

(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2013-182248

(P2013-182248A)

(43) 公開日 平成25年9月12日(2013.9.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2C 7/06 (2006.01)	GO2C 7/06	2H006
GO2C 13/00 (2006.01)	GO2C 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2012-47941 (P2012-47941)	(71) 出願人	313001099
(22) 出願日	平成24年3月5日 (2012.3.5)		ホーヤ レンズ マニファクチャリング フィリピン インク フィリピンズ カピテ 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

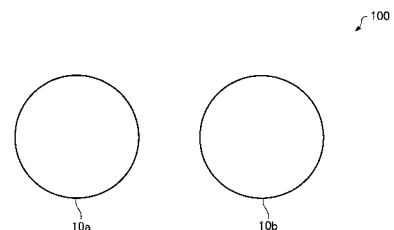
(54) 【発明の名称】 レンズセット、レンズ設計方法及びレンズ製造方法

(57) 【要約】

【課題】製造コストを抑制し、レンズを通して見える像のゆれが少ないレンズセット、レンズの設計方法及びレンズの製造方法を提供すること。

【解決手段】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り、互いに加入度数が異なる第1レンズ及び第2レンズを含むレンズセットであって、第1レンズの物体側の面の遠用部の垂直方向の面屈折力 $OV P f 1$ と近用部の垂直方向の面屈折力 $OV P n 1$ との差と、第2レンズの物体側の面の遠用部の垂直方向の面屈折力 $OV P f 2$ と近用部の垂直方向の面屈折力 $OV P n 2$ との差とが同一である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

度数の異なる遠用部と近用部とを含み、前記遠用部の等価球面度数がプラスである眼鏡用の累進屈折力レンズであり、互いに加入度数が異なる第 1 レンズ及び第 2 レンズを含むレンズセットであって、

前記第 1 レンズは、

フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OHPf1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pf1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OHPn1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pn1$ としたときに、

10

前記 $OV Pn1$ が前記 $OV Pf1$ よりも小さく、

前記 $OHPf1$ が前記 $OV Pf1$ よりも大きく、かつ、前記 $OHPn1$ が前記 $OV Pn1$ よりも大きいトーリック面の要素を含み、

前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面は、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含み、

前記第 2 レンズは、

フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OHPf2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pf2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OHPn2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pn2$ としたときに、

20

前記 $OV Pn2$ が前記 $OV Pf2$ よりも小さく、

前記 $OHPf2$ が前記 $OV Pf2$ よりも大きく、かつ、前記 $OHPn2$ が前記 $OV Pn2$ よりも大きいトーリック面の要素を含み、

前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面は、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含み、

前記 $OV Pf1$ と前記 $OV Pn1$ との差と、前記 $OV Pf2$ と前記 $OV Pn2$ との差とが同一である、レンズセット。

30

【請求項 2】

度数の異なる遠用部と近用部とを含み、前記遠用部の等価球面度数がプラスである眼鏡用の累進屈折力レンズであり、互いに加入度数が異なる第 1 レンズ及び第 2 レンズを設計するレンズ設計方法であって、

前記第 1 レンズについて、

フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OHPf1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pf1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OHPn1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV Pn1$ としたときに、

40

前記 $OV Pn1$ が前記 $OV Pf1$ よりも小さくすることと、

前記 $OHPf1$ が前記 $OV Pf1$ よりも大きく、かつ、前記 $OHPn1$ が前記 $OV Pn1$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませることと、

前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面に、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませることと、

を含み、

前記第 2 レンズについて、

フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用

50

部の水平方向の面屈折力を $OH P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OH P n 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV P n 2$ としたときに、

前記 $OV P n 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも小さくすることと、

前記 $OH P f 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも大きく、かつ、前記 $OH P n 2$ が前記 $OV P n 2$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませることと、

前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面に、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませることと、

を含み、

前記 $OV P f 1$ と前記 $OV P n 1$ との差と、前記 $OV P f 2$ と前記 $OV P n 2$ との差とを同一とすることを含む、レンズ設計方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のレンズ設計方法によって設計された累進屈折力レンズを製造することを含む、レンズ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズセット、レンズ設計方法及びレンズ製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、老視などの視力の補正に適した眼鏡レンズに用いられる累進多焦点レンズにおいて、従来、物体側の面に付加されていた累進屈折面を眼球側の面に設けることが記載されている。これによって、物体側の面をベースカーブが一定の球面にできるので、倍率のシェープ・ファクターによる変動を防止することが可能となり、遠用部と近用部の倍率差を縮小することができ、また、累進部の倍率の変化を抑制することができる。したがって、倍率差による像のゆれや歪みを低減することができ、快適な視野が得られる累進多焦点レンズを提供することができる。さらに、特許文献 1 には、合成式を用いて累進屈折面と乱視矯正用のトーリック面とを眼球側の面に合成することが可能となり、乱視矯正用の累進多焦点レンズにおいても像のゆれや歪みを低減することができることが記載されている。

【0003】

特許文献 2 には、遠用部及び近用部といった屈折力の異なる視野部分を備えた眼鏡用の多焦点レンズにおいて、物体側の面の遠用部の平均面屈折力と近用部の平均面屈折力の差を加入度より数学的に小さくし、さらに、眼球側の面の遠用部の平均面屈折力及び近用部の平均面屈折力を調整することによって所定の加入度を備えた眼鏡用の多焦点レンズを提供することが記載されている。物体側の面の平均面屈折力を遠用部及び近用部の倍率差が小さくなるように調整することが可能となり、さらに、物体側の面の平均面屈折力の差を少なくすることも可能である。したがって、倍率差による像のゆれや歪みが少なく、さらに、非点収差の改善された明視域が広く像のゆれなどの少ない快適な視野が得られる多焦点レンズを提供することができる。

【0004】

特許文献 3 には、遠用部と近用部における像の倍率差を低減し、処方値に対する良好な視力補正と、装用時における歪みの少ない広範囲な有効視野を与える両面非球面型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 3 においては、物体側表面の第 1 の屈折表面において、遠用度数測定位置 $F 1$ における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ、 $DH f$ 、 $DV f$ とし、この第 1 の屈折表面において、近用度数測定位置 $N 1$ における横方向の表面屈折力及び縦方向の表面屈折力をそれぞれ $DH n$ 、 $DV n$ とするとき、 $DH f + DH n < DV f + DV n$ 、かつ、 $DH n < DV n$ となる

10

20

30

40

50

関係式を満足させるとともに、第 1 の屈折表面の F 1 及び N 1 における表面非点収差成分を、眼球側表面の第 2 の屈折表面にて相殺し、前記第 1 と第 2 の屈折表面とを合わせて処方値に基づいた遠用度数と加入度数とを与えることが記載されている。

【0005】

特許文献 4 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 4 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ともに、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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】国際公開 W O 9 7 / 1 9 3 8 2 号公報

【特許文献 2】国際公開 W O 9 7 / 1 9 3 8 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 3 4 4 8 1 3 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 0 0 4 4 3 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

これらの技術によって、性能の向上はされてきているものの、依然として累進屈折力レンズの特性、特にゆれに関して適合できないユーザーもあり、さらなる改善が求められている。また、処方に合わせてパラメーターを最適化したレンズを提供するためには、多種のレンズを予め製造して用意しておいたり、全て個別に製造したりする必要がある、製造コストを押し上げる要因となる。

【0008】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明のいくつかの態様によれば、製造コストを抑制し、レンズを通して見える像のゆれが少ないレンズセット、レンズの設計方法及びレンズの製造方法を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

(1) 本発明の一態様にかかるレンズセットは、度数の異なる遠用部と近用部とを含み、前記遠用部の等価球面度数がプラスである眼鏡用の累進屈折力レンズであり、互いに加入度数が異なる第 1 レンズ及び第 2 レンズを含むレンズセットであって、前記第 1 レンズは、フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OH P f 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV P f 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OH P n 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV P n 1$ としたときに、前記 $OV P n 1$ が前記 $OV P f 1$ よりも小さく、前記 $OH P f 1$ が前記 $OV P f 1$ よりも大きく、かつ、前記 $OH P n 1$ が前記 $OV P n 1$ よりも大きいトーリック面の要素を含み、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面は、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含み、前記第 2 レンズは、フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OH P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OH P n 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV P n 2$ としたときに、前記 $OV P n 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも小さく、前記 $OH P f 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも大きく、かつ、前記 $OH P n 2$ が前記 $OV P n 2$ よりも大きいトーリック面の要素を含み、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面は、前記トーリック面の要素

10

20

30

40

50

をキャンセルする要素を含み、前記 $OV P f 1$ と前記 $OV P n 1$ との差と、前記 $OV P f 2$ と前記 $OV P n 2$ との差とが同一である。

【0010】

すなわち、第1レンズ及び第2レンズは以下の条件を満たす。

【0011】

$$OHP f 1 > OV P f 1, OHP f 2 > OV P f 2 \cdots (1)$$

$$OHP n 1 > OV P n 1, OHP n 2 > OV P n 2 \cdots (2)$$

$$OV P f 1 > OV P n 1, OV P f 2 > OV P n 2 \cdots (3)$$

【0012】

第1レンズ及び第2レンズは、物体側の面（外面）の主注視線又はフィッティングポイントを通る垂直基準線（双方ともに「主子午線」とも呼ばれる。）に沿ったトーリック面（トロイダル面とも呼ぶ）の要素を含む累進屈折力レンズである。物体側の面のトーリック面の要素は、遠用部及び近用部とも、水平方向の面屈折力 $OHP f 1$ ($OHP f 2$) 及び面屈折力 $OHP n 1$ ($OHP n 2$) の方が、垂直方向の面屈折力 $OV P f 1$ ($OV P f 2$) 及び面屈折力 $OV P n 1$ ($OV P n 2$) よりも大きい（条件（1）及び（2））。すなわち、遠用部及び近用部とも、物体側の面の縦方向（垂直方向）の曲率に対して横方向（水平方向）の曲率の方が大きい。これによって、ゆれの小さな累進屈折力レンズを提供できる。

【0013】

すなわち、第1レンズ又は第2レンズを通して得られる像にゆれが発生する際の視線（眼）の動きの典型的なものは、頭部の動きを補償する前庭動眼反射によって頭部に対して眼球（視線）が動くことによるものである。前庭動眼反射によって視線の動く範囲は水平方向（横方向）が一般的に広い。したがって、物体側の面に、水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力よりも大きなトーリック面の要素を導入することによって、視線が水平方向に動く際に、視線が眼鏡レンズの物体側の面を通過する角度の変動を抑制できる。このため、視線を動かした際に第1レンズ又は第2レンズを通して得る像の諸収差を低減でき、第1レンズ又は第2レンズを通して得られる像のゆれの少ない第1レンズ及び第2レンズを提供できる。

【0014】

第1レンズ及び第2レンズは、物体側の面の近用部の面屈折力を、加入度とは逆に、遠用部の面屈折力に対して小さくする逆累進の要素を含むこと（条件（3））によって、累進屈折力レンズの遠用部を通して得る像と近用部を通して得る像との倍率差を縮小できる。

【0015】

物体側の面の逆累進の要素は、垂直方向の面屈折力及び水平方向の面屈折力の両方によって導入してもよい。しかしながら、物体側の面の構造が複雑になる。このため、面屈折力の小さい垂直方向の面屈折力によって物体側の面に逆累進の要素を導入することが望ましい。これによって、低コストで、像のゆれの少ない累進屈折力レンズを提供できる。

【0016】

また、レンズの加入度数によらず、第1レンズの面屈折力 $OV P f 1$ と面屈折力 $OV P n 1$ との差と、第2レンズの面屈折力 $OV P f 2$ と面屈折力 $OV P n 2$ との差とが同一であるので、物体側の面（外面）の形状を容易に共通化できる。これによって、共通のセミフィニッシュトレンズから加入度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるので、製造コストを抑制できる。

【0017】

（2）本発明の一態様にかかるレンズ設計方法は、度数の異なる遠用部と近用部とを含み、前記遠用部の等価球面度数がプラスである眼鏡用の累進屈折力レンズであり、互いに加入度数が異なる第1レンズ及び第2レンズを設計するレンズ設計方法であって、前記第1レンズについて、フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OHP f 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線

10

20

30

40

50

に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV P f 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OH P n 1$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV P n 1$ としたときに、前記 $OV P n 1$ が前記 $OV P f 1$ よりも小さくすることと、前記 $OH P f 1$ が前記 $OV P f 1$ よりも大きく、かつ、前記 $OH P n 1$ が前記 $OV P n 1$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませることと、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面に、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませることと、を含み、前記第2レンズについて、フィッティングポイントを通る垂直基準線又は主注視線に沿った物体側の面の前記遠用部の水平方向の面屈折力を $OH P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記遠用部の垂直方向の面屈折力を $OV P f 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の水平方向の面屈折力を $OH P n 2$ 、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った前記物体側の面の前記近用部の垂直方向の面屈折力を $OV P n 2$ としたときに、前記 $OV P n 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも小さくすることと、前記 $OH P f 2$ が前記 $OV P f 2$ よりも大きく、かつ、前記 $OH P n 2$ が前記 $OV P n 2$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませることと、前記垂直基準線又は前記主注視線に沿った眼球側の面に、前記トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませることと、を含み、前記 $OV P f 1$ と前記 $OV P n 1$ との差と、前記 $OV P f 2$ と前記 $OV P n 2$ との差とを同一とすることを含む。

10

【0018】

この方法で設計された第1レンズ及び第2レンズによれば、物体側の面に、水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力よりも大きなトーリック面の要素を導入することによって、視線が水平方向に動く際に、視線が第1レンズ又は第2レンズの物体側の面を通過する角度の変動を抑制できる。したがって、視線を動かした際に第1レンズ又は第2レンズを通して得る像の諸収差を低減でき、第1レンズ又は第2レンズを通して得られる像のゆれの少ない第1レンズ及び第2レンズを設計できる。

20

【0019】

また、レンズの加入度数によらず、第1レンズの面屈折力 $OV P f 1$ と面屈折力 $OV P n 1$ との差と、第2レンズの面屈折力 $OV P f 2$ と面屈折力 $OV P n 2$ との差とが同一であるので、物体側の面（外面）の形状を容易に共通化できる。したがって、共通のセミフィニッシュトレンズから加入度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるようになるので、製造コストを抑制できるレンズを設計できる。

30

【0020】

(3) 本発明の一態様にかかるレンズの製造方法は、上述のレンズの設計方法によって設計された累進屈折力レンズを製造することを含む。

【0021】

これによって、共通のセミフィニッシュトレンズから加入度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるので、製造コストを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施形態にかかるレンズセット100を模式的に示す図。

40

【図2】レンズセット100に含まれているレンズを用いた眼鏡の一例を示す斜視図。

【図3】図3(a)は、右眼用のレンズ10Rを眼球側から見た模式図、図3(b)は、右眼用のレンズ10Rの断面を模式的に示す図。

【図4】実施形態のレンズセットを説明する図。

【図5】実施形態にかかるレンズの設計方法及びレンズの製造方法を説明するためのフローチャート。

【図6】図6(a)は、典型的な累進屈折力レンズ（レンズ10）の等価球面度数分布（単位はディオプトリ（D））を示す図、図6(b)は、非点収差分布（単位はディオプトリ（D））を示す図、図6(c)は、レンズ10によって正方格子を見たときの歪曲の状態を示す図。

