

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5866696号
(P5866696)

(45) 発行日 平成28年2月17日(2016.2.17)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 C 7/04 (2006.01) G 0 2 C 7/04

請求項の数 15 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-523039 (P2011-523039)	(73) 特許権者	504389991
(86) (22) 出願日	平成21年7月31日(2009.7.31)		ノバルティス アーゲー
(65) 公表番号	特表2011-530726 (P2011-530726A)		スイス国 バーゼル リヒトシュトラッセル
(43) 公表日	平成23年12月22日(2011.12.22)		35
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/052381	(74) 代理人	100078662
(87) 国際公開番号	W02010/019397		弁理士 津国 肇
(87) 国際公開日	平成22年2月18日(2010.2.18)	(74) 代理人	100131808
審査請求日	平成24年7月9日(2012.7.9)		弁理士 柳橋 泰雄
(31) 優先権主張番号	61/087,795	(72) 発明者	リンダチャー, ジョゼフ・マイケル
(32) 優先日	平成20年8月11日(2008.8.11)		アメリカ合衆国、ジョージア 30024
(33) 優先権主張国	米国 (US)		、スワニー、ダブコート・トレイル 5057

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レンズ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

近視を防止するか、近視の進行を抑制するためのレンズであって、
 レンズ中央から、中心視力領域および周辺領域を有する光学部の外周囲まで外側に延伸する光学部；および

キャリア部の混合ゾーンによって光学部の外周囲に接続されたキャリア部
 を含み、

キャリア部が光学部の外周囲からキャリア部の外周囲まで外側に延伸し、レンズが、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、レンズを装用する人の眼の光学系によってもたらされた軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制または除去する、レンズ中央から外側に延伸する度数プロファイルを有し、度数プロファイルが、光学部の中心視力領域および周辺領域を通じて通過する光線に対し、正（プラス）度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、

度数プロファイルが、1.0 mmの第一の半径方向距離から2.5 mmの第二の半径方向距離までの範囲にわたる、レンズ中央からの半径方向距離において、0ジオプターの第一の最小の正（プラス）度数から1.0ジオプターの第一の最大の正（プラス）度数までの範囲にわたる、正（プラス）度数の第一の増加を有し、

度数プロファイルが、第二の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数に等しい、第二の最小の正（プラス）度数と、第三の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数よりも少なくとも0.5ジオプター大きい、第二の最大の正（プラス）度数

10

20

とを有し、第三の半径方向距離が、第二の半径方向距離よりも少なくとも0.5mm大きく、

度数プロファイルの傾きの大きさが、第一の半径方向距離から増加し、第二の半径方向距離へ減少し、及び第二の半径方向距離から増加し、第三の半径方向距離へ減少する、レンズ。

【請求項2】

少なくとも第一および第二の誤差関数を含む合成数学関数により、度数プロファイルが画定される、請求項1記載のレンズ。

【請求項3】

光学部の中心視力領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加が光学部の周辺領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加より小さい、請求項1記載のレンズ。

【請求項4】

度数プロファイルが、少なくとも第一および第二の関数を含む合成数学関数により画定され、第一の関数が誤差関数であり、第二の関数が誤差関数以外の関数である、請求項1記載のレンズ。

【請求項5】

第二の関数が余弦関数である、請求項4記載のレンズ。

【請求項6】

近視を防止するか、近視の進行を抑制するためのレンズであって、
レンズ中央から、中心視力領域および周辺領域を有する光学部の外周囲まで外側に延伸する光学部；および

キャリア部の混合ゾーンによって光学部の外周囲に接続されたキャリア部を含み、

キャリア部が光学部の外周囲からキャリア部の外周囲まで外側に延伸し、レンズが合成数学関数によって画定される、レンズ中央から外側に延伸する度数プロファイルを有し、眼の光学系によってもたらされた軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制または除去するため、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、合成数学関数によって画定された度数プロファイルが設計され、度数プロファイルが光学部の中心視力領域および周辺領域を通じて通過する光線に対し、正（プラス）度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、

度数プロファイルが、1.0mmの第一の半径方向距離から2.5mmの第二の半径方向距離までの範囲にわたる、レンズ中央からの半径方向距離において、0ジオプターの第一の最小の正（プラス）度数から1.0ジオプターの第一の最大の正（プラス）度数までの範囲にわたる、正（プラス）度数の第一の増加を有し、

度数プロファイルが、第二の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数に等しい、第二の最小の正（プラス）度数と、第三の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数よりも少なくとも0.5ジオプター大きい、第二の最大の正（プラス）度数とを有し、第三の半径方向距離が、第二の半径方向距離よりも少なくとも0.5mm大きく、

