

(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 12 月 18 日(18.12.2014)

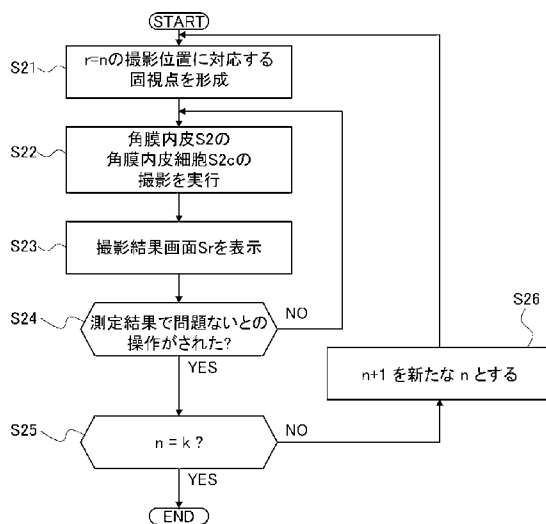


(10) 国際公開番号
WO 2014/199895 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 3/12 (2006.01) *A61B 3/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064962
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 5 日(05.06.2014)
- (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 2013-123705 2013 年 6 月 12 日(12.06.2013) 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 7 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 犬塚 尚樹(INUZUKA, Naoki); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 原田 明宏(HARADA, Akihiro); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町 7 5 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 1 6 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: CORNEAL-ENDOTHELIAL-CELL IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 角膜内皮細胞撮影装置



- S21 Form fixation points corresponding to $r=n$ imaging positions
- S22 Execute imaging of corneal endothelial cells (S2c) of corneal endothelium (S2)
- S23 Display imaging-results screen (Sr)
- S24 Operation performed indicating no problem with measurement results?
- S26 Set $n+1$ as new n

(57) Abstract: Provided is a corneal-endothelial-cell imaging device capable of improving user-friendliness even when setting a plurality of imaging positions in the corneal endothelial cells of an eye of a patient on which imaging is to be performed. This corneal-endothelial-cell imaging device (10) is equipped with a slit-light-irradiation optical system (34) and a corneal-endothelial-cell-imaging optical system (35), and further equipped with: a plurality of fixation points (f_c , f_i , f_o) for immobilizing the line of sight of an eye (E) of the patient in a desired direction so as to establish a position for imaging in the corneal endothelial cells (S2c) of the eye (E) of the patient; and a control unit (21) for forming each of the fixation points and controlling the operation of the slit-light-irradiation optical system and the corneal-endothelial-cell-imaging optical system (35). Furthermore, a plurality of imaging positions (P1, P2, P3, P4) are set in the corneal endothelial cells (S2c) to be imaged using the corneal-endothelial-cell-imaging optical system (35), and the control unit (21) forms the fixation points corresponding to the set imaging positions and executes an imaging operation of the corneal endothelial cells (S2c) for all of the set imaging positions.

(57) 要約:

[続葉有]



撮影を実行する被検眼の角膜内皮細胞における撮影位置を複数設定した場合であっても、使い勝手を向上させることのできる角膜内皮細胞撮影装置を提供する。スリット光照射光学系（３４）と角膜内皮細胞撮影光学系（３５）とを備える角膜内皮細胞撮影装置（１０）である。被検眼Ｅの角膜内皮細胞（Ｓ２ｃ）における撮影する位置を規定すべく被検眼Ｅの視線を任意の方向に固定する複数の固視点（ｆｃ、ｆｉ、ｆｏ）と、各固視点を形成するとともにスリット光照射光学系と角膜内皮細胞撮影光学系（３５）との動作を制御する制御部（２１）と、を備え、角膜内皮細胞撮影光学系（３５）により撮影される角膜内皮細胞（Ｓ２ｃ）における撮影位置（Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３、Ｐ４）が複数設定され、制御部（２１）は、設定された撮影位置に対応する固視点を形成しつつ角膜内皮細胞（Ｓ２ｃ）の撮影動作を実行することを、設定された全ての撮影位置に対して行う。

明 細 書

発明の名称：角膜内皮細胞撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、角膜内皮細胞を撮影するための角膜内皮細胞撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、被検眼の角膜に向けて斜めからスリット光を照射するためのスリット光照明光学系と、角膜からの反射光を利用して角膜内皮細胞像を観察し且つ撮影を行うための観察撮影光学系とを備える角膜内皮細胞撮影装置が知られている（特許文献1参照）。

[0003] この角膜内皮細胞撮影装置では、固視点により被検眼の視線を任意の方向に固定しつつ角膜内皮細胞撮影光学系で被検眼の角膜内皮細胞を撮影することにより、被検眼の角膜内皮細胞における任意の位置を撮影することができる。換言すると、固視点は、被検眼の視線を任意の方向に固定することにより、角膜内皮細胞撮影光学系による被検眼の角膜内皮細胞における撮影する位置を規定することができる。このため、被検眼の視線を任意の方向に固定する固視点を複数設けることにより、被検眼の角膜内皮細胞において撮影することのできる位置およびその数を増やすことができ、測定の高めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-217512号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、角膜内皮細胞撮影装置では、角膜内皮細胞において撮影することのできる位置およびその数を増やすと、いずれの位置で撮影するのかの管理が複雑なものとなり、それを実行するための操作が煩雑なものとなっ

てしまう虞がある。このことは、角膜内皮細胞において撮影することのできる位置が6つを超えるくらいから顕著なものとなる。このため、使い勝手を向上させる観点から改善の余地が生じる。

[0006] 本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、撮影を実行する被検眼の角膜内皮細胞における撮影位置を複数設定した場合であっても、使い勝手を向上させることのできる角膜内皮細胞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

[0007] 上記した課題を解決するために、請求項1に記載の角膜内皮細胞撮影装置は、被検眼の角膜に向けてスリット光を照射するスリット光照射光学系と、前記角膜の角膜内皮細胞からの反射光を受光して前記角膜内皮細胞を撮影する角膜内皮細胞撮影光学系と、を備える角膜内皮細胞撮影装置であって、前記角膜内皮細胞撮影光学系による前記被検眼の前記角膜内皮細胞における撮影する位置を規定すべく前記被検眼の視線を任意の方向に固定する複数の固視点と、前記各固視点を形成するとともに、前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系との動作を制御する制御部と、を備え、前記角膜内皮細胞撮影光学系により撮影される前記角膜内皮細胞における撮影位置が複数設定され、前記制御部は、設定された前記撮影位置に対応する前記固視点を形成しつつ前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行することを、設定された全ての前記撮影位置に対して行うことを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明の角膜内皮細胞撮影装置によれば、撮影を実行する被検眼の角膜内皮細胞における撮影位置を複数設定した場合であっても、使い勝手を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明に係る実施例の角膜内皮細胞撮影装置10の構成を模式的に示す説明図である。

[図2]角膜内皮細胞撮影装置 10 の構成を図 1 とは異なる方向から見た様子を模式的に示す説明図である。

[図3]角膜内皮細胞撮影装置 10 の制御系の構成を示したブロック図である。

[図4]角膜内皮細胞撮影装置 10 の光学系を示した光学配置図である。

[図5]角膜内皮細胞撮影装置 10 の装置本体部 13 における対向位置 17 の周辺を正面視した様子を示す説明図である。

[図6]アライメント指標光束の反射状態を示した説明図である。

[図7]表示部 14 の表示面 14 a に被検眼 E の前眼部像 E' が表示された様子を示す説明図である。

[図8]内部固視点投影光学系 38 の構成を説明するために模式的な斜視図で示す説明図である。

[図9A]装置本体部 13 の対向位置 17 において外部周辺固視光源 32 および内部固視点投影光学系 38 により固視点が形成された様子を示す説明図であり、対物窓 33 h に中心固視点 f c が形成される様子を示す。

[図9B]装置本体部 13 の対向位置 17 において外部周辺固視光源 32 および内部固視点投影光学系 38 により固視点が形成された様子を示す説明図であり、対物窓 33 h に 8 つの内側周辺固視点 f i が形成される様子を示す。

[図9C]装置本体部 13 の対向位置 17 において外部周辺固視光源 32 および内部固視点投影光学系 38 により固視点が形成された様子を示す説明図であり、対物窓 33 h の外方に 6 つの外側周辺固視点 f o が形成される様子を示す。

[図10]被検眼 E の角膜 E c におけるスリット光束の反射状態を示す説明図である。

[図11]被検眼 E の角膜 E c とラインセンサ 39 a との位置関係と、そのラインセンサ 39 a における受光量の強度分布と、を併せて示す説明図である。

[図12]角膜 E c からの反射光束とラインセンサ 39 a の受光量との関係を示す説明図である。

[図13A]撮像素子 33 g の受光量の強度分布をグラフで示すとともに、当該グ

ラフに対応させて液晶シャッタと撮像素子 3 3 g との位置関係を示した説明図であり、そのグラフにおいて横軸を被検眼 E の角膜 E c の厚さ方向での位置を示すとともに、縦軸を撮像素子 3 3 g での受光量（光強度）で示している。

[図13B]アライメントがずれた場合の撮像素子 3 3 g の受光量の強度分布をグラフで示すとともに、当該グラフに対応させて液晶シャッタと撮像素子 3 3 g との位置関係を示した説明図であり、そのグラフにおいて横軸を被検眼 E の角膜 E c の厚さ方向での位置を示すとともに、縦軸を撮像素子 3 3 g での受光量（光強度）で示している。

[図14]撮像素子 3 3 g 上に形成される光像における強度分布のグラフ G を求める様子を説明すべく当該撮像素子 3 3 g を示す説明図である。

[図15]表示部 1 4 の表示面 1 4 a に角膜内皮細胞 S 2 c の角膜内皮細胞画像 J が表示される様子を示す説明図である。

[図16]設定することのできる被検眼 E での撮影位置を示す説明図であり、中心位置 P 1、8 つの内部周辺位置 P 3 および 6 つの外部周辺位置 P 4 を被検眼 E に重ねて示している。

[図17]被検眼 E における設定することのできる撮影位置を示す説明図であり、中心位置 P 1 および 2 つの拡大位置 P 2 を被検眼 E に重ねて示している。

[図18]表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示される撮影種別設定画面 S k の表示内容を説明するための説明図である。

[図19]表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示される撮影位置設定画面 S p の表示内容を説明するための説明図である。

[図20]表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示される前眼部観察画面 S o の表示内容を説明するための説明図である。

[図21]表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示される撮影結果画面 S r の表示内容を説明するための説明図である。

[図22]測定状態標示記号 7 0 の表示内容を説明するための説明図である。

[図23]制御部 2 1 にて実行される表示制御処理を示すフローチャートである

。

[図24]制御部21にて実行される連続取得制御処理を示すフローチャートである。

[図25A]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、撮影動作が開始される前の状態を示す。

[図25B]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、1番目の撮影位置の撮影動作が行われている状態を示す。

[図25C]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、2番目の撮影位置の撮影動作が行われている状態を示す。

[図25D]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、3番目の撮影位置の撮影動作が行われている状態を示す。

[図25E]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、4番目の撮影位置の撮影動作が行われている状態を示す。

[図25F]測定状態標示記号70における表示内容の変化の態様を説明するための説明図であり、全ての撮影動作が終了している状態を示す。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本願発明に係る角膜内皮細胞撮影装置の発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

実施例

[0011] 本発明に係る角膜内皮細胞撮影装置の一実施例としての角膜内皮細胞撮影装置10を、図1から図25を用いて説明する。角膜内皮細胞撮影装置10は、図1および図2に示すように、被検眼E（図4等参照）の角膜内皮細胞S2c（図10等参照）を撮影するものである。この被検眼E（図4等参照）については、各図において、角膜（前眼部）Ecおよび角膜頂点Epを模式的に示している。また、被検眼Eについては、図10および図11では、角膜（前眼部）Ecにおける空気との境界面（角膜表皮）S1と、角膜内皮S2と、角膜実質S3と、を示している。なお、図4では、理解容易のために、角膜内皮細胞撮影装置10の光学系における各光路において、照明光束

や反射光束を2つ並列させて記載しているが、実際には基本的に各光軸（O1、O2、O3）上を進行するものであり、実際の場面と必ずしも一致するものではない。

[0012] この角膜内皮細胞撮影装置10は、ベース11に駆動部12（図3参照）を介して装置本体部13が移動可能に設けられて構成されている。その装置本体部13には、内方に後述する角膜内皮細胞撮影装置10の光学系（図4参照）が設けられ、外方に表示部14、顎受部15および顎当部16が設けられている。

[0013] その表示部14は、液晶ディスプレイで形成されており、後述する制御部21（図3参照）の制御下で、被検眼Eの前眼部像E'の画像（図7等参照）や角膜内皮細胞画像J（図15等参照）や各種の操作画面（図18から図20等参照）や測定結果（図21等参照）や測定状態標示記号70（図22等参照）等を表示させる。表示部14は、本実施例では、タッチパネルの機能を搭載しており、角膜内皮細胞S2c（図10等参照）を撮影するための操作や、装置本体部13を移動するための操作や、角膜内皮細胞S2cを撮影する順序を設定する操作等を行うことが可能とされている。また、表示部14は、タッチパネルの機能を利用して、後述する各測定モードにおいて操作のためのアイコンとしての各種の記号（符号51から符号55等（図18から図21等参照））を表示し、当該各記号に触れることによる操作を可能としている。なお、測定を行うための操作は、測定スイッチを設けて、当該測定スイッチの操作により行うものであってもよい。また、装置本体部13を移動するための操作は、コントロールレバーや移動操作スイッチを設けて、当該コントロールレバーや当該移動操作スイッチの操作により行うものであってもよい。

[0014] 顎受部15および顎当部16は、測定時に装置本体部13に対して被検者（患者）の顔、すなわち被検眼Eの位置を固定するものであり、ベース11に固定されて設けられている。その顎受部15は、被検者が顎を載せる箇所となり、顎当部16は、当該被検者が顎を宛がう箇所となる。装置本体部1

3では、顎受部15と額当部16とにより被検者の顔を固定すると、当該被検者の被検眼Eが対向位置17（図1参照）に対向される。この対向位置17（図1参照）には、後述する対物窓33hと後述する対物窓34kと後述する対物窓35iと（図5等参照）が設けられており、角膜内皮細胞撮影装置10の光学系による被検眼Eの測定を可能としている。

[0015] この角膜内皮細胞撮影装置10では、表示部14と、顎受部15および額当部16と、が、装置本体部13を挟んで両側に設けられており、通常の使用時（図2参照）において、表示部14（その表示面14a）が検者の側となり、顎受部15および額当部16が被検者の側となる。その表示部14は、装置本体部13に回転自在に支持されており、表示面14aの向きを変更すること、例えば、表示面14aを被検者側に向けることや（図1に二点鎖線で示す表示部14（表示面14a）参照）、表示面14aを側方（X軸方向）に向けることが可能とされている。そして、制御部21（図3参照）は、表示部14における表示面14aの向きがどのような状態であるのかを検出することが可能とされている。その装置本体部13は、駆動部12により、ベース11に対して移動すること、すなわち顎受部15と額当部16とにより固定された被検眼E（被検者の顔）に対して移動することが可能とされている。

[0016] その駆動部12は、装置本体部13をベース11に対して、上下方向（Y軸方向）と、前後方向（Z軸方向（通常の使用時に表示部14の表示面14aに直交する方向））と、それらに直交する左右方向（X軸方向）と、に移動させる。なお、この実施例では、上下方向の上側をY軸方向の正側とし、前後方向の被検者側（図1を正面視して左手前側）をZ軸方向の正側とし、左右方向において図1を正面視して右手前側をX軸方向の正側とする（図1およびの矢印参照）。本実施例では、駆動部12は、図3に示すように、Xモータ12aとYモータ12bとZモータ12cとを有し、それぞれを駆動させるためのXドライバ12dとYドライバ12eとZドライバ12fとを有する。

- [0017] Xモータ12aは、ベース11に対して装置本体部13をX軸方向（左右方向）へと移動（変位）させる。換言すると、Xモータ12aは、駆動部12において、装置本体部13をX軸方向（左右方向）への移動させるための構成となる。このXモータ12aは、制御部21によりXドライバ12dが制御されることで適宜駆動される。
- [0018] Yモータ12bは、ベース11に対して装置本体部13をY軸方向（上下方向）へと移動（変位）させる。換言すると、Yモータ12bは、駆動部12において、装置本体部13をY軸方向（上下方向）への移動させるための箇所となる。このYモータ12bは、制御部21によりYドライバ12eが制御されることで適宜駆動される。
- [0019] Zモータ12cは、ベース11に対して装置本体部13をZ軸方向（前後方向）へと移動（変位）させる。換言すると、Zモータ12cは、駆動部12において、装置本体部13をZ軸方向（前後方向）への移動させるための箇所となる。このZモータ12cは、制御部21によりZドライバ12fが制御されることで適宜駆動される。
- [0020] このため、駆動部12は、Xモータ12aとYモータ12bとZモータ12cとを適宜駆動することにより、ベース11に対して装置本体部13を上下方向（Y軸方向）、前後方向（Z軸方向）、および左右方向（X軸方向）に適宜移動させる。換言すると、制御部21は、駆動部12を適宜駆動制御する、すなわちXドライバ12dとYドライバ12eとZドライバ12fとを介してXモータ12aとYモータ12bとZモータ12cとを適宜駆動することにより、ベース11に固定された顎受部15および顎当部16に対して装置本体部13を適宜移動させることができる。
- [0021] その制御部21は、角膜内皮細胞撮影装置10における電気制御系を構成するものであり、内蔵する記憶部21aに格納されたプログラムにより角膜内皮細胞撮影装置10の各部を統括的に制御する。制御部21は、後述するように、合焦判断回路22からの合焦信号やアライメント判定回路23からのずれ量信号に基づいて、駆動部12を適宜駆動制御してベース11に対す

る装置本体部 1 3 の位置を調整する。また、制御部 2 1 は、後述する前眼部観察光学系 3 3（図 4 参照）の撮像素子 3 3 g が取得した画像に基づいて表示部 1 4（その表示面 1 4 a）にその画像を表示させる。さらに、制御部 2 1 は、後述する前眼部照明光源 3 1、アライメント指標光源 3 6 a、撮影用光源 3 4 g、観察用光源 3 4 c、各外部周辺固視光源 3 2、中心固視光源 3 8 a、各内部周辺固視光源 3 8 b にそれぞれ接続されており、これらの各光源の発光を適宜制御する。

[0022] その装置本体部 1 3 には、上述したように、内方に角膜内皮細胞撮影装置 1 0 における光学系の構成も設けられている。その角膜内皮細胞撮影装置 1 0 の光学系の構成について、図 3 に加えて図 4 から図 1 5 を用いて説明する。角膜内皮細胞撮影装置 1 0 は、図 4 に示すように、前眼部照明光源 3 1 と、外部周辺固視光源 3 2 と、前眼部観察光学系 3 3 と、スリット光照射光学系の一例としての角膜内皮細胞照明光学系 3 4 と、角膜内皮細胞撮影光学系 3 5 と、を備える。

[0023] 前眼部照明光源 3 1 は、被検眼 E の前眼部を照明するための光源である。この前眼部照明光源 3 1 は、装置本体部 1 3 における前後方向の被検者側（Z 軸方向の正側）の端部となる対向位置 1 7（図 1 および図 2 参照）において、図 5 に示すように、後述する対物窓 3 3 h の外方において前眼部観察光学系 3 3 の光軸 O 1 を取り囲むように複数個（本実施例では 4 つ）設けられている。各前眼部照明光源 3 1 は、点灯されることで前眼部を直接照明する。

[0024] 外部周辺固視光源 3 2 は、被検眼 E に固視点を投影（提示）するための光源である。この外部周辺固視光源 3 2 は、装置本体部 1 3 の対向位置 1 7 において、後述する対物窓 3 3 h の外方において前眼部観察光学系 3 3 の光軸 O 1 を取り囲むように複数個（本実施例では 6 つ）設けられている。各外部周辺固視光源 3 2 は、点灯されることで被検眼 E に固視点（図 9 C の符号 f o 参照）を投影し、被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線を固定する。この各外部周辺固視光源 3 2 は、対物窓 3 3 h を取

り囲んで設けられていることから、後述する内部固視点投影光学系 38 が対物窓 33 h 上に形成する各固視点（中心固視点 f_c （図 9 A 参照）および内側周辺固視点 f_i （図 9 B 参照））よりも外方に位置する。このため、各外部周辺固視光源 32 は、最も外側の位置に 6 つの外側周辺固視点 f_o を形成することができる（図 9 C 参照）。このことから、各外部周辺固視光源 32 は、いずれか 1 つを点灯させて形成した 1 つの外側周辺固視点 f_o を注視させることにより、前眼部観察光学系 33 の対物窓 33 h の外方でかつ光軸 O_1 から大きく外れた位置で当該光軸 O_1 を中心とする任意の回転位置（この例では 6 つのいずれか）に、被検者の視線を固定することができる。このため、各外部周辺固視光源 32 は、各固視点に個別に対応して設けられ、対応する固視点を形成すべく制御部 21 の制御下で点灯される一例としての固視光源として機能する。また、その各外部周辺固視光源 32 により形成される各外側周辺固視点 f_o は、被検眼 E の視線を任意の方向に固定する一例としての固視点として機能する。なお、この 6 つの外側周辺固視点 f_o は、個別に示す際には図 9 C を正面視して右斜め上側のものから反時計回り方向の順に小文字のアルファベット（a ~ f）を符号 f_o の後に付して示す。

[0025] 前眼部観察光学系 33 は、図 4 に示すように、被検眼 E の前眼部を観察するために設けられている。この前眼部観察光学系 33 には、アライメント指標投影光学系 36 と、アライメント検出光学系 37 と、内部固視点投影光学系 38 と、が設けられている。そのアライメント指標投影光学系 36 は、被検眼 E（その前眼部（角膜 E_c ））の装置本体部 13（角膜内皮細胞撮影装置 10 の光学系）に対する X Y 方向の位置の調節、いわゆる X Y 方向のアライメントを検出するためのアライメント指標を投影するものである。アライメント検出光学系 37 は、被検眼 E（その前眼部（角膜 E_c ））の装置本体部 13（角膜内皮細胞撮影装置 10 の光学系）に対する X Y 方向の位置の調節、いわゆる X Y 方向のアライメントを検出するものである。内部固視点投影光学系 38 は、前眼部観察光学系 33 の光路上において、被検眼 E に固視点（中心固視点 f_c （図 9 A 参照）および内側周辺固視点 f_i （図 9 B 参照）

))を投影(提示)するものである。

[0026] 角膜内皮細胞照明光学系(スリット光照射光学系)34は、被検眼Eの角膜内皮S2(その角膜内皮細胞S2c(図10参照))を照明するために設けられている。角膜内皮細胞撮影光学系35は、角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影するために設けられている。その角膜内皮細胞撮影光学系35には、合焦位置検出光学系(Zアライメント検出光学系)39が設けられている。その合焦位置検出光学系39は、被検眼E(その前眼部(角膜Ec))の装置本体部13(角膜内皮細胞撮影装置10の光学系)に対するZ方向の位置の調節、いわゆるZ方向のアライメントを検出するためのアライメントを検出するものである。

[0027] [前眼部観察光学系]

前眼部観察光学系33は、光軸O1上に、ハーフミラー33aと、対物レンズ33bと、ハーフミラー33cと、絞り33dと、結像レンズ33eと、遮光板33fと、撮像素子33gと、対物窓33h(図5等参照)と、を有する。その遮光板33fは、前眼部照明光源31からの照明光(照明光束)が角膜Ecで反射された反射光(反射光束)や、アライメント指標投影光学系36の後述するアライメント指標光源36aからの照明光(照明光束)が角膜Ecで反射された反射光(反射光束)の透過を阻む(遮光する)ことのできる部材で形成されている。遮光板33fは、図示を略す移動機構により、光軸O1上に存在することと、光軸O1上から離脱することと、が可能とされている。その移動機構は、制御部21(図3参照)の制御下で適宜駆動されることで遮光板33fを上述したように変位させる。この移動機構は、例えば、ソレノイド等を用いて構成することができる。対物窓33h(図5等参照)は、装置本体部13における前後方向の被検者側(Z軸方向の正側)の端部となる対向位置17において光軸O1上に設けられ、測定時において被検眼E(その前眼部(角膜Ec))と正対される。撮像素子33gは、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサ等の固体撮像素子で構成されており、受光面上に結像された被写体像を電気信号(画像データ)に変

換して制御部 2 1（図 3 参照）に出力する。

[0028] この前眼部観察光学系 3 3 では、前眼部照明光源 3 1 からの照明光の角膜 E c による反射光束を、対物窓 3 3 h（図 5 等参照）およびハーフミラー 3 3 a を透過させて対物レンズ 3 3 b に導く。前眼部観察光学系 3 3 では、その反射光束を対物レンズ 3 3 b で集束し、その反射光束の一部をハーフミラー 3 3 c および絞り 3 3 d を経た後に結像レンズ 3 3 e へと導き、その結像レンズ 3 3 e により撮像素子 3 3 g 上に結像する。これにより、撮像素子 3 3 g 上には被検眼 E の前眼部像が形成される。その撮像素子 3 3 g は、結像された反射光束（前眼部像）の受光に基づく受光信号を制御部 2 1（図 3 参照）へと出力する。

[0029] この前眼部観察光学系 3 3 に設けられたアライメント指標投影光学系 3 6 は、アライメント指標光源 3 6 a と投影レンズ 3 6 b とハーフミラー 3 6 c とレンズ 3 6 d とを有し、前眼部観察光学系 3 3 とハーフミラー 3 3 a および対物窓 3 3 h（図 5 等参照）を共用している。アライメント指標光源 3 6 a は、アライメント指標を形成するための光源、すなわちアライメント指標光（照明光束）を出射する光源であり、ピンホール状の光源（点光源）とされている。このアライメント指標光源 3 6 a は、投影レンズ 3 6 b とレンズ 3 6 d とのレンズの組み合わせにおける焦点位置に配置されている。その投影レンズ 3 6 b とレンズ 3 6 d とは、アライメント指標光源 3 6 a から射出されたアライメント指標光を平行光束とする。ハーフミラー 3 6 c は、光軸 O 4 上に設けられ、アライメント指標光源 3 6 a から出射されて投影レンズ 3 6 b を経たアライメント指標光を光軸 O 4 上に進行させてハーフミラー 3 3 a へと導く。このアライメント指標投影光学系 3 6 では、ハーフミラー 3 6 c を介しつつ投影レンズ 3 6 b とレンズ 3 6 d とで平行光束とした光軸 O 4 上のアライメント指標光を、ハーフミラー 3 3 a で反射することで、前眼部観察光学系 3 3 の光軸 O 1 上に進行させる。そのアライメント指標光は、対物窓 3 3 h（図 5 等参照）を経て、被検眼 E の角膜 E c に導かれる。これにより、アライメント指標投影光学系 3 6 は、角膜頂点 E p と角膜曲率中心

Q 3 の略中間位置に、アライメント指標光の虚像 R を形成する（図 6 参照）。

[0030] アライメント検出光学系 37 は、アライメント検出センサ 37 a を有し、前眼部観察光学系 33 とハーフミラー 33 a、対物レンズ 33 b、ハーフミラー 33 c および対物窓 33 h（図 5 等参照）を共用している。アライメント検出センサ 37 a は、アライメント指標投影光学系 36 が形成するアライメント指標光の虚像 R（図 6 参照）（その像 R'（図示せず））の位置を検出するものである。このアライメント検出センサ 37 a は、位置検出手段としてのポジションセンサで構成されており、本実施例では 2 次元 PSD を用いている。アライメント検出センサ 37 a は、対物レンズ 33 b に関して、アライメント指標光の虚像 R（図 6 参照）と共役な位置に配置されている。ここで、前眼部観察光学系 33 では、アライメント指標光が角膜 E c で反射された反射光（その光束）を光軸 O 1 上に進行させて対物窓 33 h（図 5 等参照）を経て対物レンズ 33 b に導き、その対物レンズ 33 b を経てハーフミラー 33 c に進行させる。アライメント検出光学系 37 では、光軸 O 1 上に進行するアライメント指標光の反射光束の一部をハーフミラー 33 c で反射して、アライメント検出センサ 37 a 上に結像（アライメント指標光の虚像 R の像 R'（図示せず））させる。このアライメント検出光学系 37 では、アライメント検出センサ 37 a による図示を略す像 R' の受光信号に基づいて、当該アライメント検出センサ 37 a 上での像 R' の受光位置を検出する。これにより、アライメント検出光学系 37 では、被検眼 E に対するアライメント指標光すなわち装置本体部 13 の X-Y 方向（左右方向および上下方向）のズレ量を検出することを可能とする。