50

【図 7】前庭動眼反射 (Vestibulo-Ocular Reflex (VOR)) の概要を示す図。

【図 8】対象物探索時の頭位 (眼位) 運動を観察した一例を示すグラフ。

【図 9】仮想空間の仮想面 59 に配置された対象物 9 に対して頭部を回旋させたときの前庭動眼反射を加味した視覚のシミュレーションを行う様子を示す図。

【図 10】注視点に対して第 1 の水平角度 $\theta \times 1$ で左右に眼球 3 及び矩形模様 50 を動かしたときの矩形模様 50 の像の一例を示す図。

【図 11】ゆれ指数 I D s を説明するための図。

【図 12】ゆれ指数 I D s を説明するための図。

【図 13】実施例及び比較例におけるパラメータを示す表。

10

【図 14】図 14 (A) は、実施例 1-1 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 14 (B) は、実施例 1-1 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 15】図 15 (A) は、実施例 1-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 15 (B) は、実施例 1-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 16】図 16 (A) は、実施例 1-3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 16 (B) は、実施例 1-3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 17】図 17 (A) は、比較例 1 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 17 (B) は、比較例 1 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

20

【図 18】図 18 (A) は、実施例 1-1 の累進屈折力レンズ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す図、図 18 (B) は、実施例 1-2 の累進屈折力レンズ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す図、図 18 (C) は、実施例 1-3 の累進屈折力レンズ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す図、図 18 (D) は、比較例 1 の累進屈折力レンズ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す図。

【図 19】図 19 (A) は、実施例 1-1 の累進屈折力レンズ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図、図 19 (B) は、実施例 1-2 の累進屈折力レンズ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図、図 19 (C) は、実施例 1-3 の累進屈折力レンズ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図、図 19 (D) は、比較例 1 の累進屈折力レンズ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図。

30

【図 20】実施例 1-1 ~ 実施例 1-3 及び比較例 1 のゆれ指数 I D s を示すグラフ。

【図 21】図 21 (A) は、実施例 2-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 21 (B) は、実施例 2-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 22】図 22 (A) は、比較例 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 22 (B) は、比較例 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

40

【図 23】図 23 (A) は、実施例 2-2 の累進屈折力レンズ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す図、図 23 (B) は、比較例 2 の累進屈折力レンズ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す図。

【図 24】図 24 (A) は、実施例 2-2 の累進屈折力レンズ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図、図 24 (B) は、比較例 2 の累進屈折力レンズ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図。

【図 25】実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 及び比較例 2 のゆれ指数 I D s を示すグラフ。

【図 26】図 26 (A) は、実施例 3-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 26 (B) は、実施例 3-2 の主注視線上での垂直方向

50

及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 27】図 27 (A) は、比較例 3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 27 (B) は、比較例 3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフ。

【図 28】図 28 (A) は、実施例 3-2 の累進屈折力レンズ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す図、図 28 (B) は、比較例 3 の累進屈折力レンズ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す図。

【図 29】図 29 (A) は、実施例 3-2 の累進屈折力レンズ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図、図 29 (B) は、比較例 3 の累進屈折力レンズ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図。

【図 30】実施例 3-1 ~ 実施例 3-3 及び比較例 3 のゆれ指数 I D s を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0024】

以下では、次のような順序にしたがって本発明の実施形態を説明する。

【0025】

0. 用語の説明

1. レンズセット

2. レンズ設計方法及びレンズ製造方法

3. ゆれの評価方法

4. 実施例

【0026】

0. 用語の説明

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。

レンズの「上方」とは、装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。

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

レンズの「外面」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。「物体側の面」「凸面」とも言う。

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

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。

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

レンズの「中間部」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、累進部、累進帯とも言う。

「外面（内面）の遠用部」とは、レンズの遠用部に対応する外面（内面）の領域である。

「外面（内面）の近用部」とは、レンズの近用部に対応する外面（内面）の領域である。

「外面（内面）の中間部」とは、レンズの中間部に対応する外面（内面）の領域である。

「遠用設計基準点」とは、遠用部の設計仕様が適用されるレンズの外面又は内面における座標を意味する。なお、「点」となっているが微小な面積を含んでいてもよい。

「近用設計基準点」とは、近用部の設計仕様が適用されるレンズの外面又は内面における座標を意味する。なお、「点」となっているが微小な面積を含んでいてもよい。

10

20

30

40

50

「遠用部の面屈折力」とは、遠用設計基準点における面屈折力を意味する。

「近用部の面屈折力」とは、近用設計基準点における面屈折力を意味する。

レンズの「度数」とは、遠用設計基準点における等価球面度数を意味する。

「ベースカーブ」とは、レンズの外面の曲率を意味する。

「第一眼位」とは、装用者の眼球の高さにある前方の物体を直視しているときの装用者の頭部に対する眼球の相対位置を意味する。

「フィッティングポイント」とは、第一眼位における装用者の視線とレンズの外面との交点としてレンズの設計者が指定した座標を意味する。

屈折力が「同一」とは、比較する2つの屈折力が完全に等しい場合に加え、許容できる誤差の範囲内の場合も含む。具体的には、「J I S T 7315 屈折矯正用累進屈折力眼鏡レンズ」（日本工業標準調査会）に規定される累進屈折力レンズの許容差は絶対値で0.25Dであるため、0.25D未満は誤差の範囲内とすることができる。

【0027】

1. レンズセット

図1は、本実施形態にかかるレンズセット100を模式的に示す図である。本実施形態にかかるレンズセット100は、度数の異なる遠用部と近用部とを含み、遠用部の等価球面度数がプラスである眼鏡用の累進屈折力レンズであり、互いに加入度数が異なる第1レンズ10a及び第2レンズ10bを含む。図1に示される例では、レンズセット100に含まれているレンズは2枚であるが、レンズセット100は、3枚以上のレンズを含んで構成されていてもよい。レンズセット100が3枚以上のレンズを含んで構成されている場合には、任意に選択された2枚のレンズが第1レンズ10a及び第2レンズ10bに対応してもよい。また、レンズセット100は、第1レンズ10a又は第2レンズ10bを2枚以上含んでもよい。

【0028】

図2は、レンズセット100に含まれているレンズを用いた眼鏡1の一例を示す斜視図である。

【0029】

本実施形態においては、使用者側（装用者側、眼球側）からみて、左側を左、右側を右として説明する。図2に示される眼鏡1は、左眼用及び右眼用の左右一对のレンズ10L及びレンズ10Rと、レンズ10L及びレンズ10Rを装着したフレーム20とを有する。図2に示されるレンズ10L及びレンズ10Rは、第1レンズ10a又は第2レンズ10bをフレーム20に合わせて加工したレンズである。レンズ10L及びレンズ10Rの加入度は同一でも異なってもよいが、レンズ10L及びレンズ10Rの加入度は同一であることが一般的である。本実施形態のレンズ10L及びレンズ10Rはともに第1レンズ10aである。レンズ10L及びレンズ10Rは、それぞれ、累進多焦点レンズ（累進屈折力レンズ）である。レンズ10L及びレンズ10Rは、それぞれ、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及びレンズ10Rは、それぞれ、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。なお、レンズ10L及びレンズ10Rは、使用者の処方に合わせて選択され、処方度数、プリズム量等が異なってもよい。

【0030】

図3（a）は、右眼用のレンズ10Rを眼球側から見た模式図、図3（b）は、右眼用のレンズ10Rの断面を模式的に示す図である。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、これら遠用部11と近用部12とを連結する中間部13を含む。また、レンズ10Rは、遠方視、中間視、近方視をするときにそれぞれ視野の中心となるレンズ上の位置を結んだ主注視線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Peは、遠用部11のほぼ下端に位置するのが通常である。以下においては、フィッティングポイントPeをレンズの座標原点とし、水平方向の座標をX座標、垂直方向の座標をY座標とす

る。主注視線 14 は遠用部 11 から近用部 12 方向にほぼ垂直に伸び、Y 座標に対してフィッティングポイント P_e を過ぎたあたりから鼻側に曲がる。

【0031】

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。また、以下においては、右眼用のレンズ 10R 及び左眼用のレンズ 10L を共通してレンズ 10 と称する。以下においては、レンズ 10 の面屈折力を、それぞれ、OVP_f、OVP_n、OHP_f、OHP_n、IVP_f、IVP_n、IHP_f、IHP_n と表記する。

【0032】

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って知ることができる。レンズ 10 の性能の 1 つとして、レンズ 10 を用いた眼鏡 1 を着用して頭を動かしたときに感じる「ゆれ」が重要である。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。ゆれの評価方法については「3. ゆれの評価方法」の項で説明し、その評価方法を用いて本願の実施例と従来例とを比較した結果を「4. 実施例」の項で示す。

【0033】

レンズセット 100 に含まれている第 1 レンズ 10a は、主注視線 14（又はフィッティングポイント P_e を通る垂直基準線（以下では「垂直基準線」と称する））に沿った物体側の面 19A の遠用部 11 の水平方向の面屈折力を OHP_f1、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力を OVP_f1、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の近用部 12 の水平方向の面屈折力を OHP_n1、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の近用部 12 の垂直方向の面屈折力を OVP_n1 としたときに、OVP_n1 が OVP_f1 よりも小さく、OHP_f1 が OVP_f1 よりも大きく、かつ、OHP_n1 が OVP_n1 よりも大きいトーリック面の要素を含み、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面 19B は、トーリック面の要素をキャンセルする要素を含む。

【0034】

レンズセット 100 に含まれている第 2 レンズ 10b は、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の遠用部 11 の水平方向の面屈折力を OHP_f2、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力を OVP_f2、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の近用部 12 の水平方向の面屈折力を OHP_n2、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った物体側の面 19A の近用部 12 の垂直方向の面屈折力を OVP_n2 としたときに、OVP_n2 が OVP_f2 よりも小さく、OHP_f2 が OVP_f2 よりも大きく、かつ、OHP_n2 が OVP_n2 よりも大きいトーリック面の要素を含み、主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面 19B は、トーリック面の要素をキャンセルする要素を含む。

【0035】

すなわち、第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b は以下の条件を満たす。

【0036】

$$\text{OHP}_f1 > \text{OVP}_f1, \text{OHP}_f2 > \text{OVP}_f2 \cdots (1)$$

$$\text{OHP}_n1 > \text{OVP}_n1, \text{OHP}_n2 > \text{OVP}_n2 \cdots (2)$$

$$\text{OVP}_f1 > \text{OVP}_n1, \text{OVP}_f2 > \text{OVP}_n2 \cdots (3)$$

【0037】

第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b は、物体側の面 19A の主注視線 14（又はフィッティングポイント P_e を通る垂直基準線）に沿ったトーリック面（トロイダル面とも呼ばれる。）の要素を含む両面累進レンズである。物体側の面 19A のトーリック面の要素は、遠用部 11 及び近用部 12 とともに、水平方向の面屈折力 OHP_f1（OHP_f2）及び面屈折力 OHP_n1（OHP_n2）の方が、垂直方向の面屈折力 OVP_f1（OVP_f2）及び面屈折力 OVP_n1（OVP_n2）より大きい（条件（1）及び（2））。その

10

20

30

40

50

ため、中間部 13 も同様のトーリック面の要素を含む。すなわち、遠用部 11 及び近用部 12 とも、物体側の面 19A の縦方向（垂直方向）の曲率に対して横方向（水平方向）の曲率の方が大きい。これによって、ゆれの小さな累進屈折力レンズを提供できる。なお、中間部 13 も遠用部 11 及び近用部 12 と同様のトーリック面の要素を含んでいてもよい。

【0038】

第 1 レンズ 10a 又は第 2 レンズ 10b を通して得られる像にゆれが発生する際の視線（眼）の動きの典型的なものは、頭部の動きを補償する前庭動眼反射によって頭部に対して眼球（視線）が動くことによるものである。前庭動眼反射によって視線の動く範囲は垂直方向（縦方向）よりも水平方向（横方向）の方が一般的に広い。したがって、物体側の面 19A に、水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力よりも大きなトーリック面の要素を導入することによって、視線が水平方向に動く際に、視線が第 1 レンズ 10a 又は第 2 レンズ 10b の物体側の面 19A を通過する角度の変動を抑制できる。このため、視線を動かした際に第 1 レンズ 10a 又は第 2 レンズ 10b を通して得る像の諸収差を低減でき、第 1 レンズ 10a 又は第 2 レンズ 10b を通して得られる像のゆれの少ない第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b を提供できる。

【0039】

第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b は、物体側の面 19A の近用部 12 の面屈折力を、加入度とは逆に、遠用部 11 の面屈折力に対して小さくする逆累進の要素を入れること（条件（3））によって、遠用部 11 を通して得る像と近用部 12 を通して得る像との倍率差を縮小できる。

【0040】

物体側の面 19A の逆累進の要素は、垂直方向の面屈折力及び水平方向の面屈折力の両方によって導入してもよい。しかしながら、物体側の面 19A の構造が複雑になる。一般に、眼鏡レンズは片面（通常は外面）が完成されたレンズ（セミフィニッシュトレンズ）を予め製造しておき、設計にしたがって他方の面（通常は内面）を切削研磨することで、装用者の処方にあったレンズを製造する。物体側の面 19A の構造が複雑であると、セミフィニッシュトレンズの加工精度を確保するために多くの工数を必要とするのでコストが抑制しにくい。このため、加工がし易く、精度を確保しやすい、面屈折力の小さい垂直方向の面屈折力によって物体側の面 19A に逆累進の要素を導入することが望ましい。これによって、低コストで、像のゆれの少ない累進屈折力レンズを提供できる。

【0041】

また、第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b の加入度数は、眼球側の面 19B の遠用部 11 の面屈折力と近用部 12 の面屈折力との差を、物体側の面 19A の遠用部 11 の面屈折力と近用部 12 の面屈折力との差よりも大きくすることによって確保できる。すなわち、第 1 レンズ 10a の主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面 19B の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力を $IVPf1$ とし、近用部 12 の垂直方向の面屈折力を $IVPn1$ とし、第 2 レンズ 10b の主注視線 14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面 19B の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力を $IVPf2$ とし、近用部 12 の垂直方向の面屈折力を $IVPn2$ としたときに、以下の条件を満たす。

【0042】

$IVPf1 - IVPn1 > OVPf1 - OVPn1$ 、 $IVPf2 - IVPn2 > OVPf2 - OVPn2 \cdots (4)$

【0043】

ただし、条件（4）における面屈折力 $IVPf1$ 、 $IVPf2$ 、 $IVPn1$ 、及び $IVPn2$ は絶対値である。

【0044】

また、本実施形態における第 1 レンズ 10a 及び第 2 レンズ 10b においては、第 1 レンズ 10a の面屈折力 $OVPf1$ と面屈折力 $IVPn1$ との差と、第 2 レンズ 10b の面屈折力 $OVPf2$ と面屈折力 $IVPn2$ との差とが同一である。

