

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7462115号  
(P7462115)

(45)発行日 令和6年4月4日(2024.4.4)

(24)登録日 令和6年3月27日(2024.3.27)

(51)国際特許分類	F I
G 0 2 B 25/00 (2006.01)	G 0 2 B 25/00
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B 27/02 Z

請求項の数 9 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-526884(P2023-526884)	(73)特許権者	523155456
(86)(22)出願日	令和3年12月21日(2021.12.21)		ゴアテック・オプティカル・テクノロジー・カンパニー、リミテッド
(65)公表番号	特表2024-501607(P2024-501607 A)		GOERTEK OPTICAL TECHNOLOGY CO., LTD
(43)公表日	令和6年1月15日(2024.1.15)		中華人民共和国, シャンドン, ウェイファン, ウェイファン・ハイテク・ゾーン, チンチ・サブ・ディストリクト・オフィス, ヨンチュン・コミュニティ, ファイシェン・ロード, ナンバー・3999, オプティカル・パーク・フェーズ・3, ナンバー1・ファブ
(86)国際出願番号	PCT/CN2021/140023		NO. 1 Fab., Optical Park Phase 3, No. 3999, Huixian Road, Y
(87)国際公開番号	WO2023/097813		最終頁に続く
(87)国際公開日	令和5年6月8日(2023.6.8)		
審査請求日	令和5年4月24日(2023.4.24)		
(31)優先権主張番号	202111445295.X		
(32)優先日	令和3年11月30日(2021.11.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	中国(CN)		

(54)【発明の名称】 光学システム及び頭部装着型表示機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学システムであって、

入射光の伝播方向に沿って順次に設けられた第三のレンズ(3)、第二のレンズ(2)及び第一のレンズ(1)から構成され、

前記光学システムには、3つのフレネル面があり、そのうちの2つのフレネル面が隣接して設けられており、

前記第三のレンズ(3)の屈折力が正であり、

前記光学システムの視野角が100度以上であり、

前記第一のレンズ(1)の有効焦点距離  $f_1$  が  $30\text{ mm} < f_1 < 40\text{ mm}$  であり、

前記第二のレンズ(2)の有効焦点距離  $f_2$  が  $40\text{ mm} < f_2 < 460\text{ mm}$  であり、

前記第三のレンズ(3)の有効焦点距離  $f_3$  が  $65\text{ mm} < f_3 < 115\text{ mm}$  である、ことを特徴とする光学システム。

10

【請求項2】

前記第一のレンズ(1)及び前記第二のレンズ(2)の屈折力がともに正であり、

前記第一のレンズ(1)、前記第二のレンズ(2)及び前記第三のレンズ(3)が同一光軸上に位置する、ことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

【請求項3】

前記第一のレンズ(1)と前記第二のレンズ(2)との隣接する2つの面がフレネル面である、ことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

20

## 【請求項 4】

前記第一のレンズ(1)が第一の表面(11)及び第二の表面(12)を含み、前記第二のレンズ(2)が第三の表面(21)及び第四の表面(22)を含み、

前記第二の表面(12)と前記第三の表面(21)とが隣接して設けられており、両方ともフレネル面であり、

前記第一の表面(11)及び前記第四の表面(22)がともに非球面である、ことを特徴とする請求項3に記載の光学システム。

## 【請求項 5】

前記第三のレンズ(3)が第五の表面(31)及び第六の表面(32)を含み、

前記第五の表面(31)及び前記第六の表面(32)のうちの一方がフレネル面であり、他方が非球面であり、

前記第三のレンズ(3)のフレネル面と前記第二のレンズ(2)の第四の表面(22)とが隣接して設けられている、ことを特徴とする請求項4に記載の光学システム。

## 【請求項 6】

前記第一のレンズ(1)と前記第二のレンズ(2)との間に第一の間隔T1が設けられており、前記第一の間隔T1が0.2mm <math>T\_1 < 1\text{mm}</math>に設定される、ことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

## 【請求項 7】

前記第二のレンズ(2)と前記第三のレンズ(3)との間に第二の間隔T2が設けられており、前記第二の間隔T2が1mm <math>T\_2 < 3\text{mm}</math>に設定される、ことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

## 【請求項 8】

前記第一のレンズ(1)、前記第二のレンズ(2)及び前記第三のレンズ(3)の材質が、COP材料、OKP材料、EP材料又はPMMMA材料である、ことを特徴とする請求項1に記載の光学システム。

