

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-536105

(P2016-536105A)

(43) 公表日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 3/08 (2006.01)F I
A 6 1 B 3/08テーマコード (参考)
4 C 3 1 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

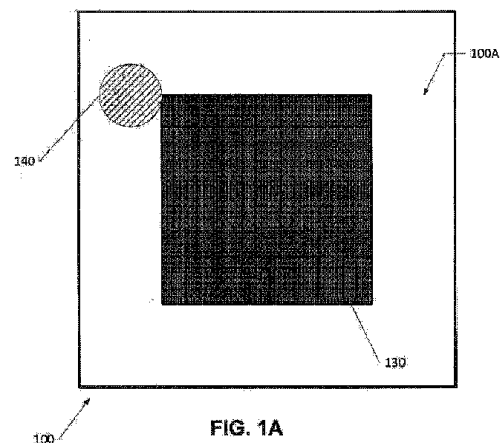
(21) 出願番号 特願2016-553247 (P2016-553247)
 (86) (22) 出願日 平成26年11月7日 (2014.11.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年6月28日 (2016.6.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/064555
 (87) 国際公開番号 W02015/070023
 (87) 国際公開日 平成27年5月14日 (2015.5.14)
 (31) 優先権主張番号 61/901,432
 (32) 優先日 平成25年11月7日 (2013.11.7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516133799
 オハイオ・ステート・イノベーション・
 ファウンデーション
 アメリカ合衆国・オハイオ・43201・
 コロンバス・ノース・ハイ・ストリート・
 1524
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (74) 代理人 100133400
 弁理士 阿部 達彦
 (72) 発明者 メリッサ・ダイアン・ベイリー
 アメリカ合衆国・オハイオ・43203・
 ガハナ・トレジャム・ロード・586
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼位の自動化された検出

(57) 【要約】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例における方法は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることを含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定し、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定することを含むことができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法であって：

イメージ捕獲機器を使用して前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることであって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の任意の表面からの光の反射を含むこと；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定すること；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定すること、

を含む、前記方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 の方法であって、前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較することをさらに含み、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記方法。

【請求項 3】

請求項 1－2 のいずれかの方法であって、前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定することは、前記被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して前記光の反射の位置を同定することをさらに含み、前記方法。

【請求項 4】

請求項 1－3 のいずれかの方法であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記方法。

20

【請求項 5】

請求項 4 の方法であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 プルキニエイメージである、前記方法。

【請求項 6】

請求項 1－5 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方をカバーすること及びカバーを取ることをさらに含み、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に捕らえられる、前記方法。

30

【請求項 7】

請求項 6 の方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に前記被験者の眼のイメージの配列を捕らえること及びイメージの配列の一方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に対して、イメージの配列の他方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を比較して、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーが取られた後に任意の動きの任意の大きさ及び方向を特定することをさらに含み、前記方法。

【請求項 8】

請求項 1－5 のいずれかの方法であって、フィルタで前記被験者の眼の少なくとも一方をカバーすることをさらに含み、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方が前記フィルタによってカバーされる間に捕らえられる、前記方法。

40

【請求項 9】

請求項 1－8 のいずれかの方法であって、自動屈折測定を行うことをさらに含み、前記自動屈折測定は、視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の一方の屈折力を測定する、前記方法。

【請求項 10】

請求項 9 の前記方法であって、前記イメージは、予定されている範囲内にある前記被験者の眼の一方の屈折力に応じて捕らえられる、前記方法。

【請求項 11】

前記自動屈折測定に基づいて前記斜位測定を調整することをさらに含み、請求項 9 の方

50

法。

【請求項 1 2】

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することをさらに含む、請求項 9 の方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 - 1 2 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼または右眼である、前記方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 - 1 2 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼及び右眼である、前記方法。

【請求項 1 5】

前記反射を作り出すために光源を使用して光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射することをさらに含む請求項 1 の前記方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 - 1 5 のいずれかの前記方法であって、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、前記方法。

【請求項 1 7】

前記被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための装置であって：

前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえるためのイメージ捕獲機器；
プロセッサ；及び

前記プロセッサと操作可能な通信をするメモリであり、前記メモリは、それに記憶されるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに：

前記イメージ捕獲機器からの前記イメージを受け取らせ、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の任意の表面からの光の反射を含む；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の前記光の反射の位置を同定させ；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定するメモリ、
を含む、前記装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 の装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較させ、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記装置。

【請求項 1 9】

請求項 1 7 - 1 8 のいずれかの装置であって、前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定することは、前記被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して前記光の反射の位置を同定することをさらに含む、前記装置。

【請求項 2 0】

請求項 1 7 - 1 9 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記装置。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 の装置であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 プルキニエイメージである、前記装置。

【請求項 2 2】

請求項 1 7 - 2 1 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少な

10

20

30

40

50

くとも一方をカバーする、及びカバーを取った後に捕らえられる、前記装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 の装置であって、前記イメージ捕獲機器は、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に前記被験者の眼のイメージの配列を捕らえるためのビデオ捕獲機器またはカメラであり、及び前記プロセッサは、コンピュータ読取り可能命令を実行して、イメージの前記配列の一方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に対する、イメージの前記配列の他方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を比較して、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーが取られた後に、任意の動きの大きさ及び方向を特定する、前記装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 7 - 2 1 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方がフィルタによってカバーされている間に捕らえられる、前記装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 3 の装置であって、ディスプレイ機器をさらに含み、前記装置は、第 1 の表面及び前記第 1 の表面の反対側に第 2 の表面を定義し、前記ディスプレイ機器は、前記第 1 の表面上に配置され、及び前記イメージ捕獲機器は、前記第 2 の表面上に配置される、前記装置。

【請求項 2 6】

光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射するための光源をさらに含む請求項 1 7 - 2 5 のいずれかの前記装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 6 の前記装置であって、前記光源は、前記イメージ捕獲機器周辺に配置される複数の LED を含む、前記装置。

【請求項 2 8】

請求項 1 7 - 2 7 のいずれかの装置であって、前記装置は、前記被験者に前記視標を提供し、及び前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の一方の屈折力を測定する自動屈折測定を行わせる、前記装置。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 の装置であって、前記イメージは、予定されている範囲内にある前記被験者の眼の一方の屈折力に応じて捕らえられる、前記装置。

【請求項 3 0】

請求項 2 8 - 2 9 のいずれかの装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記自動屈折測定に基づいて前記斜位測定を調整させる、前記装置。

【請求項 3 1】

請求項 2 8 - 3 0 のいずれかの前記装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、前記プロセッサに前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出させる、前記装置。

【請求項 3 2】

請求項 1 7 - 3 1 のいずれかの前記装置であって、前記装置は、コンピューティング機器である、前記装置。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 の装置であって、前記コンピューティング機器は、ラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話である、前記装置。

【請求項 3 4】

請求項 1 7 - 3 3 のいずれかの装置であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼または右眼である、前記装置。

10

20

30

40

50

【請求項 35】

請求項 17-33 のいずれかの装置であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼及び右眼である、前記装置。

【請求項 36】

請求項 17-35 のいずれかの装置であって、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、前記装置。

【請求項 37】

前記被験者の眼の少なくとも一方の眼位を自動的に測定するための方法であって：

自動屈折測定を行うことであり、前記自動屈折測定は、視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の少なくとも一方の屈折力を測定すること；

イメージ捕獲装を使用して前記被験者の眼のイメージを捕らえることであって、前記イメージは、前記被験者の眼のそれぞれの任意の表面からの光の反射を含むこと；

前記イメージを解析して、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置を同定すること；及び

それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置に基づいて前記被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を特定すること、を含む、前記方法。

【請求項 38】

請求項 37 の方法であって、前記イメージは、予定されている範囲内にある前記被験者の眼の少なくとも一方の前記屈折力に応じて捕らえられる、前記方法。

【請求項 39】

前記自動屈折測定に基づいて前記被験者の眼の少なくとも一方の前記眼位測定を調整することをさらに含む、請求項 37 の方法。

【請求項 40】

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することをさらに含む、請求項 37 の方法。

【請求項 41】

前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較することをさらに含む請求項 37-40 のいずれかの前記方法であって、前記眼位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記方法。

【請求項 42】

請求項 37-41 のいずれかの方法であって、前記イメージを解析して、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置を同定することは、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの虹彩の可視部分に対して前記光の反射の位置を同定することをさらに含む、前記方法。

【請求項 43】

請求項 37-42 のいずれかの方法であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記方法。

【請求項 44】

請求項 43 の方法であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 プルキニエイメージである、前記方法。

【請求項 45】

請求項 37-44 のいずれかの方法であって、前記眼位測定は、斜位測定または斜視測定である、前記方法。

【請求項 46】

請求項 37-45 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼または右眼である、前記方法。

【請求項 47】

請求項 37-45 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前

10

20

30

40

50

記被験者の左眼及び右眼である、前記方法。

【請求項 48】

請求項 37-47 のいずれかの方法であって、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、前記方法。

【請求項 49】

光で前記被験者の眼を照射して前記反射を作り出すことをさらに含む、請求項 37-48 のいずれかの方法。

【請求項 50】

前記被験者の眼の少なくとも一方の眼位を測定するための装置であって、前記被験者に視標を提供する前記装置は：

前記被験者の眼のイメージを捕らえるためのイメージ捕獲機器；

プロセッサ；及び

前記プロセッサと操作可能な通信をするメモリであり、前記メモリは、それに記憶されるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに：

前記視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の少なくとも一方の屈折力を測定する自動屈折測定を行わせ；

前記イメージ捕獲機器から前記イメージを受け取らせ、前記イメージは、前記被験者の眼のそれぞれの任意の表面からの光の反射を含み；

前記イメージを解析して、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置を同定させ；及び

それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置に基づいて、前記被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を特定する前記メモリ、を含む、前記装置。

【請求項 51】

請求項 50 の装置であって、前記イメージは、予定されている範囲内にある前記被験者の眼の少なくとも一方の前記屈折力に応じて捕らえる、前記装置。

【請求項 52】

請求項 50 の装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記自動屈折測定に基づいて前記被験者の眼の少なくとも一方の前記眼位測定を調整させる、前記装置。

【請求項 53】

請求項 50 の装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定を使用して調節性輻輳調節比を算出させる、前記装置。

【請求項 54】

請求項 50-53 のいずれかの装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較させ、前記眼位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記装置。

【請求項 55】

請求項 50-54 のいずれかの装置であって、前記イメージを解析して、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの中の前記光の反射の位置を同定することは、それぞれ、前記被験者の眼のそれぞれの目標に対する前記光の反射の位置を同定することをさらに含む、前記装置。

【請求項 56】

請求項 50-55 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少な

くとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記装置。

【請求項 57】

請求項 56 の前記装置であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 プルキニエイメージである、前記装置。

