

(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 2018/235223 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 1/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/023015

(22) 国際出願日: 2017年6月22日(22.06.2017)

(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: 浅岡 延好 (ASAOKA, Nobuyoshi); 〒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

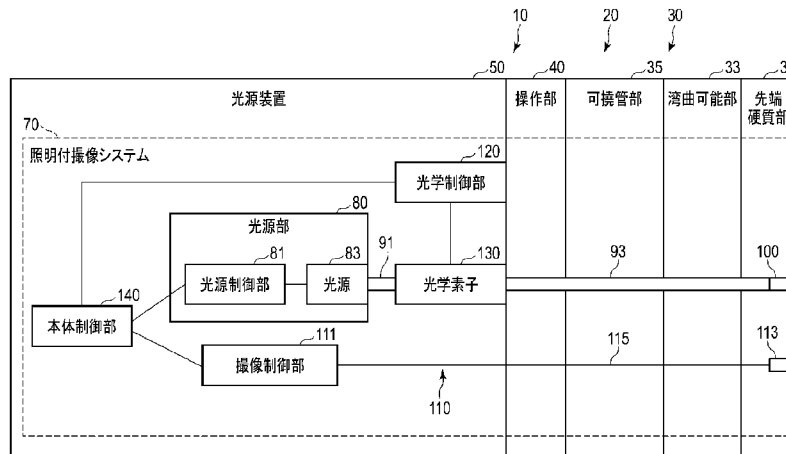
号 セレスティン芝三井ビルディング 11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: ILLUMINATED IMAGING SYSTEM, ENDOSCOPE, AND ENDOSCOPE SYSTEM

(54) 発明の名称: 照明付き撮像システム、内視鏡及び内視鏡システム



- 31 Tip rigid portion
- 33 Bendable portion
- 35 Flexible tube portion
- 40 Manipulable portion
- 50 Light source device
- 70 Illuminated imaging system
- 80 Light source unit
- 81 Light source control unit
- 83 Light source
- 111 Imaging control unit
- 120 Optical control unit
- 130 Optical element
- 140 Main body control unit

(57) Abstract: This illuminated imaging system (30) includes: a light source unit (80) that emits primary light; an optical conversion member (100) that converts the primary light into illumination light to emit the same; and an imaging device (110) that captures an image of an object illuminated with the illumination light. The illuminated imaging system (30) includes at least one optical element (130) which is arranged on the travel path on which the primary light travels from the light source unit (80) to the optical conversion member (100), allows the primary light to pass therethrough, and has a refractive index for the primary light which can be varied by external effects; and an optical control unit (120) that controls the optical element (130) such that the index of refraction is kept constant or changed over time.

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：照明付き撮像システム（30）は、1次光を出射する光源部（80）と、1次光を照明光に変換して出射する光変換部材（100）と、照明光を照明された対象物の画像を撮像する撮像装置（110）とを有する。照明付き撮像システム（30）は、光源部（80）から光変換部材（100）に進行する1次光の進行経路上に配置され、1次光が透過し、1次光に対して外的作用によって変化可能な屈折率を有する1以上の光学素子（130）と、時間の経過とともに、屈折率が一定に保たれるように、または屈折率が変化するように、光学素子（130）を制御する光学制御部（120）とを有する。

明 細 書

発明の名称：照明付き撮像システム、内視鏡及び内視鏡システム 技術分野

[0001] 本発明は、照明付き撮像システム、内視鏡及び内視鏡システムに関する。

背景技術

[0002] 例えば、日本国特開 2 0 1 0 - 1 7 2 6 5 1 号公報に開示される内視鏡システムは、内視鏡の挿入部と、挿入部に配置され、レーザ光を導光する光ファイバとを有する。内視鏡システムは、光ファイバの先端及び挿入部の先端に配置され、レーザ光を照明光に変換して照明光を挿入部の先端の外部に出射する蛍光体と、挿入部の先端側にて光ファイバを振動する加振装置とを有する。この内視鏡システムでは、加振装置による光ファイバの振動によってスペックルノイズが低減された照明光が出射され、良好な観察画像を取得できる。

発明の概要

[0003] 日本国特開 2 0 1 0 - 1 7 2 6 5 1 号公報に開示される内視鏡システムでは、加振装置の振動によって、静粛性が保たれない。所望する静粛性を確保するためには、振動を抑制する必要があるが、スペックルノイズが低減されなくなり、照明光の強度は均一とならなくなる。このように、静粛性を保ちつつ、スペックルノイズが低減されて強度が均一な照明光を得ることは困難である。

[0004] 本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものであり、静粛性を保ちつつ、スペックルノイズが低減されて強度が均一な照明光を得ることができる照明付き撮像システム、内視鏡及び内視鏡システムを提供することを目的とする。

[0005] 前記目的を達成するために、本発明の一態様の照明付き撮像システムは、1 次光を出射する 1 以上の光源部と、前記 1 次光を照射され、前記 1 次光を照明光に変換して出射する光変換部材と、前記照明光を照明された対象物の

画像を撮像する撮像装置と、前記光源部から前記光変換部材に進行する前記 1 次光の進行経路上に配置され、前記 1 次光が透過し、前記 1 次光に対して外的作用によって変化可能な屈折率を有する 1 以上の光学素子と、時間の経過とともに、前記屈折率が一定に保たれるように、または前記屈折率が変わるように、前記光学素子を制御する 1 以上の光学制御部と、を具備する。

[0006] 前記目的を達成するために、本発明の一態様の内視鏡は、挿入される挿入部と、前記挿入部の基端部に配置される操作部と、前記挿入部と前記操作部とに配置される上記に記載の照明付き撮像システムと、を具備する。

[0007] 前記目的を達成するために、本発明の一態様の内視鏡システムは、上記に記載の内視鏡と、前記内視鏡に接続される光源装置と、を具備し、前記照明付き撮像システムは、前記内視鏡から前記光源装置に延設される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に関する照明付き撮像システムを有する内視鏡システムの概略図である。

[図2]図 2 は、図 1 に示す内視鏡システムにおける照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図3A]図 3 A は、光学素子及び光学制御部の概略図である。

[図3B]図 3 B は、図 3 A に示す矢印 3 A からみた光学素子の電極の正面図である。

[図3C]図 3 C は、孔を有する電極の正面図である。

[図4]図 4 は、波長毎の露光期間と電圧の変化との関係を示す図である。

[図5]図 5 は、最も長い波長を有する赤色の 1 次光の位相差が最大となるような電圧を印加した際における波長毎の位相差の関係を示す図である。

[図6]図 6 は、2 つの光学素子が直列に配置された状態の、内視鏡システムにおける照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図7A]図 7 A は、第 2 の実施形態に関する照明付き撮像システムを有する内視鏡を具備する内視鏡システムの概略図である。

[図7B]図 7 B は、図 7 A に示す内視鏡における照明付き撮像システムの構成

を模式的に示す図である。

[図8]図8は、内視鏡システムにおける、第3の実施形態に関する照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図9A]図9Aは、第4の実施形態を示し、波長毎の露光期間と電圧の変化との関係の一例を示す図である。

[図9B]図9Bは、第4の実施形態を示し、波長毎の露光期間と電圧の変化との関係の一例を示す図である。

[図10]図10は、第5の実施形態に関する、光源部の駆動と屈折率との関係を示す図である。

[図11]図11は、内視鏡システムにおける、第6の実施形態に関する照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図12A]図12Aは、内視鏡システムにおける、第7の実施形態に関する照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図12B]図12Bは、光学素子及び光学制御部の概略図である。

[図13A]図13Aは、内視鏡システムにおける、第8の実施形態に関する照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図13B]図13Bは、光学素子それぞれに印加される電圧と波長毎の位相差との関係を示す図である。

[図14A]図14Aは、内視鏡システムにおける、第9の実施形態に関する照明付き撮像システムの構成を模式的に示す図である。

[図14B]図14Bは、光学素子それぞれに印加される電圧と波長毎の位相差との関係を示す図である。

実施形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の各実施形態について説明する。なお、一部の図面では図示の明瞭化のために部材の一部の図示を省略する。

[0010] [第1の実施形態]

以下に、本発明の第1の実施形態について説明する。

[0011] 図1に示すように、内視鏡システム10は、内視鏡20と、内視鏡20に

着脱自在に接続される光源装置 50 と、光源装置 50 に接続され、例えばモニタを有する表示装置 60 とを有する。

[0012] 内視鏡 20 は、例えば、管路部に挿入される挿入機器として機能する。内視鏡 20 は、直視型の内視鏡であってもよいし、側視型の内視鏡であってもよい。本実施形態の内視鏡 20 は、例えば医療用の内視鏡として説明するが、これに限定される必要はない。内視鏡 20 は、パイプ等の工業製品の管路部に挿入される工業用の内視鏡であってもよい。

[0013] 内視鏡 20 は小型な精密機器の一例として挙げているものであり、精密機器の一例は、内視鏡 20 の他に、例えば、顕微鏡などが挙げられる。

[0014] 内視鏡 20 は、例えば体腔に挿入される中空の細長い挿入部 30 と、挿入部 30 の基端部に連結され、内視鏡 20 を操作する操作部 40 とを有する。

[0015] 挿入部 30 は、挿入部 30 の先端部側から挿入部 30 の基端部側に向かって順に、先端硬質部 31 と、湾曲可能部 33 と、可撓管部 35 とを有する。先端硬質部 31 の基端部は湾曲可能部 33 の先端部に連結され、湾曲可能部 33 の基端部は可撓管部 35 の先端部に連結される。可撓管部 35 は、操作部 40 から延出される。

[0016] 操作部 40 は、湾曲可能部 33 を湾曲操作する湾曲操作部 41 と、送気と送水と吸引と撮影とのためのスイッチ部 43 と、操作部 40 の側面から延出されるユニバーサルコード 45 とを有する。ユニバーサルコード 45 のコネクタ 45a は、光源装置 50 に着脱可能となっている。

[0017] 図 2 に示すように、内視鏡システム 10 は、対象物に照明光 IL を照明し、対象物を撮像する照明付き撮像システム 70 を有する。この対象物とは、例えば体腔内における患部や病変部等である。撮像された対象物は、画像として表示装置 60 に表示される。照明付き撮像システム 70 は、内視鏡 20 と光源装置 50 とに渡って配置される。言い換えると、照明付き撮像システム 70 は、内視鏡 20 から光源装置 50 に延設される。

[0018] 照明付き撮像システム 70 は、1 次光を出射する光源部 80 と、光源部 80 から出射された 1 次光を導光する導光部材 91, 93 と、導光部材 93 の

出射端部に配置される光変換部材 100 とを有する。

[0019] 例えば、光源部 80 は、光源装置 50 に配置される。例えば、光源部 80 は、光源制御部 81 と、光源制御部 81 によって駆動を制御される光源 83 とを有する。光源 83 は例えば白色のレーザ光といった 1 次光を出射するレーザダイオードを有する。光源 83 は、LED またはランプなど様々な光源を利用できる。光源部 80 は、互いに異なる波長を有する複数の 1 次光を出射する。このため、光源部 80 は、例えば、RGB の回転式の図示しないカラーフィルタを有する。この場合、光源 83 は例えば白色の 1 次光を出射し、カラーフィルタを通過した 1 次光は赤色と青色と緑色との三原色の光となる。なおカラーフィルタが配置されず、光源 83 は、赤色と青色と緑色とのそれぞれの 1 次光を出射するレーザダイオードを有してもよい。各色の 1 次光は、光結合されて導光部材 91 に進行すればよい。

[0020] 導光部材 91 は光源装置 50 の内部に配置され、導光部材 93 はユニバーサルコード 45 と操作部 40 と挿入部 30 との内部に配置される。導光部材 93 の出射端部は、挿入部 30 の先端部の内部である先端硬質部 31 の内部に配置される。

[0021] 導光部材 91, 93 は、例えば、光ファイバを有する。光ファイバは、単線の光ファイバでもよいし、バンドルファイバでもよい。

[0022] 光変換部材 100 は、挿入部 30 の先端部の内部に配置される。光変換部材 100 は、導光部材 91, 93 によって導光され、導光部材 93 の出射端部から出射された 1 次光を照射される。光変換部材 100 は、1 次光の少なくとも一部を、1 次光の光学特性とは異なる光学特性を有する 2 次光である照明光 IL に変換し、照明光 IL を出射する。このような光変換部材 100 は、例えば、拡散部材を有する。

[0023] 拡散部材は、拡散部材を照射する 1 次光の少なくとも一部を、1 次光の波長を変えず、1 次光の波長と同一の波長を有し、1 次光の配光角度とは異なる配光角度を有する 2 次光に変換する。そして拡散部材は、2 次光を白色の照明光 IL として対象物に向けて出射する。

- [0024] ここでいう当該拡散は例えば屈折と回折と散乱等を含み、拡散された光の進行方向は拡散によって2以上に変化する。したがって、外部に出射される照明光11の照明範囲は、広がる。外部とは、前方であり、導光部材91, 93とは逆側を示し、図2において右側を示す。
- [0025] 例えば、拡散部材は、図示しない複数の拡散粒子と、拡散粒子を包含する図示しない包含部材とを有する。
- [0026] 拡散粒子は、包含部材の内部に分散され、包含部材によって封止される。拡散粒子は、例えば、金属または金属化合物によって形成される微粒子である。このような拡散粒子は、例えばアルミナ、酸化チタン、硫酸バリウム等である。拡散粒子の粒径は、例えば、数百nm~数十 μ mである。拡散粒子の屈折率は、包含部材の屈折率とは異なる。例えば、拡散粒子の屈折率は、包含部材の屈折率よりも高いことが好ましい。これにより、拡散粒子は、光の拡散性を向上可能となる。
- [0027] 包含部材は、1次光と2次光とが透過する部材によって形成される。このような包含部材は、例えば、透明なシリコン系の樹脂または透明なエポキシ系の樹脂である。包含部材は、1次光と2次光とに対して高い透過率を有する。包含部材は、包含している部材を封止する。包含部材は、アルミナである拡散粒子を封止するガラスでもよい。
- [0028] 本実施形態では、光変換部材は、1次光を所望の配光等を有する照明光11に変化できればよい。したがって拡散部材に限定されず、光変換部材100は、例えば、照明光11としての蛍光を出射する蛍光部材といった他の部材を有してもよい。
- [0029] 照明付き撮像システム70は、照明光11を照明された対象物の画像を撮像する撮像装置110を有する。画像は、静止画と動画との少なくとも一方を含めばよい。撮像装置110は、撮像制御部111と、画像を撮像するために露光し、この露光を撮像制御部111によって制御される撮像部113と、撮像制御部111と撮像部113とを互いに対して電氣的に接続する撮像ケーブル115とを有する。

