

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-166345
(P2019-166345A)

(43) 公開日 令和1年10月3日(2019.10.3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 3/103 (2006.01) A 6 1 B 3/103 4 C 3 1 6

審査請求 有 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-98834 (P2019-98834)	(71) 出願人	503279013
(22) 出願日	令和1年5月27日 (2019.5.27)		ローデンストック、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング
(62) 分割の表示	特願2015-551141 (P2015-551141)の分割		ドイツ連邦共和国ミュンヘン、エルゼンハイマーシュトラッセ、33
原出願日	平成25年12月23日 (2013.12.23)	(74) 代理人	100091982
(31) 優先権主張番号	102013000295.8		弁理士 永井 浩之
(32) 優先日	平成25年1月9日 (2013.1.9)	(74) 代理人	100091487
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟
		(74) 代理人	100150717
			弁理士 山下 和也

最終頁に続く

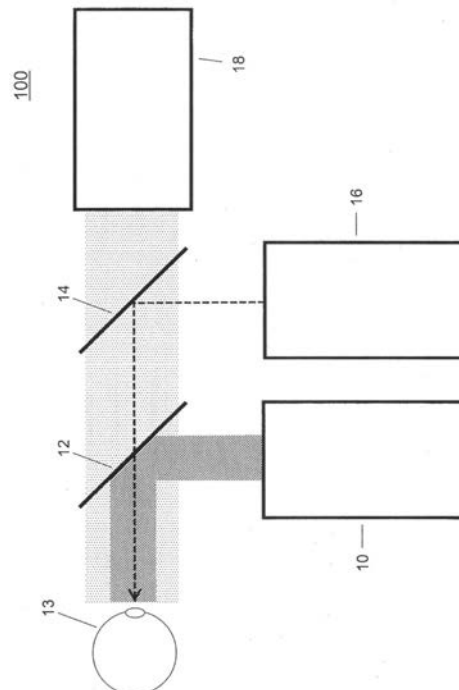
(54) 【発明の名称】 眼科データを判定するための装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】本発明は、被検者の少なくとも一方の眼の調節を誘導するための方法および装置に関するとともに、特に、被検者の少なくとも一方の眼の1群の眼科データを判定するための、特に被検者の屈折異常を測定しかつ相応する光学的補正を確認するための特別確実な可能性を提供する。

【解決手段】本発明の特徴による、被検者の少なくとも一方の眼(13)の1群の眼科データを判定するための装置(100)は、特に他覚屈折判定装置であり、この装置は、球面屈折力と調整可能な円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを被検者の少なくとも一方の眼(13)に投影するように設計された調節誘導機構(10)と、被検者の少なくとも一方の眼(13)の眼科データを収集するための測定機構(14、16、18)と、を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者の少なくとも一方の眼（13）の1群の眼科データを判定するための装置であって、

球面屈折力と調整可能な円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）に投影するように設計された調節誘導機構（10）と、

前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）の眼科データを収集するための測定機構（14、16、18）と、を有することを特徴とする装置（100）。

【請求項 2】

前記調節誘導機構（10）は、球面屈折力を有する少なくとも1つのレンズと、円柱屈折力を有する少なくとも1つのレンズと、を有することを特徴とする請求項1記載の装置（100）。

10

【請求項 3】

前記調節誘導機構（10）は、それぞれ異なる円柱屈折力を有する多数の円柱レンズを備えたマガジンを含み、前記マガジンは、前記マガジンの個々の円柱レンズおよび/または複数の円柱レンズの複合体が選択可能かつ仮想ターゲットを投影するのに使用可能であるように設計されかつ配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の装置（100）。

【請求項 4】

前記調節誘導機構（10）は、アルバレッツレンズ系を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の装置（100）。

20

【請求項 5】

前記調節誘導機構（10）は、それぞれ少なくとも1つの円柱屈折力成分を有する2つの互いに回転可能なレンズを含むことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項 6】

前記調節誘導機構（10）は、把持し合って相向き合う回転対称な面、好ましくは平坦面を備えた2つの円柱レンズを有することを特徴とする請求項5記載の装置（100）。

【請求項 7】

前記調節誘導機構は、正負逆の同じ屈折力を有する正の円柱レンズ（24）と、負の円柱レンズ（22）と、を有し、前記円柱レンズは互いに回転可能に支承されかつ好ましくは互いに摺動可能であることを特徴とする請求項5または6記載の装置（100）。

30

【請求項 8】

前記装置は、収差計および/または自動屈折計として形成されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項 9】

前記測定機構は、前記被検者の前記少なくとも一方の眼の乱視屈折を収集するように設計されており、前記装置は制御機構を含み、前記制御機構は前記少なくとも一方の眼の前記収集された乱視屈折が少なくとも部分的に補正されるように前記仮想ターゲットの円柱屈折力を調整するように設計されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項記載の装置（100）。

40

【請求項 10】

被検者の少なくとも一方の眼（13）の1群の眼科データを判定するための方法であって、

前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）の乱視屈折の第1値を収集するステップと、

第1球面屈折力と第1円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）に投影させて、前記仮想ターゲットの第1円柱屈折力が前記少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第1値を少なくとも部分的に補正するステップと、

50

前記眼が前記仮想ターゲットに調節すべく誘導される間に、前記少なくとも一方の眼の眼科データを収集するステップと、を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

前記少なくとも一方の眼 (1 3) の乱視屈折異常の第 1 値を収集するステップは、特に前記眼の遠用調節時および / または雲霧状態において、前記被検者の前記眼の乱視屈折異常を測定することを含むことを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

【請求項 1 2】

前記被検者の前記少なくとも一方の眼 (1 3) の眼科データを収集するステップは、前記被検者の前記少なくとも一方の眼 (1 3) の近用調節時に行われることを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 記載の方法。

10

【請求項 1 3】

円柱屈折力を有する前記仮想ターゲットが前記被検者の前記少なくとも一方の眼 (1 3) に投影される間、前記仮想ターゲットの円柱屈折力が前記少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第 1 値を少なくとも部分的に補正するように、前記仮想ターゲットの球面屈折力を第 1 球面屈折力から第 2 球面屈折力へと変更することを含むことを特徴とする請求項 1 0 ~ 1 2 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 1 4】

眼科データを収集するステップは、前記被検者の前記少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の第 2 値を収集することを含み、前記方法はさらに、

第 2 球面屈折力と第 2 円柱屈折力とを有する前記仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼 (1 3) に投影させて、前記仮想ターゲットの第 2 円柱屈折力が前記少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第 2 値を少なくとも部分的に補正するステップと、

20

前記被検者の前記少なくとも一方の眼 (1 3) の他の眼科データを収集するステップと、を含むことを特徴とする請求項 1 0 ~ 1 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 1 5】

前記仮想ターゲットは、第 1 球面屈折力の場合において、第 2 球面屈折力の場合よりも長い仮想物体距離を誘導することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

本発明は、被検者の少なくとも一方の眼の調節を誘導するための方法および装置に関する。それとともに本発明は特に、被検者の少なくとも一方の眼の 1 群の眼科データを判定するための、特に被検者の屈折異常を測定しかつ相応する光学的補正を確認するための特別確実な可能性を提供する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

眼科患者または顧客 (以下では被検者) の万一の屈折異常を測定しかつ眼科医のもとで所要の光学的補正 (屈折判定) を確認するために、自動屈折計または収差計がますます頻繁に用いられる。例えば先行技術にある自動屈折計は模擬された視力表を利用し、(フォロプロターと同様に) 自覚屈折と自覚視力判定のためにさまざまな屈折力を被検者の前に置く。自動屈折計に関しては例えば “ Allergan Humphrey : Das Humphrey-Refraktometer, Produkt informationen (<http://www.ophthalworld.de/cosmoshop/pix/a/media/21062012/Prospekt%20Autoref%20580%20585.%20590.pdf>, 2 0 1 2 年 7 月現在) ” を参照するように指示する。

