

(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2014-106385

(P2014-106385A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014. 6. 9)

(51) Int.Cl.
G02C 7/06 (2006.01)F I
G02C 7/06テーマコード (参考)
2H006

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-259444 (P2012-259444)
(22) 出願日 平成24年11月28日 (2012. 11. 28)(71) 出願人 313001099
ホーヤ レンズ マニュファクチャリング
フィリピン インク
フィリピンズ カビテ ジェネラル テュ
リアス ハバレラ ゲートウェイ ビジネ
ス パーク スペシャル エクスポート
プロセッシング ゾーン
(74) 代理人 100091362
弁理士 阿仁屋 節雄
(74) 代理人 100090136
弁理士 油井 透
(74) 代理人 100105256
弁理士 清野 仁
(74) 代理人 100145872
弁理士 福岡 昌浩

最終頁に続く

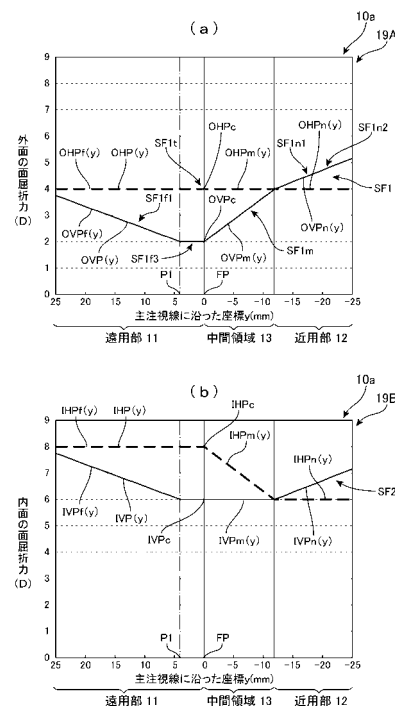
(54) 【発明の名称】 累進屈折力レンズおよび累進屈折力レンズの設計方法

(57) 【要約】

【課題】 レンズを通して見える像のゆれや歪みが少ない累進屈折力レンズを提供する。

【解決手段】 遠用部と近用部とを含む累進屈折力レンズであって、遠用測定基準点の平均度数がマイナスであり、第1の面要素を含む物体側の面と、第1の面要素をキャンセルする第2の面要素を含む眼球側の面とを含む累進屈折力レンズを提供する。第1の面要素は、遠用部の下端に位置するフィッティングポイントにおいて垂直方向の面屈折力に対し水平方向の面屈折力が大きいトーリック面の要素またはアトーリック面の要素と、遠用部において、フィッティングポイントを通る主注視線の第1の座標における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントとの距離が第1の座標と前記フィッティングポイントとの距離よりも大きい主注視線の第2の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素とを含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

遠用部と近用部とを含む累進屈折力レンズであって、

遠用測定基準点の平均度数がマイナスであり、

第 1 の面要素を含む物体側の面と、

前記第 1 の面要素をキャンセルする第 2 の面要素を含む眼球側の面と、を含み、

前記第 1 の面要素は、前記遠用部の下端に位置するフィッティングポイントにおいて垂直方向の面屈折力に対し水平方向の面屈折力が大きいトーリック面の要素またはアトーリック面の要素と、前記遠用部において、前記フィッティングポイントを通る主注視線の第 1 の座標における前記垂直方向の面屈折力が、前記フィッティングポイントとの距離が前記第 1 の座標と前記フィッティングポイントとの距離よりも大きい前記主注視線の第 2 の座標における前記垂直方向の面屈折力よりも小さい要素と、を含む、

10

累進屈折力レンズ。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 の面要素は、さらに、前記近用部において、前記主注視線の第 3 の座標における前記垂直方向の面屈折力が、前記フィッティングポイントとの距離が前記第 3 の座標と前記フィッティングポイントとの距離よりも大きい前記主注視線の第 4 の座標における前記垂直方向の面屈折力よりも小さい要素を含む、

20

累進屈折力レンズ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記第 1 の面要素は、さらに、前記遠用部と前記近用部との間に位置する中間領域において、前記主注視線の第 5 の座標における前記垂直方向の面屈折力が、前記フィッティングポイントとの距離が前記第 5 の座標と前記フィッティングポイントとの距離よりも大きい前記主注視線の第 6 の座標における前記垂直方向の面屈折力よりも小さい要素を含む、累進屈折力レンズ。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおいて、

前記第 1 の面要素は、さらに、前記遠用部において、前記フィッティングポイントとの距離が所定値以下である前記主注視線の任意の点における前記垂直方向の面屈折力が、前記フィッティングポイントにおける前記垂直方向の面屈折力と等しい要素を含む、累進屈折力レンズ。

30

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかにおいて、

前記第 1 の座標における前記垂直方向の面屈折力が前記第 2 の座標における前記垂直方向の面屈折力よりも小さい要素は、前記第 1 の座標と前記第 2 の座標との間の前記垂直方向の面屈折力の変化率が $0.05 D/mm$ 以上である、

累進屈折力レンズ。

ただし、前記 D はディオプトリである。

40

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかにおいて、

前記第 1 の座標における前記垂直方向の面屈折力が前記第 2 の座標における前記垂直方向の面屈折力よりも小さい要素は、前記第 1 の座標と前記第 2 の座標との間の前記垂直方向の面屈折力の変化率が $0.07 D/mm$ 以上 $0.10 D/mm$ 以下である、

累進屈折力レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、累進屈折力レンズおよび累進屈折力レンズの設計方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、レンズを通して見える像のゆれが少ない累進屈折力レンズを提供することが記載されている。特許文献1においては、度数の異なる遠用部と近用部とを含む眼鏡用の累進屈折力レンズであって、主注視線またはフィッティングポイントを通る垂直基準線に沿った物体側の面の遠用部の水平方向の面屈折力 OHP_f および垂直方向の面屈折力 OV_Pf と、近用部の水平方向の面屈折力 OHP_n および垂直方向の面屈折力 OV_Pn とが以下の条件を満たす累進屈折力レンズを提供することが記載されている。

$$OHP_f > OV_Pf$$

$$OHP_f + OHP_n > OV_Pf + OV_Pn$$

$$OV_Pn > OV_Pf$$

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-173595号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の累進屈折力レンズによってゆれは改善されるものの、像のアスペクト比などの特性をさらに改善することが求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、遠用部と近用部とを含む累進屈折力レンズであって、遠用測定基準点の平均度数がマイナスであり、第1の面要素を含む物体側の面と、第1の面要素をキャンセルする第2の面要素を含む眼球側の面とを含む累進屈折力レンズである。第1の面要素は、遠用部の下端に位置するフィッティングポイントにおいて垂直方向の面屈折力に対し水平方向の面屈折力が大きいトーリック面の要素またはアトーリック面の要素と、遠用部において、フィッティングポイントを通る主注視線の第1の座標における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントとの距離が第1の座標と前記フィッティングポイントとの距離よりも大きい主注視線の第2の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素とを含む。

【0006】

この累進屈折力レンズは、フィッティングポイントにおいて垂直方向の面屈折力に対し水平方向の面屈折力が大きいトーリック面の要素またはアトーリック面の要素を含むことでレンズを通して見える像のゆれを改善できる。さらに、遠用部において、フィッティングポイントを通る主注視線の第1の座標における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントとの距離が第1の座標とフィッティングポイントとの距離よりも大きい主注視線の第2の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素を含むことで、レンズ周辺における像の歪みを表す指標となるアスペクト比（垂直方向の像倍率と水平方向との像倍率の比）の変化を低減できる。したがって、ユーザーに、さらに見やすい眼鏡レンズを提供できる。

【0007】

第1の面要素は、近用部において、主注視線の第3の座標における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントとの距離が第3の座標とフィッティングポイントとの距離よりも大きい主注視線の第4の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素を含むことが望ましい。近用部においてもアスペクト比を改善できる。

【0008】

第1の面要素は、さらに、遠用部と近用部との間に位置する中間領域において、主注視線の第5の座標における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントとの距離が第5の座標とフィッティングポイントとの距離よりも大きい主注視線の第6の座標における垂

10

20

30

40

50

直方向の面屈折力よりも小さい要素を含むことが望ましい。物体側の面を設計する際に、第1の面要素による面屈折力の変動を比較的少なくできるので、非球面を設計しやすい。

【0009】

第1の面要素は、遠用部において、フィッティングポイントとの距離が所定値以下である主注視線の任意の点における垂直方向の面屈折力が、フィッティングポイントにおける垂直方向の面屈折力と等しい要素を含むことが望ましい。当該要素は、遠用部の、眼鏡としての使用頻度（遠方視での使用頻度）が比較的高い領域に含まれる。使用頻度の高い領域の面屈折力の変化を抑制できるので、遠方視における視界をより安定させることができる。

