

明 細 書

発明の名称：眼鏡レンズ及びその設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、眼鏡レンズ及びその設計方法に関する。

背景技術

[0002] 近視等の屈折異常の進行を抑制する眼鏡レンズとして、レンズ上に複数の処方屈折力よりプラスの屈折力を持つ島状領域が形成されたものがある（例えば、特許文献1参照）。以下、この島状領域をデフォーカス領域と呼ぶ。

[0003] この構成の眼鏡レンズによれば、物体側の面から入射し眼球側の面から出射する光束のうち、デフォーカス領域以外を通過した光束では装用者の網膜上に焦点を結ぶが、デフォーカス領域の部分を通じた光束は網膜上よりも手前の位置で焦点を結ぶようになっており、これにより近視の進行が抑制されることになる。

[0004] 本明細書において、光軸方向において視認すべき物体が存在する前方方向のことを手前側と称し、手前側の逆方向であって、光軸方向において後方すなわち眼鏡レンズから眼球に向かう奥行き方向のことを奥側と称する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国出願公開第2017／0131567号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 眼鏡レンズのどの位置のデフォーカス領域から光束が入射及び出射したかにより、最終的に装用者にもたらされるべき最良のピント位置（Best Focal）が相違する。その理由は以下の通りである。装用者によって異なる、近視進行の程度、脈絡膜の様態、装用時の入射角、眼の収差（像面湾曲）、網膜の湾曲によって、最良のピント位置は変化する。その変化の程度は、多くの場合レンズ中心から離れるほど大きくなる。つまり、装用者に与えるべきデ

フォーカスパワーは、装用者によってあるいはレンズの位置によって変わる。最良のピント位置のことを、単に「ピント位置」とも称する。

[0007] 本明細書における「ピント位置」とは、焦点位置のことである。但し、ピント位置は、デフォーカス領域の形状（例えば曲率半径 R の球面形状）によって決まる幾何学的焦点（Geometric Focal）とは意味が若干異なる。ピント位置は、眼の周波数特性（例えば低周波にピークを持つ）を考慮した波動光学的なコントラストの最良位置である。

[0008] 一般的にピント位置は、対象とする空間周波数のコントラストが最も高くなる位置、エネルギーが最も高くなる位置、光線のバラツキが最も小さくなる位置など思想や用途によって変わる。そのため、ピント位置をもたらすデフォーカス領域への対処は柔軟に行われるのが好ましい。発明者は、網膜が特定の空間周波数に対して反応する細胞の集合であることに着目して、ピント位置に関する前述の定義を採用した。

[0009] 本発明の一実施例は、眼鏡レンズ上の位置に応じた、デフォーカス領域が装用者にもたらすべきピント位置を柔軟に変更可能な技術を提供することを目的とする。特に、デフォーカス領域の面形状が互いに等しいままピント位置を柔軟に変更可能な技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第1の態様は、

物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、

前記ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、前記デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備え、

前記デフォーカス領域は、眼鏡レンズ上の所定位置Aに設けられたデフォーカス領域aと所定位置Bに設けられたデフォーカス領域bとを含み、

前記ベース領域により構成されるベース面を基準として、前記ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向か

う方向を負のサグ値としたとき、前記デフォーカス領域bの立体形状のサグ値は、前記デフォーカス領域aの立体形状のサグ値を増加させた値である、眼鏡レンズである。

[0011] 本発明の第2の態様は、

前記デフォーカス領域a及び前記デフォーカス領域bの少なくとも中心箇所は、レンズ外部に向かって突出する曲面形状である、第1の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0012] 本発明の第3の態様は、

前記デフォーカス領域aの中心箇所の曲率半径と、前記デフォーカス領域bの中心箇所の曲率半径は等しい、第2の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0013] 本発明の第4の態様は、

前記立体形状におけるサグ値の増加量は一定である、第1～第3のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0014] 本発明の第5の態様は、

前記デフォーカス領域aの底面積と、前記デフォーカス領域bの底面積は等しい、第1～第4のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0015] 本発明の第6の態様は、

前記所定位置Aはレンズ周辺寄りの位置であり、前記所定位置Bはレンズ中央寄りの位置である、又は、

前記所定位置Aはレンズ中央寄りの位置であり、前記所定位置Bはレンズ周辺寄りの位置である、第1～第5のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0016] 本発明の第7の態様は、

前記デフォーカス領域aの立体形状において前記ベース領域の近傍のサグ値は負である、第1～第6のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0017] 本発明の第8の態様は、

全デフォーカス領域の80%以上の数のデフォーカス領域の集合Tであっ

て前記デフォーカス領域 b 及び前記デフォーカス領域 a を含むデフォーカス領域 T では各々の中心箇所の曲率半径が等しく、且つ、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 a とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90 % であり、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 b とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90 % である、第 1 ～ 第 7 のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

好適には、全デフォーカス領域の 90 % 以上、95 % 以上の数のデフォーカス領域の集合 T とする。

[0018] 本発明の第 9 の態様は、

前記デフォーカス領域 a 及び前記デフォーカス領域 b の少なくとも中心箇所は、レンズ外部に向かって突出する曲面形状であり、

前記サグ値の増加量は一定であり、

前記デフォーカス領域 a の中心箇所の曲率半径と、前記デフォーカス領域 b の中心箇所の曲率半径は等しく、

前記デフォーカス領域 a の底面積と、前記デフォーカス領域 b の底面積は等しく、

前記所定位置 A はレンズ周辺寄りの位置であり、前記所定位置 B はレンズ中央寄りの位置である、又は、

前記所定位置 A はレンズ中央寄りの位置であり、前記所定位置 B はレンズ周辺寄りの位置であり、

全デフォーカス領域の 80 % 以上の数のデフォーカス領域の集合 T であって前記デフォーカス領域 a 及び前記デフォーカス領域 b を含むデフォーカス領域 T では各々の中心箇所の屈折力が等しく、且つ、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 a とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90 % であり、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 b とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90 % である、第 1 の態様に記載の眼鏡レンズである。

好適には、全デフォーカス領域の 90 % 以上、95 % 以上の数のデフォー

カス領域の集合Tとする。

[0019] 本発明の第10の態様は、

眼鏡レンズは近視進行抑制レンズである、第1～第9のいずれか一つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0020] 本発明の第11の態様は、

物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、

前記ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、前記デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える眼鏡レンズの設計方法であって、

前記ベース領域により構成されるベース面を基準として、前記ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、

前記デフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させて前記ベース面に対して前記デフォーカス領域を隆起させることにより、又は、

前記デフォーカス領域の立体形状のサグ値を減少させて前記ベース面に対して前記デフォーカス領域を沈下させることにより、

装用者にとっての、眼鏡レンズ上における前記デフォーカス領域が設けられた位置に応じてピント位置を変更する、眼鏡レンズの設計方法である。

[0021] 本発明の第12の態様は、

前記デフォーカス領域と前記ベース面との間の部分であって正のサグ値を有する部分の体積から、前記デフォーカス領域と前記ベース面との間の部分であって負のサグ値を有する部分の体積を減じた値を、前記デフォーカス領域の底面積で除して得られる値を変化させることによりピント位置を変更する、第11の態様に記載の眼鏡レンズの設計方法である。

[0022] 上記の態様に対して組み合わせ可能な本発明の他の態様は以下の通りである。

[0023] 所定位置Aのデフォーカス領域aの立体形状全体のサグ値、及び、所定位

置のデフォーカス領域 b の立体形状全体のサグ値を、共に正にしてもよいし、共に負にしてもよい。平面視中心（又は重心）の箇所のサグ値を、共に正にしてもよいし、共に負にしてもよい。

[0024] デフォーカス領域 a の立体形状のうち少なくとも中心箇所と、デフォーカス領域 b の立体形状のうち少なくとも中心箇所とは、共に球面形状であってもよい。

[0025] デフォーカス領域 a の立体形状全体のサグ値は正であってもよい。

[0026] デフォーカス領域 a の立体形状とデフォーカス領域 b の立体形状とを平面視中心（又は重心）及びベース面で位置合わせして重ね合わせたと仮定した時に、デフォーカス領域 a の立体形状からみて + Z 方向にデフォーカス領域 b の立体形状が存在するのが好ましい。

上記仮定において、デフォーカス領域 a の立体形状は、デフォーカス領域 b の立体形状からはみ出ないのが好ましい。好適には、上記重ね合わせを仮定した時、両形状は接触しない。

[0027] 上記サグ値の関係は、デフォーカス領域 a、b が形成されたレンズ基材において満たされてもよい。上記サグ値の関係は、該レンズ基材にハードコート膜が形成されたものにおいて満たされてもよいし、更に反射防止膜ハードコート膜上に形成されたものにおいて満たされていてもよい。ハードコート膜を形成する場合、デフォーカス領域 a、b が形成されていないレンズ基材に対し、ハードコート膜により、デフォーカス領域 a、b を実現してもよい。