## 【請求項 9】

請求項1から8のいずれか一項に記載の光学システムを含む、ことを特徴とする頭部装着型表示機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2021年11月30日に中国特許庁に出願された、出願番号が202111445295.Xであり、発明の名称が「光学システム及び頭部装着型表示機器」である中国特許出願の優先権を主張し、その全ての内容は、参照により本願に組み込まれる。

## 【0002】

本願は、光学結像の技術分野に関し、より具体的に、本願は、光学システム及び頭部装着型表示機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

近年、拡張現実(Augmented Reality、AR)技術及び仮想現実(Virtual Reality、VR)技術などは、スマートウェアラブル機器に適用され、急速に発展している。拡張現実技術及び仮想現実技術の核心部品は、いずれも表示光学システムである。そのため、表示光学システムの表示効果の良否によって、スマートウェアラブル機器の品質が直接に決定される。

## 【0004】

従来の関連技術は、VR機器を例とする。現在のVR機器において、1.4インチの表示画面に基づいて広視野角(FOV)及び短光学全長(TTL)を実現しようとする場合、通常の光学技術案としては、折り返し光路構造であるが、製作コストが高く、光効率が低く(<25%)、ゴーストが生じるという問題がある。

10

20

30

40

50

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

本願の目的は、光学システム及び頭部装着型表示機器の新しい技術案を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本願の1つの局面によれば、光学システムが提供されている。前記光学システムは、入射光の伝播方向に沿って順次に設けられた第三のレンズ、第二のレンズ及び第一のレンズを含み、

前記光学システムには、3つのフレネル面があり、そのうちの2つのフレネル面が隣接して設けられており、

前記第三のレンズの屈折力が正であり、

前記光学システムの視野角が100度以上である。

**【0007】**

選択的に、前記第一のレンズ及び前記第二のレンズの屈折力がともに正であり、

前記第一のレンズ、前記第二のレンズ及び前記第三のレンズが同一光軸上に位置する。

**【0008】**

選択的に、前記第一のレンズと前記第二のレンズとの隣接する2つの面がフレネル面である。

**【0009】**

選択的に、前記第一のレンズが第一の表面及び第二の表面を含み、前記第二のレンズが第三の表面及び第四の表面を含み、

前記第二の表面と前記第三の表面とが隣接して設けられており、両方ともフレネル面であり、

前記第一の表面及び前記第四の表面がともに非球面である。

**【0010】**

選択的に、前記第三のレンズが第五の表面及び第六の表面を含み、

前記第五の表面及び前記第六の表面のうち的一方がフレネル面であり、他方が非球面であり、

前記第三のレンズのフレネル面と前記第二のレンズの第四の表面とが隣接して設けられている。

**【0011】**

選択的に、前記第一のレンズと前記第二のレンズとの間に第一の間隔 $T_1$ が設けられており、前記第一の間隔 $T_1$ が $0.2\text{ mm} < T_1 < 1\text{ mm}$ に設定される。

**【0012】**

選択的に、前記第二のレンズと前記第三のレンズとの間に第二の間隔 $T_2$ が設けられており、前記第二の間隔 $T_2$ が $1\text{ mm} < T_2 < 3\text{ mm}$ に設定される。

**【0013】**

選択的に、前記第一のレンズの有効焦点距離 $f_1$ が $30\text{ mm} < f_1 < 40\text{ mm}$ であり、

前記第二のレンズの有効焦点距離 $f_2$ が $40\text{ mm} < f_2 < 460\text{ mm}$ であり、

前記第三のレンズの有効焦点距離 $f_3$ が $65\text{ mm} < f_3 < 115\text{ mm}$ である。

**【0014】**

選択的に、前記第一のレンズ、前記第二のレンズ及び前記第三のレンズの材質がCOP材料、OKP材料、EP材料又はPMMA材料である。

**【0015】**

本願のもう1つの局面によれば、頭部装着型表示機器が提供されている。前記頭部装着型表示機器は、上記のいずれか一種の光学システムを含む。

**【発明の効果】****【0016】**

10

20

30

40

50

本願の有益な効果は、次のとおりである。

【0017】

本願の実施例では、3枚の光学レンズを用い、3つのフレネル面を光路構造内に設計することで、強い集光能力を提供して、光学システムの光学全長TTLを減らし、視野角FOVを大きくすることができるだけでなく、光学システムの光効率を高いレベルで維持することができる直接透過型光学構造設計案が提供されており、そのうち、2つのフレネル面が隣接して設けられており、迷光の低減に寄与する。本願の実施例による技術案は、短焦点、高光効率、大FOVの光学設計要件を実現しており、形成された光学システムは、例えば頭部装着型表示機器（例えばVR機器）に適用可能であり、頭部装着型表示機器の小型化、軽量化の発展トレンドの実現に寄与する。

