

(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
2020年12月3日(03.12.2020)



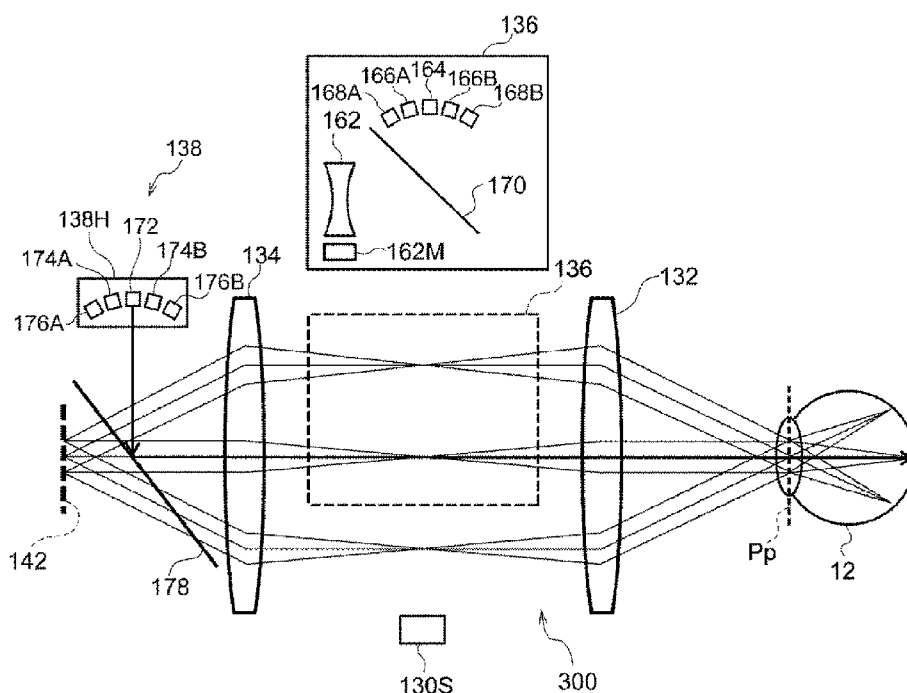
(10) 国際公開番号

WO 2020/241699 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 3/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020946
- (22) 国際出願日: 2020年5月27日(27.05.2020)
- (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 2019-102482 2019年5月31日(31.05.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 泰史 (NISHI, Yasufumi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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,

(54) Title: OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY DEVICE AND OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光干渉断層撮影装置及び光学モジュール



(57) Abstract: This optical coherence tomography device includes: a light source that generates light for optical coherence tomography; a light dividing means for dividing the light from the light source into reference light and measurement light; a scanning means for scanning the measurement light; an optical element that is disposed on an optical path of the measurement light and emits the measurement light scanned by the scanning means onto an eye under examination; an optical element drive means that moves the optical element in a plane intersecting an optical axis of the optical element;

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

a movement detection means that detects movement of the eye under examination; a drive control means that controls the optical element drive means on the basis of movement information of the eye under examination detected by the movement detection means; an interference light detection means that detects interference light which is obtained by combining the reference light and the light returning from the eye under examination; and an image generation means that forms a tomographic image of the eye under examination on the basis of a detection signal detected by the interference light detection means.

(57) 要約：光干渉断層撮影装置は、光干渉断層撮影のための光を発生する光源と、前記光源からの光を参照光と測定光とに分割する光分割手段と、前記測定光を走査するための走査手段と、前記測定光の光路に配置され、前記走査手段により走査された測定光を被検眼に出射する光学素子と、前記光学素子を、前記光学素子の光軸に交差する面内で移動させる光学素子駆動手段と、前記被検眼の動きを検出する動き検出手段と、前記動き検出手段により検出された前記被検眼の動き情報に基づいて、前記光学素子駆動手段を制御する駆動制御手段と、前記被検眼からの戻り光と、前記参照光との合成により得られる干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段により検出された検出信号に基づいて、前記被検眼の断層画像を形成する画像生成手段と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 光干渉断層撮影装置及び光学モジュール

技術分野

[0001] 本開示の技術は、光干渉断層画像撮影装置および光学モジュールに関する。

背景技術

[0002] 米国特許出願公開第2009/0149742号公報には、被検眼前眼部の断層画像の取得中に、角膜頂点と装置本体との位置関係を一定に保つように、装置本体を追従移動させるオートアイトラッキング手段を備える前眼部光干渉断層撮影装置が開示されている。

[0003] 装置本体を追従移動させるような大掛かりな構成でなく、より簡便な構成でアイ・トラッキングを実行できる光干渉断層撮影装置が要望されている。

発明の概要

[0004] 本開示の技術の第1の態様の光干渉断層撮影装置は、光干渉断層撮影のための光を発生する光源と、前記光源からの光を参照光と測定光とに分割する光分割手段と、前記測定光を走査するための走査手段と、前記測定光の光路に配置され、前記走査手段により走査された測定光を被検眼に出射する光学素子と、前記光学素子を、前記光学素子の光軸に交差する面内で移動させる光学素子駆動手段と、前記被検眼の動きを検出する動き検出手段と、前記動き検出手段により検出された前記被検眼の動き情報に基づいて、前記光学素子駆動手段を制御する駆動制御手段と、前記被検眼からの戻り光と、前記参照光との合成により得られる干渉光を検出する干渉光検出手段と、前記干渉光検出手段により検出された検出信号に基づいて、前記被検眼の断層画像を形成する画像生成手段と、を備えることを特徴とする。

[0005] 本開示の技術の第2の態様の光干渉断層撮影装置は、被検眼を経由した測定光と参照光との干渉光から断層画像を生成する光干渉断層撮影装置であって、前記被検眼の後眼部の断層画像を生成する後眼部観察モードと、前記被

検眼の前眼部の断層画像を生成する前眼部観察モードとを有し、前記後眼部観察モードまたは前記前眼部観察モードのいずれかに設定するモード選択手段と、前記モード選択手段が前記後眼部観察モードを選択した場合、前記測定光の前記後眼部での照射位置を前記被検眼の動きに追従させる第1アイ・トラッキング制御を実行し、前記モード選択手段が前記前眼部観察モードを選択した場合、前記測定光の前記前眼部での照射位置を前記被検眼の動きに追従させる第2アイ・トラッキング制御を実行するトラッキング実行手段と、を備えることを特徴とする。

[0006] 本開示の技術の第3の態様の光学モジュールは、被検眼を経由した測定光と参照光との干渉光から断層画像を取得する光干渉断層撮影装置に着脱可能な光学モジュールであって、前記測定光の光路に配置される光学素子と、前記光学素子を前記光学素子の光軸と交差する面内で移動させる光学素子駆動手段と、を備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1実施形態の眼科装置の概略構成図である。

[図2]第1実施形態の撮影光学系の概略構成図である。

[図3]前眼部観察用の光学モジュールが、対物レンズの光路に挿入されていない場合の撮影光学系の概略構成図である。

[図4]前眼部観察用の光学モジュールが、対物レンズの光路に挿入されている場合の撮影光学系の概略構成図である。

[図5]上図は、前眼部観察用の光学モジュールが第1レンズ群と第2レンズ群との間の光路に挿入されていない場合の第1レンズ群及び第2レンズ群の概略光学構成図であり、下図は、前眼部用のモジュールが第1レンズ群と第2レンズ群との間の光路に挿入されている場合の第1レンズ群及び第2レンズ群の概略光学構成図である。

[図6]光干渉断層画像生成処理のフローチャートである。

[図7]第2実施形態の撮影光学系の概略構成図である。

[図8]第3実施形態の撮影光学系の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本開示の技術の実施形態を詳細に説明する。

[0009] [第1実施形態]

[0010] 以下、本開示の技術の第1実施形態に係る眼科装置110について図面を参照して説明する。

[0011] 図1には、眼科装置110の概略構成が示されている。

[0012] 説明の便宜上、走査型レーザ検眼鏡 (Scanning Laser Ophthalmoscope) を「SLO」と称する。また、光干渉断層計 (Optical Coherence Tomography) を「OCT」と称する。

[0013] なお、眼科装置110が水平面に設置された場合の水平方向を「X方向」、水平面に対する垂直方向を「Y方向」、撮影光学系116Aの光軸方向を「Z方向」とする。従って、X方向、Y方向、およびZ方向は互いに垂直である。

[0014] 眼科装置110は、撮影装置14および制御装置16を含む。撮影装置14は、被検眼12の眼底12Aの画像を取得するSLOユニット18と、被検眼12の断層画像を取得するOCTユニット20とを備えている。以下、SLOユニット18により取得されたSLOデータに基づいて生成された眼底画像をSLO画像と称する。また、OCTユニット20により取得されたOCTデータに基づいて生成された断層画像をOCT画像と称する。なお、SLO画像は、二次元眼底画像と言及されることもある。また、OCT画像は、被検眼12の撮影部位に応じて、眼底断層画像、前眼部断層画像と言及されることもある。

眼科装置110は、本開示の技術の「光干渉断層撮影装置」の一例である。

[0015] 制御装置16は、CPU (Central Processing Unit (中央処理装置)) 16A、RAM (Random Access Memory) 16B、ROM (Read-Only memory) 16C

、および入出力（I/O）ポート16Dを有するコンピュータを備えている。

CPU16Aは、本開示の技術の「駆動制御手段」の一例である。

[0016] 制御装置16は、I/Oポート16Dを介してCPU16Aに接続された入力／表示装置16Eを備えている。入力／表示装置16Eは、被検眼12の画像を表示したり、ユーザから各種指示を受け付けたりするグラフィックユーザインターフェースを有する。入力／表示装置16Eは、タッチパネル・ディスプレイを用いることができる。

[0017] また、制御装置16は、I/Oポート16Dに接続された画像処理装置17を備えている。画像処理装置17は、撮影装置14によって得られたデータに基づき被検眼12の画像を生成する。

画像処理装置17は、本開示の技術の「画像生成手段」の一例である。

[0018] 上記のように、図1では、眼科装置110の制御装置16が入力／表示装置16Eを備えているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、眼科装置110の制御装置16は入力／表示装置16Eを備えず、眼科装置110とは物理的に独立した別個の入力／表示装置を備えるようにしてもよい。この場合、当該表示装置は、制御装置16のCPU16Aの制御下で動作する画像処理プロセッサユニットを備える。画像処理プロセッサユニットが、CPU16Aが出力指示した画像信号に基づいて、SLO画像等を表示するようにしてもよい。

[0019] 撮影装置14は、制御装置16の制御下で作動する。撮影装置14は、SLOユニット18、撮影光学系116A、およびOCTユニット20を含む。撮影光学系116Aは、CPU16Aの制御下で、撮影光学系駆動部116MによりX、Y、Z方向に移動される。撮影装置14と被検眼12とのアラインメント（位置合わせ）は、例えば、撮影装置14や、眼科装置110をX、Y、Z方向に移動させることにより、行われてもよい。

[0020] SLOシステムは、図1に示す制御装置16、SLOユニット18、および撮影光学系116Aによって実現される。

[0021] SLOユニット18は、複数の光源を備えている。例えば、図1に示されるように、SLOユニット18は、B光（青色光）の光源40、G光（緑色光）の光源42、R光（赤色光）の光源44、およびIR光（赤外線（例えば、近赤外光））の光源46を備える。各光源40、42、44、46から出射された光は、各光学部材48、50、52、54、56を介して同一光路に指向される。光学部材48、56は、ミラーであり、光学部材50、52、54は、ビームスプリッターである。B光は、光学部材48、50、54を経由して、撮影光学系116Aの光路に導かれる。G光は、光学部材50、54を経由して、撮影光学系116Aの光路に導かれる。R光は、光学部材52、54を経由して、撮影光学系116Aの光路に導かれる。IR光は、光学部材56、52を経由して、撮影光学系116Aの光路に導かれる。なお、光源40、42、44、46としては、LED光源や、レーザ光源を用いることができる。なお、以下には、レーザ光源を用いた例を説明する。光学部材48、56として、全反射ミラーを用いることができる。また、光学部材50、52、54として、ダイクロイックミラー、ハーフミラー等を用いることができる。

[0022] SLOユニット18は、G光、R光、B光およびIR光をそれぞれ個別に発する発光モードや、それら全てを同時にもしくは幾つかを同時に発する発光モードなど、各種発光モードを切り替え可能に構成されている。

図1に示す例では、B光（青色光）の光源40、G光の光源42、R光の光源44、およびIR光の光源46の4つの光源を備えるが、本開示の技術は、これに限定されない。例えば、SLOユニット18は、更に、白色光の光源を更に備えていてもよい。この場合、上記各種発光モードに加えて、白色光のみを発する発光モード等を設定してもよい。

[0023] SLOユニット18から撮影光学系116Aに入射されたレーザ光は、後述する走査部（120、142）によってX方向およびY方向に走査される。走査光は瞳孔27を経由して、被検眼12の後眼部（例えば、眼底12A）に照射される。眼底12Aにより反射された反射光は、撮影光学系116