[0031] この前眼部観察光学系 33 では、上述したように前眼部照明光源 31 からの照明光の角膜 E c による反射光束を、撮像素子 33 g 上に結像（被検眼 E の前眼部像 E'）させる。また、前眼部観察光学系 33 では、光軸 O 1 上に進行するアライメント指標光の反射光束の他部がハーフミラー 33 c を透過することにより、アライメント指標光の虚像 R による像 R'' を撮像素子 3

3 g 上に形成することができる。そして、前眼部観察光学系 33 では、被検眼 E と装置本体部 13（角膜内皮細胞撮影装置 10 の光学系）とのアライメントが概ね合っているとき、アライメント指標光の虚像 R' による虚像像 R'' を、被検眼 E の前眼部像 E' とともに撮像素子 33 g 上に同時に形成する。その撮像素子 33 g は、結像された反射光束の受光に基づく受光信号を制御部 21（図 3 参照）へと出力する。その制御部 21 は、撮像素子 33 g での受光信号に基づく画像を表示部 14（その表示面 14 a）に表示させる。このため、前眼部観察光学系 33 では、撮像素子 33 g での受光に基づいて、表示部 14 の表示面 14 a に被検眼 E の前眼部像 E' とアライメント指標光の虚像像 R'' とを同時に表示させる（図 7 参照）。

[0032] これに合わせて、前眼部観察光学系 33 では、円環状パターン像 A を表示部 14 の表示面 14 a に、前眼部像 E' および虚像像 R'' と同時に表示させる（図 7 参照）。この円環状パターン像 A は、被検眼 E に対するアライメント指標光すなわち装置本体部 13 の X-Y 方向（左右方向および上下方向）のズレの許容範囲を示すものである。すなわち、円環状パターン像 A は、内方に虚像像 R'' を位置させると被検眼 E に対する装置本体部 13 の X-Y 方向での位置が適正なものとなる範囲を示すものであり、アライメントが完了したことを示すものである。その被検眼 E に対する装置本体部 13 の X-Y 方向での位置が適正なものとなるとは、X-Y 方向で見た位置関係において、角膜内皮細胞撮影装置 10 により被検眼 E を適切に測定（撮影）することが可能となる状態をいう。角膜内皮細胞撮影装置 10 には、図示は略すが、この円環状パターン像 A を形成するための光学系が設けられている。

[0033] これにより、表示部 14（その表示面 14 a）では、図 7 に示すように、被検眼 E の前眼部像 E' と、アライメント指標光の虚像像 R'' と、円環状パターン像 A と、が同時に表示される。このため、検者は、表示部 14 に表示された操作のためのアイコン等を介して装置本体部 13 を移動 X-Y 方向に適宜移動させて、虚像像 R'' と円環状パターン像 A との位置関係を調整することにより X-Y アライメントを行うことができる。そして、虚像像 R'

を円環状パターン像Aの内方に位置させた状態が、XYアライメントの完了となる。

[0034] [内部固視点投影光学系]

内部固視点投影光学系38は、図4および図8に示すように、前眼部観察光学系33の光路上、すなわち前眼部観察光学系33の対物窓33hを経て、被検眼Eに固視点を投影（提示）するものである。この内部固視点投影光学系38は、中心固視光源38aと、内部周辺固視光源38bと、を有し、アライメント指標投影光学系36とハーフミラー36cおよびレンズ36dを共用するとともに、前眼部観察光学系33とハーフミラー33aおよび対物窓33hを共用している。内部固視点投影光学系38では、光軸O4を中心として、ハーフミラー36cから見て前眼部観察光学系33の光軸O1とは反対側に中心固視光源38aが設けられ、レンズ36dとハーフミラー33aとの間に内部周辺固視光源38bが設けられている。

[0035] 中心固視光源38aは、本実施例では、図8に示すように、光軸O4上の中心光源部38cと、光軸O4に直交する方向で当該中心光源部38cの両側に設けられた一对の拡大光源部38dと、を有する。なお、この図8では、理解容易のために中心光源部38cと一对の拡大光源部38dとを強調して示しているが、実際には極めて小さな部材で構成されている。このため、中心固視光源38aでは、各光源部（38c、38d）から出射させた照明光束を大略光軸O4上へと進向させることができる。

[0036] 内部周辺固視光源38bは、本実施例では、光軸O4を中心とする回転方向で見て等しい間隔で当該光軸O4を取り囲んで8つ設けられている。各内部周辺固視光源38bは、光軸O4と平行な照明光束を出射する。このため、各内部周辺固視光源38bでは、出射させた照明光束を光軸O4と平行な方向へと進行させることができる。

[0037] 内部固視点投影光学系38では、中心固視光源38a（その各光源部（38c、38d））から出射した照明光束を、ハーフミラー36cおよびレンズ36dを経てハーフミラー33aへと進行させる。そして、内部固視点投

影光学系 38 では、中心固視光源 38 a からの照明光束をハーフミラー 33 a で反射することで、前眼部観察光学系 33 の光軸 O1 上に進行させて、対物窓 33 h を経て被検眼 E の角膜 E c に導く。これにより、内部固視点投影光学系 38 では、中心固視光源 38 a の中心光源部 38 c を点灯させることで、対物窓 33 h の中心位置（光軸 O1 上）を照明して中心固視点 f c（図 9 A 参照）を形成することができ、この中心固視点 f c を被検眼 E に投影することができる。このため、内部固視点投影光学系 38 では、中心固視光源 38 a の中心光源部 38 c を点灯させて被検者に中心固視点 f c を固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線を中心位置に固定することができる。同様に、内部固視点投影光学系 38 では、中心固視光源 38 a の一方の拡大光源部 38 d を点灯させることで、対物窓 33 h において中心固視点 f c と X 軸方向で隣接する位置に隣接固視点（図示は略す）を形成することができ、当該隣接固視点を被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線を中心位置から僅かに外れた位置に固定することができる。このため、中心固視光源 38 a（中心光源部 38 c および一対の拡大光源部 38 d）は、各固視点に個別に対応して設けられ、対応する固視点を形成すべく制御部 21 の制御下で点灯される一例としての固視光源として機能する。また、その中心固視光源 38 a により形成される中心固視点 f c および両隣接固視点は、被検眼 E の視線を任意の方向に固定する一例としての固視点として機能する。

[0038] また、内部固視点投影光学系 38 では、各内部周辺固視光源 38 b から射出した照明光束を、光軸 O4 と平行な方向へと進行させてハーフミラー 33 a へと導く。そして、内部固視点投影光学系 38 では、各内部周辺固視光源 38 b からの照明光束をハーフミラー 33 a で反射することで、前眼部観察光学系 33 の光軸 O1 と平行な方向に進行させて、対物窓 33 h を経て被検眼 E の角膜 E c に導く。これにより、内部固視点投影光学系 38 では、各内部周辺固視光源 38 b を点灯させることで、対物窓 33 h において中心位置（光軸 O1 上）を中心とする同一の円周上を照明して内側周辺固視点 f i（

図 9 B 参照) を形成することができ、この内側周辺固視点 f_i を被検眼 E に投影することができる。このため、内部固視点投影光学系 3 8 では、各内部周辺固視点光源 3 8 b のうちのいずれか 1 つを点灯させて形成した内側周辺固視点 f_i を被検者に固視点目標として注視させることにより、当該被検者の視線を対物窓 3 3 h 内における前眼部観察光学系 3 3 の光軸 O 1 から外れた位置であって光軸 O 1 を中心とする任意の回転位置（この例では 8 つのいずれか）に、被検者の視線を固定することができる。このため、各内部周辺固視点光源 3 8 b は、各固視点に個別に対応して設けられ、対応する固視点を形成すべく制御部 2 1 の制御下で点灯される一例としての固視点光源として機能する。また、その各内部周辺固視点光源 3 8 b により形成される各内側周辺固視点 f_i は、被検眼 E の視線を任意の方向に固定する一例としての固視点として機能する。なお、この 8 つの内側周辺固視点 f_i は、個別に示す際には図 9 B を正面視して右側のものから反時計回り方向の順に小文字のアルファベット (a ~ h) を符号 f_o の後に付して示す。

[0039] [角膜内皮細胞照明光学系]

角膜内皮細胞照明光学系 3 4 は、図 4 に示すように、観察用照明光学系 3 4 a と撮影用照明光学系 3 4 b とから構成されている。その観察用照明光学系 3 4 a は、観察用光源 3 4 c と、スリット 3 4 d と、を有するとともに、光軸 O 2 上に、ダイクロイックミラー 3 4 e と、対物レンズ 3 4 f と、対物窓 3 4 k (図 5 参照) と、を有する。観察用光源 3 4 c は、被検眼 E の角膜内皮 S 2 (その角膜内皮細胞 S 2 c (図 1 0 参照)) を観察するために当該角膜内皮 S 2 を照明する光源 (観察用照明光源) であり、本実施例では赤外光を発する発光ダイオード (赤外 LED) を用いている。

[0040] 角膜内皮細胞照明光学系 3 4 の観察用照明光学系 3 4 a では、観察用光源 3 4 c から射出させた観察用光束を、スリット 3 4 d を透過させてスリット照明光束としてダイクロイックミラー 3 4 e へと進行させる。観察用照明光学系 3 4 a では、進行させた観察用光束 (スリット照明光束) をダイクロイックミラー 3 4 e で反射することにより、角膜内皮細胞照明光学系 3 4 の光

軸O 2上に進行させて対物レンズ3 4 fへと導く。この観察用照明光学系3 4 aでは、導かれた観察用光束（スリット照明光束）を対物レンズ3 4 fで集光することにより、スリット照明光束である観察用光束で被検眼Eの角膜E cを照明する。

[0041] 撮影用照明光学系3 4 bは、光軸O 2上に、撮影用光源3 4 gと、集光レンズ3 4 hと、スリット3 4 iと、集光鏡3 4 jと、を有し、観察用照明光学系3 4 aとダイクロイックミラー3 4 e、対物レンズ3 4 fおよび対物窓3 4 k（図5参照）を共用している。その撮影用光源3 4 gは、被検眼Eの角膜内皮S 2（その角膜内皮細胞S 2 c（図10参照））を撮影するために当該角膜内皮S 2を照明する光源（撮影用照明光源）であり、本実施例では単色光を発する発光ダイオード（本実施例では緑色LED）を用いている。なお、撮影用光源3 4 gは、緑色LEDに限られたものではなく、例えば白色LEDや青色LEDを用いてもよい。

[0042] 角膜内皮細胞照明光学系3 4の撮影用照明光学系3 4 bでは、撮影用光源3 4 gから射出させた撮影用光束を、集光レンズ3 4 hにより集光してスリット3 4 iへと進行させ、当該スリット3 4 iを透過させてスリット照明光束としてダイクロイックミラー3 4 eへと導く。撮影用照明光学系3 4 bでは、ダイクロイックミラー3 4 eに導かれた撮影用光束（スリット照明光束）のうち可視波長帯域の光（光束）を透過させることで、光軸O 2上に進行させて対物レンズ3 4 fへと導く。この撮影用照明光学系3 4 bでは、導かれた撮影用光束（スリット照明光束）を対物レンズ3 4 fで集光することにより、スリット照明光束である撮影用光束で被検眼Eの角膜E cを照明する。

[0043] この角膜内皮細胞照明光学系3 4では、観察用照明光学系3 4 aからのスリット照明光束である観察用光束、および撮影用照明光学系3 4 bからのスリット照明光束である撮影用光束を、対物窓3 4 k（図5参照）を経て出射する。その対物窓3 4 kは、装置本体部1 3における前後方向の被検者側（Z軸方向の正側）の端部となる対向位置1 7において光軸O 2上に設けられ

、測定時において被検眼 E（その前眼部（角膜 E c））と近接される。

[0044] この角膜内皮細胞照明光学系 3 4 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）が被検眼 E の角膜 E c により反射される様子を図 1 0 に示す。角膜 E c では、照明されるスリット照明光束を、空気と角膜 E c との境界面 S 1 で反射し（反射光束 R 1）、かつ角膜内皮 S 2（その角膜内皮細胞 S 2 c）で反射し（反射光束 R 2）、しかも角膜実質 S 3 で反射する（反射光束 R 3）。すなわち、角膜 E c によるスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）の反射光束は、境界面 S 1 からの反射光束 R 1 と、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 と、角膜実質 S 3 からの反射光束 R 3 と、に分類することができる。その反射光束では、反射光束 R 1 の光量が最も多く、反射光束 R 2 の光量が反射光束 R 1 の光量よりも少なく、反射光束 R 3 の光量が最も少なくなる。

[0045] [角膜内皮細胞撮影光学系]

角膜内皮細胞撮影光学系 3 5 は、図 4 に示すように、光軸 O 3 上に、対物レンズ 3 5 a と、ハーフミラー 3 5 b と、ミラー 3 5 c と、リレーレンズ 3 5 d と、液晶シャッタ 3 5 e と、リレーレンズ 3 5 f と、遮光板 3 5 g と、ミラー 3 5 h と、対物窓 3 5 i（図 5 参照）と、を有し、前眼部観察光学系 3 3 と撮像素子 3 3 g を共用している。この角膜内皮細胞撮影光学系 3 5（角膜内皮細胞撮影装置 1 0）は、後述するように、合焦位置検出光学系 3 9 のラインセンサ 3 9 a において、その中心番地 Q とスリット照明光束が被検眼 E の角膜 E c により反射された反射光束の強度分布におけるピーク V の番地とが一致すると（図 1 2 参照）、当該被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c に合焦する位置関係とされている。

[0046] 液晶シャッタ 3 5 e は、電氣的な制御により、角膜内皮細胞照明光学系 3 4 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）の角膜 E c による反射光束を透過させる透過領域と遮光する遮光領域とを任意に設定することができる電気マスク手段である。この液晶シャッタ 3 5 e は、撮像素子 3 3 g と後述するラインセンサ 3 9 a とに共役な位置に配置されている。なお

、この液晶シャッタ 35 e に替えてマスク板を適宜配置するものとしてもよい。

[0047] 遮光板 35 g は、角膜内皮細胞照明光学系 34 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）の角膜 E c による反射光束の透過を阻む（遮光する）ことのできる部材で形成されている。その遮光板 35 g は、図示を略す移動機構により、光軸 O 3 上に存在することと、光軸 O 3 上から離脱することと、が可能とされている。その移動機構は、制御部 21（図 3 参照）の制御下で適宜駆動されることで遮光板 35 g を上述したように変位させる。この移動機構は、例えば、ソレノイド等を用いて構成することができる。

[0048] この角膜内皮細胞撮影光学系 35 は、角膜 E c による角膜内皮細胞照明光学系 34 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）の反射光束（反射光束 R 1、R 2、R 3（図 10 参照））を、対物窓 35 i（図 5 参照）を経て入射させる。その対物窓 35 i は、装置本体部 13 における前後方向の被検者側（Z 軸方向の正側）の端部となる対向位置 17 において光軸 O 3 上に設けられ、測定時において被検眼 E（その前眼部（角膜 E c））と近接される。

[0049] 角膜内皮細胞撮影光学系 35 では、角膜内皮細胞照明光学系 34 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）が角膜 E c により反射された反射光束（反射光束 R 1、R 2、R 3（図 10 参照））を、対物窓 35 i（図 5 参照）を経て入射させて、対物レンズ 35 a に導く。この角膜内皮細胞撮影光学系 35 では、導いた反射光束を対物レンズ 35 a で集光してハーフミラー 35 b へと進行させる。その反射光束は、一部がハーフミラー 35 b を透過し、他部がハーフミラー 35 b により反射される。角膜内皮細胞撮影光学系 35 では、ハーフミラー 35 b を透過した反射光束をミラー 35 c で反射してリレーレンズ 35 d へと進行させ、そのリレーレンズ 35 d を経て液晶シャッタ 35 e に導く。その液晶シャッタ 35 e は、後述するように、導かれた反射光束のうち、角膜 E c の表面（境界面 S 1）からの反射光束 R 1 の部分を遮光するとともに、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）から

の反射光束 R 2 の部分を透過させるように駆動制御される。このため、角膜内皮細胞撮影光学系 3 5 では、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 を、リレーレンズ 3 5 f を経てミラー 3 5 h へと進行させ、そのミラー 3 5 h で反射することで前眼部観察光学系 3 3 の撮像素子 3 3 g へと導く。これにより、撮像素子 3 3 g では、角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の画像（後述する角膜内皮細胞画像 J（図 1 5 参照））を取得することができる。

[0050] 合焦位置検出光学系 3 9 は、ラインセンサ 3 9 a を有し、角膜内皮細胞撮影光学系 3 5 と対物窓 3 5 i（図 5 参照）、対物レンズ 3 5 a およびハーフミラー 3 5 b を共用している。そのラインセンサ 3 9 a は、受光位置の差異を検出することのできる線状の受光面を有し、被検眼 E の角膜 E c と略共役位置に設けられている。また、ラインセンサ 3 9 a は、図 1 1 に示すように、光学的に角膜 E c の厚み方向となる方向に沿って配置されている。すなわち、ラインセンサ 3 9 a は、反射光束における角膜 E c の厚さ方向での差異、換言すると厚さ方向で見た角膜 E c のどの位置で反射された反射光束であるかを、受光位置の差異としつつ当該反射光束を受光できるように配置されている。このラインセンサ 3 9 a では、線状の受光面においてその長尺方向に番地（受光素子）が設定されており、当該番地により受光位置の差異を取得することができる。

[0051] この合焦位置検出光学系 3 9 では、角膜内皮細胞照明光学系 3 4 からのスリット照明光束（観察用光束および撮影用光束）が角膜 E c により反射された反射光束（反射光束 R 1、R 2、R 3（図 1 0 参照））を、対物窓 3 5 i（図 5 参照）を経て入射させて、対物レンズ 3 5 a に導く。合焦位置検出光学系 3 9 では、導いた反射光束を対物レンズ 3 5 a で集光してハーフミラー 3 5 b へと進行させて、当該反射光束の他部をハーフミラー 3 5 b で反射することにより、反射光束（その一部）をラインセンサ 3 9 a で受光させる。このラインセンサ 3 9 a では、スリット照明光束が角膜 E c で反射された反射光束を受光することにより、当該反射光束の強度分布を取得することがで

きる。この強度分布を、図 11 においてラインセンサ 39 a の右上に模式的に示すとともに図 12 に示す。当該反射光束では、角膜 E c の表面（境界面 S 1）からの反射光束 R 1 の部分で強度分布のピーク U を形成するとともに、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 の部分でピーク V を形成している。合焦位置検出光学系 39 では、ラインセンサ 39 a で当該反射光束の強度分布を取得することにより、後述するように、被検眼 E と装置本体部 13（角膜内皮細胞撮影装置 10 の光学系）との Z 軸方向でのアライメントを合わせることが可能とする。

[0052] [制御系]

次に、角膜内皮細胞撮影装置 10 の制御系の構成を、図 3 を用いて説明する。角膜内皮細胞撮影装置 10 は、図 3 に示すように、上述した制御部 21 に加えて、合焦判断回路 22 と、アライメント判定回路 23 と、画像判定回路 24 と、を有する。その制御部 21 には、合焦判断回路 22 を介して合焦位置検出光学系 39 のラインセンサ 39 a が接続されている。また、制御部 21 には、アライメント判定回路 23 を介してアライメント検出光学系 37 のアライメント検出センサ 37 a が接続されている。さらに、制御部 21 には、撮像素子 33 g が接続されており、その撮像素子 33 g の受光に基づく信号、すなわち被検眼 E の前眼部像 E' やアライメント指標光の虚像像 R'、角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の後述する角膜内皮細胞画像 J（図 15 参照）としての信号が伝送される。そして、制御部 21 は、表示部 14 に接続されており、撮像素子 33 g からの受光信号に基づいて適宜画像信号を生成し、撮像素子 33 g からの受光信号に基づく画像を表示部 14（その表示面 14 a）に適宜表示させる（図 7 等参照）。制御部 21 は、液晶シャッタ 35 e に接続されており、後述するように画像判定回路 24 と協働して当該液晶シャッタ 35 e を駆動制御する。制御部 21 は、駆動部 12（その X ドライバ 12 d、Y ドライバ 12 e および Z ドライバ 12 f）に接続されており、上述したように駆動部 12 を適宜駆動制御することによりベース 11 に対して装置本体部 13 を適宜移動させる。制御部 21 は、表示部 14 へ

の操作に基づいて、あるいは記憶部 21a に格納されたプログラムに従って、上述した各動作を適宜実行する。

[0053] 合焦判断回路 22 は、合焦位置検出光学系 39 のラインセンサ 39a からの検出信号に基づいて、角膜内皮細胞撮影光学系 35（装置本体部 13）が角膜内皮細胞 S2c に合焦しているか否かを検出するものである。そのラインセンサ 39a は、上述したように、スリット照明光束が角膜 Ec により反射された反射光束の強度分布（図 11、図 12 参照）を取得する。ここで、当該反射光束の強度分布を、ラインセンサ 39a の線状の受光面の長尺方向に設定した番地 L と、各番地 L で受光した光量と、の関係として図 12 に示す。合焦判断回路 22 は、ラインセンサ 39a からの受光信号に基づき、スリット照明光束が角膜 Ec により反射された反射光束の強度分布におけるピーク V の番地を取得する。そのピーク V は、上述したように、当該反射光束における角膜内皮 S2（角膜内皮細胞 S2c）からの反射光束 R2 の部分を示している。また、合焦判断回路 22 は、取得したピーク V の番地と、ラインセンサ 39a における中心番地 Q と、を比較して、差異（離間距離）がある場合には当該差異に応じた合焦信号を制御部 21 に出力する。そして、合焦判断回路 22 は、差異（離間距離）がない場合、すなわちピーク V の番地と中心番地 Q とが一致している場合、合焦完了信号を制御部 21 に出力する。

[0054] ここで、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、装置本体部 13 を被検眼 E に対して離反接近させる、すなわち装置本体部 13 をベース 11 に対して Z 軸方向（前後方向）に移動させると、ラインセンサ 39a で取得したピーク V の番地が移動する。これは、ラインセンサ 39a が、光学的に角膜 Ec の厚み方向となる方向に沿って配置されていることによる。また、角膜内皮細胞撮影光学系 35（角膜内皮細胞撮影装置 10）は、ラインセンサ 39a において、その中心番地 Q とスリット照明光束が被検眼 E の角膜 Ec により反射された反射光束の強度分布におけるピーク V の番地とが一致すると、当該被検眼 E の角膜内皮細胞 S2c に合焦する位置関係とされている。このため、角

膜内皮細胞撮影装置 10 では、装置本体部 13 をベース 11 に対して Z 軸方向（前後方向）に移動させて、ラインセンサ 39 a における反射光束の強度分布におけるピーク V の番地と中心番地 Q とを一致させることにより、角膜内皮細胞撮影光学系 35 が角膜内皮細胞 S 2 c に合焦することとなる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、ラインセンサ 39 a における反射光束の強度分布におけるピーク V の番地と中心番地 Q とを一致させることで、Z アライメントが完了する。このため、合焦判断回路 22 は、ピーク V の番地と中心番地 Q とが一致している場合に合焦完了信号を出力することにより、角膜内皮細胞撮影光学系 35（装置本体部 13）が角膜内皮細胞 S 2 c に合焦していることを検出することができる。そして、制御部 21 は、合焦判断回路 22 からの合焦信号に基づいて装置本体部 13 をベース 11 に対して Z 軸方向（前後方向）に移動させ、当該合焦判断回路 22 から合焦完了信号を受けるまでその移動を行うことにより、Z アライメントを自動で行うことができる。

[0055] アライメント判定回路 23 は、アライメント検出光学系 37 のアライメント検出センサ 37 a からの検出信号に基づいて、前眼部観察光学系 33（装置本体部 13）の光軸 O 1 と被検眼 E の光軸との X-Y 方向のズレ量が許容範囲内であるか否かを検出するものである。そのアライメント検出センサ 37 a は、上述したように、アライメント指標投影光学系 36 からのアライメント指標光により形成されたアライメント指標光の虚像 R の像 R' を受光することにより、受光面上での像 R' の受光位置に応じた検出信号を出力する。アライメント判定回路 23 は、アライメント検出センサ 37 a 上での像 R' の受光位置と、アライメント検出センサ 37 a 上における光軸 O 1 の位置（例えば、中心位置）と、のズレ量を求めて、そのズレ量を示す信号を制御部 21 に出力する。そのズレ量は、例えば、左右方向（X 軸方向）でのズレ量およびその方向と、上下方向（Y 軸方向）でのズレ量およびその方向と、で表すことができる。そして、アライメント判定回路 23 は、上記したズレ量がない場合、XY アライメント完了信号を制御部 21 に出力する。

[0056] 画像判定回路24は、前眼部観察光学系33の撮像素子33g上の画像に基づいて、その画像のうち角膜Ecの表面（境界面S1）からの反射光束R1（図10参照）によって形成された画像部分と、角膜内皮S2（角膜内皮細胞S2c）からの反射光束R2（図10参照）によって形成された画像部分と、を判定する。そして、画像判定回路24は、判定した画像部分に基づいて液晶シャッタ35eを駆動させる。これについて以下で説明する。

[0057] 撮像素子33gでは、上述したように、角膜内皮細胞撮影光学系35により、角膜内皮細胞照明光学系34からのスリット照明光束が角膜Ecにより反射された反射光束（反射光束R1、R2、R3（図10参照））が結像される。画像判定回路24は、撮像素子33g上に形成される光像における強度分布のグラフGを求める（図13A、図13B参照）。この強度分布を示すグラフGでは、図13Aに示すように、角膜Ecの表面（境界面S1）からの反射光束R1によりピークG1が形成されるとともに、角膜内皮S2（角膜内皮細胞S2c）からの反射光束R2によりピークG2が形成される。このグラフGは、例えば図14に示すように、撮像素子33gに帯状の範囲Fを設定し、当該帯状の範囲Fの各画素での受光量から求めることができる。その帯状の範囲Fは、図14の例では、撮像素子33gにおいて、角膜Ecの厚さ方向となるx軸方向の全域に渡って、中心部を通りつつx軸方向に直交するy軸方向で所定の大きさ寸法となるように設定している。このため、この例では、帯状の範囲Fにおいて、撮像素子33gにおけるx軸方向での番地が等しくなる各画素の受光量を積算し、その値をy方向の画素数で除算することによりx軸方向での番地毎の受光量の平均値を算出して、グラフGを求めることができる。なお、帯状の範囲Fにおけるy軸方向の画素数は、1つであってもよく、撮像素子33gのy軸方向の全画素数であってもよく、適宜設定すればよい。

[0058] そして、画像判定回路24は、図13Aに示すように、グラフGにおけるピークG1とピークG2との間の谷Gaのx軸方向（角膜Ecの厚さ方向）での位置を求める。すなわち、画像判定回路24は、ピークG1とピークG

2との間において、受光量が最小となる谷G aの位置を、撮像素子33 gにおけるx軸方向の番地x aとして求める。この番地x aは、撮像素子33 gにおいて、スリット照明光束の角膜E cからの反射光束における角膜E cの表面（境界面S 1）からの反射光束R 1および角膜実質S 3からの反射光束R 3を受光する部分と、当該反射光束における角膜内皮S 2（角膜内皮細胞S 2 c）からの反射光束R 2を受光する部分と、の境界を示すこととなる。すなわち、撮像素子33 gでは、番地x aの左側部分で角膜E cの表面（境界面S 1）からの反射光束R 1と角膜実質S 3からの反射光束R 3とを受光し、番地x aの右側部分で角膜内皮S 2（角膜内皮細胞S 2 c）からの反射光束R 2を受光する。

[0059] このため、画像判定回路24は、図13 Aおよび図14に示すように、撮像素子33 gにおける番地x aより左側部分を遮光し、かつ撮像素子33 gにおける番地x aより右側部分では反射光束R 2が到達するように、液晶シャッタ35 eを駆動する。すなわち、画像判定回路24は、液晶シャッタ35 eの左側部分35 e 1を遮光部分にし、右側部分35 e 2を透過部分にすることにより、図13 Aに示すように撮像素子33 gにおける番地x aから左側の左側部分33 g 1を遮光する。

[0060] [角膜内皮細胞S 2 cの撮影の基本動作]

次に、角膜内皮細胞撮影装置10において、被検眼Eの角膜内皮S 2の角膜内皮細胞S 2 cを撮影する際の基本動作について説明する。以下に示す角膜内皮細胞撮影装置10での動作は、表示部14に為された操作に基づき、制御部21（図3参照）の制御下で適宜行われる。

