(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
2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/185188 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 3/14 (2006.01) *G02B 26/10* (2006.01)
A61B 3/10 (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059945

(22) 国際出願日: 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014)

(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 2013-102801 2013 年 5 月 15 日(15.05.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社トプコン(KABUSHIKI KAISHA TOPCON) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町７５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宇都宮 篤(UTSUNOMIYA, Atsushi); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町７５番１号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 丸山 弘毅(MARUYAMA, Hirotake); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町７５番１号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 阿部 知好(ABE, Tomoyoshi); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町７５番１号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 福間 康文(FUKUMA, Yasufumi); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町７５番１号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 西脇 民雄 (NISHIWAKI, Tamio); 〒1030028 東京都中央区八重洲一丁目４番１６号 東京建物八重洲ビル２階 Tokyo (JP).

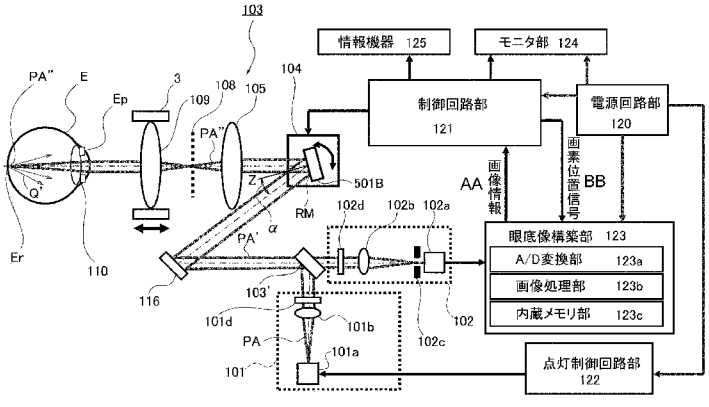
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: FUNDUS PHOTOGRAPHING DEVICE

(54) 発明の名称 : 眼底撮影装置



AA Image information
BB Pixel position signal
120 Power supply circuit unit
121 Control circuit unit
122 Lighting control circuit unit
123 Fundus image construction unit
123a A/D conversion unit
123b Image processing unit
123c Built-in memory unit
124 Monitor unit
125 Information device

(57) **Abstract**: Provided is a fundus photographing device which is capable of high speed scanning of the fundus of the eye while being made smaller and lighter. This fundus photographing device comprises: an illumination light source unit (101) which generates an illumination light flux (PA) that illuminates the fundus (Er) of a subject's eye (E); a scanning optical system (103) which converts the illumination light flux (PA) from the illumination light source unit (101) into a spot light and scans the fundus with the spot light in a two-dimensional direction of the horizontal direction and vertical direction; a light receiving unit (102) which receives reflected light from a fundus site illuminated spotwise by the spot light; and a fundus image construction unit (123) which constructs a fundus image on the basis of the received light signal from the light receiving unit. The scanning optical system (103) is provided with a scanner (104) which has a reflection mirror plate (501B) that is capable of swinging about two axes that are orthogonal to each other to perform scanning by deflecting the spot light in the vertical direction and horizontal direction simultaneously.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/185188 A1

眼底の高速走査を可能としつつも小型化、軽量化を図ることのできる眼底撮影装置を提供する。　本発明の眼底撮影装置は、被検眼（Ｅ）の眼底（Ｅｒ）を照明する照明光束（ＰＡ）を生成する照明光源部（１０１）と、照明光源部（１０１）からの照明光束（ＰＡ）をスポット光に変換してスポット光により眼底を水平方向と垂直方向との二次元方向に走査する走査光学系（１０３）と、スポット光によりスポット的に照明された眼底部位からの反射光を受光する受光部（１０２）と、受光部からの受光信号に基づいて眼底像を構築する眼底像構築部（１２３）とを備え、走査光学系（１０３）にはスポット光を同時に垂直方向と水平方向とに偏向して走査するために互いに直交する二軸を中心にして揺動可能な反射ミラー板（５０１Ｂ）を有する走査器（１０４）が設けられている。

明　細　書

発明の名称 ： 眼底撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、スポット光により眼底を二次元的に走査して、そのスポット光の眼底による反射光を受光して眼底像を構築する眼底撮影装置の改良に関する。

背景技術

[0002] 従来から、眼底撮影装置には、スポット光により眼底を水平方向と垂直方向との二次元方向に走査して、そのスポット光の眼底からの反射光を受光して眼底像を構築する眼底撮影装置が知られている。

[0003] この眼底撮影装置では、その走査光学系が水平方向走査光学系と、垂直方向走査光学系とから構成されている。その水平方向走査光学系には、ポリゴンミラーが設けられ、垂直方向走査光学系には、ガルバノミラーが設けられている（例えば、特許文献１参照）。

[0004] このものによれば、眼底をポリゴンミラーにより高速に走査できるので、眼底像を構築するために十分な眼底からの反射光の情報を得ることができ、眼底像の解像度の向上を図ることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第４７７４２６１号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、近時、眼底撮影装置では、集団検診、自己検診等を手軽に行うことができるようにするため、ポータブルタイプ（持ち運び可能タイプ、可動タイプ、手持ち撮影可能なタイプ）の眼底撮影装置が要望されている。

[0007] ところが、その従来の眼底撮影装置では、走査光学系にポリゴンミラーが用いられているので、走査光学系の小型化を図りにくいという問題がある。

また、ポリゴンミラーの回転駆動機構（例えば、スピンドルモータ等の駆動機構）が存在するため、走査光学系が必然的に重くなるという問題もある。

[0008] 本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、眼底の高速走査を可能としつつも小型化、軽量化を図ることのできる眼底撮影装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る眼底撮影装置は、被検眼の眼底を照明する照明光束を生成する照明光源部と、該照明光源部からの照明光束をスポット光に変換して該スポット光により前記眼底を水平方向と垂直方向との二次元方向に走査する走査光学系と、前記スポット光によりスポット的に照明された眼底部位からの反射光を受光する受光部と、該受光部からの受光信号に基づいて眼底像を構築する眼底像構築部とを備え、前記走査光学系には前記スポット光を同時に垂直方向と水平方向とに偏向して走査するために互いに直交する二軸を中心にして揺動可能な反射ミラー板を有する走査器が設けられていることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、走査光学系に二軸を中心にして揺動可能な反射ミラーを有する走査器を用いる構成としたので、眼底の高速走査を可能としつつも小型化、軽量化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施例に係る眼底撮影装置の一例を示す図であって、ポータブルタイプの眼底撮影装置の側面図である。

[図2]図１に示す眼底撮影装置の上面図である。

[図3]図１に示す眼底撮影装置を検者側から見た背面図である。

[図4]図１に示す眼底撮影装置を被検者側から見た正面図である。

[図5]図１に示す眼底撮影装置を着脱可能に支持する支持台の一例を示す外観図である。

[図6]図１に示す眼底撮影装置をコードを介して携帯情報機器に接続した状態

を示す説明図である。

[図7]本発明の実施例に係る眼底撮影装置の走査光学系と制御回路部とを示すブロック図である。

[図8]眼底の走査状態を示す説明図である。

[図9]図７に示す走査器の構成を示す斜視図である。

[図10]走査軌跡が弧になる理由を説明するための模式図である。

[図11]入射光束（平行光束）の入射角度α＝４５度で、反射ミラー板を互いに直交する方向に共に２度づつチルトさせて眼底に走査軌跡を描かせた模式図を示している。

[図12]入射角度α＝２０度で、反射ミラー板を互いに直交する方向に共に２度ずつチルトさせて眼底に走査軌跡を描かせた見式図を示している。

[図13]反射ミラー板のサイズと入射光束（平行光束）の入射角度との関係についての説明図である。

発明を実施するための形態

実施例

[0012] 以下に、本発明に係る眼底撮影装置の実施例を図面を参照しつつ説明する。

（眼底撮影装置の外観構成の概要）

図１ないし図４は本発明に係るポータブルタイプの眼底撮影装置の説明図であって、図１において、符号１は、ケース部としての眼底撮影装置本体、符号２は取っ手部材である。

[0013] 眼底撮影装置本体１には、その被検者に対面する正面側に、図１、図２に示すように接眼鏡筒部３が設けられている。その撮影装置本体1の背面側（検者に対面する側）には、図３に示すように、透明板４が設けられている。

[0014] その透明板４を介して後述するモニター部の液晶表示画面５が視認できるようにされている。その撮影装置本体１の内部には、後述する観察撮影光学系としての走査光学系、その走査光学系を制御する制御回路部、眼底像構築部、点灯制御回路部、受光部、モニタ部、電源回路部、その他眼底観察撮影

に必要な駆動機構が設けられている。

[0015] その撮影装置本体１の上面には、図２に示すように、電源オン・オフ用の電源ボタンＢが設けられている。接眼鏡筒部３は、ここでは、図２に示すように、検者に対面する側から見て、左側に設けられている。

[0016] 取っ手部材２には、把持部６と着脱突起部７とが設けられている。撮影装置本体1の下側の面には、接眼鏡筒部３の配設位置に対応させて、図２に破線で示すように、台形状の凹部８が設けられている。

[0017] その着脱突起部７の形状は凹部８の形状に対応する形状とされ、着脱突起部７はその凹部８に嵌合される。その着脱突起部７と凹部８のいずれか一方には、マグネット部材（図示を略す）が設けられている。

[0018] その着脱突起部７と凹部８のいずれか他方には、そのマグネット部材に吸着される磁性部材が設けられている。この実施例では、その取っ手部材２は、そのマグネット部材の吸着力により、眼底撮影装置本体１に着脱可能に固定されるが、この構成に限られるものではない。