【0045】

図4は、本実施形態のレンズセットを説明する図である。縦軸はレンズ10の遠用部の球面度数（Sph）、横軸は処方加入度数（Add）である。一般に、累進屈折力レンズは、処方（少なくとも遠用部の球面度数及び加入度数）に基づいて、非点収差等の光学性能及び厚み等の機械的性能について許容できる範囲で複数のグループに区分けされる。各レンズセットに含まれるレンズは、共通のセミフィニッシュトレンズから加工される。本実施形態においては、G4～G11はそれぞれ、共通の（同一の形状の）セミフィニッシュトレンズから製造されるレンズセットを表す。すなわち、各レンズセットに含まれる第1レンズ10a及び第2レンズ10bの逆累進の要素（条件（3））の要素は同一である。例えば、レンズセットG5は、Sphが+2.50D、Addが1.00Dの第1レンズ10aと、Sphが+1.00D、Addが2.00Dの第2レンズ10bを含み、OVPf1とOVPn1との差と、OVPf2とOVPn2との差が同一である。

10

【0046】

ここで、第1レンズ10aの加入度数が第2レンズ10bの加入度数よりも小さいとする。本実施形態のレンズ10において、第2レンズ10bの逆累進の要素の大きさを第1レンズ10aの逆累進の要素の大きさよりも大きくすると、第1レンズ10a及び第2レンズ10bにおける像のゆれを、ある程度の範囲に抑制できる。一方、本実施形態のレンズ10において、第2レンズ10bの逆累進の要素の大きさを第1レンズ10aの逆累進の要素の大きさよりも小さくすると、第2レンズ10bの物体側の面19Aの曲率が相対的に大きくなることを抑制できる。すなわち、第2レンズ10bの物体側の面19Aが突出する程度を軽減できるので、眼鏡としての外観を改善できる。すなわち、加入度数に応じて異なる大きさの逆累進の要素を含ませることで、ゆれ又はレンズの外観を改善できる。

20

【0047】

ところが、加入度数に応じて逆累進の要素を変化させると、加入度数に応じて物体側の面19Aの曲率が変化し、共通のセミフィニッシュトレンズを使用できなくなる。したがって、図4におけるレンズセットを、所定の加入度数（Add）毎にさらに細かく区分する必要が生じる。

【0048】

一方、本実施形態のレンズセットにおいては、レンズの加入度数によらず、第1レンズ10aの面屈折力OVPf1と面屈折力OVPn1との差と、第2レンズ10bの面屈折力OVPf2と面屈折力OVPn2との差とが同一であるので、物体側の面19Aの形状を容易に共通化できる。これによって、例えば物体側の面19Aが球面の内面累進レンズと同程度の種類数のセミフィニッシュトレンズから加入度数及び球面度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるので、製造コストを従来のレンズと同程度に抑制できる。

30

【0049】

また、レンズセットG4～G11の全体において、逆累進の要素が同一であってもよい。この場合は、図4の全体を1つのレンズセットとみなすことができ、当該レンズセットは処方に基づいてG4～G11のグループ（セミフィニッシュトレンズが異なる）に区分される。例えば、Sphが+2.50D、Addが1.00Dの第1レンズ10a（レンズセットG5に含まれる）とSphが+2.50D、Addが1.25Dの第2レンズ10b（レンズセットG6に含まれる）が1つのレンズセットを構成してもよい。これによって、逆累進の要素の違いをレンズ10の設計及び製造において考慮する必要がなくなるので、設計ミスや製造時の加工計算ミス、治具の選択ミス等によって不良品が発生することを抑制できる。したがって、製造コストを抑制できる。

40

【0050】

2. レンズ設計方法及びレンズ製造方法

図5は、本実施形態にかかるレンズ設計方法及びレンズ製造方法を説明するためのフローチャートである。本実施形態においては、「1. レンズセット」の項で説明した第1レ

50

レンズ10a及び第2レンズ10bを設計及び製造する例について説明する。

【0051】

本実施形態にかかるレンズ設計方法は、第1レンズ10aについて、面屈折力 $OV P n 1$ が面屈折力 $OV P f 1$ よりも小さくすること（ステップS100）と、面屈折力 $OH P f 1$ が面屈折力 $OV P f 1$ よりも大きく、かつ、面屈折力 $OH P n 1$ が面屈折力 $OV P n 1$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませること（ステップS102）と、主注視線14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面19Bに、トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませること（ステップS104）と、を含む。また、第2レンズ10bについて、面屈折力 $OV P n 2$ が面屈折力 $OV P f 2$ よりも小さくすること（ステップS106）と、面屈折力 $OH P f 2$ が面屈折力 $OV P f 2$ よりも大きく、かつ、面屈折力 $OH P n 2$ が面屈折力 $OV P n 2$ よりも大きいトーリック面の要素を含ませること（ステップS108）と、主注視線14（又は垂直基準線）に沿った眼球側の面19Bに、トーリック面の要素をキャンセルする要素を含ませること（ステップS110）と、を含む。さらに、面屈折力 $OV P f 1$ と面屈折力 $OV P n 1$ との差と、面屈折力 $OV P f 2$ と面屈折力 $OV P n 2$ との差とを同一とすること（ステップS112）を含む。なお、ステップS100～ステップS112までの各工程の順序は任意である。

【0052】

この方法で設計された第1レンズ10a及び第2レンズ10bによれば、物体側の面19Aに、水平方向の面屈折力が垂直方向の面屈折力よりも大きなトーリック面の要素を導入することによって、視線が水平方向に動く際に、視線が第1レンズ10a又は第2レンズ10bの物体側の面19Aを通過する角度の変動を抑制できる。したがって、視線を動かした際に第1レンズ10a又は第2レンズ10bを通して得る像の諸収差を低減でき、第1レンズ10a又は第2レンズ10bを通して得られる像のゆれの少ない第1レンズ10a及び第2レンズ10bを設計できる。

【0053】

また、レンズの加入度数によらず、第1レンズ10aの面屈折力 $OV P f 1$ と面屈折力 $OV P n 1$ との差と、第2レンズ10bの面屈折力 $OV P f 2$ と面屈折力 $OV P n 2$ との差とが同一であるので、物体側の面19Aの形状を容易に共通化できる。したがって、共通のセミフィニッシュトレンズから加入度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるので、製造コストを抑制できるレンズを設計できる。

【0054】

本実施形態にかかるレンズ製造方法は、上述のレンズ設計方法（ステップS100～ステップS112）によって設計された累進屈折力レンズを製造すること（ステップS102）を含む。

【0055】

これによって、共通のセミフィニッシュトレンズから加入度数の異なる複数種類のレンズを製造することができるので、製造コストを抑制できる。

【0056】

3. ゆれの評価方法

図6(a)は、典型的な累進屈折力レンズ（レンズ10）の等価球面度数分布（単位はディオプトリ（D））を示す図、図6(b)は、非点収差分布（単位はディオプトリ（D））を示す図、図6(c)は、このレンズ10によって正方格子を見たときの歪曲の状態を示す図である。レンズ10においては、主注視線14に沿って所定の度数が加入される。度数の加入によって、中間部13の側方には大きな非点収差が発生するので、中間部13の側方では物がぼやけて見えてしまう。等価球面度数分布は近用部12では所定の量だけ度数がアップし、中間部13、遠用部11へと順次度数が減少する。図6(a)及び図6(b)に示されるレンズ10においては、遠用部11の度数（遠用度数、 Sph ）は0.00D（ディオプトリ）であり、加入度数（ Add ）は2.00Dである。

【0057】

レンズ10上の位置による度数の違いによって、度数の大きな近用部12では遠用部1

10

20

30

40

50

1 に比べ像の倍率が大きくなり、中間部 1 3 から近用部 1 2 の側方では、正方格子像はひずんで見える。これが頭を動かしたときの像のゆれ（ユレ）の原因となる。

【0058】

図 7 は、前庭動眼反射（VOR）の概要を示す図である。人は対象物 9 を見ているとき頭部が動くと視界も動く。このとき、網膜上の像も動く。その頭部の動き（顔の回旋（回転）、頭部の回旋）8 を相殺するような眼球 3 の動き（眼の回旋（回転））7 があれば視線 2 は安定し（動かず）、網膜像は動かない。このような網膜像を安定化させる機能をもつ、反射的な眼球運動を代償性眼球運動という。代償性眼球運動の一つが前庭動眼反射であり、頭部の回旋が刺激となり反射を生じる。水平回旋（水平回転）による前庭動眼反射の神経機構はある程度解明されており、頭部の回旋 8 を水平半規管が検知し、水平半規管からの入力が入眼筋に抑制性と興奮性の作用を与え、眼球 3 を動かすと考えられている。

10

【0059】

頭部が回旋したとき、前庭動眼反射によって眼球 3 が回旋すると網膜像は動かないが、図 7 に破線及び一点鎖線で示したように頭部の回旋に連動して眼鏡 1 に設けられたレンズ 1 0 が回旋する。このため、前庭動眼反射によってレンズ 1 0 を通過する視線 2 は相対的にレンズ 1 0 上を動く。したがって、前庭動眼反射によって眼球 3 が動く範囲、すなわち、前庭動眼反射によって視線 2 が通過する範囲でレンズ 1 0 の結像性能に差があると、網膜像がゆれることがある。

【0060】

図 8 は、対象物探索時の頭位（眼位）運動を観察した一例を示すグラフである。横軸は被験者の正面方向と注視点（対象物）とがなす水平方向の角度、縦軸は頭部回転角を示す。図 8 に示されるグラフは、注視点より水平方向にある角度だけ移動した対象物 9 を認識するために、頭部がどの程度回旋するかを示している。対象物 9 を注目させる注視の状態においては、グラフ 4 1 に示すように頭部は対象物 9 とともに回旋する。これに対して、対象物を単に認識する程度の弁別視の状態においては、グラフ 4 2 に示すように、頭部の動きは対象物 9 の角度（移動）に対して 10 度程度小さく（少なく）なる。この観察結果によって、眼球 3 の動きによって対象物 9 を認識できる範囲の限界を約 10 度程度に設定できる。したがって、自然な状態で人間が頭部を動かしながら前庭動眼反射によって対象物 9 を見るときの水平方向の頭部の回旋角度は左右にそれぞれ最大 10 度程度（前庭動眼反射によって眼球 3 が動く最大水平角度 θ_{xm} ）と考えられる。

20

30

【0061】

一方、前庭動眼反射によって対象物 9 を見るときの垂直方向の頭部の最大回旋角は、累進屈折力レンズの場合は、中間部 1 3 では度数の変化があるため、大きく動くと対象物 9 の距離に対して度が合わなくなり、像がぼけてしまうことから、水平方向の最大回旋角よりも小さくなることが考えられる。以上から、ゆれのシミュレーションを行う場合のパラメーターとなる頭部回旋角は水平方向で左右に約 10 度程度、垂直方向では水平方向の最大回旋角より小さく、例えば上下に 5 度程度を用いるのが好ましい。また、前庭動眼反射によって視線 2 が動く範囲の典型的な値は、水平方向では、主注視線 1 4 の左右 ± 10 度程度であることが分かる。

【0062】

図 9 は、仮想空間の仮想面 5 9 に配置された対象物 9 に対して頭部を回旋させたときの前庭動眼反射を加味した視覚のシミュレーションを行う様子を示す図である。図 9 に示される例では、対象物 9 は矩形模様 5 0 である（図には対象物 9 の符号は示していない）。仮想空間に眼球 3 の回旋中心 R_c を原点として、水平正面方向に z 軸を設定し、水平方向に x 軸、垂直方向に y 軸を設定する。 x 軸、 y 軸、 z 軸は互いに直交している。 $y-z$ 平面に対して角度 θ_x 、 $x-z$ 平面に対して角度 θ_y をなす方向に、距離 d を隔てた仮想面 5 9 に矩形模様 5 0 を配置する。

40

【0063】

図 9 に示される例においては、矩形模様 5 0 は縦横に 2 等分された正方格子であり、幾何学中心 5 5 を通る中心の垂直格子線 5 1 及び中心の垂直格子線 5 1 に対して左右対称な

50

左右の垂直格子線 5 2 と、幾何学中心 5 5 を通る中心の水平格子線 5 3 及び中心の水平格子線 5 3 に対し上下対称な上下の水平格子線 5 4 とを含む。この正方格子の矩形模様 5 0 を、以下に示すようにピッチ（隣り合う垂直格子線 5 1（水平格子線 5 3）同士の間隔）がレンズ 1 0 の上に視野角に対応するように仮想面 5 9 と眼球 3 との距離 d を調整する。なお、ピッチは、回旋中心 R_c と幾何学中心 5 5 を結ぶ直線を基準として水平方向又は垂直方向の角度（単位 $[\circ]$ ）で表される。

【0064】

図 9 に示される例では、レンズ 1 0 を実際の眼鏡装用時と同じ位置・姿勢で眼球 3 の前に配置し、注視点に対して前庭動眼反射によって眼球 3 が動く最大水平角度 θ_{xm} の近傍、すなわち、注視点に対して ± 10 度に左右の垂直格子線 5 2 及び上下の水平格子線 5 4 がそれぞれ見えるように仮想面 5 9 を設定する。

10

【0065】

正方格子の矩形模様 5 0 のサイズは視野角で規定することができ、見る対象物に合わせて設定することが可能である。例えばモバイルパソコンの画面などでは格子のピッチは小さく、デスクトップパソコンの画面のような対象物では格子のピッチは大きくとることができる。

【0066】

一方、仮想面 5 9 までの距離 d については、レンズ 1 0 の場合は、遠用部 1 1、中間部 1 3、近用部 1 2 によって想定される対象物 9 の距離が変わるので、使用する視野部を考慮して遠用部 1 1 では数 m 以上の遠距離、近用では 40 cm から 30 cm 程度の近距離、中間部 1 3 は 1 m から 50 cm 程度の中間距離にすることが妥当である。ただし、例えば歩行時には中間部 1 3、近用部 1 2 でも 2 m から 3 m の距離のものが観察対象となるので、あまり厳密にレンズ上の遠・中・近の領域に合わせて距離 d を設定する必要はない。

20

【0067】

レンズ 1 0 のレンズ屈折作用によって矩形模様 5 0 は視野方向（ θ_x 、 θ_y ）からずれた視野角方向に観察される。この場合の矩形模様 5 0 の観察像は通常の光線追跡法によって求めることができる。この状態を基準として、水平方向に $+\alpha^\circ$ 頭部を回旋させると顔と一緒にレンズ 1 0 も $+\alpha^\circ$ 回旋する。このとき前庭動眼反射によって眼球 3 は逆方向に α° 、即ち $-\alpha^\circ$ 回旋するので、レンズ 1 0 の上では視線 2 は $-\alpha^\circ$ 移動した位置を使って矩形模様 5 0 の幾何学中心 5 5 を見ることになる。したがって、レンズ 1 0 の視線 2 の透過箇所や視線 2 のレンズ 1 0 への入射角度が変わるので、矩形模様 5 0 は実際の形とは違った形で観察される。この形状のずれが像のゆれの要因となる。

30

【0068】

したがって、本項で説明するゆれの評価方法においては、頭部を左右又は上下に反復回旋したときの、最大又は所定の回旋角度 θ_{x1} の両端位置における対象物 9（矩形模様 5 0）の画像を矩形模様 5 0 の幾何学中心 5 5 で重ね合わせ、両者の形状のずれを幾何学的に計算する。回旋角度 θ_{x1} の一例は前庭動眼反射によって眼球 3 が動く最大水平角度（約 10 度）である。