[0061] 先ず、図4に示すように、前眼部照明光源31を発光させる。このとき、前眼部観察光学系33において遮光板33 fを光路から退避させ、かつ角膜内皮細胞撮影光学系35において遮光板35 gを光路に挿入する。すると、前眼部照明光源31からの照明光が角膜E cにより反射され、その反射光束が、前眼部観察光学系33において、ハーフミラー33 a、対物レンズ33 b、ハーフミラー33 c、絞り33 dおよび結像レンズ33 eを介して撮像

素子 33g に達し結像される。そして、表示部 14 の表示面 14a に前眼部像 E' を表示させる（図 7 参照）。

[0062] 次いで、アライメント指標投影光学系 36 のアライメント指標光源 36a を発光させて、アライメント指標光を射出する。このアライメント指標光は、投影レンズ 36b とレンズ 36d とにより平行光束とされ、ハーフミラー 33a を介して被検眼 E の角膜 E c に投影される。そして、そのアライメント指標光が角膜 E c により反射され、その反射光束が、アライメント検出光学系 37（前眼部観察光学系 33）において、対物レンズ 33b を通った後一部がハーフミラー 33c によって反射され、アライメント検出センサ 37a 上にアライメント指標光による像 R'（図示せず）が結像される。また、反射光束の他部は、前眼部観察光学系 33 において、ハーフミラー 33c を透過し、アライメント指標光の虚像 R による像 R'' が撮像素子 33g 上に同時に形成される。これにより、表示部 14（その表示面 14a）では、被検眼 E の前眼部像 E' とアライメント指標光の虚像像 R'' とが同時に表示され、上述したようにそこに円環状パターン像 A も併せて表示される（図 7 参照）。このため、検者は、虚像像 R'' が円環状パターン像 A の範囲内に位置するように装置本体部 13 を移動させることで、XY アライメントを行うことができる。また、オートアライメントモードの場合には、アライメント判定回路 23 が、アライメント検出センサ 37a 上に結像された像 R' の位置から被検眼 E に対する装置本体部 13 の X、Y 方向のズレ量を求め、このズレ量に応じて制御部 21 が X ドライバ 12d および Y ドライバ 12e を制御することで装置本体部 13 を X-Y 方向へ移動させることで、XY アライメントを行う。

[0063] XY アライメントが完了すると、角膜内皮細胞照明光学系 34 の観察用照明光学系 34a の観察用光源 34c から観察用光束としての赤外光を出射させるとともに、前眼部観察光学系 33 において遮光板 33f を光路に挿入し、角膜内皮細胞撮影光学系 35 において遮光板 35g を光路から退避させる。また、角膜内皮細胞撮影光学系 35 の液晶シャッタ 35e を、全面に渡っ

て光を透過するように設定する。観察用光源 34 c から射出させた観察用光束は、スリット 34 d、ダイクロイックミラー 34 e および対物レンズ 34 f を介して、図 10 に示すように、赤外光のスリット照明光束とされて角膜 E c を照明する。そのスリット照明光束は、角膜 E c により反射されて反射光束となる。その反射光束は、角膜 E c の表面（境界面 S 1）からの反射光束 R 1 と、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 と、角膜実質 S 3 からの反射光束 R 3 と、を含んでいる。

[0064] スリット照明光の角膜 E c による反射光束は、角膜内皮細胞撮影光学系 35 において、対物レンズ 35 a に導かれ、一部がハーフミラー 35 b で反射されて合焦位置検出光学系 39 のラインセンサ 39 a に至る。すると、合焦判断回路 22 は、ラインセンサ 39 a の各受光位置（番地（受光素子））での受光量に基づいて、強度分布のピーク V とラインセンサ 39 a の中心番地 Q との離間距離に応じた合焦信号を制御部 21 に出力する（図 12 参照）。

[0065] すると、制御部 21 は、取得した合焦信号に基づいて表示部 14 に、合焦のための位置関係の把握を容易とするための合焦記号を表示させる。本実施例では、合焦記号の一例としての合焦記号 25 を図 7 に示す。その合焦記号 25 は、ベース 11 に対する装置本体部 13 の合焦のための移動方向となる前後方向（Z 軸方向）を示す軸線記号 25 a 上に、合焦位置記号 25 b と現在位置記号 25 c とを重ねて表示させるものとされている。その合焦位置記号 25 b は、ラインセンサ 39 a の中心番地 Q となる位置を示し、現在位置記号 25 c は、ラインセンサ 39 a における強度分布のピーク V の番地を示す。このことから、軸線記号 25 a 上における合焦位置記号 25 b と現在位置記号 25 c との間隔が、強度分布のピーク V とラインセンサ 39 a の中心番地 Q との離間距離に対応したものとなる。このため、検者は表示部 14 の合焦記号 25 を見ながら、現在位置記号 25 c を合焦位置記号 25 b に一致させるように、ベース 11 に対して装置本体部 13 を前後方向（Z 軸方向）に移動させることで、Z アライメントを行うことができる。また、オートアライメントモードの場合には、制御部 21 が、合焦判断回路 22 からの合焦

信号に基づいてZドライバ12fを制御してZモータ12cを駆動させ、強度分布のピークVとラインセンサ39aの中心番地Qとを一致させるように装置本体部13をZ軸方向へ移動させる。そして、制御部21は、合焦判断回路22から合焦完了信号を受信すると、Zモータ12cを停止させてZアラメントを終了する。

[0066] また、スリット照明光の角膜Ecによる反射光束は、角膜内皮細胞撮影光学系35において、対物レンズ35aに導かれ、他部がハーフミラー35bを透過することにより、ミラー35cおよびリレーレンズ35dを介して液晶シャッタ35eに導かれる。その液晶シャッタ35eは、上述したように全面に渡って光を透過する設定とされていることから、導かれた反射光束（反射光束R1、R2、R3）を透過させる。このため、スリット照明光の角膜Ecによる反射光束（その他部）は、液晶シャッタ35eを透過し、リレーレンズ35fを経てミラー35hで反射されて撮像素子33gへと進行し、当該撮像素子33g上に結像される。これにより、撮像素子33g上には、スリット照明光の角膜Ecによる反射光束、すなわち反射光束R1、反射光束R2および反射光束R3による光像が形成される。

[0067] すると、画像判定回路24は、上述したように、撮像素子33g上に形成される光像の強度分布に基づいて撮像素子33gの番地xaを求めて、当該番地xaを境とする一方を遮光部分とするとともに他方を透過部分とすべく液晶シャッタ35eを駆動制御する（図13Aおよび図14参照）。これにより、撮像素子33gでは、番地xaを境とする一方（図13Aに示す例では左側の左側部分33g1）が、液晶シャッタ35eにより遮光される。

[0068] このため、撮像素子33gは、スリット照明光の角膜Ecによる反射光束のうち、角膜内皮S2（角膜内皮細胞S2c）からの反射光束R2のみを受光することが可能となる。これにより、撮像素子33gに基づく画像を表示部14の表示面14aに表示させることで、図15に示すように、角膜内皮細胞S2cの角膜内皮細胞画像Jが白くボケてしまうことを防止して鮮明に表示させることができる。これは、スリット照明光束の角膜Ecからの反射

光束における角膜E cの表面（境界面S 1）からの反射光束R 1および角膜実質S 3からの反射光束R 3を分離することができることによる。なお、表示面1 4 aにおける左側の表示部分1 4 bは、液晶シャッタ3 5 eによって遮光された部分を示している。

[0069] ここで、前後方向（Z軸方向）のアライメントがずれている場合について、図1 3 Bを用いて説明する。前後方向（Z軸方向）のアライメントがずれると、撮像素子3 3 g上に形成される光像における強度分布のグラフが角膜E cの厚さ方向へずれることとなる。この例では、図1 3 Bに示すように、撮像素子3 3 g上に形成される光像における強度分布のグラフG' が、グラフG（図1 3 A参照）と比較して、図1 3 Bを正面した右側にずれたものとする。すると、グラフG（図1 3 A参照）と比較すると、グラフG' におけるピークG 1' とピークG 2' とが右側にずれるとともに、谷G a' の位置も右側にずれることとなる。このため、上述したグラフGに対する処理と同様に、谷G a' の位置となる撮像素子3 3 gの番地x bを求めて、液晶シャッタ3 5 eにおける当該番地x bの左側部分3 5 e 1' を遮光部分にし、液晶シャッタ3 5 eにおける当該番地x bの右側部分3 5 e 2' を透過部分にすることにより、撮像素子3 3 gにおける番地x bから左側の左側部分3 3 g 1' を遮光させることができる。このため、前後方向（Z軸方向）のアライメントがずれている場合であっても、スリット照明光束の角膜E cからの反射光束における角膜E cの表面（境界面S 1）からの反射光束R 1および角膜実質S 3からの反射光束R 3を分離して、角膜内皮S 2（角膜内皮細胞S 2 c）からの反射光束R 2のみを受光することができ、鮮明な角膜内皮細胞画像Jを得ることができる。また、強度分布のグラフGにおけるピークG 1とピークG 2との間の谷G aを求めるものであることから、角膜E cの厚さが異なる場合であっても、角膜内皮S 2（角膜内皮細胞S 2 c）からの反射光束R 2のみを受光して鮮明な角膜内皮細胞画像Jを表示部1 4の表示面1 4 aに表示させることができる。

[0070] その角膜内皮細胞S 2 cを可視光で撮影して角膜内皮細胞画像Jを取得す

る場合、角膜内皮細胞照明光学系 3 4 において、図 4 に示すように、観察用照明光学系 3 4 a の観察用光源 3 4 c の発光を停止させるとともに、撮影用照明光学系 3 4 b の撮影用光源 3 4 g から撮影用光束としての可視光を出射させる。その撮影用光束は、角膜内皮細胞照明光学系 3 4 において、集光レンズ 3 4 h で集光されてスリット 3 4 i、ダイクロイックミラー 3 4 e および対物レンズ 3 4 f を介して、図 10 に示すように、可視光のスリット照明光束とされて角膜 E c を照明する。そのスリット照明光束は、角膜 E c により反射されて反射光束となる。その可視光のスリット照明光の角膜 E c による反射光束は、観察用光束と同様に、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 のみが撮像素子 3 3 g 上に結像される。これにより、白くボケてしまうことを防止しつつ角膜内皮細胞 S 2 c の角膜内皮細胞画像 J を撮影することができる。その撮影用光源 3 4 g は、単色光を発する発光ダイオードであるため、従来のようにコンデンサを充電して発光させる必要がないので、連続撮影が可能である。また、撮像素子 3 3 g 上には、角膜内皮 S 2（角膜内皮細胞 S 2 c）からの反射光束 R 2 のみが入射するので、撮像素子 3 3 g の感度を上げることができ、画質を向上させることができる。

[0071] そして、制御部 2 1（図 3 参照）では、撮像素子 3 3 g からの受光信号により角膜内皮細胞 S 2 c の角膜内皮細胞画像 J（その画像データ）を取得し、その角膜内皮細胞画像 J（その画像データ）に適宜画像分析を施すことにより角膜内皮細胞 S 2 c（角膜内皮細胞画像 J）の解析を行う。そして、制御部 2 1 は、後述するように、角膜内皮細胞画像 J とともにその解析結果を表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示させる（図 2 1 参照）。

[0072] これにより、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、角膜内皮細胞 S 2 c（その角膜内皮細胞画像 J）の観察を可能とするとともに、その撮影画像である角膜内皮細胞画像 J を取得することができる。

[0073] [撮影位置の設定方法]

次に、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 において、被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c における撮影する位置を設定する方法について説明する。角膜内皮細胞撮

影装置 10 では、内部固視点投影光学系 38 により中心固視点 f_c (図 9 A 参照)、2つの隣接固視点および8つの内側周辺固視点 f_i (図 9 B 参照)を形成することができるとともに、外部周辺固視点光源 32 により6つの外側周辺固視点 f_o (図 9 C 参照)を形成することができる。この各固視点は、それぞれ形成されることで被検眼 E に投影される。

[0074] ここで、内部固視点投影光学系 38 の中心固視点光源 38 a の中心光源部 38 c (図 8 等参照)を点灯させて、図 9 A に示すように、対物窓 33 h に中心固視点 f_c を形成し、この中心固視点 f_c を被検眼 E に投影したものとする。この中心固視点 f_c は、対物窓 33 h の中心位置 (光軸 O 1 上) を照明するものであることから、被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線 (被検眼 E の光軸中心) を対物窓 33 h における中心位置 (光軸 O 1 上) に固定することができる。このため、中心固視点 f_c を形成しつつ上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行することにより、図 16 に示すように、被検眼 E の中心位置 P 1 における角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の角膜内皮細胞画像 J を取得することができる。このため、中心位置 P 1 は、中心固視点 f_c (中心固視点光源 38 a (その中心光源部 38 c)) により規定されて、角膜内皮細胞 S 2 c において設定されて角膜内皮細胞撮影光学系 35 により撮影される撮影位置となる。

[0075] また、内部固視点投影光学系 38 の中心固視点光源 38 a の一方の拡大光源部 38 d (図 8 等参照)を点灯させて、対物窓 33 h に中心固視点 f_c に隣接する隣接固視点 (図示は略す) を形成し、当該隣接固視点を被検眼 E に投影したものとする。なお、この隣接固視点は、対物窓 33 h において、中心固視点 f_c と略等しい位置に形成されるものであることから、図 9 A に示す例では殆ど区別がつかないので図示を省略している。この隣接固視点は、対物窓 33 h の中心位置 (光軸 O 1 上) から X 軸方向に僅かに外れた位置を照明するものであることから、被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線 (被検眼 E の光軸中心) を対物窓 33 h における中心位置 (光軸 O 1 上) から X 軸方向に僅かに外れた位置に固定することができる。

。このため、隣接固視点を形成しつつ上述した角膜内皮S 2の角膜内皮細胞S 2 cの撮影動作を実行することにより、図1 7に示すように、被検眼Eの中心位置P 1からX軸方向に僅かに外れた拡大位置P 2における角膜内皮S 2の角膜内皮細胞S 2 cの角膜内皮細胞画像Jを取得することができる。この中心固視光源3 8 aの拡大光源部3 8 dは、2つ設けられていることから、2つの隣接固視点を形成することができ、2つの拡大位置P 2における角膜内皮細胞S 2 cの撮影を可能とする。なお、この拡大位置P 2は、個別に示す際には図1 7を正面視して右側を拡大位置P 2 aとし左側を拡大位置P 2 bとする。このため、2つの拡大位置P 2は、2つの隣接固視点（2つの拡大光源部3 8 d）により規定されて、角膜内皮細胞S 2 cにおいて設定されて角膜内皮細胞撮影光学系3 5により撮影される撮影位置となる。

[0076] さらに、内部固視点投影光学系3 8の8つの内部周辺固視光源3 8 b（図8等参照）のうちの1つを点灯させて、図9 Bに示すように、対物窓3 3 hにおける中心位置（光軸O 1上）の下側の位置に内側周辺固視点f i（後述するように内側周辺固視点f i gとする）を形成し、この内側周辺固視点f i gを被検眼Eに投影したものとす。この内側周辺固視点f i gは、対物窓3 3 hにおける中心位置（光軸O 1上）の下側の位置を照明するものであることから、被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線（被検眼Eの光軸中心）を対物窓3 3 hにおける中心位置（光軸O 1上）の下側に固定することができる。このため、被検眼Eでは、その光軸中心（視線）が前眼部観察光学系3 3の光軸O 1よりも下側に移動することとなり、当該光軸O 1上には当該被検眼Eにおける光軸中心よりも上方位置（図1 6の符号P 3 c参照）が位置することとなる。このため、内側周辺固視点f i gを形成しつつ上述した角膜内皮S 2の角膜内皮細胞S 2 cの撮影動作を実行することにより、図1 6に示すように、被検眼Eの内部周辺位置P 3 cにおける角膜内皮S 2の角膜内皮細胞S 2 cの角膜内皮細胞画像Jを取得することができる。このように、内部固視点投影光学系3 8でいずれか1つの内側周辺固視点f iを形成することにより、被検眼Eにおいて当該内側周

辺固視点 f_i に対応する内部周辺位置 P_3 の角膜内皮 S_2 の角膜内皮細胞 S_{2c} を撮影することができる。この内部周辺固視光源 $38b$ は、8つ設けられていることから、8つの内側周辺固視点 f_i を形成することができ、8つの内部周辺位置 P_3 における角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影を可能とする。その対応関係は、内側周辺固視点 f_{ig} と内部周辺位置 P_{3c} とのように、形成した内側周辺固視点 f_i の対物窓 $33h$ (図9B参照) 上における光軸 O_1 に対する位置と、それによる内部周辺位置 P_3 の被検眼 E 上における光軸中心に対する位置と、が光軸 O_1 と光軸中心とを一致させつつ正対された状態において当該光軸 O_1 (光軸中心) に関して点対称となる。そして、その被検眼 E における内部周辺位置 P_3 の光軸中心からの距離は、対物窓 $33h$ 上における光軸 O_1 と内側周辺固視点 f_i との距離により設定することができる。なお、この8つの内部周辺位置 P_3 は、個別に示す際には図16を正面視して右側のものから反時計回り方向の順に小文字のアルファベット ($a \sim h$) を符号 P_3 の後に付して示す。そして、本実施例では、8つの内部周辺位置 P_3 (内側周辺固視点 f_i) は、図16を正面視して右側の内部周辺位置 P_{3a} (内側周辺固視点 f_{ia} (図9B参照)) から、光軸中心 (光軸 O_1) を中心とする回転方向で見て45度の間隔で設けられている。このため、8つの内部周辺位置 P_3 は、8つの内側周辺固視点 f_{ia} (8つの内部周辺固視光源 $38b$) により規定されて、角膜内皮細胞 S_{2c} において設定されて角膜内皮細胞撮影光学系 35 により撮影される撮影位置となる。

[0077] ついで、6つの外部周辺固視光源 32 (図5参照) のうちの左斜め上側のものを点灯させて、図9Cに示すように、対物窓 $33h$ の外側における左斜め上側の位置に外側周辺固視点 f_o (後述するように外側周辺固視点 f_{oc} とする) を形成し、この外側周辺固視点 f_{oc} を被検眼 E に投影したものとする。この外側周辺固視点 f_{oc} は、対物窓 $33h$ の外側における左斜め上側の位置で点灯するものであることから、被検者に固視目標として注視させることにより、当該被検者の視線 (被検眼 E の光軸中心) を対物窓 $33h$ の外側における左斜め上側 (図16を正面視して右斜め上側) に固定すること

ができる。このため、被検眼Eでは、光軸中心（視線）が前眼部観察光学系33の光軸O1の左斜め上側（図16では右斜め上側）に移動することとなり、当該光軸O1上には当該被検眼Eにおける光軸中心よりも右斜め下方位置（図16を正面視して左斜め下側（符号P4d参照））が位置することとなる。このため、外側周辺固視点focを形成しつつ上述した角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行することにより、図16に示すように、被検眼Eの外部周辺位置P4dにおける角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影することができる。このように、内部固視点投影光学系38でいずれか1つの外側周辺固視点foを形成することにより、被検眼Eにおいて当該外側周辺固視点foに対応する外部周辺位置P4の角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影することができる。この外部周辺固視光源32は、6つ設けられていることから、6つの外側周辺固視点foを形成することができ、6つの外部周辺位置P4における角膜内皮細胞S2cの撮影を可能とする。その対応関係は、外側周辺固視点focと外部周辺位置P4dとのように、形成した外側周辺固視点foの対物窓33h（図9C参照）の周辺における光軸O1に対する位置と、それによる外部周辺位置P4の被検眼E上における光軸中心に対する位置と、が光軸O1と光軸中心とを一致させつつ正対された状態において当該光軸O1（光軸中心）に関して点対称となる。そして、その被検眼Eにおける外部周辺位置P4の光軸中心からの距離は、装置本体部13における光軸O1と外側周辺固視点focとの距離により設定することができる。なお、この6つの外部周辺位置P4は、個別に示す際には図16を正面視して右斜め上側のものから反時計回り方向の順に小文字のアルファベット（a～f）を符号P4の後に付して示す。そして、本実施例では、6つの外部周辺位置P4（外側周辺固視点fo）は、図16を正面視して右斜め上の外部周辺位置P4a（外側周辺固視点foa（図9C参照））から、光軸中心（光軸O1）を中心とする回転方向で見て45度の間隔で3つ設けられているとともに、同じく左斜め下の外部周辺位置P4d（外側周辺固視点fod（図9C参照））から、光軸中心（光軸O1）を中心とす

る回転方向で見て45度の間隔で3つ設けられている。このため、6つの外部周辺位置P4は、6つの外側周辺固視点f_o（6つの外部周辺固視光源32）により規定されて、角膜内皮細胞S2cにおいて設定されて角膜内皮細胞撮影光学系35により撮影される撮影位置となる。

[0078] このように、角膜内皮細胞撮影装置10では、被検眼Eにおいて、内部固視点投影光学系38が形成する中心固視点f_cに対応する中心位置P1に加えて、内部固視点投影光学系38が形成する2つの隣接固視点に対応する2つの拡大位置P2（図17参照）と、内部固視点投影光学系38が形成する8つの内側周辺固視点f_iに対応する8つの内部周辺位置P3と、外部周辺固視光源32が形成する6つの外側周辺固視点f_oに対応する6つの外部周辺位置P4と、の角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影（その角膜内皮細胞画像Jを取得）することが可能とされている。このため、それらのいずれの位置で角膜内皮細胞S2cを撮影するか、その撮影する位置の数をどうするか、複数の位置で角膜内皮細胞S2cを撮影する場合にどのような順番で撮影するか等の管理が複雑なものとなり、それを実行するための操作が複雑なものになってしまう虞がある。また、複数の位置で角膜内皮細胞S2cを撮影する場合に、今から撮影する位置がいずれであるか、次に撮影する予定の位置がいずれであるか、設定されていて未だ撮影していない位置がいずれであるか、既に撮影した位置がいずれであるか、等の把握が困難なものになってしまう虞がある。

[0079] このことから、角膜内皮細胞撮影装置10では、被検眼Eにおける角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影する撮影位置を予め設定して、その設定に従って角膜内皮細胞S2cの撮影の動作を実行することが可能とされている。そして、角膜内皮細胞撮影装置10では、設定した撮影位置が複数である場合、それらの撮影の順序を自動で設定することと、それらの撮影の順序を手動で設定することと、が可能とされている。また、角膜内皮細胞撮影装置10では、設定した撮影位置が複数である場合、角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する際に表示部14の表示面14aに測定状態標示記号70を

表示させる（図20等参照）。その測定状態標示記号70は、基本的に、今から撮影する撮影位置の把握と、その次に撮影する予定の撮影位置の把握と、を可能とするものである。測定状態標示記号70は、本実施例では、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置とに加えて、設定されていて未だ撮影していない撮影位置の把握と、既に撮影した撮影位置の把握と、設定されていない位置の把握と、を可能とする。以下では、これらのことについて説明する。

[0080] 角膜内皮細胞撮影装置10では、制御部21（図3参照）の制御下で、表示部14の表示面14aに、撮影種別設定画面Sk（図18参照）と、撮影位置設定画面Sp（図19参照）と、前眼部観察画面So（図20参照）と、撮影結果画面Sr（図21参照）と、を表示することが可能とされている。

[0081] 撮影種別設定画面Skは、角膜内皮細胞S2cを撮影するための動作の種別を設定するものである。この撮影種別設定画面Skでは、図18に示すように、表示部14におけるタッチパネルの機能を利用して触れることによる選択（切替）操作を可能するアイコンとしての、撮影モード設定記号51と、測定眼設定記号52と、が表示される。その撮影モード設定記号51は、予め設定された撮影モードの中からいずれかの撮影モードを選択して当該撮影モードの実行を設定するものである。撮影モード設定記号51は、中心撮影記号51aと、中心拡大撮影記号51bと、任意位置撮影記号51cと、を有する。

[0082] 中心撮影記号51aは、被検眼Eの中心位置P1における角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影する中心撮影モードを設定するものである。中心拡大撮影記号51bは、被検眼Eの中心位置P1に加えて、2つの拡大位置P2における角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影する中心拡大撮影モードを設定するものである。

[0083] 任意位置撮影記号51cは、被検眼Eの任意の位置における角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを撮影する任意位置撮影モードを設定するものである。

。この任意位置撮影モードでは、検者が被検眼 E において角膜内皮細胞 S 2 c を撮影したい位置（撮影位置）を任意に設定して、その設定した撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する。その設定する撮影位置の個数は、1 つとすることができるとともに複数とすることもでき、任意に設定することができる。本実施例では、上述したように設定された中心位置 P 1、2 つの拡大位置 P 2、8 つの内部周辺位置 P 3 および 6 つの外部周辺位置 P 4 の 17 個の中から選択するものとされている。この任意位置撮影モードにおける撮影位置の選択は、撮影位置設定画面 S p（図 19 参照）において行う。これについては後に説明する。

[0084] 測定眼設定記号 5 2 は、被検者の左右いずれの被検眼 E の角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影するのかを設定するものである。この測定眼設定記号 5 2 は、右眼選択記号 5 2 a と、両眼選択記号 5 2 b と、左眼選択記号 5 2 c と、を有する。その右眼選択記号 5 2 a は、被検者の右側の被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することを設定するものである。両眼選択記号 5 2 b は、被検者の左右両方の被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することを設定するものである。左眼選択記号 5 2 c は、被検者の左側の被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することを設定するものである。

[0085] 撮影位置設定画面 S p（図 19 参照）は、撮影モード設定記号 5 1 の任意位置撮影記号 5 1 c が選択されて任意位置撮影モードが設定された際に、その任意位置撮影モードにおいて角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する撮影位置を設定させるものである。この撮影位置設定画面 S p では、図 19 に示すように、表示部 1 4 におけるタッチパネルの機能を利用して触れることによる選択（切替）操作を可能するアイコンとしての、位置選択記号 5 3 と、患者選択記号 5 4 と、決定記号 5 5 と、が表示される。その位置選択記号 5 3 は、被検眼 E において設定された 17 個の位置の中から任意の位置を選択させることにより撮影位置として設定させるものであり、左右両方の被検眼 E に対応すべく等しい表示内容の記号が左右の双方に表示される。ここで、図 19 に示す例では、左側の位置選択記号 5 3 が被検者の右側の被検眼 E に対応する

ものであり、左右を区別して述べる際には位置選択記号 5 3 a ともいう。同様に、図 1 9 に示す例では、右側の位置選択記号 5 3 が被検者の左側の被検眼 E に対応するものであり、左右を区別して述べる際には位置選択記号 5 3 b ともいう。

[0086] 各位置選択記号 5 3 は、1 つの中心位置記号 C 1 と、2 つの拡大位置記号 C 2 と、8 つの内部周辺記号 C 3 と、6 つの外部周辺記号 C 4 と、を有する。中心位置記号 C 1 は、被検眼 E において撮影可能とされた中心位置 P 1 (図 1 6、図 1 7 参照) に対応して設けられている。

[0087] 2 つの拡大位置記号 C 2 は、被検眼 E において撮影可能とされた拡大位置 P 2 (図 1 7 参照) に対応して設けられており、拡大位置 P 2 a に拡大位置記号 C 2 a が対応するとともに拡大位置 P 2 b に拡大位置記号 C 2 b が対応する。なお、図 1 9 に示す例では、右側の被検眼 E に対応する拡大位置記号 C 2 a では N の文字が付されているのに対して、左側の被検眼 E に対応する拡大位置記号 C 2 a では T の文字が付されている。このことは、拡大位置記号 C 2 b であっても左右で逆転するのみであって同様である。これは、N の文字が鼻 (N o s e) を示すとともに、T の文字がこめかみ (T e m p l e) を示すものであり、被検者の顔における位置関係が左右で逆転することによる。

[0088] 8 つの内部周辺記号 C 3 は、被検眼 E において撮影可能とされた各内部周辺位置 P 3 (図 1 6 参照) に対応して設けられている。すなわち、内部周辺記号 C 3 は、例えば、内部周辺記号 C 3 b が内部周辺位置 P 3 b に対応するように、符号 C 3 の後に付した小文字のアルファベット (a ~ h) が、符号 P 3 の後に付した小文字のアルファベット (a ~ h) と一致する内部周辺位置 P 3 (図 1 6 参照) に対応する。