10

【0018】

本願のその他の特徴及びその利点は、以下に図面を参照して本願の例示的な実施例について行われる詳しい説明によって明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

本願の実施例又は先行技術における技術案をより明確に説明するために、以下、実施例又は先行技術の説明に必要な図面を簡単に紹介する。明らかなことに、以下の説明における図面は本願の一部の図面に過ぎず、当業者にとって、創造的な努力をすることなく、提供された図面に基づいて他の図面を得ることもできる。

【0020】

20

【図1】本願の実施例による光学システムの構造模式図である。

【図2】本願の実施例による光学システムの結像原理の模式図である。

【図3】本願の実施例1による光学システムのスポットダイアグラムである。

【図4】本願の実施例1による光学システムの像面湾曲及び歪曲収差図である。

【図5】本願の実施例1による光学システムの分散マップである。

【図6】本願の実施例2による光学システムの結像原理の模式図である。

【図7】本願の実施例2による光学システムのスポットダイアグラムである。

【図8】本願の実施例2による光学システムの像面湾曲及び歪曲収差図である。

【図9】本願の実施例2による光学システムの分散マップである。

【発明を実施するための形態】

30

【0021】

以下、本願の実施例における図面を参照して本願の実施例の技術案を説明するが、明らかなことに、記載された実施例は、本願の一部の実施例に過ぎず、全ての実施例ではない。本願の実施例に基づいて創造的な努力をせずに当業者によって得られた他の全ての実施例は、本願の保護範囲に属する。

【0022】

以下の少なくとも1つの例示的な実施例に対する説明は、実際には単なる説明的なものであり、決して本願及びその適用又は使用に対するいかなる制限にもならない。

【0023】

当業者に知られている技術、方法及び機器については、詳細な説明がなされないかもしれないが、適宜な場合、かかる技術、方法及び機器は、明細書の一部とみなされるべきである。

40

【0024】

ここに示され議論される全ての例では、いずれの具体的な値も、制限とすべきではなく、単なる例示として解釈されるべきである。そのため、例示的な実施例の他の例では、異なる値を持っていてもよい。

【0025】

なお、類似する符号及び英文字は、以下の図面において類似項目を表し、従って、ある項目が1つの図面において定義されれば、以降の図面においてそれをさらに議論する必要がないことに注意すべきである。

50

## 【 0 0 2 6 】

以下、図 1 から図 9 を参照して、本願の実施例による光学システム及び頭部装着型表示機器について、詳しく説明する。

## 【 0 0 2 7 】

本願の実施例の 1 つの局面によれば、光学システムが提供されている。前記光学システムは、短焦点、高光効率、大 F O V の直接透過型光学構造技術案であり、例えば V R 機器（例えば V R メガネや V R ヘルメット等）のような頭部装着型表示機器（*head mounted display*、HMD）といった電子機器に好適に適用され、良い応用が期待できる。

## 【 0 0 2 8 】

本願の実施例による光学システムは、図 1 及び図 2 に示すように、入射光の伝播方向に沿って順次に設けられた第三のレンズ 3、第二のレンズ 2 及び第一のレンズ 1 を含み、

