

(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2012-145672
(P2012-145672A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.
G02C 7/06 (2006.01)

F1
G02C 7/06

テーマコード(参考)
2H006

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-2747 (P2011-2747)
(22) 出願日 平成23年1月11日 (2011.1.11)

(71) 出願人 00002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 鈴木 庸平
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

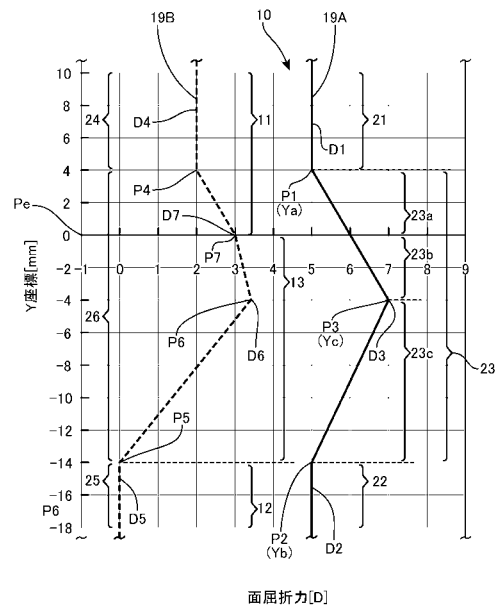
(54) 【発明の名称】 眼鏡用レンズおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 PCの画面を見るとき像の変形を抑制でき、さらに、眼鏡用レンズの厚みの増加を軽減できる眼鏡用レンズを提供する。

【解決手段】 物体側の面が、垂直基準線Yに沿った平均面屈折力が第1の値D1の第1の領域21と、平均面屈折力が第2の値D2の第2の領域22と、第1の領域21と第2の領域22との間で、平均面屈折力が第1の値D1から第3の値D3に増加し、第3の値D3から第2の値D2に減少する第3の領域23とを含む眼鏡用レンズ10を提供する。第1の領域21は遠用部11に含まれ、第2の領域22は近用部12に含まれ、第3の領域23は中間部13を含む。したがって、中間部13を介して見ることが多いPCの画面などの変形を抑制できる眼鏡用レンズであって、厚みが薄い眼鏡用レンズを提供できる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側の面が、
 主注視線または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第 1 の値の第 1 の領域と、
 前記平均面屈折力が第 2 の値の第 2 の領域と、
 前記第 1 の領域と前記第 2 の領域との間で、前記平均面屈折力が前記第 1 の値から第 3
 の値に増加し、前記第 3 の値から前記第 2 の値に減少する第 3 の領域と、
 を含む眼鏡用レンズ。

【請求項 2】

請求項 1 において、
 主に遠距離の物体を見るときに使用する遠用部と、主に近距離の物体を見るときに使用
 する近用部と、前記遠用部と前記近用部との間で徐々に度数が変化する中間部とを含み、
 前記物体側の面の前記第 1 の領域は前記遠用部の少なくとも一部であり、前記第 2 の領
 域は前記近用部の少なくとも一部である、眼鏡用レンズ。

10

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、
 使用者側の面は、前記物体側の面の前記第 1 の領域、前記第 2 の領域および前記第 3 の
 領域のそれぞれに対面する、前記平均面屈折力が第 4 の値の第 4 の領域と、前記平均面屈
 折力が第 5 の値の第 5 の領域と、前記第 4 の領域と前記第 5 の領域との間で前記平均面屈
 折力が前記第 4 の値から前記第 6 の値に増加し、前記第 6 の値から前記第 5 の値に減少す
 る第 6 の領域とを含む、眼鏡用レンズ。

20

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおいて、当該眼鏡用レンズのアイポイントを原点とする
 前記垂直基準線上の前記第 1 の領域と前記第 3 の領域との境界点 Y a と、前記平均面屈折
 力が前記第 3 の値である点 Y c と、前記第 3 の領域と前記第 2 の領域との境界点 Y b とは
 以下の条件を満たす、眼鏡用レンズ。

$$\begin{aligned} Y a &> Y c > Y b \\ Y a & \quad 1 \quad 5 \\ - 5 & \quad Y c \quad 1 \quad 0 \\ - 2 \quad 5 & \quad Y b \quad - 5 \end{aligned}$$

30

ただし、単位は mm である。

【請求項 5】

請求項 4 において、前記点 Y a、Y c および Y b は以下の条件を満たす、眼鏡用レンズ
 。

$$\begin{aligned} Y a - Y c & \quad 4 \\ Y c - Y b & \quad 1 \quad 0 \end{aligned}$$

【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 の値を D 1 とし、前記第 2 の値を D 2
 とし、前記第 3 の値を D 3 としたとき、以下の条件を満たす、眼鏡用レンズ。

$$M A X (D 1 , D 2) + 1 \quad D 3 \quad (n - 1) / 0 . 0 1 5$$

40

ただし、単位はディオプタであり、n は素材の屈折率であり、M A X (D 1、D 2) は
 、D 1 と D 2 の内、値が大きい方を選ぶ関数である。

【請求項 7】

眼鏡用レンズの製造方法であって、
 主注視線または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第 1 の値の第 1 の領域と、
 前記平均面屈折力が第 2 の値の第 2 の領域と、
 前記第 1 の領域と前記第 2 の領域との間で、前記平均面屈折力が前記第 1 の値から第 3
 の値に増加し、前記第 3 の値から前記第 2 の値に減少する第 3 の領域と、
 を備えた物体側の面を形成することを有する、眼鏡用レンズの製造方法。

【請求項 8】

50

請求項 7 において、前記物体側の面を形成することと前後し、または同時に、主に遠距離の物体を見るときに使用する遠用部と、主に近距離の物体を見るときに使用する近用部と、前記遠用部と前記近用部との間で徐々に度数が変化する中間部とを備えた使用者側の面を形成することを含み、