度数プロファイルの傾きの大きさが、第一の半径方向距離から増加し、第二の半径方向距離へ減少し、及び第二の半径方向距離から増加し、第三の半径方向距離へ減少する、レンズ。

【請求項7】

合成数学関数が第一および第二の関数を含み、第一および第二の関数が、それぞれ、第一および第二の誤差関数である、請求項6記載のレンズ。

【請求項8】

合成数学関数が第一および第二の関数を含み、第一の関数が誤差関数であり、第二の関数が誤差関数以外の関数である、請求項6記載のレンズ。

【請求項9】

第二の関数が余弦関数である、請求項 8 記載のレンズ。

【請求項 1 0】

光学部の中心視力領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加が、光学部の周辺領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加より小さい、請求項 6 記載のレンズ。

【請求項 1 1】

近視の進行を防止または緩和するためのレンズの製造方法であって、

レンズの度数プロファイルの第一の部分を画定するうえで使用するための第一の数学関数を選択する工程；

レンズの度数プロファイルの第二の部分を画定するうえで使用するための第二の数学関数を選択する工程；および

第一および第二の数学関数を組み合わせ、合成関数を生成する工程を含み、

眼の光学系によってもたらされた軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制または除去するため、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、合成数学関数によって画定された度数プロファイルが設計され、度数プロファイルが光学部の中心視力領域および周辺領域を通じて通過する光線に対し、正（プラス）度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらし、

度数プロファイルが、1 . 0 mmの第一の半径方向距離から2 . 5 mmの第二の半径方向距離までの範囲にわたる、レンズ中央からの半径方向距離において、0ジオプターの第一の最小の正（プラス）度数から1 . 0ジオプターの第一の最大の正（プラス）度数までの範囲にわたる、正（プラス）度数の第一の増加を有し、

度数プロファイルが、第二の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数に等しい、第二の最小の正（プラス）度数と、第三の半径方向距離における第一の最大の正（プラス）度数よりも少なくとも0 . 5ジオプター大きい、第二の最大の正（プラス）度数とを有し、第三の半径方向距離が、第二の半径方向距離よりも少なくとも0 . 5 mm大きく、

度数プロファイルの傾きの大きさが、第一の半径方向距離から増加し、第二の半径方向距離へ減少し、及び第二の半径方向距離から増加し、第三の半径方向距離へ減少する、レンズの製造方法。

【請求項 1 2】

選択ステップ中に選択された第一および第二の数学関数の少なくとも一つが誤差関数である、請求項 1 1 記載のレンズの製造方法。

【請求項 1 3】

選択ステップ中に選択された第一および第二の数学関数が第一および第二のそれぞれの誤差関数である、請求項 1 2 記載のレンズの製造方法。

【請求項 1 4】

選択ステップ中に選択された第一および第二の数学関数の一つが誤差関数であり、選択ステップ中に選択された第一および第二の数学関数の一つが余弦関数である、請求項 1 1 記載のレンズの製造方法。

【請求項 1 5】

光学部の中心視力領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加が、光学部の周辺領域を通じて通過する光線に提供された正（プラス）度数の増加より小さい、請求項 1 1 記載のレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、コンタクトレンズに関する。より詳細には、本発明は、コンタクトレンズ装用者の眼の網膜に近視性屈折刺激を提供することにより、近視の進行を抑制することを意

10

20

30

40

50

図した、コンタクトレンズ設計および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンタクトレンズは、眼の角膜上に装着され、視力障害を矯正する、光学的に透明な材料、例えば、プラスチックまたはガラスで作られた薄いレンズである。様々なタイプの視力障害、例えば、近視、遠視、老眼または乱視およびこれらの障害の組み合わせを治療するために設計された、様々なタイプのコンタクトレンズが存在する。また、コンタクトレンズのタイプは、眼の角膜上に置かれる「硬質」コンタクトレンズと、眼の角膜および取り囲む強膜上に置かれる「ソフト」コンタクトレンズとに分類することができる。

【0003】

通常のコンタクトレンズは、レンズの光学部である中心部と、レンズのキャリア部である周辺部とを有する。キャリア部は、通常、光学部およびキャリア部が接する移行または混合ゾーンを含有する。光学部は、通常、レンズの中央から、光学部がキャリア部に接するおよそ3.5~4ミリメートル(mm)の距離まで外側に延伸している。これは、レンズの中央における $r = 0.0$ mmから、レンズの光学およびキャリア部が接する境界における $r \sim 3.5$ または 4.0 mmまでの範囲にわたる、矢状半径 r に対応する。通常のコンタクトレンズのキャリア部は、光学部が終了するところ($r \sim 3.5$ または 4.0 mmなど)から始まり、レンズ中央から $r \sim 7.0$ の半径方向距離にわたって外側に延伸している。したがって、通常のコンタクトレンズは、およそ 14.0 mmの合計直径を有する。