[0028] 所定位置 A は鼻側の位置とし、所定位置 B は耳側の位置としてもよい。逆に、所定位置 A は耳側の位置とし、所定位置 B は鼻側の位置としてもよい。いずれにしても、所定位置 A のデフォーカス領域 a の立体形状においてベース領域の近傍のサグ値は負としてもよい。

[0029] 眼鏡レンズの中央部の周囲に、周方向及び径方向に等間隔に、略円形状のデフォーカス領域が島状に（すなわち、互いに隣接することなく離間した状態で）配置されてもよい。デフォーカス領域の平面視での配置の一例として

は、各デフォーカス領域の中心が正三角形の頂点となるよう各々独立して離散配置（ハニカム構造の頂点に各デフォーカス領域の中心が配置）する例が挙げられる。この配置を「六方配置」ともいう。本明細書ではこの例を中心に挙げている。

[0030] 複数のデフォーカス領域（全デフォーカス領域）のうち半分以上の個数は平面視にて同じ周期で配置されるのが好ましい。同じ周期であるパターンの一例としては上記六方配置が挙げられる。周期の方向は周方向及び／又は径方向であればよい。好適には80%以上、より好適には90%以上、更に好適には95%以上である。

[0031] デフォーカス領域aの立体形状のサグ値（例：最大サグ値）が全デフォーカス領域の中で最も小さい場合、全デフォーカス領域の80%以上の数のデフォーカス領域において、“デフォーカス領域bの立体形状のサグ値は、デフォーカス領域aの立体形状のサグ値を増加させた値である”という関係を満たすのが好ましい。これは、デフォーカス領域bのみならず、上記関係を満たすデフォーカス領域c、d、e・・・（いずれもデフォーカス領域aよりもサグ値が大きく、デフォーカス領域bとはサグ値の増加量が異なる）が存在することを意味する。

[0032] デフォーカス領域の平面視での直径は、0.6～2.0mm程度が好適である。デフォーカス領域のサグ量（突出高さ、突出量）は、0.1～10μm程度、好ましくは0.4～2.0μmである。凸部領域の曲率半径は、50～250mm、好ましくは86mm程度の球面状である。

[0033] 眼鏡レンズ上のデフォーカス領域がもたらすデフォーカスパワーの最小値は0.50～4.50Dの範囲内、最大値は3.00～10.00Dの範囲内であるのが好ましい。最大値と最小値の差は1.00～5.00Dの範囲内であるのが好ましい。

[0034] レンズ基材に設けられる被膜の膜厚は、例えば0.1～100μm（好ましくは0.5～5.0μm、更に好ましくは1.0～3.0μm）の範囲としてもよい。

[0035] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、

ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える眼鏡レンズの設計システムであって、

ベース領域により構成されるベース面を基準として、ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させてベース面に対してデフォーカス領域を隆起させることにより、又は、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を減少させてベース面に対してデフォーカス領域を沈下させることにより、

装用者にとっての、眼鏡レンズ上におけるデフォーカス領域が設けられた位置に応じてピント位置を変更する演算部を備えた、眼鏡レンズの設計システム。

[0036] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、

ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える眼鏡レンズの設計プログラムであって、

ベース領域により構成されるベース面を基準として、ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させてベース面に対してデフォーカス領域を隆起させることにより、又は、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を減少させてベース面に対してデフォーカス領域を沈下させることにより、

装用者にとっての、眼鏡レンズ上におけるデフォーカス領域が設けられた

位置に応じてピント位置を変更する演算部としてコンピュータ装置を機能させる、眼鏡レンズの設計プログラム。

発明の効果

[0037] 本発明の一実施例によれば、眼鏡レンズ上の位置に応じた、デフォーカス領域が装用者にもたらしべきピント位置を柔軟に変更可能な技術を提供できる。特に、デフォーカス領域の面形状が互いに等しいままピント位置を柔軟に変更可能な技術を提供できる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]図1は、デフォーカス領域の立体形状（図1（a））のサグ値を増加させ、ベース面に対してデフォーカス領域を隆起させ、別のデフォーカス領域の立体形状（図1（b））を設定する様子を示す概略（X-Z）断面図である。図1（c）は、両立体形状のサグ値の違いを示すべくベース面で両立体形状の平面視中心で位置合わせしたときの説明断面図である。

[図2]図2は、デフォーカス領域の立体形状（図2（a））のサグ値を減少させ、ベース面に対してデフォーカス領域を沈下させ、別のデフォーカス領域の立体形状（図2（b））を設定する様子を示す概略（X-Z）断面図である。図2（c）は、両立体形状のサグ値の違いを示すべくベース面で両立体形状の平面視中心で位置合わせしたときの説明断面図である。

[図3]図3（a）は、デフォーカス領域を直径1mmの球面形状、眼鏡レンズの屈折率を1.59とした場合における、縦軸をVSOTF（Visual Strehl ratio based on OTF）とし、横軸をデフォーカス量（単位：D（ディオプター）、ゼロは網膜位置）としたときのグラフである。図3（b）は、図3（a）の拡大図である。

[図4]図4（a）は、デフォーカス領域を直径1mmの球面形状及び屈折力4.00D、眼鏡レンズの屈折率を1.59とした場合における、縦軸をVSOTF（Visual Strehl ratio based on OTF）とし、横軸をデフォーカス量（単位：D（ディオプター）、ゼロは網膜位置）としたときのグラフである。図4（b）は、図4（a）の拡大図である。

[図5]図5は、ゼルニケ多項式による形状分解の一具体例を示す説明図である。

[図6]図6(a)は、立体形状におけるサグ値の増加量が、中心箇所から周辺に向けて増加する場合の断面概略図であり、図6(b)は、立体形状におけるサグ値の増加量が、中心箇所から周辺に向けて減少する場合の断面概略図である。

[図7]図7は、実施例1Aにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量(単位： μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図8]図8は、実施例1Aにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位： D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図9]図9は、実施例1Bにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量(単位： μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図10]図10は、実施例1Bにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位： D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図11]図11は、実施例1Cにおいて、縦軸を基準からのサグ値の増加量(単位： μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図12]図12は、実施例1Cにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位： D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図13]図13は、実施例2Aにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量(単位： μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位： mm)としたときのグラフである。

[図14]図14は、実施例2Aにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位： D)

）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位：mm）としたときのグラフである。

[図15]図15は、実施例2Bにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量（単位： μm ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位：mm）としたときのグラフである。

[図16]図16は、実施例2Bにおいて、縦軸をセグメントパワー（単位：D）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位：mm）としたときのグラフである。

[図17]図17は、実施例2Cにおいて、縦軸を基準からのサグ値の増加量（単位： μm ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位：mm）としたときのグラフである。

[図18]図18は、実施例2Cにおいて、縦軸をセグメントパワー（単位：D）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位：mm）としたときのグラフである。

発明を実施するための形態

[0039] 以下、本発明の実施形態について述べる。以下における図面に基づく説明は例示であって、本発明は例示された態様に限定されるものではない。本明細書に記載の無い内容は、特許文献1の記載が全て記載されているものとし、特許文献1に記載の無い内容（特に製造方法に関する内容）はWO2020/004551号公報の記載が全て記載されているものとする。特許文献1の記載内容と該公報の記載内容に齟齬がある場合は該公報の記載を優先する。

[0040] 本明細書で挙げる眼鏡レンズは、物体側の面と眼球側の面とを有する。「物体側の面」とは、眼鏡レンズを備えた眼鏡が装用者に装用された際に物体側に位置する表面であり、「眼球側の面」とは、その反対、すなわち眼鏡レンズを備えた眼鏡が装用者に装用された際に眼球側に位置する表面である。この関係は、眼鏡レンズの基礎となるレンズ基材においても当てはまる。つまり、レンズ基材も物体側の面と眼球側の面とを有する。

[0041] 本明細書では、眼鏡レンズを装用した状態での水平方向をX方向、天地（上下）方向をY方向、眼鏡レンズの厚さ方向であってX方向及びY方向に垂直な方向をZ方向とする。装用者に向かって右方を＋X方向、左方を－X方向、上方を＋Y方向、下方を－Y方向、物体側方向を＋Z方向、その逆方向（奥側方向）を－Z方向とする。

[0042] 本明細書において「～」は所定の値以上且つ所定の値以下を指す。以降、符号を付すが、初出の項目だけ符号を付し、以降は省略する。

[0043] <眼鏡レンズ>

本発明の一態様に係る眼鏡レンズは、物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える。

[0044] ベース領域とは、幾何光学的な観点において装用者の処方屈折力を実現可能な形状の部分であり、特許文献1の第1の屈折領域に対応する部分である。

[0045] デフォーカス領域とは、幾何光学的な観点においてその領域の中の少なくとも一部がベース領域による集光位置には集光させない領域である。デフォーカス領域とは、特許文献1の微小凸部に該当する部分である。本発明の一態様に係る眼鏡レンズは、特許文献1に記載の眼鏡レンズと同様、近視進行抑制レンズである。特許文献1の微小凸部と同様、本発明の一態様に係る複数のデフォーカス領域は、眼鏡レンズの物体側の面及び眼球側の面の少なくともいずれかに形成されればよい。本明細書においては、眼鏡レンズの物体側の面のみに複数のデフォーカス領域を設けた場合を主に例示する。以降、特記無い限り、デフォーカス領域は、レンズ外部に向かって突出する曲面形状である場合を例示する。