[0019] その取っ手部材２の把持部６には、図４に示すように、後述する機能を有する撮影ボタン９、アライメントボタン１０、合焦ボタン１１が設けられ、手で持って撮影可能とされている。この実施例では、この眼底撮影装置は、図５に示すように、支持台１２に据え置いても使用できるものである。

[0020] アライメントボタン１０は後述する対物レンズの光軸を被検眼Ｅの視軸に対してアライメントする際に用いられるが、その説明はここでは省略する。

合焦ボタン１１は後述する対物レンズにより被検眼Ｅの眼底Ｅｒにスポット光を合焦させるのに用いる。撮影ボタン９は眼底Ｅｒを撮影するのに用いる。

[0021] その支持台１２には、額当て部１３がその上部に設けられ、その支持台１２の傾斜部１４に、係合突起部（図示を略す）が形成されている。その係合突起部に凹部８を嵌合させることにより、眼底撮影装置本体１は支持台１２に支持固定される。

[0022] 眼底撮影装置本体１の上面には、図２に示すように、支持台１２に据え置

いたときに有効となる撮影ボタン９’、アライメントボタン１０’、合焦ボタン１１’が設けられている。この撮影ボタン９’、アライメントボタン１０’、合焦ボタン１１’の有効・無効の切り替えは、例えば、図示を略す検知スイッチを支持台１２に設ければ良い。

[0023] なお、この撮影ボタン９’、アライメントボタン１０’、合焦ボタン１１’は、取っ手部材２を眼底撮影装置本体１から外した状態で、支持台１２に据え置かずに、眼底撮影装置本体１を使用する場合も利用できる。

[0024] その把持部６の下部には、スマートフォン、タブレット端末、携帯情報端末（ＰＤＡ）等の携帯情報機器１６の接続用の差し込みプラグ１４’が図３に示すように設けられている。その差し込みプラグ１４’は、図６に示す携帯情報機器１６にコード１５を介して接続される。

[0025] この携帯情報機器１６には、複数個の操作ボタン１７が設けられている。ここでは、この複数個の操作ボタン１７をそれぞれ撮影ボタン９、アライメントボタン１０、合焦ボタン１１に兼用させる構成とされている。

[0026] また、この実施例では、携帯情報機器１６の表示画面１８に眼底像ＥＧｒを再生表示させる構成とされているが、これに限るものではない。眼底像ＥＧｒを後述する内蔵メモリ部に記憶保存させ、図２に示す出力ボタンＯＢにより出力させる構成としても良い。

[0027] 以下の説明では、ポータブルタイプの眼底撮影装置の照明光源部、走査光学系、制御回路部、点灯制御回路部、受光部、眼底像構築部、電源回路部について説明するが、ポータブルタイプと据え置き型との兼用、据え置き型専用の眼底撮影装置についても、本発明を適用可能である。

[0028] また、この実施例では、眼底像ＥＧｒは、内蔵メモリ部に逐次保存する構成として説明するが、眼底像ＥＧｒを有線電話回線、無線電話回線を通じて、医療機関に送信する構成とすることもできる。

[0029] （光学系の概要）

図７はその眼底撮影装置の照明光源部、走査光学系、制御回路部、点灯制御回路部、受光部、眼底像構築部、電源回路部の概略構成を示すブロック図

である。

その図７において、１０１は照明光源部、１０２は受光部、１０３は走査光学系、１２１は制御回路部、１２０は電源回路部、１２２は点灯制御回路部、１２４はモニタ部、１２５は各種の情報機器を示す。

[0030] 照明光源部１０１は、照明光源１０１ａを有する。この照明光源１０１ａには空間的コヒーレンスの高い光源、例えば、半導体レーザ（波長掃引型レーザ、スーパールミネッセンスダイオード）、固体レーザ、ガスレーザ、あるいは、これらからのレーザ光を光ファイバーに光学的に結合したファイバーレーザが用いられる。

[0031] その照明光源部１０１にはコリメートレンズ１０１ｂ、光学素子１０１ｄが設けられている。コリメートレンズ１０１ｂは照明光源１０１ａからの照明光束ＰＡを平行光束ＰＡ’に変換する。

[0032] 光学素子１０１ｄは、必要に応じて設けられるもので、開口を有する光束制限素子、波長板、偏光子、波長選択フィルター等の波長制限素子、これらの各素子を組み合わせた複合素子からなっている。

[0033] 走査光学系１０３は、ビームスプリッター１０３’、固定ミラー１１６、走査器１０４、リレーレンズ１０５、対物レンズ１０９、接眼鏡筒部３から大略構成されている。コリメートレンズ１０１ｂにより平行光束ＰＡ’に変換された照明光束ＰＡはビームスプリッター１０３’に導かれる。

[0034] そのビームスプリッター１０３’は、ハーフミラー、ダイクロイックミラー、光ビームスプリッター等により構成される。そのビームスプリッター１０３’に導かれた平行光束ＰＡ’は固定ミラー１１６を経由して走査器１０４に導かれる。

[0035] その走査器１０４は、被検眼Ｅの眼底Ｅｒを垂直方向と水平方向とに偏向して走査するために互いに直交する二軸を中心にして揺動可能な反射ミラーを有する。この走査器１０４の詳細な構成については後述する。

[0036] その走査器１０４により反射された平行光束ＰＡ’は、リレーレンズ１０５に導かれる。そのリレーレンズ１０５はその平行光束ＰＡ’をスポット光

ＰＡ”に変換してスポット光ＰＡ”を眼底Ｅｒと共役な共役面１０８に空中結像させる機能を有する。

[0037] そのスポット光ＰＡ”は、合焦レンズとしての対物レンズ１０９に導かれる。対物レンズ１０９は接眼鏡筒部３に保持されている。その対物レンズ１０９は、被検眼Ｅに対向して配置され、被検眼Ｅの屈折力に応じてその光軸方向に前後動される。

[0038] その対物レンズ１０９を通過したスポット光ＰＡ”は平行光束に再変換され、その平行光束は被検眼Ｅの瞳孔Ｅｐを通り、被検眼Ｅに入射する。その対物レンズ１０９を光軸方向に可動させて、被検眼Ｅの眼底Ｅｒに共役面１０８が合致すると、眼底Ｅｒの各部位にスポット的に鮮明なスポット光ＰＡ”が形成される。

[0039] その眼底Ｅｒは、図８に示すように、走査器１０４による水平方向の偏向と垂直方向の偏向とにより、スポット光ＰＡ”により水平方向に走査された後、垂直方向に順次走査される。その図８において、２０１はスポット光ＰＡ”による水平方向の走査軌跡、２０２は血管、２０３は乳頭部、２０４は黄斑部を示している。すなわち、眼底Ｅｒは走査器１０４により二次元方向に同時に走査される。

[0040] なお、この実施例では、眼底像を構築するために、水平方向に平行に眼底Ｅｒを走査してスポット光ＰＡ”の走査軌跡２０１を描く構成について説明した。しかし、眼底Ｅｒには制御回路部１２１の制御により弧を描かせたり、多角形、星形等の各種の図形を描かせることも可能である。

[0041] 眼底Ｅｒの各部位により反射されたスポット光ＰＡ”の反射光Ｑ’は、図７に示すように水晶体１１０、瞳孔Ｅｐを通って対物レンズ１０９に導かれ、この対物レンズ１０９により集光される。その対物レンズ１０９により集光された反射光Ｑ’は、共役面１０８でいったん空中結像した後、リレーレンズ１０５、走査器１０４、固定ミラー１１６を経由して、ビームスプリッター１０３’に導かれ、このビームスプリッター１０３’を通過して、受光部１０２に導かれる。

[0042] 受光部１０２は、受光素子１０２ａ、光束制限素子１０２ｃ、集光レンズ１０２ｂ、光学素子１０２ｄを備えている。受光素子１０２ａは集光レンズ１０２ｂの焦点位置に設けられている。光束制限素子１０２ｃは円形開口、楕円開口、ドーナツ状開口等を有する絞り部材からなる。

[0043] 光学素子１０２ｄは、必要に応じて設けられるもので、開口を有する光束制限素子、波長板、偏光子、波長選択フィルター等の波長制限素子、これらの各素子を組み合わせた複合素子からなっている。

[0044] なお、その図７では、説明の簡単化を図るために、照明光源部１０１が単色の照明光を生成するものとして説明している。しかし、カラー画像を生成するために、例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂの各色の波長の光と赤外の光とを発生する照明光源を照明光源部１０１に設けると共に、異なる波長の光を合成する波長合成用のダイクロイックミラーを設けて、光路を合成した後、ビームスプリッター１０３’に導く構成とすることもできる。

[0045] 同様に、複数波長の混在した反射光を分解して受光するために、光路分解用のダイクロイックミラーを受光部１０２に設けると共に、各波長ごとに受光素子を設けて、各波長ごとに反射光Ｑ’を受光する構成とすることもできる。

[0046] 制御回路部１２１は、走査器１０４を制御すると共に、眼底像構築部１２３を制御する。点灯制御回路部１２２は、照明光源部１０１を点灯制御する。電源回路部１２０は、その制御回路部１２１、眼底像構築部１２３、点灯制御回路部１２２、モニタ部１２４に電源電力を供給する。

[0047] 眼底像構築部１２３は、Ａ/Ｄ変換部１２３ａ、画像処理部１２３ｂ、内蔵メモリ部１２３ｃを有する。

その眼底像構築部１２３には、画素位置信号と受光信号とが入力される。眼底像構築部１２３は、画素位置信号と受光信号とに基づいて画像情報を作成する。その画像情報は制御回路部１２１に出力される。その制御回路部１２１は走査器１０４を走査制御するが、その詳細については後述する。