前記物体側の面の前記第 1 の領域は前記遠用部の少なくとも一部と対面し、前記第 2 の領域は前記近用部の少なくとも一部と対面する、眼鏡用レンズの製造方法。

【請求項 9】

度数の異なる遠用部と近用部とを含む眼鏡用多焦点レンズを設計する装置であって、

前記遠用部および前記近用部を含む使用者側の面を設定する第 1 のユニットと、

主注視線または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第 1 の値の第 1 の領域と、前記平均面屈折力が第 2 の値の第 2 の領域と、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域との間で、前記平均面屈折力が前記第 1 の値から第 3 の値に増加し、前記第 3 の値から前記第 2 の値に減少する第 3 の領域とを含む物体側の面を設定する第 2 のユニットであって、前記第 1 の領域が前記遠用部の少なくとも一部と対面し、前記第 2 の領域が前記近用部の少なくとも一部と対面するように前記物体側の面を設定する第 2 のユニットとを有する装置。

10

【請求項 10】

請求項 9 において、前記使用者側の面および前記物体側の面を備えた前記眼鏡用多焦点レンズを通して見た様子をシミュレーションするユニットを有する、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、眼鏡用レンズおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、累進屈折力レンズに必然的に生じる像の歪みやボケを減少させ、装用感を向上させることができる累進屈折力レンズを提供することが記載されている。そのため、特許文献 1 においては、外面と内面の両面を累進面とする両面累進レンズとすると共に、外面の面加入度をマイナスとし、外面と内面の平均面屈折力分布が相似になるように累進面形状を設計することが記載されている。すなわち、累進屈折力レンズの累進面は、古くは外面側に形成されていたが、その累進面を内面側に形成することによって、飛躍的に光学性能が向上することが判明した。この内面累進レンズの理論を応用し、さらに光学性能を向上させるために、特許文献 1 においては、外面と内面の両方に累進屈折面を形成した両面累進レンズとすると共に、外面の平均面屈折力を遠用部から近用部にかけて連続的に減少するように設定している。両面累進レンズの外面の平均面屈折力の変化をマイナスとする、即ち外面の面加入度をマイナスとすることにより、近用部の倍率差を小さくして、歪みを減少させることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 4436 号公報（要約、段落番号 0010、0011）

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

両面累進レンズを用いた眼鏡により、遠用部と近用部との倍率差を低減することができる。しかしながら、外面の平均面屈折力を遠用部から近用部にかけて連続的に減少するように設定するため、内面累進レンズや外面累進レンズと比べてレンズが厚くなりやすい。このため、累進屈折力レンズに必然的に生じる像の歪みを軽減するとともに、レンズの厚みを抑制し、さらに装着感も良好な眼鏡用レンズが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

本発明の一態様は、物体側の面が、主視線（主子午線）または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第1の値の第1の領域と、平均面屈折力が第2の値の第2の領域と、第1の領域と第2の領域との間で、平均面屈折力が前記第1の値から第3の値に増加し、第3の値から第2の値に減少する第3の領域とを含む、眼鏡用レンズである。眼鏡用レンズを通して得られる像は、傾向としてはレンズ度数が大きくなると倍率は大きくなり、物体側の面の平均面屈折力が小さくなれば倍率は小さくなる。したがって、この眼鏡用レンズにおいては、第1の領域と第2の領域との間にある第3の領域で平均面屈折力を変えることにより、眼鏡用レンズの倍率の変化を局所的に制御できる。したがって、多く用いられる視野範囲がある程度特定される用途において、その視野範囲での像のゆれや歪みを軽減でき、さらに、凸面高さおよび縁厚が小さく、実質的な厚みが薄い眼鏡レンズを提供できる。

10

【0006】

そのような用途の1つはパーソナルコンピュータ（PC）の操作である。近年、PCの操作に多くの時間を費やすユーザー（装着者）が増えている。遠用部と近用部とを有する多焦点レンズの装着者がPCの画面を見るときは、遠用部と近用部との間で徐々に度数が変化する中間部を通して画面を見ることが多い。したがって、遠用部から近用部に至る部分に第3の領域を設定することにより、PCの画面を見やすい眼鏡用多焦点レンズであって、薄いレンズを提供できる。

【0007】

すなわち、本発明の典型的な眼鏡用レンズは、主に遠距離の物体を見るときに使用する遠用部と、主に近距離の物体を見るときに使用する近用部と、遠用部と近用部との間で徐々に度数が変化する中間部とを含み、物体側の面の第1の領域は遠用部の少なくとも一部であり、第2の領域は近用部の少なくとも一部であり、第3の領域は第1の領域と第2の領域との間に位置し、平均面屈折力は第1の値から第3の値に増加し、第3の値から第2の値に減少する。これにより、遠用部に含まれる第1の領域を通して得られる像と、近用部に含まれる第2の領域を通して得られる像との間に倍率差があっても、それらの間の第3の領域を通して得られる像の歪みを低減できる。

20

【0008】

この眼鏡用レンズにおいては、使用者側の面（内面）が累進面になるが、使用者側の面も、物体側の第1の領域、第2の領域および第3の領域のそれぞれに対面する、主視線（主子午線）または垂直基準線に沿った平均面屈折力（平均面屈折力の絶対値）が第4の値の第4の領域と、平均面屈折力が第5の値の第5の領域と、第4の領域と第5の領域との間で、平均面屈折力が第4の値から第6の値に増加し、第6の値から第5の値に減少する第6の領域とを含む。第6の領域に遠用部が含まれる場合は、第6の領域において第4の値から第6の値に増加する際に、第4の値から第7の値を経て第6の値に達する。

30

【0009】

この眼鏡用レンズにおいては、当該眼鏡用レンズのアイポイント（フィッティングポイント）を原点として上下に延び、アイポイントに対して上方に正の座標をおくと、第1の領域と第3の領域との境界点（以下、第1ポイントともいう） Y_a と、平均面屈折力が第3の値である点（以下、第3ポイントともいう） Y_c と、第3の領域と第2の領域との境界点（以下、第2ポイントともいう） Y_b とが、以下（1）式の条件を満たす。ただし、以下の式において単位はmmである。

