

(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
2018年12月27日(27.12.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/235166 A1

(51) 国際特許分類:

A61B 1/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2017/022706

(22) 国際出願日:

2017年6月20日(20.06.2017)

(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]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).

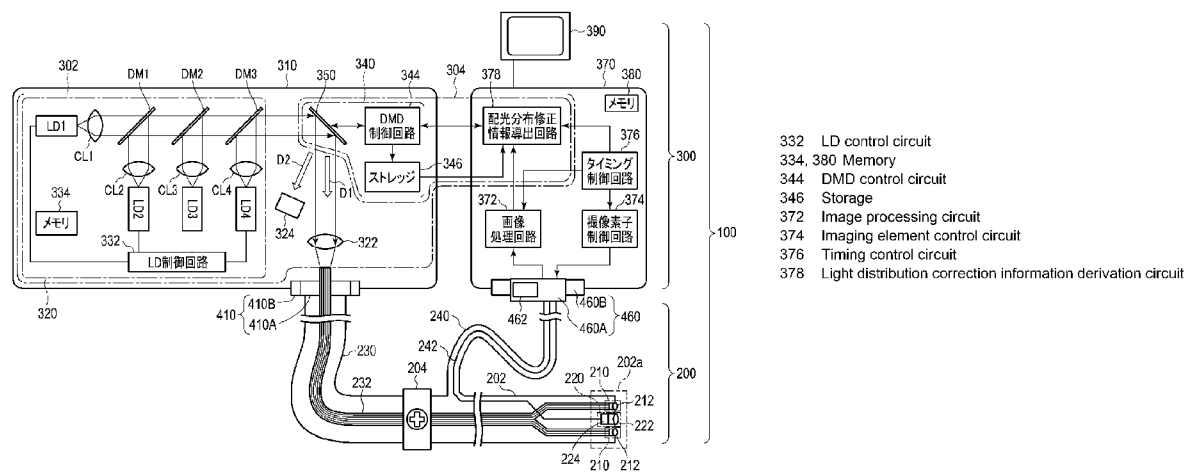
(72) 発明者: 伊藤 毅 (ITO, Takeshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: ENDOSCOPE SYSTEM

(54) 発明の名称: 内視鏡システム



(57) Abstract: An endoscope system (100) that has a scope (200) and an illumination light supply apparatus (302) that supplies illumination light to the scope. The scope comprises: an imaging unit (220) that acquires images of an observed object; an illumination light emission unit (210) that emits illumination light toward the observed object; and a light guide (232) that guides supplied illumination light to the illumination light emission unit. The illumination light supply apparatus comprises: a light source unit (320) that emits illumination light; and a light distribution modification device (350) that is arranged on the path of the illumination light emitted from the light source unit. The light distribution modification device: modifies the light distribution of the illumination light within an illumination-light-irradiated area such that the light distribution of the illumination light emitted from the illumination light emission unit is a desired light distribution; and transmits the illumination light to the light guide.

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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 内視鏡システム(100)は、スコープ(200)と、前記スコープに照明光を供給する照明光供給装置(302)を有している。前記スコープは、観察対象物の画像を取得する撮像ユニット(220)と、照明光を観察対象物に向けて射出する照明光射出ユニット(210)と、供給された照明光を前記照明光射出ユニットまで導光するライトガイド(232)とを備えている。前記照明光供給装置は、照明光を射出する光源ユニット(320)と、前記光源ユニットから射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイス(350)とを備えている。前記光量分布変更デバイスは、前記照明光射出ユニットから射出される照明光の光量分布が所望の光量分布となるように、照明光が照射される照明光照射エリア内の照明光の光量分布を変更して前記ライトガイドに伝送する。

明 細 書

発明の名称：内視鏡システム

技術分野

[0001] 本発明は、照明光を照射して観察対象物の画像を取得する内視鏡システムに関する。

背景技術

[0002] 特開 2 0 0 1 - 2 3 5 6 8 6 号公報は、内視鏡システムを開示している。この内視鏡システムは、ライトガイドと、ライトガイドの入射端のファイバ素線ごとに照明光を選択照射する光変調デバイスを有している。光変調デバイスは、ファイバ素線の入射開口と対応付けられており、従ってファイバ素線の射出開口から射出される照明光の光量を調整可能に構成されている。これにより、内視鏡画像に白とび等が存在すると、その部分の照明光量を抑制するように光変調デバイスを駆動制御することで、白とび等を抑制できる。

発明の概要

[0003] 前述の内視鏡システムでは、観察像内に白とび等が存在しても、観察に適した明るさに調整することで内視鏡検査し易い内視鏡画像が得られるとしている。

[0004] しかし、この内視鏡システムでは、ライトガイドの有する多数の光ファイバ素線の一本一本の入射端と、スコープ先端からの射出光の方向とを対応付けて記憶し、これに基づいて光変調デバイスを駆動制御する必要がある。また、このような対応関係を確保するため、使用するライトガイドは、光ファイバ素線の入射端と射出端で整列した特殊なライトガイドが使用されている。

[0005] 本発明は、このような状況に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、ライトガイドの有する多数の光ファイバ素線の一本一本の入射端とスコープ先端からの射出光の方向とを対応付けて記憶させる必要が無く、配光制御が可能な内視鏡システムを提供することにある。

[0006] 内視鏡システムは、スコープと、前記スコープに照明光を供給する照明光供給装置を有している。前記スコープは、観察対象物の画像を取得する撮像ユニットと、照明光を観察対象物に向けて射出する照明光射出ユニットと、供給された照明光を前記照明光射出ユニットまで導光するライトガイドとを備えている。前記照明光供給装置は、照明光を射出する光源ユニットと、前記光源ユニットから射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイスとを備えている。前記光量分布変更デバイスは、前記照明光射出ユニットから射出される照明光の光量分布が所望の光量分布となるように、照明光が照射される照明光照射エリア内の照明光の光量分布を変更して前記ライトガイドに伝送する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本発明の第1実施形態による内視鏡システムのブロック図である。

[図2]図2は、図1に示されたライトガイドのイメージ図である。

[図3]図3は、ライトガイドの第1の射出端に射出開口を有する光ファイバである第1の光ファイバ群と、ライトガイドの第2の射出端に射出開口を有する光ファイバである第2の光ファイバ群の、ライトガイドの入射端における配置を示すイメージ図である。

[図4]図4は、医療用の内視鏡システムのスコープの挿入部の先端部の一例を示している。

[図5]図5は、デジタルミラーデバイスのミラーアレイが形成された面を示している。

[図6A]図6Aは、図5に示された1個のミラー素子の基本的な動作を模式的に示した断面構造のイメージ図である。

[図6B]図6Bは、図5に示された1個のミラー素子の基本的な動作を模式的に示した断面構造のイメージ図であり、図6Aに示されたミラー素子とは異なる状態にあるミラー素子を示している。

[図7]図7は、デジタルミラーデバイスのミラーアレイ上の形成された三つの

ビームスポットを示している。

[図8A]図8 Aは、事前記憶法による配光制御の手順を示すフローチャートの前半部を示している。

[図8B]図8 Bは、事前記憶法による配光制御の手順を示すフローチャートの後半部を示している。

[図9]図9は、接続されたスコープに対応したミラー素子存在領域内のミラー素子について、第1の照明レンズから照明光を射出するのに寄与する第1のミラー素子群と、第2の照明レンズから照明光を射出するのに寄与する第2のミラー素子群とを示すイメージ図である。

[図9A]図9 Aは、大まかにグループ分けされた第1のミラー素子群と第2のミラー素子群とを示すイメージ図である。

[図10]図10は、ミラー素子のグループ分けの基礎となる画像の右側領域と中央領域と左側領域を示している。

[図11A]図11 Aは、フィードバック法による配光制御の手順を示すフローチャートの前半部を示している。

[図11B]図11 Bは、フィードバック法による配光制御の手順を示すフローチャートの後半部を示している。

[図12]図12は、フィードバック法による配光制御の初期のステップにおけるミラー素子の状態と取得される画像とを模式的に示している。

[図13A]図13 Aは、フィードバック法による配光制御において最初に取得された画像を示している。

[図13B]図13 Bは、図13 Aに示された画像のA-A'線上の画素における輝度値を示している。

[図14A]図14 Aは、配光制御のために、白とびの程度に応じて、ミラー素子の第1状態／第2状態の比率が変えられる様子を模式的に示している。

[図14B]図14 Bは、輝度補正により、補正前の輝度分布においては存在した補正領域が、補正後の輝度分布においては消失した様子を模式的に示している。

[図15]図 1 5 は、機械学習アルゴリズムを有する配光分布修正情報導出回路を備えたカメラコントロールユニットの構成を概略的に示している。

[図16A]図 1 6 A は、一般の内視鏡システムのスコープの L G コネクタ部のライトガイドの入射開口部付近を示している。

[図16B]図 1 6 B は、太径ライトガイドが搭載された L G ポストの断面構造を示している。

[図16C]図 1 6 C は、細径ライトガイドが搭載された L G ポストの断面構造を示している。

[図17]図 1 7 は、光源に X e ランプを用いた内視鏡システムの例を示している。

[図18]図 1 8 は、光量分布変更デバイスに透過型液晶デバイスを用いた内視鏡システムの例を示している。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明の実施の形態に係る内視鏡システムについて、図を参照しながら説明する。本明細書において、内視鏡システムとは、生体の診察に用いられる医療用内視鏡システムや、工業製品やさまざまな場所に存在する管空内の観察に用いられる工業用内視鏡システムを想定しているが、これらに限定されるものではなく、観察対象物の内部に挿入し、照明して観察する機能を備える機器一般を言う。

[0009] <第 1 実施形態>

以下、本発明の第 1 実施形態について、医療用内視鏡システム、特に胃、腸の観察に用いる消化器内視鏡システムを例に説明する。

[0010] [構成]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態による内視鏡システム 1 0 0 のブロック図である。本実施形態による内視鏡システム 1 0 0 は、照明光供給装置 3 0 2 を含む本体 3 0 0 と、本体 3 0 0 と着脱可能なスコープ 2 0 0 とにより構成されている。

[0011] はじめに本実施形態による内視鏡システム 1 0 0 の各構成について説明す

る。

[0012] 〔スコープ２００〕

スコープ２００は、観察対象物の内部空間、例えば体腔等に挿入可能な可撓性を有する細長の挿入部２０２と、医師等の作業者が把持して挿入部２０２の操作を行うための操作部２０４とを有している。

[0013] スコープ２００はまた、照明光を観察対象物に向けて射出する複数の照明光射出ユニット２１０と、観察対象物の画像を取得する撮像ユニット２２０とを有している。

[0014] 照明光射出ユニット２１０は、それぞれ、照明光の広がりを適正に調整するための照明レンズ２１２を有している。

[0015] 撮像ユニット２２０は、観察対象物の表面で反射散乱された照明光を取り込むための撮像レンズ２２２と、撮像レンズ２２２によって結像された画像の情報である画像信号を出力する撮像素子２２４を有している。例えば、撮像素子２２４は、光学的な画像を電氣的な画像信号に変換して出力する光電変換素子で構成されてよい。

[0016] 照明光射出ユニット２１０と撮像ユニット２２０はいずれも、挿入部２０２の先端部２０２ａに配置されている。

[0017] 図１には、一例として、二つの照明光射出ユニット２１０を備えたスコープ２００の構成が描かれている。しかし、照明光射出ユニット２１０の個数はこれに限定されない。すなわち、スコープ２００は、さらに多くの照明光射出ユニットを有していてもよく、また、ただ一つの照明光射出ユニットを有していてもよい。

[0018] スコープ２００はまた、光源ボックス３１０から供給される照明光を照明光射出ユニット２１０まで導光するライトガイド（ＬＧ）２３２と、光源ボックス３１０と接続するためのＬＧケーブル２３０と、撮像ユニット２２０から出力される画像信号をカメラコントロールユニット（ＣＣＵ）３７０に伝送するための画像信号線２４２と、カメラコントロールユニット３７０と接続するためのＣＣＵケーブル２４０とを有している。

- [0019] ライトガイド232は、挿入部202とLGケーブル230を通して延びている。LGケーブル230は、LGコネクタ410を介して光源ボックス310と接続される。LGコネクタ410は、互いに着脱可能な、LGケーブル230の端部に設けられたLGコネクタ部410Aと、光源ボックス310に設けられたLGコネクタ部410Bとから構成されている。
- [0020] 画像信号線242は、挿入部202とCCUケーブル240を通して延びている。CCUケーブル240は、CCUコネクタ460を介してカメラコントロールユニット370と接続される。CCUコネクタ460は、互いに着脱可能な、CCUケーブル240の端部に設けられたCCUコネクタ部460Aと、カメラコントロールユニット370に設けられたCCUコネクタ部460Bとから構成されている。
- [0021] ライトガイド232のイメージ図を図2に示す。ライトガイド232は、数百から数千本の多数の光ファイバを束ねて構成されたバンドルファイバである。ライトガイド232のLGコネクタ部410Aに保持される側は、一つの入射端IEに束ねられている。一方、ライトガイド232の照明レンズ212に対峙する側は二つに分けられ、それぞれ第1の射出端OEaと第2の射出端OEbとに束ねられている。
- [0022] 以下の説明では、ライトガイド232の射出端に、図2にならって、便宜上、参照符号OEa, OEbを付して、「射出端OEa, OEb」と表記するが、これは、必ずしも、ライトガイド232の射出端が限定的に二つであることを意味するものではない。すなわち、ライトガイド232の「射出端OEa, OEb」は、ライトガイド232の複数の射出端、または、ライトガイド232の一つの射出端と読み換えられるべきものである。
- [0023] すなわち、ライトガイド232は複数の射出端を有しており、これら複数の射出端はそれぞれ複数の照明光射出ユニット210と光学的に接続されていてよい。
- [0024] ライトガイド232の入射端IEは、ライトガイド232の有する全ての光ファイバの入射開口が略同一平面となるように、略円形に束ねられて固定

されている。また、入射端 I E の表面には、ライトガイド 2 3 2 の入射端 I E を保護するための図示しないカバーガラスが設けられている。このように、本実施形態のスコープ 2 0 0 に搭載されているライトガイド 2 3 2 は、1 入力 2 出力の分岐型バンドルファイバである。

[0025] ライトガイド 2 3 2 の入射端 I E から入射した照明光であるレーザ光は、ライトガイド 2 3 2 により二つに分岐されて第 1 および第 2 の射出端 O E a , O E b から射出され、第 1 および第 2 の射出端 O E a , O E b にそれぞれ対峙した第 1 および第 2 の照明レンズ 2 1 2 を経由して観察対象物に照射される。このときの光量の分岐の比率は一般に、第 1 および第 2 の射出端 O E a , O E b にそれぞれ分配された光ファイバの本数の比にほぼ比例して配分される。本実施形態では、略 1 : 1 に配分されている。

[0026] 図 3 は、ライトガイド 2 3 2 の第 1 の射出端 O E a に射出開口を有する光ファイバである第 1 の光ファイバ群 F G a と、ライトガイド 2 3 2 の第 2 の射出端 O E b に射出開口を有する光ファイバである第 2 の光ファイバ群 F G b の、ライトガイド 2 3 2 の入射端 I E における配置を示すイメージ図である。図 3 の通り、第 1 の光ファイバ群 F G a の入射開口と、第 2 の光ファイバ群 F G b の入射開口は、それぞれが概ねまとまって配置されている。このまとまり度合いはライトガイドの製造工程等に依存するが、一般的なライトガイドの製造工程を利用したライトガイドを用いた場合、スコープ 2 0 0 の個体や種類によらず、概ね類似したまとまり度合いを有するのが普通である。

[0027] 前述したように、ライトガイド 2 3 2 の射出端は二つに限定されない。つまり、ライトガイド 2 3 2 を構成するバンドルファイバは、ライトガイド 2 3 2 の複数の射出端にそれぞれ射出開口を有する複数の光ファイバ群を有しており、それら複数の光ファイバ群がそれぞれ複数の照明光射出ユニット 2 1 0 と光学的に接続されていてよい。特に図 1 に示された内視鏡システム 1 0 0 では、ライトガイド 2 3 2 は、第 1 の光ファイバ群 F G a と第 2 の光ファイバ群 F G b を含んでおり、これらの第 1 の光ファイバ群 F G a と第 2 の

光ファイバ群F G bが、それぞれ、第1の照明光射出ユニット210と第2の照明光射出ユニット210とに光学的に接続されている。

[0028] 図1に戻り、挿入部202の先端部202aに設けられた撮像レンズ222と撮像素子224は、組み合わせられて撮像ユニット220を構成している。本実施形態における撮像素子224は、例えばCMOS型の撮像素子であり、一般的なベイヤ配列のRGBカラーフィルタを有している。即ち、撮像素子224は、原色フィルタ型の撮像素子であり、赤色領域と緑色領域と青色領域の画像を同時に取得するカラー撮像素子である。

[0029] 撮像素子224が取得した観察対象物の画像情報である画像信号は、スコープ200に設けられた画像信号線242を経由してカメラコントロールユニット370まで伝送される。画像信号線242は、撮像素子224からCCUコネクタ460まで延びており、CCUコネクタ460を介してカメラコントロールユニット370内の画像処理回路372に電氣的に接続されている。画像信号線242は、画像信号を伝送可能なものならどのようなもので構成されてもよく、たとえば電気配線や光通信用の光ファイバなどで構成することが出来る。画像信号線242は、図1には1本の信号線で構成されているように描かれているが、伝送したい画像信号の量や必要な伝送速度などに応じて複数本の信号線を並列して構成されていてもよい。

[0030] その他、本実施形態における挿入部202には、先端部202aを湾曲させるための湾曲機構や、鉗子等を挿入可能な鉗子孔、液体や気体を射出し、また吸引可能な送気送水管の他、一般的な医療用の内視鏡システム100に搭載されているさまざまな機能や機構が搭載されているが、簡便のために図1では省略されている。

[0031] 医療用の内視鏡システム100のスコープ200の挿入部202の先端部202aの一例を図4に示す。この例では、二つの照明レンズ212の間の、ややオフセットした位置に撮像レンズ222が配置されている。撮像レンズ222近傍には、撮像レンズ222を洗浄するためのノズル280と、鉗子を通すための鉗子チャンネル290が配置されている。

[0032] 〔本体３００〕

図１に示されるように、本体３００は、照明光を射出する光源ボックス３１０と、撮像素子２２４が取得した画像信号を処理して表示可能な画像情報を出力するカメラコントロールユニット３７０と、画像情報等を表示するモニタ３９０とにより構成されている。

[0033] （光源ボックス３１０）

光源ボックス３１０は、照明光を射出する光源ユニット３２０と、光源ユニット３２０から射出される照明光の光量分布を調整するためのデジタルミラーデバイス（ＤＭＤ）ユニット３４０とを備えている。光源ボックス３１０はさらに、ＤＭＤユニット３４０から矢印Ｄ１の方向に射出された照明光を集光してライトガイド２３２に入射させる集光レンズ３２２と、ＤＭＤユニット３４０から矢印Ｄ２の方向に射出された不要な照明光を遮断する光ストッパ３２４とを備えている。

[0034] 光源ユニット３２０は、照明光であるレーザ光を発する複数のレーザ光源ＬＤ１、ＬＤ２、ＬＤ３、ＬＤ４と、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４から射出されたレーザ光をコリメートするコリメートレンズＣＬ１、ＣＬ２、ＣＬ３、ＣＬ４と、コリメートされたレーザ光を合成するための３枚のダイクロイックミラーＤＭ１、ＤＭ２、ＤＭ３と、各レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４の動作を制御するＬＤ制御回路３３２と、制御に必要な情報を記憶しているメモリ３３４とを有している。

[0035] レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４はいずれも半導体レーザ光源である。本実施形態で用いているレーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４の特性は次のとおりである。

