

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6035255号  
(P6035255)

(45) 発行日 平成28年11月30日(2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/024 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/02

F

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-558443 (P2013-558443)  
 (86) (22) 出願日 平成24年3月15日 (2012.3.15)  
 (65) 公表番号 特表2014-508015 (P2014-508015A)  
 (43) 公表日 平成26年4月3日 (2014.4.3)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2012/054586  
 (87) 國際公開番号 WO2012/123549  
 (87) 國際公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)  
 審査請求日 平成27年3月13日 (2015.3.13)  
 (31) 優先権主張番号 61/453,860  
 (32) 優先日 平成23年3月17日 (2011.3.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 502303382  
 カール ツアイス メディテック アクチ  
 エンゲゼルシャフト  
 ドイツ国 O 7745 イエナ ゲシュビ  
 ッツエル ストラッセ 51-52  
 (74) 代理人 100105957  
 弁理士 恩田 誠  
 (74) 代理人 100068755  
 弁理士 恩田 博宣  
 (74) 代理人 100142907  
 弁理士 本田 淳  
 (72) 発明者 ヨハンソン、ヨーラン アンデシュ  
 アメリカ合衆国 94102 カリフォル  
 ニア州 サンフランシスコ グローブ ス  
 トリート 501 アパートメント 3  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】視野検査における屈折補正のためのシステムおよび方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

患者の視野を分析するための装置であって、

表示面と、

該表示面上の様々な場所において刺激を生成する視覚的刺激システムと、

視覚的刺激の該患者の知覚に関するデータを収集するための応答検出システムと、

前記装置に動作可能に取付けられ、該患者の屈折異常を補正するための可変屈折補正光学部品と、

前記可変屈折補正光学部品に動作可能に接続されたプロセッサであって、患者の屈折異常の値を受信して、該屈折異常の値に応じて前記可変屈折補正光学部品を自動的に調整して患者の屈折異常を補償する前記プロセッサと

を備える装置。

## 【請求項 2】

前記可変屈折補正光学部品が、互いに並進または回転させることによって屈折力に変化を生じさせるように構成されている2以上の位置合わせされた透過性プレートを含む、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記可変屈折補正光学部品が、-10ディオptrから+10ディオptrに及ぶ屈折補正の連続的範囲を提供する、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 4】

屈折補正の範囲を拡張する 1 つまたは複数の補助レンズを更に備え、前記補助レンズと組み合わされた前記可変屈折補正光学部品が好ましくは - 20 ディオプトリから + 20 ディオプトリに及ぶ屈折補正の連続的範囲を提供する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記補助レンズが球形の屈折補正をもたらすか、または前記補助レンズが円筒形の屈折補正をもたらす、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記補助レンズの存在および向きの一方または両方を決定するための識別手段を更に備えている、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

装置によって設定されている正確な屈折補正を保証するフィードバック・システムを更に備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記可変屈折補正光学部品に対する目的位置と、装置自体を移動させることなく患者の目に対して前記可変屈折補正光学部品を再位置決めするモータによる調整とをモニタするための手段を更に備えている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

患者の視野を検査するための装置であって、

表示面と、

前記表示面上の様々な場所において刺激を生成する視覚的刺激システムと、

視覚的刺激の該患者の知覚に関するデータを収集するための応答検出システムと、

前記装置に動作可能に取付けられ、該患者の連続的可変屈折補正を提供する可変屈折補正光学部品と、

前記可変屈折補正光学部品に連結され、屈折力を調整するアクチュエータと、

前記アクチュエータに動作可能に接続されたプロセッサであって、患者の屈折異常の値を受信して、該屈折異常の値に応じて屈折補正を自動的に調整して患者の屈折異常を補償する前記プロセッサと

を備える装置。

【請求項 10】

前記屈折補正の範囲を拡張する 1 つまたは複数の補助レンズを更に備えている、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記補助レンズが円筒形の屈折補正をもたらすか、あるいは前記補助レンズが球形の屈折補正をもたらす、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記補助レンズの存在および向きの一方または両方を決定するための識別手段を更に備えている、請求項 10 または 11 に記載の装置。

【請求項 13】

装置によって設定されている正確な屈折補正を保証するフィードバック・システムを更に備えている、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 14】

前記可変屈折補正光学部品に対する目的位置と、この装置自体を移動させることなく患者の目に対して前記可変屈折補正光学部品を再位置決めするモータによる調整とをモニタするための手段を更に備えている、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 15】