[0046] 特許文献1の図10に記載のように、眼鏡レンズの中央部にデフォーカス領域を形成してもよいし、特許文献1の図1に記載のように、眼鏡レンズの

中央部にデフォーカス領域を形成しなくてもよい。本発明の一態様では、眼鏡レンズの中央部にデフォーカス領域を形成しない場合を例示する。

[0047] 「眼鏡レンズの中央部」とは、レンズ中心の近傍を指す。本明細書では、芯取り中心及びその近傍の場合を例示する。該芯取り中心をレンズ中心ともいう。本明細書では、装用者が正面視した際にレンズ中心を通過する場合を例示する。

[0048] 本発明の一態様の眼鏡レンズにおけるデフォーカス領域は、眼鏡レンズ上の所定位置Aに設けられたデフォーカス領域aと所定位置Bに設けられたデフォーカス領域bとを含む。

[0049] ベース領域により構成されるベース面を基準として、ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値と設定する。

[0050] 厳密には、各デフォーカス領域においてベース面の法線方向は異なるが、相違は微差である。そのため、本明細書では、該法線方向をZ方向として扱う。つまり、レンズ外部に向かう方向（本例では眼球側の面から物体側の面に向かう方向）は+Z方向とし、レンズ内部に向かう方向（本例ではその逆方向）は-Z方向として扱う。本明細書では、平面視とは、+Z方向から-Z方向を見たときの図である。

[0051] 「ベース面」は、デフォーカス領域が無いと仮定した時の眼鏡レンズの主面（本例だと物体側の面）である。

[0052] 本発明の一態様の眼鏡レンズのデフォーカス領域bの立体形状のサグ値は、デフォーカス領域aの立体形状のサグ値を増加させた値とする（隆起、かさ上げ）。言い方を変え、デフォーカス領域aの立体形状のサグ値は、デフォーカス領域bの立体形状のサグ値を減少させた値とする（沈下、掘り下げ）。

[0053] 図1は、デフォーカス領域の立体形状（図1（a））のサグ値を増加させ、ベース面に対してデフォーカス領域を隆起させ、別のデフォーカス領域の立体形状（図1（b））を設定する様子を示す概略（X-Z）断面図である。

。図 1 (c) は、両立体形状のサグ値の違いを示すべくベース面で両立体形状の平面視中心で位置合わせしたときの説明断面図である。実線は、サグ値を増加させた部分の立体形状を示す。破線は、ベース領域 1 により構成されるベース面 1 s に対するデフォーカス領域 2 の隆起に伴い新たに形成された土台部分 3 である。図 1 (c) の長破線は図 1 (a) のデフォーカス領域の立体形状を示し、図 1 (c) の実線は図 1 (b) のデフォーカス領域の立体形状を示す。

図 2 は、デフォーカス領域の立体形状 (図 2 (a)) のサグ値を減少させ、ベース面に対してデフォーカス領域を沈下させ、別のデフォーカス領域の立体形状 (図 2 (b)) を設定する様子を示す概略 (X-Z) 断面図である。図 2 (c) は、両立体形状のサグ値の違いを示すべくベース面で両立体形状の平面視中心で位置合わせしたときの説明断面図である。点線はベース面を示す。破線は、デフォーカス領域の沈降に伴い、ベース領域とデフォーカス領域との間に新たに形成された陥凹部分 4 である。図 2 (c) の長破線は図 2 (b) のデフォーカス領域の立体形状を示し、図 2 (c) の実線は図 2 (a) のデフォーカス領域の立体形状を示す。

なお、図 2 の上記説明は、(a) から (b) への変化に関する。その一方、(b) から (a) への変化も許容される。その場合、(b) のデフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させ、ベース面に対してデフォーカス領域を隆起させ、別のデフォーカス領域の立体形状を設定していると言える。

[0054] 本明細書における「デフォーカス領域 b の立体形状のサグ値は、デフォーカス領域 a の立体形状のサグ値を増加させた値」とは、図 1 (c) 及び図 2 (c) が示すように、サグ値の増加前のデフォーカス領域 a の立体形状を +Z 方向に変位させることを指す。

[0055] 例えば、デフォーカス領域 b での箇所 b 1 (例：凸部領域頂点) のサグ値は、デフォーカス領域 a での箇所 a 1 (例：凸部領域頂点) のサグ値よりも正に大きくなる。また、両サグ値は共に正であってもよい。但し、ベース領域との境界はサグ値ゼロであってもよい。そのため、ここで言う立体形状と

は、ベース領域との境界よりも内側の形状のこととする。

[0056] 凸部領域頂点を採用する場合、凸部領域頂点を含む中心箇所全体において上記サグ値の関係を有してもよい（図1（c）及び図2（c））。場合によっては、凸部領域の外縁でも同様のサグ値の関係を有する（図2（c））。凸部領域頂点の代わりに、平面視中心（又は重心）の箇所において上記サグ値の関係を有してもよい。

[0057] 上記サグ値の関係は、別の言い方をすると以下のようにも言い表せる。図1（c）及び図2（c）に示すようにデフォーカス領域aの立体形状とデフォーカス領域bの立体形状とを平面視中心（又は重心）及びベース面で位置合わせして重ね合わせたと仮定した時に、デフォーカス領域aの立体形状からみて+Z方向にデフォーカス領域bの立体形状が存在する。上記仮定（図1（c）及び図2（c））において、デフォーカス領域aの立体形状は、デフォーカス領域bの立体形状に対して接触（例えばデフォーカス領域の最外縁同士で接触）し得たとしても、該立体形状からははみ出ない。好適には、上記重ね合わせを仮定した時、両形状は接触しない。

[0058] 上記サグ値の関係は、デフォーカス領域a、bが形成されたレンズ基材において満たされてもよい。上記サグ値の関係は、該レンズ基材にハードコート膜が形成されたものにおいて満たされてもよいし、更に反射防止膜ハードコート膜上に形成されたものにおいて満たされていてもよい。ハードコート膜を形成する場合、デフォーカス領域a、bが形成されていないレンズ基材に対し、ハードコート膜により、デフォーカス領域a、bを実現してもよい。

[0059] 本発明の一態様では、図1及び図2に示すように、ベース面に対するサグ値を、各デフォーカス領域の眼鏡レンズ上の位置に応じて異ならせる。それにより、眼鏡レンズ上の位置に応じた、デフォーカス領域が装用者にもたらすピント位置を柔軟に変更できる。別の側面で見ると、本発明の一態様では、波動光学的なコントラストの最良位置を制御できる。以下、その理由について詳述する。

[0060] 図3(a)は、デフォーカス領域を直径1mmの球面形状、眼鏡レンズの屈折率を1.59とした場合における、縦軸をVSOTF (Visual Strehl ratio based on OTF) とし、横軸をデフォーカス量 (単位: D (ディオプター)、ゼロは網膜位置) としたときのグラフである。

図3(b)は、図3(a)の拡大図である。

破線は、デフォーカス領域の屈折力を3.50Dとしたときのプロットである。実線は、デフォーカス領域の屈折力を4.00Dとしたときのプロットである。点線は、デフォーカス領域の屈折力を4.50Dとしたときのプロットである。デフォーカス領域の直径及び眼鏡レンズの屈折率以外の設定は、後掲の実施例1の記載を採用する。

[0061] 図4(a)は、デフォーカス領域を直径1mmの球面形状及び屈折力4.00D、眼鏡レンズの屈折率を1.59とした場合における、縦軸をVSOTF (Visual Strehl ratio based on OTF) とし、横軸をデフォーカス量 (単位: D (ディオプター)、ゼロは網膜位置) としたときのグラフである。

図4(b)は、図4(a)の拡大図である。

実線は、デフォーカス領域の屈折力を4.00Dとしたときのプロットであり、図3(a)に記載のプロットと同じである。破線は、実線のデフォーカス領域を0.23μm沈下させたときのプロットである (例えば図2)。点線は、実線のデフォーカス領域を0.23μm隆起させたときのプロットである (例えば図1)。

[0062] VSOTFは、網膜構造又は神経系に起因すると考えられるコントラスト感度特性を加味したスカラー量である。VSOTFは、眼の空間周波数ごとの感度特性を考慮して重みづけたOTFの実部の和である。具体的な数式を挙げると以下の通りである。