40

【発明の概要】

【0 0 0 3】

自覚屈折は知覚された像鮮鋭度に関する被検者情報を必要とするが、これとは区別される他覚屈折は、機器配置によって測定され、眼 (特に角膜、水晶体、硝子体を含む) の屈折特性によって判定される。

50

【0004】

このため、「K. Nicke, S. Trumm: Brillenglaser der Zukunft-Schritt 3 Der DNEye Scanner, Der Augenoptiker, 2012年6月」に述べられているように、例えば光学結像に基づきいわゆる仮想ターゲットが被検者の眼に投影され、これらのターゲットでもって眼の調節状態を制御することができる。先行技術によれば、この結像は特に単数または複数の球面レンズによって実現される。その際、従来の仮想ターゲットは特に光学結像系であり、これは仮想物点から出発して被検者の眼に入射する球面波面によって生成される。こうして被検者は特定距離に実物体の(仮想)印象を得ることになる。理想的には、表示された物体と被検者の眼との見掛けの距離は、球面湾曲つまり眼に入射する波面の曲率半径によって確定されている。眼の誘導は、仮想ターゲットの結像系の変化によって、特に眼に入射する波面の曲率半径の変化によって、さまざまな物体距離に調節するその生理的可能性の枠内で可能である。これにより、特に適切に調整可能なさまざまな調節状態において眼の検査が可能となり、および/または眼の調節能力の限界を定めることができる。

10

【0005】

古典的には、眼光学測定もしくは眼科検査は、自動屈折計、収差計等の機器でもって遠用調節状態で、つまり毛様体筋弛緩時に実行される。このため、被検者の眼に物体の結像を表示する少なくとも1つの球面レンズを頼りに仮想ターゲットが生成される。その際、物体として利用されるのはふつうバックライト式透明陽画であるが、その際複数のレンズの場合であっても、スライドに対する前記少なくとも1つのレンズの相対位置は、極端な場合、仮想物体距離の長さゆえに眼が結像(つまり仮想物体)にもはや調節できないほどに結像を制御することさえ可能とする。つまり結像はあらゆる方向で不鮮鋭にしか認識されず、眼の前記弛緩状態が生じる。この過程はしばしば「雲霧」とも称され、相応する弛緩状態は「雲霧状態」とも称される。このような雲霧を被検者のもとに惹き起こすには、強い正の主経線の十分向う側にある結像を生成する必要がある。これは、屈折異常の種類にかかわらず、好適な球面屈折力のレンズを利用することによって簡単に達成される。

20

【0006】

比較的困難で不精確となるのは近用、すなわち近用調節状態における眼光学測定もしくは眼科検査である。その理由は一方では、仮想単眼ターゲットを頼りに確かに特定の光学距離を模擬できることにあり、この場合、眼の調節メカニズムに影響を及ぼす別の要因、例えば両眼不同視(両眼の網膜像の違い)および/または場面からの付加的情報(場面の別の物体に対する物体の相対的位置と大きさ)は考慮されないままである。他方では、仮想ターゲットを用いた近用測定が成功するには、測定中被検者が実際にも調節し、すなわち被検者がターゲットを鮮鋭に見ようと努めることが前提となることにある。

30

【0007】

この理由から、従来の収差計や自動屈折計で用いられるような仮想単眼ターゲットでは、近用領域において(すなわち近方を注視した場合に)、相応する距離における実ターゲットが問題にされているときに眼がもたらすような調節能力を厳密に誘導することはしばしば可能でない。それゆえに、注視時にこの距離に存在する調節状態に関して、(ターゲットの)規定された仮想距離にのみ基づく他覚屈折測定はかなりの誤差を伴っていることがある。

40

【0008】

そこで本発明の課題は、特に近方注視に関して、自動屈折計、収差計またはその他の眼光学測定機器もしくは眼科測定機器によって確実な他覚屈折測定を可能とする装置および方法を提供することである。

【0009】

この課題は、独立請求項に記載した装置および方法によって解決される。好ましい実施形態は従属請求項の対象である。

【0010】

それとともに本発明が第一観点において提供するものは、被検者の少なくとも一方の眼の

50

1群の眼科データを判定するための装置、特に他覚屈折特性装置である。この装置は、球面屈折力と調整可能な円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを被検者の少なくとも一方の眼に投影するように設計された調節誘導機構と、被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを収集するための測定機構とを有する。

【0011】

本明細書の文脈において、「眼科データ」とは被検者の少なくとも一方の眼の個別的パラメータのことである。特に、眼科データは球面屈折力および/または乱視を含むが、特別好ましくは高次収差（例えばコマ収差、球面収差）も含む。それに加えて眼科データは選択的にまたは付加的に瞳孔測定データ、すなわち瞳孔の（例えば半径の形の）寸法、形状および/または（例えば眼の角膜頂点または光軸に対する相対）位置に関する情報および/または少なくとも一方の眼の波面収差を記述するデータを含むこともできる。

10

【0012】

本発明の趣旨における調節誘導機構は、被検者の少なくとも一方の眼に仮想物体（ターゲット）を投影し、こうして仮想ターゲットによって確定された（仮想）距離に調節すべく眼を誘導するように設計された光学系である。換言するなら、本発明に係る仮想ターゲットは、仮想物点から出発して被検者の眼に入射する波面を生成する光学結像系を形成する。その際、仮想ターゲットによって生成され（それぞれ仮想物点に対応し）かつ被検者の少なくとも一方の眼に入射する波面は、（好ましくは調整可能な）球面湾曲の他に調整可能な円柱湾曲成分も有する。好ましくは、この円柱湾曲成分は湾曲値に関しても軸位置に関しても調整可能である。こうして次に波面の円柱湾曲は、被検者の眼の個別的乱視屈折を完全にまたは部分的に矯正するように調整することができる。この眼を仮想物体距離（つまり仮想ターゲットによって生成された波面の球面湾曲）に完全に調節すると、眼は大抵の場合、乱視屈折を少なくとも部分的にでも補正することのない場合よりも一層鮮鋭にこの仮想物体を知覚する。こうして眼の調節状態はやはりはるかに精確かつ良好に再現可能に誘導することができる。

20

【0013】

好ましくは、仮想物体（ターゲット）の仮想位置は変更することができ、少なくとも一方の眼のさまざまな調節状態はこうして誘導することができる。特に好ましくは、遠用調節を誘導する位置と近用調節を誘導する位置との間で仮想物体の位置は変更することができる。付加的に好ましくは、仮想物体の位置は被検者の少なくとも一方の眼がもはや仮想物体に調節できないように調整することができる。その場合、仮想物体（ターゲット）は被検者によってあらゆる方向で不鮮鋭にのみ知覚することができる。その結果、毛様体筋が弛緩することになる。このような状態が「雲霧」状態と称される。

30

【0014】

特に、被検者の眼の内部もしくは表面への光学投影が仮想ターゲットと見做され、眼の網膜へのこの投影が像を生成し、この像は眼から特定距離における実物体の像に一致する。この特定距離は、仮想ターゲットに関してここで仮想位置とも称される。換言するなら、本発明の趣旨における仮想ターゲットは特に、被検者の少なくとも一方の眼への或る物体の結像である。例えばバックライト式透明陽画を物体として用いることができる。

【0015】

仮想ターゲットは（直接には）仮想位置での実物体ではないので、投影の光学系（調節誘導機構）を好適に設計することによって、無限遠の向う側に仮想位置を誘導することもできる。その場合これは、眼に向かって（つまり伝搬方向で）収束する波面に一致する。