前記光学システムには、3 つのフレネル面があり、そのうちの 2 つのフレネル面が隣接して設けられており、

前記第三のレンズ 3 の屈折力が正であり、

前記光学システムの視野角が 1 0 0 度以上である。

## 【 0 0 2 9 】

本願の実施例による光学システムは、直接透過型光路構造設計であり、光路構造が比較的簡単であるから、その製作が比較的容易である。

## 【 0 0 3 0 】

説明すべきなのは、前記光学システムが、表示画面（*display*）4 をさらに含んでもよい。

## 【 0 0 3 1 】

前記表示画面 4 は、光路構造内で光線を射出するために、即ち光学システムに入射光を提供するために使用可能である。

## 【 0 0 3 2 】

つまり、本願の実施例による光学システムの技術案において、例えば 3 枚の光学レンズを含むレンズの組み合わせが 1 つ設計されて適用されており、図 1 及び図 2 に示すように、当該レンズの組み合わせは、例えば表示画面 4 の出光側の位置に配設され、具体的に、表示画面 4 から射出された入射光の伝播方向に位置し、前記入射光を人の目 5 に投射して結像するために使用可能であるため、光学システムの結像機能が実現される。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 及び図 2 に示すように、本願の実施例による光学システムは、前記第一のレンズ 1 と、前記第二のレンズ 2 と前記第三のレンズ 3 との 3 つの光学レンズの取り合わせ・組み合わせに基づいたものであり、これら 3 つのレンズの面形状の組み合わせは、いずれもフレネル面 + 非球面として設計されており、光路構造内の 3 つのフレネル面によれば、大きな屈折力（*focal power*）を提供し、超短焦点を実現することができ、それに、2 つのフレネル面が隣接して設けられた取り合わせは、迷光の低減に寄与する。また、前記第三のレンズ 3 の面形状を合理的に設定することで、高解析及び低分散の実現に寄与する。

## 【 0 0 3 4 】

説明すべきなのは、本願の実施例による技術案において、前記第一のレンズ 1、前記第二のレンズ 2 及び前記第三のレンズ 3 のフレネル面は、平面ベースを含むが、これに限定されるものではない。

## 【 0 0 3 5 】

つまり、前記第一のレンズ 1、前記第二のレンズ 2 及び前記第三のレンズ 3 のフレネル面が曲面ベースであってもよく、当業者は、具体的な状況に応じてフレネル面のベースの形態を調整可能であり、本願はここで具体的に限定しない。曲面ベースを採用すると、レンズをさらに薄型化にすることができる。

## 【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

本願の実施例では、3枚の光学レンズを用い、3つのフレネル面を光路構造内に設計することで、強い集光能力を提供して、光学システムの光学全長TTLを減らし、視野角FOVを大きくすることができるだけでなく、光学システムの光効率を高いレベルにすることができる直接透過型光学構造設計案が提供されており、そのうち、2つのフレネル面が隣接して設けられており、この設計は、迷光の低減に寄与する。

【0037】

本願の実施例による技術案は、短焦点、高光効率、大FOVの光学設計要件を実現しており、形成された光学システムは、例えば頭部装着型表示機器（例えばVR機器）に適用可能であり、頭部装着型表示機器の小型化、軽量化の発展トレンドの実現に寄与する。

【0038】

総合的に比較すると、本願の実施例による光路設計案は、レンズが表示画面から遠く離れて、VR機器のサイズが大きくなり、製品の小型化に不利であるという従来の1枚式レンズ+表示画面（display）の技術案による問題を解消した。

【0039】

それと同時に、折り返し光路を用いたことによる欠陥を改善することができる。折り返し光路技術案には、コストが高く、光効率が低く、ゴーストが生じるなどの欠点がある。本願の実施例による技術案に用いられたのは、直接透過型光学技術案であり、強い集光能力（focal power、屈折力）を提供して、光学システムの光学全長TTLを減らし、光学システムの視野角FOVを大きくすることができるだけでなく、光効率を向上させ、光効率を高いレベルで維持することができる。

【0040】

例えば、図1及び図2に示すように、前記光学システムには、例えば1.4インチディスプレイであって、100度の視野角を実現した表示画面4が設けられている。その上では、通常の1枚式レンズ（1P）構造又は2枚式レンズ（2P）構造の何れも、このタイプの表示画面を解像するのに不十分である。その原因は次のとおりである。

【0041】

1枚式レンズ（1P）は、2つの表面の面形状自由度の最適化しかできず、その集光能力に限界があり、収差又は色収差も補正できず、全視野で解像可能な画素の大きさ（スポットサイズ；spot size）が約80 $\mu$ m～100 $\mu$ mであり、さらに肝心なことは、短焦点という目的を達成できない問題がある。

【0042】

2枚式レンズ（2P）は、レンズ表面の面形状の最適化の自由度を増加させており、短焦点を実現できるが、解析力の制限が依然として存在し、その全視野で解像可能な画素の大きさ（スポットサイズ；spot size）が約60 $\mu$ m～80 $\mu$ mである。

【0043】

本願の実施例で用いられた光学レンズの組み合わせ構造は、解析力をさらに向上させることができ、色収差をある程度に補正することができ、直接透過型の短焦点光路構造を形成している。そのうち、3つのフレネル面を取り合わせて用いることで、大きな屈折力を提供することができる一方で、表示画面4に近い側の前記第三のレンズ3は、色収差をなくす処理に使用可能であり、結像品質の向上に寄与する。

