

明 細 書

発明の名称：眼鏡レンズ、および眼鏡レンズの設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、眼鏡レンズ、および眼鏡レンズ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）。特許文献 1 に記載の態様の眼鏡レンズを D I M S (Defocus Incorporated Multiple Segments) 眼鏡レンズ、略して D I M S とも呼ぶ。以下、この島状領域をデフォーカス領域と呼ぶ。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：米国出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 3 1 5 6 7 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に開示されている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が、原則的に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。

[0005] 本発明の一実施形態は、近視進行抑制の効果を増大させることができる眼鏡レンズ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

[0006] 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、
前記ベース領域と接する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、

前記物体側の面を平面視した際、円内に前記デフォーカス領域がひとつしか含まれない直径4 mmの円領域が存在するように、前記複数のデフォーカス領域が配置されている第1デフォーカス領域配置部を有する、眼鏡レンズである。

[0007] 本発明の第2の態様は、

前記第1デフォーカス領域配置部は、前記眼鏡レンズの周辺部に設けられている、上記第1の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0008] 本発明の第3の態様は、

前記第1デフォーカス領域配置部において、前記物体側の面を平面視した際、前記デフォーカス領域をひとつしか含まない直径4 mmの円の中心位置で形成される領域を領域Z1とした時、前記領域Z1の面積は、前記第1デフォーカス領域配置部の面積の25%以上である、上記第1または第2の態様に記載の眼鏡レンズである。

[0009] 本発明の第4の態様は、

前記第1デフォーカス領域配置部において、隣り合う前記デフォーカス領域の中心間距離 a と、前記デフォーカス領域の直径 d とは、 $(d + 4 \text{ mm}) / 2 < a < d + 4 \text{ mm}$ を満たす、上記第1から第3のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0010] 本発明の第5の態様は、

前記第1デフォーカス領域配置部において、前記デフォーカス領域の直径 d は、1.5 mm以上3 mm以下である、上記第1から第4のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズである。

[0011] 本発明の第6の態様は、

前記第1デフォーカス領域配置部において、隣り合う前記デフォーカス領域の中心間距離 a は、3 mm超7 mm未満である、上記第1から第5のいずれか1つの態様に記載の眼鏡レンズである。

- [0012] 本発明の第 7 の態様は、
眼鏡レンズは近視進行抑制レンズである、上記第 1 から第 6 のいずれか 1 つの態様に記載の眼鏡レンズである。
- [0013] 本発明の第 8 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、
前記ベース領域と接する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、を備えた眼鏡レンズの設計方法であって、
前記物体側の面を平面視した際、の円内に前記デフォーカス領域がひとつしか含まれない直径 4 mm の円領域が存在するように、前記複数のデフォーカス領域を配置するデフォーカス領域設計工程を有する、眼鏡レンズの設計方法である。

発明の効果

- [0014] 本発明の一実施形態によれば、近視進行抑制の効果を増大させることができる眼鏡レンズを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [図1]図 1 は、特許文献 1 の図 1 に記載の DIMS を装用した際、周辺視野から眼に入射する光線が、網膜周辺部の後方にて集光する様子を示す図である。
- [図2]図 2 は、本発明の一実施形態に係る眼鏡レンズを装用した際、周辺視野から眼に入射する光線が、網膜周辺部の後方にて集光する様子を示す図である。
- [図3]図 3 は、本発明の第 1 実施形態に係る眼鏡レンズ 100 の物体側の面の平面図である。
- [図4]図 4 (a) および図 4 (b) は、本発明の第 1 実施形態に係る眼鏡レンズ 100 の第 1 デフォーカス領域配置部 30 の拡大平面図である。
- [図5]図 5 は、本発明の他の実施形態に係る眼鏡レンズ 100 の物体側の面の

平面図である。

[図6]図6(a)は、実施例1に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。図6(b)は、実施例1に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。

[図7]図7(a)は、実施例2に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。図7(b)は、実施例2に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。

[図8]図8(a)は、実施例3に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。図8(b)は、実施例3に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。

[図9]図9(a)は、実施例4に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。図9(b)は、実施例4に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0016] <発明者の得た知見>

まず、発明者が得た知見について説明する。

眼球は絶えず調節微動が働き、網膜にピントが合うように働く。調節を強める（網膜が後方に移動することに相当）と像のコントラストが高く、調節を弱める（網膜が前方に移動することに相当）と像のコントラストが低い場合、像が網膜の後ろにある。この信号が眼球伸長を速くするきっかけになると考えられる。この場合は近視進行が促進される。逆に調節を弱める（網膜が前方に移動することに相当）と像のコントラストが高く、調節を強める（網膜が後方に移動することに相当）と像のコントラストが低い場合、像が網膜の手前にある。この信号が眼球伸長を遅くするきっかけになると考えられる。

つまり、調節微動による網膜像のコントラストの変化が、眼球の成長の速さに影響を及ぼすと考えられる。網膜像のコントラストは、光学系のPSF(Point spread function)によって決められる。PSFの広がる大きさ、つ