【0069】

本項で説明するゆれの評価方法において、ゆれの評価に用いられる指数は、ゆれ指数 I_{Ds} である。ゆれ指数 I_{Ds} は、垂直格子線 5 1、垂直格子線 5 2、水平格子線 5 3 及び水平格子線 5 4 の移動面積を表す指数である。

40

【0070】

図 10 は、注視点に対して第 1 の水平角度（振り角） θ_{x1} で左右に眼球 3 及び矩形模様 5 0 を動かしたときの矩形模様 5 0 の像の一例を示す図である。図 10 に示される状態は、水平角度（振り角） θ_{x1} を 10 度として、レンズ 1 0 を装用して頭部を左右に動かしたときに、矩形模様 5 0 を動かさず視線 2 が矩形模様 5 0 の幾何学中心 5 5 から動かないように矩形模様 5 0 を見ている状態に相当する。矩形模様 5 0 a（破線）は、振り角 10° で光線追跡法によってレンズ 1 0 を介して観察される像（右回旋画像）であり、矩形模様 5 0 b（実線）は同様に振り角 -10° で観察される像（左回旋画像）である。図 1

50

0においては、矩形模様50a及び矩形模様50bを幾何学中心55が一致するように重ねて示している。なお、振り角0°で観察される矩形模様50の像はこれらのほぼ中間に位置する（図示せず）。振り角を上下に設定した場合に観察される像（上回旋画像及び下回旋画像）も同様に求めることができる。

【0071】

矩形模様50a及び50bは、矩形模様50を、レンズ10を通して見ながら、頭を振ったときにユーザーが実際に得られる矩形模様50の像に相当し、矩形模様50a及び50bの差は、頭を振ったときにユーザーが実際に得られる像の動きに相当する。

【0072】

図11及び図12は、ゆれ指数IDSを説明するための図である。ゆれ指数IDSは、垂直格子線51、垂直格子線52、水平格子線53及び水平格子線54の移動面積を表す指数である。すなわち、ゆれ指数IDSは、矩形模様50の全体形状の変形の大きさに相当する指数である。ゆれ指数IDSは、図11及び図12に示すように矩形模様50の垂直格子線51、垂直格子線52、水平格子線53及び水平格子線54のそれぞれの移動量を面積として幾何学的に計算することによって、12個の数値を得ることができる。図11は水平格子線53及び54の移動量（斜線塗りつぶし部分）を表し、図12は垂直格子線51及び52の移動量（斜線塗りつぶし部分）を表した図である。このうち垂直格子線51及び垂直格子線52の移動量は「揺らぎ」を表し、水平格子線53及び水平格子線54の移動量は「波打ち（うねり）」を表していると考えられる。したがって、垂直格子線51及び垂直格子線52の移動量を合算すると「揺らぎ感」としてゆれを定量評価できる。また、水平格子線53及び水平格子線54の移動量を合算すると「波打ち（うねり）感」としてゆれを定量評価できる。また、ゆれ指数IDSは、レンズ10がゆれ評価位置付近で大きな倍率変化を持っていた場合、例えば水平方向に伸び縮みが生ずるような変形がある場合は、それらの要素も包含した指標となる。

【0073】

ゆれ指数IDSの単位は、視野角座標上での面積であるので、度（°）の二乗である。なお、ゆれ指数IDSとして、垂直格子線51、垂直格子線52、水平格子線53及び水平格子線54の移動面積を頭部の回旋を加える前（0度）における矩形模様50の面積で割って、比率（例えば、パーセント）表示にしたものをゆれの指標とすることも可能である。

【0074】

ゆれ指数IDSについては、垂直格子線51及び垂直格子線52の変動面積の合計を「垂直L」、水平格子線53及び水平格子線54の変動面積の合計を「水平L」、「垂直L」と「水平L」の合計を「全L」として指標化してもよい。

【0075】

「水平L」、「垂直L」は、実際に人（ユーザー）がゆれを感じているときには、形として捉えている対象物のアウトラインの変動が同時に知覚されているという事実からすると、ユーザーの感覚に近い指標であると言える。さらに、ユーザーにおいては水平方向も垂直方向も同時に知覚されるので、それらを合算した「全L」が一番妥当な指標となるものと考えられる。しかしながら、ユーザーによって「波打ち（うねり）」と「揺らぎ」に対する感受性が異なる可能性や、個人の生活環境による視線の使い方が水平方向での視線移動が多く「波打ち（うねり）」を問題としたり、その逆に「揺らぎ」を問題にしたりするケースが考えられる。したがって、各方向成分によって、ゆれを指標化し、評価することも有用である。ゆれ指数IDSのメリットは、倍率の変化が加味される点である。特に累進屈折力レンズの場合は垂直方向に度数の加入がされる。このため、首を縦方向に振ってもものを見た場合、度数の変化によって像が拡大・縮小されたり、前後に揺動して見えたりする現象がある。また、加入度数が大きい場合にも近用部12の側方で倍率が低下する現象が顕著になる。このため、像の横方向での伸び縮みが発生する。ゆれ指数IDSはこれらの変化を数値化できるので、評価方法として有用である。

【0076】

4. 実施例

図13は、以下で説明する実施例及び比較例におけるパラメータを示す表である。図13における数値の単位はディオプトリ(D)である。左から順に、度数 Sph [D]、加入度数 Add [D]、実施例番号(No.)、垂直方向のベースカーブ(BC(垂直)) [D]、水平方向のベースカーブ(BC(水平)) [D]、トーリック面の要素(トーリック要素) [D]、逆累進の要素(逆累進) [D]の値をそれぞれ示している。なお、垂直方向のベースカーブは面屈折力 $OVPr$ に相当する。水平方向のベースカーブは面屈折力 $OHPr$ に相当する。

【0077】

以下に示される実施例及び比較例の累進屈折力レンズは、セイコーオプティカルプロダクツ株式会社製累進屈折力レンズ「セイコーP-1シナジー1.67AS(屈折率1.67)」に眼鏡仕様として累進帯長14mmを適用して設計されたものである。なお、レンズ(玉型加工されていないフィニッシュトレンズ)の直径は65mmであり、乱視度数は含まれていない。度数 Sph と加入度数 Add との組み合わせごとに、逆累進要素を変化させて実施例及び比較例の累進屈折力レンズを作成した。

【0078】

4. 1. 実施例1-1～実施例1-3及び比較例1の構成

実施例1-1～実施例1-3及び比較例1は、度数 Sph が4.00(D)、加入度数 Add が2.00(D)である場合の実施例及び比較例である。以下においては、物体側の面19Aの面屈折力を外面面屈折力と称し、眼球側の面19Bの面屈折力を内面面屈折力と称する。内面面屈折力は、本来負の値になるが、本明細書においては絶対値を示す。

【0079】

図14(A)は、実施例1-1の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図14(B)は、実施例1-1の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。図15(A)は、実施例1-2の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図15(B)は、実施例1-2の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。図16(A)は、実施例1-3の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図16(B)は、実施例1-3の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。図17(A)は、比較例1の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図17(B)は、比較例1の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。いずれも横軸は主注視線上における座標に相当する。

【0080】

実施例1-1～実施例1-3の累進屈折力レンズは、上述の条件(1)～(4)を備えている。すなわち、物体側の面19Aの主注視線14に沿った領域の遠用部11の水平方向の面屈折力 $OHPr$ は、垂直方向の面屈折力 $OVPr$ より大きい(条件(1))。また、物体側の面19Aの主注視線14に沿った領域の近用部12の水平方向の面屈折力 $OHPr$ は、垂直方向の面屈折力 $OVPr$ より大きい(条件(2))。さらに、遠用部11の垂直方向の面屈折力 $OVPr$ は、近用部12の垂直方向の面屈折力 $OVPr$ より大きく、逆累進になっている(条件(3))。なお、実施例1-1～実施例1-3の累進屈折力レンズは、物体側の面19Aの主注視線14に沿った領域の中間部13の水平方向の面屈折力 $OHPr$ も、垂直方向の面屈折力 $OVPr$ より大きい。

【0081】

また、眼球側の面19Bは、条件(1)及び条件(2)によって物体側の面19Aに含まれるトーリック面の要素をキャンセルする要素を含む。すなわち、眼球側の面19Bの主注視線14に沿った領域の遠用部11の水平方向の面屈折力 $IHPf$ は、垂直方向の面屈折力 $IVPf$ より大きい。また、眼球側の面19Bの主注視線14に沿った領域の近用部12の水平方向の面屈折力 $IHPn$ は、垂直方向の面屈折力 $IVPn$ より大きい。

【0082】

10

20

30

40

50

また、眼球側の面 19 B の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 IVP_f と近用部 12 の垂直方向の面屈折力 IVP_n との差は、物体側の面 19 A の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 $OV P_f$ と近用部 12 の垂直方向の面屈折力 $OV P_n$ との差より大きく、物体側の面 19 A の逆累進に対して眼球側の面 19 B において加入度が実現できるようになっている（条件（４））。

【0083】

一方、比較例 1 の累進屈折力レンズは、上述の条件（１）～（４）を備えていない従来の内面累進レンズである。

【0084】

なお、図 14～図 17 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して示したものがある。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するための意図した非球面補正がこれに加わり、遠用部 11 の上方や近用部 12 においては垂直方向と水平方向で多少の屈折力の変動が生じてくる。

【0085】

4. 2. 実施例 1-1～実施例 1-3 と比較例 1 との比較

図 18（A）は、実施例 1-1 の累進屈折力レンズのレンズ上の各位置を透して（レンズの外表面及び内表面を透過して、以下同じ）観察したときの非点収差分布を示す図、図 18（B）は、実施例 1-2 の累進屈折力レンズ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す図、図 18（C）は、実施例 1-3 の累進屈折力レンズ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す図、図 18（D）は、比較例 1 の累進屈折力レンズ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す図である。図 18（A）～図 18（D）に示されるように、実施例 1-1～実施例 1-3 の累進屈折力レンズの非点収差分布は、比較例 1 の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。

【0086】

なお、図 18（A）～図 18（D）に示される縦横の直線は、円形のレンズの幾何学中心を通る垂直基準線及び水平基準線を示す。また、垂直基準線と水平基準線との交点である幾何学中心をフィッティングポイント P_e とした眼鏡フレームへの枠入れ時の形状イメージもあわせて示されている。後述される図 19（A）～図 19（D）、図 23（A）～図 23（B）、図 24（A）～図 24（B）、図 28（A）～図 28（B）、図 29（A）～図 29（B）においても同様である。

【0087】

図 19（A）は、実施例 1-1 の累進屈折力レンズ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図、図 19（B）は、実施例 1-2 の累進屈折力レンズ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図、図 19（C）は、実施例 1-3 の累進屈折力レンズ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図、図 19（D）は、比較例 1 の累進屈折力レンズ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図である。図 19（A）～図 19（D）に示されるように、実施例 1-1～実施例 1-3 の累進屈折力レンズの等価球面度数分布は、比較例 1 の累進屈折力レンズの等価球面度数分布とほぼ同等である。

【0088】

したがって、実施例 1-1～実施例 1-3 の累進屈折力レンズは、非球面補正を効果的に使用することによって、非点収差分布及び等価球面度数分布において比較例 1 の累進屈折力レンズとほとんど同じ性能の累進屈折力レンズが得られることがわかる。

【0089】

図 20 は、実施例 1-1～実施例 1-3 及び比較例 1 のゆれ指数 ID_s を示すグラフである。横軸は主注視線上の座標に相当する垂直視野角、縦軸は上述のゆれ指数 ID_s における「全 L」に相当する値を表す。矩形模様 50 のピッチは 10 度、頭部の振りは水平方向の左右に各 10 度とした。

【0090】

それぞれのレンズにおいて、フィッティングポイント P_e は第一眼位、すなわち、垂直視野角及び水平視野角が 0 度の水平正面視における装用者の視線とレンズの外面との交点である。遠用部 11 は、フィッティングポイント P_e から上方に 20 度まで、中間部 13 は、フィッティングポイント P_e から下方に -28 度付近まで、近用部 12 は、中間部 13 よりも下方に相当する。

【0091】

図 20 に示されるように、実施例 1-1 ~ 実施例 1-3 のいずれも、比較例 1 と比較して、遠用部 11 から近用部 12 に亘ってゆれ指数 IDS が小さくなっている。したがって、実施例 1-1 ~ 実施例 1-3 の累進屈折力レンズは、比較例 1 の累進屈折力レンズと比較して、レンズを通して見える像のゆれが少ないレンズであることが分かった。

10

【0092】

4. 3. 実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 及び比較例 2 の構成

実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 及び比較例 2 は、度数 Sph が 4.00 (D)、加入度数 Add が 1.00 (D) である場合の実施例及び比較例である。以下においては、実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 を代表して実施例 2-2 について図示する。

【0093】

図 21 (A) は、実施例 2-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 21 (B) は、実施例 2-2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。図 22 (A) は、比較例 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 22 (B) は、比較例 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。いずれも横軸は主注視線上における座標に相当する。

20

【0094】

実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 の累進屈折力レンズは、上述の条件 (1) ~ (4) を備えている。すなわち、物体側の面 19A の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の水平方向の面屈折力 $OH P f$ は、垂直方向の面屈折力 $OV P f$ より大きい (条件 (1))。また、物体側の面 19A の主注視線 14 に沿った領域の近用部 12 の水平方向の面屈折力 $OH P n$ は、垂直方向の面屈折力 $OV P n$ より大きい (条件 (2))。さらに、遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 $OV P f$ は、近用部 12 の垂直方向の面屈折力 $OV P n$ より大きく、逆累進になっている (条件 (3))。なお、実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 の累進屈折力レンズは、物体側の面 19A の主注視線 14 に沿った領域の中間部 13 の水平方向の面屈折力 $OH P m$ も、垂直方向の面屈折力 $OV P m$ より大きい。

30

【0095】

また、眼球側の面 19B の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 $IV P f$ と近用部 12 の垂直方向の面屈折力 $IV P n$ との差は、物体側の面 19A の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 $OV P f$ と近用部 12 の垂直方向の面屈折力 $OV P n$ との差より大きく、物体側の面 19A の逆累進に対して眼球側の面 19B において加入度が実現できるようになっている (条件 (4))。

【0096】

一方、比較例 2 の累進屈折力レンズは、上述の条件 (1) ~ (4) を備えていない従来の内面累進レンズである。

40

【0097】

なお、図 21 ~ 図 22 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して示したものがある。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するための意図した非球面補正がこれに加わり、遠用部 11 の上方や近用部 12 においては垂直方向と水平方向で多少の屈折力の変動が生じてくる。

【0098】

4. 4. 実施例 2-1 ~ 実施例 2-3 と比較例 2 との比較

図 23 (A) は、実施例 2-2 の累進屈折力レンズ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す図、図 23 (B) は、比較例 2 の累進屈折力レンズのレンズ

50

上の各位置を透して観察したときの非点収差分布を示す図である。図 2 3 (A) ~ 図 2 3 (B) に示されるように、実施例 2 - 2 の累進屈折力レンズの非点収差分布は、比較例 2 の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。また、図 1 8 (A) ~ 図 1 8 (D) 及び図 2 3 (A) ~ 図 2 3 (B) に示される結果から類推できるように、実施例 2 - 1 及び実施例 2 - 3 の累進屈折力レンズの非点収差分布も、比較例 2 の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。