[数1]

$$VSOTF = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} CSF(r, s) \cdot \text{Re}[OTF(r, s)] dr ds}{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} CSF(r, s) \cdot OTF_{DL}(r, s) dr ds}$$

分子のOTF：実際のレンズにおけるOTF (Optical Transfer Function) である。

分母のOTFDL：レンズにおいて無収差と仮定したときのOTFである。

CSF：人の視覚の空間周波数に対するコントラスト感度関数 (Contrast Sensitivity Function) である。CSFは、カットオフ周波数に対して十分低い低周波にて感度のピークを持つ。

[0063] VSOTFに関しては、以下の文献「Thibos LN, Hong X, Bradley A, Applegate RA. Accuracy and precision of objective refraction from wavefront aberrations. J Vis. 2004 Apr 23;4(4):329-51.」に記載されており、ここでの説明は省略する。

[0064] OTFとは、レンズ性能を評価する尺度のひとつであり、視認対象が有するコントラストを像面上でどれだけ忠実に再現できるかを空間周波数特性として表したものである。OTFの絶対値であるMTF (Modulation Transfer Function) 値が大きいことは、レンズを介して物体を見たときに装用者が認識するコントラストが高いことを意味する。

[0065] 図3 (b) が示すように、ベース領域により網膜上 (横軸ゼロ値) に集光する光束とは別に、網膜手前にて光束が収束し、光束は発散光として網膜に入射する。そして、デフォーカス領域の屈折力によって、そのときのデフォーカス量が異なる。

[0066] そして、図4 (b) が示すように、デフォーカス領域を隆起させることにより、デフォーカス領域の屈折力を増加させたときと同じ状況を再現できることを、本発明者は知見した。そして、デフォーカス領域を沈下させることにより、デフォーカス領域の屈折力を減少させたときと同じ状況を再現できることを、本発明者は知見した。

[0067] 縦軸がVSOTFであることを考慮すると、上記知見を活用することにより、眼鏡レンズ上の位置に応じた、デフォーカス領域が装用者にもたらすべきピント位置を柔軟に変更可能な技術を提供可能となることが知見された。この知見は、デフォーカス領域を備える眼鏡レンズを装用した者に対し、デ

フォーカス領域の位置に応じて最良のピント位置を提供可能とすることにも将来的にはつながる。以下、この原理について、一例を用いて説明する。以下の一例では、物体側の面に対し、+Z方向に突出した凸部領域であって球面形状のデフォーカス領域が複数設けられる場合を例示する。

[0068] まず、V S O T Fに基づくピント位置の算出に、眼鏡レンズの波面及びゼルニケ多項式を活用してもよい。

[0069] 眼鏡レンズの波面とは、眼鏡レンズを透過し瞳で径が規定される光束の波面のことをいう。ベース領域に対する各デフォーカス領域での波面の進行量 w の特定は、その手法が特に限定されることはなく、例えば波動光学的な計算を利用したシミュレーション処理によって行うことができる。

[0070] ゼルニケ多項式は、半径1の単位円の内部で定義された関数（直交多項式）である。具体的には、以下の（1）式によって表される。

[0071] [数2]

$$W(x, y) = \sum_{j=1}^J c_j Z_j(x, y) \dots (1)$$

[0072] （1）式において、 $W(x, y)$ は座標 x, y における波面、 $Z_j(x, y)$ は j 番目のゼルニケ多項式、 c_j は j 番目のゼルニケ多項式に対応するゼルニケ係数、 J は展開に用いるゼルニケ多項式の数である。

[0073] このようなゼルニケ多項式によれば、全ての面形状は、ゼルニケ多項式の足し合わせで（近似的に）表現することができる。

[0074] 図5は、ゼルニケ多項式による形状分解の一具体例を示す説明図である。

[0075] 具体的には、例えば、ある面形状について、図5に示すように、ゼルニケ多項式によって、0次収差から n （ n は自然数）次収差まで形状分解をすることができる。

[0076] なお、図中において、中央付近の枠で囲われた各成分は回転対称成分を、それ以外の各成分は非回転対称成分を、それぞれ示している。また、図中において、回転対称成分に属する2次収差の成分は一般に度数誤差（デフォー

カス）と呼ばれ、当該収差の係数は波面収差が最小となるピント位置に対応する。回転対称成分に属する4次収差の成分は、球面収差に相当する成分である。回転対称成分に属する各成分の係数の総和は、P S F (Point Spread Function) が最小となるピント位置に対応する。P S F は、光線追跡法により求めればよい。

[0077] また、例えば、上記の多項式又は直交多項式における展開係数について、ゼルニケ多項式による展開をしたときの回転対称成分（図5参照）の各重み付けを1とするようにしてもよい。回転対称成分の各重み付けを1とすれば、P S F 最小となるピント位置が算出可能となる。ただし、有意な量を持たない成分の重みは省略してもよい。

[0078] ゼルニケ多項式の展開係数からピント位置が算出可能であることは以下から説明できる。屈折率Nの眼鏡レンズであって緩やかなカーブを描く面に角度 α で光束が入射し、角度 α' で出射する場合を想定する。その場合、レンズ形状を表す、ベース面からの変位量であるサグ値Zと、波面収差Wとは、以下のような比例関係となる。

[数3]

$$W(h_x, h_y) = (\cos \alpha - N \cos \alpha') Z(x, y)$$

h_x 、 h_y は±1に規格化された光線の瞳高さである。 x 、 y は、 h_x 、 h_y の設定に対応するレンズ上の座標である。デフォーカス領域の直径（ここでは平面視直径）を ϕ とすると、以下の式が成り立つ。波面とデフォーカス領域の立体形状のサグ値Zとは比例の対応関係にある。

[数4]

$$h_x = \frac{2x}{\phi} \quad h_y = \frac{2y}{\phi}$$

[0079] レンズから距離lだけ離れた光線収差（横収差） D_x 、 D_y は下式のよう
に波面収差Wのhによる微分とデフォーカス領域のF値（一つのデフォーカ

ス領域をレンズとみなしたとき)の積で表せる。

[数5]

$$D_x = \left(\frac{2l}{\phi}\right)^2 \times \frac{\partial W}{\partial h_x} \quad D_y = \left(\frac{2l}{\phi}\right)^2 \times \frac{\partial W}{\partial h_y}$$

[0080] 一般的にピント位置の定義は、対象とする空間周波数のコントラストが最も高くなる位置、エネルギーが最も高くなる位置、光線のバラツキが最も小さくなる位置など思想や用途によって様々なものが用いられる。エネルギーが最も高くなる位置は「全空間周波数のコントラストの総和が最も高くなる位置」と等価であり、光線のバラツキが最も小さくなる位置（具体的にはP S Fが最小となる位置）は「ゼロに限りなく近い低空間周波数のコントラストが最も高くなる位置」と等価である。

[0081] 眼鏡においては、眼の感度特性のピークが十分低周波寄りであることを鑑み、低周波におけるコントラストを重視してピント位置を定めるのが妥当である。エネルギーが最も高くなる位置、光線のバラツキが最も小さくなる位置の中間的な位置が、ピント位置となる。

[0082] エネルギーが最も高くなる位置は、波面の曲率から求められるいわゆる焦点距離に該当する。光線のバラツキが最も小さくなる位置は、ピント位置として、以下の通り光線収差量から算出可能である。

[0083] 光線収差に含まれるデフォーカス起因の収差がすべて取り除かれた状態、すなわちデフォーカス収差を除いたあとの残収差が最小となる位置がピント位置となる。これを数式で表す。ある像面での光線位置を表す関数であるP S Fの分散は、下式のように横収差の二乗和である。

[数6]

$$V = \int_{-1}^1 \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{\sqrt{1-y^2}} \{D_x(h_x, h_y)^2 + D_y(h_x, h_y)^2\} dh_x dh_y$$

[0084] デフォーカス量Pによる光線収差は(h x, h y)の一次関数である。そのため、光線収差量において収差を一次関数で近似した際の残差が最小とな

る位置が、P S F の分散の最小位置となる。即ち、像面からデフォーカス量だけシフトした位置がピント位置となる。この状況を示すのが以下の式である。

[数7]

$$V_{focal} = \int_{-1}^1 \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{\sqrt{1-y^2}} \{(D_x(h_x, h_y) - Ph_x)^2 + (D_y(h_x, h_y) - Ph_y)^2\} dh_x dh_y \rightarrow \min$$

[0085] 上式を解くと以下の通りとなる。

[数8]

$$P = \int_{-1}^1 \int_{-\sqrt{1-y^2}}^{\sqrt{1-y^2}} \{h_x D_x(h_x, h_y) + h_y D_y(h_x, h_y)\} dh_x dh_y$$

[0086] ここで、波面収差と光線収差の関係を利用する。この関係は、上記 [数5] を基に以下のように求められる。

[数9]

$$(h_x W)' = \left(\frac{2l}{\phi}\right)^2 (W + h_x D_x)$$

[0087] 上式を部分積分し、極座標表示にすると下式のようにになる。デフォーカス領域は $r < 1$ である閉区間とし、 $r = 1$ である円周上はベース領域として扱う。