【請求項 58】

請求項 50－57 のいずれかの装置であって、前記イメージ捕獲機器は、前記被験者の眼のイメージの配列を捕らえるためのビデオ捕獲機器またはカメラである、前記装置。

【請求項 59】

ディスプレイ機器をさらに含む請求項 58 の装置であって、前記装置は、第 1 の表面及び前記第 1 の表面の反対側に第 2 の表面を定義し、前記ディスプレイ機器は、前記第 1 の表面上に配置され、及び前記イメージ捕獲機器は、前記第 2 の表面上に配置される、前記装置。

10

【請求項 60】

光で前記被験者の眼を照射して前記反射を作り出すための光源をさらに含む、請求項 50－59 のいずれかの装置。

【請求項 61】

請求項 60 の装置であって、前記光源は、前記ビデオ捕獲機器周辺に配置される複数の LED を含む、前記装置。

【請求項 62】

20

請求項 50－61 のいずれかの装置であって、前記装置は、コンピューティング機器である、前記装置。

【請求項 63】

請求項 62 の装置であって、前記コンピューティング機器は、ラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話である、前記装置。

【請求項 64】

請求項 50－63 のいずれかの装置であって、前記眼位測定は、斜位測定または斜視測定である、前記装置。

【請求項 65】

請求項 50－64 のいずれかの装置であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼または右眼である、前記装置。

30

【請求項 66】

請求項 50－64 のいずれかの装置であって、前記被験者の眼の少なくとも一方は、前記被験者の左眼及び右眼である、前記装置。

【請求項 67】

請求項 50－66 のいずれかの装置であって、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、前記装置。

【請求項 68】

少なくとも一方の眼の眼位を測定するための方法であって：
被験者の眼の少なくとも一方の自動屈折測定を行うこと；
前記被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を行うこと；及び
前記自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正すること、
を含む、前記方法。

40

【請求項 69】

請求項 68 の方法であって、前記自動屈折測定に基づいて前記眼位測定を補正することは、前記自動屈折測定が予定されている範囲内にあるときにのみ、前記眼位測定を行うことをさらに含む、前記方法。

【請求項 70】

請求項 68 の方法であって、前記自動屈折測定に基づいて前記眼位測定を補正することは、前記自動屈折測定に基づいて前記眼位測定を調整することをさらに含む、前記方法。

50

【請求項 7 1】

請求項 6 8－7 0 のいずれかの方法であって、前記自動屈折測定は、視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の少なくとも一方の屈折力を測定する、前記方法。

【請求項 7 2】

請求項 6 8－7 1 のいずれかの方法であって、前記眼位測定は、斜位測定または斜視測定である、前記方法。

【請求項 7 3】

前記被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法であって：

イメージ捕獲機器を使用して前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることであり、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方からの光の少なくとも 2 つの反射を含むこと；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の少なくとも 2 つの反射のそれぞれの位置を同定すること；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の少なくとも 2 つの反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定すること、を含む、前記方法。

【請求項 7 4】

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の少なくとも 2 つの反射のそれぞれの位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の少なくとも 2 つの反射のそれぞれの位置を比較することをさらに含む請求項 7 3 の前記方法であって、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記方法。

【請求項 7 5】

請求項 7 3－7 4 のいずれかの前記方法であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも 2 つからの前記光の少なくとも 2 つの反射を含む、前記方法。

【請求項 7 6】

光源を使用して光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射して前記反射を作り出すことをさらに含む請求項 7 3－7 5 のいずれかの前記方法。

【請求項 7 7】

前記被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法であって：

少なくとも 2 つの光源を使用して少なくとも 2 つの光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射すること；

イメージ捕獲機器を使用して前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることであり、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方からの少なくとも 2 つの光の反射を含むこと；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置を同定すること；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定すること、を含む、前記方法。

【請求項 7 8】

前記被験者の眼の一方の中の少なくとも 2 つの光の前記反射のそれぞれの位置と前記被験者の眼の他方の中の少なくとも 2 つの光の前記反射のそれぞれの位置を比較することをさらに含む請求項 7 7 の前記方法であって、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記方法。

【請求項 7 9】

請求項 7 7－7 8 のいずれかの方法であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なく

10

20

30

40

50

とも一方からの少なくとも2つの光の反射を含む、前記方法。

【請求項80】

前記被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法であって：

イメージ捕獲機器を使用して前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることであり、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の中の目標を含むこと；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記目標の位置を同定すること；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記目標の位置に基づいて斜位測定を特定すること、

10

を含む、前記方法。

【請求項81】

請求項80の方法であって、前記目標は、前記被験者の眼の少なくとも一方の中の特徴である、前記方法。

【請求項82】

請求項81の方法であって、前記特徴は、血管である、前記方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

20

本出願は、2013年11月7日に提出されたBaileyに対するU. S. provisional patent application number 61/901,432, “Automated Detection of Eye Alignment,”の利益及びそれに対する優先権を主張し、その全体が参照文献として本明細書に援用され、及び本明細書の一部とされる。

【背景技術】

【0002】

眼位の2つの主なずれは、斜視及び斜位と呼ばれている。斜視（また、斜視、やぶにらみ、内斜視と呼ばれる）は、被験者が同時に同じ対象に両方の眼の中心窩を示すことができないずれである。外斜視は、一方の眼が常に外へ向いている場合であり、及び内斜視は、一方の眼が常に内に向いている場合である。同様に、上斜視または下斜視は、一方の眼が常に上方または下方に向いている場合に生じる。ずれの第2のタイプ、斜位は、一方の眼がカバーされるときにのみ存在する潜在的なずれである。両方の眼が開いているとき、被験者は、同じ対象に両方の眼を向けることができる。外斜位が存在する場合、カバーされている眼は、カバーが除去されるまで外へ向くだろう。次いで、それは、他方の眼と同じ対象を凝視し始めるだろう。内斜位については、カバーされる眼は、カバーが除去されるまで内に向くだろう。上斜位または下斜位については、カバーされる眼は、カバーされない眼に対して上方または下方に向くだろう。斜視及び斜位の両方は、複視、不快の源であり、及び読むことに困難を生じさせ得る。斜視は、子供において弱視または弱視と呼ばれている永続的な視力喪失を生じさせ得る。これらの状態は、先天性及び／または遺伝的でありえ、または外傷性脳損傷を介して取得され得る。斜視及び斜位の両方は、これらが同定される場合に容易に治療可能な確立した医学的状态である。より早く人生において斜視が同定されると、治療は、永続的な視力喪失を逆転させる／防ぐだろうという可能性がより高い。

30

40

【0003】

斜視及び斜位の臨床測定は、複視を引き起こすだろう天然に存在するか、または外傷性脳損傷のための視力問題を検出する複数の医療分野にわたって使用される。遮へい試験と呼ばれる眼位を測定するための主な現在の方法は、手動で、技術的に困難で、及び冗長である。自動化されたその他の広く使用されている臨床方法は、斜視が存在するかどうかを特定するのみであるが、これらの方法は、眼位、斜位におけるより通常のずれを検出しな

50

い。

【0004】

また、手動または自動化されたいずれかの眼位を測定する全ての現在の方法は、視覚的無限より近い対象を見るように被験者が眼を調節させるか、または焦点を合わせるか否かを検出する能力を欠いている。眼位を測定する個人が、誰かが斜視または斜位測定が眼の外側位置に影響を及ぼす間の過剰または過小調節のために調節するか否か、すなわち、どれだけ眼が内または外へ向かうかを知っていることが有用である。

【0005】

したがって、失明に至る、及び衰弱性眼位障害の検出及び治療を改善し、及び当該技術分野における課題を解決する方法、装置及びシステムが望まれ、そのいくつかは、上記に記述されている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

眼位の2つの主なずれの測定を自動化する装置及び方法を本明細書において記述した。

【0007】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例方法は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることを含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定し、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定することを含むことができる。

【0008】

任意に、方法は、被験者の眼の一方（たとえば、左眼または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右眼または左眼）の中の光の反射の位置を比較することを含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

【0009】

任意に、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定する工程は、被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して光の反射の位置を同定することを含むことができる。

【0010】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

【0011】

加えて、方法は、被験者の眼の少なくとも一方を順次カバーし、及びカバーを取ることが任意に含むことができる。加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に捕らえることができる。加えて、方法は、被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後の被験者の眼のイメージの配列を捕らえること及び配列におけるイメージの一方に対する配列におけるイメージの他方を比較して眼がカバーを取られた後の眼の動きを特定することを任意に含むことができる。あるいは、方法は、フィルタで被験者の眼の少なくとも一方をカバーすることを任意に含むことができ、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方がフィルタによってカバーされる間に捕らえられる。フィルタは、被験者がフィルタを通して見るできないように被験者に対して不透明であることができるが、フィルタは、特定の波長の光を通すことができる。したがって、イメージ捕獲機器は

、フィルタを通して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることができる。

【0012】

任意に、方法は、自動屈折測定を行うことを含むことができる。本明細書に使用されるように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、限定されない。自動屈折測定は、たとえば、被験者が視標に焦点を合わせる間に行われることができる。イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の屈折力に応じて任意に捕らえることができる。あるいは、または加えて、方法は、自動屈折測定に基づいて斜位測定を調整することを任意に含むことができる。

【0013】

任意に、方法は、被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することを含むことができる。

10

【0014】

本明細書に使用されるように、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼または右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼または右眼に基づいて行うことができる。あるいは、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼及び右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼及び右眼に基づいて行うことができる。本開示は、被験者の左眼及び右眼に基づいた斜位測定が同じであり得る、または異なり得ることを想定している。

【0015】

任意に、光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にあることができる。たとえば、光は、赤外線または可視光であることができる。赤外線及び可視光が例として提供されるが、本開示は、電磁スペクトルのその他の部分からの光を使用することができることを想定している。

20

【0016】

任意に、方法は、光源を使用して光で被験者の眼の少なくとも一方を照射することを含むことができる。

【0017】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための装置例は、被験者の眼、プロセッサ及びプロセッサと操作可能な通信をするメモリの少なくとも一方のイメージを捕らえるためのイメージ捕獲機器を含むことができる。メモリは、それに記憶されたコンピュータ実行可能な命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサにイメージ捕獲機器からのイメージを受け取らせ、イメージが被験者の眼の少なくとも一方からの光の反射を含む場合、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定させ、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定することができる。

30

【0018】

任意に、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに被験者の眼の一方（たとえば、左眼または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右眼または左眼）の中の光の反射の位置を比較することができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

40

【0019】

任意に、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定する工程は、被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して光の反射の位置を同定することを含むことができる。

【0020】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を

50

含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

【0021】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方を順次カバーし、及びカバーを取った後に捕らえることができる。加えて、イメージ捕獲機器は、被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に被験者の眼のイメージの配列を捕らえるためのビデオ捕獲機器またはカメラであることができ、及びプロセッサは、コンピュータ読取り可能命令を実行して配列におけるイメージの一方に対して配列におけるイメージの他方と比較して眼のカバーを取った後の眼の動きを特定する。あるいは、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方がフィルタによってカバーされている間に捕らえることができる。フィルタは、フィルタを通して被験者が見ることができないように被験者に対して不透明であることができるが、フィルタは、特定の波長の光を通すことができる。したがって、イメージ捕獲機器は、フィルタを通して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることができる。