【0099】

図 2 4 (A) は、実施例 2 - 2 の累進屈折力レンズ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図、図 2 4 (B) は、比較例 2 の累進屈折力レンズ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図である。図 2 4 (A) ~ 図 2 4 (B) に示されるように、実施例 2 - 2 の累進屈折力レンズの等価球面度数分布は、比較例 2 の累進屈折力レンズの等価球面度数分布とほぼ同等である。また、図 1 9 (A) ~ 図 1 9 (D) 及び図 2 4 (A) ~ 図 2 4 (B) に示される結果から類推できるように、実施例 2 - 1 及び実施例 2 - 3 の累進屈折力レンズの等価球面度数分布も、比較例 2 の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。

【0100】

したがって、実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 3 の累進屈折力レンズは、非球面補正を効果的に使用することによって、非点収差分布及び等価球面度数分布において比較例 2 の累進屈折力レンズとほとんど同じ性能の累進屈折力レンズが得られることがわかる。

【0101】

図 2 5 は、実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 3 及び比較例 2 のゆれ指数 $I D s$ を示すグラフである。横軸は主注視線上の座標に相当する垂直視野角、縦軸は上述のゆれ指数 $I D s$ における「全 L」に相当する値を表す。矩形模様 50 のピッチは 10 度、頭部の振りは水平方向の左右に各 10 度とした。

【0102】

図 2 5 に示されるように、実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 3 のいずれも、比較例 2 と比較して、遠用部 11 から近用部 12 に亘ってゆれ指数 $I D s$ が小さくなっている。したがって、実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 3 の累進屈折力レンズは、比較例 2 の累進屈折力レンズと比較して、レンズを通して見える像のゆれが少ないレンズであることが分かった。

【0103】

4. 5. 実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 3 及び比較例 3 の構成

実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 3 及び比較例 3 は、度数 $S p h$ が 4.00 (D)、加入度数 $A d d$ が 3.00 (D) である場合の実施例及び比較例である。以下においては、実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 3 を代表して実施例 3 - 2 について図示する。

【0104】

図 2 6 (A) は、実施例 3 - 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 2 6 (B) は、実施例 3 - 2 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。図 2 7 (A) は、比較例 3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における外面面屈折力を示すグラフ、図 2 7 (B) は、比較例 3 の主注視線上での垂直方向及び水平方向における内面面屈折力を示すグラフである。いずれも横軸は主注視線上における座標に相当する。

【0105】

実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 3 の累進屈折力レンズは、上述の条件 (1) ~ (4) を備えている。すなわち、物体側の面 19 A の主注視線 14 に沿った領域の遠用部 11 の水平方向の面屈折力 $O H P f$ は、垂直方向の面屈折力 $O V P f$ より大きい (条件 (1))。また、物体側の面 19 A の主注視線 14 に沿った領域の近用部 12 の水平方向の面屈折力 $O H P n$ は、垂直方向の面屈折力 $O V P n$ より大きい (条件 (2))。さらに、遠用部 11 の垂直方向の面屈折力 $O V P f$ は、近用部 12 の垂直方向の面屈折力 $O V P n$ より大きく、逆累進になっている (条件 (3))。なお、実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 3 の累進屈折力レンズは、物体側の面 19 A の主注視線 14 に沿った領域の中間部 13 の水平方向の面屈折

10

20

30

40

50

力 OHP_m も、垂直方向の面屈折力 $OV P_m$ より大きい。

【0106】

また、眼球側の面19Bの主注視線14に沿った領域の遠用部11の垂直方向の面屈折力 $IV P_f$ と近用部12の垂直方向の面屈折力 $IV P_n$ との差は、物体側の面19Aの主注視線14に沿った領域の遠用部11の垂直方向の面屈折力 $OV P_f$ と近用部12の垂直方向の面屈折力 $OV P_n$ との差より大きく、物体側の面19Aの逆累進に対して眼球側の面19Bにおいて加入度が実現できるようになっている（条件（4））。

【0107】

一方、比較例3の累進屈折力レンズは、上述の条件（1）～（4）を備えていない従来の内面累進レンズである。

【0108】

なお、図26～図27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を補正するための意図した非球面補正がこれに加わり、遠用部11の上方や近用部12においては垂直方向と水平方向で多少の屈折力の変動が生じてくる。

【0109】

4. 6. 実施例3-1～実施例3-3と比較例3との比較

図28（A）は、実施例3-2の累進屈折力レンズ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す図、図28（B）は、比較例3の累進屈折力レンズ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す図である。図28（A）～図28（B）に示されるように、実施例3-2の累進屈折力レンズの非点収差分布は、比較例3の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。また、図18（A）～図18（D）及び図28（A）～図28（B）に示される結果から類推できるように、実施例3-1及び実施例3-3の累進屈折力レンズの非点収差分布も、比較例3の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。

【0110】

図29（A）は、実施例3-2の累進屈折力レンズ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図、図29（B）は、比較例3の累進屈折力レンズ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図である。図29（A）～図29（B）に示されるように、実施例3-2の累進屈折力レンズの等価球面度数分布は、比較例3の累進屈折力レンズの等価球面度数分布とほぼ同等である。また、図19（A）～図19（D）及び図29（A）～図29（B）に示される結果から類推できるように、実施例3-1及び実施例3-3の累進屈折力レンズの等価球面度数分布も、比較例3の累進屈折力レンズの非点収差分布とほぼ同等である。

【0111】

したがって、実施例3-1～実施例3-3の累進屈折力レンズは、非球面補正を効果的に使用することによって、非点収差分布及び等価球面度数分布において比較例3の累進屈折力レンズとほとんど同じ性能の累進屈折力レンズが得られることがわかる。

【0112】

図30は、実施例3-1～実施例3-3及び比較例3のゆれ指数 ID_s を示すグラフである。横軸は主注視線上の座標に相当する垂直視野角、縦軸は上述のゆれ指数 ID_s における「全L」に相当する値を表す。矩形模様50のピッチは10度、頭部の振りは水平方向の左右に各10度とした。

【0113】

図30に示されるように、実施例3-1～実施例3-3のいずれも、比較例3と比較して、遠用部11から近用部12に亘ってゆれ指数 ID_s が小さくなっている。したがって、実施例3-1～実施例3-3の累進屈折力レンズは、比較例3の累進屈折力レンズと比較して、レンズを通して見える像のゆれが少ないレンズであることが分かった。

【0114】

4. 7. まとめ

10

20

30

40

50

上述の結果から、加入度数 $A d d$ の大きさによらず、また、逆累進の要素の大きさによらず、各実施例は対応する比較例と比較してレンズを通して見える像のゆれが少ないレンズであることが分かった。

【0115】

なお、上述した実施形態及び変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば各実施形態及び各変形例は、複数を適宜組み合わせることが可能である。

【0116】

本発明は、上述した実施形態及び使用例に限定されるものではなく、さらに種々の変形が可能である。例えば、本発明は、実施形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【0117】

例えば、上述の実施形態及び実施例では、乱視処方無い例を示したが、乱視処方のあるレンズにも適用可能である。例えば、特許文献1の方法によって、眼球側の面にさらに乱視矯正のためのトーリック面（トロイダル面）を合成してもよい。これによって、本発明の効果を維持したまま、乱視矯正を含んだレンズが実現可能である。

【符号の説明】

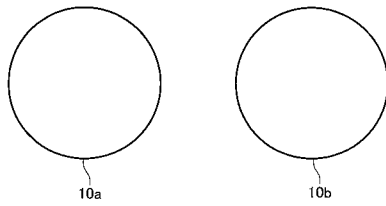
【0118】

1…眼鏡、2…視線、3…眼球、7…眼の回旋、8…頭部の回旋、9…対象物、10a…第1レンズ、10b…第2レンズ、10, 10L, 10R…レンズ、11…遠用部、12…近用部、13…中間部、14…主注視線、19A…物体側の面（外面）、19B…眼球側の面（内面）、20…フレーム、41, 42…グラフ、50, 50a, 50b…矩形模様、51, 52…垂直格子線、53, 54…水平格子線、55…幾何学中心、59…仮想面、100…レンズセット、d…距離、Pe…フィッティングポイント、Rc…回旋中心

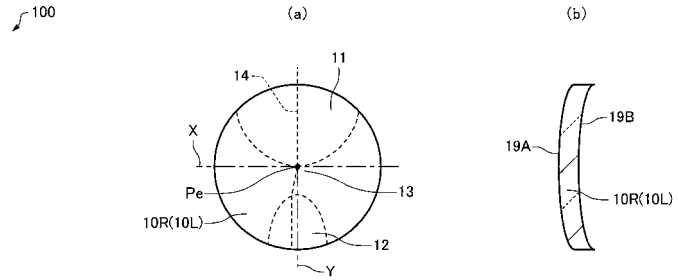
10

20

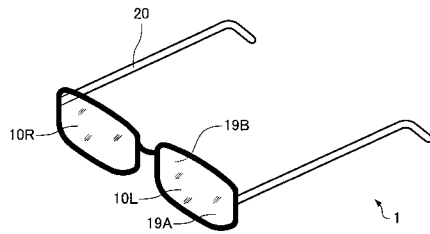
【図 1】



【図 3】



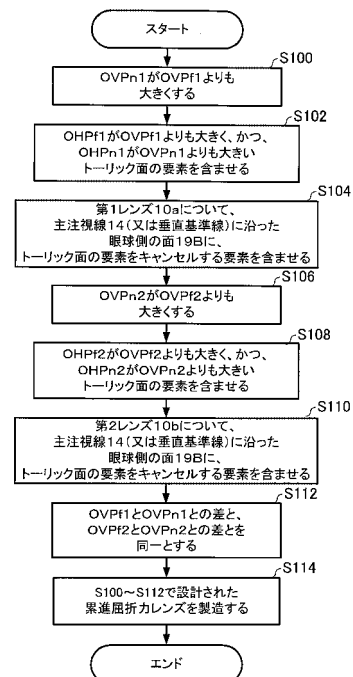
【図 2】



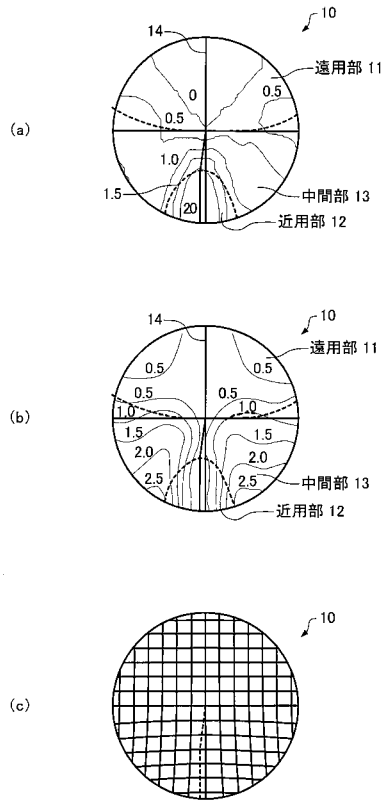
【図 4】

Sph	Add										
	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
+6.00											
+5.75											
+5.50											
+5.25											
+5.00											
+4.75											
+4.50											
+4.25											
+4.00											
+3.75											
+3.50											
+3.25											
+3.00											
+2.75											
+2.50											
+2.25											
+2.00											
+1.75											
+1.50											
+1.25											
+1.00											
+0.75											
+0.50											
+0.25											
0.00											