[数10]

$$P \propto \left(\frac{2}{\phi}\right)^2 \left(\frac{\int_0^{2\pi} \int_0^1 W(r, \theta) dr d\theta}{\pi} - \frac{\int_0^{2\pi} W(1, \theta) d\theta}{2\pi} \right)$$

[0088] 右辺一番目の括弧内は、デフォーカス領域の平面視での半径 ($\phi / 2$) の二乗の逆数なので、底面積の逆数となる。

[0089] 右辺二番目の括弧内の第1項は、デフォーカス領域全体での波面収差の積分値である。波面収差はレンズのサグ量と対応していることから、この項はレンズのサグ量の積分すなわち体積に対応する。

[0090] デフォーカス領域は $r < 1$ の閉区間として定義されているため、右辺二番

目の括弧内の第2項の高さはデフォーカス領域の周囲を囲むベース面の平均高さとなる。

[0091] まとめると、右辺二番目の括弧内は、図1のハッチ部分、又は、図2のハッチ部分の体積を指す。図1の場合、右辺二番目の括弧内は、デフォーカス領域の立体形状の全てのサグ値は正なので、ハッチjの部分全体の体積を指す。図2の場合、右辺二番目の括弧内は、デフォーカス領域においてベース面より上の部分の体積（ハッチj）から、ベース面より下の部分のハッチkの体積を減じた値を指す。

[0092] つまり、デフォーカス量Pひいてはピント位置は、平面視にてデフォーカス領域に隣接し且つデフォーカス領域の周囲を囲むベース面（以降、単に「最外周」とも言う。）の高さを基準としたときのサグ値の積分値を、デフォーカス領域の底面積で除した値に対応する。

[0093] より詳細に言うと、デフォーカス領域とベース面との間の部分であって正のサグ値を有する部分の体積（積分値）から、デフォーカス領域とベース面との間の部分であって負のサグ値を有する部分の体積（積分値）を減じた値を、デフォーカス領域の底面積で除して得られる値に比例する。

[0094] そして、ゼルニケ多項式の回転対称成分の和は、デフォーカス領域の最外周を基準とした波面の進行度の積分値である。これは、デフォーカス領域の最外周を基準としたサグ値の積分値に相当する。

[0095] 以上の結果、デフォーカス領域のサグ値を増減することで、デフォーカス領域を隆起、沈下（別の言い方をするとかさ上げ、掘り込み）させることにより、ピント位置を制御できる。

[0096] ちなみに、眼鏡においては、眼の感度特性のピークが十分低周波寄りであることを述べた。そして、低周波におけるコントラストを重視してピント位置を定めるのが妥当であることを述べた。

[0097] 例えば、全周波数の平均である中周波では、MTFによるピント位置は、デフォーカス領域の曲率半径Rにより概ね決定される。その一方、極めてゼロに近い低周波では、MTFによるピント位置は、デフォーカス領域の最外

周を基準としたときのサグ値Zの積分値により概ね決定される。その結果、眼の周波数特性（低～中周波を総合したもの）でのピント位置は、曲率半径Rとサグ値Zの積分値とにより決定される。

[0098] 一例を挙げると、デフォーカス領域の曲率半径Rにより決定される幾何学的焦点（Geometric Focal）と、デフォーカス領域のサグ値Zの積分値で決まる焦点（低周波における最良のピント位置）との間を4等分したときの網膜寄りの位置が、眼にとってのピント位置として挙げられる。式として表すと以下の通りである。

$$\left((\text{網膜からの中周波ピント位置までの距離}) \times 3 + (\text{網膜からの低周波ピント位置までの距離}) \right) / 4 = (\text{眼にとってのピント位置であって網膜からの距離})$$

このピント位置をもたらすデフォーカス領域のパワーをセグメントパワーとも称する。

[0099] 仮に、各デフォーカス領域の底面積を等しくした場合、デフォーカス領域のサグ値を増加又は減少させて各デフォーカス領域を上下に変位させるだけで、装用者に対するデフォーカス領域のピント制御が可能になる。なお、この「等しい」とは、各デフォーカス領域の底面積において、各デフォーカス領域の底面積の平均値からの誤差が10%以下（好適には5%以下、3%以下、1%以下）であることを指す。

[0100] これにより、眼鏡レンズ上の位置に応じてデフォーカス領域の面形状を変更することなく、ピント位置の変更が可能となる。ピント位置の変更に合わせて面形状を変更するのに比べて、干渉計測時のヌル（NULL）波面作成などが一括に出来るなど製造が簡便となる。

[0101] 本明細書での「底面積」は、デフォーカス領域の最外周で包囲された部分の面積とする。最外周のサグ値が正の場合は、ベース面と重なる領域の面積を底面積とする。最外周のサグ値が負の場合は、最も負に大きいサグ値で包囲された部分の面積を底面積とする。平面視でのデフォーカス領域（或いは凸部領域）の面積を底面積として採用してもよい。

[0102] なお、装用者に与えるべきデフォーカスパワーが装用者によってあるいはレンズの位置によって変わることを述べた。これは、眼鏡レンズ上のデフォーカス領域の位置に応じ、デフォーカス領域のサグ値を増加又は減少させることを意味する。この思想及び用途の一例を以下に列挙する。

[0103] (パワーエラー：サグ値が比較的高い所定位置Bはレンズ中央寄りの位置)
レンズ中心から離れた部分(レンズ周辺寄りの部分、レンズ周辺部)では周辺視時に用いられるため、斜入射による非点収差とパワーエラーとが発生する。そのため、レンズ中心に対して入射及び出射する光束が装用者にもたらすデフォーカスパワーと、レンズ周辺寄りの部分に対して入射及び出射する光束が装用者にもたらすデフォーカスパワーとは相違する。

[0104] この相違を埋めるべく、所定位置Bはレンズ中央寄りの位置とし、所定位置Aはレンズ周辺寄りの位置としてもよい。つまり、レンズ中央寄りではデフォーカス領域のサグ値を高く設定し、レンズ周辺寄りではデフォーカス領域のサグ値を低く設定することにより、パワーエラーに伴う度数増加をキャンセルしてもよい。このとき、図2(b)に示すように、所定位置Aのデフォーカス領域aの立体形状においてベース領域の近傍のサグ値は負としてもよい。もちろん、図1(b)に示すように、デフォーカス領域aの立体形状全体のサグ値を正としてもよい。

[0105] (中心窩部分から離れた網膜の周縁部分での眼球光学系の像面湾曲及び網膜の湾曲の考慮)

眼鏡レンズ上の位置の相違がもたらすデフォーカスパワーの相違の別の例としては、以下の内容がある。

[0106] 眼球光学系はペッツバールの法則に基づき像面湾曲を持つが、網膜の湾曲はそれよりも強い曲率を持つ。そのため、一般的に網膜周辺部では光束の集光位置が網膜よりも奥側となる。とりわけ近視者においては眼軸長の伸張により、網膜の曲率がより強く、集光位置もより奥になる傾向がある。

[0107] このことを鑑みると、測定した網膜形状や、眼軸長、近視進行の程度等の情報をもとに網膜の曲率が高いと推定される装用者には、周辺部でのデフォ

ーカスパワーが高い眼鏡を処方すべきと考えられる。

[0108] これを実現すべく、所定位置Aはレンズ中央寄りの位置とし、所定位置Bはレンズ周辺寄りの位置としてもよい。つまり、レンズ周辺寄りではデフォーカス領域のサグ値を高く設定し、レンズ中央寄りではデフォーカス領域のサグ値を低く設定することにより、網膜の周縁部分の湾曲に対応してもよい。このとき、所定位置Aのデフォーカス領域aの立体形状においてベース領域の近傍のサグ値は負としてもよい。

[0109] (上記湾曲についての考慮に関し、レンズ周辺部の鼻側と耳側で非対称な場合)

眼の像面湾曲や網膜の湾曲は、鼻側と耳側とで非対称であることが知られており、その度合いにも個人差がある。したがって、装用者によってはデフォーカスパワーを耳側と鼻側値で非対称にする方が好ましい。

[0110] また、顔の形状に沿って曲がった所謂ハイカーブレンズなどでは、耳側と鼻側で入射角が異なる。この場合も、耳側と鼻側とで非対称な入射角にあわせて、デフォーカスパワーを非対称に設定する必要がある。

[0111] このとき、鼻側と耳側との非対称性を考慮し、レンズ周辺寄りにしても鼻側の周辺寄りなのか耳側の周辺寄りなのかで、サグ値の増加度合いを異ならせてもよい。所定位置Aは鼻側の位置とし、所定位置Bは耳側の位置としてもよい。逆に、所定位置Aは耳側の位置とし、所定位置Bは鼻側の位置としてもよい。このとき、所定位置Aのデフォーカス領域aの立体形状においてベース領域の近傍のサグ値は負としてもよい。