40

$$Y_a > Y_c > Y_b \cdots (1)$$

【0010】

眼鏡仕様によるが、典型的には、点 Y_c （第3ポイント）において、物体側の平均面屈折力（ベースカーブ）が極大値（第3の値）になることが多い。

【0011】

境界点（第1ポイント） Y_a が下にあるほど、レンズを薄型にしやすい。したがって、境界点 Y_a は以下（2）式の条件を満たすことが好ましい。

$$Y_a \leq 15 \cdots (2)$$

【0012】

50

また、P Cを見る際に好適な眼鏡を得るためには、第3ポイントY cがP Cの画面の上端近傍を見る位置となり、第2ポイントY bがP Cの画面の下端近傍を見る位置となること好ましい。このため、第3ポイントY cは以下(3)式の条件を満たし、第2ポイントY bは以下(4)式の条件を満たすことが好ましい。

$$-5 \leq Y c \leq 10 \cdots (3)$$

$$-25 \leq Y b \leq -5 \cdots (4)$$

【0013】

第1ポイントと第3ポイントとの距離が短すぎると物体側の面のベースカーブが急激に変化するので遠用部分に不自然な歪みが生ずるおそれがある。また、P Cの画面を視界に収めるために第3ポイントと第2ポイントとの距離をある程度確保する必要がある。したがって、第1ポイントY a、第3ポイントY c、第2ポイントY bは、以下(5)式および(6)式の条件を満たすことが好ましい。

$$Y a - Y c \leq 4 \cdots (5)$$

$$Y c - Y b \leq 10 \cdots (6)$$

【0014】

この眼鏡用レンズにおいては、第1の値をD 1とし、第2の値をD 2とし、さらに、第3の値をD 3としたときに、以下(7)式の条件を満たすようにすることが好ましい。なお、単位はディオプタである。

$$\text{MAX}(D 1, D 2) + 1 \leq D 3 \leq (n - 1) / 0.015 \cdots (7)$$

【0015】

nは素材の屈折率である。MAX(D 1, D 2)は、D 1とD 2の内、値が大きい方を選ぶ関数である。

【0016】

第3の領域の倍率補正効果を得るためには、第3の値D 3は第1の値D 1および第2の値D 2に対し少なくとも1Dは大きいことが望ましい。一方、第3の値D 3が4.4を超えると物体側の面の曲率が大きくなりすぎて諸収差が大きくなる。また、眼鏡用レンズとして眼鏡フレームに嵌める大きさが確保できなくなる。なお、第1の値D 1および第2の値D 2は同じであっても異なってもよい。

【0017】

本発明の他の態様は、上記眼鏡用レンズと、眼鏡用レンズを装着した眼鏡フレームとを有する眼鏡である。この眼鏡は、薄くコンパクトであるとともに、P Cを操作する際の像のゆれが少ないなどの特定の用途において安定した像が得られる。

【0018】

本発明のさらに他の態様は、眼鏡用レンズの製造方法である。この製造方法は、主注視線または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第1の値の第1の領域と、平均面屈折力が第2の値の第2の領域と、第1の領域と第2の領域との間で、平均面屈折力が第1の値から第3の値に増加し、第3の値から第2の値に減少する第3の領域とを備えた物体側の面を形成することを有する。

【0019】

この製造方法によれば、眼鏡用レンズ全体ではなく、限定された第3の領域を介して見た像の歪みが小さく、薄い眼鏡用レンズを得ることができる。

【0020】

この製造方法は、さらに、物体側の面を形成することと前後し、または同時に、主に遠距離の物体を見るときに使用する遠用部と、主に近距離の物体を見るときに使用する近用部と、遠用部と近用部との間で徐々に度数が変化する中間部とを備えた使用者側の面を形成することを含み、物体側の面の第1の領域は遠用部の少なくとも一部と対面し、第2の領域は近用部の少なくとも一部と対面するようにすることが望ましい。

【0021】

本発明のさらに他の態様は、度数の異なる遠用部と近用部とを含む眼鏡用多焦点レンズを設計する装置である。この装置は、遠用部および近用部を含む使用者側の面を設定する

10

20

30

40

50

第1のユニットと、主視線または垂直基準線に沿った平均面屈折力が第1の値の第1の領域、平均面屈折力が第2の値の第2の領域、さらに、第1の領域と第2の領域との間で、平均面屈折力が第1の値から第3の値に増加し、第3の値から第2の値に減少する第3の領域を含む物体側の面を設定する第2のユニットとを有する。第2のユニットは、第1の領域が遠用部の少なくとも一部と対面し、第2の領域が近用部の少なくとも一部と対面するように物体側の面を設定する。この装置は、さらに、物体側の面および使用者側の面を含む眼鏡用多焦点レンズを通して見た様子をシミュレーションするユニットを有していてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】眼鏡の一例を示す斜視図。

【図2】図2(a)は眼鏡用多焦点レンズの一方のレンズを模式的に示す平面図、図2(b)はその断面図。

【図3】本発明の実施例の眼鏡用レンズの面屈折力を示す図。

【図4】実施例の眼鏡用レンズの面屈折力分布および収差分布を示す図。

【図5】図5(a)は実施例の眼鏡用レンズの面屈折力を示す図、図5(b)は比較例1の眼鏡用レンズの面屈折力を示す図、図5(c)は比較例2の眼鏡用レンズの面屈折力を示す図。

【図6】実施例の眼鏡用レンズ、および比較例1～2の眼鏡用レンズの設計データを纏めて示す図。

【図7】実施例の眼鏡用レンズ、および比較例1～2の眼鏡用レンズの倍率差を示す図。

【図8】実施例の眼鏡用レンズと、比較例2の眼鏡用レンズとの凸面高さを示す図。

【図9】眼鏡用レンズの製造方法の一例を説明するためのフローチャート。

【図10】眼鏡用レンズの設計装置の一例の概略構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

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眼鏡用多焦点レンズの一方のレンズを平面図にて模式的に示している。図2(b)は、本発明の実施例の眼鏡用多焦点レンズの一方のレンズを断面図にて模式的に示している。