[0048] 画像情報は、モニタ部１２４に必要に応じて送信されて、モニタ部１２４

の液晶表示画面５に表示される。また、必要に応じて、画像情報が情報機器１２５に送信される。その画像情報には、撮影日時に関する情報、被検者の氏名、病名に係る情報も添付される。

[0049] なお、情報機器１２５とは、パーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末機器、携帯情報端末機器（ＰＤＡ）等の携帯情報機器１６である。また、情報機器１２５とは別の情報機器からの画像情報、画像評価情報を制御回路部１２１に送信して、これらの情報をモニタ部１２４の液晶表示画面５に表示させることも可能である。

[0050] （走査器１０４の構成）

走査器１０４は、例えば、図９に示すＭＥＭＳ走査器により構成されている。この種のＭＥＭＳ走査器の製造方法は既に知られている（例えば、特開２０１０－１０７６２８号公報、特開２０１３－０００８２５号公報、特開２０１３－２９８４９号公報、特開２０１２－１８５４１８号公報、米国特許８２７９５０９号参照）。

[0051] このＭＥＭＳ走査器は、上のシリコン層５００Ｔと下のシリコン層５００Ｂとから構成されている。この上のシリコン層５００Ｔと下のシリコン層５００Ｂとの間にはＳｉＯ２からなる電気的絶縁層（図示を略す）が設けられている。

[0052] なお、下のシリコン層５００Ｂは、アンカー部５１２Ｂ、５１３Ｂにおいて、更に下の層（図示を略す）に機械的に支持されている。

このＭＥＭＳ走査器は、反射ミラー板５０１Ｂを有する。この反射ミラー板５０１Ｂには一対の内側軸部５１４Ｂが形成されている。その内側軸部５１４Ｂは内側ばね部５０５Ｂを介して内側固定部５０４に連結されている。その内側軸部５１４Ｂの途中には、内側可動歯５１１Ｂが形成されている。

[0053] 内側可動歯５１１Ｂには内側櫛歯５０９Ｔ、５１０Ｔがそれぞれ臨まされている。この内側可動櫛歯５１１Ｂと内側櫛歯５０９Ｔ、５１０Ｔとは、一対の内側静電アクチュエータの一部を構成している。

[0054] これらの構造体は、内側固定部５０４に支持されている。その内側固定部

５０４は、１対の外側軸部５１５が形成されている。その一対の外側軸部５１５は外側ばね部５０３Ｂ、５０３Ｔを介してアンカー部５１２Ｂ、５１２Ｔ、５１３Ｂ、５１３Ｔに連結されている。

その外側軸部５１５の途中には、外側可動櫛歯５０８Ｂが形成されている。

[0055] 外側可動櫛歯５０８Ｂには外側固定櫛歯５０６Ｔ、５０７Ｔがそれぞれ臨まされている。

この外側可動櫛歯５０８Ｂと外側可動櫛歯５０７とは１対の外側静電アクチュエータの一部を構成している。外側固定櫛歯５０６Ｔ、５０７Ｔは機械的に固定されている。

[0056] 反射ミラー板５０１Ｂの表面は反射面ＲＭとされている。反射ミラー板５０１Ｂはリレーレンズ１０５の光軸を中心にして二軸方向に等角度に揺動される。符号Ｚは、その反射ミラー板５０１Ｂが揺動中心位置にあるときに反射面ＲＭに立てた基準法線を意味する。

下のシリコン層５００Ｂは例えばＧＮＤに設置されている。その内側可動櫛歯５１１Ｂと内側櫛歯５０９Ｔ、５１０Ｔは、反射ミラー板５０１ＢをＸ－Ｘ’軸回りに揺動させるのに用いられる。

[0057] すなわち、アンカー部の５１２Ｔ、５１３Ｔを介して、左右１対の内側櫛歯５０９Ｔ、５１０Ｔに電圧を印加することにより、反射ミラー板５１０ＢがＸ－Ｘ’軸回りに回動する。

外側可動櫛歯５０８Ｂと外側固定櫛歯５０６Ｔ、５０７Ｔは、反射ミラー板５０１ＢをＹ－Ｙ’軸回りに揺動させるのに用いられる。

[0058] すなわち、外側固定櫛歯５０６Ｔ、５０７Ｔに電圧を印加することにより、ミラー板５０１ＢはＸ－Ｘ’軸と直交するＹ－Ｙ’軸回りに回動される。

このＭＥＭＳミラーの駆動方式には、ＤＣ電圧を印加することにより第１の角度から第２の角度へ回動させるＤＣ駆動、周期電圧を印加することにより発生する共振駆動方式がある。共振駆動方式の場合には、正弦波形状の回動角度となる。これらの駆動方式については、例えば、特開２００９－２６

５６０８号公報に開示されている。

[0059] この実施例では、平行光束ＰＡ’を二軸方向に偏向する際に生じる歪を是正するために、図７に示すように反射面ＲＭに立てた基準法線Ｚに対する入射角αを４５度よりも小さく設定している。

[0060] 図１０はその反射ミラー板５０１Ｂとこの反射ミラー板５０１Ｂに入射する入射光束としての平行光束ＰＡ’とその反射ミラー板５０１Ｂの反射面ＲＭによる反射光束ＱＡ’との関係を模式的に示す説明図である。なお、その図１０において、Ｓ’はその入射光束と基準法線Ｚとを含む入射面を示す。

[0061] 図１０に示すように、Ｘ－Ｘ’軸を中心にして、反射ミラー板５０１Ｂを回転させると、反射ミラー板５０１Ｂの反射面ＲＭがＸ－Ｘ軸を中心にして回転する。このため、Ｘ－Ｘ’軸方向から入射して反射ミラー板５０１Ｂの反射面ＲＭにより反射された反射光束ＱＡ’がＸ－Ｘ’軸を中心にして反射面ＲＭが回転する方向に振られる。

[0062] その結果、Ｘ－Ｘ’軸方向から入射した入射光束による反射光束ＱＡ’は反射ミラー板５０１Ｂの回転方向に回転し、その反射光束ＱＡ’による走査軌跡２０１が弧を描くことになる。

[0063] 基準法線Ｚに対する入射角度αが大きければ大きいほど（入射角度αが９０度に近づけば近づくほど）、反射光束ＱＡ’は、Ｘ－Ｘ’軸に近づくので、その弧の曲率が大きい。

ここで、例えば、Ｘ－Ｘ’軸方向を眼底Ｅｒの水平方向の走査に対応させ、Ｙ－Ｙ’方向を眼底Ｅｒの垂直方向の走査に対応させ、Ｘ－Ｘ’軸を中心にして、反射ミラー板５０１Ｂを＋１０度から－１０度の範囲内で２度ずつチルトさせて、水平方向の走査軌跡２０１を眼底Ｅｒに描かせ、かつ、Ｙ－Ｙ’軸を中心にして、反射ミラー板５０１Ｂを＋１０度から－１０度の範囲内で２度づつチルトさせて、垂直方向の走査軌跡２０１を眼底Ｅｒに描かせることにする。

[0064] 例えば、図１１は、入射光束（平行光束ＰＡ’）の入射角度α＝４５度で、反射ミラー板５０１ＢをＸ－Ｘ’軸方向、Ｙ－Ｙ’軸方向に共に２度づつ

チルトさせて眼底Ｅｒに走査軌跡２０１を描かせた模式図を示している。これに対して、図１２は入射角度α＝２０度で、反射ミラー板５０１ＢをＸ－Ｘ’軸方向、Ｙ－Ｙ’軸方向に共に２度づつチルトさせて眼底Ｅｒに走査軌跡２０１を描かせた模式図を示している。

[0065] 入射角度α＝４５度、入射角度α＝２０度の走査軌跡２０１は共に弧を描くが、入射角度αが小さくなればなるほど、垂直方向の走査軌跡２０１に対する水平方向の走査軌跡２０１の直線性が大きくなり、水平方向の走査軌跡２０１の歪が小さくなると共に、眼底Ｅｒに対する走査範囲が大きくなる。

[0066] なお、その図１１、図１２において、横軸はＸ－Ｘ’軸（水平軸）回りのチルト角度Ｐを示し、縦軸はＹ－Ｙ’軸（垂直軸）回りのチルト角度Ｑを示している。

次に、反射ミラー板５０１Ｂのサイズと入射光束（平行光束ＰＡ’）の入射角度αとの関係を図１３を参照しつつ説明する。

[0067] 反射ミラー板５０１ＢのＸ－Ｘ’軸方向の長さをＭＸ、入射光束（平行光束ＰＡ’）の幅をＤ、最大走査角度範囲をβ（反射ミラー板５０１Ｂの最大チルト角度の２倍）とすると、Ｍｘ＞Ｄ/cos（α＋β/２）の関係がある。

[0068] 長さＭｘがこの関係を満たさないと、入射光束（平行光束ＰＡ’）の周辺光束が反射ミラー板５０１Ｂの反射面ＲＭで反射されないことになり、反射光束ＱＡ’の光量が減少する。すなわち、眼底Ｅｒに形成されるスポット光ＰＡ”の光量が減少する。

[0069] 例えば、入射光束（平行光束ＰＡ’）の幅Ｄを１ｍｍ、入射角度αを４５度、最大走査角度範囲βを２０度とすると、長さＭｘを１．７４ｍｍ以上とする必要がある。しかし、入射光束（平行光束ＰＡ’）の幅Ｄを１ｍｍ、最大走査角度βを２０度のままとして、入射角度αを２０度とすると、長さＭｘは１．１５ｍｍ以上あれば良く、入射角度α＝２０度の場合の長さＭｘは入射角度α＝４５度に対して０．６６倍となる。従って、反射ミラー板５０１Ｂのサイズを全体として小さくできる。