【0004】

通常のコンタクトレンズ設計では、レンズの光学部は、視力矯正のための光学度数を提供する。レンズのキャリア部は、レンズを安定させ、眼の角膜および/または輪部(limbus)上にレンズを心地良く装着させることに役立つが、本来、視力矯正を提供するように設計されない。一般的に、中心視力は、周辺視力よりも正確であることが認められる。光受容体の密度が最も高いのは、中心窩として公知である、網膜の中央近方の小さいくぼみである。中心窩は、直径が約 0.2 mmであり、眼の視軸のいずれかの側で約20分の角度を表す。視覚は、網膜の周辺領域で急激に低下し、視覚は、視軸から約5度外れると中心値の約 $1/3$ に低下している。

【0005】

コンタクトレンズは、通常、周辺視力の光学制御を提供するように設計されない一方、眼の成長を制御する正視化システムに対し、周辺網膜が重要な効果を有することができることが示唆されている。例として、周辺網膜のぼやけおよび焦点外れが眼の軸方向の成長に効果を有し、屈折異常、例えば、近視の発生に役割を果たすことが示唆されている。近視(Myopia)は、近眼(nearsightedness)の医学用語である。近視は、その縦軸に沿った眼球の過剰な成長の結果である。近視を持つ個人は、眼により近い対象をより明瞭に視認する一方、より遠い対象がぼやけるか、不鮮明に見える。これらの個人は、矯正レンズなしで遠い対象を明瞭に視認することができない。眼球の過剰な軸方向の成長は、通常、小児期および思春期を通じて継続するため、通例、近眼症状が経時的に悪化する。近視は、最もよく見られる視力問題の一つとなっている。さらに、近視性個人は、多数の深刻な眼性疾患、例えば、例として、網膜剥離または緑内障に罹患しやすい傾向がある。おそらく、これは、拡大した近視性眼に存在する解剖学的偏位のためである。これらの疾患の極端な場合は、失明の主要な原因となる。

【0006】

一般的に、近視は、個人の遺伝子学的要因および環境的要因の組み合わせを原因とすることが認められる。複数の複雑な遺伝子学的要因が屈折異常の発生に関連している。現在、近視の進行を防止または緩和するための遺伝子学的治療手法はまったく存在しない。研究者は、近視視力の調節の遅れが眼の過剰な軸方向の成長と、したがって、近視の発生とにつながる、遠視性焦点外れ刺激を提供することを提唱している。軸上近視性焦点外れを提供するレンズの使用により、眼の過剰な成長につながる軸上遠視性焦点外れを除去することが提唱されている。例として、研究者は、3年間にわたって累進多焦点レンズ(P

10

20

30

40

50

A L) を装用した近視性小児について、等しい時期にわたって単一の視力レンズを装用した年齢同等および屈折率同等の小児群と比べ、抑制された近視進行を呈したことを示している。P A L は、軸上近視性焦点外れをもたらす。P A L によって提供される軸上近視性焦点外れは、光学系によってもたらされる軸上遠視性焦点外れを除去し、結果として、近視進行を抑制すると推測される。

【 0 0 0 7 】

周辺遠視性焦点外れは、眼の軸方向の成長を助長し、それにより、近視の進行につながることも提唱されている。この効果に対処するために提唱されている光学治療システムは、周辺の(すなわち、軸外)に屈折率の近視性シフトをもたらす一方、中心(すなわち、軸上)に効果を提供しないことにより、遠視性焦点外れを除去するように設計された、レンズを含む。これらの機能を実行するため、レンズには、(1) 眼の光学系によってもたらされる網膜上の中心(軸上)焦点外れを最小化し、可能な最良の中心視視覚を提供するように、中心屈折率について最適化された軸上光学系；および(2) 周辺(軸外)遠視性焦点外れを矯正する周辺(軸外)近視性焦点外れを提供するように適合された、軸外光学系が提供される。そのため、この手法は、眼の光学系によってもたらされる周辺(軸外)遠視性焦点外れを除去することのみを意図しており、眼の光学系によってもたらされる中心(軸上)遠視性焦点外れに対する効果を有することを意図していない。

【 0 0 0 8 】

この手法は、近視の比較的進んだ段階にある個人には好適であることができる一方、わずかにのみ近視性であるか、近視の早期段階にある個人には好適でないことができる。わずかにのみ近視性であるか、近視の早期段階にある個人では、近見視力(すなわち、近い視作業)の屈折状況を考えると、周辺遠視がほぼまたはまったく存在しない。これらの場合、周辺近視性焦点外れが過剰であり、周辺遠視性刺激を生成することができ、実際に近視の進行を加速させることができる。そのため、そのような場合、周辺近視性焦点外れをもたらすレンズを使用することは、近視の進行を防止または緩和するための適切な解決策ではない。