【0044】

なお、説明すべきなのは、本願の実施例による光学システムには3つのフレネル面のみが設けられることに限定されない。前記光学システムは、さらに多くのレンズを含み、光路構造内にさらに多くのフレネル面を設けてもよく、当業者は、具体的な状況に応じて柔軟に調整可能である。

【0045】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ1及び前記第二のレンズ2の屈折力がともに正であり、前記第一のレンズ1、前記第二のレンズ2及び前記第三のレンズ3が同一光軸上に位置する。

【0046】

10

20

30

40

50

本願の実施例で提供される3つのレンズは、いずれも正レンズとして設計されている。

【0047】

図2に示すように、前記表示画面4から射出された光線は、入射光として前記第三のレンズ3（正レンズ）を経た後、前記第二のレンズ2（正レンズ）に入り込み、入射光が前記第二のレンズ2を経て集光され、そして、前記第一のレンズ1に入り込み、前記第一のレンズ1も集光する正レンズであり、前記第一のレンズ1の入射光伝送を経た後、人の目5に入り込んで結像する。光路構造全体は、光路折り返しの技術案に係らず、直接透過型光路構造である。

【0048】

本願のいくつかの例では、図1及び図2に示すように、前記第一のレンズ1と前記第二のレンズ2との隣接する2つの面がフレネル面である。前記光学システムに当該設計を用いると、迷光の低減に寄与する。

10

【0049】

本願のいくつかの例では、図1及び図2に示すように、前記第一のレンズ1が第一の表面11及び第二の表面12を含み、前記第二のレンズ2が第三の表面21及び第四の表面22を含み、

前記第二の表面12と前記第三の表面21とが隣接して設けられており、両方ともフレネル面であり、

前記第一の表面11及び前記第四の表面22がともに非球面である。

【0050】

20

本願の実施例による光学システムにおいて、図1及び図2に示すように、前記第一のレンズ1の第一の表面11が外部に位置して、人の目5に直接に面し、前記第一の表面11が例えば非球面（さらに、前記第一の表面11が凸面）に設定されており、前記第一のレンズ1の第二の表面12がフレネル面に設定されており、このように、前記第一のレンズ1（正レンズ）は、非球面+フレネル面の2つの面形状の組み合わせ形態が形成されている。

【0051】

選択的に、前記第一のレンズ1の第一の表面11及び第二の表面12には、それぞれ反射防止膜（Anti-Reflective coating、AR）がメッキされている。

30

【0052】

前記第一のレンズ1の2つの表面にそれぞれ反射防止膜がメッキされた場合、前記反射防止膜によって反射光が低減されることで、前記第一のレンズ1の2つの表面での光線の透過率を高めることができる。

【0053】

選択的に、前記第一のレンズ1の第一の表面11には、前記反射防止膜の他に、さらに硬化膜がメッキされていてもよい。

【0054】

これは、前記第一のレンズ1の第一の表面11が外部に面しているため、擦り傷、打ち傷などの損傷を回避する必要があるため、前記硬化膜をメッキすることで、前記第一のレンズ1の使用寿命を延ばすことができるからである。前記第一の表面11に硬化膜をメッキすること、即ち、前記第一の表面11に対して硬化処理を行うことで、前記第一の表面11の硬度、強度等を向上させることができる。これは、光学システム全体の使用寿命を延ばすのに有利である。

40

【0055】

もちろん、本願の実施例では、前記第一のレンズ1の第一の表面11に硬化膜がメッキされているのに限らず、前記第一のレンズ1の第二の表面12に硬化膜がメッキされていてもよく、当業者は、具体的なニーズに応じて柔軟に調整可能であり、本願はここで具体的に制限しない。

【0056】

50

また、本願の実施例では、前記第一のレンズ 1 は、以下のパラメータをさらに有する。

【0057】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ 1 の第一の表面 1 1 の半径  $R_1$  の絶対値が、 $50\text{ mm} < \text{Abs}(R_1) < 80\text{ mm}$  を満たし、前記第一のレンズ 1 の第二の表面 1 2 の半径  $R_2$  の絶対値が、 $25\text{ mm} < \text{Abs}(R_2) < 30\text{ mm}$  を満たし、前記第一の表面 1 1 及び前記第二の表面 1 2 の円錐係数  $K_1$  の絶対値が、 $\text{Abs}(K_1) < 10$  を満たす。

