光に基づいて前記光変換ユニットから放射された確認検出光を受光して前記確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を出力し、

前記動作判定部は、前記確認検出光出力信号の値を前記1次光源駆動情報に基づいて正規化し、

前記動作判定部は、正規化した確認検出光出力信号値が、前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域の何れに存在するかにより、前記全体異常動作または前記部分異常動作を判定する異常動作判定部をさらに備える、請求項4に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項8】

前記動作判定部は、前記1次光源に対して、前記動作推定部が前記部分異常動作と推定した場合よりも、前記全体異常動作と推定した場合の方が前記動作確認用1次光の光量を低く設定する、請求項7に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項9】

前記動作判定部は、前記動作推定部による推定結果と、前記異常動作判定部による判定結果とが等しい場合に、その等しい結果を異常動作の種類として判定する、請求項7に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項10】

前記動作判定部は、前記全体異常動作または前記部分異常動作と判定した場合に、前記1次光源に対して、前記1次光が前記動作確認用1次光の光量以下となるように制御する、請求項9に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項11】

前記動作判定部は、前記動作推定部による推定結果と前記異常動作判定部による判定結果とが異なる場合に、前記異常動作判定部の判定結果を選択して判定結果とする、請求項7に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項12】

前記動作判定部は、前記光変換ユニット内における前記第1及び第2の光変換部材の異常動作の種類を特定する異常動作部材特定部をさらに備えており、

前記異常動作部材特定部は、前記異常動作判定部が前記全体異常動作または前記部分異常動作と判定した場合に、前記正規化した検出光出力信号値と前記正規化した確認検出光出力信号値との差分量に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の少なくとも一方、または両方の異常動作の部材を特定する、請求項7に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項13】

前記第1の蛍光体は所定の温度消光特性を有しており、

前記異常動作部材特定部は、前記正規化した確認検出光出力信号値が前記正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加したか否かにより、前記異常動作の種類が前記第1の蛍光体の温度消光であるかどうかを判定する、請求項12に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項14】

前記異常動作部材特定部は、前記正規化した確認検出光出力信号値が前記正規化した検出光出力信号値に対して所定量より増加した場合に、前記異常動作の種類が前記第1の蛍光体の温度消光であると特定し、

前記動作判定部は、前記異常動作部材特定部が前記第1の蛍光体の温度消光と特定した場合、前記前記1次光源に対して、前記動作確認用1次光よりも大きい1次光量を射出できるように制御する、請求項13に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項15】

前記異常動作部材特定部は、前記正規化した確認検出光出力信号値と前記正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと前記標準検出光領域との差分が所定量より小さい場合は、前記異常動作の種類が前記第2の光変換部材の異常動作であると特定する、請求項12に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項16】

前記異常動作部材特定部は、前記正規化した確認検出光出力信号値と前記正規化した検出光出力信号値とが略等しく、且つ、それらと前記標準検出光領域との差分が所定量より大きい場合は、前記異常動作の種類が前記第1及び第2の光変換部材の異常動作であると

特定する、請求項 1 2 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 7】

前記検出光は、前記直接照射型の第 1 の光変換光の方が、前記間接照射型の第 1 の光変換光よりも多くの割合を占めている、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 8】

前記第 2 の光変換部材は、前記 1 次光の少なくとも一部を吸収して前記 1 次光及び第 2 の蛍光と異なる波長域の第 2 の蛍光に波長を変換する第 2 の蛍光体をさらに有しており、

前記検出光は、前記第 1 の蛍光の方が、前記第 2 の蛍光よりも多くの割合を占めている、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 の蛍光体は、前記第 2 の蛍光の少なくとも一部を吸収して、第 1 の蛍光に変換する、請求項 1 8 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 0】

前記第 1 の蛍光体は、吸収されなかった前記 1 次光をほとんど拡散させずに透過させる透明蛍光体である、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 の光変換部材から前記第 1 の蛍光体へ照射される前記第 2 の光変換光の光量は、前記第 1 の蛍光体の射出面で発生する 1 次光の戻り光の光量よりも大きい、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 2】