前記可変屈折補正光学部品は、連続的に調整可能な軸を有する円筒形屈折光学部品を含むか、あるいは前記可変屈折補正光学部品は、個々に連続的に調整可能な軸を有する 2 つの円筒形屈折光学部品を含む、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 16】

屈折異常の値は、患者データベースまたは記録システムからネットワークを介して受信さ

10

20

30

40

50

れる、請求項 1 または 9 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記可変屈折補正光学部品が液体レンズを含む、請求項 1 または 9 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

一般に、本発明の様々な実施形態は、視野検査の分野に関する。更に詳しくは、本発明は、視野検査の信頼性を高め、器具使用の容易性を向上させ、そして患者の快適性を改善するため、視野計またはそれ以外の視野検査装置における屈折異常を補正する改善型の手段に関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

視野検査で信頼性の高い結果を達成するには、患者の屈折異常を補正することが重要であるが、その理由は、屈折ブラー (refractive blur) が視野刺激に対する視覚感度を低下させるからである。今日では、屈折異常を 1 ディオプトリ以内まで縮小するのが標準的な慣行であり、それにより、ゴールドマン・サイズ II の刺激を用いて検査を行うとき、1 デシベル未満の視覚の丘部分の低下が生じる（例えば非特許文献 1 を参照のこと）。標準的な一組の検眼レンズを用いることが、患者の屈折異常を補正する一般的に用いられている方法である。視野測定のオペレータは、その患者に対してそれまでに決定された屈折値に基づき、レンズを選択し患者の視線に挿入する。全患者の大きな割合が、近視、遠視または老視のために、このような補正を必要とする。一組の検眼レンズは、ほとんどの臨床の現場において利用可能ではあるが、視野検査の際に、屈折ブラーを縮小する面倒で時間を要する方法を提供することになる。

20

【0 0 0 3】

また、検眼レンズには、視野検査の信頼性を低下させる多数の欠点が付随する。検眼レンズの「リム・アーティファクト (rim artifact)」とは、検眼レンズのフレームが視野の一部をロックすることであるが、経験の少ない臨床医によって実際の視野の欠損と混同されることがある。正確な検眼レンズを選択する際の間違いにより、視野の全体的な縮小が生じる可能性がある。更に、患者の快適性が検眼レンズの使用によって低下することがしばしばあり、診療の現場での全体的な業務フローが著しく減速する。

30

【0 0 0 4】

したがって、視野検査の信頼性を向上させ、患者の快適性を高め、そして検眼レンズの使用に伴う誤差や生じる間違いを減少させるための方法および装置を提供することが、本発明の全体的な目的である。更に、本発明は、診療所の作業フローおよびスループットを改善する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0 0 0 5】

【非特許文献 1】アンダーソン ディー アールら (Anderson D. R et al.) Automated Static Perimetry Second Edition 1999: Mosby Inc.

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明は、患者の屈折異常を補正するためのシステムを含み、例えば、患者の視野で与えられた刺激への患者の応答を測定する視野計などの装置と組み合わせて用いられる。このシステムは、視野測定システムと共に用いられる可変屈折補正光学部品を含む。レンズ・デバイスの屈折力は、患者の屈折異常を補正する態様で調整可能であり、患者の視野の検査される領域内における視覚刺激の鮮明な画像を患者に提供する。

【0 0 0 7】

50

更に、本発明は、患者の屈折状態を、器具、器具オペレータ、または、EMRもしくはそれ以外の患者データベースから自動的に取得または読み出す(retrieve)する方法を含む。この方法は、また、患者の屈折異常を計算する手段と、屈折異常を解消するのに必要な屈折力を計算する手段と、要求される屈折力までレンズ装置を自動的に調整する手段とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態のブロック図。

【図2】様々な屈折力を検眼レンズを含む回転可能なホイールを用いた可変屈折補正の一実施形態の図。  
10

【図3】本発明の一実施形態で用いられる液体レンズの図。

【図4】本発明の一実施形態で用いられるアルバレス(Alvarez)レンズ・システムの図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

上述したように、一組の検眼レンズの使用は、視野検査の間に患者の屈折異常を補正することに関して著しい短所を有する。ここで説明される発明は、視野検査用器具と組み合わせて用いられる患者の屈折異常を補正するためのシステムを含む。そのような視野検査用器具の一例が、カール・ツァイス・メディテック社(Carl Zeiss Meditec)[米国カリフォルニア州ダブリン(Dublin)所在]によって販売され、本願明細書に援用する米国特許第5,323,194号に記載されているHFAである。HFAは、視野検査のためのゴールド・スタンダードであり、光のパターンをその上に投影することができる半球の半分の「ボウル」で構成されている。複数の場所の範囲上でのこれらの検査刺激に関する患者の知覚は、患者の注視が単一の場所の上で固定されている間に解析される。この可変屈折補正システムは、例えば、直接投影視野計または視野もしくは視覚機能を測定することができる他のデバイスなど、他のタイプの視野計にも応用が可能であった。  
20

