

(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
2019年5月31日(31.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/103052 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 34/20 (2016.01) G03B 21/00 (2006.01)
A61B 90/30 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/043036
- (22) 国際出願日: 2018年11月21日(21.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-227164 2017年11月27日(27.11.2017) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 崇司 (SUZUKI, Takashi). 齊藤 朋之 (SAITO, Tomoyuki).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (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,

(54) Title: PROJECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 投影装置

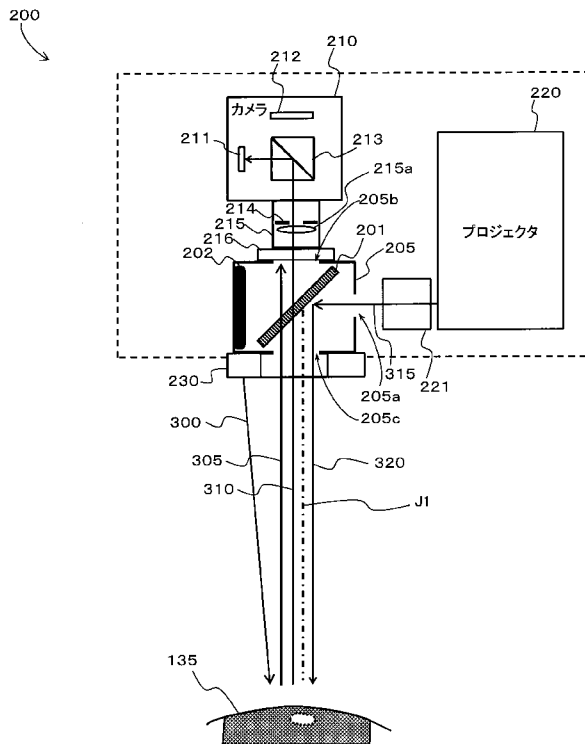


FIG. 2:
210 Camera
220 Projector

(57) Abstract: This projection device (200) is provided with a non-visible imaging unit (211), a projection unit (220), a visible imaging unit (212), an imaging optical system (215), a light guide unit (201), and a light shielding unit (202). The non-visible imaging unit captures a non-visible light image of an object. The projection unit projects a projection image based on the non-visible light image on the object using visible light. The visible imaging unit captures an image of the object on which the projection image is projected. The imaging optical system is provided with a diaphragm (214). The



WO 2019/103052 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

light guide unit guides light entering the imaging optical system and guides light emitted from the projection unit. The light shielding unit is spaced apart from the light guide unit. An aperture value of the diaphragm is set so that the distance difference between the optical distance from a near point of the depth of field to the imaging optical system and the optical distance from the light shielding unit to the imaging optical system is greater than the forward depth of field of the object.

(57) 要約 : 投影装置 (200) は、非可視撮像部 (211) と、投影部 (220) と、可視撮像部 (212) と、撮像光学系 (215) と、導光部 (201) と、遮光部 (202) とを備える。非可視撮像部は、被写体の非可視光画像を撮像する。投影部は、非可視光画像に基づく投影画像を可視光で被写体に投影する。可視撮像部は、投影画像が投影された被写体を撮像する。撮像光学系は、絞り (214) を備える。導光部は、撮像光学系に入射する光を導光すると共に投影部から出射する光を導光する。遮光部は、導光部から空間をあけて配置される。被写界深度の近点から撮像光学系までの光学距離と、遮光部から撮像光学系までの光学距離との間の距離差が、被写体の前方被写界深度よりも長くなるように、絞りの絞り値が設定されている。

明 細 書

発明の名称： 投影装置

技術分野

[0001] 本開示は、本開示は、被写体の撮像画像に基づく画像を投影する投影装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、医療分野において用いられる光学撮像システムを開示している。特許文献1の光学撮像システムは、術野を撮像する電子撮像装置と、手術中の術野の撮像結果の可視光像を投影するプロジェクタと、電子撮像装置及びプロジェクタの光軸を同一の光軸に揃える光学素子とを備えている。光学撮像システムは、電子撮像装置において術野の蛍光像を撮像し、撮像結果の蛍光像を可視化するための投影画像をプロジェクタから投影している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2008/0004533号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示の目的は、非可視光の撮像画像に基づく可視光の投影画像を投影する際に、可視光における撮像を精度良く行うことができる投影装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示における投影装置は、非可視撮像部と、投影部と、可視撮像部と、撮像光学系と、導光部と、遮光部とを備える。非可視撮像部は、非可視光における被写体の非可視光画像を撮像する。投影部は、非可視光画像に基づく投影画像を可視光で被写体に投影する。可視撮像部は、可視光において投影画像が投影された被写体を撮像する。撮像光学系は、非可視撮像部及び可視撮像部に集光する光量を調整する絞りを備える。導光部は、撮像光学系に入

射する光を導光すると共に投影部から出射する光を導光する。遮光部は、導光部から空間をあけて配置される。撮像光学系の被写界深度の範囲内に被写体が配置された状態において、被写界深度の近点から撮像光学系までの光学距離と、遮光部から撮像光学系までの光学距離との間の距離差が、被写体の前方被写界深度よりも長くなるように、絞りの絞り値が設定されている。

発明の効果

[0006] 本開示における投影装置によると、絞りの設定により、非可視光の撮像画像に基づく可視光の投影画像を投影する際に、可視光における撮像を精度良く行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]実施の形態1にかかる手術支援システムの構成を示す概略図
[図2]手術支援システムにおける撮像照射装置の構成を示すブロック図
[図3]手術支援システムにおける投影動作を説明するためのフローチャート
[図4A]手術支援システムにおける投影前の術野の状態を例示する図
[図4B]手術支援システムにおける投影時の術野の状態を例示する図
[図5]手術支援システムにおける可視光の光路を説明するための図
[図6]撮像照射装置に入射する光の光学距離を説明するための図
[図7]手術支援システムにおける多重像を説明するための図

発明を実施するための形態

[0008] 以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

[0009] なお、出願人は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

[0010] (実施の形態1)

本開示に係る投影装置を備えた投影システムの具体的な実施例として、手術支援システムを説明する。

[0011] 1. 構成

1-1. 手術支援システムの概要

実施の形態1にかかる手術支援システムの概要を、図1を用いて説明する。図1は、実施の形態1にかかる手術支援システム100の構成を示す概略図である。

[0012] 手術支援システム100は、カメラ210、プロジェクタ220及び励起光源230を備える。手術支援システム100は、手術室等において医師等が患者に対して行う手術を、投影画像を用いて視覚的に支援するシステムである。手術支援システム100を使用する場合に、手術を受ける患者120には、予め光感受性物質が投与される。

[0013] 光感受性物質は、励起光に反応して蛍光を発する物質である。光感受性物質としては、例えばICG（インドシアニンググリーン）などが用いられる。本実施形態では、光感受性物質の一例として、ICGを用いた場合を説明する。ICGは、波長760～780nm近傍の赤外領域の励起光が照射されることにより、波長800～860nmの赤外領域の蛍光を発する。

[0014] 光感受性物質は、患者120に投与されると、血液又はリンパ液の流れが滞っている患部130に蓄積する。このため、励起光の照射に応じて蛍光発光する領域を検出することにより、患部130の領域を特定することが可能となる。

[0015] ここで、患部130が発する蛍光は微弱であったり、蛍光の波長帯が非可視領域又は非可視領域近傍であったりするため、医師等は、術野を目視しても、患部130の領域を特定することが困難である。そこで、手術支援システム100では、カメラ210を用いて蛍光310を発する患部130の領域を特定する。さらに、特定した患部130が人間に視認可能となるように、プロジェクタ220から患部130に可視光の投影光320を照射する。これにより、特定した患部130の領域を可視化する投影画像が投影され、

手術を行う医師等による患部130の領域の特定を支援することができる。

[0016] 1-2. 手術支援システムの構成

以下、手術支援システム100の構成について、図1を用いて説明する。手術支援システム100は、病院の手術室内に配置されて使用される。手術支援システム100は、撮像照射装置200と、メモリ240と、投影制御装置250とを備える。

[0017] また、図示していないが、手術支援システム100は、撮像照射装置200の配置を変更するための機構、例えば、撮像照射装置200と機械的に接続された駆動アーム、及び手術支援システム100の一式を載置する台座のキャスターなどを備える。上記の機構により、撮像照射装置200は、患者120が載置される手術台110の鉛直上方または鉛直方向からある角度を持った上方に配置される。また、手術台110は、高さ及び向きを変更可能な駆動機構を備えてもよい。

[0018] 撮像照射装置200は、カメラ210、プロジェクタ220、及び励起光源230が、ダイクロイックミラー201と共に一体的に組み付けられた投影装置の一例である。撮像照射装置200の構成の詳細については後述する。

