

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7446898号
(P7446898)

(45)発行日 令和6年3月11日(2024.3.11)

(24)登録日 令和6年3月1日(2024.3.1)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 3 B	13/06 (2021.01)	G 0 3 B	13/06
H 0 4 N	23/50 (2023.01)	H 0 4 N	23/50
H 0 4 N	23/53 (2023.01)	H 0 4 N	23/53
G 0 3 B	7/00 (2021.01)	G 0 3 B	7/00

請求項の数 7 (全14頁)

(21)出願番号	特願2020-72109(P2020-72109)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和2年4月14日(2020.4.14)	(74)代理人	110002860 弁理士法人秀和特許事務所
(65)公開番号	特開2021-170045(P2021-170045 A)	(72)発明者	山本 英明 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 内
(43)公開日	令和3年10月28日(2021.10.28)	審査官	三宅 克馬
審査請求日	令和5年4月6日(2023.4.6)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

接眼部に対する接眼を検知する接眼検知と、ユーザーの視線を検出する視線検出とを実行可能な電子機器であって、

前記接眼検知のために発光する第1光源と、

前記視線検出のために発光する第2光源と、

前記接眼検知のために受光する接眼検知センサーと、

前記視線検出のために受光する視線検出センサーと

を有し、

前記第1光源が発する光のピーク波長である第1波長は、前記第2光源が発する光のピーク波長である第2波長と異なる

ことを特徴とする電子機器。

【請求項2】

前記第1波長は、前記第2波長よりも短波長側の波長である

ことを特徴とする請求項1に記載の電子機器。

【請求項3】

前記第1光源が発する光の前記第1波長における分光全放射束は、前記第2光源が発する光の前記第2波長における分光全放射束よりも強い

ことを特徴とする請求項1または2に記載の電子機器。

【請求項4】

前記第 1 波長の光の透過を抑制する第 1 光学部材をさらに有し、
前記接眼検知センサーは、前記第 1 光学部材を透過した光を受光する
ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

【請求項 5】

前記第 1 光学部材は、赤外線吸収フィルターを含む
ことを特徴とする請求項 4 に記載の電子機器。

【請求項 6】

前記第 2 波長の光の透過を抑制する第 2 光学部材をさらに有し、
前記視線検出センサーは、前記第 2 光学部材を透過した光を受光する
ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電子機器。

10

【請求項 7】

前記第 2 光学部材は、誘電体多層膜を含む
ことを特徴とする請求項 6 に記載の電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、視線検出機能を有する電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

視線検出機能でユーザーの視線（視線方向）を検出し、視線の検出結果に基づいて測距
点選択などを行うことが可能なカメラ（ビデオカメラを含む）が実用化されている。さら
に、ユーザーがファインダー（接眼部）に接眼したときのみ視線検出機能が有効となるよ
うに、接眼検知機能を有するカメラも実用化されている。

20

【0003】

特許文献 1 には、視線検出のための発光ダイオード、視線検出センサーとは別に、接眼
検知のための発光ダイオード、接眼検知センサーを設けることで、視線検出機能と接眼検
知機能を実現する技術が開示されている。特許文献 2 には、複数の発光ダイオードを時分
割で順次発光させることで、ユーザーの眼における複数の輝点をそれぞれ一意に特定する
技術が開示されている。さらに、複数の輝点を異なる形状とすることで、複数の輝点を一
意に特定する技術も開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平 7 - 199047 号公報

【文献】特開 2016 127587 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、特許文献 1 に開示された従来技術では、接眼検知のための発光ダイオ
ードによる輝点と、視線検出のための発光ダイオードによる輝点とを判別できず、視線検出
を高精度に行えないことがある。特許文献 2 に開示された従来技術では、複数の発光ダイ
オードを時分割で発光させると、視線検出の時間分解能が低くなってしまふ。複数の輝点
を異なる形状とすると、輝点の判別のための画像処理が複雑となってしまう。さらに、不
要光などの影響で輝点の形状が崩れ、視線検出を高精度に行えないことがある。

40

【0006】

本発明は、接眼検知と視線検出を高精度に行うことのできる電子機器を提供することを
目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電子機器は、接眼部に対する接眼を検知する接眼検知と、ユーザーの視線を検

50

出する視線検出とを実行可能な電子機器であって、前記接眼検知のために発光する第1光源と、前記視線検出のために発光する第2光源と、前記接眼検知のために受光する接眼検知センサーと、前記視線検出のために受光する視線検出センサーとを有し、前記第1光源が発する光のピーク波長である第1波長は、前記第2光源が発する光のピーク波長である第2波長と異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、接眼検知と視線検出を高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係るカメラの外観図である。