[0112] <眼鏡レンズの好適例及び変形例>

本発明の一態様における眼鏡レンズの好適例及び変形例について、以下に述べる。

[0113] 所定位置Aのデフォーカス領域aの立体形状全体のサグ値、及び、所定位置のデフォーカス領域bの立体形状全体のサグ値を、共に正にしてもよいし、共に負にしてもよい。

[0114] 所定位置Bがレンズ周辺寄りの位置であり、所定位置Aがレンズ中央寄り

の位置と仮定して各サグ値を共に正にする場合、デフォーカス領域 b はデフォーカス領域 a を隆起させた形状である（例えば図 1）。そのため、デフォーカス領域 b を備える凸部領域の体積の方が、デフォーカス領域 a を備える凸部領域の体積よりも大きくなる。また、デフォーカス領域 b の立体形状の中心箇所のサグ値は、デフォーカス領域 a の立体形状の中心箇所（場合によっては全体）のサグ値を所定値増加させた値と等しくしてもよい。隆起により生じる土台部分の形状は、ベース領域と連結するように適宜設定すればよい。

[0115] 所定位置 B がレンズ周辺寄りの位置であり、所定位置 A がレンズ中央寄りの位置と仮定した場合、その中間位置 M のデフォーカス領域 m の立体形状を基準とし、所定位置 B のデフォーカス領域 b はデフォーカス領域 m の立体形状の中心箇所のサグ値を増加させた値としつつ（隆起、かさ上げ）、所定位置 A のデフォーカス領域 a はデフォーカス領域 m の立体形状のサグ値を減少させた値としてもよい（沈下、掘り込み）。

[0116] 図 6（a）は、立体形状におけるサグ値の増加量が、中心箇所から周辺に向けて増加する場合の断面概略図であり、図 6（b）は、立体形状におけるサグ値の増加量が、中心箇所から周辺に向けて減少する場合の断面概略図である。一点鎖線は、サグ値を増加させる前のデフォーカス領域の立体形状を示す。

[0117] 図 1 に示すように立体形状におけるサグ値の増加量は一定であってもよいし、図 6（a）（b）に示すように立体形状の箇所に応じて増加量を変化させてもよい。

[0118] 図 1 の場合、少なくとも中心箇所において、デフォーカス領域 a、b の表面形状は等しくなる。なお、この「等しい」とは、各デフォーカス領域の任意の箇所（例えば、デフォーカス領域 a での箇所 a 1（例：凸部領域頂点）、デフォーカス領域 b であって該箇所 a 1 に対応する箇所 b 1（例：凸部領域頂点））において、各デフォーカス領域の立体形状のサグ値の平均値（（箇所 a 1 のサグ値＋箇所 b 1 のサグ値）／2）からの誤差が 10% 以下（好

適には5%以下、3%以下、1%以下)であることを指す。

[0119] 図1にせよ図6(a)(b)にせよ、上記箇所b1のサグ値は上記箇所a1のサグ値を超えた値となる。上記箇所としては、例えば、凸部領域頂点及び凸部領域の外縁の少なくともいずれか(好適には両方)が挙げられる。

[0120] デフォーカス領域aの中心箇所(場合によっては全体)の曲率半径と、デフォーカス領域bの中心箇所(場合によっては全体)の曲率半径は等しくしてもよい。この場合、デフォーカス領域の面形状が互いに等しいままピント位置を柔軟に変更できる。

[0121] 本明細書における「曲率半径が等しい」とは、各デフォーカス領域の中心箇所の曲率半径の平均値からの誤差が10%以下(好適には5%以下、3%以下、1%以下)であることを指す。各デフォーカス領域の曲率半径が等しいということは、各デフォーカス領域の中心箇所(場合によっては全体)において、サグ値(高さ)は異なるものの同一形状を有することを意味する。これにより、設計及び製造(例えばインクジェット等を利用したデフォーカス領域の形成)が容易になる。

[0122] デフォーカス領域の中心箇所が非球面形状の場合、両曲率半径を等しくすることに加え、非球面係数を等しくしてもよい。本明細書における「非球面係数が等しい」とは、各デフォーカス領域の中心箇所の非球面係数の平均値からの誤差が10%以下(好適には5%以下、3%以下、1%以下)であることを指す。

[0123] デフォーカス領域の中心箇所が非球面形状の場合は近似曲率半径を採用してもよい。近似曲率半径Rは、外縁をなす平面視の円の直径をC、該外縁からのサグ値をhとしたとき、以下の式で表される。

$$R = \{h^2 + (C/2)^2\} / 2h$$

[0124] 眼鏡レンズの中央部の周囲に、周方向及び径方向に等間隔に、略円形状のデフォーカス領域が島状に(すなわち、互いに隣接することなく離間した状態で)配置されてもよい。デフォーカス領域の平面視での配置の一例としては、各デフォーカス領域の中心が正三角形の頂点となるよう各々独立して離

散配置（ハニカム構造の頂点に各デフォーカス領域の中心が配置）する例が挙げられる。この配置を「六方配置」ともいう。本明細書ではこの例を中心に挙げている。

- [0125] 複数のデフォーカス領域（全デフォーカス領域）のうち半分以上の個数は平面視にて同じ周期で配置されるのが好ましい。同じ周期であるパターンの一例としては上記六方配置が挙げられる。周期の方向は周方向及び／又は径方向であればよい。好適には８０％以上、より好適には９０％以上、更に好適には９５％以上である。以降、「全デフォーカス領域の半分以上の数（又は８０％以上の数）」の好適例は、上記と同様に好適な順に８０％以上、９０％以上、９５％以上とし、繰り返しの記載を省略する。
- [0126] 全デフォーカス領域の８０％以上の数のデフォーカス領域の集合Ｔであってデフォーカス領域ａ及びデフォーカス領域ｂを含むデフォーカス領域Ｔでは各々の中心箇所（中心箇所）の曲率半径が等しく、且つ、デフォーカス領域Ｔのうちデフォーカス領域ａとサグ値が等しいデフォーカス領域の数は１０～９０％であり、デフォーカス領域Ｔのうちデフォーカス領域ｂとサグ値が等しいデフォーカス領域の数は１０～９０％であるのが好ましい。つまり、デフォーカス領域ａとデフォーカス領域ｂの数は相当数確保するのが好ましい。
- [0127] デフォーカス領域ａの立体形状のサグ値（例：最大サグ値）が全デフォーカス領域の中で最も小さい場合、全デフォーカス領域の８０％以上の数のデフォーカス領域において、“デフォーカス領域ｂの立体形状のサグ値は、デフォーカス領域ａの立体形状のサグ値を増加させた値である”という関係を満たすのが好ましい。これは、デフォーカス領域ｂのみならず、上記関係を満たすデフォーカス領域ｃ、ｄ、ｅ・・・（いずれもデフォーカス領域ａよりもサグ値が大きく、デフォーカス領域ｂとはサグ値の増加量が異なる）が存在することを意味する。
- [0128] デフォーカス領域は球面形状、非球面形状、トーリック面形状又はそれらが混在した形状（例えば各デフォーカス領域の中心箇所が球面形状、中心箇所の外側の周辺箇所が非球面形状）であってもよい。デフォーカス領域（或

いは凸部領域)の平面視の半径の $1/3 \sim 2/3$ の部分に中心箇所と周辺箇所との境界を設けても構わない。但し、デフォーカス領域a及びデフォーカス領域bの少なくとも中心箇所は、レンズ外部に向かって突出する凸の曲面形状であるのが好ましい。また、複数のデフォーカス領域(全デフォーカス領域)のうち半分以上の個数は平面視にて同じ周期で配置されるのが好ましいことに伴い、デフォーカス領域は球面であるのが好ましい。

[0129] <眼鏡レンズの一具体例>

複数のデフォーカス領域の配置の態様は、特に限定されるものではなく、例えば、デフォーカス領域の外部からの視認性、デフォーカス領域によるデザイン性付与、デフォーカス領域による屈折力調整等の観点から決定できる。

[0130] 眼鏡レンズの中央部の周囲に、周方向及び径方向に等間隔に、略円形状のデフォーカス領域が島状に(すなわち、互いに隣接することなく離間した状態で)配置されてもよい。デフォーカス領域の平面視での配置の一例としては、各凸部領域の中心が正三角形の頂点となるよう各々独立して離散配置(ハニカム構造の頂点に各デフォーカス領域の中心が配置:六方配置)する例が挙げられる。その場合、デフォーカス領域同士の間隔は $1.0 \sim 2.0 \text{ mm}$ であってもよい。また、デフォーカス領域の個数は $100 \sim 100000$ であってもよい。