[0089] 6 つの外部周辺記号 C 4 は、被検眼 E において撮影可能とされた各外部周辺位置 P 4 (図 1 6 参照) に対応して設けられている。すなわち、外部周辺記号 C 4 は、例えば、外部周辺記号 C 4 d が外部周辺位置 P 4 d に対応するように、符号 C 4 の後に付した小文字のアルファベット (a ~ f) が、符号

P 4 の後に付した小文字のアルファベット（a～f）と一致する外部周辺位置 P 4（図 1 6 参照）に対応する。

[0090] このように、位置選択記号 5 3 は、対応する被検眼 E において角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が可能とされた位置（P 1～P 4）に適合させて、各記号（C 1～C 4）を配置して構成されている。このため、位置選択記号 5 3 は、対応する被検眼 E における任意の位置を直感的に選択することを可能としている。

[0091] また、位置選択記号 5 3 では、1 7 個の記号（C 1～C 4）のそれぞれにおいて、選択されたか否かを一見して把握することが可能とされている。位置選択記号 5 3 は、本実施例では、選択される前と後とで各記号の色を変化させるものとしている（図 1 9 に示す例では中心位置記号 C 1、内部周辺記号 C 3 d、内部周辺記号 C 3 e、内部周辺記号 C 3 f 参照）。これは、位置選択記号 5 3 では、各記号のうち、複数が選択され得ることを想定していることによる。

[0092] 患者選択記号 5 4 は、患者（被験者）を選択する画面（図示せず）に戻るために設けられている。その患者（被験者）を選択する画面は、上述した撮影種別設定画面 S k（図 1 8 参照）の前に表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示されるものである。これは、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、患者（被験者）毎に過去の測定結果や測定位置等の各種データの管理が可能とされていることによる。

[0093] 決定記号 5 5 は、表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示している画面における設定もしくは動作が完了した際に操作されるものであり、操作により次の工程に移行させるものである。換言すると、決定記号 5 5 は、表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示している画面における設定が完了した際、もしくは当該画面における動作が問題ない際に操作されるものである。この決定記号 5 5 は、この撮影位置設定画面 S p に表示されている場面では、位置選択記号 5 3 の各記号の選択による各撮影位置の設定が完了した際に操作されるものであり、被検眼 E の設定した各撮影位置における角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S

2 c を撮影するための動作を開始させるものとなる。

[0094] 前眼部観察画面 S o (図 20 参照) は、被検眼 E の任意の撮影位置における角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を行うために被検眼 E の前眼部 (前眼部像 E ′) を観察するものである。この前眼部観察画面 S o では、図 20 に示すように、画像表示領域 5 6 と測定状態標示記号 7 0 とサイド標示記号 5 7 とともに、表示部 1 4 におけるタッチパネルの機能を利用して触れることによる選択 (切替) 操作を可能するアイコンとしての顎受移動記号 5 8 が表示される。また、前眼部観察画面 S o では、撮影位置設定画面 S p (図 19 参照) と同様の患者選択記号 5 4 と決定記号 5 5 とが表示される。その決定記号 5 5 は、この前眼部観察画面 S o に表示されている場面では、後述するように画像表示領域 5 6 に表示されている前眼部像 E ′ におけるアライメント指標光の虚像像 R ′ ′ の位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を実行させるものとなる。なお、この角膜内皮細胞 S 2 c の撮影の実行は、画像表示領域 5 6 に表示された前眼部像 E ′ (その瞳孔) を触れることにより行うものであってもよい。

[0095] 画像表示領域 5 6 は、上述したように前眼部観察光学系 3 3 (その撮像素子 3 3 g) により取得した被検眼 E の前眼部像 E ′ とアライメント指標光の虚像像 R ′ ′ とを表示させる箇所となる。すなわち、画像表示領域 5 6 では、撮像素子 3 3 g からの受光信号に基づく画像をリアルタイムで (即時的に) 表示する。この画像表示領域 5 6 は、検者が被検眼 E の前眼部の状態を観察するための表示となり、前眼部像 E ′ におけるアライメント指標光の虚像像 R ′ ′ の位置の確認を行うことを可能とする。すなわち、検者は、この前眼部観察画面 S o において、画像表示領域 5 6 で前眼部像 E ′ におけるアライメント指標光の虚像像 R ′ ′ の位置を確認することにより、被検眼 E において角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を実行する撮影位置を確認することができる。

[0096] 測定状態標示記号 7 0 は、各被検眼 E において、今から撮影する撮影位置の把握と、次に撮影する予定の撮影位置の把握と、設定されていて未だ撮影

していない撮影位置の把握と、既に撮影した撮影位置の把握と、各固視点により規定される位置であって設定されていない位置の把握と、を可能とするものである。この測定状態標示記号 70 は、左右の被検眼 E のそれぞれに対応して画像表示領域 56 の図 20 を正面視した左右の外側に 1 つずつ表示される。測定状態標示記号 70 における表示内容については、後に説明する。

[0097] サイド標示記号 57 は、左右に 1 つずつ表示される各測定状態標示記号 70 が、それぞれ左右いずれの被検眼 E を示しているものであるかを標示するものである。これは、本実施例では、各測定状態標示記号 70 が、左右のいずれのものが被検者の左右のいずれの被検眼 E に対応するものであるかが、表示部 14 の状態に応じて変更するものとされていることによる。詳細には、各測定状態標示記号 70 は、表示部 14 が図 2 に示す（図 1 に実線で示すものも同様）ように検者の側（Z 軸方向負側）に表示面 14a が向けられている状態では、図 20 を正面視して右側が左側の被検眼 E に対応し、左側が右側の被検眼 E に対応するものとされる。このため、この状態では、図 20 を正面視して右側のサイド標示記号 57（個別に示す際は 57a とする）が左側の被検眼 E である旨を標示するものとなり、図 20 を正面視して左側のサイド標示記号 57（個別に示す際は 57b とする）が右側の被検眼 E である旨を標示するものとなる。また、各測定状態標示記号 70 は、表示部 14 が図 1 に二点鎖線で示す状態とされて被検者の側（Z 軸方向正側）に表示面 14a が向けられている状態では、図示は略すが、図 20 を正面視して右側が右側の被検眼 E に対応し、左側が左側の被検眼 E に対応するものとされる。このため、この状態では、図示は略すが、サイド標示記号 57a が右側の被検眼 E である旨を標示するものとなり、サイド標示記号 57b が左側の被検眼 E である旨を標示するものとなる。すなわち、各測定状態標示記号 70 は、表示部 14 の表示面 14a を見ている者（検者）を基準として、被検者の被検眼 E における左右方向と一致する側（サイド）に表示内容に対応させる。そして、各サイド標示記号 57 は、近接して表示される測定状態標示記号 70 がいずれの被検眼 E に対応する表示をしているかの把握を可能とする

。なお、このサイド標示記号 5 7 は、撮影位置設定画面 S p（図 1 9 参照）においても表示されており、当該撮影位置設定画面 S p においては各位置選択記号 5 3 の左右のいずれのものが被検者の左右のいずれの被検眼 E に対応するものであるかを示している。このため、各位置選択記号 5 3 は、撮影位置設定画面 S p において、各測定状態標示記号 7 0 と同様に表示部 1 4 の状態に応じて左右のいずれのものが被検者の左右のいずれの被検眼 E に対応するものかを変更するものとしてもよい。

[0098] 顎受移動記号 5 8 は、顎受部 1 5（図 1 参照）を上下に移動させる操作を行うものである。

[0099] 撮影結果画面 S r（図 2 1 参照）は、測定結果すなわち取得（撮影）した角膜内皮細胞画像 J（撮影結果）とその解析結果との確認を可能とするものである。この撮影結果画面 S r では、図 2 1 に示すように、取得画像領域 6 1 と解析画像領域 6 2 と取得位置標示記号 6 3 と解析結果表示領域 6 4 とともに、表示部 1 4 におけるタッチパネルの機能を利用して触れることによる選択（切替）操作を可能するアイコンとしての再撮影記号 6 5 と出力記号 6 6 と、が表示される。また、撮影結果画面 S r では、撮影位置設定画面 S p（図 1 9 参照）と同様の患者選択記号 5 4 と決定記号 5 5 と各サイド標示記号 5 7 と各測定状態標示記号 7 0 とが表示される。その決定記号 5 5 は、この撮影結果画面 S r に表示されている場面では、次に設定した撮影位置での角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影するための動作を開始させるものとなる。

[0100] 取得画像領域 6 1 は、被検眼 E の任意の撮影位置における角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果としての角膜内皮細胞画像 J を表示する箇所となる。検者は、この取得画像領域 6 1 を見ることにより、取得（撮影）した角膜内皮細胞画像 J（撮影結果）の良し悪しを判断することができる。

[0101] 解析画像領域 6 2 は、取得した角膜内皮細胞画像 J を解析した解析結果としての細胞解析画像 J a を表示する箇所となる。この細胞解析画像 J a は、角膜内皮細胞画像 J を制御部 2 1（図 3 参照）が画像解析することにより、

当該角膜内皮細胞画像 J における各細胞を検出して当該細胞毎に区画して示したものである。制御部 21（図 3 参照）は、この画像解析の結果、すなわち区画した各細胞に基づいて解析して各種の数値を算出する。

[0102] 取得位置標示記号 63 は、取得画像領域 61 に表示された角膜内皮細胞画像 J および解析画像領域 62 に表示された細胞解析画像 J a が、被検眼 E におけるいずれの撮影位置のものであるのかを表示により把握を可能とするものである。検者は、この取得位置標示記号 63 を見ることにより、取得画像領域 61 の角膜内皮細胞画像 J や解析画像領域 62 の細胞解析画像 J a が、被検眼 E におけるいずれの撮影位置を撮影したものであるのかを確認することができる。

[0103] 解析結果表示領域 64 は、制御部 21（図 3 参照）による角膜内皮細胞画像 J（細胞解析画像 J a）の解析結果としての各種の数値を表示する箇所である。解析結果表示領域 64 では、右端に角形分布グラフ 64 a と画面分布グラフ 64 b とを表示している。また、解析結果表示領域 64 では、取得位置標示記号 63 の下方に、角膜厚 64 c と細胞密度 64 d 変動係数 64 e と六角細胞出現率 64 f とを表示している。さらに、解析結果表示領域 64 では、それらの下方に、解析細胞数 64 g と最小細胞面積 64 h と最大細胞面積 64 i と平均細胞面積 64 j と細胞面積標準偏差 64 k とを示している。なお、この解析結果表示領域 64 において表示する内容（グラフおよび数値）は、適宜設定すればよく、本実施例に限定されるものではない。

[0104] 再撮影記号 65 は、取得位置標示記号 63 に表示された撮影位置、すなわち再度角膜内皮細胞 S 2 c を撮影（角膜内皮細胞画像 J を取得）した撮影位置において、再度角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する（角膜内皮細胞画像 J の取得の）ために設けられている。この再撮影記号 65 は、検者が取得画像領域 61 の撮影結果としての角膜内皮細胞画像 J や、解析結果としての解析画像領域 62 の細胞解析画像 J a および解析結果表示領域 64 を見て、同じ撮影位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影し直した方が良いと考えた場合や、試しに同じ撮影位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影してみたいと考えた場合に操作さ

れる。

[0105] 出力記号 66 は、この撮影結果画面 S_r で表示している内容を印刷させるものである。なお、出力記号 66 は、印刷させることに替えて、撮影結果画面 S_r で表示している内容（そのデータ）を外部機器に出力するものであってもよい。

[0106] [測定状態標示記号]

次に、前眼部観察画面 S_o（図 20 参照）または撮影結果画面 S_r（図 21 参照）に表示される測定状態標示記号 70（図 22 参照）の表示内容および表示方法について説明する。この測定状態標示記号 70 は、図 22 に示すように、1 つの中心位置標示点 71 と、8 つの内部周辺標示点 72 と、6 つの外部周辺標示点 73 と、を有する。その中心位置標示点 71 は、被検眼 E において撮影可能とされた中心位置 P1（図 16、図 17 参照）に対応されている。

[0107] また、8 つの内部周辺標示点 72 は、被検眼 E において撮影可能とされた各内部周辺位置 P3（図 16 参照）に対応されている。すなわち、内部周辺標示点 72 は、例えば、内部周辺標示点 72 f が内部周辺位置 P3 f に対応するように、符号 72 の後に付した小文字のアルファベット（a～h）が、符号 P3 の後に付した小文字のアルファベット（a～h）と一致する内部周辺位置 P3（図 16 参照）に対応する。

[0108] さらに、6 つの外部周辺標示点 73 は、被検眼 E において撮影可能とされた各外部周辺位置 P4（図 16 参照）に対応されている。すなわち、外部周辺標示点 73 は、例えば、外部周辺標示点 73 c が外部周辺位置 P4 c に対応するように、符号 73 の後に付した小文字のアルファベット（a～f）が、符号 P4 の後に付した小文字のアルファベット（a～h）と一致する外部周辺位置 P4（図 16 参照）に対応する。

[0109] このように、測定状態標示記号 70 は、対応する被検眼 E において角膜内皮細胞 S2c の撮影が可能とされた位置（P1、P3、P4）に適合させて、各標示点（71、72、73）を配置して構成されている。このため、測

定状態標示記号 70 は、被検眼 E における任意の撮影位置を直感的に認識することを可能としている。なお、測定状態標示記号 70 では、対応する被検眼 E において角膜内皮細胞 S2c の撮影が可能とされた 2 つの拡大位置 P2 に適合させて、2 つの標示点を設けるものであってもよい。

[0110] そして、測定状態標示記号 70 では、各標示点（71、72、73）において、5 つの状態のいずれであるかを一見して把握することが可能とされている。これは、本実施例の測定状態標示記号 70 では、今から撮影する撮影位置の把握（状態 Va とする）と、その次に撮影する予定の撮影位置の把握（状態 Vb とする）と、設定されていて未だ撮影していない撮影位置の把握（状態 Vc とする）と、既に撮影した撮影位置の把握（状態 Vd とする）と、各固視点により規定される位置であって設定されていない位置の把握（状態 Ve とする）と、を可能とすることによる。この測定状態標示記号 70 では、5 つの状態のいずれであるかを一見して把握することが可能とするために、各標示点における色を変化させるとともに表示の態様を変化させている。測定状態標示記号 70 では、その一例として、今から撮影する撮影位置の状態 Va の標示点を緑色で塗り潰して示し、その次に撮影する予定の撮影位置の状態 Vb の標示点を橙色で塗り潰して示し、設定されていて未だ撮影していない撮影位置の状態 Vc の標示点を白色で塗り潰して示し、既に撮影した撮影位置の状態 Vd の標示点を橙色としつつ内部を抜いて示し、その他（設定されていない）の撮影位置の状態 Ve の標示点を白色としつつ内部を抜いて示す。

[0111] 図 22 に示す例では、中心位置標示点 71 が、今から撮影する撮影位置の標示点とされ、状態 Va とされて緑色で塗り潰されている。また、図 22 に示す例では、内部周辺標示点 72e が、その次に撮影する予定の撮影位置の標示点とされ、状態 Vb とされて橙色で塗り潰されている。さらに、図 22 に示す例では、内部周辺標示点 72f が、設定されていて未だ撮影していない撮影位置の標示点とされ、状態 Vc とされて白色で塗り潰されている。図 22 に示す例では、内部周辺標示点 72d が、既に撮影した撮影位置の標示

点とされ、状態V dとされて橙色としつつ内部が抜かれている。図22に示す例では、その他の標示点、すなわち5つの内部周辺標示点72（72 a、72 b、72 c、72 g、72 h）と6つの外部周辺標示点73とがその他（設定されていない）の位置の標示点とされ、状態V eとされて白色としつつ内部が抜かれている。

[0112] このため、測定状態標示記号70は、今から撮影する撮影位置と、次に撮影する予定の撮影位置と、を一見して把握させることができる。また、測定状態標示記号70は、それに加えて、設定されていて未だ撮影していない撮影位置と、既に撮影した撮影位置と、その他（設定されていない）の位置と、を一見して把握させることができる。なお、本実施例では、各位置における5つの状態（V aからV e）の把握を可能としていたが、今から撮影する撮影位置（その状態（状態V a））と次に撮影する予定の撮影位置（その状態（状態V b））との把握を可能とするものであれば、他の状態（設定されていて未だ撮影していない撮影位置（その状態（状態V c））、既に撮影した撮影位置（その状態（状態V d））、およびその他（設定されていない）の位置（その状態（状態V e）））はいずれか1つのみの把握を可能とするものであってもよく、適宜組み合わせるものであってもよく、本実施例に限定されるものではない。

[0113] 次に、この測定状態標示記号70の表示内容を設定する表示制御処理について説明する。この表示制御処理は、制御部21の記憶部21 a（図3参照）に格納（記憶）されたプログラムにより、制御部21の制御下で実行される。図23は、本実施例における制御部21にて実行される表示制御処理を示すフローチャートである。以下、図23のフローチャートの各ステップについて説明する。この表示制御処理は、上述したように撮影位置設定画面Spの各位置選択記号53での選択により角膜内皮細胞S2cを撮影するための撮影位置が複数設定されて、その撮影する順番が後述するように設定されることにより開始されて、図24のフローチャートと同時に進行する。その図24のフローチャートについては後述する。制御部21は、設定された撮

影位置と、その個数と、撮影する順番と、の情報を取得する。そして、制御部 21 では、設定された撮影位置の個数 k を記憶部 21a に格納（記憶）するとともに、設定された撮影位置に対応する測定状態標示記号 70 の標示点（図 22 参照）を抽出し、各撮影位置に設定された撮影する順番 r を抽出した各標示点に設定する。また、このフローチャートで使用するカウント数 n は、図 24 のフローチャートで用いるカウント数 n と連動させる。

[0114] ステップ S11 では、抽出した各標示点を状態 V_c とするとともに、残りの各標示点を状態 V_e して、ステップ S12 へ進む。このステップ S11 では、順番に関係なく抽出した全ての標示点を状態 V_c とし、本実施例では当該各標示点を白色で塗り潰す。また、ステップ S11 では、残りの各標示点を状態 V_e し、本実施例では当該各標示点を白色としつつ内部を抜く。

[0115] ステップ S12 では、ステップ S11 での抽出した各標示点を状態 V_c とするとともに残りの各標示点を状態 V_e とすること、あるいは、ステップ S15 での図 24 のフローチャートが終了していないとの判断に続き、 $r = n$ となる標示点を状態 V_a として、ステップ S13 へ進む。このステップ S12 では、 n 番目の撮影位置の角膜内皮細胞 S2c の撮影動作を実行している場面となることから、抽出した各標示点において $r = n$ となる標示点を状態 V_a とし、本実施例では当該標示点を緑色で塗り潰す。

[0116] ステップ S13 では、ステップ S12 での $r = n$ となる標示点を状態 V_a とすることに続き、 $r = n + 1$ となる標示点を状態 V_b として、ステップ S14 へ進む。このステップ S13 では、 n 番目の撮影位置の角膜内皮細胞 S2c の撮影動作を実行している場面となることから、次に撮影を実行するのが $(n + 1)$ 番目の撮影位置となるので、抽出した各標示点において $r = n + 1$ となる標示点を状態 V_b とし、本実施例では当該標示点を橙色で塗り潰す。

[0117] ステップ S14 では、ステップ S13 での $r = n + 1$ となる標示点を状態 V_b とすることに続き、 $r = n - 1$ となる標示点を状態 V_d として、ステップ S15 へ進む。このステップ S14 では、 n 番目の撮影位置の角膜内皮細胞

胞 S 2 c の撮影動作を実行している場面となることから、 $n - 1$ 番目の撮影位置の撮影が既に実行されたこととなるので、抽出した各標示点において、 $r = n - 1$ となる標示点を状態 V d とし、本実施例では当該標示点を橙色としつつ内部を抜く。

[0118] ステップ S 1 5 では、ステップ S 1 4 での $r = n - 1$ となる標示点を状態 V d とすることに続き、図 2 4 のフローチャートが終了したか否かを判断し、Y e s の場合はステップ S 1 6 へ進み、N o の場合はステップ S 1 2 へと戻る。このステップ S 1 5 では、このフローチャートの表示制御処理により表示内容が設定される測定状態標示記号 7 0 が、図 2 4 のフローチャートにより実行される角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作のための画面に表示されるものであることから、図 2 4 のフローチャートが終了したか否かを判断する。

[0119] ステップ S 1 6 では、ステップ S 1 5 での図 2 4 のフローチャートが終了したとの判断に続き、 $r = n$ となる標示点を状態 V d として、表示制御処理を終了する。このステップ S 1 6 では、図 2 4 のフローチャートが終了したことから、撮影する順番が最後とされた撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が終了したこととなり、最後の撮影位置の撮影が既に実行されたこととなるので、抽出した各標示点において $r = n$ となる標示点を状態 V d とする。

[0120] なお、上記した図 2 4 のフローチャートでは、ステップ S 1 2、ステップ S 1 3、ステップ S 1 4 の順で各表示部の表示状態を変更していくものとしていたが、この各ステップの順番は入れ替えてもよく、本実施例に限定されるものではない。また、ステップ S 1 3 およびステップ S 1 4 では、カウンタ数 n の値によっては該当する標示点が存在しない場合が生じるが、その場合には該当するステップ（工程）を実行することなく次のステップ（工程）へと進むものとする。

[0121] [撮影の設定動作]

次に、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 において、被検眼 E の角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c における撮影する撮影位置（撮影箇所）の設定動作につい

て説明する。以下に示す角膜内皮細胞撮影装置 10 での動作は、表示部 14 に為された操作に基づき、制御部 21（図 3 参照）の制御下で適宜行われる。

[0122] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、図示を略す患者（被験者）を選択する画面において患者（被験者）を選択すると、選択した患者（被験者）に対応した撮影種別設定画面 S_k（図 18 参照）を表示部 14 の表示面 14 a に表示させる。その撮影種別設定画面 S_kにおいて、撮影モード設定記号 51 により撮影モードが設定されるとともに、測定眼設定記号 52 により左右いずれの被検眼 E を角膜内皮細胞画像 J の撮影の対象とするのかが設定される。ここで右眼選択記号 52 a もしくは左眼選択記号 52 c によりいずれか一方の被検眼 E が撮影の対象とされた場合には当該一方のみの被検眼 E に対して、両眼選択記号 52 b により両方の被検眼 E が撮影の対象とされた場合には左右それぞれの被検眼 E に対して、角膜内皮細胞 S₂ c の撮影の動作が行われる。このため、測定眼設定記号 52 による選択がいずれであっても、撮影の対象とする被検眼 E が変わることを除けば同様となるので、下記の説明では両眼選択記号 52 b により両方の被検眼 E が撮影の対象とされた場合について説明し、他は省略する。

[0123] そして、撮影モード設定記号 51 において、中心撮影記号 51 a により中心撮影モードが設定されたものとする。すると、内部固視点投影光学系 38 の中心固視光源 38 a の中心光源部 38 c（図 8 等参照）を点灯させて、対物窓 33 h に中心固視点 f c を形成しつつ（図 9 A 等参照）、上述した角膜内皮 S₂ の角膜内皮細胞 S₂ c の撮影動作を実行する。この動作は、双方の被検眼 E に対して行われる。これにより、双方の被検眼 E の中心位置 P₁ における角膜内皮 S₂ の角膜内皮細胞 S₂ c の角膜内皮細胞画像 J を取得する（図 16 等参照）。

[0124] また、撮影モード設定記号 51 において、中心拡大撮影記号 51 b により中心拡大撮影モードが設定されたものとする。すると、内部固視点投影光学系 38 の中心固視光源 38 a の中心光源部 38 c（図 8 等参照）を点灯させ

て、対物窓 33h に中心固視点 f c を形成しつつ（図 9 A 等参照）、上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。その後、内部固視点投影光学系 38 の中心固視光源 38 a の一方の拡大光源部 38 d（図 8 等参照）を点灯させて、対物窓 33h に中心固視点 f c に隣接する一方の隣接固視点（図示せず）を形成しつつ、上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。その後、内部固視点投影光学系 38 の中心固視光源 38 a の他方の拡大光源部 38 d（図 8 等参照）を点灯させて、対物窓 33h に中心固視点 f c に隣接する他方の隣接固視点（図示せず）を形成しつつ、上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。この動作は、双方の被検眼 E に対して行われる。これにより、双方の被検眼 E の中心位置 P 1 とその両脇に隣接する 2 つの拡大位置 P 2 における角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の角膜内皮細胞画像 J を取得する（図 17 等参照）。なお、この中心位置 P 1 と 2 つの拡大位置 P 2 とにおける角膜内皮細胞 S 2 c の撮影の順番は、どのようなものであってもよく、本実施例に限定されるものではない。

[0125] 撮影モード設定記号 51 において、任意位置撮影記号 51 c により任意位置撮影モードが設定されたものとする。すると、表示部 14 の表示面 14 a に撮影位置設定画面 S p（図 19 参照）を表示させる。この撮影位置設定画面 S p では、各位置選択記号 53 により撮影位置が選択された後に、決定記号 55 が操作されることにより、選択された位置を被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影するために設定された撮影位置とする。そして、各位置選択記号 53 により複数の撮影位置が設定（選択）された場合、選択された複数の撮影位置において角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する順番を設定する。

[0126] この順番の設定は、例えば、効率良く角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することを可能とする観点から行うことができる。この効率良く撮影するとは、例えば、各撮影位置での撮影のためには、上述したように対応する固視点（中心固視点 f c、2 つの隣接固視点、8 つの内側周辺固視点 f i および 6 つの外側周辺固視点 f o）のいずれかを被検者に固視目標として注視させる必要が

あることから、被検者の視線の移動量を小さくすることが考えられる。これは、視線の移動量が小さければ、被検者の負担が軽くなるとともに固視目標として注視することを容易なものとすることができることによる。また、被検者が視線を移動させる際の方向（動き）の偏りをなくすことにより、被検者の負担を軽くすることも考えられる。なお、順番の設定は、例えば、各位置選択記号 53 において各記号が選択された順に設定するものであってもよく、予めプログラムにより設定されたものを適宜適用するものであってもよく、他の方法であってもよく、本実施例に限定されるものではない。

[0127] また、順番の設定は、検者（使用者）が行うものとしてもよい。この検者（使用者）による設定は、例えば、各位置選択記号 53 において各記号が選択された順に設定するものとすることができる。また、検者（使用者）による設定は、例えば、各位置選択記号 53 により各撮影位置が設定（選択）された後に、設定された各撮影位置の順序を設定させるための操作を求めるものとしてもよい。本実施例では、検者（使用者）による設定と、制御部 21（図 3 参照）による自動的な設定と、の双方が選択可能とされている。

[0128] [任意位置撮影モードにおける設定された各撮影位置での撮影動作]

次に、角膜内皮細胞撮影装置 10 における設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S2c の撮影のための連続取得制御処理について説明する。この連続取得制御処理は、制御部 21 の記憶部 21a（図 3 参照）に格納（記憶）されたプログラムにより、制御部 21 の制御下で実行される。図 24 は、本実施例における制御部 21 にて実行される連続取得制御処理を示すフローチャートである。以下、図 24 のフローチャートの各ステップについて説明する。この連続取得制御処理は、任意位置撮影モードとされて上述したように撮影位置設定画面 Sp の各位置選択記号 53 での選択により角膜内皮細胞 S2c における撮影位置が複数設定されて、その撮影する順番が設定されることにより開始される。そして、制御部 21 では、設定された各撮影位置と、その個数と、撮影する順番と、の情報を取得する。そして、設定された撮影位置の個数 k を記憶部 21a に格納（記憶）するとともに、設定された各撮

影位置に対応する固視点（それを形成する光源）を抽出し、各撮影位置に設定された撮影する順番 r を抽出した各固視点（光源）に設定する。なお、上記した個数 k は、上述した表示制御処理（図 23 のフローチャート）と等しいものとなる。また、このフローチャートでは、現在行っている角膜内皮細胞 S2c の撮影のための動作が何番目に設定された撮影位置に対して行っているのかをカウントするための変数 n を用いており、図 24 のフローチャートを開始する際には $n = 1$ とする。

[0129] ステップ S21 では、当該フローチャートの開始、あるいは、ステップ S26 での $n + 1$ を新たな n とすることに続き、 $r = n$ の撮影位置に対応する固視点を形成して、ステップ S22 へ進む。このステップ S21 では、 n 番目の撮影位置に対応する光源を点灯させて、順番 n ($r = n$) とした固視点を形成する。また、ステップ S21 では、先に $n - 1$ 番目の撮影位置に対応する光源を点灯させて、順番 $n - 1$ ($r = n - 1$) とした固視点を形成している場合、当該光源を消灯し当該固視点の形成を止める。