【0010】

第1の座標における垂直方向の面屈折力が第2の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素は、第1の座標と第2の座標との間の垂直方向の面屈折力の変化率が $0.05D/mm$ 以上である。第1の座標における垂直方向の面屈折力が第2の座標における垂直方向の面屈折力よりも小さい要素は、第1の座標と第2の座標との間の垂直方向の面屈折力の変化率が $0.07D/mm$ 以上 $0.10D/mm$ 以下であることが好ましい。ただし、 D はディオプトリである。垂直方向の面屈折力の増加する比率が $0.05D/mm$ 未満ではアスペクト比の改善が比較的小さい。 $0.05D/mm$ 以上とすることで、より効果的にアスペクト比を改善できる。また、垂直方向の面屈折力の増加する比率が $0.10D/mm$ よりも大きいと、非球面が設計しにくく、また、累進屈折力レンズのエッジ厚みが大きくなりやすい。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】眼鏡の一例を示す斜視図。

【図2】図2(a)は累進屈折力レンズを模式的に示す平面図、図2(b)はその断面図。

【図3】図3(a)は実施例のレンズの外面の主注視線上の面屈折力を示す図、図3(b)は実施例のレンズの内面の主注視線上の面屈折力を示す図。

【図4】図4(a)は従来例のレンズの外面の主注視線上の面屈折力を示す図、図4(b)は従来例のレンズの内面の主注視線上の面屈折力を示す図。

【図5】図5(a)は比較例のレンズの外面の主注視線上の面屈折力を示す図、図5(b)は比較例のレンズの内面の主注視線上の面屈折力を示す図。

【図6】図6(a)は実施例のレンズの外面の面非点収差分布を示す図、図6(b)は従来例のレンズの外面の面非点収差分布を示す図、図6(c)は比較例のレンズの外面の面非点収差分布を示す図。

【図7】図7(a)は実施例のレンズの外面の等価球面面屈折力分布を示す図、図7(b)は従来例のレンズの外面の等価球面面屈折力分布を示す図、図7(c)は比較例のレンズの外面の等価球面面屈折力分布を示す図。

【図8】図8(a)は実施例のレンズの内面の面非点収差分布を示す図、図8(b)は従来例のレンズの内面の面非点収差分布を示す図、図8(c)は比較例のレンズの内面の面非点収差分布を示す図。

【図9】図9(a)は実施例のレンズの内面の等価球面面屈折力分布を示す図、図9(b)は従来例のレンズの内面の等価球面面屈折力分布を示す図、図9(c)は比較例のレンズの内面の等価球面面屈折力分布を示す図。

【図10】図10(a)は実施例のレンズの非点収差分布を示す図、図10(b)は従来例のレンズの非点収差分布を示す図、図10(c)は比較例のレンズの非点収差分布を示す図。

【図11】図11(a)は実施例のレンズの等価球面度数分布を示す図、図11(b)は従来例のレンズの等価球面度数分布を示す図、図11(c)は比較例のレンズの等価球面度数分布を示す図。

【図12】変形量（ゆれ指標 IDS ）を示す図。

【図 1 3】像倍率を示す図。

【図 1 4】アスペクト比を示す図。

【図 1 5】レンズの設計および製造の過程を示すフローチャート。

【図 1 6】レンズの設計装置のブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本実施形態の説明に用いる主要な用語について説明する。

【0013】

レンズの「物体側の面」とは、装用者が眼鏡を装用したときに対象物に対向する面を意味する。「外面」「凸面」とも言う。

10

【0014】

レンズの「眼球側の面」とは、装用者が眼鏡を装用したときに装用者の眼球に対向する面を意味する。「内面」「凹面」とも言う。

【0015】

レンズの「遠用部」とは、遠距離の物を見る（遠方視の）ための視野部である。

【0016】

レンズの「近用部」とは、近距離の物を見る（近方視の）ための、遠用部とは平均度数（屈折力）が異なる視野部である。

【0017】

レンズの「中間領域」とは、遠用部と近用部とを連続的に屈折力が変化するように連結する領域である。中間視のための部分、中間部、累進部とも言う。中間領域の主注視線に沿った近傍領域を累進帯と言うこともある。

20

【0018】

「物体側の面（眼球側の面）の遠用部」とは、レンズの遠用部に対応する物体側の面（眼球側の面）の領域である。

【0019】

「物体側の面（眼球側の面）の近用部」とは、レンズの近用部に対応する物体側の面（眼球側の面）の領域である。

【0020】

「物体側の面（眼球側の面）の中間領域」とは、レンズの中間領域に対応する物体側の面（眼球側の面）の領域である。

30

【0021】

レンズの「上方」とは、使用者が眼鏡を装用したときにおける装用者の頭頂側を意味する。

【0022】

レンズの「下方」とは、使用者が眼鏡を装用したときにおける装用者のあご側を意味する。

【0023】

「主注視線」とは、遠方視・中間視・近方視をするときに視野の中心となる物体側の面上の位置を結んだ線である。「主子午線」とも言う。

40

【0024】

レンズの「垂直方向」とは、遠用部における主注視線の方向を意味する。なお、隠しマーク（アライメント基準マークとも呼ぶ）によって示される水平方向に直交する方向としても良い。

【0025】

レンズの「水平方向」とは、垂直方向に直交する方向を意味する。なお、一般にレンズには水平方向を示す隠しマークが施されている。

【0026】

図 1 は、眼鏡の一例を斜視図にて示している。図 2（a）は、本発明の実施形態の 1 つの累進屈折力レンズを平面図にて模式的に示している。図 2（b）は、その累進屈折力レ

50

レンズを断面図にて模式的に示している。

【0027】

本例では、ユーザー側（着用者側、眼球側）から見て、左側を左、右側を右として説明する。この眼鏡1は、左眼用および右眼用の左右一对の眼鏡用レンズ10Lおよび10Rと、レンズ10Lおよび10Rをそれぞれ装着した眼鏡フレーム20とを有する。レンズ10Lおよび10Rは、累進屈折力レンズである。レンズ10Lおよび10Rの基本的な形状は物体側に凸のメニスカスレンズである。したがって、レンズ10Lおよび10Rは、それぞれ、物体側の面19Aと、眼球側の面19Bとを含む。以下においては、右眼用および左眼用の眼鏡用レンズ10Rおよび10Lを共通してレンズ10と称する。

【0028】

10

図2(a)は右眼用レンズ10Rを示している。レンズ10Rは、上方に遠用部11を含み、下方に近用部12を含む。さらに、レンズ10Rは、中間領域（中間部、累進部、累進帯）13を含む。また、レンズ10Rは、主注視線14を含む。レンズ10Rをフレーム枠に合わせて外周を成形し枠入れする際に遠方水平正面視（第一眼位）での視線が通過するようにするレンズ上の基準点であるフィッティングポイントFPは、遠用部11の下端に位置する。以下においてはこのフィッティングポイントFPをレンズの座標原点とし、水平基準線15（フィッティングポイントFPを通る水平方向の線、X軸）に沿った方向の座標をx座標、主注視線14に沿った方向の座標をy座標とする。主注視線14は遠用部11から垂直基準線Y（フィッティングポイントFPを通る垂直方向の線）に沿って近用部12方向にほぼ垂直に伸び、フィッティングポイントFPを過ぎたあたりから鼻側

20

【0029】

なお、以下においてレンズとして右眼用のレンズ10Rを中心に説明するが、レンズは左眼用のレンズ10Lであってもよく、左眼用のレンズ10Lは、左右の眼の眼鏡仕様の差を除けば基本的には右眼用のレンズ10Rと左右対称の構成となる。

【0030】

レンズ10の光学性能のうち視野の広さについては、非点収差分布図や等価球面度数分布図により知ることができる。レンズ10の性能の1つは、レンズ10を着用して頭を動かしたときに感じるゆれ（ユレ、揺れ）であり、非点収差分布や等価球面度数分布がほとんど同じであっても、ゆれに関して差が発生することがある。

30

【0031】

ゆれの評価については、本件出願人による特開2012-141221号公報に評価方法を開示している。この評価方法では、まず、矩形模様であって、その幾何学的中心を通る中心の垂直格子線および左右の垂直格子線と、中心の水平格子線および上下の水平格子線とを備えた矩形模様を、眼鏡用レンズを通して、幾何学的中心が注視点に一致するように設ける。次に、視線が幾何学的中心から動かない範囲で頭部とともに眼鏡用レンズを所定の水平角度だけ左右に動かしたときに見える矩形模様の画像を幾何学的中心が一致するように重ね合わせた際の幾何学的なずれをゆれ指標IDDおよびIDSとして求める。本実施形態においては、上記評価方法のうち、ずれを面積で示したゆれ指数IDSを用いてゆれの評価を行った。

40

【0032】

1. 実施例

図3(a)および図3(b)に、実施例のレンズ10aの外表面19Aおよび内表面19Bの主注視線14に沿った垂直方向および水平方向の面屈折力をそれぞれ示す。実施例1のレンズ10aは、外表面19Aおよび内表面19Bに累進面の要素を含む、両面非球面型累進レンズと称されるものである。