【0024】

なお、本例では、使用者側（ユーザー側、着用者側、眼球側）からみて、左側を左、右側を右として説明する。また、以下において左眼用レンズ10Lおよび右眼用レンズ10Rに共通する構成については眼鏡用レンズ10として説明する。左眼用のレンズ10Lおよび右眼用のレンズ10Rは基本的には左右対称の構成である。

【0025】

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とを有している。眼鏡用レンズ10（10Lおよび10R）は、それぞれ、眼鏡用多焦点レンズ、より具体的には、累進多焦点レンズ（累進屈折力レンズ）である。眼鏡用レンズ10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。眼鏡用レンズ10は、物体側の面（凸面、以下外面ともいう）19Aと、眼球側（使用者側）の面（凹面、以下内面ともいう）19Bとを含む。

【0026】

眼鏡用レンズ10は内面累進レンズであり、内面19Bは、上方に遠距離の物を見るための視野部分である遠用部11を含み、下方に遠用部11と異なる度数（屈折力）の近距離の物を見るための視野部分である近用部12を含む。さらに、眼鏡用レンズ10の内面19Bは、これら遠用部11と近用部12とを連続的に屈折力が変化するように連結する中間部（累進部分）13を含む。

【0027】

従来の内面累進レンズや外面累進レンズでは、近用部を通して見る像の倍率が遠用部を

10

20

30

40

50

通して見る像の倍率よりも大きいので、中間部を通して見る像は、近用部側がより水平方向に伸ばされる。このため、正方形の像が上底よりも下底が長い台形に見える。P Cの画面など、眼鏡をかけた状態で長時間にわたり見るものが中間部 1 3 を通して得られる像であることは多い。このとき、中間部を通して得られる像が台形に見え、像がひずむ印象を与える要因となり、眼鏡の装用感が低下する。

【 0 0 2 8 】

すなわち、眼鏡レンズの倍率 M は近似的に以下の式で表わされる。

$$M = M_s \times M_p \cdots (8)$$

【 0 0 2 9 】

ここで、M_s はシェープ・ファクター、M_p はパワー・ファクターと呼ばれる。レンズ基材の屈折率を n、レンズの物体側の面のベースカーブ（面屈折力）を D（ディオプトリ、ディオプタ）、レンズの眼球側の面の頂点（内側頂点）から眼球までの距離を L、内側頂点の屈折力（内側頂点屈折力）を P（度数 S）、レンズ中心の厚みを t とすると、M_p および M_s は、以下のように表される。

$$M_s = 1 / (1 - D \times t / n) \cdots (9)$$

$$M_p = 1 / (1 - L \times P) \cdots (10)$$

【 0 0 3 0 】

なお、式（9）および（10）の計算にあたっては、ベースカーブ D および内側頂点屈折力 P についてはディオプトリ（D）を、また、厚み t および距離 L についてはメートル（m）を用いる。

【 0 0 3 1 】

したがって、式（8）は、以下ようになる。

$$M = \{1 / (1 - D \times t / n)\} \times \{1 / (1 - L \times P)\} \cdots (8)$$

【 0 0 3 2 】

この式（8）からわかるように、屈折力 P が大きくなると倍率 M も大きくなり、加入度が加わる近用部 1 2 の方が像の倍率 M が大きくなる。

【 0 0 3 3 】

遠用部 1 1 と近用部 1 2 との倍率差を低減する両面累進レンズを用いた眼鏡においては、遠用部 1 1 のベースカーブに対して近用部 1 2 のベースカーブを小さくすることにより中間部 1 3 を通して得られる像が台形に見えたり、像の倍率が変化したりすることを軽減しようとしている。しかしながら、近用部 1 2 の断面形状を眼鏡用レンズに適したメニスカスレンズの状態を維持するために相対的に遠用部 1 1 のベースカーブを大きくする必要があり、結果的に眼鏡用レンズの凸面高さ（サグ値）が大きく、内面累進レンズや外面累進レンズと比べてレンズが厚くなる。このため、眼鏡の装着感をさらに改善するためには凸面高さが小さく、中間部 1 3 における像の倍率変化の少ない眼鏡用レンズが求められている。

【 0 0 3 4 】

図 3 に、本発明の実施形態に係る眼鏡用レンズ 1 0 の外面（物体側の面）1 9 A および内面（使用者側の面、眼球側の面）1 9 B の垂直基準線 Y に沿った面屈折力（平均面屈折力）の変化を示している。この眼鏡用レンズの処方 1 0 は、度数 S が + 3 . 0 0、加入度 add が 2 . 0 0 である。また、レンズ基材の屈折率は 1 . 6 7 であり、中心厚は 1 . 1 mm 以上、縁厚は 0 . 5 mm 以上、中心厚 + 縁厚は 3 . 2 mm 以上となるように設計されたものである。た、内面 1 9 B がいずれの箇所においても凸とならない条件で、外面 1 9 A の面屈折力が最も小さくなる、すなわち、薄型となるように設計している。

【 0 0 3 5 】

垂直基準線 Y は、図 2 に示すように眼鏡用レンズ 1 0 のアイポイント（フィッティングポイント）P_e を通る垂直な基準線であり、アイポイント P_e を原点（0 点）として上方が正、下方が負の垂直座標の基準線である。なお、眼鏡用レンズ 1 0 の垂直方向の基準線として、遠方視・中間視・近方視をするときに視野の中心となるレンズ上の位置を結んだ主注視線（主子午線）Y' が用いられることがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

図 3 の実線が、眼鏡用レンズ 1 0 の外面 1 9 A の平均面屈折力の変化を示し、破線が内面 1 9 B の平均面屈折力の変化を示している。この眼鏡用レンズ 1 0 は内面累進レンズであり、内面 1 9 B は、主に遠距離の物体を見るときに使用する遠用部 1 1 と、主に近距離の物体を見るときに使用する近用部 1 2 と、遠用部 1 1 と近用部 1 2 との間で徐々に度数が変化する中間部 1 3 を含む。