【図2】本実施形態に係るカメラのブロック図である。

【図3】本実施形態に係るカメラの断面図である。

【図4】本実施形態に係るカメラのEVF部分を示す図である。

【図5】本実施形態に係る赤外LEDから発せられた光の光路を示す図である。

【図6】本実施形態に係る視線検出方法の原理を説明するための図である。

【図7】本実施形態に係る眼画像を示す図である。

【図8】本実施形態に係る視線検出動作のフローチャートである。

【図9】本実施形態に係る接眼検知を含む動作のフローチャートである。

【図10】本実施形態に係る赤外LEDの分光特性などを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0011】

<構成の説明>

図1(a)、1(b)は、本実施形態に係るカメラ1(デジタルスチルカメラ;レンズ交換式カメラ)の外観を示す。なお、本発明は、画像、文字等の情報を表示するデバイスや、接眼光学系を通して光学像を視認するユーザーの視線を検出することが可能な任意の電子機器にも適用可能である。これらの電子機器には、例えば携帯電話機、ゲーム機、タブレット端末、パーソナルコンピュータ、時計型や眼鏡型の情報端末、ヘッドマウントディスプレイ、双眼鏡などが含まれてよい。

【0012】

図1(a)は正面斜視図であり、図1(b)は背面斜視図である。図1(a)に示すように、カメラ1は、撮影レンズユニット1A及びカメラ筐体1Bを有する。カメラ筐体1Bには、ユーザー(撮影者)からの撮像操作を受け付ける操作部材であるリリースボタン34が配置されている。図1(b)に示すように、カメラ筐体1Bの背面には、カメラ筐体1B内に含まれている後述の表示パネル6をユーザーが覗き込むための接眼窓枠121が配置されている。接眼窓枠121は覗き口12を形成し、カメラ筐体1Bに対しては外側(背面側)に突出している。カメラ筐体1Bの背面には、ユーザーからの各種操作を受け付ける操作部材41~43も配置されている。例えば、操作部材41はタッチ操作を受け付けるタッチパネルであり、操作部材42は各方向に押し倒し可能な操作レバーであり、操作部材43は4方向のそれぞれに押し込み可能な4方向キーである。操作部材41(タッチパネル)は、液晶パネル等の表示パネルを備えており、表示パネルで画像を表示する機能を有する。

【0013】

図2は、カメラ1内の構成を示すブロック図である。

【0014】

撮像素子2は例えばCCDやCMOSセンサー等の撮像素子であり、撮影レンズユニット1Aの光学系により撮像素子2の撮像面上に結像された光学像を光電変換し、得られたアナログ画像信号をA/D変換部(不図示)に出力する。A/D変換部は、撮像素子2に

10

20

30

40

50

より得られたアナログ画像信号をA/D変換し、画像データとして出力する。

【0015】

撮影レンズユニット1Aは、ズームレンズ、フォーカスレンズ、絞り等を含む光学系で構成され、カメラ筐体1Bに装着された状態で、被写体からの光を撮像素子2に導き、被写体像を撮像素子2の撮像面上に結像する。絞り制御部118、焦点調節部119、ズーム制御部120は、それぞれマウント接点117を介してCPU3からの指示信号を受信し、該指示信号に従い、絞り、フォーカスレンズ、ズームレンズを駆動制御する。

【0016】

カメラ筐体1Bが備えるCPU3は、カメラ筐体1Bが備える各ブロックに対する制御プログラムをメモリ部4の有するROMより読み出し、メモリ部4の有するRAMに展開して実行する。これによりCPU3は、カメラ筐体1Bが備える各ブロックの動作を制御する。CPU3には、視線検出部201、測光部202、自動焦点検出部203、信号入力部204、接眼検知部208、表示デバイス駆動部210、光源駆動部205等が接続されている。また、CPU3は、撮影レンズユニット1A内に配置された絞り制御部118、焦点調節部119、ズーム制御部120に、マウント接点117を介して信号を伝達する。本実施形態では、メモリ部4は、撮像素子2および視線検出センサー30からの撮像信号の記憶機能を備える。

10

【0017】

視線検出部201は、視線検出センサー30上に眼球像が結像した状態での視線検出センサー30の出力（眼を撮像した眼画像）をA/D変換し、その結果をCPU3に送信する。CPU3は、後述する所定のアルゴリズムに従って眼画像から視線検出に必要な特徴点を抽出し、特徴点の位置からユーザーの視線（視認用画像における視点）を算出する。

20

【0018】

接眼検知部208は、接眼検知センサー50の出力をCPU3に送信する。CPU3は、後述する所定のアルゴリズムに従ってユーザーが接眼部（ファインダー；覗き口12の部分）に対して接眼したか否かを算出する。