[0131] 各々のデフォーカス領域は、例えば、以下のように構成される。デフォーカス領域の平面視での直径は、 $0.6 \sim 2.0 \text{ mm}$ 程度が好適である。デフォーカス領域のサグ量(突出高さ、突出量)は、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度、好ましくは $0.4 \sim 2.0 \mu\text{m}$ である。凸部領域の曲率半径は、 $50 \sim 250 \text{ mm}$ 、好ましくは 86 mm 程度の球面状である。

[0132] 各デフォーカス領域におけるデフォーカスパワーの具体的な数値に限定は無いが、例えば、眼鏡レンズ上のデフォーカス領域がもたらすデフォーカスパワーの最小値は $0.50 \sim 4.50 \text{ D}$ の範囲内、最大値は $3.00 \sim 10.00 \text{ D}$ の範囲内であるのが好ましい。最大値と最小値の差は $1.00 \sim 5$

、 O O D の範囲内であるのが好ましい。

- [0133] 「デフォーカスパワー（量）」は、各デフォーカス領域の屈折力と、各デフォーカス領域以外の部分の屈折力との差を指す。別の言い方をすると、「デフォーカスパワー（量）」とは、デフォーカス領域の所定箇所の最小屈折力と最大屈折力の平均値からベース部分の屈折力を差し引いた差分である。本明細書においては、デフォーカス領域が凸部領域である場合を例示している。
- [0134] 本明細書における「屈折力」は、屈折力が最小となる方向の屈折力と、屈折力が最大となる方向（該方向に対して垂直方向）の屈折力との平均値である平均屈折力を指す。
- [0135] レンズ基材は、例えば、チオウレタン、アリル、アクリル、エピチオ等の熱硬化性樹脂材料によって形成されている。なお、レンズ基材を構成する樹脂材料としては、所望の屈折度が得られる他の樹脂材料を選択してもよい。また、樹脂材料ではなく、無機ガラス製のレンズ基材としてもよい。
- [0136] ハードコート膜は、例えば、熱可塑性樹脂又はUV硬化性樹脂を用いて形成されている。ハードコート膜は、ハードコート液にレンズ基材を浸漬させる方法や、スピコート等を使用することにより、形成することができる。このようなハードコート膜の被覆によって、眼鏡レンズの耐久性向上が図れるようになる。
- [0137] 反射防止膜は、例えば、 ZrO_2 、 MgF_2 、 Al_2O_3 等の反射防止剤を真空蒸着により成膜することにより、形成されている。このような反射防止膜の被覆によって、眼鏡レンズを透した像の視認性向上が図れるようになる。
- [0138] 上述したように、レンズ基材の物体側の面には、複数のデフォーカス領域が形成されている。従って、その面をハードコート膜及び反射防止膜によって被覆すると、レンズ基材におけるデフォーカス領域に倣って、ハードコート膜及び反射防止膜によっても複数のデフォーカス領域が形成されることになる。
- [0139] 眼鏡レンズの製造にあたっては、まず、レンズ基材を、注型重合等の公知

の成形法により成形する。例えば、複数の凹部が備わった成形面を有する成形型を用い、注型重合による成形を行うことにより、少なくとも一方の表面にデフォーカス領域を有するレンズ基材が得られる。

そして、レンズ基材を得たら、次いで、そのレンズ基材の表面に、ハードコート膜を成膜する。ハードコート膜は、ハードコート液にレンズ基材を浸漬させる方法や、スピンコート等を使用することにより、形成することができる。

ハードコート膜を成膜したら、更に、そのハードコート膜の表面に、反射防止膜を成膜する。反射防止膜は、反射防止剤を真空蒸着により成膜することにより、形成することができる。

このような手順の製造方法により、物体側に向けて突出する複数のデフォーカス領域を物体側の面に有する眼鏡レンズが得られる。

[0140] 以上の工程を経て形成される被膜の膜厚は、例えば、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ （好ましくは $0.5 \sim 5.0 \mu\text{m}$ 、更に好ましくは $1.0 \sim 3.0 \mu\text{m}$ ）の範囲としてもよい。ただし、被膜の膜厚は、被膜に求められる機能に応じて決定されるものであり、例示した範囲に限定されるものではない。

[0141] 被膜の上には、更に一層以上の被膜を形成することもできる。そのような被膜の一例としては、反射防止膜、撥水性又は親水性の防汚膜、防曇膜等の各種被膜が挙げられる。これら被膜の形成方法については、公知技術を適用できる。

[0142] <眼鏡レンズの設計方法>

本発明は、眼鏡レンズの設計方法にも適用可能である。具体的には、上記式1を満たすよう条件設定して眼鏡レンズを設計する。本設計方法の各構成の内容の詳細は、<眼鏡レンズ>と記載内容が重複するため省略する。なお、本設計方法を用いて設計した眼鏡レンズを製造する方法にも本発明の技術的思想が反映されている。

以下、眼鏡レンズの設計方法の一構成を記載する。

「物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網

膜上に収束させるベース領域と、

ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える眼鏡レンズの設計方法であって、

ベース領域により構成されるベース面を基準として、ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させてベース面に対してデフォーカス領域を隆起させることにより、又は、

デフォーカス領域の立体形状のサグ値を減少させてベース面に対してデフォーカス領域を沈下させることにより、

装用者にとっての、眼鏡レンズ上におけるデフォーカス領域が設けられた位置に応じてピント位置を変更する、眼鏡レンズの設計方法。」

このとき、近視進行の程度、脈絡膜の様態、装用時の入射角、眼の収差（像面湾曲）、網膜の湾曲といった装用者に関するパラメータによるピント位置の変化に対応するように、各デフォーカス領域のサグ値を決定するのが好ましい。

[0143] 本発明の技術的範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の構成要件やその組み合わせによって得られる特定の効果を導き出せる範囲において、種々の変更や改良を加えた形態も含む。

[0144] 本発明の一態様である眼鏡レンズの設計方法は、コンピュータ装置（例えば装置内の演算部）を用いて行われてもよい。つまり、コンピュータ装置を用いた眼鏡レンズの設計システムにも本発明の技術的思想が反映されている。

[0145] つまり、CPU（Central Processing Unit）等を有する演算部、フラッシュメモリやHDD（Hard Disk Drive）等のメモリ、入出力インタフェース等といったハードウェア資源を備えて構成されたコンピュータ装置を用いつつ、メモリに予めインストールされた所定プログラムを演算部に実行させるこ

とにより、眼鏡レンズ上のデフォーカス領域の位置に応じて各デフォーカス領域のサグ値を設定してもよい。このとき、上記装用者に関するパラメータは上記メモリに保存されていてもよいし、ネットワーク上のクラウドから取得してもよい。

- [0146] また、コンピュータ装置に眼鏡レンズの設計を実行させるための所定プログラムは、当該コンピュータ装置にインストール可能なものであれば、当該コンピュータ装置で読み取り可能な記録媒体（例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等）に格納されて提供されるものであってもよいし、インターネットや専用回線等のネットワークを通じて外部から提供されるものであってもよい。

実施例

- [0147] 次に実施例を示し、本発明について具体的に説明する。本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

- [0148] （実施例 1 A～1 C）

以下のレンズ基材を作製した。なお、レンズ基材に対する他物質による積層は行っていない。処方度数に関しては、S（球面度数）は0.00Dとし、C（乱視度数）は0.00Dとした。

レンズ基材の平面視での直径：100mm

レンズ基材の種類：PC（ポリカーボネート）

レンズ基材の屈折率：1.589

レンズ基材のベースカーブ：3.30D

凸部領域の形成面：物体側の面

凸部領域の形状：球面

凸部領域の平面視での形状：正円（直径1mm）

凸部領域の平面視での配置：各凸部領域の中心が正三角形の頂点となるよう各々独立して離散配置（ハニカム構造の頂点に各凸部領域の中心が配置）

凸部領域が形成された範囲：レンズ中心から半径23.5mmの円内（

但しレンズ中心から半径3.0 mmの円を内接円とする正六角形状の領域は除く)

各凸部領域間のピッチ(凸部領域の中心間の距離): 1.5 mm

[0149] 実施例1 A~1 Cにおいては、レンズ中心(レンズ中央寄り)からレンズ周辺部(レンズ周辺寄り)に向かって、セグメントパワーを減少させた。

[0150] 図7は、実施例1 Aにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量(単位: μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位: mm)としたときのグラフである。以降、該位置のことをセグメント位置ともいう。

図8は、実施例1 Aにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位: D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位: mm)としたときのグラフである。

[0151] 実施例1 Aにおいては、最外周に配置したデフォーカス領域の立体形状を基準にした(以降、基準となる立体形状の最大サグ値は0.74 μm)。そして、該デフォーカス領域から見てレンズ中央寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値増加させてかさ上げすることにより設計した。レンズ中心に近づくにつれて、該一定値は増加させた。なお、かさ上げにより新たに形成された土台部分の側面の形状は、デフォーカス領域の底面積を一定にしつつ立体形状とベース面とを繋ぐ断面視直線形状(Z方向直線)とした(例えば図1。以降、かさ上げについては同様)。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが大きくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは減少した。