【 0 0 3 7 】

眼鏡用レンズ 1 0 の外面（物体側の面）1 9 A は、平均面屈折力が第 1 の値 D_1 の第 1 の領域 2 1 と、平均面屈折力が第 2 の値 D_2 の第 2 の領域 2 2 と、第 1 の領域 2 1 と第 2 の領域 2 2 との間で、平均面屈折力が第 1 の値 D_1 から第 3 の値 D_3 に増加し、第 3 の値 D_3 から第 2 の値 D_2 に減少する第 3 の領域 2 3 とを含む。外面 1 9 A の第 1 の領域 2 1 は内面 1 9 B の遠用部 1 1 の一部と対面し、第 2 の領域 2 2 は近用部 1 2 と対面している。外面 1 9 A の第 3 の領域 2 3 は、第 1 の領域 2 1 および第 2 の領域 2 2 の間で、内面 1 9 B の遠用部 1 1 の下側と中間部 1 3 とに対面している。

10

【 0 0 3 8 】

この眼鏡用レンズ 1 0 において、第 1 の値 D_1 および第 2 の値 D_2 は $5D$ （ディオプタ）であり、第 3 の値 D_3 は $7D$ である。また、アイポイント P_e ($Y = 0$) に対して、第 1 の領域 2 1 と第 3 の領域 2 3 との境界点（第 1 ポイント） P_1 の Y 座標 Y_a は 4 ($Y_a = 4$) であり、第 3 の領域 2 3 において平均面屈折力が極大値（第 3 の値） D_3 となる点（第 3 ポイント） P_3 の Y 座標 Y_c は -4 ($Y_c = -4$) であり、第 3 の領域 2 3 と第 2 の領域 2 2 との境界点（第 2 ポイント） P_2 の Y 座標 Y_b は -1.4 ($Y_b = -1.4$) である。

20

【 0 0 3 9 】

内面 1 9 B は、さらに、外面 1 9 A の第 1 の領域 2 1、第 2 の領域 2 2 および第 3 の領域 2 3 のそれぞれに対応して、平均面屈折力が第 4 の値 D_4 の第 4 の領域 2 4 と、平均面屈折力が第 5 の値 D_5 の第 5 の領域 2 5 と、第 4 の領域 2 4 と第 5 の領域 2 5 との間で平均面屈折力が第 4 の値 D_4 から第 6 の値 D_6 に増加し、第 6 の値 D_6 から第 5 の値 D_5 に減少する第 6 の領域 2 6 とを含む。また、この眼鏡用レンズ 1 0 においては、第 6 の領域 2 6 に遠用部 1 1 が含まれるので、第 6 の領域 2 6 において第 4 の値 D_4 から第 6 の値 D_6 に増加する際に、第 4 の値 D_4 から第 7 の値 D_7 を経て第 6 の値 D_6 に達している。

30

【 0 0 4 0 】

この眼鏡用レンズ 1 0 において、第 4 の値 D_4 は $2D$ 、第 5 の値 D_5 は $0D$ 、第 6 の値 D_6 は $3.2D$ 、第 7 の値 D_7 は $3D$ である。第 4 の領域 2 4 と第 6 の領域 2 6 との境界点（第 4 ポイント） P_4 の Y 座標は第 1 ポイント P_1 の Y 座標 Y_a と同じであり、第 6 の領域 2 6 において平均面屈折力が極大値（第 6 の値） D_6 となる点（第 6 ポイント） P_6 の Y 座標は第 3 ポイントの Y 座標 Y_c と同じであり、第 6 の領域 2 6 と第 5 の領域 2 5 との境界点（第 5 ポイント） P_5 の Y 座標は第 2 ポイントの Y 座標 Y_b と同じである。第 7 の値 D_7 の第 7 ポイント P_7 の Y 座標は、遠用部 1 1 と中間部 1 3 との境界であり、この眼鏡用レンズ 1 0 においてはアイポイント P_e と同じ座標 ($Y = 0$) である。

40

【 0 0 4 1 】

図 4 は、眼鏡用レンズ 1 0 の物体側の面（外面）1 9 A、眼球側の面（使用者側の面、内面）1 9 B および物体側の面および眼球側の面を通して見たときの収差分布および等球面度数分布を示している。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示すように、この眼鏡用レンズ 1 0 の第 3 の領域 2 3 に注目すると、まず、遠用部 1 1 の内部にある第 1 ポイント P_1 から遠用部 1 1 と中間部 1 3 との境界である第 7 ポイント P_7 （アイポイント P_e ）までの範囲 2 3 a においては、度数 S が変わらず、外面 1 9 A の面屈折力（ベースカーブ） D が増加（曲率が増加、曲率半径が減少）する。したがって、式（8）によれば、像の倍率が徐々に増加する。

【 0 0 4 3 】

50

第7ポイントP7から、ベースカーブが最大になる第3ポイントP3までの範囲23bにおいては、中間部13になるので度数Sが徐々に増加し、ベースカーブDが徐々に増加する。したがって、像の倍率の増加傾向が大きくなる。

【0044】

第3ポイントP3から、近用部12との境界である第2ポイントP2までの範囲23cにおいては、度数Sが徐々に増加し、ベースカーブDが徐々に減少する。したがって、この範囲23cにおいては、像の倍率の変化が抑制される。このため、ベースカーブDが最大となる第6ポイントP6から第2ポイントP2の範囲23cでPCの画面などが見られるようにすれば、画面の変形、ゆれなどを抑制できる。

【0045】

したがって、第1ポイントP1の座標Ya、第2ポイントP2の座標Ybおよび第3ポイントP3の座標Ycは以下の条件を満たすことが望ましい。なお、以下の式において単位はmmである。

$$Y_a > Y_c > Y_b \cdots (1)$$

【0046】

(1)式の条件は、ベースカーブDがピークとなる第3ポイントP3が遠用部11と中間部13との境界P1と、中間部13と近用部12との境界P2との間に位置することを示す。