Aを経由してSLOユニット18へ入射される。

[0024] 眼底12Aで反射された反射光は、SLOユニット18に設けられた光検出素子70、72、74、76で検出される。本実施形態では、複数の光源、すなわち、B光源40、G光源42、R光源44およびIR光源46に対応させて、SLOユニット18は、B光検出素子70、G光検出素子72、R光検出素子74およびIR光検出素子76を備える。B光検出素子70は、ビームスプリッタ64で反射されたB光を検出する。G光検出素子72は、ビームスプリッタ64を透過し、ビームスプリッタ58で反射されたG光を検出する。R光検出素子74は、ビームスプリッタ64、58を透過し、ビームスプリッタ60で反射されたR光を検出する。IR光検出素子76は、ビームスプリッタ64、58、60を透過し、ビームスプリッタ62で反射されたIR光を検出する。光検出素子70、72、74、76として、例えば、APD (avalanche photodiode: アバランシェ・フォトダイオード) が挙げられる。

[0025] 画像処理装置17は、CPU16Aの制御のもと、B光検出素子70、G光検出素子72、R光検出素子74、およびIR光検出素子76のそれぞれで検出された信号を用いて、各色に対応するSLO画像を生成する。各色に対応するSLO画像には、B光検出素子70で検出された信号を用いて生成されたB-SLO画像、G光検出素子72で検出された信号を用いて生成されたG-SLO画像、R光検出素子74で検出された信号を用いて生成されたR-SLO画像、及びIR光検出素子76で検出された信号を用いて生成されたIR-SLO画像である。また、B光源40、G光源42、R光源44が同時に発光する発光モードの場合、R光検出素子74、G光検出素子72、及びB光検出素子70で検出されたそれぞれの信号を用いて生成されたR-SLO画像、G-SLO画像およびB-SLO画像から、RGB-SLO画像を合成してもよい。また、G光源42、R光源44が同時に発光する発光モードの場合、R光検出素子74及びG光検出素子72で検出されたそれぞれの信号を用いて生成されたR-SLO画像およびG-SLO画像から

、R G－S L O画像を合成してもよい。第1実施形態では、S L O画像としてR G－S L O画像が用いられるが、これに限定されず、他のS L O画像を用いることができる。

ビームスプリッタ58、60、62、64として、ダイクロイックミラー、ハーフミラー等を用いることができる。

[0026] O C Tシステムは、図1に示す制御装置16、O C Tユニット20、および撮影光学系116Aによって実現される三次元画像取得装置である。O C Tユニット20は、光源20A、センサ（検出素子）20B、第1の光カプラ20C、参照光学系20D、コリメートレンズ20E、および第2の光カプラ20Fを含む。

[0027] 光源20Aは、光干渉断層撮影のための光を発生する。光源20Aとしては、例えば、スーパールミネセントダイオード（Super Luminescent Diode；SLD）を用いることができる。光源20Aは、広いスペクトル幅をもつ広帯域光源の低干渉性の光を発生する。光源20Aから射出された光は、第1の光カプラ20Cで分割される。分割された一方の光は、測定光として、コリメートレンズ20Eで平行光にされた後、撮影光学系116Aに入射される。測定光は、後述する走査部（148、142）によってX方向およびY方向に走査される。走査光は、被検眼の前眼部や、瞳孔27を経由して後眼部に照射される。前眼部又は後眼部で反射された測定光は、撮影光学系116Aを経由してO C Tユニット20へ入射され、コリメートレンズ20Eおよび第1の光カプラ20Cを介して、第2の光カプラ20Fに入射する。なお、本実施形態では、光源20AとしてSLDを用いるS D－O C Tが例示されているが、これに限定されず、SLDに替えて波長掃引光源を用いるS S－O C Tが採用されてもよい。

第1の光カプラ20Cは、本開示の技術の「光分割手段」の一例である。走査部（148、142）は、本開示の技術の「走査手段」の一例である。

[0028] 光源20Aから射出され、第1の光カプラ20Cで分割された他方の光は、参照光として、参照光学系20Dへ入射され、参照光学系20Dを経由し

て、第2の光カプラ20Fに入射する。

[0029] 被検眼12で反射および散乱された測定光（戻り光）と、参照光とは、第2の光カプラ20Fで合成されて干渉光が生成される。干渉光はセンサ20Bで検出される。画像処理装置17は、センサ20Bからの検出信号（OCTデータ）に基づいて、断層画像を生成する。

センサ20Bは、本開示の技術の「干渉光検出手段」の一例である。

[0030] 第1実施形態では、OCTシステムは、被検眼12の前眼部又は後眼部の断層画像を生成する。

[0031] 被検眼12の前眼部は、前眼セグメントとして、例えば、角膜、虹彩、隅角、水晶体、毛様体、および硝子体の一部を含む部分である。被検眼12の後眼部は、後眼セグメントとして、例えば、硝子体の残りの一部、網膜、脈絡膜、及び強膜を含む部分である。なお、前眼部に属する硝子体は、硝子体の内、水晶体の最も眼球中心に近い点を通るX-Y平面を境界として、角膜側の部分であり、後眼部に属する硝子体は、硝子体の内、前眼部に属する硝子体以外の部分である。

OCTシステムは、被検眼12の前眼部が撮影対象部位である場合、例えば、角膜の断層画像を生成する。また、被検眼12の後眼部が撮影対象部位である場合、OCTシステムは、例えば、網膜の断層画像を生成する。

[0032] 図2には、撮影光学系116Aの概略構成が示されている。撮影光学系116Aは、被検眼12側から順に配置された対物レンズ130、ビームスプリッタ178、水平走査部142、リレーレンズ装置140、ビームスプリッタ147、垂直走査部120、148、フォーカス調整装置150、及びコリメータレンズ156を備えている。

ビームスプリッタ178、147として、例えば、ダイクロイックミラー、ハーフミラー等を用いることができる。

[0033] 水平走査部142は、リレーレンズ装置140を介して入射したSLOのレーザ光およびOCTの測定光を水平方向に走査する光学スキャナである。本実施形態では、水平走査部142は、SLO光学系およびOCT光学系と

で共用されているが、この限りでない。S L O光学系およびO C T光学系のそれぞれに水平走査部を設けてもよい。

- [0034] コリメータレンズ156は、O C Tユニット20から出射した光が進むファイバの端部158から出射される測定光を平行光にする。
- [0035] フォーカス調整装置150は、複数のレンズ152、154を備える。被検眼12における撮影部位に応じて、複数のレンズ152、154のそれぞれを、適宜光軸方向に移動させることにより、被検眼12における測定光のフォーカス位置を調整する。なお、図示しないが、フォーカス検出装置を備える場合には、焦点検出の状態に応じてフォーカス調整装置にてレンズ152、154を駆動して、自動的に焦点合わせをおこなうようにして、オートフォーカス装置を実現することが可能である。
- [0036] 垂直走査部148は、フォーカス調整装置150を介して入射した測定光を垂直方向に走査する光学スキャナである。
- [0037] 垂直走査部120は、S L Oユニット18から入射したレーザ光を垂直方向に走査する光学スキャナである。
- [0038] リレーレンズ装置140は、複数の正のパワーを有するレンズ144、146を備える。複数のレンズ144、146により、垂直走査部120、148の位置と水平走査部142の位置とが共役になるように、リレーレンズ装置140が構成されている。より具体的には、両走査部の角度走査の中心位置が共役になるように、リレーレンズ装置140が構成されている。
- [0039] ビームスプリッタ147は、リレーレンズ装置140と垂直走査部148との間に、配置されている。ビームスプリッタ147は、S L O光学系とO C T光学系とを合成する光学部材であって、S L Oユニット18から出射されたS L O光をリレーレンズ装置140に向けて反射するとともに、O C Tユニット20から出射された測定光をリレーレンズ装置140に向けて透過する。O C Tユニット20から出射された測定光は、垂直走査部148および水平走査部142によって二次元走査される。また、S L Oユニット18から出射された光は、S L O光学系を構成する垂直走査部120および水平

走査部 142 により二次元走査される。

垂直走査部 120 の走査速度は、本実施形態では、垂直走査部 148 の走査速度より、例えば、複数倍早い。よって、OCT ユニット 20 から出射された測定光が垂直走査部 148 により 1 回垂直走査される間に、SLO ユニット 18 から出射された光が垂直走査部 120 により複数回垂直走査される。

[0040] 二次元走査された OCT 測定光および SLO レーザ光はそれぞれ、共通光学系を構成する対物レンズ 130 を介して被検眼 12 へ入射される。被検眼 12 で反射された SLO レーザ光は、対物レンズ 130、水平走査部 142、リレーレンズ装置 140、ビームスプリッタ 147 および垂直走査部 120 を経由して、SLO ユニット 18 に入射される。また、被検眼 12 を経由した OCT 測定光は、対物レンズ 130、水平走査部 142、リレーレンズ装置 140、ビームスプリッタ 147、垂直走査部 148、フォーカス調整装置 150、およびコリメータレンズ 156 を経由して、OCT ユニット 20 へ入射される。

[0041] 水平走査部 142 及び垂直走査部 120、148 としては、例えば、レゾナントスキャナ、ガルバノミラー、ポリゴンミラー、回転ミラー、ダボプリズム、ダブルダボプリズム、ローテーションプリズム、MEMS ミラースキャナー、音響光学素子 (AOM) 等が好適に用いられる。本実施形態では、垂直走査部 148 としてガルバノミラーが、また、垂直走査部 120 としてポリゴンミラーが用いられている。なお、ポリゴンミラーや、ガルバノミラーなどの光学スキャナに替えて、MEMS ミラースキャナーなどの二次元光学スキャナを用いる場合には、入射光をその反射素子で二次元的に角度走査することが可能であるため、リレーレンズ装置 140 を無くしてもよい。

[0042] 対物レンズ 130 は、水平走査部 142 側から順に、第 1 レンズ群 134 と第 2 レンズ群 132 とを備え、少なくとも第 2 レンズ群 132 は全体として正のパワーを有する正レンズ群である。第 1 実施形態では、第 1 レンズ群 134 も全体として正のパワーを有する正レンズ群である。第 1 レンズ群 1

3 4 及び第2レンズ群1 3 2の各々は、少なくとも1つの正レンズを備える。第1レンズ群1 3 4 及び第2レンズ群1 3 2の各々が複数のレンズを備える場合、第1レンズ群1 3 4 及び第2レンズ群1 3 2の各々は全体として正のパワーを有すれば、負レンズを含んでいてもよい。

[0043] 対物レンズ1 3 0を構成する第1レンズ群1 3 4と第2レンズ群1 3 2とは、対物レンズにおけるレンズ面間の光軸上での最大空気間隔によって隔てられている。なお、第1レンズ群1 3 4と第2レンズ群1 3 2との間の位置に、パワーを有しないガラス板があったとしても、当該ガラス板は、第1レンズ群1 3 4 及び第2レンズ群1 3 2の何れかに属するレンズとしては考慮されず、第1レンズ群1 3 4と第2レンズ群1 3 2とは、最大空気間隔によって隔てられるとされる。

[0044] 撮影光学系1 1 6 Aは、対物レンズ1 3 0の光路中に挿脱可能な光学モジュールとして、前眼部観察用の光学モジュール1 3 6と、光学モジュール1 3 6の挿脱状態を検知するセンサ1 3 0 Sとを備えている。第1実施形態では、後に詳述する通り、光学モジュール1 3 6が対物レンズ1 3 0の光路中に配置されない場合、観察光学系として、後眼部観察光学系3 0 0（図3も参照）が構成され、眼科装置1 1 0はそれにより被検眼1 2の後眼部の画像を取得する。一方、光学モジュール1 3 6が対物レンズ1 3 0の光路中に挿入された場合、観察光学系として、前眼部観察光学系4 0 0（図4も参照）が構成され、眼科装置1 1 0はそれにより被検眼1 2の前眼部の画像を取得する。第1実施形態では、後に詳述する通り、光学モジュール1 3 6は、オペレータ（例えば、眼科医）によりマニュアルまたは自動で観察光学系の光路に挿脱される。光学モジュール1 3 6は、図示しないレール上を移動し、あるいは、ターレットの回転移動により、第1レンズ群1 3 4と第2レンズ群1 3 2との間の光路中に挿入され、または光路中から抜去される。前眼部観察用の光学モジュール1 3 6の挿脱状態を検知するセンサ1 3 0 Sは、光学モジュール1 3 6が撮影光学系に挿入されたこと、または、そこから取り外されたこと、のいずれかを検出するセンサであってもよいし、両方を検出

できるセンサであってもよい。

センサ 130S は、本開示の技術の「挿入検知手段」の一例である。

[0045] 以下、本実施形態において、前眼部観察用の光学モジュール 136 が撮影光学系の光路中に配置されていない状態で被検眼 12 を観察する場合を、後眼部観察モード（第 1 モード）と称する。また、光学モジュール 136 が撮影光学系の光路中に配置された状態で被検眼 12 を観察する場合を、前眼部観察モード（第 2 モード）と称する。

[0046] 撮影光学系 116A は、図 2 に示されるように、前眼部観察用の光学モジュール 136 と異なる光学モジュール 138 をさらに備える。光学モジュール 138 は、主に、後眼部観察モードで使用されるため、以下、後眼部観察用の光学モジュール 138 と称する。後眼部観察用の光学モジュール 138 はビームスプリッタ 178 を備えている。ビームスプリッタ 178 は、対物レンズ 130 と水平走査部 142 との間、より具体的には、第 1 レンズ群 134 と水平走査部 142 との間の光路中に配置される。