40

【0016】

仮想ターゲットは、好ましくは調整可能な球面屈折力を有する。仮想ターゲットの球面屈折力の値に応じて、仮想ターゲットを投影された少なくとも一方の眼は、被検者が仮想ターゲットを鮮鋭に知覚するように、多かれ少なかれ強く調節しなければならない。

【0017】

特に屈折異常のなかに乱視成分を有する被検者の場合、屈折判定時にしばしば誤差の現れることが本発明の枠内で認識された。これは特に次のことに由来する。すなわち、特に

50

屈折異常のなかに乱視成分を有する被検者の場合、球面屈折力のみを有する仮想ターゲットは、完全にはそして各方向で一様に鮮鋭には現れない。むしろ、2つの調節状態の間で急変を生じることがある。換言するなら、その場合眼は明確に調節すべく誘導することができず、遠用調節時はもとより、特に近用調節時でも眼科データの確認時、特に（他覚）屈折判定時に誤差を生じることになる。

【0018】

球面屈折力の他に、（特に値および方向を）調整可能な円柱屈折力もしくは乱視屈折力も有する本発明に係る仮想ターゲットによって、この問題は少なくとも部分的に取り除くことができ、収集された眼科データの信頼性と再現性は著しく改善することができる。仮想ターゲットが被検者の少なくとも一方の眼の乱視の補正を可能とし、被検者は仮想ターゲットを（これに関連して無視し得る高次収差を除き）あらゆる方向で鮮鋭に、または少なくとも従来他覚屈折判定におけるよりも一層鮮鋭に、知覚することができる。これにより被検者にとって固視だけでなく特に調節も容易となる。眼科データの確認時、特に他覚屈折判定時に、被検者が仮想ターゲットを正しくもしくは十分には固視せず、および/または正しくもしくは十分にはターゲットに調節しないことによって発生する誤差は、こうして低減または防止することができる。遠用屈折の場合でも、雲霧のために利用される仮想ターゲットが、網膜上であらゆる方向で一様に不鮮鋭で、眼によって誘発される（補正されていない）乱視成分を持たないと有利である。特に、これをもって生成される雲霧状態は被検者にとって一層快適である。

10

【0019】

被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを収集するための測定機構は好ましくは、眼の網膜上の所定の点を照明するための照明機構、特にレーザまたはレーザダイオードを含む。その場合この点から出発する球面波は、眼の光学境界面（硝子体、水晶体面、角膜）で屈折する。好ましくは、測定機構はこの合成波の少なくとも一部の波面収差を検出するための検出器も有する。眼科データは、この検出された信号から確認することができる。

20

【0020】

好ましくは、調節誘導機構は少なくとも1つの球面レンズまたは球面レンズ系、すなわち球面屈折力を有するレンズ（もしくはレンズ系）と、少なくとも1つの円柱レンズまたは円柱レンズ系、すなわち円柱屈折力を有するレンズ（もしくはレンズ系）とを有する。好ましくは、レンズは移動可能に配置されている。その際、被結像物体（例えば透明陽画）に対する少なくとも1つの球面レンズの相対位置は、複数のレンズの場合でも、仮想ターゲットの仮想位置を確定もしくは変更することを可能とする。

30

【0021】

1群の眼科データを判定するための本発明に係る装置の好ましい一実施形態は上記装置に関係しており、調節誘導機構はそれぞれ異なる円柱屈折力を有する多数の円柱レンズを備えたマガジン、例えば回転式マガジンを含む。好ましくは、マガジンは、個々の円柱レンズまたは複数の円柱レンズの複合体が、選択可能かつ仮想ターゲットを投影するのに使用可能であるように設計されかつ配置されている。

【0022】

好ましくは、円柱レンズは自動的に選択され、仮想ターゲットの球面屈折力を担当するレンズを補足して、被検者の少なくとも一方の眼に物体を結像する光路内で利用される。換言するなら、マガジンのさまざまな円柱レンズは、被検者の少なくとも一方の眼の前で選択的に保持することができる。その際、円柱屈折力の選択は円柱レンズの選択を介して行われる。マガジンは例えば、等級0.25 dpt（ディオプトリ）または0.125 dptのレンズを収容することができる。円柱レンズが好ましくはカバーする円柱屈折力範囲は、その値が少なくとも約0から約2 dptであって、好ましくは少なくとも約0から約4 dptであることが好ましく、なお一層好ましくは、特に少なくとも部分的に上記等級の少なくとも約0から約6 dptである。特別好ましくは、約8 dpt～約10 dpt以上の値範囲の円柱屈折力を有するレンズも設けられている。その際、基本系（基本系はマガジンのレンズを含まない）の球面屈折力 s_g を好適に選択するとあらゆる通常もしくは

40

50

は所要の球面等価 s が実現可能であるので、正の屈折力のみまたは負の屈折力のみを前で保持すれば十分である。その場合、円柱屈折力 c はマガジンから選択された円柱レンズの円柱屈折力 c_M に一致する。従って球面等価は次式で得られる。

$$s = s_G + c_M \quad c = c_M.$$

【 0 0 2 3 】

同様に、さまざまな軸位置は屈折力と複合して、各個別レンズとして前で保持することができる。好ましくは、選択したレンズは光路内で利用する前に、または光路の内部で、光軸に沿った回転によって適宜に整列させることができる。

【 0 0 2 4 】

好ましくは、調節誘導機構はアルバレッツレンズ系を含む。アルバレッツレンズは例えばH. Paul : Lexikon der Optik, Spektrum Akademischer Verlag GmbH (2003) (online : www . Wissen- schaft-online.de/abo/lexikon/optik/130、2012年5月現在) に述べられている。アルバレッツレンズ系 (アルバレッツレンズ) は、共通する光軸 (z 軸) に沿って配置されて互いに相対的に摺動可能な2つのレンズ要素から成る。両方のレンズ系の湾曲面は方程式

$$z = axy^2 + (a/3)x^3 + bx \quad (2).$$

によって記述することができる。その際 x 、 y 、 z はレンズ系の直角座標であり、 z 方向は両方のレンズ要素の共通する軸、従って光軸を表す。さらに a 、 b は定数である。アルバレッツレンズ系の (x 方向に沿ったレンズ要素の相対運動時の) 球面屈折力も (x 方向、 z 方向に垂直な y 方向に沿ったレンズ要素の相対運動時の) 円柱屈折力も、光軸に垂直な (すなわち x 方向もしくは y 方向における) 両方のレンズ要素の相対並進運動によって変更することができる。換言するなら、アルバレッツレンズ系は、球面円柱屈折力の連続的変更を可能とする。両方のレンズ要素は、正確に重ね合わせると中性化してゼロの屈折力となる。レンズ要素を x 方向で互いに摺動させると、片側では正の屈折力 (球面屈折力)、反対側では負の屈折力 (球面屈折力) が生じる。 y 方向で互いに摺動させると可変円柱屈折力が帰結する。斜めに摺動させると、摺動の大きさと方向とに応じて球面円柱複合屈折力が生じる。

【 0 0 2 5 】

それとともにアルバレッツレンズは、円柱屈折力だけでなく球面屈折力に関しても可変調整可能であるという利点を有する。球面屈折力の変更に重きが置かれるのではなく、付加的球面レンズによって、および / または系別の光学要素に対して相対的にアルバレッツレンズ系が光軸 (z 方向) に沿って移動することによって球面屈折力の変更が実現される場合、球面屈折力の方向 (x 軸) に沿った並進は省くことができる。円柱軸の方向を調整するためにアルバレッツレンズは光軸 (z 軸) の周りを回転可能に支承しておくことができる。

