

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5956479号
(P5956479)

(45) 発行日 平成28年7月27日 (2016. 7. 27)

(24) 登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

(51) Int. Cl.		F I			
GO2B	27/02	(2006.01)	GO2B	27/02	Z
GO6F	3/01	(2006.01)	GO6F	3/01	
GO9G	5/00	(2006.01)	GO9G	5/00	550C
HO4N	5/64	(2006.01)	HO4N	5/64	511A
			GO9G	5/00	510A

請求項の数 16 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-14053 (P2014-14053)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成26年1月29日 (2014. 1. 29)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2015-141312 (P2015-141312A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年8月3日 (2015. 8. 3)	(74) 代理人	100108062
審査請求日	平成26年12月15日 (2014. 12. 15)		弁理士 日向寺 雅彦
		(72) 発明者	堀田 あいら
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	森屋 彰久
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	佐々木 隆
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及び視線推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観視者の臉の第1状態における第1画像を撮像する撮像部と、
 画像表示部であって、
 画像情報を含む光を出射する光出射部と、
 前記光が入射し、前記光の少なくとも一部の光を前記観視者の眼球へ入射させるコン
 バイナを含む光学部と、
 を含み、前記撮像部で撮像された前記第1画像に基づいて、前記少なくとも一部の前記
 光の前記眼球に対する入射方向を変更する画像表示部と、
 を備え、

前記画像表示部は、予め撮像された前記観視者の前記臉の第2状態における第2画像と
 前記第1画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記臉の前記第2状態とは異
 なる第3状態における第3画像と前記第1画像との比較、に基づいて前記入射方向を変更
 する表示装置。

【請求項2】

前記第1画像に基づいて前記第1状態における前記観視者の視線の方向を推定する処理
 部をさらに備え、

前記画像表示部は、推定された視線の前記方向に沿った方向に前記入射方向を変更する
 請求項1記載の表示装置。

【請求項3】

前記第 2 状態における前記観視者の視線の方向は、前記第 3 状態における前記観視者の視線の方向とは異なる請求項 1 または 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記第 3 状態における前記観視者の視線は、前記観視者の下側を向いており、
前記第 2 状態における前記観視者の視線は、前記第 3 状態における前記観視者の視線よりも上側を向いている請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

【請求項 5】

前記画像表示部は、前記第 1 画像における上瞼の形状、前記第 1 画像における上瞼と下瞼との間の距離、及び、前記第 1 画像における上瞼の曲率、の少なくともいずれかに基づいて前記入射方向を変更する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

10

【請求項 6】

前記画像表示部は、駆動部をさらに含み、
前記駆動部は、前記第 1 画像に基づいて、前記画像表示部の前記眼球に対する位置を変更する請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

【請求項 7】

前記コンバイナは、前記コンバイナの前記眼球と反対側から前記眼球へ向かって進行する外光の少なくとも一部を透過させる請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

【請求項 8】

前記光学部は、前記第 1 画像に基づいて、前記眼球の位置に対する前記コンバイナの位置を変更する請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

20

【請求項 9】

前記光学部は、前記第 1 画像に基づいて、前記少なくとも一部のの前記光が入射する前記コンバイナにおける位置を変更する請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

【請求項 10】

前記光出射部を制御する駆動回路をさらに備え、
前記駆動回路は、前記第 1 画像に基づいて、前記画像情報を変更する請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

【請求項 11】

前記画像表示部を保持する保持部をさらに備え、
前記保持部は、前記画像表示部と前記眼球との間の空間的配置を規定する請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の表示装置。

30

【請求項 12】

観視者の瞼の第 1 状態における第 1 画像を撮像する撮像部と、
前記第 1 画像に基づいて、前記第 1 状態における前記観視者の視線の方向を推定する処理部と、
を備え、
前記処理部は、予め撮像された前記観視者の前記瞼の第 2 状態における第 2 画像と前記第 1 画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記瞼の前記第 2 状態とは異なる第 3 状態における第 3 画像と前記第 1 画像との比較、に基づいて前記観視者の視線の方向を推定する視線推定装置。

40

【請求項 13】

前記第 2 状態における前記観視者の視線の方向は、前記第 3 状態における前記観視者の視線の方向と異なる請求項 1 2 記載の視線推定装置。

【請求項 14】

前記第 3 状態における前記観視者の視線は、前記観視者の下側を向いており、
前記第 2 状態における前記観視者の視線は、前記第 3 状態における前記観視者の視線よりも上側を向いている請求項 1 2 または 1 3 に記載の視線推定装置。

【請求項 15】

前記処理部は、前記第 1 画像における上瞼の形状、前記第 1 画像における上瞼と下瞼との間の距離、及び、前記第 1 画像における上瞼の曲率、の少なくともいずれかに基づいて

50

前記視線の方向を推定する請求項 1 2 ~ 1 4 のいずれか 1 つに記載の視線推定装置。

【請求項 1 6】

観視者の顔の第 1 状態における第 1 画像を撮像する撮像部と、
画像情報を含む光を前記観視者の眼球へ入射させる画像表示部と、
を備え、

前記画像表示部は、予め撮像された前記観視者の前記顔の第 2 状態における第 2 画像と
前記第 1 画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記顔の前記第 2 状態とは異なる
第 3 状態における第 3 画像と前記第 1 画像との比較、に基づいて前記光の前記眼球に
対する入射方向を変更する表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、表示装置及び視線推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、使用者が頭部に装着するヘッドマウントディスプレイ（HMD）が提案されている。例えば、外界重畳型のヘッドマウントディスプレイにおいて、使用者が遠方を見ているか近方を見ているかに依らず、ディスプレイの表示画面を見やすくすることが望まれる。このような使い易い表示装置及び視線推定装置が望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 105889 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、使い易い表示装置及び視線推定装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施形態によれば、撮像部と、画像表示部と、を含む表示装置が提供される。前記撮像部は、観視者の顔の第 1 状態における第 1 画像を撮像する。前記画像表示部は、光出射部と、光学部と、を含む。前記光出射部は、画像情報を含む光を出射する。前記光学部は前記光が入射し、前記光の少なくとも一部の光を前記観視者の眼球へ入射させるコンバイナを含む。前記画像表示部は、前記撮像部で撮像された前記第 1 画像に基づいて、前記少なくとも一部の前記光の前記眼球に対する入射方向を変更する。前記画像表示部は、予め撮像された前記観視者の前記顔の第 2 状態における第 2 画像と前記第 1 画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記顔の前記第 2 状態とは異なる第 3 状態における第 3 画像と前記第 1 画像との比較、に基づいて前記入射方向を変更する。