【0033】

具体的には、図3(a)は、レンズ10aの外表面（物体側の面）19Aの主注視線14に沿った水平方向の面屈折力（表面屈折力）OHP(y)を破線で示し、垂直方向の面屈

50

折力（表面屈折力） $OV P(y)$ を実線で示している。なお、図示した屈折力の単位はディオプトリ（D）であり、以下の各図においても特に記載しない限り共通である。

【0034】

図3（b）は、レンズ10aの内面（眼球側の面）19Bの主注視線14に沿った水平方向の面屈折力（表面屈折力） $IHP(y)$ を破線で示し、垂直方向の面屈折力（表面屈折力） $IVP(y)$ を実線で示している。内面19Bの水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ と、垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ とは本来負の値になるが、本明細書においては、内面19Bの面屈折力はいずれも絶対値で示す。以下においても同様である。

【0035】

また、これらの図3（a）および（b）に示した面屈折力の変化は、あくまでも基本構成を理解するために簡略化して示したものである。実際の設計においては、レンズ周辺視における収差の補正、あるいはレンズ厚みに対する補正を意図した非球面補正が加わる。したがって、遠用部11の上方や、近用部12においては、水平方向と垂直方向とで多少の面屈折力の変動が生じてくる。以下の外面19Aおよび内面19Bに関する各図においても共通である。

【0036】

実施例のレンズ10aは、平均度数 Sph がマイナス、すなわち、遠用部11の度数（遠用測定基準点の度数）がマイナスの眼鏡レンズである。物体側の面（外面）19Aの主注視線14に沿った第1の面要素 $SF1$ は、フィッティングポイント FP において垂直方向の面屈折力 $OV P c$ に対し水平方向の面屈折力 $OH P c$ が大きいトーリック面の要素（水平トーリック面要素） $SF1t$ を含む。このレンズ10aの外面19Aにおいては、累進面を設計する非球面要素が入るため全体として複雑な形状になるが、フィッティングポイント FP の近傍においては水平基準線15の方向では垂直方向の面屈折力 $OV P c$ と水平方向の面屈折力 $OH P c$ との差は一定である。なお、遠用測定基準点はレンズ設計者によって予め定められる、遠用部11の点である。レンズ10aは遠用測定基準点が遠用部11の処方平均度数を満たすように設計されるが、眼鏡として許容される範囲で設計または製造誤差を含んでもよい。また、ある点における平均度数とは、当該点における垂直方向の度数および水平方向の度数の平均の度数である。

【0037】

実施例のレンズ10aは、トーリック面の要素 $SF1t$ に代えてアトーリック面の要素を含んでもよい。ここで、トーリック面の要素とは、直交する主経線の面屈折力が異なり、両主経線が球面形状で構成されているものを示し、アトーリック面の要素とは、少なくとも一方の主経線が非球面形状で構成されているものを示す。以下では、トーリック面の要素を含む面を代表として説明する。

【0038】

第1の面要素 $SF1$ は、さらに、遠用部11において、フィッティングポイント FP を通る主注視線14に沿ってフィッティングポイント FP から離れると垂直方向の面屈折力 $OV P f(y)$ が増加する要素 $SF1f1$ を含む。すなわち、第1の面要素 $SF1$ は、以下の式（1a）で表されるトーリック面の要素 $SF1t$ と、以下の式（1b）および（1c）で表される遠用部11の要素 $SF1f1$ とを含む。

$$OV P c < OH P c \quad \dots (1a)$$

$$OV P c \leq OV P f(y1) \quad \dots (1b)$$

$$OV P f(y1) < OV P f(y2) \quad \dots (1c)$$

ただし、座標 $y1$ （第1の座標）および $y2$ （第2の座標）は主注視線14に沿った遠用部11における任意の座標であり、フィッティングポイント FP より大きく（上方で）、以下の条件を満たす。

$$y1 < y2 \quad \dots (1d)$$

【0039】

レンズ10aの第1の面要素 $SF1$ は、さらに、近用部12において、主注視線14に沿ってフィッティングポイント FP から離れると垂直方向の面屈折力 $OV P n(y)$ が増

10

20

30

40

50

加する要素 $S F 1 n 1$ を含んでもよい。近用部 1 2 の要素 $S F 1 n 1$ は以下の式 (2 a) および (2 b) で表される。

$$O V P c \leq O V P n (y 3) \cdots (2 a)$$

$$O V P n (y 3) < O V P n (y 4) \cdots (2 b)$$

ただし、座標 $y 3$ (第 3 の座標) および $y 4$ (第 4 の座標) は主注視線 1 4 に沿った近用部 1 2 における任意の座標であり、以下の条件を満たす。すなわち、座標 $y 4$ は、座標 $y 3$ に対して、フィッティングポイント $F P$ より離れた位置 (下側) の座標である。

$$|y 3| < |y 4| \cdots (2 c)$$

【0040】

式 (1 a)、式 (2 a) および (2 b) の関係より、近用部の要素 $S F 1 n 1$ は、近用部 1 2 の垂直方向の面屈折力 $O V P n (y)$ が水平方向の面屈折力 $O H P n (y)$ よりも大きくなる要素 $S F 1 n 2$ を含んでいてもよい。要素 $S F 1 n 2$ は以下の式 (3 a) で表される。レンズ 10 a においては、近用部 1 2 の大部分が式 (3 a) の条件を満足する。

$$O V P n (y) > O H P n (y) \cdots (3 a)$$

【0041】

同様に、式 (1 a)、式 (1 b) および (1 c) の関係より、遠用部の要素 $S F 1 f 1$ は、遠用部 1 1 の垂直方向の面屈折力 $O V P f (y)$ が水平方向の面屈折力 $O H P f (y)$ よりも大きくなる要素 $S F 1 f 2$ を含んでいてもよい。要素 $S F 1 f 2$ は以下の式 (3 b) で表される。しかしながら、本例のレンズ 10 a は、式 (3 b) の条件を満たしていない。

$$O V P f (y) > O H P f (y) \cdots (3 b)$$

【0042】

第 1 の面要素 $S F 1$ は、中間領域 1 3 において、主注視線 1 4 に沿ってフィッティングポイント $F P$ から近用部 1 2 に至る垂直方向の面屈折力 $O V P m (y)$ が増加する要素 $S F 1 m$ を含むことが好ましい。中間領域 1 3 の要素 $S F 1 m$ は以下の式 (4 a) および (4 b) で表される。

$$O V P c < O V P m (y 5) \cdots (4 a)$$

$$O V P m (y 5) < O V P m (y 6) \cdots (4 b)$$

ただし、座標 $y 5$ (第 5 の座標) および $y 6$ (第 6 の座標) は主注視線 1 4 に沿った中間領域 1 3 における任意の座標であり、以下の条件を満たす。すなわち、座標 $y 6$ は、座標 $y 5$ に対して、フィッティングポイント $F P$ より離れた位置 (下側) の座標である。

$$|y 5| < |y 6| \cdots (4 c)$$

【0043】

さらに、第 1 の面要素 $S F 1$ は、遠用部 1 1 のフィッティングポイント $F P$ から所定距離までの範囲 (遠用中心領域) において、主注視線に添った垂直方向の面屈折力 $O V P (y)$ が変化しない領域 (遠用中心領域の要素) $S F 1 f 3$ を含むことが好ましい。すなわち、当該範囲において垂直方向の面屈折力 $O V P (y)$ がフィッティングポイント $F P$ における垂直方向の面屈折力 $O V P c$ と等しいことが好ましい。遠用中心領域の要素 $S F 1 f 3$ は以下の式 (5 a) および (5 b) により表される。なお、ここでの「等しい」の範囲は、完全に一致する場合に限定されず、製造誤差等によって生じる面屈折力の違いを含むものとする。

$$O V P c = O V P f (y 7) \cdots (5 a)$$

ただし、座標 $y 7$ は主注視線 1 4 に沿った遠用部 1 1 における任意の座標であり、以下の式 (5 b) を満たす。

$$0 \leq y 7 \leq P 1 \cdots (5 b)$$

【0044】

座標 $P 1$ は遠用中心領域の上端であり、3 ~ 8 mm であることが望ましく、3 ~ 6 mm であることがさらに好ましい。

【0045】

第 1 の面要素 $S F 1$ の遠用部 1 1 において垂直方向の面屈折力 $O V P f (y)$ が増加す

10

20

30

40

50

る要素 $S F 1 f 1$ 、および近用部 12 において垂直方向の面屈折力 $O V P n (y)$ が増加する要素 $S F 1 n 1$ における増加量 $\Delta O V P (y)$ は以下の式 (6 a) の条件を満たす。

$$|\Delta O V P (y)| \geq 0.05 \cdots (6 a)$$

ただし、 $\Delta O V P (y)$ は $O V P (y)$ の 1 階微分 (距離 y の 1 階偏微分) であり、単位は D/mm である。また、 D はディオプトリである。