【0022】

任意に、装置は、ディスプレイ機器を含むことができる。装置は、第1の表面及び第1の表面の反対側に第2の表面を定義することができる。ディスプレイ機器は、第1の表面上に配置されることができ、及びイメージ捕獲機器は、第2の表面上に配置することができる。あるいは、または加えて、装置は、光で被験者の眼の少なくとも一方を照射するための光源を含むことができる。任意に、光源は、一方または複数の光源を含むことができる。光源は、光源の任意のタイプであることができる。たとえば、光源は、ビデオ捕獲機器周辺に配置される複数のLEDを含むことができる。複数のLED及びこれらの配置は、例としてのみ提供され、及び本開示は、光源のためのその他の数、タイプ及び／または配置を使用することを想定している。

【0023】

任意に、装置は、被験者のために視標を提供することができる。加えて、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに被験者の眼の屈折力を測定する自動屈折測定を行わせることができる。本明細書に使用されるように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の屈折力に応じて任意に捕らえることができる。あるいは、または加えて、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに自動屈折測定に基づいて斜位測定を調整させることができる。

【0024】

あるいは、または加えて、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出させることができる。

【0025】

任意に、装置は、コンピューティング機器である。たとえば、コンピューティング機器は、任意にラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器であることができる。

【0026】

上記のように、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼または右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼または右眼に基づいて行われることができる。あるいは、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼及び右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼及び右眼に基づいて行うことができる。本開示は、被験者の左眼及び右眼に基づいた斜位測定が同じであり得るか、または異なり得ることを

10

20

30

40

50

想定している。

【0027】

任意に、光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にあることができる。たとえば、光は、赤外線または可視光であることができる。赤外線及び可視光が例として提供されるが、本開示は、電磁スペクトルのその他の部分からの光を使用することができることを想定している。

【0028】

被験者の眼の少なくとも一方の眼位を自動的に測定するための実施例における方法は、自動屈折測定を行うこと及びイメージ捕獲機器を使用して被験者の眼のイメージを捕らえることを含むことができる。上記のように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。加えて、イメージは、被験者の眼のそれぞれからの光の反射を含むことができる。また、方法は、イメージを解析して、それぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定し、及びそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を特定することを含むことができる。

【0029】

任意に、イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の少なくとも一方の屈折力に応じて捕らえられる。あるいは、方法は、自動屈折測定に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を調整することを任意に含むことができる。加えて、方法は、被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することを任意に含むことができる。

【0030】

加えて、方法は、被験者の眼の一方（たとえば、左眼または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右眼または左眼）の中の光の反射の位置を比較することを任意に含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

【0031】

任意に、イメージを解析してそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定する工程は、それぞれ、被験者の眼のそれぞれの目標に対して光の反射の位置を同定することをさらに含む。

【0032】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

【0033】

任意に、被験者の眼の少なくとも一方の眼位を自動的に測定するための方法に関して、眼位測定は、斜位測定または斜視測定であることができる。

【0034】

上記のように、被験者の眼の少なくとも一方は、被験者の左眼または右眼であることができる。あるいは、被験者の眼の少なくとも一方は、被験者の左眼及び右眼であることができる。

【0035】

任意に、光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にあることができる。たとえば、光は、赤外線または可視光であることができる。赤外線及び可視光が例として提供されるが、本開示は、電磁スペクトルのその他の部分からの光を使用することができることを

10

20

30

40

50

想定している。

【0036】

任意に、方法は、光源からの光で被験者の眼を照射することを含むことができる。

【0037】

被験者の眼の少なくとも一方の眼位を測定するための装置は、被験者の眼のイメージを捕らえるためのイメージ捕獲機器、プロセッサ及びプロセッサと操作可能な通信をするメモリを含むことができる。メモリは、それに記憶されたコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに視標に焦点を合わせる間に被験者の眼の少なくとも一方の屈折力を測定する自動屈折測定を行わせ、イメージ捕獲機器から被験者の眼のそれぞれからの光の反射を含むイメージを受け取らせ、イメージを解析してそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定させ、及びそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を特定することができる。

10

【0038】

任意に、イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の少なくとも一方の屈折力に応じて捕らえられる。あるいは、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに自動屈折測定に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を調整させることができる。加えて、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出させることができる。

20

【0039】

加えて、メモリは、それに記憶されたさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、プロセッサによって実行されるときに、それはプロセッサに被験者の眼の一方（たとえば、左または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右または左眼）の中の光の反射の位置を比較させることができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

【0040】

任意に、イメージを解析してそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定する工程は、それぞれ、被験者の眼のそれぞれの目標に対して光の反射の位置を同定することをさらに含む。

30

【0041】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

40

【0042】

任意に、装置は、ディスプレイ機器を含むことができる。装置は、第1の表面及び第1の表面の反対側に第2の表面を定義することができる。ディスプレイ機器は、第1の表面上に配置されることができ、イメージ捕獲機器は、第2の表面上に配置することができる。任意に、装置は、光で被験者の眼を照射するための光源を含むことができる。あるいは、または加えて、光源は、一方または複数の光源を含むことができる。光源は、光源の任意のタイプであることができる。たとえば、光源は、ビデオ捕獲機器周辺に配置される複数のLEDを含むことができる。複数のLED及びこれらの配置は、例としてのみ提供され、及び本開示は、光源のためのその他の数、タイプ及び／または配置を使用することを想定している。

50

【0043】

任意に、装置は、コンピューティング機器である。たとえば、コンピューティング機器は、任意にラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器であることができる。

【0044】

任意に、被験者の眼の少なくとも一方の眼位を測定するための装置に関して、眼位測定は、斜位測定または斜視測定であることができる。

【0045】

上記のように、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼または右眼であることができる。あるいは、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼及び右眼であることができる。

10

【0046】

任意に、光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にあることができる。たとえば、光は、赤外線または可視光であることができる。赤外線及び可視光が例として提供されるが、本開示は、電磁スペクトルのその他の部分からの光を使用することができることを想定している。

【0047】

少なくとも一方の眼の眼位を測定するための実施例方法は、被験者の眼の少なくとも一方の自動屈折測定を行うこと、被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を行うこと及び自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正することを含むことができる。

20

【0048】

上記のように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。自動屈折測定は、たとえば、被験者が視標に焦点を合わせる間に行われることができる。任意に、自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正する工程は、自動屈折測定が予定されている範囲内にあるときのみ眼位測定を行うことを含む。あるいは、自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正する工程は、自動屈折測定に基づいて眼位測定を調整することを含む。

【0049】

任意に、少なくとも一方の眼の眼位を測定するための方法に関して、眼位測定は、斜位測定または斜視測定であることができる。

30

【0050】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例における方法は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることを含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの光の少なくとも2つの反射を含むことができる。たとえば、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）または被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）もしくは内側（後方）表面（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）の少なくとも2つからの光の少なくとも2つの反射を含むことができる。本開示は、イメージが被験者の眼の任意の2つの表面からの光の少なくとも2つの反射を含むことができることを想定し、及び上の例（たとえば、第1から第4のプルキニエイメージ）に限定されるべきでない。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の中の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置を同定し、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定することを含むことができる。

40

【0051】

任意に、方法は、被験者の眼の一方の中の光の中の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置と被験者の眼の他方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置を比較することをさらに含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

【0052】

50

任意に、方法は、光源を使用して光で被験者の眼の少なくとも一方を照射することを含むことができる。

【0053】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例における方法は、2つの光源を使用して少なくとも2つの光で被験者の眼の少なくとも一方を照射すること及びイメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることを含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの少なくとも2つの光の反射を含むことができる。たとえば、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）または被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）もしくは内側（後方）表面（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）の少なくとも一方からの少なくとも2つの光の反射を含むことができる。本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの少なくとも2つの光の反射を含むことができることを想定し、及び上の例（たとえば、第1から第4のプルキニエイメージ）に限定されるべきでない。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも2つの光の反射のそれぞれの位置を同定することを含むこと及び被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも2つの光の反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定することができる。

10

【0054】

任意に、方法は、被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも2つの光の反射のそれぞれの位置と被験者の眼の他方の中の少なくとも2つの光の反射のそれぞれの位置を比較することを含むことができ、斜位測定は、比較の結果に基づいて特定される。

20

【0055】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例における方法は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることを含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の中の目標を含むことができる。任意に、目標は、たとえば、血管などの被験者の眼の少なくとも一方の中の特徴であることができる。本開示は、血管以外の目標を使用することができることを想定している。目標は、捕らえられた、及び捕らえられたイメージの中の定義可能な任意の特徴であることができる。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の目標の位置を同定し、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の目標の位置に基づいて斜位測定を特定することを含むことができる。

30

【0056】

また、上記の主題がコンピュータ制御された装置、コンピュータプロセス、コンピューティングシステムまたはコンピュータ読み出し可能記憶媒体などの製品として実行されてもよいことが理解されるべきである。

【0057】

その他のシステム、方法、特徴及び／または利点は、以下の図面及び詳細な説明の検討に応じて当業者にとって明らかだろう、または明らかになり得る。全てのこのようなさらなるシステム、方法、特徴及び／または利点が、この記述の中に含まれ、及び添付の請求の範囲によって保護されていることが意図される。

40

【0058】

図面における構成要素が、必ずしも互いに対して一定の割合であるというわけではない。引用例と同様に、数字は、いくつかの図の全体にわたって対応する部分を指定する。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1A】本明細書において記述した実施形態に従った眼位の自動化された検出を行うための装置例を図示する。

【図1B】本明細書において記述した実施形態に従った眼位の自動化された検出を行うための装置例を図示する。

【図1C】本明細書において記述した実施形態に従った眼位の自動化された検出を行うた

50

めの装置例を図示する。

【図 2】コンピューティング機器例のブロック図である。

【図 3 A】斜位測定のための自動化された試験例を図示する。

【図 3 B】斜位測定のための自動化された試験例を図示する。

【図 3 C】斜位測定のための自動化された試験例を図示する。

【図 3 D】斜位測定のための自動化された試験例を図示する。

【図 3 E】斜位測定のための自動化された試験例を図示する。

【図 4】被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法についてのフローチャート例を図示する。

【図 5】被験者の眼の少なくとも一方の眼位を自動的に測定するための実施例における方法についてのフローチャートを図示する。

【図 6】少なくとも一方の眼の眼位を測定するための他方の実施例における方法のフローチャートを図示する。

【図 7】被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための他方の実施例における方法のフローチャートを図示する。

【図 8】被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するためのさらに他方の実施例における方法のフローチャートを図示する。

【図 9】被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための他方の実施例における方法のフローチャートを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0060】