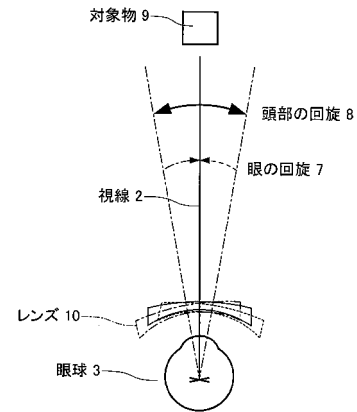
【図 5】



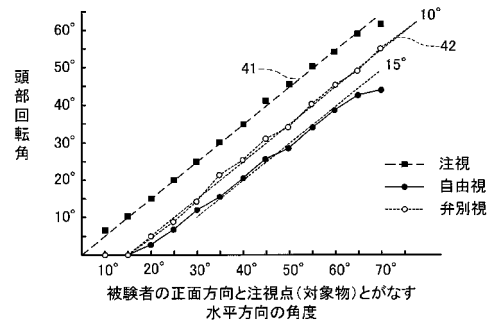
【図 6】



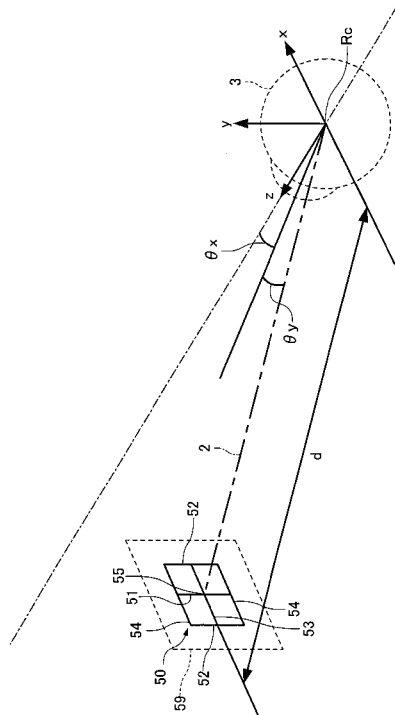
【図 7】



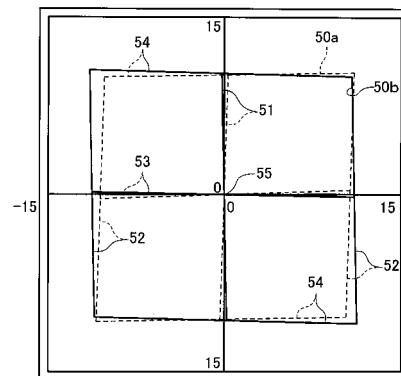
【図 8】



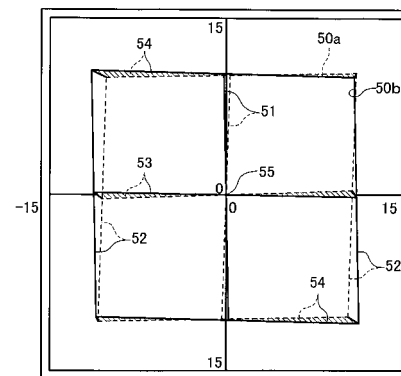
【図 9】



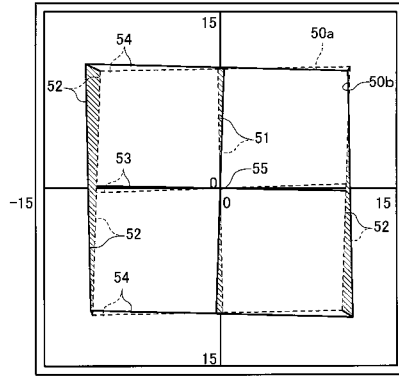
【図 10】



【図 11】



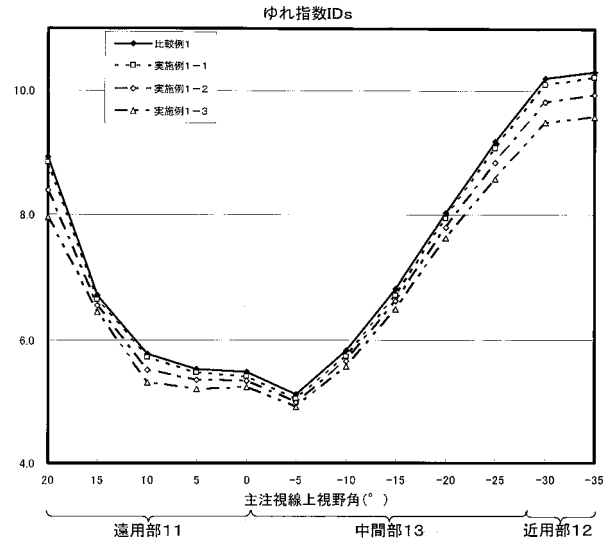
【図 12】



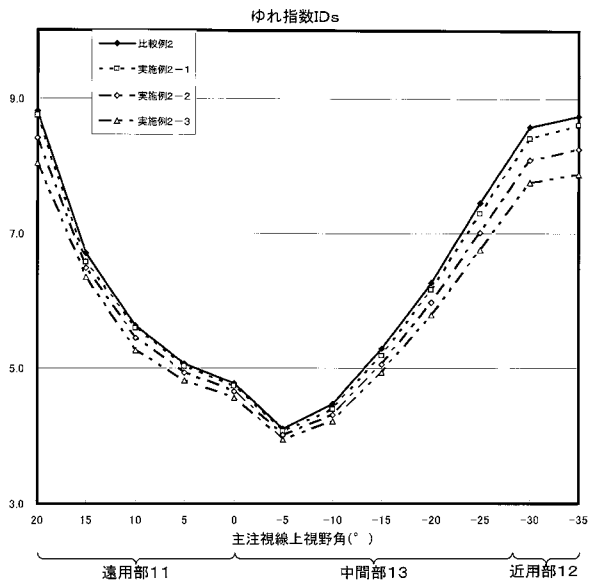
【図 13】

レンズ処方		パラメーター				
Sph	Add	No	BC(垂直)	BC(水平)	トーリック要素	逆異進
4.00	2.00	実施例1-1	7.0	8.0	1.0	-1.00
		実施例1-2	8.0	9.0	1.0	-2.00
		実施例1-3	9.0	10.0	1.0	-3.00
		比較例1	7.0	7.0	—	—
4.00	1.00	実施例2-1	6.0	7.0	1.0	-1.00
		実施例2-2	7.0	8.0	1.0	-2.00
		実施例2-3	8.0	9.0	1.0	-3.00
		比較例2	6.0	6.0	—	—
4.00	3.00	実施例3-1	8.0	9.0	1.0	-1.00
		実施例3-2	9.0	10.0	1.0	-2.00
		実施例3-3	10.0	11.0	1.0	-3.00
		比較例3	8.0	8.0	—	—

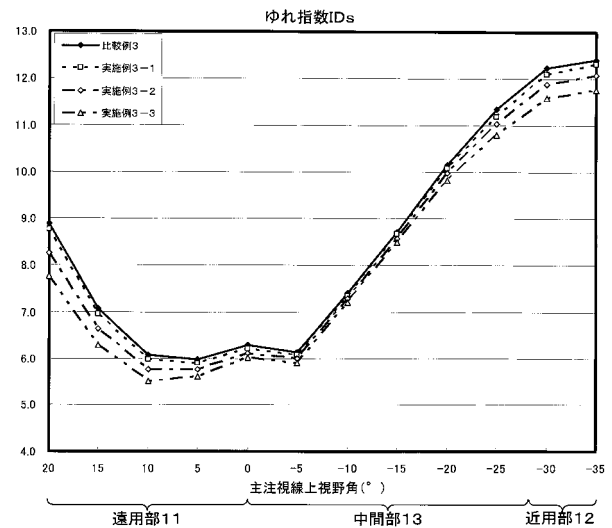
【図 20】

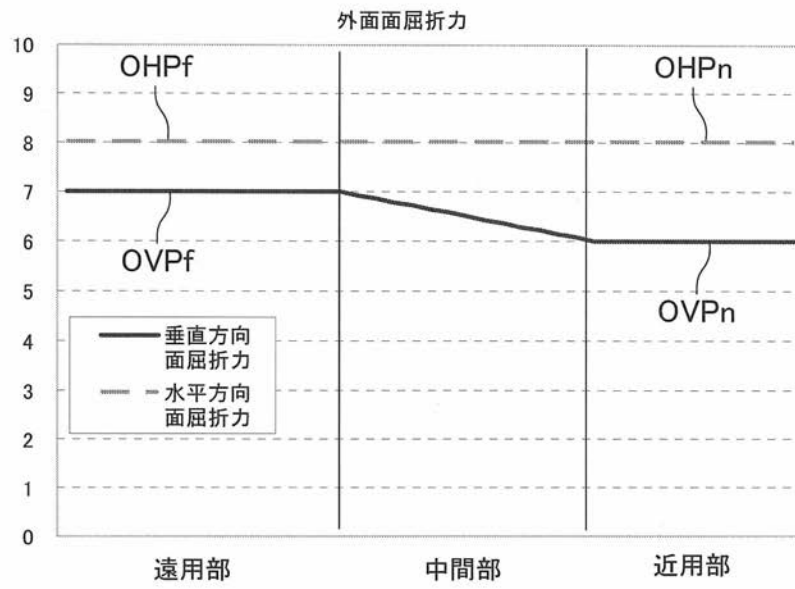


【図 25】

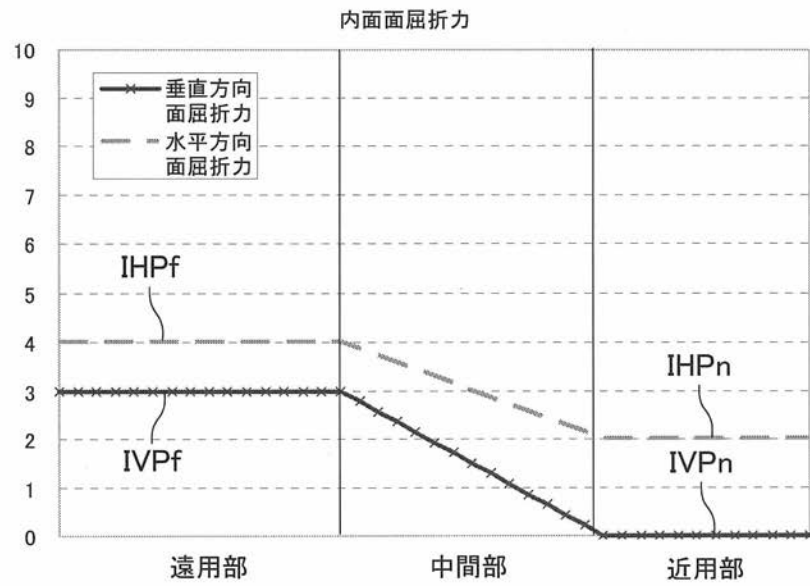


【図 30】



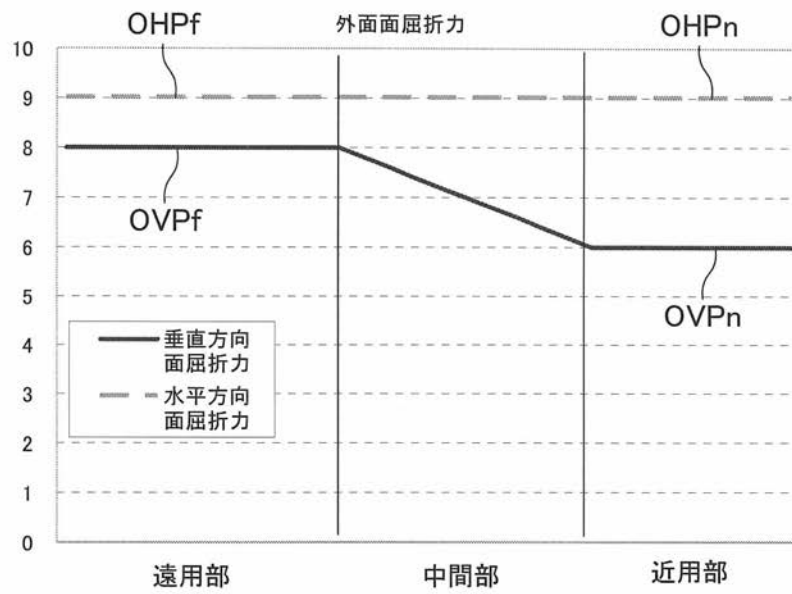
【図 1 4】
(A)

(B)

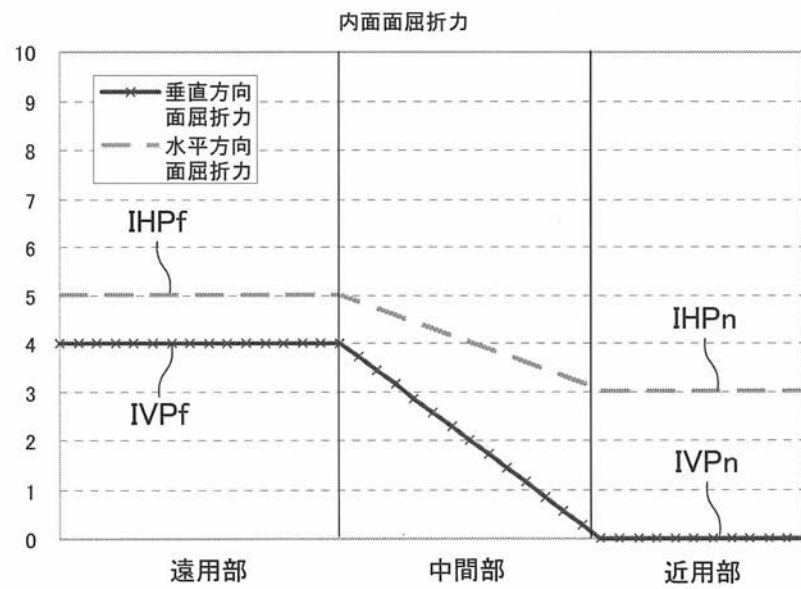


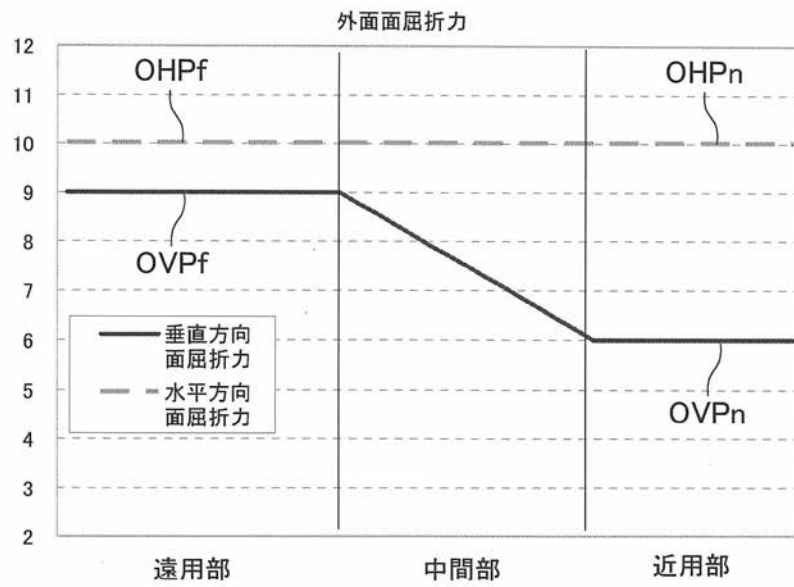
【図 15】

(A)

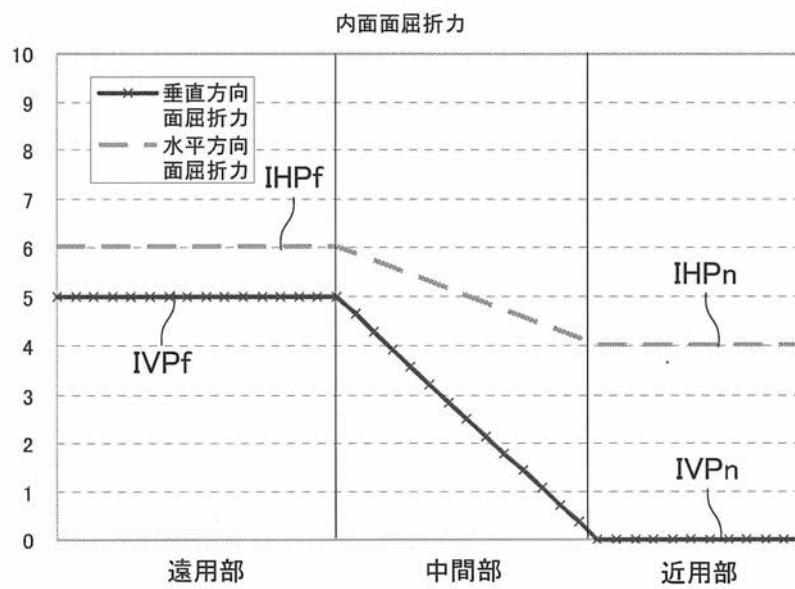


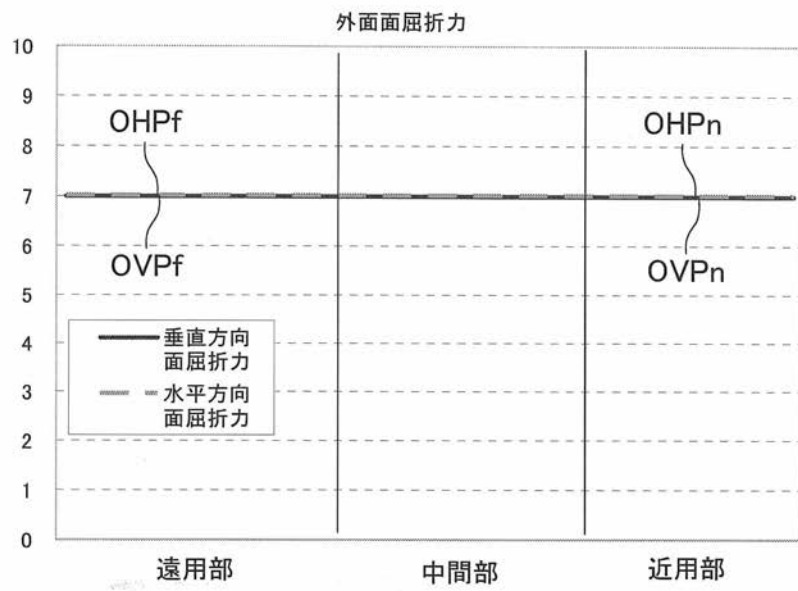
(B)