- [0030] 撮像部 113 は、挿入部 30 の先端部の内部に配置される。撮像部 113 は、光変換部材 100 に隣り合う。撮像部 113 は、例えば、CCD または CMOS を有する。例えば、撮像部 113 は、赤色と緑色と青色とをこの順で受光する面順次方式を採用してもよい。
- [0031] 例えば、撮像制御部 111 は光源装置 50 に配置され、撮像ケーブル 115 の大部分は内視鏡 20 の内部に配置される。
- [0032] 撮像ケーブル 115 は、撮像部 113 によって撮像された画像を電気信号として撮像制御部 111 に伝送する。撮像制御部 111 は、撮像ケーブル 115 によって伝送された画像を処理する画像処理部として機能する。撮像制御部 111 によって処理された画像は、表示装置 60 によって表示される。
- [0033] 照明付き撮像システム 70 は、光学制御部 120 と、光学素子 130 とを有する。
- [0034] 光学素子 130 は、1 次光が透過可能な、透明な部材である。光学素子 130 は、1 次光に対する屈折率を有する。光学素子 130 は、光学素子 130 を透過する 1 次光に対して光学素子 130 の屈折率を所望に変化できればよい。この屈折率は、光学制御部 120 からの外的作用によって、変化可能にできればよく、所望に調整されればよい。外的作用とは、例えば、光学制御部 120 によって光学素子 130 に印加される電圧の変化でもよい。なお外的作用とは、これに限定される必要はなく、例えば、光学制御部 120 から印加される電気信号に応じて図示しないトランスデューサから発生する超音波の変化でもよい。トランスデューサは、光学素子 130 に備えられる。前記した電圧及び電気信号は、屈折率の調整のために光学制御部 120 によって制御されるものである。このように光学素子 130 は、光学制御部 120 から印加される電圧や超音波によって、屈折率を変化させる性能を有するものが適宜選択されるものとする。
- [0035] このような光学素子 130 の一例として、例えば、印加される電圧によって屈折率が変化する電気光学素子と、印加される超音波によって屈折率が変化する音響光学素子との少なくとも 1 つが挙げられる。電気光学素子は、例

例えば、 KDP （リン酸二水素カリウム）と、 KTN （タンタル酸ニオブ酸カリウム）と、 $LiTaO_3$ と、 $LiNbO_3$ と、 KD_2PO_4 と、 $Ba_2NaNb_5O_{15}$ と、 $Sr_{0.25}Ba_{0.75}Nb_2O_6$ と、 $BaTiO_3$ と、 $CuCl$ と、 $ZnTe$ と、液晶とのいずれかを有する。音響光学素子は、例えば、 $PbMoO_4$ 、 TeO_2 、 $Pb_5(GeO_4)(VO_4)_2$ 、 $\alpha-HgS$ 、 Ge 、 $NiNbO_3$ 、熔融石英、 Te ガラス、 As_2S_3 、 As_2Se_3 とのいずれかを有する。

[0036] 本実施形態では、光学素子130がリン酸二水素カリウムから構成される電気光学素子として説明する。

[0037] 光学素子130は、光源部80から導光部材91、93を経由して光変換部材100に進行する1次光の進行経路上に配置される。この進行経路上において、光学素子130は、例えば、光源装置50に配置される。光学素子130は、例えば操作部40といった手元側に配置されてもよい。詳細には、光学素子130は、挿入部30以外の部位に配置されることが好ましい。この理由の1つとして、例えば、光学素子130が挿入部30に配置されないことで、挿入部30を比較的容易に細くできることが挙げられる。

[0038] 図3Aに示すように、光学素子130は、1次光が光学素子130に入射するために配置される入射端部131と、光学素子130から1次光が出射されるために配置される出射端部133と、入射端部131と出射端部133とのそれぞれに配置され、光学制御部120から電圧を印加される電極135とを有する。

[0039] 光学素子130は、導光部材91、93の間に配置され、導光部材91、93に光学的に接続される。詳細には、光源部80と入射端部131との間には導光部材91が配置され、出射端部133と光変換部材100との間には導光部材93が配置される。導光部材91は、光源部80から出射された1次光を光源部80から入射端部131に導光する。導光部材93は、出射端部133から出射された1次光を出射端部133から光変換部材100に導光する。

[0040] 入射端部131及び電極135の面積は入射端部131に形成される1次

光のビームスポットの面積よりも大きく、ビームスポットは電極 135 に収まる。

[0041] 電極 135 は、1 次光の進行方向に対して略直交する平面に沿って配置される。1 次光の進行方向は、図 2 と図 3 A との左側から右側に向かう方向を示す。詳細には、電極 135 は、光源部 80 から出射された 1 次光の中心軸に対して略直交する平面に沿って配置される。電極 135 は、例えば、酸化インジウムスズである。

[0042] 図 3 B に示すように、電極 135 それぞれは、例えば、透明である。なお、電極 135 それぞれは、透明である必要はなく、図 3 C に示すように 1 次光が通過可能な孔 135 a を有してもよい。孔 135 a はビームスポットよりも大きく、ビームスポットは孔 135 a に収まる。

[0043] ここで、光学素子 130 と導光部材 91, 93 との光学的な接続について説明する。

[0044] 図示はしないが、導光部材 91 の出射端部は、入射端部 131 に固定されてもよいし、入射端部 131 における孔 135 a に挿入されてもよい。導光部材 93 の入射端部は、出射端部 133 に固定されてもよいし、出射端部 133 における孔 135 a に挿入されてもよい。

[0045] 図示はしないが、1 次光の進行方向において、導光部材 91 の出射端部と光学素子 130 の入射端部 131 との間に第 1 平行部材が配置され、第 1 平行部材と入射端部 131 との間に第 1 集光部材が配置されてもよい。また図示はしないが、光学素子 130 の出射端部 133 と導光部材 93 の入射端部との間に第 2 平行部材が配置され、第 2 平行部材と導光部材 93 の入射端部との間に第 2 集光部材が配置されてもよい。例えば、第 1, 2 平行部材と第 1, 2 集光部材とはそれぞれ、レンズを有する。

[0046] 第 1 平行部材は、導光部材 91 の出射端部から出射された 1 次光を第 1 平行光に変換する。第 1 集光部材は、1 次光である第 1 平行光を入射端部 131 に集光する。第 1 平行部材は、出射端部 133 から出射された 1 次光を第 2 平行光に変換する。第 2 集光部材は、1 次光である第 2 平行光を導光部材

93の入射端部に集光する。第1平行部材と第1集光部材とが配置されていれば、導光部材91は省略されてもよい。

[0047] このように、1次光が導光部材91と光学素子130と導光部材93との順に進行できればよい。

[0048] 光学制御部120は、光源装置50に配置される。光学制御部120は、時間の経過とともに、屈折率が一定に保たれるように、または屈折率が変化するように、光学素子130を制御する。この制御とは、例えば、光学素子130への電圧の印加を示す。電圧が一定に維持されると、屈折率は一定に保たれて変化しない。電圧が変化すると、屈折率が変化する。電圧の変化の割合は、図4に示す傾きを示し、屈折率の変化の割合（傾き）に対応する。詳細には、電圧の変化によって、屈折率の分布が光学素子130において発生する。言い換えると、光学制御部120は、光学素子130に印加する電圧の変化によって、光学素子130の屈折率の変化を引き起こさせる。これにより、1次光が入射端部131から出射端部133に進行する際に、位相差が1次光に生じる。

[0049] 図4に示すように、撮像部113の露光期間における電圧の変化の割合及び屈折率の変化の割合は、連続的なものである。電圧の変化とは、電圧が低い第1状態から電圧が高い第2状態への連続的な変化、または第2状態から第1状態への連続的な変化を示す。電圧は、第1状態から第2状態に向けて徐々に変化する、または第2状態から第1状態に向けて徐々に変化する。電圧の変化の割合及び屈折率の変化の割合は、本実施形態では、撮像部113によって撮像される画像の色の波長毎に同一であり一定である。本実施形態では、波長毎の第1状態及び第2状態は、互いに同一である。また電圧が一定とは、第1状態または第2状態が維持されることを示す。

[0050] ここで、円周率を π とし、電圧が0Vのときの光学素子130の屈折率を n とし、光学素子130の有効ポッケルス係数を r とし、1次光の波長を λ とし、位相差を $\Delta\phi$ とする。屈折率 n と有効ポッケルス係数 r とは、比例定数である。位相差 $\Delta\phi$ は、円周率 π と、屈折率 n と、有効ポッケルス係数 r

と、波長 λ と、電圧 V とを用いる下記式（１）によって算出される。

[0051] $\Delta\phi = -\pi n^3 r V / \lambda$ ……式（１）。

[0052] ここで、光学素子１３０への電圧の印加開始時刻を開始時刻 T_1 とし、電圧の印加終了時刻を終了時刻 T_2 とする。したがって、開始時刻 T_1 は屈折率の変化が開始する時刻であり、終了時刻 T_2 は屈折率の変化が終了する時刻である。開始時刻 T_1 から終了時刻 T_2 において光学素子１３０の屈折率が連続的に変化する場合、開始時刻 T_1 において光学素子１３０から出射された１次光の位相は、終了時刻 T_2 において光学素子１３０から出射された１次光の位相に対して、略 π ラジアンまたは略 2π ラジアン変化する。光学素子１３０に入射した１次光は、光学素子１３０によって偏向され、偏向された状態で光学素子１３０から出射される。

[0053] 図２に示すように、照明付き撮像システム７０は、光源装置５０に配置され、光源部８０の光源制御部８１と撮像装置１１０の撮像制御部１１１と光学制御部１２０とを互いに同期して制御する本体制御部１４０を有する。特に、本体制御部１４０は、例えば時間のタイミングを同期させて、光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０とを制御する。本体制御部１４０は、撮像部１１３の露光開始から撮像部１１３の露光終了までの任意の期間において屈折率が変化するように、光学制御部１２０を制御する。

[0054] 具体的には、撮像が実施される際に、照明光 I_L が出射される。図４に示すように、本体制御部１４０は、撮像部１１３が露光している間に光学素子１３０に印加される電圧が変化し、この変化によって屈折率が変化するように、光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０とを互いに時間的に同期させて制御する。ここでは、電圧は連続的に変化し、屈折率も連続的に変化する。これにより、１次光におけるスペクルノイズの低減の効果を大きくできる。

[0055] また本体制御部１４０は、撮像部１１３が露光していない間に光学素子１３０に印加される電圧が一定となり、一定の電圧によって屈折率が一定となるように、光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０とを互い

に時間的に同期させて制御する。これにより、電圧の変化が発生する頻度が減るため、光学素子 130 の電氣的な負荷が減り、光学素子 130 の寿命を容易に延ばすことができる。

[0056] ここで、光変換部材 100 に進行する 1 次光において、赤色の 1 次光と青色の 1 次光とに着目する。赤色の 1 次光の波長 λ_r は、青色の 1 次光の波長 λ_b よりも長い。なお緑色の 1 次光の波長 λ_g は、青色の 1 次光の波長 λ_b よりも長く、赤色の 1 次光の波長 λ_r よりも短い。本実施形態のように光学素子 130 が互いに異なる波長を有する複数の 1 次光に対して共有される場合、赤色の 1 次光と青色の 1 次光とのそれぞれの位相差 $\Delta\phi$ を略 π ラジアン以上に変化させることが必要となる。式 (1) と、波長 λ_b よりも長い波長 λ_r とに着目すると、赤色の 1 次光の位相差 $\Delta\phi$ は、青色の 1 次光の位相差 $\Delta\phi$ よりも略 λ 小さい。このため赤色の 1 次光の位相差 $\Delta\phi$ が略 π ラジアン変化するだけの電圧が印加されれば、青色の 1 次光の位相差 $\Delta\phi$ が略 π ラジアン以上に変化することとなる。したがって、図 5 に示すように、光学素子 130 に印加される電圧が最も長い波長を有する赤色の 1 次光に対して最適化するように、本体制御部 140 は光学制御部 120 を調整する。詳細には、屈折率の変化のために光学制御部 120 によって光学素子 130 に印加される電圧は、最も波長の長い赤色の 1 次光の波長の位相が略 π ラジアン以上に変化する電圧である。これにより、赤色の 1 次光及び青色の 1 次光それぞれの位相差が大きくなり、1 次光におけるスペックルノイズの低減の効果を大きくできる。ここでは図示していないが、緑色の 1 次光の波長 λ_g に対しても、同様の効果を得ることができる。

[0057] 光源制御部 81 と撮像制御部 111 と光学制御部 120 と本体制御部 140 との少なくとも 1 つは、例えば、ASIC などを含むハードウェア回路によって構成される。これらの少なくとも 1 つは、プロセッサによって構成されても良い。これらの少なくとも 1 つがプロセッサで構成される場合、プロセッサがアクセス可能な図示しない内部メモリまたは外部メモリが配置される。内部メモリまたは外部メモリは、プロセッサが実行することで当該プロ

セッサをこれら少なくとも１つとして機能させるためのプログラムコードを記憶する。光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０と本体制御部１４０とを、１つのプロセッサを用いて構成しても良いし、複数のプロセッサを用いて構成しても良い。後者の場合は、データを互いに送受信して連携して処理することも可能である。また、後者の場合は、これらは互いに異なる場所に配置されることも可能である。光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０と本体制御部１４０とは光源装置５０に配置されるが、これに限定される必要はない。光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０と本体制御部１４０との一部は光源装置５０の筐体に配置され、残りの一部は光源装置５０の筐体とは異なる筐体に配置されてもよい。また例えば、光源制御部８１の一部の機能を有するプロセッサは光源装置５０の筐体に配置され、光源制御部８１の残りの一部の機能を有する別のプロセッサは光源装置５０の筐体とは異なる筐体に配置されてもよい。この内容は、撮像制御部１１１と光学制御部１２０と本体制御部１４０についても適用可能である。