詳細な説明

別途定義されない限り、本明細書において使用される全ての専門用語及び科学用語は、当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有する。本明細書において記述したものと類似または均等な方法及び材料は、本開示の実践または試験において使用することができる。本明細書において、及び添付の請求の範囲において使用されるように、単数形、文脈が別途はっきり指示しない限り、「一つ」、「一つ」、「該」は、複数対象を含む。本明細書に使用される用語「含むこと」及びそのバリエーションは、用語「含むこと」及びそのバリエーションと同義的に使用され、及び制約のない、非限定的な用語である。本明細書に使用される用語「随意の」または「任意に」は、その後記述された特徴、イベントまたは環境が生じ得るか、または生じ得ない、及び記述が前記特徴、イベントまたは環境が生じる例及びそれがしない例を含むことを意味する。実施形態が眼の横方向眼位の自動化された検出について記述されるだろう一方で、実施形態がそれに限定されないことは当業者に明らかになるだろう。たとえば、実施形態は、垂直の眼位及び潜在的に回転ねじれ眼位問題を伴う問題を検出するのに使用することができる。

【0061】

ここで図 1 A - 1 C を参照して、眼位の自動化された検出を行うための装置例 100 を示す。装置 100 は、下の詳細において記述した斜位及び／または斜視を測定するための自動化された技術のいずれかを行うのに使用することができる。図 1 A は、装置 100 の第 1 の表面（たとえば、前面）100 A を図示する。図 1 B は、第 1 の表面 100 A の反対側にある第 2 の表面（たとえば、裏面）100 B を図示する。任意に、装置 100 は、光で被験者の眼の一方または複数を照射するための光源 120、被験者の眼の一方または複数のイメージを捕らえるためのカメラなどのイメージ捕獲機器 110、プロセッサ及びプロセッサと操作可能な通信をするメモリを含むことができる。プロセッサ及びメモリを図 1 A - 1 C に示さないが、プロセッサ及びメモリを下図 2 に関して詳細に記述する。任意に、イメージ捕獲機器 110 は、ビデオ捕獲機器であることができる。また、装置 100 は、ディスプレイ機器 130 を含むことができる。図 1 A - 1 C に示したように、ディスプレイ機器 130 は、第 1 の表面 100 A 上に配置されることができ、イメージ捕獲機器 120 及び光源 110 は、第 2 の表面 100 B 上に配置することができる。

【0062】

任意に、装置 100 は、たとえばタブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器を収納するためのケース 180 を含むことができる。モバイルコンピューティング機器は、一方または複数の入力／出力機器を含むことができる。たとえば、モバイルコンピューティング機器は、タッチセンシティブ式ディスプレイ機器を任意に含むことができる。タッチセンシティブ式ディスプレイ機器は、ケースを介して利用可能である／目に見えることができる。あるいは、または加えて、モバイルコンピューティング機器は、ケースを介して利用可能である／目に見える一方または複数のスイッチ、ノブまたはその他の制御するものを任意に含むことができる。装置 100 は、エルゴノミクス設計を有することができる。加えて、装置 100 は、視覚的標識を提供することができる。たとえば、図 1 A に示したように、装置 100 は、第 2 の表面 100 B 上に配置されるイメージ捕獲機器 110 と協調する第 1 の表面 100 A 上の視覚的位置入力装置 140 を提供することができる。あるいは、または加えて、図 1 B に示したように、装置 100 は、第 2 の表面 100 B 上の視覚的位置入力装置 150 を提供して視標を被験者に提供することができる。任意に、視覚的位置入力装置 150 は、被験者が眼位試験の間に凝視するイメージ捕獲機器 110 の近くに配置される「十字線」（または別の標識）であることができる。任意に、図 1 B に示したように、装置 100 は、第 2 の表面 100 B 上の一方または複数の浮き出した部分 160 を提供して装置 100 を平らな表面から捕らえるのを容易にすることができる。

10

【0063】

随意的光源 120 は、単数または複数の光源を含むことができる。本開示は、光源 120 が光源の任意のタイプであることができることを想定している。たとえば、図 1 B に示したように、光源 120 は、その装置 100 を含むケースに組み込まれ、イメージ捕獲機器 110 周辺に配置される複数の LED（たとえば、環で配置される 12 個の LED）を含むことができる。図 1 B に示した複数の LED 及びこれらの配置は、例として提供されるのみであり、及び本開示は、光源 120 のためのその他の数、タイプ及び／または配置を使用することを想定している。あるいは、本発明の実施形態において、さらなる光源は、提供されず、及び装置 100 は、周辺または自然光を利用する。あるいは、ランプ、懐中電灯及び同様のものなどの別々の光源は、本発明の実施形態を实践するのに使用することができる。

20

【0064】

図 1 C は、眼位の自動化された検出を行うための装置 100 の横方向態様図である。図 1 A - 1 C が、たとえば、眼位の自動化された検出を行うためのケース 180 に組み込まれた、タブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器を一般に図示する一方、本発明は、この実施形態に限定されないことになっている。装置は、被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえるための少なくとも一方のイメージ捕獲機器；プロセッサ；及びプロセッサと操作可能な通信をするメモリを含むスタンドアロンであることができる。その他の実施形態において、装置は、Google Glass などの機器（Google Corporation, Mountain View, California USA）、腕時計、その他の視力試験装置及び機器、並びに同様のものを利用する、またはそれに組み込むことができる。

30

40

【0065】

本明細書において記述した論理演算がソフトウェアにおいて実行されるとき、プロセスは、コンピューティングアーキテクチャまたはプラットフォームの任意のタイプ上で実行されてもよい。たとえば、図 2 を参照して、本発明の実施形態が実行され得るコンピューティング機器例を図示する。コンピューティング機器 200 は、任意にラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器であることができる。コンピューティング機器 200 は、コンピューティング機器 200 の種々の構成要素の中の情報を伝達するために、バスまたはその他の連絡機構を含んでもよい。その最も基本の構成において、コンピューティング機器 200 は、少なくとも一方のプロセッシングユニット 206 及びシステムメモリ 204 を典型的に含む。正確な

50

構成及びコンピューティング機器のタイプに応じて、システムメモリ 204 は、揮発性（ランダムアクセスメモリ（RAM）など）、不揮発性（読み取り専用メモリ（ROM）、フラッシュメモリ、その他など）または 2 つのいくつかの組み合わせでもよい。この最も基本の構成を破線 202 によって図 2 に図示する。プロセッシングユニット 206 は、コンピューティング機器 200 の操作のために必要な算術及び論理演算を行う標準的なプログラマブルプロセッサでもよい。

【0066】

コンピューティング機器 200 は、さらなる特徴／機能性を有してもよい。たとえば、コンピューティング機器 200 は、磁気または光ディスクまたはテープを含むが、限定されない取り外し可能記憶装置 208 及び取り外し不可能記憶装置 210 などのさらなる記憶装置を含んでいてもよい。また、コンピューティング機器 200 は、機器がその他の機器と通信することができるネットワークコネクション（群）216 を含んでいてもよい。また、コンピューティング機器 200 は、キーボード、マウス、タッチスクリーン、その他などの入力機器（群）214 を有してもよい。また、ディスプレイ、スピーカー、プリンター、その他などの出力機器（群）212 も含まれる。さらなる機器は、コンピューティング機器 200 の構成要素間のデータの連絡を容易にするためにバスに接続していてもよい。全てのこれらの機器は、当該技術分野において周知であり、及び本明細書において詳細に考察される必要はない。

【0067】

プロセッシングユニット 206 は、有形の、コンピュータ読取り可能媒体にコードされるプログラムコードを実行するように構成されていてもよい。コンピュータ読取り可能媒体は、コンピューティング機器 200（すなわち、機械）に特定の様式で作動させるデータを提供することができる任意の媒体をいう。種々のコンピュータ読取り可能媒体は、実行のための命令をプロセッシングユニット 206 に提供するように利用されてもよい。コンピュータ読取り可能媒体の共通の形態は、たとえば磁気媒体、光学的媒体、物理的媒体、メモリチップまたはカートリッジ、搬送波またはコンピュータが読むことができる任意のその他の媒体を含む。コンピュータ読取り可能媒体例は、揮発性媒体、不揮発性媒体及び伝送媒体を含んでもよいが、これらに限定されない。揮発性及び不揮発性媒体は、コンピュータ読取り可能命令、データ構造、プログラムモジュールまたはその他のデータなどの情報の記憶のための任意の方法または技術において実行されてもよく、及び一般の様式は、下の詳細において考察される。伝送媒体は、同軸ケーブル、銅線及び／または光ファイバケーブル並びに電波及び赤外線データ通信の間に発生されるものなどの超音波または光波を含んでいてもよい。有形の例、コンピュータ読取り可能記録媒体は、集積回路（たとえば、フィールドプログラマブルゲートアレイまたは特定用途向け IC、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気テープ、ホログラフィック記憶媒体、ソリッドステート装置、RAM、ROM、電氣的に消去可能なプログラム読み取り専用メモリ（EEPROM）、フラッシュメモリまたはその他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）またはその他の光学的記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置またはその他の磁気記憶装置を含むが、これらに限定されない。

【0068】

例示的实施例において、プロセッシングユニット 206 は、システムメモリ 204 に記憶されたプログラムコードを実行してもよい。たとえば、バスが、データをシステムメモリ 204 へ伝えてもよく、プロセッシングユニット 206 は、命令を受け取り、及び実行する。システムメモリ 204 によって受け取られたデータは、プロセッシングユニット 206 によって実行前または後に取り外し可能記憶装置 208 または取り外し不可能な記憶装置 210 に任意に記憶されていてもよい。

【0069】

コンピューティング機器 200 は、様々なコンピュータ読取り可能媒体を典型的には含む。コンピュータ読取り可能媒体は、装置 200 によってアクセスされることができ、揮

10

20

30

40

50

発性及び不揮発性両方の媒体、取り外し可能及び取り外し不可能な媒体を含む任意の利用可能な媒体であることができる。コンピュータ記憶媒体は、コンピュータ読取り可能命令、データ構造、プログラムモジュールまたはその他のデータなどの情報の記憶のための任意の方法または技術において実行される揮発性及び不揮発性並びに取り外し可能及び取り外し不可能な媒体を含む。システムメモリ 204、取り外し可能記憶装置 208 及び取り外し不可能な記憶装置 210 は、コンピュータ記憶媒体の全ての例である。コンピュータ記憶媒体は、RAM、ROM、電氣的に消去可能なプログラム読み取り専用メモリ（EEPROM）、フラッシュメモリまたはその他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）またはその他の光学的記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置またはその他の磁気記憶機器または所望の情報を記憶するのに使用することができる、及びコンピューティング機器 200 によってアクセスすることができる任意のその他の媒体を含むが、これらに限定されない。そのようなコンピュータ記憶媒体は、コンピューティング機器 200 の部分でもよい。