【0019】

測光部202は、測光センサーの役割を兼ねた撮像素子2から得られる信号、具体的には被写界の明るさに対応した輝度信号の増幅、対数圧縮、A/D変換等を行い、その結果を被写界輝度情報としてCPU3に送る。

30

【0020】

自動焦点検出部203は、撮像素子2（例えばCCD）の中に含まれる、位相差検出のために使用される複数の検出素子（複数の画素）からの信号電圧をA/D変換し、CPU3に送る。CPU3は、複数の検出素子の信号から、各焦点検出ポイントに対応する被写体までの距離を演算する。これは撮像面位相差AFとして知られる公知の技術である。本実施形態では、一例として、ファインダー内の視野像（視認用画像）を分割し、撮像面上の分割された180か所のそれぞれに、焦点検出ポイントがあるとする。

【0021】

光源駆動部205は、CPU3からの信号（指示）に基づいて、後述する赤外LED18, 19, 22~27, 53を駆動する。赤外LED18, 19, 22~27は視線検出用の光源であり、赤外LED53は接眼検知用の光源である。なお、赤外LED以外の光源が使用されてもよい。

40

【0022】

画像処理部206は、RAMに格納されている画像データに対して、各種画像処理を行う。例えば、光学系や撮像素子に起因する画素欠陥の補正処理、デモザイキング処理、ホワイトバランス補正処理、色補間処理、ガンマ処理など、デジタル画像データを現像し表示・記録するための様々な画像処理が行われる。

【0023】

信号入力部204には、スイッチSW1とスイッチSW2が接続されている。スイッチSW1は、カメラ1の測光、測距、視線検出動作等を開始するためのスイッチであり、レ

50

リリースボタン 34 の第 1 ストロークで ON する。スイッチ SW 2 は、撮影動作を開始するためのスイッチであり、リリースボタン 34 の第 2 ストロークで ON する。スイッチ SW 1, SW 2 からの ON 信号は信号入力部 204 に入力され、CPU 3 に送信される。また信号入力部 204 は、図 1 (b) の操作部材 41 (タッチパネル)、操作部材 42 (操作レバー)、操作部材 43 (4 方向キー) からの操作入力も受け付ける。

【0024】

記録/出力部 207 は、着脱可能なメモリカード等の記録媒体に画像データを含むデータを記録、またはこれらのデータを外部インターフェースを介して外部装置に出力する。

【0025】

表示デバイス駆動部 210 は、CPU 3 からの信号に基づいて、表示デバイス 209 を駆動する。表示デバイス 209 は、後述する表示パネル 5, 6 である。

10

【0026】

図 3 は、図 1 (a) に示した Y 軸と Z 軸が成す YZ 平面でカメラ 1 を切断した断面図であり、カメラ 1 の構成を概念的に示した図である。

【0027】

シャッター 32 と撮像素子 2 は撮影レンズユニット 1A の光軸方向に順に並ぶ。

【0028】

カメラ筐体 1B の背面には表示パネル 5 が設けられ、表示パネル 5 は、カメラ 1 の操作やカメラ 1 で得られた画像の鑑賞・編集のために、メニュー表示や画像表示を行う。表示パネル 5 は、バックライト付きの液晶パネルや、有機 EL パネル等で構成される。

20

【0029】

カメラ筐体 1B に設けられた EVF は、通常の EVF として表示パネル 5 のようにメニューや画像の表示が行えることに加えて、EVF を覗くユーザーの視線を検出し、検出結果をカメラ 1 の制御に反映することが可能な構成となっている。

【0030】

表示パネル 6 は、ユーザーがファインダーを覗いているときに、表示パネル 5 と同様の表示 (カメラ 1 の操作やカメラ 1 で得られた画像の鑑賞・編集のためのメニュー表示や画像表示) を行う。表示パネル 6 は、バックライト付きの液晶パネルや、有機 EL パネル等で構成される。表示パネル 6 は一般的なカメラにおける撮影画像と同様に、3:2 や 4:3、16:9 といった X 軸方向 (水平方向) のサイズが Y 軸方向 (垂直方向) のサイズよりも長い長方形で構成される。

30

【0031】

パネルホルダー 7 は表示パネル 6 を保持するパネルホルダーで、表示パネル 6 とパネルホルダー 7 は接着固定され、表示パネルユニット 8 を構成している。

【0032】

第一光路分割プリズム 9、第二光路分割プリズム 10 は貼り付け接着されて光路分割プリズムユニット 11 (光路分割部材) を構成している。光路分割プリズムユニット 11 は、表示パネル 6 からの光を覗き口 12 に設けられたアイピース窓 17 に導き、逆にアイピース窓 17 から導かれる目 (瞳) からの反射光などを視線検出センサー 30 に導く。光路分割プリズムユニット 11 には誘電体多層膜が形成されており、光路分割プリズムユニット 11 は、接眼検知用の赤外 LED 53 から発せられる光のピーク波長と同じ波長の光が視線検出センサー 30 側に透過するのを、誘電体多層膜により抑制する。

