

(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  
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/138102 A1

- (51) 国際特許分類:  
A61B 3/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/044669
- (22) 国際出願日: 2021年12月6日(06.12.2021)
- (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 2020-217515 2020年12月25日(25.12.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニデック (NIDEK.CO.,LTD) [JP/JP]; 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4番地1 4 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中村 健二 (NAKAMURA Kenji); 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4番地1 4 Aichi (JP). 有川 徹 (ARIKAWA Toru); 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4

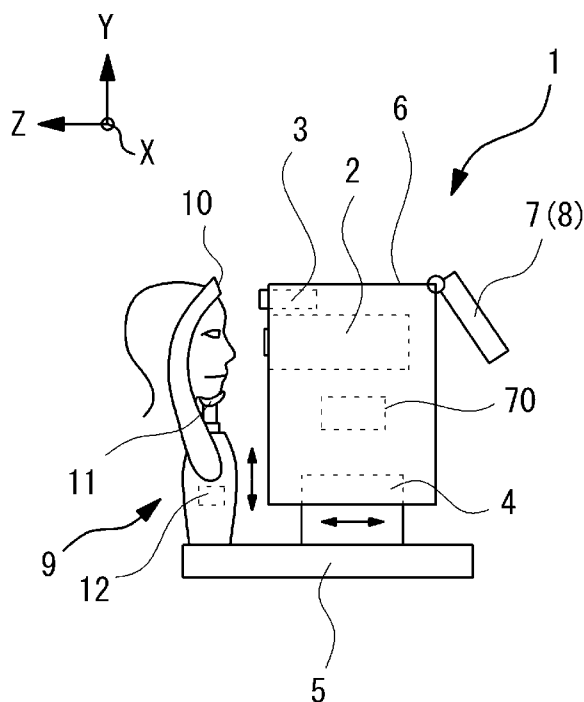
番地1 4 Aichi (JP). 樋口 幸弘 (HIGUCHI Yukihiro); 〒4430038 愛知県蒲郡市拾石町前浜3 4番地1 4 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: OPHTHALMIC APPARATUS AND CONTROL PROGRAM FOR OPHTHALMIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 眼科装置および眼科装置の制御プログラム



(57) Abstract: An ophthalmic apparatus equipped with a first photographic means for capturing a facial image and a second photographic means for capturing an anterior eye image, the ophthalmic apparatus comprising: a control means for executing an adjustment process that includes a position acquisition step for acquiring the position of a subject's eye to be determined on the basis of the facial image, a first control step for controlling a drive means on the basis of the acquired position of the subject's eye so as to cause the subject's eye to fall within a shooting range of the second photographic means, and a second control step for adjusting the position of an examination unit relative to the subject's eye by controlling the drive means after the first control step on the basis of the anterior eye image; a first acquisition means which acquires, as a detecting position, the subject's eye position that is determined through analysis of the facial image; and a second acquisition means which receives an input operation relating to the position of the subject's eye with respect to the facial image and then acquires, as a designated position, the position of the subject's eye that is determined on the basis of the input operation.



WO 2022/138102 A1

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約：顔画像を撮影するための第1撮影手段と、前眼部像を撮影するための第2撮影手段と、を備える眼科装置は、顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得する位置取得ステップと、取得された被検眼の位置に基づいて被検眼が第2撮影手段の撮影範囲に含まれるように駆動手段を制御する第1制御ステップと、第1制御ステップの後に前眼部像に基づいて駆動手段を制御し、被検眼に対する検査部の相対位置を調整する第2制御ステップと、を含む調整処理を実行する制御手段と、顔画像を解析することで特定される被検眼の位置を検出位置として取得する第1取得手段と、顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する第2取得手段と、を備える。

## 明 細 書

**発明の名称**：眼科装置および眼科装置の制御プログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、被検眼を検査する眼科装置及び眼科装置の制御プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 被検眼を検査する検査部を有する眼科装置において、左右の被検眼を含む顔画像を撮影し、撮影された顔画像を解析することで被検眼の位置を検出する技術が知られている。また、その検出結果に基づいて検査部を移動させて被検眼に対して検査部の粗いアライメントを行った後に、前眼部を撮影した前眼部像に基づく精密なアライメントに移行する自動アライメントの技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-64058号公報

### 発明の概要

[0004] しかしながら、顔画像を解析して被検眼の位置の検出を行う際に、被検者の顔の状況や検査環境によって、被検眼の位置の検出ができなかったり、被検眼の位置を誤検知したりする場合や、また、被検眼の検出の時間が長引く場合がある。このような場合、アライメントが良好に行われない問題があった。

[0005] 本開示は、上記問題点を鑑み、アライメントを良好に行える眼科装置及び眼科装置の制御プログラムを提供することを技術課題とする。

[0006] (1) 被検眼を検査する検査部を備える眼科装置は、被検眼に対して前記検査部を3次元的に相対移動させる駆動手段と、左右の被検眼を含む顔画像を撮影するための第1撮影手段と、被検眼の前眼部像を撮影するための第2撮影手段と、前記顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得する位置

取得ステップと、取得された被検眼の位置に基づいて被検眼が前記第2撮影手段の撮影範囲に含まれるように前記駆動手段を制御する第1駆動制御ステップと、前記第1駆動制御ステップの後に前記前眼部像に基づいて前記駆動手段を制御し、被検眼に対する前記検査部の相対位置を調整する第2駆動制御ステップと、を含む調整処理を実行する制御手段と、前記顔画像を解析することで被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を検出位置として取得する第1取得手段と、前記顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、前記入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する第2取得手段と、を備えることを特徴とする。

(2) 被検眼を検査する検査部を被検眼に対して3次元的に相対移動させる駆動手段と、左右の被検眼を含む顔画像を撮影するための第1撮影手段と、被検眼の前眼部像を撮影するための第2撮影手段と、を備える眼科装置において実行される制御プログラムは、眼科装置の制御部に実行されることで、前記顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得する位置取得ステップと、取得された被検眼の位置が前記第2撮影手段によって撮影される前記前眼部像の撮影範囲に含まれるように前記駆動手段を制御する第1駆動制御ステップと、前記第1駆動制御ステップの後に前記前眼部像に基づいて前記駆動手段を制御し、被検眼に対する前記検査部の相対位置を調整する第2駆動制御ステップと、を含む調整処理を実行する制御ステップと、前記顔画像を解析することで被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を検出位置として取得する第1取得ステップと、を眼科装置に実行させ、さらに、前記顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、前記入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する第2取得ステップを、眼科装置に実行させることを特徴とする。

### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]眼科装置の外観概略図である。

[図2]眼科装置の制御系を示すブロック図である。

[図3]眼科装置の光学系を示す概略図である。

[図4]眼科装置の動作を示すフローチャート図である。

[図5]左右の被検眼の位置が入力された場合における眼科装置の動作を示すフローチャート図である。

[図6]左右いずれかの被検眼の位置が入力された場合における眼科装置の動作を示すフローチャート図である。

[図7]顔画像の解析により被検眼の位置が検出された場合におけるディスプレイの概略図である。

[図8]顔画像の解析により被検眼の位置が検出されなかった場合におけるディスプレイの概略図である。

[図9]検者により顔画像上の位置が入力された場合におけるディスプレイの概略図である。

[図10]検者に顔画像上の選択された眼の方に指定位置を入力させるように誘導する場合におけるディスプレイの表示を説明する図である。

[図11]検者により入力された顔画像上の位置に基づいて被検眼の位置を検出する場合におけるディスプレイの概略図である。

[図12]顔画像上に瞳孔と検出された複数の候補の領域を表示する場合におけるディスプレイの概略図である。

### 発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の実施形態を図面に基づいて説明する。図1～12は実施形態に係る眼科装置の構成を説明する図である。

[0009] <概要>

例えば、眼科装置（例えば、眼科装置1）は、被検眼を検査する検眼手段（例えば、検査部2）と、駆動手段（例えば、駆動部4）と、第1撮影手段（例えば、顔撮影部3）と、第2撮影手段（例えば、前眼部撮影光学系60）と、制御手段（例えば、制御部70）と、第1取得手段（例えば、制御部70）と、第2取得手段（例えば、制御部70）と、を備える。

[0010] また、例えば、検眼手段は、被検眼を検査（測定を含む）するための検査光学系（例えば、測定光学系20）を備える。

- [0011] 例えば、眼科装置は、検眼手段を搭載する基台（例えば、基台5）と、顔支持手段（例えば、顔支持部9）と、検出手段（例えば、制御部70）と、入力手段（例えば、操作部8）と、報知手段（例えば、ディスプレイ7）と、表示手段（例えば、ディスプレイ7）と、判別手段（例えば、制御部70）と、の少なくともいずれかを備えていてもよい。
- [0012] 例えば、顔支持手段は、基台に対して被検者の顔を一定の位置関係に支持するために構成されている。例えば、顔支持手段は、被検者の顎が載せられる顎台を備えていてもよい。
- [0013] 例えば、駆動手段は、被検眼に対して検眼手段を3次元的に相対移動させるために構成されている。例えば、検眼手段は、顔支持手段に支持された被検者の被検眼に対して、X方向（左右方向）、Y方向（上下方向）及びZ方向（前後方向）に移動可能に基台に搭載されている。例えば、駆動手段は、基台に対して検眼手段をX方向、Y方向及びZ方向に移動させる。また、例えば、眼科装置は、顎台駆動手段（例えば、顎台駆動部12）を備えていてもよい。例えば、顎台駆動手段は、顎台をY方向に駆動するために顔支持手段に備えられている。この場合、駆動手段は、被検眼に対して検眼手段をY方向に相対移動させる構成として、顎台駆動手段を含んでいてもよい。
- [0014] 例えば、第1撮影手段は、左右の被検眼を含む顔画像を撮影するために構成されている。
- [0015] 例えば、第2撮影手段は、被検眼の前眼部像を撮影するために構成されている。例えば、第2撮影手段は、第1撮影手段の撮影倍率より高倍率で被検眼の前眼部像を撮影するために構成されている。例えば、第1撮影手段は、第2撮影手段と兼用され、撮影倍率に変更可能に構成されていてもよい。
- [0016] 例えば、検出手段は、第2撮影手段による前眼部像に基づいて検査対象の被検眼に対する検眼手段の精密にアライメント状態を検出する。
- [0017] 例えば、表示手段は、第1撮影手段によって撮影された顔画像を表示する。例えば、表示手段は、第2撮影手段によって撮影された前眼部像を表示してもよい。例えば、表示手段は、顔画像と前眼部像とを同時に表示してもよ

い。この場合、例えば、制御手段は、顔画像に基づくアライメントを行うときには前眼部像よりも顔画像を大きく表示してもよい。また、制御手段は、前眼部像に基づくアライメントに移行したときには、顔画像より前眼部像を大きく表示してもよい。なお、例えば、顔画像に基づくアライメントによって、前眼部像に基づくアライメントが可能になるまで被検眼と検眼手段の位置関係が調整される。例えば、前眼部像に基づくアライメントによって、被検眼と検眼手段との位置関係が所定の位置関係に位置合わせされる。なお、所定の位置関係とは、例えば、検眼手段による検査が可能となる被検眼と検眼手段の位置関係である。

[0018] 例えば、入力手段は、第1撮影手段による顔画像に対して被検眼に対応する位置を検者が指定して入力するために眼科装置に備えられている。例えば、入力手段は、被検眼に対して検眼手段を粗くアライメントするための指定位置を入力可能にされている。例えば、入力手段は、ポインティングデバイス（例えば、タッチパネル、ジョイスティック、マウス、キーボード、トラックボール、ボタンなど少なくとも一つのヒューマンインターフェイス）を備える。例えば、入力手段は、粗アライメント時に表示手段に表示された顔画像に対して指定位置が入力可能にされている。例えば、指定位置を入力する顔画像は、第1撮影手段によって撮影された動画であってもよいし、静止画であってもよい。

[0019] 例えば、制御手段は、駆動手段を制御することにより、被検眼に対する検査部の相対位置を調整する調整処理を実行する。例えば、制御手段が実行する調整処理は、位置取得ステップと、第1駆動制御ステップと、第2駆動制御ステップとを含む。

[0020] 例えば、位置取得ステップは、顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得するステップである。

