

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月10日(10.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/179136 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 3/11 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044656

(22) 国際出願日: 2019年11月14日(14.11.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-041844 2019年3月7日(07.03.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社 J V C ケンウッド (JVCKENWOOD CORPORATION) [JP/JP];
〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町
3丁目12番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 林 孝 浩 (HAYASHI, Takahiro);
〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁

目12番地 株式会社 J V C ケンウッド 知的財産
部内 Kanagawa (JP). 小村田 美玖(KOMURATA,
Miku); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋
町3丁目12番地 株式会社 J V C ケンウッド
知的財産部内 Kanagawa (JP). 齋藤 敦(SAITO,
Atsushi); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区
守屋町3丁目12番地 株式会社 J V C ケン
ウッド 知的財産部内 Kanagawa (JP).

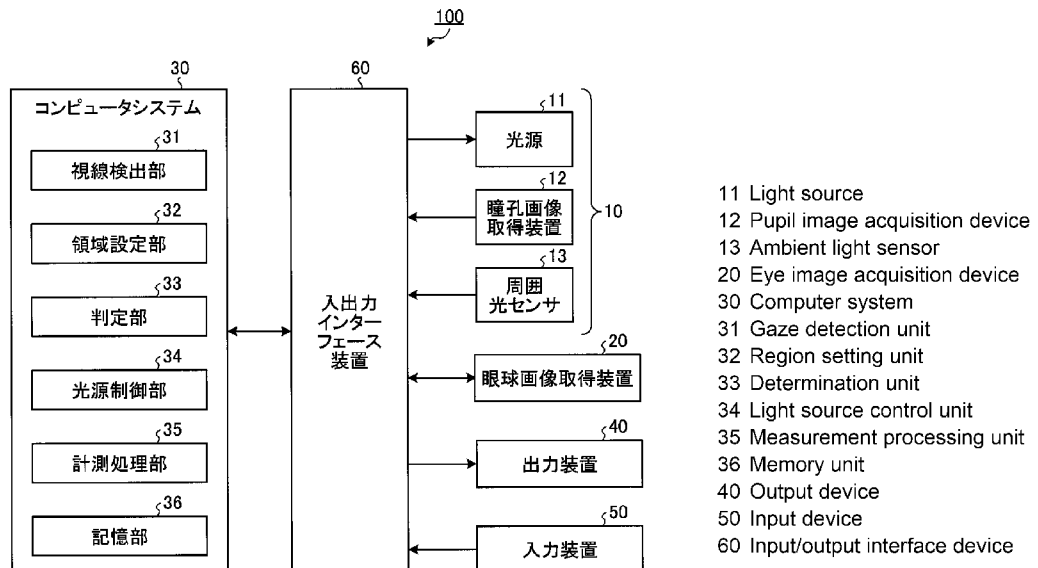
(74) 代理人: 特許業務法人 酒井国際特許
事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT
OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関3丁目8番1号 虎の門三井ビル
ディング Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: LIGHT REFLEX MEASUREMENT DEVICE, LIGHT REFLEX MEASUREMENT METHOD, AND LIGHT
REFLEX MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 対光反射計測装置、対光反射計測方法、及び対光反射計測プログラム

[図2]



(57) Abstract: This light reflex measurement device comprises: a light source emitting a light when a predetermined condition has been met; a pupil image acquisition device acquiring an image of the pupil of a test subject; a gaze detection unit detecting the gaze of the test subject; and a control unit causing the light to be emitted from the light source and measuring the pupil diameter of the test subject on the basis of the image acquired by the pupil image acquisition device, if the gaze of the test subject has been detected by the gaze detection unit as being turned toward a valid area.

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 対光反射計測装置は、所定の条件を満たした際に光を射出する光源と、被験者の瞳孔の画像を取得する瞳孔画像取得装置と、被験者の視線を検出する視線検出部と、視線検出部において被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に光源から光を射出させ、瞳孔画像取得装置で取得される画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測する制御部とを備える。

明 細 書

発明の名称：

対光反射計測装置、対光反射計測方法、及び対光反射計測プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、対光反射計測装置、対光反射計測方法、及び対光反射計測プログラムに関する。

背景技術

[0002] 被験者の瞳孔に光を照射して対光反射を生じさせ、瞳孔径を計測する対光反射計測装置が知られている（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 2 0 0 2 － 2 3 8 8 5 1 号公報

発明の概要

[0004] 特許文献 1 に記載の対光反射計測装置では、瞳孔に対して光強度を略均一となるように異なる方向から光を照射する形態である。しかしながら、被験者の視線は常に動いており、瞳孔径を精度よく検出することができなかった。

[0005] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであり、対光反射における瞳孔径を精度よく検出できる対光反射計測装置、対光反射計測方法、及び対光反射計測プログラムを提供することを目的とする。

[0006] 本開示に係る対光反射計測装置は、所定の条件を満たした際に光を射出する光源と、前記被験者の瞳孔の画像を取得する瞳孔画像取得装置と、前記被験者の視線を検出する視線検出部と、前記視線検出部において前記被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に前記光源から光を射出させ、前記瞳孔画像取得装置で取得される前記画像に基づいて前記被験者の瞳孔径を計測する制御部とを備える。

[0007] 本開示に係る対光反射計測方法は、被験者の視線を検出することと、前記

被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に光源から光を射出することと、前記被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した前記画像に基づいて前記被験者の瞳孔径を計測することを含む。

[0008] 本開示に係る対光反射計測プログラムは、被験者の視線を検出する処理と、前記被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に光源から光を射出させる処理と、前記被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した前記画像に基づいて前記被験者の瞳孔径を計測する処理とをコンピュータに実行させる。

[0009] 本開示によれば、対光反射における瞳孔径を精度よく検出できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本実施形態に係る対光反射計測装置の一例を模式的に示す図である。

[図2]図2は、対光反射計測装置の一例を示す機能ブロック図である。

[図3]図3は、光源の発光領域の一例を示す図である。

[図4]図4は、本実施形態に係る対光反射計測方法の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示に係る対光反射計測装置及び対光反射計測方法の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