[0019] メモリ240は、投影制御装置250が種々の演算を実行する際に、適宜アクセスを行う記憶媒体である。メモリ240は、例えばROM及びRAMで構成される。メモリ240は、本実施形態における記憶部の一例である。

[0020] 投影制御装置250は、手術支援システム100を構成する各部を統括制御する。投影制御装置250は、カメラ210、プロジェクタ220、励起光源230、及びメモリ240に電氣的に接続され、各部をそれぞれ制御するための制御信号を出力する。投影制御装置250は、例えばCPUで構成され、所定のプログラムを実行することによってその機能を実現する。なお、投影制御装置250の機能は、専用に設計された電子回路や再構成可能な電子回路（FPGA、又はASIC等）により実現されてもよい。

[0021] 投影制御装置250は、例えば、カメラ210による撮像画像に対して種

々の画像処理を行って、投影画像を示す映像信号（画像データ）を生成する。投影制御装置250は、本開示における画像生成部の一例である。

[0022] また、本実施形態において、手術支援システム100は、表示制御装置150と、モニタ160と、マウス170とを備える。

[0023] 表示制御装置150は、例えばPC（パーソナルコンピュータ）で構成され、投影制御装置250に接続されている。表示制御装置150は、例えばCPUを備え、モニタ160に表示する画像を生成する画像処理等を行う。表示制御装置150は、本開示における画像生成部の一例である。また、表示制御装置150は、本開示における記憶部の一例である内部メモリ（ROM、RAMなど）を備える。

[0024] モニタ160は、例えば液晶ディスプレイ又は有機ELディスプレイで構成され、画像を表示する表示面を有する。モニタ160は、本開示における表示部の一例である。

[0025] マウス170は、表示制御装置150に対してユーザが操作を入力するために用いられる。マウス170は、本開示における調整部の一例である。手術支援システム100は、マウス170に代えて、又はこれに加えて、種々の調整部を含んでもよく、例えば、キーボード、タッチパッド、タッチパネル、ボタン、スイッチなどを含んでもよい。

[0026] 表示制御装置150の操作者140（ユーザ）は、例えば手術中に、カメラ210の撮像画像をモニタ160において確認することができる。また、操作者140は、投影画像の種々の設定（例えば蛍光の強度分布に対するしきい値）を調整することができる。

[0027] 1-3. 撮像照射装置の構成

撮像照射装置200の構成の詳細について、図2を用いて説明する。図2は、手術支援システムにおける撮像照射装置200の構成を示すブロック図である。撮像照射装置200は、励起光源230と、カメラ210と、ズームレンズ215と、光学フィルタ216と、プロジェクタ220と、テレコンバージョン（テレコン）レンズ221と、ダイクロイックミラー201と

、遮光部202とを備える。撮像照射装置200は、術野135等の被写体までの距離（高さ）が例えば1m等の位置に配置される。

[0028] 励起光源230は、光感受性物質を蛍光発光させるための励起光300を照射する光源装置である。本実施形態では、光感受性物質としてICGを用いることから、励起光源230は、ICGの励起波長を含む波長帯（例えば760～780nm近傍）を有する励起光300を照射する。励起光源230は、本実施形態における照明部の一例である。励起光源230は、投影制御装置250からの制御信号に従って、励起光300の照射のON/OFFを切り替える。なお、励起光源230は、撮像照射装置200とは別体で構成されてもよい。

[0029] カメラ210は、患者120の術野135などを含む被写体を撮像して撮像画像を生成する。カメラ210は、生成した撮像画像を示す画像データを投影制御装置250に伝送する。本実施形態では、カメラ210は、図2に示すように、IRセンサ211と、RGBセンサ212と、プリズム213とを備える。

[0030] IRセンサ211は、ICGの蛍光800nm～860nmの波長帯を含む赤外光（非可視光の一例）における撮像を行って、撮像画像として非可視光画像を生成する。IRセンサ211は、例えばCMOSイメージセンサ又はCCDイメージセンサなどで構成される。IRセンサ211は、赤外光以外の光を遮断するフィルタ等を含む。IRセンサ211は、本実施形態における非可視撮像部の一例である。

[0031] RGBセンサ212は、例えばRGBのカラーフィルタが画素毎に設けられたCMOSイメージセンサ又はCCDイメージセンサなどで構成される。RGBセンサ212は、可視光における撮像を行い、複数色（RGB）の可視光画像を生成する。RGBセンサ212は、本実施形態における可視撮像部の一例である。可視撮像部は、RGBセンサ212に限らず、例えば、モノクロのイメージセンサであってもよい。

[0032] プリズム213は、入射する光において、可視光成分を透過し、赤外光成

分を反射する。図2に示すように、プリズム213は、ズームレンズ215とRGBセンサ212との間に配置される。また、プリズム213の反射面側には、IRセンサ211が配置される。プリズム213は、カメラ210の内部に設けられる内部光学系の一例である。カメラ210の内部光学系はプリズム213に限らない。例えば、光路長の調整部材が、IRセンサ211及び／又はRGBセンサ212とプリズム213との間に配置されてもよい。

[0033] ズームレンズ215は、カメラ210に取り付けられ、外部からの光をカメラ210内部に集光する。ズームレンズ215は、カメラ210の画角（ズーム値）、被写界深度、及びフォーカス等を調整する。ズームレンズ215は、レンズ215aを含む各種レンズ素子、および絞り214を備える。絞り214は、例えば開口絞りである。絞り214は、開口度合いを示す絞り値（例えばF値）に応じて、ズームレンズ215が集光する光の光量を調整する。

[0034] ズームレンズ215によるズーム値、及び絞り214の絞り値（F値）等は、例えば外部から設定可能である。ズームレンズ215は、本実施形態における撮像光学系の一例である。撮像光学系は、ズームレンズ215に限らず、例えばカメラ210の内部光学系や外部の各種光学素子を含めてもよいし、カメラ210に内部光学系として組み込まれてもよい。

[0035] 光学フィルタ216は、例えば図2に示すように、ズームレンズ215の入射面に配置される。光学フィルタ216は、入射する光において、励起光の波長760～780nmを含む680～825nmの波長帯成分を遮断するバンドカットフィルタで構成される。

[0036] プロジェクタ220は、例えばDLP方式、3LCD方式又はLCOS方式などのプロジェクタである。プロジェクタ220は、投影制御装置250から入力される映像信号に基づく投影画像を可視光で投影するように、投影光315を出射する。プロジェクタ220は、本実施形態における投影部の一例である。プロジェクタ220は、例えば光源、画像形成部、及び内部光

学系などを備える。

- [0037] プロジェクタ220の光源は、例えばLD（半導体レーザ）又はLEDなどで構成される。プロジェクタ220の画像形成部は、DMD又はLCDなどの空間光変調素子を含み、空間光変調素子における画像形成面に、投影制御装置250からの映像信号に基づく画像を形成する。プロジェクタ220は、形成した画像に応じて光源からの光を空間変調して、投影光315を生成し、内部光学系から出射する。
- [0038] プロジェクタ220は、例えば台形補正およびレンズシフト機能などのプロジェクタ220特有の機能を実現する投影制御回路を有してもよい。また、上記の各機能は、投影制御装置250において実現されてもよい。また、プロジェクタ220は、レーザ走査式であってもよく、走査方向に駆動可能なMEMSミラー或いはガルバノミラーを備えて構成されてもよい。
- [0039] テレコンレンズ221は、プロジェクタ220の内部光学系に光学的に結合するように配置される。テレコンレンズ221は、プロジェクタ220の焦点距離を望遠側に延長する。テレコンレンズ221に加えて、又はこれに代えて、プロジェクタ220からダイクロイックミラー201までの光路に各種の光学素子が配置されてもよい。
- [0040] ダイクロイックミラー201は、光の波長帯に応じて選択的に入射する光を透過または反射する光学特性を有する導光部の一例である。例えば、ダイクロイックミラー201は、許容誤差の範囲内で赤外光の透過率を100%に設定され、反射率を0%に設定される。また、本実施形態において、ダイクロイックミラー201は、可視光の反射率よりも小さい範囲内で可視光を透過するように、可視光の反射率及び透過率を設定される。ダイクロイックミラー201の可視光の透過率は、5%以下が好ましく、例えば、ダイクロイックミラー201の可視光の反射率（以下「R1」とする）は99%であり、可視光の透過率（以下「T1」とする）は1%である。
- [0041] つまり、ダイクロイックミラー201により、RGBセンサ212が撮像できる可視光が5%以下となる。なお、5%以下にするためには、ダイクロ

イックミラー201のみではなく、撮像の光路上にある部材を組み合わせ実現してもよく、例えば、ダイクロイックミラー201の他に、光学フィルタ216、プリズム213等にフィルタを設けて、合わせて5%以下としてもよい。

