

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7571019号
(P7571019)

(45)発行日 令和6年10月22日(2024.10.22)

(24)登録日 令和6年10月11日(2024.10.11)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 C 7/00 (2006.01) G 0 2 C 7/00

請求項の数 25 (全26頁)

(21)出願番号	特願2021-530991(P2021-530991)	(73)特許権者	519400379
(86)(22)出願日	令和1年12月2日(2019.12.2)		サイトグラス・ヴィジョン・インコーポ レイテッド
(65)公表番号	特表2022-510293(P2022-510293 A)		アメリカ合衆国・テキサス・7 5 2 3 4 ・ダラス・ノース・ステムモンズ・フリ ーウェイ・1 3 5 5 5・スイート・3 4 2
(43)公表日	令和4年1月26日(2022.1.26)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/US2019/063982		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2020/113212	(74)代理人	100110364
(87)国際公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	令和3年7月27日(2021.7.27)	(74)代理人	100133400
審判番号	不服2023-20842(P2023-20842/J 1)		弁理士 阿部 達彦
審判請求日	令和5年12月7日(2023.12.7)	(72)発明者	トーマス・ダブリュー・チャルバーク・ ジュニア
(31)優先権主張番号	62/773,577		
(32)優先日	平成30年11月30日(2018.11.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関			
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 近視を治療するための光散乱レンズおよび光散乱レンズを含む眼鏡

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

眼鏡用の眼科用レンズであって、前記眼科用レンズが、互いに対向する2つの曲面を有するレンズ材料と、複数の散乱中心を含む光散乱領域と、前記光散乱領域によって囲まれ、かつ、前記眼科用レンズの垂直軸上に位置する第1の開口部であって、透明な、または、前記光散乱領域と比較して低減された散乱中心の密度及び屈折率を有する、第1の開口部と、前記光散乱領域の一部によって前記第1の開口部から分離される第2の開口部であって、透明な、または、前記光散乱領域と比較して低減された散乱中心の密度及び屈折率を有する、第2の開口部と、を備え、

前記第2の開口部が、前記眼科用レンズの垂直軸に対して0でない角度を画定する軸に沿って前記第1の開口部からずらされている、眼科用レンズ。

【請求項2】

屈折力を有する、請求項1に記載の眼科用レンズ。

【請求項3】

前記光散乱領域を囲む透明な区域をさらに備え、前記眼科用レンズの前記透明な領域と前記光散乱領域の分離が、前記散乱中心の密度及び屈折率の緩やかな変化を介して調和された、請求項1に記載の眼科用レンズ。

【請求項 4】

単焦点レンズである、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 5】

多焦点レンズである、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 6】

前記多焦点レンズが累進レンズまたは自由形状レンズである、請求項 5 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 7】

前記多焦点レンズが二焦点レンズである、請求項 5 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 8】

前記眼科用レンズが、前記第 1 の開口部に第 1 の屈折力を、前記第 2 の開口部に第 2 の屈折力を有し、前記第 1 の屈折力と前記第 2 の屈折力が異なる、請求項 5 に記載の眼科用レンズ。

10

【請求項 9】

前記第 1 の屈折力が、遠距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように選択される、請求項 8 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 10】

前記第 2 の屈折力が、近距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように、または近距離視界の作業での補助をするため拡大するように選択される、請求項 9 に記載の眼科用レンズ。

20

【請求項 11】

前記第 2 の屈折力が、前記第 1 の開口部を通した遠距離視界中の近視の周辺デフォーカスを可能にする正である、請求項 9 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 12】

前記第 1 の開口部が、レンズ光軸上をほぼ中心とする、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 13】

前記第 2 の開口部が、レンズ光軸からずらされる、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 14】

前記第 1 の開口部を前記第 2 の開口部から分離する前記光散乱領域の区域が、前記光散乱領域の他の区域と比較して、異なる光散乱特性を有する、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

30

【請求項 15】

前記第 1 の開口部を前記第 2 の開口部から分離する前記光散乱領域の前記区域が、前記第 1 の開口部と前記第 2 の開口部の間に、ユーザの自然の両眼転導にしたがった散乱を減らした経路を規定する、請求項 14 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 16】

前記第 2 の開口部が前記光散乱領域によって囲まれる、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 17】

前記第 2 の開口部が前記透明な区域と連続する、請求項 3 に記載の眼科用レンズ。

【請求項 18】

前記複数の散乱中心が、前記第 1 の開口部または前記第 2 の開口部と比較して、前記光散乱領域を通して見られる画像のコントラストを減らすようにサイズ決定および配置される前記複数の散乱中心を含む、請求項 1 に記載の眼科用レンズ。

40

【請求項 19】

請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の眼科用レンズを備える、眼鏡。

【請求項 20】

前記角度 が、ユーザの視線の向きが前記第 1 の開口部から前記第 2 の開口部に移行するときの前記ユーザの目の経路に対応する、請求項 19 に記載の眼鏡。

【請求項 21】

前記角度 が、遠距離視界から近距離視界へと切り替わるときの、ユーザの目の自然な

50

両眼転導の経路に対応する、請求項 19 に記載の眼鏡。

【請求項 22】

が、5° から 20° の範囲にある、請求項 19 に記載の眼鏡。

【請求項 23】

前記眼科用レンズの前記第 1 の開口部及び前記第 2 の開口部の少なくとも 1 つが、前記眼鏡の垂直方向に細長い、請求項 19 に記載の眼鏡。

【請求項 24】

前記眼科用レンズの前記第 1 の開口部及び前記第 2 の開口部の少なくとも 1 つが、前記眼鏡の水平方向に細長い、請求項 19 に記載の眼鏡。

【請求項 25】

前記第 1 の開口部及び前記第 2 の開口部の少なくとも 1 つが、前記眼鏡の使用中の近距離視界用に配置される、請求項 24 に記載の眼鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、近視を治療し、近視の進行を遅らせるための眼科用レンズを特徴とする。

【背景技術】

【0002】

目は光学センサであって、そこでは、外部の発生源からの光が、レンズによって、波長依存性光センサの配列である網膜の表面上に合焦される。目のレンズは、形状を変えることによって調節することができ、その結果、焦点距離において外部の光が最適またはほぼ最適に合焦されて、目によって観察される外部の画像に対応する反転画像が網膜の表面上に作られる。目のレンズは、目からある範囲の距離内にある外部の物体によって放出される、または外部の物体から反射される光を最適またはほぼ最適に合焦し、その範囲の距離の外側にある物体を最適でなく合焦する、または合焦に失敗する。

【0003】

正常な視力の人では、目軸長すなわち角膜の前から網膜の中心窩までの距離は、遠い物体のほぼ最適な合焦のための焦点距離に対応する。正常な視力の人々の目は、「調節」と呼ばれるプロセスである、目のレンズの形状を変えるために力を加える筋肉への神経の入力を行うことなく、遠い物体に合焦する。より近い手近な物体は、正常な人により、調節の結果として合焦される。

【0004】

しかし、多くの人々が、近視（近眼）などといった目の長さに関する障害に苦しんでいる。近視の人では、目軸長は、調節なしで遠くの物体を合焦するのに必要な軸長より長い。結果として、近視の人は、ある距離の近くの物体を明瞭に見ることができるが、その距離よりはるかに離れた物体はぼける。

【0005】

典型的には、幼児は遠視で生まれ、目の長さは、調節なしで遠くの物体の最適またはほぼ最適な合焦のために必要なものより短い。「正視化」と呼ばれる目の正常な発達中に、目の他の寸法と比較して、目軸長は、調節なしで遠くの物体のほぼ最適な合焦をもたらす長さまで増える。理想的には、生物学的プロセスは、目が最終的な成人サイズに成長するときに、目のサイズに対してほぼ最適な相対的な目の長さ（たとえば、軸長）を維持する。しかし、近視の人では、全体的な目のサイズに対する相対的な目軸長は、発達中に、遠い物体のほぼ最適な合焦をもたらす長さを過ぎて増大し続け、ますます著しい近視となる。

【0006】

近視は、環境因子ならびに遺伝因子によって影響されると考えられる。したがって、近視は、環境因子に対処する治療デバイスによって軽減することができる。たとえば、近視を含む目の長さに関する障害を治療するための治療デバイスは、特許文献 1 に記載される。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0007】

【文献】米国特許公開第2011/0313058A1号

【文献】国際公開第2018/026697号

【文献】米国仮出願第62/671,992号

【文献】米国特許公開第2019/0235279A1号

【文献】米国特許第7,025,460号

【文献】米国特許第10,268,050号

【文献】国際公開第2019/166653号

【非特許文献】

【0008】

【文献】ASTM D1003

【文献】BS EN ISO 13468

【文献】http://www.montana.edu/jshaw/documents/18%20EEL582__S15_OTFMTF.pdf

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の様々な態様が以下に要約される。

【0010】

一般的に、第1の態様では、本発明は、互いに対向する2つの曲面を有するレンズ材料と、光散乱領域と、光散乱領域によって囲まれる（たとえば、透明な、または光散乱領域と比較して散乱中心の密度/屈折力が低い）第1の開口部と、光散乱領域の一部によって第1の透明な開口部から分離される（たとえば、透明な、または光散乱領域と比較して散乱中心に密度/屈折力が低い）第2の開口部とを含む、眼科用レンズを特徴とする。

【0011】

眼科用レンズの実施形態は、以下の特徴および/または他の態様の特徴のうちの1つもしくは複数を有することができる。たとえば、眼科用レンズは、屈折力を有することができる。

【0012】

透明な領域と光散乱領域の分離は、散乱中心の密度/屈折力の緩やかな変化を介して調和され得る。

【0013】

眼科用レンズは、単焦点レンズまたは多焦点レンズ（たとえば、累進レンズ、自由形状レンズ、またはプリズム二焦点レンズなどといった二焦点レンズ）であってよい。レンズは、第1の透明な開口部に第1の屈折力を、第2の透明な開口部に第2の屈折力を有することができ、第1の屈折力と第2の屈折力は異なる。第1の屈折力は、遠距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように選択され得る。第2の屈折力は、近距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように、または近距離視界の作業での補助をするため拡大するように選択され得る。第2の屈折力は、第1の透明な開口部を通した遠距離視界中の近視の周辺デフォーカスを可能にする正であってよい。