前記第 2 の光変換部材は、前記第 1 の蛍光体をさらに有している、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 3】

前記検出器は、前記検出光を受光する受光素子を備えており、

前記受光素子の受光面は、前記 1 次光が前記第 1 の蛍光体に入射する入射面よりも、前記入射部側に配置されている、請求項 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 4】

2 つの入力端と 1 つの出力端とを有する光カプラをさらに備えており、

前記光カプラの 1 つの入力端は、前記 1 次光源に光学的に接続され、

前記光カプラのもう一方の入力端は、前記受光素子に光学的に接続され、

前記光カプラの前記 1 つの出力端は、前記光変換ユニットの前記入射部と光学的に接続されているものであり、

前記光カプラは、前記 1 次光源から射出された前記 1 次光を前記光変換ユニットへ導光するとともに、前記光変換ユニット側から前記受光素子側に向かって前記検出光を導光する機能を有する、請求項 2 3 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 5】

前記受光素子は、前記 1 次光の波長領域よりも前記第 1 の蛍光の波長領域に受光感度が高い、請求項 2 4 に記載の内視鏡用照明装置。

【請求項 2 6】

請求項 2 ~ 2 5 の何れか一項に記載の内視鏡用照明装置と、

所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像部と、

前記撮像部で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像処理部と、

を備えた内視鏡システム。

【請求項 2 7】

請求項 7 ~ 1 6 の何れか一項に記載の内視鏡用照明装置と、

所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像部と、

前記撮像部で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像処理部と、

を備え、

前記動作判定部は、前記1次光から前記動作確認用1次光への切り替えを、前記1次光による照明光の照射領域と切り替え直後の前記動作確認用1次光による照明光の照射領域とが略等しくなるような所定の期間内に実施するものであって、

前記画像処理部は、前記1次光と前記動作確認用1次光との照明光により連続して取得する画像の中に、少なくとも共通する領域を含む画像を取得する、内視鏡システム。

【請求項28】

前記画像処理部は、前記1次光と前記動作確認用1次光との光量差を補正するように、前記動作確認用1次光により撮像した撮像信号に対して信号増幅を行い、画像を取得する、請求項27に記載の内視鏡システム。

【請求項29】

前記動作判定部は、

前記動作確認用1次光を射出する前に、前記撮像部の撮像フレームレートを低減するように前記撮像部を制御し、

前記撮像部の非露光期間内に、前記動作確認用1次光を射出するように前記1次光源を制御する、請求項27に記載の内視鏡システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明の内視鏡用照明装置の一態様は、1次光源から射出された1次光を受光して前記1次光の光学的性質の少なくとも一つを変換する第1及び第2の光変換部材を有する光変換ユニットと、前記第1の光変換部材によって変換された第1の光変換光の少なくとも一部を検出光として受光し、前記検出光の光量に応じた検出信号を出力する検出器と、前記検出器から出力された検出光出力信号の変化量に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の何れか一方の異常動作であるか、前記第1及び第2の光変換部材の両方の異常動作であるかを推定する動作推定部を含む動作判定部と、を備える。

また、本発明の内視鏡システムの一態様は、前記本発明の内視鏡用照明装置の一態様と、所定の照射領域に照射された前記照明光の反射光を撮像する撮像部と、前記撮像部で撮像した撮像信号を基に、所定の画像処理を行い画像を取得する画像処理部と、を備える。