[0042] ダイクロイックミラー201は、例えば5mm以下の厚さにおいて互いに対向する2つの主面を有する。図2に示すように、ダイクロイックミラー201は、プロジェクタ220側のテレコンレンズ221とカメラ210側のズームレンズ215とに各々の主面を向けるように、例えば筐体205の内部に固定される。筐体205には、プロジェクタ220に対する導光孔205aと、カメラ210に対する導光孔205bと、外部に対する導光孔205cとが設けられている。ダイクロイックミラー201において、プロジェクタ220側とは反対側の主面には、例えばAR（反射防止）コーティングが施されている（詳細は後述）。

[0043] 図2に示すように、ダイクロイックミラー201は、上記の光学特性により、ズームレンズ215等を介してカメラ210に向かう蛍光310等を透過する一方、プロジェクタ220から照射された投影光315の大半（半分以上）を反射する。反射された投影光320は、術野135上に照射される。本実施形態では、ダイクロイックミラー201は、術野135からの蛍光310などのカメラ210に入射する入射光の光軸と、術野135上に投影画像を投影する投影光320の光軸とが、光軸J1において一致するように導光する。これにより、カメラ210の撮像画像に基づく投影画像の位置ずれを低減することができる。

[0044] なお、本開示における光軸の一致には、適宜、許容誤差が設定されてもよい。例えば、角度が±5度の範囲内、或いは光軸の間隔が1cmの範囲内の許容誤差において、各光軸が一致してもよい。また、ダイクロイックミラー201の光学特性は、使用する光感受性物質の蛍光特性等に応じて適宜、設定可能である。

[0045] 遮光部202は、筐体205の内壁において、ダイクロイックミラー20

1を介してプロジェクタ220に対向する側の内壁に設けられる。遮光部202は、筐体205においてダイクロイックミラー201の近傍に、空間をあけて配置される。遮光部202は、迷光などからダイクロイックミラー201を遮光する。

[0046] 本実施形態において、遮光部202は、例えば可視光の反射率が3%以下（例えば0.5%）である黒色部材によって構成される。黒色部材は、例えば入射する光を吸収する光吸収膜、又は黒化処理皮膜などで構成される。遮光部202の黒色部材は、シート部材であってもよいし、塗料で構成されてもよい。

[0047] 2. 動作

以下、本実施形態にかかる手術支援システム100の動作について説明する。

[0048] 2-1. 投影動作について

手術支援システム100の基本的な投影動作について、図3, 4A, 4Bを用いて説明する。

[0049] 図3は、手術支援システム100における投影動作を説明するためのフローチャートである。図4Aは、通常モードによる投影動作を行う前の手術支援システム100における術野135の状態を示す。図4Bは、図4Aの術野135に対して投影動作を行った状態を示す。図3のフローチャートは、投影制御装置250によって実行される。

[0050] 図3のフローチャートにおいて、まず、投影制御装置250は、励起光源230を駆動して、図4Aに示すように、励起光300を術野135に照射する(S1)。励起光300の照射により、術野135における患部130が蛍光発光し、患部130からの蛍光310が撮像照射装置200に入射する。

[0051] 撮像照射装置200において、蛍光310は図2に示すように、ダイクロイックミラー201を透過し、カメラ210の光学フィルタ216を透過する。これにより、カメラ210は、IRセンサ211において蛍光310を

受光する。この際、励起光300の反射光305は、光学フィルタ216において遮断される。

[0052] 次に、投影制御装置250は、例えばカメラ210を制御して術野135を撮像させ、カメラ210から撮像画像を取得する(S2)。ステップS2で取得される撮像画像には、患部130が発した蛍光310の受光によって生成される蛍光像が含まれる。

[0053] 次に、投影制御装置250は、取得した撮像画像に基づく投影画像を生成するための画像処理を行う(S3)。投影制御装置250は、撮像画像中の蛍光像に対応する画像を生成し、映像信号としてプロジェクタ220に出力する。

[0054] ステップS3の画像処理において、投影制御装置250は、例えば、撮像画像における受光強度の分布に対して所定のしきい値に基づき二値化を行い、撮像画像中で蛍光像の領域と考えられる領域を特定する。次いで、投影制御装置250は、メモリ240に格納された種々のパラメータを参照し、特定した領域を含む画像に対してシフト、回転、及び拡大／縮小などの座標変換、並びに画像の歪み等の補正などを行う。これにより、撮像画像中の蛍光像に応じた特定の領域を表す画像が生成される。

[0055] 次に、投影制御装置250は、生成した映像信号に基づく投影画像を投影するように、プロジェクタ220を制御する(S4)。プロジェクタ220は、投影制御装置250の制御により、投影制御装置250からの映像信号に応じた投影画像を表す投影光315を生成して、テレコンレンズ221を介してダイクロイックミラー201に投影光315を出射する(図2参照)。

[0056] ダイクロイックミラー201は、図2に示すように、可視光である投影光315(の大半)を反射し、光軸J1に沿って投影光320を出射する。これにより、図4Bに示すように、撮像照射装置200は術野135に投影光320を照射し、投影画像G320が、術野135における患部130に投影される。投影画像G320は、例えば単色の画像である。

[0057] 以上の処理は、所定の周期（例えば1 / 60 ~ 1 / 30秒）で繰り返し実行される。

[0058] 以上の処理により、投影制御装置250が、カメラ210の撮像画像に基づき蛍光発光する患部130の領域を特定し、プロジェクタ220から可視光の投影画像G320が患部130に投影される。これにより、手術支援システム100において、目視では視認することが困難な患部130を可視化することができる。手術支援システム100により、医師等は患部130のリアルタイムの状態を視認することができる。

[0059] 以上の説明では、投影画像G320が単色の画像の例を説明した。投影制御装置250は、例えば複数のしきい値を用いて撮像画像中の蛍光像の領域を多段階で判定することにより、多階調の投影画像を生成してもよい。また、投影制御装置250は、撮像画像における受光強度の分布を連続的に再現するように、投影画像を生成してもよい。また、投影画像は、複数色あるいはフルカラーで生成されてもよい。

[0060] 2-2. 可視撮像機能について

本実施形態にかかる手術支援システム100は、上記のような投影画像を生成するための蛍光像の撮像（図3のS2）に加えて、可視光において術野等の画像を撮像する。手術支援システム100における可視撮像機能について、図5を用いて説明する。

[0061] 図5は、手術支援システム100における可視光の光路を説明するための図である。手術支援システム100の撮像照射装置200に入射する可視光330は、外光が術野等の被写体136上で反射した光や、投影光320の反射光などを含む。可視光330は、撮像照射装置200において、ダイクロミックミラー201に入射する。

[0062] 本実施形態のダイクロミックミラー201は、入射した可視光330の一部を透過し、光学フィルタ216を介してズームレンズ215に入射させる。本実施形態の光学フィルタ216は、入射した可視光330を所定の透過率で透過する。ズームレンズ215は、設定されたズーム値および絞り値に

応じて入射した可視光 330 の光束を調整して、カメラ 210 に入射させる。

[0063] カメラ 210 において、プリズム 213 は、入射した可視光 330 を透過する。RGB センサ 212 は、プリズム 213 を透過した可視光 330 を受光する。これにより、RGB センサ 212 は、被写体 136 等からの可視光 330 の画像を撮像する。カメラ 210 は、RGB センサ 212 の撮像結果の可視光画像を、例えば表示制御装置 150 及び／又は投影制御装置 250 等へ出力する（図 1 参照）。

[0064] また、プリズム 213 は、蛍光 310 等の赤外光が入射すると（図 2 参照）、入射した赤外光を反射して、IR センサ 211 に導光する。カメラ 210 によると、IR センサ 211 における非可視光画像と、RGB センサ 212 における可視光画像とを同時に撮像することができる。

[0065] 上記の可視撮像機能は、例えば手術中の術野の状態の表示や記録に利用される。例えば、表示制御装置 150（図 1）が、可視光画像をモニタ 160 に表示したり、メモリ 240 等に記録したりする。また、可視光画像に非可視光画像を重畳する画像処理等を行うことにより、手術支援システム 100 において多様な表示モードを設定可能である。また、可視撮像機能は、投影画像 G320（図 4 B）の位置ずれの補正にも利用可能である。例えば、投影制御装置 250 が、可視光画像に映った投影画像の位置のずれ量を計算し、計算したずれ量に応じて投影画像の補正処理を行う。

[0066] 本実施形態の手術支援システム 100 では、上記の可視撮像機能が、可視撮像の光軸が、蛍光像の撮像および投影画像の光軸 J1 と一致するように組み込まれている。これにより、上記の可視光画像を用いた画像処理や補正処理の精度を良くする等、各種用途に可視光画像を利用し易くすることができる。