[0070] なお、その図１３において、ＰＡＯ’は反射面ＲＭに入射する中心光束、

Ｏは基準法線Ｚと中心光束ＰＡＯ’とが反射面ＲＭで交わる交点を示す。

ここで、そのサイズを反射ミラー板５０１Ｂの鏡板材の慣性モーメントに換算すると、入射角度α＝２０度の場合の慣性モーメントは、入射角度α＝４０度の慣性モーメントの０．２９倍となる。反射ミラー板５０１Ｂの回転に対する慣性モーメントは鏡板材で概略決定されるから、ばね定数を一定とすると、入射角度α＝２０度の場合の共振周波数は、入射角度α＝４０度の場合の共振周波数に較べて約１．８６倍大きくなる。その結果、高速応答性の向上を図ることができる。

[0071] すなわち、反射ミラー板５０１Ｂの入射角度αを４５度よりも小さくすると、眼底Ｅｒの走査軌跡２０１の歪を小さくできると共に、高速応答性を確保できる。

また、互いに直交する二軸方向に反射面ＲＭを偏向させて眼底Ｅｒに走査軌跡２０１を描かせた場合に生じる弧の歪を補正して眼底像ＥＧｒを構築する際の眼底像構築プログラムの簡略化も図ることができる。

[0072] 反射面ＲＭに対する入射角度αは、眼底像ＥＧｒを構築する際の歪補正処理と、反射ミラー板５０１Ｂの走査角度範囲βとの関係から１５度から３０度の範囲であることが望ましい。

[0073] 入射角度αが大きくなりすぎると、眼底Ｅｒの走査軌跡２０１の歪が大きくなり、眼底像ＥＧｒを構築する際にその歪を除去しきれず、眼底像Ｅｇｒが歪んだ画像となる可能性が大きいからである。また、反射ミラー板５０１Ｂのサイズも大きくなり、高速応答性が低下する可能性も大きいからである。

[0074] 一方、入射角度αが小さくなりすぎると、リレーレンズ１０５によって、走査光束としての平行光束がＰＡ”がリレーレンズ１０５によってケラレる可能性が大きくなるからである。

関連出願の相互参照

[0075] 本出願は、２０１３年５月１５日に日本国特許庁に出願された特願２０１３－１０２８０１に基づいて優先権を主張し、その全ての開示は完全に本明

細書で参照により組み込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 被検眼の眼底を照明する照明光束を生成する照明光源部と、該照明光源部からの照明光束をスポット光に変換して該スポット光により前記眼底を水平方向と垂直方向との二次元方向に走査する走査光学系と、前記スポット光によりスポット的に照明された眼底の各部位からの反射光を受光する受光部と、該受光部からの受光信号に基づいて眼底像を構築する眼底像構築部とを備え、前記走査光学系には前記スポット光を同時に垂直方向と水平方向とに偏向して走査するために互いに直交する二軸を中心にして揺動可能な反射ミラー板を有する走査器が設けられていることを特徴とする眼底撮影装置。

[請求項2] 被検眼の眼底を照明する照明光束を生成する照明光源部と、該照明光源部からの照明光束をスポット光に変換して該スポット光により前記眼底を水平方向と垂直方向との二次元方向に走査する走査光学系と、前記スポット光によりスポット的に照明された眼底部位からの反射光を受光する受光部と、該受光部からの受光信号に基づいて眼底像を構築する眼底像構築部と、前記走査光学系と前記眼底像構築部とを制御する制御回路部と、前記照明光源部を点灯制御する点灯制御回路部とを少なくとも内蔵するケース部と、該ケース部を支持する取っ手部材とを有し、前記スポット光を同時に垂直方向と水平方向とに偏向して走査するために互いに直交する二軸を中心にして揺動可能な反射ミラー板を有する走査器が設けられていることを特徴とする手持ちで前記眼底を撮影可能な眼底撮影装置。

[請求項3] 前記走査器がＭＥＭＳ走査器であることを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の眼底撮影装置。

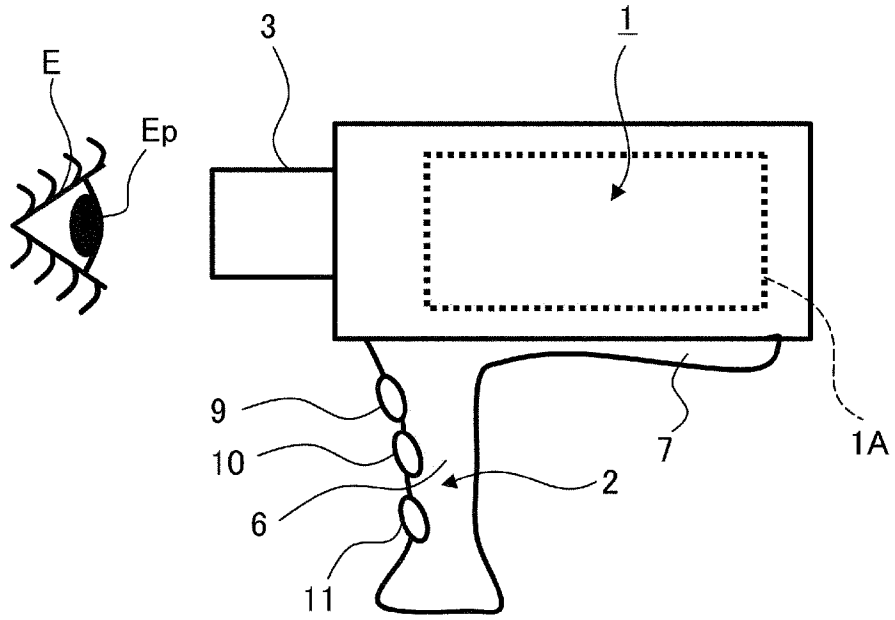
[請求項4] 前記走査光学系には、前記被検眼と前記走査器との間の光路に、前記被検眼に対向する対物レンズと、前記被検眼の眼底と共役な位置に前記照明光束をスポット光に変換して該スポット光を空中結像させるリレーレンズとが設けられ、前記反射ミラーが揺動中心位置にあると

きの反射面に立てた法線を基準法線として該基準方向に対する前記照明光束の入射角が４５度よりも小さいことを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載の眼底撮影装置。

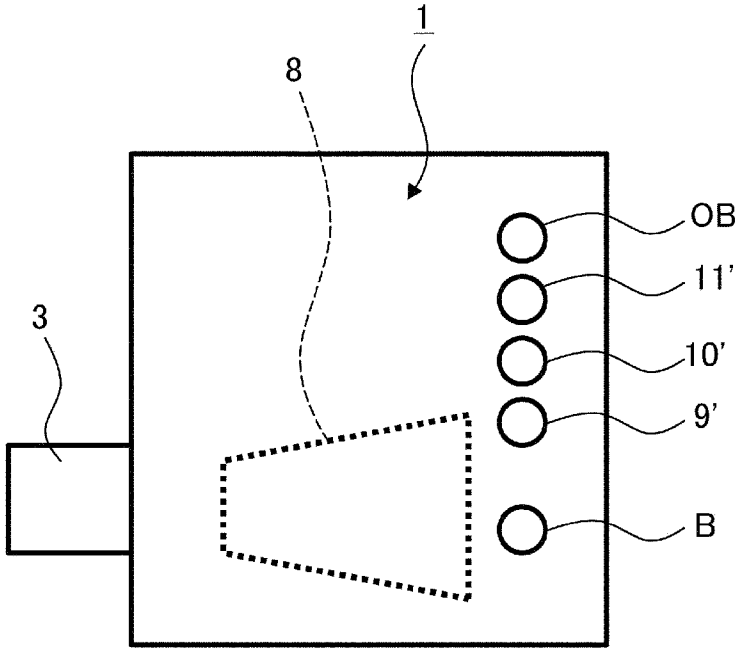
[請求項5] 前記照明光束の前記反射面の前記基準法線に対する入射角が１５度から３０度の範囲であることを特徴とする請求項４に記載の眼底撮影装置。

[請求項6] 前記照明光束は平行光束として前記反射ミラー板に入射され、前記リレーレンズは前記反射ミラー板により反射された平行光束を前記スポット光に変換することを特徴とする請求項４又は請求項５に記載の眼底撮影装置。

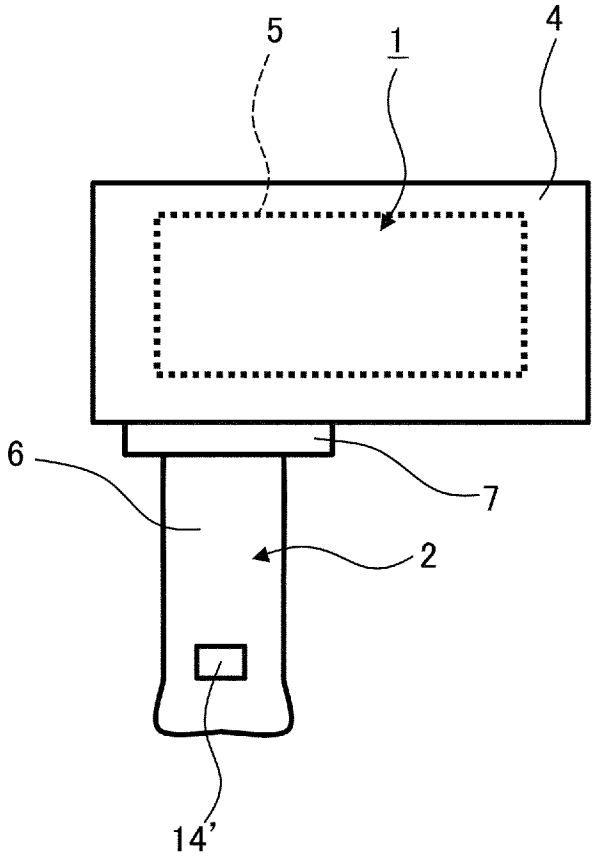
[図1]