【 0 0 2 6 】

好ましい一実施形態では、調節誘導機構は、それぞれ少なくとも1つの円柱屈折力成分を有する少なくとも2つの互いに回転可能なレンズを含む。好ましくは、両方のレンズは互いに同軸に配置され、共通する光軸の周りを互いに回転可能である。好ましくは、両方のレンズは共通する光軸の周りを互いに独自に回転可能に支承されており、特別好ましくは値の点で同じ円柱屈折力を有する。

【 0 0 2 7 】

円柱の屈折力 (円柱屈折力) は同軸に配置される両方のレンズの相互回転によって調整することができる。軸位置は両方のレンズの共同回転によって調整することができる。「Breitenstein : Allgemeine Optik, HFAケルン (2004) での講義ノート (online:www.hfak .de/dozenten/breitenstein/Skripte/A|Op1.pdf) 」によれば、乱視屈折力と円柱成分 c_1 、 c_2 とを有する2つのレンズの複合屈折力 (c_K 、 a_K) は、軸位置 a_1 、 a_2 に依存して、薄いレンズの近似で、無視し得る距離において、次式で得られる。

10

20

30

40

【数 1】

$$c_K = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 + 2c_1c_2 \cos(2(a_1 - a_2))} \quad (3).$$

この式において簡略化してプラス円柱表記が用いられる。つまり次式が成り立つ。

【数 2】

$$c_1, c_2 \geq 0$$

好ましくは、両方のレンズの円柱屈折力の値は同じである。というのも、こうしてのみ円柱成分の理想的消去が可能であるからである。好ましくはさらに、両方のレンズの円柱屈折力の値は、最大達成可能な円柱屈折力値のそれぞれ半分

10

【数 3】

$$\left(c_1 = c_2 = \frac{c_{Max}}{2} \right)$$

であり、またはそれよりも僅かに大きい。こうして円柱屈折力のゼロから所望する最大値に至る全領域を実現することができる。それとともに上記方程式(3)は次式に簡素化する。

20

【数 4】

$$c_K = \frac{1}{2} c_{Max} \cdot \sqrt{2 + 2 \cos(2(a_1 - a_2))} \quad (4).$$

好ましくは、同軸に配置される両方のレンズの軸位置 a_1 、 a_2 は、複合軸位置を a_K 、複合円柱屈折力を c_K 、最大達成可能な円柱屈折力値を c_{Max} として

【数 5】

$$a_{1,2} = a_K \pm \frac{1}{4} \cdot \arccos\left(\frac{2c_K^2 - c_{Max}^2}{c_{Max}^2}\right) \quad (5),$$

30

によって与えられている。

【0028】

好ましくは、同軸に配置される両方のレンズは、同じ屈折力(同じ円柱屈折力)の正の円柱レンズ、または同じ屈折力の負の円柱レンズ、または正の円柱レンズと負の円柱レンズである。円柱レンズとされるのは、値の点で僅かな主経線に屈折力を持たないレンズである。その屈折力は同様に、値の点で大きな主経線における屈折力と定義されている。

40

【0029】

好ましい一実施形態において、2つのレンズは互いに向き合い把持し合った回転対称な面、好ましくは平坦面を有している。この実施形態は、これによりレンズ間に僅かな間隔を実現できる利点を有する。

【0030】

好ましい一実施形態において、調節誘導機構が有する正の円柱レンズと負の円柱レンズは正負逆の同じ屈折力を有し、互いに回転可能に支承され、好ましくは互いに摺動可能である。

【0031】

好ましくは、調節誘導機構がいわゆるストークスレンズを有し、このレンズでもって特

50

定の乱視屈折力は無段階的に調整することができる。ストークスレンズは正負逆の同じパワーもしくは屈折力を有する、正の円柱レンズと負の円柱レンズとの複合体である。その際に利用される円柱レンズは、好ましくはそれぞれ平坦面と正もしくは負に湾曲した円柱面とを有する。

【0032】

ストークスレンズは、例えば「H. Paul : Lexikon der Optik, Spektrum Akademischer Verlag GmbH (2003) (online : www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/optik/220)」に述べられている。合成円柱の屈折力 c_k の方程式(4)はストークスレンズの場合次に簡素化する。

【数6】

$$c_k = c_{Max} \cdot \sin(\Delta a) \quad (6)$$

式中、 a は正の円柱レンズの円柱軸 a_p と負の円柱レンズの円柱軸 a_n との間の角度である。ここでは、これに関連して、円柱レンズの場合の円柱軸は、特に(屈折力の前置符号にかかわらず)屈折力を有する軸のことである。

【0033】

好ましくは、上記レンズ系の少なくとも1つのレンズは、光軸に沿って摺動可能である。特別好ましくは、上記レンズ系のすべてのレンズが光軸に沿って摺動可能である。その場合、球面屈折力の屈折力が万一変化することについては、規定された球面屈折力に達するのに不可欠な仮想ターゲットの位置を調節誘導機構の別の光学部品に対して相対的に計算するとき、考慮することができる。

【0034】

好ましくは、1群の眼科データを判定するための装置は、収差計および/または自動屈折計として形成されている。好ましくはさらに、この装置は被検者の少なくとも一方の眼の波面を判定するための波面センサ、例えばシャックハルトマンセンサを付加的に含む。

【0035】

好ましくは、測定機構は被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折(つまり屈折異常)を収集し、特に眼科データの少なくとも一部として測定するように設計されている。さらにこの装置は好ましくは制御機構を含み、この制御機構は、少なくとも一方の眼の収集された乱視屈折が少なくとも部分的に補正され、しかも好ましくは少なくとも大部分補正され、または実質完全に補正されるように、仮想ターゲットの円柱屈折力を好ましくは自動的に調整するように設計されている。こうして或る被検者の眼科データの判定は、仮想ターゲットの所望もしくは所要の円柱屈折力の調整を好ましくは自動的に行うことによって、ごく確実に少なくとも十分に自動化し客観化して行うことができる。別の実施形態において、仮想ターゲットの円柱屈折力は例えば被検者の乱視屈折の事前に既に確認した値を基に、利用者によって(特に手動で)調整することもできる。

【0036】

特別好ましくは、本装置は仮想ターゲットのさまざまな仮想距離を順次調整し、かつ少なくとも一方の眼の眼科データを仮想距離毎に収集するように設計されている。その際特別好ましくは、収集した各データセットをもって、つまり調整された各仮想距離において(場合によっては最終測定ステップ以外)、少なくとも一方の眼の乱視屈折が収集され、仮想ターゲットの円柱屈折力の調整は、後続の各仮想距離において、収集された乱視屈折に従ってなされる。換言するなら、第1ステップで(つまり第1仮想距離で)収集された乱視屈折は、それに基づいて(直接に続く)第2ステップ用(第2仮想距離における)に仮想ターゲットの円柱屈折力を調整し、収集した乱視屈折がこうして上記の如くに少なくとも部分的に補正されるようにするのに援用される。このことが特別有利であるのは、順次調整された仮想距離の違いが過度に大きくないときである。特別好ましくは、本装置(もしくは相応する調節誘導方法)は仮想距離が長いとき、特に「雲霧」状態で始まり、仮想距離を測定毎に逐次(好ましくは連続的に)、好ましくは近用調節限界に至るまで縮小す