[0021] 例えば、第1駆動制御ステップは、取得された被検眼の位置が第2撮影手段の撮影範囲に含まれるように駆動手段を制御するステップである。例えば、第1駆動制御ステップは、被検眼に対して検査部を粗くアライメントする

ための粗アライメントであってもよい。

[0022] 例えば、第2駆動制御ステップは、第1駆動制御ステップの後に前眼部像に基づいて駆動手段を制御し、被検眼に対する検査部の相対位置を調整するステップである。例えば、第2駆動制御ステップは、被検眼に対して検査部を精密にアライメントするための精密アライメントであってもよい。

[0023] 例えば、第1取得手段は、顔画像を解析することで被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を検出位置として取得する。

[0024] 例えば、第2取得手段は、顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する。例えば、第2取得手段は、位置取得ステップにおいて、表示手段に表示された顔画像に対する眼の位置の入力操作に基づいて指定位置を取得してもよい。そして、例えば、制御手段は、第2取得手段によって取得された被検眼の位置に基づいて、第1駆動制御ステップの調整処理を実行する。

[0025] 例えば、第2取得手段は、顔画像において入力操作によって指定された座標を基準とする顔画像の一部を解析対象として被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を指定位置として取得する。例えば、解析対象の顔画像の一部とは、指定された座標を基準とした所定領域内である。

[0026] 例えば、位置取得ステップにおいて、顔画像に基づいて特定される被検眼の位置の候補が複数ある場合、表示手段が特定された被検眼の位置の候補を表示してもよい。この場合、第2取得手段は、検者の入力操作により、複数の候補の中から指定された候補を指定位置として取得する。

[0027] 例えば、第2取得手段が設けられていることにより、被検者の顔の状況（例えば、被検者のマスカラやまつ毛、眼瞼下垂など）や検査環境（第1撮影手段で撮影される被検者の顔の背景、照明光、外乱光など）によって、第1取得手段による被検眼の位置の検出ができなかった場合、また、被検眼の検出に時間が長引く場合に、アライメントを良好に行える。

[0028] また、例えば、制御手段は、検出位置を利用した調整処理が開始されてから、指定位置の入力操作を受け付けた場合は、第1取得手段による検出位置

に関わらず、指定位置に基づいて第1駆動制御ステップを行ってもよい。これにより、第1取得手段による被検眼の検出に時間が長引く場合にもアライメントを良好に行える。

[0029] 例えば、制御手段は、左眼および右眼を連続的に検査する場合に、左眼および右眼のそれぞれの位置を、左眼および右眼のうち最初に検査される片方の被検眼に対する調整処理での位置取得ステップにおいて一括して取得可能してもよい。そして、位置取得ステップにおいて、左眼および右眼のそれぞれの位置が一括して取得される場合は、それぞれの被検眼に対する入力操作が要求されてもよい。これにより、検者は、左眼および右眼のそれぞれの位置の入力が必要なことを把握でき、また、入力忘れを防止できる。

[0030] またさらに、左眼および右眼を連続的に検査する場合において、制御手段は、片方の被検眼に対応する指定位置を用いて第1駆動制御ステップを予め定められた手順で行い、片方の眼の検査が終了した後、反対の眼に対応する指定位置を用いて第1駆動制御ステップを行ってもよい。この場合、例えば、2つの指定位置に左眼および右眼のいずれに対応する位置かを判別するための判別手段（例えば、制御部70）が、眼科装置に設けられていてもよい。

[0031] 例えば、判別手段は、2つの指定位置の位置関係又は顔画像に対する指定位置の位置関係に基づき、2つの指定位置に左眼および右眼のいずれに対応する位置かを判別する。そして、例えば、制御手段は、左右の判別結果に基づき、2つの指定位置のうち、初めに検査するために予め定められた方の眼に対応する指定位置を決定し、第1駆動制御ステップの実行を開始する。これにより、両眼の検査におけるアライメントを良好に行える。

[0032] なお、予め定められた手順は、例えば、左右の被検眼のうち、どちらの被検眼から検査を行うかを定めた手順である。また、予め定められた手順は、例えば、最初に指定位置が入力された被検眼から検査を行うと定められていてもよい。

[0033] 例えば、制御手段は、左眼および右眼の2つの位置が入力されるまで第1

駆動制御ステップの実行を待機してもよい。例えば、左眼および右眼の一方の位置が入力された後、反対の眼の位置が所定時間内に入力されないときは、被検眼の位置の入力操作を促すように検者に報知する報知手段（例えば、ディスプレイ7）が眼科装置に備えられていてもよい。あるいは、例えば、反対の眼の位置が所定時間内に入力されない場合、制御手段は、一方の眼の位置を用いて第1駆動制御ステップの実行を開始してもよい。

[0034] また、例えば、判別手段は、入力操作により入力された指定位置が1つの場合に、顔画像における右眼領域と左眼領域のいずれに指定位置が存在するかに基づいて被検眼の左右を判別するように構成されていてもよい。この場合、例えば、制御手段は、入力された指定位置に基づいて第1駆動制御ステップを行った後に第2駆動制御ステップに移行し、左右片方の被検眼の検査の終了後に未検査の被検眼を検査するために、判別手段の判別結果に基づいて被検眼に対して検査部を相対移動させる左右方向を決定し、決定した方向に基づいて未検査の被検眼に前記検査部が近づくように駆動手段を制御し、第2駆動制御ステップに移行させる。これにより、指定位置が1つの場合であっても、左右両眼の連続検査におけるアライメントを良好に行える。

[0035] 例えば、報知手段は、検出位置を利用した調整処理において、検出位置の取得に失敗した場合（すなわち取得エラーが生じた場合）は、指定位置の入力操作を検者に対して要求するための報知を行う。これにより、検者は、第1取得手段による被検眼の位置の検出が不良であったことを知ることができると共に、被検眼の位置の入力操作を行うことでアライメントを良好に行うことができる。

[0036] なお、本開示においては、本実施形態に記載する装置に限定されない。例えば、上記実施形態の機能を行う制御プログラム（ソフトウェア）をネットワーク又は各種記憶媒体等を介して、システムあるいは装置に供給してもよい。そして、システムあるいは装置の制御部（例えば、CPU等）がプログラムを読み出し、実行することも可能である。

[0037] 例えば、眼科装置において実行される制御プログラムは、眼科装置の制御

部に実行されることで、被検眼に対する検査部の相対位置を調整する調整処理を実行する制御ステップを眼科装置に実行させてもよい。例えば、制御ステップは、制御手段が行う前述のような各種の処理ステップを含む。

[0038] <実施例>

本開示に係る眼科装置を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明では、眼科装置として眼屈折力測定装置を例に説明するが、角膜曲率測定装置、眼圧測定装置、眼底カメラ、OCT (Optical Coherence Tomography)、SLO (Scanning Laser Ophthalmoscope)、局所視野計 (Micro Perimeter) 等の他の眼科装置にも適用可能である。

[0039] 本実施例の眼科装置は、例えば、被検眼の眼屈折力を他覚的に測定する。例えば、本実施例の眼科装置は、片眼毎に測定を行ってもよいし、両眼同時に (両眼視で) 測定を行う装置であってもよい。眼科装置は、例えば、検査部と、撮影部と、駆動部と、制御部と、を主に備える。

[0040] 図1に基づいて、眼科装置の外観を説明する。図1に示すように、本実施例の眼科装置1は、検査部2と、顔撮影部3と、駆動部4と、を主に備える。検査部2は、被検眼を検査する。検査部2は、例えば、被検眼の眼屈折力、角膜曲率、眼圧等を測定する光学系を備えてもよい。また、検査部2は、被検眼の前眼部、眼底等を撮影するための光学系等を備えてもよい。本実施例では、屈折力を測定する検査部2を例に説明する。顔撮影部3は、例えば、被検眼の顔を撮影する。顔撮影部3は、例えば、左右の被検眼を含む顔を撮影する。駆動部4は、例えば、検査部2および顔撮影部3を基台5に対して上下左右前後方向 (3次元方向) に移動させる。

[0041] さらに、本実施例の眼科装置1は、例えば、筐体6、ディスプレイ7、操作部8、顔支持部9等を備えてもよい。例えば、筐体6は、検査部2、顔撮影部3、駆動部4等を収納する。

[0042] ディスプレイ7は、例えば、顔撮影部3による顔画像1f、前眼部撮影光学系60による前眼部像1aおよび測定結果等を表示させる。例えば、ディスプレイ7の表示は、後述する精密アライメント (図4参照) が開始される

と、顔画像 I f から前眼部像 I a に切り替えられる。例えば、ディスプレイ 7 には、顔画像 I f と前眼部像 I a とが同時に表示されても良い。例えば、制御部 70 は、顔画像 I f と前眼部像 I a のうち検者が選択した方をディスプレイ 7 に表示させても良い。その場合は、例えば、顔画像 I f と前眼部像 I a のいずれかを表示するか選択する選択手段（例えば、スイッチ）が眼科装置 1 に設けられる。また、ディスプレイ 7 は、例えば、眼科装置 1 と一体的に設けられてもよいし、装置とは別に設けられてもよい。

[0043] 例えば、眼科装置 1 は、操作部 8 を備えてもよい。例えば、操作部 8 は、ディスプレイ 7 の画面に対して位置を指定可能なポインティングデバイスを備える。ポインティングデバイスは、タッチパネル、ジョイスティック、マウス、キーボード、トラックボール、ボタン等の各種ヒューマンインターフェイスであってもよい。操作部 8 には、検者による各種操作指示が入力される。

[0044] なお、本実施例において、ディスプレイ 7 はタッチ機能を備えており、操作部 8 はディスプレイ 7 と兼用される。すなわち、検者がディスプレイ 7 をタッチすることで、眼科装置 1 の操作が行われる。操作部 8 は、眼科装置 1 の各種設定、測定開始時の操作に用いられる。また、本実施例において、操作部 8 は、検者がディスプレイ 7 に表示される顔画像 I f 上の座標（位置）を指定するために使用される。例えば、ディスプレイ 7 には二次元の座標軸（x 軸及び y 軸）が予めプログラムにより設定されており、検者がタッチした位置（指定ポイント）が制御部 70（図 2 参照）によって認識される。なお、ディスプレイ 7 上の二次元の座標軸（x 軸及び y 軸）は、説明のために付した名称であり、検査部 2 が駆動する方向の X 方向（左右方向）、Y 方向（上下方向）及び Z 方向（前後方向）とは異なる。

[0045] また、制御部 70 がタッチによる入力を認識する構成については特開 2014-205078 号公報に記されたものと同様であるので、これを参照されたい。

[0046] 顔支持部 9 は、例えば、額当て 10 と顎台 11 を備えてもよい。顎台 11

は、顎台駆動部 1 2 の駆動によって上下方向に移動されてもよい。

[0047] 図 2 に示すように、眼科装置 1 は制御部 7 0 を備える。制御部 7 0 は、眼科装置 1 の各種制御を司る。制御部 7 0 は、例えば、一般的な CPU (Central Processing Unit) 7 1、フラッシュ ROM 7 2、RAM 7 3 等を備える。例えば、フラッシュ ROM 7 2 には、眼科装置 1 を制御するための制御プログラム、初期値等が記憶されている。例えば、RAM は、各種情報を一時的に記憶する。制御部 7 0 は、検査部 2、顔撮影部 3、駆動部 4、ディスプレイ 7、操作部 8、顎台駆動部 1 2、記憶部 (例えば、不揮発性メモリ) 7 4 等と接続されている。記憶部 7 4 は、例えば、電源の供給が遮断されても記憶内容を保持できる非一過性の記憶媒体である。例えば、ハードディスクドライブ、着脱可能な USB フラッシュメモリ等を記憶部 7 4 として使用することができる。

[0048] 顔撮影部 3 は、例えば、左右の被検眼を含む顔を撮影することができる。例えば、図 3 に示すように、本実施例の顔撮影部 3 は、例えば、被検者の顔を撮影する撮影光学系 3 A を備える。撮影光学系 3 A は、例えば、撮像素子 3 A a と、撮像レンズ 3 A b を主に備える。顔撮影部 3 は、例えば、非テレセントリック光学系である。これによって、例えば、テレセントリックレンズ等を備えなくてもよく、構成を簡単にすることができる。また、テレセントリック光学系に比べ、撮影範囲を広くできる。