[0067] ここで、以上のように可視撮像機能を手術支援システム 100 に組み込むと、当該機能を組み込んでいないシステムでは予期されない新たな課題が想定される。以下、可視撮像機能の追加による課題について説明する。

[0068] 本実施形態のダイクロイックミラー201では、可視光の透過率T1が、可視光の反射率R1よりも小さいものの、0%よりも大きい必要がある。このことから、ダイクロイックミラー201においては、プロジェクタ220からの投影光315の光漏れが生じ得る。このような光漏れに起因した迷光の光路の一例を図5に示す。

[0069] 図5に例示するように、プロジェクタ220からの投影光315は、ダイクロイックミラー201において被写体136側に反射される投影光320以外に、ダイクロイックミラー201を透過する迷光325を生じる。迷光325は、ダイクロイックミラー201から、プロジェクタ220とは反対側の筐体205の壁面に射出する。このような迷光325が、当該壁面において反射すると、プロジェクタ220とは反対側からダイクロイックミラー201に入射する。すると、ダイクロイックミラー201が入射した迷光325の少なくとも一部を反射し、迷光325がカメラ210に入射してしまう。

[0070] 以上のような迷光325によると、可視撮像の撮像精度を劣化させてしまうという課題が想定される。そこで、本実施形態では、筐体205内部で可視光330等の光路に干渉しない位置に、遮光部202を設けている。遮光部202によると、筐体205内部で反射する迷光325の総量を低減できる。また、遮光部202を黒色部材で構成することにより、可視光画像のコントラストを向上できる。

[0071] ここで、例えば遮光部202等の筐体205の内壁に塵埃が付着したり、傷跡があったりする場合、塵埃などにおける迷光325の反射像が可視光画像中に映り込むという可視撮像の精度劣化を生じることが考えられる。そこで、本実施形態では、迷光325の反射像を飛ばす程度にまで、ズームレンズ215の絞り214を開放させる。以下、本実施形態における絞り214の絞り値の設定について説明する。

[0072] 2-2-1. 絞り値の設定について

本実施形態の絞り214の絞り値の設定について、図6を用いて説明する

- 。
- [0073] 図6は、手術支援システム100の撮像照射装置200に入射する光の光学距離を説明するための図である。以下では説明の便宜上、ズームレンズ215の各種レンズ素子によるカメラ210の撮像光学系の詳細を図示する代わりに、当該光学系と光学的に等価なレンズ215aを用いる。
- [0074] 図6は、レンズ215aを用いて、手術支援システム100（図5）の被写体136近傍から、カメラ210の焦点近傍までの範囲を模式的に示している。図6では、レンズ215aを基準として、被写体距離aおよび遮光部距離bを示している。また、レンズ215aの有効径Dと、被写界深度dと、前方被写界深度cと、後方被写界深度eと、焦点距離fと、焦点深度 2σ と、許容錯乱円径 ε とを示している。
- [0075] 被写体距離aは、被写体136（図5）の位置を示す被写体位置P1からレンズ215aの主点P0までの光学距離である。本実施形態の手術支援システム100では、被写体136を被写界深度dの範囲内に配置して使用することを想定している。これに対応して、被写体位置P1は、被写界深度dの中でレンズ215aに最も近い近点P10と最も遠い遠点P11との間に位置する。
- [0076] 遮光部距離bは、遮光部202（図5）からレンズ215aの主点P0までの光学距離である。図6では、説明の便宜上、被写体距離aと同一直線上に、遮光部距離bを図示している。
- [0077] 前方被写界深度cは、被写界深度dの範囲内において、被写体位置P1から近点P10までの部分である。後方被写界深度eは、被写界深度dの範囲内において、被写体位置P1から遠点P11までの部分である。
- [0078] 手術支援システム100（図5）において、筐体205中の塵埃などの遮光部距離bにある物体にフォーカスが合わないようにするためには、被写界深度dの近点P10からレンズ215aの主点P0までの距離が、遮光部距離bよりも遠いことが必要である。つまり、次式（1）を満たすことが必要である。

$$a - c > b \quad \dots (1)$$

[0079] 本実施形態の手術支援システム100では、遮光部距離bにおいてフォーカスを外すだけでなく、遮光部距離bにおける反射像が、可視光画像に映り込まないようにする必要がある。つまり、上式(1)よりも被写界深度dの近点P10を十分に遠ざけることが必要になる。このことは、次式(2)のように表すことができる。

$$a - b > n \times c \quad \dots (2)$$

[0080] 上式(2)において、nは1以上の数であり、2以上であることが好ましい。n \geq 2のとき、被写界深度dの近点P10までの距離(a-c)と遮光部距離bとの間の距離差を、前方被写界深度cの長さ以上に確保することができる。

[0081] ここで、前方被写界深度cはF値の関数であることから、式(2)は、F値(絞り値)を用いて次式(3)のように表される。

$$F < f^2 \times (a - b) / [a \times \varepsilon \times \{ (n - 1) a + b \}] \quad \dots (3)$$

[0082] 上式(3)によると、F値の上限値が規定される。絞り214は、F値が上式(3)の右辺で規定される上限値よりも小さくなるように、開放度合いを設定される。また、絞り214のF値の下限値については、下記の観点から規定される。

[0083] すなわち、手術支援システム100における被写界深度dとしては、手術支援の用途に望ましい仕様値d₀を確保することが要求される。被写界深度dの仕様値d₀は、例えば5~50cmである。被写界深度dの仕様値d₀を確保する観点から、前方被写界深度cには次式(4)が課される。

$$c > d_0 / 2 \quad \dots (4)$$

[0084] 上式(4)は、上述の式(2)、(3)と同様に、次式(5)のようにF値の下限値を規定する。

$$F > f^2 \times d_0 / \{ a \times \varepsilon \times (2a - d) \} \quad \dots (5)$$

[0085] 例えば、手術支援システム100の実装として、被写体距離a=1300mm、遮光板距離b=300mm、被写界深度d(仕様値d₀)=130mm

、許容錯乱円径 $\varepsilon = 0.03 \text{ mm}$ 、焦点距離 $f = 25.5 \text{ mm}$ である場合が想定される。この場合、式(3)の右辺は10.4であり、式(5)の右辺は0.9であることから、絞り214のF値の範囲は、1.0~10.0と考えられる。絞り214のF値は、2.0近傍であることが好ましい。

[0086] 2-2-2. 多重像について

上述した可視撮像機能の組み込みによると、多重像の映り込みによって撮像精度が低下するという課題がある。この課題に対して、本実施形態に係る手術支援システム100では、ダイクロイックミラー201の構成により、多重像の映り込みを低減可能である。本実施形態の多重像に対する対策について、図7を用いて説明する。

[0087] 図7は、手術支援システム100における多重像を説明するための図である。以下では、図7に示すダイクロイックミラー201の2つの主面201a, 201bにおいて、より被写体136に近い側の主面201aを「表面」とし、遠い側の主面201bを「裏面」とする。

[0088] 本実施形態のダイクロイックミラー201は、表面201aが、カメラ210よりもプロジェクタ220近傍に位置し、裏面201bが、プロジェクタ220よりもカメラ210近傍に位置するように配置される(図5参照)。

[0089] 本実施形態では、可視撮像機能を実現するために、ダイクロイックミラー201における可視光の反射率R1と透過率T1との双方が0%よりも大きくなるように設定されている。このため、被写体136からの可視光が、ダイクロイックミラー201の内部反射により複数の光路に分岐して、多重像を生じ得る。図7では、二重像を生じ得る2つの光路331, 332を例示している。

[0090] 図7において、第1の光路331は、ダイクロイックミラー201を直線的に通過し、被写体136の本来の可視光像を形成する光路である。第2の光路332は、ダイクロイックミラー201内部で裏面201b及び表面201aにおいて反射して、ダイクロイックミラー201を通過する光路であ

る。第2の光路332は、第1の光路331による可視光像からずれた可視光像、即ち二重像を生じさせる。

[0091] 本実施形態では、第2の光路332等による多重像の映り込みを低減させるために、ダイクロイックミラー201の裏面201bにおける可視光の反射率R2が、ARコート等により、ダイクロイックミラー201本体の反射率（或いは表面201aの反射率）R1よりも小さく設定される。