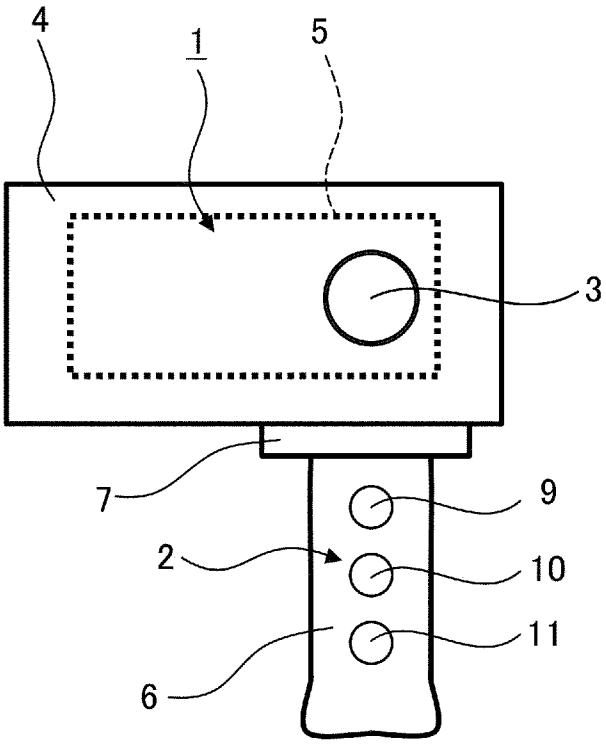
[図2]



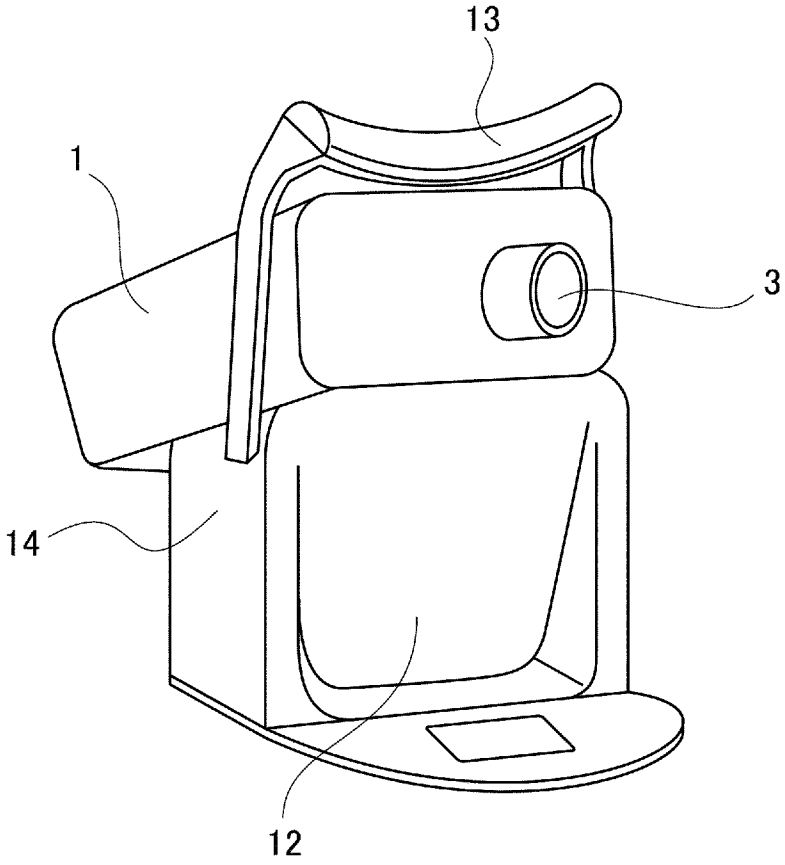
[図3]



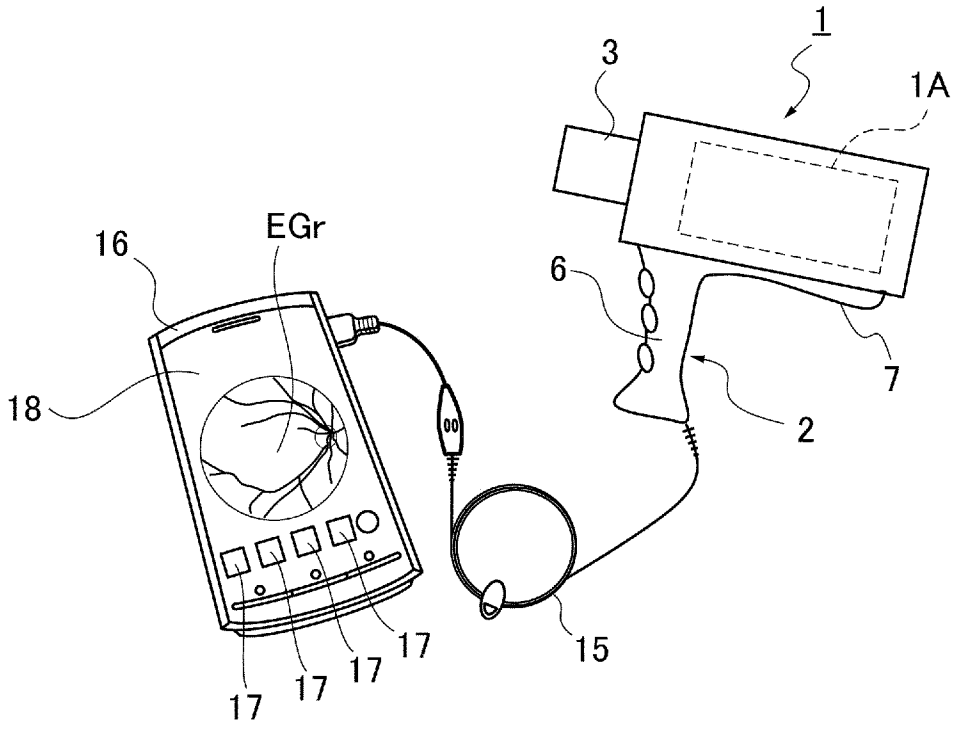
[図4]



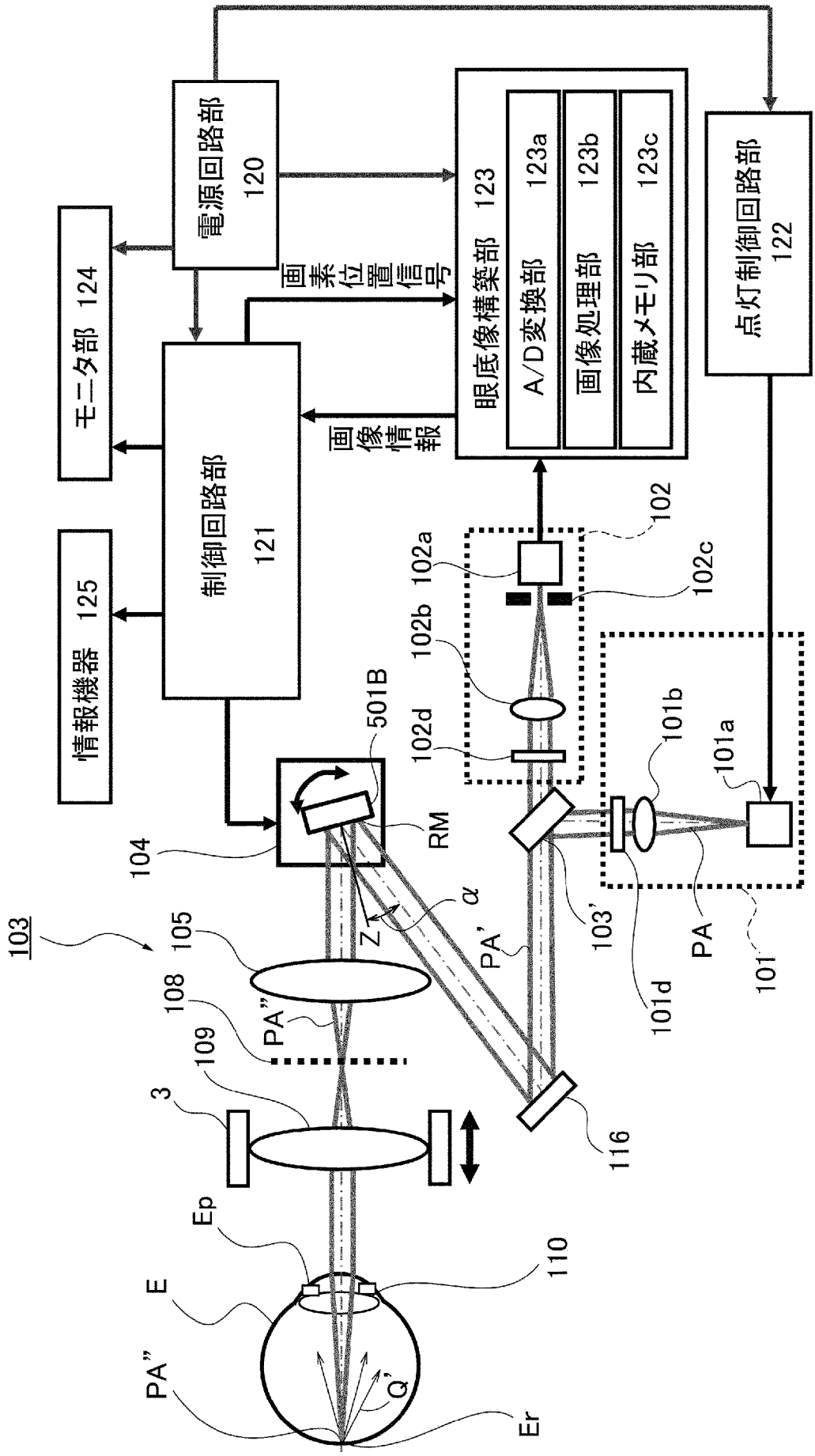
[図5]