[0036] レーザ光源ＬＤ１は、波長４０５ｎｍの青紫色レーザ光を射出する。その出力は２Ｗ程度である。

[0037] レーザ光源ＬＤ２は、波長４４５ｎｍの青色レーザ光を射出する。その出力は３Ｗ程度である。

[0038] レーザ光源ＬＤ３は、波長５２５ｎｍの緑色レーザ光を射出する。その出力は３Ｗ程度である。

- [0039] レーザ光源LD4は、波長635nmの赤色レーザ光を射出する。その出力は3W程度である。
- [0040] レーザ光源LD1～LD4は、LD制御回路332と電氣的に接続されており、LD制御回路332により、射出するレーザ光の光量やその発光／消灯が制御される。LD制御回路332は、観察目的や必要とする照明光の色合いなどにより、レーザ光源LD1～LD4を独立に制御する。LD制御回路332は、図1に描かれているように、全てのレーザ光源LD1～LD4を制御する一つの回路で構成することも可能であり、またレーザ光源LD1～LD4をそれぞれ制御する複数の制御回路と、互いの光量や発光タイミングの同期を行う同期回路等とにより構成されることも可能である。
- [0041] DMDユニット340は、光源ユニット320から射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイスであるデジタルミラーデバイス350と、デジタルミラーデバイス350を制御するDMD制御回路344と、デジタルミラーデバイス350の制御情報を記憶するDMD制御情報ストレージ346とを有している。
- [0042] デジタルミラーデバイス350は、照明光射出ユニット210から射出される照明光の光量分布が所望の光量分布となるように、照明光が照射される照明光照射エリア内の照明光の光量分布を変更してライトガイド232に伝送する機能を有する。
- [0043] デジタルミラーデバイス350は、2次元的に配列された多数のミラー素子を有しており、個々のミラー素子のミラー面の向きが独立に変更できるように構成されている。DMD制御回路344は、デジタルミラーデバイス350の個々のミラー素子のミラー面の向きを切り替えるように制御する。
- [0044] デジタルミラーデバイス350について、図5と図6Aと図6Bを参照して説明する。デジタルミラーデバイス350は、半導体プロセスにより形成された光デバイスであり、多数のミラー素子のミラー面の傾き方向を二つの状態に制御可能な反射型の光デバイスである。
- [0045] 図5は、デジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352が形成され

た面、即ち、レーザ光源LD1～LD4から射出されたレーザ光が入射する面を示している。デジタルミラーデバイス350は、縦横に数百程度のミラー素子354がマトリクス状に配置され、ミラーアレイ352を形成している。

[0046] 図6Aと図6Bは、1個のミラー素子354の基本的な動作を模式的に示した断面構造のイメージ図である。図6Aと図6Bは、互いに異なる状態にあるミラー素子354を示している。

[0047] ミラー素子354は、ミラー362と、ミラー362を傾斜可能に支持しているヒンジ364と、ミラー362に対向して設けられた二つの電極366a, 366bを有している。

[0048] 電極366aとミラー362の間に引力が発生するような制御信号が印加されると、図6Aに示されるように、発生した引力によりヒンジ364が変形してミラー362は傾斜し、ミラー362の端が電極366aに接して停止する。この状態を第1状態とする。

[0049] 反対に、電極366bとミラー362の間に引力が発生するような制御信号が印加されると、図6Bに示されるように、発生した引力によりヒンジ364が逆方向に変形してミラー362は逆方向に傾斜し、ミラー362の端が電極366bに接して停止する。この状態を第2状態とする。

[0050] 第1状態では、ミラー362は概ね+10°傾いて停止する。第2状態ではミラー362は概ね-10°傾いて停止する。デジタルミラーデバイス350は、個々のミラー素子354が第1状態と第2状態のいずれかとなるように制御できる。

[0051] デジタルミラーデバイス350は、数万から数百万のミラー素子354を有しているものが市販されている。本実施形態では、ライトガイド232の入射端IEの光ファイバの入射開口の数よりも、ミラー素子354の数が多いデジタルミラーデバイス350を用いている。デジタルミラーデバイス350は、図5に示すように、マトリクス状にミラー素子354が配置されているが、ライトガイド232の入射端IEの光ファイバ入射開口は、図2に

示す通り、マトリクス状には配列しておらずランダムに束ねられている。従って、ミラー素子 354 と光ファイバの入射開口は 1 対 1 には対応していないが、ミラー素子 354 の数は十分に多く、また図 3 に示されるように、第 1 の射出端 O E a と第 2 の射出端 O E b のそれぞれにつながる光ファイバの入射開口は、概ねまとまって配置されている。

[0052] (カメラコントロールユニット 370)

カメラコントロールユニット 370 は、CCU コネクタ 460 を介してスコープ 200 と接続される。また、カメラコントロールユニット 370 は、電気配線を介して光源ボックス 310 と、さらにはモニタ 390 と接続される。

[0053] 図 1 には、カメラコントロールユニット 370 は単一のユニットとして描かれているが、これに限らず、カメラコントロールユニット 370 は複数のユニットから構成されてもよい。この場合、複数のユニットは互いに連係して処理を行う。さらには、複数のユニットは、ネットワークを介して互いに連係して処理を行うように構成されてもよい。

[0054] カメラコントロールユニット 370 は、撮像素子 224 が取得し、画像信号線 242 を経由して伝送された画像信号を処理する画像処理回路 372 と、撮像素子 224 の動作を制御する撮像素子制御回路 374 とを有している。撮像素子制御回路 374 と画像処理回路 372 は、共通のタイミング制御回路 376 に接続されていて、タイミング制御回路 376 からのタイミング信号をトリガとして動作する。

[0055] カメラコントロールユニット 370 はまた、画像処理回路 372 が処理し出力した画像情報と、光源ボックス 310 が有する DMD 制御回路 344 からの DMD 制御情報とに基づいて、配光分布修正情報を導出する配光分布修正情報導出回路 378 を有している。配光分布修正情報導出回路 378 も、タイミング制御回路 376 からのタイミング信号に基づいて動作する。これにより、撮像素子 224 が撮像した画像と、そのときのデジタルミラーデバイス 350 のミラーアレイ 352 の状態である DMD 制御情報と、次の撮像

時のミラーアレイ 352 の状態である配光分布修正情報とを対応付けることが可能となる。

[0056] 配光分布修正情報導出回路 378 は、光源ボックス 310 と共働して、スコープ 200 に搭載されたライトガイド 232 に照明光を、その配光を制御して供給する照明光供給装置 302 を構成する。別の言い方をすれば、配光分布修正情報導出回路 378 は、DMD ユニット 340 と共働して、光源ユニット 320 から出力された照明光の配光を制御する配光制御装置 304 を構成する。

[0057] (モニタ 390)

モニタ 390 は、撮像素子 224 が撮像した画像や、内視鏡観察に必要な情報を作業者に向けて表示する。

[0058] [動作]

次に本実施形態による内視鏡システム 100 の基本的な動作について説明する。

[0059] 内視鏡システム 100 に電源が投入されると、通常の内視鏡と同様に各回路やデバイスに順次電力が供給される。光源ボックス 310 では、LD 制御回路 332 が動作を開始し、レーザ光源 LD1～LD4 に所定の電流が供給される。このとき、スコープ 200 が接続されていない場合は LG コネクタ部 410B に設けられた図示しないシャッタにより、レーザ光は外部に漏れないように構成されている。

[0060] 次に作業者は、スコープ 200 の有する LG コネクタ部 410A を光源ボックス 310 の LG コネクタ部 410B に、CCU コネクタ部 460A をカメラコントロールユニット 370 の CCU コネクタ部 460B にそれぞれ接続する。スコープ 200 の有する CCU コネクタ部 460A には、スコープ 200 の種類や個体に関する情報を記憶したメモリ 462 が設けられており、カメラコントロールユニット 370 は、このメモリ 462 から、接続されたスコープ 200 に関する必要な情報を読み出す。

[0061] このメモリ 462 には、スコープ 200 の種類や個体に関する情報の他、

搭載されているライトガイド232に関する情報、即ち、光ファイバの本数、入射端I Eの形状、射出端O E a, O E bの数や、射出端O E a, O E bの光ファイバの本数比などの情報が含まれていてもよい。また、スコープ200の有する撮像素子224のサイズや受光感度、カラーフィルタの波長特性などの情報が含まれていてもよい。さらに、図3に示すような、ライトガイド232の二つの射出端O E a, O E bにそれぞれ射出開口を有する光ファイバの入射端I Eでの配置情報である光ファイバ群入射端射出端分布情報や、デジタルミラーデバイス350のミラー素子354とライトガイド232の射出端O E a, O E bとの配置関係の情報であるDMD制御情報が含まれていてもよい。

[0062] C C Uコネクタ460の有するメモリ462がDMD制御情報を含んでいる場合、スコープ200が本体300と接続されたとき、このDMD制御情報は、図示しない電気配線により、DMDユニット340内のDMD制御情報ストレージ346に伝送される。

[0063] なお、スコープ200の有しているメモリ462が記憶している情報は、最低限、スコープ200の個体を識別可能にする識別(I D)情報に留めてもよい。この場合、上述したさまざまな情報は、カメラコントロールユニット370が有するメモリ380に、スコープ200のI D情報と対応付けて記憶されていてもよい。また、上述したさまざまな情報は、インターネットや病院内のインフラ、クラウド等を経由して、外部から入手するように構成してもよい。

[0064] スコープ200の接続が確認されると、光源ボックス310内に設けられたL D制御回路332は、レーザ光源L D 1~L D 4の少なくともひとつを、観察が可能な光量で点灯させる。このとき、どのレーザ光源L D 1~L D 4を点灯させるかは、観察目的や観察対象物に応じて適宜設定できる。通常は、白色照明光となるよう、レーザ光源L D 1~L D 4の全てを点灯させる。白色光とするときのレーザ光源L D 1~L D 4の光量比は、光源ボックス310内に設けられたメモリ334に予め記憶されている。

- [0065] カメラコントロールユニット370の有するタイミング制御回路376とLD制御回路332は、図示しない電気配線により接続されており、LD制御回路332は、タイミング制御回路376からのタイミング信号に応じてレーザ光源LD1～LD4を発光させる。レーザ光源LD1～LD4は、LD制御回路332から供給される駆動電流に応じてレーザ光源固有の波長のレーザ光を射出する。レーザ光源LD1～LD4は、図示しないレーザ温度安定化部たとえばペルチェ素子によりその温度を所望の値に制御されている。これにより、環境温度によるレーザ波長の変動や駆動電流の変化などが抑制され、レーザ光源LD1～LD4を安定に発光させることが可能となる。
- [0066] レーザ光源LD1～LD4から射出されたレーザ光のビームは、それぞれ、それらのレーザ光射出部の近傍に設けられたコリメートレンズCL1～CL4により平行光化され、進行する。
- [0067] レーザ光の光路上には、図1に示すように、ダイクロイックミラーDM1～DM3が配置されている。
- [0068] ダイクロイックミラーDM1は、レーザ光源LD1から射出される波長405nmの光を透過し、レーザ光源LD2から射出される波長445nmの光を反射するダイクロイックミラーである。ダイクロイックミラーDM2は、レーザ光源LD1から射出される波長405nmの光と、レーザ光源LD2から射出される445nmの光を透過し、レーザ光源LD3から射出される波長525nmの光を反射するダイクロイックミラーである。ダイクロイックミラーDM3は、レーザ光源LD1から射出される波長405nmの光と、レーザ光源LD2から射出される445nmの光と、レーザ光源LD3から射出される525nmの光を透過し、レーザ光源LD4から射出される波長635nmの光を反射するダイクロイックミラーである。
- [0069] レーザ光源LD1から射出された波長405nmのレーザ光は、ダイクロイックミラーDM1、DM2、DM3を透過し、デジタルミラーデバイス350に入射する。
- [0070] レーザ光源LD2から射出された波長445nmのレーザ光は、ダイクロ

イックミラーDM1により反射されて進行方向が略90度折り曲げられてダイクロイックミラーDM2の方向に進行し、ダイクロイックミラーDM2, DM3を透過してデジタルミラーデバイス350に入射する。

[0071] レーザ光源LD3から射出された波長525nmのレーザ光は、ダイクロイックミラーDM2により反射されて進行方向を略90度折り曲げられてダイクロイックミラーDM3の方向に進行し、ダイクロイックミラーDM3を透過してデジタルミラーデバイス350に入射する。

[0072] レーザ光源LD4から射出された波長635nmのレーザ光は、ダイクロイックミラーDM3により反射されて進行方向を略90度折り曲げられてデジタルミラーデバイス350の方向に進行し、デジタルミラーデバイス350に入射する。

[0073] 以上の通り、レーザ光源LD1～LD4から射出されたレーザ光は、一つの光路に合波、混色され、デジタルミラーデバイス350に入射する。

[0074] デジタルミラーデバイス350に入射したレーザ光は、デジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352上のミラー素子354により二つの進行方向に選択的に反射される。ミラー素子354は、前述の通り、反射方向の異なる第1状態と第2状態とのいずれかの状態となっている。

[0075] ミラー素子354は、第1状態では、入射した照明光をライトガイド232に導くが、第2状態では、入射した照明光をライトガイド232から逸らす、言い換えれば、入射した照明光をライトガイド232以外の方向に導く。

[0076] 第1状態のミラー素子354によって反射されたレーザ光は、第1の反射方向D1に進行し、集光レンズ322を経由してLGコネクタ410に接続されているスコープ200のライトガイド232の入射端IEに入射する。

[0077] 一方、第2状態のミラー素子354によって反射されたレーザ光は、第2の反射方向D2に進行し、光ストッパ324に入射する。光ストッパ324は、レーザ光を吸収して熱に変換する機能を有する。光ストッパ324に入射したレーザ光の大部分は、光ストッパ324に吸収されて熱となる。これ

により、使用しないレーザ光が光源ボックス 310 の外部に漏れ出すことや、光源ボックス 310 の内部の部材に照射させることを防ぎ、安全性が向上される。

[0078] 第 1 の反射方向 D1 に進行してスコープ 200 のライトガイド 232 の入射端 IE に入射したレーザ光は、スコープ 200 に搭載されたライトガイド 232 により挿入部 202 の先端部 202a まで導光される。ライトガイド 232 は、前述の通り、一つの入射端 IE と二つの射出端 OEa, OEb を有する 2 分岐型のバンドルファイバで構成されている。ライトガイド 232 の入射端 IE に入射したレーザ光は、デジタルミラーデバイス 350 の有するミラー素子 354 の状態（第 1 状態と第 2 状態の配置の分布を「状態」と呼ぶ）とライトガイド 232 の射出端 OEa, OEb における光ファイバの分岐比により、二つの射出端 OEa, OEb から射出される光量比が決まる。ライトガイド 232 の二つの射出端 OEa, OEb から射出されたレーザ光は、照明レンズ 212 を経由して、観察対象物に照射される。

[0079] 二つの照明レンズ 212 から射出された照明光は、観察対象物の表面または内部で反射または散乱される。この反射散乱光（反射光と散乱光の総称）の一部は、撮像レンズ 222 を介して、撮像素子 224 に入射する。すなわち、撮像素子 224 は、照明レンズ 212 から射出された照明光によって照らされた観察対象物の画像を撮像する。撮像素子 224 により撮像された画像は、撮像素子 224 により電気信号に変換され、スコープ 200 に設けられた画像信号線 242 を経由してカメラコントロールユニット 370 の画像処理回路 372 に伝送される。

[0080] 画像処理回路 372 は、画像信号線 242 により伝送された画像信号を受信し、適切な画像処理を施して表示可能な画像情報を作り出してモニタ 390 に送信する。モニタ 390 は、受信した画像情報を表示する。

[0081] 〔配光制御〕

次に、挿入部 202 の先端から射出される照明光の配光制御の動作について説明する。

[0082] デジタルミラーデバイス350は、ライトガイド232の射出端OE a, OE bから射出される照明光の光量、およびライトガイド232の第1の射出端OE aと第2の射出端OE bから射出される照明光の光量比、即ち配光を制御する。前述の通り、デジタルミラーデバイス350のミラー素子354が第1状態にある場合、照明光は、スコープ200に設けられたライトガイド232に入射し、ライトガイド232の射出端OE a, OE bから射出される。一方、デジタルミラーデバイス350のミラー素子354が第2状態にある場合、照明光は、光ストッパ324に入射し、光源ボックス310の外部には射出されない。

[0083] 例えば、第1の射出端OE aから射出されるレーザ光の光量に対し、第2の射出端OE bから射出される光量を50%としたい場合、第1の射出端OE aと接続されたライトガイド232の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354は全て第1状態とし、第2の射出端OE bと接続されたLD入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354は、時間的また空間的に、半分を第1状態、残りの半分を第2状態とすることで実現できる。

[0084] 時間的に第1状態を半分、第2状態を半分とする場合について説明する。第1の射出端OE aと接続されたライトガイド232の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354が第1状態となっている時間に対し、第2の射出端OE bと接続されたライトガイド232の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354が第1状態になっている時間が半分となるように、残りの半分の時間は第2状態となるように制御する。

[0085] 例えば撮像素子224の1フレームの撮像期間において、第1の射出端OE aと接続されたライトガイド232の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354を1フレーム期間全てにわたって第1状態としたときに、第2の射出端OE bと接続されたライトガイド232の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス350のミラー素子354は、第

1 状態である時間を 1 フレーム期間の半分の期間、第 2 状態である時間を 1 フレーム期間の残り半分の期間とすることでこれを実現できる。

[0086] 空間的に第 1 状態を半分、第 2 状態を半分とする場合について説明する。第 1 の射出端 O E a と接続されたライトガイド 2 3 2 の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 を全て第 1 状態としたときに、第 2 の射出端 O E b と接続されたライトガイド 2 3 2 の入射開口に対応するデジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 の半数を第 1 状態、半数を第 2 状態とすることで実現できる。

[0087] なお、空間的な例では、第 1 状態とするミラー素子 3 5 4 と第 2 状態とするミラー素子 3 5 4 を、例えば市松模様のように 2 次元的に交互となるよう配置することも好適である。このようにすることで、第 1 の射出端 O E a と比べて約半分の光量で、第 2 の射出端 O E b の射出面から概ね均一な光量分布として照明光が射出される。

[0088] なお、光量比の制御には、この二つの方法を併用することも好適である。例えば、1 0 0 : 1 等、光量の差が大きい場合、空間的に 1 / 1 0、時間的に 1 / 1 0 にするなど、組み合わせることで安定した制御が可能となる。

[0089] 次に、デジタルミラーデバイス 3 5 0 による配光制御の具体的な方法について説明する。デジタルミラーデバイス 3 5 0 による配光制御の方法には、大きく分けて 2 種類の方法がある。即ち、デジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子群の状態と、そのときに挿入部 2 0 2 の先端から射出される照明光の配光の関係を対応付けて予め記憶し、それに基づいて制御する方法である（A）事前記憶法と、デジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子群の状態を変更したときに、画像の輝度分布の変化を確認し、その変化の情報を活用してデジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 の状態を修正することで、適切な配光となるように調整する（B）フィードバック法とがある。

[0090] 本実施形態では（A）事前記憶法を用いる場合の例を示す。

[0091] （A）「事前記憶法」

この方法は、内視鏡システム１００の本体３００とスコープ２００とを組合せ、デジタルミラーデバイス３５０の有するミラー素子３５４の状態を変化させながら、そのミラー素子３５４で反射された光が第１の射出端ＯＥａ、第２の射出端ＯＥｂのどちらから射出されるかを確認し、内視鏡システム１００が有するメモリに記憶させる。本実施形態ではスコープ２００のＣＣＵコネクタ４６０に搭載されているメモリ４６２に記憶させることを想定している。また、この情報は、スコープ２００が本体３００と接続されたときに、図示しない電気配線により、本体３００の光源ボックス３１０内のＤＭＤ制御情報ストレージ３４６に伝送されることを想定している。