本発明の別の実施形態によれば、撮像部と、処理部と、を含む視線推定装置が提供される。前記撮像部は、観視者の顔の第 1 状態における第 1 画像を撮像する。前記処理部は、前記第 1 画像に基づいて、前記第 1 状態における前記観視者の視線の方向を推定する。前記処理部は、予め撮像された前記観視者の前記顔の第 2 状態における第 2 画像と前記第 1 画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記顔の前記第 2 状態とは異なる第 3 状態における第 3 画像と前記第 1 画像との比較、に基づいて前記観視者の視線の方向を推定する。

本発明の別の実施形態によれば、撮像部と、画像表示部と、を含む表示装置が提供される。前記撮像部は、観視者の顔の第 1 状態における第 1 画像を撮像する。前記画像表示部は、画像情報を含む光を前記観視者の眼球へ入射させる。前記画像表示部は、予め撮像された前記観視者の前記顔の第 2 状態における第 2 画像と前記第 1 画像との比較、及び、予め撮像された前記観視者の前記顔の前記第 2 状態とは異なる第 3 状態における第 3 画像と

10

20

30

40

50

前記第 1 画像との比較、に基づいて前記光の前記眼球に対する入射方向を変更する。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】実施形態に係る表示装置を示す模式図である。

【図 2】表示装置の動作を示す模式図である。

【図 3】図 3 (a) 及び図 3 (b) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 4】実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 5】実施形態に係る表示装置を示すブロック図である。

【図 6】図 6 (a) 及び図 6 (b) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

10

【図 7】図 7 (a) ~ 図 7 (d) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 8】実施形態に係る表示装置の動作を例示するグラフ図である。

【図 9】図 9 (a) 及び図 9 (b) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 10】図 10 (a) ~ 図 10 (d) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 11】図 11 (a) ~ 図 11 (c) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

20

【図 12】図 12 (a) ~ 図 12 (c) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 13】図 13 (a) ~ 図 13 (c) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 14】図 14 (a) ~ 図 14 (c) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 15】図 15 (a) ~ 図 15 (c) は、実施形態に係る表示装置の動作を示す模式図である。

【図 16】図 16 (a) ~ 図 16 (c) は、表示装置の動作を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0007】

以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

【0008】

図 1 は、実施形態に係る表示装置を例示する模式図である。

図 1 に表したように、実施形態に係る表示装置 100 は、画像表示部 10 と、撮像部 20 と、を含む。

40

【0009】

画像表示部 10 は、光学部 15 と、光出射部 17 と、を含む。光出射部 17 は、画像情報を含む光を出射する。画像情報を含む光の少なくとも一部は、光学部 15 へ入射する。光学部 15 は、入射した画像情報を含む光の少なくとも一部を観視者 50 の眼 51 へ向けて進行させる（入射させる）。これにより、観視者 50 は、画像を知覚する。表示装置 100 は、例えば、使用者（観視者）の頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイ（HMD）である。

【0010】

この例では、表示装置 100 は、保持部 40 をさらに含む。保持部 40 は、例えば、画

50

像表示部 10 及び撮像部 20 を保持する。保持部 40 は、例えば、画像表示部 10 と観視者 50 の眼 51 との間の空間的配置を規定する。保持部 40 は、例えば、画像表示部 10 と、撮像部 20 との空間的配置を規定する。保持部 40 の形状は、例えば、眼鏡のフレームのような形状である。

【0011】

光出射部 17 (表示パネル)には、例えば、透過型の液晶ディスプレイ(LCD:Liquid Crystal Display)パネルが用いられる。光出射部 17 には、有機ELパネル、LCO S(Liquid Crystal On Silicon)パネルまたはDM D(Digital Micromirror Device)パネルなどを用いても良い。光出射部 17 には、レーザー光源を用いても良い。この場合にはレーザー光源をラスタスキャンすることによって画像を表示する。

10

【0012】

この例では、表示装置 100 は、駆動回路 30 をさらに含む。駆動回路 30 は、光出射部 17 と電気的に接続され、光出射部 17 の動作を制御する。駆動回路 30 は、画像表示部 10 と一体として設けられても良い。

【0013】

光学部 15 は、例えば、接眼レンズ 13 と、コンバイナ 12 と、を含む。光出射部 17 を出射した画像情報を含む光の光路上において、光出射部 17 と眼 51 との間に接眼レンズ 13 が設けられる。画像情報を含む光の光路上において、接眼レンズ 13 と眼 51 との間にコンバイナ 12 が設けられる。

【0014】

20

この例において、例えば、眼 51 からコンバイナ 12 へ向かう方向を Y 軸方向とする。Y 軸方向と垂直な 1 つの方向を X 軸方向とする。X 軸方向に対して垂直で Y 軸方向に対して垂直な方向を Z 軸方向とする。例えば、X 軸方向は、観視者 50 の右方向である。例えば、Y 軸方向は、観視者 50 の正面方向である。例えば、Z 軸方向は、観視者 50 の上方方向である。

【0015】

例えば、画像情報を含む光の少なくとも一部は、接眼レンズ 13 によって集光され、コンバイナ 12 に入射する。コンバイナ 12 は、入射した光の少なくとも一部を眼 51 (眼球)へ入射させる。これにより、例えば、光出射部 17 によって表示される画像が虚像として観視者 50 に表示される。

30

【0016】

コンバイナ 12 には、例えば、ハーフミラーが用いられる。画像情報を含む光は、ハーフミラーによって反射され、眼 51 へ向かって進行する。ハーフミラーを用いることで、例えば、観視者 50 は、外光と画像とを同時に見ることができる。

【0017】

コンバイナ 12 は、コンバイナ 12 の眼 51 とは反対側から眼 51 へ向かって進行する外光の少なくとも一部を透過させる。これにより、観視者 50 は、外光と画像とを同時に見ることができる。