【0046】

増加量 $\Delta O V P$ は、さらに、以下の条件 (6 b) を満たす。

$$0.07 \leq |\Delta O V P (y)| \leq 0.10 \cdots (6 b)$$

レンズ 10 a における具体的な増加量 $\Delta O V P (y)$ は $0.09 D/mm$ である。

【0047】

レンズ 10 a の外面 19 A は、主注視線 14 に沿った領域で、上記のうち少なくともトーリック面の要素 $S F 1 t$ および遠用部 11 の要素 $S F 1 f 1$ を含むように設計される。さらに、累進屈折面の設計条件によるが、主注視線 14 を中心として水平方向に約 $\pm 10 mm$ 以内の範囲で、第 1 の面要素 $S F 1$ を満たすように外面 19 A は設計されることが好ましい。レンズ 10 を使用するときの人の視覚の特性として、主注視線 14 上での使用頻度が極めて大きく、像のゆれを感じるのはその主注視線 14 近傍を使い視作業をするときだからである。

【0048】

本例のレンズ 10 a の外面 19 A の水平方向の面屈折力 $O H P (y)$ は遠用部 11、近用部 12 および中間領域 13 が一定で、フラットなグラフ形状になっている。外面 19 A の水平方向の面屈折力 $O H P (y)$ が眼鏡仕様に基づいて変化してもよい。

【0049】

レンズ 10 a の内面 (眼球側の面) 19 B の垂直方向の面屈折力 $I V P (y)$ は、第 1 の面要素 $S F 1$ をキャンセルし、レンズ 10 a が眼鏡仕様により定められた遠用度数および加入度を満たすようにする第 2 の面要素 $S F 2$ を含むように設計される。また、内面 19 B の水平方向の面屈折力 $I H P (y)$ は、眼鏡仕様を満足するように設計される。したがって、第 1 の面要素 $S F 1$ および第 2 の面要素 $S F 2$ はトーリック面またはアトーリック面としての要素を含むが、乱視度数の矯正を含むものではない。乱視度数を調整するためのトーリック面またはアトーリック面の要素を追加することは可能である。

【0050】

したがって、第 1 の面要素 $S F 1$ と第 2 の面要素 $S F 2$ は以下の式 (7) を満たす。

$$I H P (y) - I V P (y) = O H P (y) - O V P (y) \cdots (7)$$

ただし、この条件は乱視処方を含まない。すなわち、この条件は遠用処方における乱視処方を含まない。

【0051】

なお、式 (7) はレンズの厚みが薄いと仮定したときの条件式である。レンズの厚みが厚い場合には、特許文献 1 に記載した方法によりレンズの厚みを考慮した屈折力の計算を行うことができる。しかしながら、レンズの厚みが十分に小さい薄肉レンズにおいては、条件 (7) によりトーリック面の要素をほぼキャンセルできる。

【0052】

実施例のレンズ 10 a の具体的な眼鏡仕様は、屈折率 1.67 のレンズ基材を用い、累進帯長 12 mm、処方度数 (遠用度数、 $S p h$) が $-4.00 D$ 、加入度数 ($A d d$) が $2.00 D$ である。なお、本例のレンズ 10 a の直径は 65 mm であり、乱視度数は含まれていない。

【0053】

レンズ 10 a の外面 19 A の主注視線 14 に沿った水平方向 (横方向) の面屈折力 $O H P (y)$ は、遠用部 11 ($O H P f (y)$)、中間領域 13 ($O H P m (y)$) および近用部 12 ($O H P n (y)$) は一定で、 $4.0 (D)$ である。

【0054】

レンズ 10 a の外面 19 A の主注視線 14 に沿った垂直方向 (縦方向) の面屈折力 $O V$

10

20

30

40

50

$P(y)$ は、遠用部 11 ($OV P f(y)$) がフィッティングポイント FP から上方 $P1$ (4 mm) までは一定の 2.0 (D) であり、それより上方ではフィッティングポイント FP から離れると単調に増加し、遠用部 11 の上端に近いフィッティングポイントから y 座標 (25 mm) の点では 3.74 (D) である。中間領域 13 の面屈折力 $OV P m(y)$ は、フィッティングポイント FP から離れると、2.0 (D) から累進的に増加し、近用部 12 の上端にあたる y 座標 (-12 mm) の点において 4.0 (D) となり、所定の加入度 (2.0 (D)) を得ている。なお、近用部 12 の上端において、垂直方向の面屈折力 $OV P m(y)$ と水平方向の面屈折力 $OH P m(y)$ とは等しい。

【0055】

近用部 12 の面屈折力 $OV P n(y)$ は、フィッティングポイント FP から離れると、 y 座標 (-12 mm) の点における 2.0 (D) から単調に増加し、近用部 12 の下端に近い y 座標 (-25 mm) の点において 5.16 (D) となっている。したがって、近用部 12 においては、垂直方向の面屈折力 $OV P n(y)$ が水平方向の面屈折力 $OH P n(y)$ より大きい。

【0056】

このように、レンズ 10 a の外面 19 A においては、水平方向の面屈折力 $OH P(y)$ が一定であるのに対し、垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ は、フィッティングポイント FP で最も水平方向の面屈折力 $OH P(y)$ との差が大きく、遠用中心領域を除き、フィッティングポイント FP から離れるに連れて垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ は上昇し、近用部 12 においては垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ が水平方向の面屈折力 $OH P(y)$ より大きくなっている。

【0057】

レンズ 10 a の内面 19 B の主注視線 14 に沿った水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ は、遠用部 11 ($IHP f(y)$) が 8.0 (D) で一定であり、中間領域 13 ($IHP m(y)$) は累進的に 6.0 (D) に減少して加入度 (2.0 (D)) を得ており、近用部 12 ($IHP n(y)$) は 6.0 (D) で一定である。

【0058】

レンズ 10 a の内面 19 B の主注視線 14 に沿った垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ は、フィッティングポイント FP における値が 6.0 (D) で、遠用部 11 ($IVP f(y)$) は、フィッティングポイント FP から上方へ $P1$ (4 mm) の点までの遠用中心領域が一定の 6.0 (D) であり、その後、フィッティングポイント FP から離れるにつれて単調に上昇し、 y 座標 (25 mm) の点において 7.74 (D) となっている。フィッティングポイント FP から下方においては、中間領域 13 ($IVP m(y)$) は一定の 6.0 (D) であり、近用部 12 ($IVP n(y)$) はフィッティングポイント FP から離れるにつれて単調に増加し、 y 座標 (-25 mm) において 7.16 (D) となっている。

【0059】

このように、レンズ 10 a の内面 19 B においては、水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ は所定の加入度を得るために中間領域 13 で累進的に変化する以外は一定であるのに対し、垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ は、フィッティングポイント FP で水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ との差が最も大きく、遠用中心領域および中間領域 13 を除き、フィッティングポイント FP から離れるに連れて垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ は上昇し、近用部 12 においては垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ が水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ より大きくなっている。したがって、外面 19 A における水平方向の面屈折力 $OH P(y)$ および垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ の差 (トーリック面的な要素) は、内面 19 B における水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ および垂直方向の面屈折力 $IVP(y)$ の差 (トーリック面的な要素) により、累進的な変化を除きキャンセルされている。

【0060】

2. 従来例

図 4 (a) および図 4 (b) に、実施例のレンズ 10 a の眼鏡仕様と同じ仕様で設計した内面累進レンズ 10 b を従来例とし、その外面 19 A および内面 19 B の主注視線 14

10

20

30

40

50

に沿った面屈折力の変化を示している。

【0061】

従来例のレンズ10bの外表面19Aは球面であり、外表面19Aの水平方向の面屈折力 $OHP(y)$ （遠用部11（ $OHPf(y)$ ）、中間領域13（ $OHPm(y)$ ）および近用部12（ $OHPn(y)$ ）を含む）と、垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ （遠用部11（ $OV Pf(y)$ ）、中間領域13（ $OV Pm(y)$ ）および近用部12（ $OV Pn(y)$ ）を含む）とは等しく2.0(D)である。

【0062】

レンズ10bの内表面19Bも主注視線14においては微視的には球面、すなわち臍状であり、遠用部11の水平方向の面屈折力 $IHPf(y)$ と垂直方向の面屈折力 $IVPf(y)$ とは等しく6.0(D)であり、中間領域13においては水平方向の面屈折力 $IHPm(y)$ および垂直方向の面屈折力 $IVPm(y)$ とが等しく累進的に4.0(D)に変化して所定の加入度を得ている。さらに、近用部12においては、水平方向の面屈折力 $IHPn(y)$ と $IVPn(y)$ とは等しく4.0(D)である。

【0063】

3. 比較例

図5(a)および図5(b)に、実施例のレンズ10aの眼鏡仕様と同じ仕様で設計した水平トーリック面の内外面累進レンズ10cを比較例とし、外表面19Aおよび内表面19Bの面屈折力をそれぞれ示している。このレンズ10cは、外表面19Aおよび内表面19Bとも、遠用部11および中間領域13は水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力より大きい水平トーリック面を含み、近用部12は水平方向の面屈折力と垂直方向の面屈折力とが等しい球面を含む。