[0092] 第1の光路331によると、被写体136からの可視光L0は、表面201a側から透過率T1でダイクロイックミラー201の内部に入射し、特に反射することなく、裏面201bを透過率T2で出射する。よって、第1の光路331を通った可視光L1は、次式（6）のように表される。

$$L1 = L0 \times T1 \times T2 \quad \dots (6)$$

[0093] 一方、第2の光路332によると、被写体136からの可視光L0は、表面201a側から透過率T1でダイクロイックミラー201の内部に入射すると、裏面201bにおいて反射率R2で反射する。裏面201bにおける反射光は、さらに表面201aにおいて反射率R1で反射して、裏面201bを透過率T2で出射する。よって、第2の光路332を通った可視光L2は、次式（7）のように表される。

$$L2 = L0 \times T1 \times R2 \times R1 \times T2 \quad \dots (7)$$

[0094] 上式（6）、（7）によると、第2の光路332による二重像の光量は、第1の光路331による本来の可視光像の光量よりも倍率R2×R1分、小さくなる。よって、ダイクロイックミラー201（本体）の可視光の反射率R1が95%以上であった場合でも、例えば裏面201bの反射率R2=1%とすることで、二重像の光量を、本来の可視光の光量の1%未満にまで低減することができる。

[0095] ダイクロイックミラー201の裏面201bの反射率R2は、5%以下であってもよい。また、多重像を回避する観点からは、ダイクロイックミラー201の厚さが薄いことが望ましい（例えば5mm以下）。また、以上のようなダイクロイックミラー201の構成によると、プロジェクタ220から

の投影光による多重像についても低減することができる。

[0096] 3. まとめ

以上のように、本実施形態の手術支援システム100における投影装置の一例の撮像照射装置200は、IRセンサ211と、プロジェクタ220と、RGBセンサ212と、ズームレンズ215と、ダイクロイックミラー201と、遮光部202とを備える。IRセンサ211は、非可視光における被写体136の非可視光画像を撮像する非可視撮像部の一例である。プロジェクタ220は、非可視光画像に基づく投影画像G320を可視光で被写体136に投影する投影部の一例である。RGBセンサ212は、可視光において投影画像G320が投影された被写体136を撮像する可視撮像部の一例である。ズームレンズ215は、IRセンサ211及びRGBセンサ212に集光する光量を調整する絞り214を備える撮像光学系の一例である。ダイクロイックミラー201は、ズームレンズ215に入射する光を導光すると共にプロジェクタ220から出射する光を導光する導光部の一例である。遮光部202は、ダイクロイックミラー201から空間をあけて配置される。ズームレンズ215の被写界深度の範囲内に被写体136が配置された状態において、被写界深度の近点P10からズームレンズ215までの光学距離 $(a-c)$ と、遮光部202からズームレンズ215までの光学距離 b との間の距離差が、被写体136の前方被写界深度 c よりも長くなるように、絞り214の絞り値が設定されている(式(2)参照)。

[0097] 以上の投影装置によると、非可視光の撮像画像に基づく可視光の投影画像を投影する際に、遮光部202近傍における塵埃などの反射像を飛ばして、可視光における撮像を精度良く行うことができる。

[0098] 本実施形態において、絞り214の絞り値は、上記の距離差が、特に被写体136の位置に依らず、ズームレンズ215の被写界深度 d よりも長くなるように設定されていてもよい。遮光部距離 b が被写界深度 d の長さ以上、被写界深度 d の近点P10から離れていることにより、塵埃などの反射像を十分に飛ばすことができる。

- [0099] また、本実施形態において、絞り 214 は、被写界深度 d が所定長さ（仕様値 d_0 ）以上となる範囲内で絞られている（開放されている）（式（4）参照）。これにより、手術支援システム 100 の扱い易さを確保しながら、可視光における撮像を精度良く行うことができる。
- [0100] また、本実施形態において、絞り 214 の絞り値は、ズームレンズ 215 の焦点距離 f と、被写界深度 d と、許容錯乱円径 ε と、被写界深度 d の範囲内に配置された被写体 136 とズームレンズ 215 間の光学距離 a と、遮光部 202 とズームレンズ 215 間の光学距離 b と、2 以上の数 n とに基づき、式（3）及び（5）を満たす F 値で規定されてもよい。これにより、手術支援システム 100 の扱い易さを確保しながら、可視光における撮像を精度良く行うことができる。
- [0101] また、本実施形態において、導光部は、可視光の反射率 R_1 よりも小さい範囲内で可視光を透過する透過率 T_1 を有するダイクロイックミラー 201 で構成される。ダイクロイックミラー 201 は、外部からの光を透過してズームレンズ 215 に導光すると共に、プロジェクタ 220 からの光を反射して外部に導光するように配置される。透過率 T_1 は、5%以下であってもよい。
- [0102] また、本実施形態において、ダイクロイックミラー 201 は、所定の厚さで対向する 2 つの主面 201 a, 201 b を有する。ダイクロイックミラー 201 は、2 つの主面 201 a, 201 b においてプロジェクタ 220 よりもズームレンズ 215 に近い側の主面 201 b は、可視光が当該主面 201 b において反射する反射率 R_2 が、他方の主面 201 a における反射率 R_1 よりも小さくなるように構成される。これにより、ダイクロイックミラー 201 における多重像を抑制して、可視撮像の精度を良くすることができる。可視光がダイクロイックミラー 201 におけるズームレンズ 215 に近い側の主面 201 b において反射する反射率は、5%以下であってもよい。
- [0103] また、本実施形態において、遮光部 202 は、可視光の反射率が 3%以下の黒色部材を含む。これにより、迷光 325 の総量を低減して、可視光画像

のコントラストを良くすることができる。

[0104] また、本実施形態における投影装置は、被写体136に非可視光の蛍光310を発光させる励起光300を照射する励起光源230をさらに備えてもよい。IRセンサ211は、非可視光画像として蛍光を発光した被写体の画像を撮像する。投影装置は、励起光300と同じ波長帯の光を遮断し、蛍光310と同じ波長帯の光および可視光を透過する光学フィルタ216をさらに備えてもよい。

[0105] (他の実施の形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、上記の実施の形態1で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。そこで、以下、他の実施の形態を例示する。

[0106] 上記の実施形態1では、導光部の一例としてダイクロミックミラー201について説明した。本開示における導光部はダイクロミックミラー201に限らず、例えば偏光プリズムであってもよい。この場合、適宜、位相板(1/4λ板)や偏光板を組み合わせてもよい。また、導光部は、赤外光等の非可視光を反射し、可視光を主に透過するダイクロミックミラーであってもよい。この場合、プロジェクタ220とカメラ210との相対位置が、図1の場合とは入れ替えられる。

[0107] また、上記の各実施形態では、非可視光の一例として赤外光を説明したが、非可視光は赤外光に限らず、紫外光であってもよい。また、非可視光は、必ずしも非可視領域の波長帯を有する光に限らず、例えば青色領域の励起光に基づき発光する赤色領域の微弱な蛍光などを含んでもよい。この際、投影画像及び可視撮像の対象とする可視光は、緑色光等であってもよい。

[0108] また、上記の各実施形態では、医療用途における投影装置の適用例を説明したが、本開示における表示システムはこれには限定されない。例えば、工

事現場や採掘現場、建築現場、材料を加工する工場など、目視では状態変化を確認できないような対象物に対して作業を行う必要がある場合、本開示における投影装置を適用することができる。

[0109] 具体的には、工事現場や採掘現場、建築現場、材料を加工する工場などにおける、目視では状態変化を確認できないような対象物に蛍光材料を塗布し、練りこみ、或いは流し込んで、カメラ210による撮像の対象としてもよい。

[0110] 以上のように、本開示における技術の例示として、実施の形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。

[0111] したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

[0112] また、上述の実施の形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において、種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

産業上の利用可能性

[0113] 本開示における投影装置は、医療用途、工事現場、採掘現場、建築現場、材料を加工する工場など、目視では状態変化を確認しづらいような被写体に対して作業を行う際に適用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 非可視光における被写体の非可視光画像を撮像する非可視撮像部と、
、
前記非可視光画像に基づく投影画像を可視光で前記被写体に投影する投影部と、
可視光において前記投影画像が投影された前記被写体を撮像する可視撮像部と、
前記非可視撮像部及び前記可視撮像部に集光する光量を調整する絞りを備える撮像光学系と、
前記撮像光学系に入射する光を導光すると共に前記投影部から出射する光を導光する導光部と、
前記導光部から空間をあけて配置された遮光部とを備え、
前記撮像光学系の被写界深度の範囲内に前記被写体が配置された状態において、前記被写界深度の近点から前記撮像光学系までの光学距離と、前記遮光部から前記撮像光学系までの光学距離との間の距離差が、前記被写体の前方被写界深度よりも長くなるように、前記絞りの絞り値が設定された
投影装置。
- [請求項2] 前記絞り値は、前記距離差が、前記撮像光学系の被写界深度よりも長くなるように設定された
請求項1に記載の投影装置。
- [請求項3] 前記絞りは、前記被写界深度が所定長さ以上となる範囲内で絞られている
請求項1に記載の投影装置。
- [請求項4] 前記絞り値は、前記撮像光学系の焦点距離 f と、被写界深度 d と、許容錯乱円径 ε と、前記被写界深度 d の範囲内に配置された被写体と前記撮像光学系間の光学距離 a と、前記遮光部と前記撮像光学系間の光学距離 b と、2以上の数 n とに基づき、式(1)及び(2)を満た