[0047] 次に、図 3 及び図 4 を参照して、後眼部観察モードおよび前眼部観察モードにおける各々の撮影光学系 116A の構成を説明する。図 3 は、後眼部観察モードにおける後眼部観察光学系 300 を示している。前眼部観察用の光学モジュール 136 は、対物レンズ 130 の光路から抜去されている。図 4 は、前眼部観察モードにおける前眼部観察光学系 400 を示している。前眼部観察用の光学モジュール 136 は、対物レンズ 130 の光路、具体的には水平走査部 142 側の第 1 レンズ群 134 と被検眼側の第 2 レンズ群 132 との間の光路中に挿入されている。後眼部観察光学系 300（図 3）において、水平走査部 142 に代表される走査面から供給される平行光束の 3 つの角度の平行光束が、2 つの正レンズ群（第 1 レンズ群 134 及び第 2 レンズ群 132）を通して被検眼 12 の眼底 12A で集光される光線の様子が示されている。また、前眼部観察光学系 400（図 4）において、水平走査部 142 から共有される同じく 3 つの角度の平行光束が 2 つの正レンズ群（第 1 レンズ群 134 及び第 2 レンズ群 132）と、その間に挿入された光学素子

(詳細には後述する負レンズ162)とにより、被検眼12の角膜に集光される光線が示されている。

[0048] 後眼部観察光学系300では、図2に示されるように、垂直走査部120、148及び水平走査部142は、被検眼12の瞳孔位置Ppに共役となるように、配置される。SLO光学系において、垂直走査部120および水平走査部142により走査されるSLOレーザ光は、対物レンズ130を經由して、被検眼12の瞳孔位置Ppを中心として2次元的に角度走査される。その結果、SLOレーザ光の集光点が、眼底12Aにおいて2次元走査される。また、OCT光学系においても同様に、垂直走査部148および水平走査部142により走査される測定光は、対物レンズ130を經由して、被検眼12の瞳孔位置Ppを中心として二次元的に角度走査される。その結果、測定光の集光点が、眼底12Aにおいて二次元走査される。後眼部観察光学系300を用いて画像取得する後眼部観察モードでは、SLOユニット18により眼底二次元画像が、OCTユニット20により眼底断層画像がそれぞれ取得される。後述するように、OCTユニット20による眼底断層画像の取得期間、SLOユニット18は眼底二次元画像を継続して逐次取得する。逐次取得される複数のSLO画像は、OCT撮影時のアイ・トラッキング用の画像として利用される。

[0049] 前眼部観察光学系400では、図4に示されるように、前眼部観察用の光学モジュール136が、対物レンズ130の光路中、具体的には、対物レンズ130を構成する正屈折力の第1レンズ群134と正屈折力の第2レンズ群132との間の光路中に挿入されている。光学モジュール136は、その内部にレンズ等の光学素子を有する。本実施形態では、光学素子は、切換レンズとしての負のパワーを有するレンズ162である。負レンズ162が対物レンズ130の光軸上に配置されると、負レンズ162は、後眼部観察光学系300を前眼部観察光学系400へ切り換えるための切換えレンズとして作用する。以下では、レンズ162を、負レンズ162と称したり切換レンズ162と称したりする。負レンズ162が対物レンズ130の光路に挿

入された場合、水平走査部 142 の走査位置と被検眼 12 の瞳孔位置 P p とは共役にならず、水平走査部 142 の走査位置からの平行光は前眼部に集光される。負レンズ 162 を通過する光束の径は、第 1 レンズ群 134 及び第 2 レンズ群 132 の各々を通過する光束径よりも小さい。よって、負レンズ 162 の有効径は対物レンズ 130 を構成するレンズ群の有効径に比べて小さい。負レンズ 162 は、第 1 レンズ群 134 および第 2 レンズ群 132 に比べて小型である。そのため、光学モジュール 136 を小型に構成できる。なお、光学素子としては、負レンズ 162 に限定されず、負レンズ 162 に代えて、例えば、フレネルレンズ、DOE (D i f f r a c t i v e O p t i c a l E l e m e n t) 等の光学部材が用いられてもよい。

[0050] 次に、前眼部観察用の光学モジュール 136 の構成および機能を詳説する。図 3 に示すように、光学モジュール 136 は、上述した切換レンズ 162 のほか、切換レンズ駆動部 162 M、ビームスプリッタ 170、固視灯 164、カメラ 166 A、166 B、及び照明装置 168 A、168 B を備えている。光学素子駆動部としての切換レンズ駆動部 162 M は、CPU 16 A の制御下で、対物レンズ 130 の光軸に交差する面内、例えば、光軸に直交する平面内で、切換レンズ 162 を微小に移動させる。固視灯 164 は可視光を発生し、被検眼 12 の視線を誘導かつ固定するために使用される。照明装置 168 A、168 B は赤外光源であり、被検眼 12 の前眼部を照明するために使用される。赤外光源は、例えば、OCT ユニット 20 から出射される測定光の波長よりも長波長もしくは短波長の赤外光を発する。カメラ 166 A、166 B は、被検眼 12 の前眼部で反射された赤外光の反射光を受光して、前眼部、例えば、角膜反射光像を生成する。ビームスプリッタ 170 は、OCT 測定光を透過するとともに、固視灯 164 から出射された可視光および照明装置 168 A、168 B から出射された赤外光を反射する。ビームスプリッタ 170 により反射された可視光および赤外光は、対物レンズ 130 の第 2 レンズ群 132 を経由して被検眼 12 へ指向される。前眼部で反射された赤外光は、ビームスプリッタ 170 で反射されてカメラ 166 A、

166Bで検出される。なお、カメラ166A、166Bは、好適には、CCDエリアセンサやCMOSエリアセンサなどの受光素子を備え、時系列に複数の被検眼12の反射光像を、例えば、動画として出力するよう制御される。カメラ166A、166Bのそれぞれは、被検眼12の前眼部を異なる方向から撮影する。CPU16Aは、カメラ166A、166Bのそれぞれから得られた前眼部の画像（例えば、角膜反射光像）を処理して、被検眼12の前眼部や瞳孔の位置を計算する。算出された前眼部や瞳孔の位置情報は、前眼部のOCT撮影の開始前に、被検眼12と眼科装置110との位置合わせに利用される。

カメラ166A、166Bは、本開示の技術の「受光素子」の一例である。照明装置168A、168B、カメラ166A、166B、およびCPU16Aは、本開示の技術の「動き検出手段」の一例である。

[0051] CPU16Aで算出された前眼部や瞳孔の位置情報、すなわち、被検眼12の動きに関する情報は、前眼部の断層画像の取得期間、アイ・トラッキングを実行するための情報として使用される。前眼部観察モードでは、アイ・トラッキングは、CPU16Aが算出した前眼部や瞳孔の位置情報に基づき、切換レンズ162の位置を切換レンズ駆動部162Mが変化させることにより、実現される。OCTの測定光は、図4に示されるように、切換レンズ162を通して被検眼12の前眼部に照射される。切換レンズ駆動部162Mは、切換レンズ162を対物レンズ130の光軸に交差する面内で移動させることによって、測定光の前眼部における照射位置を変更する。CPU16Aは、リアルタイムで算出した前眼部や瞳孔の位置情報に基づいて、切換レンズ駆動部162Mを制御して切換レンズ162を動かす。その結果、CPU16Aは、被検眼12の動きに合わせて、被検眼12の前眼部における測定光の照射位置を変更する。切換レンズ162の駆動の範囲は、上記の通り、対物レンズ130の光軸に交差する面内であり、例えば、光軸に垂直な平面や、光軸上の一点を中心として光軸に交差する曲面が挙げられる。なお、切換レンズ駆動部162Mとして、カメラ等で利用される防振レンズ機構

を使うことができる。これらの技術として、例えば、特開２００７－２４０
７３６号公報、特開２００９－２８２４４８号公報、特開２０１０－０１１
３０２号公報、特開２０１２－１７３３０１号公報が挙げられる。特段の定
めがない限り、これら文献の内容は参照として組み込まれる。

[0052] 次に、後眼部観察用の光学モジュール１３８の構成および機能を詳説する。
後眼部観察用の光学モジュール１３８は、図２に示されるように、水平走
査部１４２と、対物レンズ１３０との間の光路に配置される。後眼部観察用
の光学モジュール１３８は、ビームスプリッタ１７８と、モジュール本体１
３８Ｈとを備えている。モジュール本体１３８Ｈは、固視灯１７２、カメラ
１７４Ａ、１７４Ｂ、及び照明装置１７６Ａ、１７６Ｂを備えている。

[0053] 固視灯１７２は、被検眼１２の視線を誘導かつ固定するための可視光を発
する。固視灯１７２から発せられた可視光は、ビームスプリッタ１７８で反
射されて、対物レンズ１３０を介して、被検眼１２に入射する。

[0054] 照明装置１７６Ａ、１７６Ｂは、被検眼１２の前眼部を照明するための照
明光として赤外光を発する。赤外光源は、例えば、ＯＣＴユニット２０から
出射される測定光や、ＳＬＯユニット１８から出射されるＩＲ光と異なる波
長の赤外光を出射する。照明光は、ビームスプリッタ１７８で反射されて、
対物レンズ１３０を介して、被検眼１２の前眼部を照明する。

[0055] カメラ１７４Ａ、１７４Ｂは、被検眼１２の前眼部で反射された照明光の
反射光を受光して、前眼部、例えば、角膜反射光像を生成する。被検眼１２
の前眼部は、異なる方向から２つのカメラ１７４Ａ、１７４Ｂにより撮影さ
れる。ビームスプリッタ１７８は、ＯＣＴユニット２０から出射される測定
光や、ＳＬＯユニット１８から出射されるＩＲ光を透過するとともに、固視
灯１７２から放射された可視光および照明装置１７６Ａ、１７６Ｂから放射
された赤外光を反射する。ビームスプリッタ１７８で反射された可視光およ
び赤外光は、対物レンズ１３０を経由して被検眼１２へ指向される。前眼部
で反射された赤外光は、ビームスプリッタ１７８で反射されてカメラ１７４
Ａ、１７４Ｂで検出される。なお、カメラ１６６Ａ、１６６Ｂは、好適には

、CCDエリアセンサやCMOSエリアセンサなどの受光素子を備え、時系列に複数の被検眼12の反射光像を、例えば、動画として出力するよう制御される。カメラ166A、166Bのそれぞれは、被検眼12の前眼部を異なる方向から撮影する。CPU16Aは、各々により得られた前眼部の画像を処理して、被検眼12の前眼部や瞳孔の位置を計算する。算出された前眼部や瞳孔の位置情報は、後眼部断層撮影の開始前に、被検眼12と眼科装置110との位置合わせに利用される。

[0056] 本実施形態では、光学モジュール138は常に、撮影光学系116Aの光路に挿入された例を説明するが、この限りでない。光学モジュール138は、例えば、撮影光学系116Aの光路に挿脱可能に構成されており、前眼部観察モードの間、撮影光学系116Aの光路から抜去してもよい。この場合、光学モジュール138は、オペレータ（例えば、眼科医）によりマニュアル又は自動で操作され、図示しないレール上を移動し、或いはターレットの回転移動により、観察光学系の光路中に挿入または抜去される。

[0057] 次に、後眼部観察モードおよび前眼部観察モードにおける光学的構成について説明する。図5の上図には、後眼部観察モード（第1モード）における後眼部観察光学系の概要を示している。前眼部観察用の光学モジュール136は、対物レンズ130の光路に挿入されていない。一方、図5の下図には、前眼部観察モード（第2モード）における前眼部観察光学系の概要を示している。光学モジュール136が、対物レンズ130の光路に挿入されている。なお、前眼部観察光学系の概略図において、説明の簡便のため、光学モジュール136として切換レンズ162のみが示されている。

[0058] 後眼部観察光学系（図5上図）において、対物レンズ130を構成する複数のレンズ群、すなわち、正の第1レンズ群134と正の第2レンズ群132とは、アフォーカル系を形成し、水平走査部142での走査中心（図中Ps）は、被検眼12の瞳孔位置Ppと共役になる。ここで、第1レンズ群134と第2レンズ群132のそれぞれの焦点距離を、 f_1 、 f_2 とすると、第1レンズ群134と第2レンズ群132との間の距離（群間隔） d は、

$$d = f_1 + f_2$$

である。

倍率 β は、

$$\beta = -f_2 / f_1$$

である。

- [0059] 第1実施形態の後眼部観察モード（第1モード）では、水平走査部142の走査位置 P_s は、被検眼12の瞳孔位置 P_p と共役になっている。水平走査部142の走査位置 P_s からの平行光は被検眼12の瞳孔位置 P_p を所定の角度でほぼ平行光として通過し、被検眼12によって眼底12Aに集光される。OCTユニット20から出射された測定光の、眼底12Aでの集光位置は、垂直走査部120の位置及び水平走査部142の位置(P_s)での走査角度に依存して決定される。これにより、眼底12Aの撮影や観察において、所望の走査位置や走査範囲を設定できる。
- [0060] 次に、前眼部観察光学系（図5下図）について説明する。この観察光学系では、前眼部観察用の光学モジュール136の切換レンズ162が対物レンズ130の光路に挿入されている。
- [0061] 前眼部観察モード（第2モード）では、負レンズである切換レンズ162が、第1レンズ群134と第2レンズ群132との間に挿入される。前眼部観察モード（第2モード）では、水平走査部142の走査位置 P_s と被検眼12の瞳孔位置 P_p とは共役になっておらず、水平走査部142の走査位置 P_s からの平行光は前眼部に集光される。OCTユニット20から出射された測定光の、前眼部での集光位置は、走査部の位置(P_s)での走査角度に依存して決定される。これにより、前眼部観察が可能となる。
- [0062] ここで、前眼部観察モード（第2モード）における切換レンズ162の配置について説明する。切換レンズ162の焦点距離を f_3 、第1レンズ群134と切換レンズ162との間の距離を x 、走査位置 P_s から平行光が第1レンズ群134に入射した場合の切換レンズ162の物体距離を S_3 、像距離を S_3' とする。なお、図中の像位置 P_3' は、走査位置 P_s から平行光