[0058] 次に本実施形態の作用について説明する。

[0059] レーザ光である１次光は、コヒーレントである。１次光が電気光学素子を透過しない場合、当該光の電場は、対象物において時間的に単振動する。

[0060] 一方、１次光が電気光学素子を透過する場合、電気光学素子の屈折率の変化によって、当該電場の位相ずれが生じ、その結果、当該単振動は乱れる。その結果、時間的にコヒーレントな程度（コヒーレンス）を低減させた状態となる。したがって、スペックルノイズを低下させることができる。

[0061] 撮像が実施される際に、照明光Ｌが射出される必要がある。このために、本体制御部１４０は、光源制御部８１と撮像制御部１１１と光学制御部１２０とを同期して制御する。これにより光源部８０が駆動し、１次光が光源部８０から射出される。１次光が光学素子１３０を透過する際、光学素子１３０の屈折率は、光学制御部１２０からの外的作用である電圧の連続的な変化によって、連続的に変化する。これにより１次光は、スペックルノイズが

低減された状態で光学素子 130a から出射された後、導光部材 93 によって光変換部材 100 に導光される。そして、1 次光は光変換部材 100 によって 2 次光に変換され、2 次光は照明光 I L として外部に出射される。1 次光において、スペックルノイズが低減されているため、照明光 I L においてもスペックルノイズが低減されることとなる。

[0062] 本実施形態では、光学制御部 120 からの外的作用によって変化する光学素子 130 の屈折率によって、1 次光におけるスペックルノイズを低減できる。本実施形態では、スペックルノイズを低減するために導光部材 91, 93 への振動を不要にでき、静粛性を確保できる。したがって本実施形態では、光学制御部 120 と光学素子 130 とによって、静粛性を保ちつつ、スペックルノイズが低減されて強度が均一な照明光 I L を得ることができる照明付き撮像システム 70 と内視鏡 20 と内視鏡システム 10 とを提供できる。

[0063] 本実施形態では、本体制御部 140 は、撮像部 113 が露光していない間に光学素子 130 に印加される電圧（屈折率）が一定となるように、撮像制御部 111 と光学制御部 120 とを時間的に同期させて制御する。これにより、電圧の変化が発生する頻度が減るため、光学素子 130 の電気的な負荷が減り、光学素子 130 の寿命を容易に延ばすことができる。

[0064] 本実施形態では、時間的に 1 次光の位相をずらすことができ、1 次光におけるスペックルノイズを低減できる。

[0065] 光学素子 130 及び光学制御部 120 が光源装置 50 に配置されており、挿入部 30 に配置され且つ導光部材 91, 93 を振動する振動機構を不要にできる。したがって本実施形態では、挿入部 30 を細くできる。

[0066] 導光部材 91, 93 が振動すると、この振動は、挿入部 30 の内部に配置される撮像ケーブル 115 といった内部に配置される内部部材に影響を与えることが考えられる。本実施形態では、振動が不要であるため、振動による内部部材への影響の発生を防止できる。

[0067] 本実施形態の光学素子 130 は挿入部 30 に配置されてもよく、この場合であっても、静粛性を確保でき、振動による内部部材への影響の発生を防止

できる。

[0068] 本実施形態では、光学素子130として、電気光学素子と音響光学素子との少なくとも1つが挙げられる。したがって、光学素子130における設計の自由度を向上できる。

[0069] なお本実施形態では、1つの光学素子130のみが配置されているがこれに限定される必要はない。図6に示すように、例えば、2つといった複数の光学素子130a, 130cが直列に配置されてもよい。光学素子130a, 130cそれぞれの構成は、光学素子130の構成と同一である。光学素子130a, 130c同士は、例えば、導光部材93と同様の光ファイバである導光部材91aによって光学的に接続される。光学素子130aから出射された1次光は、導光部材91aによって光学素子130cに導光される。

[0070] 1つの光学制御部120は、光学素子130a, 130cそれぞれに印加される電圧を、独立して制御してもよい。これにより、光学素子130a, 130cそれぞれの屈折率を独立して変化できる。または光学制御部120は、光学素子130a, 130cそれぞれに同じ電圧が印加されるように、光学素子130a, 130cを制御してもよい。

[0071] [第2の実施形態]

以下に、図7Aと図7Bとを参照して、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態では、第1の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0072] 第1の実施形態の内視鏡システム10において、内視鏡20は、コネクタ45aを含むユニバーサルコード45を介して、内視鏡20の周辺装置である光源装置50に直接接続される。

[0073] しかしながら本実施形態では、図7Aに示すように、ユニバーサルコード45が省略されており、内視鏡20は、ワイヤレスタイプとなっている。この場合、内視鏡20は、無線信号が操作部40と内視鏡システム10の制御装置200との間で送受信される無線タイプとなっている。このように、内

視鏡 20 は、無線信号によって、内視鏡 20 の周辺装置である制御装置 200 に接続される。

[0074] 図 7 B に示すように、本実施形態の照明付き撮像システム 70 は、例えば、内視鏡システム 10 の内視鏡 20 に搭載される内視鏡用の照明付き撮像システムの一例である。

[0075] 照明付き撮像システム 70 は、挿入部 30 と操作部 40 とに配置される。詳細には、導光部材 93 は挿入部 30 の内部に配置され、光源部 80 と導光部材 91 と撮像制御部 111 と光学制御部 120 と光学素子 130 と本体制御部 140 とは操作部 40 の内部に配置される。光源部 80 と撮像制御部 111 と光学制御部 120 と本体制御部 140 とは、操作部 40 の内部に配置される供給部 210 からエネルギーを供給される。供給部 210 は、例えば電力であるエネルギーを供給するバッテリーを有する。供給部 210 は、内視鏡 20 の各部材にもエネルギーを供給する。

[0076] 撮像制御部 111 は、撮像部 113 によって撮像された対象物の画像としての電気信号を基に映像信号を生成し、さらに映像信号を無線信号に変換して制御装置 200 に送信する。制御装置 200 は、無線信号を映像信号に変換し、さらに映像信号に画像処理を施す。そして表示装置 60 は、映像信号を画像として表示する。

[0077] 本実施形態では、照明付き撮像システム 70 を有する内視鏡 20 を提供できる。本実施形態では、複数の光学素子 130 が配置される図 6 に示す構成を組み込むこともできる。

[0078] [第 3 の実施形態]

以下に、図 8 を参照して、本発明の第 3 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0079] 第 1 実施形態では、光学制御部 120 は本体制御部 140 に電氣的に接続され本体制御部 140 によって直接制御される。しかしながら光学制御部 120 の制御方式はこれに限定されず、本実施形態ではその一例を以下に説明する。

[0080] 本実施形態では、光学制御部 120 は、光源制御部 81 に電氣的に接続され、光源制御部 81 に同期する。光源制御部 81 が光源 83 を制御している間、詳細には光源 83 が駆動して 1 次光が出射されている間において電圧（屈折率）が連続的に変化するように、光学制御部 120 は光源制御部 81 と同期して光学素子 130 を制御する。また光源制御部 81 が光源 83 を制御していない間、詳細には光源 83 が停止して 1 次光が出射されていない間において電圧（屈折率）が一定となるように、光学制御部 120 は、光源制御部 81 と同期して光学素子 130 を制御する。

[0081] 本実施形態では、本体制御部 140 の仕様を単純化でき、照明付き撮像システム 70 のコストを抑制できる。本実施形態の構成は、第 2 の実施形態に組み込まれてもよい。

[0082] [第 4 の実施形態]

以下に、図 9 A と図 9 B を参照して、本発明の第 4 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0083] 撮像部 113 の 1 つの露光期間あたりにおける 1 次光の位相差は、略 π ラジアン以上、好ましくは略 2π ラジアン以上に変化するのが、1 次光におけるスペックルノイズを除去する効果を高めるうえで好ましい。第 1 の実施形態で説明した式 (1) において、位相差 $\Delta\phi$ は電圧 V に比例するが、式 (1) から明らかなように比例定数は波長によって異なる。

[0084] そこで本実施形態では、図 9 A のように、屈折率の変化量がすべての波長で略同等になるように、光学制御部 120 によって光学素子 130 に印加される電圧の変化を、撮像部 113 によって撮像される画像の色の波長毎に異なるように、光学制御部 120 は電圧を設定している。つまり露光期間における電圧の変化の割合（傾き）は、撮像部 113 によって撮像される画像の色の波長毎に異なる。波長毎の第 1 状態は互いに同一であり、波長毎の第 2 状態は互いに異なる。なお波長毎の第 1 状態は、互いに同一であるが異なってもよい。特に、波長毎に位相差が略 π ラジアンまたは略 2π ラジアンとなるように、電圧が波長毎に変わることが好ましい。

[0085] 本実施形態では、図 9 B に示すように、露光が実施されていない期間を、非露光期間と称する。非露光期間とは、ある色の露光期間が終了した終了時刻 T 3 から別の色の露光期間が開始する開始時刻 T 4 までの間の期間を示す。この非露光期間における電圧の変化の割合（傾き）が緩やかになってもよい。言い換えると、非露光期間の終了時刻 T 3 において、電圧は、第 2 状態から第 1 状態に直ちに变化するのではない。終了時刻 T 3 から開始時刻 T 4 に向けて、電圧は、ある色の第 2 状態から他の色の第 1 状態に徐々に連続的に变化する。終了時刻 T 3 から開始時刻 T 4 に向けて、電圧は、第 1 状態または第 2 状態のままでもよい。このため、光学制御部 120 は、非露光期間における電圧の変化の割合が緩やかとなるように、光学素子 130 に電圧を印加する。終了時刻 T 3 と開始時刻 T 4 とのそれぞれにおける第 1 状態及び第 2 状態は、互いに異なってもよい。また電圧の変化が緩やかであるため、光学素子 130 の電氣的な負荷が減り、光学素子 130 の寿命を容易に延ばすことができる。

[0086] 本実施形態では、波長それぞれに対するスペックルノイズの低減の効果を、波長毎に同等に得ることができ、色再現性を高めることができる。本実施形態は、上述した各実施形態に組み込まれてもよい。

[0087] [第 5 の実施形態]

以下に、図 10 を参照して、本発明の第 5 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0088] 本実施形態では、光源部 80 は 1 次光をパルス発振する。本体制御部 140 は、光源制御部 81 を介して、発振タイミングを制御する。光学制御部 120 は、パルス発振に同期して光学素子 130 を制御する。

[0089] ここで、図 10 において、光源部 80 の駆動の ON と OFF とを破線で示し、屈折率の変化を実線で示す。本体制御部 140 は、1 パルスの発振開始から発振終了までの間において屈折率が変化するように、光学制御部 120 を制御する。この制御とは、光学素子 130 への電圧の印加を示す。光源部が ON となると屈折率が連続的に大きくなり、光源部が OFF となると屈折

率が小さくなる。

[0090] 本実施形態では、パルス発振される１次光におけるスペckルノイズを効率的に低減できる。本実施形態は、上述した各実施形態に組み込まれてもよい。

[0091] 【第６の実施形態】

以下に、図１１を参照して、本発明の第６の実施形態について説明する。本実施形態では、第１の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0092] 本実施形態では、１次光は、光源部８０と光変換部材１００との間において、２つに分波された後、１つに光結合される。分波の数は、２つに限定されることはなく、複数であればよい。この数に応じて、光学素子１３０と光学制御部１２０とがそれぞれ配置される。したがって、複数の光学素子１３０と複数の光学制御部１２０とが配置されればよい。

[0093] ここで、２つの光学制御部１２０及び２つの光学素子１３０を、説明の便宜上、光学制御部１２０ａ、１２０ｃ及び光学素子１３０ａ、１３０ｃと称する。光学制御部１２０ａ、１２０ｃそれぞれは、光学素子１３０ａ、１３０ｃそれぞれを独立して制御する。光学素子１３０ａ、１３０ｃは、並列に配置される。光学制御部１２０ａ、１２０ｃと光学素子１３０ａ、１３０ｃとは、光源装置５０に配置される。

[0094] 照明付き撮像システム７０は、１次光を光学素子１３０ａ、１３０ｃそれぞれに分波する光分波部１５１と、光学素子１３０ａ、１３０ｃそれぞれを透過した１次光を光結合する光結合部１５３とを有する。光分波部１５１と光結合部１５３とは、例えば、光源装置５０に配置される。

[0095] なお光学素子１３０ａ、１３０ｃと光分波部１５１とが光源装置５０に配置され、光結合部１５３が内視鏡２０に配置されてもよい。光学素子１３０ａ、１３０ｃと光分波部１５１と光結合部１５３とが、内視鏡２０に配置されてもよい。

[0096] 光分波部１５１は、導光部材９１によって光源部８０に光学的に接続される。光分波部１５１は、導光部材９５ａによって光学素子１３０ａの入射端

部に光学的に接続され、導光部材 95 b によって光学素子 130 c の入射端部に光学的に接続される。光結合部 153 は、導光部材 95 c によって光学素子 130 a の出射端部に光学的に接続され、導光部材 95 d によって光学素子 130 c の出射端部に光学的に接続される。光結合部 153 は、導光部材 93 によって光変換部材 100 に光学的に接続される。

[0097] 1 次光は、光源部 80 から出射され、導光部材 91 によって光分波部 151 に導光され、光分波部 151 によって導光部材 95 a, 95 b に分波される。導光部材 95 a, 95 b それぞれに進行する 1 次光の光量の割合は、1 : 1 が好ましいが、所望に調整されてもよい。

[0098] 1 次光の一部は導光部材 95 a によって光学素子 130 a に導光され、この 1 次光は光学素子 130 a を透過する。1 次光が光学素子 130 a を透過する際、光学素子 130 a の屈折率は、光学制御部 120 a からの外的作用である電圧の連続的な変化によって、連続的に変化する。これにより 1 次光は、スペックルノイズが低減された状態で光学素子 130 a から出射された後、導光部材 95 c によって光結合部 153 に導光される。

[0099] また 1 次光の残りの一部は導光部材 95 b によって光学素子 130 c に導光され、この 1 次光は光学素子 130 c を透過する。1 次光が光学素子 130 c を透過する際、光学素子 130 c の屈折率は、光学制御部 120 c からの外的作用である電圧の連続的な変化によって、連続的に変化する。これにより 1 次光は、スペックルノイズが低減された状態で光学素子 130 c から出射された後、導光部材 95 d によって光結合部 153 に導光される。