【0047】

境界点(第1ポイント)P1が下にあるほど、レンズを薄型にしやすい。一方、上述したように第3の領域の第3ポイントP3と第2ポイントP2との間23cが像の倍率変化が小さい部分であり、第1ポイントP1がアイポイントPeに近いと、像の倍率変化の小さな部分23cを広く確保しにくい。したがって、第1ポイントP1は以下(2)式の条件を満たすことが好ましい。

$$Y_a \leq 1.5 \cdots (2)$$

【0048】

第1ポイントP1はさらに以下の条件を満たすことが望ましい。

$$0 < Y_a \leq 1.5 \cdots (2')$$

【0049】

第3ポイントP3と第2ポイントP2との間23cの像の倍率変化が小さいので、PCの画面を見るのに好適な眼鏡用レンズ10にするためには、第3ポイントP3がPCの画面の上端近傍を見る位置となり、第2ポイントP2がPCの画面の下端近傍を見る位置となることが好ましい。このため、それぞれの座標YcおよびYbは以下(3)式および(4)式の条件を満たすことが望ましい。

$$-5 < Y_c \leq 1.0 \cdots (3)$$

$$-2.5 < Y_b \leq -5 \cdots (4)$$

【0050】

また、第1ポイントP1と第3ポイントP3との間23aおよび23bは、上述したように像の倍率変化の傾向が比較的大きくなる領域であり、領域23aおよび23bの長さが短すぎると像の倍率変化の傾向が大きくなり、見にくくなる。一方、領域23aおよび23bの長さが長すぎると、PCの画面を見るのに適した第3ポイントP3と第2ポイントP2との間の領域23cの長さが短くなる。したがって、第1ポイントP1の座標Ya、第3ポイントP3の座標Yc、第2ポイントP2の座標Ybは、以下(5)式および(6)式の条件を満たすことが好ましい。

$$Y_a - Y_c \leq 4 \cdots (5)$$

$$Y_c - Y_b \leq 1.0 \cdots (6)$$

【0051】

第3ポイントP3におけるベースカーブDの値D3は、領域23cにおけるベースカーブDの値D3から値D2への変化が、度数Sの増加による像の倍率変化を抑制できる程度に確保できる値であればよい。具体的には、以下の(7)式の条件を満たすことが望まし

10

20

30

40

50

い。

$$\text{MAX}(D_1, D_2) + 1 - D_3 \quad (n - 1) / 0.015 \cdots (7)$$

【0052】

すなわち、第3の値 D_3 は、第1の値 D_1 および第2の値 D_2 よりも1D以上大きくなると、ベースカーブDの増加および減少を伴う第3の領域23が形成できない。第3の値 D_3 の最大値は、以下のように眼鏡用レンズとしての幅を確保することで決定できる。

【0053】

まず、累進屈折力レンズを用いた眼鏡においては、フレームの天地幅を30mm以上とすることが推奨されている。この際、物体側の面の曲率半径を15mm以下とすると、必要なフレーム径を確保できなくなるおそれがある。したがって、第3の値 D_3 がとりうる最大値 D_{max} は以下(11)式を満たすようにすることが好ましい。単位はディオプタである。

$$D_{max} = (n - 1) / r = (n - 1) / 0.015 \cdots (11)$$

【0054】

ここで、 n はレンズ素材の屈折率、 r は物体側の面の曲率半径(m)である。

【0055】

上記(11)式において、レンズ素材の屈折率 n を1.662とすると、最大値 D_{max} は以下(12)式になる。

$$D_{max} = (1.662 - 1) \times 1000 / 15 = 44.13 (D) \cdots (12)$$

【0056】

本例の眼鏡用レンズ10は上記の条件(1)~(7)を満たしている。

【0057】

図5に、本例の眼鏡用レンズ10の外面19Aおよび19Bの平均面屈折力の変化(図5(a))を、比較例1(内面累進レンズ)(図5(b))と、比較例2(両面累進レンズ、物体側の面の面加入度をマイナスとしたもの(外面逆加入)(図5(c))と比較して示している。これらの眼鏡用レンズは、図6に実施例、比較例1および比較例2の設計条件を示すように、眼鏡仕様が同一のレンズである。

【0058】

図7は、実施例の眼鏡用レンズ、および比較例1~2の眼鏡用レンズのそれぞれについて、第3ポイントP3における倍率と、第2ポイントP2における倍率と、倍率差とを纏めて示している。この図からわかるように、実施例の眼鏡用レンズ10の倍率差が最も小さく、倍率差を縮めることを1つの目的としている比較例2の両面累進レンズと比べても、第3ポイントP3と第2ポイントP2との間の領域23cに限れば、実施例の眼鏡用レンズ10の倍率差が最も小さい。したがって、PCの画面を見るときといった用途に限定すれば、実施例の眼鏡用レンズ10は、像が台形状に見えるといった感覚を軽減でき、装着感のよい眼鏡を提供できる。

【0059】

本例の眼鏡用レンズ10が両面累進レンズに対して倍率差が小さい1つの要因は、図5(a)と図5(c)とを比較すると分かるように、第3の領域23においてベースカーブDを増加減少させているためにピーク値(第3の値) D_3 の値を加入度に対して大きくできることである。本例の眼鏡用レンズ10であれば、ピーク値 D_3 をさらに大きくすることにより倍率差のさらに小さな眼鏡用レンズ10を提供できる。

【0060】

図8は、実施例のレンズと比較例2の厚みを比較した図であって、Y座標と物体側の面の凸面高さ(Z座標、サグ値)との関係を示している。本図に示すように、本例の眼鏡用レンズ10に対して、比較例2の両面累進レンズは、近用部12におけるベースカーブDを本例の眼鏡用レンズ10と同じ設計にした場合、遠用部11におけるベースカーブDの値が大きくなる。このため、遠用部11の曲率が大きくなり、そのため、遠用部11の眼鏡レンズの厚み(アイポイントPeに対する凸面高さ)が大きくなる。一方、本例の眼鏡