まりスポット（光斑）の大きさは網膜像コントラストを決める大きな要因である。

[0017] 図1は、特許文献1の図1に記載のDIMSを装用した際、周辺視野から眼に入射する光線が、網膜周辺部の後方にて集光する様子を示す図である。

[0018] 図1に示すように、特許文献1に記載のDIMSは、ベース領域10と、複数のデフォーカス領域20とを備えており、瞳孔範囲内に複数のデフォーカス領域20が入る設計になっている。個々のデフォーカス領域20を透過した光束には、網膜手前に収束するようなデフォーカスが与えられる。一方、複数のデフォーカス領域20を透過した複数の光束はベース領域10と眼のパワーにより所定の位置に集まり、全体的なスポット（Ds）を形成する。ここで、ベース領域10は、網膜中央部において、ベース領域10と眼を介して網膜上に像を形成するようにパワーが設定されているが、周辺網膜に入射する光線はベース領域10と眼を介して収束する位置が網膜より後方になる場合が多い。これは、網膜形状の曲率が、光学像面の曲率より大きいことによるものである。したがって、網膜周辺部における全体的なスポット（Ds）の径が最小になる位置も網膜の後方になる場合が多い。この状況では、調節を強める（網膜がRp2からRp1に移動するのに相当する）場合、瞳孔範囲内の複数のデフォーカス領域20による各スポットがそれぞれ大きくなると同時に分離するため、全体的なスポット（Ds）は大きくなる。これは、眼球が伸長すると像がぼやけるという状況であるため、眼球の伸長を抑える効果、つまり、近視進行抑制の効果が得られると考えられる。

[0019] 反対に、調節を弱める（網膜がRp2からRp3に移動するのに相当する）場合、瞳孔範囲内の複数のデフォーカス領域20による各スポットはそれぞれ小さくなるものの、各スポットが分離するため、全体的なスポット（Ds）は大きくなる。これは、眼球が収縮すると像がぼやけるという状況であるため、近視進行抑制の効果が得られない可能性がある。

つまり、瞳孔範囲内に複数のデフォーカス領域20が存在する場合、眼軸の伸長をある程度抑制し、近視進行を抑えることはできるが、網膜周辺部に

において全体的なスポット（Ds）の径が最小になる位置が網膜より後方になるため、近視進行が逆転するように眼軸の伸長を抑制することはできない。この場合、調節微動によるコントラストの変化は、理論的には網膜をRp2の位置に近づけるように伸長を促すことになる。

[0020] 本発明者は、上述のような問題に対して鋭意検討を行った。その結果、瞳孔範囲内にデフォーカス領域がひとつしか入らないように眼鏡レンズを設計することで、近視進行抑制の効果を増大できることを見出した。

[0021] 図2は、本発明の一実施形態に係る眼鏡レンズを装用した際、周辺視野から眼に入射する光線が、網膜周辺部の後方にて集光する様子を示す図である。

[0022] 図2に示すように、本発明の一実施形態に係る眼鏡レンズでは、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20がひとつしか入らないように、図1と比べてサイズの大きい複数のデフォーカス領域20がまばらに配置されている。この状況では、調節を強める（網膜がRp2からRp1に移動するのに相当する）場合、瞳孔範囲内のデフォーカス領域20によるスポットが大きくなる。これは、眼球が伸長すると像がぼやけるという状況であるため、近視進行抑制の効果が得られる。

[0023] また、調節を弱める（網膜がRp2からRp3に移動するのに相当する）場合、瞳孔範囲内のデフォーカス領域20によるスポットは小さくなる。これも、眼球の伸長を抑制する状況であるため、近視進行抑制の効果が得られる。

図1および図2のように周辺網膜に入射する光線の場合、調節なしの状態では像の位置Rp2は網膜の後方にあることが多い。この場合でも、調節微動によるコントラストの変化は、理論的には網膜をRp2より手前になるように、伸長を抑制することになる。

[0024] 本発明の一実施形態に係る眼鏡レンズでは、デフォーカス領域20により網膜手前に収束するようなデフォーカスを与えたにもかかわらず複数のデフォーカス領域20を通った光束全体により形成されるスポット（Ds）が最

小となる位置が網膜後方になるという問題が生じないため、近視進行抑制の効果が損なわれることがなく、特許文献１に記載のDIMSと比べて、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0025] [本発明の実施形態の詳細]

次に、本発明の一実施形態を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0026] なお、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する。仮に特許文献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。

[0027] 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。

[0028] <本発明の第１実施形態>（１）眼鏡レンズ

図３は、本実施形態の眼鏡レンズ１００の物体側の面の平面図である。本実施形態の眼鏡レンズ１００は、ベース領域１０と、複数のデフォーカス領域２０とを備えている。ベース領域１０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ように構成されている。デフォーカス領域２０は、ベース領域１０と接しており、デフォーカス領域２０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ように構成されている。