[0100] そして、2 つの 1 次光は、光結合部 153 によって光結合され、導光部材 93 によって光変換部材 100 に導光される。そして、1 次光は光変換部材 100 によって 2 次光に変換され、2 次光は照明光 I L として外部に出射される。1 次光において、スペックルノイズが低減されているため、照明光 I L においてもスペックルノイズが低減されることとなる。

[0101] 本実施形態では、時間的にも空間的にも 1 次光の位相をずらすことができる。したがって、1 次光におけるスペックルノイズを確実に低減でき、照明

光 IL においてもスペックルノイズを低減できる。

[0102] 本実施形態では、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれに光学制御部 $120a$ 、 $120c$ が配置される。したがって、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれに互いに異なる電圧を印加することが可能となり、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれの屈折率を独立して変化できる。これにより照明光 IL におけるスペックルノイズを確実に低減できる。

[0103] 本実施形態の構成は、上述した第2乃至第5の実施形態に組み込まれてもよい。

[0104] [第7の実施形態]

以下に、図 $12A$ と図 $12B$ とを参照して、本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態では、第6の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0105] 本実施形態では、1つの光学制御部 120 が光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれを制御する。この場合、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれから出射される1次光に位相差が生じるように、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれの式(1)において、比例定数を変更されればよい。ここでいう比例定数とは、屈折率 n と有効ポッケルス係数 r との少なくとも一方を示す。比例定数を変更するために、例えば、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれの材質を互いに対して変更することが好ましい。このような変更によって、光学素子 $130a$ 、 $130c$ それぞれに同じ電圧が印加されても、時間的にも空間的にも1次光の位相をずらすことができる。したがって、1次光におけるスペックルノイズをより容易に確実に低減できる。

[0106] なお図 $12B$ に示すように、本実施形態では、電極 135 は、1次光の進行方向に対して略平行な平面に沿って配置されてもよい。詳細には、電極 135 は、光源部 80 から出射された1次光の中心軸に対して略平行な平面に沿って配置されてもよい。ここで、光学素子 $130a$ を用いて説明すると、1次光の中心軸に対して略平行に沿った光学素子 $130a$ の長さを L 、1次光の中心軸に対して略直交する光学素子 $130a$ の直径を d とする。直径 d

は、電極 135 の厚みを除いた長さである。

[0107] 電極 135 が略平行な平面に沿って配置されている光学素子 130a において、位相差 $\Delta\phi$ は、式 (1) と長さ L と直径 d とを用いる下記式 (2) によって算出される。

[0108] $\Delta\phi = -(\pi n^3 r V / \lambda) \times (L / d)$ …… 式 (2)。

[0109] したがって、光学素子 130a, 130c それぞれの材質を変えなくても、光学素子 130a, 130c それぞれの配置及び光学素子 130a, 130c それぞれの寸法（長さ L と直径 d との少なくとも一方）を変えることで、光学素子 130a, 130c それぞれに同じ電圧が印加されても、時間的にも空間的にも 1 次光の位相をずらすことができる。これによっても、1 次光におけるスペックルノイズをより容易に確実に低減できる。

[0110] また本実施形態では、光学制御部 120 を 1 つのみ準備すればよく、照明付き撮像システム 70 を小型にでき、照明付き撮像システム 70 のコストを抑制できる。

[0111] 本実施形態の構成は、上述した第 2 乃至第 5 の実施形態に組み込まれてもよい。

[0112] [第 8 の実施形態]

以下に、図 13A と図 13B とを参照して、本発明の第 8 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0113] 本実施形態では、波長毎に光源部 80（光源制御部 81 と光源 83）と導光部材 97, 99 と光学素子 130 と光学制御部 120 とが配置される。図 13A に示すように、波長毎に配置される光源部 80（光源制御部 81 と光源 83）と導光部材 97, 99 と光学素子 130 と光学制御部 120 とを、説明の便宜上、光源部 80R, 80G, 80B（光源制御部 81R, 81G, 81B と、光源 83R, 83G, 83B）と、導光部材 97R, 97G, 97B, 99R, 99G, 99B と光学素子 130R, 130G, 130B と光学制御部 120R, 120G, 120B と称する。

- [0114] 光源 8 3 R は、例えば、赤色のレーザ光を出射するレーザダイオードを有する。レーザ光の中心波長は、例えば、6 3 5 n m となっている。
- [0115] 光源 8 3 G は、例えば、緑色のレーザ光を出射するレーザダイオードを有する。レーザ光の中心波長は、例えば、5 3 2 n m となっている。
- [0116] 光源 8 3 B は、例えば、青色のレーザ光を出射するレーザダイオードを有する。レーザ光の中心波長は、例えば、4 4 5 n m となっている。
- [0117] このように、複数の光源部 8 0 R, 8 0 G, 8 0 B は、互いに異なる波長を有する複数の 1 次光をそれぞれ出射する。
- [0118] 導光部材 9 7 R は、光源 8 3 R と光学素子 1 3 0 R とに光学的に接続されており、光源 8 3 R から出射された赤色の 1 次光を光学素子 1 3 0 R に導光する。導光部材 9 9 R は、光学素子 1 3 0 R と光結合部 1 5 3 とに光学的に接続されており、光学素子 1 3 0 R から出射された赤色の 1 次光を光結合部 1 5 3 に導光する。
- [0119] 導光部材 9 7 G は、光源 8 3 G と光学素子 1 3 0 G とに光学的に接続されており、光源 8 3 G から出射された緑色の 1 次光を光学素子 1 3 0 G に導光する。導光部材 9 9 G は、光学素子 1 3 0 G と光結合部 1 5 3 とに光学的に接続されており、光学素子 1 3 0 G から出射された緑色の 1 次光を光結合部 1 5 3 に導光する。
- [0120] 導光部材 9 7 B は、光源 8 3 B と光学素子 1 3 0 B とに光学的に接続されており、光源 8 3 B から出射された青色の 1 次光を光学素子 1 3 0 B に導光する。導光部材 9 9 B は、光学素子 1 3 0 B と光結合部 1 5 3 とに光学的に接続されており、光学素子 1 3 0 B から出射された青色の 1 次光を光結合部 1 5 3 に導光する。
- [0121] このように、複数の光学素子 1 3 0 R, 1 3 0 G, 1 3 0 B は、光源部 8 0 R, 8 0 G, 8 0 B 毎に配置される。
- [0122] 光結合部 1 5 3 は、導光部材 9 9 R, 9 9 G, 9 9 B によって導光された互いに異なる波長を有する複数の 1 次光を光結合する。1 次光の波長が互いに異なり、レーザ光が上述したような青色、緑色及び赤色の波長を有する場

合には、光結合された光は例えば白色光となる。光結合部 153 は、導光部材 93 に光学的に接続されており、光結合した白色光を 1 次光として導光部材 93 に向けて出射する。そして、1 次光は、導光部材 93 によって導光されて光変換部材 100 に進行する。これにより、白色光観察が実施可能となる。

[0123] 本実施形態では、互いに異なる波長を有する複数の 1 次光が用いられ、波長毎に独立した光学素子 130R, 130G, 130B と光学制御部 120R, 120G, 120B とが配置される。したがって、光学素子 130R, 130G, 130B それぞれに互いに異なる電圧が印加される。ここでは、波長毎に位相差が最大となるような、波長毎に最適な電圧が光学素子 130R, 130G, 130B それぞれに印加される。

[0124] 図 13B に示すように、光学素子 130R, 130G, 130B それぞれに印加される電圧を、電圧 V1, V2, V3 とする。電圧 V1 は電圧 V2 よりも大きく、電圧 V2 は電圧 V3 よりも大きい。電圧 V1, V2, V3 が光学素子 130R, 130G, 130B に印加されると、波長毎に位相差は最大となる。

[0125] 本実施形態では、波長毎に最適な位相差を制御でき、波長毎におけるスペックルノイズを低減でき、色再現性を高めることができる。撮像装置 110 が各波長を同時に撮像する場合、本実施形態は好適である。なお光学素子 130 は、撮像部 113 によって撮像される画像の色の波長毎に配置されればよい。本実施形態は、上述した第 2 乃至第 7 の実施形態に組み込まれてもよい。

[0126] [第 9 の実施形態]

以下に、図 14A と図 14B とを参照して、本発明の第 9 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 8 の実施形態とは異なることのみを記載する。

[0127] 図 14A に示すように、光学制御部 120 は、1 つのみ配置され、光学素子 130B, 130G, 130R に共有される。

[0128] 1つの光学制御部120が光学素子130B, 130G, 130Rに共有される場合、第7の実施形態で説明したように、光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれの材質を互いに変更して、光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれの屈折率 n と有効ポッケルス係数 r との少なくとも一方を変更すればよい。このような変更によって、図14Bに示すように、光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれに同じ電圧が印加されても、波長毎に位相差は最大となる。

[0129] または、第7の実施形態で説明したように、光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれの電極135は、光源部80から出射された1次光の中心軸に対して略平行な平面に沿って配置されてもよい。これにより、式(2)を利用できる。したがって光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれの配置及び光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれの寸法を変えることで、光学素子130B, 130G, 130Rそれぞれに同じ電圧が印加されても、波長毎に最適な位相差となる。

[0130] 本実施形態では、波長毎に最適な位相差を制御でき、波長毎におけるスペckルノイズを低減でき、色再現性を高めることができる。また光学制御部120を1つのみ準備すればよく、照明付き撮像システム70を小型にでき、照明付き撮像システム70のコストを抑制できる。本実施形態は、上述した第2乃至第7の実施形態に組み込まれてもよい。

[0131] なお、本願発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は可能な限り適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適当な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。

請求の範囲

- [請求項1] 1 次光を出射する 1 以上の光源部と、
 前記 1 次光を照射され、前記 1 次光を照明光に変換して出射する光変換部材と、
 前記照明光を照明された対象物の画像を撮像する撮像装置と、
 前記光源部から前記光変換部材に進行する前記 1 次光の進行経路上に配置され、前記 1 次光が透過し、前記 1 次光に対して外的作用によって変化可能な屈折率を有する 1 以上の光学素子と、
 時間の経過とともに、前記屈折率が一定に保たれるように、または前記屈折率が変わるように、前記光学素子を制御する 1 以上の光学制御部と、
 を具備する、照明付き撮像システム。
- [請求項2] 時間のタイミングを同期させて、前記撮像装置と前記光学制御部とを制御する 1 以上の本体制御部を具備する、請求項 1 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項3] 前記撮像装置は、前記画像を撮像するために露光する撮像部を有し、
 前記本体制御部は、前記撮像部の露光開始から前記撮像部の露光終了までの期間において前記屈折率が変わるように、前記光学制御部を制御する、請求項 2 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項4] 前記外的作用は、前記光学制御部によって前記光学素子に印加される電圧の変化であり、
 前記光源部は、互いに異なる波長を有する複数の前記 1 次光を出射し、
 前記屈折率の変化量が全ての波長で略同等になるように、前記光学制御部によって前記光学素子に印加される前記電圧の変化は、前記撮像部によって撮像される前記画像の色の波長毎に異なる、請求項 3 に記載の照明付き撮像システム。

- [請求項5] 前記外的作用は、前記光学制御部によって前記光学素子に印加される電圧の変化であり、
- 前記光源部は、互いに異なる波長を有する複数の前記 1 次光を出射し、
- 前記屈折率の変化のために前記光学制御部によって前記光学素子に印加される前記電圧は、最も長い波長の位相が略 π ラジアン以上に变化する電圧である、請求項 3 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項6] 前記光源部がパルス発振する場合、
- 前記本体制御部は、前記光学制御部を介して、発振タイミングを制御し、
- 前記本体制御部は、1 パルスの発振開始から発振終了までの間において前記屈折率が変化するように、前記光学制御部を制御する、請求項 2 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項7] 前記屈折率は、連続的に変化する、請求項 1 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項8] 前記屈折率の変化が開始する開始時刻から前記屈折率の変化が終了する終了時刻において前記光学素子の前記屈折率が連続的に変化する場合、
- 前記開始時刻において前記光学素子から出射された前記 1 次光の位相は、前記終了時刻において前記光学素子から出射された前記 1 次光の位相に対して、略 π ラジアンまたは略 2π ラジアン変化する、請求項 7 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項9] 複数の前記光学素子が配置される、請求項 1 に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項10] 前記撮像装置は、前記画像を撮像するために露光する撮像部を有し、
- 複数の前記光学素子は、前記撮像部によって撮像される前記画像の色の波長毎に配置される、請求項 1 に記載の照明付き撮像システム。

- [請求項11] 複数の前記光源部は、互いに異なる波長を有する複数の前記1次光をそれぞれ出射し、
複数の前記光学素子は、前記光源部それぞれに配置される、請求項1に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項12] 前記光学素子は、電気光学素子と、音響光学素子との少なくとも1つを有する、請求項1に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項13] 前記電気光学素子は、KDPと、KTNと、LiTaO₃と、LiNbO₃と、KD₂PO₄と、Ba₂NaNb₅O₁₅と、Sr_{0.25}Ba_{0.75}Nb₂O₆と、BaTiO₃と、CuClと、ZnTeと、液晶とのいずれかを有する、請求項12に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項14] 前記外的作用は、前記光学制御部によって前記光学素子に印加される電圧の変化であり、
前記電気光学素子は、前記電圧を印加される電極を有する、請求項13に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項15] 前記電極は、前記1次光が透過可能な透明である、請求項14に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項16] 前記電極は、前記1次光が通過可能な孔を有する、請求項14に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項17] 前記電極は、前記光源部から出射された前記1次光の中心軸に対して略直交する平面に沿って配置される、請求項14に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項18] 前記電極は、前記光源部から出射された前記1次光の中心軸に対して略平行な平面に沿って配置される、請求項14に記載の照明付き撮像システム。
- [請求項19] 前記音響光学素子は、PbMoO₄、TeO₂、Pb₅(GeO₄)(VO₄)₂、α-HgS、Ge、NiNbO₃、熔融石英、Teガラス、As₂S₃、As₂Se₃とのいずれかを有する、請求項12に記載の照明付き撮像システム。