【0010】

好適な実施形態では、可変屈折補正光学部品は、固定されたまたは移動可能のいずれかの態様で視野計の前面に取り付けられるが、視野計自体の中に内蔵されることも可能である。いずれの場合でも、可変屈折補正をもたらすレンズ・デバイスは、視野の中心領域が検査されていないときには取り外すことができ、それによって視野の他の領域における検査が可能になる。最も基本的な意味で、本発明は、図1に示されているような視野検査デバイスと組み合わされた屈折力を変動させる手段を備えたレンズ・デバイスを組み込んでいる。この器具は、この場合には視野検査画像の投影のためのボウル104である表示表面またはデバイスと、眼の位置と注視とに関する情報(例えば、頂点位置、瞳孔位置、および注視の方向)を収集するカメラ105と、患者102の眼と視野計との間に位置決めされ、ホルダ106を通じて視野計に取り付けられた可変屈折補正光学部品101と、様々な刺激の患者による知覚を測定するための応答検出システム107とから構成される。プロセッサ103は、他の機能の中でもとりわけ、検査結果を解析するためのデバイスとインターフェースし、自動化された調整の場合には可変屈折補正光学部品を制御し、カメラとインターフェースする。表示デバイスは曲面状または平坦でよく、刺激は、光源(LED、OLEDなど)の順投影、逆投影、または直接照射を含む任意の数の構成での表示が可能である。応答検出システムは、他の選択肢もあるが、患者によって押下されるボタン、または、患者の可聴的な応答を記録する手段でありうる。  
30  
40

【0011】

可変屈折補正光学部品については、様々な異なる実施形態を想像することができる。以下では、3つの実施形態について説明を行う。当業者であれば、本発明の範囲に属する他の例を考察することは容易であろう。

【0012】

### 調整可能な組の検眼レンズ

本発明のある実施形態では、可変屈折補正光学部品は、回転ホイールや複数のホイールなど調整が容易な態様で、1つまたは複数の組の検眼レンズを組み合わせることにより、実現することが可能である。なお、この回転ホイールや複数のホイールは、視野検査機器の中に容易に一体化することができる。十分に細かな調整ステップを備えており、十分に広い範囲の屈折補正を達成するためには、2つまたはそれより多くのレンズ・ホイールが好ましい。図2に概略的に図解されているように、患者203の目の前で、1つのホイール・タイプ装置201に搭載された選択された組の検眼レンズからの1つのレンズ204と、第2のホイール・タイプ装置202に搭載された第2の組の検眼レンズからの第2のレンズ(図示せず)とを組み合わせることによって、多数の屈折力を達成することができる。例えば、それぞれのホイールが6つのレンズを有している場合には、36の異なる値が可能である。ホイール1が-1.5、-1、-0.5、0、+0.5、+1Dの値を有し、ホイール2が-9、-6、-3、0、+3、+6Dを有する場合には、0.5Dのステップを有する-10.5Dから+7までの値を実施することが可能になる。この例では2つの別個の組のレンズが含まれているが、より多くの組のレンズの組に拡張することは容易にできる。広い範囲の屈折力に及ぶように、このようにしてレンズ要素を組み合わせることの別の効果として、そのようなデバイスは、軸方向に関して非常に僅かな空間しか占有しないことがある。

#### 【0013】

一組の検眼レンズは、射出成形されたプラスチック製のホイールに取り付けることができる。このホイールには、レンズ、ベアリング、およびギアまたはホイールを回転させるための類似の機構が収納されている。レンズを回転の中心から更に離れる方向に移動させることにより、顔の外形とレンズ・システムとの間の重なりを縮小することができる。あるいは、検眼レンズをベルトの上に配置し、用いられないレンズを患者から遠くに移動させることができる。これ以外の実施形態を、当業者であれば、容易に想到することができる。レンズは、手動で位置決めするために回転させることができ、または、患者のために自動的な屈折補正が提供されるように、モータ205を用いて回転させることも可能である。

#### 【0014】

調整可能な態様で構成された搭載された複数組の検眼レンズを用いるというこの方法は、単一のレンズを光軸に沿って並進運動させて屈折異常を補償する米国特許第5,024,519号に記載されている方法とは、著しく異なっている。