【 0 0 0 9 】

それゆえに、近視の進行の防止または緩和に有効なレンズ設計および方法が要望されている。

【 発明の概要 】

【 0 0 1 0 】

近視を防止するか、近視の進行を緩和するためのレンズおよび方法を提供する。レンズは、少なくとも光学部およびキャリア部を含む。光学部は、レンズの中央から光学部の外周囲まで外側に延伸している。レンズのキャリア部は、キャリア部の混合ゾーンにより、光学部の外周囲に接続されている。キャリア部は、光学部の外周囲からキャリア部の外周囲まで外側に延伸している。レンズは、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらす、眼の光学系によってもたらされる軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制する、度数プロファイルを有する。それぞれ、レンズの光学部の中心視力および周辺領域を通じて通過する中心および周辺光線に対し、正(プラス)度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性焦点外れがもたらされる。

【 0 0 1 1 】

もう一つの態様に従い、レンズは、少なくとも光学部およびキャリア部を含む。光学部は、レンズの中央から光学部の外周囲まで外側に延伸している。レンズのキャリア部は、キャリア部の混合ゾーンにより、光学部の外周囲に接続されている。キャリア部は、光学部の外周囲からキャリア部の外周囲まで外側に延伸している。レンズは、合成数学関数によって画定された度数プロファイルを有する。合成数学関数でプロファイルを画定することにより、結果として、眼の光学系によってもたらされる軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制するように作用する、軸上および軸外近視性焦点外れがもたらされる。プロファイルは、それぞれ、レンズの光学部の中心視力および周辺領域を通じて通過する中心および周辺光線に対し、正(プラス)度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性

10

20

30

40

50

焦点外れをもたらす。

【0012】

方法は、レンズの度数プロファイルの第一の部分を画定するうえで使用するための第一の数学関数を選択する工程と、レンズの度数プロファイルの第二の部分を画定するうえで使用するための第二の数学関数を選択する工程と、第一および第二の数学関数を組み合わせ、合成関数を生成する工程とを含む。合成数学関数でプロファイルを画定することにより、結果として、眼の光学系によってもたらされる軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制するように作用する、軸上および軸外近視性焦点外れがもたらされる。プロファイルは、それぞれ、レンズの光学部の中心視力および周辺領域を通じて通過する中心および周辺光線に対し、正（プラス）度数の増加を提供することにより、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらす。

10

【0013】

本発明のこれらおよび他のフィーチャならびに利点は、以下の説明、図面および請求項から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】近視の進行を防止または緩和するための態様に従ったコンタクトレンズ1の平面図を例示する。

【図2】軸上および軸外遠視性刺激を除去し、近視の進行を防止するか、少なくとも緩和するための図1に示したレンズに好適である、二つの異なる度数プロファイルを例示する。

20

【図3】軸上および軸外遠視性刺激を除去し、近視の進行を防止または緩和するための図1に示したレンズに好適である、度数プロファイルのもう一つの例を例示する。

【図4】近視の進行を防止または緩和するレンズを設計するための態様に従った方法を表す、フローチャートを例示する。

【0015】

例示的な態様の詳細な説明

【0016】

本発明に従い、軸上および軸外近視性焦点外れをもたらす、装用者の眼による軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制する、レンズを提供する。軸上および軸外近視性焦点外れを使用し、軸上および軸外遠視性焦点外れを抑制することは、縦軸に沿った眼球の過剰な成長を防止するか、少なくとも緩和する効果を有する。加えて、レンズは、軸上近視性焦点外れをもたらすが、レンズは、結果として、装用者の中心視力の質を知覚できるほどに悪化させない。

30

【0017】

本発明に従い、3カテゴリのレンズ：（1）軸上近視性焦点外れのみを提供する公知のレンズ設計；（2）軸外近視性焦点外れのみを提供する公知のレンズ設計；および（3）本発明に従って設計され、軸上および軸外近視性焦点外れの両方を提供するレンズを使用し、実験を実施した。実験の目的の一つは、カテゴリ（3）のレンズを装用した個人において、カテゴリ（1）および（2）のレンズを装用した個人よりも中心視力の悪化がどの程度大きいかを確認することであった。実験のもう一つの目的は、カテゴリ（3）レンズが近視の進行の防止または緩和にどの程度有効かを確認することであった。

40

【0018】

カテゴリ（3）のレンズは、カテゴリ（1）および（2）のレンズによってもたらされるよりも有意に中心視力の悪化をもたらすと予想された。これは、近視の進行を防止または緩和する取り組みが、ここまで、カテゴリ（1）またはカテゴリ（2）レンズの使用に限定されてきた主たる理由である。しかし、予想外にも、実験の結果、カテゴリ（3）レンズが中心視力の明確な悪化をまったく提供しないことが例証された。予想された通り、実験の結果、カテゴリ（3）レンズが近視の進行の防止または緩和に有効であることが例証された。