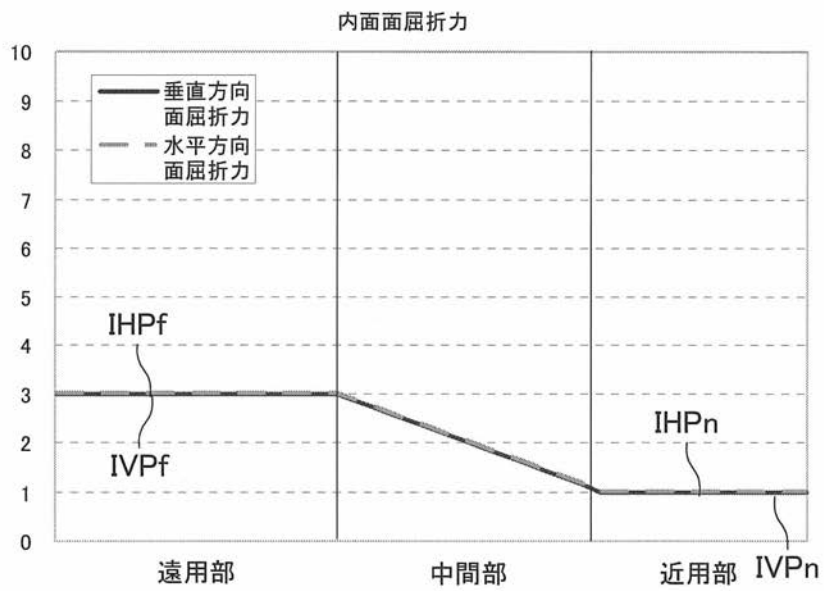
【図 16】
(A)

(B)



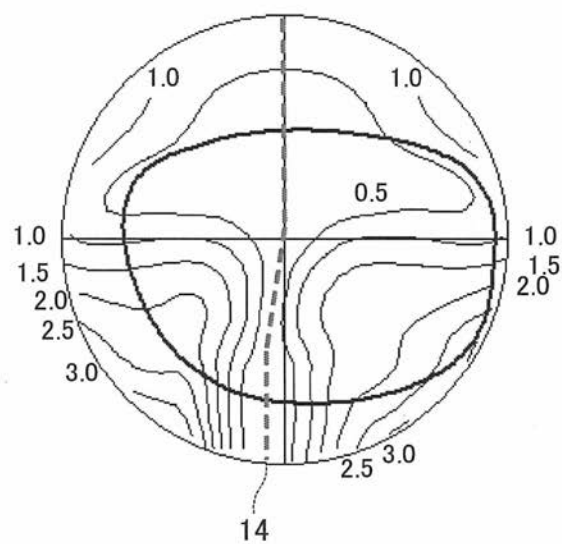
【図 17】
(A)

(B)

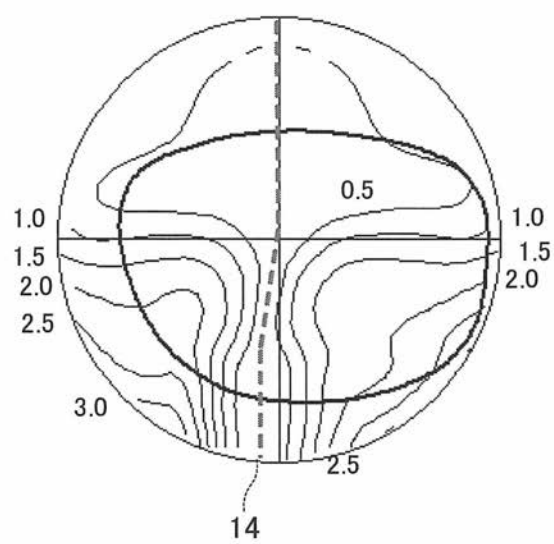


【図 18】

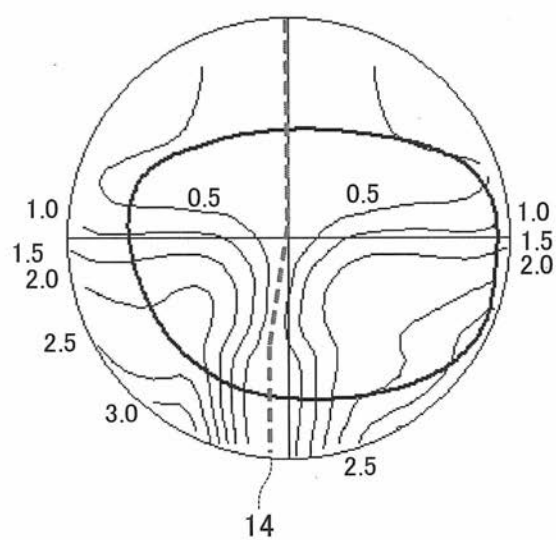
(A)



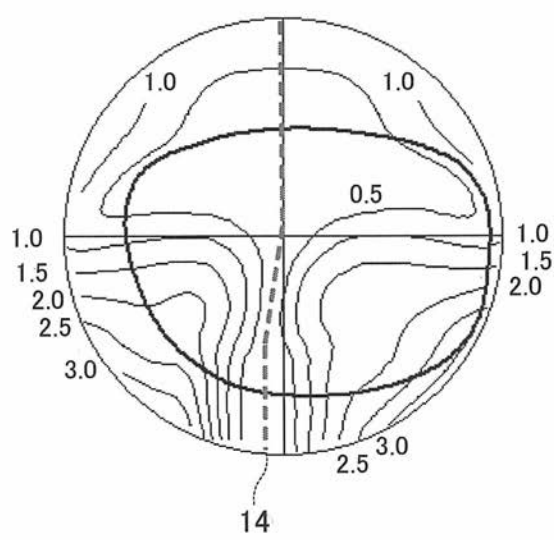
(B)



(C)

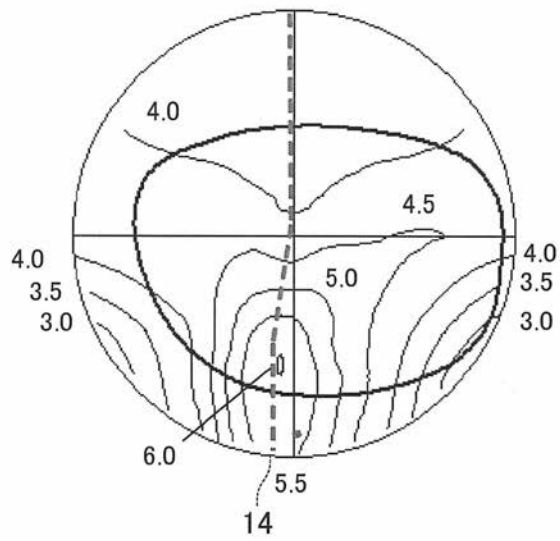


(D)

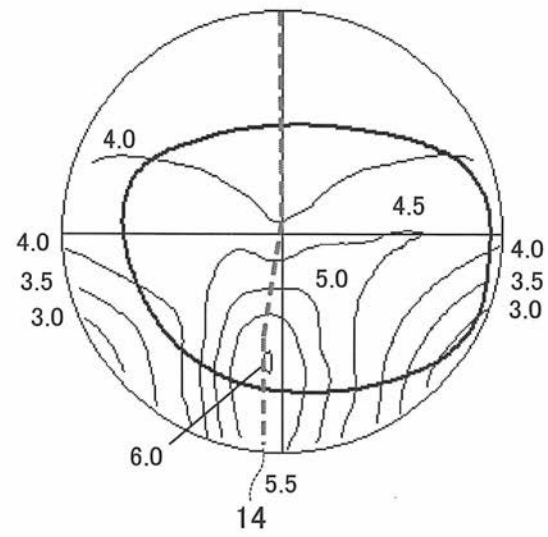


【図 19】

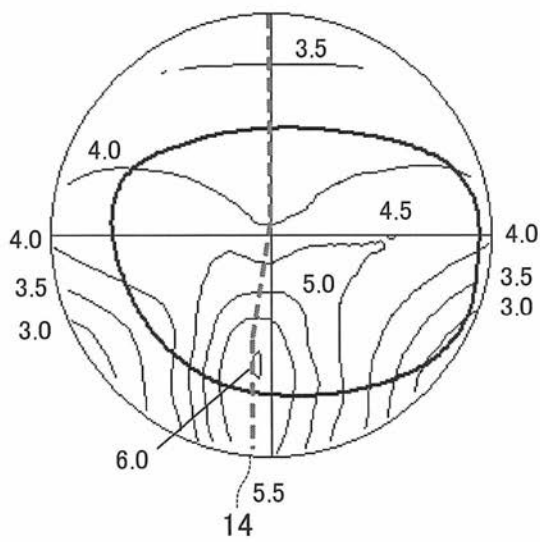
(A)



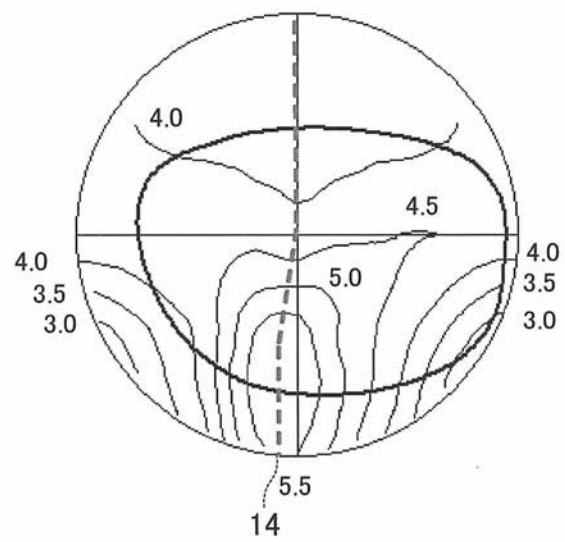
(B)



(C)

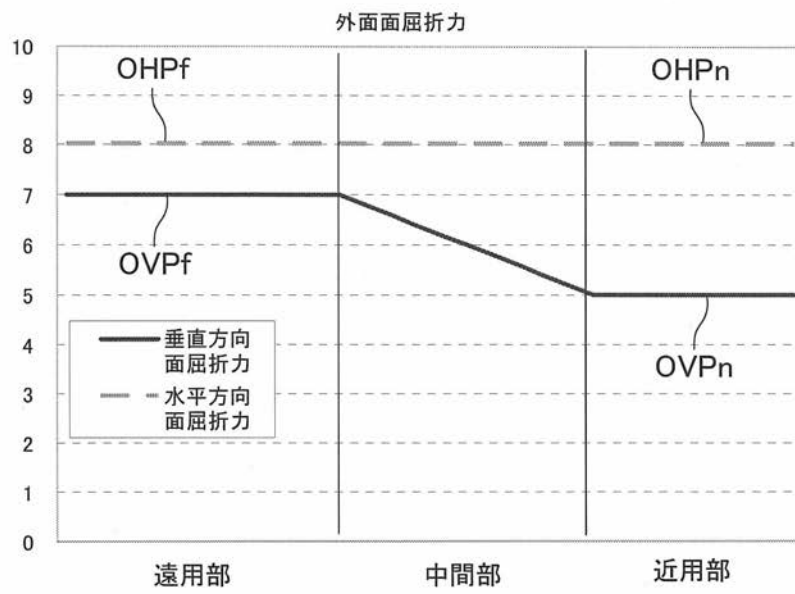


(D)

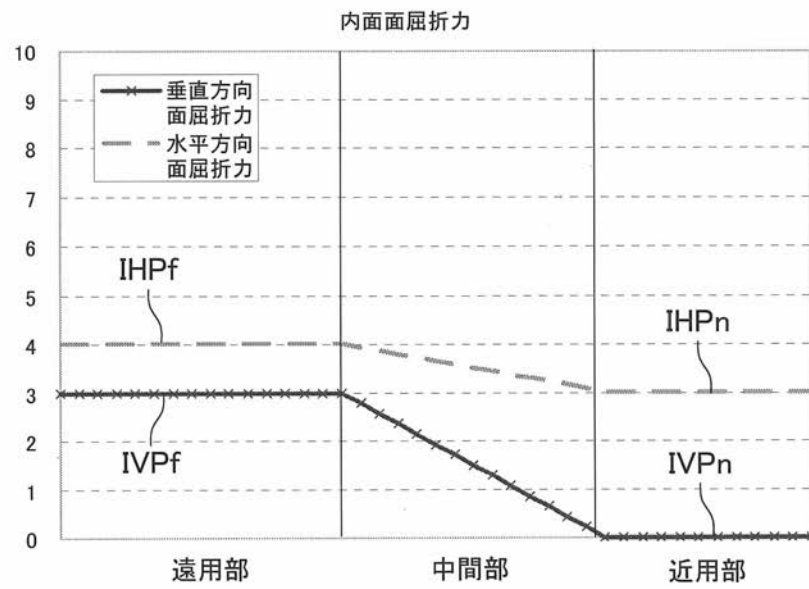


【図 2 1】

(A)

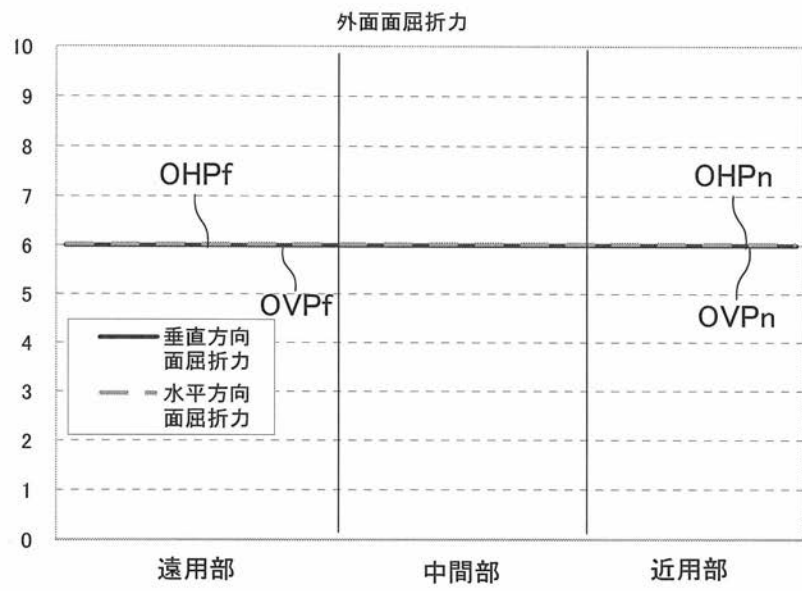


(B)