10

20

30

40

50

る。近用調節限界では眼の調節は仮想距離のさらなる縮小にもはや追従できない。

【0037】

他の一観点において、本発明は被検者の少なくとも一方の眼の調節を誘導するための方法を提供する。本方法は、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常（乱視屈折）の（第1）値を収集することを含む。被検者の被検眼が乱視屈折異常を有するか否か、そしていかなる乱視屈折異常を有するのかがまだ確定されていない限り、この乱視屈折異常がまず測定または推定される。特別好ましくは、乱視屈折異常の（第1）値は特に本発明に係る装置によって（例えば円柱屈折力ゼロの仮想ターゲットを予備調整するとき）、眼の遠用調節時および/または雲霧状態で測定される。乱視屈折異常の測定が既に事前に行われ、しかも場合によっては既存の眼鏡用にこの乱視屈折異常の測定が既に利用された限りにおいて、これらの既知値を頼りとすることができる。

10

【0038】

ところで本発明によれば、（第1）球面屈折力と調整可能な（第1）円柱屈折力とを有する仮想ターゲットは、仮想ターゲットの（第1）円柱屈折力が少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された（第1）値を少なくとも部分的に補正するように調製され、かつ被検者の少なくとも一方の眼に投影される。

【0039】

好ましい一実施形態において、本方法が含む予備測定は、眼が仮想ターゲットに調節されまたは眼の雲霧状態となった間（つまり眼が完全に調節できない間）、球面屈折力（および調整可能な円柱屈折力）を有する仮想ターゲットを被検者の少なくとも一方の眼に投影するステップを既に含む。このために本方法は好ましくは、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の第1値を収集もしくは確認するステップを含む。その際好ましくは、乱視屈折異常の他に被検者の少なくとも一方の眼の球面屈折異常の（第1）値も収集される。好ましくは、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常および/または球面屈折異常の第1値の収集は雲霧状態で実行される。雲霧状態、すなわち弛緩状態は、少なくとも一方の眼が仮想ターゲットに調節することがもはやできず、被検者が仮想ターゲットを不鮮鋭にしか知覚できないように、被検者の少なくとも一方の眼からの仮想ターゲットの仮想距離を十分に長く選択することによって実現することができる。特別好ましくは、予備測定はごく僅かに雲霧な状態で、すなわち仮想ターゲットの仮想位置で実行される。この仮想位置では、被検者の少なくとも一方の眼が仮想ターゲットに調節することがもはやま

20

30

【0040】

特に予備測定において、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の第1値を収集するステップ後、本方法は、仮想ターゲットの円柱屈折力を、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第1値を実質補正することになる値に調整するステップを含む。仮想ターゲットの乱視屈折力のこの調整は、例えば、調節誘導機構のマガジンから相応するレンズを選択することによって行うことができる。選択的に、仮想ターゲットの乱視屈折力の調整は、レンズ系（例えばアルバレッツレンズまたはストークスレンズ）のレンズの相対位置の調整もしくは整列によって行うことができる。

【0041】

好ましい一観点において本発明は、被検者の少なくとも一方の眼の1群の眼科データを判定するための方法を提供する。その際、少なくとも一方の眼の調節は、調整可能な円柱屈折力を有する仮想ターゲットによって、本発明に係る仕方でまず誘導される。適宜に調整された仮想ターゲットに眼が調節する間に、眼の眼科データは収集される。

40

【0042】

それとともに、仮想ターゲットの円柱（乱視）屈折力を、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第1値を実質補正することになる値に調整するステップ後、本方法は好ましくは、主測定（例えば第2測定）において被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを収集するステップを含む。第1測定（予備測定）と比較して第2測定（主測定）は特に被検者の少なくとも一方の眼の眼科データ、特に屈折を一層精確に判定するの

50

に役立ち、それゆえにここで主測定とも称される。測定値の精度を高めるために、もしくは万一の測定誤差を低減するために、好ましくは多数回の主測定が実行され、それらの結果が統計的に平均化される。

【0043】

好ましくは、被検者の少なくとも一方の眼の眼科データの収集は、被検者の少なくとも一方の眼の近用調節時に行われる。このために特に、被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを収集するために、仮想ターゲットは被検者の少なくとも一方の眼に対して、特定の仮想距離もしくは規定された仮想距離に置かれる。一般に、仮想ターゲットは遠用調節または近用調節のための仮想位置に置くことができる。しかし仮想ターゲットは、雲霧状態を引き起こす仮想位置に置くこともできる。

10

【0044】

好ましい一実施形態において、眼科データの収集は少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の第2値を収集することを含む。その際特別好ましくは、本方法はさらに、仮想ターゲットの第2円柱屈折力が乱視屈折異常の収集された第2値を少なくとも部分的に補正するように、第1球面屈折力に一致させることもできるが、好ましくは第1球面屈折力とは異なる第2球面屈折力と第2円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを少なくとも一方の眼に投影させることを含む。その場合好ましくはさらに、本方法は第2円柱屈折力を有する仮想ターゲットに調節すべく眼が誘導される間に、少なくとも一方の眼のその他の眼科データを収集することを含む。この過程は、前記他の眼科データが、ターゲットの円柱屈折力が眼の（仮想ターゲットの他の仮想距離に基づく）他の調節状態において眼科データを収集する他の後続ステップのために調整されることになる、眼の乱視屈折異常をやはり含むことによって、複数回繰り返すこともできる。

20

【0045】

特にそれとともに本方法は、好ましくは少なくとも1つの他の（すなわち第3、第4、第5等の）測定において、被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを収集するステップを含み、前記他の測定は被検者の少なくとも一方の眼に対する仮想ターゲットの、先行測定とは異なる光学（仮想）距離において実行され、前記少なくとも1つの他の（すなわち第3、第4、第5等の）測定を実行する前に、仮想ターゲットの調整可能な円柱屈折力は、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の、各（第2、第3、第4等の）先行測定時に収集された値を実質補正することになる値に調整されており、もしくは調整される。

30

【0046】

第2測定と同様に、前記少なくとも1つの他の（第3、第4、第5等の）測定も眼科データを一層精確に判定し、特に屈折を判定するのに役立ち、前記少なくとも1つの他の（第3、第4、第5等の）測定も主測定と称することができよう。換言するなら、仮想ターゲットの円柱屈折力は各主測定の前に、（特に直接に）先行した測定を基に、被検者の少なくとも一方の眼の先行測定によって確認された乱視屈折異常が実質補正されることになるように適合される。好ましくは、第2測定は雲霧状態を引き起こす仮想ターゲットの仮想位置において実行される。その場合、他の（第3、第4、第5等の）各測定用に仮想ターゲットの光学距離は逐次低減することができる。

【0047】

好ましい一実施形態では、第2測定における被検者の少なくとも一方の眼の眼科データの収集は、遠用調整を誘導する位置から近用調整を誘導する位置を介して雲霧状態を生成する位置に至るまで、仮想ターゲットを単調に摺動させる間に連続的に行われる。好ましくは、第2測定は仮想ターゲットの、雲霧状態を引き起こす十分に大きな仮想距離において始まる。

40

【0048】

好ましくは、全過程の間すべての測定値は、ターゲットの仮想位置毎に記録される。その場合、測定過程の最後に、被検者の少なくとも一方の眼の最大調節能力が達成された測定を選択することができる。この測定によって獲得されたデータは、近用測定の結果として用いることができる。こうして近用注視に関して波面、瞳孔寸法、高次収差、低次収差

50

から完全測定を実現することができる。

【0049】

好ましい一実施形態において本方法は、円柱屈折力を有する仮想ターゲットが被検者の少なくとも一方の眼に投影されて、仮想ターゲットの円柱屈折力が、少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第1値を少なくとも部分的に補正する間に、第1球面屈折力から第2球面屈折力へと仮想ターゲットの球面屈折力を（好ましくは実質連続的に）変更することを含む。