すF値で規定される

請求項1に記載の投影装置。

$$F < f^2 \times (a - b) / [a \times \varepsilon \times \{(n - 1) a + b\}] \quad (1)$$

$$F > f^2 \times d / \{a \times \varepsilon \times (2 a - d)\} \quad (2)$$

[請求項5] 前記導光部は、
可視光の反射率よりも小さい範囲内で可視光を透過する透過率を有するダイクロイックミラーで構成され、
外部からの光を透過して前記撮像光学系に導光すると共に、前記投影部からの光を反射して外部に導光するように配置される
請求項1～4のいずれか1項に記載の投影装置。

[請求項6] 前記透過率は、5%以下である
請求項5に記載の投影装置。

[請求項7] 前記導光部は、所定の厚さで対向する2つの主面を有し、
前記2つの主面において前記投影部よりも前記撮像光学系に近い側の主面は、可視光が当該主面において反射する反射率が、他方の主面における反射率よりも小さくなるように構成される
請求項5又は6に記載の投影装置。

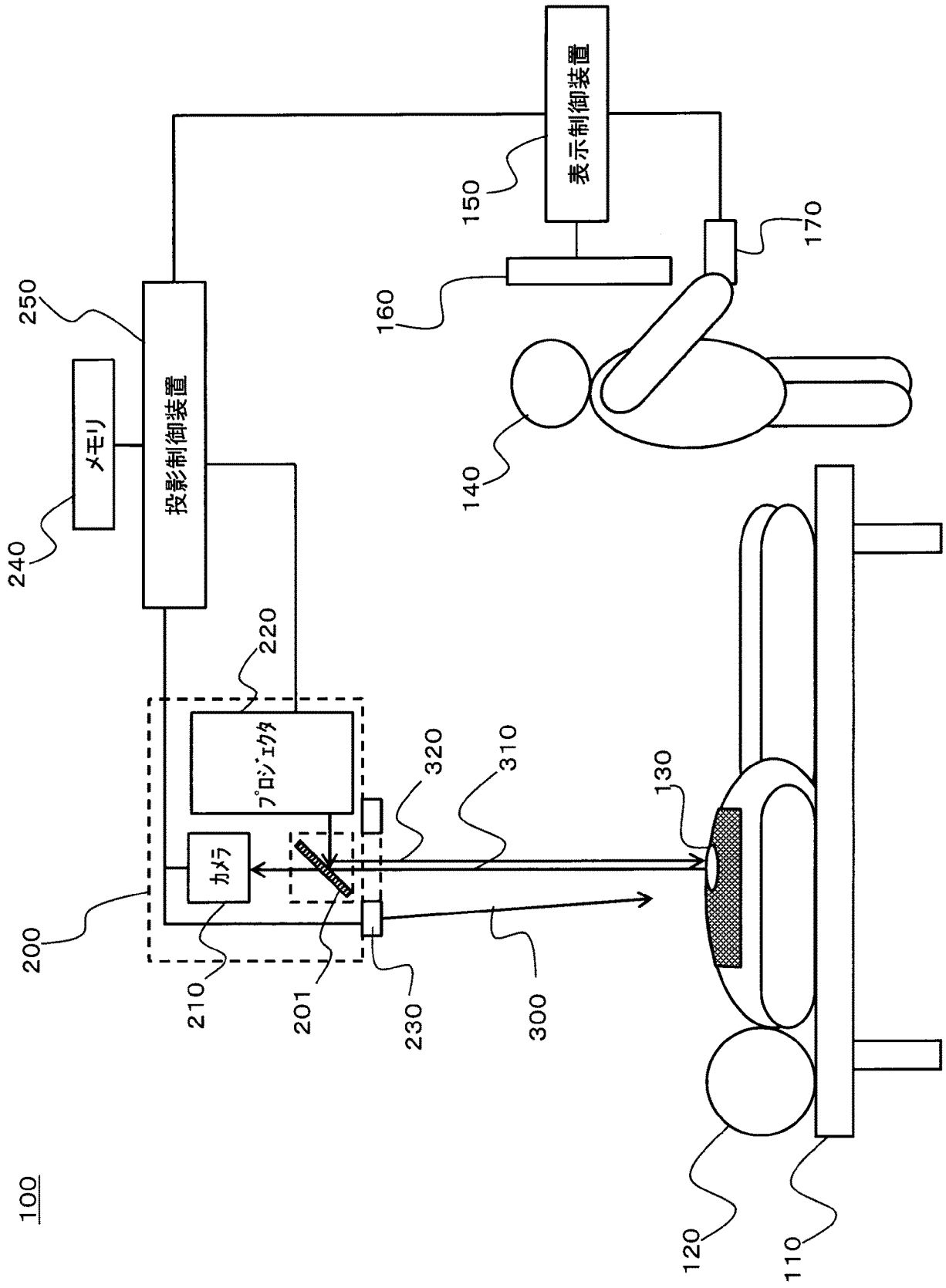
[請求項8] 可視光が前記導光部における前記撮像光学系に近い側の主面において反射する反射率は、5%以下である
請求項7に記載の投影装置。

[請求項9] 前記遮光部は、可視光の反射率が3%以下の黒色部材を含む
請求項1～8のいずれか1項に記載の投影装置。

[請求項10] 前記被写体に非可視光の蛍光を発光させる励起光を照射する励起光源をさらに備え、
前記非可視撮像部は、前記非可視光画像として前記蛍光を発光した被写体の画像を撮像する

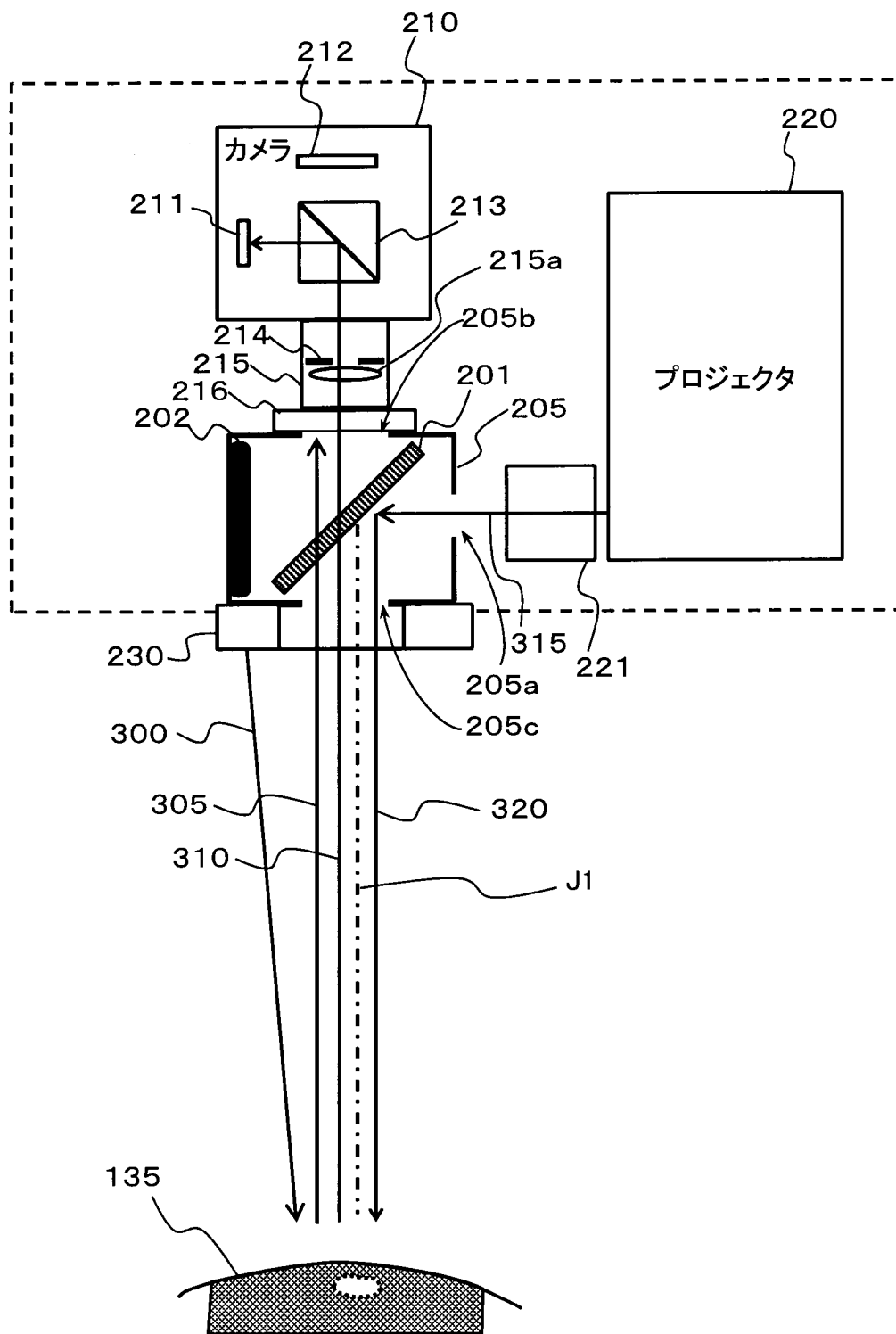
請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の投影装置。