[0049] 本実施例の顔撮影部 3 は、駆動部 4 によって検査部 2 とともに移動される。もちろん、顔撮影部 3 は、例えば、基台 5 に対して固定され、移動しない構成でもよい。

[0050] なお、図 1 に示された本実施例では、顔撮影部 3 は検査部 2 の上方に設けられているが、顔撮影部 3 の位置はこれに限定されない。例えば、顔撮影部 3 は、検査部 2 の下方に設けられてもよいし、側方に設けられてもよい。また、本実施例では、顔撮影部 3 (撮影光学系 3 A の光軸) の左右方向の位置は、検査部 2 の光軸 L 2 と同一位置であるが、これに限定されない。例えば、被検者の右眼から測定を開始するものとして、検査部 2 の左右方向の初期位

置は被検者から見て右眼側に位置した状態で、顔撮影部3は顎台11と同じく基台5の左右中央に位置していてもよい。もちろん、顔撮影部3は、検査部2の測定光軸と顔撮影部3の撮影光軸が同軸となるように設けられてもよい。また、顔撮影部3は、検査部2の移動とは独立して配置されてもよい。例えば、顔撮影部3は基台5に3次的に駆動可能に設けられ、駆動部（第1駆動部）4とは別の駆動部（第2駆動部）によって被検眼に対して3次的に駆動されてもよい。もちろん本実施例のように検査部2を移動させる第1駆動部と、顔撮影部3を移動させる第2駆動部が兼用されてもよい。

[0051] 検査部2は、被検眼の測定、検査、撮影などを行う。検査部2は、例えば、被検眼の屈折力を測定する測定光学系を備えてもよい。例えば、図3に示すように、検査部2は、測定光学系20と、固視標呈示光学系40と、アライメント指標投影光学系50と、観察光学系（前眼部撮影光学系）60と、を備えてもよい。

[0052] 測定光学系20は、投影光学系（投光光学系）20aと、受光光学系20bと、を有する。投影光学系20aは、被検眼の瞳孔を介して眼底E fに光束を投影する。また、受光光学系20bは、瞳孔周辺部を介して眼底E fからの反射光束（眼底反射光）をリング状に取り出し、主に屈折力の測定に用いるリング状の眼底反射像を撮影する。

[0053] 投影光学系20aは、光源21と、リレーレンズ22と、ホールミラー23と、対物レンズ24と、を光軸L1上に有している。光源21は、リレーレンズ22から対物レンズ24、および、瞳孔中心部を介して眼底E fにスポット状の光源像を投影する。光源21は、移動機構33によって光軸L1方向に移動される。ホールミラー23には、リレーレンズ22を介した光源21からの光束を通過させる開口が設けられている。ホールミラー23は、被検眼の瞳孔と光学的に共役な位置に配置されている。

[0054] 受光光学系20bは、ホールミラー23と、対物レンズ24と、を投影光学系20aと共用する。また、受光光学系20bは、リレーレンズ26と、全反射ミラー27と、を有している。更に、受光光学系20bは、受光絞り

28と、コリメータレンズ29と、リングレンズ30と、撮像素子32と、をホールミラー23の反射方向の光軸L2上に有している。撮像素子32には、エリアCCD等の二次元受光素子を用いることができる。受光絞り28、コリメータレンズ29、リングレンズ30、及び撮像素子32は、移動機構33によって、投影光学系20aの光源21と一体的に光軸L2方向に移動される。移動機構33によって光源21が眼底Efと光学的に共役な位置に配置される場合、受光絞り28及び撮像素子32も、眼底Efと光学的に共役な位置に配置される。

[0055] リングレンズ30は、対物レンズ24からコリメータレンズ29を介して導かれる眼底反射光を、リング状に整形するための光学素子である。リングレンズ30は、リング状のレンズ部と、遮光部と、を有している。また、受光絞り28及び撮像素子32が、眼底Efと光学的に共役な位置に配置される場合、リングレンズ30は、被検眼の瞳孔と光学的に共役な位置に配置される。撮像素子32では、リングレンズ30を介したリング状の眼底反射光（以下、リング像という）が受光される。撮像素子32は、受光したリング像の画像情報を、制御部70に出力する。その結果、制御部70では、ディスプレイ7でのリング像の表示、およびリング像に基づく屈折力の算出等が行われる。

[0056] また、図3に示すように、本実施例では、対物レンズ24と被検眼との間に、ダイクロイックミラー39が配置されている。ダイクロイックミラー39は、光源21から出射された光、および、光源21からの光に応じた眼底反射光を透過する。また、ダイクロイックミラー39は、後述の固視標呈示光学系40からの光束を被検眼に導く。更に、ダイクロイックミラー39は、後述のアライメント指標投影光学系50からの光の前眼部反射光を反射して、その前眼部反射光を前眼部撮影光学系60に導く。

[0057] 図3に示すように、被検眼の前方には、アライメント指標投影光学系50が配置されている。アライメント指標投影光学系50は、主に、被検眼に対する光学系の位置合わせ（アライメント）に用いられる指標像を前眼部に投

影する。アライメント指標投影光学系50は、リング指標投影光学系51と、指標投影光学系52と、を備える。リング指標投影光学系51は、被検者検眼Eの角膜に拡散光を投影し、リング指標51aを投影する。リング指標投影光学系51は、本実施例の眼科装置1では、被検者検眼Eの前眼部を照明する前眼部照明としても用いられる。指標投影光学系52は、被検眼の角膜に平行光を投影し、無限遠指標52aを投影する。

[0058] 固視標呈示光学系40は、光源41、固視標42、リレーレンズ43、反射ミラー46の反射方向の光軸L4上に有している。固視標42は、他覚屈折力測定時に被検眼を固視させるために使用される。例えば、光源41によって固視標42が照明されることによって、被検眼に呈示される。

[0059] 光源41及び固視標42は、駆動機構48によって光軸L4の方向に一体的に移動される。光源41及び固視標42の移動によって、固視標の呈示位置（呈示距離）を変更してもよい。これによって、被検眼に雲霧をかけて屈折力測定を行うことができる。

[0060] 前眼部撮影光学系60は、撮像レンズ61と、撮像素子62とを、ハーフミラー63の反射方向の光軸L3上に備える。撮像素子62は、被検眼の前眼部と光学的に共役な位置に配置される。撮像素子62は、リング指標投影光学系51によって照明される前眼部を撮影する。撮像素子62からの出力は、制御部70に入力される。その結果、撮像素子62によって撮影される被検眼の前眼部像1aが、ディスプレイ7に表示される（図2参照）。また、撮像素子62では、アライメント指標投影光学系50によって被検眼の角膜に形成されるアライメント指標像（本実施例では、リング指標51aおよび無限遠指標）が撮影される。その結果、制御部70は、撮像素子62の撮影結果に基づいてアライメント指標像を検出できる。また、制御部70は、アライメント状態の適否を、アライメント指標像が検出される位置に基づいて判定できる。

[0061] <両眼検査>

以下、本実施例の眼科装置1における動作について、図4～図5のフロー

チャートを用いて説明する。本実施例において、例えば、顔画像 I f に基づいて被検眼の瞳孔の位置の検出と、検出された瞳孔の位置に基づくアライメントである粗アライメントと、前眼部像 I a に基づくアライメントである精密アライメントと、が自動で行われる。制御部 70 は、精密アライメントが完了すると測定（検査）を行う。なお、図 4～図 5 のフローチャートは、被検者の右眼および左眼を連続的に検査する場合である。

[0062] なお、本実施例において被検眼の位置として瞳孔の位置を検出するとするが、本開示内容はこれに限定されず、目頭といった他の特徴部位を検出対象としても良い。

[0063] (1) 顔画像の解析によって被検眼の位置が正常に検出された場合  
まず、顔撮影部 3 によって撮影された顔画像の解析によって被検眼の位置が正常に検出された場合を説明する。

[0064] 例えば、検査開始前の初期状態では、検査部 2 は被検者から離れた後方の位置で、基台 5 に対して左右中央に位置されている。この状態のとき、図 7 に示すように、被検者の左右の被検眼を含む顔画像 I f が顔撮影部 3 によって撮影され、制御部 70 は、顔画像 I f を取得する。制御部 70 は、取得した顔画像 I f を解析し、左右の瞳孔（右眼の瞳孔 E P R、左眼の瞳孔 E P L）の位置検出を行う（S 101）。検出により特定される被検眼の瞳孔位置は、検出位置として取得される。例えば、制御部 70 は、顔画像のエッジを検出し、その形状などに基づいて、顔画像から瞳孔の位置を検出してもよい。なお、瞳孔の検出方法の例としては、特開 2017-196304 号公報に記載された方法を参照されたい。

[0065] その後、ディスプレイ 7（タッチパネル）に入力が無く（S 102：No）、制御部 70 によって顔画像に基づいて両眼の瞳孔位置が検出されたと判定されると（S 103：Yes）、検出された左右の瞳孔位置に基づいて検査部を移動させる方向が設定され（S 104）、粗アライメントが行われる（S 105）。

[0066] S 104 において、制御部 70 が検査部 2 を移動させる方向を設定する方

法について、簡単に説明する。なお、左右の被検眼に関し、予め最初に検査を行う方の眼がプログラムされている。例えば、右眼から検査を開始するように予め設定されている。

[0067] 制御部70は、顔画像1fの解析によって検出された両眼の瞳孔位置のうち、右眼の瞳孔EPRを特定する。制御部70は、特定した右眼の瞳孔EPRの位置(x, y) (二次元の座標)に基づいて演算を行い、検査部2に対して右眼の瞳孔EPRが存在する方向(三次元の座標)を求める。その後、制御部70は、駆動部4の駆動を制御し、求められた方向に検査部2を移動させることで右眼に対して粗アライメントを行う(S105)。

[0068] なお、顔画像1f上の座標から、被検眼が存在する方向を求める方法(すなわち粗アライメントの方法)については過去の公報(例えば、特開2017-64058号公報、特開2019-63043号公報)に記載された技術を使用できるため、これを参照されたい。

[0069] 次いで、制御部70は、粗アライメントから精密アライメントに移行する(S109)。例えば、粗アライメントとして検査部2が移動されているときに並行して、制御部70は、前眼部撮影光学系60によって撮影される前眼部像1aを解析する。前眼部像1aの解析の結果、アライメント指標投影光学系50によって角膜に投影されたアライメント指標が検出されるようになると、制御部70は、粗アライメントから精密アライメントに移行する。

[0070] 例えば、本実施例における精密アライメントでは、制御部70は、アライメント指標投影光学系50によって投影されるアライメント指標に基づいて駆動部4の駆動を制御し、検査部2の測定光軸と角膜中心又は瞳孔中心を一致させるXY方向のアライメントと、検査部と被検眼の角膜との間隔が所定の作動距離となるように調整するZ方向のアライメントと、を行う。

[0071] 例えば、本実施例において制御部70は、XY方向のアライメントとして、リング指標投影光学系51によって投影されるリング指標51aに基づいて検査部2の測定光軸と、角膜中心が一致するように検査部2の位置を変更する(XY方向のアライメント)。例えば、リング指標51aのリングの中

心と、測定光軸が一致するように、検査部2のXY方向の位置を変更することで、角膜中心と測定光軸とを一致させる。

[0072] 例えば、本実施例において制御部70は、Z方向のアライメントとして、指標投影光学系52によって投影される無限遠指標52aの間隔と、リング指標投影光学系51によって投影されるリング指標51aの直径の比率と、に基づいて作動距方向のアライメント状態を検出し、その検出結果に基づいて検査部2を移動させる。なお、作動距離のアライメント技術は、例えば、特開平10-127581号公報に記載された技術を利用できるので、詳細はこれを参照されたい。なお、これらの指標に基づくアライメント方法は精密アライメントの一例であり、この構成及び方法に限定されない。

[0073] 次いで、制御部70は、精密アライメントが完了すると、自動的に測定開始のトリガ信号を発生し、検査部2の測定光学系20によって被検眼の測定を開始する。例えば、検査部2は被検眼の眼屈折力の測定を行う(S110)。

[0074] 次いで、制御部70は、S101において取得された左右の瞳孔の位置のうち、未測定の左眼の瞳孔EPLに対応する位置に基づいて駆動部4の駆動を制御し、粗アライメントを行う(S111)。