[0092] レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４から射出されたレーザ光がデジタルミラーデバイス３５０の有するミラー素子群上に照射される領域である照明光照射エリア、即ちビームスポットは、図７に示すように楕円形となる。これは、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４が半導体レーザであるため、射出されるレーザ光が楕円形のビームスポットを有していること、および、デジタルミラーデバイス３５０のミラー面がレーザ光の光路に対し傾斜されていることによる。

[0093] 図７には、デジタルミラーデバイス３５０のミラーアレイ３５２上の三つのビームスポットが示されている。最も外側のビームスポットＢＳは、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ４から射出され、デジタルミラーデバイス３５０を経由したレーザ光が照射される可能性のある領域であり、設計やレーザの個体特性や製造バラツキなどを考慮して、最大となる領域が設定されている。言い換えると、このビームスポットＢＳよりも外側のミラー素子３５４にはレーザ光が照射されることはない。このため本実施形態では、ビームスポットＢＳよりも外側のミラー素子３５４は全て第２状態とし、光源ボックス３１０内におけるレーザ光や外光の散乱光等の迷光等がライトガイド２３２の入射端ＩＥの近傍に照射されるのを防いでいる。

[0094] その内側のビームスポットは、最大のライトガイド２３２の入射領域を有するスコープを接続したときに、第１状態においてライトガイド２３２の入射端ＩＥに向けて光を反射するミラー素子３５４が存在している領域、すな

わち有効なミラー素子存在領域MR 1を示している。製造バラツキや接続時の位置ズレなどが発生した場合でも十分な照明光をライトガイド232の入射領域に入射させるため、有効なミラー素子存在領域MR 1は、ビームスポットBSよりも狭い領域となっている。

[0095] さらに内側のビームスポットは、本実施形態で用いるスコープ200のライトガイド232の入射開口に向けてレーザ光を反射するミラー素子354が存在している領域であるミラー素子存在領域MR 2を示している。このミラー素子存在領域MR 2は、接続されたスコープ200に対応して変わる。

[0096] 照明光照射エリアは、照明光が照射されるデジタルミラーデバイス350のミラー素子354の領域を言う。従って、スコープ200が接続されていない場合にはビームスポットBSを意味するが、スコープ200が接続された場合には、ビームスポットBSの領域内であって、接続されたスコープ200に対応したミラー素子存在領域MR 2の外側の領域にはレーザ光は照射されるが、そのレーザ光が挿入部202の先端から射出されることはない。このためスコープ200が接続された場合の照明光照射エリアは、実効的な照明光照射エリアとして接続されたスコープ200に対応したミラー素子存在領域MR 2を言う。

[0097] 次に、(A) 事前記憶法による事前記憶の手順について順に図8Aと図8Bを参照しながら説明する。ここではミラー素子354の一つ一つについて、それぞれを第1状態とし、それ以外の全てのミラー素子354を第2状態としたときに、照明光が第1の射出端OE aから射出されるか、第2の射出端OE bから射出されるか、またはいずれからも射出されないかを事前に調べ、メモリに記憶させる手順を説明する。

[0098] (ステップSA1：照明光の非射出の確認)

有効なミラー素子存在領域MR 1の内側に位置するミラー素子354の全てを第2状態とし、ビームスポットBS内で有効なミラー素子存在領域MR 1の外側に位置するミラー素子354の全てを第1状態とする。そのときに撮像素子224の撮像する画像に変化が無いこと、即ち照明光が射出されて

いないことを確認する。このとき、撮像ユニット２２０の画角内には散乱板や、レーザ光で蛍光を発する蛍光板などを配置するとよい。これにより、照明光が射出されているか否かを確認しやすく出来る。

[0099] もし、照明光が射出されている場合は、ＬＧコネクタ４１０でＬＧポストが正しく挿入されているか、デジタルミラーデバイス３５０のミラーアレイ３５２や集光レンズ３２２等に異常がないか確認し、再度ステップＳＡ１を実施する。

[0100] （ステップＳＡ２：照明レンズ２１２の遮光）

次にスコープ２００の先端の複数の照明レンズのうち、一つを除き遮光する。例えば、二つの照明レンズ２１２の一方を遮光する。遮光は専用のカバー等により行うことが出来る。このとき、他方の照明レンズ２１２と撮像レンズ２２２は遮光されないようにする。ここでは、第２の照明レンズ２１２が遮光され、第１の照明レンズ２１２が開放されているものとして説明を進める。

[0101] （ステップＳＡ３：個々のミラー素子３５４についての照明光の射出の確認）

有効なミラー素子存在領域ＭＲ１の内側のミラー素子３５４を一つずつ順に第１状態とし、撮像素子２２４の撮像する画像が明るくなるか否か、即ち、第１の照明レンズ２１２から照明光が射出されるか否かを確認する。これを、有効なミラー素子存在領域ＭＲ１内の全てのミラー素子３５４に対して実施する。そしてその結果をメモリ４６２に記録する。

[0102] （ステップＳＡ４：遮光する照明レンズの変更）

次に、ステップＳＡ２で遮光した照明レンズ以外の照明レンズの一つを除き遮光する。例えば、ステップＳＡ２で遮光した第２の照明レンズ２１２とは反対側の照明レンズ２１２である第１の照明レンズ２１２を遮光する。遮光は、ステップＳＡ２と同様に専用のカバー等により行う。

[0103] （ステップＳＡ５：照明光の射出が未確認のミラー素子３５４についての照明光の射出の確認）

有効なミラー素子存在領域MR 1 内のミラー素子 3 5 4 のうち、ステップ S A 3 のテストで、遮光されていない第 1 の照明レンズ 2 1 2 から照明光が射出されたことが確認されたミラー素子 3 5 4 を除く残りのミラー素子 3 5 4 について、すなわちステップ S A 3 で照明光の射出が確認されなかったミラー素子 3 5 4 について、ステップ S A 3 と同様に、遮光されていない第 2 の照明レンズから照明光が射出されるか否かを確認する。そして、その結果をメモリ 4 6 2 に記憶する。なお本実施形態では簡便のため、ステップ S A 3 の結果を用いる方法としたが、改めて全てのミラー素子 3 5 4 について、ステップ S A 3 と同様に実施する方法も好適である。

[0104] (ステップ S A 6 : 照明光の射出の確認の終了の判定)

全ての照明レンズ 2 1 2 について、ステップ S A 4, S A 5 を終了したかを判定する。「いいえ」の場合には、残りの照明レンズ 2 1 2 について、ステップ S A 4, S A 5 を繰り返し、遮光と照明光の射出の確認を行う。「はい」の場合には、次のステップ S A 7 を行う。

[0105] (ステップ S A 7 : 全ての照明レンズ 2 1 2 の開放)

全ての照明レンズ 2 1 2 の遮光を解除する。例えば、第 1 の照明レンズ 2 1 2 についての遮光と第 2 の照明レンズ 2 1 2 についての照明光の射出の確認に続いて、第 1 の照明レンズ 2 1 2 の遮光を解除する。即ち専用のカバー等を取り除く。

[0106] (ステップ S A 8 : ある一つの照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量の確認)

ある一つの照明レンズ 2 1 2 に照明光を導くミラー素子 3 5 4 の全てを第 1 状態とし、それ以外のミラー素子 3 5 4 を第 2 状態とし、その照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量が他の照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量よりも十分に大きいことを確認する。例えば、ステップ S A 3 で、第 1 の照明レンズ 2 1 2 から照明光が射出されたことが確認されたミラー素子 3 5 4 の全てを第 1 状態とし、それ以外のミラー素子 3 5 4 を第 2 状態とし、照明光がほぼ第 1 の照明レンズ 2 1 2 のみから射出されるか、または第 1 の照明レン

ズ 2 1 2 から射出される照明光が第 2 の照明レンズ 2 1 2 から射出される照明光と比較して十分に小さいことを確認する。

[0107] (ステップ S A 9 : 別の一つの照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量の確認)

別の一つの照明レンズ 2 1 2 に光を導くミラー素子 3 5 4 の全てを第 1 状態とし、それ以外のミラー素子 3 5 4 を第 2 状態とし、その照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量が他の照明レンズ 2 1 2 からの照明光の光量よりも十分に大きいことを確認する。例えば、ステップ S A 5 で、第 2 の照明レンズ 2 1 2 から照明光が射出されたことが確認されたミラー素子 3 5 4 の全てを第 1 状態、それ以外のミラー素子 3 5 4 を第 2 状態とし、照明光がほぼ第 2 の照明レンズ 2 1 2 のみから射出されるか、または第 2 の照明レンズ 2 1 2 から射出される照明光が第 1 の照明レンズ 2 1 2 から射出される照明光と比較して十分に小さいことを確認する。

[0108] (ステップ S A 1 0 : 照明光の光量の確認の終了の判定)

全ての照明レンズ 2 1 2 について、ステップ S A 9 を終了したかを判定する。「いいえ」の場合には、残りの照明レンズ 2 1 2 について、ステップ S A 9 を繰り返し、照明光の光量の確認を行う。「はい」の場合には、次のステップ S A 1 1 を行う。

[0109] (ステップ S A 1 1 : ミラー素子 3 5 4 と照明レンズ 2 1 2 との対応関係の記憶)

ミラー素子 3 5 4 のそれぞれと、対応する照明レンズ 2 1 2 の関係をメモリ 4 6 2 に記憶させる。

[0110] 以上のステップにより、複数の照明レンズ 2 1 2 のそれぞれから照明光を射出するのに寄与するミラー素子 3 5 4 をグループ分けすることが出来る。例えば、第 1 の照明レンズ 2 1 2 から照明光を射出するのに寄与するミラー素子 3 5 4 と、第 2 の照明レンズ 2 1 2 から照明光を射出するのに寄与するミラー素子 3 5 4 をグループ分けすることが出来る。この結果の例を図 9 に示す。

- [0111] 図9は、接続されたスコープ200に対応したデジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352上のミラー素子存在領域MR2（図7）内のミラー素子354について、第1の照明レンズ212から照明光を射出するのに寄与するミラー素子354である第1のミラー素子群354Gaと、第2の照明レンズ212から照明光を射出するのに寄与するミラー素子354である第2のミラー素子群354Gbとを示すイメージ図である。ここで、接続されたスコープ200に対応したミラー素子存在領域MR2は、二つの照明光選択エリアMR2a、MR2bに分割されている。即ち、第1のミラー素子群354Gaが存在する照明光選択エリアを第1の照明光選択エリアMR2a、第2のミラー素子群354Gbが存在する照明光選択エリアを第2の照明光選択エリアMR2bといい、本実施形態では照明光照射エリアを二つの照明光選択エリアMR2a、MR2bに分割するように構成されている。
- [0112] このように分割された第1のミラー素子群354Gaと第2のミラー素子群354Gbは、DMD制御回路344によってそれぞれ制御される。つまり、DMD制御回路344は、第1のミラー素子群354Gaの状態と第2のミラー素子群354Gbの状態を別々に制御する。
- [0113] ここでは、二つの照明光射出ユニット210に対応して、照明光照射エリアを二つの照明光選択エリアMR2a、MR2bに分割する例について説明したが、スコープ200がさらに多くの照明光射出ユニット210を有している構成においては、当然ながら、照明光照射エリアは、照明光射出ユニット210の個数と同数の照明光選択エリアに分割される。
- [0114] なお、図9では、（A）事前記憶法に基づいて、緻密に二つの照明光選択エリアに分割した例を示したがこれに限らない。図9Aに示すように、大まかにグループ分けしなおしてもよい。これは、二つの照明光選択エリアMR2a、MR2bの境界が直線等となるように分割しなおしたものである。このとき、新たに分割した照明光選択エリアMR2a、MR2bのそれぞれが、75%以上、ライトガイド232の所望の射出端OEa、OEbと接続されているように構成されていれば、本発明の効果を十分享受することが出来

る。このようにすると、DMD制御回路344によるミラー素子354の制御を簡易化し、またメモリ462に記憶する情報を軽減することが可能となる。

[0115] なお、事前記憶法において、個々のミラー素子354の全てについて、正確に第1の射出端OEaと第2の射出端OEbとに対応させてグループ分けする必要は無い。例えば、第1のミラー素子群354Gaと記憶されたミラー素子354のみを、全て第1状態に変化させたとき、第1の射出端OEaから照明対象物に照射される照明光の光量が、第2の射出端OEbから照明対象物に照射される照明光の光量に対し、10倍以上であれば、十分に効果を発揮できる。また2倍以上であれば、その効果を享受することが可能となる。即ち、スコープ200の着脱等でライトガイド232の入射端IEとデジタルミラーデバイス350の位置関係が多少ずれたとしても、本発明の効果を得ることが可能となる。

[0116] このため(A)事前記憶法において、ミラー素子354を第1状態としたときに、第1の照明レンズ212と第2の照明レンズ212の両方から照明光が射出された場合、このミラー素子354は、第1の照明レンズ212と対応したグループと、第2の照明レンズ212と対応したグループの両方に属するものとしてメモリ462に記憶させることが出来る。このようにすることで、照明光を有効に活用することが出来る。

[0117] 一方、このようなミラー素子354を、どちらのグループにも属さないようにメモリ462に記憶させることもできる。このようにすることで、例えば、第1の照明レンズ212から射出される光量が第2の照明レンズ212から射出される光量と比べ、より高くなるように光量の比率を設定することが可能となる。

[0118] また、あるミラー素子354を第1状態としたときに、第1の射出端OEaと第2の射出端OEbの両方から照明光が射出されない場合、このミラー素子354は通常、どちらのグループにも属さないように記憶させる。しかし、このミラー素子354の周辺のミラー素子354が全てどちらかのグル

ープに属する場合、このミラー素子 3 5 4 をそのグループに属するように記憶させることが出来る。即ち、ライトガイド 2 3 2 の入射端 I E には、光ファイバの入射開口が位置しているが、一定の隙間を有している（図 2）ため、あるミラー素子 3 5 4 により反射された照明光がいずれの照明レンズ 2 1 2 からも射出されなかった場合、このような隙間に照射されたことが原因である可能性がある。このため、周囲のミラー素子 3 5 4 がどちらかのグループに属する場合、このミラー素子 3 5 4 もそのグループに属するように記憶させることで、照明光を有効に活用することが可能となる。

[0119] 上記の（A）事前記憶法により、スコープ 2 0 0 の先端部 2 0 2 a に設けられた二つの照明光射出ユニット 2 1 0 から射出される照明光の切り替え制御に必要な、デジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 の状態情報を取得することが可能となる。ここで言うデジタルミラーデバイス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 の状態情報とは、第 1 の照明光射出ユニット 2 1 0 から照明光を射出させるミラー素子 3 5 4 の領域である第 1 の照明光選択エリア M R 2 a と、第 2 の照明光射出ユニット 2 1 0 から照明光を射出させるミラー素子 3 5 4 の領域である第 2 の照明光選択エリア M R 2 b の配置情報を言う。

[0120] 従って、例えば画像の輝度分布を調整したい場合、例えば、第 1 の照明レンズ 2 1 2 の側が明るすぎる場合、第 1 の照明レンズ 2 1 2 に対応したグループに属するミラー素子 3 5 4 の一部を、第 2 状態に切り替えることで配光分布を適正化し、画像の白とび等を抑制することが可能となる。すなわち、第 1 のミラー素子群 3 5 4 G a に属するミラー素子 3 5 4 のうち、第 1 状態にあるミラー素子 3 5 4 の割合を変化させることで、第 1 の照明レンズ 2 1 2 側の画像の明るさを調整できる。同様に、第 2 のミラー素子群 3 5 4 G b に属するミラー素子 3 5 4 のうち、第 1 状態にあるミラー素子 3 5 4 の割合を変化させることで、第 2 の照明レンズ 2 1 2 の側の画像の明るさを調整できる。

[0121] なお、ここで説明した手法は、（A）事前記憶法の一例に過ぎない。たと

例えば、挿入部 202 の先端部 202 a の照明光射出ユニット 210 を直接観察しながら分類してもよい。この方法によると、一つのミラー素子 354 を 1 回だけ第 1 状態に変更するだけで、第 1 のミラー素子群 354 G a か第 2 のミラー素子群 354 G b かを分類することが可能となる。

[0122] また、遮光するカバーを用いず、拡散板や蛍光板を撮像しながら実施してもよい。この場合、第 1、第 2 の射出端 O E a, O E b から射出された照明光に基づいてミラー素子 354 をグループ分けするのではなく、画像 I M G の領域に基づいてミラー素子 354 をグループ分けしてもよい。

[0123] 図 10 は、内視鏡システム 100 により撮影された、モニタ 390 に表示された画像の例である。例えば、図 10 において、画像 I M G の右側領域 I R R を照明するのに寄与するミラー素子 354 と、中央領域 I C R を照明するのに寄与するミラー素子 354 と、左側領域 I L R を照明するのに寄与するミラー素子 354 とにミラー素子 354 をグループ分けしてもよい。ここで、例えば、左側領域 I L R は、第 1 の照明光射出ユニット 210 から射出される第 1 の照明光が支配的な第 1 の照明領域であり、右側領域 I R R は、第 2 の照明光射出ユニット 210 から射出される第 2 の照明光が支配的な第 2 の照明領域であり、中央領域 I C R は、第 1 の照明光と第 2 の照明光が双方同程度である共通照明領域である。

[0124] さらに、配光分布修正情報導出回路 378 は、右側領域 I R R と中央領域 I C R と左側領域 I L R との輝度値の関係に基づいて、デジタルミラーデバイス 350 の制御情報を導出してよい。または、配光分布修正情報導出回路 378 は、中央領域 I C R に存在する観察対象物の凸部または凹部に現れる影の輝度値に基づいて、デジタルミラーデバイス 350 の制御情報を導出してよい。

[0125] これにより、内視鏡画像の明暗を調整するときに、直接的に照射領域の光量を変更することが出来る。例えば画像の右側が明るすぎる場合、右側領域を照明するのに寄与するミラー素子 354 のグループの一部を第 2 状態にすることで画像の明るさを調整することが出来る。

[0126] 図10では、画像IMGを三つの領域に分けているが、第1の照明光が支配的な第1の領域と第2の照明光が支配的な第2の領域とに分け、第1の領域を照明するのに寄与するミラー素子354と、第2の領域を照明するのに寄与するミラー素子354とにミラー素子354をグループ分けしてもよい。

[0127] さらに、上述した例では、ミラー素子354一つずつについて、第1のミラー素子群354Gaか第2のミラー素子群354Gbかを分類し記憶させる例を示したが、これに限らない。2×2や、10×10個のミラー素子354を纏めて分類し記憶させてもかまわない。このとき、第1のミラー素子群354Gaか第2のミラー素子群354Gbかの分類は、第1の照明レンズ212から射出される光量と第2の照明レンズ212から射出される光量とを比較し、大きいほうに分類することも好適である。また、光量比そのものを分類の指標とし、光量比が3：1のときは、第1のミラー素子群354Gaの割合が75%、第2のミラー素子群354Gbの割合が25%などと分類することも好適である。

[0128] 以上のように構成することで、挿入部202の有する複数の照明レンズ212から射出される照明光の光量比を調整することが可能となり、モニタ390に表示される画像の明るさを適正に調整することが可能となる。

[0129] なお、この事前記憶法による作業は、内視鏡システム100の出荷前や納品時に実施することも好適である。また、スコープ200の交換の度に自動的に行うようにすることも好適である。

[0130] 出荷時や納品時に実施することで、ユーザ作業を不要とし、またスコープ200の交換時の立ち上げ時間を短縮することが可能となる。一方、スコープ200の交換ごとに行うことで、スコープ200の着脱時の位置ズレ等の影響をキャンセルでき、より正確な配光分布制御が可能となる。

[0131] <第2実施形態>

以下、本発明の第2実施形態について説明する。なお、第1実施形態と共通する構成についてはその説明は省略する。

[0132] [構成]