【0064】

具体的には、レンズ10cの外表面19Aの水平方向の面屈折力 $OHP(y)$ （遠用部11（ $OHPf(y)$ ）、中間領域13（ $OHPm(y)$ ）および近用部12（ $OHPn(y)$ ）を含む）は一定で4.0(D)であり、垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ は遠用部11（ $OV Pf(y)$ ）が2.0(D)で一定で、中間領域13（ $OV Pm(y)$ ）が累進的に4.0(D)に増加して所定の加入度を得ており、近用部12（ $OV Pn(y)$ ）は4.0(D)で一定である。

【0065】

レンズ10cの内表面19Bは、遠用部11の水平方向の面屈折力 $IHP(y)$ は、遠用部11（ $IHPf(y)$ ）が8.0(D)で一定で、中間領域13（ $IHPm(y)$ ）が累進的に6.0(D)に減少して所定の加入度を得ており、近用部12（ $IHPn(y)$ ）は6.0(D)で一定である。垂直方向の面屈折力 $IV P(y)$ （遠用部11（ $IV Pf(y)$ ）、中間領域13（ $IV Pm(y)$ ）および近用部12（ $IV Pn(y)$ ）を含む）は一定で6.0(D)である。

【0066】

したがって、この比較例のレンズ10cは、遠用部11および中間領域13の外表面19Aがトーリック面の要素を含み、内表面19Bは、外表面19Aのトーリック面の要素をキャンセルするトーリック面の要素を含む。

【0067】

4. 評価

図6(a)～(c)に、実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cの外表面19Aの面非点収差分布をそれぞれ示し、また、図7(a)～(c)に実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cの外表面19Aの等価球面面屈折力分布を示す。等価球面面屈折力 ESP は以下の式で得られる。

$$ESP = (OHP + OV P) / 2 \cdots (8)$$

ここで、 OHP は物体側の面（外表面）19A上の任意の点における水平方向の面屈折力、 $OV P$ は物体側の面（外表面）19Aにおける垂直方向の面屈折力である。

【0068】

なお、それぞれの図に示した値の単位はディオプトリ（D）であり、図の縦横の直線は円形のレンズの幾何学中心を通る基準線（垂直基準線Yおよび水平基準線X）を示し、その交点である幾何学中心をフィッティングポイントFPとした眼鏡フレームへの枠入れ時の形状イメージも太い実線で示されている。また、破線で主注視線14を示している。以下に示す図においても同様である。

【0069】

図8（a）～（c）に実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cの内面19Bの面非点収差分布を示し、図9（a）～（c）に実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cの内面19Bの等価球面面屈折力分布を示す。

【0070】

図10（a）～（c）に実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cのレンズ上の各位置を透して観察したときの非点収差分布を示し、図11（a）～（c）に実施例、従来例および比較例のレンズ10a～10cのレンズ上の各位置を透して観察したときの等価球面度数分布を示す。

【0071】

これらの図に示すように、実施例のレンズ10aの外面19Aには第1の面要素SF1による面非点収差が表れ、等価球面面屈折力の変化が表れている。比較例のレンズ10cにおいても、トーリック面の要素による面非点収差が表れ、等価球面面屈折力の変化が表れている。なお、従来例のレンズ10bは、外面19Aが球面であるため、面非点収差は全域で0.0（D）である。また、比較例のレンズ10cの外面19Aの遠用部11には2.0（D）で一定の面非点収差が発生する。

【0072】

実施例のレンズ10aの内面19Bには、第2の面要素SF2に加え、実際の設計においてはレンズ周辺視における収差を補正し、また、レンズ厚みに対する補正をするための非球面補正が加えられる。したがって、それらによる面非点収差と等価球面面屈折力とが表れている。比較例のレンズ10cおよび従来例のレンズ10bにおいても同様である。

【0073】

実施例のレンズ10a、比較例のレンズ10cおよび従来例のレンズ10bにおいて、レンズを透過して観察したときの非点収差分布と等価球面度数分布とはほとんど同じであり、これらのレンズが非点収差分布と等価球面度数分布とにおいてはほとんど同じ性能を実現できていることが分かる。

【0074】

図12に、実施例1、従来例1および比較例1のレンズ10a～10cを通して見える像のゆれを、矩形模様を見ることで評価する方法（具体的には特開2012-141221号公報に記載）により評価した結果を示している。像のゆれの評価指数は、変形量に関する指標IDSである。評価する際の矩形模様のピッチは主注視点に対して±10度、頭部の振りは左右方向とし、その振り角は左右に各10度である。

【0075】

図12は、観察対象格子のすべての格子線の変動面積の総和または平均を示す「全L」を指標IDSとし、各レンズ10a～10cの主子午線（主注視線）14に沿った幾つかの視野角で指標IDSを求めている。指標IDSは変形量を比率（％）で表している。

【0076】

図12において、それぞれのレンズ10a～10cのフィッティングポイントFPは視野角0度の水平正面視、即ち第一眼位における装用者の視線と外面19Aとの交点である。遠用部11はフィッティングポイントFPから上方に20度まで、中間領域13はフィッティングポイントFPから下方に-24度付近までであり、そこから下が近用部12に当たる。

【0077】

図12に示すように、実施例のレンズ10aおよび比較例のレンズ10cにおいては、主注視線14上の遠中近のほぼすべての領域にわたって指標IDSが、従来例のレンズ1

10

20

30

40

50

0 bより大幅に小さくなっている。さらに、実施例のレンズ10 aは、中間領域13の下方から近用部12において、比較例のレンズ10 cよりも指標IDSが小さくなっている。したがって、実施例のレンズ10 aを通して見ることにより、像のゆれを改善できることがわかる。特に中間領域13の下方から近用部12においてゆれの改善効果が大きい。

【0078】

実施例のレンズ10 aおよび比較例のレンズ10 cでは、従来例のレンズ10 bに対して、像のゆれが大幅に軽減できる。したがって、実施例および比較例に共通する要素、すなわち、遠用部11および中間領域13において垂直方向の面屈折力OVP(y)に対して水平方向の面屈折力OHP(y)が大きいトーリック面またはアトーリック面の要素SF1tを含む第1の面要素SF1を外表面19Aの設計に導入することは、像のゆれを抑制するために有効であることが分かる。水平トーリック面またはアトーリック面においては、レンズを通して物体を見る際の視線の動きに対して、視線と外表面19Aとのなす角度の変位を抑制でき、視線と外表面19Aとのなす角度の変位が小さくなれば、像面湾曲などの諸収差の発生が抑制され、レンズを通して得る像のゆれの低減に効果があると考えられる。

【0079】

さらに、実施例のレンズ10 aと比較例のレンズ10 cとの像のゆれを比較すると、実施例のレンズ10 aの方が近用部12における像のゆれの低減効果が大きい。したがって、近用部12においても外表面19Aにトーリック面またはアトーリック面の要素を導入することは像のゆれを低減するのに有効であることが分かる。特に、本例のレンズ10 aにおいては、近用部12において、第1の面要素SF1は、主注視線14に沿って垂直方向の面屈折力OVPn(y)が増加する要素SF1n1と、垂直方向の面屈折力OVPn(y)が水平方向の面屈折力OHPn(y)より大きい要素SF1n2とを含む。これらの要素SF1n1およびSF1n2は後述のようにアスペクト比の改善をもたらし、それが近用部12における像のゆれを低減するために有効に作用していると考えられる。近用部12においては、水平方向の視線の動きよりも垂直方向の視線の動きに対して角度の変位を抑制することが像のゆれの低減に効果がある可能性がある。

【0080】

また、後述するように、近用部12がマイナス度数の場合、要素SF1n1により主注視線14に沿って垂直方向の面屈折力OVPn(y)を増加させることにより垂直方向の像倍率が急激に低下することを抑制でき、像のアスペクト比の変化を抑制できる。特に、要素SF1n2により、垂直方向の面屈折力OVPn(y)を水平方向の面屈折力OHPn(y)よりも大きくすることにより像のアスペクト比の変化を抑制でき、この効果が像のゆれの低減にも寄与している。

【0081】

図13に、実施例、従来例および比較例のレンズ10 a～10 cの主子午線14上の像倍率を光線追跡法により求めた結果を示している。

【0082】

実施例のレンズ10 aおよび比較例のレンズ10 cの像倍率は、主注視線14上の遠用部11、中間領域13、近用部12のほぼすべての領域にわたって、従来例のレンズ10 bの像倍率よりも大きくなっており、特に近用部12において大きく向上している。したがって、実施例のレンズ10 aおよび比較例のレンズ10 cに共通する要素、すなわち、トーリック面またはアトーリック面を設ける要素SF1tを第1の面要素SF1に導入することは像倍率を確保する点でも有効であることが分かる。