40

【0033】

表示パネルユニット 8 と光路分割プリズムユニット 11 は、マスク 33 を挟んで固定され、一体形成されている。

【0034】

接眼光学系 16 は、G1 レンズ 13、G2 レンズ 14、G3 レンズ 15 により構成される。

【0035】

アイピース窓 17 は、可視光を透過する透明な部材である。表示パネルユニット 8 に表

50

示された画像は、光路分割プリズムユニット 11 と接眼光学系 16 とアイピース窓 17 を通して観察される。

【0036】

照明窓 20, 21 は、赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 が外から視認できないように隠すための窓で、可視光を吸収し赤外光を透過する樹脂で構成されている。

【0037】

図 4 (a) は、カメラ 1 の EVF 部分の構成を示す斜視図、図 4 (b) は EVF 部分の光軸の横断面図である。

【0038】

赤外 LED 18, 19, 23, 25 は近距離照明用の赤外 LED である。赤外 LED 22, 24, 26, 27 は遠距離照明用の赤外 LED である。絞り 28、視線結像レンズ 29 を含む視線検出光学系は、光路分割プリズムユニット 11 によってアイピース窓 17 から導かれた赤外反射光を、視線検出センサー 30 に導く。視線検出センサー 30 は、CCD や CMOS などの固体撮像素子で構成される。

10

【0039】

接眼検知センサー 50 は、視線検出センサー 30 よりも低電力で駆動可能なフォトダイオードなどで構成される。接眼検知用の赤外 LED 53 はユーザーに光を照射し、接眼検知センサー 50 は、ユーザーからの拡散反射光 (赤外 LED 53 から発せられユーザーで拡散反射した拡散反射光) を受光する。赤外線吸収フィルター 52 は接眼検知センサー 50 の前に配置され、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 から発せられる光のピーク波長と同じ波長の光が接眼検知センサー 50 側に透過するのを抑制する。

20

【0040】

図 10 (a) は、赤外 LED の分光特性を示す図である。発光特性 70 は接眼検知用の赤外 LED 53 の分光特性である。発光特性 71 は、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 の分光特性である。図 10 (a) に示す通り、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 と、接眼検知用の赤外 LED 53 とで、発光のピーク波長が異なる。また、接眼検知用の赤外 LED 53 のピーク波長は、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 のピーク波長より短波長側となっている。本実施形態では、接眼検知用の赤外 LED 53 のピーク波長は 850 nm であり、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 のピーク波長は 1000 nm であるとする。さらに、接眼検知用の赤外 LED 53 のピーク波長における分光全放射束は、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 のピーク波長における分光全放射束より強くなっている。

30

【0041】

図 10 (b) は光学部材の分光透過率を示す図である。透過特性 72 は、赤外線吸収フィルター 52 の分光透過率を示している。図 10 (b) に示す通り、赤外線吸収フィルター 52 は、視線検出用の赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 のピーク波長を有する光の透過を抑制している。透過特性 73 は、光路分割プリズムユニット 11 にユーザー側から入射した光が視線検出センサー 30 側へ透過する際の光の分光透過率 (光路分割プリズムユニット 11 に形成された誘電体多層膜の分光透過率) を示している。図 11 (b) に示す通り、光路分割プリズムユニット 11 (誘電体多層膜) は、接眼検知用の赤外 LED 53 のピーク波長を有する光の透過を抑制する。

40

【0042】

ここで、赤外 LED 18, 19, 22 ~ 27 の少なくともいずれかから、ファインダーを覗いているユーザーの眼球に光が照射された場合を考える。この場合は、図 4 (b) の光路 31 a で示すように、光が照射された眼球の光学像 (眼球像) が、アイピース窓 17、G3 レンズ 15、G2 レンズ 14、G1 レンズ 13 を通り、第二光路分割プリズム 10 の第 2 面 10 a から第二光路分割プリズム 10 内に入る。第二光路分割プリズムの第 1 面 10 b には、赤外光を反射する誘電体多層膜が形成されており、反射光路 31 b で示すように、第二光路分割プリズム 10 内に入った眼球像は、第 1 面 10 b で、第 2 面 10 a の側に反射される。そして、結像光路 31 c で示すように、反射された眼球像は、第 2 面 1