[0152] 図9は、実施例1 Bにおいて、縦軸を基準からのサグ値の変化量(単位: μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位: mm)としたときのグラフである。

図10は、実施例1 Bにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位: D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単

位：mm)としたときのグラフである。

- [0153] 実施例1Bにおいては、最もレンズ中心に近い位置に配置したデフォーカス領域の立体形状を基準にした。そして、該デフォーカス領域から見てレンズ周辺寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値減少させて掘り下げることにより設計した。レンズ中心から離れるにつれて、該一定値は増加させ、減少量を増加させた。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが大きくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは減少した。

- [0154] 図11は、実施例1Cにおいて、縦軸を基準からのサグ値の増加量(単位： μm)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位：mm)としたときのグラフである。

図12は、実施例1Cにおいて、縦軸をセグメントパワー(単位：D)とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置(原点はレンズ中心)(単位：mm)としたときのグラフである。

- [0155] 実施例1Cにおいては、平面視中心がレンズ中心から12.5mm離れた箇所にあるデフォーカス領域の立体形状を基準にした。

該デフォーカス領域から見てレンズ中央寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値増加させてかさ上げすることにより設計した。レンズ中心に近づくにつれて、該一定値は増加させた。

該デフォーカス領域から見てレンズ周辺寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値減少させて掘り下げることにより設計した。レンズ中心から離れるにつれて、該一定値は増加させ、減少量を増加させた。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが大きくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは減少した。

- [0156] (実施例2A～2C)

実施例 2 A～2 C においては、レンズ中心（レンズ中央寄り）からレンズ周辺部（レンズ周辺寄り）に向かって、セグメントパワーを増加させた。それ以外は、実施例 1 に記載の内容と同じである。

[0157] 図 1 3 は、実施例 2 A において、縦軸を基準からのサグ値の変化量（単位： μm ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

図 1 4 は、実施例 2 A において、縦軸をセグメントパワー（単位： D ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

[0158] 実施例 2 A においては、最外周に配置したデフォーカス領域の立体形状を基準にした。

そして、該デフォーカス領域から見てレンズ中央寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値減少させて掘り下げることにより設計した。レンズ中心に近づくにつれて、該一定値は増加させ、減少量を増加させた。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが小さくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは増加した。

[0159] 図 1 5 は、実施例 2 B において、縦軸を基準からのサグ値の変化量（単位： μm ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

図 1 6 は、実施例 2 B において、縦軸をセグメントパワー（単位： D ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

[0160] 実施例 2 B においては、最もレンズ中心に近い位置に配置したデフォーカス領域の立体形状を基準にした。そして、該デフォーカス領域から見てレンズ周辺寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値増加させてかさ上げすることにより設計した。レンズ中心から離れ

るにつれて、該一定値は増加させた。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが小さくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは増加した。

[0161] 図17は、実施例2Cにおいて、縦軸を基準からのサグ値の増加量（単位： μm ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

図18は、実施例2Cにおいて、縦軸をセグメントパワー（単位： D ）とし、横軸をデフォーカス領域の平面視中心の位置（原点はレンズ中心）（単位： mm ）としたときのグラフである。

[0162] 実施例2Cにおいては、平面視中心がレンズ中心から12.5 mm 離れた箇所にあるデフォーカス領域の立体形状を基準にした。

該デフォーカス領域から見てレンズ中央寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値減少させて掘り下げることにより設計した。レンズ中心に近づくにつれて、該一定値は増加させ、減少量を増加させた。

該デフォーカス領域から見てレンズ周辺寄りのデフォーカス領域の立体形状は、この基準の立体形状のサグ値を一定値増加させてかさ上げすることにより設計した。レンズ中心から離れるにつれて、該一定値は増加させた。

その結果、レンズ中心に近いデフォーカス領域であるほどセグメントパワーが小さくなり、レンズ中心から離れるにつれてデフォーカス領域のセグメントパワーは増加した。

符号の説明

- [0163] 1・・・ベース領域
1s・・・ベース面
2・・・デフォーカス領域
3・・・土台部分
4・・・陥凹部分

請求の範囲

- [請求項1] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、
- 前記ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、前記デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備え、
- 前記デフォーカス領域は、眼鏡レンズ上の所定位置Aに設けられたデフォーカス領域aと所定位置Bに設けられたデフォーカス領域bとを含み、
- 前記ベース領域により構成されるベース面を基準として、前記ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、前記デフォーカス領域bの立体形状のサグ値は、前記デフォーカス領域aの立体形状のサグ値を増加させた値である、眼鏡レンズ。
- [請求項2] 前記デフォーカス領域a及び前記デフォーカス領域bの少なくとも中心箇所は、レンズ外部に向かって突出する曲面形状である、請求項1に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項3] 前記デフォーカス領域aの中心箇所の曲率半径と、前記デフォーカス領域bの中心箇所の曲率半径は等しい、請求項2に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項4] 前記立体形状におけるサグ値の増加量は一定である、請求項1～3のいずれか一つに記載の眼鏡レンズ。
- [請求項5] 前記デフォーカス領域aの底面積と、前記デフォーカス領域bの底面積は等しい、請求項1～4のいずれか一つに記載の眼鏡レンズ。
- [請求項6] 前記所定位置Aはレンズ周辺寄りの位置であり、前記所定位置Bはレンズ中央寄りの位置である、又は、
- 前記所定位置Aはレンズ中央寄りの位置であり、前記所定位置Bはレンズ周辺寄りの位置である、請求項1～5のいずれか一つに記載の

眼鏡レンズ。

[請求項7] 前記デフォーカス領域 a の立体形状において前記ベース領域の近傍のサグ値は負である、請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の眼鏡レンズ。

[請求項8] 全デフォーカス領域の 80% 以上の数のデフォーカス領域の集合 T であって前記デフォーカス領域 b 及び前記デフォーカス領域 a を含むデフォーカス領域 T では各々の中心箇所の曲率半径が等しく、且つ、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 a とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90% であり、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 b とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90% である、請求項 1 ～ 7 のいずれか一つに記載の眼鏡レンズ。

[請求項9] 前記デフォーカス領域 a 及び前記デフォーカス領域 b の少なくとも中心箇所は、レンズ外部に向かって突出する曲面形状であり、

前記サグ値の増加量は一定であり、

前記デフォーカス領域 a の中心箇所の曲率半径と、前記デフォーカス領域 b の中心箇所の曲率半径は等しく、

前記デフォーカス領域 a の底面積と、前記デフォーカス領域 b の底面積は等しく、

前記所定位置 A はレンズ周辺寄りの位置であり、前記所定位置 B はレンズ中央寄りの位置である、又は、

前記所定位置 A はレンズ中央寄りの位置であり、前記所定位置 B はレンズ周辺寄りの位置であり、

全デフォーカス領域の 80% 以上の数のデフォーカス領域の集合 T であって前記デフォーカス領域 a 及び前記デフォーカス領域 b を含むデフォーカス領域 T では各々の中心箇所の屈折力が等しく、且つ、前記デフォーカス領域 T のうち前記デフォーカス領域 a とサグ値が等しいデフォーカス領域の数は 10 ～ 90% であり、前記デフォーカス領

域Tのうち前記デフォーカス領域bとサグ値が等しいデフォーカス領域の数は10～90%である、請求項1に記載の眼鏡レンズ。

[請求項10] 眼鏡レンズは近視進行抑制レンズである、請求項1～9のいずれか一つに記載の眼鏡レンズ。

[請求項11] 物体側の面から入射した光束を眼球側の面から出射させ、眼球を介して網膜上に収束させるベース領域と、

前記ベース領域に囲まれたデフォーカス領域であって、前記デフォーカス領域の少なくとも一部を通過する光束が発散光として網膜に入射する性質を持つ複数のデフォーカス領域と、を備える眼鏡レンズの設計方法であって、

前記ベース領域により構成されるベース面を基準として、前記ベース面の法線方向であってレンズ外部に向かう方向を正のサグ値、レンズ内部に向かう方向を負のサグ値としたとき、

前記デフォーカス領域の立体形状のサグ値を増加させて前記ベース面に対して前記デフォーカス領域を隆起させることにより、又は、

前記デフォーカス領域の立体形状のサグ値を減少させて前記ベース面に対して前記デフォーカス領域を沈下させることにより、

装用者にとっての、眼鏡レンズ上における前記デフォーカス領域が設けられた位置に応じてピント位置を変更する、眼鏡レンズの設計方法。

[請求項12] 前記デフォーカス領域と前記ベース面との間の部分であって正のサグ値を有する部分の体積から、前記デフォーカス領域と前記ベース面との間の部分であって負のサグ値を有する部分の体積を減じた値を、前記デフォーカス領域の底面積で除して得られる値を変化させることによりピント位置を変更する、請求項11に記載の眼鏡レンズの設計方法。