[0012] 以下の説明においては、三次元グローバル座標系を設定して各部の位置関係について説明する。所定面の第1軸と平行な方向をX軸方向とし、第1軸と直交する所定面の第2軸と平行な方向をY軸方向とし、第1軸及び第2軸のそれぞれと直交する第3軸と平行な方向をZ軸方向とする。所定面はXY平面を含む。

[0013] [対光反射計測装置]

図1は、本実施形態に係る対光反射計測装置100の一例を模式的に示す

図である。本実施形態に係る対光反射計測装置１００は、被験者の瞳孔における対光反射を計測する。図１に示すように、対光反射計測装置１００は、瞳孔計測装置１０と、眼球画像取得装置２０と、コンピュータシステム（制御部）３０と、出力装置４０と、入力装置５０と、入出力インターフェース装置６０とを備える。瞳孔計測装置１０、眼球画像取得装置２０、コンピュータシステム３０、出力装置４０及び入力装置５０は、入出力インターフェース装置６０を介してデータ通信を行う。瞳孔計測装置１０及び眼球画像取得装置２０は、それぞれ不図示の駆動回路を有する。

[0014] 瞳孔計測装置１０は、光源１１と、瞳孔画像取得装置１２と、周囲光センサ１３とを有する。瞳孔計測装置１０は、被験者の瞳孔に対光反射を生じさせ、被験者の瞳孔径を計測する。光源１１は、被験者の瞳孔に対光反射を生じさせるための光を射出する。光源１１としては、例えばＬＥＤライト等の各種の発光装置を用いることができる。光源１１は、パルス状の光を射出することが可能である。瞳孔画像取得装置１２は、被験者の瞳孔を撮影し、当該瞳孔の画像を取得する。瞳孔画像取得装置１２としては、例えば可視光カメラ、赤外線カメラ等の各種の撮影装置が用いられる。周囲光センサ１３は、光源１１の周囲の明るさを検出する。周囲光センサ１３としては、例えば半導体素子を用いて形成された照度センサ等が挙げられる。

[0015] 眼球画像取得装置２０は、被験者の左右の眼球ＥＢの画像データを取得し、取得した画像データをコンピュータシステム３０に送信する。眼球画像取得装置２０は、撮影装置２１を有する。撮影装置２１は、被験者の左右の眼球ＥＢを撮影することで画像データを取得する。撮影装置２１は、被験者の視線を検出する方法に応じた各種カメラを有する。例えば被験者の瞳孔の位置と角膜反射像の位置とに基づいて視線を検出する方式の場合、撮影装置２１は、赤外線カメラを有し、例えば波長８５０〔nm〕の近赤外光を透過可能な光学系と、その近赤外光を受光可能な撮像素子とを有する。また、例えば被験者の目頭の位置と虹彩の位置とに基づいて視線を検出する方式の場合、撮影装置２１は、可視光カメラを有する。撮影装置２１は、フレーム同期

信号を出力する。フレーム同期信号の周期は、例えば20[msec]とすることができるが、これに限定されない。撮影装置21は、例えば第1カメラ21A及び第2カメラ21Bを有するステレオカメラの構成とすることができるが、これに限定されない。

[0016] また、例えば被験者の瞳孔の位置と角膜反射像の位置とに基づいて視線を検出する方式の場合、眼球画像取得装置20は、被験者の眼球EBを照明する照明装置22を有する。照明装置22は、LED(light emitting diode)光源を含み、例えば波長850[nm]の近赤外光を射出可能である。なお、例えば被験者の目頭の位置と虹彩の位置とに基づいて視線を検出する方式の場合、照明装置22は設けられなくてもよい。照明装置22は、撮影装置21のフレーム同期信号に同期するように検出光を射出する。照明装置22は、例えば第1光源22A及び第2光源22Bを有する構成とすることができるが、これに限定されない。

[0017] なお、上記の瞳孔画像取得装置12及び眼球画像取得装置20は、いずれか一方が他方の機能を兼ね備えた構成であってもよい。この場合、瞳孔画像取得装置12及び眼球画像取得装置20の他方の構成を省略することができる。

[0018] コンピュータシステム30は、対光反射計測装置100の動作を統括的に制御する。コンピュータシステム30は、本実施形態における制御部である。つまり、コンピュータシステム30は、後述する視線検出部31において被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に光源11から光を射出させ、瞳孔画像取得装置20で取得される画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測する制御部である。コンピュータシステム30は、演算処理装置30A及び記憶装置30Bを含む。演算処理装置30Aは、CPU(central processing unit)のようなマイクロプロセッサを含む。記憶装置30Bは、ROM(read only memory)及びRAM(random access memory)のようなメモリ又はストレージを含む。演算処理装置30Aは、記憶装置30Bに記憶されているコンピュータプログラム30Cに従って演算処理を

実施する。

[0019] 出力装置４０は、フラットパネルディスプレイのような表示装置を含む。
なお、出力装置４０は、印刷装置を含んでもよい。入力装置５０は、操作されることにより入力データを生成する。入力装置５０は、コンピュータシステム用のキーボード又はマウスを含む。なお、入力装置５０が表示装置である出力装置４０の表示部に設けられたタッチセンサを含んでもよい。

[0020] 図２は、対光反射計測装置１００の一例を示す機能ブロック図である。図２に示すように、コンピュータシステム３０は、視線検出部３１と、領域設定部３２と、判定部３３と、光源制御部３４と、計測処理部３５と、記憶部３６とを有する。コンピュータシステム３０の機能は、演算処理装置３０Ａ及び記憶装置３０Ｂ（図１参照）によって発揮される。なお、コンピュータシステム３０は、一部の機能が対光反射計測装置１００の外部に設けられてもよい。

[0021] 視線検出部３１は、被験者の視線を検出する。本実施形態において、視線検出部３１は、眼球画像取得装置２０によって取得される被験者の左右の眼球ＥＢの画像データに基づいて、三次元グローバル座標系で規定される被験者の視線ベクトルを検出する。視線検出部３１は、規定のサンプリング周期毎に被験者の視線ベクトルを検出する。このサンプリング周期は、例えば撮影装置２１から出力されるフレーム同期信号の周期（例えば２０〔ｍｓｅｃ〕毎）とすることができる。