【0050】

その際、球面屈折力の各値で、または多数の値でも、眼科データの測定を行うことは必ずしも必要でない。球面屈折力の変更中に円柱屈折力を再調整することも必ずしも必要でない。

10

【0051】

好ましい一実施形態において、例えば遠用調節状態または雲霧状態から近用調節状態にかけて球面屈折力の変更は行うことができ、その場合近用調節状態で眼科データの他覚測定が行われる。その際、好ましい一実施形態において、仮想ターゲットの円柱屈折力は維持される。仮想ターゲットの投影中に乱視屈折異常を少なくとも部分的に補正することによって、眼はごく精確に再現可能な仕方で、弛緩状態から近用調節状態への移行部で調節すべく誘導することができる。こうして近用調節時に眼科データの測定は本質的に改善される。

【0052】

他の好ましい一実施形態では、球面屈折力の（連続的）変更中に、仮想ターゲットの円柱屈折力の（連続的）変更も引き起こされる。その際、円柱屈折力の変更は、例えば既に上で述べた如くに乱視屈折異常の（準連続的）測定に、または固定された模型設定値に、依拠することができる。

20

【0053】

本発明の好ましい実施形態は、以下で添付図面を参考に例示的に解説される。その際、個々に述べる実施形態が一部に有する特徴は請求対象を実施するのに不可避免的に必要なものではないが、特定の応用事例において望ましい特性を提供する。以下に述べる実施形態のすべての特徴を有するのではない実施形態も、上記の技術的教示のもとに開示されていると見做すべきである。さらに、不必要な繰返しを避けるために、特定の特徵は以下に述べる実施形態の幾つかに関連してのみ触れられる。それゆえに、個々の実施形態はそれ自体としてだけでなく概観しても検討すべきであることを指摘しておく。この概観を基に当業者なら、別の実施形態の単数または複数の特徴を採り入れることによって、個々の実施形態を変更できることを認識することになる。指摘しておくなら、個々の実施形態と別の実施形態に関して述べた単数または複数の特徴とを系統的に組合せることが望ましくかつ有意義であることがあり、それゆえに考慮され、明細書に含まれたものと見做すべきでもある。特に、本発明に係る装置は好ましくは、本明細書に述べられた方法を実施するように設計されている。図面の簡単な説明は、好ましい実施形態の以下の説明を考慮する。

30

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】図1は、本発明の好ましい一実施形態による装置の略図である。

40

【図2】図2は、本発明の好ましい一実施形態により調節誘導機構内で乱視を補正するのに利用することのできるレンズ系（ストークスレンズ）の略図である。

【図3】図3は、本発明の好ましい一実施形態による方法の略経過図である。

【発明を実施するための形態】

【0055】

図1は本発明の好ましい一実施形態により被検者の少なくとも一方の眼の眼科データを判定するための装置の略図である。この装置が調節誘導機構10を含み、この調節誘導機構でもって仮想ターゲットが生成されかつ第1ビーム分割器12を介して被検者の少なくとも一方の眼13に投影される。従って仮想ターゲットは被検者の少なくとも一方の眼1

50

3の網膜に対する物体、好ましくはバックライト式透明陽画の結像である。

【0056】

仮想ターゲットを頼りに被検者の少なくとも一方の眼の調節は誘導することができる。誘導された調節の屈折力は仮想ターゲットの仮想位置に依存し、もしくは被検者の少なくとも一方の眼13からの仮想ターゲットの仮想距離に依存しており、この仮想距離は調節誘導機構10で調整することができる。

【0057】

調節誘導機構10は好ましくは実質的に透明陽画(スライド)と、透明陽画をバックライトする照明機構と、少なくとも1つの球面レンズを有する光学系を含む。被検者にとって透明陽画の結像もしくは仮想ターゲットが特定の仮想距離に現れるように、光学系はバックライト式透明陽画を眼13の網膜に結像することができる。スライドに対する少なくとも1つの球面レンズの相対位置は、複数のレンズの場合でも、仮想ターゲットの仮想位置、もしくは被検者の少なくとも一方の眼13からの仮想ターゲットの仮想距離、従って眼13の調節誘導を制御することを可能とする。

10

【0058】

例えば仮想ターゲットの仮想位置は、近用調節(仮想ターゲットの比較的僅かな仮想距離)または遠用調節(仮想ターゲットの比較的大きな仮想距離)が誘導されるように調整することができる。同様に、仮想ターゲットの仮想距離を十分に小さな値または十分に大きな値に調整し、眼13が結像にもはや調節できず、つまり結像が不鮮鋭にのみ認識されるようにすることも可能である。従って、被検者の少なくとも一方の眼13にとって弛緩状態または雲霧状態が生じる。このような状態を適切に引き起こすことは「雲霧」と称される。このためには当然、球面屈折力のみで処理すれば間に合う。というのも、屈折異常の乱視成分が眼のなかに存在する場合でも、球面屈折力はあらゆる方向で不鮮鋭にしか知覚できない結像を(屈折異常)眼に提供するのに既に十分だからである。一層強い正の主経線の十分向う側にある結像のみが選択されねばならない。

20

【0059】

球面屈折力のみを有するレンズによって、仮想ターゲットを基に屈折測定を実行することは可能であるが、調節誘導機構10は少なくとも1つの球面レンズを補足して、またはそれに代えて、少なくとも1つの円柱レンズ、好ましくは多数の円柱レンズ(例えば円柱レンズの回転式マガジン)、または調整可能な円柱屈折力を有するレンズ系を有し、これらのレンズ(単・複)は被検者の少なくとも一方の眼13の前で保持することができる。

30

【0060】

調整可能な円柱屈折力を有するこのようなレンズ系が図2に例示してある。つまり本発明により利用されるターゲットは球面屈折力を有するだけでなく、(値および方向を)適合可能な円柱屈折力を付加的に有する。

【0061】

特に、屈折異常のなかに強い乱視成分を有する被検者にとって、古典的ターゲットは完全にかつあらゆる方向で同時に鮮鋭に現れるのではない。ターゲットは、その調整された光学屈折力と受け入れられた調節状態とに応じて「平均的に」(球面等価の補正時)鮮鋭であるか、または各主経線で屈折力を補正して例えば2つのうちの一方の主経線の方向で鮮鋭であるか、のいずれかである。その際、相応する調節状態において、両方の主経線で鮮鋭に知覚できる領域内に仮想距離があると、これら両方の調節状態の間で急変を生じることもある。すなわち測定中、または同じ仮想距離での連続的測定時に、眼はさまざまな調節状態を占めることができる。そのことから、(他覚的に)判定すべき眼科データの値がさまざまとなり、従って不精確となる。

40

【0062】

仮想ターゲットの円柱屈折力を有する(例えばレンズの)光学系を本発明により用いることによって、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常は少なくとも部分的に補正することができる。被検者は、その前で保持される結像もしくは仮想ターゲットを(これに関連して無視し得る高次収差を除き)完全に鮮鋭に知覚することができる。これにより、

50

被検者の少なくとも一方の眼 1 3 の未補正乱視と比較して、固視も調節も被検者にとって容易となる。従って仮想ターゲットに基づく屈折測定は一層精確かつ確実に実行することができる。というのも、このような測定時に決定的に肝要なのは、被検者が実際にもターゲットに調節することであるからである。強い乱視屈折異常を有する被検者の場合特に、このことは適切な補正なしでは必ずしも保証されておらず、そのことから屈折判定時に誤差を生じることがある。