50

0 aで全反射され、第二光路分割プリズム10の第3面10cから第二光路分割プリズム10外へ出て、絞り28を通り、視線結像レンズ29により視線検出センサー30に結像される。視線検出には、このような眼球像と共に、赤外LEDから発せられた光が角膜で正反射して形成された角膜反射像が用いられる。

【0043】

図5は、近距離照明用の赤外LED18, 19, 23, 25から発せられた光が眼球の角膜37で正反射し、視線検出センサー30で受光されるまでの光路の例を示す。

【0044】

<視線検出動作の説明>

図6, 7(a), 7(b), 8を用いて、視線検出方法について説明する。ここでは、赤外LED18, 19, 22~27のうち2つ(図6の赤外LED51a, 51b)を用いた例について説明する。図6は、視線検出方法の原理を説明するための図であり、視線検出を行うための光学系の概略図である。図6に示すように、赤外LED51a, 51bはユーザーの眼球140に赤外光を照射する。赤外LED51a, 51bから発せられて眼球140で反射した赤外光の一部は、視線結像レンズ29によって、視線検出センサー30近傍に結像される。図6では、視線検出方法の原理が理解しやすいよう、赤外LED51a, 51b、視線結像レンズ29、視線検出センサー30の位置が調整されている。

【0045】

図7(a)は、視線検出センサー30で撮像された眼画像(視線検出センサー30に投影された眼球像)の概略図であり、図7(b)は視線検出センサー30(例えばCCD)の出力強度を示す図である。図8は、視線検出動作の概略フローチャートを表す。

【0046】

視線検出動作が開始すると、図8のステップS801で、赤外LED51a, 51bは、光源駆動部205からの指示に従って、ユーザーの眼球140に向けて赤外光を発する。赤外光によって照明されたユーザーの眼球像は、視線結像レンズ29(受光レンズ)を通して視線検出センサー30上に結像され、視線検出センサー30により光電変換される。これにより、処理可能な眼画像の電気信号が得られる。

【0047】

ステップS802では、視線検出部201(視線検出回路)は、視線検出センサー30から得られた眼画像(眼画像信号; 眼画像の電気信号)をCPU3に送る。

【0048】

ステップS803では、CPU3は、ステップS802で得られた眼画像から、赤外LED51a, 51bの角膜反射像Pd, Peと瞳孔中心cに対応する点の座標を求める。

【0049】

赤外LED51a, 51bより発せられた赤外光は、ユーザーの眼球140の角膜142を照明する。このとき、角膜142の表面で反射した赤外光の一部により形成される角膜反射像Pd, Peは、視線結像レンズ29により集光され、視線検出センサー30上に結像して、眼画像における角膜反射像Pd', Pe'となる。同様に瞳孔141の端部a, bからの光も視線検出センサー30上に結像して、眼画像における瞳孔端像a', b'となる。

【0050】

図7(b)は、図7(a)の眼画像における領域'の輝度情報(輝度分布)を示す。図7(b)では、眼画像の水平方向をX軸方向、垂直方向をY軸方向とし、X軸方向の輝度分布が示されている。本実施形態では、角膜反射像Pd', Pe'のX軸方向(水平方向)の座標をXd, Xeとし、瞳孔端像a', b'のX軸方向の座標をXa, Xbとする。図7(b)に示すように、角膜反射像Pd', Pe'の座標Xd, Xeでは、極端に高いレベルの輝度を得られる。瞳孔141の領域(瞳孔141からの光が視線検出センサー30上に結像して得られる瞳孔像の領域)に相当する、座標Xaから座標Xbまでの領域では、座標Xd, Xeを除いて、極端に低いレベルの輝度を得られる。そして、瞳孔141の外側の虹彩143の領域(虹彩143からの光が結像して得られる、瞳孔像の外側の虹彩像の

10

20

30

40

50

領域)では、上記2種の輝度の中間の輝度が得られる。具体的には、X座標(X軸方向の座標)が座標X_aより小さい領域と、X座標が座標X_bより大きい領域とで、上記2種の輝度の中間の輝度が得られる。

【0051】

図7(b)に示すような輝度分布から、角膜反射像P_{d'}、P_{e'}のX座標X_d、X_eと、瞳孔端像a'、b'のX座標X_a、X_bを得ることができる。具体的には、輝度が極端に高い座標を角膜反射像P_{d'}、P_{e'}の座標として得ることができ、輝度が極端に低い座標を瞳孔端像a'、b'の座標として得ることができる。また、視線結像レンズ29の光軸に対する眼球140の光軸の回転角 α が小さい場合には、瞳孔中心cからの光が視線検出センサー30上に結像して得られる瞳孔中心像c'(瞳孔像の中心)の座標X_cは、X_c(X_a+X_b)/2と表すことができる。つまり、瞳孔端像a'、b'のX座標X_a、X_bから、瞳孔中心像c'の座標X_cを算出できる。このようにして、角膜反射像P_{d'}、P_{e'}の座標と、瞳孔中心像c'の座標とを見積もることができる。