50

【0019】

「軸上」という用語は、その用語が本明細書において使用されるように、眼球の縦の視軸に沿った位置を指すことを意図している。「軸外」という用語は、その用語が本明細書において使用されるように、眼球の縦の視軸に沿っていない位置を指すことを意図している。「近視性焦点外れ」という用語は、その用語が本明細書において使用されるように、遠い対象の像が網膜の前方で形成される、屈折状態を意味することを意図している。「軸外近視性焦点外れ」という用語は、眼球の縦の視軸上にないレンズによって提供される、近視性焦点外れを意味することを意図している。「軸外近視性焦点外れ」という用語は、本明細書において、「周辺近視性焦点外れ」という用語と同義で使用される。「軸上近視性焦点外れ」という用語は、眼球の縦の視軸上にあるレンズによって提供される、近視性焦点外れを意味することを意図している。「軸外近視性焦点外れ」という用語は、本明細書において、「中心近視性焦点外れ」という用語と同義で使用される。

10

【0020】

「遠視性焦点外れ」という用語は、その用語が本明細書において使用されるように、遠い対象の像が網膜の後方で形成される、屈折状態を意味することを意図している。「軸外遠視性焦点外れ」という用語は、その用語が本明細書において使用されるように、眼球の縦の視軸上にないレンズによって提供される、遠視性焦点外れを意味することを意図している。「軸外遠視性焦点外れ」という用語は、本明細書において、「周辺遠視性焦点外れ」という用語と同義で使用される。「軸上遠視性焦点外れ」という用語は、眼球の縦の視軸上にあるレンズによって提供される、遠視性焦点外れを意味することを意図している。「軸上遠視性焦点外れ」という用語は、本明細書において、「中心遠視性焦点外れ」という用語と同義で使用される。

20

【0021】

図1は、近視を防止するか、近視の進行を緩和するための態様に従ったコンタクトレンズ1の平面図を例示する。レンズ1は、光学部10およびキャリア部20を含む。キャリア部20は、光学部10およびキャリア部20が連結する混合部30を包含する。光学部10は、通常、レンズ1の中央2における0.0mmから光学部10の周囲3の外端における約3.5または4.0mmまでの範囲にわたる、半径 r を有する。キャリア部20は、光学部10の半径 r と一致する内半径 r_i と、キャリア部20の周囲11の外端と一致する外半径 r_o とを有し、通常、約7.0mm～約8.0mmである。

30

【0022】

光学部10は、中心視力領域および周辺領域を含む。中心視力領域は、破線の円40によって表される光学部10の中央部に位置する。光学部10の周辺領域は、中心視力領域と、光学部10が混合部30に接する界面との間に位置する。軸上近視性焦点外れは、光学部10の中心視力領域によってもたらされ、それを通じて通過する中心光線に対し、正（プラス）度数を提供する。光学部10の中心視力領域を通じて通過する中心光線は、通常、近軸線と呼ばれ、一般的に、眼球の縦の視軸と同軸である。軸外近視性焦点外れは、レンズの光学部10の周辺領域によってもたらされ、それを通じて通過する周辺光線に対して正（プラス）度数も提供する。

40

【0023】

レンズ1が軸上および軸外近視性焦点外れの両方を提供するが、先に明示したように、これは、個人の中心視力を知覚できるほどに悪化させないことが試験を通じて確認されている。先にも明示したように、レンズによって提供される軸上および軸外近視性焦点外れは、過剰な眼の成長の進行を防止または緩和する。ここで、図2および3を参照しながら詳細に記載するように、これらの成果は、複数の誤差関数の組み合わせか、少なくとも一つの誤差関数と、誤差関数ではない少なくとも一つの他の関数との組み合わせのいずれかによって画定された、度数プロフィールを有するレンズの使用を通じ、可能になる。

【0024】

図2は、図1に示すレンズ1に好適な二つの異なる度数プロフィール100および200を例示する。レンズ1は、図2に示す以外の度数プロフィールを有するように設計する

50

ことができる。図2に示すプロフィール100および200は、本発明の趣旨の達成を実現させる好適な度数プロフィールの例に過ぎない。当業者は、本明細書において提供する説明を考慮し、本発明の趣旨を達成するように他の度数プロフィールを設計できることを理解する。横軸は、レンズ1の中央からのミリメートルでの半径方向距離に対応する。縦軸は、レンズ1の中央からの距離の関数として、レンズ1によって提供される、ジオプターでの光学度数に対応する。プロフィール100および200は、両方とも、レンズ1の中央または非常に近方にある点の周りで半径方向に対称である。そのため、プロフィール100および200のうち、図2を含有する図面シートに対して左側部のみを記載する。