[0130] ステップ S22 では、ステップ S21 での $r = n$ の撮影位置に対応する固視点の形成、あるいは、ステップ S24 での撮影結果画面 S_r に表示された測定結果に問題があるとの操作がされたとの判断に続き、角膜内皮 S2 の角膜内皮細胞 S2c の撮影を実行して、ステップ S23 へ進む。このステップ S22 では、ステップ S21 で形成した $r = n$ の撮影位置に対応する固視点を被検者に固視目標として注視させつつ、上述した角膜内皮 S2 の角膜内皮細胞 S2c の撮影動作を実行する。ステップ S22 では、本実施例では、次のような動作を行う。まず、 $r = n$ の撮影位置に対応する固視点を被検者に固視目標として注視させつつ、前眼部観察画面 S_o（図 20 参照）を表示部 14 の表示面 14a に表示させる。そして、上述したように XY アライメントを行う。この XY アライメントは、手動であっても自動であってもよい。そして、検者は、この前眼部観察画面 S_o に表示された前眼部像 E' およびアライメント指標光の虚像像 R' の表示から、XY アライメントが適切に行われたか否かを判断する。すなわち、検者は、この前眼部観察画面 S_o に

表示された前眼部像E'上におけるアライメント指標光の虚像像R''の位置が、角膜内皮細胞S2cの撮影を行いたい撮影位置であるか否かを判断する。そして、XYアライメントが適切ではない場合には、再度XYアライメントを行う。また、適切である場合には前眼部観察画面Soに表示された決定記号55を操作するもしくは前眼部観察画面Soに表示された画像表示領域56の前眼部像E'（その瞳孔）に触れる。すると、角膜内皮細胞撮影装置10では、装置本体部13をベース11に対してZ軸方向（前後方向）に適宜移動させて、Zアライメントを行って角膜内皮細胞撮影光学系35を角膜内皮細胞S2cに合焦させる。その後、上述したように被検眼Eの角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cを可視光（撮影用光束）で撮影して角膜内皮細胞画像Jを取得する（図15等参照）。そして、細胞解析画像Ja（図21参照）を生成し、当該細胞解析画像Ja（角膜内皮細胞画像J）を解析して画像解析の結果としての各種の数値を算出する。

[0131] ステップS23では、ステップS22での角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cの撮影の実行に続き、撮影結果画面Sr（図21参照）を表示部14（その表示面14a）に表示させて、ステップS24へ進む。このステップS23では、ステップS22で取得した角膜内皮細胞画像J、生成した細胞解析画像Jaおよび算出した画像解析に基づいて撮影結果画面Srを生成して、撮影結果画面Srを表示部14の表示面14aに表示させる。

[0132] ステップS24では、ステップS23での撮影結果画面Sr（図21参照）の表示に続き、撮影結果画面Srに表示された測定結果で問題ないとの操作がされたか否かを判断し、Yesの場合はステップS25へ進み、Noの場合はステップS22へと戻る。このステップS25では、撮影結果画面Srに表示された測定結果が問題ないとの操作がされたか否かを判断する。ステップS25では、本実施例では、撮影結果画面Srにおいて、決定記号55が操作されると測定結果が問題ないとの操作がされたものと判断し、再撮影記号65が操作されると測定結果に問題があるとの操作がされたものと判断する。このステップS25では、決定記号55の操作が次の撮影位置での

撮影のための操作が為されたことを意味するので、撮影結果画面 S_r を見た検者が撮影結果画面 S_r に表示された測定結果に問題がないとの心象を得たものと判断する。また、ステップ S_{25} では、再撮影記号 65 の操作が同じ撮影位置での再度の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影（角膜内皮細胞画像 J の取得）のための操作が為されたことを意味するので、撮影結果画面 S_r を見た検者が撮影結果画面 S_r に表示された測定結果に問題があるとの心象を得たものと判断する。その測定結果は、本実施例では、撮影結果としての角膜内皮細胞画像 J と、解析結果としての細胞解析画像 J_a および画像解析の各数値と、の双方を含むものとされている。

[0133] ステップ S_{25} では、ステップ S_{24} での撮影結果画面 S_r に表示された測定結果で問題ないとの操作がされたとの判断に続き、 $n = k$ であるか否かを判断し、 Yes の場合は連続取得制御処理を終了し、 No の場合はステップ S_{26} へ進む。このステップ S_{25} では、選択された全ての撮影位置の角膜内皮 S_2 の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影が終了したか否かを判断している。このため、選択された全ての撮影位置の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影が終了していない場合には次の撮影位置の角膜内皮細胞 S_{2c} を撮影すべくステップ S_{26} へ進み、選択された全ての撮影位置の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影が終了した場合には当該連続取得制御処理を終了する。

[0134] ステップ S_{26} では、ステップ S_{25} での $n = k$ ではないとの判断に続き、 $n + 1$ を新たな n として、ステップ S_{21} へと戻る。このステップ S_{26} では、現在行っている角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影動作が何番目に設定された撮影位置に対して行っているのかをカウントするための変数 n （その現状の値）に 1 を加算して新たな変数 n （ $n = n + 1$ ）とする。そして、ステップ S_{26} では、 n 番目に設定された撮影位置の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影が終了したことから、次の撮影位置（実質的に $(n + 1)$ 番目の撮影位置）の角膜内皮細胞 S_{2c} を撮影すべく、ステップ S_{21} へと戻る。

[0135] 次に、任意位置撮影モードにおける設定された各撮影位置での撮影動作の一例について、測定状態標示記号 70 における表示内容の変化の態様を示す

図 2 5（図 2 5 A から図 2 5 F）を用いつつ述べる。なお、その図 2 5 では、図 2 2 と同様の測定状態標示記号 7 0 を記載して示しているが、理解容易のために各標示点の符号（7 1、7 2、7 3）を省略しつつ、各状態を示す符号（V a、V b、V c、V d、V e）のみを付して示している。

[0136] この具体例では、上述したように任意位置撮影モードが設定されて、表示部 1 4 の表示面 1 4 a に表示された撮影位置設定画面 S p において、図 1 9 に示すように、両位置選択記号 5 3 により、中心位置記号 C 1 と内部周辺記号 C 3 d と内部周辺記号 C 3 e と内部周辺記号 C 3 f とが選択されたものとする。すると、各位置選択記号 5 3 では、選択された各記号（C 1、C 3 d、C 3 e、C 3 f）の色が他の各記号とは異なるものとされる。これにより、検者（使用者）は、どの位置（撮影位置）を選択したのか一見して把握することができる。その後、上記の 4 つの選択により、撮影位置の設定が完了したものとして決定記号 5 5 が操作されたものとする。ここで、順番が、内部周辺記号 C 3 d が 1 番目、中心位置記号 C 1 が 2 番目、内部周辺記号 C 3 e が 3 番目、内部周辺記号 C 3 f が 4 番目に設定されたものとする。このため、被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する順番は、内部周辺位置 P 3 d が 1 番目、中心位置 P 1 が 2 番目、内部周辺位置 P 3 e が 3 番目、内部周辺位置 P 3 f が 4 番目にそれぞれ設定される（図 1 6 参照）。

[0137] このとき、測定状態標示記号 7 0 では、内部周辺標示点 7 2 d を 1 番目として $r = 1$ とし、中心位置標示点 7 1 を 2 番目として $r = 2$ とし、内部周辺標示点 7 2 e を 3 番目として $r = 3$ とし、内部周辺標示点 7 2 f を 4 番目として $r = 4$ とする（図 2 2 参照）。そして、測定状態標示記号 7 0 では、図 2 3 のフローチャートにおいてステップ S 1 1 へと進むことにより、内部周辺標示点 7 2 d と中心位置標示点 7 1 と内部周辺標示点 7 2 e と内部周辺標示点 7 2 f とを、設定されていて未だ撮影していない撮影位置としての状態 V c として白色で塗り潰す（図 2 5 A 参照）。また、測定状態標示記号 7 0 では、残りの標示点（内部周辺標示点 7 2 a ~ 7 2 c、7 2 g ~ 7 2 h およびすべての外部周辺標示点 7 3）を、設定されていない撮影位置としての状

態V eとして白色としつつ内部を抜く（図25A参照）。

[0138] この後、角膜内皮細胞撮影装置10（制御部21）では、図24のフローチャートにおいてステップS21へと進むことにより、内部固視点投影光学系38の対応する1つの内部周辺固視光源38bを点灯して、1番目の撮影位置とされた内部周辺位置P3d（図16参照）に対応する内側周辺固視点f i f（図9B参照）を形成する。そして、角膜内皮細胞撮影装置10（制御部21）では、図24のフローチャートにおいてステップS22へと進むことにより、内側周辺固視点f i fを被検者に固視目標として注視させつつ、上述した角膜内皮S2の角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する。

[0139] このとき、測定状態標示記号70では、図23のフローチャートにおいてステップS12→ステップS13→ステップS14へと進むことにより、 $r = n$ となる内部周辺標示点72dを今から撮影する撮影位置としての状態V a（緑色で塗り潰し）とし、 $r = n + 1$ となる中心位置標示点71を次に撮影する予定の撮影位置としての状態V b（橙色で塗り潰し）とする（図25B参照）。なお、この段階では、1番目の撮影位置である内部周辺位置P3dでの角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する場面であることから $r = n - 1$ となる標示点（既に撮影した撮影位置）は存在しないので、ステップS14は実質的に実行されず状態V dとされる標示点もない。このように生成された図25Bに示す測定状態標示記号70は、1番目の撮影位置である内部周辺位置P3dでの角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する場面において、前眼部観察画面S o（図20参照）および撮影結果画面S r（図21参照）に表示される。なお、その前眼部観察画面S o（図20参照）および撮影結果画面S r（図21参照）では、撮影動作が実行されていない側（サイド）の被検眼Eを示す測定状態標示記号70では、当該側（サイド）の撮影（測定）が完了していない場合には図25Aに示す態様となり、当該側（サイド）の撮影（測定）が完了している場合には後述する図25Fに示す態様となる。この撮影動作が実行されていない側（サイド）の測定状態標示記号70の態様は下記の動作に拘わらず変化することはない。

[0140] その後、角膜内皮細胞撮影装置 10（制御部 21）では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S 23 へと進むことにより、撮影結果画面 S r（図 21 参照）を表示部 14（その表示面 14 a）に表示させる。そして、撮影結果画面 S r（図 21 参照）において、決定記号 55 を操作するもしくは前眼部観察画面 S o に表示された画像表示領域 56 の前眼部像 E'（その瞳孔）に触れられたものとする。すると、角膜内皮細胞撮影装置 10（制御部 21）では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S 24 → ステップ S 25 → ステップ S 26 へと進むことにより、1 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P 3 d（図 16 参照）の撮影動作を終了し、2 番目の撮影位置とされた中心位置記号 C 1（図 16 参照）の撮影動作へと移行すべくカウント数 n を 2 とする。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10（制御部 21）では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S 21 へと進むことにより、内部固視点投影光学系 38 の中心固視光源 38 a の中心光源部 38 c（図 8 等参照）を点灯して、2 番目の撮影位置とされた中心位置記号 C 1（図 16 参照）に対応する中心固視点 f_c （図 9 A 参照）を形成する。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10（制御部 21）では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S 22 へと進むことにより、中心固視点 f_c を被検者に固視目標として注視させつつ、上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。

[0141] このとき、測定状態標示記号 70 では、図 23 のフローチャートにおいてステップ S 12 → ステップ S 13 → ステップ S 14 へと進むことにより、 $r = n$ となる中心位置標示点 71 を今から撮影する撮影位置としての状態 V a（緑色で塗り潰し）とし、 $r = n + 1$ となる内部周辺標示点 72 e を次に撮影する予定の撮影位置としての状態 V b（橙色で塗り潰し）とし、 $r = n - 1$ となる内部周辺標示点 72 d を既に撮影した撮影位置としての状態 V d（橙色としつつ内部を抜く）とする（図 25 C 参照）。このように生成された図 25 C に示す測定状態標示記号 70 は、2 番目の撮影位置である中心位置記号 C 1 での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する場面において、前眼

部観察画面 S_o (図 20 参照) および撮影結果画面 S_r (図 21 参照) に表示される。

[0142] その後、角膜内皮細胞撮影装置 10 (制御部 21) では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S_{23} へと進むことにより、撮影結果画面 S_r (図 21 参照) を表示部 14 (その表示面 14a) に表示させる。そして、撮影結果画面 S_r (図 21 参照) において、決定記号 55 を操作するもしくは前眼部観察画面 S_o に表示された画像表示領域 56 の前眼部像 E' (その瞳孔) に触れられたものとする。すると、角膜内皮細胞撮影装置 10 (制御部 21) では、図 24 のフローチャートにおいてステップ $S_{24} \rightarrow$ ステップ $S_{25} \rightarrow$ ステップ S_{26} へと進むことにより、2 番目の撮影位置とされた中心位置記号 C_1 (図 16 参照) の撮影動作を終了し、3 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P_{3e} (図 16 参照) の撮影動作へと移行すべくカウント数 n を 3 とする。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10 (制御部 21) では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S_{21} へと進むことにより、内部固視点投影光学系 38 の対応する 1 つの内部周辺固視光源 38b を点灯して、3 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P_{3e} (図 16 参照) に対応する内側周辺固視点 f_{ie} (図 9B 参照) を形成する。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10 (制御部 21) では、図 24 のフローチャートにおいてステップ S_{22} へと進むことにより、内側周辺固視点 f_{ie} を被検者に固視目標として注視させつつ、上述した角膜内皮 S_2 の角膜内皮細胞 S_{2c} の撮影動作を実行する。

[0143] このとき、測定状態標示記号 70 では、図 23 のフローチャートにおいてステップ $S_{12} \rightarrow$ ステップ $S_{13} \rightarrow$ ステップ S_{14} へと進むことにより、 $r = n$ となる内部周辺標示点 72e を今から撮影する撮影位置としての状態 V_a (緑色で塗り潰し) とし、 $r = n + 1$ となる内部周辺標示点 72f を次に撮影する予定の撮影位置としての状態 V_b (橙色で塗り潰し) とし、 $r = n - 1$ となる中心位置標示点 71 を既に撮影した撮影位置としての状態 V_d (橙色としつつ内部を抜く) とする (図 25D 参照)。このように生成された

図 2 5 D に示す測定状態標示記号 7 0 は、3 番目の撮影位置である内部周辺位置 P 3 e での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する場面において、前眼部観察画面 S o (図 2 0 参照) および撮影結果画面 S r (図 2 1 参照) に表示される。

[0144] その後、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 (制御部 2 1) では、図 2 4 のフローチャートにおいてステップ S 2 3 へと進むことにより、撮影結果画面 S r (図 2 1 参照) を表示部 1 4 (その表示面 1 4 a) に表示させる。そして、撮影結果画面 S r (図 2 1 参照) において、決定記号 5 5 を操作するもしくは前眼部観察画面 S o に表示された画像表示領域 5 6 の前眼部像 E ' (その瞳孔) に触れられたものとする。すると、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 (制御部 2 1) では、図 2 4 のフローチャートにおいてステップ S 2 4 → ステップ S 2 5 → ステップ S 2 6 へと進むことにより、3 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P 3 e (図 1 6 参照) の撮影動作を終了し、4 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P 3 f (図 1 6 参照) の撮影動作へと移行すべくカウント数 n を 4 とする。そして、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 (制御部 2 1) では、図 2 4 のフローチャートにおいてステップ S 2 1 へと進むことにより、内部固視点投影光学系 3 8 の対応する 1 つの内部周辺固視光源 3 8 b を点灯して、4 番目の撮影位置とされた内部周辺位置 P 3 f (図 1 6 参照) に対応する内側周辺固視点 f i d (図 9 B 参照) を形成する。そして、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 (制御部 2 1) では、図 2 4 のフローチャートにおいてステップ S 2 2 へと進むことにより、内側周辺固視点 f i d を被検者に固視目標として注視させつつ、上述した角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。

[0145] このとき、測定状態標示記号 7 0 では、図 2 3 のフローチャートにおいてステップ S 1 2 → ステップ S 1 3 → ステップ S 1 4 へと進むことにより、 $r = n$ となる内部周辺標示点 7 2 f を今から撮影する撮影位置としての状態 V a (緑色で塗り潰し) とし、 $r = n - 1$ となる内部周辺標示点 7 2 e を既に撮影した撮影位置としての状態 V d (橙色としつつ内部を抜く) とする (図

25E参照)。なお、この段階では、4番目すなわち設定された最後の撮影位置である内部周辺位置P3fでの角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する場面であることから $r = n + 1$ となる標示点（次に撮影する予定の撮影位置）は存在しないので、ステップS13は実質的に実行されず状態Vbとされる標示点もない。このように生成された図25Eに示す測定状態標示記号70は、4番目の撮影位置である内部周辺位置P3fでの角膜内皮細胞S2cの撮影動作を実行する場面において、前眼部観察画面So（図20参照）および撮影結果画面Sr（図21参照）に表示される。

[0146] その後、角膜内皮細胞撮影装置10（制御部21）では、図24のフローチャートにおいてステップS23へと進むことにより、撮影結果画面Sr（図21参照）を表示部14（その表示面14a）に表示させる。そして、撮影結果画面Sr（図21参照）において、決定記号55を操作するもしくは前眼部観察画面Soに表示された画像表示領域56の前眼部像E'（その瞳孔）に触れられたものとする。すると、角膜内皮細胞撮影装置10（制御部21）では、図24のフローチャートにおいてステップS24→ステップS25へと進むことにより、カウント数 $n (= 4)$ が選択数 $k (= 4)$ と等しくなったことから、4番目すなわち設定された最後の撮影位置である内部周辺位置P3f（図16参照）の撮影動作を終了したので、連続取得制御処理を終了する。そして、角膜内皮細胞撮影装置10（制御部21）では、表示部14（その表示面14a）への操作に従って、各位置で角膜内皮細胞S2cを撮影して得られた角膜内皮細胞画像Jやその解析結果（細胞解析画像Jaおよび画像解析の結果）を表示部14（その表示面14a）に適宜表示させる。

[0147] このとき、測定状態標示記号70では、図23のフローチャートにおいてステップS15→ステップS16へと進むことにより、 $r = n$ となる内部周辺標示点72fを既に撮影した撮影位置としての状態Vd（橙色としつつ内部を抜く）とする（図25F参照）。これにより、測定状態標示記号70では、連続取得制御処理が終了したことから、最後に撮影された内部周辺位置

P 3 f（図 1 6 参照）に対応する内部周辺標示点 7 2 f を状態 V d（橙色としつつ内部を抜く）とすることで、設定した全ての位置の撮影が終了したことを示す態様となる（設定された 4 つの標示部がすべて既に撮影した撮影位置としての状態 V d となる）。このように生成された図 2 5 F に示す測定状態標示記号 7 0 は、上述したように、各位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影して得られた角膜内皮細胞画像 J やその解析結果（細胞解析画像 J a および画像解析の結果）を表示部 1 4（その表示面 1 4 a）に適宜表示させる場面や、撮影動作が実行されていない側（サイド）で撮影動作が完了した被検眼 E を示す場面において、適宜表示される。

[0148] 本発明に係る角膜内皮細胞撮影装置の一実施例としての角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、設定された被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する撮影位置に対応する固視点を形成して、当該角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行することを、設定された全ての撮影位置に対して行う。このため、検者は、いずれの撮影位置で撮影するのかを管理することなく、確実に設定した全ての撮影位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を確実に行うことができ、使い勝手を向上させることができる。

[0149] また、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、設定された被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c の撮影位置に対応する固視点を形成しつつ当該角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。このため、検者は、対応する固視点を形成するための操作を行うことなく、設定された被検眼 E における各撮影位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影することができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 1 0 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に煩雑な操作を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を確実に行うことができ、使い勝手を向上させることができる。

[0150] さらに、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、検者に複雑な管理や煩雑な操作を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を確実に行うことができることから、結果として角膜内皮細胞 S 2 c の撮影のための時間の低減を図ることができるので、使い勝手を向上させるとともに被検者の負担を低減することができる。

[0151] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、設定された順番に応じて、当該設定された被検眼 E における各撮影位置に対応する固視点を形成して、その角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。このため、検者は、いずれの撮影位置での撮影をどのような順番で行うのかを管理することなく、確実に設定した各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定した順番で行うことができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定した順番通りに確実に行うことができ、使い勝手をより向上させることができる。

[0152] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、設定された順番に応じて、当該設定された被検眼 E における各撮影位置に対応する固視点を形成する。このため、検者は、設定した順番に対応する固視点を形成するための操作を行うことなく、設定された各撮影位置を設定された順番通りに撮影することができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に煩雑な操作を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定した順番通りに確実に行うことができ、使い勝手をより向上させることができる。

[0153] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、検者に複雑な管理や煩雑な操作を要求することなく、設定された各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定した順番通りに確実に行うことができることから、結果として角膜内皮細胞 S 2 c の撮影のための時間の低減を図ることができるので、使い勝手を向上さ

せるとともに被検者の負担を低減することができる。

[0154] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する複数の任意の撮影位置の設定を可能とし、その設定された撮影位置に対応する固視点を形成して当該角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行することを、設定された全ての撮影位置に対して行う。このため、検者は、被検者の被検眼 E の状態に応じて、任意の数だけ任意の撮影位置で角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する設定とすることができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、任意の数だけ任意の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定させることを可能とするとともに、使用者（検者）に当該設定を記憶して管理させることなく設定した各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を確実に行うことができる。よって、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、より効果的に使い勝手を向上させることができる。

[0155] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する複数の任意の撮影位置の設定を可能としつつ、その設定された各撮影位置における撮影の順番の設定を可能とするものであり、その設定された順番に応じて設定された撮影位置に対応する固視点を形成して当該角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。このため、検者は、被検者の被検眼 E の状態に応じて任意の数だけ任意の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する設定とすることができるとともに、撮影する順番を設定することができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、任意の数だけ任意の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を任意の順番に設定させることを可能するとともに、使用者（検者）に当該設定を記憶させて管理させることなく設定した各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を任意の順番で確実に行うことができる。よって、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、より効果的に使い勝手を向上させることができる。

[0156] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する複数の任意の撮影位置の設定を可能としつつ、その設定された各撮影位置における撮影の順番の設定を可能とする。このため、検者は、被検者

の視線の移動のし易さや、被検者の視線の移動に伴う負担等を考慮しつつ、被検者に応じて角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する順番を設定することができる。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、使い勝手を向上させるとともに、より被検者の負担を低減することができる。

[0157] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する複数の任意の撮影位置の設定を可能とし、その設定された各撮影位置における撮影の順番を自動的に設定して、その順番に応じて設定された撮影位置に対応する固視点を形成して当該角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を実行する。このため、検者は、被検者の被検眼 E の状態に応じて任意の数だけ任意の撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する設定とするだけでよい。このことから、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、任意の数だけ任意の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を設定させることを可能とするとともに、使用者（検者）に当該設定を記憶して管理させることなくかつ順番の設定を要求することなく、設定した各撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を確実に行うことができる。よって、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、より効果的に使い勝手を向上させることができる。

[0158] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、設定した撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が終了する毎に、撮影結果画面 S r（図 21 参照）を表示部 14（その表示面 14 a）に表示させて、当該撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果を確認させる。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、その撮影結果画面 S r において、表示した撮影結果に問題があるとの操作がされた場合、再度同じ撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を行い、表示した撮影結果で問題ないとの操作がされた場合に次の撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作へと移行する。このため、検者は、設定した撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果を確認して、納得したものを得てから次の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影へと移行させることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、設定した全ての撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が終了した後に、いずれかの撮影位置での角膜内皮細胞 S

2 c の撮影をやり直すことを防止することができ、使い勝手を向上させることができる。

[0159] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、設定した撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が終了する毎に、撮影結果画面 S r (図 21 参照) を表示部 14 (その表示面 14 a) に表示させて、当該撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果とその解析結果とを確認させる。そして、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、その撮影結果画面 S r において、表示した撮影結果やその解析結果に問題があるとの操作がされた場合、再度同じ撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作を行い、表示した撮影結果とその解析結果とで問題ないとの操作がされた場合に次の撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作へと移行する。このため、検者は、設定した撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果とその解析結果との双方を確認して、双方ともに納得したものを得てから次の撮影位置の角膜内皮細胞 S 2 c の撮影へと移行させることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、測定結果の良し悪しの判断の幅を広げることができ、より使い勝手を向上させることができる。

[0160] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を行っている際に、測定状態標示記号 70 により、今から撮影する撮影位置の把握と、次に撮影する予定の撮影位置の把握と、を可能とすることができる。このため、検者は、今から撮影する撮影位置が適切なものであるのかを確認することができるとともに、次に撮影する予定の撮影位置も併せて確認することができる。このことから、検者は、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置とを管理することなく、それぞれの撮影位置を容易に把握することができる。このことは、例えば、検者による検診の作業の効率を向上させることができるとともに、被検者に次の撮影のために視線を向ける方向を知らせることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置とを確実に把握させることができ、角

膜内皮細胞 S 2 c の撮影を円滑なものとする可以同时に使い勝手を向上させることができる。

[0161] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を行っている際に、測定状態標示記号 70 により、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置との把握に加えて、設定されていて未だ撮影していない撮影位置の把握を可能とすることができる。このため、検者は、今から撮影する撮影位置が適切なものであるのかを確認することができ、次に撮影する予定の撮影位置を確認することができ、かつ設定されていて未だ撮影していない撮影位置およびその個数も併せて確認することができる。このことから、検者は、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置とを管理することなく、それぞれの撮影位置を容易に把握することができる。このことは、例えば、検者による検診の作業の効率を向上させることができるとともに、被検者に次の撮影のために視線を向ける方向を知らせることや残りの個数を知らせることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置とを確実に把握させることができ、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を円滑なものとする可以同时に使い勝手をより向上させることができる。

[0162] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を行っている際に、測定状態標示記号 70 により、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置との把握に加えて、既に撮影した撮影位置の把握を可能とすることができる。このため、検者は、今から撮影する撮影位置が適切なものであるのかを確認することができ、次に撮影する予定の撮影位置を確認することができ、設定されていて未だ撮影していない撮影位置およびその個数を確認することができ、かつ既に撮影した撮影位置も併せて確認することができる。このことから、検者

は、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置と既に撮影した撮影位置とを管理することなく、それぞれの撮影位置を容易に把握することができる。このことは、例えば、検者による検診の作業の効率を向上させることができるとともに、被検者に次の撮影のために視線を向ける方向を知らせることや残りの個数を知らせることができる。また、検者は、既に撮影した撮影位置を確認することができるので、撮影（設定）し忘れたか否かの確認を容易なものとすることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置と既に撮影した撮影位置とを確実に把握させることができ、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を円滑なものとするできるとともに使い勝手をより向上させることができる。

[0163] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を行っている際に、測定状態標示記号 70 により、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置と既に撮影した撮影位置との把握に加えて、各固視点により規定される位置であって設定されていない位置の把握を可能とすることができる。このため、検者は、設定されていない位置も含めて設定可能な全体の位置の中で、設定された各撮影位置を確認することができるので、今から撮影する撮影位置が適切なものであるのかの確認や、次に撮影する予定の撮影位置の確認や、設定されていて未だ撮影していない撮影位置およびその個数の確認や、既に撮影した撮影位置の確認が、より容易なものとなる。このことから、検者は、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置と既に撮影した撮影位置とを管理することなく、それぞれの位置をより容易に把握することができる。このことは、例えば、検者による検診の作業の効率をさらに向上させることができるとともに、被検者に次

の撮影のために視線を向ける方向を知らせることや残りの個数を知らせることができる。これにより、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、被検眼 E における複数の撮影位置で角膜内皮 S 2 の角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する場合であっても、検者に複雑な管理を要求することなく、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置と設定されていて未だ撮影していない撮影位置と既に撮影した撮影位置とをより確実に把握させることができ、角膜内皮細胞 S 2 c の撮影を円滑なものとすることができるとともに使い勝手をより向上させることができる。

[0164] 角膜内皮細胞撮影装置 10 では、測定状態標示記号 70 の各標示点における各状態（V a から V e（図 22 等参照））のいずれであるかを一見して把握することを可能としている。このため、角膜内皮細胞撮影装置 10 では、測定作業を行っている検者への負担をさらに軽減することができ、検者による検診の作業の効率をさらに向上させることができる。

[0165] したがって、本発明に係る角膜内皮細胞撮影装置の一実施例としての角膜内皮細胞撮影装置 10 では、撮影を実行する被検眼 E の角膜内皮細胞 S 2 c における撮影位置を複数設定した場合であっても、使い勝手を向上させることができる。