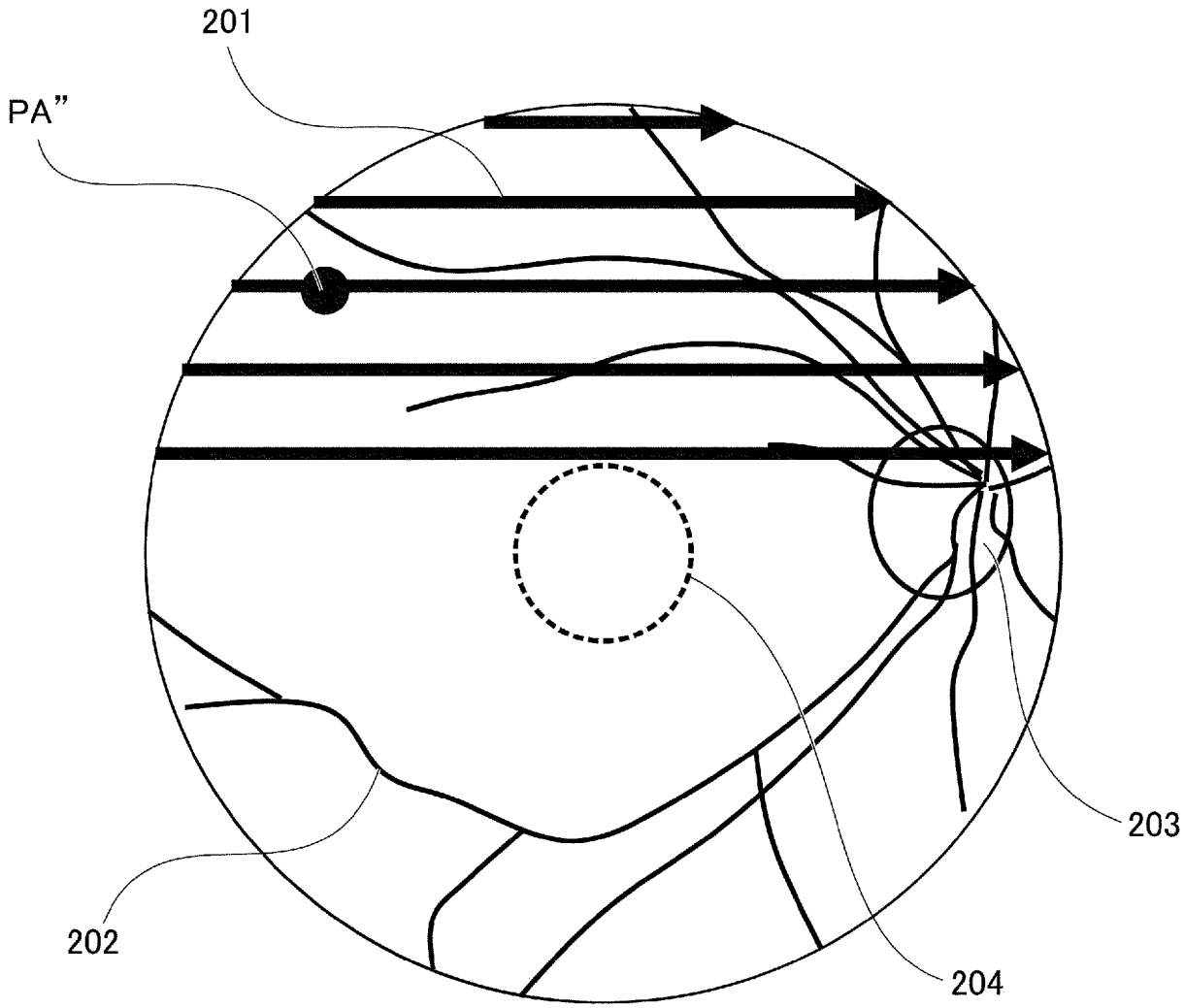
[図6]



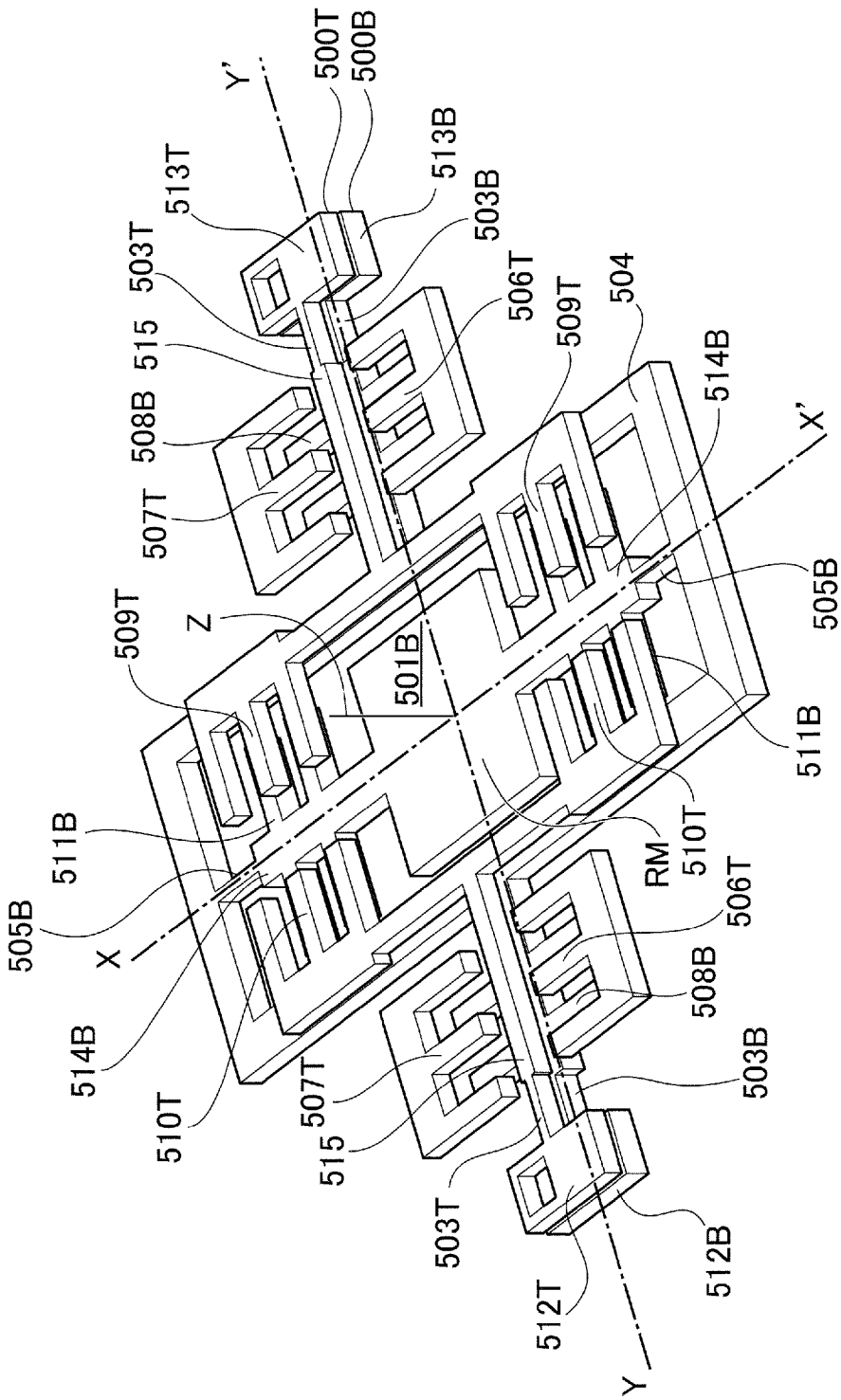
[図7]


電源回路部
120
眼底像構築部 123
A/D変換部 123a
画像処理部 123b
内蔵メモリ部 123c
点灯制御回路部
122
モニタ部 124
制御回路部
121
情報機器 125
画素位置信号
画像情報
102
102a
102b
102c
102d
501B
RM
104
103
105
108
109
3
Ep
E
PA”
Q’
Er
110
116
α
Z
PA’
103’
101b
101a
101d
PA
101