10

【0052】

ステップS804では、CPU3は、眼球像の結像倍率 β を算出する。結像倍率 β は、視線結像レンズ29に対する眼球140の位置により決まる倍率で、角膜反射像P_{d'}、P_{e'}の間隔(X_d-X_e)の関数を用いて求めることができる。

【0053】

ステップS805では、CPU3は、視線結像レンズ29の光軸に対する眼球140の光軸の回転角を算出する。角膜反射像P_dと角膜反射像P_eの midpoint のX座標と角膜142の曲率中心OのX座標とはほぼ一致する。このため、角膜142の曲率中心Oから瞳孔141の中心cまでの標準的な距離をO_cとすると、Z-X平面(Y軸に垂直な平面)内での眼球140の回転角 α は、以下の式1で算出できる。Z-Y平面(X軸に垂直な平面)内での眼球140の回転角 β も、回転角 α の算出方法と同様の方法で算出できる。

20

$$\alpha = \arcsin \left\{ \frac{(X_d + X_e) / 2 - X_c}{O_c} \right\} \quad \dots (式1)$$

【0054】

ステップS806では、CPU3は、ステップS805で算出した回転角 α 、 β を用いて、表示パネル6に表示された視認用画像におけるユーザーの視点(視線が注がれた位置;ユーザーが見ている位置)を求める(推定する)。視点の座標(H_x、H_y)が瞳孔中心cに対応する座標であるとすると、視点の座標(H_x、H_y)は以下の式2、3で算出できる。

30

$$H_x = m \times (A_x \times \alpha + B_x) \quad \dots (式2)$$

$$H_y = m \times (A_y \times \beta + B_y) \quad \dots (式3)$$

【0055】

式2、3のパラメータmは、カメラ1のファインダー光学系(視線結像レンズ29等)の構成で定まる定数であり、回転角 α 、 β を視認用画像において瞳孔中心cに対応する座標に変換する変換係数であり、予め決定されてメモリ部4に格納されるとする。パラメータA_x、B_x、A_y、B_yは、視線の個人差を補正する視線補正パラメータであり、公知のキャリブレーション作業を行うことで取得され、視線検出動作が開始する前にメモリ部4に格納されるとする。

40

【0056】

ステップS807では、CPU3は、視点の座標(H_x、H_y)をメモリ部4に格納し、視線検出動作を終える。

【0057】

<接眼検知を含んだカメラ1の動作の説明>

図9は、接眼検知を含んだカメラ1の動作の概略フローチャートを表す。

【0058】

図9のステップS901で、接眼検知用の赤外LED53は、光源駆動部205からの指示に従って点灯する。赤外LED53からの赤外光はユーザーに照射され、ユーザーからの拡散反射光は接眼検知センサー50で受光される。

50

【 0 0 5 9 】

ステップ S 9 0 2 では、CPU 3 は、接眼検知センサー 5 0 が受光する反射光量、つまり接眼検知センサー 5 0 の受光量（受光強度；受光輝度）が接眼判定閾値 T_h を超えているか否かを判定する。接眼判定閾値 T_h はメモリ部 4 に予め格納されている。受光量が接眼判定閾値 T_h を超えている場合は、ユーザーが接眼部（ファインダー；覗き口 1 2 の部分）に対して接眼したと判断し、ステップ S 9 0 3 に進む。一方、受光量が接眼判定閾値 T_h を超えていない場合は、ユーザーが接眼部に対して接眼していないと判断し、ステップ S 9 0 2 に戻り、受光量が接眼判定閾値 T_h を超えるまでステップ S 9 0 2 の処理を繰り返す。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 9 0 3 では、図 8 で説明したような視線検出動作が行われる。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 9 0 4 では、CPU 3 は、接眼検知センサー 5 0 の受光量（受光強度；受光輝度）が接眼判定閾値 T_h を超えているか否かを判定する。受光量が接眼判定閾値 T_h を超えている場合は、ユーザーが接眼部に対して接眼したと判断し、ステップ S 9 0 3 に進む。一方、受光量が接眼判定閾値 T_h を超えていない場合は、ユーザーが接眼部から眼を離れた（離眼した）と判断し、図 9 の動作を終了する。若しくは、ステップ S 9 0 1 に戻る。