【0018】

ハーフミラーは、例えば、ガラス板または透明プラスチック板の上にアルミを蒸着させることによって、作られる。ハーフミラーには、ガラス板や透明プラスチック板の上に誘電体多層膜を設けたものを用いても良い。

40

【0019】

コンバイナ 12 は、眼鏡レンズと一体であってもよい。すなわち、眼鏡(保持部 40)のレンズ面を光反射性とし、ここに画像情報を含む光を入射させても良い。

【0020】

撮像部 20 は、例えば、観視者 50 の眼 51 を撮像する。撮像部 20 は、観視者 50 の眼の第 1 状態における第 1 画像を撮像する。撮像部 20 には、例えば、カメラが用いられる。撮像部 20 は、例えば、保持部 40 に取り付けられ、観視者 50 の眼 51 の全体を撮像することができるように配置される。この例では、撮像部 20 は、観視者 50 の側面に

50

配置されている。後述するように、撮像部 20 は、観視者 50 の正面に配置されても良い。

【0021】

撮像部 20 によって撮像された眼の像（第 1 画像）に基づいて、観視者 50 の視線の方向が検出（推定）される。検出された視線の方向に基づいて、画像表示部 10 は、眼 51（眼球）へ入射する画像情報を含む光の少なくとも一部の、眼 51（眼球）に対する入射方向を変更する。すなわち、画像表示部 10 は、眼 51 の位置に対する画像の表示位置を変更する。眼の像に基づいて、観視者 50 の視線の方向が検出される。検出された視線の方向に基づいて、表示される画像が制御される。これにより、観視者 50 にとって見やすい位置に画像を表示することができる。

10

【0022】

図 2 は、表示装置の動作を例示する模式図である。

図 2 は、表示装置 100 を用いた観視者 50 の視界を例示している。例えば、観視者 50 が遠方を見ているときには、観視者 50 の注視点は、点 g1 の付近である。このとき、例えば、表示装置 100 は、点 g1 の位置に合わせて、画像 P1 を表示している。

【0023】

例えば、人の視線は、遠方を見るときにはに上がり、近方を見るときには下がる。観視者 50 が近方を見ているときには、観視者 50 の注視点は、例えば、点 g2 の付近である。例えば、観視者 50 が正面の遠方を見ているときの観視者 50 の視線の方向と、観視者 50 が近方（例えば手元付近）を見ているときの観視者 50 の視線の方向と、の間の角度は、30 度（°）～40°程度である。

20

【0024】

例えば、遠近両用眼鏡において、このような視線の変化が応用されている。遠近両用眼鏡のレンズにおいては、遠方を見るとき視線方向に対応する部分の光学特性（度数）と、近方を見るとき視線方向に対応する部分の光学特性（度数）とは、異なる。

【0025】

例えば、参考例のヘッドマウントディスプレイにおいて、画像が表示される範囲を広く設定される場合がある。例えば、表示範囲の上端へ向かう視線の方向と、表示範囲の下端へ向かう視線の方向と、の間の角度（垂直方向における画角）を、30°～40°程度とする。これにより、遠方を見るとき視線の方向と近方を見るとき視線の方向との両方に対応することができる。

30

【0026】

しかし、画角を大きくする場合には、光学部 15 のサイズが大きくなりやすい。例えば、画角と光学部 15 のサイズとの間には相関がある。ヘッドマウントディスプレイを軽量で小型とするために、画角を大きくすることができない場合がある。

【0027】

これに対して、実施形態に係る表示装置においては、観視者の視線が検出され、検出された視線に応じて表示される画像の位置が変更される。これにより、光学部 15 のサイズの増大を抑制し、遠方を見るとき視線方向と近方を見るとき視線方向との両方に対応することができる。

40

【0028】

図 3（a）及び図 3（b）は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。図 3（a）及び図 3（b）は、撮像部 20 で撮像された眼 51 の像を例示する模式図である。

図 3（a）は、観視者 50 が正面（水平方向）の遠方を見ているときの眼 51 の像を例示している。図 3（b）は、観視者 50 が近方（遠方を見ているときの視線の方向に対して、30°程度下側に向かう方向）を見ているときの眼 51 の像を例示している。

【0029】

図 3（a）及び図 3（b）に表したように、視線の方向によって眼の形状が異なる。遠方を見ているときの眼の形状（眼の開き具合）と近方を見ているときの眼の形状とは、異

50

なる。表示装置 100 においては、例えば、この形状の違いを用いて、観視者 50 の視線方向を検出する。

【0030】

図 4 は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

図 4 は、表示装置 100 の動作のフローチャートを例示している。図 4 に表したように、表示装置 100 の動作は、例えば、キャリブレーション用画像撮像工程（ステップ S1）と、画像保存工程（ステップ S2）と、第 1 画像撮像工程（ステップ S3）と、視線方向検出工程（ステップ S4）と、視線方向判定工程（ステップ S5）と、表示位置算出工程（ステップ S6）と、光学系位置移動工程（ステップ S7）と、を含む。

【0031】

例えば、ステップ S1 において、遠方を見ている状態（第 2 状態）の眼 51 の画像（第 2 画像）が、撮像部 20 によって撮像される。例えば、第 2 画像は、観視者 50 の視線が観視者 50 の正面を向いている状態の顔の画像である。

【0032】

また、ステップ S1 において、近方を見ている状態（第 3 状態）の眼 51 の画像（第 3 画像）が、撮像部 20 によって撮像される。例えば、第 3 画像は、観視者 50 の視線が観視者 50 の下側を向いている状態の顔の画像である。

例えば、ステップ S2 において、第 2 画像及び第 3 画像は、基準画像（キャリブレーション画像）として保持（保存）される。

【0033】

第 2 状態における観視者 50 の視線の方向は、第 3 状態における観視者 50 の視線の方向と異なる。例えば、第 3 状態における観視者 50 の視線は下側を向いている。第 2 状態における観視者 50 の視線は、第 3 状態における観視者 50 の視線よりも上側を向いている。

【0034】

例えば、ステップ S1 及びステップ S2 は、表示装置 100 の動作開始時に、毎行われる。例えば、既に撮像されたデータ（画像）が保持されていれば、そのデータ呼び出してもよい。このように表示装置 100 の動作開始時に、ステップ S1 及びステップ S2 を毎行わなくてもよい。