[0022] 領域設定部３２は、光源１１の発光領域に対応した領域に有効エリアを設定する。領域設定部３２は、例えば光源１１の発光領域の内側に有効エリアを設定することができる。有効エリアは、例えば三次元グローバル座標系における面として設定される。有効エリアは、例えば基準位置を中心とした円形の平面状に設定可能であるが、この形状に限定されず、円形とは異なる形状であってもよいし、平面とは異なる形状であってもよい。領域設定部３２は、光源１１の発光領域の外側に有効エリアを設定してもよい。この場合、領域設定部３２は、例えば光源１１の近傍に有効エリアを設定することがで

きる。有効エリアは、光源の近傍にあってもよい。

[0023] 判定部 33 は、領域設定部 32 によって有効エリアが設定される場合に、視線ベクトルが有効エリアに向けられているか否かを判定し、判定データを出力する。つまり、判定部 33 は、視線ベクトルが有効エリアとして規定される平面と交わるか否かを判定する。判定部 33 は、規定の判定周期毎に視線ベクトルが有効エリアに向けられているか否かを判定する。判定周期としては、例えば撮影装置 21 から出力されるフレーム同期信号の周期（例えば 20 [msec] 毎）と同一の周期とすることができる。この場合、判定部 33 の判定周期は、視線検出部 31 のサンプリング周期と同一である。

[0024] 光源制御部 34 は、光源 11 における発光動作を制御する。光源制御部 34 は、判定部 33 の判定データに基づいて、光源 11 における発光開始のタイミングを制御する。光源制御部 34 は、判定部 33 において視線ベクトルが有効エリアに向けられていると判定された場合、光源 11 における発光動作を開始する。光源制御部 34 は、発光動作において、光源 11 から発する光の光量及び発光時間の少なくとも一方を制御する。光量の制御では、例えば光源のパワーを制御する方法や、発光タイミングをパルスで制御する方法などがある。この場合、光源制御部 34 は、周囲光センサ 13 の検出結果に基づいて、光量を制御可能である。

[0025] 計測処理部 35 は、瞳孔計測装置 10 の瞳孔画像取得装置 12 の取得結果に基づいて、被験者の瞳孔径を算出する。また、計測処理部 35 は、キャリブレーションを行う。キャリブレーションは、瞳孔径の算出のため、キャリブレーション情報を取得する処理である。キャリブレーション情報は、過去の対光反射の計測情報であり、光源 11 から光を射出する際の光量及び発光時間の少なくとも一方の適正值を含む。本実施形態において、キャリブレーション情報は、被験者の過去の対光反射計測において有効な結果が計測された場合の光量及び発光時間の少なくとも一方を含む。

[0026] 記憶部 36 は、光源 11 から光を射出する際の光量及び発光時間に関するデータを計測情報として記憶する。この光量及び発光時間のデータは、初期

設定値、最大値、及びキャリブレーション情報としての値を含む。初期設定値及び最大値は、オペレータによって設定される値である。

[0027] また、記憶部 36 は、被験者の視線を検出する処理と、被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に、被験者の瞳孔に対光反射を生じさせるための光を光源から射出させる処理と、被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測する処理とをコンピュータに実行させる対光反射計測プログラムを記憶する。

[0028] [対光反射計測方法]

次に、本実施形態に係る対光反射計測方法について説明する。本実施形態に係る対光反射計測方法では、上記の対光反射計測装置 100 を用いることにより、被験者の対光反射機能を計測する。

[0029] 図 3 は、光源 11 の発光領域 11a の一例を示す図である。発光領域 11a は、被験者に対光反射を生じさせるための光を射出する。発光領域 11a は、例えば円形状であるが、これに限定されず、矩形、三角形等、他の形状であってもよい。また、発光領域 11a は、例えば平面状であるが、これに限定されず、曲面であってもよいし、凹部及び凸部の少なくとも一方が形成されてもよい。

[0030] 発光領域 11a には、領域設定部 32 により有効エリア X0 が設定される。有効エリア X0 は、例えば光源 11 の発光領域 11a の内側に設定される。有効エリア X0 は、三次元グローバル座標系における面として設定される。有効エリア X0 は、例えば基準位置を中心とする円形の平面状の領域である。領域設定部 32 は、有効エリア X0 の基準位置が発光領域 11a の中心に一致するように有効エリア X0 を設定することができる。発光領域 11a に凹部又は凸部が形成される場合、有効エリア X0 は、凹部又は凸部を含む形状の面であってもよい。領域設定部 32 は、例えばオペレータが入力装置 50 等により基準位置の座標と有効エリアの径とを入力することにより、入力結果に基づいて有効エリア X0 を設定することができる。領域設定部 32 は、光源 11 の発光領域の外側に有効エリア X0 を設定してもよい。この場

合、領域設定部 32 は、例えば光源 11 の近傍に有効エリア X0 を設定することができる。

[0031] 視線検出部 31 は、規定のサンプリング周期（例えば 20 [msec]）毎に、被験者の視線ベクトル E を検出する。判定部 33 は、被験者の視線ベクトル E が検出された場合、視線ベクトル E と有効エリア X0 との交点 X が存在するかを判定し、判定データを出力する。したがって、判定部 33 は、上記のサンプリング周期と同一の判定周期毎に判定データを出力する。

[0032] 光源制御部 34 は、判定部 33 において交点 X が存在すると判定された場合、光源 11 から光を射出させる。この場合、被験者が光源 11 の発光領域 11a を見た状態であると推定できる。したがって、この状態で光源 11 から光を射出することにより、被験者の瞳孔に対して効率的に刺激を与えることができる。

[0033] 計測処理部 35 は、瞳孔画像取得装置 12 の取得結果に基づいて、被験者の瞳孔径を算出する。また、計測処理部 35 は、キャリブレーションを行う。キャリブレーションは、瞳孔径の算出のため、キャリブレーション情報を取得する処理である。キャリブレーション情報は、光源 11 から光を射出する際の光量及び発光時間の少なくとも一方の適正值を含む。本実施形態において、キャリブレーション情報は、被験者の過去の対光反射計測において有効な結果が計測された場合の光量及び発光時間の少なくとも一方と周囲光センサ 13 の検出結果とを含む。