本実施形態の内視鏡システムの構成は、基本的に第1実施形態の内視鏡システム100の構成と共通である。従って、本実施形態の説明においても、内視鏡システム100を付して表記する。さらに、その構成要素についても、第1実施形態と同じ参照符号を付して表記する。

[0133] 本実施形態が第1実施形態と異なる点は、配光制御の手順である。第1実施形態では、デジタルミラーデバイス350のミラー素子354を、第1の照明レンズ212に照明光を導くグループである第1のミラー素子群354Gaと、第2の照明レンズ212に照明光を導くグループである第2のミラー素子群354Gbとにグループ分けし、各照明レンズ212から射出される光量の比を制御することで、スコープ200の先端から射出される照明光の配光を制御する方法を示した。これに対し、本実施形態では、内視鏡画像を観察中にリアルタイムで、個々のミラー素子354の状態を切り替えたときの画像の輝度分布の変化を確認しながら適切な配光となるように調整する(B)フィードバック法を用いる例を示す。

[0134] フィードバック法は、内視鏡システム100を用いて取得される画像の明暗などに基づいて、デジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352の有するミラー素子354の制御を行う方法である。

[0135] 医療用の内視鏡システム100では主に、スコープ200の挿入部202を体腔に挿入し、体内の空間や管状の器官の内面の画像を取得する。例えば胃部内視鏡検査では、口または鼻からスコープ200の挿入部202を挿入する。スコープ200の挿入部202の先端は口または鼻の壁に接触し、また近接しながら咽頭部へ、さらには食道へ進行する。このときの画像の中心部は、進行方向に存在する食道等の管腔の先が映るため、画像の中心部の輝度は低くなり、画像は暗い画像となる。一方、画像の周辺部には食道の側壁が位置している。食道は一般に2～3cm程度の太さのため、画像周辺に位置する食道の側壁は、中心にある食道の開口と比較して非常に近接している。

[0136] この結果、従来の内視鏡システムでは、例えば画像の中心にある食道の開口に光量を合わせると、周辺に位置する食道側壁は明るすぎることであり、場合によっては画像に白とび（撮像素子 224 の許容受光量をオーバーしている状態）が発生してしまう。逆に食道側壁に光量をあわせると、食道の先が暗くて観察しにくい画像になってしまう。

[0137] このような場合、本発明による内視鏡システム 100 を用いることで、食道の先を明るくし、側方の光量を低下させることで画面全体の明るさを適正にすることが可能となる。

[0138] このような配光制御を行うには、次に述べるフィードバック法が優れている。フィードバック法では、画面上の明るすぎる領域が暗くなるように部分的に減光することができる。

[0139] (B) 「フィードバック法」

次に各ステップを追いながら (B) フィードバック法について、図 11 A と図 11 B と図 12 を参照しながら説明する。図 11 A と図 11 B は、それぞれ、フィードバック法による配光制御の手順を示すフローチャートの前半部と後半部を示している。図 12 は、フィードバック法による配光制御の初期のステップにおけるミラー素子の状態と取得される画像とを模式的に示している。

[0140] (ステップ S B 1 : 画像の取得)

このステップ S B 1 では、通常の画像取得プロセスに基づいて画像を取得する。この画像を仮に第 1 の画像 IMG 1 と呼ぶこととする。このとき、デジタルミラーデバイス 350 のミラー素子 354 の状態も合わせてメモリ 462 に記憶させる。

[0141] (ステップ S B 2 : 白とび等、輝度補正が必要な領域の有無、位置、程度の確認)

このステップ S B 2 では、取得した第 1 の画像の輝度情報に基づいて、輝度が所定の閾値を超えた領域を補正対象領域として抽出する。図 13 A と図 13 B に補正対象領域抽出のイメージ図を示す。図 13 A は、第 1 の画像 I

MG 1 を示しており、図 1 3 B は、図 1 3 A に示された第 1 の画像 IMG 1 の A - A' 線上の画素における輝度値を示している。図 1 3 B に示された輝度値のグラフにおいて、所定の閾値以上の領域を補正対象領域 CR として抽出する。なお、図 1 3 A と図 1 3 B では簡便のため一つの断面の例を示したが、補正対象領域 CR の抽出では、画像全体に渡って同様の処理を行う。

[0142] なお、所定の閾値は、撮像素子 2 2 4 のダイナミックレンジや、作業者の好み等に基づいて適宜設定できる。ここで、内視鏡システム 1 0 0 は、例えば生体の有する粘膜や、鉗子等の処置具の観察に用いられることがある。このため、粘膜表面により照明光が正反射したり、また処置具の金属面により照明光が正反射したりすることにより、白とびが発生することがある。これは一般に、画像上の輝点のサイズは小さく観察への影響が小さいので、補正対象から除外することも可能である。除外するか補正対象とするかは適宜作業者の好みやシステム設定において行うことが出来る。

[0143] 配光分布修正情報導出回路 3 7 8 は、輝度が所定の閾値を超えている領域のうち、光量を補正すべき補正対象領域 CR を抽出する。そして、抽出された補正対象領域 CR について、白とびの度合い（画像の輝度値）と画像上の位置（画素のアドレス）をメモリ 4 6 2 に記憶させる。

[0144] なお、本実施形態では、輝度値の上限を設定し、それ以上の領域を補正対象領域 CR として抽出したが、これに限らない。輝度値の下限を設定し、それを下回る領域を補正対象領域 CR として抽出することも好適である。

[0145] （ステップ S B 3 : 補正対象領域 CR の位置に対応するミラー素子の領域 MR の仮設定）

一般的なスコープ 2 0 0 の先端部 2 0 2 a には、撮像素子 2 2 4 とライトガイド 2 3 2 が共通の部材に直接または間接的に固定されている。また、LG コネクタ 4 1 0 では、ライトガイド 2 3 2 の端は光源ボックス 3 1 0 内の光学系に対し、ライトガイド 2 3 2 の中心軸が照明光の光軸と略一致するように固定される。このとき、ライトガイド 2 3 2 がこの光軸周りに回転可能に取り付けられるか、またはストッパ等の回転防止機構により回転しないよ

うに取り付けられる。本実施形態では、後者を例にとって説明するが、前者の場合は、ここでの説明に対し、LGコネクタ410の着脱の度に、ライトガイド232の中心軸周りの回転も考慮してデジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352と画像との対応付けを行えばよい。

[0146] 本ステップSB3では、第1の画像IMG1上の位置とデジタルミラーデバイス350のミラー素子354を経由した照明光の照射位置との対応関係を仮設定する。これにより、第1の画像IMG1上の補正対象領域CRの位置に対応すると予想される補正に用いるミラー素子354の領域MRを仮設定する。言い換えれば、補正に用いるミラー素子354を暫定的に選定する。

[0147] 例えば、メモリ462に記憶されている、以前にこのスコープ200を使用したときの情報を呼び出して、おおよそ対応している位置を仮設定することも可能である。また、第1実施形態で説明した(A)事前記憶法に基づいて設定された、第1の照明レンズ212から照明光を射出するのに寄与するミラー素子354と、第2の照明レンズ212から照明光を射出するのに寄与するミラー素子354のグループ分け情報に基づいて仮設定することも可能である。さらにデジタルミラーデバイス350のミラーアレイ352上のミラー素子354中の任意の位置のミラー素子354を選定することが出来る。このとき、選定するミラー素子354の領域MRの大きさは、画像上の補正対象領域CRの形状やサイズに基づいて設定できる。

[0148] (ステップSB4：ミラー素子354の制御条件の仮設定)

ステップSB4では、仮設定した領域内のミラー素子354の制御条件を仮設定する。配光分布修正情報導出回路378は、画像上の輝度値が所定の閾値を超えた領域について、閾値を超えた度合い（例えば、少し超えたか、大きく超えたか）に基づいて、配光分布修正情報の、その領域にあるミラー素子354の第1状態と第2状態の比率を調整する。図14Aに示すように、例えば、白とびの程度が、所定の閾値Th1を若干超えている領域については、例えば、ミラー素子354の第1状態／第2状態の比率 ε （補正対象

領域C Rにある全てのミラー素子3 5 4のうち、第1状態にあるミラー素子3 5 4の割合を言う)を75%程度とし、また、白とびが激しく、ほぼ全ての画素で白とびが発生している領域については、第1状態/第2状態の比率 ε を50%とするなど、白とびの程度に応じて第1状態とするミラー素子3 5 4の割合を設定する。ここで、第1状態/第2状態の比率 ε を変更する基準となる比率変更閾値Th2は、例えば、閾値Th1と、撮像素子2 2 4の受光上限値Th3の中間に設定されてよい。なお、第2状態とするミラー素子3 5 4は、補正対象領域C R内の全体に分散するように設定することが望ましい。さらに、領域内に白とびの度合いが異なる領域が存在する場合は、白とびの度合いに基づいてさらに領域を細分化し、その細分化後の領域ごとに、第2状態とするミラー素子3 5 4を選定することもできる。

[0149] (ステップS B 5 : 仮設定によるデジタルミラーデバイス3 5 0の制御と画像の取得)

このステップS B 5では、ステップS B 3, S B 4で仮設定した、配光分布修正情報であるDMD制御情報に基づいてデジタルミラーデバイス3 5 0を制御し、画像を取得する。画像取得のプロセスは、ステップS B 1と同様、通常の画像取得と同様に行う。この画像を仮に第2の画像IMG2と呼ぶこととする。第2の画像IMG2は、当然ながら配光が第1の画像IMG1と異なっている。

[0150] (ステップS B 6 : 輝度値の変化の確認)

このステップS B 6では、ステップS B 1で取得した第1の画像IMG1の輝度値と、ステップS B 5で取得した第2の画像IMG2の輝度値を比較する。ステップS B 3, S B 4で仮設定したミラー素子3 5 4の状態を変化させたことによる結果が、二つの画像の輝度値の変化として現れる。輝度値が変化した領域はデジタルミラーデバイス3 5 0のミラーアレイ3 5 2面上の、ステップS B 3, S B 4で仮設定した、DMD制御情報(ミラー素子3 5 4の状態を変更する領域と、第1状態/第2状態の比率)に対応している。配光分布修正情報導出回路3 7 8は、第1の画像IMG1と第2の画像I

MG 2 の輝度値を比較し、輝度値が変化した画像上の領域 DR を、ステップ SB 3, SB 4 で仮設定した DMD 制御情報と対応付け、輝度分布変化領域として抽出する。具体的には、第 1 の画像 IMG 1 と第 2 の画像 IMG 2 の輝度値の分布情報を作成し、差分を計算することで輝度値が変化した領域を抽出できる。例えば図 12 では、領域 DR は、第 1 の画像 IMG 1 と第 2 の画像 IMG 2 で輝度分布が異なる領域であり、第 1 の画像 IMG 1 の補正対象領域 CR が時計回りに約 20 度回転された領域に相当している。この結果をカメラコントロールユニット 370 内のメモリ 380 に記憶させる。

[0151] (ステップ SB 7 : 補正に用いるミラー素子 354 の領域 MR の再度の仮設定)

このステップ SB 7 では、ステップ SB 2 で抽出した補正対象領域 CR と、ステップ SB 3 で仮設定したミラー素子 354 の領域 MR と、ステップ SB 5 で確認した実際に輝度値が変化した領域との位置関係を確認し、補正に用いるミラー素子 354 の領域 MR を再び仮設定する。即ち、配光分布修正情報導出回路 378 は、輝度値補正のために状態を切り替えるべきミラー素子 354 の配置情報である配光分布修正情報を、第 1 の画像 IMG 1 と第 2 の画像 IMG 2 を比較して導出する。例えば図 12 では、再び仮設定された補正に用いるミラー素子 354 の領域 MR は、最初に仮設定された補正に用いるミラー素子 354 の領域 MR が時計回りに約 20 度回転された領域に相当している。

[0152] (ステップ SB 7 : ミラー素子 354 の制御条件の再度の仮設定)

このステップ SB 7 では、再び仮設定した領域内に位置する補正に用いるミラー素子 354 の制御条件を再び仮設定する。

[0153] (ステップ SB 8 : 配光制御の継続の判断)

このステップ SB 8 では、配光制御を継続するか否かを判断する。配光制御を継続しない場合は、処理を終了する。配光制御を継続する場合は、ステップ SB 1 に戻って、ステップ SB 6, SB 7 で再び仮設定した DMD 制御情報に基づいて、画像を取得する。

[0154] この後、ステップS B 2で白とび等、配光を変更する必要がある場合は、ステップS B 2からフローを継続する。

[0155] また、ステップS B 6, S B 7での再度の仮設定の結果、再度ステップS B 1に戻って取得した画像に白とび等が発生していない場合や、ステップS B 3で仮設定したミラー素子3 5 4の領域MRと、ステップS B 6で再び仮設定したミラー素子3 5 4の領域MRとがほぼ等しく、かつ補正対象領域C Rが消滅している場合、ステップS B 1に戻って画像を取得した後、補正完了としてフローを抜け、次に補正が必要なレベルの白とび等が発生するまで、ステップS B 2を継続する。(図1 4 B参照)

[0156] ここで、図1 4 Bは、輝度補正により、補正前の輝度分布D s 1においては存在した補正対象領域C Rが、補正後の輝度分布D s 2においては消失した様子を模式的に示している。

[0157] このように構成することで、第1実施形態の効果に加え、画像上の白とび領域をはじめとした、輝度値の補正対象領域C Rに合わせて光量を調整することが可能となる。また、観察中にリアルタイムで画像にフィードバックすることが可能となる。

[0158] なお、図1 2では単純のため、画像上の補正対象領域C Rとデジタルミラーデバイス3 5 0のミラーアレイ面上の補正すべきミラー素子領域を略相似形にして示したが、これに限らない。ライトガイド2 3 2の入射端I Eと射出端O E a, O E bの配置の関係等により、さまざまな配置関係が考えられる。しかしそのような場合であっても、ここに記載した(B)フィードバック法を用いることが可能である。

[0159] <第3実施形態>

第2実施形態では、配光分布修正情報導出回路3 7 8が、補正に用いるデジタルミラーデバイス3 5 0の状態を制御するための配光分布修正情報を(B)フィードバック法により導出する例を示した。本実施形態は、図1 5に示すとおり、カメラコントロールユニット3 7 0の有する配光分布修正情報導出回路3 7 8が機械学習アルゴリズム3 8 2を有している点において第2

実施形態と異なっている。

[0160] 機械学習は人間が有する学習能力と同様の機能をコンピュータにより実現しようとする技術・手法を言う。すなわち、本実施形態では、以下の二つについて、機械学習アルゴリズムを用いている。

[0161] (1) 内視鏡画像に対して、輝度が高すぎる領域と、輝度が低すぎる領域を抽出する機械学習アルゴリズム

(2) 内視鏡画像に対して、輝度が高すぎる領域と、輝度が低すぎる領域を補正する、デジタルミラーデバイス 350 のミラー素子 354 の状態の更新を行う機械学習アルゴリズム

[0162] 機械アルゴリズムの特徴は、明示的にプログラミングするのではなく、学習する能力をコンピュータ等に与える点にあり、本実施形態では、配光分布修正情報導出回路 378 が学習する能力を有している。

[0163] (1) の機械学習アルゴリズムについては、入力として内視鏡画像を与え、特徴として画像の輝度値で判断するように情報を提供する。

[0164] (2) 機械学習アルゴリズムについては、入力として内視鏡画像上の輝度値が高すぎる領域と低すぎる領域の位置と程度の情報を与え、特徴としてデジタルミラーデバイス 350 のミラー素子 354 の状態の情報（デジタルミラーデバイス 350 上の、接続スコープに対応したミラー素子存在領域 MR2 内のミラー素子 354 の第 1 状態と第 2 状態のミラーの分布情報）を提供する。

[0165] 本実施形態では、機械学習／ディープラーニングのさまざまなアルゴリズムを活用することが可能である。たとえば、前述の (1) と (2) について、教師なし学習を行うことも好適である。教師あり学習を行う場合は、以下の通り、情報を追加して行うことが好適である。

[0166] (1) について教師あり学習を行う場合は、予めいくつかの画像について、画像の輝度値が適正範囲にある場合を OK、逸脱した領域がある場合を NG として機械学習アルゴリズムに情報を提供する。

[0167] (2) について教師あり学習を行う場合は、予め、デジタルミラーデバイ

ス 3 5 0 のミラー素子 3 5 4 の状態情報とそのときの画像上の輝度情報との組合せたセットを複数提供する。

[0168] さらに強化学習（Q学習）など、さまざまな機械学習アルゴリズムを用いることが可能である。

[0169] 本実施形態によると、配光制御のための配光分布修正情報を導出するアルゴリズムを作成することなく、さまざまなシチュエーションに対応した配光分布制御を行うことが可能である。

[0170] [補足]

本発明におけるデジタルミラーデバイス 3 5 0 の機能は、基本的に、下記三つとなっている。

[0171] （１）照明光のオンオフ

（２）ライトガイド 2 3 2 の入射開口に入射しない周辺光の低減

（３）配光制御

このうち（３）配光制御については既に述べたので、ここでは残りの二つについて説明する。

[0172] （１）「照明光のオンオフ」

ライトガイド 2 3 2 に入射可能なミラー素子存在領域 MR 2 の全てのミラー素子 3 5 4 が第 1 状態となっている場合、レーザ光源 LD 1 ～LD 4 から射出されたレーザ光が最も多くライトガイド 2 3 2 の入射端 IE に向けて反射され、ライトガイド 2 3 2 の射出端 OE a, OE b から射出される。即ち、レーザ光源 LD 1 ～LD 4 から射出されるレーザ光量が同じ場合、最も明るい照明光を、ライトガイド 2 3 2 の射出端 OE a, OE b から射出する。

[0173] また、ミラー素子存在領域 MR 2 の全てのミラー素子 3 5 4 が第 2 状態となっている場合、レーザ光源 LD 1 ～LD 4 から射出されたレーザ光は全て光ストッパ 3 2 4 に入射し、ここで吸収されて熱となる。即ち、レーザ光源 LD 1 ～LD 4 が点灯していても、ライトガイド 2 3 2 の射出端 OE a, OE b から照明光は射出されず、消灯しているのと同じ状態となる。このとき、レーザ光は全て光ストッパ 3 2 4 により吸収される。このように、デジタ

ルミラーデバイス350の状態制御により、レーザ光をオンオフすることが可能となる。このとき、デジタルミラーデバイス350の切り替え速度はマイクロ秒と非常に高速なため、照明光のオンオフを高速に実施することが可能となる。

[0174] (2) 「ライトガイド232の入射開口に入射しない周辺光の低減」

一般の内視鏡システムのスコープのLGコネクタ部410Aのライトガイドの入射開口部付近を示す図を図16Aに示す。図16Aに示されたLGポストLGPの断面構造を図16Bと図16Cに示す。ここで、図16Bは、太径ライトガイドLGAが搭載されたLGポストLGPを示しており、図16Cは、細径ライトガイドLGBが搭載されたLGポストLGPを示している。

[0175] ライトガイドLGA, LGBの入射端は、LGコネクタ部410Aから突出したLGポストLGPとなっている。LGポストLGPは、内部にライトガイドLGA, LGBが配置され、その外表面をステンレスパイプ等のLG外装LGCで保護されている。また、ライトガイドLGA, LGBの入射端にはカバーガラスCGが設けられており、ライトガイドLGA, LGBを構成する光ファイバの入射開口を保護している。

[0176] 内視鏡システムのスコープは、用途や種類に応じてライトガイドLGA, LGBの太さが異なっている。一般に、経口内視鏡システムや大腸内視鏡システムなどの太径スコープには、図16Bに示すとおり、太径ライトガイドLGAが搭載されており、一方、経鼻内視鏡システムなどの細径スコープには、図16Cに示すとおり、細径ライトガイドLGBが搭載されている。なお、太径ライトガイドLGAと細径ライトガイドLGBでは、束ねられている光ファイバの本数が異なっており、光ファイバ素線は同じ太さのものが使われているのが一般的である。