[0166] なお、上記した実施例では、本発明に係る角膜内皮細胞撮影装置の一実施例としての角膜内皮細胞撮影装置 10 について説明したが、被検眼の角膜に向けてスリット光を照射するスリット光照射光学系と、前記角膜の角膜内皮細胞からの反射光を受光して前記角膜内皮細胞を撮影する角膜内皮細胞撮影光学系と、を備える角膜内皮細胞撮影装置であって、前記角膜内皮細胞撮影光学系による前記被検眼の前記角膜内皮細胞における撮影する位置を規定すべく前記被検眼の視線を任意の方向に固定する複数の固視点と、前記各固視点を形成するとともに、前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系との動作を制御する制御部と、を備え、前記角膜内皮細胞撮影光学系により撮影される前記角膜内皮細胞における撮影位置が複数設定され、前記制御部は、設定された前記撮影位置に対応する前記固視点を形成しつつ前記

スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行することを、設定された全ての前記撮影位置に対して行う角膜内皮細胞撮影装置であればよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0167] また、上記した実施例では、角膜内皮細胞撮影光学系 35 により角膜内皮細胞 S 2 c を撮影する被検眼 E の角膜内皮 S 2 における撮影位置を任意に設定可能な構成とされていたが、予め設定されているものであってもよく、自動的（制御部 21 により）に設定されるものであってもよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0168] さらに、上記した実施例では、設定した撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影が終了する毎に、撮影結果画面 S r（図 21 参照）を表示部 14（その表示面 14 a）に表示させて、当該撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影結果を確認させるものとしていたが、確認させることなく次の撮影位置での角膜内皮細胞 S 2 c の撮影動作へと移行するものであってもよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0169] 上記した実施例では、撮影結果画面 S r（図 21 参照）として、撮影結果としての角膜内皮細胞画像 J（取得画像領域 61）と、それに基づく解析結果としての細胞解析画像 J a（解析画像領域 62）および各種の数値（解析結果表示領域 64）と、を表示部 14（その表示面 14 a）に表示させていたが、撮影結果（角膜内皮細胞画像 J（取得画像領域 61））のみを表示させるものであってもよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0170] 上記した実施例では、測定状態標示記号 70 において、各固視点により規定される位置の全てに対応する標示点（71、72、73）を設けるとともに、それぞれの標示点がいずれの状態であるかを一見して把握とすることにより、今から撮影する撮影位置と、次に撮影する予定の撮影位置と、設定されていて未だ撮影していない撮影位置と、既に撮影した撮影位置と、の把握を可能としていたが、今から撮影する撮影位置と次に撮影する予定の撮影位置との把握を可能とするものであればよく、上記した実施例に限定されるも

のではない。

[0171] 上記した実施例では、図4に示す構成の光学系を搭載していたが、被検眼Eの角膜Ecに向けてスリット光を照射するスリット光照射光学系(34)と、角膜Ecの角膜内皮細胞S2cからの反射光を受光して角膜内皮細胞S2cを撮影する角膜内皮細胞撮影光学系(35)と、を備えるものであれば、光学的な構成、各光学部材の配置および測定原理が異なるものであってもよく、測定の内容(種類)が異なるものであってもよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0172] 上記した実施例では、撮像素子33gの光像の強度分布に基づいて液晶シャッタ35eの遮光部分を求めているが、ラインセンサ39aの光像の強度分布に基づいて液晶シャッタ35eの遮光部分を求めるものであってもよく、上記した実施例に限定されるものではない。

[0173] 以上、本発明の角膜内皮細胞撮影装置を実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

[関連出願への相互参照]

本出願は、2013年6月12日に日本国特許庁に出願された特願2013-123705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] 被検眼の角膜に向けてスリット光を照射するスリット光照射光学系と、前記角膜の角膜内皮細胞からの反射光を受光して前記角膜内皮細胞を撮影する角膜内皮細胞撮影光学系と、を備える角膜内皮細胞撮影装置であって、
- 前記角膜内皮細胞撮影光学系による前記被検眼の前記角膜内皮細胞における撮影する位置を規定すべく前記被検眼の視線を任意の方向に固定する複数の固視点と、
- 前記各固視点を形成するとともに、前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系との動作を制御する制御部と、を備え、
- 前記角膜内皮細胞撮影光学系により撮影される前記角膜内皮細胞における撮影位置が複数設定され、
- 前記制御部は、設定された前記撮影位置に対応する前記固視点を形成しつつ前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行することを、設定された全ての前記撮影位置に対して行うことを特徴とする角膜内皮細胞撮影装置。
- [請求項2] 前記制御部は、複数の前記撮影位置の任意の設定を可能とすることを特徴とする請求項1に記載の角膜内皮細胞撮影装置。
- [請求項3] 前記制御部は、任意に設定された複数の前記撮影位置における前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作が実行される順番の、任意の設定を可能とし、設定された順番に応じて前記固視点を形成しつつ前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行することを特徴とする請求項2に記載の角膜内皮細胞撮影装置。
- [請求項4] 前記制御部は、任意に設定された複数の前記撮影位置における前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作が実行される順番を、撮影動作を効率よく行う

観点から設定し、設定した順番に応じて前記固視点を形成しつつ前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行することを特徴とする請求項2に記載の角膜内皮細胞撮影装置。

[請求項5] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の角膜内皮細胞撮影装置であって、

さらに、前記制御部の制御下で表示を行う表示部を備え、

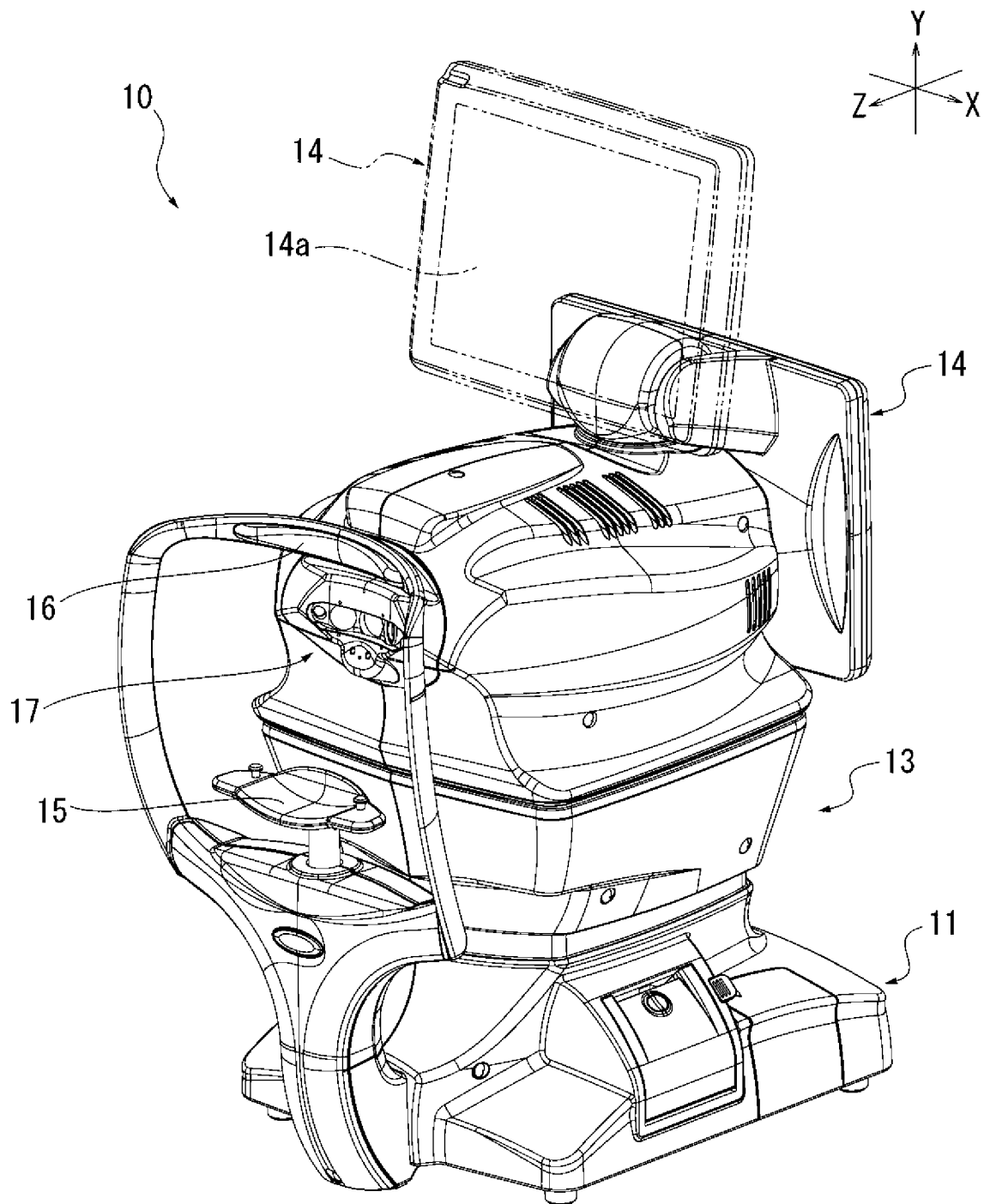
前記制御部は、設定された前記撮影位置における前記スリット光照射光学系と前記角膜内皮細胞撮影光学系とによる前記角膜内皮細胞の撮影動作を実行すると、その撮影結果を前記表示部に表示させて、表示した前記撮影結果に問題があるとの操作がされた場合、再度同じ位置での前記角膜内皮細胞の撮影動作を行い、表示した前記撮影結果で問題ないとの操作がされた場合、次に設定された前記撮影位置での前記角膜内皮細胞の撮影動作へと移行することを特徴とする角膜内皮細胞撮影装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記撮影結果に加えて、前記撮影結果に基づく解析結果を前記表示部に表示させることを特徴とする請求項5に記載の角膜内皮細胞撮影装置。

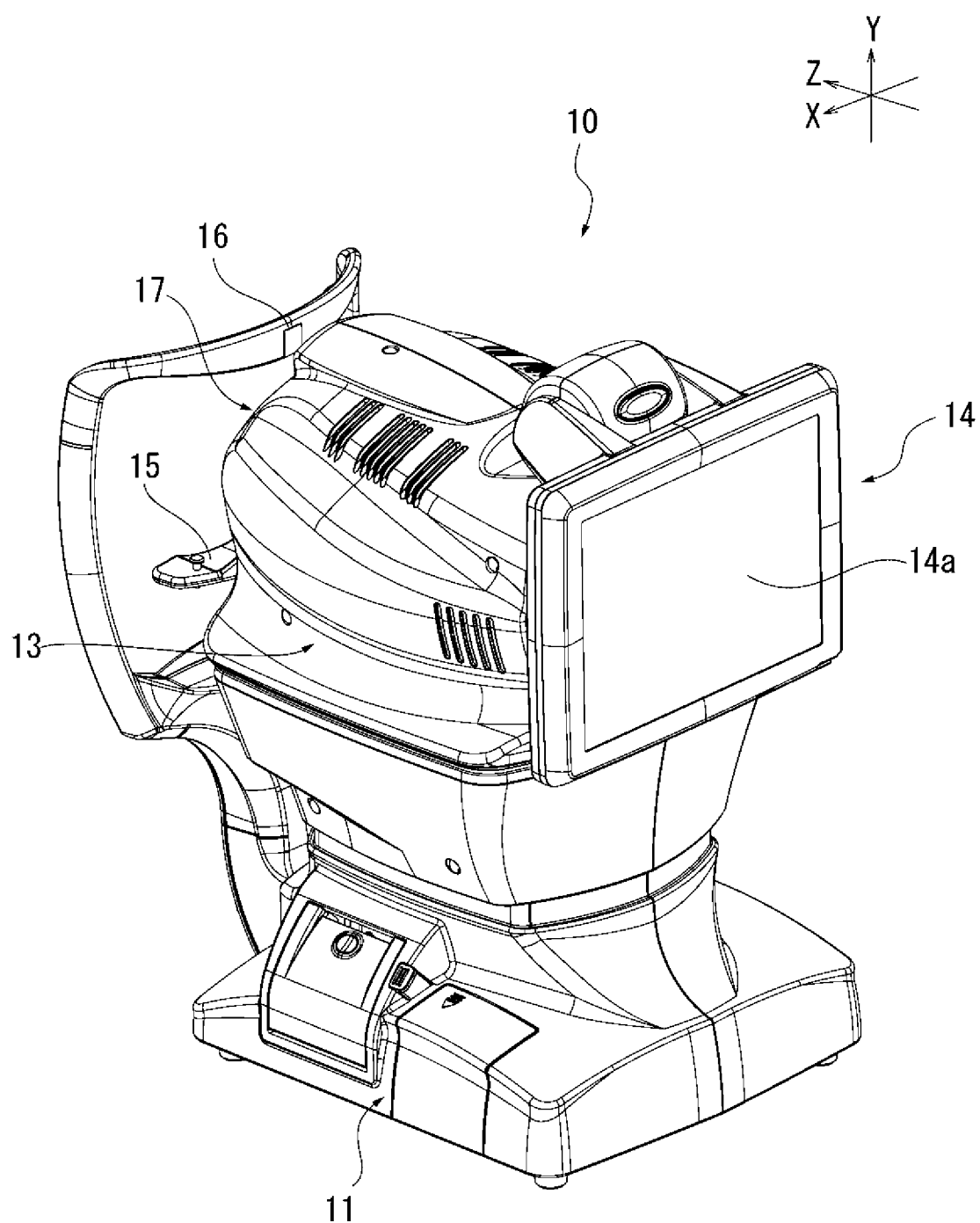
[請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の角膜内皮細胞撮影装置であって、

さらに、前記各固視点到個別に対応して設けられ、対応する前記固視点を形成すべく前記制御部の制御下で点灯される複数の固視光源を備えることを特徴とする角膜内皮細胞撮影装置。

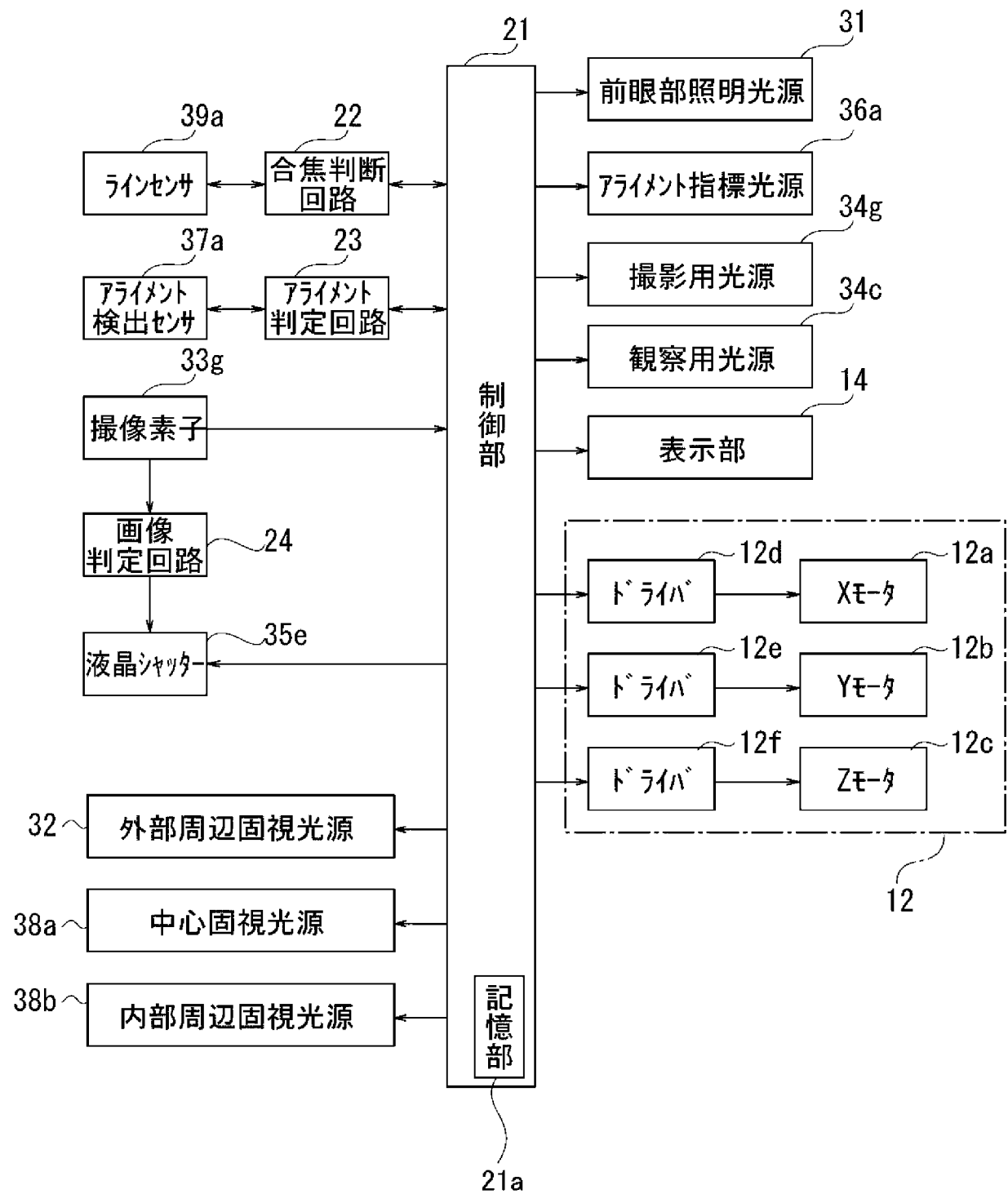
[図1]



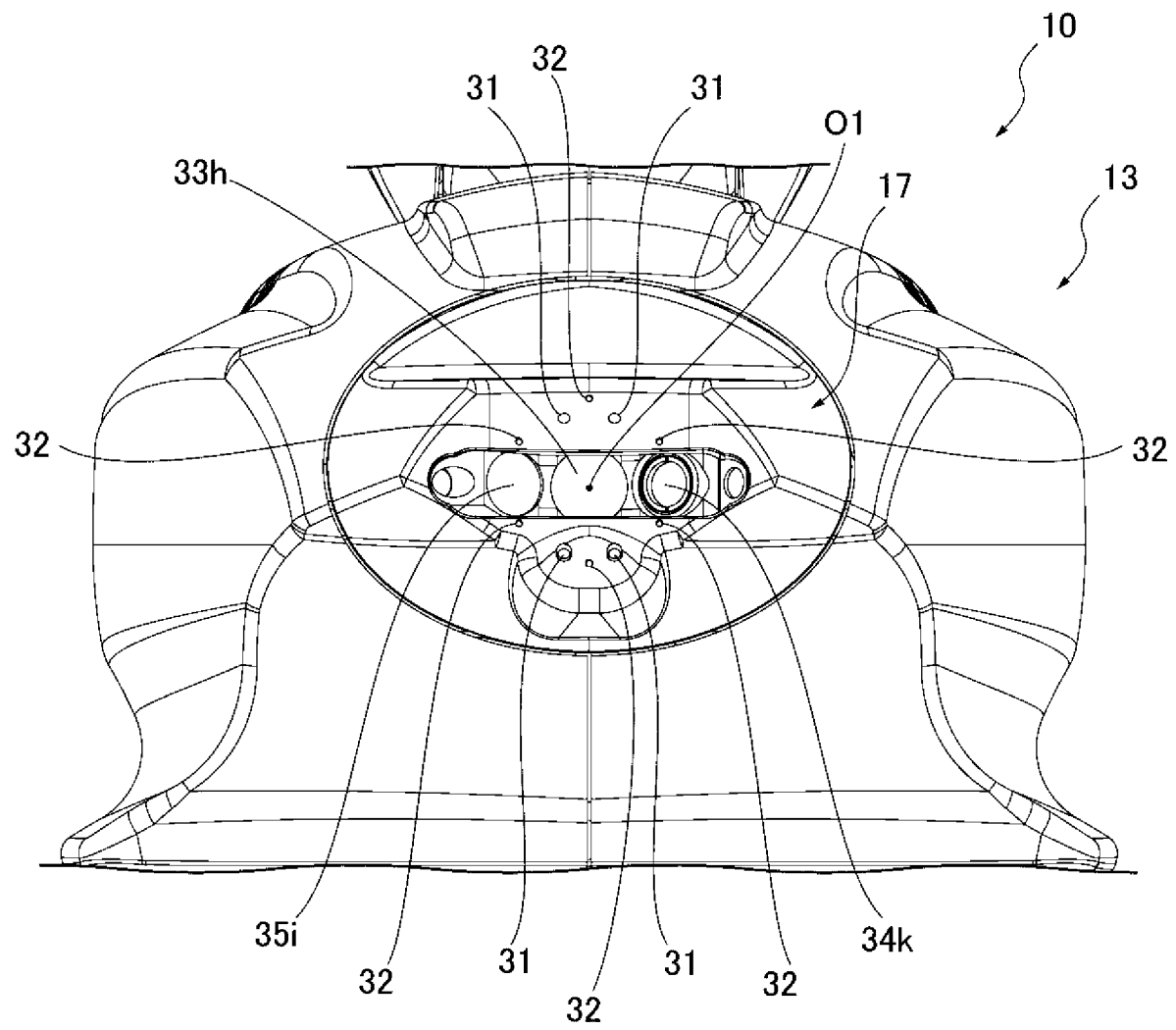
[図2]



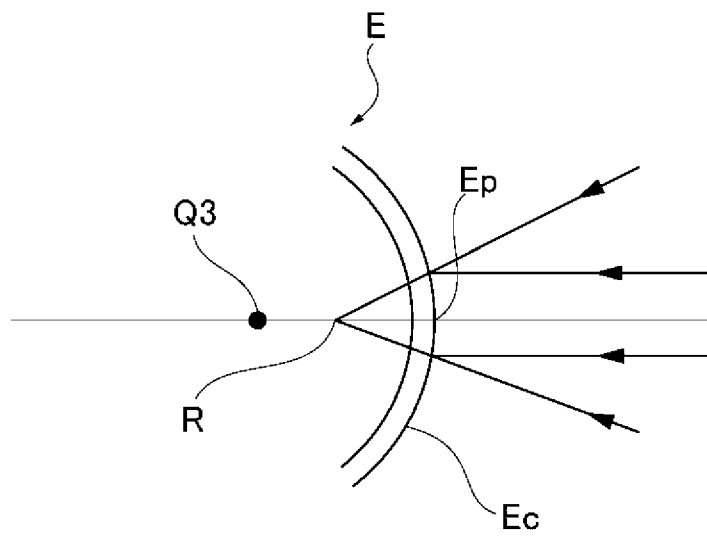
[図3]



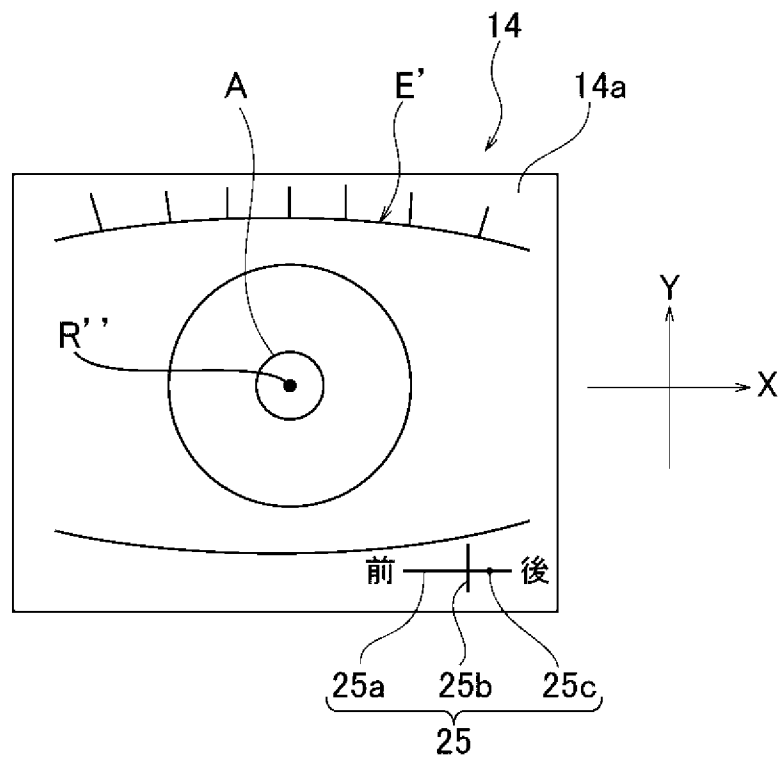
[図5]



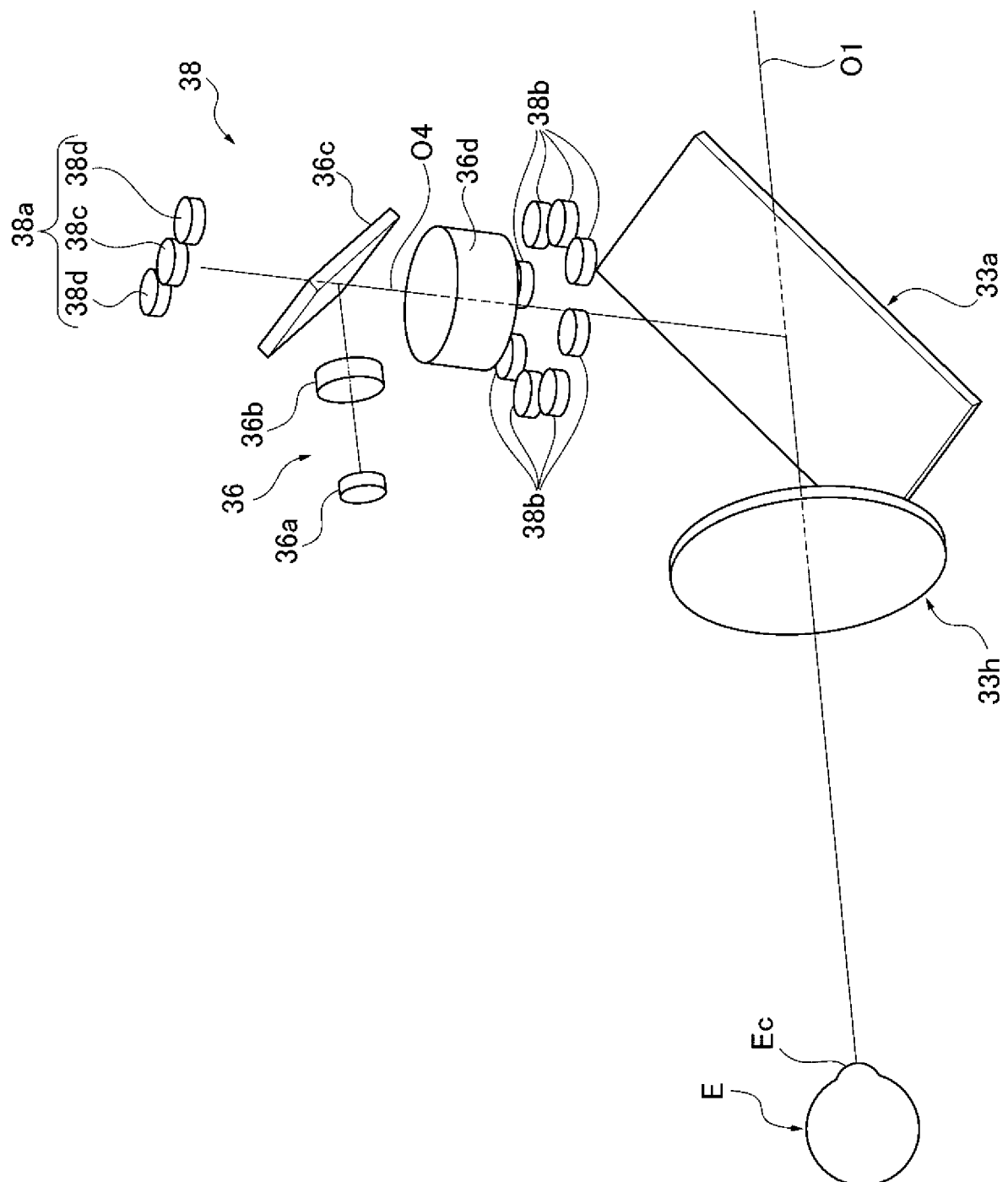
[図6]