[0034] 図 4 は、本実施形態に係る対光反射計測方法の一例を示すフローチャートである。図 4 に示すように、本実施形態に係る対光反射計測方法では、まず、有効エリア X0 を設定し（ステップ S101）、光源 11 における発光時間及び光量の初期値（Y0、L0）及び最大値（Ymax、Lmax）をそれぞれ設定する（ステップ S102、S103、S104）。また、対光反射における有効縮瞳率 R0 を設定する（ステップ S105）。有効縮瞳率 R0 は、対光反射により瞳孔が変化する割合（縮瞳率）の閾値である。

[0035] 次に、計測処理部 35 は、キャリブレーションの要求の有無を判定する（

ステップS106)。例えば、入力装置50によりキャリブレーションの要求が入力される場合や、記憶部36に当該被験者についての過去の測定情報又はキャリブレーション情報が存在しない場合、計測処理部35は、要求有りと判定する。キャリブレーションの要求が無い場合（ステップS106のNo）、記憶部36に記憶された過去の測定情報に基づいて、発光時間及び光量の各値（Y1、L1）を設定する（ステップS107）。その後、後述するステップS112以降の処理を行う。

[0036] ステップS106においてキャリブレーションの要求がある場合（ステップS106のYes）、計測処理部35は、キャリブレーションを行う。計測処理部35は、当該キャリブレーションが初回か否かを判定する（ステップS108）。計測処理部35は、記憶部36に当該被験者についての過去のキャリブレーション情報が存在しない場合、初回であると判定する。また、計測処理部35は、記憶部36に当該被験者についての過去の測定情報又はキャリブレーション情報が存在する場合、初回ではないと判定する。

[0037] ステップS108において初回であると判定された場合（ステップS108のYes）、光源制御部34は、光源11の発光時間及び光量として、ステップS102、S103にて設定した発光時間及び光量の初期値（Y0、L0）を設定する（ステップS109）。その後、後述するステップS112以降の処理を行う。

[0038] ステップS108において初回ではないと判定された場合（ステップS108のNo）、光源制御部34は、記憶部36に記憶された直前回のキャリブレーション情報を取得して（ステップS110）、キャリブレーション情報に基づいて発光時間及び光量の各値（Y2、L2）を設定する（ステップS111）。その後、後述するステップS112以降の処理を行う。

[0039] 光源11における発光時間及び光量が設定された後、計測処理部35は、瞳孔画像取得装置12における瞳孔画像の取得を開始する（ステップS112）。また、計測処理部35は、周囲光センサ13の検出結果である周囲光Aを取得し（ステップS113）、周囲光センサ13の検出結果に基づいて

光源 11 の光量を光量 L3 に調整する（ステップ S114）。ステップ S114 において、計測処理部 35 は、取得した周囲光 A の値と、キャリブレーション結果に保存されている周囲光 A0 の値とをもとに、例えば以下の計算式により調整値を算出する。ここでの L は、前の処理に基づいて、S107 の処理を行った場合は L1、S109 の処理を行った場合は L0、S111 の処理を行った場合は L2 の値を用いて光量を算出する。

$$L3 = K1 \cdot L \cdot \log(K2 \cdot (A/A0)) + K3$$

（ただし、K1、K2、K3 は、任意の係数）

そして、計測処理部 35 は、光量 L3 の値を設定する。

[0040] 視線検出部 31 は、眼球画像取得装置 20 における眼球画像の取得を開始し、眼球画像に基づいて、被験者の視線を検出する（ステップ S115）。判定部 33 は、検出した視線が有効エリア X0 に向けられているか（存在するか）否かを判定する（ステップ S116）。視線が有効エリア X0 に向けられていない（存在しない）と判定された場合（ステップ S116 の No）、ステップ S113 以降の動作を繰り返し行わせる。視線が有効エリア X0 に向けられている（存在する）と判定された場合（ステップ S116 の Yes）、光源制御部 34 は、上記において調整された光量（L3）となるように光源 11 から光を射出させる（ステップ S117）。また、光源制御部 34 は、光を射出した時点からの経過時間 Y を測定し（ステップ S118）、経過時間 Y が上記において設定された発光時間（Y0 又は Y2）に到達したか否かを判定する（ステップ S119）。ステップ S119 において経過時間 Y が発光時間の設定値（Y0 又は Y2）に到達した場合（ステップ S119 の Yes）、光源 11 からの発光を停止させる（ステップ S120）。ステップ S119 において経過時間 Y が発光時間の設定値（Y0 又は Y2）に到達しない場合（ステップ S119 の No）、光源制御部 34 は、ステップ S118 以降の動作を繰り返し行わせる。光源 11 からの発光を停止させた後、計測処理部 35 は、瞳孔画像取得装置 12 及び眼球画像取得装置 20 の動作を停止させる（ステップ S121）。なお、瞳孔画像取得装置 12 と眼

球画像取得装置 20 とが別個に設けられる場合、眼球画像取得装置 20 の動作については、ステップ S 1 1 7 が行われた後に停止させてもよい。

[0041] その後、計測処理部 35 は、瞳孔画像取得装置 12 によって得られた瞳孔の画像に基づいて、被験者の瞳孔径を算出する（ステップ S 1 2 2）。計測処理部 35 は、ステップ S 1 2 2 までの処理がキャリブレーションにおける処理であるか否かを判定する（ステップ S 1 2 3）。キャリブレーションにおける処理であると判定された場合（ステップ S 1 2 3 の Y e s）、求めた瞳孔径から縮瞳率 R_c を算出する（ステップ S 1 2 4）。縮瞳率は、光源 11 から光の射出が開始される直前の瞳孔径を最大値 R_{max} とし、発光が行われた後に最も小さくなった瞳孔径を最小値 R_{min} とした場合、

$$R_c = (R_{max} - R_{min}) / R_{max}$$

で表すことができる。

[0042] 計測処理部 35 は、算出した縮瞳率 R_c が有効縮瞳率 R_0 よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S 1 2 5）。縮瞳率 R_c が有効縮瞳率 R_0 よりも大きい場合（ステップ S 1 2 5 の Y e s）、対光反射計測時の光源 11 からの光の光量及び発光時間と、周囲光センサ 13 の検出結果とをキャリブレーション情報として記憶部 36 に記憶させる（ステップ S 1 2 6）。ステップ S 1 2 6 の後、又は、ステップ S 1 2 3 においてキャリブレーションにおける処理ではないと判定された場合（ステップ S 1 2 3 の N o）、計測処理部 35 は、それぞれ算出した縮瞳率 R_c の値を記憶部 36 に記憶させ（ステップ S 1 2 7）、処理を終了する。