[0177] 一方、一般の内視鏡の光源ボックスは、太径スコープの太径ライトガイドLGA, LGBの入射開口IA1に合わせて照明光を射出するように構成されている。したがって、細径スコープが接続された場合、細径ライトガイド

LGBの入射開口IA2の周辺にも照明光が照射される。この入射開口IA2の周辺に照射された照明光は、LG外装LGCなどの部材に吸収されて熱になり、LGポストLGPの温度が上昇してしまったり、また、散乱されて光源ボックス内に進行し、予期しない部材の温度を上昇させたり、また、外部に漏れ出すなど、問題となる場合がある。

[0178] 本実施形態では、スコープ200と本体300を接続すると、CCUコネクタ460の有するメモリ462に記憶されたスコープ200の識別(ID)情報を本体300が読み出し、接続されたスコープ200のライトガイド232の入射開口のサイズを認識する。この入射開口に合わせて、デジタルミラーデバイス350のミラー素子354のうち、接続されたスコープ200のライトガイド232の入射端IEに対応するミラー素子354を第1状態に、その周辺に位置するミラー素子354を第2状態にする。これにより、図7に示すように、細径スコープの場合にもライトガイド232の入射開口のみにレーザ光を照射するように構成されている。

[0179] これにより、LGポストLGPの温度を必要以上に上昇させることが無く、また、光源ボックス310内への不要な散乱光等を低減することが可能となる。

[0180] [補足2]

(光源はレーザ光源LD1～LD4に限らない)

上記の実施形態はすべて、光源ユニット320内の光源にレーザ光源LD1～LD4が用いられているが、これに限らない。たとえば、Xeランプやハロゲンランプ、白色LEDや、RGB等色の異なる複数のLED群、スーパーミネッセントダイオードなどを用いても効果を奏することができる。また、一種類の光源のみを利用することも可能であるし、複数種の光源を混合して用いてもよい。

[0181] レーザ光源LD1～LD4を用いることで、デジタルミラーデバイス350に略平行光の照明光を入射させることが可能となり、ライトガイド232に効率良く入射させることができる。結果として、非常に高効率な内視鏡シ

ステム１００を提供することが可能となる。

[0182] また、白色ＬＥＤやスーパーluminescentダイオードを用いることで、ランプより省電力で、効率と演色性を両立した内視鏡システム１００を実現することが出来る。

[0183] 光源にXeランプを用いた内視鏡システム１００Ａの例を図１７に示す。図１７において、図１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する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。

[0184] 図１７に示されるように、内視鏡システム１００Ａは、スコープ２００と、照明光供給装置３０２Ａを含む本体３００Ａとにより構成されている。本体３００Ａは、光源ボックス３１０Ａとカメラコントロールユニット３７０とモニタ３９０を備えている。

[0185] 光源にXeランプLMPを用いた場合でも、カメラコントロールユニット３７０、スコープ２００、モニタ３９０等の構成は基本的に変わらない。画像処理回路３７２等は、必要に応じて、XeランプLMP用に調整される。

[0186] また、光源ボックス３１０Ａは光源ユニット３２０Ａを有し、光源ユニット３２０Ａは、照明光を発するXeランプLMPと、XeランプLMPから射出された照明光をコリメートするコリメートレンズCLAと、XeランプLMPの動作を制御するランプ制御回路３３２Ａと、制御に必要な情報を記憶しているメモリ３３４Ａとを備えている。その他の構成は、図１に示された光源ボックス３１０と基本的に同じである。

[0187] なお、XeランプLMPから放射される赤外線や紫外線を除去するためのフィルタや、XeランプLMPの冷却機構、および通常の内視鏡用Xe光源に搭載されている部材等が、必要に応じて適宜組み込まれてよい。また、図１７には、光ストッパ３２４を設けた例が示されているが、取り除くことも可能である。これにより、光源ボックス３１０のサイズを小型化することが可能となる。

[0188] 光源にXeランプLMPやハロゲンランプを用いることで、非常にブロー

ドなスペクトルを有する照明光を実現することが出来る。これにより、色再現性に優れた内視鏡システム１００Ａを提供できる。

[0189] （光量分布変更デバイスはデジタルミラーデバイス３５０に限らない）

また、光量分布変更デバイスにデジタルミラーデバイス３５０を用いた例を示したが、光量分布変更デバイスは、これに限らない。例えば、光量分布変更デバイスには、反射型や透過型の液晶デバイス（ＬＣＤ）を用いることが出来る。

[0190] 光量分布変更デバイスに透過型液晶デバイスを用いた内視鏡システム１００Ｂの例を図１８に示す。図１８において、図１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する。

[0191] 内視鏡システム１００Ｂの基本的な構成は、図１に示したデジタルミラーデバイス３５０を用いた内視鏡システム１００と同様である。内視鏡システム１００Ｂは、基本的には、図１に示されたＤＭＤユニット３４０が液晶デバイスユニット３４０Ｂに置き換えられた構成となっている。

[0192] すなわち、図１８に示されるように、内視鏡システム１００Ｂは、スコープ２００と、照明光供給装置３０２Ｂを含む本体３００Ｂとにより構成されている。本体３００Ｂは、光源ボックス３１０Ｂとカメラコントロールユニット３７０とモニタ３９０を備えている。

[0193] 光源ボックス３１０Ｂは、照明光を射出する光源ユニット３２０と、光源ユニット３２０から射出される照明光の光量分布を調整するための液晶デバイスユニット３４０Ｂとを備えている。液晶デバイスユニット３４０Ｂは、光源ユニット３２０から射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイスである透過型液晶デバイス３５０Ｂと、透過型液晶デバイス３５０Ｂを制御する液晶デバイス（ＬＣＤ）制御回路３４４Ｂと、透過型液晶デバイス３５０Ｂの制御情報を記憶する液晶デバイス制御情報ストレージ３４６Ｂとを有している。

[0194] 内視鏡システム１００Ｂは、照明光の光量分布の変更に透過型液晶デバイス３５０Ｂを用いているため、光源ユニット３２０から射出された照明光は

、その光路が折り曲げられることなく進行し、ライトガイド 232 の入射端 I E に向かうように構成されている。

[0195] 透過型液晶デバイス 350B は、マトリクス状に配列された、光の透過／遮光を個別に切り替え可能な多数のセルを有している。透過型液晶デバイス 350B の個々のセルは、入射した照明光を透過してライトガイド 232 に導く第 1 状態と、入射した照明光を透過せず吸収する第 2 状態との少なくとも二つの状態の間で切り替え可能である。さらに、セルは、透過／遮光の切り替えだけでなく、照明光の透過率を連続的に変化させることもできる。

[0196] なお、透過型液晶デバイス 350B には、入射する照明光の偏光状態を調整する偏光フィルタなど、通常の液晶デバイスに用いられる部材が組み込まれているが、図 18 では簡便のため省略している。

[0197] このように透過型液晶デバイス 350B を用いることで、透過と遮光だけでなく、その間の透過光量も設定することが可能となり、光量調整では、時間（透過状態である時間）、分布（領域内の透過状態であるセルの割合）だけでなく、透過率による制御も可能となる。

[0198] なお、ここでは透過型液晶デバイス 350B を用いる例を示したが、これに限らない。反射型液晶デバイスを用いることも可能である。反射型液晶デバイスでは、個々のセルは、入射した照明光を反射してライトガイド 232 に導く第 1 状態と、入射した照明光を反射せず吸収する第 2 状態との少なくとも二つの状態の間で切り替え可能である。さらに、セルは、反射／遮光の切り替えだけでなく、照明光の反射率を連続的に変化させることもできる。反射型液晶デバイスを用いることで、光源ボックス 310 の設計自由度が向上する。

[0199] なお、上述した実施形態は一例に過ぎず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において様々な変形が可能であることはいうまでもない。

請求の範囲

- [請求項1] スコープと、前記スコープに照明光を供給する照明光供給装置を有する内視鏡システムであって、
- 前記スコープは、観察対象物の画像を取得する撮像ユニットと、照明光を観察対象物に向けて射出する照明光射出ユニットと、供給された照明光を前記照明光射出ユニットまで導光するライトガイドとを備えており、
- 前記照明光供給装置は、照明光を射出する光源ユニットと、前記光源ユニットから射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイスとを備えており、
- 前記光量分布変更デバイスは、前記照明光射出ユニットから射出される照明光の光量分布が所望の光量分布となるように、照明光が照射される照明光照射エリア内の照明光の光量分布を変更して前記ライトガイドに伝送する、内視鏡システム。
- [請求項2] 前記光量分布変更デバイスは、照明光照射エリアを複数の照明光選択エリアに分割し、照明光選択エリア毎に光量を制御して前記ライトガイドに入射させる、請求項1に記載の内視鏡システム。
- [請求項3] 前記スコープは、照明光を観察対象物に向けて射出する複数の照明光射出ユニットを備えており、
- 前記光量分布変更デバイス上に照明光が照射される領域である照明光照射エリアは、複数の照明光選択エリアを有しており、
- 前記ライトガイドは、多数の光ファイバを束ねて構成されたバンドルファイバであり、
- 前記バンドルファイバは、前記複数の照明光射出ユニットとそれぞれ光学的に接続されている複数の光ファイバ群を有しており、
- 前記光量分布変更デバイスは、複数の照明光選択エリアをそれぞれ経由する照明光の光量をそれぞれ制御する、請求項2に記載の内視鏡システム。

[請求項4] 前記複数の照明光射出ユニットは、第1の照明光射出ユニットと第2の照明光射出ユニットとを含んでおり、

前記バンドルファイバは、前記第1の照明光射出ユニットと光学的に接続されている第1の光ファイバ群と、前記第2の照明光射出ユニットと光学的に接続されている第2の光ファイバ群とを含んでおり、

複数の照明光選択エリアは、前記第1の光ファイバ群の入射端と対応付けられた第1の照明光選択エリアと、前記第2の光ファイバ群の入射端と対応付けられた第2の照明光選択エリアとを含んでおり、

前記光量分布変更デバイスは、第1の照明光選択エリアを経由する照明光と、第2の照明光選択エリアを経由する照明光の光量をそれぞれ制御する、請求項3に記載の内視鏡システム。

[請求項5] 前記光量分布変更デバイスは、多数のミラー素子を有するミラーデバイスであり、

個々のミラー素子は、入射した照明光を前記ライトガイドに導く第1状態と、入射した照明光を前記ライトガイドから逸らす第2状態との少なくとも二つの状態の間で切り替え可能であり、

前記照明光供給装置は、第1の照明光選択エリアに位置するミラー素子である第1のミラー素子群の状態と、第2の照明光選択エリアに位置するミラー素子である第2のミラー素子群の状態とをそれぞれ制御するミラーデバイス制御回路を有する、請求項2に記載の内視鏡システム。

[請求項6] 前記光量分布変更デバイスは、照明光の光量配分を、前記第1のミラー素子群に含まれるミラー素子のうち、第1状態にあるミラー素子の割合と、前記第2のミラー素子群に含まれるミラー素子のうち、第1状態にあるミラー素子の割合とにより制御する、請求項5に記載の内視鏡システム。

[請求項7] 前記照明光供給装置は、前記撮像ユニットが取得した画像に基づいて、配光分布修正情報を導出する配光分布修正情報導出回路を有して

おり、前記配光分布修正情報導出回路は、画像の輝度分布に基づいて、前記光量分布変更デバイスの制御情報を導出する、請求項 2 に記載の内視鏡システム。

[請求項 8] 前記配光分布修正情報導出回路は、画像を、第 1 の照明光が支配的な第 1 の照明領域と、第 2 の照明光が支配的な第 2 の照明領域とに分割し、第 1 の照明領域と第 2 の照明領域との輝度値の関係に基づいて、前記光量分布変更デバイスの制御情報を導出する、請求項 7 に記載の内視鏡システム。

[請求項 9] 前記配光分布修正情報導出回路は、画像を、第 1 の照明光が支配的な第 1 の照明領域と、第 2 の照明光が支配的な第 2 の照明領域と、第 1 の照明光と第 2 の照明光が双方同程度である共通照明領域とに分割し、第 1 の照明領域と第 2 の照明領域と共通照明領域との輝度値の関係に基づいて前記光量分布変更デバイスの制御情報を導出する、請求項 7 に記載の内視鏡システム。

[請求項 10] 前記配光分布修正情報導出回路は、共通照明領域に存在する観察対象物の凸部または凹部に現れる影の輝度値に基づいて、前記光量分布変更デバイスの制御情報を導出する、請求項 9 に記載の内視鏡システム。

[請求項 11] 前記スコープは、前記ライトガイドの入射端における第 1 の光ファイバ群の入射端と第 2 の光ファイバ群の入射端との分布情報である光ファイバ群入射端射出端分布情報、および／または、デジタルミラーデバイスのミラー素子と前記ライトガイドの射出端との配置関係の情報であるデジタルミラーデバイス制御情報を記憶したメモリを有しており、これらの情報は、前記照明光供給装置を含む本体に前記スコープが接続されたときに前記照明光供給装置に伝送される、請求項 2 に記載の内視鏡システム。

[請求項 12] 前記照明光供給装置は、前記光量分布変更デバイスを制御する光量分布変更デバイス制御回路と、前記撮像ユニットが取得した画像に基

づいて、配光分布修正情報を導出する配光分布修正情報導出回路を有しており、

前記配光分布修正情報導出回路は、画像上の輝度値が所定の閾値を超えた領域を補正対象領域として抽出し、

前記光量分布変更デバイス制御回路は、補正対象領域に照射される照明光の光量を変更するように、前記光量分布変更デバイスを制御する、請求項 1 または 2 に記載の内視鏡システム。

[請求項13] 前記配光分布修正情報導出回路は、前記光量分布変更デバイスの状態が異なる少なくとも二つの画像である第 1 の画像と第 2 の画像を比較し、輝度分布が異なる領域を輝度分布変化領域として抽出し、第 1 の画像の撮像時の前記光量分布変更デバイスの状態を第 1 画像状態、第 2 の画像の撮像時の前記光量分布変更デバイスの状態を第 2 画像状態としたときに、第 1 画像状態と第 2 画像状態との差分と輝度分布変化領域とを対応付けて、補正対象領域を補正するために必要な前記光量分布変更デバイスの状態である配光分布補正情報を導出する、請求項 1 2 に記載の内視鏡システム。

[請求項14] 前記光量分布変更デバイスは、ミラーデバイスであり、
前記ミラーデバイスは、多数のミラー素子を有しており、
個々のミラー素子は、入射した照明光を前記ライトガイドに導く第 1 状態と、入射した照明光をライトガイド入射端以外の所定の方向に導く第 2 状態との少なくとも二つの状態の間で切り替え可能であり、
前記配光分布修正情報導出回路は、状態が切り替えられるべきミラー素子の配置情報である配光分布修正情報を導出する、請求項 1 3 に記載の内視鏡システム。

[請求項15] 前記配光分布修正情報導出回路は、画像上の輝度値が所定の閾値を超えた領域について、閾値を超えた度合いに基づいて、配光分布修正情報の、その領域にあるミラー素子の第 1 状態と第 2 状態の比率を調整する、請求項 1 4 に記載の内視鏡システム。

[請求項16] 前記配光分布修正情報導出回路は、機械学習アルゴリズムを有しており、輝度分布変化領域と、第1画像状態と第2画像状態との対応付けプロセスを、前記機械学習アルゴリズムを経由して行い、配光分布補正情報を導出する請求項13または14に記載の内視鏡システム。

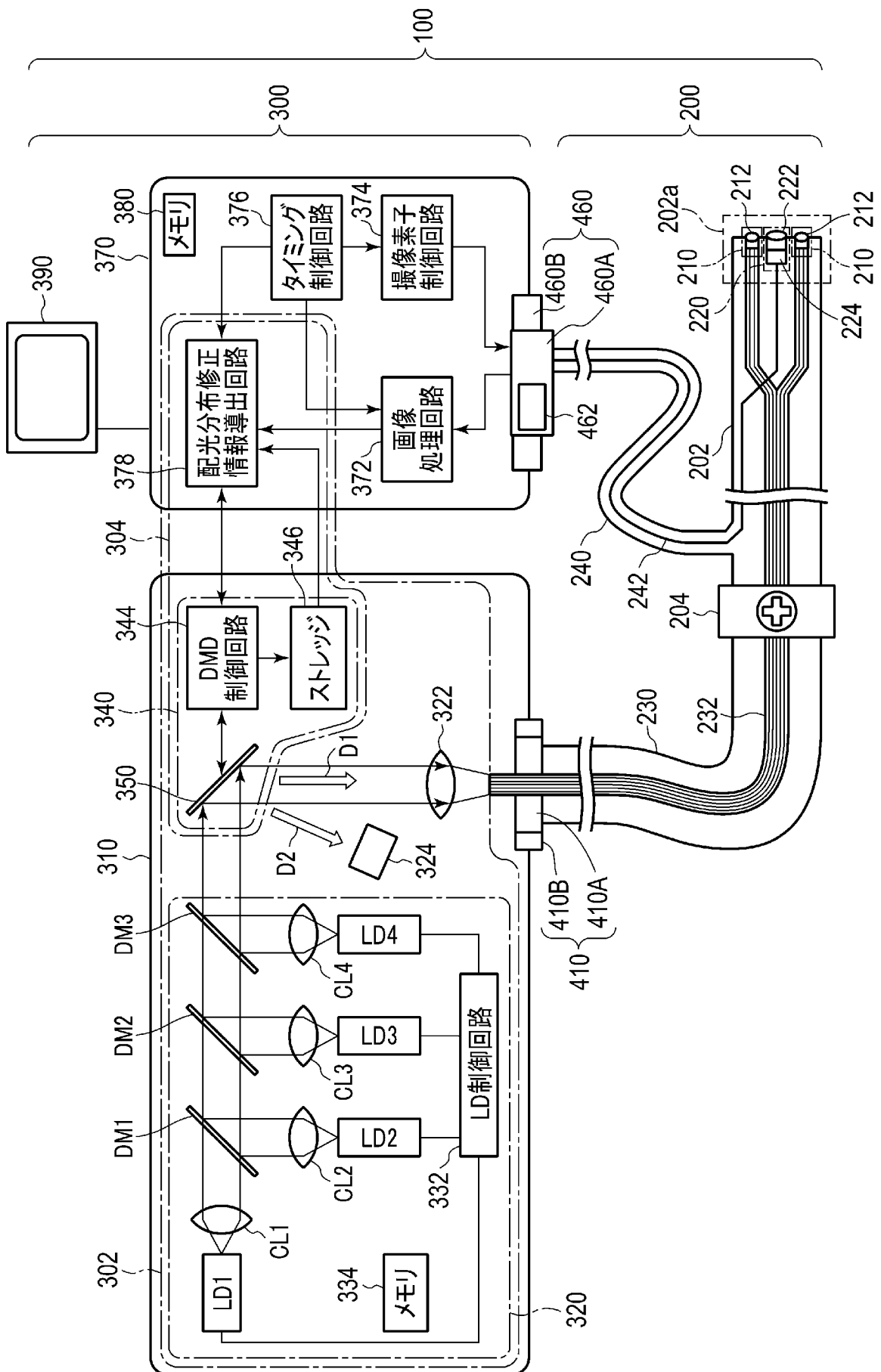
[請求項17] 前記スコープは、前記ライトガイドの入射端における、第1の光ファイバ群の入射端と第2の光ファイバ群の入射端との分布情報である光ファイバ群入射端射出端分布情報、および／または、デジタルミラーデバイス（DMD）のミラー素子と前記ライトガイドの射出端との配置関係の情報であるDMD制御情報を記憶したメモリを有しており、この情報は、前記照明光供給装置を含む本体に前記スコープが接続されたときに前記照明光供給装置に伝送される、請求項12に記載の内視鏡システム。