[0029] ベース領域１０は、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。

- [0030] デフォーカス領域２０は、その領域の中の少なくとも一部がベース領域１０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２０は、特許文献１の微小凸部に該当する部分である。本実施形態の眼鏡レンズ１００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、本実施形態の複数のデフォーカス領域２０は、眼鏡レンズ１００の物体側の面または眼球側の面の少なくとも一方に形成されていればよい。本実施形態においては、眼鏡レンズ１００の物体側の面のみに複数のデフォーカス領域２０を設けた場合を例示する。
- [0031] デフォーカス領域２０の表面形状は、特に限定されない。デフォーカス領域２０は、球面形状、非球面形状、トーリック面形状、またはそれらが混在した形状であってもよい。本実施形態においては、デフォーカス領域２０が球面形状である場合を例示する。
- [0032] 眼鏡レンズ１００が備える複数のデフォーカス領域２０の個数は、特に限定されないが、例えば、２０個以上５００個以下である。
- [0033] 複数のデフォーカス領域２０は、例えば、島状に（つまり、互いに隣接することなく離間した状態で）配置されている。複数のデフォーカス領域２０の配置態様は、特に限定されない。本実施形態においては、図３に示すように、各デフォーカス領域２０の中心が正三角形の頂点となるように各々独立して離散配置されている場合（以下、正三角形配置ともいう）を例示する。
- [0034] 特許文献１の図１０に記載のように、眼鏡レンズ１００の中央部にデフォーカス領域２０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１００の中央部にデフォーカス領域２０を形成しなくてもよい。本実施形態では、図３に示すように、眼鏡レンズ１００の中央部にデフォーカス領域２０を形成しない場合を例示する。なお、本明細書において、眼鏡レンズ１００の中央部とは、眼鏡レンズ１００のレンズ中心（幾何中心、光学中心、または芯取り中心）およびその近傍を意味する。本実施形態では、眼鏡レンズ１００の装用者が正面視をした際の視線がレンズ中心を通過する場

合を例示する。

[0035] 図3に示すように、眼鏡レンズ100は、第1デフォーカス領域配置部30を有している。第1デフォーカス領域配置部30は、例えば、眼鏡レンズ100のレンズ中心を中心とし、最もレンズ中心に近いデフォーカス領域20に接する円周から、最もレンズ中心に遠いデフォーカス領域20に接する円周までの部分としてもよい。第1デフォーカス領域配置部30には、眼鏡レンズ100の物体側の面を平面視した際、円内にデフォーカス領域20がひとつしか含まれない直径4mmの円領域が存在するように、複数のデフォーカス領域20が配置されている。ここで、直径4mmの円領域とは、装用者の瞳孔範囲内を表現したものである。つまり、第1デフォーカス領域配置部30とは、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20がひとつしか含まれないようにする意図で設計されたものである。これにより、複数のデフォーカス領域20を通過した光束全体によるスポット(Ds)が網膜後方に形成されることがなく近視進行抑制の効果が得られるため、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0036] 第1デフォーカス領域配置部30において、物体側の面を平面視した際、必ずしもすべての直径4mmの円内にひとつしかデフォーカス領域20を含まれないように、デフォーカス領域20を配置する必要はない。近視進行抑制の効果を効率的に増大させる観点からは、円内にひとつしかデフォーカス領域20を含まれない直径4mmの円の中心位置から生成される領域が、第1デフォーカス領域配置部30のうち、25%以上（より好ましくは50%以上、さらに好ましくは70%以上）占めることが好ましい。

[0037] 第1デフォーカス領域配置部30は眼鏡レンズ100の周辺部に設けられていることが好ましい。なお、本明細書において、眼鏡レンズ100の周辺部とは、眼鏡レンズ100の装用者が日常的な視覚挙動の範囲で眼球回旋を行った際に、網膜の中心を通る光がレンズを通過する領域よりも外側の領域を意味する。つまり、日常的な視覚挙動の範囲においては、眼鏡レンズ100の周辺部を通過する光は、常に網膜周辺部に到達する。具体的には、眼鏡

レンズ100の周辺部とは、例えば、眼鏡レンズ100の物体側の面を平面視した際、レンズ中心から直径10mm（または20mm）の円周およびその外側の領域としてもよい。近視進行抑制においては、網膜周辺部に到達する光の影響が大きいため、眼鏡レンズ100の周辺部に第1デフォーカス領域配置部30を設けることで、近視進行抑制の効果を増大させることができる。また、眼鏡レンズ100の周辺部は、日常的な視覚挙動の範囲内では周辺視野の領域となるため、眼鏡レンズ100の周辺部に第1デフォーカス領域配置部30を設けることで、デフォーカス領域20が配置されていることによる、眼鏡レンズ100の見え方への影響を小さくすることができる。

[0038] 図4（a）および図4（b）は、本実施形態の眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。図4（a）および図4（b）では、複数のデフォーカス領域20は正三角形配置となっており、隣接する3つのデフォーカス領域20以外を省略している。第1デフォーカス領域配置部30において、物体側の面を平面視した際、直径4mmの円内に含まれるデフォーカス領域20の数は、直径4mmの円の中心位置（つまり、瞳孔中心に相当）によって変化する。そこで、直径4mmの円の中心が、隣接する3つのデフォーカス領域20の中心からなる正三角形範囲を移動する際、直径4mmの円内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算する。つまり、瞳孔の中心が、該正三角形範囲を移動する際、瞳孔範囲内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算する。以下、デフォーカス領域20の直径を d 、隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離を a 、瞳孔径を D （＝4mm）とする。