- [請求項20] 挿入される挿入部と、
 前記挿入部の基端部に配置される操作部と、
 前記挿入部と前記操作部とに配置される請求項 1 に記載の照明付き
 撮像システムと、
 を具備する内視鏡。
- [請求項21] 前記光学素子は、前記操作部に配置される、請求項 2 0 に記載の内
 視鏡。
- [請求項22] 請求項 2 0 に記載の内視鏡と、
 前記内視鏡に接続される光源装置と、
 を具備し、
 前記照明付き撮像システムは、前記内視鏡から前記光源装置に延設
 される、内視鏡システム。
- [請求項23] 前記光学素子は、前記光源装置に配置される、請求項 2 2 に記載の
 内視鏡システム。

[図1]

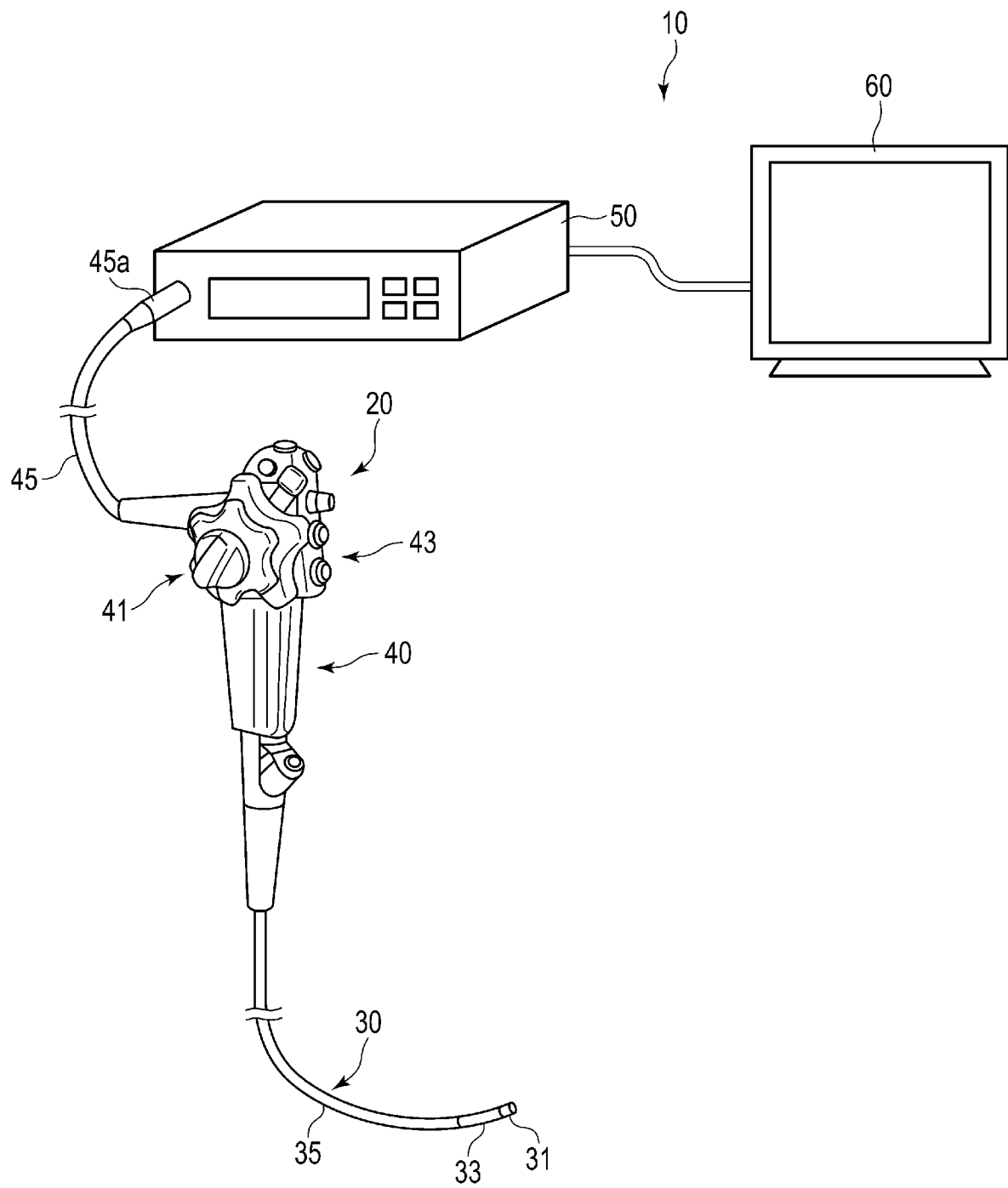
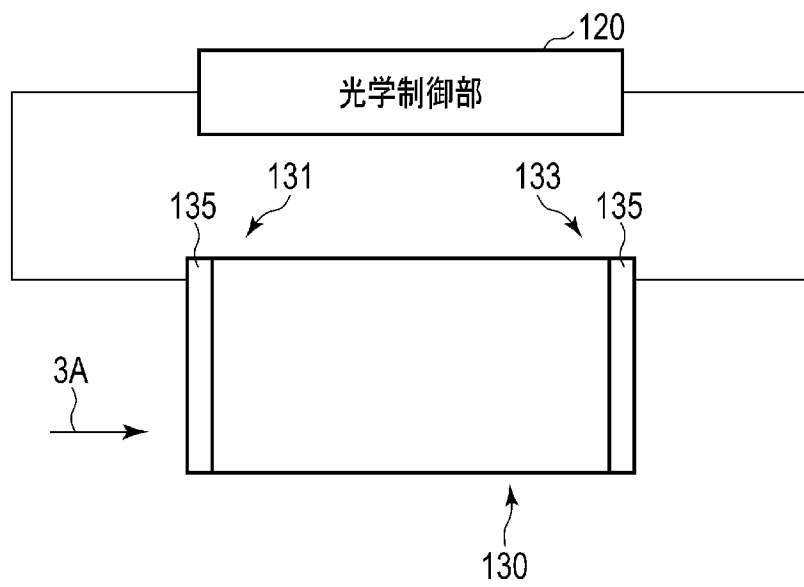
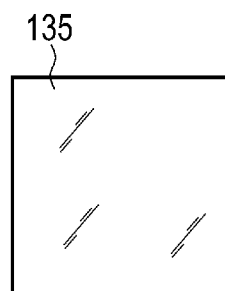


Figure 1 is a block diagram of an illumination system 70. The system is divided into a light source device 50 and an illumination system 70. The light source device 50 includes a light source 80, a light source control unit 81, a light source control unit 83, a light source control unit 91, a light source control unit 120, and a light source control unit 130. The illumination system 70 includes a body control unit 140, a camera control unit 111, and a camera control unit 110. The light source device 50 is further divided into a control unit 10, a bending unit 20, a bending unit 30, and a bending unit 31. The light source device 50 is further divided into a control unit 10, a bending unit 20, a bending unit 30, and a bending unit 31. The light source device 50 is further divided into a control unit 10, a bending unit 20, a bending unit 30, and a bending unit 31.

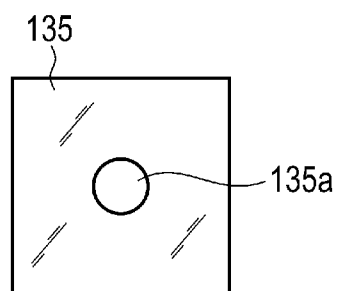
[図3A]



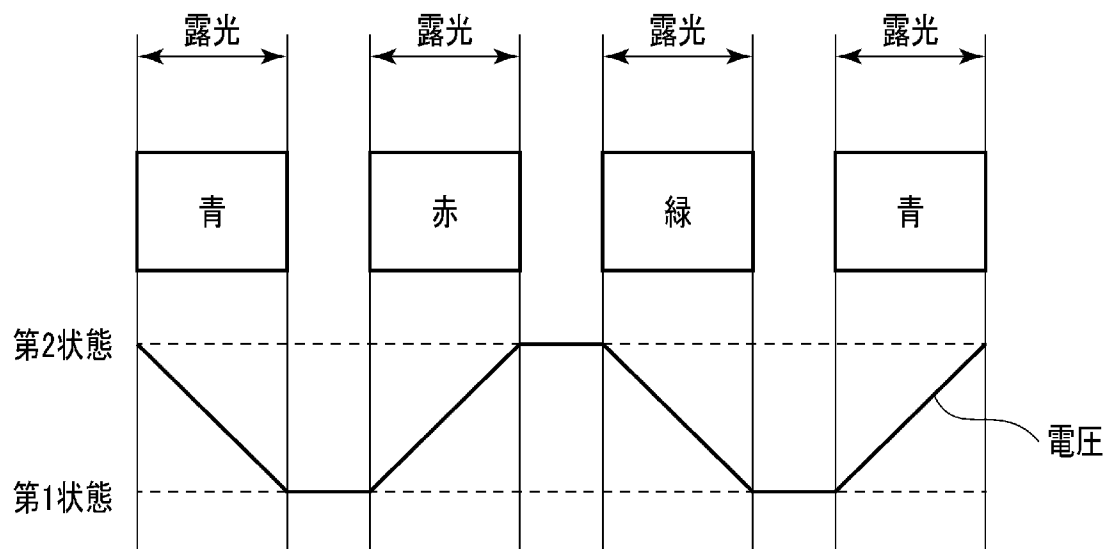
[図3B]



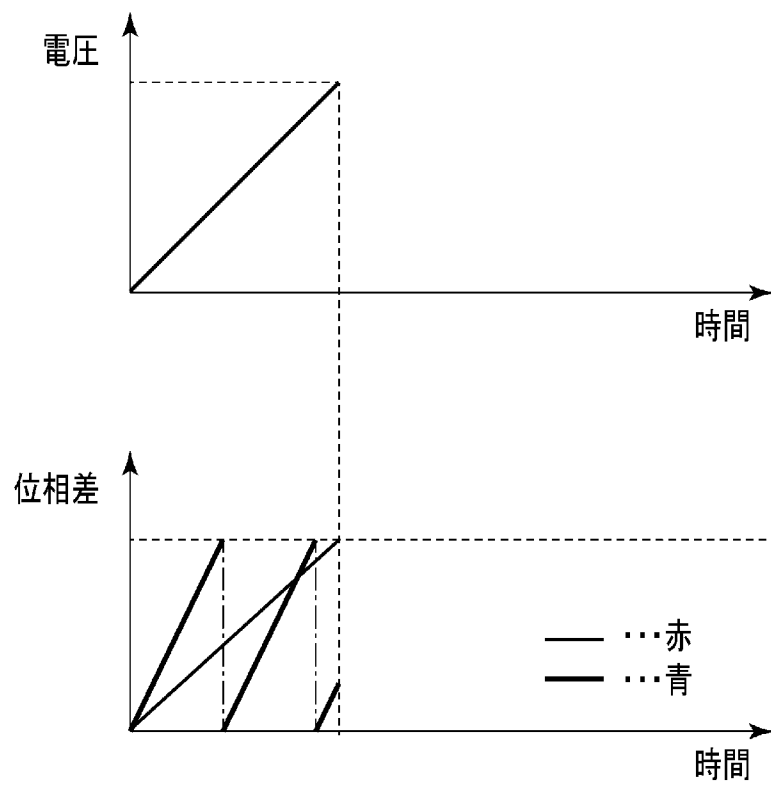
[図3C]



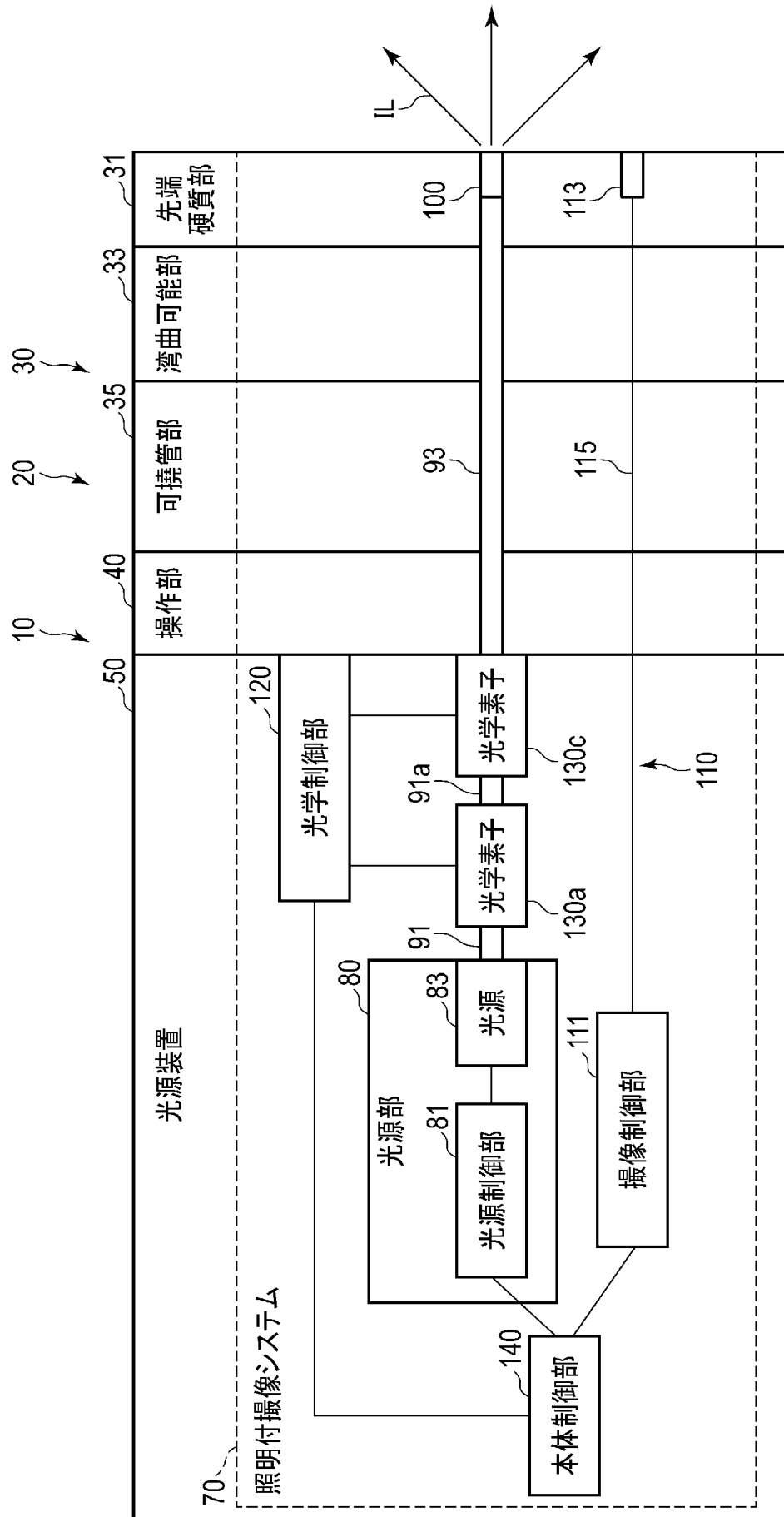
[図4]