【0083】

さらに、実施例のレンズ10 aは、比較例のレンズ10 cよりも、全域にわたって高い像倍率が得られ、特に、近用部12における像倍率を確保できることは有効である。本例のレンズ10 aは近用度数が-2Dのマイナス度数のレンズであるので、近用部12において像倍率が1に近くなることで、画像の縮小が抑制され、細かい字を見たり、細かい手作業をしやすくなる。

10

20

30

40

50

【0084】

比較例のレンズ10cに対してさらに高い像倍率を確保できる要因の1つは、近用部12において垂直方向の面屈折力 $OV P n(y)$ を外側に向かって徐々に増加させる要素 $S F 1 n 1$ と、遠用部11において垂直方向の面屈折力 $OV P f(y)$ を外側に向かって徐々に増加させる要素 $S F 1 f 1$ とであると考えられる。したがって、これらの要素 $S F 1 n 1$ および要素 $S F 1 f 1$ を含む第1の面要素 $S F 1$ を含むようにレンズの外周面19Aを設計することは有効である。

【0085】

図14に、実施例、従来例および比較例のレンズ10a~10cの主子午線14上の各領域におけるアスペクト比を光線追跡法により求めた結果を示している。本明細書において、アスペクト比は、水平方向倍率に対する垂直方向倍率の比として定義する。

10

【0086】

比較例のレンズ10cにより得られる像のアスペクト比は、中間領域13において従来例のレンズ10bよりも理想値である1に近い値を示す。しかしながら、遠用部11においては、比較例のレンズ10cにより得られる像のアスペクト比は、従来例のレンズ10bよりも小さくなってしまふ。また、近用部12においては、比較例のレンズ10cにより得られる像のアスペクト比は、従来例のレンズ10bとほとんど変わりなく、レンズの周辺に行くにしたがって急激に減少する。

【0087】

実施例のレンズ10aにより得られる像のアスペクト比は、中間領域13においては比較例のレンズ10cにより得られる像のアスペクト比と変わらず、従来例のレンズ10bよりも1に近い。遠用部11においては、実施例のレンズ10aにより得られる像のアスペクト比は、比較例のレンズ10cにより得られる像のアスペクト比よりも大きく、従来例のレンズ10bにより得られる像のアスペクト比に近いが、またはさらに1に近い値となる。また、近用部12においては、実施例のレンズ10aにより得られる像のアスペクト比は、比較例のレンズ10cおよび従来例のレンズ10bにより得られる像のアスペクト比よりも1に近く、レンズの周辺に行くにしたがってアスペクト比が急激に減少するのを抑制できる。

20

【0088】

したがって、実施例のレンズ10aにおいては、アスペクト比が視覚に影響を及ぼす遠用部11の周辺では、アスペクト比がより1に近い像を得ることができる。近用部12においても同様である。したがって、実施例のレンズ10aはレンズの周辺部におけるアスペクト比の急激な変化を抑制でき、アスペクト比の変化による歪曲収差が低減された像を得ることができる。このため、実施例のレンズ10aを透して見ることにより、いっそう自然な像を得ることができる。

30

【0089】

実施例のレンズ10aにおいてレンズ周辺に位置する遠用部11の上方において、アスペクト比が改善される要因としては、外周面19Aにおいて、フィッティングポイントFPから離れるとともに主注視線14に沿った垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ が増大する要素 $S F 1 f 1$ が考えられる。この要素 $S F 1 f 1$ により、レンズ10aの周辺部においてプリズム効果が増大するのを抑制できるためである。さらに、要素 $S F 1 f 1$ により、垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ が増大することによるシェープファクターの効果により、垂直方向の像倍率が向上していることもアスペクト比の改善に好影響を与えている。

40

【0090】

同様に、近用部12におけるアスペクト比が改善する要因としては、外周面19Aにおいて、フィッティングポイントFPから離れるとともに主注視線14に沿った垂直方向の面屈折力 $OV P(y)$ が増大する要素 $S F 1 n 1$ が考えられる。したがって、これらの要素 $S F 1 f 1$ および $S F 1 n 1$ を含む第1の面要素 $S F 1$ を含むように、レンズ10の外周面19Aを設計することは眼鏡レンズを製造する上において有用である。

【0091】

50

一般的に、マイナス処方のレンズでは、レンズの周辺ほど加速度的にプリズム効果が増大し、像の歪みを表す指標となるアスペクト比（垂直方向の像倍率と水平方向の像倍率の比）は、理想的な値である1から急激に低下する。これは、水平方向と比較して垂直方向の像倍率が急激に減少するためである。特に、水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力より大きいレンズの場合には、この現象が起きやすい。

【0092】

本発明のレンズ10においては、物体側の面19Aに、フィッティングポイントFPから離れると垂直方向の面屈折力OVP(y)が増加する要素SF1f1を導入することにより、像のゆれを低減するために導入したトーリック面またはアトーリック面の要素SF1tの影響による水平方向の面屈折力OHP(y)と垂直方向の面屈折力OVP(y)との差が小さくなる。このため、遠用部11におけるフィッティングポイントFPから離れた領域におけるアスペクト比の低下を抑制することができ、歪曲収差が小さい鮮明な画像であって、さらに、像のゆれの少ない画像を得ることができる。

10

【0093】

また、近用部12はレンズ10の周辺部に位置するため、アスペクト比の低下が発生しやすいが、垂直方向の面屈折力OVP(y)が増加する要素SF1n1を導入することにより、垂直方向の面屈折力OVP(y)を増加させ、垂直方向の面屈折力OVP(y)を水平方向の面屈折力OHP(y)よりも大きくすることによりアスペクト比が急激に小さくなることを抑制できる。処方度数がマイナスの近視用の眼鏡レンズにおいて、近用部12におけるアスペクト比が保持され、さらに、像倍率が向上することはユーザーにとってメリットが大きく、像のゆれの抑制とともにこれらの性能が改善されたレンズ10は眼鏡用として好適である。

20

【0094】

このように、レンズ10の外表面19Aに上記に説明した各要素を含む第1の面要素SF1を導入し、内表面19Bに、外表面19Aの第1の面要素SF1をキャンセルする第2の面要素SF2を導入することにより像のゆれが抑制され、像倍率が高く、さらにアスペクト比の変化の少ない眼鏡用の累進屈折力レンズを提供できることがわかった。したがって、ユーザーに対し、さらに見え方が改善された眼鏡用レンズおよびそれらのレンズを採用した眼鏡を提供できる。

【0095】

図15に、上述した眼鏡用の累進屈折力レンズを設計および製造する過程の概要を示している。ステップ100においてユーザーの眼鏡仕様を取得すると、ステップ101において、上述した第1の面要素SF1を含む外表面（物体側の面）19Aを設計する。

30

【0096】

次に、ステップ102において、式(7)を満たす第2の面要素SF2を含む内面（眼球側の面）19Bを設計する。第2の面要素SF2は、第1の面要素SF1により外表面19Aに形成される面屈折力のシフトをキャンセルするものである。さらに、ステップ103において、上記のステップで設計されたレンズ10を製造する。

【0097】

この設計方法は、CPUおよびメモリなどの適当なハードウェア資源を含むコンピュータが上記処理100～102を実行するコンピュータプログラム（プログラム製品）としてメモリやROMなどの適当な媒体に記録して提供できる。ネットワークを通じて提供してもよい。

40

【0098】

図16に、レンズ10の設計装置の一例を示している。この設計装置200は、眼鏡仕様に基づきレンズ10を設計する設計ユニット210と、設計されたレンズ10のゆれ指標IDs、像倍率、およびアスペクト比を求めて評価する評価ユニット220と、評価ユニット220で求められたゆれ指標IDs、像倍率、およびアスペクト比をユーザー（装着者）が見やすい状態、たとえば、グラフ化して出力する出力ユニット230とを含む。出力ユニット230により、ユーザーはゆれの少ないレンズ10を自らの判断で選択する

50

ことが可能となる。

【0099】

設計ユニット210は、物体側の面（外面）19Aを設計する第1のユニット211と、眼球側の面（内面）19Bを設計する第2のユニット212とを含む。第1のユニット211は上述した設計方法のステップ101の処理を行う機能を有し、第2のユニット212は上述した設計方法のステップ102の処理を行う機能を有する。設計装置200の一例は、CPU、メモリおよびディスプレイといった資源を備えたパーソナルコンピュータであり、パーソナルコンピュータを設計装置200として機能させるプログラムをダウンロードして実行することにより上記の機能を含む設計装置200を実現できる。

【0100】

以上の説明は遠用処方に乱視処方がない場合についてのものであったが、乱視処方がある場合には、内面側に乱視補正のためのトーリック面（トロイダル面）成分を合成することにより乱視処方を含めることが可能である。また、レンズの肉厚が大きい場合にはシェープファクターを考慮して、内面側に補正を加えることにより、より精度良いレンズを提供することが出来る。第1の面要素は、中間領域において、加入度を水平方向の面屈折力で導入してもよく、水平および垂直方向の面屈折力で導入してもよい。遠用中心領域においては、水平方向の面屈折力も変化しないことが望ましい。