[0039] 隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離 a が、 $(D + d) / 2 < a < (D + d)$ を満たす場合、図4（a）に示すように、デフォーカス領域20 α の中心Aから半径 $r = (D + d) / 2$ の扇型領域内に瞳孔中心がある場合、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20 α の少なくとも一部が含まれる。また、デフォーカス領域20 β の中心Bから半径 $r = (D + d) / 2$ の扇型領域内に瞳孔中心がある場合、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20 β の少なくと

も一部が含まれる。また、デフォーカス領域 20γ の中心 C から半径 $r = (D + d) / 2$ の扇型領域内に瞳孔中心がある場合、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20γ の少なくとも一部が含まれる。したがって、3つの扇形領域が重なる領域 $Z3$ は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 を3つ含む瞳孔中心位置で形成される領域である。また、2つの扇形領域が重なる領域 $Z2$ は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 を2つ含む瞳孔中心位置で形成される領域である。また、扇形領域が重ならない領域 $Z1$ は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 をひとつしか含まない瞳孔中心位置で形成される領域である。

[0040] 図4(b)に示すように、デフォーカス領域 20 の直径 d 、および隣り合うデフォーカス領域 20 の中心間距離 a の値によっては、領域 $Z3$ が存在せず、どの扇型領域にも含まれない領域 $Z0$ が存在する場合がある。つまり、領域 $Z0$ は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 がひとつも含まれない瞳孔中心位置で形成される領域である。また、図4(b)に示すように、デフォーカス領域 20α の中心から半径 $r = (D - d) / 2$ の扇型領域内に瞳孔中心がある場合、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20α の全部が含まれる。このように、領域 $Z1$ のうち、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 のひとつが全部含まれる瞳孔中心位置で形成される領域を領域 $Z1A$ とする。

[0041] 近視進行抑制の効果を効率的に増大させる観点からは、第1デフォーカス領域配置部 30 において、領域 $Z1$ の割合が大きいことが好ましい。また、領域 $Z2$ 、領域 $Z3$ 、および領域 $Z0$ の割合が小さいことが好ましい。また、領域 $Z1$ のうち、領域 $Z1A$ の割合が大きいことが好ましい。

[0042] 第1デフォーカス領域配置部 30 において、領域 $Z1$ (つまり、物体側の面を平面視した際、デフォーカス領域 20 をひとつしか含まない直径 4 mm の円の中心位置で形成される領域) の面積は、第1デフォーカス領域配置部 30 の面積の 25% 以上 (より好ましくは 50% 以上) であることが好ましい。これにより、近視進行抑制の効果を増大させることができる。なお、第1デフォーカス領域配置部 30 および領域 $Z1$ の面積を算出する際は、隣接する複数のデフォーカス領域 20 の中心からなる多角形範囲内 (本実施形態

では、隣接する3つのデフォーカス領域20の中心からなる正三角形範囲内)を、第1デフォーカス領域配置部30全体に適用してもよい。領域Z2、領域Z3、領域Z0、および領域Z1Aの面積を算出する際も同様である。

[0043] 第1デフォーカス領域配置部30において、領域Z2(つまり、物体側の面を平面視した際、デフォーカス領域20を2つ含む直径4mmの円の中心位置で形成される領域)の面積は、第1デフォーカス領域配置部30の面積の50%以下であることが好ましい。これにより、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0044] 第1デフォーカス領域配置部30において、領域Z3(つまり、物体側の面を平面視した際、デフォーカス領域20を3つ以上含む直径4mmの円の中心位置で形成される領域)の面積は、第1デフォーカス領域配置部30の面積の20%以下であることが好ましい。これにより、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0045] 第1デフォーカス領域配置部30において、領域Z0(つまり、物体側の面を平面視した際、デフォーカス領域20がひとつも含まれない直径4mmの円の中心位置で形成される領域)の面積は、第1デフォーカス領域配置部30の面積の10%以下(より好ましくは5%以下、さらに好ましくは0%)であることが好ましい。これにより、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0046] 第1デフォーカス領域配置部30において、領域Z1A(つまり、物体側の面を平面視した際、デフォーカス領域20のひとつが全部含まれる直径4mmの円の中心位置で形成される領域)の面積は、領域Z1の面積の3%以上(より好ましくは5%以上、さらに好ましくは10%以上)であることが好ましい。これにより、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0047] 第1デフォーカス領域配置部30において、隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離 a と、デフォーカス領域の直径 d とは、 $(d + 4\text{ mm}) / 2 < a < d + 4\text{ mm}$ (つまり、 $(D + d) / 2 < a < D + d$)を満たすことが好ましい。これにより、第1デフォーカス領域配置部30において、領域Z