が第1レンズ群134に入射した場合の切換レンズ162による像位置であり、像位置P3'は被検眼12の瞳孔位置Ppと共役になっている。切換レンズ162についての結像式より、

[数1]

$$\frac{1}{S3'} = \frac{1}{S3} + \frac{1}{f3}$$

である。

$$S3 = f1 - x$$

より、

[数2]

$$S3' = \frac{f3(f1 - x)}{f1 + f3 - x} \cdots (1)$$

が得られる。

[0063] 次に、第2レンズ群132についても同様に、走査位置Psから平行光が第1レンズ群134に入射した場合の第2レンズ群132の物体距離をS2、像距離をS2' とすると、第2レンズ群132についての結像式より、

[数3]

$$\frac{1}{S2'} = \frac{1}{S2} + \frac{1}{f2}$$

である。なお、S2' は、実質的には第2レンズ群132と被検眼12との距離、いわゆる作動距離WD (Working Distance (ワーキ

ングディスタンス)) である。また、図 5 から理解されるように、

$$S_2 = S_3' + d - x$$

であり、これより、

[数4]

$$\frac{1}{S_2'} = \frac{1}{S_3' + d - x} + \frac{1}{f_2} \cdots (2)$$

が得られる。

[0064] 上記 (1) 式を (2) 式に代入すると、

[数5]

$$\frac{f_2 - S_2'}{f_2 \times S_2'} = \frac{f_1 + f_3 - x}{f_3(f_1 - x) + (f_1 + f_3 - x)(d - x)} \cdots (3)$$

が得られる。

上記 (3) 式を x について整理すると以下の式を得る。

[数6]

$$x^3 - \left(2f_1 + f_2 + 2f_3 + \frac{S_2' \times f_2}{S_2' + f_2} \right) x + (f_1 + f_2)(f_1 + f_3) + f_1 \times f_3 + \frac{S_2' \times f_2}{S_2' - f_2} (f_1 + f_3) = 0 \cdots (4)$$

[0065] この (4) 式により、切換レンズ 162 の焦点距離 f_3 を決めるとその位置 x の値が求められる。

[0066] なお、2つの正の第1レンズ群134と第2レンズ群132との間の光を平行光とする場合には、 $f_2 = S_2'$ となるため、上記 (3) 式より、

$$x = f_1 + f_3 \cdots (5)$$

の簡潔な関係式 (5) となる。

[0067] 近似的には、この関係式 (5) で第1レンズ群134と第2レンズ群13

2との間に切換レンズ162を配置して構成することが可能である。この関係式(5)は、2つの正の第1レンズ群134と第2レンズ群132が完全なアフォーカル系であり、しかも両群間の光が完全な平行光の場合ではあるが、原理的な構成といえる。実用解としては、前眼部観察モード(第2モード)に好適な収差構造とするために適宜の収差計算により各レンズの形状、厚さや屈折率などを適宜に選択することはいうまでもない。

[0068] 第1実施形態では、図5に示した通り、後眼部観察モード(第1モード)であっても、前眼部観察モード(第2モード)であっても、第2レンズ群132と被検眼12との間の距離(作動距離WD)は変わらない。よって、各観察モードの変更に応じて、被検眼12と撮影光学系116Aとのアライメントを再調整する必要がないため、被検者に移動を強いる必要がない。前眼部撮影と後眼部撮影との切替えをスムーズかつ迅速に行うことが可能であるため、一連の撮影にかかる時間を短縮できる。加えて、切換レンズ162は小型であるため、切換レンズ162の挿脱機構は簡単かつ小型に実現できる。

[0069] 次に、第1実施形態に係る眼科装置110を用いて、被検眼12の断層画像を取得する方法を説明する。図6には、断層画像生成処理のフローチャートが示されている。断層画像生成処理は、図示しない断層画像生成スタートボタンがオンされた場合にスタートする。断層画像生成処理は、CPU16Aが、ROM16Cに記憶された断層画像生成処理プログラムを実行することにより、実現される。なお、断層画像生成処理プログラムは、ROM16Cに代えて図示しない外部記憶装置に記憶するようにしてもよい。

[0070] まず初めに、被検眼12の後眼部、例えば、眼底12Aの断層画像を取得しようとする場合、オペレータは、前眼部観察用の光学モジュール136を使用しない(図3参照)。一方、被検眼12の前眼部、例えば、角膜の断層画像を生成しようとする場合、オペレータは、光学モジュール136を撮影光学系116Aの光路に挿入する(図4参照)。

[0071] ステップ202で、CPU16Aは、センサ130Sからの信号の入力状

態に基づいて、光学モジュール 136 が撮影光学系 116A に挿入されているか否かを判断する。

[0072] 光学モジュール 136 が光路に挿入されていると判断された場合、断層画像生成処理は、ステップ 204 に進む。ステップ 204 では、観察モードは、前眼部観察モード（第 2 モード）に設定される。

[0073] 光学モジュール 136 が光路に挿入されていないと判断された場合、断層画像生成処理は、ステップ 214 に進む。ステップ 214 では、観察モードは、後眼部観察モード（第 2 モード）に設定される。

CPU 16A とステップ 202 の処理は、本開示の技術の「モード選択手段」の一例である。即ち、CPU 16A は、ステップ 202 の判断結果に応じて、後眼部観察モード（第 1 モード）または前眼部観察モード（第 2 モード）のいずれかに設定する。

[0074] ステップ 204 では、光学モジュール 136 を用いて、被検眼 12 と撮影光学系 116A とのアライメントを行う。具体的には、CPU 16A は、固視灯 164、照明装置 168A、168B およびカメラ 166A、166B をオンする。

オペレータは患者に固視灯 164 を注視するように促す。患者が固視灯 164 を正面から注視したとき、被検眼 12 の視線は撮影光学系 116A の光軸に一致する。CPU 16A は、カメラ 166A、166B から出力された被検眼 12 の前眼部画像を入力／表示装置 16E のモニタに表示する。オペレータは、入力／表示装置 16E のモニタに表示された前眼部画像から、被検眼 12 の瞳孔が適切な位置にあるか否かを確認する。

[0075] 被検眼 12 と撮影光学系 116A とのアラインメントは、CPU 16A によって自動化してもよい。CPU 16A は、カメラ 166A、166B から出力される、被検眼 12 の前眼部の静止画像又は動画における、例えば、角膜反射光像に基づいて、角膜の頂点（中心位置）を検出する。CPU 16A は、検出された角膜の頂点と撮影光学系 116A（眼科装置 110）の光軸とのずれ（ずれ量及びずれの方向）を計算する。CPU 16A は、ずれ量及

びずれの方向に基づいて、撮影光学系 116A の光軸が角膜の頂点の位置に一致するように、撮影光学系駆動部 116M を制御して、撮影光学系 116A を移動するようにしてもよい。なお、XY 方向での微調整のために、切換レンズ駆動部 162M を制御して切換レンズ 162 を撮影光学系 116A の光軸に交差する面内で移動させてもよい。

[0076] 被検眼 12 と撮影光学系 116A とのアライメントが完了すると、断層画像生成処理は、ステップ 206 に進む。ステップ 206 では、CPU 16A は、被検眼 12 の前眼部の三次元画像データを取得するために OCT スキャンを開始する。具体的には、CPU 16A は、OCT ユニット 20 を稼働させると共に、水平走査部 142 及び垂直走査部 148 を制御し、被検眼 12 の前眼部の予め指定された領域において、測定光を 2 次元走査する。

[0077] ところで、被検眼 12 の前眼部の指定された領域において測定光を 2 次元走査している間、患者が固視灯 164 を注視していても、意図せずに、固視微動等により被検眼 12 が動くことがある。意図しない被検眼の動きにより、OCT 画像にモーションアーチファクトが発生する場合があるため、被検眼 12 の三次元画像データを取得する期間、測定光のスキャン位置の補正、即ち、アイ・トラッキングが実行される。アイ・トラッキングによって、測定光のスキャン位置は、被検眼 12 の動きにリアルタイムに追従する。そこで、CPU 16A は、ステップ 208、210 で、測定光の前眼部での照射位置を被検眼 12 の動きに追従させる処理を実行する。具体的には以下の通りである。

[0078] ステップ 208 で、CPU 16A は、光学モジュール 136 のカメラ 166A、166B を制御して、所定時間毎に、被検眼 12 の前眼部、例えば、角膜を逐次撮影する。CPU 16A は、カメラ 166A、166B から出力される逐次画像の各々から角膜の中心位置を抽出し、1 つ前の画像 ($n-1$ 番目の画像) における角膜中心位置と、現在の画像 (n 番目の画像) における角膜中心位置とのずれ情報 (ずれ量、ずれの方向、ずれのベクトルなど) を、被検眼 12 の動きとして計算する。なお、 n は、2 以上の自然数であり

、所定時間毎に角膜を撮影した回数を示す。

ずれ情報（ずれ量、ずれの方向、ずれのベクトルなど）は、本開示の技術の「動き情報」の一例である。

[0079] ステップ210で、CPU16Aは、前眼部観察モード（第2モード）におけるアイ・トラッキング制御（第2アイ・トラッキング制御）を実行する。このアイ・トラッキング制御では、切換えレンズ162および切換レンズ駆動部162Mが使用される。切換レンズ駆動部162Mは、上述の通り、切換えレンズ162を対物レンズ130の光軸と交差する面内で移動する。切換えレンズ162を微小に移動させることによって、測定光の前眼部における照射位置を変更することができる。具体的には、CPU16Aは、所定時間毎に計算された角膜の中心位置のずれ情報に基づいて、切換レンズ駆動部162Mをフィードバック制御して切換レンズ162を移動させる。その結果、測定光の前眼部における照射位置を、被検眼12の動きに追従させることができる。

[0080] ステップ212で、CPU16Aは、オペレータにより指定された観察領域についてOCTスキャンが完了したか否かを判断する。OCTスキャンが完了したと判断されなかった場合、断層画像生成処理はステップ208に戻り、OCTスキャンが完了したと判断された場合、断層画像生成処理は終了する。このように、前眼部観察モードにおけるアイ・トラッキング制御（ステップ208、210）は、OCTスキャンが完了するまで、即ち、測定光が被検眼に照射されている期間、実行される。

[0081] なお、断層画像生成処理が完了する場合、CPU16Aは、光学モジュール136の固視灯164、カメラ166A、166B、及び照明装置168A、168B、ならびに、OCTユニット20等をオフし、前眼部の三次元画像データの取得を終了する。

[0082] ステップ202で光学モジュール136が対物レンズ130の光路に挿入されていると判断されなかった場合（図3参照）、ステップ214で、後眼部観察用の光学モジュール138を用いて、被検眼12と撮影光学系116

Aとのアライメントが行われる。ステップ214の処理は、後眼部用の光学モジュール138の素子（172～176B）を用いる点で、ステップ204でのアラインメント処理は、ステップ204でのアラインメント処理と同様であるため、その説明を省略する。異なる点は、前眼部観察用の光学モジュール136を使用するか、後眼部観察用の光学モジュール138を使用するか、である。

[0083] ステップ214で被検眼12と撮影光学系116Aとのアライメントが完了すると、断層画像生成処理は、ステップ216に進む。ステップ216で、CPU16Aは、後眼部の三次元画像データを取得するためにOCTスキャンを開始する。前眼部の三次元画像データの取得（ステップ206）と同様に、被検眼12の後眼部でOCTスキャンが行われている間、被検眼12が固視微動等により動くことがあるので、CPU16Aは、ステップ218、220のアイ・トラッキング処理により、測定光の眼底での照射位置を被検眼12の動きに追従させている。具体的には以下の通りである。

[0084] ステップ218で、CPU16Aは、SLOユニット18を稼働させて、眼底の三次元データを取得する期間中、眼底二次元画像を連続的に取得する。好適には、CPU16Aは、SLOユニット18からIR光を出射させてIR-SLO画像を取得する。SLO光学系とOCT光学系とは対物レンズ130および水平走査部142を共用するため、SLOユニット18で取得される眼底二次元画像は、オペレータに指定された三次元画像データの取得領域を含む。CPU16Aは、SLOユニット18が逐次取得した眼底二次元画像の各々から少なくとも1つの特徴点を抽出する。特徴点として、例えば、血管のパターン、血管の分岐点、視神経乳頭や黄斑の位置などが挙げられる。CPU16Aは、SLOユニット18から眼底二次元画像を取得する毎に、現在の画像（n番目の画像）から抽出された特徴点と、前回取得した画像（n-1番目の画像）から抽出された特徴点とを比較して、特徴点のずれ情報（ずれ量、ずれの方向、ずれのベクトルなど）を、被検眼12の動きとして計算する。