【0025】

第一に、プロフィール100を参照すると、それぞれ、誤差関数($Erf(x)$)の第一の部分100Aおよび第二の部分100Bを含む。第一の部分100Aおよび第二の部分100Bは、レンズ1の中央から約2.5mmの半径または半直径で接する。度数プロフィール100の第一の部分100Aは、レンズ1の中央から、レンズ1の中央から約1.0mmの半径まで、遠距離視力光学度数(0ジオプターなど)を有し、その後、レンズ1の中央から約2.5mmの半径における約1.0ジオプターの光学度数まで徐々に上昇する。プロフィール100の第二の部分100Bは、レンズ中央から約2.5mmの半径において約1.0ジオプターの光学度数を有し、その後、レンズ中央から約4.0mmの半径における約3.0ジオプターの光学度数まで徐々に上昇する。

【0026】

プロフィール200については、プロフィール100と同様に、それぞれ、誤差関数($Erf(x)$)の第一の部分200Aおよび第二の部分200Bを含む。第一の部分200Aおよび第二の部分200Bは、レンズ1の中央から約2.5mmの半径で接する。度数プロフィール200の第一の部分200Aは、レンズ中央から約1.0mmの半径まで遠距離視力度数(0ジオプターなど)を有し、その後、レンズ中央から約2.5mmの半径における約1.0ジオプターの光学度数まで徐々に上昇する。プロフィール200の第二の部分200Bは、レンズ中央から約2.5mmの半径において約1.0ジオプターの光学度数を有し、その後、約4.0mmの半径における約2.0ジオプターの光学度数まで徐々に上昇する。

【0027】

小児の平均瞳孔サイズは、直径が約5.0mmであり、通常、レンズ1の光学部10の中心視力領域の直径に対応する。そのため、プロフィール100および200は、レンズ1の光学部10の中心視力領域の外部において、プロフィール100では約1.0ジオプターから約3.0ジオプターまたはプロフィール200では約1.0ジオプターから約2.0ジオプターへの光学度数の上昇が生じるように設計されている。換言すると、この上昇は、光学部10の周辺領域で生じる。

【0028】

光学部10の中心視力領域に提供された比較的低い正(プラス)度数は、結果として、軸上遠視性焦点外れをすべてではないとしてもほとんど除去する。これは、軸上遠視性刺激を抑制または除去し、近視の進行の防止または緩和を促進する。加えて、中心視力領域に提供された低い正(プラス)度数は、近見視力ストレスを抑制し、中心視力の焦点深度を増加させる。そのため、個人は、中心視力の知覚できるほどの悪化をまったく経験しない。光学部10の周辺領域に提供されたより高い正(プラス)度数は、結果として、軸外遠視性焦点外れをすべてではないとしてもほとんど除去する。加えて、光学部10の周辺領域に提供されたより高い正(プラス)度数は、結果として、眼の成長を防止するか、少なくとも眼の成長の進行を緩和する効果を有する、軸外近視性刺激を全体的に増加させる。

【0029】

図3は、本発明での使用に好適なもう一つの度数プロフィール300の例を例示する。図2に示すプロフィール100および200と同様に、プロフィール300は、レンズ1の中央または非常に近方にある点の周りで回転対称である。プロフィール300は、それ

ぞれ、レンズ1の中央から約2.5mmの半径で接する、第一の部分300Aおよび第二の部分300Bを含む。第一の部分300Aは、余弦関数に対応し、第二の部分300Bは、誤差関数($\text{Erf}(x)$)に対応する。第一の部分300Aは、レンズ1の中央で約0.8ジオプターに対応する光学度数を有し、その後、レンズ中央から約1.5mmの距離における遠距離視力度数(0ジオプターなど)まで徐々に減少する。第一の部分300Aは、レンズ中央から約2.0mmの半径まで遠距離視力度数に維持され、その後、約2.25mmの半径における約4.0ジオプターの光学度数まで徐々に上昇する。

【0030】

プロフィール300の部分300Aに対応する余弦関数は、レンズ1の中央で比較的低い正(プラス)度数を提供し、結果として、プロフィール100または200のいずれかによって提供されるよりも遠視性の刺激となり、装用者の中心視力の質を明確に悪化させない。プロフィール300の部分300Bに対応する誤差関数は、プロフィール100または200のいずれかによって提供されるよりも大きい、正(プラス)度数の徐々なる上昇を提供する。この上昇は、レンズ1の光学部10の周辺領域で生じる。プロフィール300は、プロフィール300によって正(プラス)度数が提供される面積がより広いことから、図2に示すプロフィール100および200によって提供されるよりも優位な遠視性刺激を提供する。この理由のため、プロフィール300は、結果として、一部の装用者にとってより良い近視対策効果となる。