1の割合を十分に大きくし、かつ、領域Z2、領域Z3、および領域Z0の割合を十分に小さくすることができる。したがって、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0048] 第1デフォーカス領域配置部30において、デフォーカス領域20の直径dは、1.5mm以上3mm以下であることが好ましい。直径dが1.5mm未満では、瞳孔範囲内におけるデフォーカス領域20の面積の割合が小さくなりすぎるため、近視進行抑制の効果が減少する可能性がある。これに対し、直径dを1.5mm以上とすることで、瞳孔範囲内におけるデフォーカス領域20の面積の割合が適度に大きくなるため、近視進行抑制の効果を増大させることができる。一方、直径dが3mmを超えると、瞳孔範囲内におけるデフォーカス領域20の面積の割合が大きくなり過ぎるため、眼鏡レンズ100の見え方に影響を及ぼす可能性がある。これに対し、直径dを3mm以下とすることで、瞳孔範囲内におけるデフォーカス領域20の面積の割合が適度に小さくなるため、眼鏡レンズ100の見え方への影響を低減することができる。

[0049] 第1デフォーカス領域配置部30において、隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離aは、3mm超7mm未満であることが好ましい。中心間距離aが3mm以下では、第1デフォーカス領域配置部30における、領域Z2および領域Z3の割合が大きくなるため、近視進行抑制の効果が減少する可能性がある。これに対し、中心間距離aを3mm超とすることで、第1デフォーカス領域配置部30における、領域Z2および領域Z3の割合が小さくなるため、近視進行抑制の効果を増大させることができる。一方、中心間距離aが7mm以上では、第1デフォーカス領域配置部30における、領域Z0の割合が大きくなるため、近視進行抑制の効果が減少する可能性がある。これに対し、中心間距離aを7mm未満とすることで、第1デフォーカス領域配置部30における、領域Z0の割合が小さくなるため、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0050] (2) 眼鏡レンズの設計方法

本発明は、眼鏡レンズ１００の設計方法にも適用可能である。本実施形態の眼鏡レンズ１００の設計方法は、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１０と、ベース領域１０と接するデフォーカス領域２０であって、デフォーカス領域２０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２０と、を備えた眼鏡レンズ１００の設計方法であって、物体側の面を平面視した際、円内にデフォーカス領域２０がひとつしか含まれない直径４ｍｍの円領域が存在するように、複数のデフォーカス領域２０を配置するデフォーカス領域設計工程を有する、眼鏡レンズの設計方法である。つまり、デフォーカス領域設計工程とは、上述した第１デフォーカス領域配置部３０を設計する工程である。デフォーカス領域設計工程の詳細は、上述の（１）眼鏡レンズと記載内容が重複するため省略する。

[0051] <本発明の第２実施形態>

続いて、本発明の第２実施形態について、第１実施形態と異なる点を中心に説明する。第１実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0052] 図５は、本発明の第２実施形態に係る眼鏡レンズ１００の物体側の面の平面図である。図５に示すように、本実施形態の眼鏡レンズ１００は、第１デフォーカス領域配置部３０と、第２デフォーカス領域配置部４０とを有している。第２デフォーカス領域配置部４０は、第１デフォーカス領域配置部３０よりレンズ中心に近い部分に設けられており、眼鏡レンズ１００の物体側の面を平面視した際、直径４ｍｍの円内にデフォーカス領域２０が複数（例えば、４個以上７個以下）含まれるように、複数のデフォーカス領域２０が配置されている領域である。以下、眼鏡レンズ１００が備える複数のデフォーカス領域２０のうち、眼鏡レンズ１００の物体側の面を平面視した際、直径４ｍｍの円内にデフォーカス領域２０がひとつしか含まれないように配置されたデフォーカス領域２０をデフォーカス領域２０Ａとし、直径４ｍｍの円内にデフォーカス領域２０が複数（例えば、４個以上７個以下）含まれる

ように配置されたデフォーカス領域20をデフォーカス領域20Bとして区別する。

- [0053] 本実施形態では、第1デフォーカス領域配置部30は、例えば、眼鏡レンズ100のレンズ中心を中心とし、最もレンズ中心に近いデフォーカス領域20Aに接する円周から、最もレンズ中心から遠いデフォーカス領域20Aに接する円周までの部分としてもよい。また、第2デフォーカス領域配置部40は、例えば、眼鏡レンズ100のレンズ中心を中心とし、最もレンズ中心に近いデフォーカス領域20Bに接する円周から、最もレンズ中心から遠いデフォーカス領域20Bに接する円周までの部分としてもよい。
- [0054] 第2デフォーカス領域配置部40におけるデフォーカス領域20Bの直径 d_B は、第1デフォーカス領域配置部30におけるデフォーカス領域20Aの直径 d より小さい。また、第2デフォーカス領域配置部40における隣り合うデフォーカス領域20Bの中心間距離 a_B は、第1デフォーカス領域配置部30における隣り合うデフォーカス領域20Aの中心間距離 a より小さい。具体的には、第2デフォーカス領域配置部40において、デフォーカス領域20Bの直径 d_B は、例えば、0.6mm以上1.5mm以下であり、隣り合うデフォーカス領域20Bの中心間距離 a_B は、例えば、1.0mm以上2.0mm以下である。
- [0055] 本実施形態の眼鏡レンズ100では、レンズ中心に近い位置に第2デフォーカス領域配置部40が設けられている。また、第2デフォーカス領域配置部40では、第1デフォーカス領域配置部30に比べて、サイズの小さい複数のデフォーカス領域20Bが密に配置されている。そのため、第2デフォーカス領域配置部40は、第1デフォーカス領域配置部30に比べて、眼鏡レンズ100の見え方へ与える影響が小さい可能性がある。したがって、本実施形態の眼鏡レンズ100は、上述した第1実施形態の眼鏡レンズ100と比べて、眼鏡レンズ100の見え方への影響を小さくすることができる可能性がある。また、本実施形態の眼鏡レンズ100は、上述した第1実施形態の眼鏡レンズ100と同様に、眼鏡レンズ100の周辺部に第1デフォー