10

【0070】

本明細書において記述した種々の技術が、ハードウェアもしくはソフトウェアに関連して、または適切な場合、それらの組み合わせで実行されてもよいことが理解されるべきである。したがって、現在開示した主題の方法及び装置またはそれらの一定の態様もしくは部分は、フロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM、ハードドライブまたは任意のその他の機械読取り可能記憶媒体などの有形媒体において実施されるプログラムコード（すなわち、命令）の形態を取ってもよく、プログラムコードがロードされ、及びコンピューティング機器などの機械によって実行されるときに、機械は、現在開示した主題を実践するための装置になる。プログラム可能なコンピュータ上のプログラムコード実行の場合において、コンピューティング機器は、プロセッサ、プロセッサによって読取り可能な記憶媒体（揮発性及び不揮発性メモリ及び／または記憶装置エレメントを含む）、少なくとも一方の入力装置及び少なくとも一方の出力装置を一般に含む。一方または複数のプログラムは、現在開示した主題に関連して、たとえばアプリケーションプログラミングインタフェース（API）、再使用可能な制御するものまたは同様のものの使用を通して、記述されたプロセスを実行しても、または利用してもよい。このようなプログラムは、高レベル手続き形またはオブジェクト指向プログラミング言語において実行されて、コンピュータシステムと通信してもよい。しかし、プログラム（群）は、必要に応じて、アセンブリまたは機械語において実行することができる。いずれの場合でも、言語は、コンパイル済または解釈済言語でもよく、及びそれはハードウェア実装と組み合わせられてもよい。

20

30

【0071】

本明細書において記述した自動化された眼位測定のための技術は、ラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話などのモバイルコンピューティング機器で任意に実行することができる。したがって、モバイルコンピューティング機器は、従来の機器と比較して極めて小さく、及び非常に携帯型であり、それは眼位についての試験が複数の凝視で行われることを必要とするときにモバイルコンピューティング機器が使用することを可能にする。これは、脳神経の統合性を試験することがこの試験の複数の凝視態様に依存するので、検眼、眼科学、神経学及び救急医療のために重要である。多くの従来の機器は、被験者がこの試験の間にまっすぐに前を見るのみを必要とする顎当てを有する。従来の装置とは異なり、モバイルコンピューティング機器は、眼をなおも見ることができ、かつ測定を行うことができる被験者の頭部に対して任意の位置に置くことができる。また、これは、脳神経試験が臨床医にとって行うのが大変であろう仰向きである外傷性脳損傷被験者に当てはまる。

40

【0072】

上記のように、斜位は、一方の眼がカバーされるときにのみ存在する潜在的なずれである。両方の眼が開いており、及びカバーされていないとき、被験者は、同じ対象に両方の眼を向けることができる。下で記述した自動化された斜位測定試験を使用して、手動測定

50

方法、遮へい試験において典型的に使用される斜視または斜位測定の大きさ及び方向のプリズム評価の必要性をなくすることが可能である。その代わりに、イメージ捕獲機器及び光源を伴うコンピューティング機器（たとえば、図 1 A－1 B に示した装置）を使用することができる。実行例（図 3 A－3 E）において、自動化された斜位測定試験は、プルキニエ I イメージ（すなわち、角膜の外側表面の光の反射）を使用することができる。臨床医は、イメージ捕獲機器（たとえば、カメラ、ビデオカメラ、その他）がカバーされた眼及びプルキニエ I イメージ I のためにカバーを取られた眼を記録する間に、被験者の眼の一方を通常通りカバーする、及びカバーを除去することができる。カバーが除去された後で、イメージ捕獲機器は、両方の眼についてプルキニエ I イメージを記録する。たとえば、イメージ捕獲機器は、一連の静止画像または連続的なビデオを記録することができる。カバーを取られた眼が、一旦カバーが除去されると、再び対象を見るのにおよそ 1～2 秒かかる。したがって、これらの 1～2 秒の間に捕らえたイメージが解析される。実際の測定は、これらが両眼における虹彩の可視部分の中に位置するところに対してプルキニエ I イメージの位置を見ることによって達成される。これらの相対位置から、眼がカバーの下で向いているところを特定すること、すなわち、斜視のためのヒルシュベルグ試験に類似である様式で斜位測定ができる。

10

【0073】

任意に、自動化された斜視及び斜位測定は、自動屈折で得られた眼の屈折力の測定で行うことができる。被験者が非常に遠くで見ている場合、自動屈折で測定される眼の屈折力は、被験者の眼鏡処方箋の評価である。しかし、被験者が近い標的を見る場合、自動屈折器は、被験者がどれだけその近い対象を見るために焦点を合わせているか測定することができる。斜視及び斜位測定は、被験者が遠くで見える間、及びまた、被験者が近い標的を見る間に常に行われる。遠い測定の間眼が完全に弛緩されること及び近い測定の間眼が正確に焦点を合わせていることが重要である。近い斜視及び斜位測定は、被験者が異常な調節性輻輳調節（ AC/A ）比を有する場合のみ遠い斜視及び斜位測定と異なるだろう。 AC/A 比は、近い標的に焦点を合わせるための屈折力のそれぞれの単位（たとえば、調節、 A ）に対してこれらが目を内部に向けさせる（たとえば、調節性輻輳、 AC ）量である。調節及び調節性輻輳は、神経学的に関連づけられる。異常な AC/A をもつ者が、近い標的に不十分または過剰に焦点を合わせる場合、臨床医は、被験者が正確に焦点を合わせている場合とは異なる近い斜位または斜視測定を得るだろう。 AC/A は、誰かに調節の異なる量を必要とする 2 つ以上の異なる標的を見させること（2 つの異なる分母、「 A 」）、及び調節性輻輳（分子、「 AC 」）を比較し、及び一方の標的とその他の標的についての輻輳との間の相違を算出して AC/A を特定することによって算出することができる。本明細書で記述した技術によれば、同じカメラ及び光を、同時の斜視／斜位及び自動屈折測定を行うのに使用することができる。これは、臨床医が、被験者が一定のレベルで調節するときのみ測定を行うことまたは発揮された調節性の労力に基づいて斜視／斜位測定を調整し、したがって測定の精度を改善することを可能にする。

20

30

【0074】

加えて、これらの同じイメージング測定の全ては、それぞれの被験者の AC/A の測定を提供する。したがって、どれだけ眼が両方の眼のためのプルキニエ I イメージの位置から内部へ向いたか（たとえば、調節性輻輳、 AC ）及びどれだけ被験者が調節したか（ A ）を特定することが可能である。現在、 AC/A の自動化された測定はない。現在、遮へい試験は、調節の異なるレベルを要求する複数の距離で行われ、及び比は、少なくとも 2 つのこのような測定から特定され、またはレンズが眼の前に置かれ、及び臨床医は、被験者がレンズと同じ量を調節すると仮定する。斜位測定は、調節性輻輳（ AC ）を特定するためにレンズで、及びそれなしで行われる。

40

【0075】

ここで図 3 A－3 E を参照して、斜位測定のための自動化された試験例を示す。図 3 A において、被験者の左右の眼は、同じ場所で焦点を合わせる。被験者の眼（たとえば、被験者の眼の少なくとも一方）は、光源を使用して光で照射することができる。任意に、周

50

囲または自然光を使用されることができ、さらなる光源は必要とされない。任意に、光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にあることができる。たとえば、光は、赤外線または可視光であることができる。赤外線及び可視光が例として提供されるが、本開示は、電磁スペクトルのその他の部分からの光を使用することができることを想定している。

【0076】

被験者の眼のイメージは、たとえばイメージ捕獲機器を使用して捕らえることができる。図3Aに示したように、イメージは、被験者の眼からの光の反射または他方の目標特徴（血管、虹彩の可視部分、虹彩特徴、瞳孔の中心、可視虹彩直径の中心、その他）を含むことができる。たとえば、被験者の右眼302からの光の反射302A及び被験者の左眼304からの光の反射304Aを示す。任意に、イメージは、被験者の眼の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。さらに、本開示は、眼の任意のその他の特徴（血管、虹彩の可視部分、虹彩特徴、瞳孔の中心、可視虹彩直径の中心、その他）がその位置または動きを追跡するのに使用されることができ、したがって、反射を必要としないことを想定している。

【0077】

図3Aにおいて、距離「A」は、被験者の右眼302からの光の反射302Aと被験者の右眼302の虹彩の可視部分302Bとの間の距離であり、及び距離「B」は、被験者の左眼304からの光の反射304Aと被験者の左眼304の虹彩の可視部分304Bとの間の距離である。距離「A」が距離「B」に等しいので、斜視は存在しない。斜位が存在するかどうか特定するために、被験者の眼の一方を順次カバーして、及びカバーを取ることができる。任意に、イメージの配列は、被験者の眼の一方のカバーを取った後に捕らえることができる。下記のように、イメージの配列の一方における被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射を、イメージの配列の他方における被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置と比較して、被験者の眼がカバーを取られた後の任意の動きを特定することができ、及び斜位または斜視の大きさ及び方向を動きから算出することができる。

【0078】

図3Bにおいて、被験者の左眼304は、カバー306でカバーされる。図3Cにおいて、被験者の左眼304は、部分的にカバーが取られる。上記のように、イメージは、被験者の左眼304を順次カバーし、及びカバーを取ることによって捕らえることができる。図3Dにおいて、被験者の左眼304は、完全にカバーが取られる。上と類似して、被験者の眼のイメージは、被験者の左眼304が完全にカバーを取られるときに、イメージ捕獲機器を使用して捕らえることができる。図3Dに示したように、イメージは、被験者の眼からの光の反射を含むことができ、たとえば、被験者の右眼302からの光の反射302A及び被験者の左眼304からの光の反射304Aを示す。図3Dにおいて、距離「A」は、被験者の右眼302からの光の反射302Aと被験者の右眼302の虹彩の可視部分302Bとの間の距離であり、及び距離「B」は、被験者の左眼304からの光の反射304Aと被験者の左眼304の虹彩の可視部分304Bとの間の距離である。距離「A」が距離「B」に同等でないので、斜位は存在する。たとえば、図3Dにおいて、距離「B」が距離「A」未満であるので、外斜位は存在する。斜位測定は、図3Dにおける被験者の眼の中の光の反射の位置に基づいて特定することができる。

【0079】

およそ1～2秒後、被験者の左眼304（たとえば、順次カバーして、及びカバーを取った眼）は、被験者の右眼302と再び同じ場所に焦点を合わせ始める。したがって、図3Eに示したように、距離「A」は、被験者の右眼302からの光の反射302Aと被験

者の右眼 302 の虹彩の可視部分 302 B との間の距離であり、及び距離「B」は、被験者の左眼 304 からの光の反射 304 A と被験者の左眼 304 の虹彩の可視部分 304 B との間の距離である。距離「A」が距離「B」に等しいので、斜視は存在しない。