【0014】

第1の開口部は、レンズ光軸上をほぼ中心とすることができる。

【0015】

第2の開口部は、レンズ光軸からずらされ得る。

【0016】

第1の開口部を第2の開口部から分離する光散乱領域の区域は、光散乱領域の他の区域と比較して、異なる（たとえば、低下した）光散乱特性を有する。第1の開口部を第2の開口部から分離する光散乱領域の区域は、第1の開口部と第2の開口部の間に、ユーザの自然の両眼転導にしたがった散乱を減らした経路を規定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

第2の開口部を、光散乱領域によって囲まれ得る。

【 0 0 1 8 】

眼科用レンズは、光散乱領域を囲む透明な区域を含むことができ、第2の透明な開口部が透明な区域と連続する。

【 0 0 1 9 】

光散乱領域は、第1の透明な開口部または第2の透明な開口部と比較して、光散乱領域を通して見られる画像のコントラストを減らすようにサイズ決定および配置される光学構造を含むことができる。

【 0 0 2 0 】

一般的に、別の態様では、本発明は、遠距離視界用に屈折力を有する第1の区域および近距離視界用に異なる屈折力を有する第2の区域を有する多焦点レンズと、光散乱領域と、光散乱領域によって囲まれる第1の透明領域であって、多焦点レンズの第1の区域と少なくとも部分的に重なる、第1の透明領域と、多焦点レンズの第2の区域と少なくとも部分的に重なる、第2の透明領域とを含む、眼科用レンズを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

眼科用レンズの実施形態は、以下の特徴および/または他の態様の特徴のうちの1つまたは複数を含むことができる。たとえば、多焦点レンズは、二焦点レンズ(たとえばプリズム二焦点レンズ)、累進レンズ、または自由形状レンズであってよい。

【 0 0 2 2 】

第1の透明領域および第2の透明領域は、共通の開口部の領域であってよい。共通の開口部は、光散乱領域によって囲まれてよい。共通の開口部は、光散乱領域の縁部へと延びてよい。

【 0 0 2 3 】

第1の透明領域および第2の透明領域は、各々が別個の開口部を規定してよい。

【 0 0 2 4 】

一般的に、別の態様では、本発明は、2つの対向する面を有するレンズ材料であって、面が曲面でありレンズ軸を規定する、レンズ材料と、光散乱領域と、レンズ軸から光散乱領域の周辺部に延びる開口部とを含む、眼科用レンズを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

眼科用レンズの実施形態は、以下の特徴および/または他の態様の特徴のうちの1つまたは複数を含むことができる。開口部は、透明であってよく、または光散乱領域と比較して低下した散乱をしてよい。

【 0 0 2 6 】

レンズは、レンズ軸において第1の屈折力を有する領域と、第1の屈折力と異なる第2の屈折力を有する領域とを有することができ、透明な開口部は両方の領域と重なる。第1の屈折力は、遠距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように選択され得る。第2の屈折力は、近距離視界についてのユーザの屈折誤りを補正するように、または近距離視界の作業での補助をするため拡大するように選択され得る。

【 0 0 2 7 】

眼科用レンズは、累進レンズまたは自由形状レンズであってよい。いくつかの実施形態では、眼科用レンズは、二焦点レンズである。

【 0 0 2 8 】

さらなる態様では、本発明は、遠距離視界用に屈折力を有する第1の区域および近距離視界用に異なる屈折力を有する第2の区域を有する多焦点レンズと、眼科用レンズのユーザにとっての画像コントラストを低減させるため、散乱中心および/または1つまたは複数の小レンズを含むコントラスト低減領域と、コントラスト低減領域によって囲まれる第1の透明領域であって、多焦点レンズの第1の区域と少なくとも部分的に重なる、第1の透明領域と、多焦点レンズの第2の区域と少なくとも部分的に重なる第2の透明領域とを含む、眼科用レンズを特徴とする。眼科用レンズの実施形態は、他の態様の特徴のうちの

10

20

30

40

50

1つもしくは複数を含むことができる。

【0029】

またさらなる態様では、本発明は、2つの対向する曲面を有するレンズ材料であって、曲面がレンズ軸を規定する、レンズ材料と、眼科用レンズのユーザにとっての画像コントラストを低減させるためのコントラスト低減領域と、レンズ軸からデフォーカス領域の周辺部に延びる透明な開口部とを含む、眼科用レンズを特徴とする。コントラスト低減領域は、1つまたは複数の小レンズと複数の散乱中心を含む。眼科用レンズの実施形態は、他の態様の特徴のうちの1つまたは複数を含むことができる。

【0030】

別の態様では、本発明は、前の態様のいずれかの眼科用レンズを含む眼鏡を特徴とする。

10

【0031】

第2の開口部は、眼鏡フレームの垂直軸と非ゼロの角度を規定する軸に沿って第1の開口部からずらすことができる。角度は、ユーザの視線の向きが第1の透明な開口部から第2の透明な開口部に移行するときのユーザの目の経路に対応することができる。角度は、遠距離視界から近距離視界へと切り替わるとき、ユーザの目の自然な両眼転導の経路に対応することができる。は、 5° ~ 20° の範囲にあってよい。

【0032】

眼科用レンズの少なくとも1つの透明な開口部は、眼鏡の垂直方向に細長くてよい。

【0033】

眼科用レンズの少なくとも1つの透明な開口部は、眼鏡の水平方向に細長くてよい。

20

【0034】

水平方向に細長い少なくとも1つの透明な開口部は、眼鏡の使用中の近距離視界用に配置される。

【0035】

利点の中でもとりわけ、開示される実施形態は、著しくユーザの視界に影響を及ぼすことなく、近視の進行に関連して目が長くなるのを低減することができる眼鏡を含む。たとえば、実施形態は、ユーザの周辺視界のコントラストを低減するための光散乱区域を有する一方で、遠距離視界用の透明な開口部および読書などといった近距離視界の作業用の透明な開口部を有するレンズを特徴とする。二焦点レンズまたは多焦点レンズを使用することができる。

30

【0036】

他の利点は、図面、詳細な説明、および特許請求の範囲から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】近視を治療するための眼科用レンズの実施形態の平面図である。

【図2A】図1に示されたような眼科用レンズを含む1対の眼鏡の図である。

【図2B】典型的な人の水平視野を示す図である。

【図2C】典型的な人の垂直視野を示す図である。

【図3】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図4】近視を治療するための眼科用レンズのさらなる実施形態の平面図である。

40

【図5】近視を治療するための眼科用レンズのさらに別の実施形態の平面図である。

【図6】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図7】近視を治療するための眼科用レンズのさらなる実施形態の平面図である。

【図8】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図9】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図10】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図11】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図12】近視を治療するための眼科用レンズの別の実施形態の平面図である。

【図13】近視を治療するための眼科用レンズのための散乱中心パターンの例の図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 3 8 】

図 1 を参照すると、眼科用レンズ 1 0 0 は、第 1 の透明な開口部 1 1 0 と、透明な開口部を囲む環状散乱区域 1 3 0 とを含む。この場合、レンズ 1 0 0 は、均一な光学特性を有する、たとえば、球面レンズまたは複合レンズもしくは円環体レンズ（すなわち、球面成分および円筒成分を有する）などといった単焦点レンズ、または平面レンズ（すなわち、屈折力を持たないレンズ）である。図 1 は、参照しやすいように垂直および水平軸も示す。レンズ 1 0 0 は、円形のブランクとして描かれ、したがって、球面レンズでは回転対称である一方で、水平方向および垂直方向とは、眼鏡フレームに取り付けられるときにレンズがどのようにして向けられるのかを指すと理解されよう。

【 0 0 3 9 】

第 1 の透明な開口部 1 1 0 は、レンズ 1 0 0 のほぼ中心近くに位置決めされる。散乱区域 1 3 0 は、レンズ中心に関してやはり中心に置かれる。散乱区域 1 3 0 は、透明な区域 1 4 0 によってやはり囲まれる。第 2 の透明な開口部 1 2 0 は、レンズの垂直軸から角度だけオフセットされた、軸 1 3 2 に沿って透明な開口部 1 1 0 から分離される光散乱区域 1 3 0 中にやはり設けられる。

【 0 0 4 0 】

水平軸および垂直軸は、レンズ 1 0 0 がどのようにして最終的に 1 対の眼鏡フレームに向けられるのかを指す。レンズが平面または球面である、フレームに取り付けるために成形する前の、未搭載眼鏡レンズ 1 0 0 では、そのようなレンズは、一般的に、半径方向に対称的であり、レンズを取り付けるために成形するまで角度は任意である。しかし、円環体レンズなどといった回転対称性を持たないレンズでは、代わりに角度は、円筒成分の軸と比較した、第 2 の開口部 1 2 0 の向きに対して規定することができる。もちろん、円筒軸が垂直軸に平行である場合、どのようにそれが規定されるかにかかわらず、は同じになる。

【 0 0 4 1 】

図 1 に示された実施形態では、透明な開口部 1 1 0 は、遠距離視界の開口部であり、これは、道路の標識を読むなどといった遠距離視界の活動のために機能させることができる。第 2 の透明な開口部 1 2 0 は、近距離視界の開口部であり、これは、本を読むなどといった近距離視界の活動のために機能させることができる。

【 0 0 4 2 】

一般的に、を変えることができる。円柱度数の軸と比較したとき、オフセット角度は、0 度と 1 8 0 度の間で変えることができる。

【 0 0 4 3 】

が、一度取り付けられた垂直の経線からのオフセット角度のことをいうとき、ユーザの目が近い物体に合焦するときのユーザの目の経路を調節するようにを選択することができる。人が調節して近い物体に合焦すると、このことによって、集束、すなわち両眼転導と呼ばれる、水平方向の内向きの目の動きも行われる。したがって、近距離視界の物体を第 2 の開口部を通して調節をした目で見るようにするために、近い物体についてのユーザの両眼転導に一致するように角度を選択することができる。いくつかの実施形態では、は、4 5 ° 以下であり、たとえば、約 3 0 ° 以下、約 2 5 ° 以下、約 2 0 ° 以下、約 1 5 ° 以下、約 1 0 ° 以下、約 8 ° 以下、たとえば、1 ° 以上、2 ° 以上、3 ° 以上、4 ° 以上、5 ° 以上、または 0 ° である。たとえば、近距離視界用の透明な開口部 1 2 0 は、装着者の目が近い物体に合焦するときの装着者の目の両眼転導のために調節するため、透明な開口部 1 1 0 の中心を通る垂直軸からユーザの鼻に向けてオフセットすることができる。このオフセットは、1 mm 以上（たとえば、2 mm 以上、3 mm 以上、4 mm 以上、5 mm 以上、6 mm 以上、7 mm 以上、1 0 mm 以下、9 mm 以下、8 mm 以下など）であってよく、ここで距離は、透明な開口部 1 2 0 の水平方向の中心点から、（いくつかの実施形態では、レンズの中心に対応する場合がある）透明な開口部 1 1 0 の水平方向の中心点までが測定される。透明な開口部 1 1 0 と透明な開口部 1 2 0 の両方は、形状は円であり、開口部 1 2 0 は開口部 1 1 0 よりもわずかに大きい直径を有する。一般