また、例えば、ユーザ（観視者 50）と、撮像したキャリブレーション画像と、を対応づけて保持する。これにより、例えば、表示装置の使用時にユーザ認証を行い、キャリブレーション画像を呼び出すことができる。ユーザ認証には、ID による認証、顔認証、または、虹彩認識など、任意の方法を用いることができる。キャリブレーション画像における人物と、第 1 画像における人物と、が同じ人物であることが好ましい。これにより視線方向の検出精度が向上する。キャリブレーション画像における人物と、第 1 画像における人物と、は、必ずしも同じ人物でなくてもよい。

【0035】

例えば、ステップ S3 において、撮像部 20 は、観視者 50 の眼 51（顔）の画像（第 1 画像）を順次撮像する。

【0036】

ステップ S4 において、観視者 50 の視線の方向が検出される。予め撮像された第 2 画像と、第 1 画像と、の比較、及び、予め撮像された第 3 画像と、第 1 画像と、の比較、によって視線の方向が検出される。

【0037】

例えば、順次撮像される第 1 画像のそれぞれにおいて、視線の方向が検出される。例えば、ステップ S5 において、検出された視線の方向の移動が判定される。例えば、検出された視線の方向に大きな変化がない場合は、表示装置 100 は、ステップ S3 ~ S5 を繰り返す。検出された視線の方向に大きな変化があった場合は、表示装置 100 は、例えば、ステップ S6 及びステップ S7 を行う。

【0038】

10

20

30

40

50

ステップS6において、検出された視線の方向に基づいて、表示装置100が表示する画像の位置が算出される。眼51の位置に対する画像の表示位置が算出される。

【0039】

ステップS7において、算出された表示位置に基づいて、画像表示部10は、表示位置を変更する。これにより、観視者50の視線の方向に対応した位置に画像が表示される。観視者50の視線の方向によらず、見やすい位置に画像を表示することができる。ステップS7を行った後に、表示装置100は、ステップS3～S5を行う。視線の方向に応じて、ステップS6及びステップS7が行われる。なお、ユーザからの終了指示、または、表示装置100に接続されたその他の装置からの終了指示に従って、表示装置100は動作を終了する。

10

【0040】

図5は、実施形態に係る表示装置を例示するブロック図である。

図5は、表示装置100を用いた画像表示システムを例示している。

【0041】

図5に表したように、表示装置100は、画像表示部10と、撮像部20と、を含む。画像表示部10は、例えば、光出射部17と光学部15とを含む。この例では、画像表示部10は、駆動部33（表示位置制御機構）をさらに含む。

例えば、表示装置100は、通信部32を含んでも良い。通信部32から画像表示部10へ画像情報が供給される。例えば、通信部32から駆動回路30を介して画像情報が供給される。これにより、画像表示部10は、画像を観視者に対して表示する。通信部32は、表示装置100に含まれなくても良い。通信部32は、表示装置100と一体に設けられてもよく、表示装置100とは別々に設けられても良い。

20

【0042】

例えば、表示装置100は、処理部35をさらに含む。例えば、表示装置100は、撮像部20と、処理部35と、を含む視線推定装置200を含む。保持部40は、視線推定装置200に含まれるとみなしても良い。撮像部20において、第1～第3画像が撮像される。撮像された第1～第3画像は、例えば、処理部35へ送られる。処理部35は、例えば、第1～第3画像に基づいて、観視者50の視線の方向を検出（推定）する。処理部35は、検出した視線の方向に基づいて、表示装置100が表示する画像の位置を算出する。処理部35は、表示装置100に含まれなくても良い。処理部35は、表示装置100と一体に設けられてもよく、表示装置100とは別々に設けられても良い。

30

例えば、処理部35が表示装置100に含まれる場合には、上記の処理を行うためのICなどが表示装置100と一体として設けられる。図5に表した処理部35などのハードウェア構成は、一例であり、実施形態に係る視線推定装置200（表示装置100）の一部、又は全部をLSI（Large Scale Integration）等の集積回路又はIC（Integrated Circuit）チップセットとして実現しても良い。各機能ブロックについては、個別にプロセッサ化してもよいし、各機能ブロックの一部、又は全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法については、LSIに限らず専用回路、又は汎用プロセッサで実現してもよい。

【0043】

処理部35は、例えば、携帯端末やPCなどであっても良い。例えば、処理部35は、CPU（Central Processing Unit）と、ROM（Read Only Memory）と、RAM（Random Access Memory）と、有する。例えば、CPUがROMなどの記憶部に記憶されているプログラムをRAMに読み出して実行することで、処理部35における処理が行われる。この場合には、例えば、処理部35は、表示装置100には含まれず、表示装置100とは別に設けられる。例えば、有線または無線によって、表示装置100と処理部35との間の通信が行われる。表示装置100と処理部35との間の通信には、例えばクラウドコンピューティングのようなネットワークを用いても良い。実施形態は、画像表示部10、撮像部20、及び処理部35などを含む表示システムであってもよい。なお、処理部35が実施する処理の一部を回路で実現し、残りの処理をネットワークを介して接続されたク

40

50

ラウド上の演算装置（コンピュータ等）を用いて実現してもよい。

【0044】

処理部35において算出された画像の表示位置の情報は、例えば、画像表示部10または駆動部33へ送られる。例えば、駆動部33は、光学部15の、眼51に対する位置を変更することができる。例えば、駆動部33は、第1画像に基づいて、画像表示部10の少なくとも一部の眼51に対する位置を変更する。

【0045】

例えば、光出射部17、光学部15及び駆動部33の少なくともいずれかの動作によって、眼51に対する画像の表示位置が変更される。画像の表示位置の変更については、後述する。

10

【0046】

駆動部33は、画像表示部10とは別に設けられても良い。駆動部33は、画像表示部10と一体に設けられてもよく、別々に設けられても良い。

【0047】

図6(a)及び図6(b)は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

図6(a)は、観視者50が正面方向（水平方向）を見ている状態の眼51の画像Pr2（第2画像）を例示している。図6(b)は、正面方向に対して、観視者50が30°下側を見ている状態の眼51の画像Pr3（第3画像）を例示している。図6(a)の画像及び図6(b)の画像は、例えば、撮像部20によって撮像された画像である。