[0043] また、ステップ S 1 2 5 において縮瞳率 R_c が有効縮瞳率 R_0 よりも小さい場合（ステップ S 1 2 5 の N o）、計測処理部 35 は、対光反射計測時の光源 11 からの光の光量及び発光時間が最大値 Y_{max} 、 L_{max} であるかな否かを判定する（ステップ S 1 2 8）。光量及び発光時間が最大値 Y_{max} 、 L_{max} である場合（ステップ S 1 2 8 の Y e s）、計測処理部 35 は、出力装置 40 等を介して光量及び発光時間が最大値に到達したことを示すアラートを出力して（ステップ S 1 2 9）、処理を終了する。光量及び発光時

間が最大値 Y_{max} 、 L_{max} ではない場合（ステップ S 1 2 8 の N o）、ステップ S 1 1 0 以降の動作を繰り返し行わせる。

[0044] 以上のように、本実施形態に係る対光反射計測装置 1 0 0 は、所定の条件を満たした際に光を射出する光源 1 1 と、被験者の瞳孔の画像を取得する瞳孔画像取得装置 1 2 と、被験者の視線を検出する視線検出部 3 1 と、視線検出部 3 1 において被験者の視線が有効エリア X 0 に向けられたことが検出された場合に光源 1 1 から光を射出させ、瞳孔画像取得装置 1 2 で取得される画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測する制御部とを備える。

[0045] 本実施形態に係る対光反射計測方法は、被験者の視線を検出することと、被験者の視線が有効エリア X 0 に向けられたことが検出された場合に光源 1 1 から光を射出すること、被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測することを含む。

[0046] 本実施形態に係る対光反射計測プログラムは、被験者の視線を検出する処理と、被験者の視線が有効エリア X 0 に向けられたことが検出された場合に光源 1 1 から光を射出させる処理と、被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した画像に基づいて被験者の瞳孔径を計測する処理とをコンピュータに実行させる。

[0047] 本実施形態によれば、被験者の視線が光源 1 1 に向けられているタイミングで光源 1 1 から光を射出することができるため、被験者の瞳孔に対して最適なタイミングで光を射出可能となる。これにより、対光反射を精度よく検出できる。

[0048] 本実施形態に係る対光反射計測装置 1 0 0 において、有効エリア X 0 は、光源 1 1 の発光領域 1 1 a に対応した領域に設定される。これにより、被験者の視線が発光領域 1 1 a に対応した領域に向けられるタイミングで発光領域 1 1 a から光が射出されるため、被験者の瞳孔に対して光をより適切なタイミングで照射することができる。

[0049] 本実施形態に係る対光反射計測装置 1 0 0 は、光源 1 1 から射出された光の光量及び発光時間を計測情報として記憶する記憶部 3 6 を備え、光源制御

部 3 4 は、記憶部 3 6 に記憶された過去の計測情報（キャリブレーション情報）に基づいて、光量及び発光時間の少なくとも一方を設定する。これにより、被験者の瞳孔に対してより適切な条件で光を照射することができる。

[0050] 本実施形態に係る対光反射計測装置 1 0 0 において、過去の計測情報（キャリブレーション情報）は、被験者の過去の対光反射計測において有効な結果が計測された場合の光量及び発光時間の少なくとも一方を含む。これにより、被験者固有の適切な条件で光を照射できるため、精度の高い計測結果を得ることができる。

[0051] 本実施形態に係る対光反射計測装置 1 0 0 において、光源 1 1 の周囲光を検出する周囲光センサ 1 3 を更に備え、光源制御部 3 4 は、過去の対光反射の計測情報（キャリブレーション情報）及び周囲光センサ 1 3 の検出結果に基づいて、光量及び発光時間の少なくとも一方を設定する。これにより、周囲光の影響を踏まえた条件で被験者の瞳孔に光を照射することができるため、精度の高い計測結果を得ることができる。

[0052] 本開示の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。例えば、光源 1 1 の発光領域 1 1 a に被験者の視線を誘導するためのディスプレイ等が設けられてもよい。

産業上の利用可能性

[0053] 本開示の対光反射計測装置、対光反射計測方法、及び対光反射計測プログラムは、例えば視線検出装置に利用することができる。

符号の説明

[0054] E…視線ベクトル、L 1 ～L 3…光量、E B…眼球、R O…有効縮瞳率、X O…有効エリア、X…交点、視線、Y…経過時間、R c…縮瞳率、1 0…瞳孔計測装置、1 1…光源、1 1 a…発光領域、1 2…瞳孔画像取得装置、1 3…周囲光センサ、2 0…眼球画像取得装置、2 1…撮影装置、2 1 A…第 1 カメラ、2 1 B…第 2 カメラ、2 2…照明装置、2 2 A…第 1 光源、2 2 B…第 2 光源、3 0…コンピュータシステム、制御部、3 0 A…演算処理