10

20

30

40

50

的に、開口部のサイズは、変えることができ、ユーザに適切な（開口部 110 を通した）軸上視界および適切な（開口部 120 を通した）近距離視界をもたらす一方、散乱区域に起因する周辺視界のコントラスト低減の効果を著しく妨げるほど大きくないように設定される。典型的には、両方の透明な開口部は、2 mm 以上（たとえば、3 mm 以上、4 mm 以上、5 mm 以上、10 mm 以下など）の直径を有する。

【0044】

非円形開口部も可能である（具体的な例については以下を参照）。たとえば、開口部の水平幅は、開口部の垂直高と異なってよい。図 1 では、開口部 110 および 120 の水平幅がそれぞれ w_{110} および w_{120} と示される。一般的に、開口部の水平幅は、同じでよく、または異なってよい。いくつかの実施形態では、図 1 に図示されるように、 w_{120} は w_{110} より大きくてよい。たとえば、 w_{120} は、 w_{110} よりも 10% 以上（たとえば、20% 以上、30% 以上、40% 以上、50% 以上、75% 以上、100% 以上、200% 以下、150% 以下、120% 以下など）大きくてよい。いくつかの実施形態では、近距離視界について、ユーザの視軸が透明な開口部 120 内に留まる一方で、（たとえば、読書するとき）ユーザの目が視野を水平にスキャンする間にユーザが特定の作業に従事するように、 w_{120} が選択される。これによって、ユーザが、ユーザの頭を動かす必要なしに、透明な開口部を通して視野をスキャンすることが可能になると、有利となる場合がある。

10

【0045】

開口部間の距離は、やはり変えることができ、典型的には、開口部がユーザにとって快適な軸上視界および快適な近距離視界に対応するように設定される。透明な開口部の最も近い縁部間の距離は、1 mm 以上（たとえば、2 mm 以上、5 mm 以上、10 mm 以下など）であってよい。

20

【0046】

図 1 で N_F と示される開口部 110 と開口部 120 の中心間の距離は、近い物体上に合焦するとき開口部 120 がユーザの視線方向に対応するように変えることができる。いくつかの実施形態では、 N_F は、0.5 mm から 20 mm の範囲にあってよい（たとえば、0.6 mm 以上、0.7 mm 以上、0.8 mm 以上、0.9 mm 以上、10 mm 以上、11 mm 以上、12 mm 以上、13 mm 以上、14 mm 以上、たとえば 19 mm 以下、18 mm 以下、17 mm 以下、16 mm 以下、15 mm 以下）。

30

【0047】

開口部 110 と開口部 120 の間の間隔は、各開口部のサイズおよび開口部の中心間の距離に依存する。いくつかの実施形態では、この間隔は、0.5 mm 以上（たとえば、1 mm 以上、2 mm 以上、3 mm 以上）であってよい。この間隔は、10 mm 未満（たとえば、9 mm 以下、8 mm 以下、7 mm 以下、6 mm 以下、5 mm 以下）であってよい。

【0048】

光散乱区域 130 は、この区域中のレンズへ入射する光の少なくとも一部を散乱する散乱中心を含む。光散乱区域 130 は、ユーザの周辺視界のコントラストを低減することができ、このことによって、ユーザの近視の進行を低減すると考えられる。一般的に、散乱中心は、レンズの表面上の特徴（たとえば、突起または凹み）またはバルクレンズ材料中の含有物を含むことができる。光散乱区域に好適な散乱中心のパターンは、たとえば、2017年7月31日に出版され「OPHTHALMIC LENSES FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献 2、2018年5月15日に出版され「OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献 3、2019年8月1日に公開された「OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献 4 に記載される。これらの出版の各々の内容は、その全体が参照によって本明細書に組み込まれる。

40

【0049】

一般的に、散乱中心の性質は、ユーザの網膜上で所望の程度の光の散乱を実現するため

50

、様々な設計パラメータに基づいて選択することができる。一般的に、これらの設計パラメータは、たとえば、散乱中心の密度、それらのサイズおよび形状、ならびにそれらの屈折率を含み、下でより詳細に議論される。理想的には、散乱中心は、中心窩上に高い視力をもたらす、拡張した連続装着を可能にするために、装着者に十分低い不快感で網膜の他の部分で低下した画像コントラストをもたらすように選択される。たとえば、子どもが1日の全部ではないとしてもほとんどの間、眼鏡を快適に着用することが望ましい場合がある。代替または追加で、散乱中心は、特定の作業、特に、たとえばビデオゲーム、読書、または他の広角、高コントラスト画像にさらされることといった、目の長さの成長を強く促すと考えられる作業用に設計することができる。たとえば、そのような状況（たとえば、ユーザが、ユーザの周辺視界で高コントラストを経験する場合、および/または、装着者が動く必要がなく周辺視界を使用して装着者の向きを向ける必要がない状況）では、周辺における散乱強度および散乱角度を増加させる場合がある一方で、意識への考慮および自尊心はさほど考慮されていない可能性がある。これは、そのような高コントラスト環境における周辺部のコントラスト低減により高い効果をもたらすことができる。

10

【0050】

ユーザの目の中心窩上の画像コントラストの低減は、ユーザの網膜の他の部分上の画像コントラストの低減よりも、目の成長の制御において効果が低いと考えられる。したがって、散乱中心は、ユーザの中心窩へと散乱される光を減らす（たとえば、最小化する）ように調整することができる一方、網膜の他の部分上の光の比較的多くが散乱光である。中心窩上の散乱光の量は、透明な開口部のサイズによって影響を受けるが、散乱中心、特に透明な開口部に最も近いものの性質によっても影響を受ける場合がある。いくつかの実施形態では、たとえば、透明な開口部に最も近い散乱中心は、さらに遠いものよりも効果が低い光散乱用に設計することができる。代替または追加で、いくつかの実施形態では、透明な開口部に最も近い散乱中心は、開口部からさらに遠いものよりも小さい角度の前方散乱用に設計することができる。

20

【0051】

ある実施形態では、散乱中心は、散乱中心の幾何形状を通して、減少させた狭い角度の散乱および増加させた広い角度の散乱を送達し、網膜上に均一な光分布/低いコントラストの信号を作り出す一方で視力を保つように設計することができる。たとえば、散乱中心は、かなり広い前方角散乱（たとえば、10%より大きい、20%以上、30%以上、40%以上、50%以上、2.5度より大きく偏向される）を発生するように設計することができる。狭い角度、すなわち2.5度以内の前方散乱を、比較的強く保つことができる（たとえば、50%以下、40%以下、30%以下、20%以下、10%以下）。

30

【0052】

一般的に、様々な異なる測定基準を使用して、散乱中心を近視低減眼鏡で使用するのに最適化するために、散乱中心の性能を評価することができる。たとえば、散乱中心は、たとえば、異なる散乱中心形状、サイズ、およびレイアウトを有するレンズの物理的な測定値に基づいて、経験的に最適化することができる。たとえば、光散乱は、（たとえば、非特許文献1および非特許文献2）ヘイズについての国際試験基準などといった、ヘイズ測定値に基づいて特徴づけることができる。従来のヘイズメータ、たとえば、どれだけの量の光がレンズを通して全体として透過されるのか、妨げられずに透過された光の量（たとえば、0.5度以内）、どれだけの量が2.5度より大きく偏向されるか、および狭い角度の散乱についての測定値と考えることができる透明度（2.5度以内の量）を測定するBYK-Gardnerヘイズメータ（Haze-Gard Plus instrumentなど）を使用することができる。散乱パターンを経験的に最適化する目的で、光散乱を特徴づけるために他の装置を使用することもできる。たとえば、2.5度の周りの環状リングにおいて光を測定することによって光の拡散を測定する装置を使用することができる（たとえば、基準EN167に記載されるHornell製の装置）。

40

【0053】

代替または追加で、散乱中心は、コンピュータモデリングソフトウェア（たとえば、Z

50

e maxまたはCode V)によって最適化することができる。

【0054】

いくつかの実施形態では、散乱中心は、点拡がり関数の最適化に基づいて設計することができ、点拡がり関数は、網膜上の散乱中心の画像を表す。たとえば、散乱中心のサイズ、形状、組成、間隔、および/または屈折率は、中心窩の外側の網膜が散乱光で均質的に覆われ、網膜のこの領域におけるコントラストを低減(たとえば、最小化)するように、網膜の均一に広がった照明に変えることができる。

【0055】

いくつかの実施形態では、周辺の網膜を覆う光散乱の最適化は、高コントラスト画像をより強く抑制するため、網膜のある区域における散乱光対妨げられない光の強度を強調する。高コントラスト画像、たとえば黒と白の文字を読むのは、視界軌道の下半分からより発生する傾向がある。したがって、散乱光で上部の網膜の軌道をより強く覆うことによって、軸長の成長のための信号を減らす一方、上部の視界軌道上の視界の影響、たとえばまぶしさまたは八口を減らすのに有益な場合がある。

10

【0056】

代替または追加で、散乱中心は、変調伝達関数の最適化に基づいて設計することができ、変調伝達関数は、人間の視覚システムの空間周波数応答のことをいう。たとえば、散乱中心のサイズ、形状、および間隔は、ある範囲の空間周波数の減衰を滑らかにするように変えることができる。散乱中心の設計パラメータは、所望に応じてある空間周波数を増減させるために変えることができる。一般的に、視覚のための対象の空間周波数は、精細な側で18サイクル毎度、粗い側で1.5サイクル毎度である。散乱中心は、この範囲内の空間周波数のあるサブセットにおける信号の増加を可能にするように設計することができる。