- [0085] ステップ220で、CPU16Aは、ステップ218で算出されたずれ情報に基づいて、眼底観察モード（第1モード）における第1アイ・トラッキング制御を実行する。具体的には、CPU16Aは、SLO画像を取得する毎に計算された特徴点のずれ情報から、測定光の眼底12Aにおける照射位置が被検眼12の動きに追従するように、水平走査部142、垂直走査部148をフィードバック制御する。
- [0086] ステップ222で、CPU16Aは、オペレータが指定した領域について三次元画像データの取得が完了したか否かを判断する。三次元画像データの取得が完了したと判断されなかった場合、断層画像生成処理はステップ218に戻り、三次元画像データの取得が完了したと判断された場合、断層画像生成処理は終了する。このように、第2アイ・トラッキング制御は、OCTスキャンが終了するまで、即ち、測定光が被検眼に照射されている期間、実行される。
- [0087] なお、断層画像生成処理を完了する場合、CPU16Aは、後眼部観察用の光学モジュール138の固視灯172、カメラ174A、174B、及び照明装置176A、176B、OCTユニット20、SLOユニット18をオフし、後眼部の三次元画像データの取得を終了する。
- [0088] 以上説明した第1実施形態にかかる眼科装置110は、前眼部観察用の光学モジュール136を使用して、1つの眼科装置で、被検眼12の後眼部および前眼部の両方の三次元画像データを取得する装置を提供することができる。
- [0089] また、第1実施形態にかかる眼科装置110は、前眼部観察用の光学モジュール136を、対物レンズ130を構成する第1レンズ群134と第2レンズ群132との間の光路に挿脱することによって、後眼部観察光学系と前眼部観察光学系とを切換え可能にするので、対物レンズ130（特に第2レンズ群132）と被検眼12との間の作動距離WDは、それぞれの光学系（300、400）で変わらない。これにより、上記したステップ204（前眼部観察モード）およびステップ214（後眼部観察モード）では、被検眼

12と撮影光学系116Aとのアライメントをやり直す必要が無いため、後眼部観察モードと、前眼部観察モードとの切換えがスムーズに行われる。

[0090] また、第1実施形態にかかる眼科装置110では、前眼部観察用の光学モジュール136の光学素子は、対物レンズ130（第1レンズ群134及び第2レンズ群132）の有効径よりも小さな有効径の小型レンズでよいので、光学モジュール136を小型化することができる。よって、後眼部観察用光学系と前眼部観察光学系との切り換えが簡単である。

[0091] また、第1実施形態にかかる眼科装置110は、被検眼12の後眼部の三次元画像データを取得する後眼部観察モード（第1モード）と、被検眼12の前眼部の三次元画像データを取得する前眼部観察モード（第2モード）との各々に応じて、アイ・トラッキング制御を切り換えるようにしたので、各モードに最適なアイ・トラッキング制御を実行することができる。また、各モードに応じて光学モジュール136、138を使い分けるため、固視灯の焦点調整など、面倒な調節は不要となる。

[0092] 以上より、第1実施形態では、眼科装置110の利便性を向上させることができる。

[0093] 以上説明した第1実施形態では、オペレータは、マニュアルで、前眼部用の光学モジュール136を、撮影光学系116Aの光路から離脱させたり光路に挿入したりしているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、前眼部用の光学モジュール136を自動的に、光路から離脱させたり光路に挿入したりする機構を備える。そして、図示しない後眼部断層画像生成ボタンがオンされた場合、又は、前眼部断層画像生成ボタンがオンされた場合、CPU16Aは、当該機構を制御して、前眼部観察用の光学モジュール136を自動的に、光路から離脱させ、又は、光路に挿入させる、ようにしてもよい。当該機構は、本開示の技術の「光学モジュール駆動手段」の一例である。

[0094] 第1実施形態では、切換レンズ162は対物レンズ130の光軸に垂直な平面内で移動可能に配置されているが、本開示の技術はこれに限定されない

。例えば、対物レンズ１３０の光軸上のある一点を回転中心として、切換レンズ１６２を回動可能に配置してもよい。この場合、ステップ２０４、２１０、２１４で、対物レンズ１３０の光軸上のある一点を回転中心として切換レンズ１６２を曲面内で回動させる。

[0095] 第１実施形態では、被検眼１２から順に、対物レンズ１３０、水平走査部１４２およびリレーレンズ装置１４０を、ＳＬＯ用光学系およびＯＣＴ用光学系で共用される共通光学系としているが、本開示の技術はこれに限定されない。ＳＬＯ用光学系およびＯＣＴ用光学系とで水平走査部１４２を共用する構成に替えて、それぞれの光学系に、水平走査部および垂直走査部を設けても良い。

[0096] [第２実施形態]

[0097] 次に、第２実施形態を説明する。第２実施形態の構成は、第１実施形態と同様であるので、同一部分には同一の符号を付してその説明を省略し、主として異なる部分を説明する。

[0098] 図７には、第２実施形態の撮影光学系１１６Ｂの概略構成が示されている。

第１実施形態の撮影光学系１１６Ａでは、前眼部観察用の光学モジュール１３６は、第１レンズ群１３４と第２レンズ群１３２との間に挿脱可能に配置されている。

これに対し、第２実施形態の撮影光学系１１６Ｂでは、前眼部観察用の光学モジュール１３６Ｂは、第２レンズ群１３２と被検眼１２との間に挿脱可能に配置されている。光学モジュール１３６Ｂが撮影光学系１１６Ｂに挿入されているか否かは、第１実施例と同様に、センサ１３０Ｓから出力される信号に基づいて、ＣＰＵ１６Ａが判定する。

[0099] 第２実施形態の光学モジュール１３６Ｂは、第１実施形態の光学モジュール１３６の構成と同様に、切換レンズ１６２Ｂ、切換レンズ駆動部１６２ＭＢ、ビームスプリッタ１７０、固視灯１６４、カメラ１６６Ａ、１６６Ｂ、及び照明装置１６８Ａ、１６８Ｂを備えている。各部材の機能等は、第１実

施形態の光学モジュール 136 を構成する各部材と同様なので、切換レンズ 162 B、切換レンズ駆動部 162 MB を除いて、図示および説明を省略する。また、第 2 実施形態の後眼部観察用の光学モジュール 138 は、第 1 実施例の後眼部観察用光学モジュールと同じなので、説明を省略する。

[0100] 光学モジュール 136 B が撮影光学系 116 B に挿入されると、切換レンズ 162 B は、対物レンズ 130 の第 2 レンズ群 132 と、被検眼 12 との間の光路に位置する。第 2 実施形態の切換レンズ 162 B は、正レンズである。第 1 実施形態と同様に、CPU 16 A は、ステップ 208 および 210 で説明したように、検出された被検眼 12 の動きに応じて切換レンズ駆動部 162 MB を駆動させて、切換レンズ 162 B を対物レンズ 130 の光軸と交差する面内で移動させる。それにより、OCT ユニット 20 から出射された測定光の、被検眼 12 の前眼部での照射位置を変更し、前眼部の三次元画像データの取得期間、アイ・トラッキング制御が行われる。

[0101] なお、第 2 実施形態では、光学モジュール 136 B が、第 2 レンズ群 132 と被検眼 12 との間に挿脱されたため、眼底観察光学系と、前眼部観察光学系とでは、被検眼 12 と撮影光学系 116 B との作動距離 WD が変わってしまう。そこで、上記したステップ 204（前眼部観察モード）およびステップ 214（後眼部観察モード）では、被検眼 12 と撮影光学系 116 B との Z 軸方向のアライメントが各ステップで実行される。

[0102] なお、第 2 実施形態では、第 2 レンズ群 132 と被検眼 12 との間に挿脱される光学素子としての切換レンズ 162 B は、正レンズであるが、この限りでない。光学素子が撮影光学系 116 B の光路に挿入されたとき、OCT ユニット 20 から出射される測定光が被検眼 12 の前眼部に集光されればよく、光学素子は、例えば、負のパワーを有するレンズ（負レンズ）としてもよい。

[0103] [第 3 実施形態]

[0104] 次に、第 3 実施形態を説明する。第 3 実施形態の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、同一部分には同一の符号を付してその説明を省略し、主

として異なる部分を説明する。

[0105] 図8には、前眼部観察用の光学モジュール136Cが挿脱可能に構成された撮影光学系116Cの例が示されている。

[0106] 光学モジュール136Cは、対物レンズ130を構成する第1レンズ群134と水平走査部142との間に挿脱可能に配置されている。撮影光学系116Cから抜去された状態（後眼部観察光学系）の光学モジュール136Cを実線で、また、撮影光学系116Cに挿入された状態（前眼部観察モード）の光学モジュール136Cを破線で示している。光学モジュール136Cが撮影光学系116Cに挿入されているか否かは、第1および第2実施例と同様に、センサ140Dから出力される信号に基づいて、CPU16Aが判定する。

[0107] 第3実施形態にかかる前眼部観察用の光学モジュール136Cは、切換レンズ162Cと、切換レンズ駆動部162MCとを備える。また、第3実施形態にかかる後眼部観察用の光学モジュール138は、図示されるように、第1実施例の後眼部観察用の光学モジュールと同じ構成なので、その説明を省略する。

[0108] 光学モジュール136Cは、第1および第2実施形態の光学モジュール136、136Bと異なり、ビームスプリッタ170、固視灯164、カメラ166A、166B、及び照明装置168A、168Bを備えていない。前眼部観察モードのステップ204において、被検眼12と撮影光学系116Cとの位置合わせは、後眼部観察用の光学モジュール138を用いて行われる。具体的には、ステップ204では、CPU16Aは、後眼部観察用の光学モジュール138の固視灯172、照明装置176A、176Bおよびカメラ174A、174Bをオンする。オペレータは患者に固視灯172を注視するように促す。患者が固視灯を正面から注視したとき、被検眼12の視線は撮影光学系116Cの光軸に一致する。CPU16Aは、カメラ174A、174Bから出力された被検眼12の前眼部画像を入力／表示装置16Eのモニタに表示する。オペレータは、入力／表示装置16Eのモニタに表

示された前眼部画像から、被検眼 1 2 の瞳孔が適切な位置にあるか否かを確認する。

[0109] 光学モジュール 1 3 6 C が撮影光学系 1 1 6 C に挿入されると、切換レンズ 1 6 2 C は、対物レンズ 1 3 0 の第 1 レンズ群 1 3 4 と、水平走査部 1 4 2 との間の光路に位置する。第 3 実施形態の切換レンズ 1 6 2 C は、負レンズである。第 1 および第 2 実施形態と同様に、CPU 1 6 A は、ステップ 2 0 8 および 2 1 0 で説明したように、検出された被検眼 1 2 の動きに応じて切換レンズ駆動部 1 6 2 M C を駆動させて、切換レンズ 1 6 2 C を対物レンズ 1 3 0 の光軸と交差する面内で移動させる。それにより、OCT ユニット 2 0 から出射された測定光の、被検眼 1 2 の前眼部での照射位置を変更し、前眼部の三次元画像データの取得期間、アイ・トラッキング制御が行われる。

[0110] なお、第 3 実施形態では、第 1 レンズ群 1 3 4 と水平走査部 1 4 2 との間に挿脱される光学素子としての切換レンズ 1 6 2 C は、負レンズであるが、この限りでない。光学素子が撮影光学系 1 1 6 C の光路に挿入されたとき、OCT ユニット 2 0 から出射される測定光が被検眼 1 2 の前眼部に集光されればよく、光学素子は、例えば、正のパワーを有するレンズ（正レンズ）としてもよい。

[0111] [更なる変形例]

[0112] 以上説明した各例では、対物レンズ 1 3 0 は正の第 1 レンズ群 1 3 4（G1）を備えているが、本開示の技術はこれらに限定されず、第 1 レンズ群 1 3 4 は、負のパワーを有するレンズ（負レンズ）群としてもよい。

[0113] 前述した各例では更に、フォーカス調整を行うようにしてもよい。フォーカス調整は、オートフォーカス装置のみで行うことに限定されず、オートフォーカス装置を含め、対物レンズの第 2 レンズ群 1 3 2 から光源側の光学系、例えば、対物レンズの第 2 レンズ群 1 3 2、第 1 レンズ群 1 3 4、切換レンズ 1 6 2、レンズ 1 4 4、1 4 6 の少なくとも 1 つを移動させるようにしてもよい。