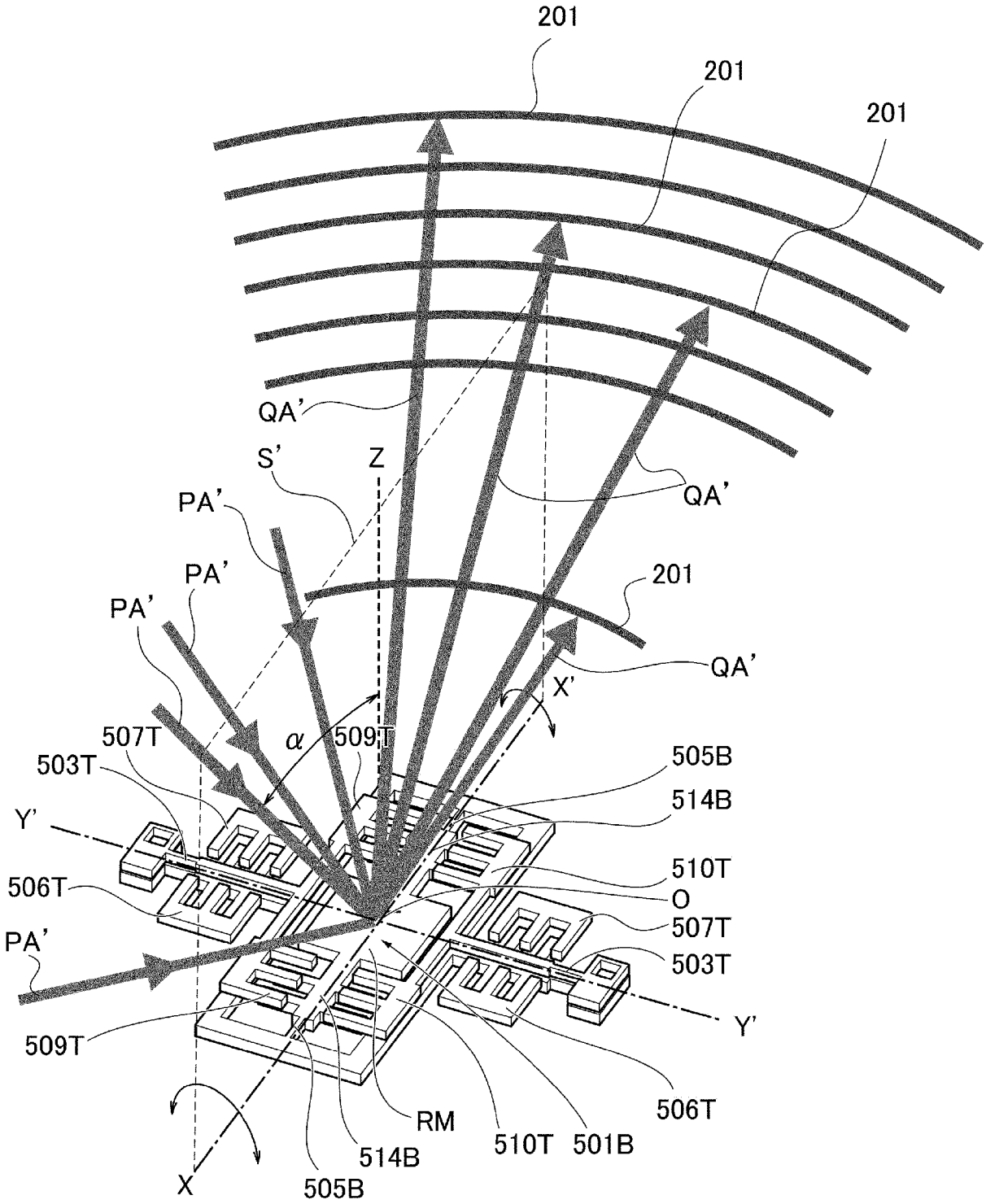
[図8]



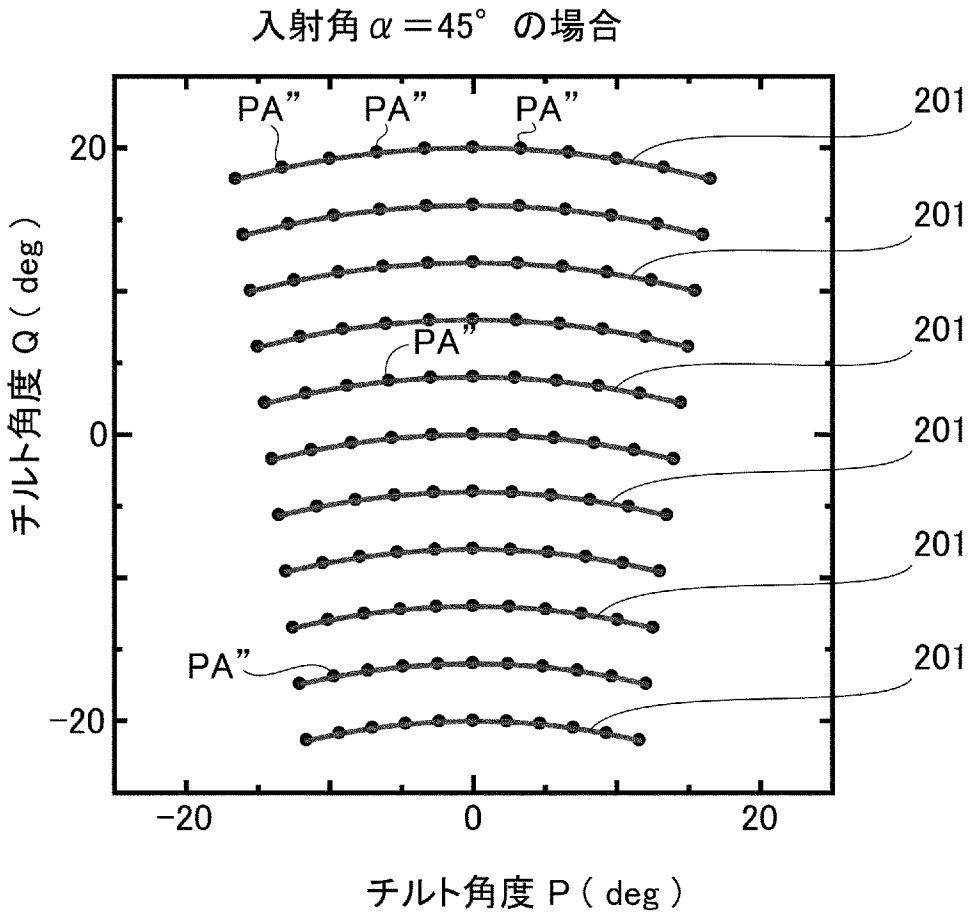
[図9]


Y'
500T
500B
513T
513B
503T
503B
515
506T
509T
504
508B
514B
507T
X'
509T
Z
501B
505B
511B
505B
511B
X
RM
510T
506T
514B
508B
510T
507T
503B
515
503T
512B
512T
Y

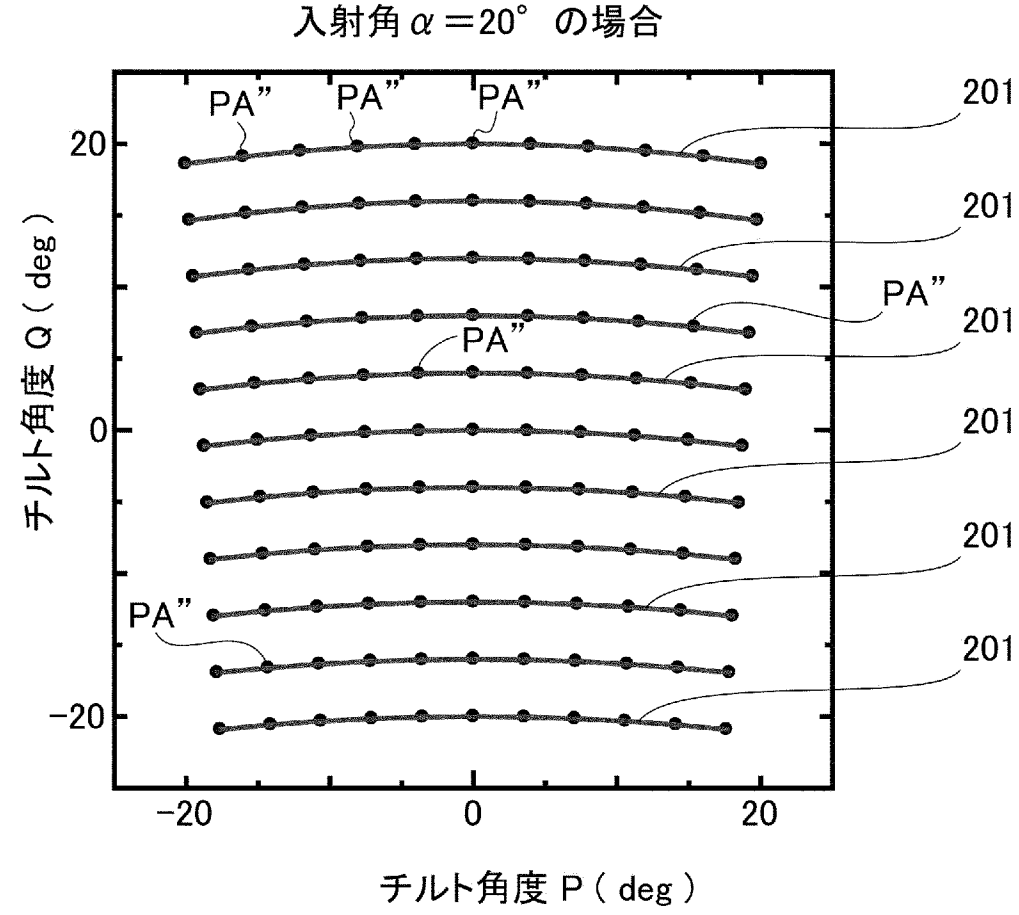
[図10]


201
201
201
QA'
S'
Z
QA'
PA'
PA'
PA'
201
QA'
X'
α
507T
509T
503T
505B
514B
Y'
510T
506T
O
507T
PA'
503T
Y'
509T
RM
506T
510T
501B
514B
X
505B