【0080】

種々の図に関して本明細書において記述した論理演算が、(1) コンピューティング機器上で実行するコンピュータ実行動作またはプログラムモジュール（すなわち、ソフトウェア）の配列として、(2) コンピューティング機器の中の相互接続した機械論理回路または回路モジュール（すなわち、ハードウェア）及び／または(3) コンピューティング機器のソフトウェア及びハードウェアの組み合わせとして実行されてもよいことが理解されるべきである。したがって、本明細書において考察した論理演算は、ハードウェア及びソフトウェアの任意の特定の組み合わせに限定されない。実行は、コンピューティング機器の性能及びその他の要求に依存的な選択の問題である。したがって、本明細書において記述した論理演算は、操作、構造的機器、動作またはモジュールとして多様に呼ばれる。これらの操作、構造的機器、動作及びモジュールは、ソフトウェアにおいて、ファームウェアにおいて、特別な目的のデジタル論理及びそれらの任意の組み合わせにおいて実行されてもよい。また、本明細書において図に示し、及び記述したよりも多いまたは少ない操作が行われてもよいことが、認識されるべきである。また、これらの操作は、本明細書において記述したものと異なる順番で行われてもよい。

10

【0081】

図 4 は、被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための実施例における方法を図示する。方法のこの実施形態は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえる工程 402 を含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定する工程 404 及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定する工程 406 を含むことができる。

20

【0082】

任意に、方法は、被験者の眼の一方（たとえば、左眼または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右眼または左眼）の中の光の反射の位置を比較することを含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

30

【0083】

任意に、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を同定する工程は、被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して光の反射の位置を同定することを含むことができる。

【0084】

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第 1 または第 2 のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第 3 または第 4 のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 のプルキニエイメージであることができる。第 1 から第 4 のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

40

【0085】

加えて、方法は、被験者の少なくとも一方の眼を順次カバーし、及びカバーを取ることを任意に含むことができる。加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に捕らえることができる。加えて、方法は、被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に被験者の眼のイメージの配列を捕らえること及びイメージの配列の一方における被験者の眼のうちの少なくとも一方の中の光の反射に対してイメージの配列の他方における被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置を比較して、被験者の眼がカ

50

バーを取られた後の任意の動きを特定することを任意に含むことができる。

【0086】

あるいは、方法は、フィルタで被験者の眼の少なくとも一方をカバーすることを含むことができ、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方をフィルタによってカバーされる間に捕らえる。フィルタは、被験者がフィルタを通して見ることで見えないように、被験者に対して不透明であることができるが、フィルタは、特定の波長（たとえば、赤外光）の光を通すことができる。フィルタ例は、EASTMAN KODAK COMPANY of ROCHESTER, NYからのWRATTEN #89Bである。WRATTEN #89Bが例としてのみ提供され、及び赤外線以外の波長で光を通すフィルタを含むその他のフィルタが使用することができることが理解されるべきである。したがって、イメージ捕獲機器は、フィルタを通して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることができる。言い換えれば、眼位測定は、被験者の眼の少なくとも一方を順次カバーし、及びカバーを取ることをなしに行うことができる。

10

【0087】

任意に、方法は、自動屈折測定を行うことを含むことができる。本明細書に使用されるように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。自動屈折測定は、たとえば、被験者が視標に焦点を合わせる間に行われることができる。イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の屈折力に応じて任意に捕らえることができる。あるいは、または加えて、方法は、自動屈折測定に基づいて斜位測定を調整することを任意に含むことができる。

20

【0088】

任意に、方法は、被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することを含むことができる。

【0089】

図5は、被験者の眼の少なくとも一方の眼位を自動的に測定するための実施例方法のためのフローチャートを図示する。方法のこの実施形態は、自動屈折測定を行い、及びイメージ捕獲機器を使用して被験者の眼のイメージを捕らえる工程502を含むことができる。上記のように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。加えて、イメージは、被験者の眼のそれぞれからの光の反射を含むことができる。また、方法は、イメージを解析してそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定し、及びそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を特定する工程504を含むことができる。

30

【0090】

任意に、イメージは、予定されている範囲内にある被験者の眼の少なくとも一方の屈折力に応じて捕らえる。あるいは、方法は、自動屈折測定に基づいて被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を調整する工程506を任意に含むことができる。加えて、方法は、被験者の眼の少なくとも一方の中の光の反射の位置及び自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することを任意に含むことができる。

40

【0091】

加えて、方法は、被験者の眼の一方（たとえば、左または右眼）の中の光の反射の位置と被験者の眼の他方（たとえば、右眼または左眼）の中の光の反射の位置を比較することを、任意に含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

【0092】

任意に、イメージを解析してそれぞれ、被験者の眼のそれぞれの中の光の反射の位置を同定する工程は、それぞれ、被験者の眼のそれぞれの目標に対して光の反射の位置を同定することをさらに含む。

【0093】

50

任意に、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）。あるいは、または加えて、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）または内側（後方）表面の少なくとも一方からの光の反射を含むことができる（たとえば、それぞれ第3または第4のプルキニエイメージ）。言い換えれば、イメージは、第1、第2、第3または第4のプルキニエイメージであることができる。第1から第4のプルキニエイメージが例として提供されるが、本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの光の反射を含むことができることを想定している。

【0094】

任意に、眼位測定は、斜位測定または斜視測定であることができる。

10

【0095】

図6は、少なくとも一方の眼の眼位を測定するための他方の実施例方法のフローチャートを図示する。方法のこの実施形態は、被験者の眼の少なくとも一方の自動屈折測定を行う工程602、被験者の眼の少なくとも一方の眼位測定を行う工程604及び自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正する工程606を含むことができる。

【0096】

上記のように、自動屈折測定は、任意の公知の技術による被験者の眼の屈折力の測定であり、自動屈折または光屈折を含むが、これらに限定されない。自動屈折測定は、たとえば、被験者が視標に焦点を合わせる間に行われることができる。任意に、自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正する工程は、自動屈折測定が予定されている範囲内にあるときにのみ眼位測定を行うことを含む。あるいは、自動屈折測定に基づいて眼位測定を補正する工程は、自動屈折測定に基づいて眼位測定を調整することを含む。

20

【0097】

任意に、眼位測定は、斜位測定または斜視測定であることができる。

【0098】

図7は、被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための他方の実施例方法のフローチャートを図示する。方法のこの実施形態は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえる工程702を含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの光の少なくとも2つの反射を含むことができる。たとえば、イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面（たとえば、それぞれ第1または第2のプルキニエイメージ）または被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）もしくは内側（後方）表面（たとえば、それぞれ第3または第4プルキニエイメージ）の少なくとも2つからの光の少なくとも2つの反射を含むことができる。本開示は、イメージが被験者の眼の任意の2つの表面からの光の少なくとも2つの反射を含むことができ、上の例（たとえば、第1から第4のプルキニエイメージ）に限定されるべきでないことを想定している。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置を同定し、及び被験者の眼の少なくとも一方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定する工程704を含むことができる。

30

【0099】

任意に、方法は、被験者の眼の一方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置と被験者の眼の他方の中の光の少なくとも2つの反射のそれぞれの位置を比較することをさらに含むことができる。斜位測定は、比較の結果に基づいて特定することができる。

40

【0100】

図8は、被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するためのさらにもう一つの実施例方法のフローチャートを図示する。方法のこの実施形態は、少なくとも2つの光源を使用して少なくとも2つの光で被験者の眼の少なくとも一方を照射する工程802及びイメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえる工程804を含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方からの少なくとも2つの光の反射を含むことができる。たとえば、イメージは、被験者の眼の少なく

50

も一方の角膜の外側もしくは内側表面（たとえば、それぞれ第 1 または第 2 のプルキニエイメージ）または被験者の眼の少なくとも一方のレンズの外側（前方）もしくは内側（後方）表面（たとえば、それぞれ第 3 または第 4 のプルキニエイメージ）の少なくとも一方からの少なくとも 2 つの光の反射を含むことができる。本開示は、イメージが被験者の眼の任意の表面からの少なくとも 2 つの光の反射を含むことができる、及び上の例（たとえば、第 1 から第 4 のプルキニエイメージ）に限定されるべきでないことを想定している。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置を同定する工程 806 及び被験者の眼の少なくとも一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置に基づいて斜位測定を特定する工程 808 を含むことができる。

10

【0101】

任意に、方法は、被験者の眼の一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置と被験者の眼のもう一方の中の少なくとも 2 つの光の反射のそれぞれの位置を比較することを含むことができ、斜位測定は、比較の結果に基づいて特定される。

【0102】

図 9 は、被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するためのもう一つの実施例方法のフローチャートを図示する。方法のこの実施形態は、イメージ捕獲機器を使用して被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえる工程 902 を含むことができる。イメージは、被験者の眼の少なくとも一方の中の目標を含むことができる。任意に、目標は、たとえば、血管などの被験者の眼の少なくとも一方の中の特徴であることができる。本開示は、虹彩の特徴、虹彩の可視部分、瞳孔の中間点または可視虹彩の中間点及び同様のものなどの血管以外の目標を使用することができることを想定している。目標は、捕らえられた、及び捕らえられたイメージの中の定義可能な任意の特徴であることができる。また、方法は、イメージを解析して被験者の眼の少なくとも一方の中の目標の位置を同定する工程 904 及び被験者の眼の少なくとも一方の中の目標の位置に基づいて斜位測定を特定する工程 906 を含むことができる。

20

【0103】

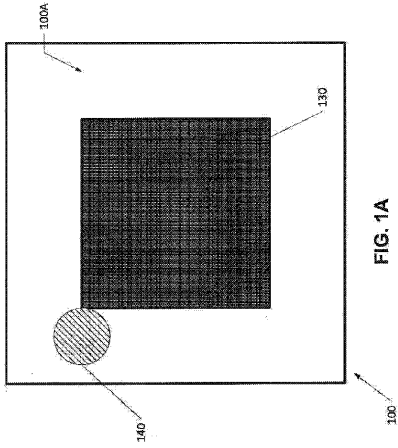
本明細書に使用されるように、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼または右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼または右眼に基づいて行われることができる。あるいは、被験者の少なくとも一方の眼は、被験者の左眼及び右眼であることができる。任意に、斜位測定は、被験者の左眼及び右眼に基づいて行われることができる。本開示は、被験者の左眼及び右眼に基づいた斜位測定が同じであり得る、または異なり得ることを想定している。

30

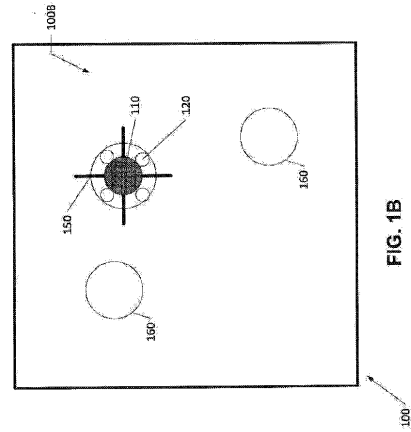
【0104】

主題が構造的特徴及び／または方法論的動作に特異的な言語で記述したが、添付の請求の範囲において定義された主題が、上記の具体的特徴及び動作に必ずしも限定されるというわけではないことが理解されるべきである。むしろ、上記の具体的特徴及び動作は、請求の範囲を実行することの形態例として開示される。