- [0114] 以上説明した各例では更に、パワーが異なる複数の切換レンズ等の光学素子を用意しておき、予め取得した前眼部（例えば、角膜）の形状に応じて、複数の光学素子の中から、角膜の形状等に応じて、角膜位置により集光できる光学素子に切り換えるようにしてもよい。
- [0115] 以上説明した各例では更に、前眼部（例えば、角膜）の形状に応じて、第1レンズ群134と第2レンズ群132との間か、水平走査部142と第1レンズ群134との間かの、切換レンズ等の光学素子を挿入する位置を切り替えると共に、パワーが異なる複数の切換レンズ等の光学素子の中から、角膜位置により集光できる光学素子を選択し、切り替えた位置に挿入する。
- [0116] 以上説明した各例では更に、後眼部観察モード（第1モード）でも前眼部観察モード（第2モード）でも1つの検出器で干渉光を検出しているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、検出能力の異なる2つの検出器を備え、後眼部観察モード（第1モード）では、2つの検出器の一方の検出器により、前眼部観察モード（第2モード）では、2つの検出器の他方の検出器により、干渉光を検出するようにしてもよい。
- [0117] 以上説明した各例の断層画像生成処理はあくまでも一例である。従って、主旨を逸脱しない範囲内において不要なステップを削除したり、新たなステップを追加したり、処理順序を入れ替えたりしてもよいことは言うまでもない。
- [0118] 以上説明した各例では、コンピュータを利用したソフトウェア構成により断層画像生成処理が実現される場合を例示したが、本開示の技術はこれに限定されるものではない。例えば、コンピュータを利用したソフトウェア構成に代えて、FPGA（Field-Programmable Gate Array）又はASIC（Application Specific Integrated Circuit）等のハードウェア構成のみによって、断層画像生成処理が実行されるようにしてもよい。断層画像生成処理のうちの一部の処理がソフトウェア構成により実行され、残りの処理がハードウェア構成によって実行されるようにしてもよい。

符号の説明

[0119]	1 1 0	眼科装置
	1 6 A	C P U
	1 7	画像処理装置
	2 0 B	センサ
	2 0 C	第 1 の光カプラ
	1 3 0 S	センサ
	1 3 6	光学モジュール
	1 4 2	水平走査部
	1 4 8	垂直走査部
	1 6 6 A、1 6 6 B	カメラ
	1 6 8 A、1 6 8 B	照明装置

請求の範囲

- [請求項1] 光干渉断層撮影のための光を発生する光源と、
前記光源からの光を参照光と測定光とに分割する光分割手段と、
前記測定光を走査するための走査手段と、
前記測定光の光路に配置され、前記走査手段により走査された測定光を被検眼に出射する光学素子と、
前記光学素子を、前記光学素子の光軸に交差する面内で移動させる光学素子駆動手段と、
前記被検眼の動きを検出する動き検出手段と、
前記動き検出手段により検出された前記被検眼の動き情報に基づいて、前記光学素子駆動手段を制御する駆動制御手段と、
前記被検眼からの戻り光と、前記参照光との合成により得られる干渉光を検出する干渉光検出手段と、
前記干渉光検出手段により検出された検出信号に基づいて、前記被検眼の断層画像を形成する画像生成手段と、
を備えることを特徴とする光干渉断層撮影装置。
- [請求項2] 前記駆動制御手段は、前記測定光が前記被検眼に照射されている期間、前記光学素子駆動手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の光干渉断層撮影装置。
- [請求項3] 前記被検眼の動きを検出する動き検出手段は、
赤外光を発生する赤外光源と、
前記被検眼で反射された前記赤外光の反射光を受光して、複数の前記被検眼の反射光像を逐次出力する受光素子と、
前記受光素子から出力された前記複数の反射光像に基づいて、前記被検眼の動き情報を算出する算出手段と、
を備えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光干渉断層撮影装置。
- [請求項4] 前記光学素子、前記光学素子駆動手段、前記赤外光源および前記受

光素子は、光学モジュールとしてモジュール化されていることを特徴とする請求項3に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項5] 前記光学モジュールは、固視灯を備えることを特徴とする請求項4に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項6] 前記光学モジュールを前記測定光の光路に挿脱するための光学モジュール駆動手段を備えることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項7] 前記受光素子はエリアセンサであって、前記被検眼の前眼部を撮影することを特徴とする請求項3から請求項6の何れか1項に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項8] 前記光学素子はレンズである、
ことを特徴とする請求項1から請求項7の何れか1項に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項9] 被検眼を経由した測定光と参照光との干渉光から断層画像を生成する光干渉断層撮影装置であって、

前記被検眼の後眼部の断層画像を生成する後眼部観察モードと、前記被検眼の前眼部の断層画像を生成する前眼部観察モードとを有し、前記後眼部観察モードまたは前記前眼部観察モードのいずれかに設定するモード選択手段と、

前記モード選択手段が前記後眼部観察モードを選択した場合、前記測定光の前記後眼部での照射位置を前記被検眼の動きに追従させる第1アイ・トラッキング制御を実行し、前記モード選択手段が前記前眼部観察モードを選択した場合、前記測定光の前記前眼部での照射位置を前記被検眼の動きに追従させる第2アイ・トラッキング制御を実行するトラッキング実行手段と、

を備えることを特徴とする光干渉断層撮影装置。

[請求項10] 前記測定光の光路に配置される光学素子と、前記光学素子を前記光学素子の光軸に交差する面内で移動させる光学素子駆動手段とを備え

る光学モジュールと、

前記光学モジュールの前記測定光の光路への挿入を検知する挿入検知手段と、

をさらに備え、

前記モード選択手段は、前記挿入検知手段によって前記光学モジュールの挿入が検知された場合、前記前眼部観察モードを選択する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項11] 前記光学素子駆動手段は、前記光学素子を前記光学素子の光軸に直交する面内で移動させる、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項12] 前記光学素子駆動手段を制御する駆動制御手段をさらに備え、

前記駆動制御手段は、前記測定光が前記被検眼に照射されている期間、前記光学素子駆動手段を制御することを特徴とする請求項 10 又は請求項 11 の何れか 1 項に記載の光干渉断層撮影装置。