[0075] その後、制御部70は、測定済みの被検眼に対して行った方法と同様に精密アライメントを行い(S112)、アライメントが完了したら自動的にトリガ信号を発生して測定(S113)を行う。

[0076] (2) 顔画像に対して指定位置が入力された場合

次に、顔画像1fに対して指定位置が入力された場合の動作を、被検眼の位置検出が正常にできた場合(指定位置が入力されなかった場合)の動作との相違を中心に説明する。

[0077] 制御部70は、顔撮影部3によって撮影された顔画像1fを解析することで、左右眼の瞳孔位置の検出を開始する(S101)。ここで、被検者のマスカラやまつ毛、眼瞼下垂などによって、被検眼の位置が誤検知される場合があり、このため顔画像解析による瞳孔検出が失敗すること(すなわち、取

得エラーとなること)がある。なお、被検眼の位置が誤検知される場合には、被検眼の位置が検出されない場合も含まれる。このとき、制御部70は、所定の時間内に顔画像解析による瞳孔検出に成功したかを判定する(S103)。また、所定の時間内に瞳孔の位置が取得されなければ(タイムアウト)、制御部70は、瞳孔検出に失敗した(取得エラー)と判定する。

[0078] 瞳孔検出に失敗した場合(S103:No)、制御部70はエラー処理を行う(S106)。本実施例において、例えば、制御部70は、エラー処理として、被検眼の位置(瞳孔位置)が検出不良の旨をディスプレイ7に表示すると共に、操作部8によって被検眼に対応する位置の指定が必要な旨を報知する。例えば、制御部70は、図8に示すように、ディスプレイ7に表示された顔画像上の瞳孔をタッチする旨のメッセージ201を表示する(図8参照)。メッセージ201は、「OK」の表示201aがタッチされることで消され、ディスプレイ7への入力を受け付ける状態へ移行される。

[0079] ディスプレイ7に顔画像が表示されている状態で、検者によってディスプレイ7の画面がタッチされ、顔画像に対して位置が指定されると(S102)、制御部70は、検者がタッチした顔画像上の位置を瞳孔の位置として、S101の顔画像解析によって検出される瞳孔の位置の代わりに取得し、入力された指定位置を用いて駆動部4を制御することで粗アライメントを行う。

[0080] なお、ディスプレイ7に対するタッチは、顔画像上の瞳孔位置を指定する方法の一例であって、これに限定されず、例えば、マウスやボタンといった方法で顔画像上の瞳孔位置が指定されても良い。

[0081] ここで、例えば、図9に示すように、顔画像1fに対して被検者の右眼に対応する指定位置SP1と、左眼に対応する指定位置SP2と、の2つの指定位置が入力可能にされている場合、制御部70は、2つ目の指定位置が入力されるまで粗アライメントの開始を待つ。2つ目の指定位置が所定時間内に入力されないときは、制御部70は、2つ目の指定位置の入力を促すように、その旨のメッセージを表示してもよい。もちろん、このメッセージの表

示は、報知手段の一例であって、これに限定されず、音声やライトの点滅といった他の手段で検者に指定位置の入力の操作を促しても良い。

[0082] なお、検者が被検眼に対応する指定位置を入力するときのディスプレイ7上の顔画像1fの表示は、顔撮影部3で撮影されている動画であってもよいし、静止画であってもよい。

[0083] 例えば、動画上で顔画像1f上の位置が指定された場合、制御部70は、指定位置が入力された時点における顔画像1fの静止画をディスプレイ7に表示してもよい。例えば、制御部70は、検者が指定位置を入力するためにディスプレイ7をタッチしている間は、ディスプレイ7の表示を動画から静止画に一時的に切り替えてもよい。もちろん、静止画上の指定位置は検者の入力によって変更可能であってもよい。例えば、制御部70は、検者が静止画上の指定位置を変更している間は、顔画像に基づく瞳孔検出処理を停止してもよい。

[0084] 顔画像1fに対して被検眼に対応する指定位置が入力された場合、制御部70は、指定位置の座標を取得し、取得した座標に基づいて検査部2を移動させる方向を求め(S107)、駆動部4を制御して検査部2の粗アライメントを行う(S108)。以下、指定位置の入力に基づいて粗アライメントを行う方法について、図5のフローチャートを用いて説明する。

[0085] 制御部70は、ディスプレイ7に表示されている顔画像に対して所定の時間内に2カ所が指定された場合、指定された位置のそれぞれについてディスプレイ7に表示された顔画像1f上の座標を取得する(S201)。例えば、本実施例において、検者がディスプレイ7に表示された顔画像1f上の左右瞳孔の位置をタッチすることで、左右被検眼の瞳孔に対応する位置SP1及び位置SP2の座標がそれぞれ取得される(図9参照)。

[0086] なお、このとき検者がタッチした場所が分かるように、制御部70は、ディスプレイ7の表示を制御し、タッチされた位置SP1及び位置SP2に、視覚的に区別可能なマークを重畳して表示してもよい。また、制御部70は、検者がディスプレイ7に表示された顔画像1fにおける被検眼の左右を混

同しないように、顔画像 1 f の左側に被検者の右眼を示す右側表示 7 6 R と、顔画像 1 f の右側に被検者の左眼を示す左側表示 7 6 L と、の左右表示 7 6 を表示しても良い。また、制御部 7 0 は、検者が誤ってタッチをしてしまった場合に入力をやり直すことができるように、クリアボタン 7 8 を表示しても良い。例えば、クリアボタン 7 8 が押された場合、制御部 7 0 は入力されていた位置を破棄し、再度検者からの入力を受け付ける。またさらに、制御部 7 0 は、顔画像 1 f に対して指定位置が入力されたときの顔画像 1 f とその入力位置のマークを、記憶部 7 4 に記憶してもよい。その場合、制御部 7 0 は、その画像を呼び出してディスプレイ 7 に表示させることで、指定位置を確認可能にしてもよい。

[0087] また、制御部 7 0 は、検者によって左右同じ被検眼の位置が 2 回以上指定された場合、最後に入力された位置を指定位置として取得してもよい。その場合、制御部 7 0 は、左右同じ被検眼の位置が入力されたことを、後述の判定手段を用いて検知してもよい。

[0088] 次いで、制御部 7 0 は、2 カ所の指定位置について、それぞれどちらが左右の被検眼の位置に対応するのかを判別する (S 2 0 2)。例えば、制御部 7 0 は、2 カ所の指定位置の位置関係に基づいて被検眼の左右を判別する。すなわち、制御部 7 0 は、2 カ所の指定位置それぞれについてディスプレイ 7 上の座標を参照し、x 方向の位置を比較する。これによれば、制御部 7 0 は、2 カ所の指定位置の左右関係を求めることができる。例えば、左側の指定位置は右の被検眼に対応させ、右側の指定位置は左の被検眼に対応させることで、2 つの指定位置と左右の被検眼とを対応させることができる。また、2 カ所の指定位置に関する左右の判別は、顔画像 1 f に対する指定位置の位置関係に基づいて行ってもよい。すなわち、顔画像 1 f に対して左側の領域に存在する指定位置は右眼に対応し、右側の領域に存在する指定位置は左眼に対応するとして判別する。なお、左側の領域及び右側の領域は、例えば、実験的に予め定められる領域である。

[0089] 次いで、制御部 7 0 は、S 2 0 2 で行った左右判別結果に基づいて、2 カ

所の位置のうち、最初に測定を行うために予め定められた方に対応する指定位置を決定し、決定した方の被検眼に対応する位置の座標に基づいて、検査部2を移動させる方向を求める（S203）。粗アライメントのために検査部2を移動させる方向を定める方法としては、前述のS105の、顔画像の解析によって検出された瞳孔の位置である顔画像上の二次元の座標（ $x$ ， $y$ ）を、検者によって指定された指定位置の座標（ $x$ ， $y$ ）に置き換えればよい。

[0090] なお、本実施例において、左右の被検眼のうち、どちらの被検眼について最初に測定を行うかは、予め設定されており、記憶部74に記憶されている。また、最初に測定が行われる被検眼が予め定められている代わりに、S201で検者が指定した2カ所の位置のうち、先に指定された位置に対応する被検眼が最初に測定されても良い。その場合、制御部70は、左右の判別結果と測定結果の左右を対応させる。

[0091] 次いで、制御部70は、指定位置に基づいて駆動部4を制御し、求められた方向に検査部2を移動させることで、粗アライメントを行う（S108）。なお、粗アライメントにおいて、顔画像1fに対する指定位置に基づいて顎台11の位置が調整されてもよい。例えば、指定位置に対応する被検眼のY方向の位置が駆動部4による検査部2（光軸L1）の移動範囲外にある場合は、制御部70は、顎台駆動部12の駆動を制御し、顎台11をY方向に移動させることで、指定位置に対応する被検眼の位置が検査部2の移動範囲内に入るようにしてもよい。

[0092] 次いで、制御部70は、前述の顔画像の解析によって被検眼の位置が正常に検出された場合と同様に、前眼部像の解析によって、アライメント指標投影光学系50によって前眼部に投影されたアライメント指標が検出されるようになると、粗アライメントを行う制御から精密アライメントを行う制御に移行する。制御部70は、駆動部4の駆動を制御することで、前眼部像によるアライメント指標に基づく精密アライメントを行う（S109）。精密アライメントが完了すると、制御部70は被検眼に対して測定を行う（S11

0)。

[0093] その後、制御部70は左右被検眼のうち、未測定の被検眼に対して粗アライメントを行う(S111)。この場合、制御部70は、S107において取得された顔画像1fに対する指定位置の座標のうち、未測定のもう一方の被検眼に対応する座標(x, y)を用いて、検査部2を移動させる方向を決定する。そして、制御部70は求められた方向に検査部2を移動させることで、粗アライメントを行う(S111)。

[0094] その後、制御部70は、最初に測定を行った被検眼に対して行った方法と同様にして精密アライメント(S112)と、測定(S113)を行う。

[0095] 以上によれば、顔画像の解析による被検眼の位置検出が不良であった場合であっても、検者が手動アライメントする場合に比べ、検者の手間を軽減しつつ、スムーズな自動アライメントが行える。

[0096] <片眼検査>

次に、片眼検査(左右の被検眼のうち、一方の眼のみ検査)の場合の例を説明する。例えば、眼科装置1には、被検者の右眼および左眼を連続的に検査するための両眼検査モードと、左右の被検眼のうち、右眼のみ選択的に検査するための右眼検査モードと、左眼のみ検査する左眼検査モードと、を選択できる被検眼選択スイッチ(被検眼選択手段)が設けられている(図示を略す)。

[0097] ここで、右眼又は左眼の片眼検査が選択された場合、ディスプレイ7の画面に表示される顔画像においては、画面の左側に被検者の右眼が位置し、画面の右側に左眼が位置して表示され、被検者の左右眼は、検者から見て左右方向が逆になる。このため、片眼検査において、検者は被検眼の左右を間違えて認識し、誤った方の被検眼の位置を指定してしまうことがある。

[0098] そこで、制御部70は、検者に顔画像に対して選択された眼の方に指定位置を入力させるように誘導する。例えば、制御部70は、ディスプレイ7の表示を制御し、検者にタッチさせる方の眼が認識できるように誘導表示を行う。

[0099] 例えば、右眼が選択された場合、図10のように、制御部70は、ディスプレイ7上に表示される顔画像1fについて、顔画像の左右の中心から左側領域の輝度と、左右の中心から右側領域の輝度と、に差をつけて表示する。このような誘導表示により、顔画像の左側と右側のうち、輝度が高い方（強調されている方）に含まれている被検眼をタッチし、位置を指定するように誘導することが出来る。

[0100] また、誘導表示は、図10の例に限られない。例えば、図9における右側表示76Rと左側表示76Lに関し、被検眼選択スイッチによって選択された方の眼の表示を、他方に対して区別可能に表示されてもよい。例えば、制御部70は、選択された眼に対応する方を予め決められた色（例えば、オレンジ色）に変化させる。