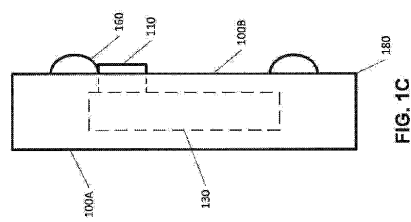
【図 1 A】



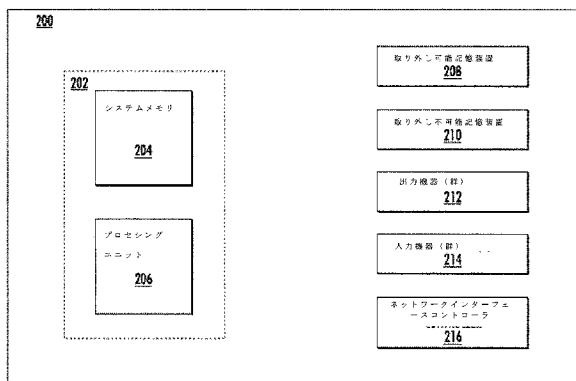
【図 1 B】



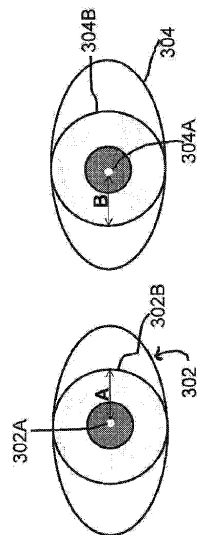
【図 1 C】



【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】

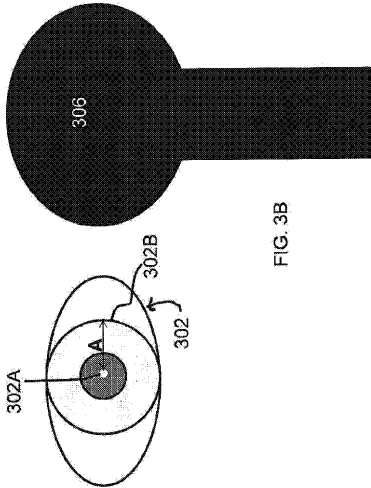


FIG. 3B

【図 3 C】

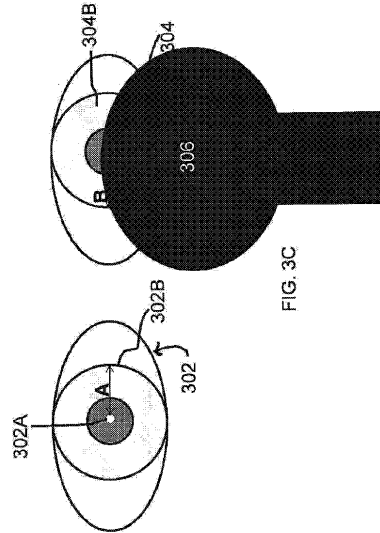


FIG. 3C

【図 3 D】

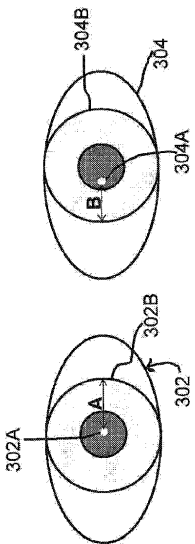


FIG. 3D

【図 3 E】

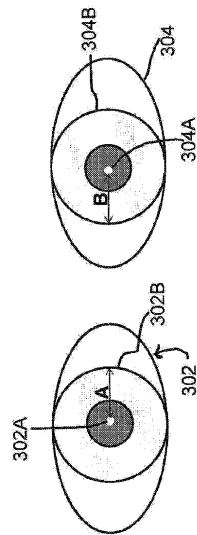
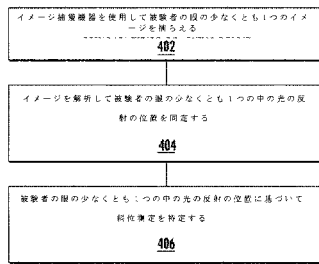
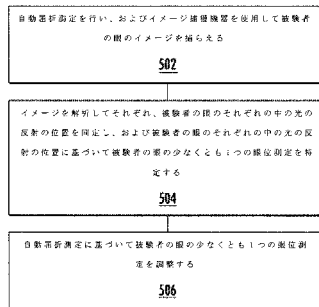


FIG. 3E

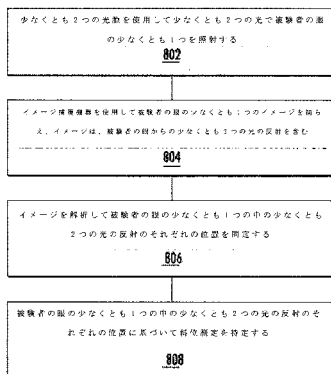
【図 4】



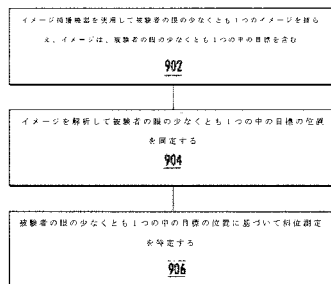
【図 5】



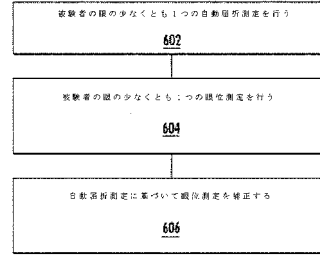
【図 8】



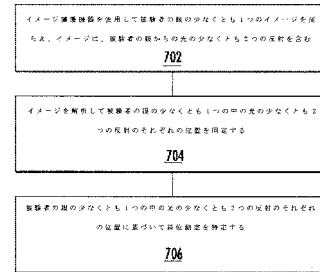
【図 9】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成28年7月7日(2016.7.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための方法であって：

イメージ捕獲機器を使用して前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえることであって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の表面からの光の反射を含み、前記イメージは、前記被験者の眼の一方の屈折力が所定範囲内にあることに応答して捕らえられ；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定すること；

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定すること；

前記被験者の眼の一方の屈折力を測定する自動屈折測定を、前記被験者の目が視標に焦点を合わせている間に行うこと；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出することを含む、前記方法。

【請求項 2】

請求項 1 の方法であって、前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較することをさらに含み、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記方法。

【請求項 3】

請求項 1－2 のいずれかの方法であって、前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定することは、前記被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して前記光の反射の位置を同定することをさらに含む、前記方法。

【請求項 4】

請求項 1－3 のいずれかの方法であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記方法。

【請求項 5】

請求項 4 の方法であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 プルキニエイメージである、前記方法。

【請求項 6】

請求項 1－5 のいずれかの方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方をカバーすること及びカバーを取ることをさらに含み、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に捕らえられる、前記方法。

【請求項 7】

請求項 6 の方法であって、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に前記被験者の眼のイメージの配列を捕らえること及びイメージの配列の一方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に対して、イメージの配列の他方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を比較して、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーが取られた後に任意の動きの任意の大きさ及び方向を特定することをさらに含む、前記方法。

【請求項 8】

請求項 1－5 のいずれかの方法であって、フィルタで前記被験者の眼の少なくとも一方

をカバーすることをさらに含み、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方が前記フィルタによってカバーされる間に捕らえられる、前記方法。

【請求項 9】

前記自動屈折測定に基づいて前記斜位測定を調整することをさらに含む、請求項 1 の方法。

【請求項 10】

前記反射を作り出すために光源を使用して光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射することをさらに含み、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、請求項 1 の前記方法。

【請求項 11】

被験者が視標を凝視する間に被験者の斜位を自動的に測定するための装置であって：

前記被験者の眼の少なくとも一方のイメージを捕らえるためのイメージ捕獲機器；
プロセッサ；及び

前記プロセッサと操作可能な通信をするメモリであり、前記メモリは、それに記憶され、前記プロセッサによって実行されるときに、コンピュータ実行可能命令は、前記プロセッサに：

前記イメージ捕獲機器からの前記イメージを受け取らせ、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の表面からの光の反射を含み、前記イメージは、前記被験者の眼の一方の屈折力が所定範囲内にあることに応答して捕らえられ；

前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の前記光の反射の位置を同定させ；

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に基づいて斜位測定を特定させ；

前記被験者の眼の一方の屈折力を測定する自動屈折測定を、前記被験者の目が視標に焦点を合わせている間に行わせ；及び

前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置及び前記自動屈折測定に基づいて調節性輻輳調節比を算出させる、メモリを含む、前記装置。

【請求項 12】

請求項 11 の装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記被験者の眼の一方の中の前記光の反射の位置と前記被験者の眼の他方の中の前記光の反射の位置を比較させ、前記斜位測定は、前記比較の結果に基づいて特定される、前記装置。

【請求項 13】

請求項 11-12 のいずれかの装置であって、前記イメージを解析して前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を同定することは、前記被験者の眼の少なくとも一方の目標に対して前記光の反射の位置を同定することをさらに含む、前記装置。

【請求項 14】

請求項 11-13 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方の角膜の外側もしくは内側表面またはレンズの外側もしくは内側表面の少なくとも一方からの前記光の反射を含む、前記装置。

【請求項 15】

請求項 14 の装置であって、前記イメージは、第 1、第 2、第 3 または第 4 ブルキニエイメージである、前記装置。

【請求項 16】

請求項 11-15 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方をカバーする、及びカバーを取った後に捕らえられる、前記装置。

【請求項 17】

請求項 16 の装置であって、前記イメージ捕獲機器は、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーを取った後に前記被験者の眼のイメージの配列を捕らえるためのビデオ捕獲機

器またはカメラであり、及び前記プロセッサは、コンピュータ読取り可能命令を実行して、イメージの前記配列の一方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置に対する、イメージの前記配列の他方において前記被験者の眼の少なくとも一方の中の前記光の反射の位置を比較して、前記被験者の眼の少なくとも一方のカバーが取られた後に、任意の動きの大きさ及び方向を特定する、前記装置。

【請求項 18】

請求項 11－15 のいずれかの装置であって、前記イメージは、前記被験者の眼の少なくとも一方がフィルタによってカバーされている間に捕らえられる、前記装置。

【請求項 19】

請求項 17 の装置であって、ディスプレイ機器をさらに含み、前記装置は、第 1 の表面及び前記第 1 の表面の反対側に第 2 の表面を定義し、前記ディスプレイ機器は、前記第 1 の表面上に配置され、及び前記イメージ捕獲機器は、前記第 2 の表面上に配置される、前記装置。