【 0 0 6 3 】

さらに、従来の（他覚）屈折判定時における、調節成果が場合によって不十分であることから生じることのある眼の疲労現象は、多くの事例において本発明によって著しく減らすことができる。これにより本発明は、眼の一層迅速な調節も促進し、そのことから、個々の測定の一層迅速な実行、従って（それが望ましい場合）多くの測定の実行は、場合によってはさまざまな仮想距離（調節状態）において、好ましくはしかも総測定時間を延長することなく可能となる。これによっても測定精度はやはり高めることができる。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 に示したような好ましい眼科データ判定装置はさらに、眼科データを測定もしくは収集することのできる測定機構を有する。好ましくは、この測定機構は従来の自動屈折計または収差計の測定機構に一致させることができる。測定機構は図 1 に示した好ましい実施形態によれば、実質的にレーザ 1 6 と第 2 ビーム分割器 1 4（半透鏡）と検出器 1 8 とを含む。空間的に限定され特に集束されたレーザビームがレーザ 1 6 から放出され、第 2 ビーム分割器 1 4 によって眼 1 3 に導かれることを頼りに、眼 1 3 のなかで網膜上の照明点から出発して球面波が誘発され、この球面波が眼（特に境界面）およびその表面で屈折する。眼の光学特性に応じて、光は球面波とは多かれ少なかれ異なることのある波面で眼から進出する。この波面は両方のビーム分割器 1 2、1 4 を通して伝搬し、最後には検出器 1 8 によって検出される。眼から放射された波面の検出信号から、例えば球面屈折力、乱視等の眼科データが、そして特に収差計の場合被検眼の高次収差も、屈折判定のために確認もしくは収集することができる。さらに、他の例えば瞳孔寸法等の眼科データも、またはシャックハルトマンセンサの使用時には波面も、測定することができる。

20

【 0 0 6 5 】

図 2 が略図で示すレンズ系は球面屈折力の他に調整可能な乱視屈折力も有する。この（ストークスレンズとしても知られた）レンズ系は正負逆の同じ光学屈折力を有する 2 つのプラノレンズ（負のプラノレンズ 2 2 と正のプラノレンズ 2 4）から成り、プラノレンズは（ここに図示しない）フレーム内で共通する光軸 2 6 の周りで互いに回転可能に取り付けられている。両方の（図 2 に太い黒線で示した）円柱軸が互いに平行であると、2 つの円柱の屈折力が相殺し合い、両方が一緒になって少なくとも近似的に平行平面板のように働く。しかし軸が（図 2 に略示したように）互いに垂直であると、球面円柱複合屈折力が生じる。その際、個別円柱の屈折力から球面屈折力が生じる。いわゆる「乱視量」は個別円柱の逆の曲率半径の値の合計から得られる。円柱軸の連続的回動によって乱視量のさまざまな中間値は調整することができる。

30

【 0 0 6 6 】

本発明の好ましい実施形態により、眼科データを判定する方法、特に屈折判定方法の経過が図 3 に略示してある。好ましくは、本方法は少なくとも 2 つの測定、つまり第 1 測定（予備測定）と少なくとも 1 つの第 2 測定（主測定）とを含む。その際、測定とは一般に眼科データの収集である。

40

【 0 0 6 7 】

第 1 測定、すなわち予備測定を実行するために、まず第 1 ステップ S t 3 0 では、球面屈折力と調整可能な乱視屈折力とを有する仮想ターゲットが被検者の少なくとも一方の眼に投影される。この時点では被検者の屈折異常に関する情報が場合によってはまだ存在しないので、好ましくは仮想ターゲットは雲霧状態を引き起こす仮想位置に調整される。仮想ターゲットの円柱屈折力は好ましくは中性に、すなわちゼロに調整される。

【 0 0 6 8 】

50

好ましい上記実施形態の次のステップ S t 3 2 では、被検者の少なくとも一方の眼 1 3 の屈折異常、特に乱視屈折異常を大まかに判定するために予備測定が実行される。つまりこのステップ S t 3 2 は好ましくは、第 1 測定（予備測定）において被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の第 1 値を収集することを含む。この予備測定のと き好ましくは、他の例えば球面屈折力等の眼科データも測定することができる。特別好ましくは、予備測定のと き主測定時と同じ 1 群の眼科データが収集される。

【 0 0 6 9 】

上記の好ましい実施形態の後続ステップ S t 3 4 において、仮想ターゲットの円柱屈折力は、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第 1 値を実質補正することになる値に調整される。これにより、被検者が仮想ターゲットを実質的に乱視誤差なしに、従ってあらゆる方向で実質一様に鮮鋭に知覚できることは達成される。

10

【 0 0 7 0 】

従って、好ましくはまずやはり雲霧状態で実行することのできる後続の主測定 S t 3 6 では、被検者が仮想ターゲットをあらゆる方向で一様に不鮮鋭に知覚し、構造を認識しないことは達成される。このことは被検者にとって著しく快適であり、同時に雲霧状態における調節の良好な安定性を保証する。特に主測定でもって、被検者の少なくとも一方の眼の特に球面屈折力および / または乱視が収集される。しかし、主測定でもって付加的に任意の別の眼科データを収集することもできる。主測定から確認された乱視値が予備測定と比較して変化したなら、屈折判定をさらに改善するためにステップ S t 3 4、S t 3 6 は直接繰り返すことができる。

20

【 0 0 7 1 】

ステップ S t 3 4 後、主測定の実行前に選択的（図 3 に破線で示した）ステップ S t 3 5 において、仮想ターゲットの位置（すなわち仮想距離）は変更することができる。雲霧状態においてではなく、被測定眼 1 3 の仮想ターゲットによって誘導された特定調節において主測定を実行することがこうして可能となる。例えば、遠用調節状態での測定（遠用測定）または近用調節状態での測定（近用測定）を実行することができる。予備測定を基にステップ S t 3 4 で行われる乱視屈折力の調整によって、主測定中に被検者が実際にも仮想ターゲットを固視しもしくは仮想ターゲットに調節することは高い確率で保証される。このことで測定は一層確実かつ精確となる。

30

【 0 0 7 2 】

主測定がステップ S t 3 6 で実行された後、引き続き、眼 1 3 の別の調節状態について少なくとも 1 回の他の主測定を実行するために仮想ターゲットの位置は変更することができる（ステップ S t 3 5）。好ましくは、個々の主測定の間で仮想ターゲットの仮想距離は逐次（すなわち単調に）低減される。好ましくは、各主測定前にステップ S t 3 5 によって、仮想ターゲットの調整可能な円柱屈折力は、被検者の少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の先行測定時に収集された値を実質補正することになる値に調整される。こうして屈折判定結果の改善は、この様に各主測定について被検者の乱視屈折異常が実質補正され達成される。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 3 】

40

- 1 0 調節誘導機構
- 1 2 第 1 ビーム分割器
- 1 3 眼
- 1 4 第 2 ビーム分割器
- 1 6 レーザ / レーザダイオード
- 1 8 検出器
- 2 2 負のプラノレンズ
- 2 4 正のプラノレンズ
- 2 6 光軸
- 1 0 0 眼科データ判定装置