[請求項18] 前記光量分布変更デバイスは液晶デバイスであり、
前記液晶デバイスは多数のセルを有しており、
個々のセルは、入射した照明光を透過または反射して前記ライトガイドに導く第1状態と、入射した照明光を透過または反射せず吸収する第2状態との少なくとも二つの状態の間で切り替え可能であり、
前記照明光供給装置は、前記撮像ユニットが取得した画像に基づいて、配光分布修正情報を導出する配光分布修正情報導出回路を有しており、前記配光分布修正情報導出回路は、状態が切り替えられるべきセルの配置情報である配光分布修正情報を導出する、請求項1に記載の内視鏡システム。

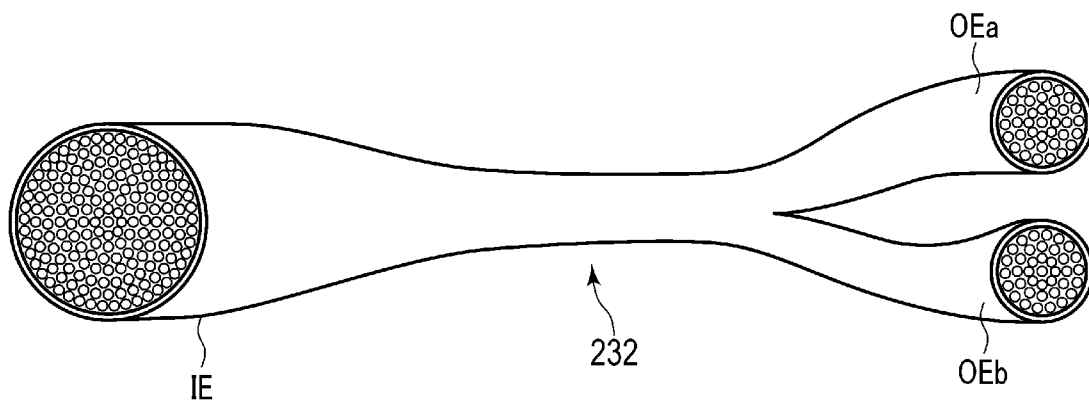
[請求項19] 内視鏡システムが有するスコープに搭載されたライトガイドに照明光を供給する光源ユニットと、前記光源ユニットから射出される照明光の光路上に配置された光量分布変更デバイスとを備えており、
前記光量分布変更デバイスは、前記スコープに設けられた照明光射出ユニットから射出される照明光の光量分布が所望の光量分布となるように、照明光が照射される照明光照射エリア内の照明光の光量分布

を変更して前記ライトガイドに伝送する、照明光供給装置。

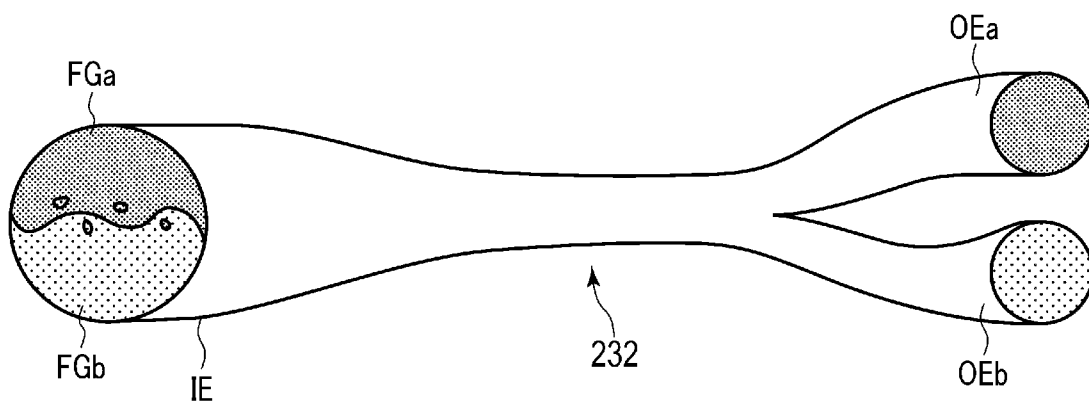
[図1]



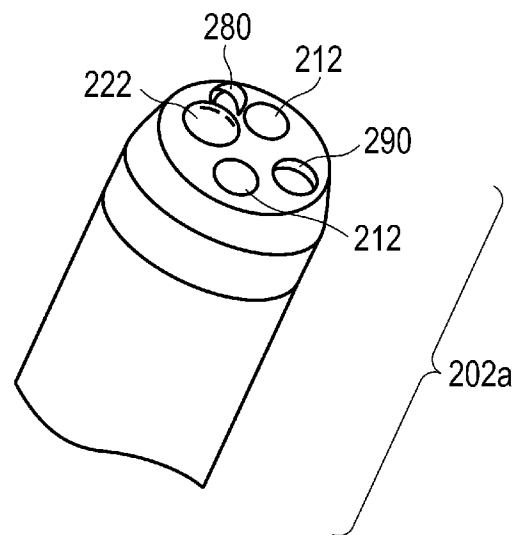
[図2]



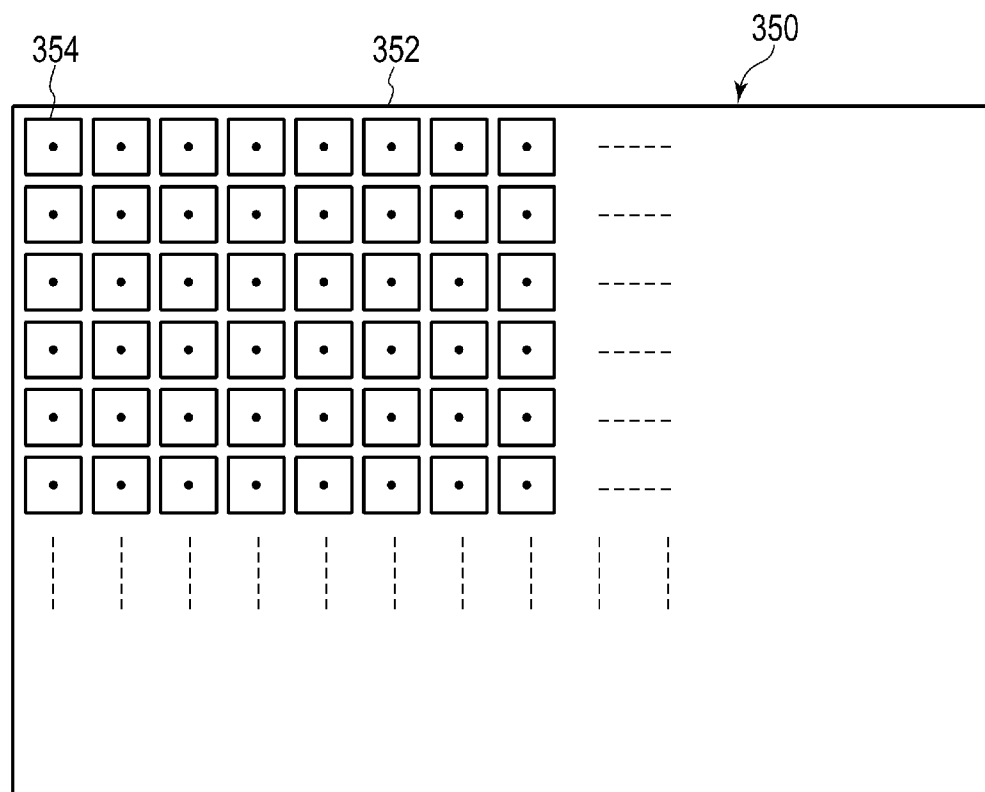
[図3]



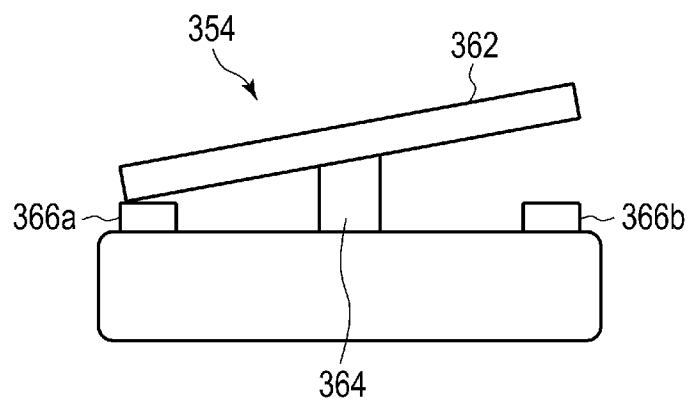
[図4]



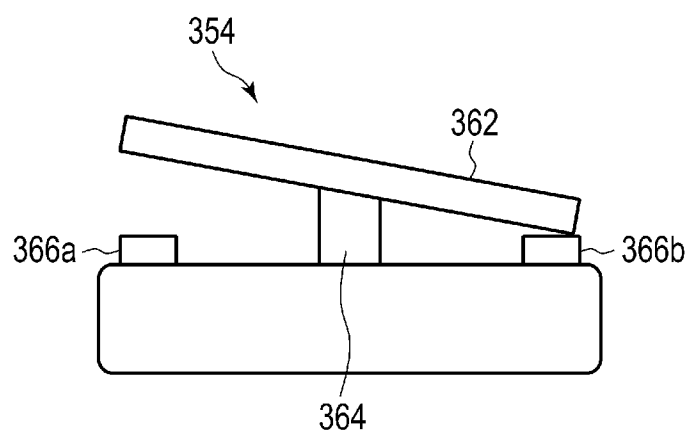
[図5]



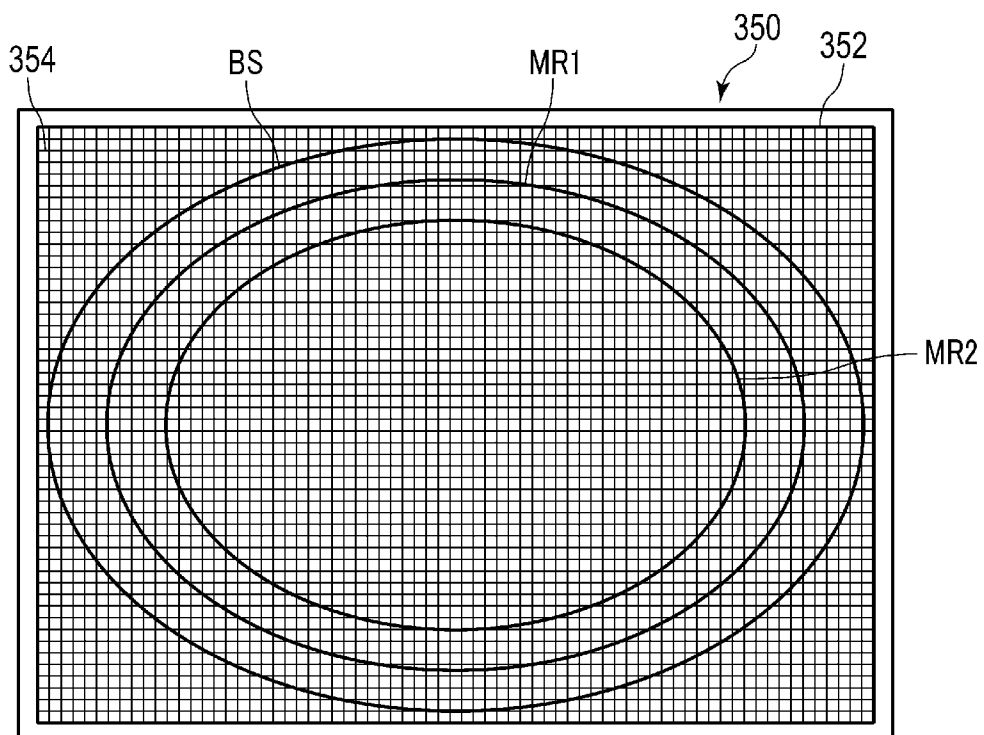
[図6A]



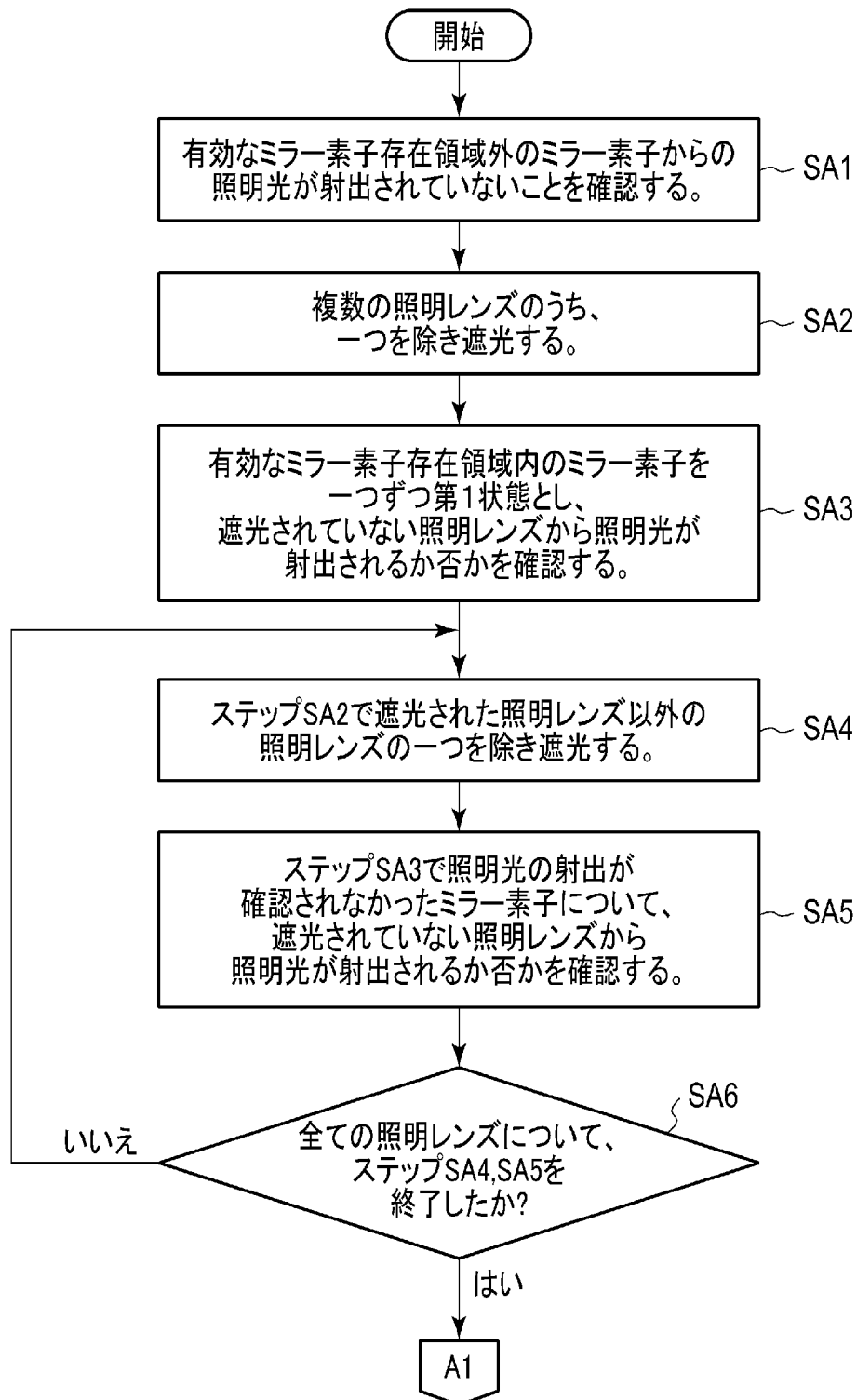
[図6B]



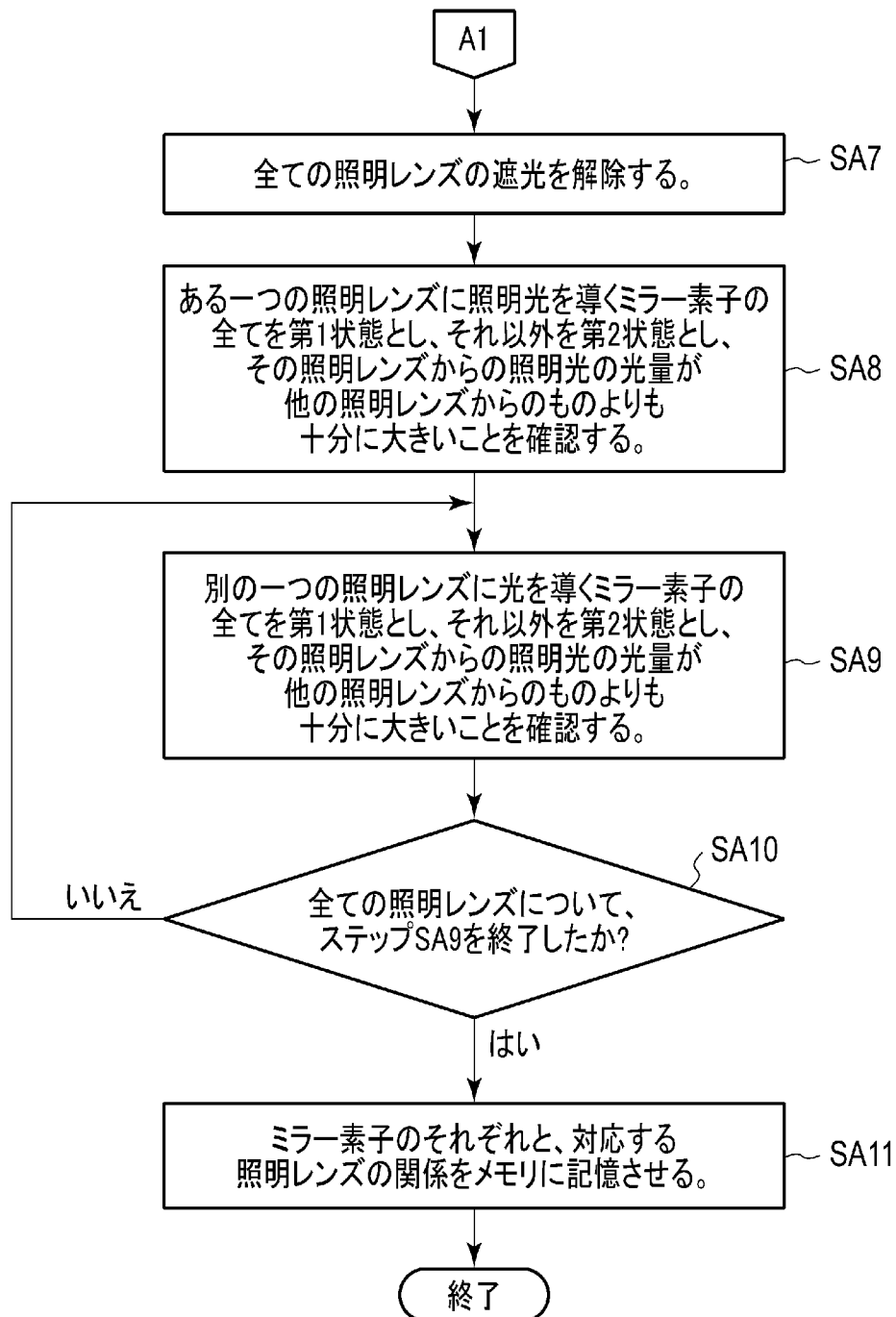
[図7]