[0101] <変容例>

上記の実施例では、指定位置（SP1，SP2）を用いた粗アライメントを行う例として、操作部8により指定位置（SP1，SP2）が入力されたときには、駆動部4の駆動を、顔画像の解析によって検出された被検眼の位置の検出結果に基づく制御から、指定位置に基づく制御に切替える例を説明したが、これに限られない。例えば、操作部8により指定位置が入力されたときには、指定位置（SP1，SP2）を基準にした所定領域内（AP1，AP2）で顔画像の解析による瞳孔位置の検出を行い、その所定領域内の解析によって検出された瞳孔位置（EPR，EPL）に基づいて駆動部4を駆動する制御であってもよい（図11参照）。この制御方法は、顔画像の解析による瞳孔の位置検出の不良のケースとして、誤った部位を瞳孔として検出された場合（例えば、髪の毛、鼻及び口を覆うマスクの影、顔の外側の背景の黒い部分、化粧による反射光のノイズ、黒子、眼帯、傷、眉毛、まつ毛、等によって瞳孔が誤検知される場合あり）に好適に適用される。また、この制御方法は、検者がディスプレイ7を指でタッチする場合において、検者の練度が低く、瞳孔の位置を精度よくタッチして指定できない場合においても好適に適用される。

- [0102] また、制御部 70 は、所定領域内 (A P 1, A P 2) 内で顔画像解析が行われた結果、被検眼が検出されなかった場合、指定位置 (S P 1, S P 2) に対してアライメントを行ってもよい。その場合、制御部 70 は、ディスプレイ 7 にメッセージを表示することで、被検眼が検出されなかったことと、指定位置 (S P 1, S P 2) に対してアライメントを行うことを検者に報知してもよい。
- [0103] なお、制御部 70 は、誤った部位を瞳孔として検出したことを検知するために、検出した部位の特徴 (例えば、周囲とのコントラストの差や、形状) に基づいて、信頼度を求めてもよい。例えば、信頼度とは、検出部位の特徴を評価する値である。例えば、制御部 70 は、信頼度があらかじめ定められた閾値より低い場合は、誤った部位を瞳孔として検出したと判定し、指定位置の入力を検者に要求してもよい。
- [0104] また、指定位置 (S P 1, S P 2) を用いた粗アライメントを行う制御は、次のように行われてもよい。すなわち、例えば、顔画像の解析による瞳孔の位置検出で誤った部位を瞳孔として検出された場合、図 12 に示すように、瞳孔と検出された複数の候補の領域 75 a、75 b、75 c、75 d、75 e、75 f 及び 75 g がディスプレイ 7 に表示される。検者は、この候補の領域 75 a - 75 g の表示を確認し、その中から瞳孔として特定するための領域の位置を、タッチすることで指定する。これにより、制御部 70 は、指定された指定位置の領域を瞳孔位置の検出対象に限定し、その解析によって検出された瞳孔位置に基づいて駆動部 4 を制御し、粗アライメントを行う。
- [0105] また、上記の実施例では、顔画像に対する指定位置の入力は、被検眼の位置の検出に失敗した場合 (取得エラーの場合) に行うものとしたが、これに限られない。例えば、顔画像に基づいた被検眼の位置の検出が長引くと、なかなか粗アライメントが行われず、検者は眼科装置 1 を操作せずに待機しているために、精密アライメントに移行するまでの時間が長く感じてしまう場合がある。このような場合でも自動アライメントが良好に行われるようにす

るために、制御部70は、顔画像に基づく被検眼の位置の検出を行っている間に、タッチパネル等による指定位置の入力を受け付けたときには、顔画像に基づく被検眼の位置検出に関わらず、指定位置の入力に基づいて粗アライメントを行ってもよい。

[0106] また、上記の実施例では、顔画像1fに対して検者が瞳孔位置として2カ所を指定した後に粗アライメントが行われるものとして説明したが、1つの指定位置が入力された後に粗アライメントが行われてもよい。あるいは、例えば、2つ目の指定位置が所定時間内に入力されない場合に、1つ目に入力された指定位置を用いた粗アライメントが開始されてもよい。その場合の制御について、図4及び図6のフローチャート図を用いて説明する。

[0107] 図4のフローチャートにおいて、S102でディスプレイ7の入力があった場合、制御部70は、S107で指定位置の座標を取得し、その結果を用いて検査部2を移動させる方向を求める。指定位置が1カ所の場合のS107の処理は、図6のフローチャートに示される。制御部70は、瞳孔位置として1カ所を指定する入力を所定の時間だけ受け付け、指定された位置の座標を取得する(S301)。なお、所定の時間内に入力が行われない場合、例えば、装置はタイムアウトする。タイムアウトした場合、例えば、制御部70は検者に対し、ディスプレイ7に表示された顔画像をタッチし、瞳孔位置を入力する旨を報知しても良い。

[0108] 次いで、制御部70は、指定された指定位置が、左右の被検眼のうちいずれに対応するかの判別を行う(S302)。判別方法の一例として、例えば、制御部70は、顔画像に対し、顔画像の左右の中心軸から左半分がタッチされた場合は右の被検眼の位置が指定されたと判別し、顔画像の左右の中心から右半分がタッチされた場合は左の被検眼の位置が指定されたと判別できる。なお、左右の中心は顔画像を分割する基準の一例であり、装置の構成によって異なってもよい。

[0109] 次いで、指定された顔画像上の座標(二次元の座標)(x, y)に基づいて、検査部2を移動させる方向を求め(S303)、粗アライメントを行う

(図4のS108)。この粗アライメントの方法については、前述した両被検眼の位置を指定し、そのうち一方に対して粗アライメントを行う場合と同様の方法で行うことができる。すなわち、顔画像の解析によって得られた座標(x, y)に基づくアライメント制御について、指定された顔画像上の座標(x, y)に置き換えることで、粗アライメントを行うことができる。

[0110] 次いで、制御部70は、前述した場合と同様にして精密アライメントを行い(S109)、アライメントされた方の被検眼の測定を行う(S110)。

[0111] 次いで、制御部70は、未測定の被検眼に対して粗アライメントを行う(S111)。入力された被検眼の位置が1カ所である場合、S302での左右判別結果に基づき、指定位置が入力された方の被検眼の測定を終えた後、指定位置が入力されていない方の被検眼を特定し、その被検眼の方向に検査部2を移動させて粗アライメントを行う。

[0112] 制御部70は、左右の被検眼はY方向にほぼ同じ高さにあるため、検査部2のY方向への移動を行わず、駆動部4を制御してX方向に移動させる。このとき、制御部70は、左右判別の結果に基づき、もう一方の眼が存在する方向に検査部2を移動させる。左右の被検眼の位置は被検者の顔の中心に対してほぼ左右均等である。このため、検査部2をX方向に移動させるべき移動量は、一方の被検眼を測定したときの基台5の基準位置(中心位置)に対する検査部2の移動量に基づいて取得できる。例えば、X方向における基台5の基準位置(中心位置)に対する検査部2の移動量は、駆動部4のX方向の駆動データから得ることができる。また、被検眼に対するZ方向の検査部2の位置も、左右の被検眼でほぼ同じとみなすことができるため、片方の測定時における検査部2のZ方向位置を利用できる。これらにより、制御部70は、もう片方の被検眼に対する粗アライメントを行い、前眼部撮影光学系60によって取得された前眼部像1aを解析し、アライメント指標が検出されるようになれば、その検出結果に基づいて精密アライメントを行う。そして、制御部70は、精密アライメントの完了後、自動的にトリガ信号を発して

測定光学系 20 による測定を実行する。制御部 70 は、両眼の測定結果が得られると、S302 の左右判別結果に対応させた左右別の測定結果を出力する。

[0113] 以上によれば、検者によって左右の被検眼のうち一方のみの位置が入力される場合においても、アライメントを良好に行うことができる。

[0114] なお、本実施例において、例えば、ディスプレイ 7 上に表示された顔画像 1 f を拡大及び縮小することができてもよい。例えば、検者がタッチパネルでピンチを行うことで、画像を拡大・縮小することができてもよい。例えばこの場合、検者は、顔画像を拡大・縮小させた量に基づいて、被検眼の Z 方向の位置を指定することができてもよい。

[0115] また、眼科装置 1 は、機械学習を用いることで、顔画像 1 f 上で指定された位置の情報に基づいて、次回以降の制御部 70 が顔画像 1 f から被検眼を検出する精度を上昇させる、という構成を備えていてもよい。その場合、制御部 70 は、顔画像上で指定された位置の座標、指定位置とその周囲のコントラストの差、といったパラメータを成功因子として取得する。例えば、得られた成功因子に基づいて、制御部 70 は次回以降の顔画像解析による被検眼の検出精度を上昇させる。

## 符号の説明

- [0116] 1 眼科装置  
2 検査部  
3 顔撮影部  
4 駆動部  
5 基台  
7 ディスプレイ  
8 操作部  
20 測定光学系  
70 制御部

## 請求の範囲

### [請求項1]

被検眼を検査する検査部を備える眼科装置において、  
被検眼に対して前記検査部を3次元的に相対移動させる駆動手段と、  
、  
左右の被検眼を含む顔画像を撮影するための第1撮影手段と、  
被検眼の前眼部像を撮影するための第2撮影手段と、  
前記顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得する位置取得ステップと、取得された被検眼の位置に基づいて被検眼が前記第2撮影手段の撮影範囲に含まれるように前記駆動手段を制御する第1駆動制御ステップと、前記第1駆動制御ステップの後に前記前眼部像に基づいて前記駆動手段を制御し、被検眼に対する前記検査部の相対位置を調整する第2駆動制御ステップと、を含む調整処理を実行する制御手段と、  
前記顔画像を解析することで被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を検出位置として取得する第1取得手段と、  
前記顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、前記入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する第2取得手段と、を備える眼科装置。

### [請求項2]

請求項1の眼科装置において、  
前記制御手段は、前記検出位置を利用した前記調整処理が開始されてから、前記指定位置の入力操作を受け付けた場合は、前記検出位置に関わらず、前記指定位置に基づいて前記第1駆動制御ステップを行うことを特徴とする眼科装置。

### [請求項3]

請求項1又は2の眼科装置において、  
前記第1撮影手段によって撮影された顔画像を表示する表示手段を備え、  
前記第2取得手段は、前記位置取得ステップにおいて、前記表示手段に表示された顔画像に対する被検眼の位置の入力操作に基づいて前

記指定位置を取得することを特徴とする眼科装置。

[請求項4]

請求項1～3の何れかの眼科装置において、

前記制御手段は、左眼および右眼を連続的に検査する場合に、左眼および右眼のそれぞれの位置を、左眼および右眼のうち最初に検査される片方の被検眼に対する前記調整処理での前記位置取得ステップにおいて一括して取得可能であり、

前記位置取得ステップにおいて、左眼および右眼のそれぞれの位置が一括して取得される場合は、それぞれの眼に対する前記入力操作が要求可能である、ことを特徴とする眼科装置。

[請求項5]

請求項4の眼科装置において、

前記制御手段は、前記片方の被検眼に対応する指定位置を用いた前記第1駆動制御ステップを予め定められた手順で行い、前記片方の被検眼の検査が終了した後、反対の眼に対応する指定位置を用いて前記第1駆動制御ステップを行うことを特徴とする眼科装置。

[請求項6]

請求項1～5の何れかの眼科装置において、

前記第2取得手段は、前記顔画像において入力操作によって指定された座標を基準とする前記顔画像の一部を解析対象として被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を前記指定位置として取得することを特徴とする眼科装置。

[請求項7]

請求項1～6の何れかの眼科装置において、

前記検出位置を利用した前記調整処理において、前記検出位置の取得エラーが生じた場合は、前記指定位置の入力操作を検者に対して要求するための報知を行う報知手段を備えることを特徴とする眼科装置。

[請求項8]

請求項1の眼科装置において、

前記入力操作により入力された指定位置が1つの場合は、前記第1撮影手段による撮影画像における右眼領域と左眼領域のいずれに指定位置が存在するかに基づいて被検眼の左右を判別する判別手段を備え

、  
前記制御手段は、

入力された指定位置に基づいて前記第1 駆動制御ステップを行った後に前記第2 駆動制御ステップに移行し、

左右片方の被検眼の検査の終了後に未検査の被検眼を検査するために、前記判別手段の判別結果に基づいて被検眼に対して前記検査部を相対移動させる左右を決定し、

決定した左右に基づいて未検査の被検眼に前記検査部が近づくように前記駆動手段を制御し、前記第2 駆動制御ステップに移行させることを特徴とする眼科装置。

[請求項9]