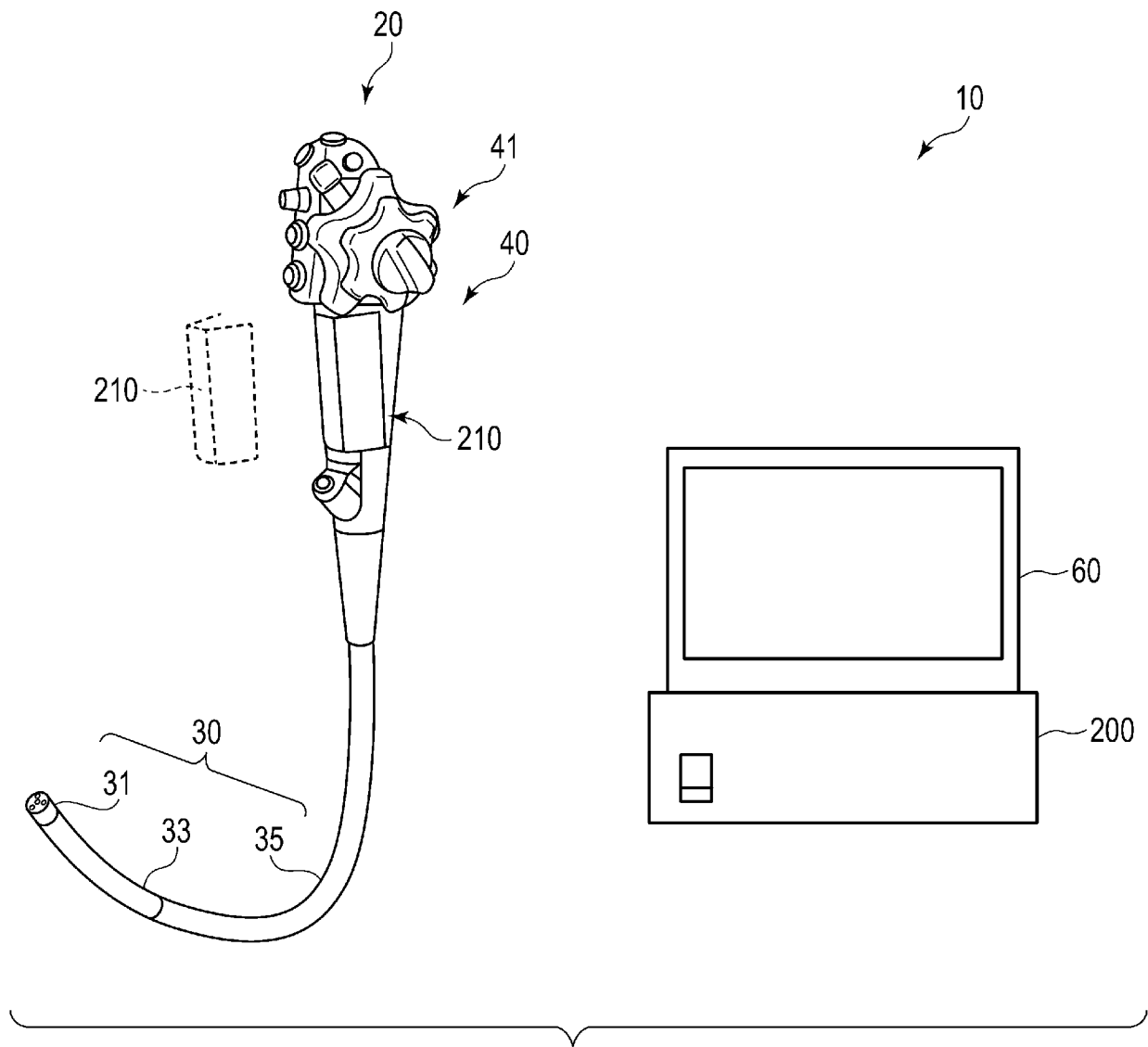
[図5]



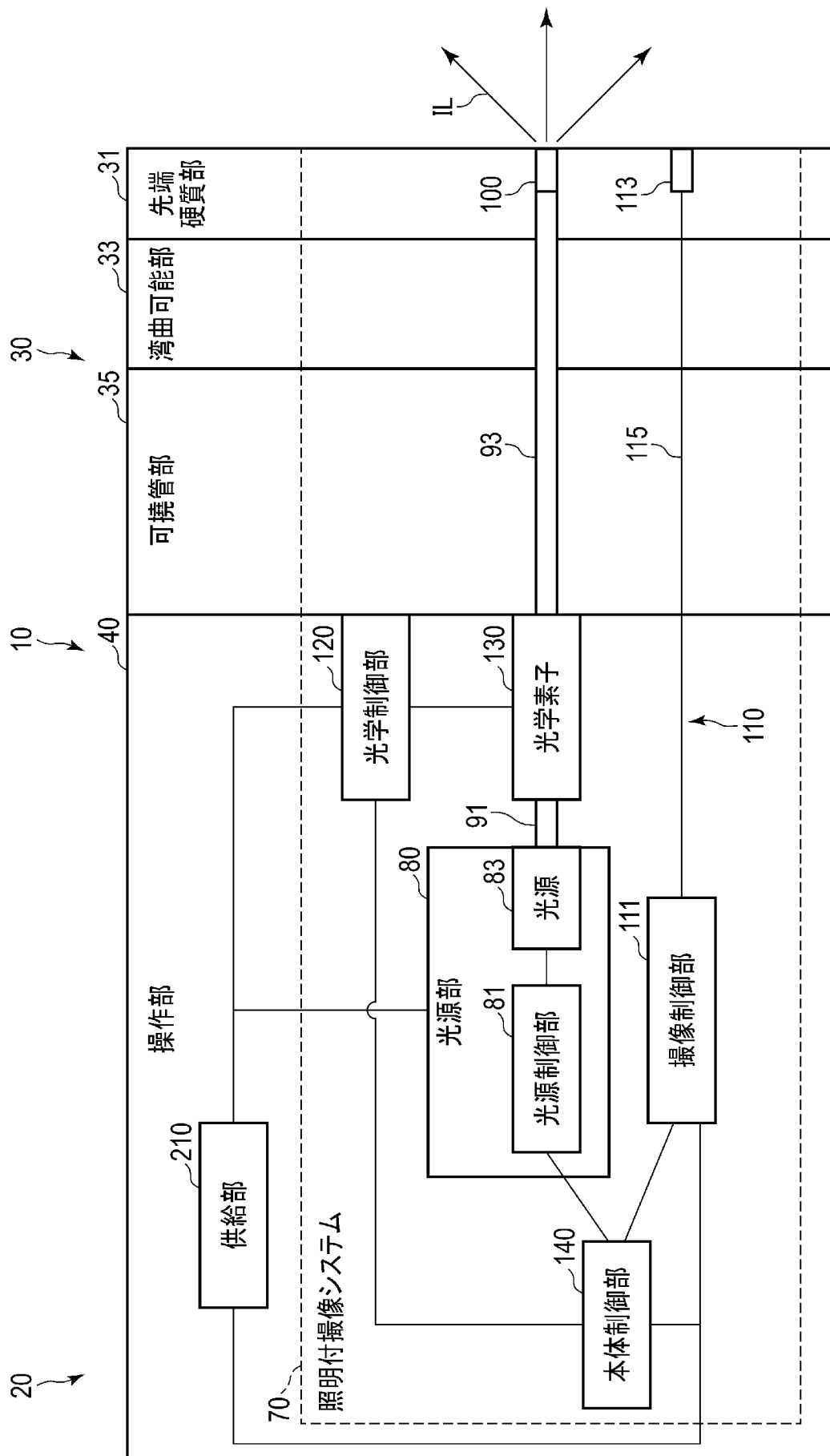
[図6]



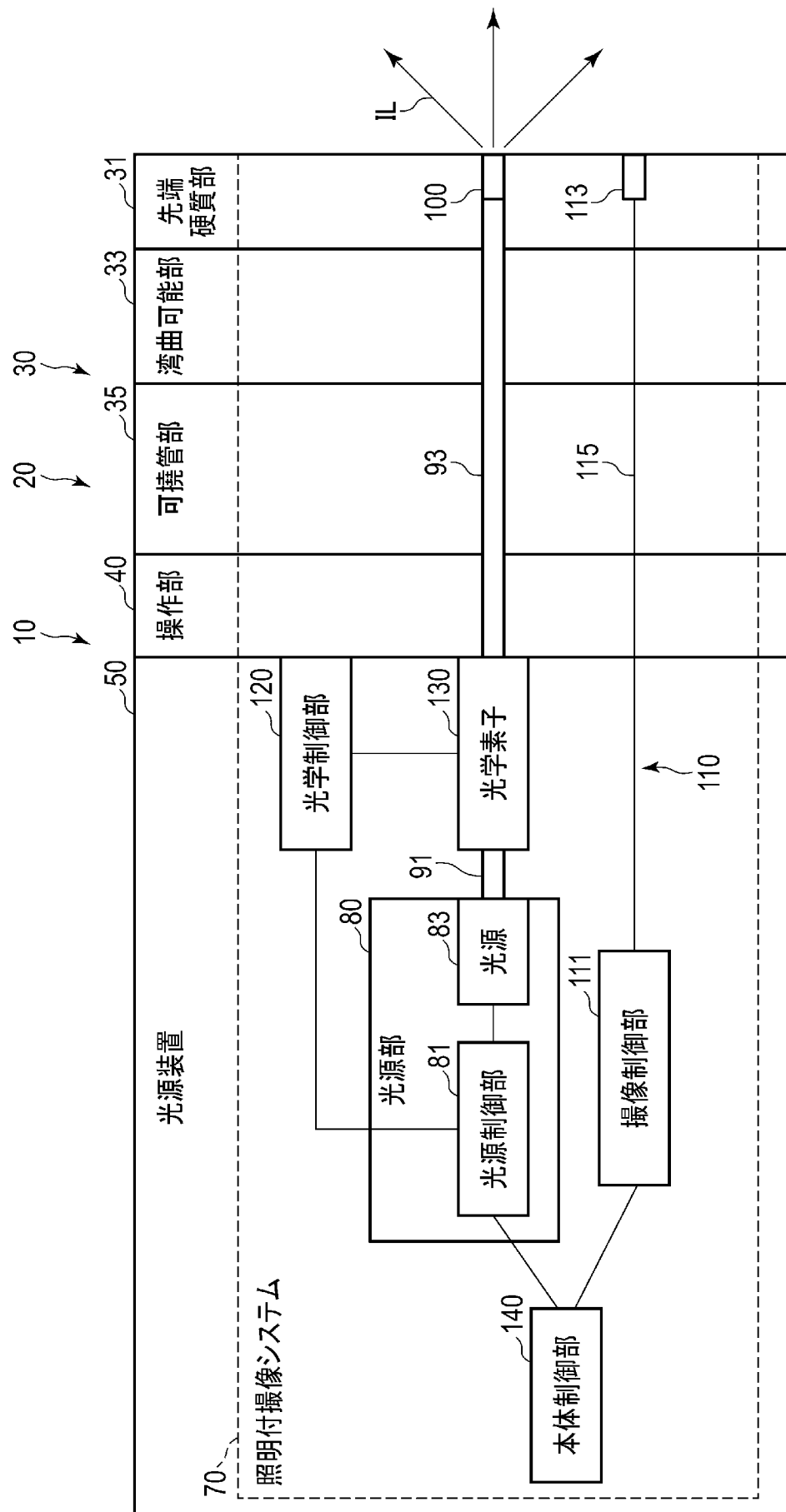
[図7A]



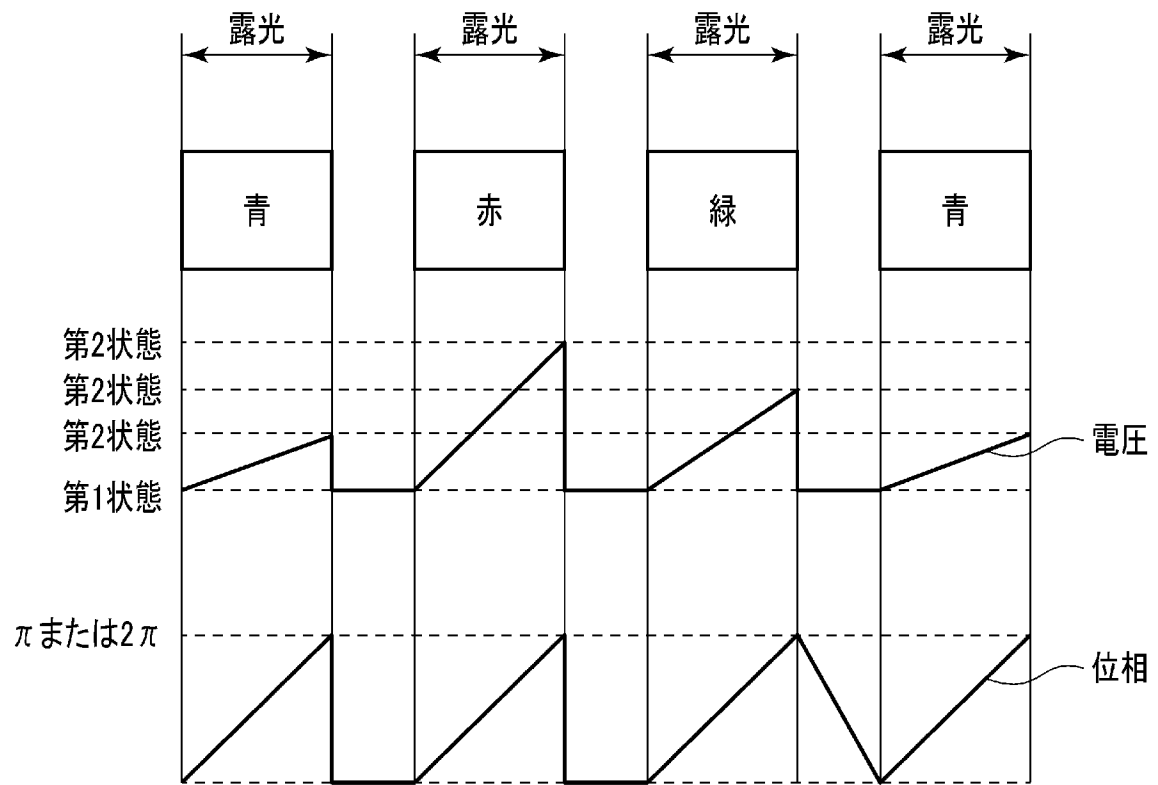
[図7B]