10

20

30

40

50

用レンズ 10 であれば、遠用部 11 のベースカーブ D を近用部 12 と同じに設定することが可能であり、比較例 1 の内面累進レンズと同程度の厚み（凸面高さ）の眼鏡用レンズであって、倍率差の小さな眼鏡用レンズを提供できる。したがって、さらに装着感のよい眼鏡 1 を提供できる。

【0061】

なお、本例の眼鏡用レンズ 10 においては、遠用部 11 のベースカーブ D と近用部 12 のベースカーブ D とを同一にする必要はない。したがって、設計によっては、比較例 1 の内面累進レンズよりもさらに薄い（凸面高さの小さい）眼鏡用レンズを提供できる可能性がある。

【0062】

また、本例の眼鏡用レンズ 10 において、遠用部 11 を通して見た像の倍率と近用部 12 を通してみた像の倍率との差を縮めるように設計することも可能である。そのような眼鏡用レンズは、図 5 (a) および (c) を合体させたような設計になり、PC の画面を見るのに適した領域 23c における倍率差をさらに縮小できる。しかしながら、遠用部 11 の設計は比較例 2 の両面累進レンズと同じになるので、眼鏡用レンズ全体の凸面高さは比較例 2 と同様になる。したがって、PC の画面を見るのに適した領域 23c の倍率差の軽減効果に対して眼鏡用レンズの厚みを薄くできるという効果は奏するが、全体の凸面高さは比較例 2 とほぼ同じになる可能性がある。

【0063】

図 9 は、眼鏡用レンズ 10 の設計および製造方法の一例を示すフローチャートである。まず、ステップ 51 において、眼鏡処方より、内面 19B の遠用部 11 と近用部 12 の平均面屈折力を含む内面累進面の基本的な形状を決める。ステップ 52 において、眼鏡処方（眼鏡仕様）と用途などの条件（処方）に基づいて外面 19A の上端（第 1 ポイント）P1、極大値をとる点（第 3 ポイント）P3 および下端（第 2 ポイント）P2 の座標を決める。そして、ステップ 53 において、ステップ 51 で決めた内面 19B の平均面屈折力に対して第 3 の領域 23、特に、像の倍率差を小さくしたい領域 23c における倍率差を考慮して外面 19A のベースカーブ D の形状を決定する。

【0064】

さらに、ステップ 54 において外面 19A のベースカーブ D にしたがって、内面累進面の性能が発揮されるように内面 19B の形状を決定する。そして、ステップ 55 において、外面 19A および内面 19B を含む眼鏡用レンズ 10 を成形する。

【0065】

図 10 は、眼鏡用レンズの設計装置 70 の一例の概略構成を示している。この設計装置 70 は、第 1 ないし第 3 のユニット（機能）71～73 を含む。第 1 のユニット 71 は、眼鏡処方に基いて遠用部 11 および近用部 12 を含む累進面を設定するユニットである。第 2 のユニット 72 は、外面 19A に第 1 の領域 21、第 2 の領域 22 および第 3 の領域 23 を設定し、第 1 の領域 21 の値 D1 と、第 2 の領域 22 の値 D2 と、第 3 の領域 23 のピークの値 D3 とを決める。第 2 のユニット 72 では、第 1 の領域 21 は遠用部 11 に含まれ、第 2 の領域 22 は近用部 12 に含まれ、第 3 の領域 23 は中間部（累進部）13 を含むように領域を設定する。

【0066】

第 3 のユニット 73 は、上述のように設計された眼鏡用レンズ 10L および 10R を、装着者（ユーザー）が通して見た様子をシミュレーションするユニットである。このユニット 73 の一例は画像表示装置であり、ヘッドマウントディスプレイなどを用いて左右の倍率差が縮小された矯正視力を仮想的に体験することができる。

【0067】

この設計装置 70 を用いることにより、ユーザーは、眼鏡の販売店において、ユーザーが望む用途において主に見る像の歪やゆれの度合いを体験できる。したがって、この設計装置 70 を用いることにより、上述のように設計された眼鏡 1 によって快適な視野が得られることをユーザーが体験できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

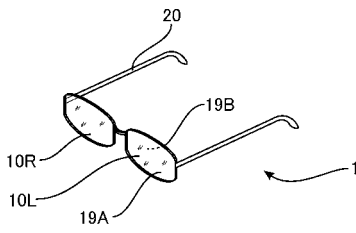
なお、本実施形態では、眼鏡用累進多焦点（累進屈折力）レンズを例にとって説明したが、本発明は、累進多焦点レンズに限定されるものではない。本発明は、二焦点（バイフォーカル）レンズや、さらに中間度数を付けた三焦点（トライフォーカル）レンズなどにも適用可能である。

【 符号の説明 】

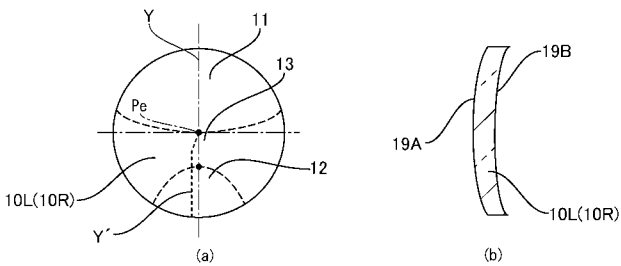
【 0 0 6 9 】

- 1 眼鏡、 10、 10L、 10R 眼鏡用レンズ
- 11 遠用部、 12 近用部、 13 中間部（累進部分）
- 21 第1の領域、 22 第2の領域、 23 第3の領域
- 19A 物体側の面、 19B 眼球側の面
- 20 フレーム、 70 眼鏡用レンズの設計装置