被検眼を検査する検査部を被検眼に対して3次元的に相対移動させる駆動手段と、左右の被検眼を含む顔画像を撮影するための第1 撮影手段と、被検眼の前眼部像を撮影するための第2 撮影手段と、を備える眼科装置において実行される制御プログラムであって、

眼科装置の制御部に実行されることで、

前記顔画像に基づいて特定される被検眼の位置を取得する位置取得ステップと、取得された被検眼の位置が前記第2 撮影手段によって撮影される前記前眼部像の撮影範囲に含まれるように前記駆動手段を制御する第1 駆動制御ステップと、前記第1 駆動制御ステップの後に前記前眼部像に基づいて前記駆動手段を制御し、被検眼に対する前記検査部の相対位置を調整する第2 駆動制御ステップと、を含む調整処理を実行する制御ステップと、

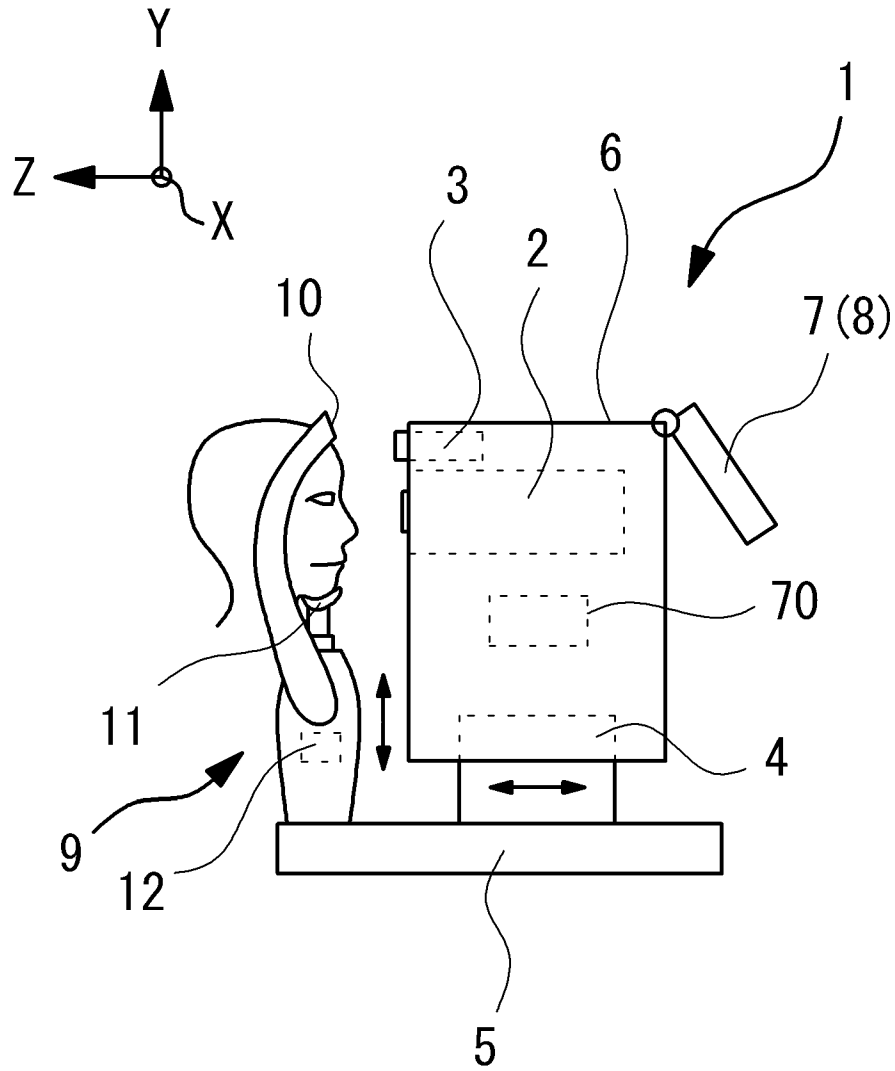
前記顔画像を解析することで被検眼の位置を検出し、検出により特定される被検眼の位置を検出位置として取得する第1 取得ステップと、

を眼科装置に実行させ、さらに、

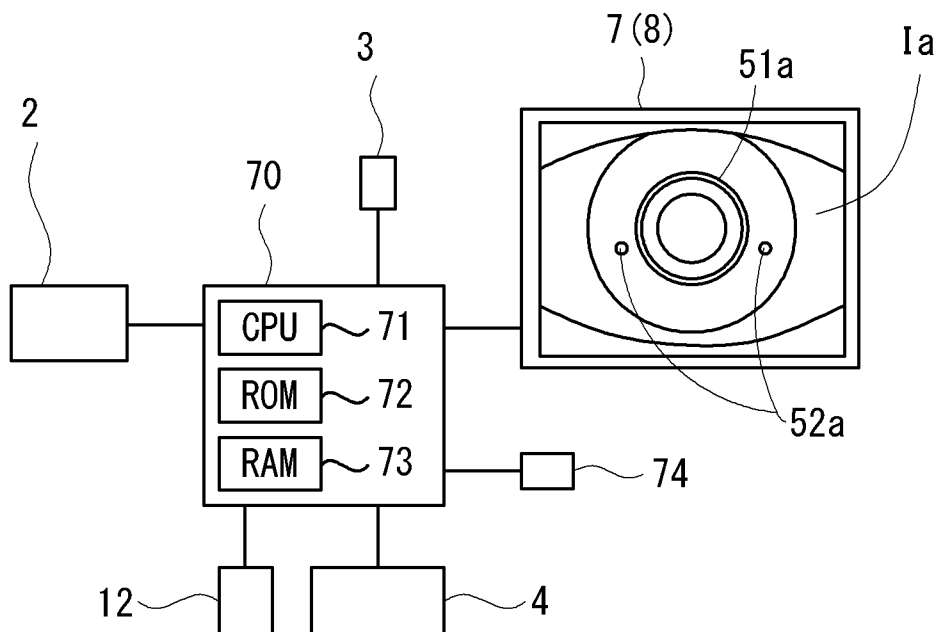
前記顔画像に対する被検眼の位置の入力操作を受け付け、前記入力操作に基づいて特定される被検眼の位置を指定位置として取得する第

2 取得ステップを、眼科装置に実行させることを特徴とする制御プログラム。

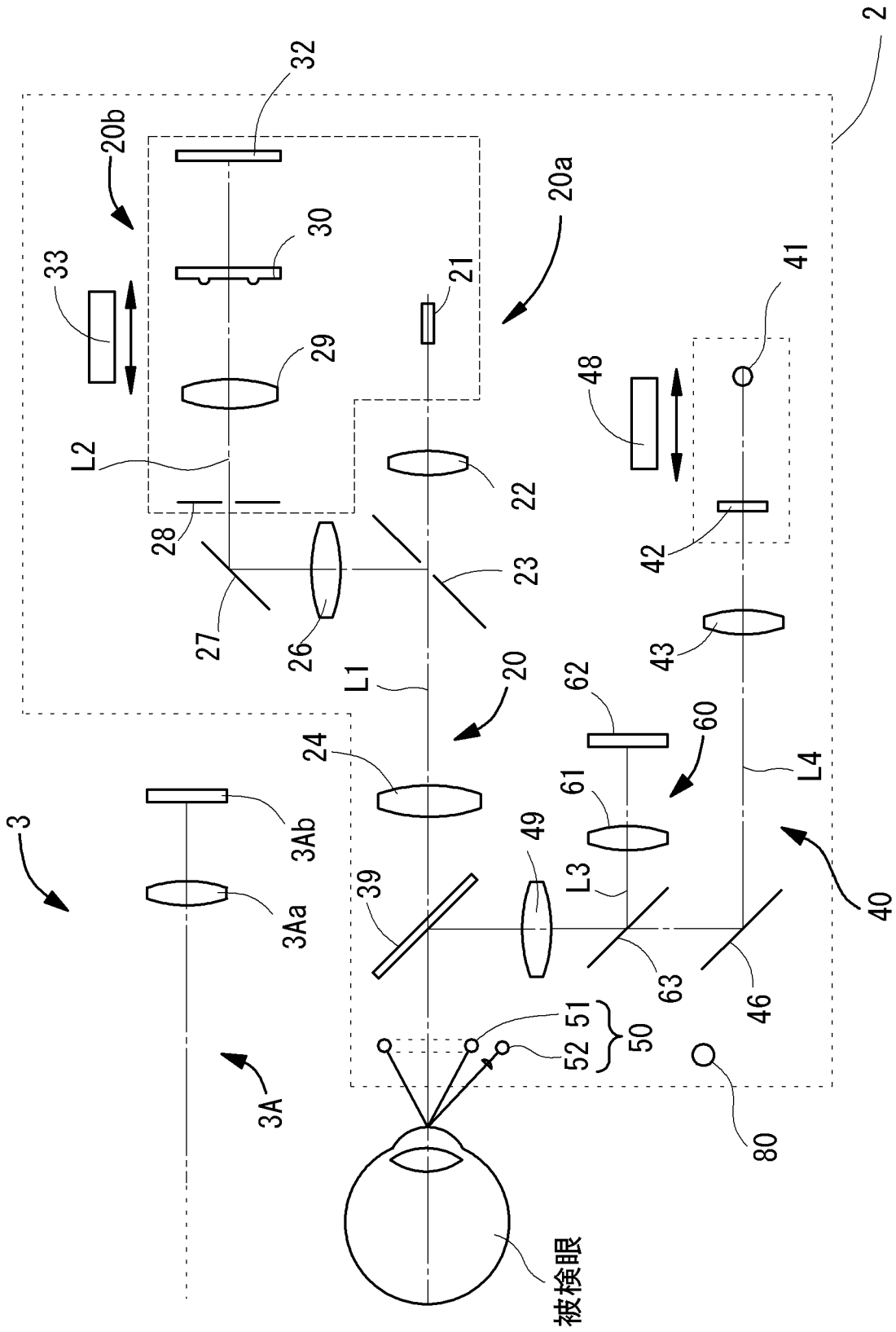
[図1]



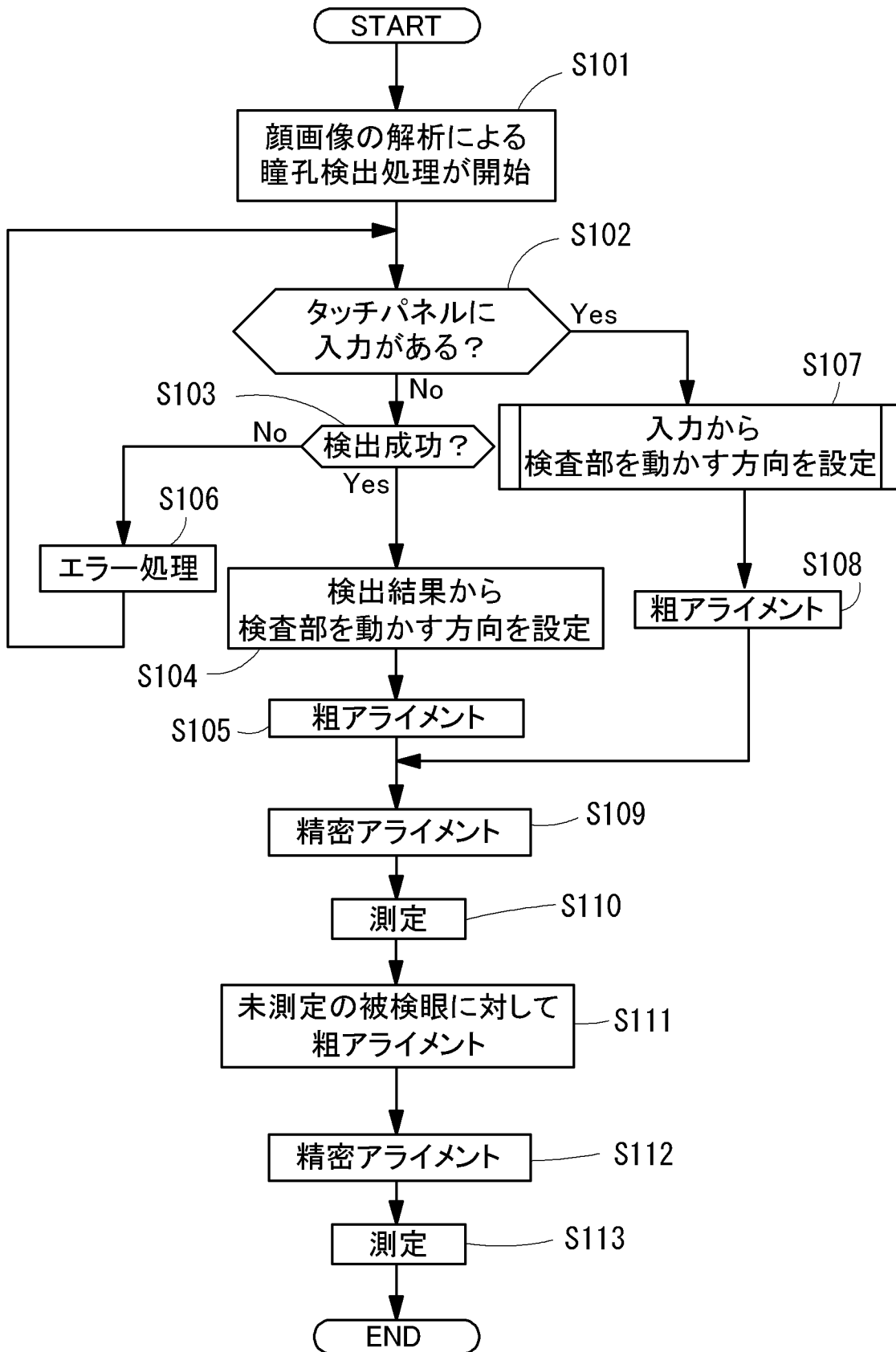
[図2]