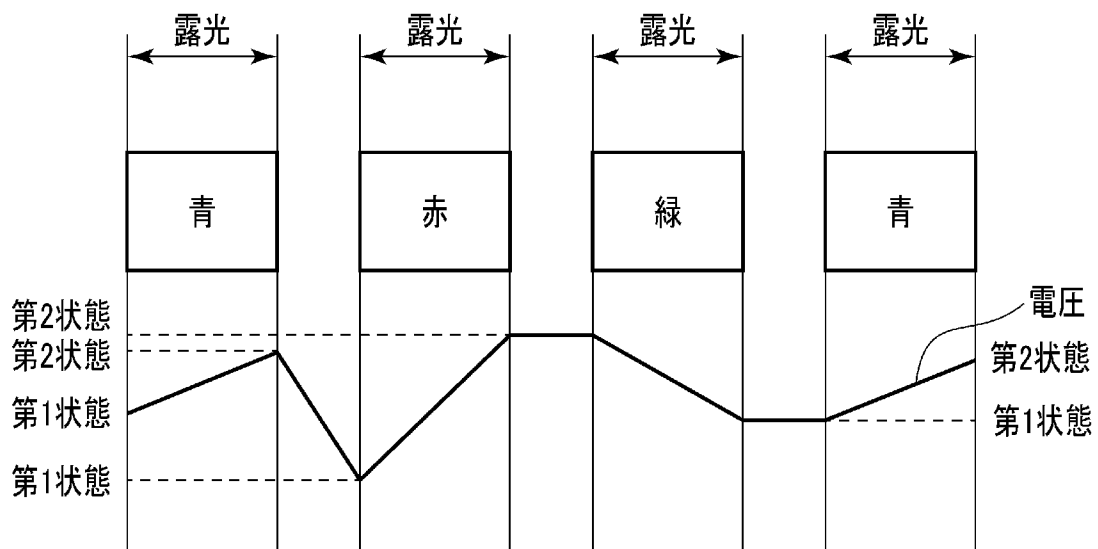
【図8】



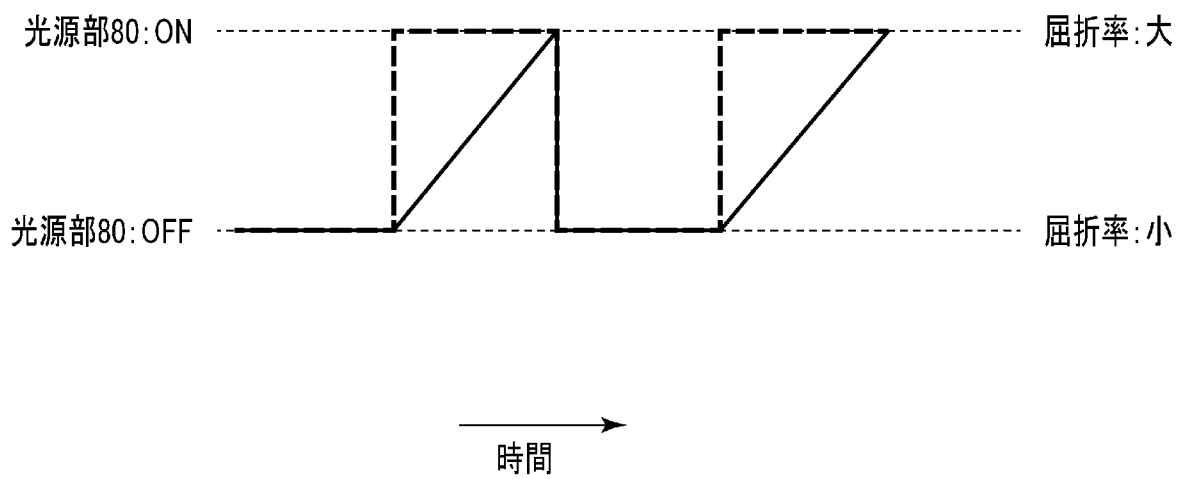
[図9A]



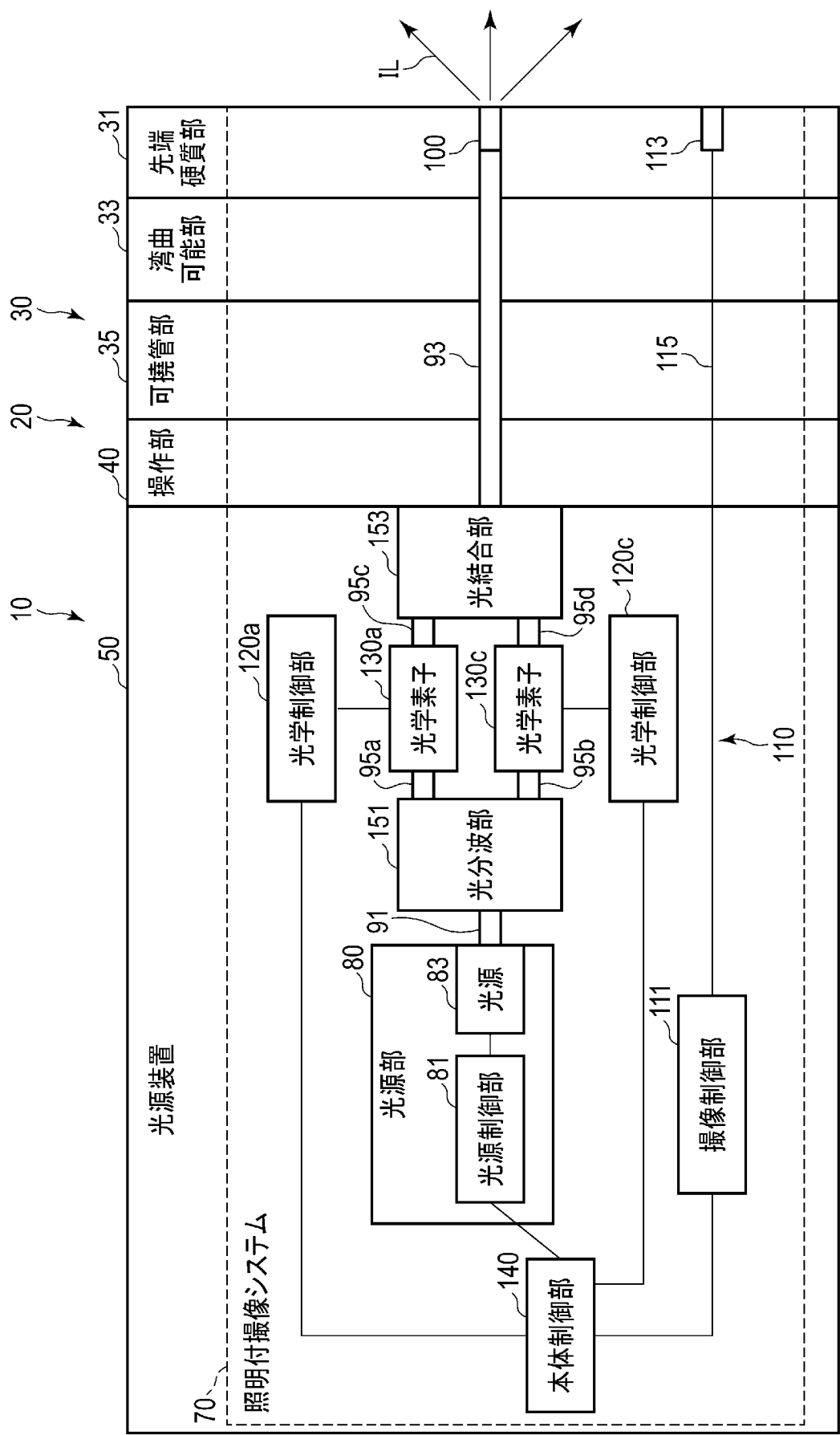
[図9B]



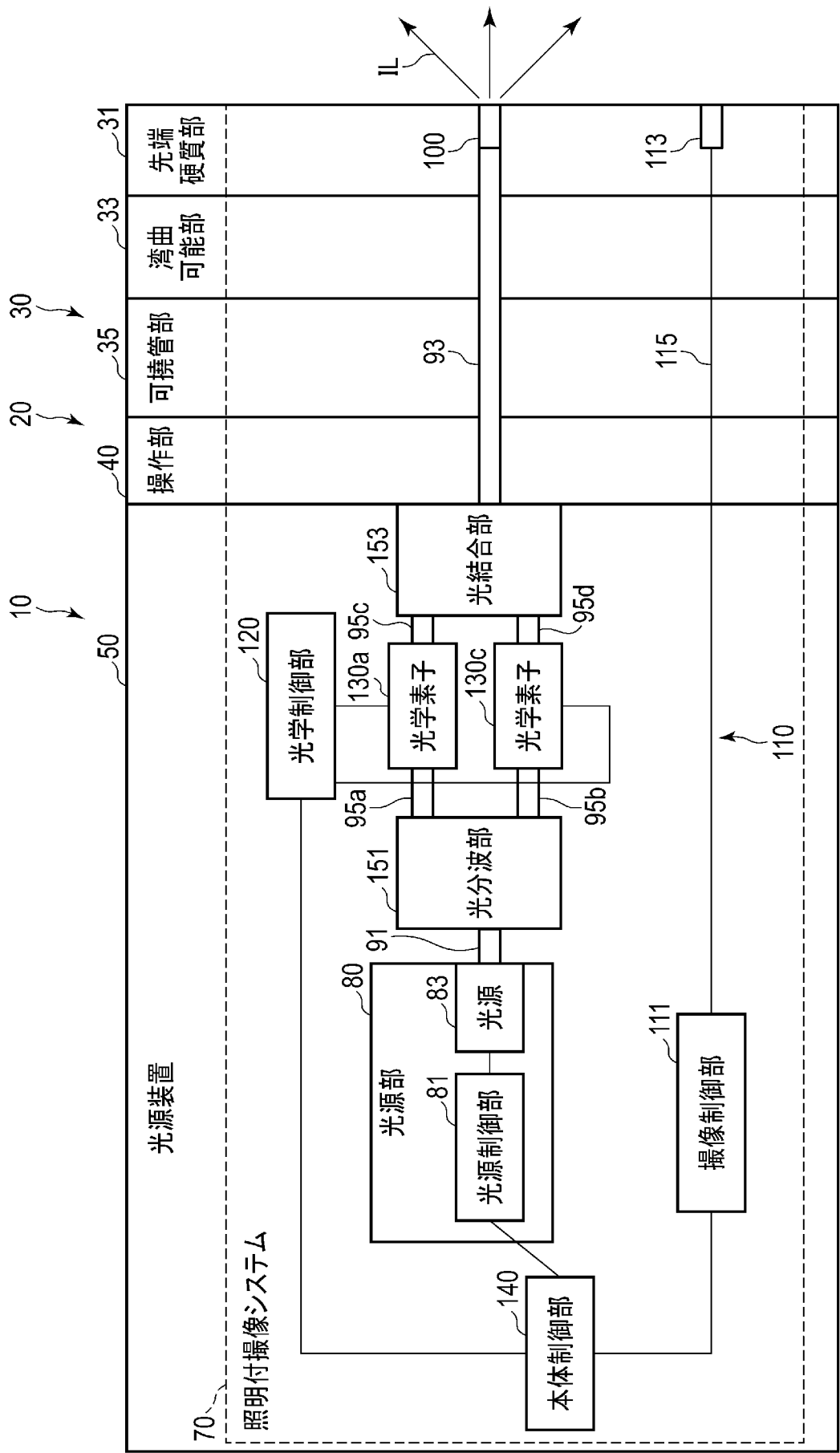
[図10]



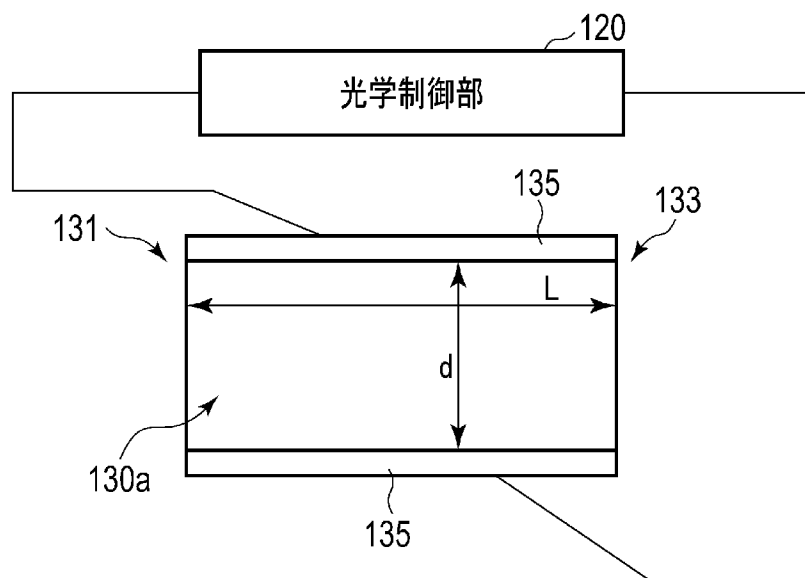
[図11]