【0031】

先に図2を参照しながら記載したプロフィール100および200と同じように、図3に示すプロフィール300は、光学部10の中心視力領域に比較的低い正(プラス)度数を提供し、結果として、軸上遠視性焦点外れをすべてではないとしてもほとんど除去する。これは、軸上遠視性刺激を抑制し、結果として、近視の進行が防止または緩和される。加えて、中心視力領域に提供された低い正(プラス)度数は、近見視力ストレスを防止し、中心視力の焦点深度を増加させる効果を有する。そのため、個人は、中心視力の知覚できるほどの悪化をまったく経験しない。プロフィール300は、より高い正(プラス)度数を光学部10の周辺領域に提供し、結果として、軸外遠視性焦点外れをすべてではないとしてもほとんど除去する。加えて、光学部10の周辺領域に提供されたより高い正(プラス)度数は、結果として、眼の成長を防止するか、少なくとも眼の成長の進行を緩和する効果を有する、軸外近視性刺激を増加させる。

【0032】

レンズ1の度数プロフィールは、プロフィール100、200および300に限定されない。レンズ1のプロフィールは、レンズ1の中央からの半径方向距離の関数として、正(プラス)度数の増加に関して以下のように画定することもできる。先に図2を参照しながら記載したように、プロフィールが複数の誤差関数によって画定される態様に従い、プロフィールは、約1.5mmの第一の半径方向距離から約3.0mmの第二の半径方向距離までの範囲にわたる、レンズ中央からの半径方向距離において、約0.5ジオプターの最小の第一の正(プラス)度数から約1.5ジオプターの最大の第一の正(プラス)度数までの範囲にわたる、正(プラス)度数の第一の増加を有する。プロフィールは、第二の半径方向距離における第一の最大の正(プラス)度数に等しい、正(プラス)度数の第二の最小の増加と、第二の半径方向距離よりも少なくとも0.5mm大きい、第三の半径方向距離における第一の最大の正(プラス)度数よりも少なくとも0.5ジオプター大きい、第二の最大の正(プラス)度数とを有する。

【0033】

先に図3を参照しながら記載した場合のように、度数プロフィールが誤差関数および少なくとも一つの他の関数(余弦関数など)によって画定される場合、レンズ1の度数プロフィールは、プロフィール300に限定されず、レンズ1の中央からの半径方向距離の関数として、正(プラス)度数の増加に関して以下のように画定することができる。プロフィールは、実質的にレンズ中央に対応する位置における約1.5ジオプターの最大の第一の正(プラス)度数から、約1.0mmの第一の半径方向距離から約2.0mmの第二の半径

10

20

30

40

50

方向距離までの範囲にわたる、レンズ中央からの半径方向距離における約 0 ジオプターの最小の第一の正（プラス）度数までの範囲にわたる、正（プラス）度数の第一の増加を有する。プロフィールは、第二の半径方向距離における第一の最小の正（プラス）度数に等しい、第二の最小の正（プラス）度数から、約 2 . 0 mm 以上の第三の半径方向距離における約 2 . 0 ジオプター以上の第二の最大の正（プラス）度数の範囲にわたる、正（プラス）度数の第二の増加を有する。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、近視の進行を防止するか、少なくとも緩和するレンズを設計するための態様に従った方法を表す、フローチャートを例示する。ブロック 4 0 1 によって明示されるように、レンズに使用される度数プロフィールの第一の部分を画定するため、第一の関数を選択する。この関数は、誤差関数または一部の他の関数、例えば、余弦関数である。ブロック 4 0 2 によって明示されるように、レンズに使用される度数プロフィールの第二の部分を画定するため、第二の関数を選択する。この関数は、誤差関数である。ブロック 4 0 3 によって明示されるように、第一および第二の関数を組み合わせ、合成関数を生成する。ブロック 4 0 1 ~ 4 0 3 によって表されるプロセスを実行する順序は、図 4 に図示した順序と異なることができ、特定のプロセス（ブロック 4 0 1 および 4 0 2 など）は、単一のプロセスの部分として実行することができる。

10

【 0 0 3 5 】

関数で使用する項の値は、選択プロセス中か、関数を組み合わせ、合成関数を生成した後決定することができる。通常、先に図 4 を参照しながら記載した方法により、度数プロフィールを取得した後、ソフトウェアでコンピュータシミュレーションを実行し、合成関数の項の値に対して調整をすることができる。最終的な度数プロフィールを取得したところで、多様な技術、例えば、例として、射出成形、研磨等により、プロフィールを有するコンタクトレンズを製造することができる。本発明は、レンズを製造するために使用される技術またはレンズが作られる材料について、限定されない。例として、レンズは、プラスチック材料で作られたソフトコンタクトレンズまたは硬質材料、例えば、ガラスで作られたハードコンタクトレンズであることができる。