#### 【0015】

##### 液体レンズ

図3に図解されているレンズ・システムの第2の実施形態においては、可変屈折補正をもたらすために、液体レンズが用いられる。液体レンズは、典型的には、特定の屈折率を有するある容積の液体303が封入された1つまたは2つの透明で可撓性の膜301、302で構成される。様々な液体レンズが文献に記載されてきた。連続的に調整可能であり、25~50ディオptrまでの正または負の屈折力が示されてきた(例えば、本願明細書に援用するhttp://www.holochip.comおよびレン他(Ren et al.)による“Variable-focus liquid lens by changing aperture” Applied Physics Letters 86:21107 2005を参照のこと)。アクチュエータが液体の容積の分布を変更し、図3(b)および3(c)に図式的に示されているレンズの屈折力を調整して、凸および凹レンズをそれぞれ生じさせる。この場合、矢印304および305によって示されているように、レンズの周辺に圧力が印加または解放される。容積の変化は、環状の密封リングの半径を調整することによって、レンズの周辺部を圧搾または解放することによって、またはレンズのプロファイルもしくは液体の容積を変更する他の方法によって、手動または器具による自動のいずれかで、達成されうる。視野測定のための液体レンズは、典型的には、患者を±30°の視野の範囲内で検査できることを保証する36mm

10

20

30

40

50

のクリア・アパーチャを有しうる。この範囲は、典型的には、-10 ~ +10 ディオプトリであるが、例えば、多数の近視または遠視の人口をターゲットにするために、レンズを用いて範囲をオフセットすることが可能である。液体レンズは、また、円筒形の補正をもたらすのにも用いることができる。

#### 【0016】

##### アルバレス・レンズ (Alvarez lens)

可変レンズ・システムの第3の実施形態では、異なる形状の2または3以上の透過性プレートが、光軸の垂直方向に平行移動されるか、または、軸を中心にして回転されて、屈折力を変化させる。そのようなシステムの例として、アルバレスレンズ・システムがある。このレンズ・システムは、1960年代にルイス・ダブリュー・アルバレス (Louis W. Alvarez) によって発明され（本願明細書で援用する米国特許第3,305,294号を参照のこと）図4に図解されているが、それぞれのプレートが平坦であり表面が特定の2次元多項式の形状を有する2つの透過的なプレート401、402で構成されている。2つのプレートが相互に対し平行に並進運動をすることにより、例えば、図4(a)および(b)に球形および/または円筒形に図解されているように、屈折力に変化が生じる。透過的なプレートを相互に対しシフトさせるか、または回転させることで球形および円筒形の屈折力に変動を生じさせるという一般原理を組み入れたレンズ・システムについては、様々な実施形態が当業者に知られている。滑らかな屈折表面の代わりに、または、滑らかな屈折表面に加えて、これらの透過的なプレートは、回折またはフレネル表面を有することもありうる。

10

20

#### 【0017】

最近までは、アルバレス・タイプのレンズを製造するのは困難で高価であったが、レンズ設計および射出成形技術の最近の発展により、これらの問題のほとんどが解決された。視野検査の間の屈折異常を補正する自動的な調整と共にアルバレス・タイプのレンズを用いることは、効果的である。レンズの屈折力は、一方の透過的なプレートを他方に対してシフトさせる小型のモータ付きの並進運動段を用いて、容易に調整される。プレートは、上述したものに対して直交する方向に移動されると、可変円筒形レンズを生じることができる。相互に対して90°に配置されているこれらの一対の可変円筒形レンズは、患者の乱視を補正するのに要求される円筒形の屈折力と角度とを提供するために用いることができる。したがって、患者の乱視の補正は、透過性プレートの一方を他方に対して2つの直交する軸方向にシフトさせる1対のモータによって自動的に提供されうる。

30

#### 【0018】

視野測定システムの内部において可変屈折補正をもたらす追加的な技術は、液晶、強磁性流体、ホログラム、またはエレクトロウェッティングに基づくレンズを用いることを含むことができる（例えば、チャン、エイチ・シー他 (Cheng, H.-C. et al.) Adaptive mechanical-wetting lens actuated by ferrofluids Optics Communications, 284(8) 2118-2121 2011 および米国特許出願公開第2004/0021919号を参照のこと）。