【請求項 20】

光で前記被験者の眼の少なくとも一方を照射するための光源をさらに含む請求項 11－19 のいずれかの前記装置。

【請求項 21】

前記装置は、前記被験者に前記視標を提供する、請求項 11－20 のいずれかの装置であって、前記装置は、前記被験者に前記視標を提供し、及び前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記視標に焦点を合わせる間に前記被験者の眼の一方の屈折力を測定する自動屈折測定を行わせる、前記装置。

【請求項 22】

請求項 21 の装置であって、前記メモリは、それに記憶されるさらなるコンピュータ実行可能命令を有し、前記プロセッサによって実行されるときに、それは前記プロセッサに前記自動屈折測定に基づいて前記斜位測定を調整させる、前記装置。

【請求項 23】

請求項 11 の前記装置であって、前記装置は、ラップトップコンピュータ、タブレット型コンピュータまたは携帯電話を含む、前記装置。

【請求項 24】

請求項 11 の装置であって、前記光は、電磁スペクトルの可視または非可視部分にある、前記装置。

【請求項 25】

請求項 3 の方法であって、前記目標は、前記被験者の眼の少なくとも一方の中の特徴である、前記方法。

【請求項 26】

請求項 25 の方法であって、前記特徴は、血管である、前記方法。

【請求項 27】

請求項 13 の装置であって、前記目標は、前記被験者の眼の少なくとも一方の中の特徴である、前記装置。

【請求項 28】

請求項 27 の方法であって、前記特徴は、血管である、前記方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US14/64555																								
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - A61B 3/14, 3/103, 3/113 (2015.01) CPC - A61B 3/09, 3/14, 3/0091 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) IPC(8) - A61B 3/14, 3/103, 3/113 (2015.01) CPC - A61B 3/09, 3/10, 3/14, 3/0091; USPC: 351/206, 211, 221 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google/Google Scholar; Proquest; IP.com; phoria, automata, automatic, reflect, reflection, light, analyze, analysis, imaging, image, eye, ocular, bailey Melissa, ohio state innovative foundation, autorefract, align*, measur*, tropia*																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 5094521 A (JOLSON, AS et al) March 10, 1992; abstract; figure 2; column 2, lines 41-44; column 3, lines 50-57; column 5, lines 53-60</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 3879113 A (HOWLAND, HC et al.) April 22, 1975; figure 1-2; column 1, lines 4-5; column 6, lines 10-19, lines 52-60; claims 1-2, 5</td> <td>1-2, 15, 73-74, 77-78 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 41/37, 41/39, 54/50, 54/52</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 2011/0299034 A1 (WALSH, AC et al.) December 8, 2011; figure 13; paragraphs [0006], [0072]-[0073], [0312], [0322], [0328]-[0329], [0336] [0545]</td> <td>17, 19/17, 37, 50, 80-81 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 39, 41/37, 41/39, 52, 54/50, 54/52</td> </tr> <tr> <td>X — Y</td> <td>US 2007/0216867 A1 (CAMPBELL, CE et al.) September 20, 2007; figure 5; paragraphs [0049]-[0064]</td> <td>68-71 ----- 39, 41/39, 52, 54/52</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012/0188508 A1 (KIM, HU et al) July 26, 2012; abstract; paragraph [0013]; claim 5</td> <td>38, 40, 41/38, 41/40, 51, 53, 54/51, 54/53, 68-71</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012/0287398 A1 (BAKER, C et al) November 15, 2012; abstract; paragraph [0024]</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009/0153796 A1 (RABNER, A) June 18, 2009; abstract; paragraphs [0254]-[0256]</td> <td>75/73, 75/74, 79/77, 79/78</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5094521 A (JOLSON, AS et al) March 10, 1992; abstract; figure 2; column 2, lines 41-44; column 3, lines 50-57; column 5, lines 53-60	1	X — Y	US 3879113 A (HOWLAND, HC et al.) April 22, 1975; figure 1-2; column 1, lines 4-5; column 6, lines 10-19, lines 52-60; claims 1-2, 5	1-2, 15, 73-74, 77-78 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 41/37, 41/39, 54/50, 54/52	X — Y	US 2011/0299034 A1 (WALSH, AC et al.) December 8, 2011; figure 13; paragraphs [0006], [0072]-[0073], [0312], [0322], [0328]-[0329], [0336] [0545]	17, 19/17, 37, 50, 80-81 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 39, 41/37, 41/39, 52, 54/50, 54/52	X — Y	US 2007/0216867 A1 (CAMPBELL, CE et al.) September 20, 2007; figure 5; paragraphs [0049]-[0064]	68-71 ----- 39, 41/39, 52, 54/52	A	US 2012/0188508 A1 (KIM, HU et al) July 26, 2012; abstract; paragraph [0013]; claim 5	38, 40, 41/38, 41/40, 51, 53, 54/51, 54/53, 68-71	A	US 2012/0287398 A1 (BAKER, C et al) November 15, 2012; abstract; paragraph [0024]	68	A	US 2009/0153796 A1 (RABNER, A) June 18, 2009; abstract; paragraphs [0254]-[0256]	75/73, 75/74, 79/77, 79/78
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
X	US 5094521 A (JOLSON, AS et al) March 10, 1992; abstract; figure 2; column 2, lines 41-44; column 3, lines 50-57; column 5, lines 53-60	1																								
X — Y	US 3879113 A (HOWLAND, HC et al.) April 22, 1975; figure 1-2; column 1, lines 4-5; column 6, lines 10-19, lines 52-60; claims 1-2, 5	1-2, 15, 73-74, 77-78 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 41/37, 41/39, 54/50, 54/52																								
X — Y	US 2011/0299034 A1 (WALSH, AC et al.) December 8, 2011; figure 13; paragraphs [0006], [0072]-[0073], [0312], [0322], [0328]-[0329], [0336] [0545]	17, 19/17, 37, 50, 80-81 ----- 3/1, 3/2, 18, 19/18, 39, 41/37, 41/39, 52, 54/50, 54/52																								
X — Y	US 2007/0216867 A1 (CAMPBELL, CE et al.) September 20, 2007; figure 5; paragraphs [0049]-[0064]	68-71 ----- 39, 41/39, 52, 54/52																								
A	US 2012/0188508 A1 (KIM, HU et al) July 26, 2012; abstract; paragraph [0013]; claim 5	38, 40, 41/38, 41/40, 51, 53, 54/51, 54/53, 68-71																								
A	US 2012/0287398 A1 (BAKER, C et al) November 15, 2012; abstract; paragraph [0024]	68																								
A	US 2009/0153796 A1 (RABNER, A) June 18, 2009; abstract; paragraphs [0254]-[0256]	75/73, 75/74, 79/77, 79/78																								
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐																										
* 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 13 March 2015 (13.03.2015)		Date of mailing of the international search report 29 APR 2015																								
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774																								

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US14/64555

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/0287398 A1 (BAKER, C et al) November 15, 2012; abstract; paragraph [0024]	1-2, 3/1/, 3/2/1, 16, 17, 18, 19/17, 19/18/17, 37-40, 41/37-40, 50-53, 54/50-53, 68-70, 71/68-70, 73-74, 75/73, 75/74/73, 77-78, 79/77, 79/78/77, 80-82
A	US 2009/0153796 A1 (RABNER, A) June 18, 2009; abstract; paragraphs [0254]-[0256]	1-2, 3/1/, 3/2/1, 16, 17, 18, 19/17, 19/18/17, 37-40, 41/37-40, 50-53, 54/50-53, 68-70, 71/68-70, 73-74, 75/73, 75/74/73, 77-78, 79/77, 79/78/77, 80-82
A	US 2009/0079937 A1 (CHEN, YLA et al.) March 26, 2009; entire document	1-3, 16-19, 37-41, 50-54, 68-71, 73-75, 77-82

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US14/64555

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☒ Claims Nos.: 4-14, 16, 20-36, 42-49, 55-67, 72, 76
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I: Claims 1-3, 15 and 17-19 are directed toward a method for automatically measuring a subject's phoria while the subject fixates on a visual target, comprising: the image including a reflection of light from any surface of the at least one of the subject's eyes.

Group II: Claims 37-41, 50-54 and 68-71 are directed toward a method for measuring alignment of at least one eye, comprising: performing an autorefracton measurement of at least one of a subject's eyes.

---Please See Supplemental Page---

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US14/64555

Continued from Box No. III - Observations where unity of invention is lacking

Group III: Claims 73-75 and 77-79 are directed toward a method for automatically measuring a subject's phoria while the subject fixates on a visual target, comprising: illuminating at least one of the subject's eyes with at least two lights using at least two light sources.

Group IV: Claims 80-82 are directed toward a method for automatically measuring a subject's phoria while the subject fixates on a visual target, comprising: the image including a landmark within at least one of the subject's eyes.

The inventions listed as Groups I-IV do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the special technical features of Group I include the image including a reflection of light from any surface of the at least one of the subject's eyes, which are not present in Groups II-IV; the special technical features of Group II include performing an autorefractive measurement, the autorefractive measurement measuring a power of at least one of the subject's eyes while focusing on a visual target, which are not present in Groups I and III-IV; the special technical features of Group III include illuminating at least one of the subject's eyes with at least two lights using at least two light sources, which are not present in Groups I-II and IV; the special technical features of Group IV include the image including a landmark within at least one of the subject's eyes, which are not present in Groups I-III.

The common technical features of Groups I-IV are a method for automatically measuring a subject's phoria while the subject fixates on a visual target, comprising: capturing an image of at least one of the subject's eyes using an image capturing device, the image including a reflection of light from any surface of the subject's eyes; analyzing the image to identify a position of the reflection of the light within the subject's eyes; and determining a phoria measurement based on the position of the reflection of the light within the subject's eyes.

These common technical features are disclosed by US 2009/0079937 A1 to Chen, et al. (hereinafter 'Chen'). Chen discloses a method for automatically measuring a subject's phoria while the subject fixates on a visual target (testing to reveal phoria; paragraph [0073]), comprising: capturing an image of at least one of the subject's eyes using an image capturing device (examinee is positioned in front of the video screen 130 and is monitored by the infrared video camera 150; infrared images of pupils are captured and the pupil diameters are determined in real time with the computer program; paragraph [0052]), the image including a reflection of light from any surface of the subject's eyes (as examinee is positioned in front of the video screen 130, logic of the APS system 100 is configured to automatically find two infrared pupil reflections within acquired photoscreening images featuring both eyes and determines the diameters of pupil reflections; paragraph [0057]); analyzing the image to identify a position of the reflection of the light within the subject's eyes (APS system 100 monitors individually the two pupil reflex irradiances captured by the camera; paragraph [0057]); and determining a phoria measurement based on the position of the reflection of the light within the subject's eyes (APS system 100 can determine phoria; paragraph [0073]).

Since the common technical features are previously disclosed by the Chen reference, the common features are not special and so Groups I-IV lack unity.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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

Fターム(参考) 4C316 AA13 AA16 AB16 FA01 FC04 FY08