【0101】

さらに、実施例のレンズ10aにおいては、主注視線と直交する断面形状を円形、すなわち、トーリック面を採用した例を示しているが、主注視線から離れた周辺部において垂直方向の曲率に対して水平方向の曲率が減少したり、増加したりするアトーリック面を採用してもよいことは上述した通りである。特に主注視線から離れるにしたがって水平方向の曲率を減少させるアトーリック面の要素を含むことは、レンズ周辺におけるレンズの薄型化に効果がある。

【符号の説明】

【0102】

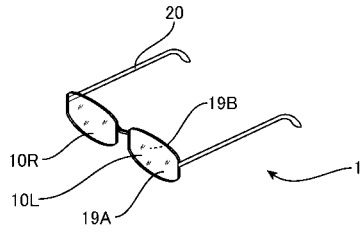
- 1 眼鏡、 10、10L、10R レンズ
- 11 遠用部、 12 近用部、 13 中間領域（累進部）
- 19A 物体側の面、 19B 眼球側の面
- 20 フレーム

10

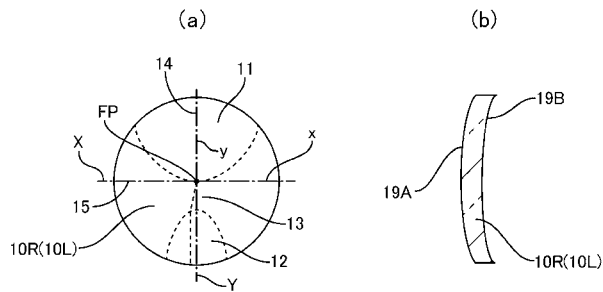
20

30

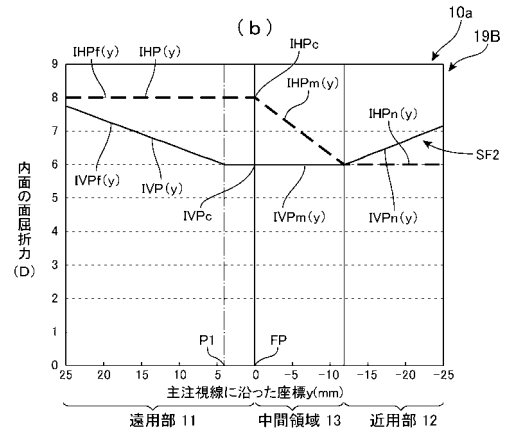
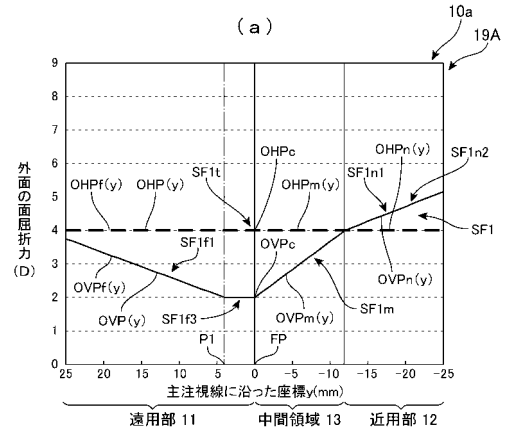
【図 1】



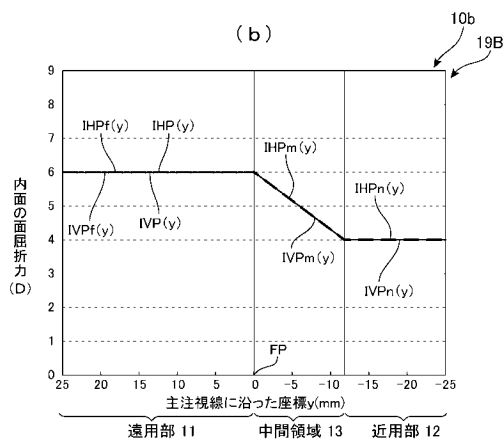
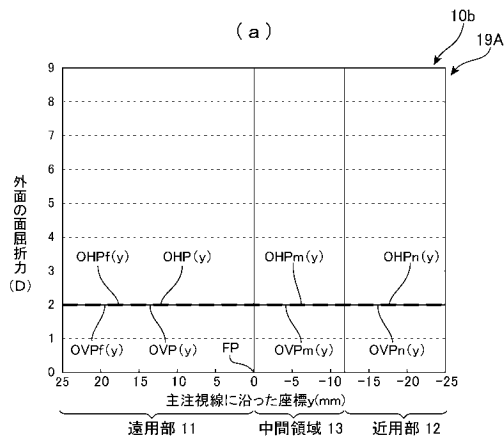
【図 2】



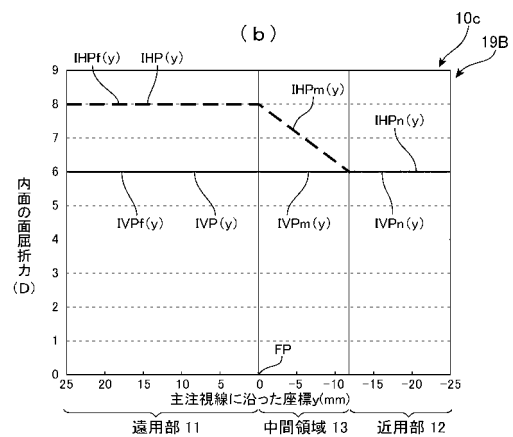
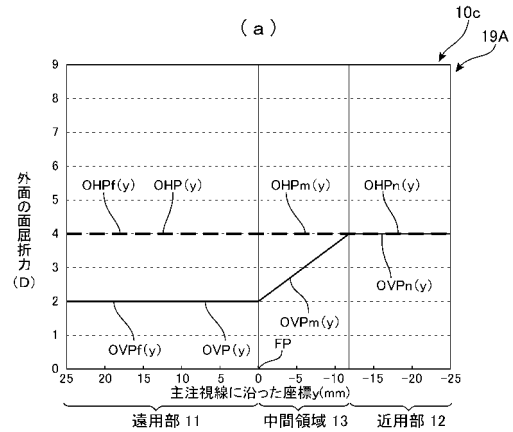
【図 3】