#### 【0019】

40

##### 屈折異常補正の範囲の拡張

以上の具体例の多くは、視野測定患者人口の非常に大きな割合に対して自動的に屈折異常を補正するはずである。しかし、実質的にすべての患者がカバーされるように屈折補正の範囲を拡張することが効果的である。これは、可変屈折補正光学部品の屈折力をオフセットするための静的な補助レンズを追加するという半自動的な方法によって達成が可能であるが、例えば、±10Dの液体レンズに-10Dまたは+10Dを追加し、ステップの大きさが0.25D未満であり全体の範囲を-20D ~ +20Dとすることによって、達成されうる。0.25Dずつのステップで構成される別個の検眼レンズを用いて同じ範囲をカバーするには、160個のレンズが必要となるのに対し、本発明では、可変屈折補正光学部品と2つの追加的レンズが必要とされるだけである。

50

## 【0020】

更に、視野測定の患者のうちの僅かな割合は、球形の補正に加えて、円筒形の屈折補正を必要とするが、これもまた、補助レンズによって可変レンズ・システムに追加することが可能である。結果的に、可変レンズ・システムと5~8のアドオン・レンズとを組み合わせて追加的な球形および円筒形の屈折力を提供することにより、実質的にすべての視野測定患者のために屈折異常を補正することが可能になる。これは、患者の屈折補正のために数百もの別個の検眼レンズを用いる現行のシステムと比較して、大きな効果であり費用の節約である。

## 【0021】

補助レンズは、補助レンズを直ちに位置決めし、交換し、または可変屈折補正光学部品から取り外すことを可能にする機械的または磁気的な手段により、可変屈折補正光学部品に取り付けることができる。上述したように、検眼レンズを選択する際には、間違いが生じることがあり、本発明によると検眼レンズの数を著しく減らすことができ、間違ったものを選択する可能性が低くなるが、どのレンズおよびレンズ度数が選択され、可変レンズに追加して配置されたのかを自動的に識別し、間違ったレンズが選択された場合にはオペレータに知らせることができると、効果的であろう。したがって、補助レンズには、例えば機械的、磁気的、電気的、光学的、または当業者に知られているそれ以外の手段を通じてそのホルダに配置されているときには、それ自体を視野測定システムに対して識別する手段が備わっていることが好ましいであろう。例えば、現在のHFA視野計（図1における参考番号105であり、本願明細書に援用する米国特許第5,220,361号および第5,491,757号に記載がある）における注視トラッキングに用いられている赤外線カメラなどのカメラは、画像処理により、補助レンズまたはその補助レンズの縁に配置されたマーキングを識別して、どのレンズが配置されたのか、そして、その補助レンズが、視野測定検査を受ける特定の患者に適したレンズであるのか、を判断することができる。マーキングは、実際のレンズ表面に存在する場合には、典型的にはカメラによって見られるだけであって可視光に対しては透過的であるため、視野を遮ることによる患者の視野検査への影響を与えることはない。更に、レンズまたはそのレンズの縁の上のマーキングによってレンズのタイプおよび屈折力が識別されるだけでなく、そのマーキングにより、選択された患者の屈折異常に対応する正しい角度向きで円筒形の補助レンズが配置されているかどうかを識別することは、有利なことである。円筒形レンズの角度は、周辺の更なる可視的マーキングを用いて手動での設定が可能であり、または、カメラによって提供されるマーキングからのフィードバックを用いて手動で設定することが可能である。あるいは、この角度は、角度測定デバイスからまたはマーキングからのフィードバックを用いて、モータにより自動的に調整することが可能である。

## 【0022】

可変屈折力の円筒形レンズを作成する他の方法は、ストークス型セル（Stokes Cell）を用いることである。これは、大きさが等しく逆の屈折力を有する2つの円筒形レンズで構成される。一方が他方の上に配置され、それらの円筒軸が平行であるときは、それらはキャンセルされて、レンズは円筒形の屈折力を有さない。互いの円筒軸が90°の関係にあるように一方のレンズを他方のレンズに対して回転させると、これらのレンズは、2つの軸の中間にある軸において最大の円筒形の屈折力を生じる。このようにして、乱視を補正するのに必要となるレンズの数は、2つにまで減らすことができる。可視的なマーキングを用いると、レンズの屈折力を、装置から相互に対してレンズを回転させることによって予め設定することができる。そして、そのレンズを、正確な軸を定義する可視的なマーキングを用いて、球面レンズまたは検眼レンズ・ホルダに適用することができる。別の実施形態では、レンズは、球面レンズまたは検眼レンズ・ホルダに予め取り付けられ、カメラからのフィードバックを用いて回転される。この場合には、それぞれのレンズの位置は、装置によって計算され、オペレータは、スクリーン上に提供されるフィードバックに従って、それぞれのレンズを回転させればよいだけである。この工程の間にスクリーンを便利に見ることができない場合には、第2の補助スクリーンの形式、ボウル上