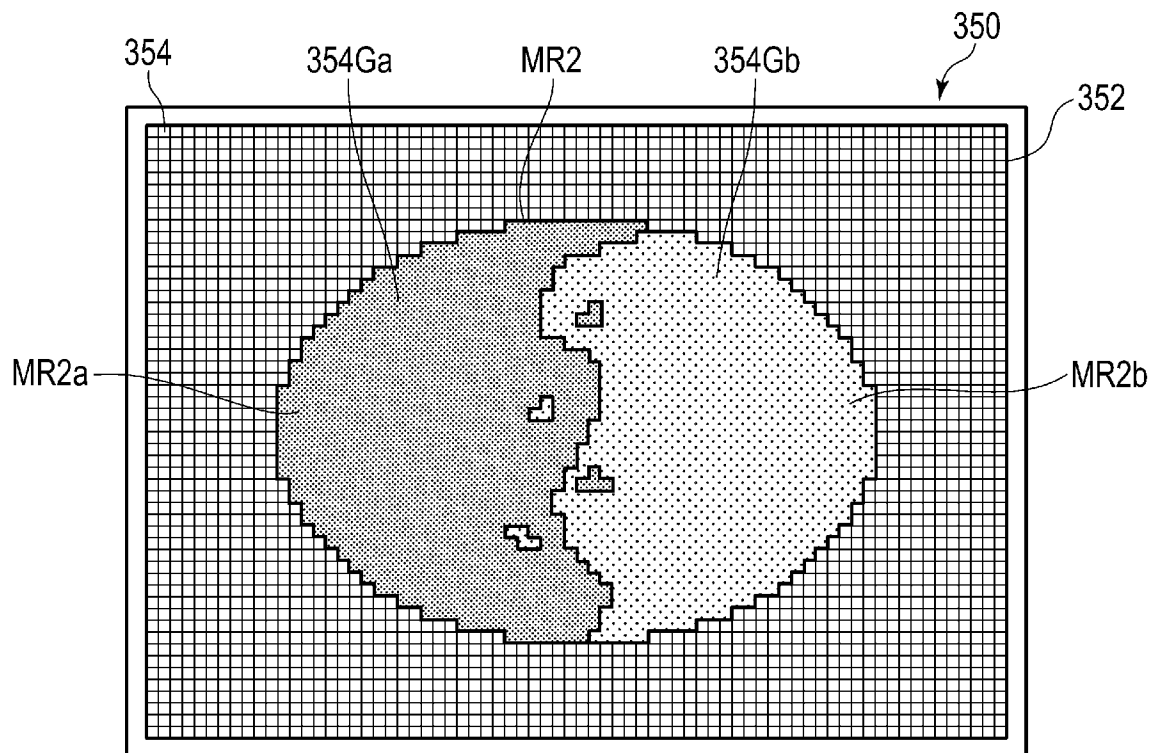
[図8A]



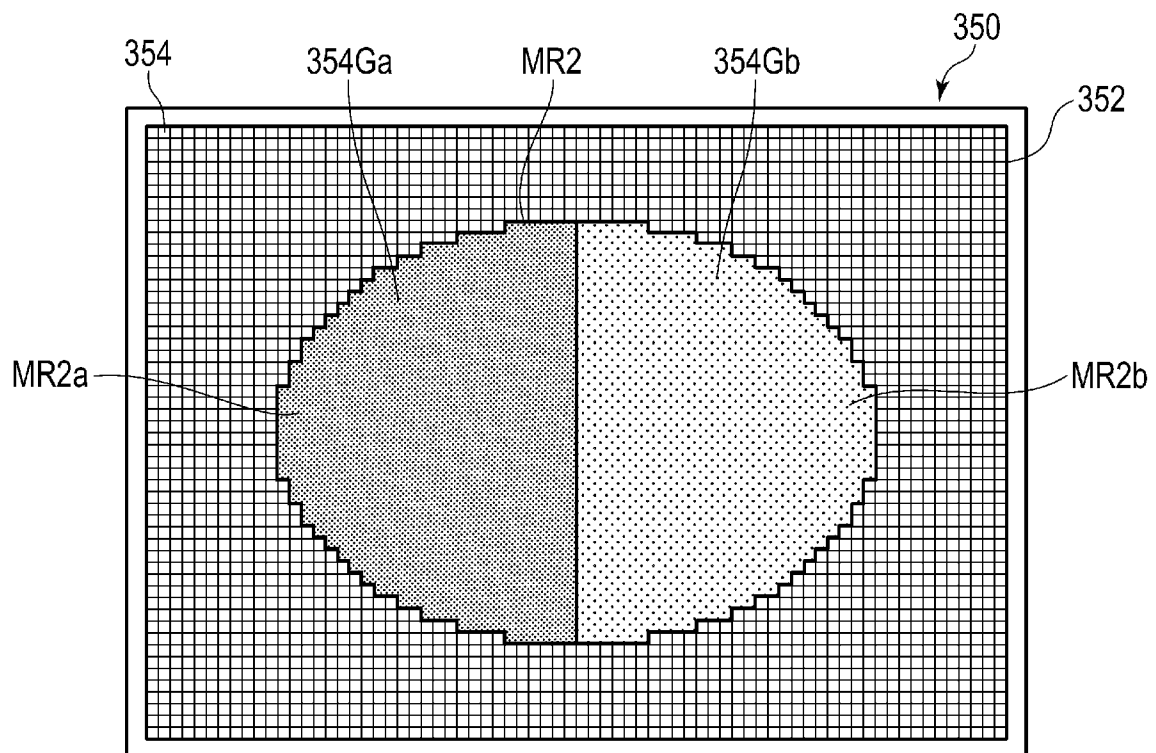
[図8B]



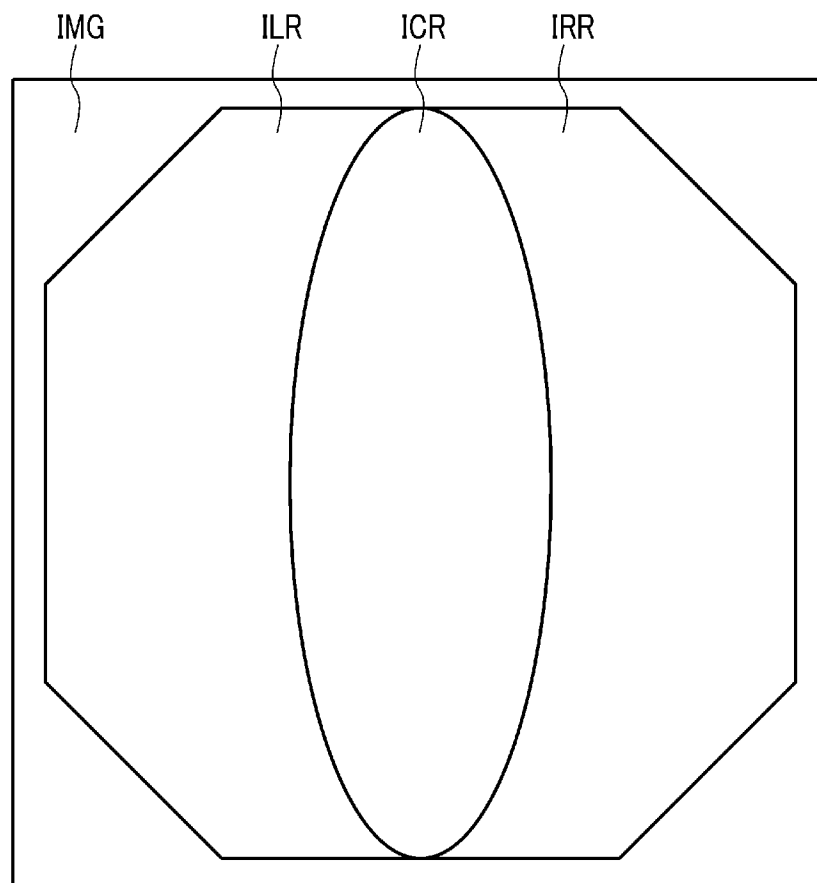
[図9]



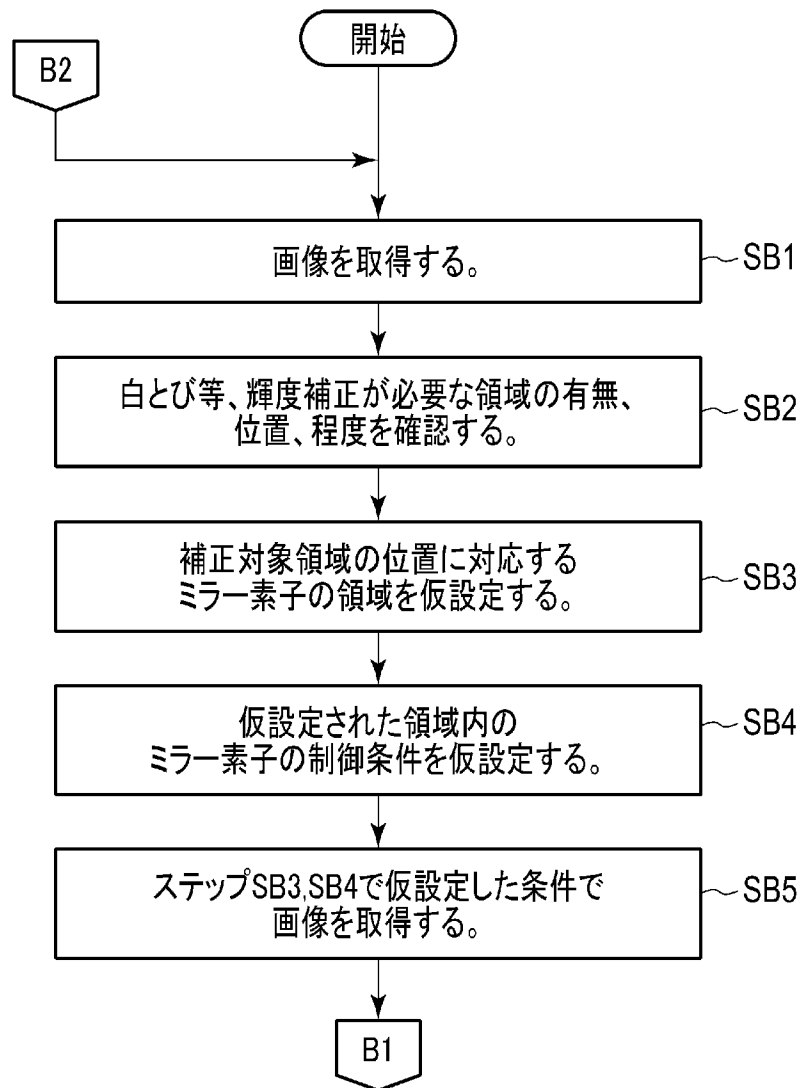
[図9A]



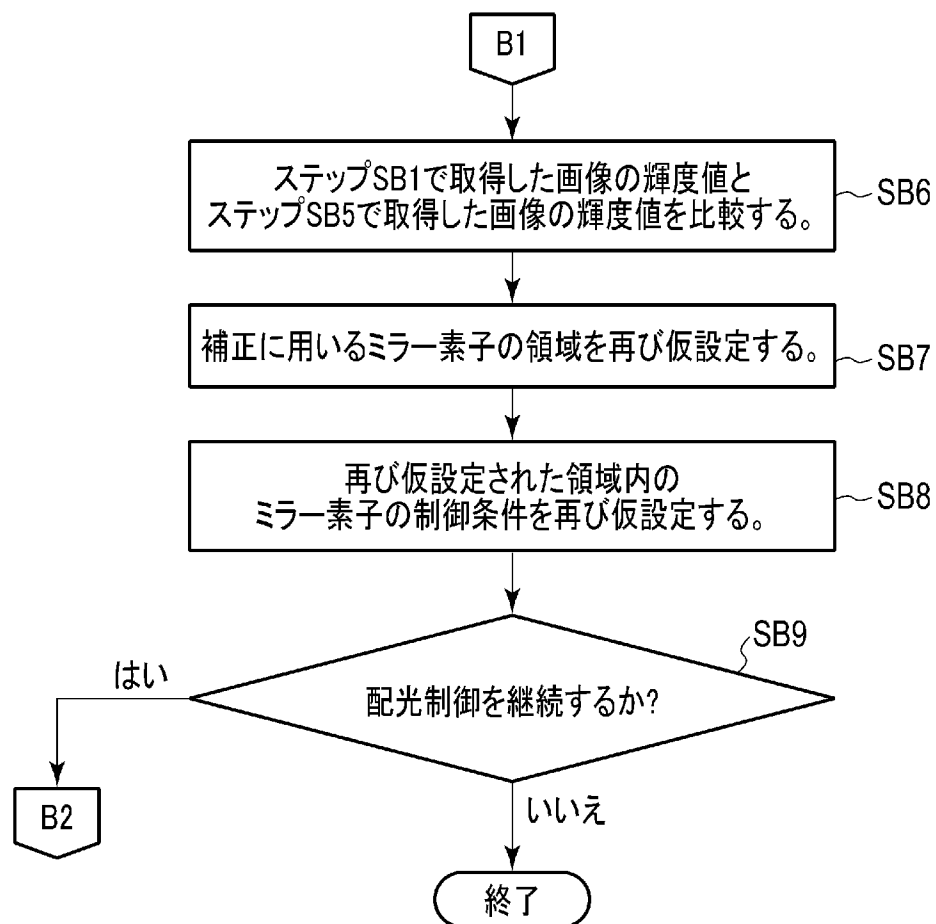
[図10]



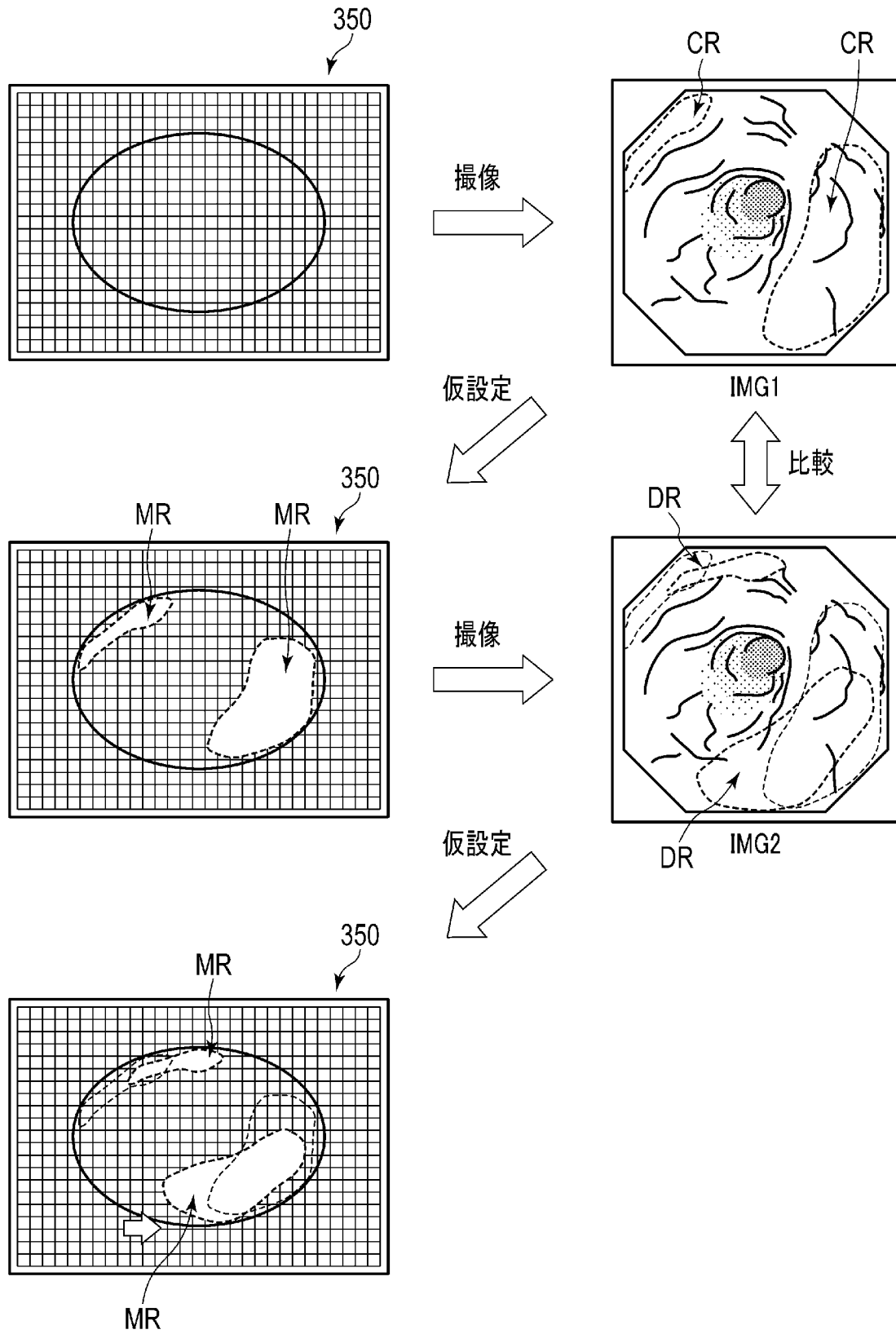
[図11A]



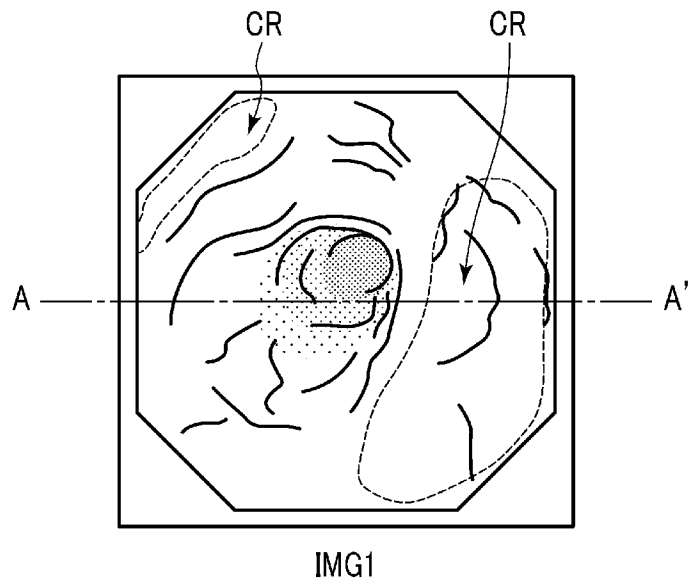
[図11B]



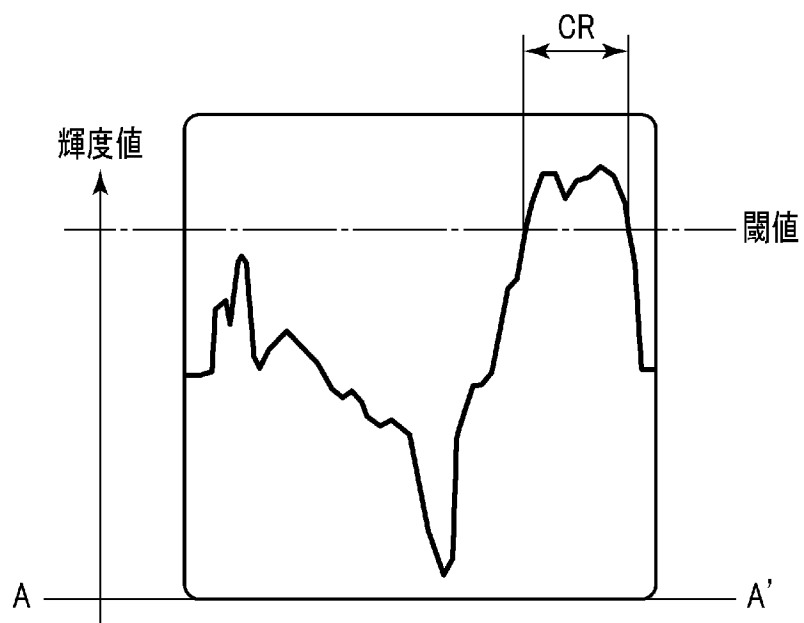
[図12]