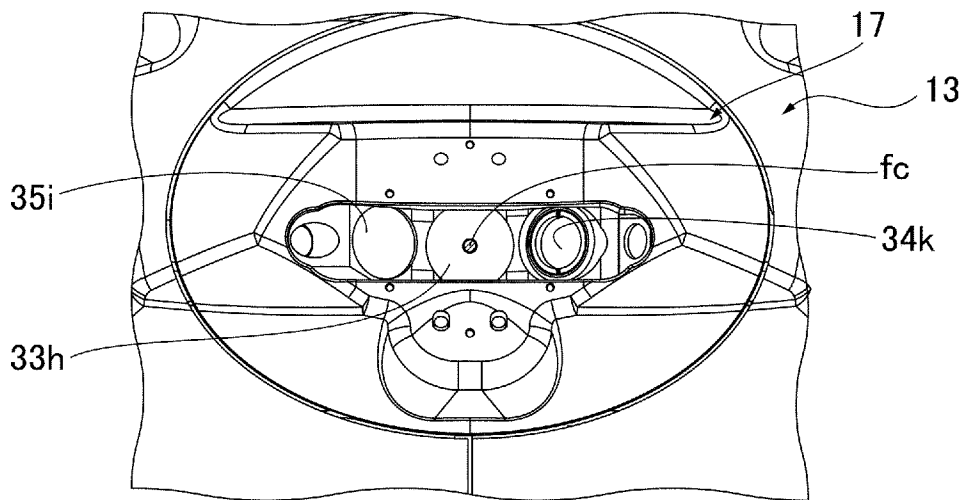
[図7]



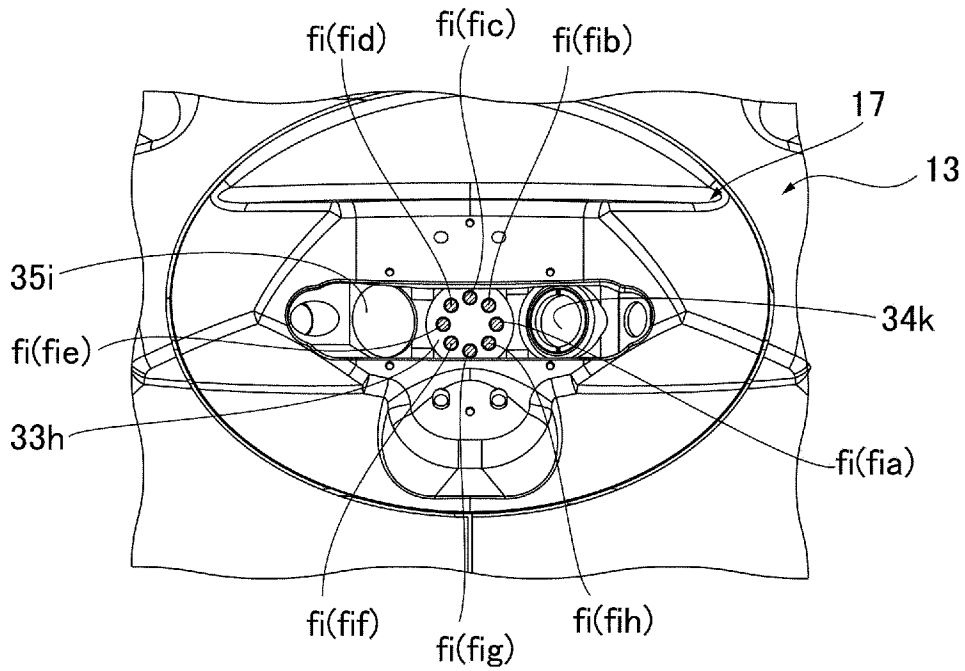
[図8]



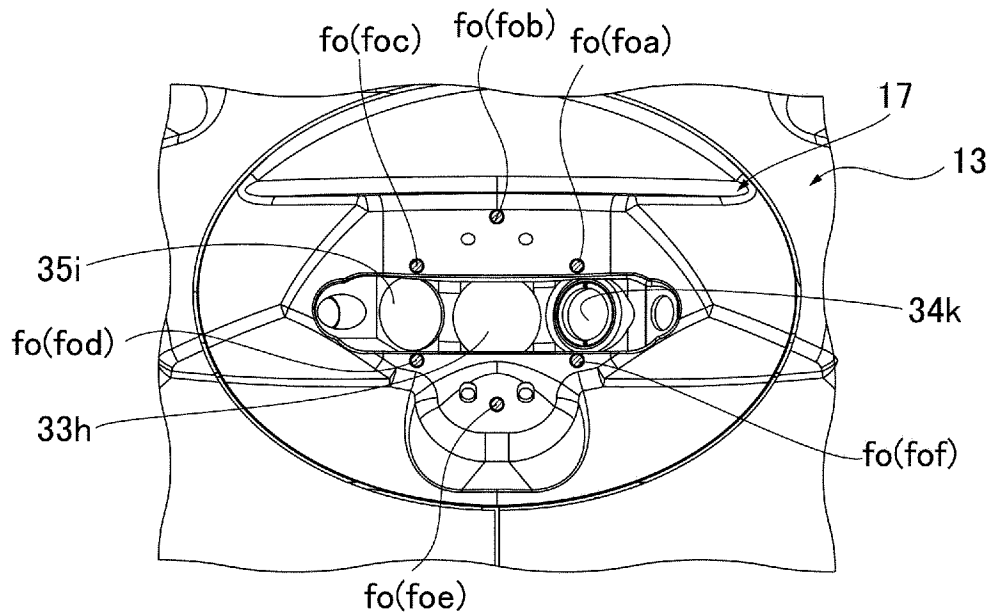
[図9A]



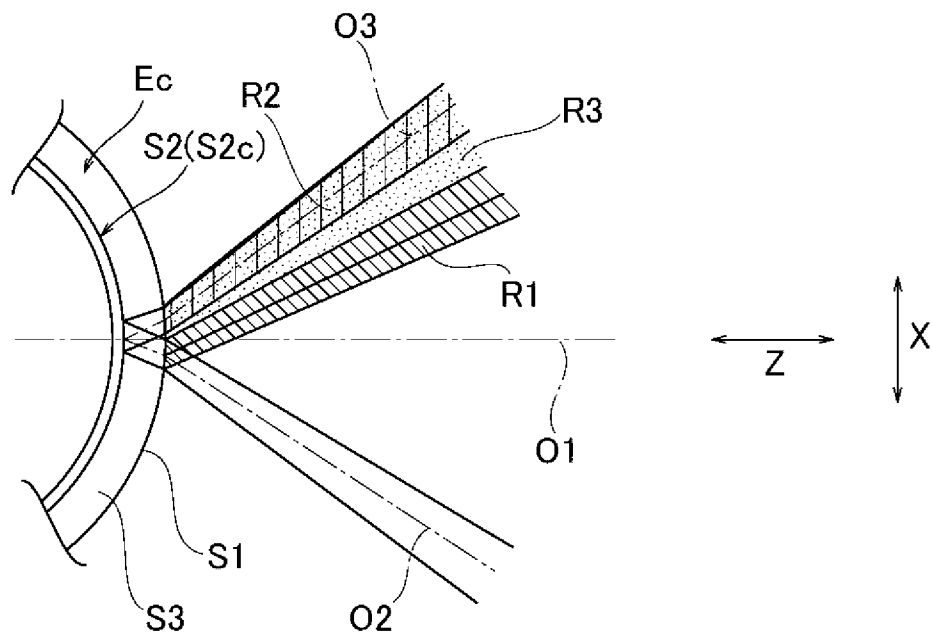
[図9B]



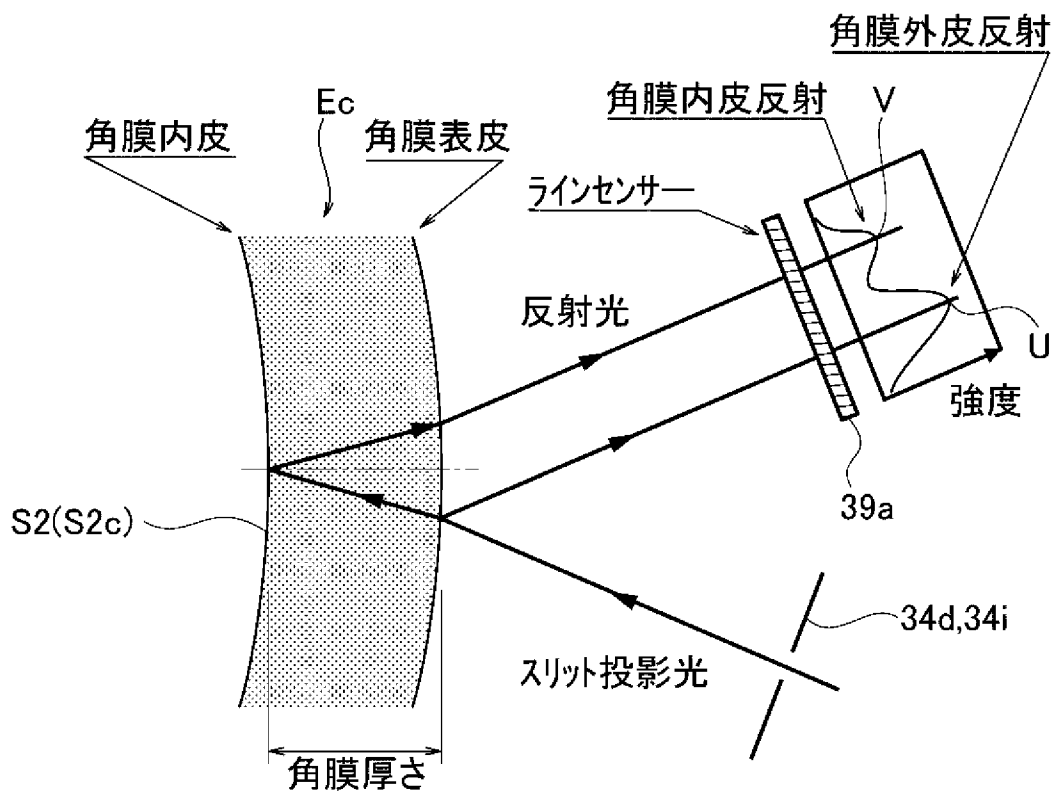
[図9C]



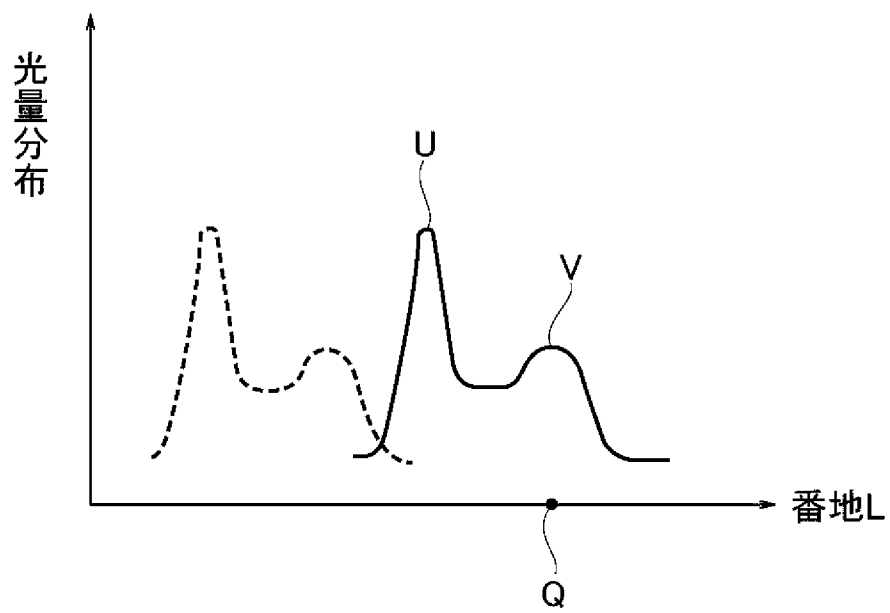
[図10]



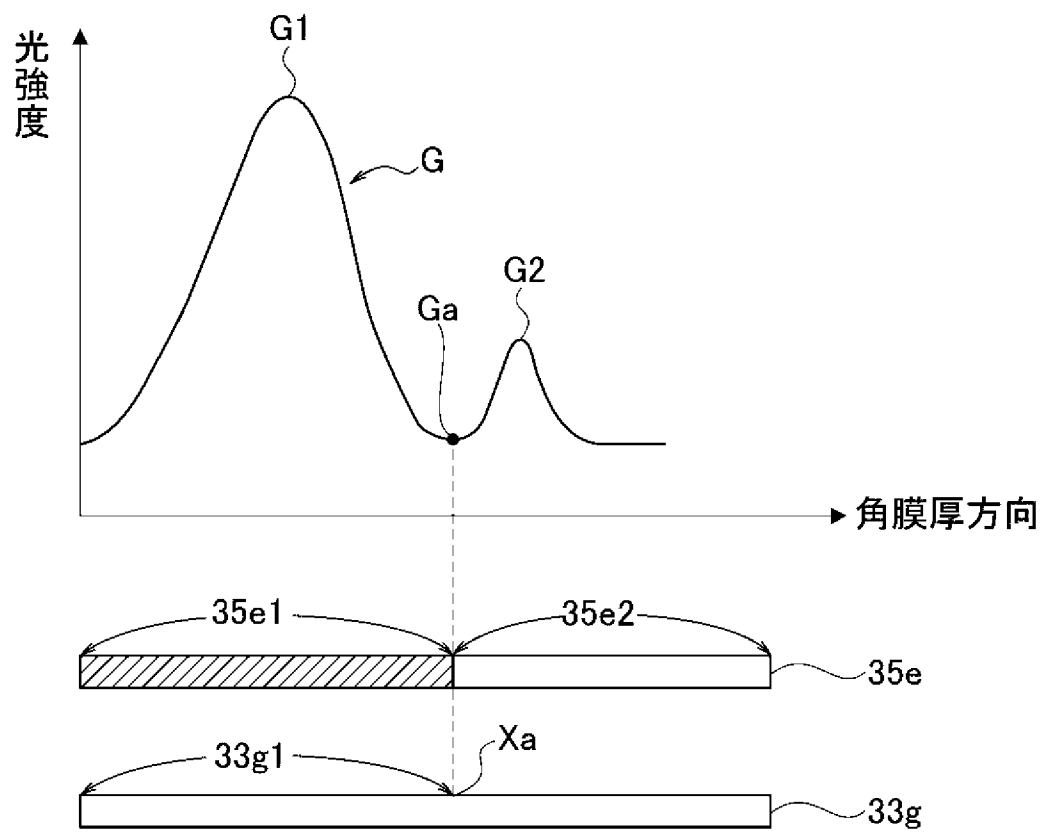
[図11]



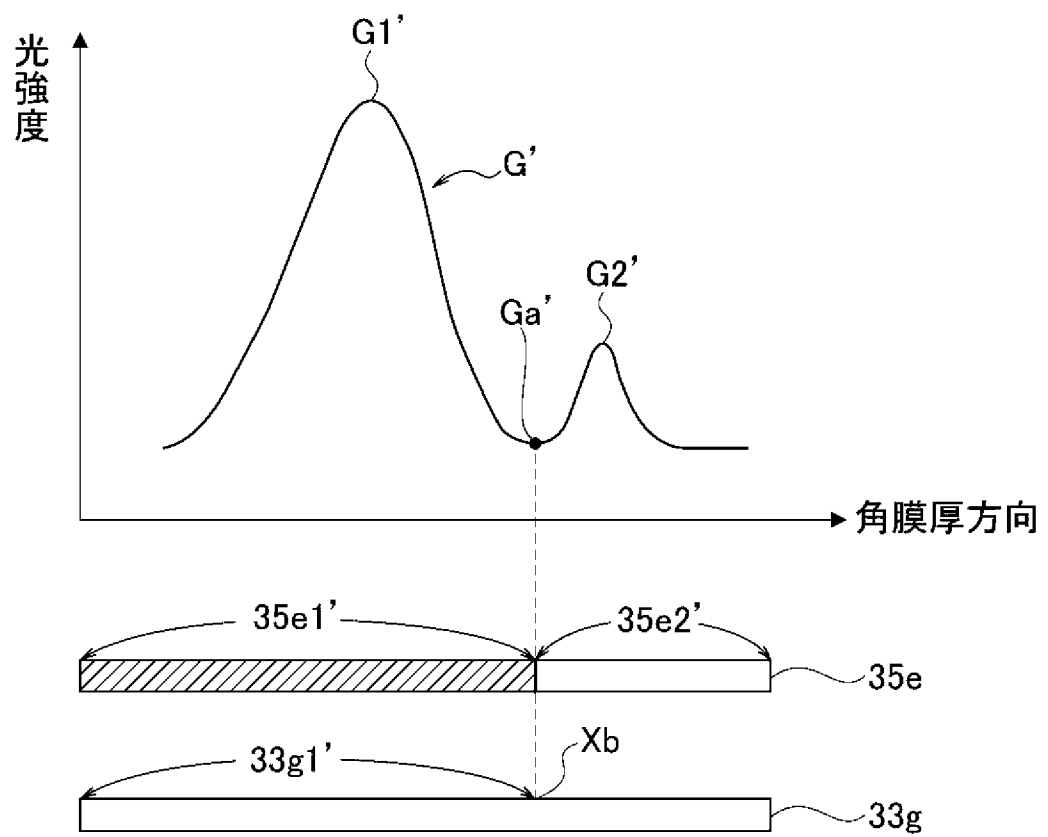
[図12]



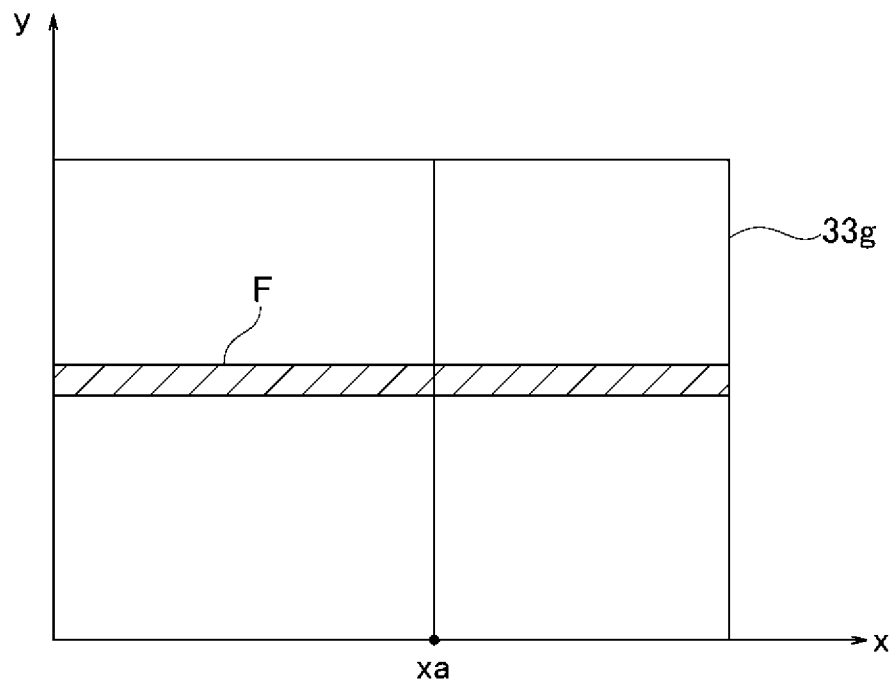
[図13A]



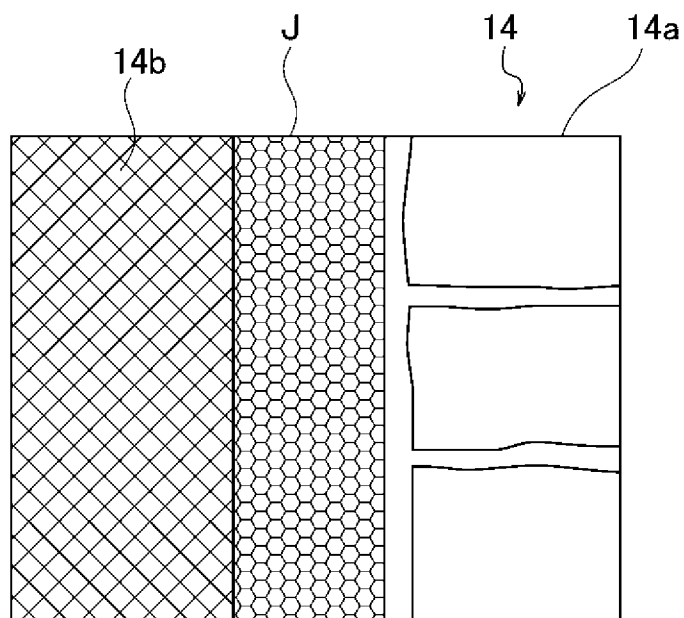
[図13B]



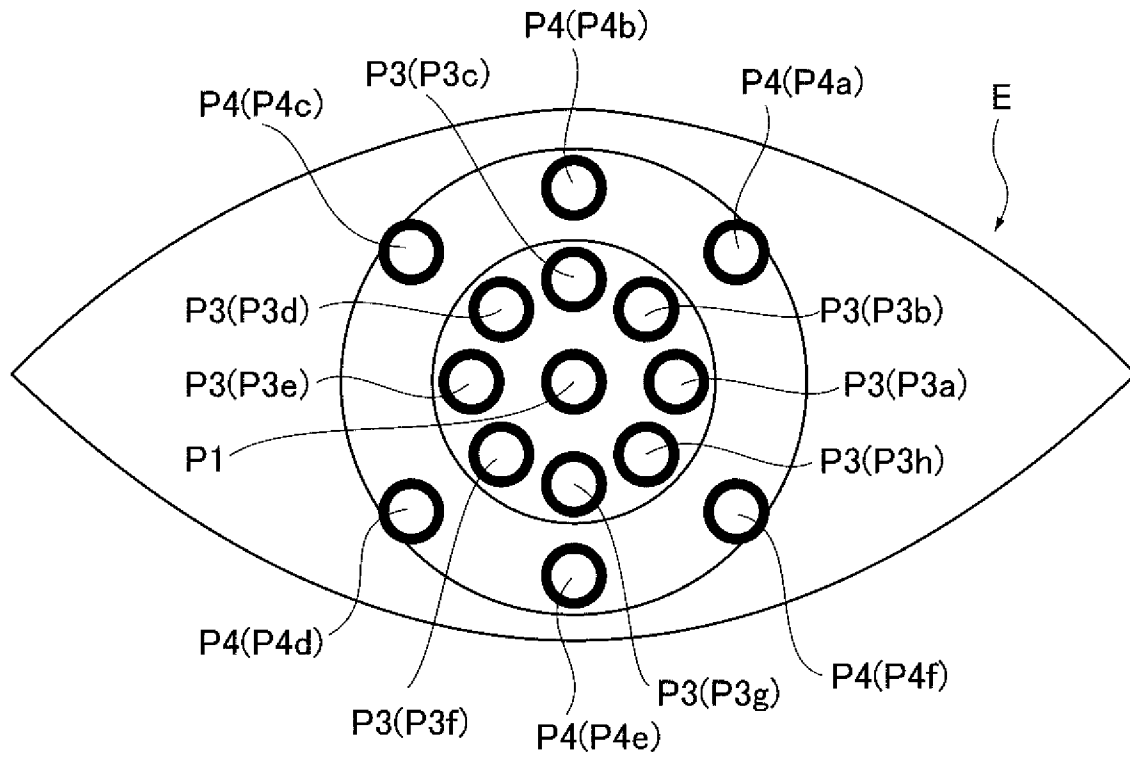
[図14]



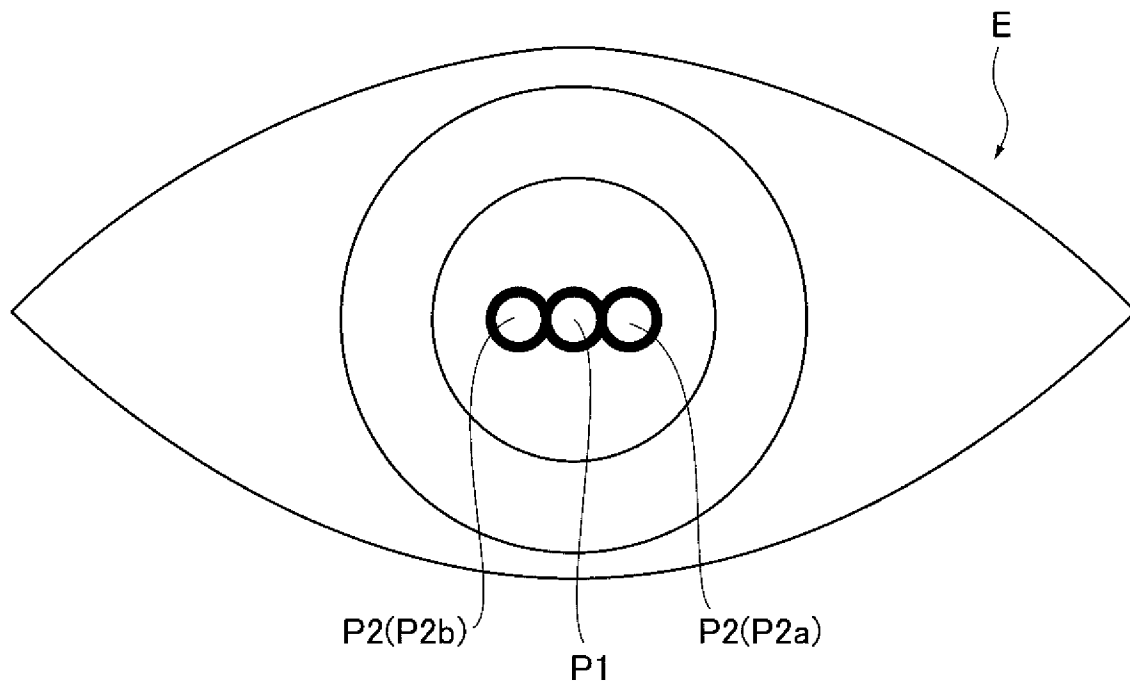
[図15]



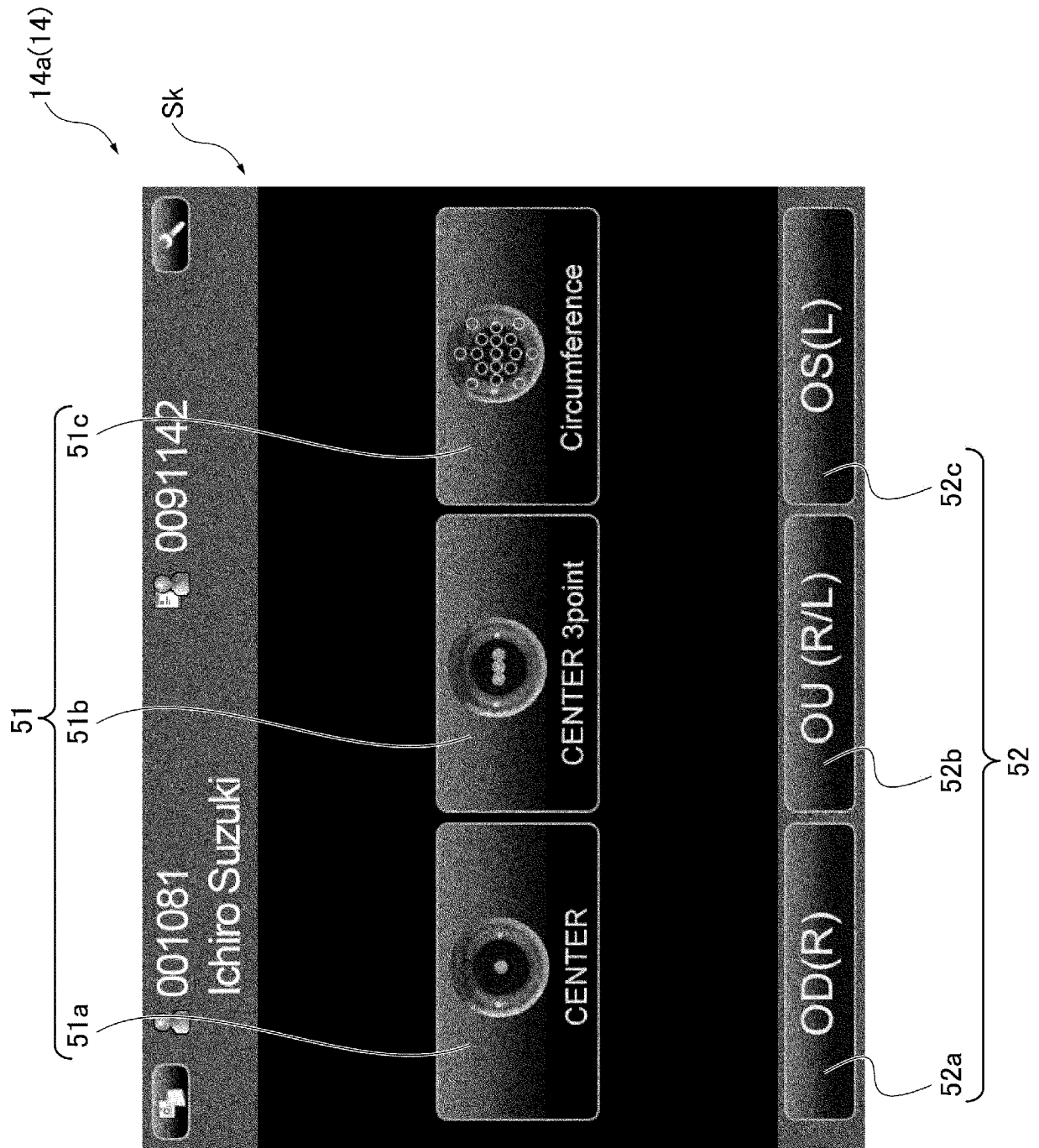
[図16]