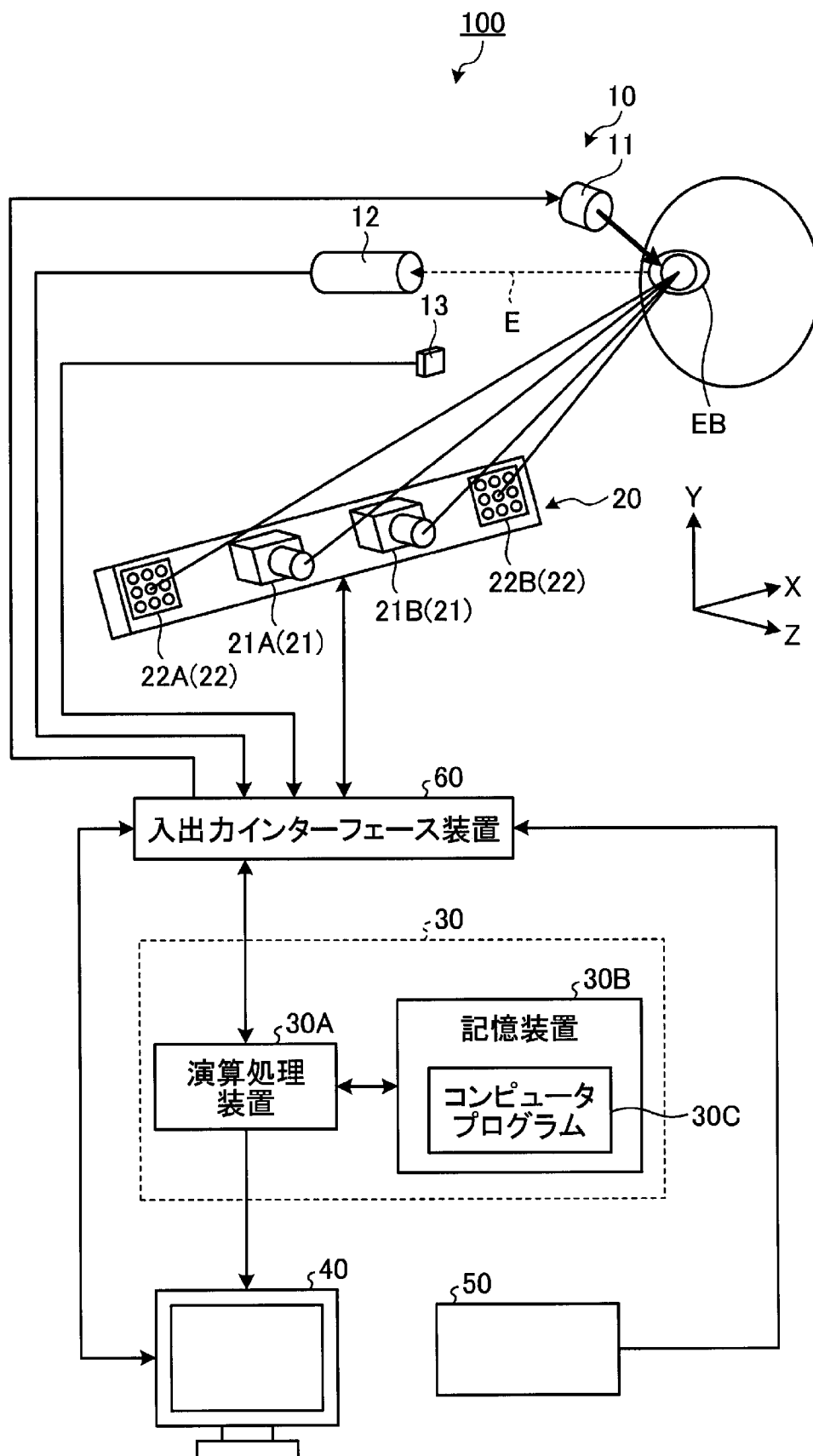
装置、30B…記憶装置、30C…コンピュータプログラム、31…視線検出部、32…領域設定部、33…判定部、34…光源制御部、35…計測処理部、36…記憶部、40…出力装置、50…入力装置、60…入出力インターフェース装置、100…対光反射計測装置

請求の範囲

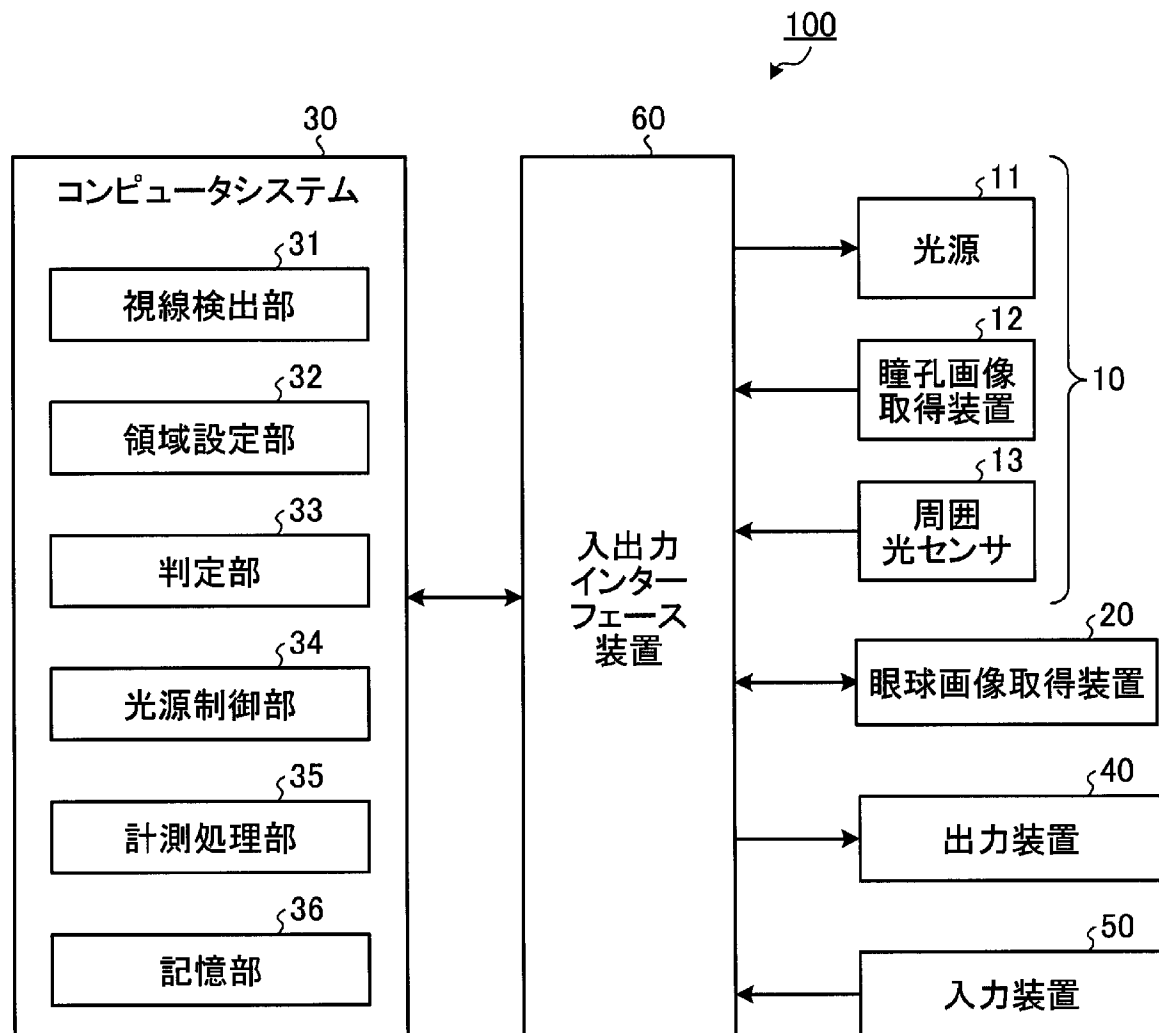
- [請求項1] 所定の条件を満たした際に光を射出する光源と、
前記被験者の瞳孔の画像を取得する瞳孔画像取得装置と、
前記被験者の視線を検出する視線検出部と、
前記視線検出部において前記被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に前記光源から光を射出させ、前記瞳孔画像取得装置で取得される前記画像に基づいて前記被験者の瞳孔径を計測する制御部と
を備える対光反射計測装置。
- [請求項2] 前記有効エリアは、前記光源の発光領域に対応した領域に設定される
請求項1に記載の対光反射計測装置。
- [請求項3] 前記光源から射出された光の光量及び発光時間を計測情報として記憶する記憶部を備え、
前記制御部は、記憶部に記憶された過去の計測情報に基づいて、光量及び発光時間の少なくとも一方を設定する
請求項1又は請求項2に記載の対光反射計測装置。
- [請求項4] 前記光源の周囲光を検出する周囲光センサを更に備え、
前記制御部は、前記過去の計測情報及び前記周囲光センサの検出結果に基づいて、前記光量及び前記発光時間の少なくとも一方を設定する
請求項3に記載の対光反射計測装置。
- [請求項5] 被験者の視線を検出することと、
前記被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合に光源から光を射出することと、
前記被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した前記画像に基づいて前記被験者の瞳孔径を計測することと
を含む対光反射計測方法。