【0058】

そのうち、前記第一の表面 1 1 と前記第二の表面 1 2 とは、面形状の設計が異なる。

【0059】

具体的に、外側を向く前記第一の表面 1 1 が非球面（例えば凸面）に設計されるのに対して、前記第二の表面 1 2 がフレネル面に設計されており、フレネル面と非球面との組み合わせによって形成された第一のレンズ 1 を光路構造に適用することで、短焦点、高解像の効果の実現に寄与する。

10

【0060】

本願の実施例では、前記第一のレンズ 1 の面形状を最適化した後、加工難易度及びコストを考慮すると、前記第一のレンズ 1 の円錐係数 (Conic Constant)、即ち  $K_1$  値を例えば  $[-10, 10]$  に設計し、かつ、前記第一のレンズ 2 のフレネル面の半径  $R$  を  $23\text{ mm}$  よりも大きく設計することがより好ましい。

【0061】

本願のいくつかの例では、前記第二のレンズ 2 と前記第一のレンズ 1 とは、面形状の組み合わせ形態が同じであり、両者の間に狭い空気間隔が保たれるようにしてもよい。

20

【0062】

例えば、前記第二のレンズ 2 の第三の表面 2 1 がフレネル面であり、前記第二のレンズ 2 の第四の表面 2 2 が非球面に設定される（さらに、前記第四の表面 1 1 も凸面である）。

【0063】

前記第二のレンズ 2 も正レンズであり、前記第一のレンズ 1 と前記第三のレンズ 3 との間に位置し、前記第二のレンズ 2 が前記第一のレンズ 1 により近い位置に設けられている。

【0064】

選択的に、前記第二のレンズ 2 の第三の表面 2 1 及び第四の表面 2 2 に反射防止膜 (Anti-Reflective coating, AR) がメッキされている。前記反射防止膜によって反射光が低減されることで、前記第二のレンズ 2 の 2 つの表面での光線の透過率を高められる。

30

【0065】

また、本願の実施例では、前記第二のレンズ 2 は、以下のパラメータをさらに有する。

【0066】

本願のいくつかの例では、前記第二のレンズ 2 の第二の表面 2 1 の半径  $R_3$  の絶対値が、 $25\text{ mm} < \text{Abs}(R_3) < 30\text{ mm}$  を満たし、前記第二のレンズ 2 の第三の表面 2 2 の半径  $R_4$  の絶対値が、 $\text{Abs}(R_4) < 120\text{ mm}$  を満たし、前記第三の表面 2 1 及び前記第四の表面 2 2 の円錐係数  $K_2$  の絶対値が、 $\text{Abs}(K_2) < 10$  を満たす。

【0067】

本願の実施例では、前記第二のレンズ 2 の面形状を最適化した後、加工難易度及びコストを考慮すると、前記第二のレンズ 2 の円錐係数 (Conic Constant)、即ち  $K_2$  値を  $[-10, 10]$  に設計し、かつ、前記第二のレンズ 2 のフレネル面の半径を  $23\text{ mm}$  よりも大きく設計することがより好ましい。

40

【0068】

本願のいくつかの例では、図 1 及び図 2 に示すように、前記第三のレンズ 3 が第五の表面 3 1 及び第六の表面 3 2 を含み、前記第五の表面 3 1 と前記第六の表面 3 2 のうちの一方がフレネル面であり、他方が非球面であり、前記第三のレンズ 3 のフレネル面と前記第二のレンズ 2 の第四の表面 2 2 とが隣接して設けられている。

【0069】

50

さらに、前記第五の表面 3 1 がフレネル面に設定されており、前記第六の表面 3 2 が凹面に設定されている。このように、光路構造全体において、前記第二のレンズ 2 の第四の表面 2 2 と隣接する面がフレネル面であり、前記表示画面 4 と隣接する面が凹面である。前記第三のレンズ 3 は、光路構造全体において色収差をなくすために使用可能である。

【 0 0 7 0 】

選択的に、前記第五の表面 3 1 及び前記第六の表面 3 2 には、ともに反射防止膜 (Anti-Reflective coating、AR) がメッキされている。

【 0 0 7 1 】

前記第三のレンズ 3 の 2 つの表面にそれぞれ反射防止膜がメッキされた場合、前記反射防止膜によって反射光が低減されることで、前記第三のレンズ 3 の 2 つの表面での光線の透過率を高めることができる。