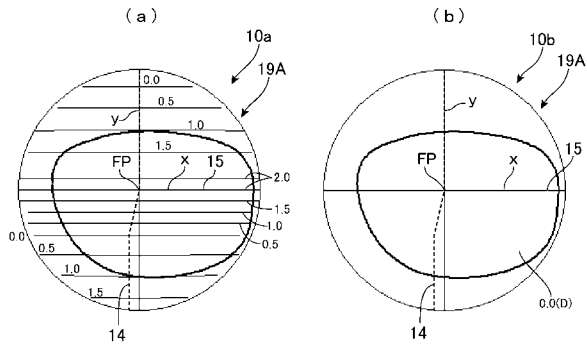
【図 4】



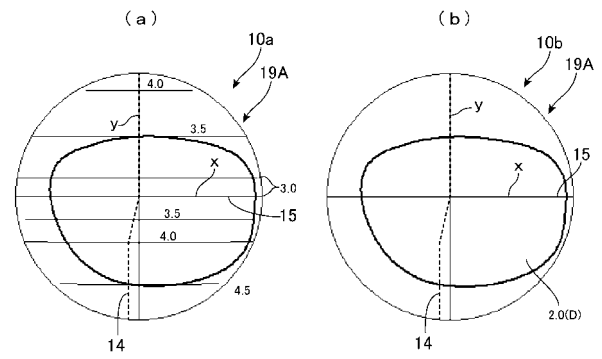
【図 5】



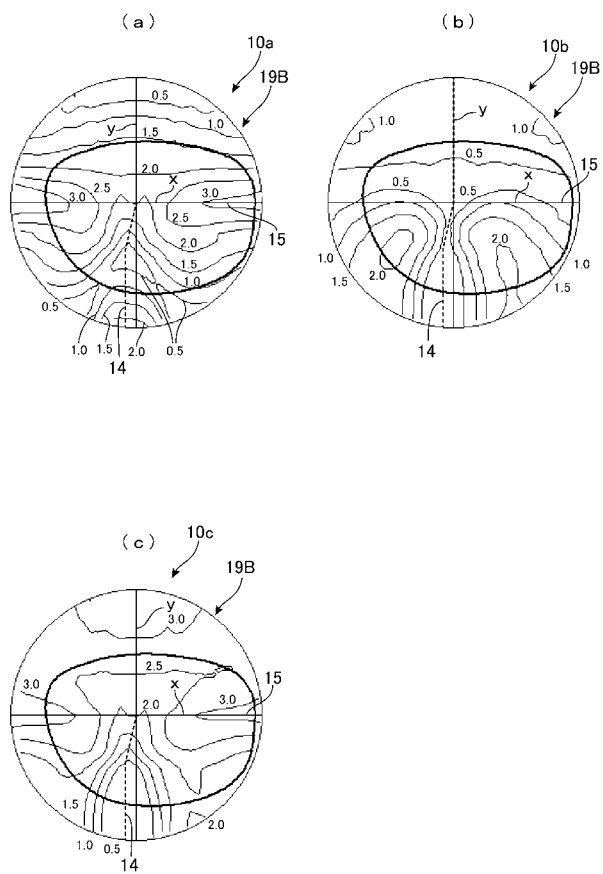
【図 6】



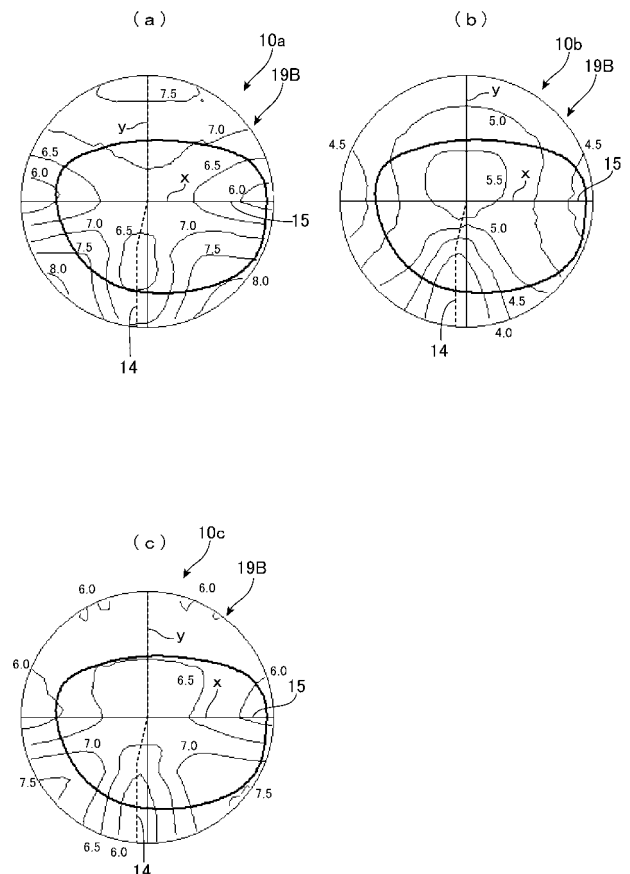
【図 7】



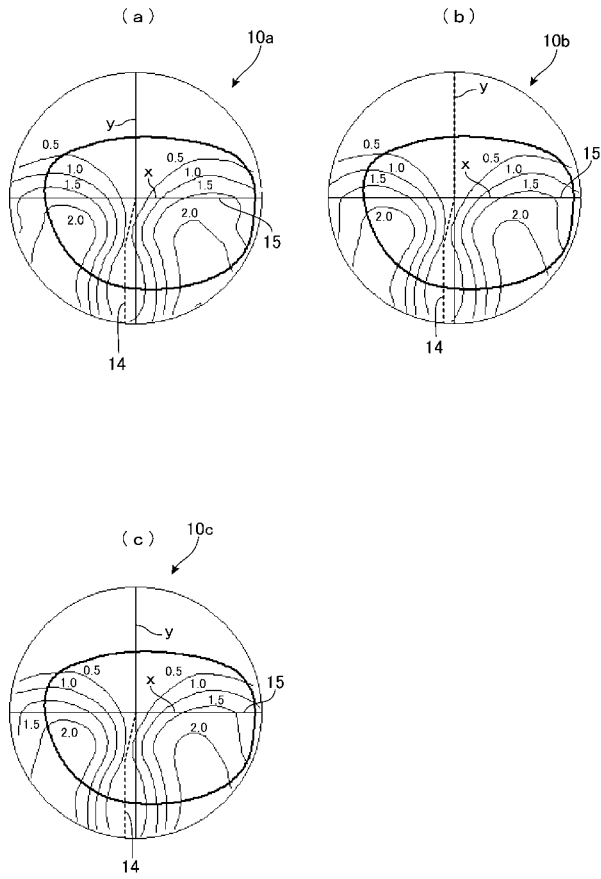
【図 8】



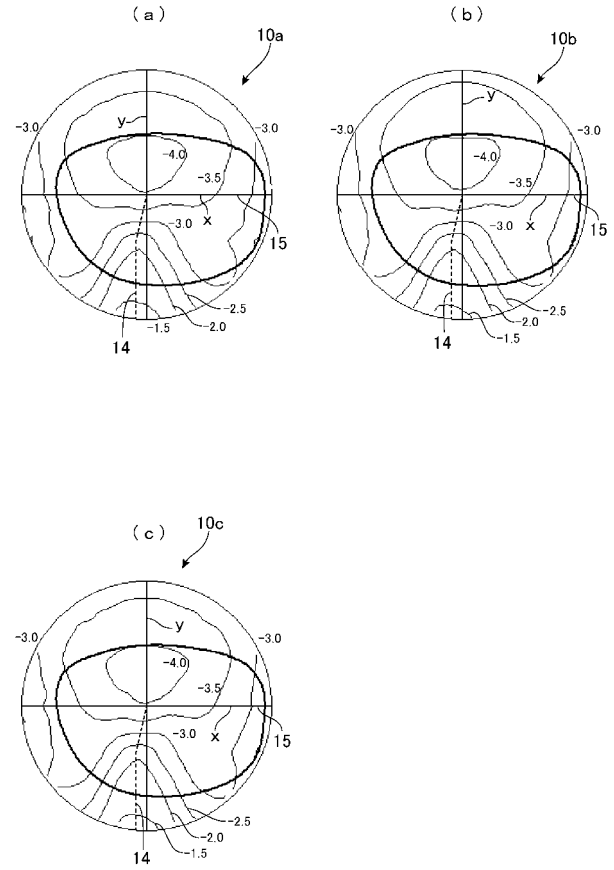
【図 9】



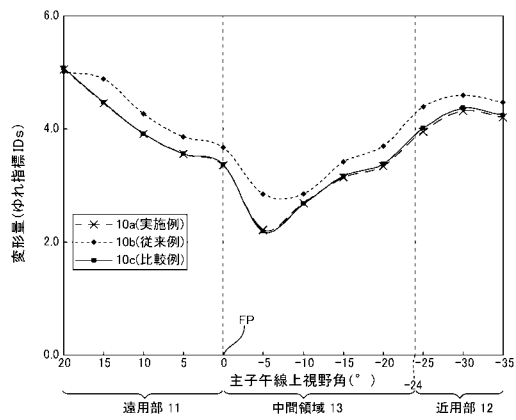
【図 10】



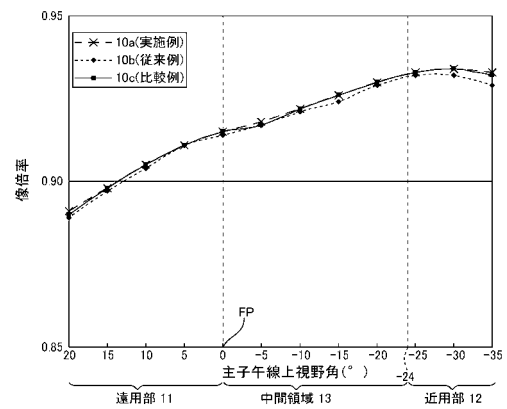
【図 11】



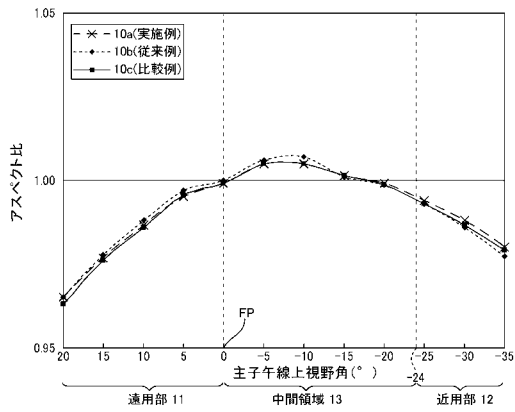
【図 12】



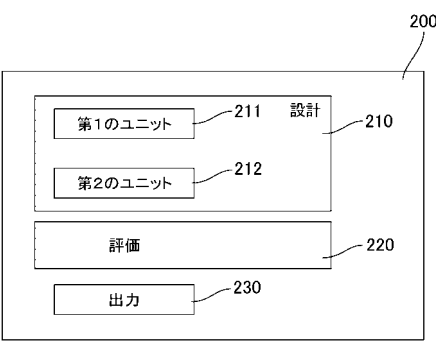
【図 13】



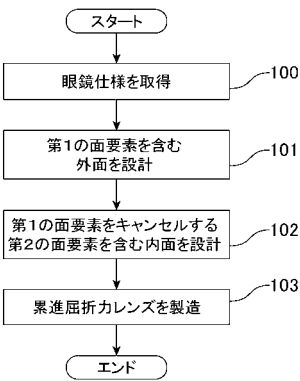
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100161034

弁理士 奥山 知洋

(72)発明者 篠原 俊英

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 加賀 唯之

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2H006 BD03