20

【0057】

上述の測定基準を使用して、散乱中心のサイズおよび/または形状に基づいて散乱中心を評価することができ、サイズと形状の両方は、所望に応じて変えることができる。たとえば、散乱中心は、ほぼ円形(たとえば、球形)、細長(たとえば、楕円体)、または不規則な形状であってよい。一般的に、散乱中心がレンズの表面上の突起部分である場合、突起は、可視光を散乱するのに十分大きく、けれども、通常の使用中に装着者によって解像されないように十分小さい寸法(たとえば、直径)を有するべきである。たとえば、散乱中心は、約0.001mm以上(たとえば、約0.005mm以上、約0.01mm以上、約0.015mm以上、約0.02mm以上、約0.025mm以上、約0.03mm以上、約0.035mm以上、約0.04mm以上、約0.045mm以上、約0.05mm以上、約0.055mm以上、約0.06mm以上、約0.07mm以上、約0.08mm以上、約0.09mm以上、約0.1mm)から、約1mm以下(たとえば、約0.9mm以下、約0.8mm以下、約0.7mm以下、約0.6mm以下、約0.5mm以下、約0.4mm以下、約0.3mm以下、約0.2mm以下、約0.1mm)の範囲の寸法を有することができる。

30

【0058】

光の波長に想到する寸法(たとえば、0.001mm~約0.05mm)を有するより小さい散乱中心では、光の散乱は、レイリー散乱またはミー散乱と考えることができることに留意されたい。より大きい散乱中心、たとえば約0.1mm以上では、光散乱は、主に幾何学的散乱に起因することができる。

40

【0059】

一般的に、散乱中心の寸法は、各レンズにわたって同じであってよく、または変えてよい。たとえば、寸法は、たとえば透明な開口部から測定した散乱中心の位置の関数として、および/またはレンズの縁部からの距離の関数として増減させることができる。いくつかの実施形態では、散乱中心の寸法は、レンズの中心からの距離が増えると、単調に変わる(たとえば、単調増加または単調減少する)。いくつかの場合に、寸法の単調増加/減少とは、レンズの中心からの距離の関数として散乱中心の直径を直線的に変えることを含

50

む。

【0060】

散乱中心の形状は、好適な光散乱のプロファイルを実現するように選択することができる。たとえば、散乱中心は、ほぼ球面または非球面であってよい。いくつかの実施形態では、散乱中心は、楕円中心の場合などといった、1つの方向（たとえば、水平方向または垂直方向）に細長くてよい。いくつかの実施形態では、中心は、形状が不規則である。

【0061】

一般的に、散乱区域130の中の散乱中心の分布は、好適なレベルの光散乱を実現するために変えることができる。いくつかの実施形態では、散乱中心は、各方向に均一な量だけ離間される、たとえば正方形格子上といった、規則的な配列で配置される。一般的に、散乱中心は、近視を低下させるため、見る人の周辺部で十分なコントラスト低減が集的に実現されるように離間される。典型的には、散乱中心間の間隔がより小さいと、（隣接する散乱中心が重ならないまたは融合しないことを条件として）コントラスト低減がより大きくなる。一般的に、散乱中心は、約0.05mm（たとえば、約0.1mm以上、約0.15mm以上、約0.2mm以上、約0.25mm以上、約0.3mm以上、約0.35mm以上、約0.4mm以上、約0.45mm以上、約0.5mm以上、約0.55mm以上、約0.6mm以上、約0.65mm以上、約0.7mm以上、約0.75mm以上）から約2mm（たとえば、約1.9mm以下、約1.8mm以下、約1.7mm以下、約1.6mm以下、約1.5mm以下、約1.4mm以下、約1.3mm以下、約1.2mm以下、約1.1mm以下、約1mm以下、約0.9mm以下、約0.8mm以下）の範囲の量だけ、最も近い近隣のものから離間することができる。例として、間隔は、0.55mm、0.365mm、または0.240mmであってよい。

10

20

【0062】

散乱中心は、正方形でない格子に配列することができる。たとえば、六角形（たとえば、六方最密充填）格子を使用することができる。不規則配列も可能であり、たとえば、ランダムまたはセミランダム配置を使用することができる。

【0063】

一般的に、散乱中心によるレンズの被覆率は所望に応じて変えることができる。ここで、被覆率とは、散乱中心に対応する図1に示される平面上へ投影されるとき、レンズの全面積の比率のことをいう。典型的には、より低い散乱中心被覆率は、（個々の散乱中心が別個である、すなわち、より大きい散乱中心を形成するように融合しないと仮定して）より高い被覆率よりも低い散乱をもたらすことになる。散乱中心被覆率は、5%以上から約75%まで変わることができる。たとえば、被覆率は、10%以上、15%以上、20%以上、25%以上、30%以上、35%以上、40%以上、45%以上、50%または55%などであってよい。被覆率は、たとえば、装着者が長い期間（たとえば、終日）眼鏡を自主的に装着するのに十分快適な周辺視界のレベルを実現するユーザの快適さのレベルにしたがって、および/または、軸方向の目の長さの成長信号が抑制される所望の強度にしたがって選択することができる。

30

【0064】

散乱中心間の散乱区域130の中のレンズに入射する光景からの光は、ユーザの網膜上の光景の認識可能な画像に寄与する一方、散乱中心に入射する光景からの光は寄与しないと考えられる。さらに、散乱中心に入射する光のうちの少なくとも一部が網膜に送られ、そのため、網膜における光強度をほぼ減らすことなく画像コントラストを低減する効果を有する。したがって、ユーザの周辺視野におけるコントラスト低減の量は、散乱中心によって覆われるコントラスト低減区域の表面積の比率と相関する（たとえば、ほぼ比例する）と考えられる。

40

【0065】

一般的に、散乱中心は、この領域における、見る人の視力を著しく劣化させることなく、装着者の周辺視界中の物体の画像のコントラストを低減させることが意図される。たとえば、散乱中心は、主に広い角度への散乱であってよい。ここで、周辺視界とは、透明な

50

開口部の領域の外側の視野のことをいう。これらの領域中の画像コントラストは、決定したように、レンズの透明な開口部を使用して見た画像コントラストと比較して、40%以上（たとえば、45%以上、50%以上、60%以上、70%以上、80%以上）減少させることができる。コントラスト低減は、各々の個別の場合の必要性にしたがって設定することができる。典型的なコントラスト低減は、約50%～55%の範囲となると考えられる。50%より低いコントラスト低減は、非常に軽度な場合に使用することができる一方、より素因を有する被験者は、55%コントラスト低減よりも高いものを必要とする場合がある。周辺視力は、自覚式検眼によって決定されるように20/30以上（たとえば、20/25以上、20/20以上）に補正することができる一方、意味のあるコントラスト低減を達成することができる。実施形態では、コントラスト低減は、2以下のスネレン視標線（たとえば、1.5以下の線、1以下の線）の減少をもたらす場合があり、ここで1の線の減少は、20/20から20/25への視力低下に対応する。

10

【0066】

ここで、コントラストとは、同じ視野内の2つの物体間の輝度の差のことをいう。したがって、コントラスト低減とは、この差の変化のことをいう。

【0067】

コントラストおよびコントラスト低減は、様々な方法で測定することができる。いくつかの実施形態では、コントラストは、制御された条件下での、レンズの透明な開口部および散乱中心パターンを通して得られる、黒と白の正方形のチェッカボードなどといった、標準パターンの異なる部分間の明るさの差に基づいて測定することができる。

20

【0068】

代替または追加で、コントラスト低減は、レンズの光学的伝達関数（OTF）に基づいて決定することができる（たとえば、非特許文献3を参照）。OTFでは、コントラストは、光の領域と暗い領域が異なる「空間周波数」で正弦波状に変調される、刺激の伝送について規定される。これらの刺激は、バーの間隔がある範囲にわたって変化する、光のバーと暗いバーが交互にあるように見える。すべての光学系で、コントラストの伝送は、最も高い空間周波数を有する正弦波状に変わる刺激で最も低い。すべての空間周波数についてのコントラストの伝送を記述する関係がOTFである。OTFは、点拡がり関数のフーリエ変換を取ることによって得ることができる。点拡がり関数は、検出器配列上にレンズを通して点光源を撮像すること、および点からの光がどのように検出器にわたって分布するのかを決定することによって得ることができる。

30

【0069】

矛盾する測定の事象では、OTFが好ましい技法である。いくつかの実施形態では、コントラストは、透明な開口部の面積と比較した、散乱中心によって覆われるレンズの面積の比率に基づいて推定することができる。この近似では、散乱中心に当たるすべての光が全網膜領域にわたって均一に分散され、このことによって、画像のより明るい区域中で利用可能な光の量を減らし、これがより暗い区域に光を加えることが仮定される。したがって、コントラスト低減は、レンズの透明な開口部と散乱区域を通して行われる光透過測定に基づいて計算することができる。

【0070】

40

光散乱区域130は、円形状を有しているが、他の形状も可能である（たとえば、楕円、多角形、または他の形状）。光散乱区域のサイズは、典型的には、軸上開口部を通して直接見ないときでさえ、ユーザの周辺視界のコントラスト低減がユーザの視野のかなりの部分にわたって経験されるように選択される。光散乱区域130は、30mm以上（たとえば、40mm以上、50mm以上、60mm以上、70mm以上、80mm以上、たとえば、100mm以下、90mm以下、80mm以下、70mm以下、60mm以下）の直径（または、非円形区域では最大寸法）を有することができる。いくつかの実施形態では、光散乱区域は、レンズの縁部に延びる。

【0071】

いくつかの実施形態では、光散乱区域の周辺は、光散乱量、密度、または屈折力を徐々

50

に減らすことによって透明な区域と混合することができる。

【0072】

いくつかの実施形態では、透明な区域は、光散乱区域と比較してより小さい量の光散乱を呈することができる。

【0073】

図2Aを参照すると、眼鏡101は、眼鏡フレーム150の中に2つのレンズ100aおよび100bを含む。各レンズは、図1に示されるレンズ100に対応し、フレーム150に収まるように形作られてサイズ決定され、第2の透明な開口部120が透明な開口部110の下方に、軸132に沿って、垂直軸から角度で位置合わせされる。各々の場合で、オフセット角度は、ユーザの鼻の方向である。この角度はレンズ100aおよび100bで同じである一方、いくつかの実施形態では、オフセット角度が異なってよい。たとえば、異なるオフセット角度を使用して、各目についての両眼転導間のばらつきを調節することができる。