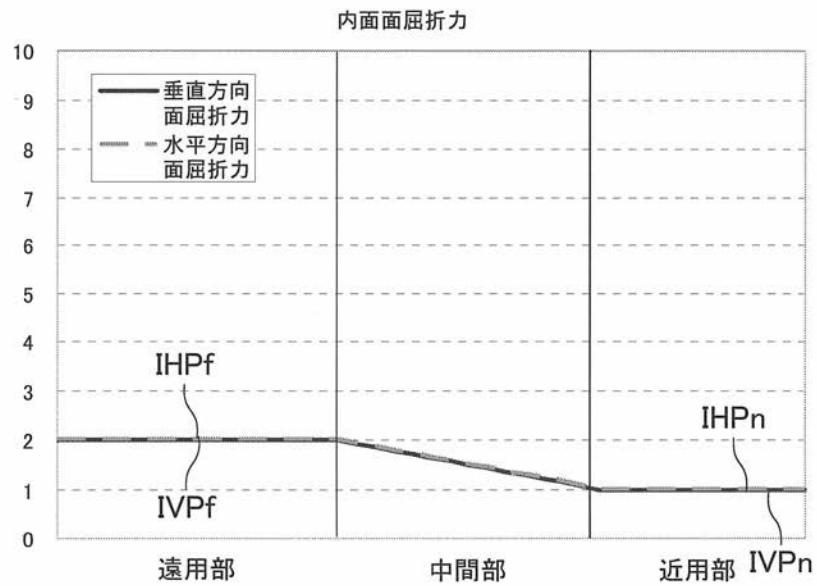


【図 2 2】

(A)

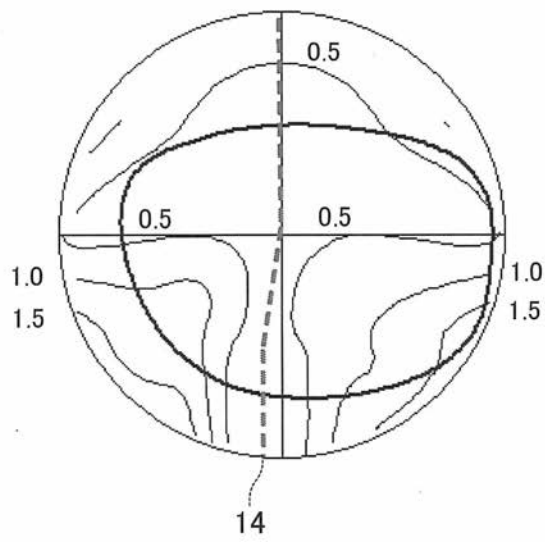


(B)

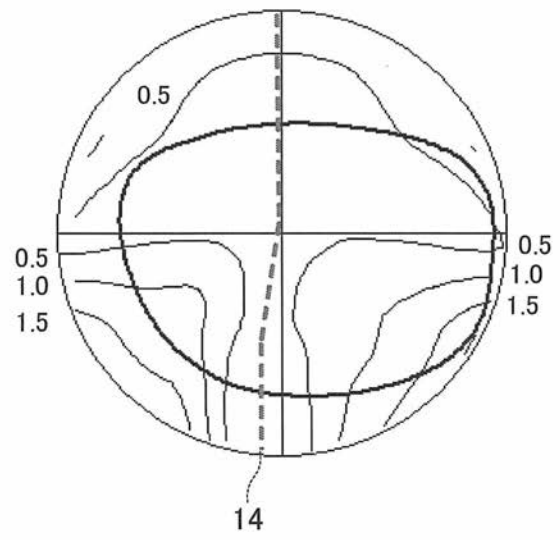


【図 2 3】

(A)

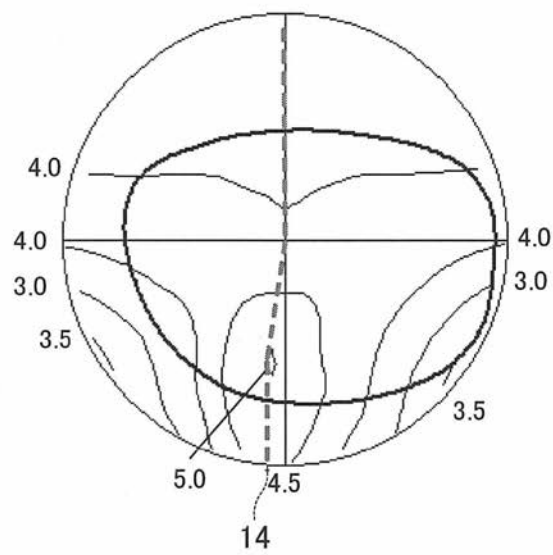


(B)

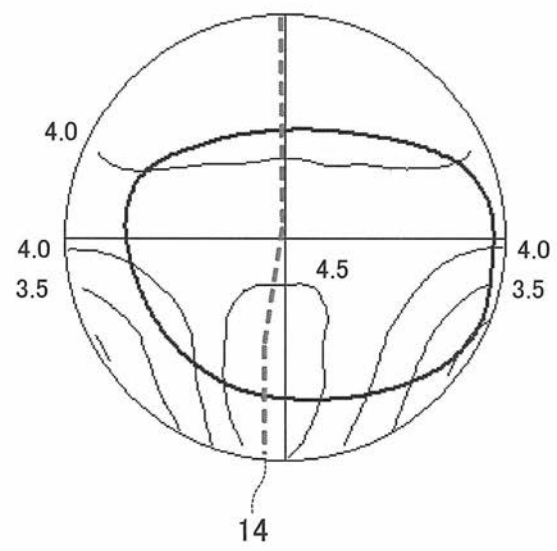


【図 2 4】

(A)

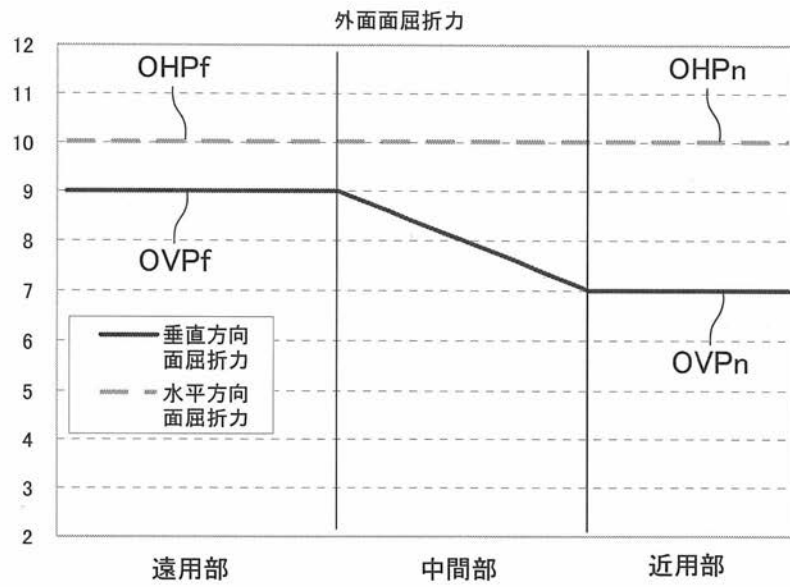


(B)

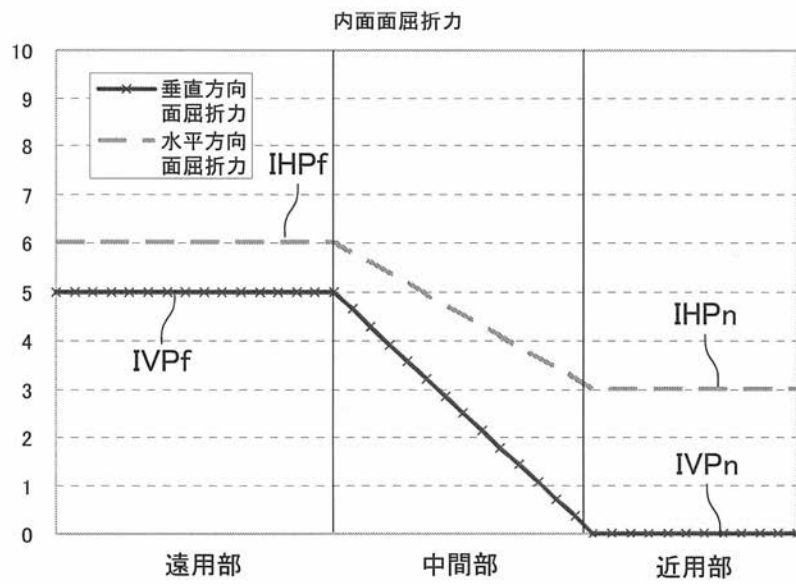


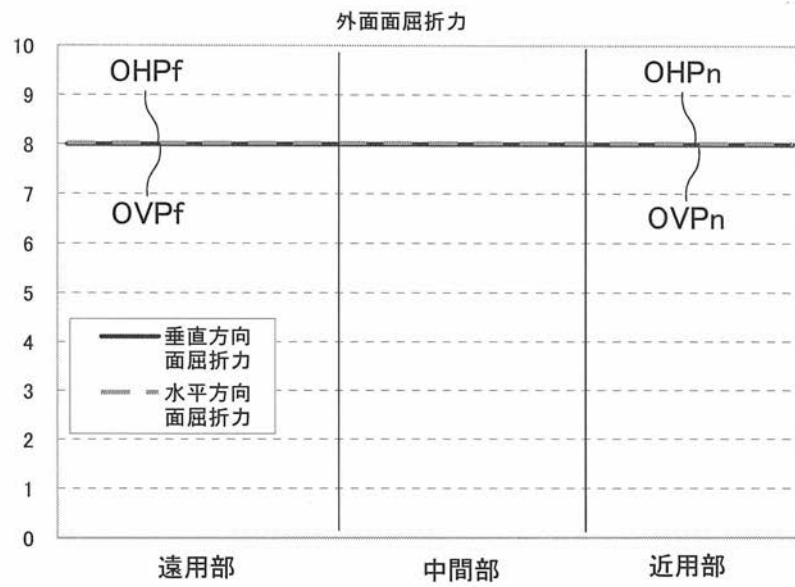
【図 26】

(A)

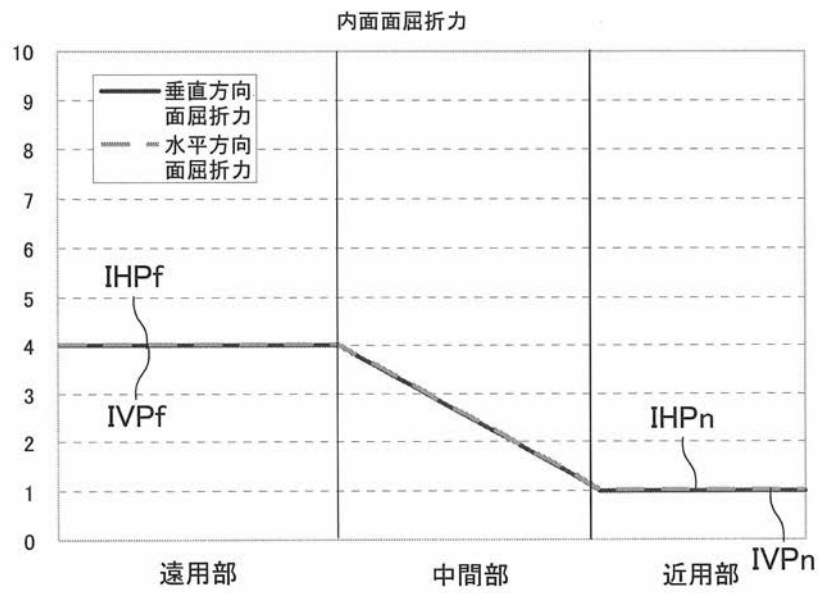


(B)



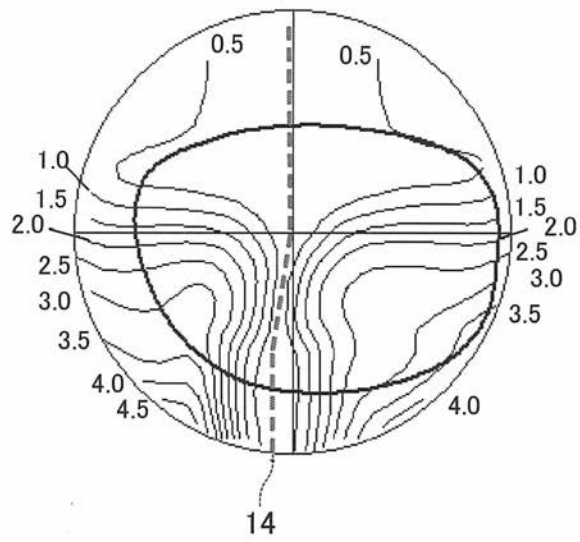
【図 27】
(A)

(B)

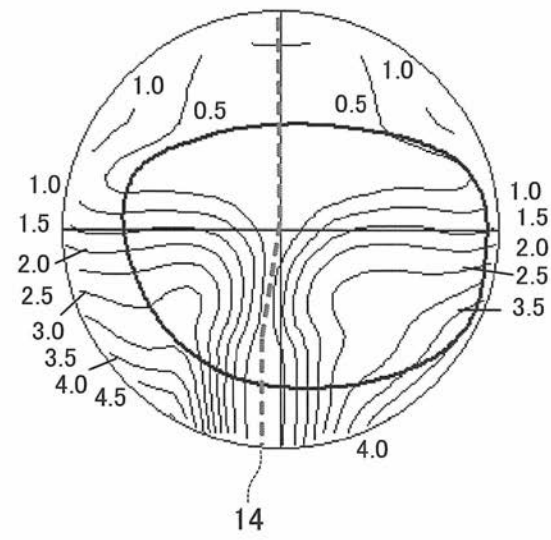


【図 28】

(A)

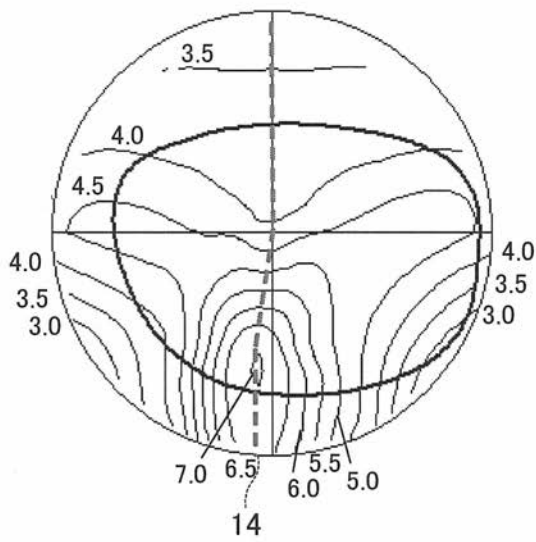


(B)

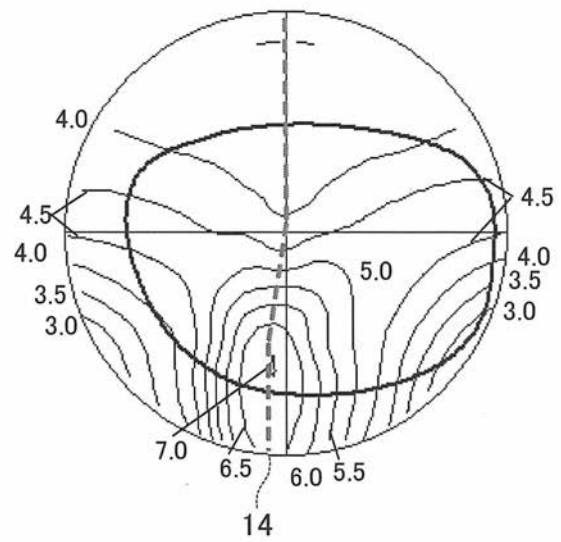


【図 29】

(A)



(B)



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
- (72)発明者 伊藤 歩
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 森 貴照
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 DA00