[請求項6] 被験者の視線を検出する処理と、
 前記被験者の視線が有効エリアに向けられたことが検出された場合
 に光源から光を射出させる処理と、
 前記被験者の瞳孔の画像を取得し、取得した前記画像に基づいて前
 記被験者の瞳孔径を計測する処理と
 をコンピュータに実行させる対光反射計測プログラム。

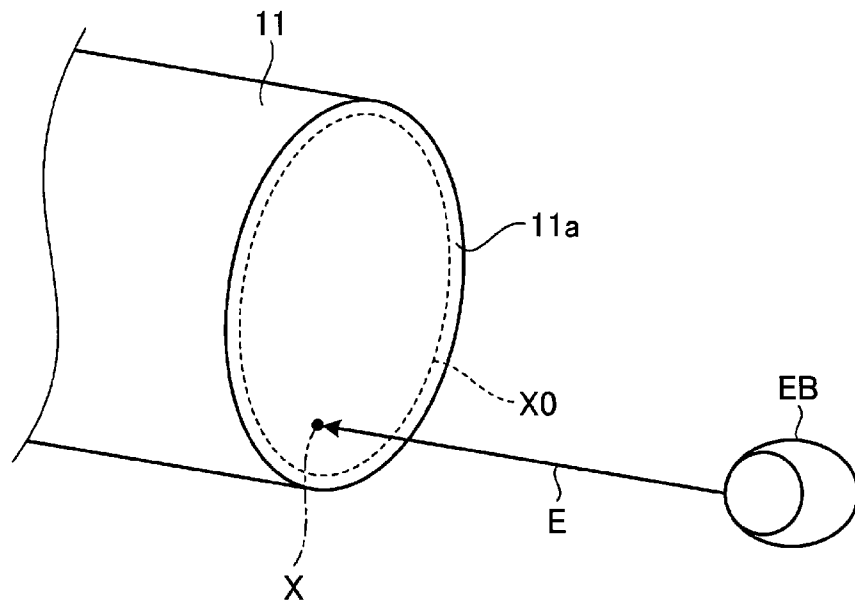
[図1]