また、本発明の内視鏡システムの別の態様においては、前記本発明の内視鏡用照明装置の一態様は、前記1次光源を備えており、前記光変換ユニットは、前記1次光を前記1次光と異なる光学特性の2次光に変換して、前記2次光の少なくとも一部を前記検出光と照明光として射出し、前記光変換ユニットは、前記1次光が入射する入射部を有しており、前記検出光は、前記入射部の近傍領域から前記検出器へ射出される光であって、前記1次光が、前記第1の光変換部材へ照射されて変換された直接照射型の第1の光変換光と、前記1次光が、前記第2の光変換部材へ照射されて変換された第2の光変換光の一部が、前記第1の光変換部材に照射されることにより変換された間接照射型の第1の光変換光と、の少なくとも何れか一方を含んでいる。さらに、本発明の内視鏡システムの別の態様は、前記本発明の内視鏡用照明装置の一態様において、前記第1及び第2の光変換部材は、ともに前記入射部から入射する前記1次光の光軸上に配置され、前記第1の光変換部材は前記第2の光変換部材よりも前記入射部側に配置されており、前記第1の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を吸収して前記1次光と異なる波長域の第1の蛍光に波長を変換する第1の蛍光体を有しており、前記第2の光変換部材は、前記1次光の少なくとも一部を側方または後方へ配光を変換する機能を有する散乱または反射部材を有している。ここで、前記動作判定部は、前記1次光源が前記1次光を射出する際の1次光源駆動情報から検出光量標準値を算出する機能と、前記検出光量標準値を含む標準検出光領域を設定する機能と、前記標準検出光領域外の範囲を分割して第1の異常検出領域と第2の異常検出

領域とを設定する機能と、を有しており、前記動作推定部は、前記検出信号が、前記標準検出光領域、前記第1の異常検出領域及び第2の異常検出領域の何れに含まれるかを検出し、その検出結果に基づいて、前記第1及び第2の光変換部材の動作を推定する。また、前記第1の異常検出領域は、前記標準検出光領域から所定の差分内に存在するものであり、前記第2の異常検出領域は、前記標準検出光領域から前記所定の差分外に存在するものであり、前記動作推定部は、前記検出信号が前記第1の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の何れか一方の異常動作である部分異常動作として推定し、前記検出信号が前記第2の異常検出領域に存在する場合には、前記第1及び第2の光変換部材の両方の異常動作である全体異常動作として推定する。そして、前記動作推定部が前記全体異常動作または前記部分異常動作と推定した場合に、前記動作判定部は、前記1次光源に対して、前記1次光よりも低光量の動作確認用1次光を射出するように制御し、前記検出器は、前記動作確認用1次光に基づいて前記光変換ユニットから放射された確認検出光を受光して前記確認検出光の光量に応じた確認検出光出力信号を出力するものであり、前記動作判定部は、前記1次光源が前記動作確認用1次光を射出する際の前記1次光源駆動情報から前記検出光量標準値を再算出して、前記標準検出光領域、前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域を再設定する機能を有している。また、前記動作判定部は、前記確認検出光出力信号が、前記再設定された前記第1の異常検出領域及び前記第2の異常検出領域の何れに存在するかにより、前記全体異常動作または前記部分異常動作を判定する異常動作判定部をさらに備える。そして、前記動作判定部は、前記1次光から前記動作確認用1次光への切り替えを、前記1次光による照明光の照射領域と切り替え直後の前記動作確認用1次光による照明光の照射領域とが略等しくなるような所定の期間内に実施するものであって、前記画像処理部は、前記1次光と前記動作確認用1次光との照明光により連続して取得する画像の中に、少なくとも共通する領域を含む画像を取得する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/085359
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 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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 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.
X Y A	JP 2007-175433 A (Olympus Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0003] to [0077]; fig. 1 to 7 & US 2007/0147033 A1 paragraphs [0006] to [0073]; fig. 1 to 7	1-5, 22-25 16-21 6-15, 26-28
X Y A	JP 5103874 B2 (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 19 December 2012 (19.12.2012), paragraphs [0001] to [0063]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 22-25 16-21 3-15, 26-28
X Y A	JP 2011-258610 A (Olympus Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0001] to [0058]; fig. 1 to 3, 9 (Family: none)	1-2, 22-25 16-21 3-15, 26-28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 08 March 2016 (08.03.16)		Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)
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/JP2015/085359