20

【0048】

例えば、観視者50が遠方（正面方向、水平方向）を見ているときの視線の方向を0°方向とする。観視者50の視線方向Dgを、例えば、0°方向（水平方向）と視線方向との間の角度で表す。水平方向に対して下側へ向かう方向を角度のプラス方向とする。例えば、図6(a)に表した画像における視線方向Dgは、0°方向である。図6(b)に表した画像における視線方向Dgは、30°方向である。

【0049】

図7(a)～図7(d)は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

図7(a)～図7(d)は、撮像部20によって撮像された眼51の画像（第1画像）を例示している。

30

【0050】

図7(a)は、視線方向Dgが7°方向である状態の眼51の画像である。図7(b)は、視線方向Dgが15°方向である状態の眼51の画像である。図7(c)は、視線方向Dgが25°方向である状態の眼51の画像である。図7(d)は、視線方向Dgが35°方向である状態の眼51の画像である。

【0051】

例えば、図6(a)及び図6(b)において例示した画像のそれぞれを基準画像とする。この基準画像を用いて、図7(a)～図7(d)に表した画像のそれぞれ（テスト画像）における観視者50の視線を検出することができる。例えば、テスト画像と基準画像との間の絶対誤差（例えば、SAD: Sum of Absolute Difference）を計算する。すなわち、第2画像と第1画像との差SAD、及び、第3画像と第1画像との差SADを計算する。例えば、差SADの値が小さいほど2つの画像は類似しており、差SADの値が大きいほど2つの画像の違いが大きい、と判断される。

40

【0052】

図8は、実施形態に係る表示装置の動作を例示するグラフ図である。

図8は、基準画像とテスト画像との差SADを例示している。図8の縦軸は、差SADである。図8の横軸は、視線方向Dg(°)である。

【0053】

図6(a)に表した画像を基準画像とし、図7(a)～図7(d)のそれぞれに表した

50

画像をテスト画像としたときの、基準画像とテスト画像との差 SAD を、差 SAD_UP とする。すなわち、差 SAD_UP は、第 1 画像と第 2 画像との差 SAD である。

【 0 0 5 4 】

図 6 (b) に表した画像を基準画像とし、図 7 (a) ~ 図 7 (d) のそれぞれに表した画像をテスト画像としたときの、基準画像とテスト画像との差 SAD を、差 SAD_DOWN とする。すなわち、差 SAD_DOWN は、第 1 画像と第 3 画像との差 SAD である。

【 0 0 5 5 】

図 8 に表したように、視線方向 Dg と差 SAD とは、例えば、線形に変化する。基準画像とテスト画像との差 SAD を計算することにより、テスト画像における視線方向 Dg を推定することができる。

【 0 0 5 6 】

この例では、画像間の絶対誤差 (SAD) を用いて画像同士の類似性を判断したが、他の方法を用いても良い。例えば、画像間の二乗誤差 (SSD : Sum of Squared Difference) を用いてもよい。

【 0 0 5 7 】

図 9 (a) 及び図 9 (b) は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

例えば、視線方向 Dg を瞼の位置で検出することもできる。

図 9 (a) は、視線方向 Dg が 0° 方向である状態の眼 5 1 の画像 (第 2 画像) を例示している。図 9 (b) は、視線方向 Dg が 30° 方向である状態の眼 5 1 の画像を例示している。図 9 (a) の画像及び図 9 (b) の画像は、例えば、撮像部 2 0 によって撮像された画像である。

【 0 0 5 8 】

図 9 (a) に表したように、例えば、観視者 5 0 が水平方向を見ているときは、瞼の位置は、上がっている。図 9 (b) に表したように、例えば、観視者 5 0 が下側を見ているときは、瞼の位置は、下がっている。

例えば、画像中において下瞼 ELd から上瞼 ELu へ向かう方向を Dz 方向 ($+Dz$ 方向) とする。上瞼 ELu から下瞼 ELd へ向かう方向を $-Dz$ 方向とする。図 9 (a) の画像中の上瞼 ELu の Dz 方向における位置 $Pu0$ は、図 9 (b) の画像中の上瞼 ELu の Dz 方向における位置 $Pu30$ から見て、 $+Dz$ 方向に位置する。すなわち、図 9 (a) における上瞼 ELu は、図 9 (b) における上瞼 ELu よりも、画像中において上側にある。

【 0 0 5 9 】

例えば、眼 5 1 の画像 (第 1 画像) において、上瞼 ELu の位置 PLz を検出する。第 1 画像中における上瞼 ELu の位置 PLz と、第 2 画像中における上瞼 ELu の位置 $Pu0$ と、を比較する。第 1 画像中における上瞼 ELu の位置 PLz と、第 3 画像中における上瞼 ELu の位置 $Pu30$ と、を比較する。これにより、第 1 画像を撮像したときの観視者 5 0 の視線の方向を推定することができる。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (d) は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (d) は、撮像部 2 0 によって撮像された眼 5 1 の画像 (第 1 画像) を例示している。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 (a) は、視線方向 Dg が 7° 方向である状態の眼 5 1 の画像である。図 1 0 (b) は、視線方向 Dg が 15° 方向である状態の眼 5 1 の画像である。図 1 0 (c) は、視線方向 Dg が 25° 方向である状態の眼 5 1 の画像である。図 1 0 (d) は、視線方向 Dg が 35° 方向である状態の眼 5 1 の画像である。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

図10(a)~図10(d)に表わした画像のそれぞれにおいて、上瞼ELuのDz方向における位置PLzを検出する。具体的には、例えば、観視者50の上瞼ELuと、瞳Epとの境界を検出する。検出した上瞼ELuのDz方向における位置PLzと、位置Pu0及び位置Pu30と、を比較する。これにより、図10(a)~図10(d)に表わした画像のそれぞれにおいて、視線方向を検出することができる。