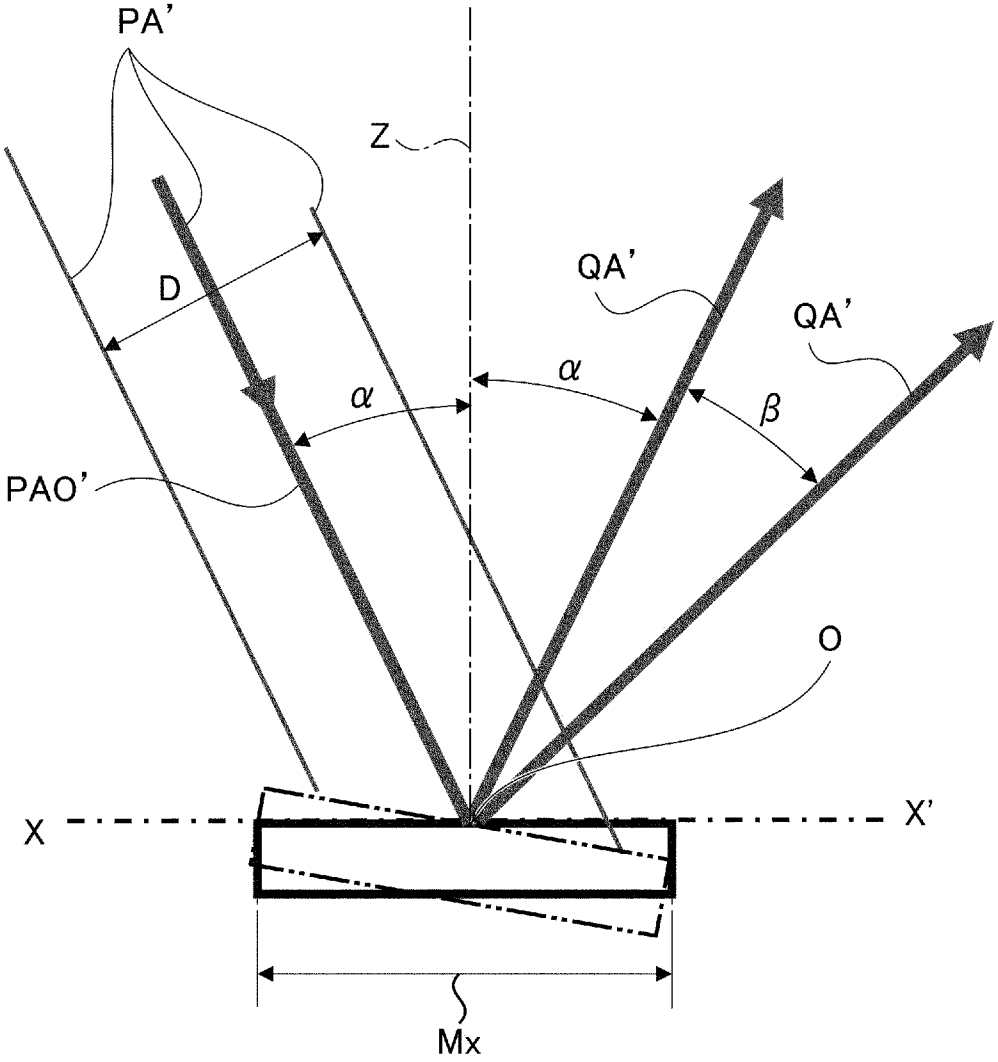
[図11]


入射角α＝45° の場合
PA”
PA”
PA”
201
201
201
PA”
201
201
201
201
PA”
201
20
0
-20
チルト角度 Q (deg)
-20
0
20
チルト角度 P (deg)

[図12]


入射角α＝20° の場合
PA”
PA”
PA”
201
201
PA”
201
PA”
201
201
201
PA”
201
20
0
-20
チルト角度 Q (deg)
-20
0
20
チルト角度 P (deg)

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B3/14(2006.01)i, *A61B3/10*(2006.01)i, *G02B26/10*(2006.01)i, *G02F1/13*(2006.01)n

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)
A61B3/14, A61B3/10, G02B26/10, G02F1/13

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-508689 A (Carl Zeiss Meditec AG.), 07 April 2005 (07.04.2005), claims 1 to 4; paragraphs [0011] to [0018]; fig. 1, 2 & US 2004/0116811 A1 & US 8277047 B2 & EP 1443853 A & WO 2003/041573 A1 & DE 10155464 A & DE 50204292 D & AT 304316 T	1,3-6 2
X Y	JP 2009-119153 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 04 June 2009 (04.06.2009), claims 1 to 4; paragraphs [0015] to [0022]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1,3-6 2

☒ 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	Date of mailing of the international search report
16 April, 2014 (16.04.14)	28 April, 2014 (28.04.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/059945

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2012/001382 A1 (OPTOS PLC.), 05 January 2012 (05.01.2012), claims 1 to 8; page 3, lines 21 to 24; page 4, lines 10 to 16; page 13, lines 12 to 18 & JP 2013-532039 A & US 2013/0135583 A1 & GB 201011095 D & GB 201011095 D0 & EP 2587985 A & AU 2011273206 A & CA 2802829 A & CN 102958424 A	1,3-6 2
X Y	WO 2012/095620 A1 (OPTOS PLC.), 19 July 2012 (19.07.2012), claims 1 to 4, 11, 12; page 7, lines 1 to 7; page 12, line 20 to page 13, line 2; page 26, line 1 to page 27, line 7 & GB 201100555 D & GB 201100555 D0	1,3-6 2
X Y	WO 2012/001381 A2 (OPTOS PLC.), 05 January 2012 (05.01.2012), claims 1 to 5, 12, 22, 29; page 4, lines 3 to 5; page 5, lines 12 to 14; page 15, lines 19 to 21; page 26, lines 8 to 17; page 37, line 24 to page 39, line 13 & US 2013/0128225 A1 & GB 201011096 D & GB 201011096 D0 & EP 2587984 A & AU 2011273205 A & CA 2802786 A & CN 102984995 A	1,3-6 2
Y	WO 2012/061835 A2 (FREEDOM MEDITECH, INC.), 10 May 2012 (10.05.2012), paragraphs [0073] to [0077] & US 2012/0203086 A1 & US 2013/0053700 A1 & EP 2635186 A & EP 2635187 A & US 2012/0203086 A1 & US 2013/0053700 A1 & EP 2635186 A & EP 2635187 A	2
Y	JP 2013-56171 A (Bioptigen, Inc.), 28 March 2013 (28.03.2013), entire text; all drawings & JP 2009-510445 A & US 2007/0081166 A1 & US 2012/0101373 A1 & US 2013/0120710 A1 & EP 1928297 A & WO 2007/041125 A1 & DE 602006018032 D & AT 486520 T	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５９９４５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B3/14(2006.01)i, A61B3/10(2006.01)i, G02B26/10(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)n

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.　A61B3/14, A61B3/10, G02B26/10, G02F1/13

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2005-508689 A（カール　ツアイス　メディテック　アクチエンゲゼルシャフト）2005.04.07, 請求項 1-4,段落[0011]-[0018],第 1,2 図 & US 2004/0116811 A1 & US 8277047 B2 & EP 1443853 A & WO 2003/041573 A1 & DE 10155464 A & DE 50204292 D & AT 304316 T	1,3-6 2
X Y	JP 2009-119153 A（パナソニック電工株式会社）2009.06.04, 請求項 1-4,段落[0015]-[0022],第 1-3 図（ファミリーなし）	1,3-6 2

☑　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	国際調査報告の発送日
１６．０４．２０１４	２８．０４．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｑ　９２０８
宮川　哲伸
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
X Y	WO 2012/001382 A1 (OPTOS PLC.) 2012.01.05, 請求項1-8、第3頁第21行－第24行,第4頁第10行－第16行,第13頁第12行－第18行 & JP 2013-532039 A & US 2013/0135583 A1 & GB 201011095 D & GB 201011095 D0 & EP 2587985 A & AU 2011273206 A & CA 2802829 A & CN 102958424 A	1,3-6 2
X Y	WO 2012/095620 A1 (OPTOS PLC.) 2012.07.19, 請求項1-4,11,12、第7頁第1行－第7行、第12頁第20行－第13頁第2行、第26頁第1行－第27頁第7行 & GB 201100555 D & GB 201100555 D0	1,3-6 2
X Y	WO 2012/001381 A2 (OPTOS PLC.) 2012.01.05, 請求項1-5,12,22,29、第4頁第3行－第5行、第5頁第12行－第14行、第15頁第19行－第21行、第26頁第8行－第17行、第37頁第24行－第39頁第13行 & US 2013/0128225 A1 & GB 201011096 D & GB 201011096 D0 & EP 2587984 A & AU 2011273205 A & CA 2802786 A & CN 102984995 A	1,3-6 2
Y	WO 2012/061835 A2 (FREEDOM MEDITECH,INC.) 2012.05.10, 段落[0073]-[0077] & US 2012/0203086 A1 & US 2013/0053700 A1 & EP 2635186 A & EP 2635187 A & US 2012/0203086 A1 & US 2013/0053700 A1 & EP 2635186 A & EP 2635187 A	2
Y	JP 2013-56171 A (バイオプティジェン,インコーポレイテッド) 2013.03.28, 全文,全図 & JP 2009-510445 A & US 2007/0081166 A1 & US 2012/0101373 A1 & US 2013/0120710 A1 & EP 1928297 A & WO 2007/041125 A1 & DE 602006018032 D & AT 486520 T	2