10

【0074】

図2Bおよび図2Cを参照すると、透明な開口部110および120は、ユーザの（たとえば、遠距離視界用の）標準視線に沿って開口部110を通した視線を実現し、（たとえば、読書用などといった近距離視界用の）座った位置での通常の視線に沿って開口部120を通した視点を實現するように眼鏡101中でサイズ決定し、形作り、位置決めすることができる。透明な開口部110は、垂直方向および/または水平方向に、 $\pm 2^\circ$ 以上（たとえば、 $\pm 3^\circ$ 以上、 $\pm 4^\circ$ 以上、 $\pm 5^\circ$ 以上、 $\pm 10^\circ$ 以下、 $\pm 9^\circ$ 以下、 $\pm 8^\circ$ 以下、 $\pm 7^\circ$ 以下、 $\pm 6^\circ$ 以下など）の間で透明な開口部を通した視線を実現するようにサイズ決定および位置決めすることができる。水平方向および垂直方向の角度範囲は、同じまたは異なってよい。上部の視野の角度範囲は、下部の視野の角度範囲と同じまたは異なってよい。

20

【0075】

透明な開口部120は、座った位置での通常の視線軸の周りの垂直方向および/または水平方向に、 $\pm 2^\circ$ 以上（たとえば、 $\pm 3^\circ$ 以上、 $\pm 4^\circ$ 以上、 $\pm 5^\circ$ 以上、 $\pm 10^\circ$ 以下、 $\pm 9^\circ$ 以下、 $\pm 8^\circ$ 以下、 $\pm 7^\circ$ 以下、 $\pm 6^\circ$ 以下など）の間で透明な開口部を通した視線を実現するようにサイズ決定および位置決めすることができる。水平方向および垂直方向の角度範囲は、同じまたは異なってよい。いくつかの実施形態では、透明な開口部120は、標準視線より下方のたとえば 15° における符号認識領域中の開口部を通して視線をユーザが有するように、十分な水平幅を有することができる。たとえば、透明な開口部120の水平幅は、最大 $\pm 30^\circ$ （たとえば、最大 $\pm 25^\circ$ 、最大 $\pm 20^\circ$ 、最大 $\pm 15^\circ$ 、最大 $\pm 12^\circ$ ）の間で透明な開口部を通した視線を実現するようにサイズ決定することができる。

30

【0076】

眼科用レンズ100が円形の遠距離視界の開口部および円形の近距離視界の開口部を特徴とする一方で、より一般的に、これらの開口部のうちの一方または両方が非円形状を有して、たとえば、標準視線軸および座った位置での通常の視線軸に沿った所望の視野側部を実現することができる。たとえば、いずれかまたは両方の透明な開口部は、楕円、多角形であってよく、または不規則形状を有してよい。

40

【0077】

いくつかの実施形態では、眼科用レンズは、レンズの遠距離視界領域から近距離視界領域に延びる単一の細長い開口部を含むことができる。たとえば、図3を参照すると、眼科用レンズ300は、透明な楕円開口部310および透明な開口部310を囲む円形の光散乱区域330を含む。円形の光散乱区域330は、レンズ中心に対してやはりほぼ中心に置かれる。散乱区域330は、透明な区域340によってやはり囲まれる。

【0078】

透明な開口部310は、一方の端部がレンズの中心近くに位置決めされた楕円開口部であり、円形の光散乱区域330内を透明な区域340に向かって径方向に延びる。こうし

50

て、開口部は、レンズの中心近くの遠距離視界区域から、円形の光散乱区域 330 の縁部近くのレンズの近距離視界区域に延びる。楕円開口部の主軸は、レンズの垂直軸から角度だけオフセットされる軸 332 に沿って延びる。一般的に、 θ を変えることができる。いくつかの実施形態では、 θ は、 45° 以下であり、たとえば、 30° 以下、 25° 以下、 20° 以下、 15° 以下、 10° 以下、 8° 以下、たとえば、 1° 以上、 2° 以上、 3° 以上、 4° 以上、 5° 以上、または 0° である。一般的に、オフセット角度は、ユーザの目が近い物体に合焦するときのユーザの目の経路を調節するように選択することができる。一般的に、オフセット角度は、ユーザの目が近い物体に合焦するときのユーザの目の経路を調節するように選択することができる。

【0079】

透明な開口部 310 は形状が楕円である一方で、他の形状（たとえば、多角形またはダイポールもしくはピーナツ型などの任意の他の形状）が可能である。一般的に、開口部のサイズは、変えることができ、ユーザに適切な（開口部 310 の第 1 の端部を通した）軸上視界および適切な（開口部 320 の第 2 の端部を通した）近距離視界をもたらすように設定される。開口部は、遠距離視界、近距離視界、または中距離視界のシナリオでの散乱区域に起因する周辺視界のコントラスト低減の効果を著しく妨げるほどは大きくすべきでない。

【0080】

開口部 310 は、垂直方向に沿った高さ h を有する。一般的に、 h は、開口部が遠距離視界区域から近距離視界区域にまたがるように選択することができる。いくつかの実施形態では、 h は、たとえば装着者の鼻梁の周りの眼鏡の回転を介した眼鏡の位置のばらつきを調節する、または眼鏡が装着者の鼻を滑り落ちる場合に調節するのに十分大きくてよい。言い換えると、開口部は、眼鏡の位置または向きが通常の使用中に装着者上でずれた場合に、装着者が依然として透明な開口部 310 を通して見るのに十分な高さを有する。一般的に、 h は、 10 mm から 25 mm の範囲であってよい（たとえば、 12 mm 以上、 15 mm 以上、 18 mm 以上、たとえば、 22 mm 以下、 20 mm 以下）。

【0081】

別の例では、図 4 を参照すると、眼科用レンズ 400 が、第 1 の透明な開口部 410 と、第 1 の透明な開口部 410 を囲む円形の光散乱区域 430 とを含む。第 1 の透明な開口部 410 は、レンズ 400 のほぼ中心近くに位置決めされる。散乱区域 430 は、レンズ中心に関してやはりほぼ中心に置かれる。散乱区域 430 は、透明な区域 440 によってやはり囲まれる。

【0082】

第 2 の透明な開口部 420 が、円形の光散乱区域 430 中にやはり設けられる。第 2 の透明な開口部 420 は円形であり、レンズの垂直軸から角度だけオフセットされる、軸 432 に沿って位置合わせされる。

【0083】

レンズ 400 は、ユーザの周辺視界のコントラスト低減のための散乱区域 430 と異なる散乱特性を有する移行区域 460 をやはり含む。たとえば、（ユーザが透明な開口部 410 または透明な開口部 420 のいずれかを通して見ることに従事するとき、依然として周辺視界について何らかのコントラスト低減を実現する一方で、たとえば、散乱中心の密度がより低いこと、散乱のサイズが異なることによって）、移行区域 460 が散乱区域 430 と比較して低下した散乱を有してよい。移行区域 460 は、遠距離視界から近距離視界に移行するときの、ユーザの目の自然な両眼転導経路と一致することができる。

【0084】

透明な開口部 410 と透明な開口部 420 の両方は、形状は円であり、開口部 420 は開口部 410 よりもわずかに大きい直径を有する。いくつかの実施形態では、第 2 の開口部は、第 1 の開口部と同じサイズの直径、またはより小さい直径を有することができる。より一般的には、前で記載したように、他の形状（たとえば、多角形または任意の他の形状）が可能であり、開口部のサイズを変えることができ、ユーザに適切な（開口部 410

10

20

30

40

50

を通した) 軸上視界および適切な(開口部 4 2 0 を通した) 近距離視界をもたらすように設定される。

【0085】

前に言及したように、透明な開口部の形状は変えることができる。図5を参照すると、眼科用レンズ500は、第1の透明な涙の形の開口部510と、第1の透明な開口部510を囲む円形の光散乱区域530とを含む。第1の透明な開口部510は、レンズ500のほぼ中心近くに位置決めされる。散乱区域530は、レンズ中心に関してやはりほぼ中心に置かれる。散乱区域530は、透明な区域540によってやはり囲まれる。

【0086】

第2の涙の形の透明な開口部520が、円形の光散乱区域530中にやはり設けられる。第2の透明な開口部520は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされる、軸532に沿って位置合わせされる。透明な開口部510は、遠距離視界の開口部であり、これは、道路の標識を読むなどといった遠距離視界の活動のために機能させることができる。第2の透明な開口部520は、近距離視界の開口部であり、これは、近距離視界の活動のために機能させることができる。

10

【0087】

上述の例では、近距離視界と遠距離視界の両方に透明な開口部(すなわち、散乱がない開口部)を含む一方で、他の実装形態がやはり可能である。たとえば、図6を参照すると、眼科用レンズ600は、第1の透明な開口部610および第1の透明な開口部610を囲む円形の光散乱区域630を含む。第1の透明な開口部610は、遠距離視界用にレンズ600のほぼ中心近くに位置決めされる。散乱区域630は、レンズ中心に関してやはりほぼ中心に置かれる。散乱区域630は、透明な区域640によってやはり囲まれる。

20

【0088】

レンズ600は、第2の透明な開口部ではなく、近距離視界のために位置決めされる光散乱区域630と比べて異なる散乱特性を有する区域620を含む。たとえば、区域620は、区域630と比べてより小さい光散乱を提供することができ、その結果、区域620を通して見られる画像のコントラスト低減は、区域630を通して見られる画像のものほど十分ではない。いくつかの実施形態では、区域620は、区域630と比較して光散乱中心の密度がより低くてよい。代替または追加で、区域620の中の光散乱中心のサイズおよび/または形状が、区域630の中の光散乱中心のサイズおよび/または形状と異なるとよい。区域620は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされる、軸632に沿って位置合わせされる。

30

【0089】

光散乱区域630は、光の少なくとも一部を散乱する散乱中心を含む。

【0090】

いくつかの実施形態では、近距離視界の開口部は、レンズの散乱区域の縁部に延びてよい。たとえば、図7を参照すると、眼科用レンズ700は、透明な楕円開口部710および透明な開口部710を囲む円形の光散乱区域730を含む。円形の光散乱区域730は、レンズ中心に対してほぼ中心に置かれる。散乱区域730は、透明な区域740によってやはり囲まれる。

40

【0091】

透明な開口部710の1つの端部がレンズの中心近くに位置決めされ、一方、開口部710は光散乱区域730の縁部に径方向に透明な区域740へと延びて、レンズの中心近くの遠距離視界区域と円形の光散乱区域730の縁部近くのレンズの近距離視界区域との両方を包含する。透明な開口部710は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされる、軸732に沿って延びる。