【0063】

図11(a)~図11(c)は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

図11(a)~図11(c)は、表示装置100における視線方向の検出を例示している。

【0064】

図11(a)に表わしたように、例えば、Dz方向における上瞼ELuの画像中の位置PLzを検出する。これにより、視線方向を検出することができる。

図11(b)に表わしたように、上瞼ELuと下瞼ELdとの間の距離D1を検出し、これに基づいて視線の方向を検出しても良い。

図11(c)に表わしたように、瞼(例えば上瞼ELu)の形状(例えば瞼の曲率)を検出し、これに基づいて、視線の方向を検出しても良い。

【0065】

例えば、図11(a)~図11(c)に例示した方法のいずれかによって検出された視線の方向に基づいて、画像表示部10は、眼51の位置に対する画像の表示位置を変更する。

【0066】

図12(a)~図12(c)、図13(a)~図13(c)、図14(a)~図14(c)及び図15(a)~図15(c)は、実施形態に係る表示装置の動作を例示する模式図である。

この例では、保持部40は、メガネフレームと同様の形状をしている。

【0067】

図12(a)に表わしたように、撮像部20は、保持部40の上側に設けられても良い。この場合、撮像部20は、眼51の上側から眼51を撮像する。図12(b)及び図12(c)は、図12(a)の状態において眼51を撮像した画像を例示している。図12(b)は、視線方向Dgが0°方向である状態の眼51の画像であり、図12(c)は、視線方向Dgが30°方向である状態の眼51の画像である。

【0068】

図13(a)に表わしたように、撮像部20は、保持部40の下側に設けられても良い。この場合、撮像部20は、眼51の下側から眼51を撮像する。図13(b)及び図13(c)は、図13(a)の状態において眼51を撮像した画像を例示している。図13(b)は、視線方向Dgが0°方向である状態の眼51の画像であり、図13(c)は、視線方向Dgが30°方向である状態の眼51の画像である。

【0069】

保持部40の上側及び下側に撮像部20を設けた場合には、眼の形状、上瞼の位置PLz、上瞼と下瞼との間の距離D1、又は、上瞼の形状(曲率)を検出することで、視線の方向を検出することができる。

【0070】

図14(a)に表わしたように、撮像部20は、保持部40の側部に設けられても良い。この場合、撮像部20は、観視者50の横側から眼51を撮像する。図14(b)及び図14(c)は、図14(a)の状態において眼51を撮像した画像を例示している。図14(b)は、視線方向Dgが0°方向である状態の眼51の画像であり、図14(c)は、視線方向Dgが30°方向である状態の眼51の画像である。この場合には、例えば、眼の形状、上瞼と下瞼との間の距離D1、又は、上瞼と下瞼との間の角度を検出することで、視線の方向を検出することができる。

10

20

30

40

50

【0071】

図15(a)に表わしたように、例えば、保持部40に反射部41を設ける。撮像部20は、反射部41に写った眼51の像を撮像しても良い。例えば、眼鏡のレンズに相当する部分に反射部41を設ける。反射部41は、例えば、光反射性である。反射部41には、例えば、ハーフミラーが用いられる。図15(b)及び図15(c)は、図15(a)の状態において眼51を撮像した画像を例示している。図15(b)は、視線方向Dgが0°方向である状態の眼51の画像であり、図15(c)は、視線方向Dgが30°方向である状態の眼51の画像である。この場合には、例えば、眼の形状、上瞼の位置Plz、又は、上瞼と下瞼との間の距離D1を検出することで、視線の方向を検出することができる。例えば、眼51に赤外光を照射し、撮像部20に赤外カメラを用いる。これにより、例えば、反射部41に写った眼51の像をより確実に撮像することができる。

10

【0072】

例えば、観視者50の眼51の画像において、瞼ではなく瞳の像に基づいて、視線の方向を検出する参考例の表示装置がある。この参考例の表示装置においても、例えば、撮像部が設けられている。撮像部によって観視者の瞳の画像を複数取得し、その画像に基づいて、視線の方向を検出する。しかし、このような参考例の方法においては、確実に瞳を撮像する必要がある。そのため、例えば眼を撮像する撮像部の位置は、瞳を撮像することのできる位置に限定される。瞳を撮像するために、撮像部を移動させる必要が生じる場合もある。

20

【0073】

これに対して、本実施形態に係る表示装置においては、眼51の瞼の像に基づいて観視者50の視線方向を検出する。これにより、上述のように、撮像部20の配置についての自由度が高い。例えば、参考例の表示装置に比べて、高い精度で視線方向を検出することができる。視線方向を検出しやすい。これにより、より適切な位置に画像を表示することができる。

【0074】

図16(a)~図16(c)は、表示装置の動作を例示する模式図である。

画像表示部10は、検出された視線の方向に基づいて、眼51の位置に対する画像の表示位置を変更する。例えば、駆動部33によって、画像の表示位置が変更される。例えば、駆動部33は、画像表示部10の少なくとも一部(例えば光学部15及び光出射部17)を回転させる。回転の中心軸は、例えば、眼51の位置に対応する。これにより、画像の表示位置と観視者50の視線方向とが調整される。

30

【0075】

図16(a)~図16(c)は、画像の表示位置と視線方向との関係を例示している。図16(a)は、観視者50の視線方向が0°方向である状態を例示している。図16(a)に表わしたように、画面Pd1(観視者50が知覚する画像の表示面)は、視線方向Dgに対して、例えば、垂直である。すなわち、画像情報を含む光は、例えば、視線方向Dgと平行な方向に進行し、眼51へ入射する。この場合、観視者50の視界内に画面Pd1があれば(観視者50の眼51が画像のアイレンジ内であれば)、観視者50は、画像の全体を見ることができる。

40

【0076】

図16(b)及び図16(c)は、観視者の視線方向が0°方向よりも下側に移動した状態を例示している。このとき、例えば、図16(b)に表わしたように、画像の表示位置(画面Pd1)を、鉛直方向(0°方向に対して垂直な方向)に移動させる。この場合、画像情報を含む光は、例えば、視線方向Dgと交差する方向に進行し、眼51へ入射する。この場合、観視者50の視界内に画面Pd1の全体がなく、観視者50は、画像の全体を見ることができない場合がある。画像のアイレンジ方向が異なり、画面の一部が欠けてしまう場合がある。