カス領域配置部 30 が設けられているため、近視進行抑制の効果を増大させることができる。

[0056] <本発明の他の実施形態>

以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0057] 例えば、上述の実施形態では、第 1 デフォーカス領域配置部 30 における複数のデフォーカス領域 20 の直径 d および中心間距離 a が一定である場合について説明したが、第 1 デフォーカス領域配置部 30 において、複数のデフォーカス領域 20 の直径 d や中心間距離 a を変化させてもよい。具体的には、例えば、眼鏡レンズ 100 のレンズ中心から周辺部に向かうほど、デフォーカス領域 20 の直径 d および中心間距離 a を増加させてもよい。

実施例

[0058] 次に、本発明に係る実施例を説明する。これらの実施例は本発明の一例であって、本発明はこれらの実施例により限定されない。

[0059] (実施例 1)

図 6 (a) は、実施例 1 に係る眼鏡レンズ 100 の物体側の面の平面図である。実施例 1 では、レンズ中心から半径 4.6 mm の円周およびその外側を、第 1 デフォーカス領域配置部 30 とした。第 1 デフォーカス領域配置部 30 において、複数のデフォーカス領域 20 を正三角形配置とし、各デフォーカス領域 20 の形状は球面形状とした。また、デフォーカス領域 20 の直径 d を 2.8 mm とし、隣り合うデフォーカス領域 20 の中心間距離 a を 6 mm とした。

[0060] 図 6 (b) は、実施例 1 に係る眼鏡レンズ 100 の第 1 デフォーカス領域配置部 30 の拡大平面図である。図 6 (b) においては、ベース領域 10 とデフォーカス領域 20 との境界を示す線を省略している。眼鏡レンズ 100 の第 1 デフォーカス領域配置部 30 において、直径 4 mm の円の中心が、隣接する 3 つのデフォーカス領域 20 の中心からなる正三角形範囲を移動する

際、直径4 mmの円内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。つまり、瞳孔の中心が、図6（b）に示す正三角形範囲を移動する際、瞳孔範囲内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。図6（b）において、Tはデフォーカス領域20の中心を示し、Tを中心とした円C1は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが全部含まれる領域（領域Z1A）を示している。また、Tを中心とした円C2は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつの50%以上が含まれる領域（以下、領域Z1Bとする）を示している。また、Tを中心とした円C3は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつの25%以上が含まれる領域（以下、領域Z1Cとする）を示している。また、Tを中心とした円C4は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが含まれる領域（領域Z1）を示している。そして、該正三角形範囲内の領域Z1、領域Z2、領域Z3、領域Z0、領域Z1A、領域Z1B、および領域Z1Cの面積および割合を算出した。その結果を表1に示す。

[0061] [表1]

実施例1	正三角形面積 = 15.59mm ²		
領域	瞳孔範囲内の デフォーカス領域数	面積(mm ²)	割合(%)
Z0	0	0.022	0.1397
Z1	1	0%以上	12.975
Z1C		25%以上	8.31
Z1B		50%以上	4.021
Z1A		100%	0.565
Z2	2	2.592	16.6259
Z3	3	0	0

[0062] 表1に示すように、実施例1に係る眼鏡レンズ100は、領域Z1の面積の割合が83.2344%であり、十分に大きかった。したがって、実施例1に係る眼鏡レンズ100は、近視進行抑制の効果を効率的に増大させることができることを確認した。

[0063] （実施例2）

図7（a）は、実施例2に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図で

ある。実施例2では、レンズ中心から半径4 mmの円周およびその外側を、第1デフォーカス領域配置部30とした。第1デフォーカス領域配置部30において、複数のデフォーカス領域20を正三角形配置とし、各デフォーカス領域20の形状は球面形状とした。また、デフォーカス領域20の直径dを2.0 mmとし、隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離aを6 mmとした。