【 0 0 6 2 】

以上説明したように、本実施形態によれば、視線検出用の赤外 LED 1 8 , 1 9 , 2 2 ~ 2 7 と、接眼検出用の赤外 LED 5 3 とで、発光のピーク波長が異なる。これにより、視線検出用の赤外 LED 1 8 , 1 9 , 2 2 ~ 2 7 からの光と、接眼検出用の赤外 LED 5 3 からの光とが容易に区別でき、接眼検知と視線検出が高精度に実行可能となる。例えば、視線検出用の複数の赤外 LED を時分割で発光させると、視線検出の時間分解能が低くなるが、本実施形態では、複数の赤外 LED を時分割で発光させる必要が無いため、視線検出の時間分解能は低下しない。複数の赤外 LED による複数の輝点を異なる形状とすると、輝点の判別のための画像処理が煩雑となるが、本実施形態では、複数の輝点を異なる形状にする必要が無いため、画像処理は煩雑にならない（簡易である）。さらに、輝点の形状は不要光などの影響で崩れることがあるが、上記ピーク波長は不要光などの影響を受けにくい。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では、光路分割プリズムユニット 1 1 を、接眼検出用の赤外 LED 5 3 のピーク波長を有する光の透過を抑制するように構成した。これにより、接眼検出用の赤外 LED 5 3 からの光を視線検出センサー 3 0 が受光することを抑制でき、より高精度に視線検出を行うことが可能となる。なお、赤外 LED 5 3 のピーク波長を有する光の透過を抑制するように光路分割プリズムユニット 1 1 を構成する例を説明したが、これに限られない。例えば、視線検出センサー 3 0 とユーザーの間にある他の光学部材を、赤外 LED 5 3 のピーク波長を有する光の透過を抑制するように構成してもよい。赤外 LED 5 3 の発光波長域の受光感度が低いセンサーを、視線検出センサー 3 0 として用いてもよい。この場合は、視線検出センサー 3 0 の工夫（赤外 LED 5 3 の発光波長域の受光感度を低減するための工夫）が必要となるが、光学部材の工夫（赤外 LED 5 3 のピーク波長を有する光の透過を抑制する工夫）を省略できるというメリットがある。

【 0 0 6 4 】

本実施形態では、接眼検出用の赤外 LED 5 3 のピーク波長を有する光の透過を抑制するために、光路分割プリズムユニット 1 1 に誘電体多層膜を形成した。誘電体多層膜では、熱吸収フィルターなどの光学部材と比較して、波長の変化に対する透過率の変化が大きい。このため、視線検出のための赤外線が表示パネル 6 側に透過することを抑制でき、視線検出の光量低下を抑制できる。

【 0 0 6 5 】

本実施形態では、赤外線吸収フィルター 5 2 を、視線検出用の赤外 LED 1 8 , 1 9 ,

10

20

30

40

50

22～27のピーク波長を有する光の透過を抑制するように構成した。これにより、視線検出用の赤外LED18, 19, 22～27からの光を接眼検知センサー50が受光することを抑制でき、より高精度に接眼検知を行うことが可能となる。なお、赤外線吸収フィルター52を用いることで、誘電体多層膜などを用いるよりも低コストで上記効果を得ることができる。なお、赤外LED18, 19, 22～27のピーク波長を有する光の透過を抑制するように赤外線吸収フィルター52を構成する例を説明したが、これに限られない。例えば、接眼検知センサー50とユーザーの間にある他の光学部材を、赤外LED18, 19, 22～27のピーク波長を有する光の透過を抑制するように構成してもよい。赤外LED18, 19, 22～27の発光波長域の受光感度が低いセンサーを、接眼検知センサー50として用いてもよい。この場合は、接眼検知センサー50の工夫（赤外LED18, 19, 22～27の発光波長域の受光感度を低減するための工夫）が必要となる。その代わりに、光学部材の工夫（赤外LED18, 19, 22～27のピーク波長を有する光の透過を抑制する工夫）を省略できるというメリットがある。

10

【0066】

上述したピーク波長は特に限定されないが、本実施形態では、接眼検知用の赤外LED53のピーク波長を、視線検出用の赤外LED18, 19, 22～27のピーク波長より短波長側とした。これにより、視線検出に用いる波長域を、可視域からより離れた波長域とすることができる。光路分割プリズムユニット11は、ユーザー側から入射した光のうち可視光を表示パネルユニット8側へ透過し、赤外光を視線検出センサー30側へ透過する。一般的に、特定の波長を境に透過率が0%から100%に切り替わるように光学部材を構成することは困難で、図10(b)に示すように、透過率は波長の変化に対して徐々に変化する。視線検出に用いる波長域を、ユーザーが表示パネル6を視認するために必要な可視域から離すことで、表示パネル6を視認するために必要な可視域の光が視線検出センサー30側に透過することをより抑制した構成が可能となる。その結果、ユーザーが表示パネル6を見る際の光量低下を抑制できる。さらに、視線検出のための赤外線が表示パネル6側に透過することを抑制でき、視線検出の光量低下を抑制できる。