【0077】

これに対して、実施形態においては、例えば、図16(c)に表わしたように、画像の

50

表示位置（画面 P d 1 の位置）は、眼 5 1 を中心として回転するように調整される。この場合には、例えば、画像情報を含む光が、視線方向とほぼ平行な方向に進行し、眼 5 1 へ入射しやすい。これにより、例えば、観視者 5 0 は、画像の全体を見ることができる。駆動部 3 3 は、例えば、画面 P d 1 の位置が眼 5 1 を中心として回転するように、画像表示部 1 0 の少なくとも一部を回転させる。駆動部 3 3 は、第 1 画像から検出された視線方向に基づいて、画像表示部 1 0 の少なくとも一部の眼 5 1 に対する位置を変更する。

【 0 0 7 8 】

例えば、画像表示部 1 0 の回転中心軸の位置は、眼 5 1 の位置でなくても良い。画像表示部 1 0 の回転中心軸の位置は、適宜選択することができる。例えば、画像表示部の回転中心軸の位置を、光学部 1 5 の中央付近に設けても良い。この場合には、例えば、眼 5 1 の中心の位置と、光学部 1 5 の中央の位置と、の間の角度に応じた補正が行われる。

10

【 0 0 7 9 】

例えば、コンバイナ 1 2 の位置を変更することで、画像の表示位置（画面 P d 1 の位置）を変更しても良い。すなわち、光学部 1 5 は、第 1 画像に基づいて検出された観視者 5 0 の視線方向に応じて、眼 5 1 の位置に対するコンバイナ 1 2 の位置を変更してもよい。これにより、観視者 5 0 の視線方向に応じて、画像を表示することができる。

【 0 0 8 0 】

例えば、画像情報を含む光の光路を変更することで、画像の表示位置（画面 P d 1 の位置）を変更しても良い。すなわち、第 1 画像に基づいて検出された観視者 5 0 の視線方向に応じて、画像情報を含む光の一部が入射するコンバイナにおける位置を変更する。例えば、接眼レンズ 1 3 の位置または焦点距離などを変更しても良い。これにより、観視者 5 0 の視線方向に応じて、画像を表示することができる。

20

【 0 0 8 1 】

例えば、光出射部 1 7 において表示される画像を変更することで、画像の表示位置（画面 P d 1 の位置）を変更しても良い。例えば、駆動回路 3 0 は、第 1 画像に基づいて、画像情報を変更する。このように、第 1 画像に基づいて、光出射部 1 7 が出射する光を変更しても良い。

【 0 0 8 2 】

実施形態においては、上述の表示位置の変更方法が、適宜組み合わせられても良い。これにより、観視者 5 0 の視線方向に応じて、画像を表示することができる。

30

【 0 0 8 3 】

実施形態によれば、見やすい表示装置が提供される。

【 0 0 8 4 】

なお、本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えばばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。

【 0 0 8 5 】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、光出射部、光学部、画像表示部、撮像部、処理部、駆動部、保持部などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

40

また、各具体例のいずれか 2 つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

【 0 0 8 6 】

その他、本発明の実施の形態として上述した表示装置及び視線推定装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての表示装置及び視線推定装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【 0 0 8 7 】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想

50

到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0088】

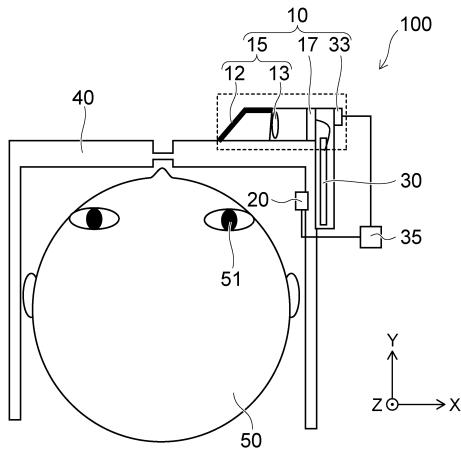
本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

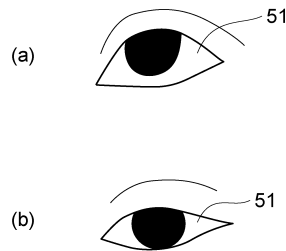
【0089】

10 ... 画像表示部、 12 ... コンバイナ、 13 ... 接眼レンズ、 15 ... 光学部、 17 ... 光出射部、 20 ... 撮像部、 30 ... 駆動回路、 32 ... 通信部、 33 ... 駆動部、 35 ... 処理部、 40 ... 保持部、 41 ... 反射部、 50 ... 観視者、 51 ... 眼（眼球）、 100 ... 表示装置、 200 ... 視線推定装置、 D1 ... 距離、 Dg ... 視線方向、 ELd ... 下瞼、 ELu ... 上瞼、 Ep ... 瞳、 P1 ... 画像、 Pd1 ... 画面、 PLz ... 位置、 Pr2、 Pr3 ... 画像、 Pu0、 Pu30 ... 位置、 S1 ~ S7 ... ステップ1 ~ 7、 SAD ... 差、 g1、 g2 ... 注視点