[0064] 図7(b)は、実施例2に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。図7(b)においては、ベース領域10とデフォーカス領域20との境界を示す線を省略している。実施例2に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30において、直径4 mmの円の中心が、隣接する3つのデフォーカス領域20の中心からなる正三角形範囲を移動する際、直径4 mmの円内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。つまり、瞳孔の中心が、図7(b)に示す正三角形範囲を移動する際、瞳孔範囲内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。図7(b)において、Tはデフォーカス領域20の中心を示し、Tを中心とした円C1は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが全部含まれる領域(領域Z1A)を示している。また、Tを中心とした円C2は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつの50%以上が含まれる領域(領域Z1B)を示している。また、Tを中心とした円C4は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが含まれる領域(領域Z1)を示している。そして、該正三角形範囲内の領域Z1、領域Z2、領域Z3、領域Z0、領域Z1A、および領域Z1Bの面積および割合を算出した。その結果を表2に示す。

[0065]

[表2]

実施例 2	正三角形面積 = 10.83mm ²			
領域	瞳孔範囲内の デフォーカス領域数	面積(mm ²)	割合(%)	
Z0	0	0	0	
Z1	1	0%以上	7.578	70.0006
Z1B		50%以上	5.0894	47.0137
Z1A		100%	1.5708	14.5104
Z2	2	3.1832	29.4053	
Z3	3	0.0643	0.5941	

[0066] 表2に示すように、実施例2に係る眼鏡レンズ100は、領域Z1の面積の割合が70.0006%であり、十分に大きかった。したがって、実施例2に係る眼鏡レンズ100も、近視進行抑制の効果を効率的に増大させることができることを確認した。また、実施例2に係る眼鏡レンズ100は、実施例1に係る眼鏡レンズ100と比べて、領域Z1Aの面積の割合が大きくなっていた。したがって、実施例2に係る眼鏡レンズ100は、実施例1に係る眼鏡レンズ100と比べて、近視進行抑制の効果を増大させることができる可能性があることを確認した。

[0067] (実施例3)

図8(a)は、実施例3に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。実施例3では、レンズ中心から半径13.7mmの円周およびその外側を、第1デフォーカス領域配置部30とした。第1デフォーカス領域配置部30において、複数のデフォーカス領域20Aを正三角形配置とし、各デフォーカス領域20Aの形状は球面形状とした。また、レンズ中心から半径4.7mmの円および半径13.7mmの円で囲まれた部分を、第2デフォーカス領域配置部40とし、第2デフォーカス領域配置部40において、複数のデフォーカス領域20Bを正三角形配置とし、各デフォーカス領域20Bの形状は球面形状とした。第1デフォーカス領域配置部30における、デフォーカス領域20Aの直径dを2.8mmとし、隣り合うデフォーカス領域20Aの中心間距離aを5.7mmとした。また、第2デフォーカス領域配置部40における、デフォーカス領域20Bの直径d_Bを1.0mmとし、

隣り合うデフォーカス領域 20B の中心間距離 a_B を 1.5 mm とした。

[0068] 図 8 (b) は、実施例 3 に係る眼鏡レンズ 100 の第 1 デフォーカス領域配置部 30 の拡大平面図である。図 8 (b) においては、ベース領域 10 とデフォーカス領域 20 との境界を示す線を省略している。実施例 3 に係る眼鏡レンズ 100 の第 1 デフォーカス領域配置部 30 において、直径 4 mm の円の中心が、隣接する 3 つのデフォーカス領域 20 の中心からなる正三角形範囲を移動する際、直径 4 mm の円内に含まれるデフォーカス領域 20 の数を計算した。つまり、瞳孔の中心が、図 8 (b) に示す正三角形範囲を移動する際、瞳孔範囲内に含まれるデフォーカス領域 20 の数を計算した。図 8 (b) において、T はデフォーカス領域 20 の中心を示し、T を中心とした円 C1 は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 のひとつが全部含まれる領域（領域 Z1A）を示している。また、T を中心とした円 C2 は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 のひとつの 50% 以上が含まれる領域（領域 Z1B）を示している。また、T を中心とした円 C3 は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 のひとつの 25% 以上が含まれる領域（領域 Z1C）を示している。また、T を中心とした円 C4 は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域 20 のひとつが含まれる領域（領域 Z1）を示している。そして、該正三角形範囲内の領域 Z1、領域 Z2、領域 Z3、領域 Z0、領域 Z1A、領域 Z1B、および領域 Z1C の面積および割合を算出した。その結果を表 3 に示す。

[0069] [表3]

実施例 3	正三角形面積 = 14.07mm ²			
領域	瞳孔範囲内の デフォーカス領域数	面積(mm ²)	割合(%)	
Z0	0	0	0	
Z1	1	0% 以上	10.039	71.3559
Z1C		25% 以上	8.31	59.0643
Z1B		50% 以上	4.021	28.5831
Z1A		100%	0.565	4.0195
Z2	2	3.97	28.2177	
Z3	3	0.06	0.4265	

[0070] 表 3 に示すように、実施例 3 に係る眼鏡レンズ 100 は、領域 Z1 の面積

の割合が71.3559%であり、十分に大きかった。したがって、実施例3に係る眼鏡レンズ100は、近視進行抑制の効果を効率的に増大させることができることを確認した。また、実施例3に係る眼鏡レンズ100は、レンズ中心に近い位置に第2デフォーカス領域配置部40を設けているため、実施例1および実施例2に係る眼鏡レンズ100と比べて、眼鏡レンズ100の見え方への影響を小さくすることができる可能性があることを確認した。