50

200 乱視補正器としてのレンズ系/ストークスレンズ

St 30 球面屈折力と調整可能な乱視屈折力とを有する仮想ターゲットを被検者の少なくとも一方の眼に投影するステップ

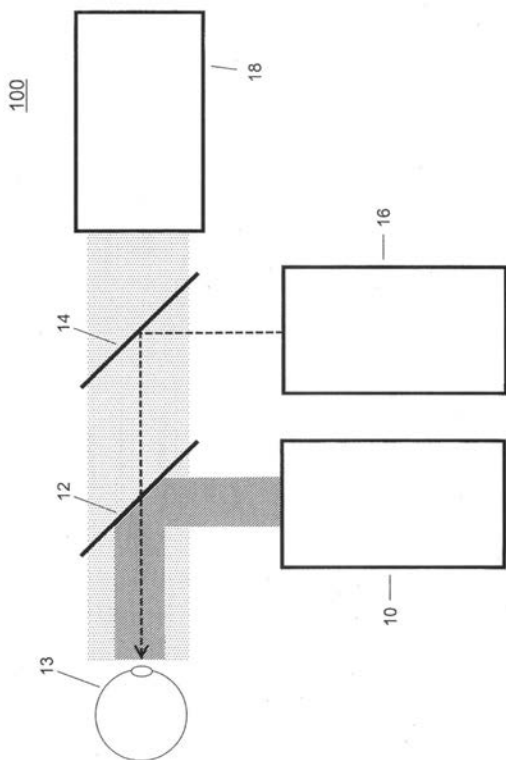
St 32 予備測定(第1測定)ステップ

St 34 仮想ターゲットの乱視屈折力を調整するステップ

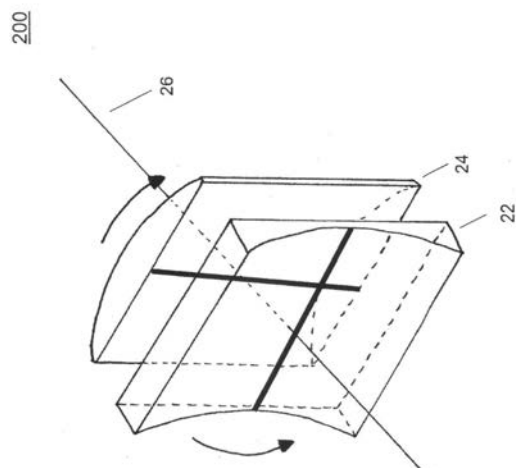
St 35 仮想ターゲットの仮想位置を(選択的に)変更するステップ

St 36 主測定(第2、第3、第4等の測定)ステップ

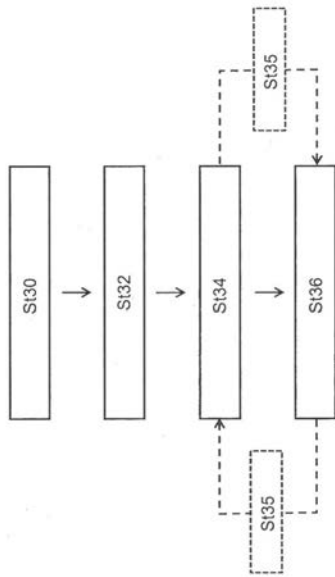
【図1】



【図2】



【図 3】



【手続補正書】

【提出日】令和1年6月14日(2019.6.14)

【手続補正 2】

【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】

被検者の少なくとも一方の眼（13）の1群の眼科データを判定するための装置であって、

物体を結像するレンズまたはレンズ系によって、球面屈折力と調整可能な円柱屈折力とを有する仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）に投影するように設計された調節誘導機構（10）と、

前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）の眼科データを収集するための測定機構（14、16、18）と、を有し、

前記測定機構（14、16、18）は、前記被検者の少なくとも一方の眼（13）の乱視屈折を収集するように設計され、

前記装置は、制御機構を有し、

前記制御機構は、前記調節誘導機構（10）が円柱屈折力を有する前記仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼（13）に投影する間、前記仮想ターゲットの円柱屈折力が前記少なくとも一方の眼の乱視屈折異常の収集された第1値を少なくとも部分的に補正するように、前記仮想ターゲットの球面屈折力を、前記レンズ若しくは前記レンズ系の球面屈折力を変更することによって、または前記レンズ若しくは前記レンズ系と被結像物体との間の相対位置を変更することによって第1球面屈折力から第2球面屈折力へ

と変更し、前記少なくとも一方の眼の近用調節限界に向かって前記仮想ターゲットの仮想距離を縮小させるように設計されていることを特徴とする装置（100）。

【請求項2】

前記調節誘導機構（10）は、球面屈折力を有する少なくとも1つのレンズと、円柱屈折力を有する少なくとも1つのレンズと、を有することを特徴とする請求項1記載の装置（100）。

【請求項3】

前記調節誘導機構（10）は、それぞれ異なる円柱屈折力を有する多数の円柱レンズを備えたマガジンを含み、前記マガジンは、前記マガジンの個々の円柱レンズおよび/または複数の円柱レンズの複合体が選択可能かつ仮想ターゲットを投影するのに使用可能であるように設計されかつ配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の装置（100）。

【請求項4】

前記調節誘導機構（10）は、アルバレッツレンズ系を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項5】

前記調節誘導機構（10）は、それぞれ少なくとも1つの円柱屈折力成分を有する2つの互いに回転可能なレンズを含むことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項6】

前記調節誘導機構（10）は、把持し合って相向き合う回転対称な面を備えた2つの円柱レンズを有することを特徴とする請求項5記載の装置（100）。

【請求項7】

前記調節誘導機構は、正負逆の同じ屈折力を有する正の円柱レンズ（24）と、負の円柱レンズ（22）と、を有し、前記円柱レンズは互いに回転可能に支承されることを特徴とする請求項5または6記載の装置（100）。

【請求項8】

前記装置は、収差計および/または自動屈折計として形成されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項9】

前記制御機構は、前記仮想ターゲットの前記球面屈折力を変更し、遠用調節を誘導するための距離から、前記少なくとも一方の眼の調節が前記仮想距離の更なる縮小にもはや従できない前記近用調節限界に向かって、前記仮想ターゲットの前記仮想距離を縮小させるように設計されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項10】

前記測定機構は、前記少なくとも一方の眼の前記近用調節限界の状態で眼科データの測定が行われることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項11】

前記測定機構は、前記眼の網膜上の所定の点を照明するための照明機構と、前記網膜上の前記点から出発する合成波の波面収差を検出するための検出器と、を含むことを特徴とする請求項1～10のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項12】

前記装置は、予備測定を実行するように設計され、
前記予備測定は、
前記調節誘導機構（10）によって、まず第1球面屈折力を有する前記仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼に投影するステップと、
前記測定機構によって、前記第1球面屈折力と関連付けられた前記被検者の前記少なくとも一方の眼の前記乱視屈折異常の第1値を収集するステップと、
を含み、

前記装置は、主測定を実行するように更に設計され、
前記主測定は、
前記調節誘導機構（10）によって、第2球面屈折力を有する前記仮想ターゲットを前記被検者の前記少なくとも一方の眼に投影し、それによって、前記少なくとも一方の眼の前記近用調節限界に向かって前記仮想ターゲットの前記仮想距離を縮小させるステップと
、
前記測定機構によって、前記被検者の前記少なくとも一方の眼の前記乱視屈折異常の第2値を含む眼科データを収集するステップと、
を含むことを特徴とする請求項1～11のいずれか1項記載の装置（100）。

【請求項13】

前記調節誘導機構は、前記仮想ターゲットの前記球面屈折力を繰り返し変更し、前記第1球面屈折力を反復的に調整し、前記測定機構による前記少なくとも一方の眼の前記眼科データの個々の収集の後に、前記少なくとも一方の眼の前記近用調節限界に向かって前記仮想ターゲットの前記仮想距離を逐次縮小させるように更に設計されていることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項記載の装置（100）。

フロントページの続き

(72)発明者 シュテファン、トラム

ドイツ連邦共和国ミュンヘン、アウエンブルークガーシュトラッセ、4 8

(72)発明者 グレゴール、エッサー

ドイツ連邦共和国ミュンヘン、マデルゼデルシュトラッセ、1 7

Fターム(参考) 4C316 AA03 AA08 AA09 AA13 AA15 AA24 AA25 AA28 AB09 FA01
FA18 FY05

【外国語明細書】
2019166345000001.pdf