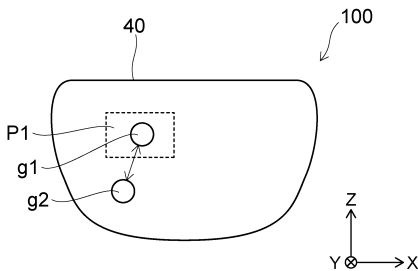
【図1】



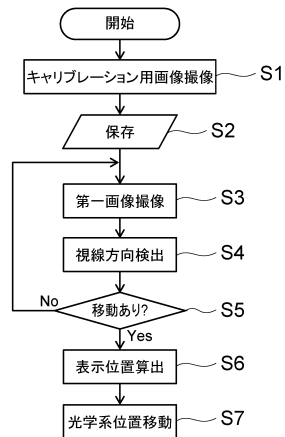
【図3】



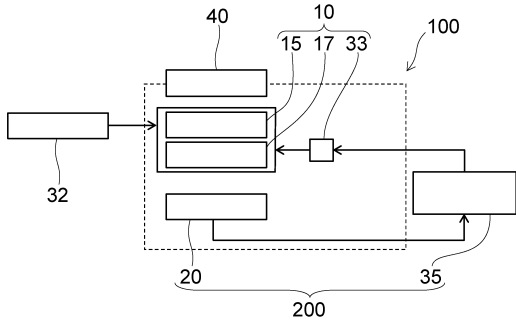
【図2】



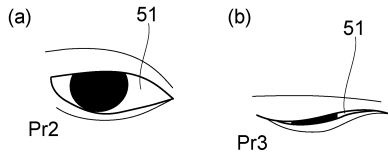
【図4】



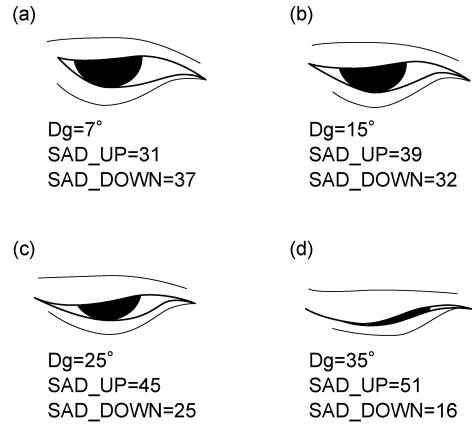
【 図 5 】



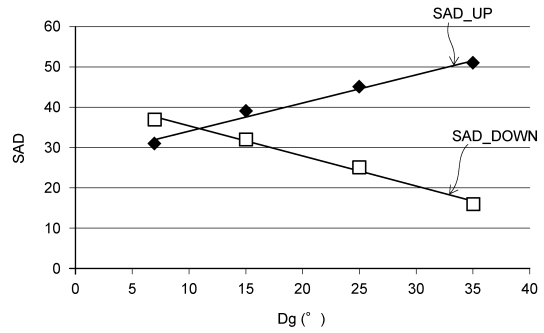
【 図 6 】



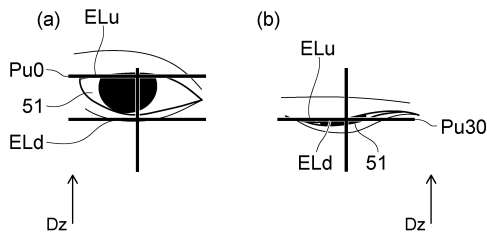
【 図 7 】



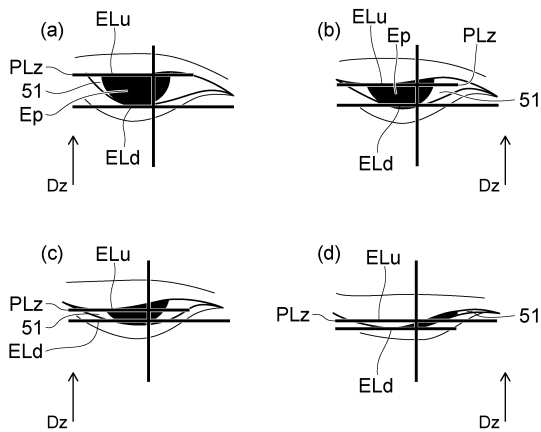
【 図 8 】



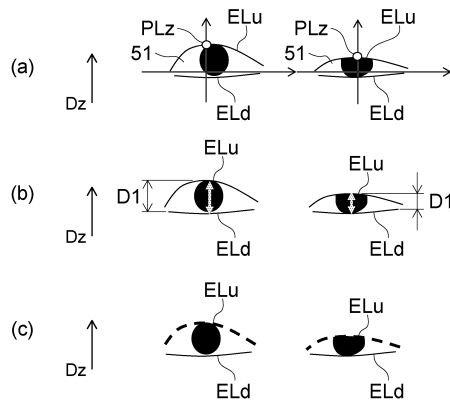
【 図 9 】



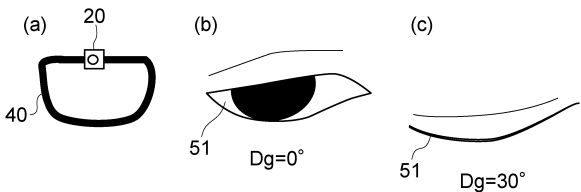
【 図 10 】



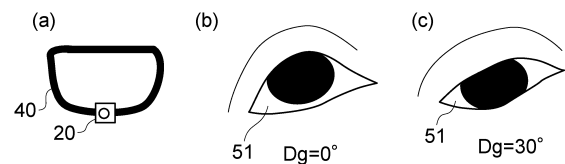
【 図 11 】



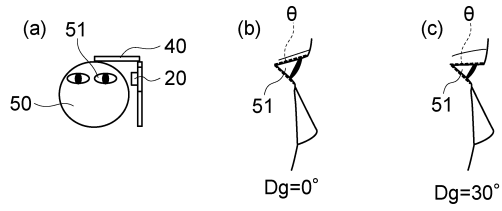
【 図 12 】



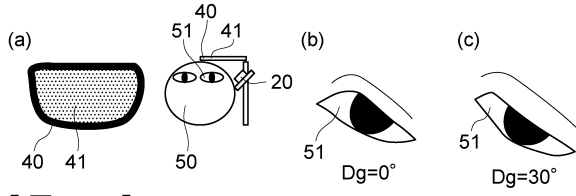
【 図 13 】



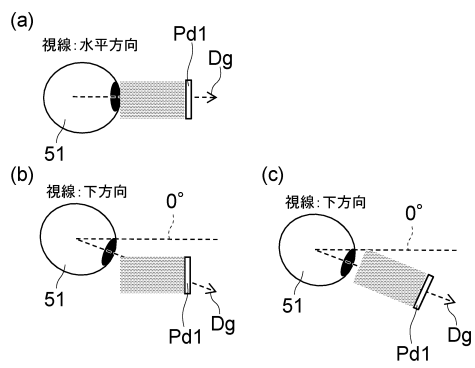
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 奥村 治彦
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 馬場 雅裕
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 稲荷 宗良

- (56)参考文献 特表2007-537610(JP,A)
特開2004-133749(JP,A)
国際公開第2012/172719(WO,A1)
特開平11-095158(JP,A)
特開2006-105889(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G02B | 27/02 |
| G06F | 3/01 |
| G09G | 5/00 |
| H04N | 5/64 |