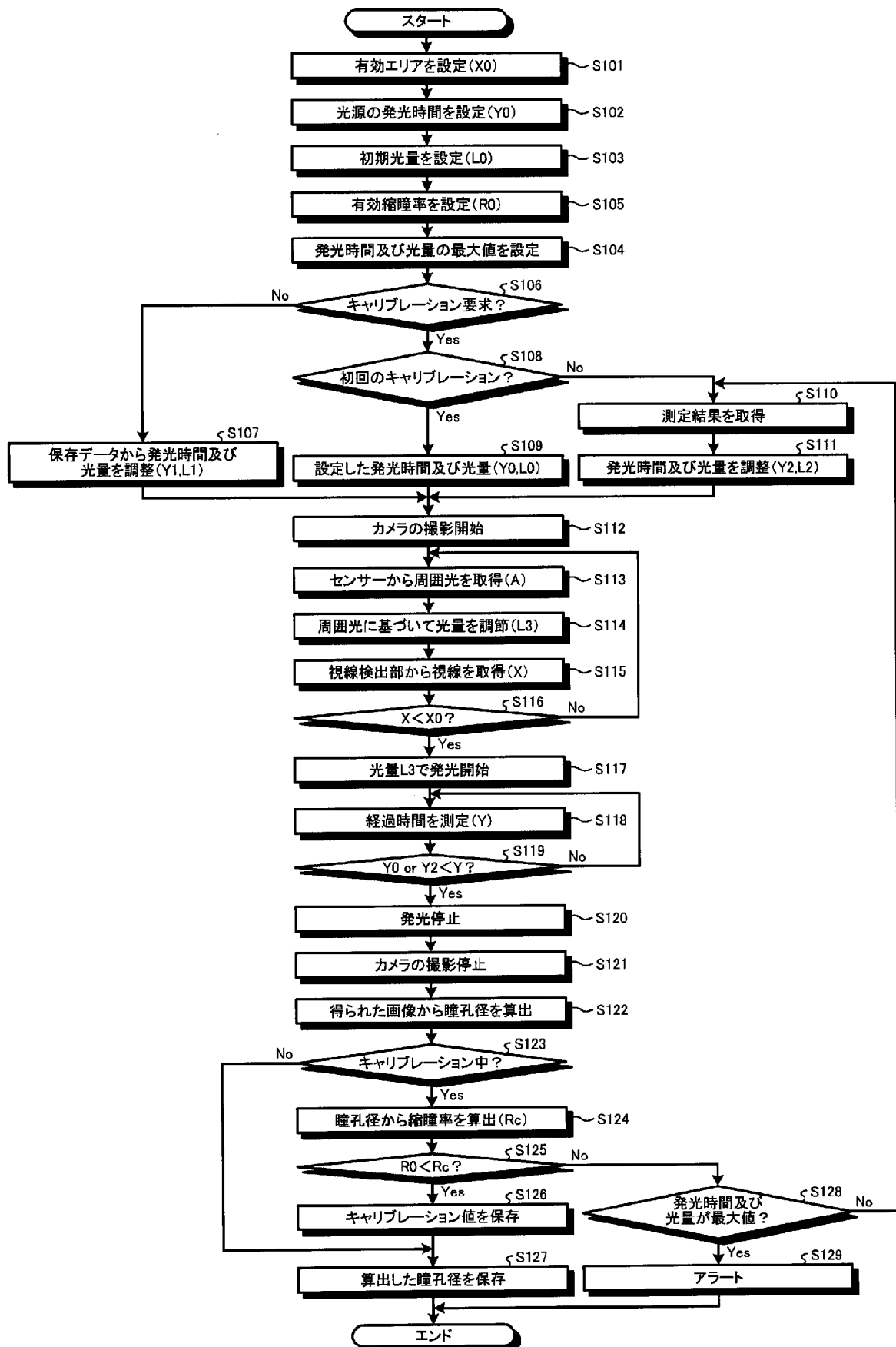
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. A61B3/11 (2006.01) i

FI: A61B3/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. A61B3/00-3/12, 3/13-3/16

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-22150 A (TOPCON CORP.) 08 February 2016, paragraphs [0012], [0027], [0145]-[0151]	1-6
Y	WO 2017/077676 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 11 May 2017, paragraphs [0023], [0024], [0047]-[0049], [0051], [0054], [0157]-[0160], [0248]	1-6
Y	JP 2015-502238 A (ICHECK HEALTH CONNECTION INC.) 22 January 2015, paragraph [0038]	3-4
Y	JP 2016-532517 A (OCUSPECTO OY) 20 October 2016, paragraph [0073]	4

☒ 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
14.01.2020

Date of mailing of the international search report
04.02.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044656

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-213062 A (TOPCON CORP.) 07 December 2017, paragraph [0060]	1-6
A	JP 2004-216118 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 05 August 2004, claims 1, 13-14, paragraphs [0041], [0042]	1-6
A	CN 106037626 A (WU, Yue) 26 October 2016, paragraph [0021]	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/044656

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-22150 A	08.02.2016	US 2017/0209044 A1 paragraphs [0037], [0052], [0170]-[0176] WO 2016/009739 A1	
WO 2017/077676 A1	11.05.2017	US 2018/0070819 A1 paragraphs [0087], [0088], [0111]- [0113], [0115], [0118], [0221]- [0224], [0313] CN 107427212 A	
JP 2015-502238 A	22.01.2015	US 2013/0155376 A1 paragraph [0078] WO 2013/096473 A1 EP 2793682 A1 KR 10-2014-0111298 A	
JP 2016-532517 A	20.10.2016	WO 2015/028721 A1 page 18, lines 26-31 US 2016/0220162 A1 EP 3041399 A1 CN 105682537 A	
JP 2017-213062 A	07.12.2017	(Family: none)	
JP 2004-216118 A	05.08.2004	(Family: none)	
CN 106037626 A	26.10.2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 3/11(2006.01)i FI: A61B3/11														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A61B3/00-3/12, 3/13-3/16 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 2016-22150 A（株式会社トプコン）08.02.2016（2016-02-08） [0012], [0027], [0145]-[0151]	1-6												
Y	WO 2017/077676 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）11.05.2017（2017-05-11） [0023]-[0024], [0047]-[0049], [0051], [0054], [0157]-[0160], [0248]	1-6												
Y	JP 2015-502238 A（アイチェックヘルス コネクション, インコーポレイテッド）22.01.2015（2015-01-22） [0038]	3-4												
Y	JP 2016-532517 A（オキユスペクト オサケ ユキチュア）20.10.2016（2016-10-20） [0073]	4												
A	JP 2017-213062 A（株式会社トプコン）07.12.2017（2017-12-07） [0060]	1-6												
A	JP 2004-216118 A（松下電工株式会社）05.08.2004（2004-08-05） 請求項1, 13-14, [0041]-[0042]	1-6												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 14.01.2020	国際調査報告の発送日 04.02.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 佐藤 秀樹 2Q 3154 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	CN 106037626 A (WU Yue) 26.10.2016 (2016 - 10 - 26) [0021]	1-6

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/JP2019/044656

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-22150	A	08.02.2016	US 2017/0209044 A1 [0037], [0052], [0170]- [0176] WO 2016/009739 A1	
WO	2017/077676	A1	11.05.2017	US 2018/0070819 A1 [0087]-[0088], [0111]- [0113], [0115], [0118], [0221]-[0224], [0313] CN 107427212 A	
JP	2015-502238	A	22.01.2015	US 2013/0155376 A1 [0078] WO 2013/096473 A1 EP 2793682 A1 KR 10-2014-0111298 A	
JP	2016-532517	A	20.10.2016	WO 2015/028721 A1 p.18, lines26-31 US 2016/0220162 A1 EP 3041399 A1 CN 105682537 A	
JP	2017-213062	A	07.12.2017	(ファミリーなし)	
JP	2004-216118	A	05.08.2004	(ファミリーなし)	
CN	106037626	A	26.10.2016	(ファミリーなし)	