[図3]

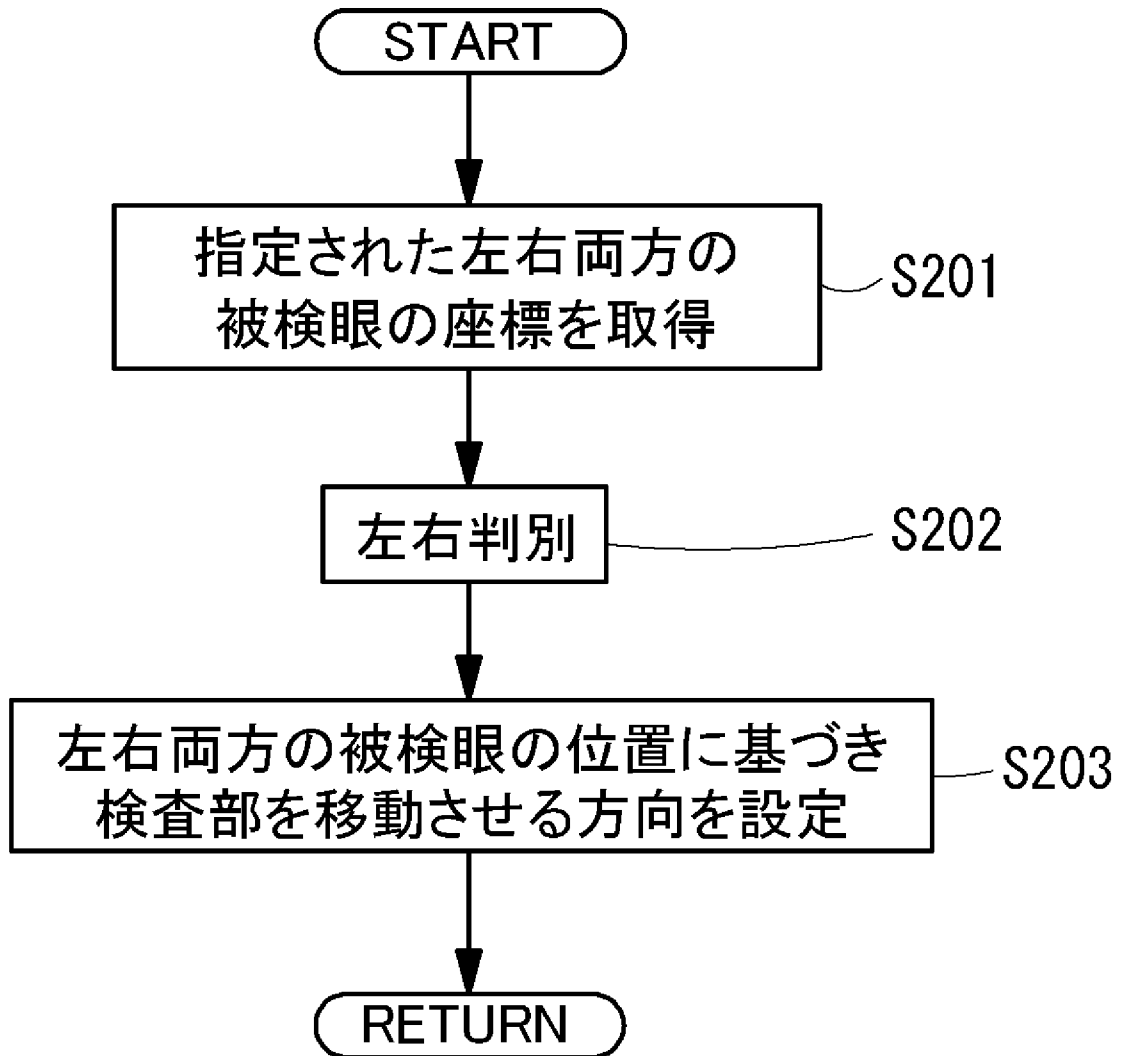


[図4]



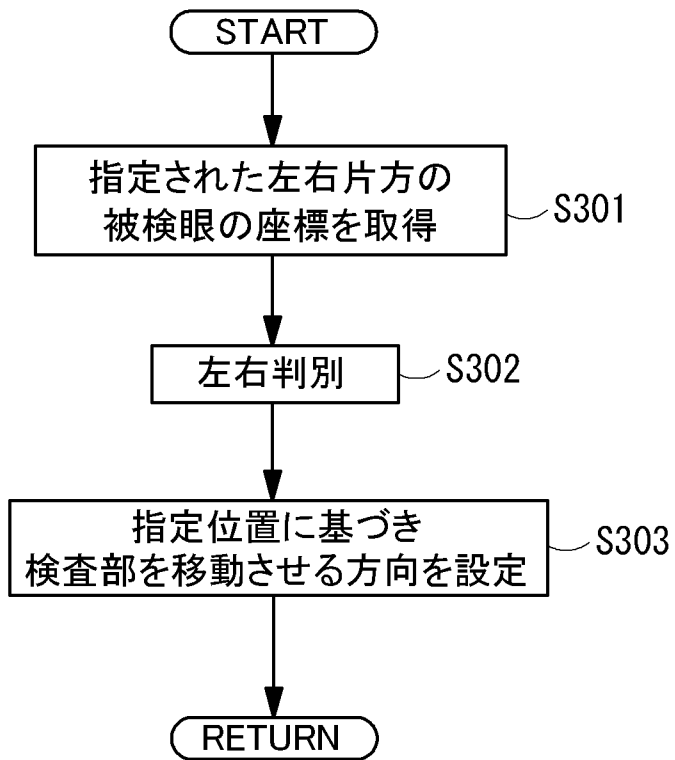
[図5]

〈 入力から  
検査部を動かす方向を設定 〉

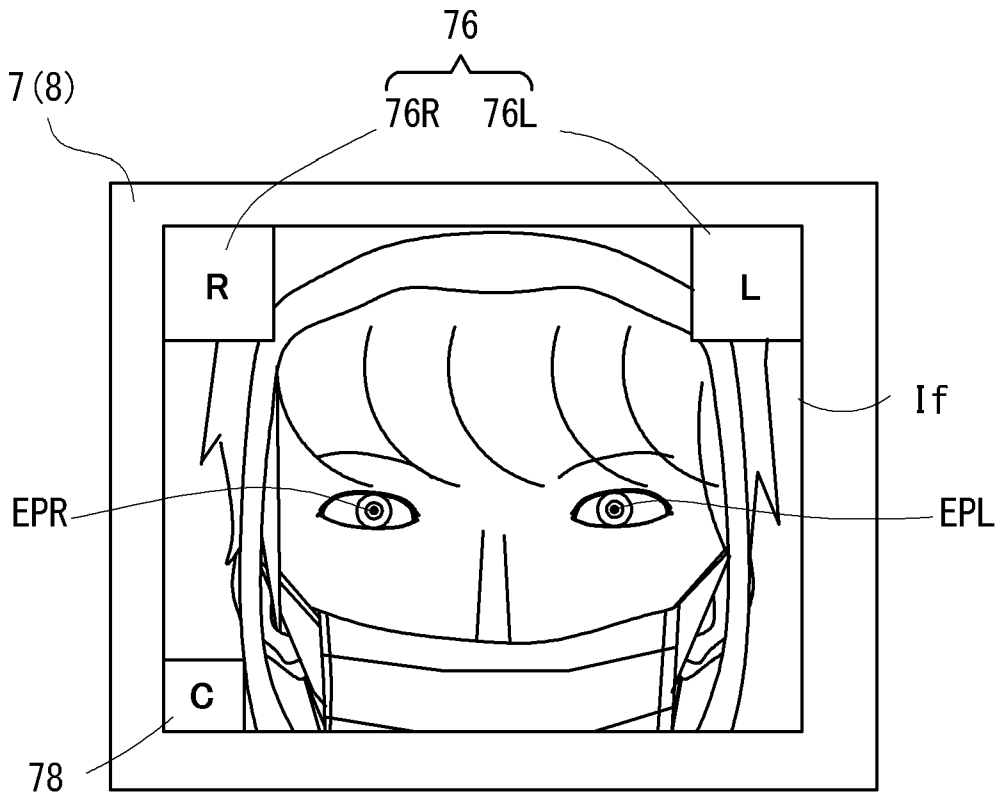


[図6]

〈 入力から  
検査部を動かす方向を設定 〉



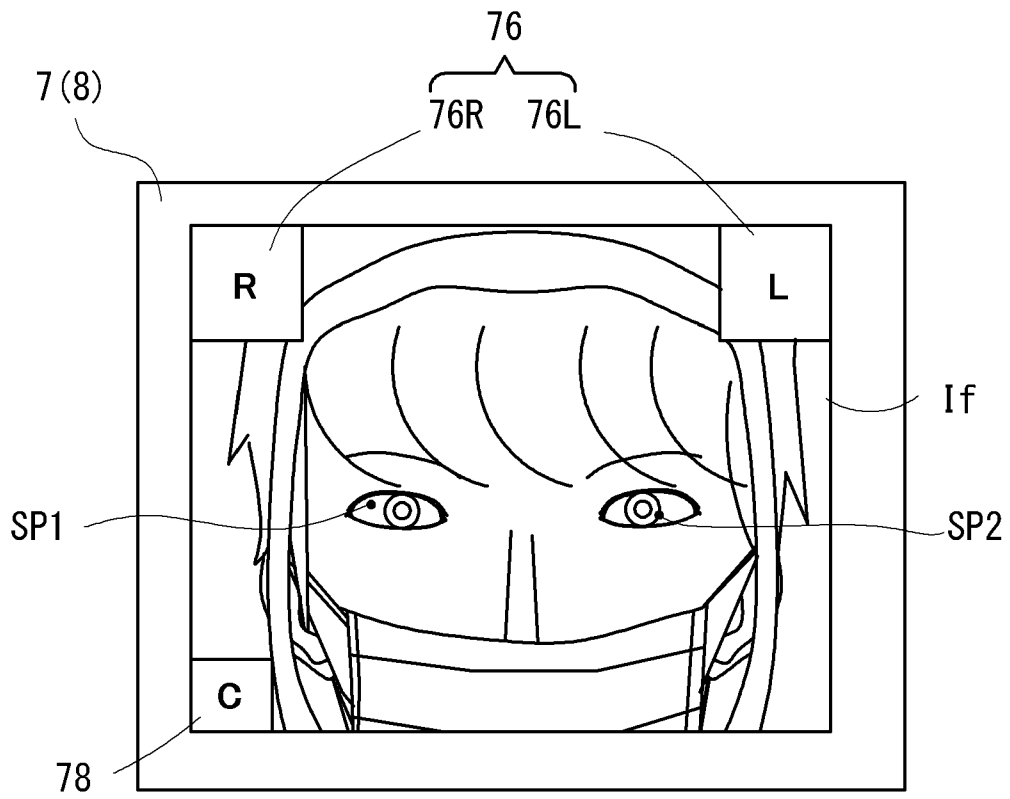
[図7]