10

20

30

40

50

に投影された情報もしくは命令の形式の可聴的な情報、可変周波数、可変振幅、または当業者になじみのある任意の他の手段のいずれかで、更なるフィードバックが提供されうる。別の実施形態では、2つのレンズにはモータが取り付けられていて、カメラからのフィードバックを用いて、計算されたレンズ位置を満たすようにそれぞれのレンズの正しい角度を提供する。それぞれのレンズは、個別にモータを取り付けることができ、または、単一のモータを用いて両方のレンズを移動させることも可能である。

#### 【0023】

すべての場合に、患者が適切な球形、円筒形および軸の屈折補正を有していることを保証するために、マーキングからの情報を用いることができる。所定の公差幅に従って間違っているか、または、間違って位置決めされているか、のいずれかであるどのレンズも、オペレータに警告を生じる。この警告は、手動の屈折デバイスの場合のオペレータ・エラーを、または、自動デバイスの場合のシステム故障を、意味する。

10

#### 【0024】

本発明の別の実施形態では、屈折補正の範囲または精度を拡張するために、上述した可変屈折補正光学システムの2つまたはそれより多くを組み合わせることができる。例えば、アルバレズ・レンズを、レンズ・ホイールまたはベルトの上に配置された一組の検眼レンズと組み合わせて、より広い範囲の屈折力をカバーすることが可能になる。当業者であれば、上述したシステムの任意のものを容易に組み合わせて、屈折力の範囲を拡張する、および/または、屈折力の分解能を向上させることができる。

#### 【0025】

20

##### 屈折異常データの取り扱い

今日では、ほとんどの患者の屈折状態は、1つまたは複数の患者データベースに保存されており、典型的には、屈折異常の球形および円筒形部分と、患者の両目に対する円筒形部分の角度向きとを含む。当業者に知られている自動屈折技術を用いて、被験者である患者のために屈折異常を視野測定システムに自動的に測定させるか、または、ネットワークまたはそれ以外の手段により、患者データベースまたは記録システムから読み出すことが、効果的であろう。あるいは、患者の記録が紙の上でのみ入手可能である場合には、オペレータは、視野計に屈折異常の値を手動で提供することができる。患者の屈折状態に関する知識を有すると、装置が、患者に視野測定のための刺激の適切に合焦されたビューを提供するのに必要な(1つまたは複数の)球面レンズの球形に相当する屈折力を計算することができる。システムは、レンズ・システムを正しい屈折力に調整するために、例えば電気モータなどのアクチュエータを用いることができる。自動球面レンズが正確な屈折力を有しており、較正の範囲内に留まることを保証するために、フィードバック・システムを用いることが望ましい場合がありうる。この装置は、患者の屈折異常が可変屈折補正光学部品の範囲の外にあることを発見した場合には、所望の屈折力全体を達成するために、特定の屈折力を有する追加的な屈折レンズをシステムに追加するように、オペレータに命令することができる。これには、円筒形の屈折力をシステムに追加することも含まれる。上述した手順によると、相当な時間を節約することになり、視野検査のために患者を準備することに付随する間違いの危険性を低下させることになる。

30

#### 【0026】

40

患者の屈折状態が自動屈折測定または患者の記録もしくはデータベースのいずれにも知られていない場合には、視野測定装置に、可変屈折補正光学部品を用いて患者の屈折異常を決定させることも、非常に効果的でありうる。例えば、視力のためのスネレン視力表のようなチャートを視野測定ボウルの内部に投影することができ、可変屈折異常補正のためのレンズ・システムを、患者がスネレン・チャートを見ることができるようにして、視野計またはオペレータのいずれかによって、調整することができる。当業者にとっては、例えば、患者の網膜から反射した光を検出し、可変屈折補正光学部品を用いてゼロ化(nulling)動作を実行することによって、患者の屈折異常を見つける他の方法を用いることは、明らかであろう。