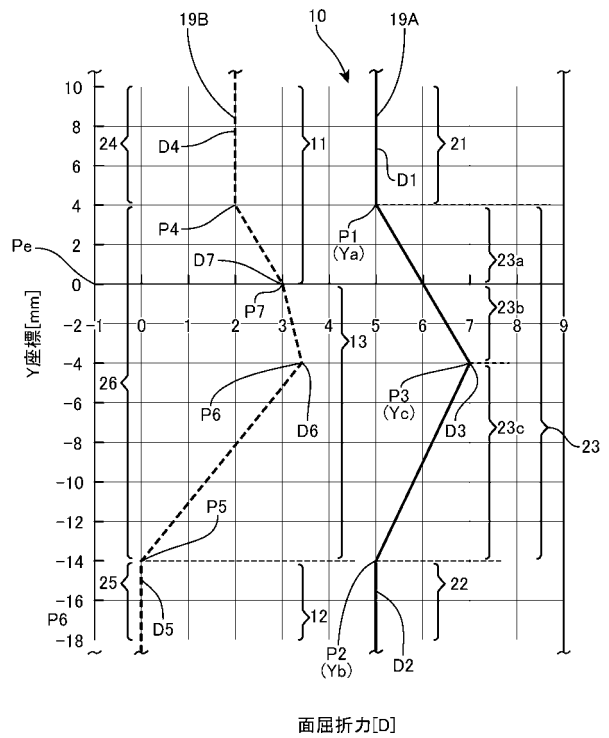
【 図 1 】



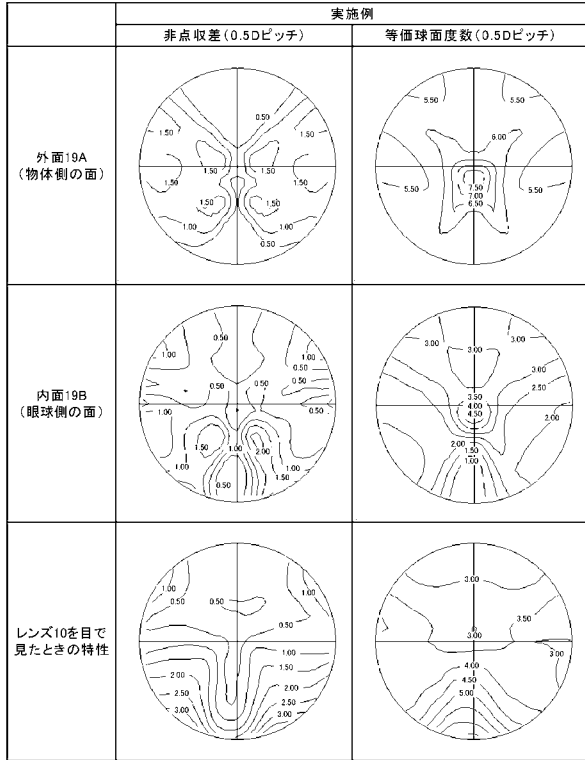
【 図 2 】



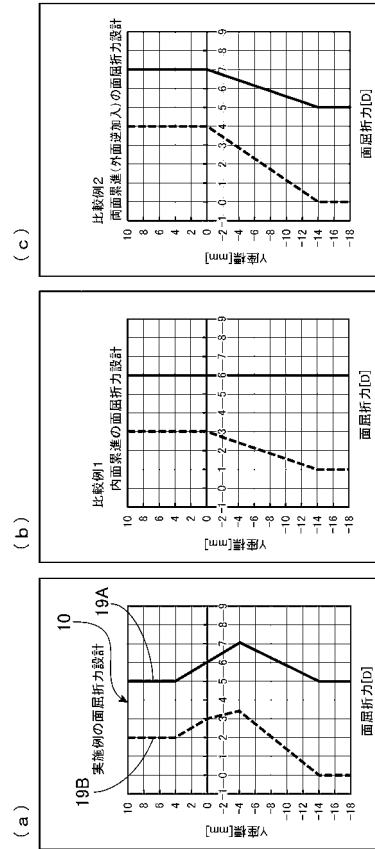
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



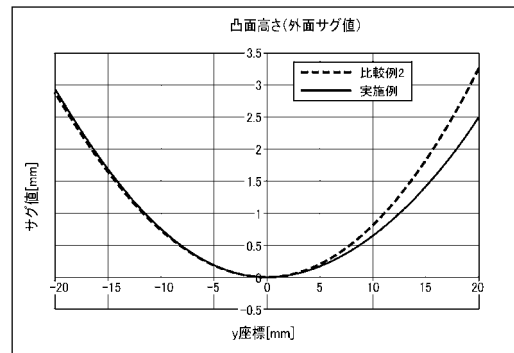
【 図 6 】

設計データ	実施例	比較例1(内面累進)	比較例2(両面累進)
処方	+3.00	+3.00	+3.00
S	-	-	-
C	-	-	-
Ax	-	-	-
Add	2.00	2.00	2.00
外面形状	(図5(a)参照)	球面	累進面
内面形状	(図5(a)参照)	累進面	累進面
屈折率	1.67	1.67	1.67

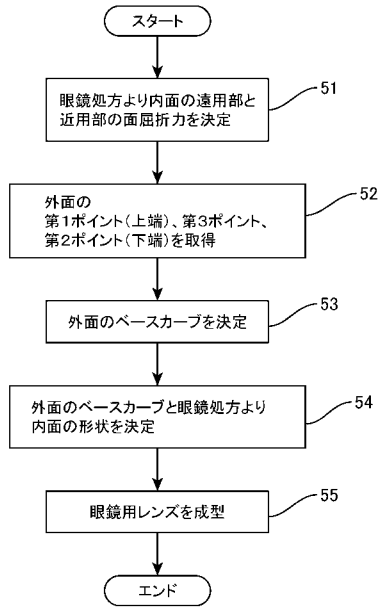
【 図 7 】

	PC上端(P3)における倍率	PC下端(P2)における倍率	上端と下端の倍率差
実施例	1.106	1.176	0.070
比較例1(内面累進)	1.103	1.177	0.074
比較例2(両面累進)	1.104	1.176	0.072

【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