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 2012-208258 A (Olympus Corp.), 25 October 2012 (25.10.2012), entire text; all drawings & US 8939628 B2 & WO 2012/133430 A1	1-28
A	JP 2012-179225 A (Olympus Corp.), 20 September 2012 (20.09.2012), entire text; all drawings & US 2013/0342110 A1 & WO 2012/118095 A1 & EP 2682046 A1	1-28
A	JP 2014-174192 A (Olympus Corp.), 22 September 2014 (22.09.2014), paragraphs [0021] to [0027] (Family: none)	2,16-21
A	JP 2008-4419 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 10 January 2008 (10.01.2008), paragraphs [0073] to [0085]; fig. 1, 5 (Family: none)	2,16-21

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 5 3 5 9									
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											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016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									
X Y A	JP 2007-175433 A (オリンパス株式会社) 2007.07.12, 段落3-7 7、図1-7 & US 2007/0147033 A1、段落6-73、図1-7	1-5, 22-25 16-21 6-15, 26-28									
X Y A	JP 5103874 B2 (日亜化学工業株式会社) 2012.12.19, 段落1-63、 図1 (ファミリーなし)	1-2, 22-25 16-21 3-15, 26-28									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 08.03.2016		国際調査報告の発送日 15.03.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 樋熊 政一	2Q 4460								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 5 3 5 9
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
X Y A	JP 2011-258610 A (オリンパス株式会社) 2011.12.22, 段落 1 - 5 8、図 1 - 3、9 (ファミリーなし)	1-2, 22-25 16-21 3-15, 26-28
A	JP 2012-208258 A (オリンパス株式会社) 2012.10.25, 全文、全図 & US 8939628 B2 & WO 2012/133430 A1	1-28
A	JP 2012-179225 A (オリンパス株式会社) 2012.09.20, 全文、全図 & US 2013/0342110 A1 & WO 2012/118095 A1 & EP 2682046 A1	1-28
A	JP 2014-174192 A (オリンパス株式会社) 2014.09.22, 段落 2 1 - 2 7 (ファミリーなし)	2, 16-21
A	JP 2008-4419 A (日亜化学工業株式会社) 2008.01.10, 段落 7 3 - 8 5、図 1、5 (ファミリーなし)	2, 16-21

フロントページの続き

(72)発明者 田村 和昭

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

(72)発明者 西尾 真博

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 CA04 CA09 CA11 GA02 GA06 GA11

4C161 FF40 JJ11 NN01 QQ04

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜系统的照明装置		
公开(公告)号	JPWO2017104048A1	公开(公告)日	2018-11-01
申请号	JP2017556275	申请日	2015-12-17
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	田村和昭 西尾真博		
发明人	田村 和昭 西尾 真博		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00057 A61B1/00096 A61B1/00126 A61B1/043 A61B1/045 A61B1/0653 A61B1/07 H04N5/2256 H04N5/232 H04N5/351 H04N5/378 H04N2005/2255		
FI分类号	A61B1/06.614 A61B1/00.630 G02B23/26.B		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA09 2H040/CA11 2H040/GA02 2H040/GA06 2H040/GA11 4C161/FF40 4C161/JJ11 4C161/NN01 4C161/QQ04		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹤饲 饭野滋		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜照明装置 (12) 将从初级光源 (36) 发射的初级光转换成具有与光学特性不同的光学特性的次级光, 并用检测光照明至少一部分次级光。发光的光转换单元 (28), 接收检测光并根据光量输出检测光输出信号的检测光提取单元 (42), 以及确定光转换单元的操作的操作确定单元。 (50), 并提供。光转换单元具有第一和第二光转换构件。检测光是直接照射型的第一光转换光, 其通过向第一光转换构件照射第一光而被转换, 并且第一光被第二光转换构件照射并被转换。所产生的第二光转换光的一部分包括通过照射在第一光转换构件上而转换的间接照射型第一光转换光中的至少一个。操作确定单元基于从检测光提取单元输出的检测光输出信号的变化量来确定第一和第二光转换构件的操作。