#### 【0027】

50

### 患者に対するレンズの位置合わせ

本発明の追加的な様相として、可変屈折補正が、器具全体とは別に、患者に従って物理的に移動できることがある。上述したように、例えば視野計や眼位計など2～3の眼科機器が、検査の間に屈折補正のために検眼レンズを用いる。検眼レンズを機器に固定的に取り付けるのは、検査が行われる間に患者の頭部が移動する可能性があり、そのために、眼が、レンズのクリア・アーチャの外に移動してしまう、または、レンズの後方に離れすぎてしまう、という点で問題である。これは、誤差を含む検査結果を生じさせ、長時間に及ぶ検査では特に問題である。この問題を回避するには、眼が検眼レンズに対して常に適切な位置にあることを保証する、という方法がある。これは、位置合わせを維持するために、瞳孔追跡装置からの誘導に基づいて患者の頭部を移動させるか、または、器具全体を移動させるか、のいずれかにより達成してきた。しかし、これらの方法には、共に問題がある。患者の頭部を移動させる場合には、移動がゆっくりでなければならず、そうでないと、検査の間に患者の集中が乱される危険性がある。更には、患者が、頸／ヘッド・レストの移動に従わないこと、または、別の方向に移動してしまうことが多く生じる。位置合わせが維持されるように器具全体を移動させることは、多くの場合、器具の重量のために、費用がかかり困難である。

#### 【0028】

ここで、われわれは、レンズ・システムに対する患者の目の位置を検出することを提案するが、頭部の動きに起因して何らかの相当なずれがある場合には、目の位置を再度中央に揃えるために、レンズ・システムを移動させる。レンズ・システムに対する眼の位置は、図1に示されているカメラ105によって収集された瞳孔の画像を解析することによって提供することができる。この目的のためにデバイス内に追加的なカメラを設けることも可能であり、このカメラを用いて、瞳孔の画像または異なる顔の特徴に対する光学部品の画像を収集することも可能である。レンズに対する眼の位置情報を提供する追加的な方法としては、患者の目がレンズに位置合わせされていることを確認しながら、カメラまたは何らかの位置追跡のいずれかを用いて、可変屈折補正光学部品自体の位置を測定することがありうる。可変屈折補正光学部品101の患者に対する位置は、光学部品ホルダ106に接続されたモータにより、プロセッサ103によって送られた情報と制御コマンドとに基づいて、移動させることができる。本発明のこの様相は、可変屈折レンズ・システムへの適用が可能であり、または、一般的に、視野テスタと組み合わせて用いられるどのような検眼レンズへの適用も可能である。器具全体とは独立してレンズ・システムを移動させることには、いくつかの著しい効果が存在する。検眼レンズとそのホルダとは非常に僅かな慣性しか有していないために高速かつ高い精度での移動が可能であること、患者は移動するヘッド／頸レストを気にすることなく検査に完全に集中することができること、そして、ヘッド／頸レストの動きに従おうとする患者にシステムが依存しないことである。

#### 【0029】

本発明の教示を組み入れている様々な実施形態が本明細書において示され詳細に説明されてきたが、当業者であれば、これらの教示をやはり組み入れている多くの他の多様な実施形態を容易に想到することができる。

#### 【0030】

以下の参考文献を本願明細書に援用する。

#### 米国特許文献

- 第3,305,294号
- 第5,024,519号
- 第5,104,214号
- 第5,138,494号
- 第5,220,361号
- 第5,323,194号
- 第5,491,757号

10

20

30

40

50

第5, 668, 620号	
第5, 956, 183号	
第6, 040, 947号	
第6, 053, 610号	
第6, 069, 742号	
第6, 369, 954号	
第6, 618, 208号	
第7, 008, 054号	
第7, 393, 099号	
第7, 423, 811号	10
第7, 553, 020号	
第7, 594, 726号	
第7, 768, 712号	
第7, 789, 013号	
第7, 826, 146号	
第7, 841, 715号	
出願公開第2004/0021919号	
出願公開第2006/0077562号	
出願公開第2006/0250699号	
出願公開第2008/0007689号	20
出願公開第2008/0008600号	
出願公開第2009/0213471号	
出願公開第2010/0045930号	
出願公開第2010/0053543号	
非特許文献	
http://www.holochip.com	
アンダーソン ディー アール他(Anderson D.R. et al) "Automated Static Perimetry Second Edition 1999: Mosby Inc.	
アサトリアン、ケイ他(Asatryan, K. et al) "Optical lenses with electrically variable focus using an optically hidden dielectric structure" Optics Express 18(13): 13981-13992 2010.	30
バーベロ、エス(Barbero, S.) "The Alvarez and Lohman refractive lenses revisited" Optics Express 17(11): 9376-9390 2009.	
バートン アイ エム他(Barton, I.M. et al) "Diffractive Alvarez lens" Optics Letters 25(1): 1-3 2000.	40
チエン、エイチ シー他(Cheng, H.-C. et al) "Adaptive mechanical-wetting lens actuated by ferrofluids" Optics Communications, 284(8): 2118-2121 2011	
ドゥアリ エム ジー他(Douali M.G. et al) "Self-optimized vision correction with adaptive spectacle lenses in developing countries" Ophth. Physiol. Opt. 24: 234-241 2004.	
ホングビン、ワイ他(Hongbin, Y. et al) "Optofluidic variable aperture" Optics Letters 33(6): 50	

5 4 8 - 5 5 0 2 0 0 8 .