【0092】

前に言及したように、透明な開口部710は形状が楕円である一方で、他の形状(たとえば、多角形または任意の他の形状)が可能である。

【0093】

50

上記の実施形態では、眼科用レンズは、単焦点レンズ、円環体レンズ、非球面レンズまたは光学的に中性もしくは平面の（すなわち、屈折力を持たない）レンズである。より一般的には、他の実施形態がやはり可能である。たとえば、二焦点レンズ（プリズム二焦点レンズ）、三焦点レンズ、多焦点レンズ、自由形状レンズ、または累進レンズなどといった、多焦点レンズを使用することができる。

【0094】

例として、図8を参照すると、二焦点レンズ800は、異なる屈折力の2つの区域を有する。二焦点眼科用レンズ800は、遠距離視界用の第1の透明な開口部810および第1の透明な開口部810を囲む円形の光散乱区域830を含む。散乱区域830は、透明な区域840によってやはり囲まれる。近距離視界用の第2の透明な開口部820は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされて、軸832に沿って位置合わせされる光散乱区域830中にやはり設けられる。近距離視界区域870は、（垂直軸に対し）レンズの下側区域を占有し、近距離視界の作業を容易にするように選択される屈折力を有する。近距離視界の開口部820は、レンズのこの区域に配置される。近距離視界のレンズ区域870は、近距離視界の開口部820と重なり、（図8に示されるように）開口部より大きく、近距離視界の開口部820とほぼ同じサイズ、または近距離視界の開口部820より小さくてよい。近距離視界区域870は、基本曲線にわたって、+0.25D以上（たとえば、+0.5D以上、+0.75D以上、+1.0D以上、+1.25D以上、+1.5D以上、+2D以上、+2.5D以上、+3D以上、最高+5Dなど）の追加の屈折力を有してよい。

10

20

【0095】

多焦点レンズが使用されるとき、近距離視界のレンズ区域は、2つの機能を果たす。見る人が遠距離視界用開口部を通して見ているとき、近距離視界用区域は、周辺デフォーカスを提供する。周辺デフォーカスは、たとえば特許文献5に記載されるように、近視の進行を遅らせるために知られている。見る人が近距離視界の開口部を通して見ているとき、近距離視界のレンズ区域は、典型的には、ユーザが近距離視界の作業のために焦点を合わせるのを助けるために、正のレンズ度数を含む（すなわち、レンズの遠距離視界用部分と比較してより屈折する焦点調節を行う）。

【0096】

レンズの残りの区域は、遠距離視界の作業のために選択された異なる屈折力を有する。開口部810は、遠距離視界のレンズ区域中に配置される。

30

【0097】

いくつかの実施形態では、プリズム二焦点レンズを使用することができる。たとえば、近距離視界区域870に、1 - 以上（たとえば、2 - 以上、3 - 以上、4 - 以上、最高5 - など）のベースインプリズムを追加することができる。プリズム二焦点レンズの使用によって、通常二焦点レンズの使用と比較して、子どもの近視の進行を遅らせることができ、散乱区域を有するベースインプリズムを含むことによって、この点に関してさらなる利益を提供することができる。

【0098】

図9を参照すると、累進レンズ900を使用することがやはりできる。累進レンズは、典型的には、他の屈折異常のための装着者の補正に加えられる、徐々に増加するレンズ屈折力によって特徴づけられる。勾配はレンズの頂部における装着者の遠距離処方始まり、近い物体上に合焦するときの目の自然な経路と一致するためのレンズの下部で、最高の付加屈折力、または完全な読書用付加に達する。レンズ面上での累進屈折力勾配の長さは、一般的に、レンズの設計に依存し、最終的な付加屈折力は、通常0.75と3.50ジオプタの間である。

40

【0099】

図示されるように、レンズ900は、図で点線922、923、924、および925によって分割される5つの異なるゾーンを含む。これらは、近距離視界用ゾーン911、中間ゾーン912、遠距離視界用ゾーン913を含む。そのようなレンズは、周辺歪ゾー

50

ン 9 1 4 および 9 1 5 をやはり含む場合がある。点線によって画定されているが、1つのゾーンから次のゾーンへの屈折力の変化は、典型的には漸進的である。

【0100】

レンズの散乱ノ透明特性に関し、累進眼科用レンズ 9 0 0 は、透明な外側領域 9 4 0、光散乱区域 9 3 0、ならびに遠距離視界用の第 1 の透明な開口部 9 1 0 および近距離視界用の第 2 の透明な開口部 9 2 0 を含む。第 2 の透明な開口部 9 2 0 は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされる、軸 9 3 2 に沿って位置合わせされる。遠距離視界の透明な開口部 9 1 0 は、累進レンズの遠距離用視界ゾーン 9 1 3 と（この場合には、部分的に）重なる一方、近距離視界の開口部 9 2 0 は近距離視界用ゾーン 9 1 1 と重なる。

【0101】

一般的に、開示される透明な開口部に配置のいずれかを多焦点レンズ（たとえば、二焦点レンズまたは累進レンズ）とともに使用することができる。さらに、いくつかの実施形態では、多焦点レンズが使用されるとき、第 2 の透明な開口部（たとえば、レンズ 9 0 0 の開口部 9 2 0）は、具体的には、近距離視界用に付加屈折力を有するレンズの区域上に位置合わせされる。たとえば、第 2 の開口部の位置は、第 1 の透明な開口部（すなわち、遠距離視界用の開口部）におけるレンズの屈折力と比較して、+ 0.25 D 以上（たとえば、+ 0.5 D 以上、+ 0.75 D 以上、+ 1.0 D 以上、+ 1.25 D 以上、+ 1.5 D 以上、+ 1.75 D 以上、+ 2.0 D 以上）の屈折力を有することができる。

【0102】

図 1 0 は、軸上の透明な開口部 1 0 1 0 および方向 1 0 3 2 に沿って距離 N_F だけ軸からオフセットされる第 2 の透明な開口部 1 0 2 0 を有する眼科用レンズ 1 0 0 0 のさらなる例を示す。開口部 1 0 1 0 および 1 0 2 0 は、透明な頸部 1 0 2 2 によってリンクされ、散乱区域 1 0 3 0 内で垂鈴型を有する組み合わせた透明な開口部を実現する。散乱区域 1 0 3 0 は、透明な区域 1 0 4 0 によって囲まれる。開口部 1 0 2 0 は、読書などの近距離視界の活動のために位置合わせされ、その垂直の高さ h_{1020} よりも実質的に大きい水平幅 w_{1020} を有する。たとえば、 w_{1020} は、 $1.5 \times h_{1020}$ 以上（たとえば、 $1.8 \times h_{1020}$ 以上、 $2 \times h_{1020}$ 以上、 $2.5 \times h_{1020}$ 以上、 $3 \times h_{1020}$ 以上、たとえば最大 $5 \times h_{1020}$ ）であってよい。いくつかの実施形態では、 w_{1020} は、典型的な読書の距離で標準的な文字のページを読むときにユーザの目によって広げられる立体角に対応することができる。立体角は、 $\pm 10^\circ$ 以上（たとえば、 $\pm 12^\circ$ 以上、 $\pm 15^\circ$ 以上）であってよい。

【0103】

上述の例のレンズはすべて、典型的には、レンズの中心に配置される遠距離視界用の透明な開口部を含む。しかし、他の実施形態がやはり可能である。たとえば、図 1 1 を参照すると、いくつかの実施形態では、レンズが、遠距離視界軸ではなく近距離視界軸にだけ配置される透明な開口部を含むことができる。ここで、眼科用レンズ 1 1 0 0 が単一の透明な開口部 1 1 2 0 を含み、その中心は、中心のレンズ軸 1 1 0 1 から（たとえば、上で議論したように、量 N_F だけ）オフセットされる。

【0104】

さらに、上述の実施形態が、入射光を合焦するのではなく、むしろ散乱する特徴（すなわち、散乱中心）を有する散乱区域を特徴とする一方で、他の実装形態がやはり可能である。たとえば、レンズは、上で記載された実施形態中の「散乱区域」として識別される区域に、ベースレンズと異なる屈折力を有する 1 つまたは複数の小レンズを含むことができる。そのような小レンズの例は、たとえば、2019年4月23日に発行された「Spectacle Lens」という題名の特許文献 6、および 2019年9月6日に公開された「Lens Element」という題名の特許文献 7 に開示される。図 1 2 を参照すると、例のレンズ 1 2 0 0 は、透明な外側領域 1 2 4 0 と、光散乱区域 1 2 3 0 と、遠距離視界用の第 1 の透明な開口部 1 2 1 0 と、近距離視界用の第 2 の透明な開口部 1 2 2 0 とを含む。第 2 の透明な開口部 1 2 2 0 は、レンズの垂直軸から角度 だけオフセットされる、軸 1 2 3 2 に沿って位置合わせされる。

10

20

30

40

50

【0105】

一般的には、小レンズの光学特性は、ユーザにとって好適と考えられるデフォーカスの程度に依存して変えることができる。たとえば、小レンズは、球面または非球面であってよい。小レンズは、正または負の屈折力を有してよい。いくつかの実施形態では、小レンズの屈折力はゼロである（たとえば、ここでレンズのベース屈折力は強い負である）。小レンズは、各々が、同じ屈折力を有し、または異なる小レンズが異なる屈折力を有することができる。いくつかの実施形態では、小レンズは、レンズのベース屈折力と比較して、 $+0.25\text{ D}$ 以上（たとえば、 $+0.5\text{ D}$ 以上、 $+0.75\text{ D}$ 以上、 $+1.0\text{ D}$ 以上、 $+1.25\text{ D}$ 以上、 $+1.5\text{ D}$ 以上、 $+1.75\text{ D}$ 以上、 $+2.0\text{ D}$ 以上、 $+3.0\text{ D}$ 以上、 $+4.0\text{ D}$ 以上、最高 $+5.0\text{ D}$ など）の付加屈折力を有することができる。ある実施形態では、小レンズは、レンズのベース屈折力と比較して、 -0.25 D 以下（たとえば、 -0.5 D 以下、 -0.75 D 以下、 -1.0 D 以下、 -1.25 D 以下、 -1.5 D 以下）の付加屈折力を有することができる。