10

【 0 0 7 2 】

本願の技術案では、前記第一のレンズ 1 及び前記第二のレンズ 2 の 2 つのフレネル面 + 非球面 (凸面) と、前記第三のレンズ 3 のフレネル面 + 非球面 (凹面) の組み合わせとを併せて利用するように光学システムを最適化設計することで、短焦点、高光効率、低分散及び大 F O V の特徴を良好に実現した。

【 0 0 7 3 】

また、本願の実施例では、前記第三のレンズ 3 は、以下のパラメータをさらに有する。

【 0 0 7 4 】

本願のいくつかの例では、前記第三のレンズ 3 の第五の表面 3 1 の半径  $R_5$  の絶対値が、 $30\text{ mm} \leq R_5 \leq 50\text{ mm}$  を満たし、前記第三のレンズ 3 の第六の表面 3 2 の半径  $R_6$  の絶対値が、 $110\text{ mm} \leq R_6 \leq 170\text{ mm}$  を満たし、前記第五の表面 3 1 及び前記第六の表面 3 2 の円錐係数  $K_3$  の絶対値が、 $|K_3| \leq 1.0$  を満たす。

20

【 0 0 7 5 】

本願の実施例では、前記第三のレンズ 3 の面形状を最適化した後、加工難易度及びコストを考慮すると、前記第三のレンズ 3 の円錐係数 (Conic Constant)、即ち  $K_2$  値を  $[-1.0, 1.0]$  に設計し、かつ、前記第三のレンズ 3 のフレネル面の半径を  $2.3\text{ mm}$  よりも大きく設計することがより好ましい。

【 0 0 7 6 】

説明すべきなのは、本願の実施例では、前記第一のレンズ 1、前記第二のレンズ 2 及び前記第三のレンズ 3 が、いずれもフレネル面を有する。レンズの面形状の加工を考慮すると、面形状のパラメータをある範囲内に設定する必要があり、さもなければ、加工精度が低かったり、カッタが破損したりするリスクがある (これは、歯形の加工が難しく、歯形の鋭角が小さいほど、加工の傾斜角及び動作が難しくなるからである)。だからこそ、円錐係数  $K$  値を  $[-1.0, 1.0]$  の範囲に設定し、各レンズのフレネル面の  $R$  値を  $2.3\text{ mm}$  以上に設定することが好ましい。

30

【 0 0 7 7 】

本願の実施例による光学システムの技術案において、前記第一のレンズ 1 及び前記第二のレンズ 2 が、ともに非球面 (凸面) + フレネル面の組み合わせを利用した形態であり、前記第三のレンズ 3 が非球面 (凹面) + フレネル面の組み合わせ形態であり、そして、屈折率 & アッペ数の異なる材料の選択と取り合わせに基づけば、光路構造の低分散及び高解析を実現することができる。

40

【 0 0 7 8 】

本願の実施例による光学システムの技術案において、前記光学システムは、表示画面 4、前記第一のレンズ 1、前記第二のレンズ 2 及び前記第三のレンズ 3 を含み、そのうち、前記表示画面 4 が表示光源として光線を発することができ、当該光線が入射光として各レンズに入り込むことができ、前記第一のレンズ 1 及び前記第二のレンズ 2 がいずれも正レンズであり、かつ両者が凸面 + フレネル面の面形状の組み合わせ形態であり、前記第三のレンズ 3 も正レンズであり、フレネル面 + 凹面である。これら 3 つのレンズの各表面のいず

50

れにも反射防止膜のメッキ処理が行われ、また、前記第一のレンズ1の第一の表面11には、硬化膜による硬質化+反射防止膜処理も行われている。その上では、図2に示すように、

前記表示画面4から射出された入射光は、反射防止膜がメッキされた前記第三のレンズ3の第六の表面31(凹面)を経て前記第三のレンズ3の内部に入り込み、前記第三のレンズ3を経た伝達光線は、前記第二のレンズ2に入り込み、前記第二のレンズ2の2つの表面の両方にも反射防止膜がメッキされているため、入射光は、前記第二のレンズ2を経て集光され、そして、前記第一のレンズ1に入り込み、前記第一のレンズ1も集光する正レンズであり、前記第一のレンズ1の光線伝送を経た後、人の目5に入り込んで結像する。光学システム全体に光路の折り返しがなく、かつ、各レンズの表面のいずれにも反射防止膜がメッキされているため、光線の伝達効率が高い。