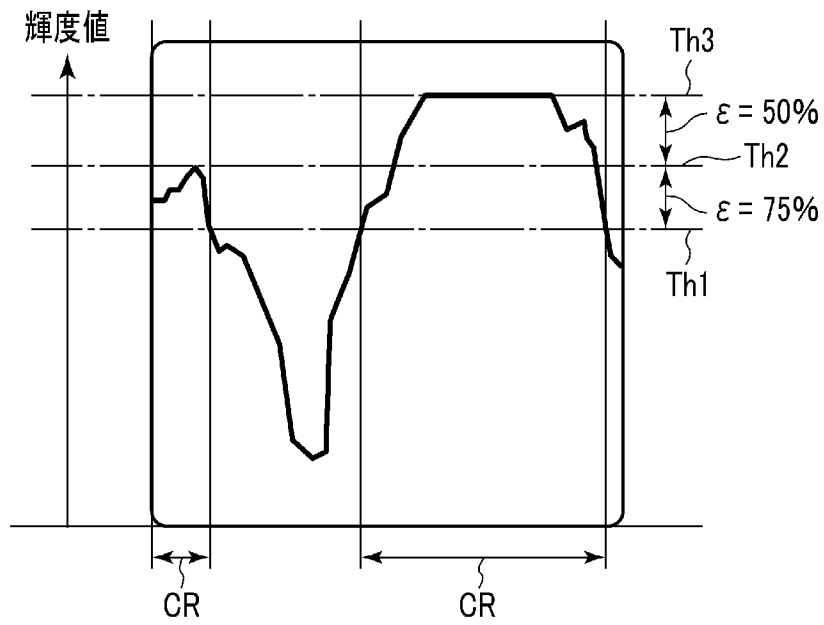
[図13A]



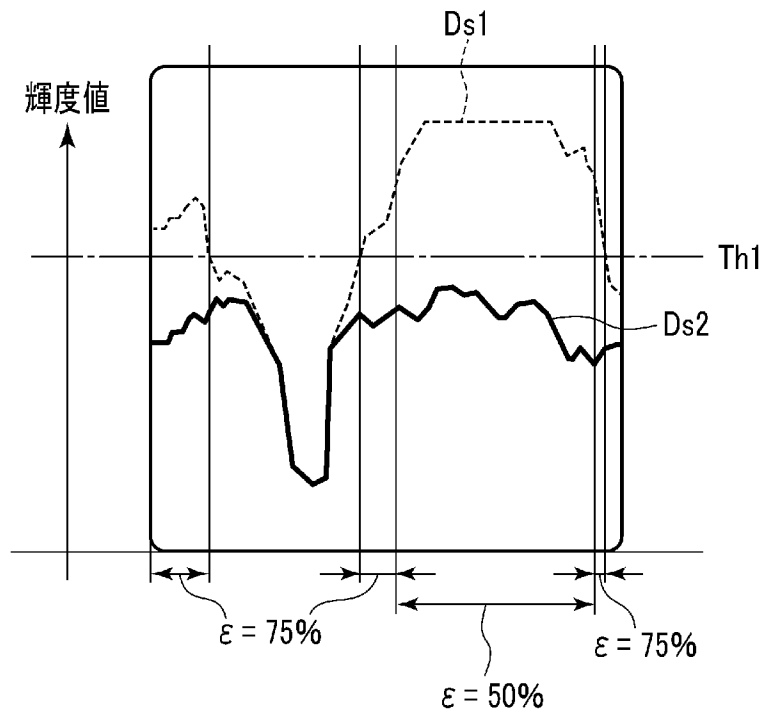
[図13B]



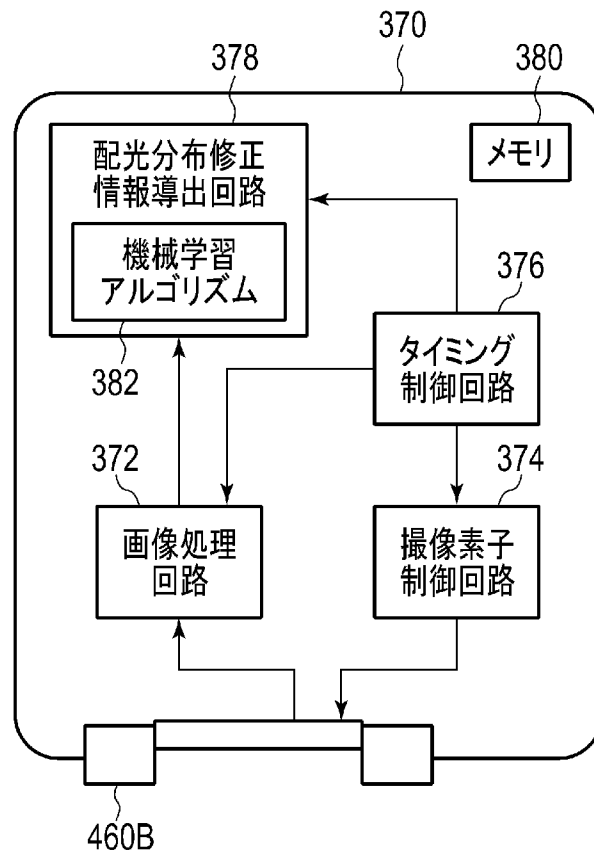
[図14A]



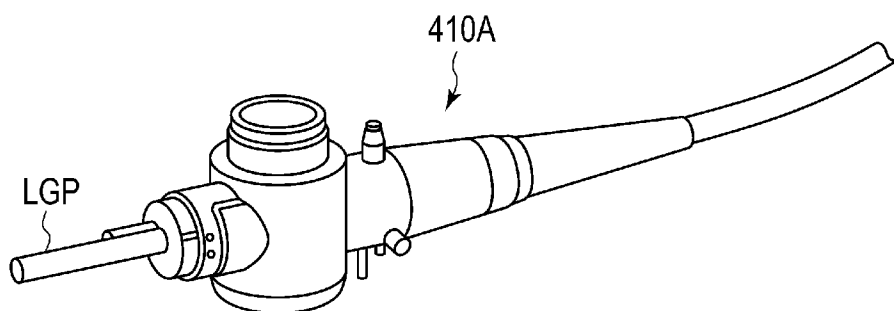
[図14B]



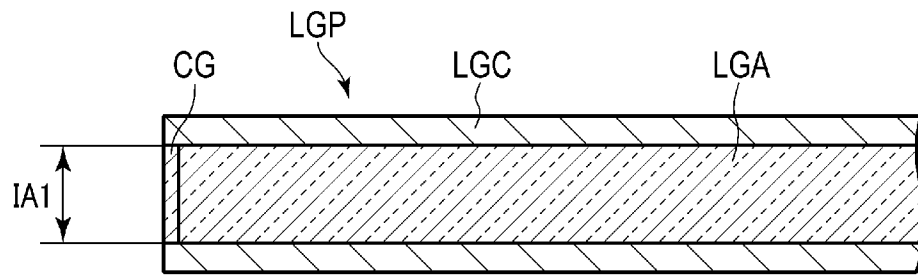
[図15]



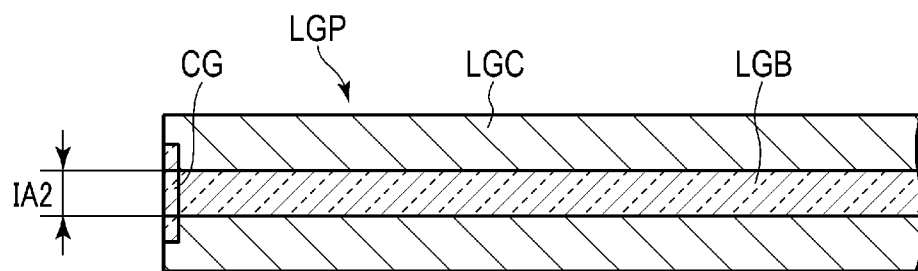
[図16A]



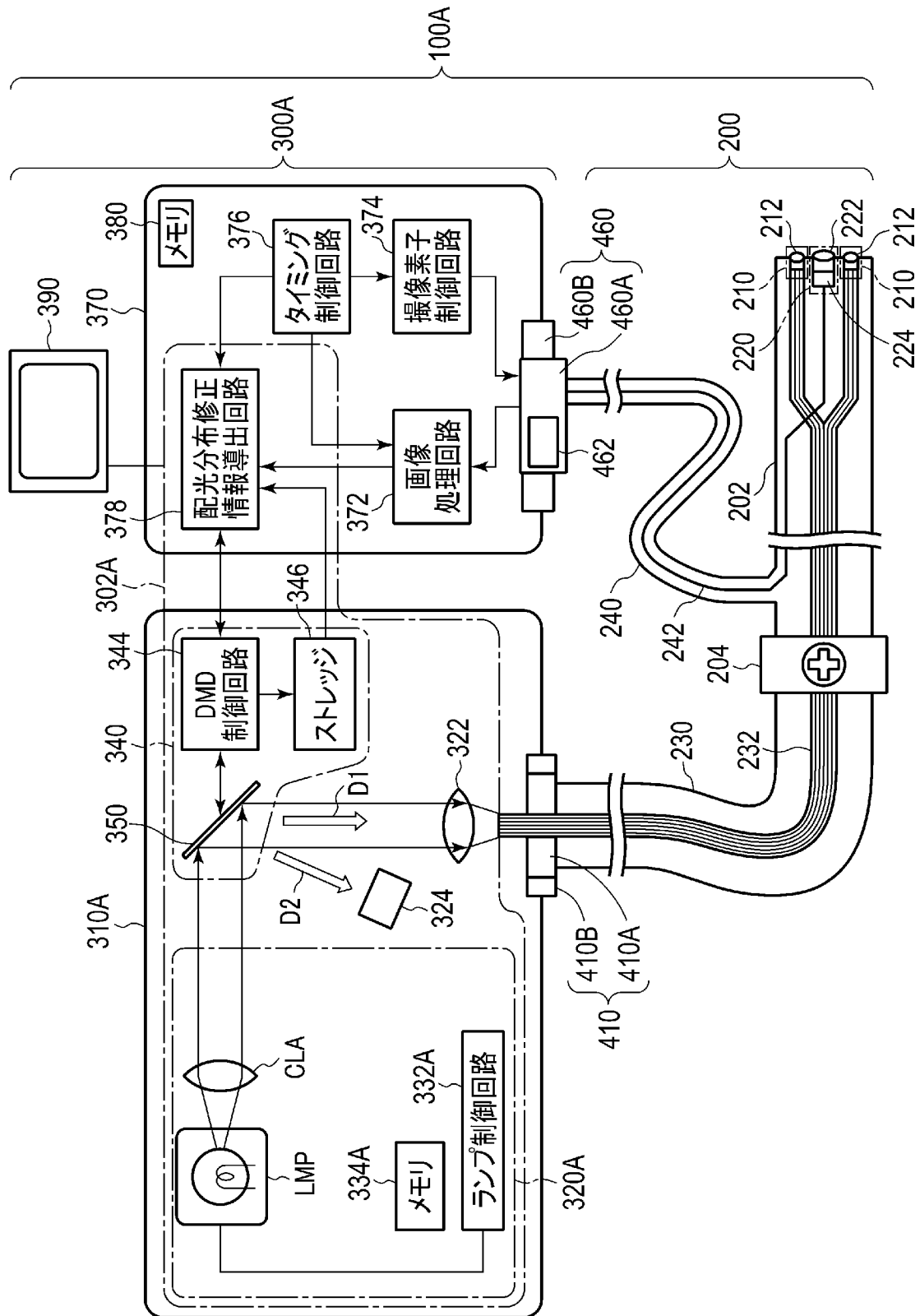
[図16B]



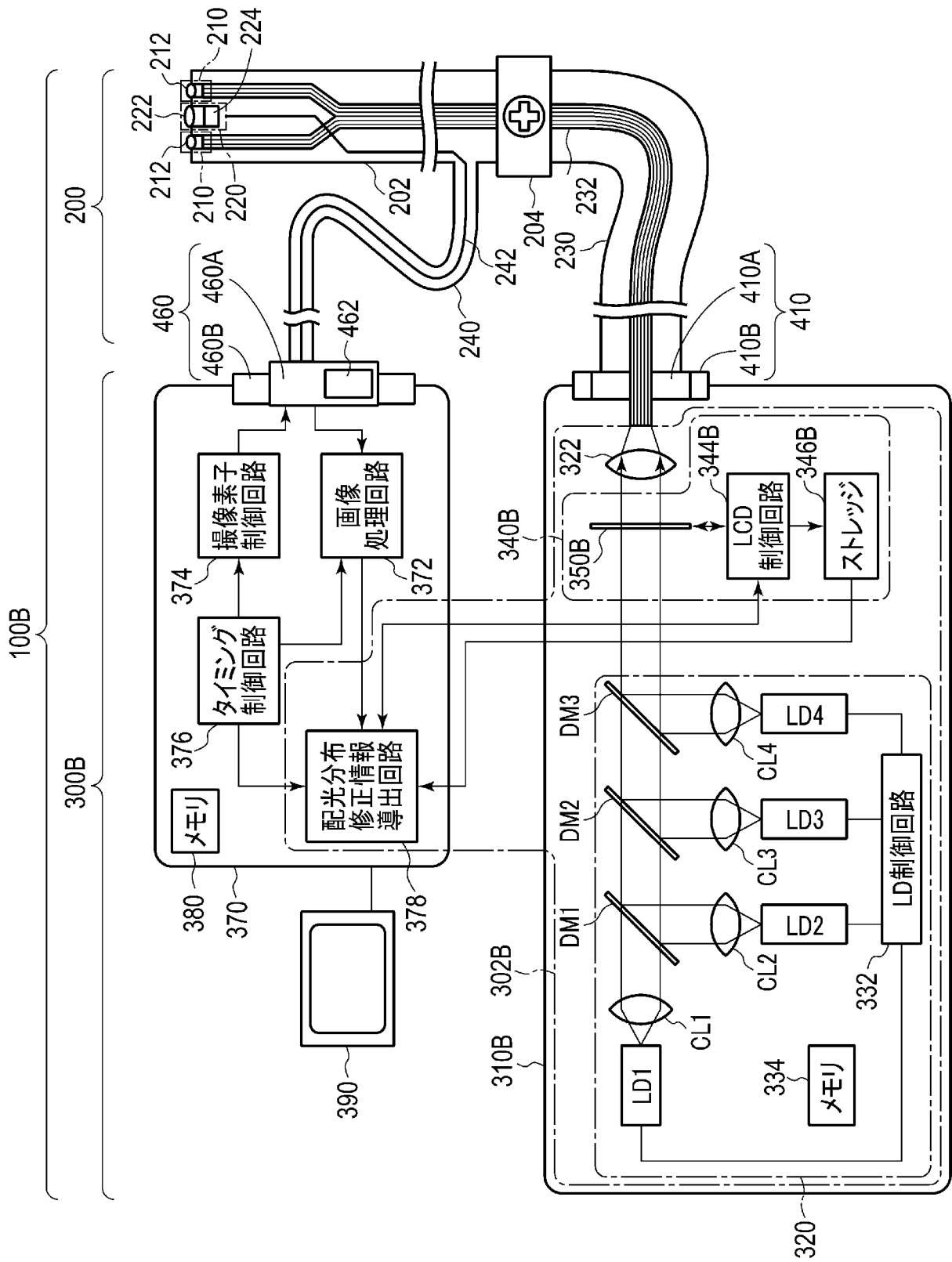
[図16C]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/022706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/07(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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2009-273687 A (Hoya Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0016] to [0061]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1, 19 2-7, 12, 18 8-10, 13-17
Y	JP 7-275192 A (Toshiba Corp.), 24 October 1995 (24.10.1995), paragraphs [0040] to [0096]; fig. 1 to 10 (Family: none)	2-7, 12, 18
Y	JP 2011-224044 A (Fujifilm Corp.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraphs [0010] to [0040], [0056] to [0069]; fig. 1 to 5, 13 to 17 (Family: none)	3, 4

☒ 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
04 September 2017 (04.09.17)

Date of mailing of the international search report
19 September 2017 (19.09.17)

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/JP2017/022706

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-235686 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), paragraphs [0010] to [0074]; fig. 1 to 8, 16 & US 6464633 B1 column 45, line 35 to column 54, line 59; fig. 7 to 75 & EP 1079255 A2	5, 6
A	JP 2005-275206 A (Olympus Corp.), 06 October 2005 (06.10.2005), entire text; all drawings & US 2005/0211872 A1 whole documents & EP 1580586 A1	1-19
A	JP 2002-119468 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 23 April 2002 (23.04.2002), entire text; all drawings & US 2002/0156349 A1 whole documents	1-19
A	JP 2012-95909 A (Hoya Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2013-88492 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 13 May 2013 (13.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2013-83855 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 09 May 2013 (09.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 11-305142 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 05 November 1999 (05.11.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 4-70710 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 March 1992 (05.03.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2-152103 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 12 June 1990 (12.06.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/022706

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 61-177419 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 09 August 1986 (09.08.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 61-177421 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 09 August 1986 (09.08.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 61-37226 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 February 1986 (22.02.1986), entire text; all drawings & US 5016975 A whole documents	1-19
A	WO 2013/002050 A1 (Daiken Iki Co., Ltd.), 03 January 2013 (03.01.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	WO 2016/189629 A1 (Olympus Corp.), 01 December 2016 (01.12.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	WO 2016/079789 A1 (Olympus Corp.), 26 May 2016 (26.05.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	WO 2015/151956 A1 (Olympus Corp.), 08 October 2015 (08.10.2015), entire text; all drawings & US 2016/0374545 A1 whole documents	1-19
E,A	JP 2017-113221 A (Hoya Corp.), 29 June 2017 (29.06.2017), entire text; all drawings (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B1/07 (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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2009-273687 A（H O Y A株式会社）2009. 11. 26, 段落[0016]-[0061], 第 1-7 図（ファミリーなし）	1, 19 2-7, 12, 18 8-10, 13-17
Y	JP 7-275192 A（株式会社東芝）1995. 10. 24, 段落[0040]-[0096], 第 1-10 図（ファミリーなし）	2-7, 12, 18
Y	JP 2011-224044 A（富士フイルム株式会社）2011. 11. 10, 段落[0010]-[0040], [0056]-[0069], 第 1-5, 13-17 図	3, 4

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

04. 09. 2017

国際調査報告の発送日

19. 09. 2017

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）

安田 明央

2 Q

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
	(ファミリーなし)	
Y	JP 2001-235686 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.08.31, 段落[0010]-[0074], 第1-8, 16 図 & US 6464633 B1, column45 line35 - column54 line59 , Fig.67-75 & EP 1079255 A2	5, 6
A	JP 2005-275206 A (オリンパス株式会社) 2005.10.06, 全文, 全図 & US 2005/0211872 A1, whole documents & EP 1580586 A1	1-19
A	JP 2002-119468 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002.04.23, 全文, 全図 & US 2002/0156349 A1, whole documents	1-19
A	JP 2012-95909 A (HOYA株式会社) 2012.05.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2013-88492 A (日本電信電話株式会社) 2013.05.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2013-83855 A (日本電信電話株式会社) 2013.05.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 11-305142 A (旭光学工業株式会社) 1999.11.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 4-70710 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.03.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2-152103 A (富士写真光機株式会社) 1990.06.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 61-177419 A (オリンパス光学工業株式会社) 1986.08.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 61-177421 A (オリンパス光学工業株式会社) 1986.08.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 61-37226 A (オリンパス光学工業株式会社) 1986.02.22, 全文, 全図 & US 5016975 A, whole documents	1-19

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	WO 2013/002050 A1 (大研医器株式会社) 2013. 01. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	WO 2016/189629 A1 (オリンパス株式会社) 2016. 12. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	WO 2016/079789 A1 (オリンパス株式会社) 2016. 05. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	WO 2015/151956 A1 (オリンパス株式会社) 2015. 10. 08, 全文, 全図 & US 2016/0374545 A1, whole documents	1-19
E, A	JP 2017-113221 A (HOYA株式会社) 2017. 06. 29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19