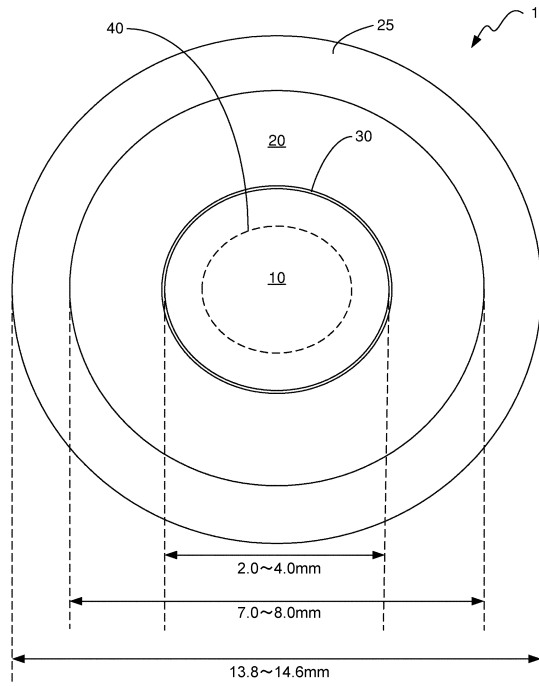
20

【 0 0 3 6 】

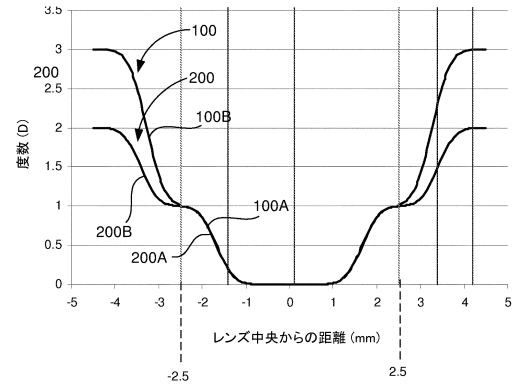
本発明の原理および概念を例証する目的のため、少数の例示的な態様を参照しながら本発明を記載したことに留意すべきである。しかし、本発明は、本明細書において記載される態様に限定されない。本明細書において提供する説明を考慮して当業者が理解するように、本明細書において記載する態様に対し、本発明の範囲を逸することなく多くの変形を作成することができる。

30

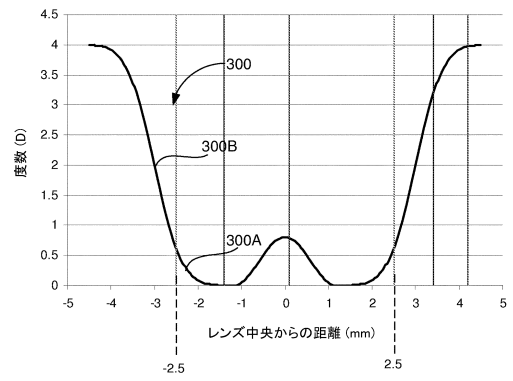
【図 1】



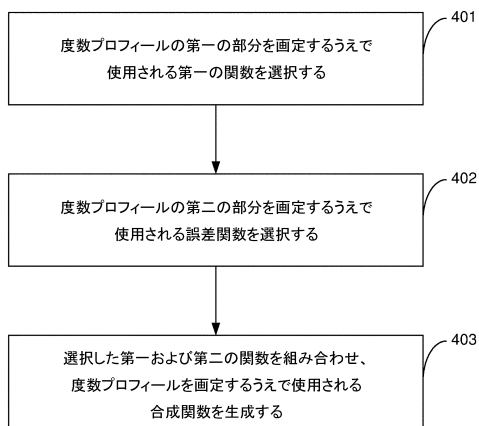
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 イエ, ミン

アメリカ合衆国、テキサス 76132、フォート・ワース、アルエアー・ドライブ 5100

(72)発明者 ペイオア, リック・エドワード

アメリカ合衆国、ジョージア 30041、カミング、スカーレット・オーク・コート 3015

(72)発明者 シュミット, グレゴール・エフ

アメリカ合衆国、ジョージア 30115、カントン、トレントン・レーン 201

審査官 渡 辺 純也

(56)参考文献 国際公開第2008/045847(WO, A2)

特開2000-122007(JP, A)

特表2010-506240(JP, A)

特表2009-540373(JP, A)

特表2009-511962(JP, A)

特表2007-511803(JP, A)

特開平05-181096(JP, A)

国際公開第2007/146673(WO, A2)

国際公開第2007/041796(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02C 1/00 ~ 13/00