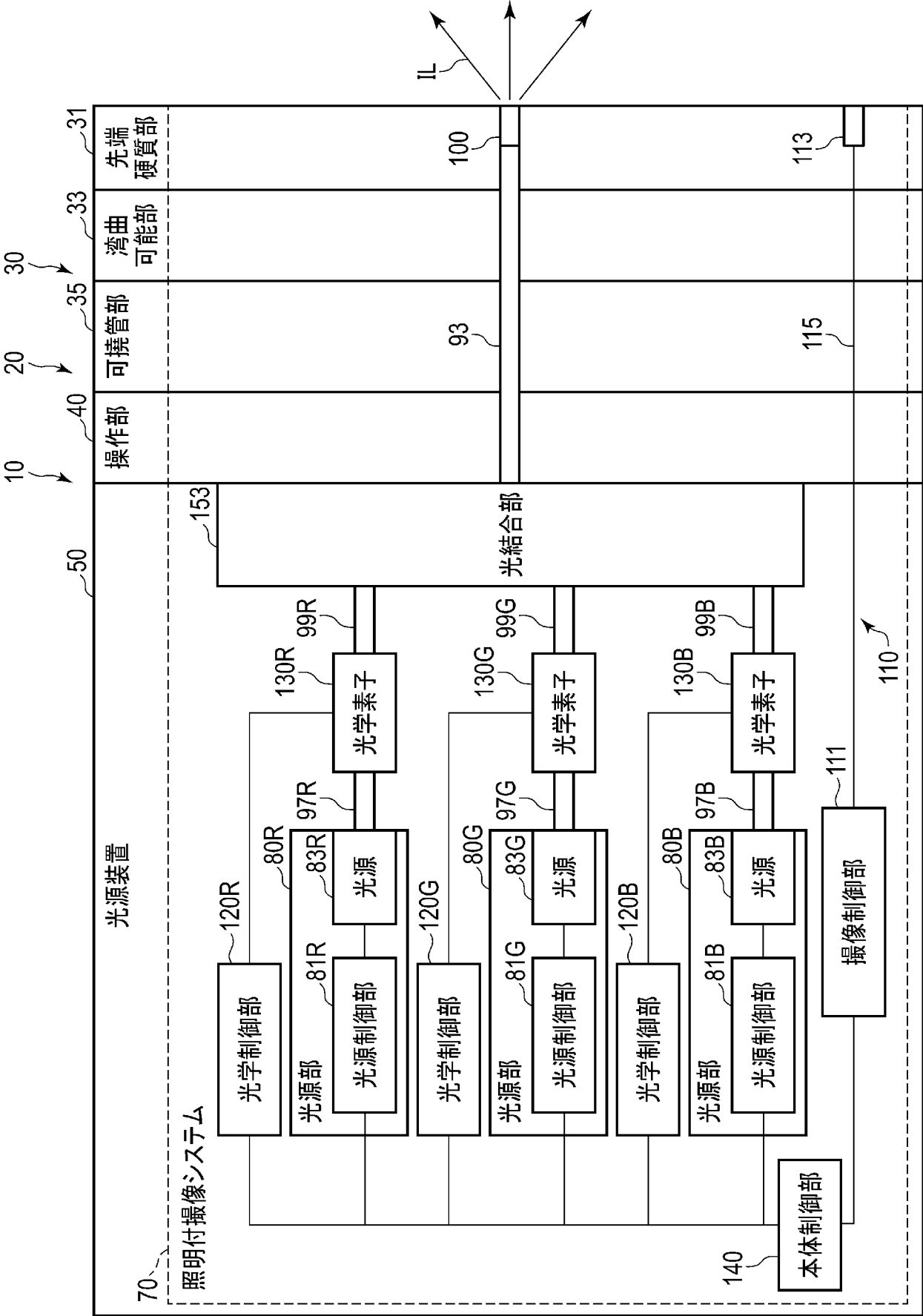
[図12A]



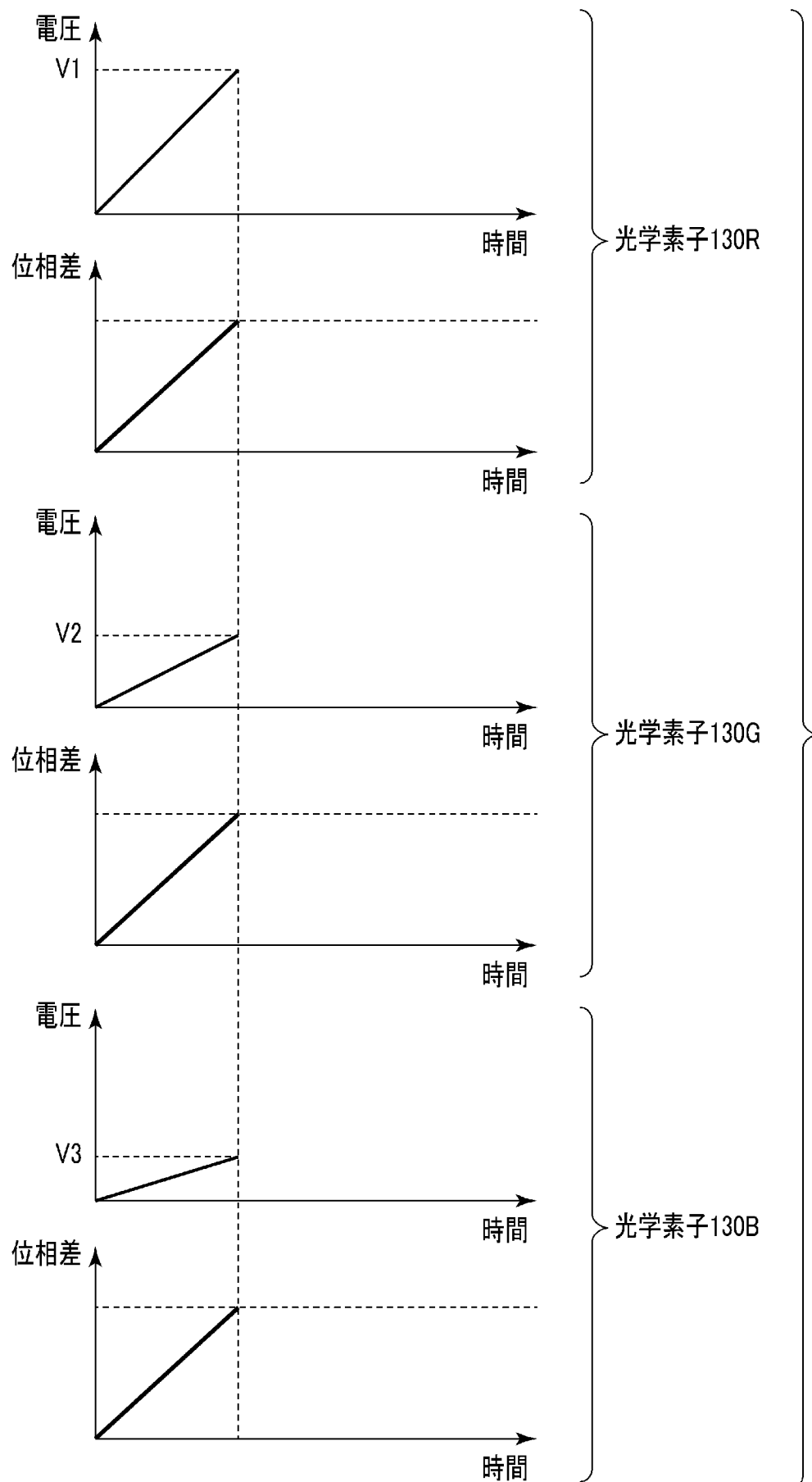
[図12B]



[図13A]

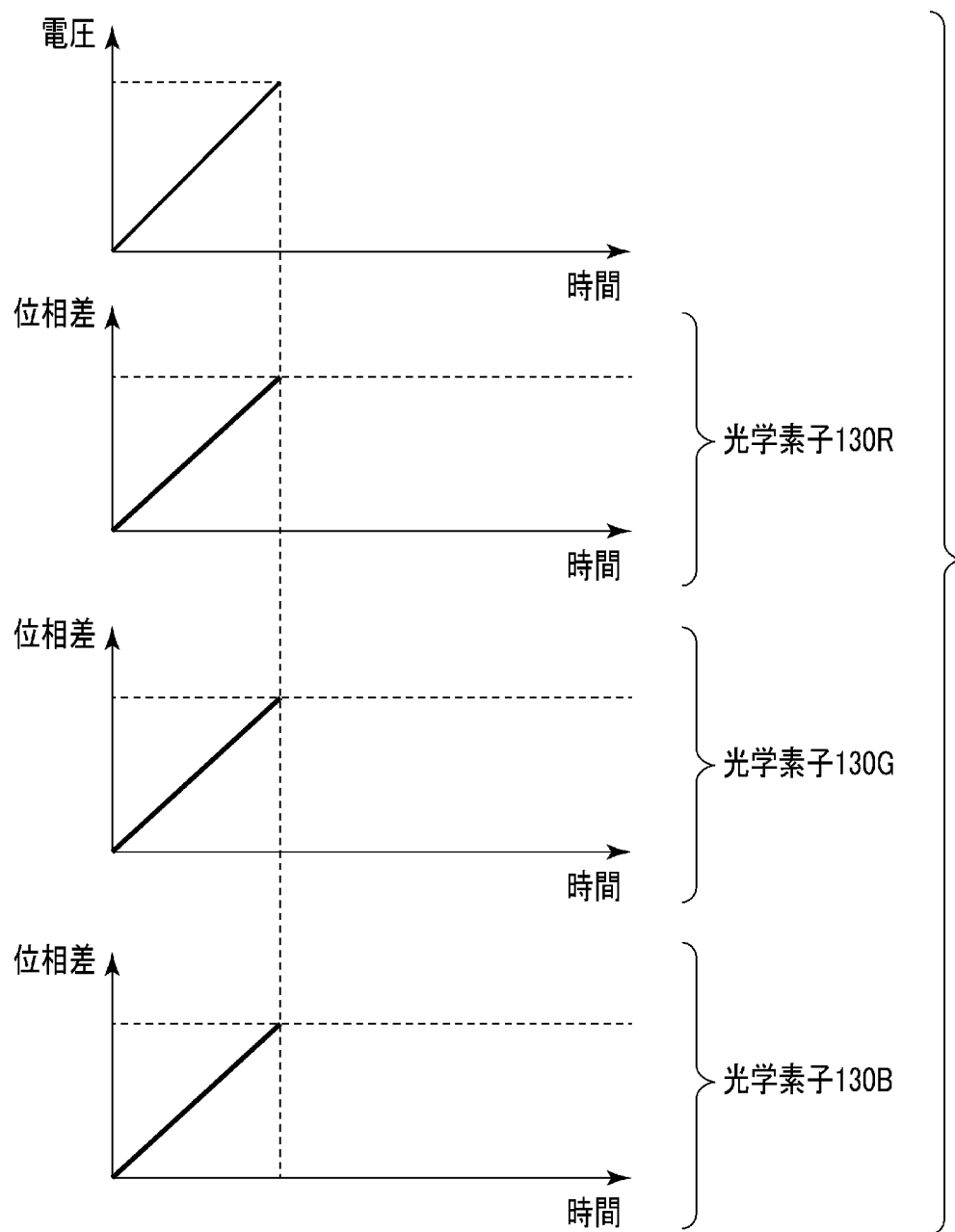


[図13B]



The diagram illustrates a lighting device 70 and its integration with a vehicle body 10. The lighting device 70, enclosed in a dashed box, contains an illumination system 120. This system features three parallel light paths for red (R), green (G), and blue (B) light. Each path includes a light source control unit (81R, 81G, 81B), a light source (83R, 83G, 83B), and an optical element (97R, 97G, 97B). These components are connected to a light combining unit 153. A body control unit 140 is also connected to the system. The vehicle body 10 is divided into four sections: operation unit 40, flexible unit 20, bending possible unit 30, and front-end hardware unit 31. The lighting device 70 is connected to the operation unit 40 and the flexible unit 20. An incident light IL is shown entering the front-end hardware unit 31.

[図14B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023015

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, G02B21/00-21/36, G02B23/00-23/26

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.
Y A	JP 5-87543 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 06 April 1993 (06.04.1993), paragraphs [0031] to [0036]; fig. 1, 8 to 9 & US 5434669 A column 1, line 67 to column 2, line 51; column 10, line 40 to column 11, line 65; fig. 1, 11 to 12	1-3, 6-7, 9-23 4-5, 8
Y	JP 2010-151798 A (Nikon Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraph [0016] (Family: none)	1-3, 6-7, 9-23
Y	JP 2008-251839 A (IHI Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraph [0024] (Family: none)	1-3, 6-7, 9-23

☒ 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
06 September 2017 (06.09.17)

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/JP2017/023015

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/044996 A1 (Olympus Corp.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraph [0019] & US 2016/0128545 A1 paragraph [0040] & EP 3050484 A1	6
Y	WO 2014/123000 A1 (Olympus Corp.), 14 August 2014 (14.08.2014), paragraphs [0012], [0016] & US 2015/0335232 A1 paragraphs [0041], [0045] & EP 2954836 A1	10-11
Y	JP 5-267408 A (Yokogawa Electric Corp.), 15 October 1993 (15.10.1993), paragraph [0051] (Family: none)	15-18

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,
G02B21/00-21/36,
G02B23/00-23/26

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
Y	JP 5-87543 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.04.06, 段落 [0031] - [0036]、図1、8-9	1-3, 6-7, 9-23
A	& US 5434669 A, 第1欄第67行-第2欄第51行、 第10欄第40行-第11欄第65行、図1、11-12	4-5, 8
Y	JP 2010-151798 A (株式会社ニコン) 2010.07.08, 段落 [0016] (ファミリーなし)	1-3, 6-7, 9-23

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

06.09.2017

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)

荒井 隆一

2Q

3213

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
Y	JP 2008-251839 A (株式会社 I H I) 2008.10.16, 段落 [0024] (ファミリーなし)	1-3, 6-7, 9-23
Y	WO 2015/044996 A1 (オリンパス株式会社) 2015.04.02, 段落 [0019] & US 2016/0128545 A1, 段落 [0040] & EP 3050484 A1	6
Y	WO 2014/123000 A1 (オリンパス株式会社) 2014.08.14, 段落 [0012]、[0016] & US 2015/0335232 A1, 段落 [0041]、[0045] & EP 2954836 A1	10-11
Y	JP 5-267408 A (横川電機株式会社) 1993.10.15, 段落 [0051] (ファミリーなし)	15-18