[請求項13] 被検眼を経由した測定光と参照光との干渉光から断層画像を取得する光干渉断層撮影装置に着脱可能な光学モジュールであって、

前記測定光の光路に配置される光学素子と、

前記光学素子を前記光学素子の光軸と交差する面内で移動させる光学素子駆動手段と、

を備えることを特徴とする光学モジュール。

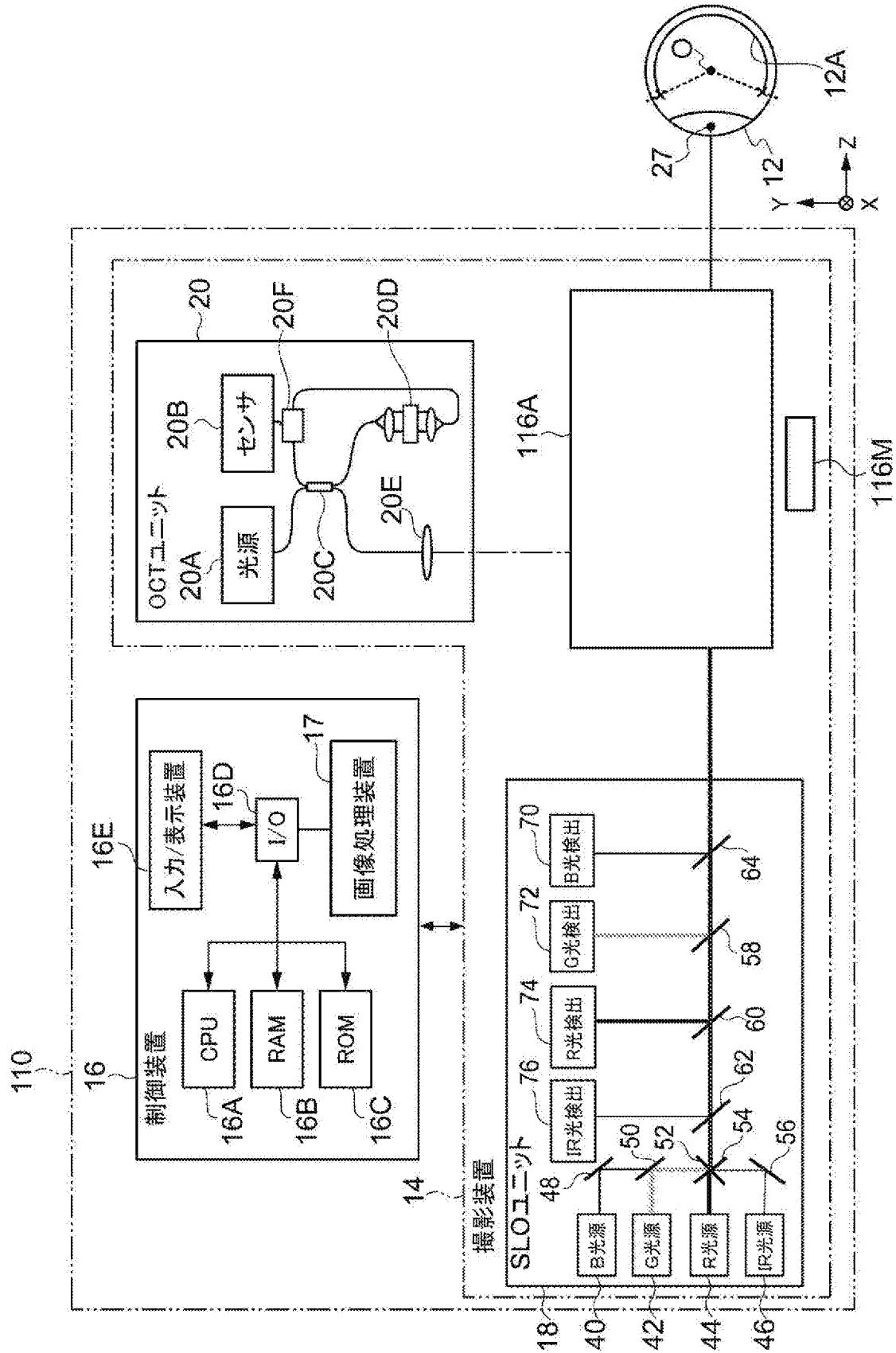
[請求項14] 前記被検眼に対して赤外光を照射する赤外光源と、

前記被検眼で反射された前記赤外光の反射光を受光して、前記被検眼の反射光像を取得する受光素子と、

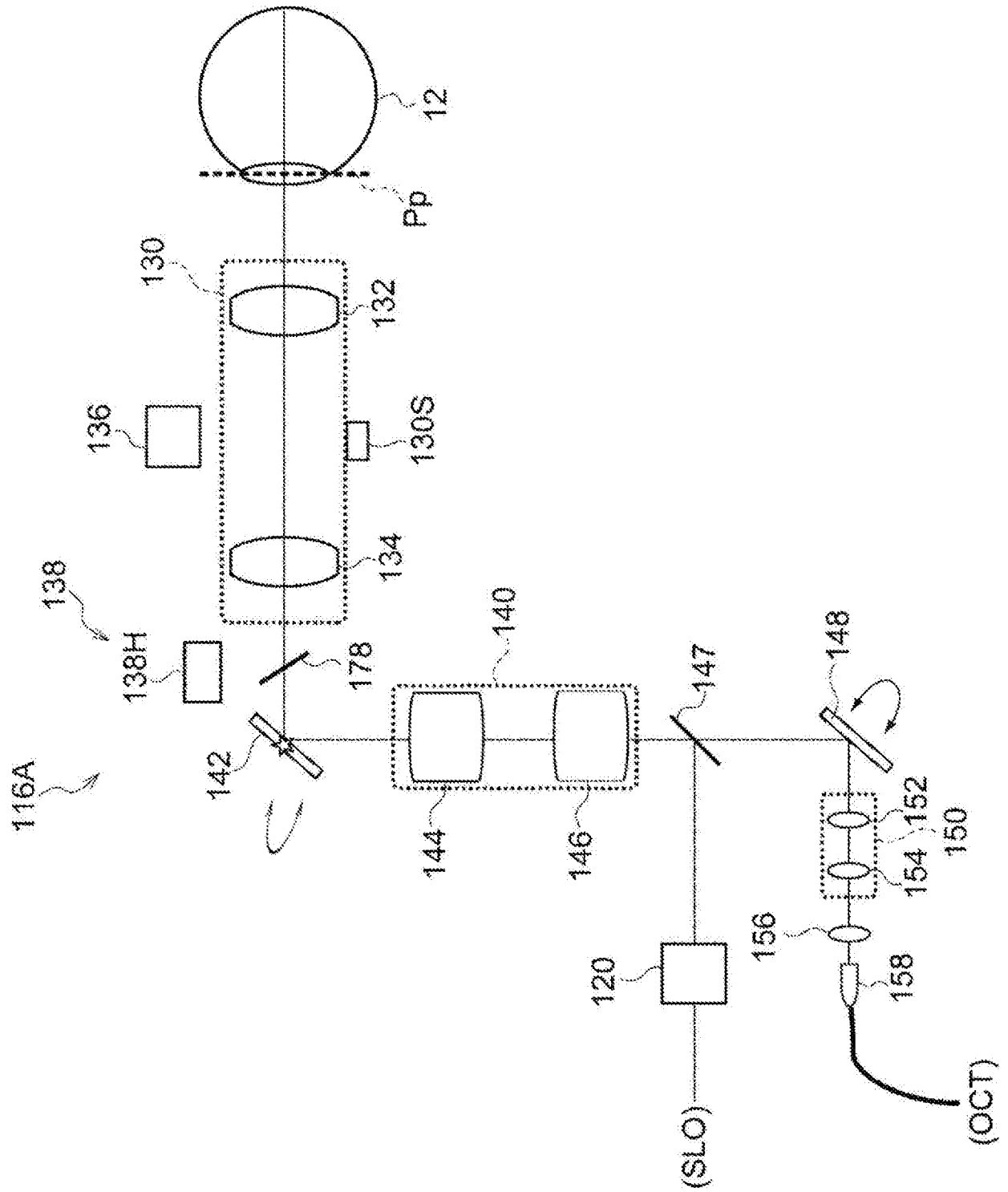
をさらに備えることを特徴とする請求項 13 に記載の光学モジュール。

[請求項15] 固視灯をさらに備えることを特徴とする請求項 13 または請求項 14 に記載の光学モジュール。

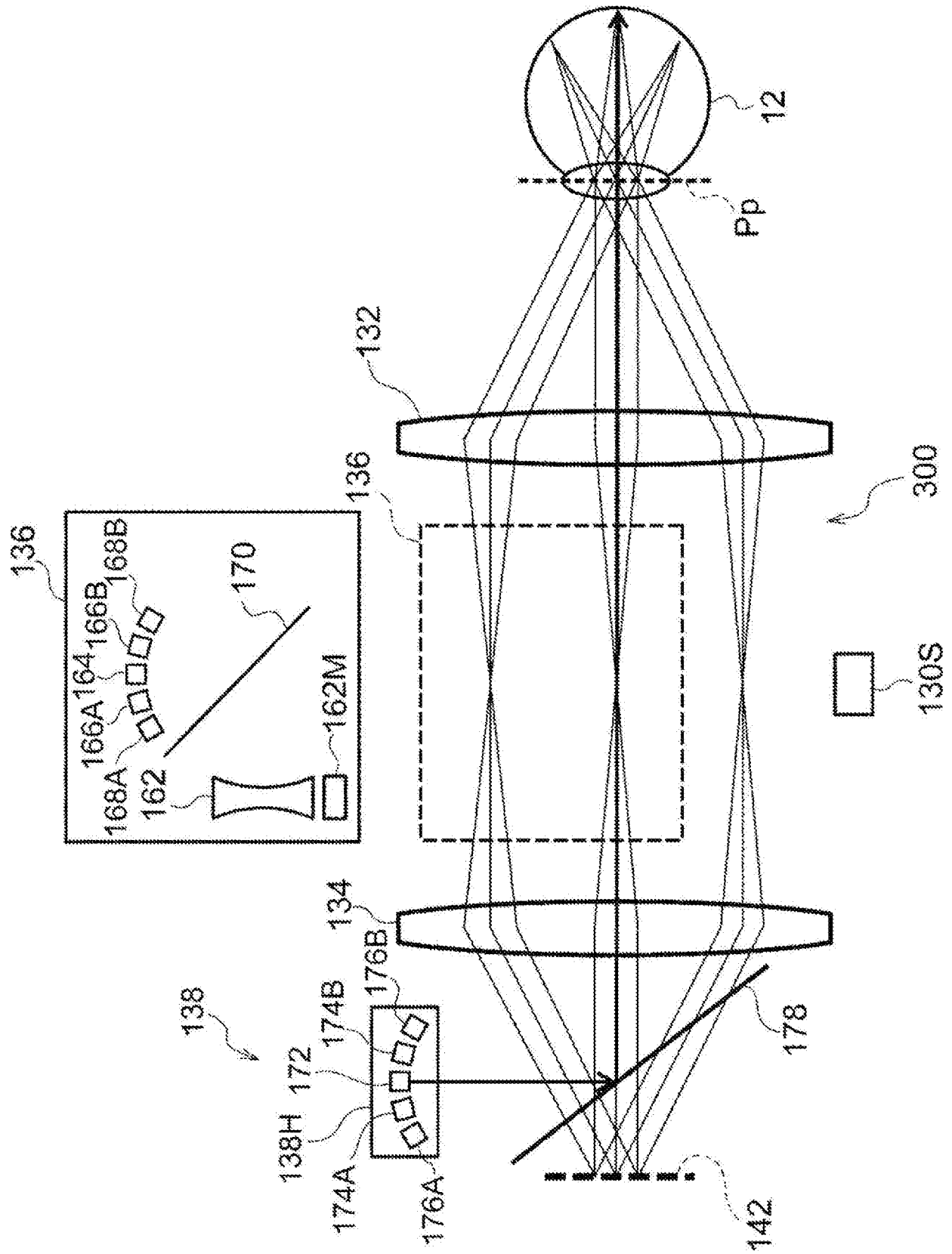
[図1]



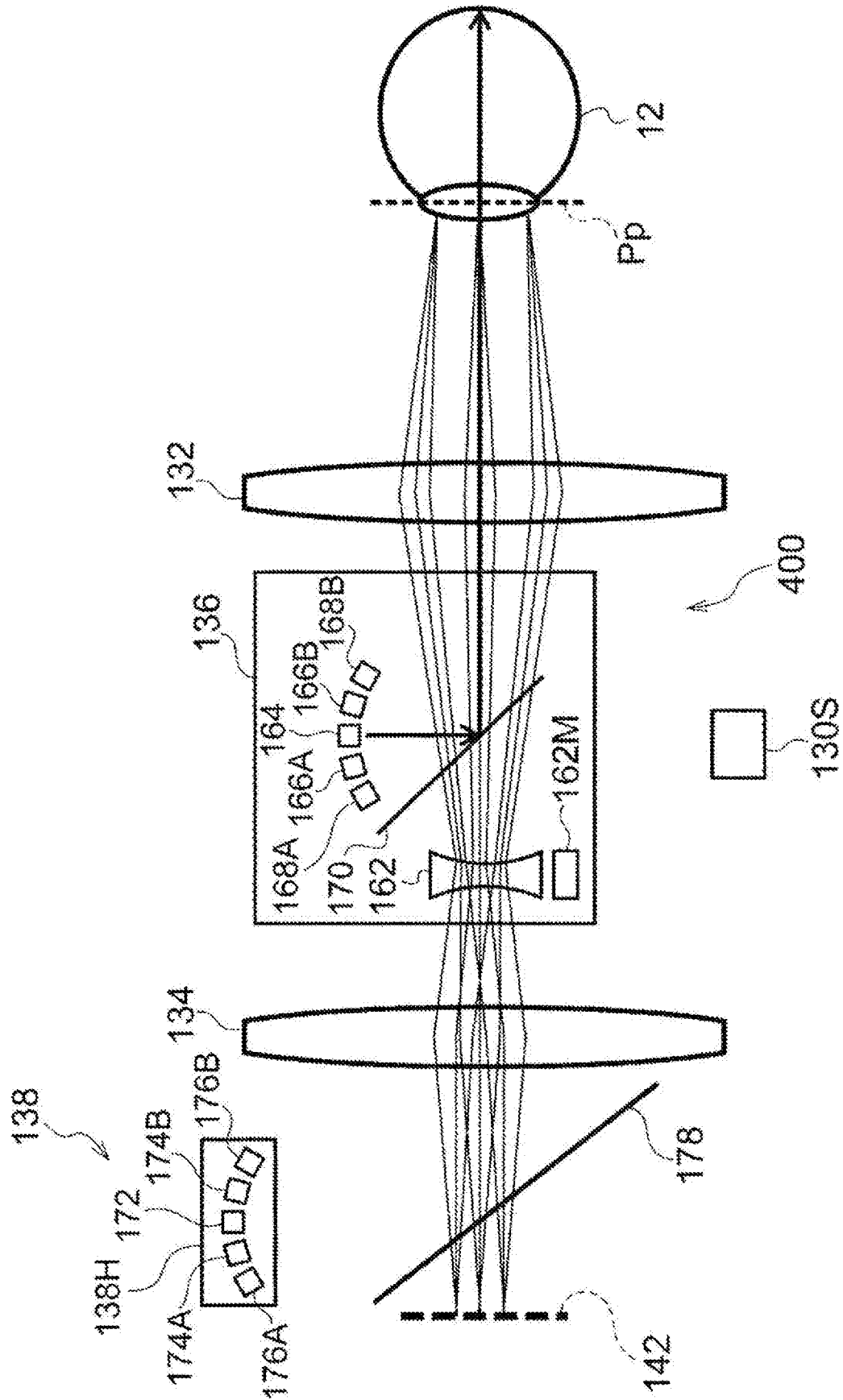
[図2]



[図3]

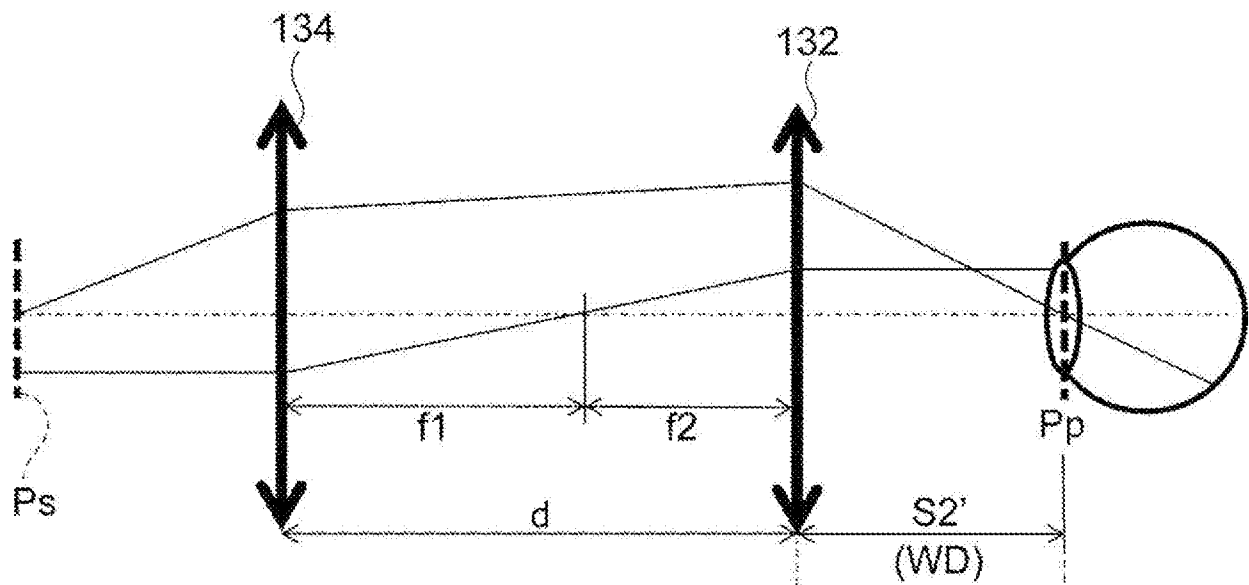


[図4]

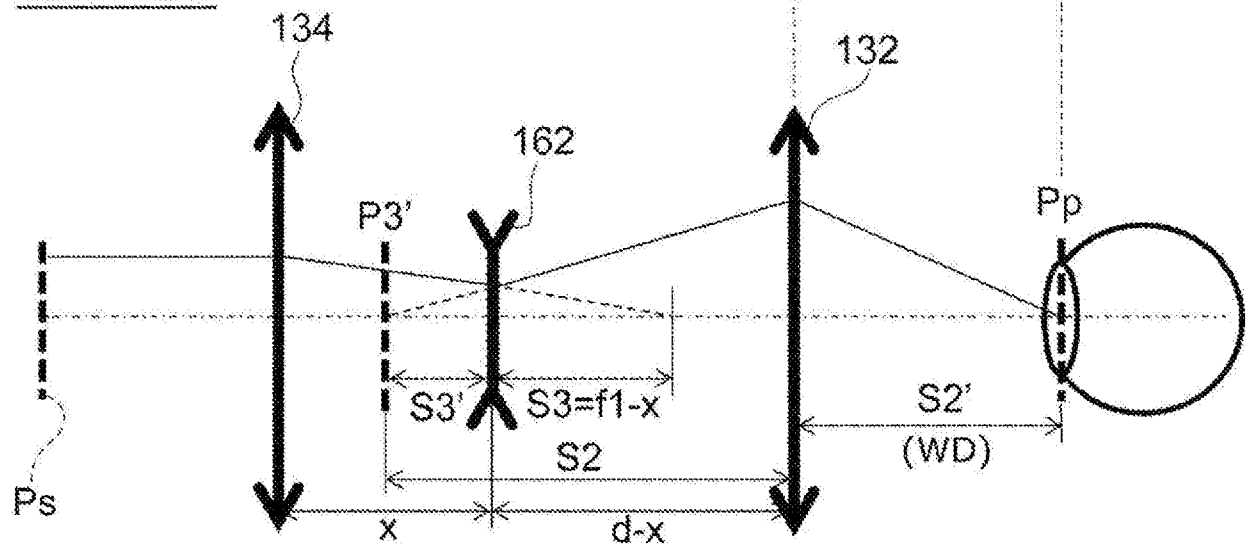


[図5]