[0071] (実施例4)

図9(a)は、実施例4に係る眼鏡レンズ100の物体側の面の平面図である。実施例4では、レンズ中心から半径4.6mmの円周およびその外側を、第1デフォーカス領域配置部30とした。第1デフォーカス領域配置部30において、複数のデフォーカス領域20を正方形配置(各デフォーカス領域20の中心が正方形の頂点となるような配置)とし、各デフォーカス領域20の形状は球面形状とした。また、デフォーカス領域20の直径dを2.8mmとし、隣り合うデフォーカス領域20の中心間距離aを6mmとした。

[0072] 図9(b)は、実施例4に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30の拡大平面図である。図9(b)においては、ベース領域10とデフォーカス領域20との境界を示す線を省略している。実施例4に係る眼鏡レンズ100の第1デフォーカス領域配置部30において、直径4mmの円の中心が、隣接する4つのデフォーカス領域20の中心からなる正方形範囲を移動する際、直径4mmの円内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。つまり、瞳孔の中心が、図9(b)に示す正方形範囲を移動する際、瞳孔範囲内に含まれるデフォーカス領域20の数を計算した。図9(b)において、Tはデフォーカス領域20の中心を示し、Tを中心とした円C1は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが全部含まれる領域(領域Z1A)を示している。また、Tを中心とした円C2は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつの50%以上が含まれる領域(領域Z1B)を

示している。また、Tを中心とした円C3は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつの25%以上が含まれる領域（領域Z1C）を示している。また、Tを中心とした円C4は、瞳孔範囲内にデフォーカス領域20のひとつが含まれる領域（領域Z1）を示している。そして、該正方形範囲内の領域Z1、領域Z2、領域Z3、領域Z0、領域Z1A、領域Z1B、および領域Z1Cの面積および割合を算出した。その結果を表4に示す。

[0073] [表4]

実施例4	正方形面積 = 32.49mm ²		
領域	瞳孔範囲内の デフォーカス領域数	面積(mm ²)	割合(%)
Z0	0	1.706	5.2517
Z1	1	0%以上	25.251
Z1C		25%以上	16.619
Z1B		50%以上	8.042
Z1A		100%	1.131
Z2	2	5.5331	17.0301
Z3	3	0	0

[0074] 表4に示すように、実施例4に係る眼鏡レンズ100は、領域Z1の面積の割合が77.7181%であり、十分に大きかった。したがって、実施例4に係る眼鏡レンズ100は、近視進行抑制の効果を効率的に増大させることができることを確認した。しかしながら、実施例4に係る眼鏡レンズ100は、実施例1、実施例2および実施例3に係る眼鏡レンズ100と比べて、領域Z0の面積の割合が大きくなってしまった。したがって、領域Z0の面積の割合を小さくする観点では、第1デフォーカス領域配置部30における複数のデフォーカス領域20の配置態様は、正方形配置より、正三角形配置が好ましいことを確認した。

符号の説明

[0075] 10 ベース領域

20、20A、20B デフォーカス領域

30 第1デフォーカス領域配置部

40 第2デフォーカス領域配置部

1 0 0 眼鏡レンズ

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、
- 前記ベース領域と接する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、
- 前記物体側の面を平面視した際、円内に前記デフォーカス領域がひとつしか含まれない直径4 mmの円領域が存在するように、前記複数のデフォーカス領域が配置されている第1デフォーカス領域配置部を有する、眼鏡レンズ。
- [請求項2] 前記第1デフォーカス領域配置部は、前記眼鏡レンズの周辺部に設けられている、請求項1に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項3] 前記第1デフォーカス領域配置部において、前記物体側の面を平面視した際、前記デフォーカス領域をひとつしか含まない直径4 mmの円の中心位置で形成される領域を領域Z1とした時、前記領域Z1の面積は、前記第1デフォーカス領域配置部の面積の25%以上である、請求項1または請求項2に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項4] 前記第1デフォーカス領域配置部において、隣り合う前記デフォーカス領域の中心間距離 a と、前記デフォーカス領域の直径 d とは、 $(d + 4 \text{ mm}) / 2 < a < d + 4 \text{ mm}$ を満たす、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項5] 前記第1デフォーカス領域配置部において、前記デフォーカス領域の直径 d は、1.5 mm以上3 mm以下である、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項6] 前記第1デフォーカス領域配置部において、隣り合う前記デフォーカス領域の中心間距離 a は、3 mm超7 mm未満である、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の眼鏡レンズ。
- [請求項7] 眼鏡レンズは近視進行抑制レンズである、請求項1から請求項6の

いずれか 1 項に記載の眼鏡レンズ。

[請求項8]

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、

前記ベース領域と接する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、を備えた眼鏡レンズの設計方法であって、

前記物体側の面を平面視した際、円内に前記デフォーカス領域がひとつしか含まれない直径 4 mm の円領域が存在するように、前記複数のデフォーカス領域を配置するデフォーカス領域設計工程を有する、眼鏡レンズの設計方法。