- マークス、アール他(Marks, R et al) "Adjustable fluidic lenses for ophthalmic corrections" Optics Letters 34(4) 515-517 2009.
- マークス、アール他(Marks, R et al) "Astigmatism and defocus wavefront correction via Zernike modes produced with fluidic lenses" Applied Optics 48(19) : 3580-3587 2009.
- マークス、アール他(Marks, R et al) "Adjustable adaptive compact fluidic phoropter with no mechanical translation of lenses" Optics Letters 35(5) 739-741 2010.
- ムラリ、エス他(Murali, S et al) "Three-dimensional adaptive microscopy using embedded liquid lens" Optics Letters 34(2) : 145-147 2009.
- レン他(Ren et al) "Tunable-focus liquid lens controlled using a servo motor" Optics Express 14(18) : 8031-8036 2006.
- レン他(Ren et al) "Variable-focus liquid lens by changing aperture" Applied Physics Letters 86:21107 2005
- サン、エイチ エム他(Son, H.M et al) "Tunable-focus liquid lens system controlled by antagonistic winding-type SMA actuator" Optics Express 17(16) : 14339-14350 2009.

【図2】

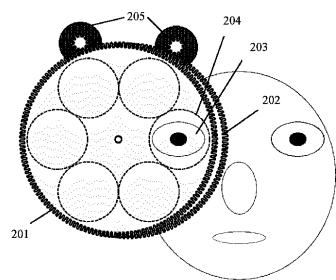
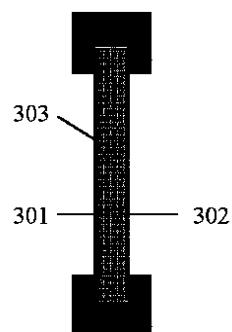


FIG.2

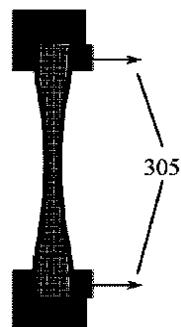
【図3(a)】

(a)



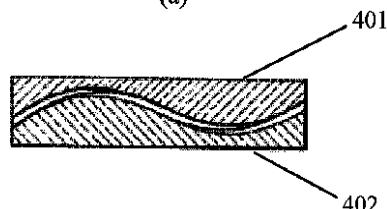
【図3(c)】

(c)



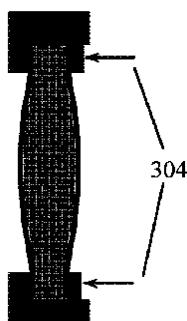
【図4(a)】

(a)



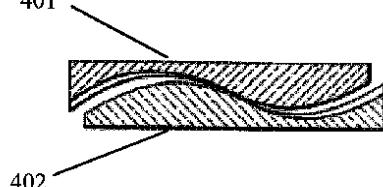
【図3(b)】

(b)

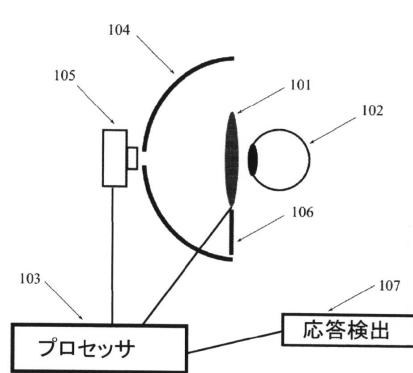


【図4(b)】

(b)



【図1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 エベレット、マシュー ジェイ .

アメリカ合衆国 94550 カリフォルニア州 リバーモア リージェント ロード 2566

(72)発明者 ベイカー、クリストファー ジェイ.アール.ブイ.

アメリカ合衆国 94556 カリフォルニア州 モラガ パセオ デル リオ 133

審査官 安田 明央

(56)参考文献 特開昭63-015936(JP,A)

特開平10-216090(JP,A)

特表2006-517135(JP,A)

特開2000-083898(JP,A)

特表2006-508730(JP,A)

中国実用新案第201481388(CN,U)

米国特許第06045225(US,A)

国際公開第01/001848(WO,A1)

国際公開第2004/049927(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/16