[図1]

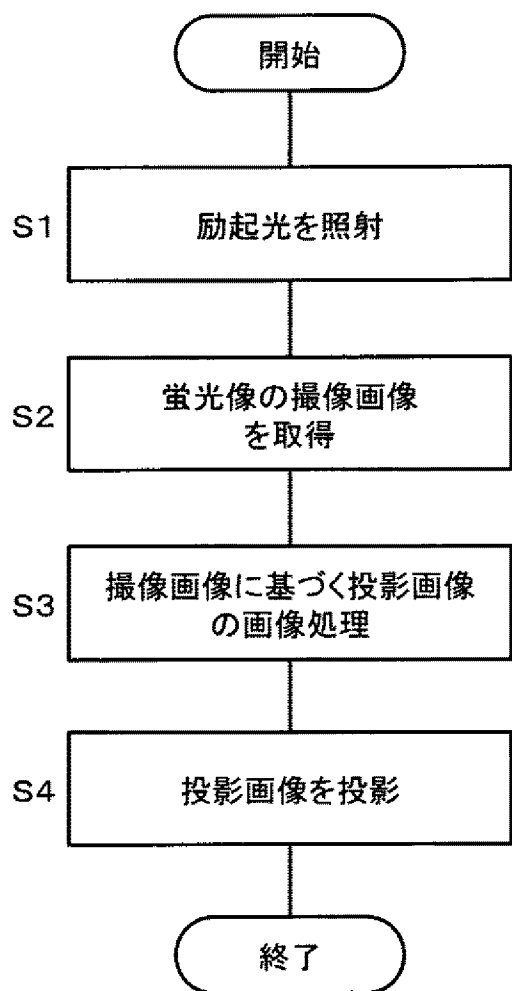


[図2]

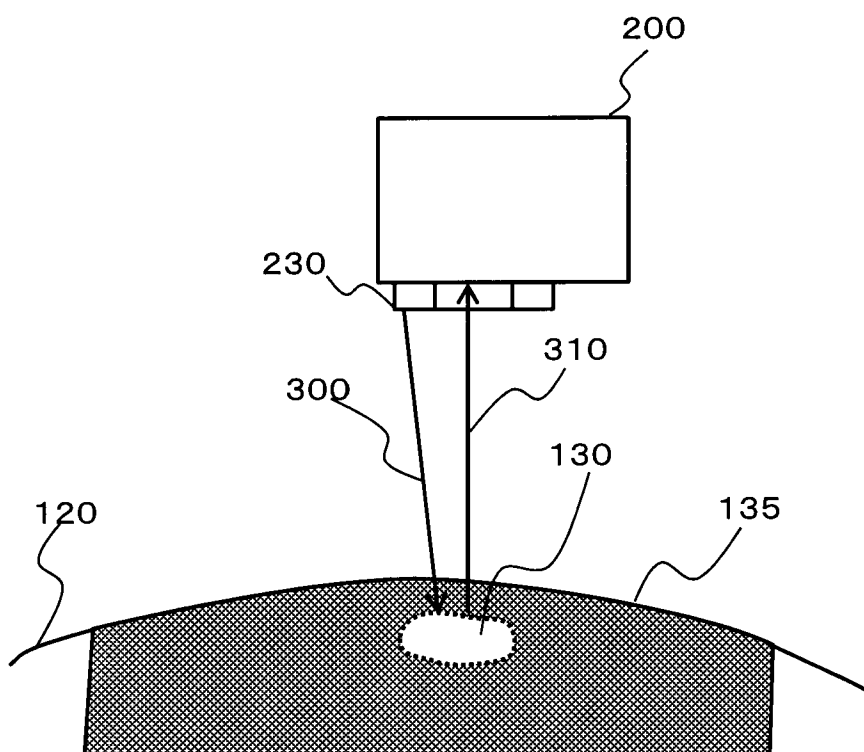
200



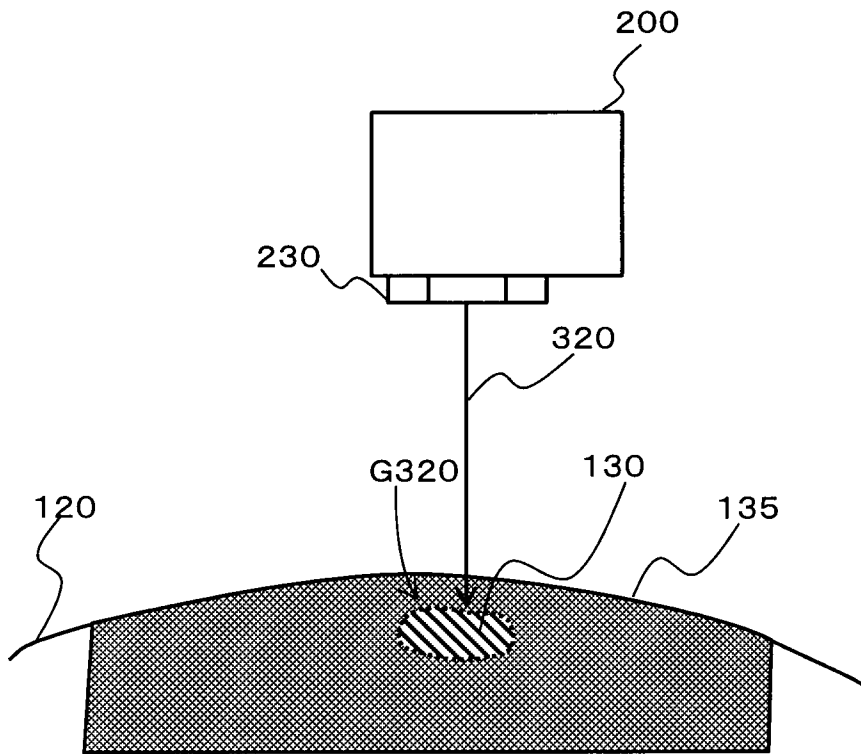
[図3]



[図4A]