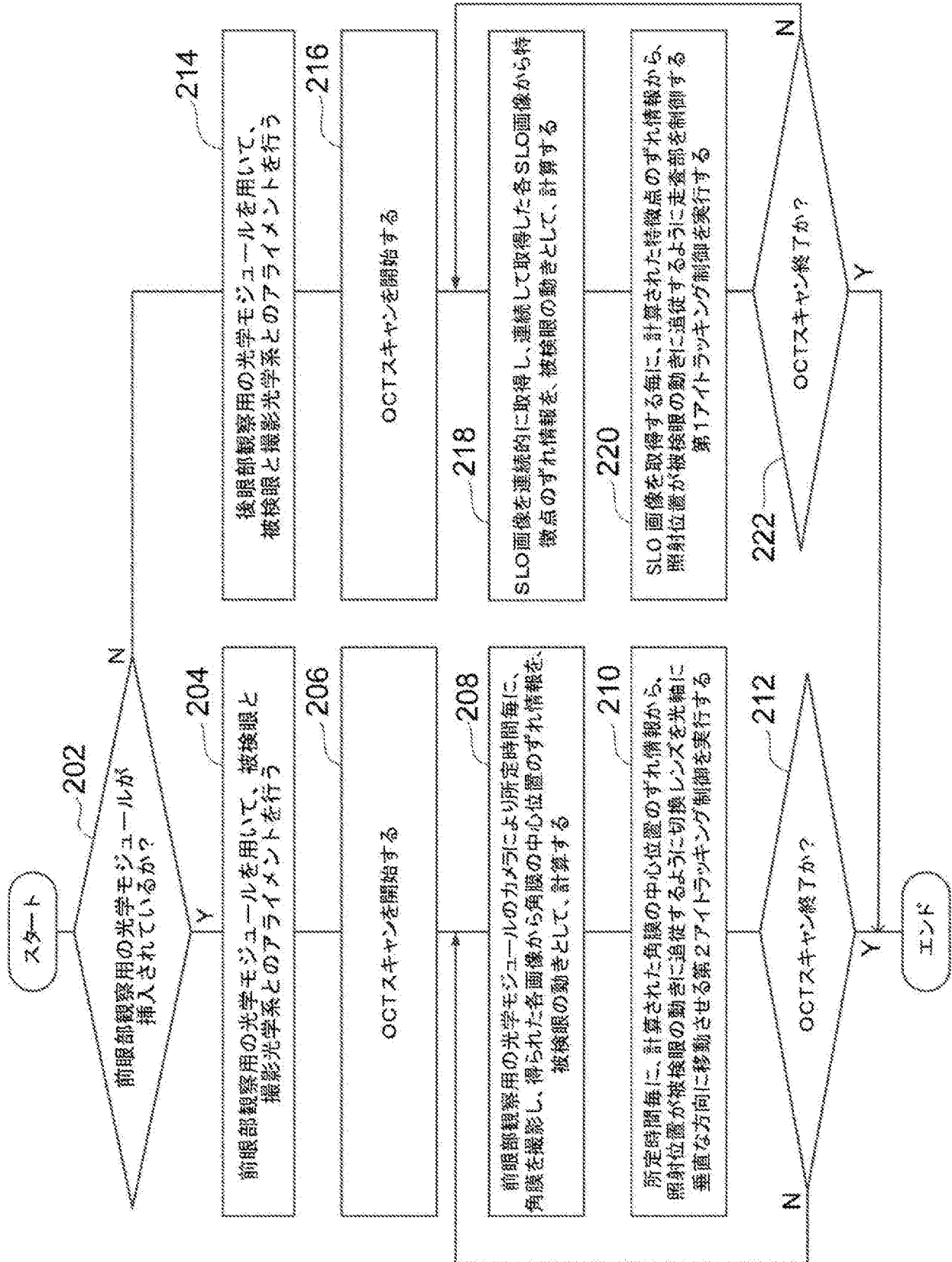
後眼部観察時



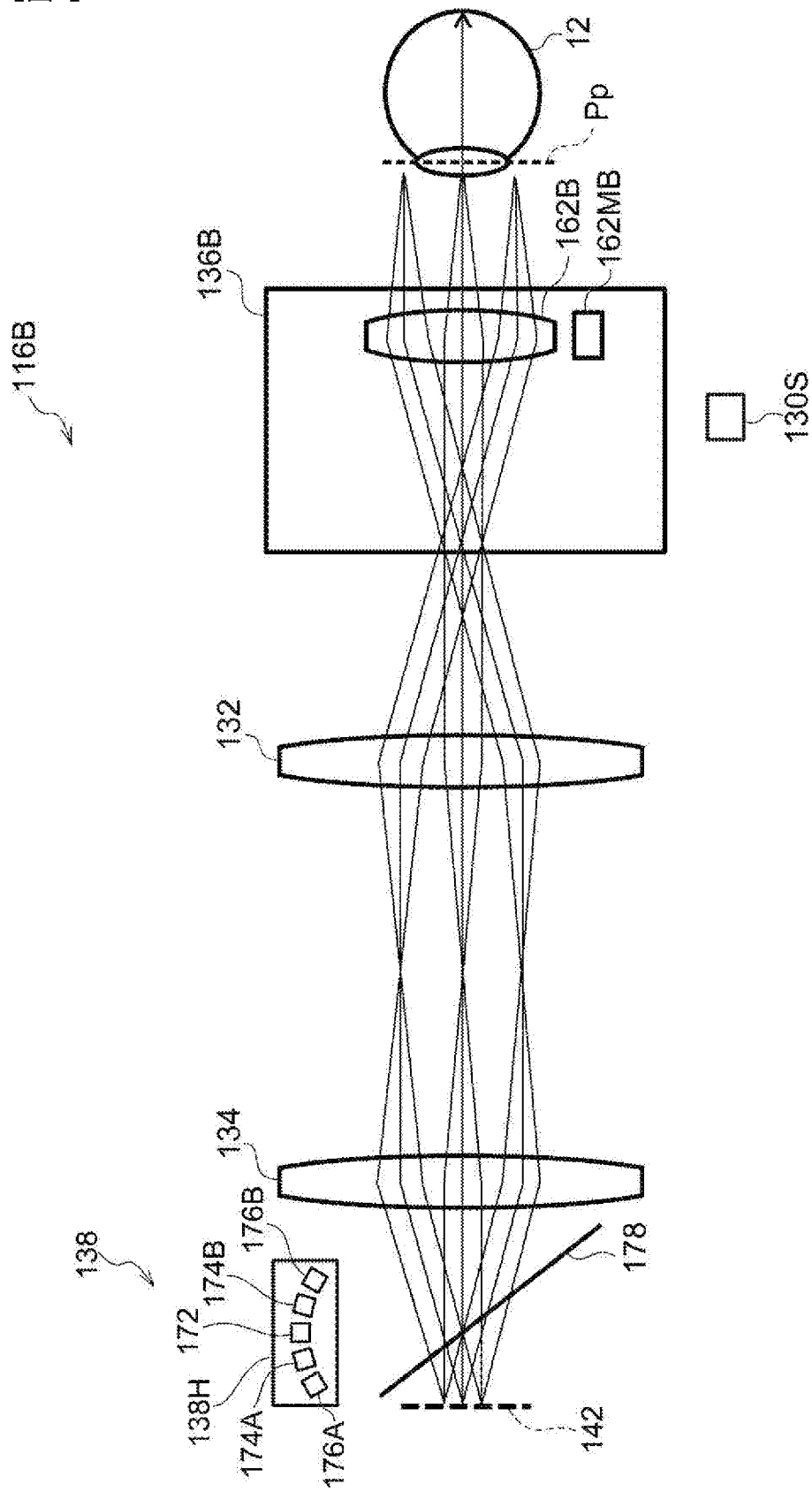
前眼部観察時



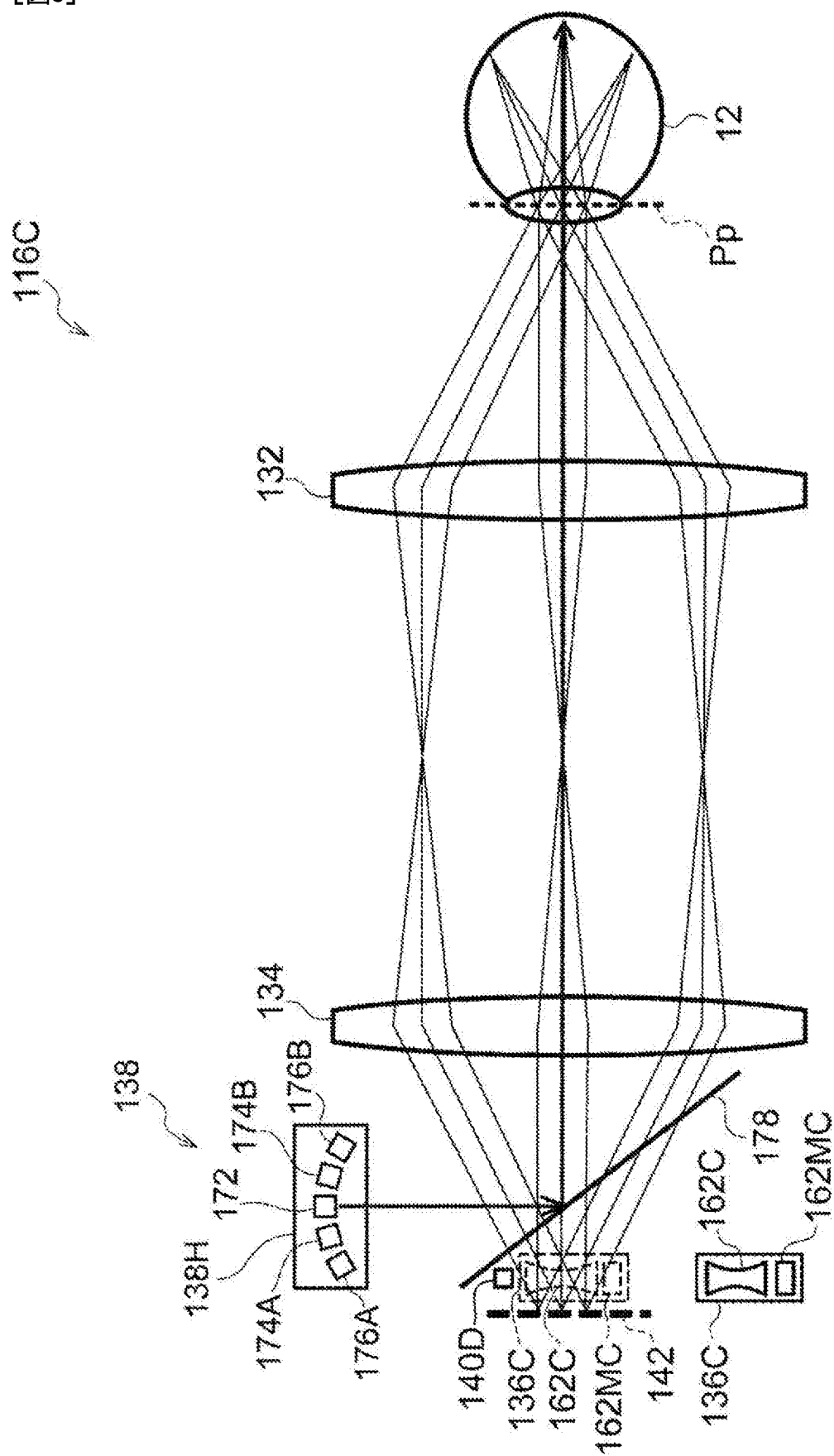
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 3/10 (2006.01) i

FI: A61B3/10 100

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)

A61B3/00-3/18

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2017-169672 A (TOPCON CORPORATION) 28.09.2017 (2017-09-28) paragraphs [0015]-[0090], fig. 1-8	1-3, 7-13 4-6, 14-15
Y	JP 2005-287782 A (TOPCON CORPORATION) 20.10.2005 (2005-10-20) paragraphs [0019]-[0040], fig. 1-6	1-3, 7-13
Y	JP 2014-128620 A (TOPCON CORPORATION) 10.07.2014 (2014-07-10) paragraphs [0073]-[0192], fig. 14-15	9-13
Y	JP 2016-49243 A (TOPCON CORPORATION) 11.04.2016 (2016-04-11) paragraphs [0017]-[0167], [0179]- [0188], fig. 1-8	10-12



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

"I" 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

07 August 2020 (07.08.2020)

Date of mailing of the international search report

18 August 2020 (18.08.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/020946

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-169672 A	28 Sep. 2017	(Family: none)	
JP 2005-287782 A	20 Oct. 2005	(Family: none)	
JP 2014-128620 A	10 Jul. 2014	US 2015/0313467 A1 paragraphs [0156]- [0235], fig. 35-36 WO 2014/084231 A1 EP 2926722 A1	
JP 2016-49243 A	11 Apr. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 3/10(2006.01)i FI: A61B3/10 100														
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）） A61B3/00-3/18 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
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 A	JP 2017-169672 A（株式会社トプコン） 28.09.2017（2017-09-28） 段落[0015]-[0090]，第1-8図	1-3, 7-13 4-6, 14-15												
Y	JP 2005-287782 A（株式会社トプコン） 20.10.2005（2005-10-20） 段落[0019]-[0040]，第1-6図	1-3, 7-13												
Y	JP 2014-128620 A（株式会社トプコン） 10.07.2014（2014-07-10） 段落[0073]-[0192]，第14-15図	9-13												
Y	JP 2016-49243 A（株式会社トプコン） 11.04.2016（2016-04-11） 段落[0017]-[0167]，[0179]-[0188]，第1-8図	10-12												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.08.2020		国際調査報告の発送日 18.08.2020												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 安田 明央 2Q 9309 電話番号 03-3581-1101 内線 3292												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/020946

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-169672	A	28.09.2017	(ファミリーなし)	
JP	2005-287782	A	20.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2014-128620	A	10.07.2014	US 2015/0313467 A1	
				paragraphs[0156]-	
				[0235], Figs. 35-36	
				WO 2014/084231 A1	
				EP 2926722 A1	
JP	2016-49243	A	11.04.2016	(ファミリーなし)	