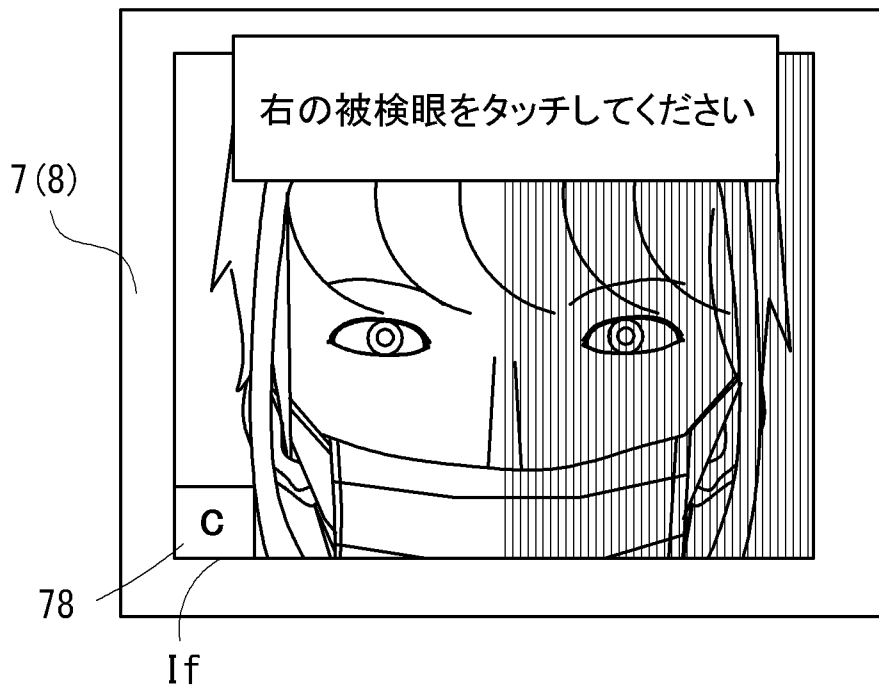
[図8]



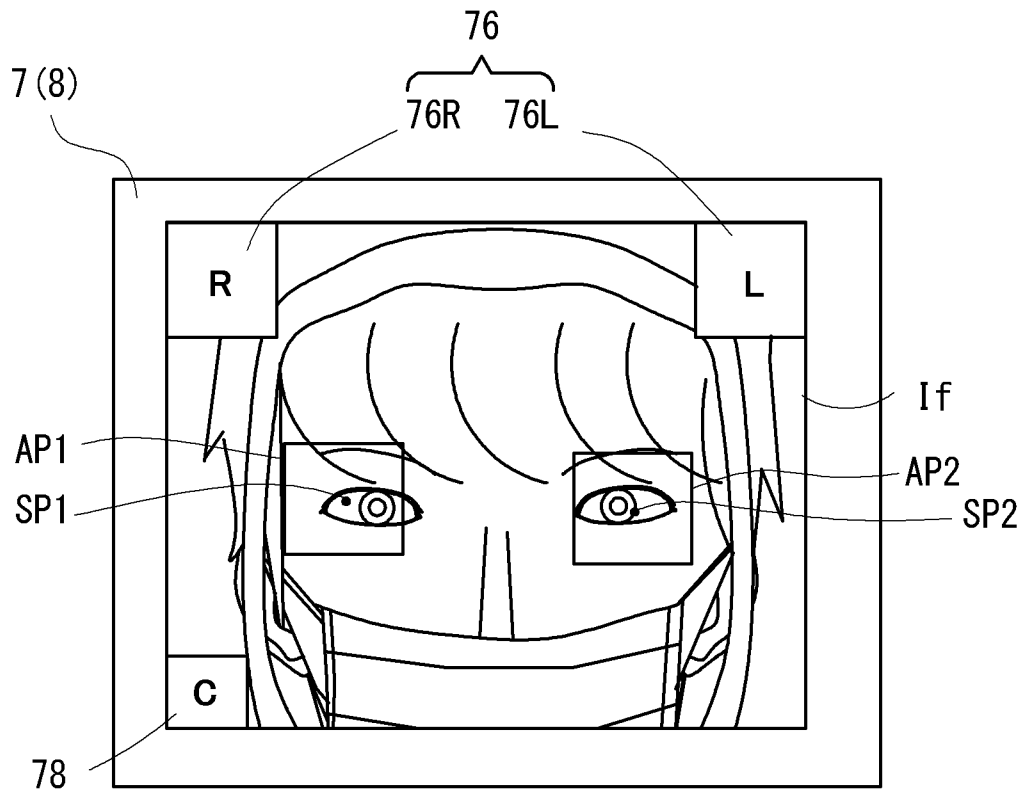
[図9]



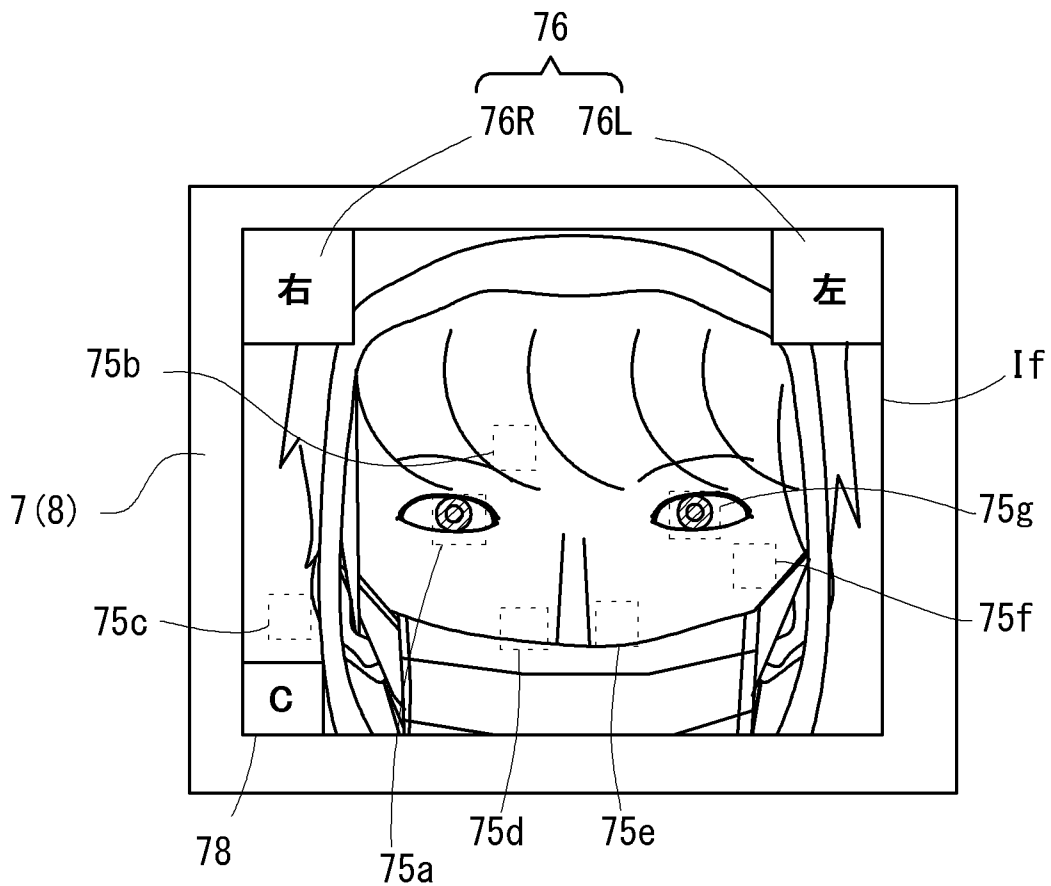
[図10]



[図11]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/044669

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
A61B 3/10(2006.01)i FI: A61B3/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B3/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/171058 A1 (NIDEK KK) 05 October 2017 (2017-10-05) paragraphs [0025], [0027]-[0028], [0042], [0045]-[0047], [0052], [0058], [0061], fig. 1, 4	1-3, 6-7, 9
Y	JP 2006-288610 A (TOMEY CORPORATION) 26 October 2006 (2006-10-26) abstract, paragraphs [0047]-[0048], [0051], fig. 23-24, 28	1-3, 6-7, 9
P, X	JP 2021-040793 A (TOPCON CORP) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraphs [0051], [0083]-[0094], [0103], [0129]-[0147], fig. 9, 12, 16-18	1, 3-5, 7, 9
A	JP 2020-156555 A (TOPCON CORP) 01 October 2020 (2020-10-01) abstract, paragraphs [0028]-[0029], [0093]-[0098], fig. 1-2, 7	1-9
A	JP 2015-064700 A (HOYA LENS THAILAND LTD) 09 April 2015 (2015-04-09) abstract, paragraphs [0012]-[0152], fig. 1-14	1-9
A	JP 2017-80151 A (CANON KK) 18 May 2017 (2017-05-18) paragraphs [0047]-[0048]	7
A	JP 10-216089 A (NIDEK KK) 18 August 1998 (1998-08-18) paragraph [0048]	8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>01 February 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 February 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2021/044669**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-15518 A (PANASONIC CORP) 22 January 2009 (2009-01-22) abstract, paragraph [0026]	8
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/044669**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2017/171058 A1	05 October 2017	(Family: none)	
JP 2006-288610 A	26 October 2006	(Family: none)	
JP 2021-040793 A	18 March 2021	(Family: none)	
JP 2020-156555 A	01 October 2020	(Family: none)	
JP 2015-064700 A	09 April 2015	(Family: none)	
JP 2017-80151 A	18 May 2017	(Family: none)	
JP 10-216089 A	18 August 1998	US 5909269 A column 8, lines 36-47	
JP 2009-15518 A	22 January 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 3/10(2006.01)i FI: A61B3/10		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A61B3/10 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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2017/171058 A1 (株式会社ニデック) 05.10.2017 (2017 - 10 - 05) 段落[0025], [0027]-[0028], [0042], [0045]-[0047], [0052], [0058], [0061], 図1, 4	1-3, 6-7, 9
Y	JP 2006-288610 A (株式会社トーマコーポレーション) 26.10.2006 (2006 - 10 - 26) 要約, 段落[0047]-[0048], [0051], 図23-24, 28	1-3, 6-7, 9
P, X	JP 2021-040793 A (株式会社トプコン) 18.03.2021 (2021 - 03 - 18) 段落[0051], [0083]-[0094], [0103], [0129]-[0147], 図9, 12, 16-18	1, 3-5, 7, 9
A	JP 2020-156555 A (株式会社トプコン) 01.10.2020 (2020 - 10 - 01) 要約, 段落[0028]-[0029], [0093]-[0098], 図1-2, 7	1-9
A	JP 2015-064700 A (ホヤ レンズ タイランド リミテッド) 09.04.2015 (2015 - 04 - 09) 要約, 段落[0012]-[0152], 図1-14	1-9
A	JP 2017-80151 A (キヤノン株式会社) 18.05.2017 (2017 - 05 - 18) 段落[0047]-[0048]	7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 01.02.2022	国際調査報告の発送日 15.02.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） ▲高▼原 悠佑 2Q 8358 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-216089 A (株式会社ニデック) 18.08.1998 (1998 - 08 - 18) 段落[0048]	8
A	JP 2009-15518 A (パナソニック株式会社) 22.01.2009 (2009 - 01 - 22) 要約, 段落[0026]	8

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2021/044669

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2017/171058 A1	05.10.2017	(ファミリーなし)	
JP 2006-288610 A	26.10.2006	(ファミリーなし)	
JP 2021-040793 A	18.03.2021	(ファミリーなし)	
JP 2020-156555 A	01.10.2020	(ファミリーなし)	
JP 2015-064700 A	09.04.2015	(ファミリーなし)	
JP 2017-80151 A	18.05.2017	(ファミリーなし)	
JP 10-216089 A	18.08.1998	US 5909269 A 第8欄第36-47行	
JP 2009-15518 A	22.01.2009	(ファミリーなし)	