10

【0106】

小レンズのサイズは、適宜に変えることもできる。小レンズは 0.5 mm 以上（たとえば、 0.8 mm 以上、 1 mm 以上、 1.5 mm 以上、 2 mm 以上、 3 mm 以上、最大 5 mm など）の直径を有することができる。

【0107】

散乱区域1230は、上で記載したような散乱中心を含む。加えて、散乱区域1235は、開口部1210の周りに環状に配置される小レンズ1235を含む。小レンズは、さもなければユーザの網膜上に合焦されることになる波面の部分にデフォーカスをもたらす。散乱中心は、小レンズ1235の場所に含まれる。たとえば、散乱中心は、各小レンズ1235の表面上に形成され、対向するレンズ表面上だが小レンズ1235と同じ横方向位置に重ねて形成され、および/または、小レンズ1235と横方向に重なるレンズ1200のバルク内に含まれ得る。いくつかの実施形態では、散乱中心は、小レンズ1235間に含まれるが、小レンズと横方向に重ならない。ある実施形態では、レンズの散乱区域は、小レンズのみを含むが、追加の散乱中心を含まない。

20

【0108】

いくつかの実施形態では、レンズはデジタル的に表面処理したレンズであってよい。そのようなレンズは、各個々の装着者用に調節され、従来のツールよりも正確な、コンピュータ制御される表面処理装置で、装着者の処方に基づいて製造される。デジタルレンズ製造技術によって、伝統的な眼鏡レンズ工具で典型的に可能な、 $0.125\sim 0.25$ ジオプタ増分と比較して、 0.01 ジオプタの屈折力増分でレンズの表面処理を可能にすることができる。デジタルレンズの製造は、様々な要因、すなわち、(i)最も正確なレンズ度数をもたらすための、眼鏡フレーム中の装着者の目の前のレンズ位置、(ii)（たとえば、装着者がレンズの中心を通して真っ直ぐ見るのではなく、むしろ側部を見つめるときといった）異なる視線位置における目とレンズの後面との間の角度、(iii)フレームサイズ、および/または(iv)フレーム輪郭内での装着者の瞳孔の位置を考慮してカスタマイズすることができる。一般的に、デジタルレンズは、単焦点レンズ、自由形状レンズまたは多焦点レンズであってよい。

30

40

【0109】

多焦点レンズを利用する前の例では、各々が2つの別個の円形の開口部を含む一方で、より一般的には、上で単焦点レンズに関して記載した原理および開口部配置（たとえば、図3、図5、図7、図10および他の不規則形状で示されるような）を、多焦点レンズに同様に適用することができる。

【0110】

さらに、上で記載したレンズについて一般的に、光散乱区域に好適な散乱中心のパターンが、たとえば、2017年7月31日に出願された「OPHTHALMIC LENSES FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献2、および2018年5月15日に出願された、「OPHTHALMIC LENSES WITH LIG

50

HT SCATTERING FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献3に記載される。これらの出願の両方の内容は、その全体が参照によって本明細書に組み込まれる。

【0111】

一般的には、本明細書に記載されるレンズは、2017年7月31日に出願された「OPHTHALMIC LENSES FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献2、2018年5月15日に出願された「OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献3、および2019年8月1日に公開された「OPHTHALMIC LENSES WITH LIGHT SCATTERING FOR TREATING MYOPIA」という題名の特許文献4に開示される方法を使用するなどといった様々な方法で形成することができる。

10

【0112】

また、上で記載した開口部が一般的には透明な開口部である（すなわち、散乱中心がない）一方で、より一般的には、開口部は、散乱中心を有するが、光散乱の量が散乱領域と比較して低いようにサイズ決定および配置された領域に対応することができる。

【0113】

（実施例）

図13を参照すると、散乱中心についての例のパターンがレンズ1300について示され、透明な開口部1310および透明な開口部を囲む散乱区域1330を含む。透明な開口部1310は、14°の角度に沿って、6.5mmだけ中心がオフセットされる2つの円1310aおよび1310bから構成される。円1310aは、遠距離視界方向に対応するレンズ軸上を中心とし、7mmの直径を有する。円1310bは、5mmの直径を有する。透明な開口部1310の周囲は、開口部の両側で円1310aおよび1310bが続き、円の間で2つの円を接続する接線1310cが続く。

20

【0114】

散乱区域1330は、特許文献4中の図5Bに示された記載されるパターンにしたがって印刷された、インクジェットプリントされた散乱中心から構成される。

【0115】

他の実施形態は、以下の特許請求の範囲にある。

30

【符号の説明】

【0116】

- 100 眼科用レンズ、眼鏡レンズ
- 100a レンズ
- 100b レンズ
- 101 眼鏡
- 110 第1の透明な開口部
- 120 第2の透明な開口部
- 130 環状散乱区域、光散乱区域
- 132 軸
- 140 透明な区域
- 150 眼鏡フレーム
- 300 眼科用レンズ
- 310 透明な楕円開口部
- 320 開口部
- 330 光散乱区域
- 332 軸
- 340 透明な区域
- 400 眼科用レンズ
- 410 第1の透明な開口部

40

50

4 2 0	第 2 の透明な開口部	
4 3 0	光散乱区域	
4 3 2	軸	
4 4 0	透明な区域	
4 6 0	移行区域	
5 0 0	眼科用レンズ	
5 1 0	第 1 の透明な涙の形の開口部	
5 2 0	第 2 の涙の形の透明な開口部	
5 3 0	光散乱区域	
5 3 2	軸	10
5 4 0	透明な区域	
6 0 0	眼科用レンズ	
6 1 0	第 1 の透明な開口部	
6 2 0	区域	
6 3 0	光散乱区域	
6 3 2	軸	
6 4 0	透明な区域	
7 0 0	眼科用レンズ	
7 1 0	透明な楕円開口部	
7 3 0	光散乱区域	20
7 3 2	軸	
7 4 0	透明な区域	
8 0 0	二焦点レンズ、二焦点眼科用レンズ	
8 1 0	第 1 の透明な開口部	
8 2 0	第 2 の透明な開口部、近距離視界の開口部	
8 3 0	光散乱区域	
8 3 2	軸	
8 4 0	透明な区域	
8 7 0	近距離視界区域、近距離視界のレンズ区域	
9 0 0	累進レンズ、累進眼科用レンズ	30
9 1 0	第 1 の透明な開口部	
9 1 1	近距離用視界ゾーン	
9 1 2	中間ゾーン	
9 1 3	遠距離視界用ゾーン	
9 1 4	周辺歪ゾーン	
9 1 5	周辺歪ゾーン	
9 2 0	第 2 の透明な開口部	
9 2 2	点線	
9 2 3	点線	
9 2 4	点線	40
9 2 5	点線	
9 3 0	光散乱区域	
9 3 2	軸	
9 4 0	透明な外側領域	
1 0 0 0	眼科用レンズ	
1 0 1 0	透明な開口部	
1 0 2 0	第 2 の透明な開口部	
1 0 2 2	透明な頸部	
1 0 3 0	散乱区域	
1 0 3 2	方向	50

- 1 0 4 0 透明な区域
- 1 1 0 0 眼科用レンズ
- 1 1 0 1 レンズ軸
- 1 1 2 0 透明な開口部
- 1 2 0 0 レンズ
- 1 2 1 0 第 1 の透明な開口部
- 1 2 2 0 第 2 の透明な開口部
- 1 2 3 0 光散乱区域
- 1 2 3 2 軸
- 1 2 3 5 散乱区域、小レンズ
- 1 2 4 0 透明な外側領域
- 1 3 0 0 レンズ
- 1 3 1 0 透明な開口部
- 1 3 1 0 a 円
- 1 3 1 0 b 円
- 1 3 1 0 c 接線
- 1 3 3 0 散乱区域