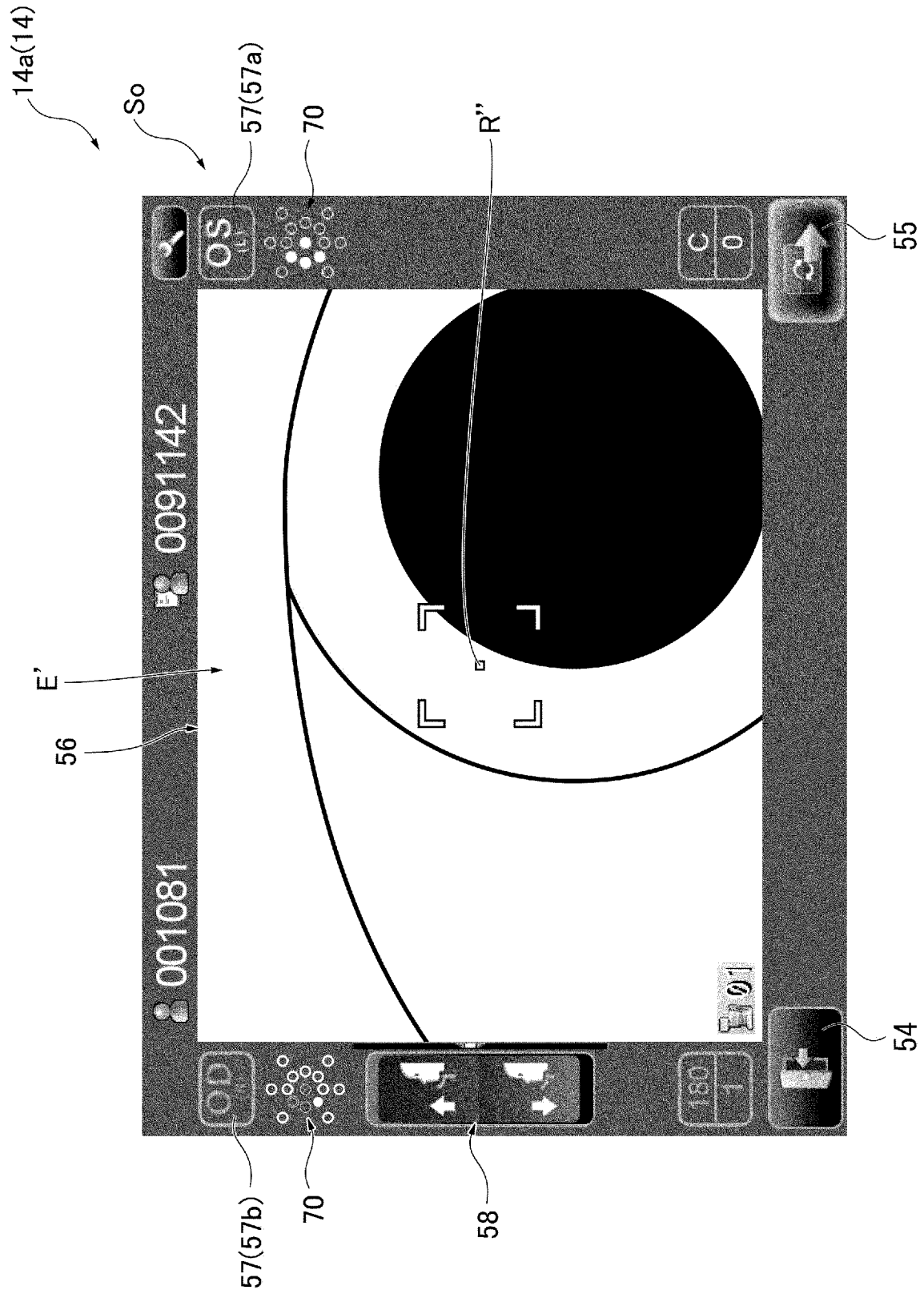
[図17]



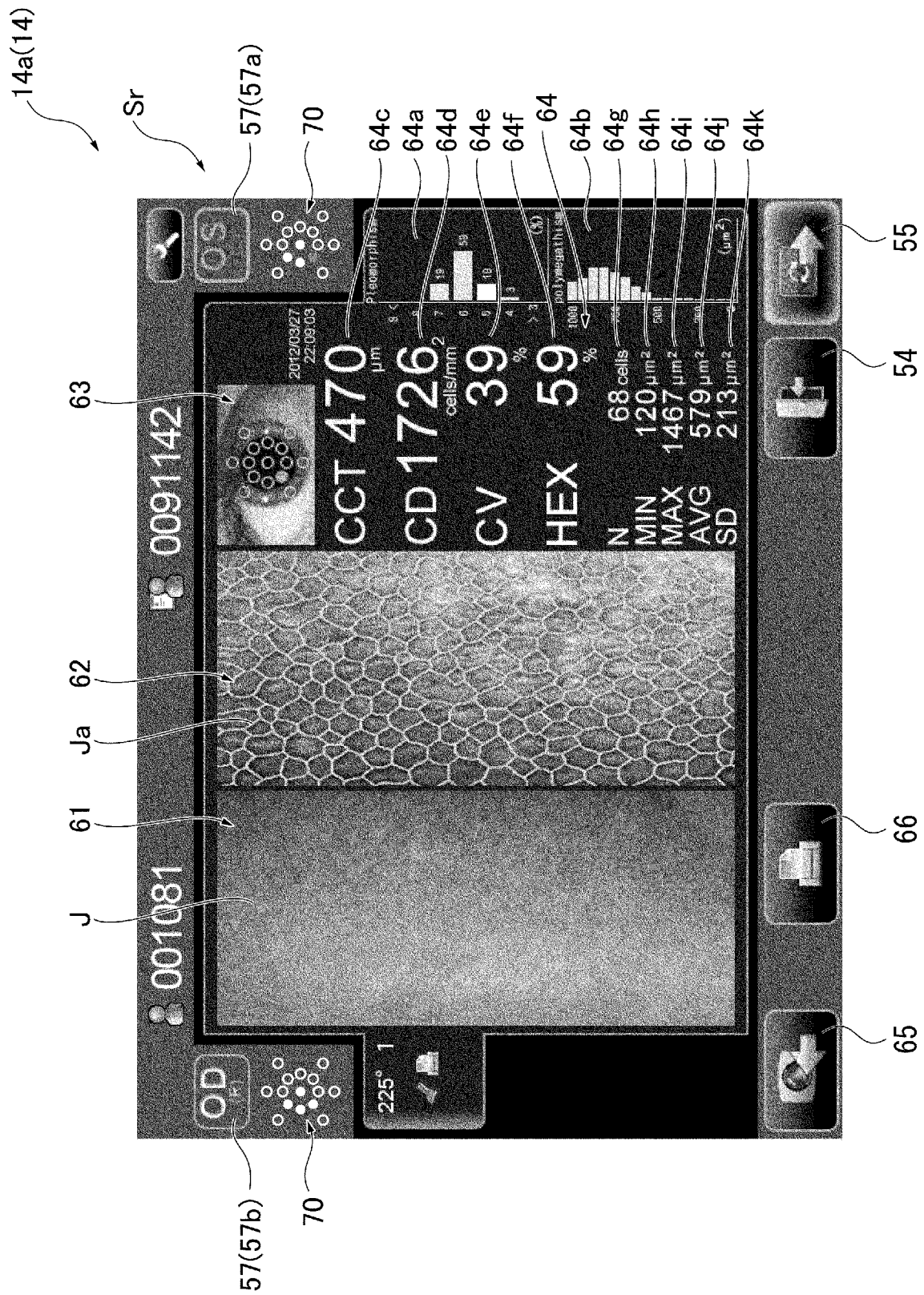
[図18]



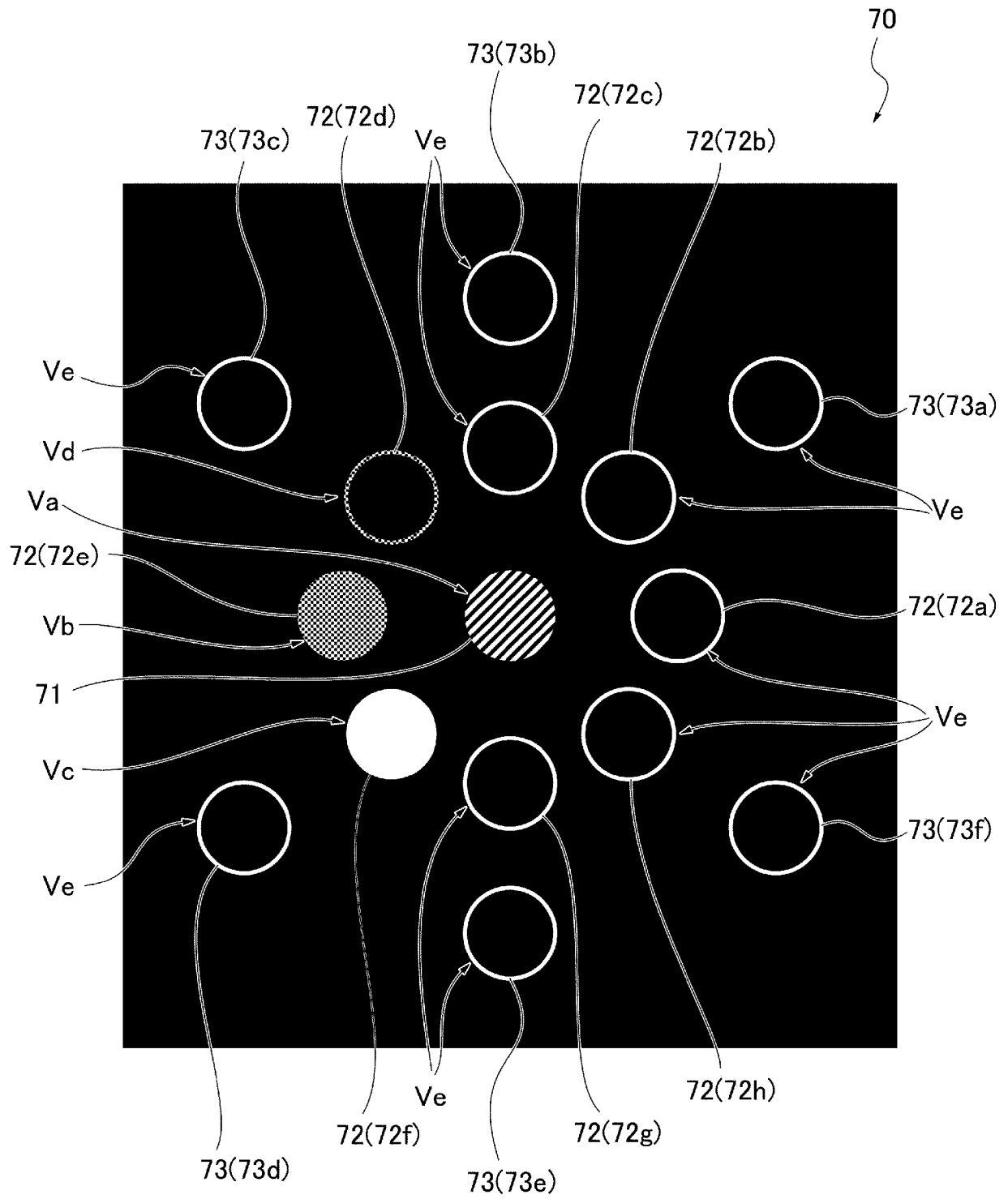
[図20]



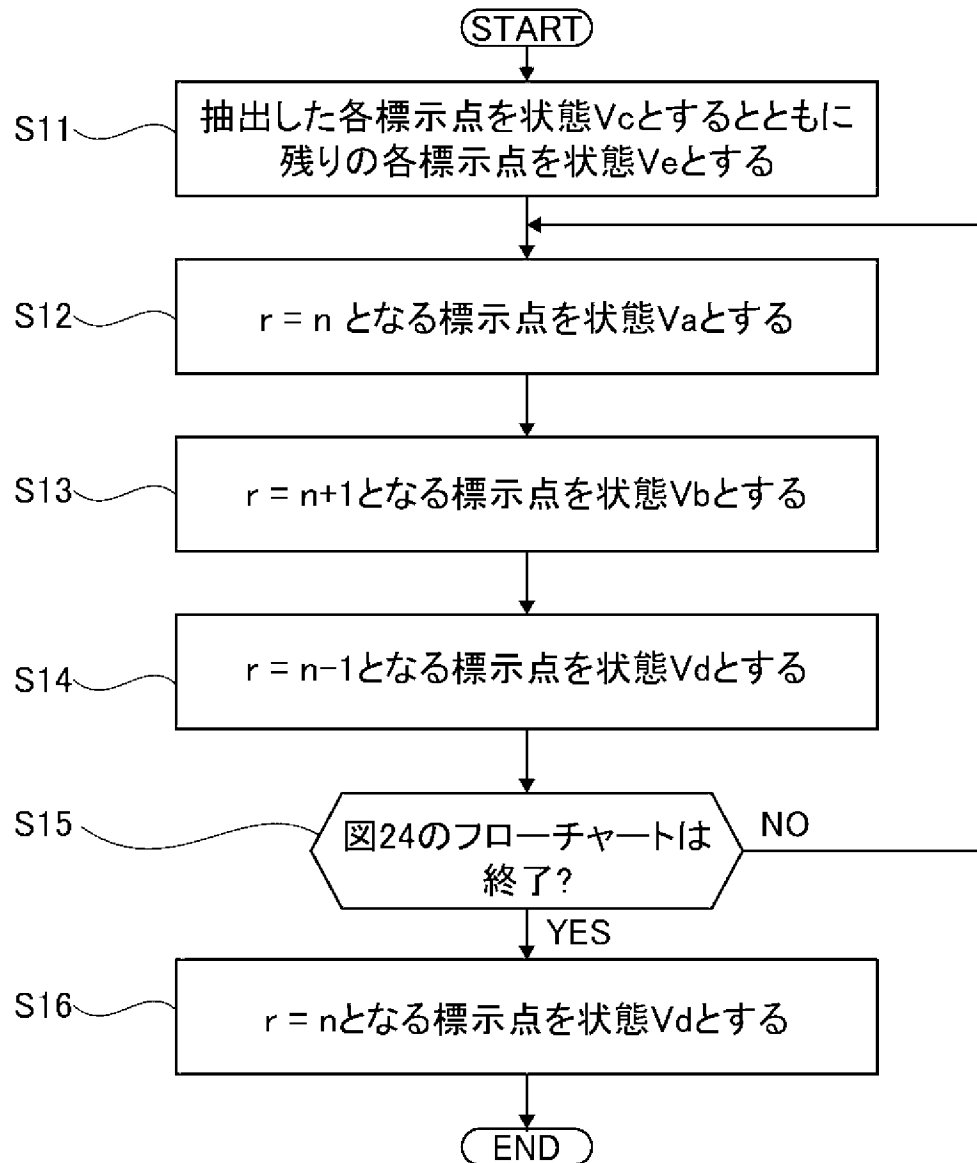
[図21]



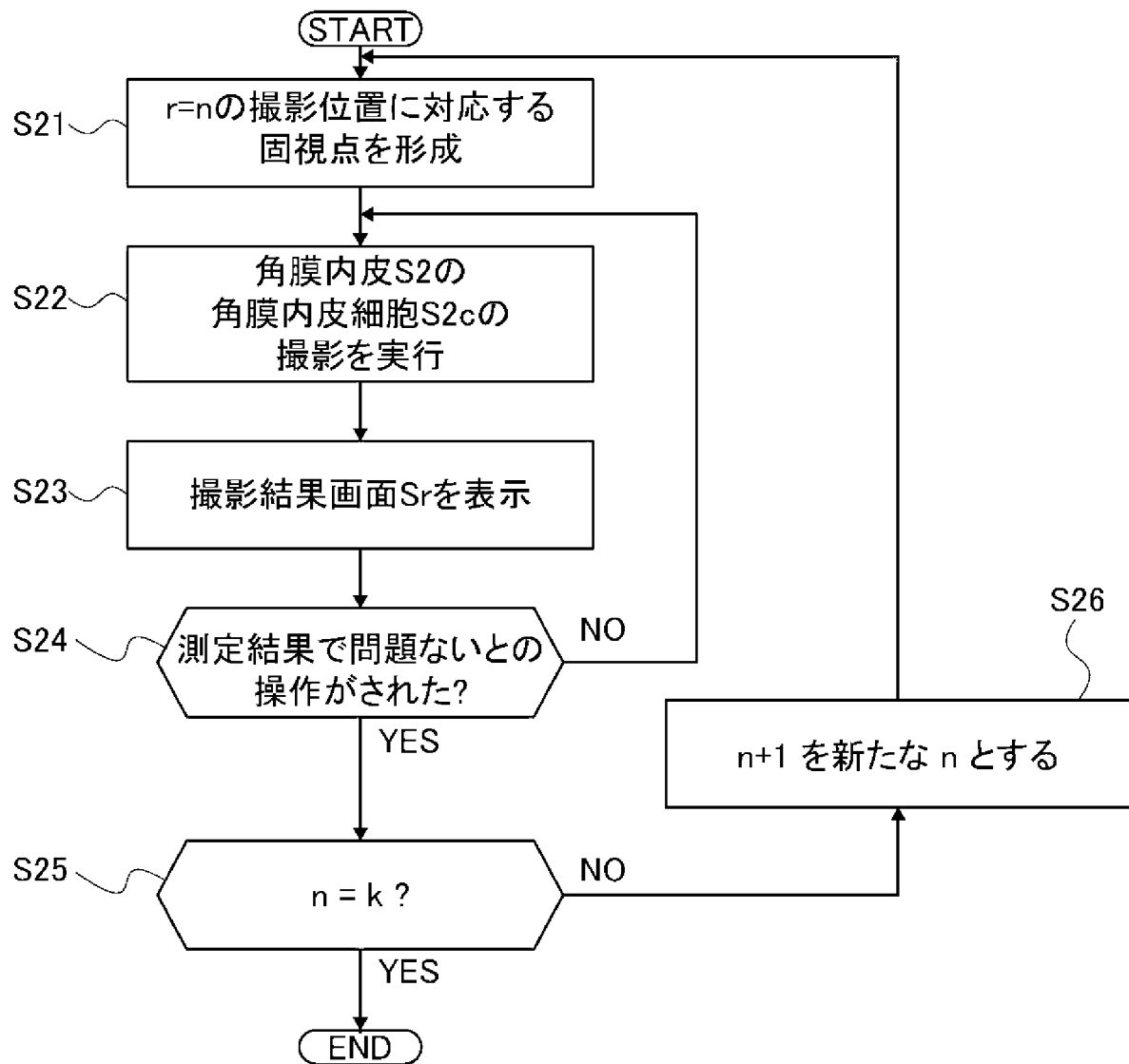
[図22]



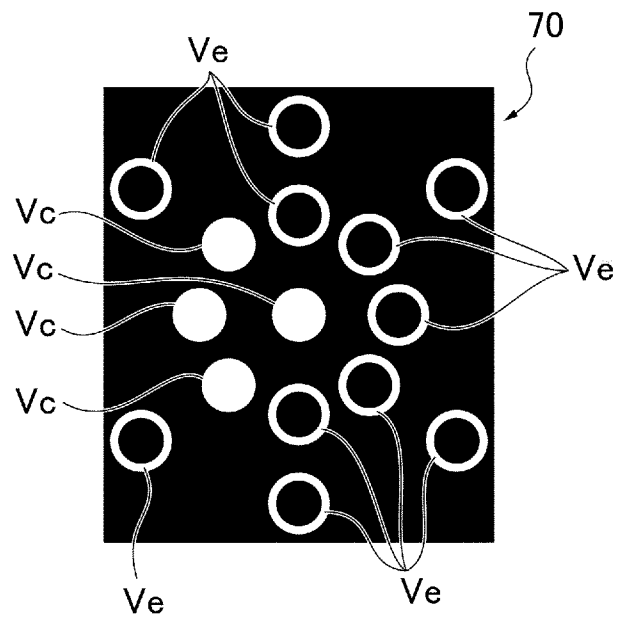
[図23]



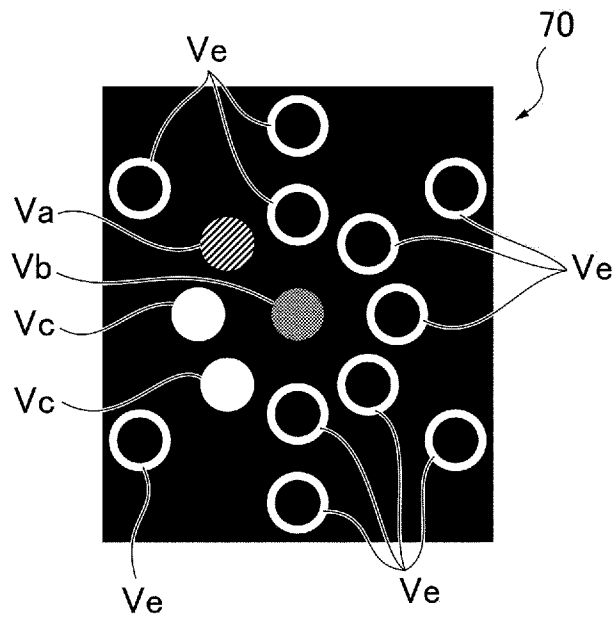
[図24]



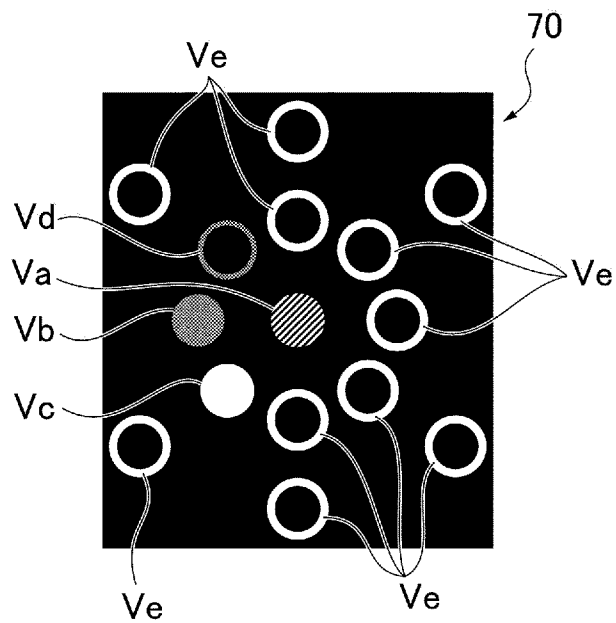
[図25A]



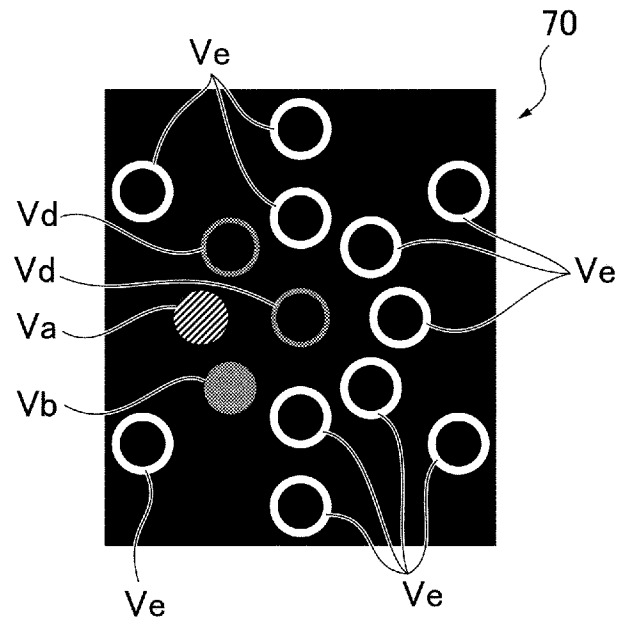
[図25B]



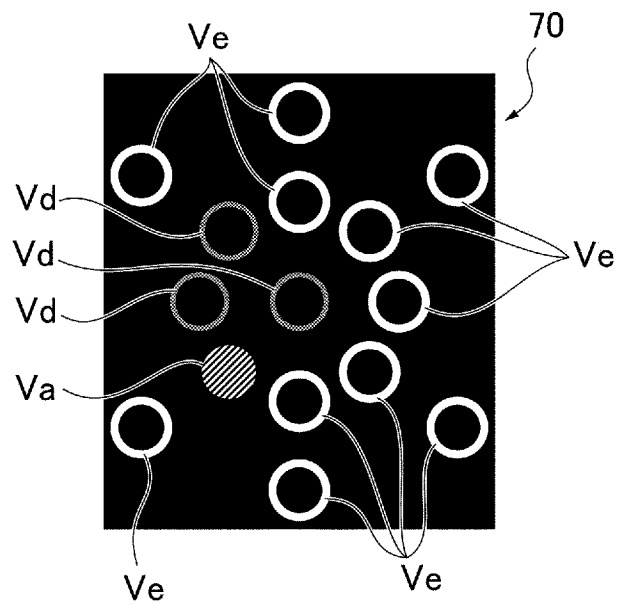
[図25C]



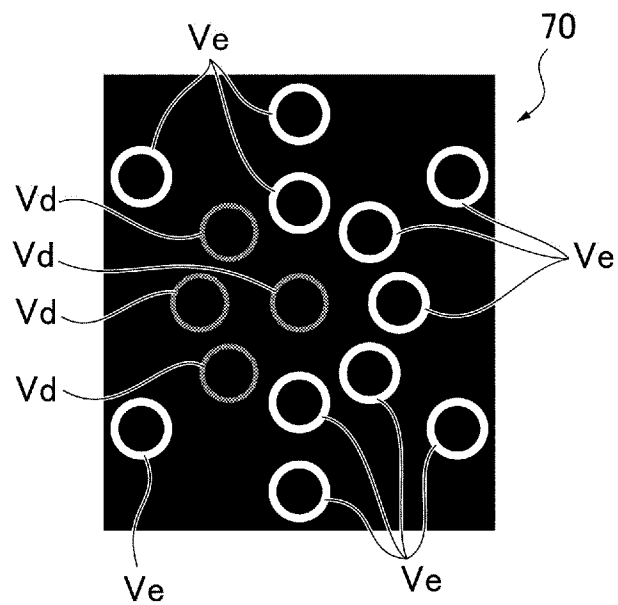
[図25D]



[図25E]



[図25F]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B3/12(2006.01)i, A61B3/10(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)

A61B3/12, A61B3/10

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 A	JP 9-94230 A (Topcon Corp.), 08 April 1997 (08.04.1997), paragraphs [0020], [0021], [0025], [0031], [0041], [0052] to [0058], [0069] to [0072]; fig. 5 (Family: none)	1-4, 7 5, 6

☐ 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
27 August, 2014 (27.08.14)

Date of mailing of the international search report
09 September, 2014 (09.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B3/12(2006.01)i, A61B3/10(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（I P C））

Int.Cl. A61B3/12, A61B3/10

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	JP 9-94230 A (株式会社トプコン) 1997. 04. 08, 【0020】, 【0021】, 【0025】, 【0031】, 【0041】, 【0052】-【0058】, 【0069】-【0072】, 図 5 (ファミリーなし)	1-4, 7 5, 6

☐ 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

2 7 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

増淵 俊仁

2 Q

4 7 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2