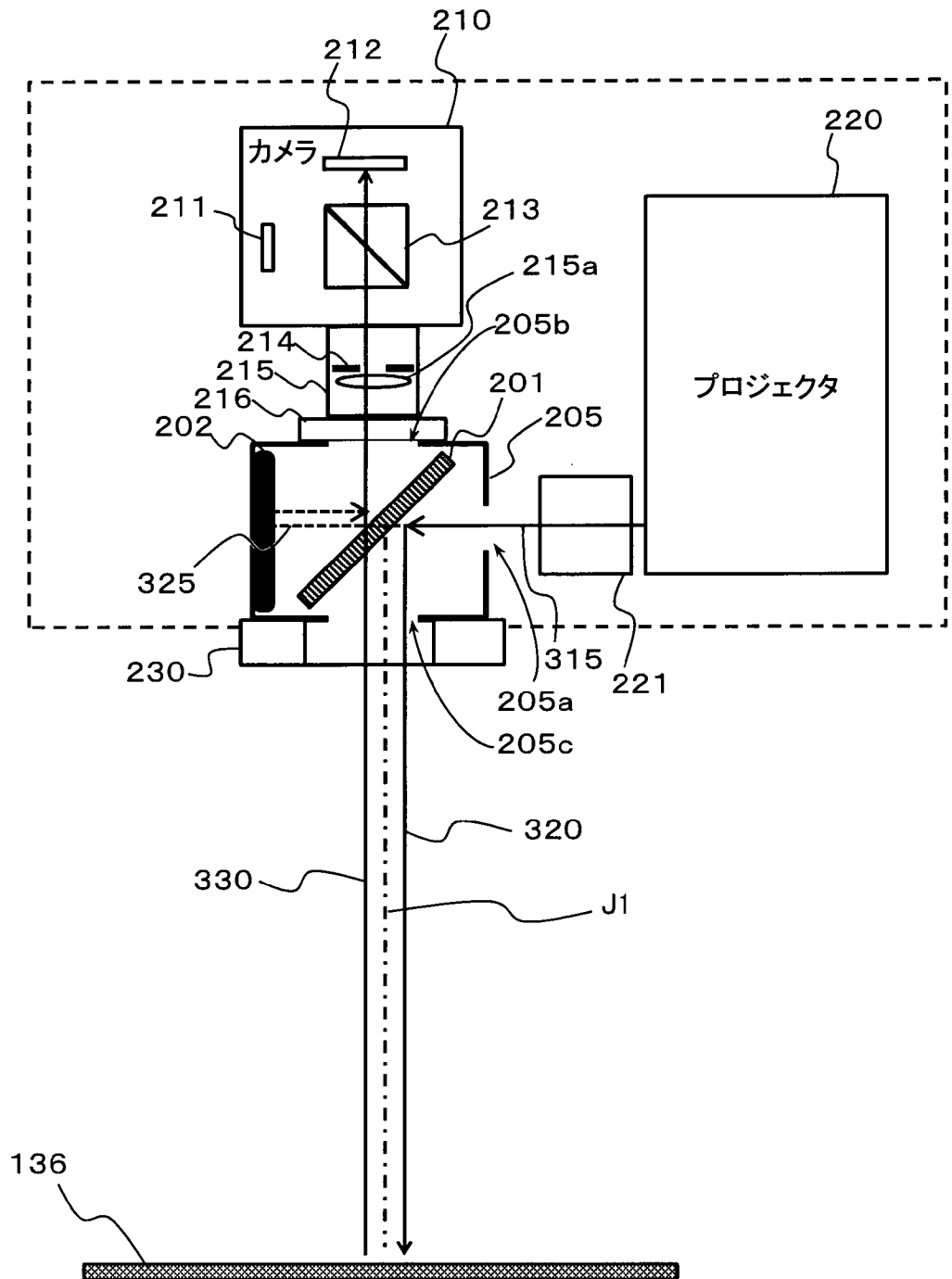


[図4B]



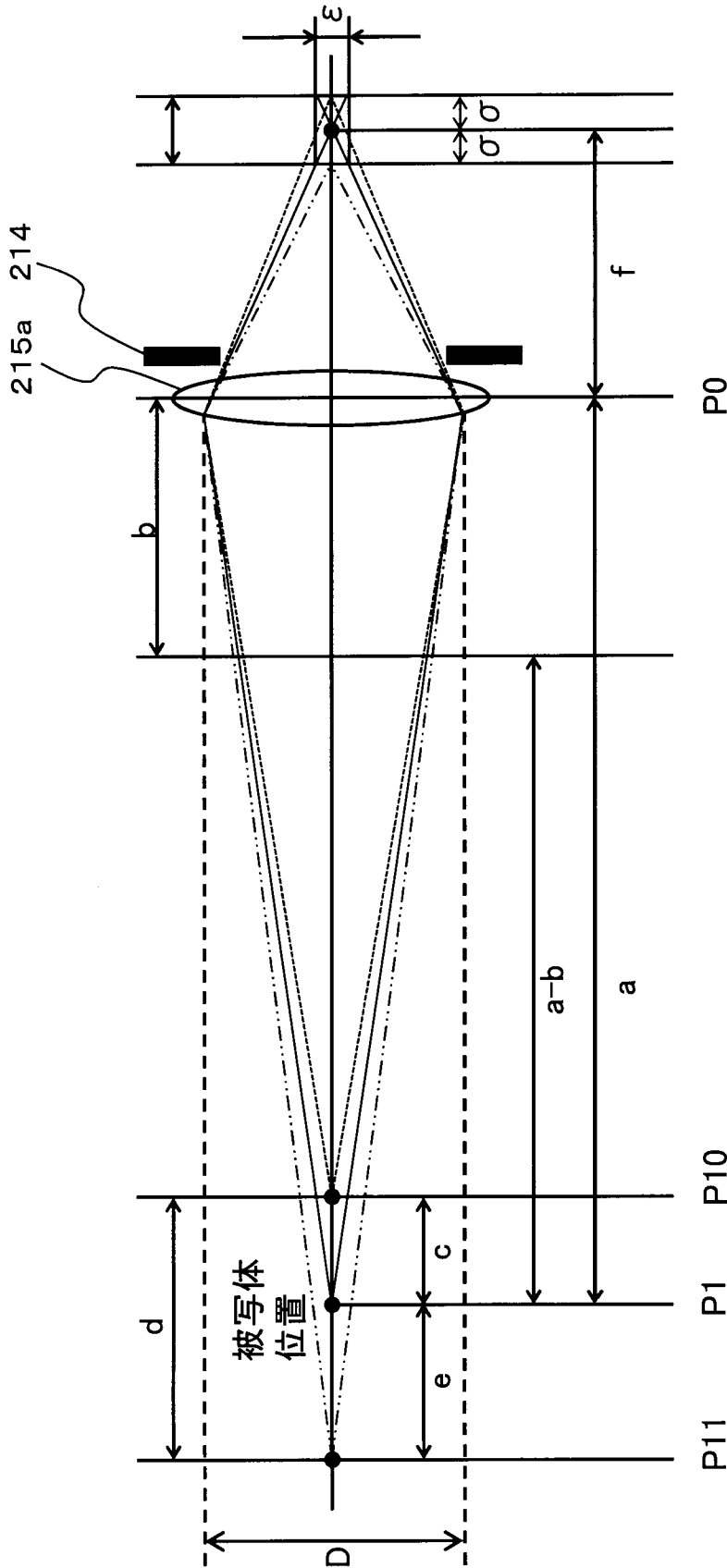
[図5]

200



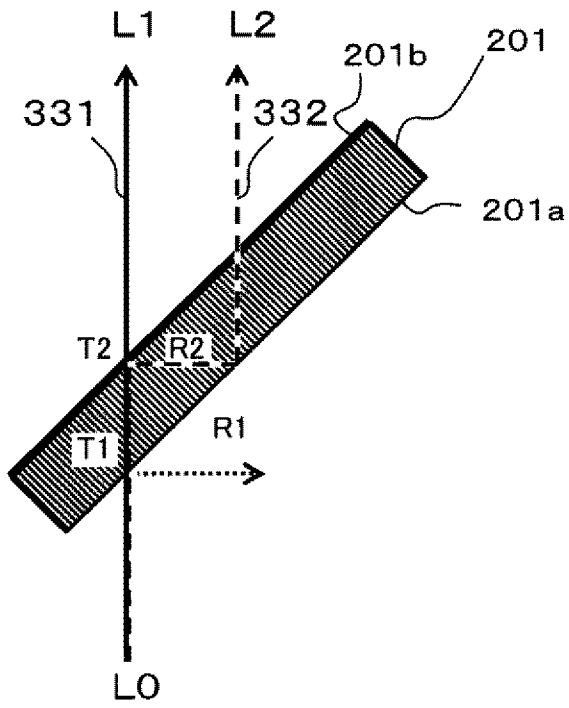
[図6]

200



$$\frac{f^2 \times d}{a \times \varepsilon \times (2a-d)} < F < \frac{f^2 \times (a-b)}{a \times \varepsilon \times \{a(n-1)+b\}}$$

[図7]



被写体136から

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/043036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B34/20 (2016.01) i, A61B90/30 (2016.01) i, G03B21/00 (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)

Int.Cl. A61B34/20, A61B90/30, G03B21/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/072047 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 21 May 2015, entire text, all drawings & US 2016/0252716 A1, entire text, all drawings & EP 3070932 A1	1-10
A	US 2008/0004533 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 03 January 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	WO 2017/043539 A1 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16 March 2017, entire text, all drawings & US 2018/0288404 A1, entire text, all drawings	1-10
A	JP 2012-18293 A (SEIKO EPSON CORP.) 26 January 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46803/1993 (Laid-open No. 14412/1995) (NIKON CORP.) 10 March 1995, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

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
11 January 2019 (11.01.2019)

Date of mailing of the international search report
22 January 2019 (22.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. A61B34/20(2016.01)i, A61B90/30(2016.01)i, G03B21/00(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. A61B34/20, A61B90/30, G03B21/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/072047 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社） 2015.05.21, 全文, 全図 & US 2016/0252716 A1, 全文, 全図 & EP 3070932 A1	1-10
A	US 2008/0004533 A1（GENERAL ELECTRIC COMPANY） 2008.01.03, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-10

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 11.01.2019	国際調査報告の発送日 22.01.2019
--------------------------	--------------------------

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） 吉川 直也 電話番号 03-3581-1101 内線 3386	31	7875
--	---	----	------

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 2017/043539 A1 (国立研究開発法人産業技術総合研究所) 2017.03.16, 全文, 全図 & US 2018/0288404 A1, 全文, 全図	1-10
A	JP 2012-18293 A (セイコーエプソン株式会社) 2012.01.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	日本国実用新案登録出願 5-46803 号(日本国実用新案登録出願公開 7-14412 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社ニコン) 1995.03.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10