10

【図面】

【図 1】

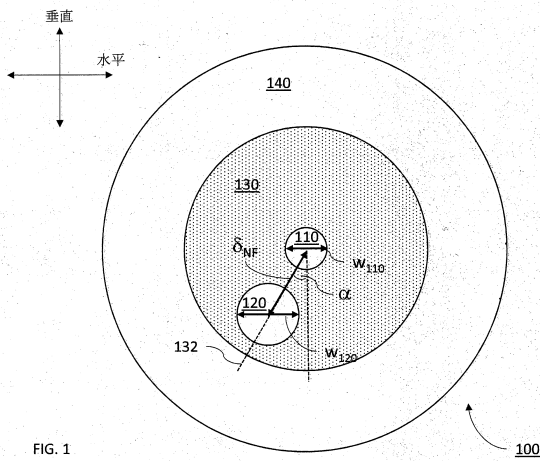


FIG. 1

【図 2 A】

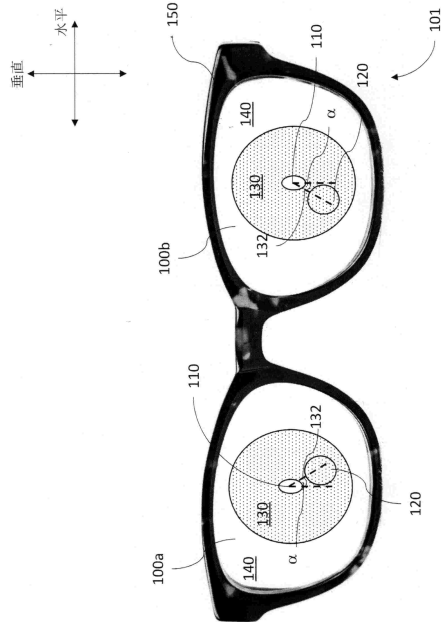


FIG. 2A

20

30

40

50

【 図 2 B 】

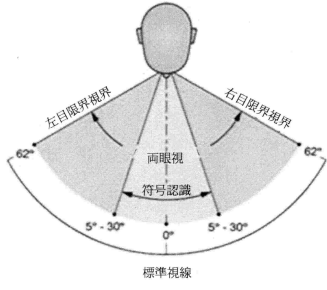


FIG. 2B

【 図 2 C 】

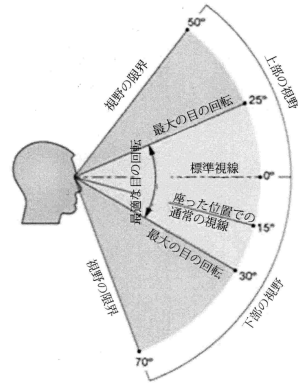


FIG. 2C

【 図 3 】

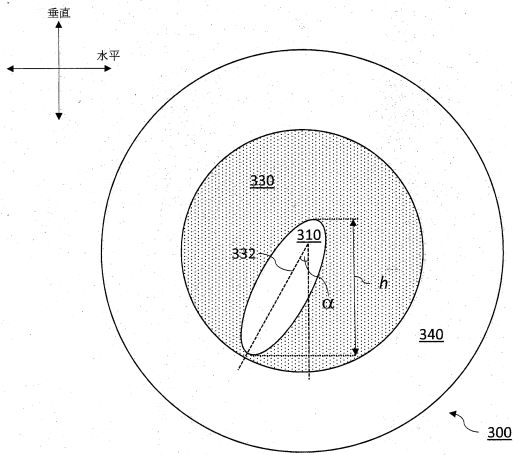


FIG. 3

【 図 4 】

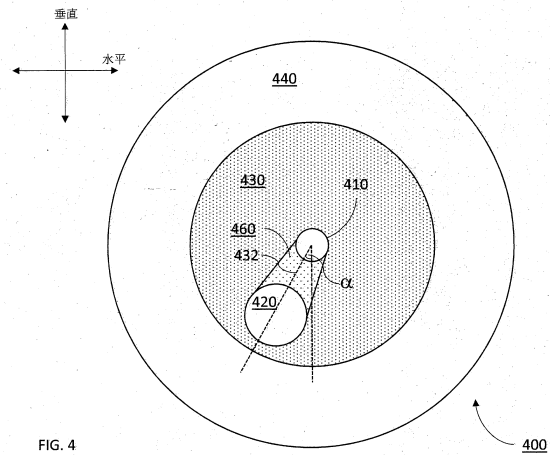


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

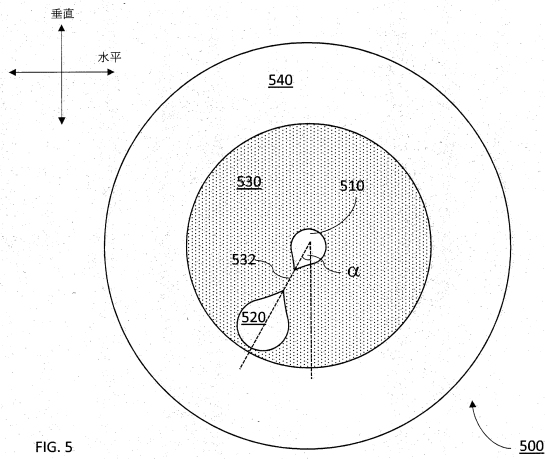


FIG. 5

【 図 6 】

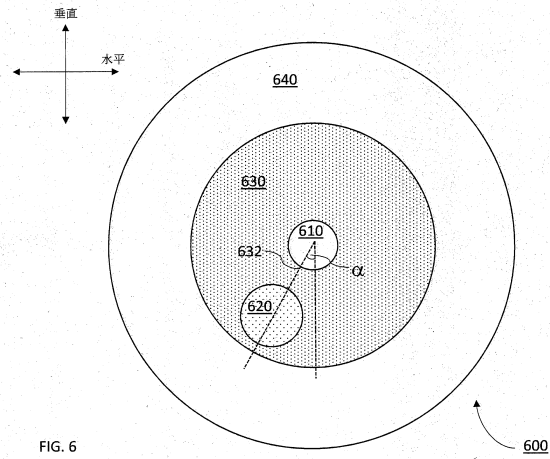


FIG. 6

【 図 7 】

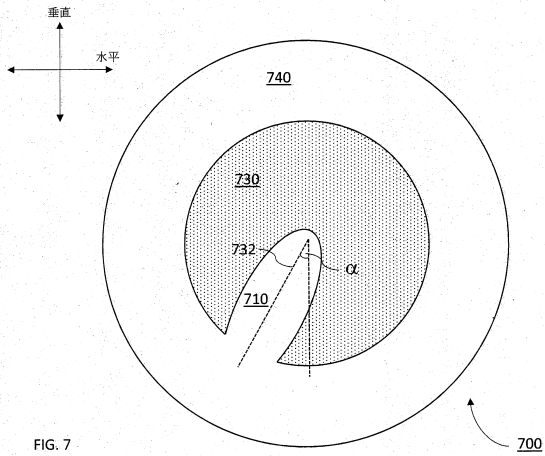


FIG. 7

【 図 8 】

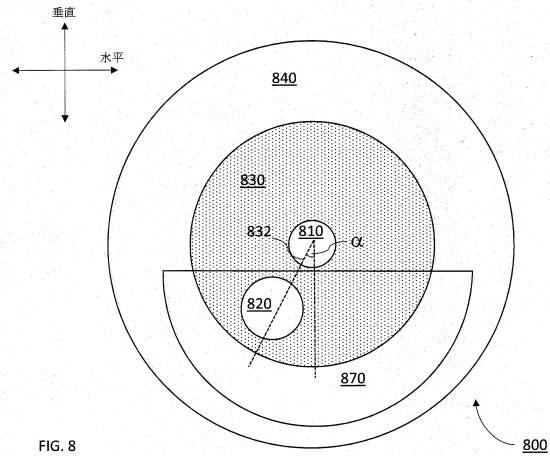


FIG. 8

10

20

30

40

50

【 9 】

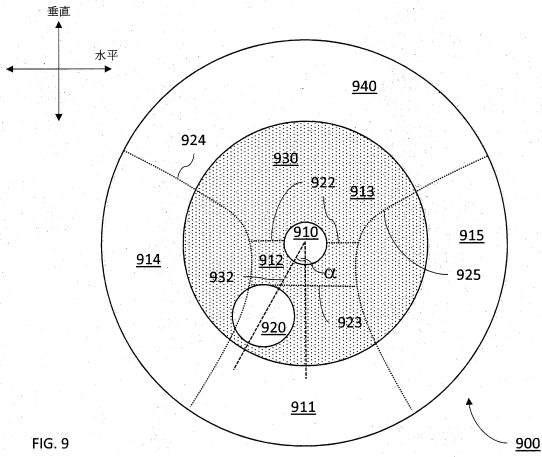


FIG. 9

900

【 10 】

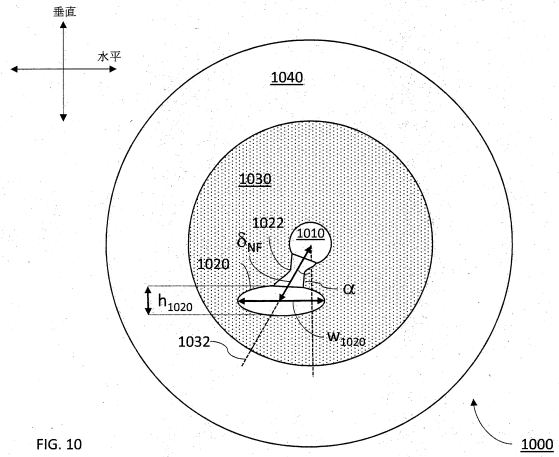


FIG. 10

1000

10

【 11 】

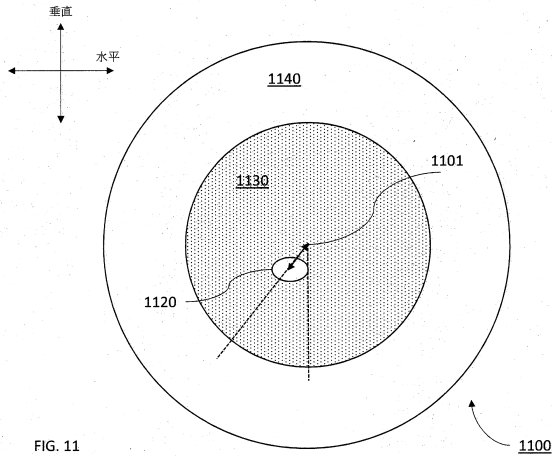


FIG. 11

1100

【 12 】

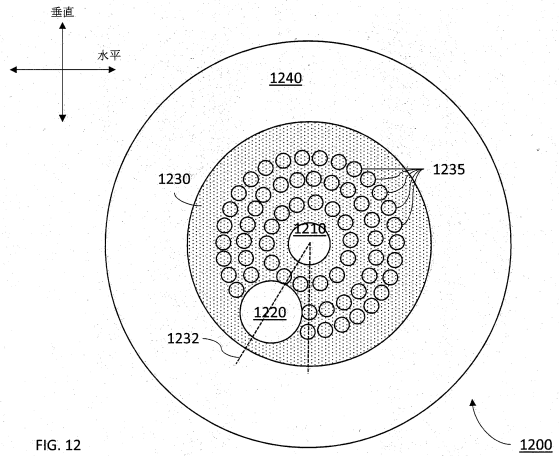


FIG. 12

1200

20

30

40

50

【 13 】

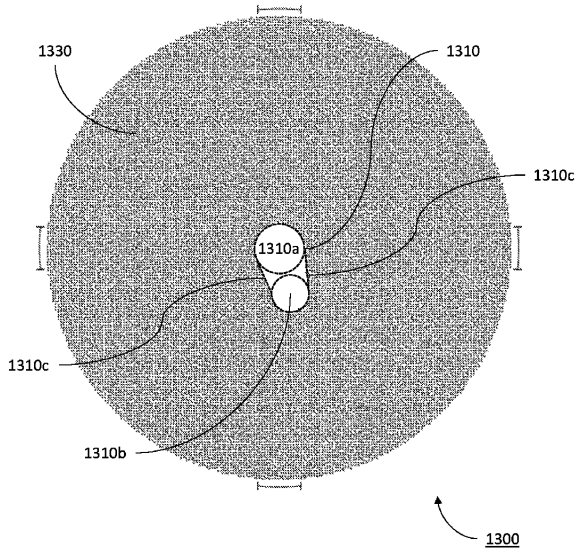


FIG. 13

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 米国(US)
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94036・パロ・アルト・アッシュ・ストリート・3225
(72)発明者 ピーター・ホーンズ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・94036・パロ・アルト・アッシュ・ストリート・3225
- 合議体
審判長 神谷 健一
審判官 廣田 健介
審判官 河原 正
- (56)参考文献 特表2012-513252(JP,A)
国際公開第2018/026697(WO,A1)
中国特許出願公開第103268023(CN,A)
特表2012-515933(JP,A)
特開2014-38247(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02C1/00-13/00