20

【0067】

分光全放射束は特に限定されないが、本実施形態では、接眼検知用の赤外LED53のピーク波長における分光全放射束を、視線検出用の赤外LED18, 19, 22～27のピーク波長における分光全放射束よりも強いものとした。これにより、ユーザーが接眼部から離れた状態でも、高精度に接眼を検知することが可能となる。

30

【0068】

なお、上述した実施形態（変形例を含む）はあくまで一例であり、本発明の要旨の範囲内で上述した構成を適宜変形したり変更したりすることにより得られる構成も、本発明に含まれる。上述した構成を適宜組み合わせ得られる構成も、本発明に含まれる。

【0069】

<その他の実施形態>

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

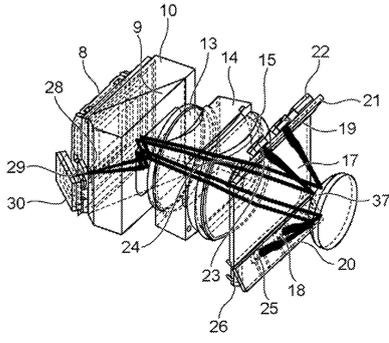
40

【符号の説明】

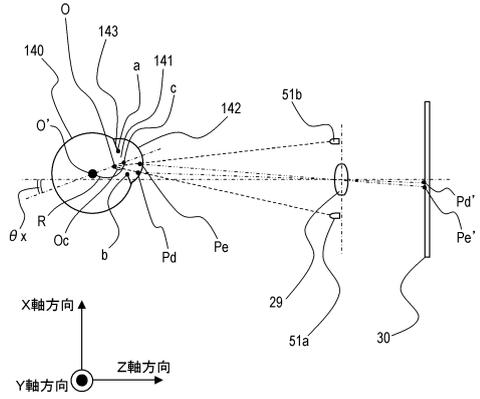
【0070】

1：カメラ 30：視線検出センサー 50：接眼検知センサー
18, 19, 22～27, 53：赤外LED

【図5】

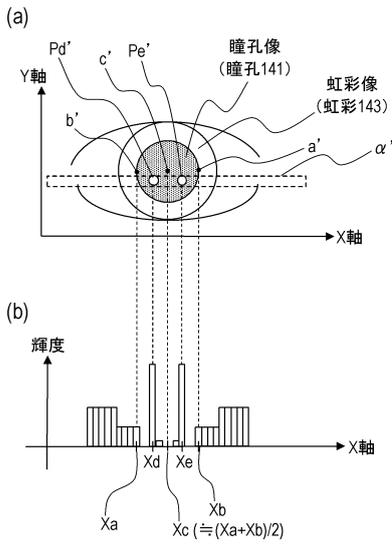


【図6】

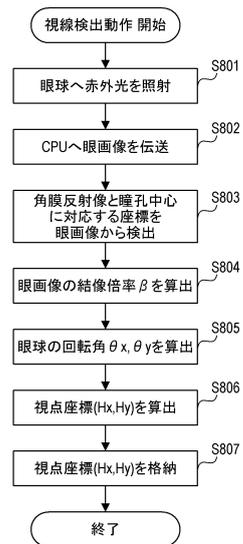


10

【図7】



【図8】



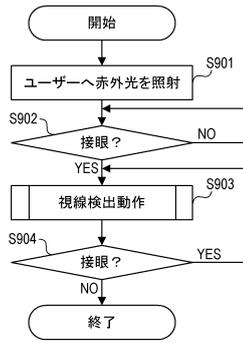
20

30

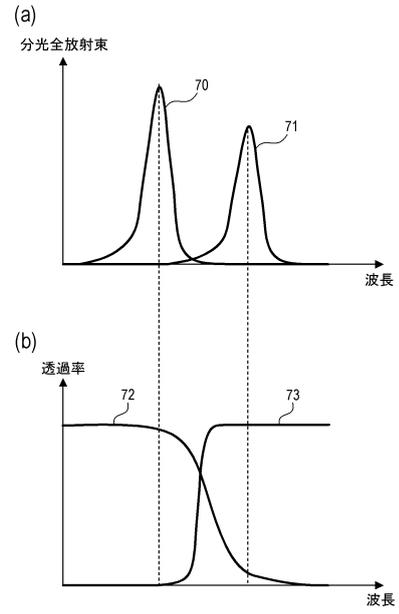
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-12503(JP,A)
特開平9-15483(JP,A)
特開平9-262209(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G03B | 13/06 |
| H04N | 23/50 |
| H04N | 23/53 |
| G03B | 7/00 |