10

【0079】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ1と前記第二のレンズ2との間に第一の間隔 $T_1$ が設けられており、前記第一の間隔 $T_1$ が $0.2\text{ mm} < T_1 < 1\text{ mm}$ に設定される。

【0080】

本願のいくつかの例では、前記第二のレンズ2と前記第三のレンズ3との間に第二の間隔 $T_2$ が設けられており、前記第二の間隔 $T_2$ が $1\text{ mm} < T_2 < 3\text{ mm}$ に設定される。

【0081】

本願の実施例による技術案において、前記第一のレンズ1と前記第二のレンズ2との間に狭いサイズの空気間隔が設けられいるとともに、前記第二のレンズ2と前記第三のレンズ3との間にも狭い空気間隔が設けられている。本願の技術案では、各レンズ間の空気間隔に対して最適化設計を行うことで、光学システム全体の小型化の実現に寄与する。

20

【0082】

また、前記光学システムに表示画面4がさらに設けられている場合、各レンズの間隔を合理的に配置し後、前記第三のレンズ3と前記表示画面4との間の間隔寸法も考慮する必要がある。

【0083】

そのうち、前記第三のレンズ3が前記表示画面4に近い側に設けられている。

【0084】

例えば、前記第三のレンズ3と前記表示画面4との間に第三の間隔 $T_3$ が設けられている。

30

【0085】

選択的に、前記第三の間隔 $T_3$ が $5\text{ mm} < T_3 < 15\text{ mm}$ に設定される。

【0086】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ1の有効焦点距離 $f_1$ が $30\text{ mm} < f_1 < 40\text{ mm}$ であり、

前記第二のレンズ2の有効焦点距離 $f_2$ が $40\text{ mm} < f_2 < 460\text{ mm}$ であり、

前記第三のレンズ3の有効焦点距離 $f_3$ が $65\text{ mm} < f_3 < 115\text{ mm}$ である。

【0087】

本願の技術案では、前記第一のレンズ1、前記第二のレンズ2及び前記第三のレンズ3が、いずれもフレネル面を有するように設計されており、大きな屈折力を提供することができ、光学システムに短焦点の特徴を具備させるようになる。

40

【0088】

本願では、短焦点の光学システムが提供されている。光学システム全体に光路の折り返しがなく、直接透過型の光学システムになっており、高鮮明な結像を実現できる。

【0089】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ1の中心厚さ値 $h_1$ が $2\text{ mm} < h_1 < 4\text{ mm}$ であり、前記第二のレンズ2の中心厚さ $h_2$ が $3\text{ mm} < h_2 < 5\text{ mm}$ であり、前記第三のレンズ3の中心厚さ $h_3$ が $2\text{ mm} < h_3 < 4\text{ mm}$ である。

【0090】

50

各レンズの厚さが厚すぎないので、光路構造全体の重量を低減させるのに有利である。

【0091】

本願のいくつかの例では、前記第一のレンズ1、前記第二のレンズ2及び前記第三のレンズ3の材質が、COP材料、OKP材料、EP材料又はPMMA材料である。

【0092】

本願の技術案において、各レンズ（即ち前記第一のレンズ1、前記第二のレンズ2及び前記第三のレンズ3）について、材料の選択上で、短焦点及び色収差の考慮に基づいて、高屈折率及び高・低アッベ数の材料の組み合わせを選択して最適化設計を行う。

【0093】

本願では、短焦点の光学システムが提供されている。光学システム全体に光路の折り返しがなく、直接透過型の光学システムになっており、高鮮明な結像を実現できる。

10

【0094】

以下は、本願の実施例による技術案の1つの適用例である。

【0095】

(1) 1.4インチの表示画面4と合わせて100度の視野角を実現した。

(2) 歪曲収差が38.3%よりも小さく、像面湾曲が1.1mmよりも小さい。

(3) 色収差が236µmよりも小さい。虚像距離が1500mmである。

(4) 光学システムのスポットサイズが73µm未満であり、可視光帯域（450nm～630nm）での鮮明な結像を実現した。光学システム全体の有効焦点距離が17mmである。

20

【0096】

[実施例1]

実施例1では、光学システムが提供されており、表1によって光学システムの構造パラメータが示されている。

【0097】

表1において、人の目5（絞り）から表示画面4まで順に番号付けられた光学面番号（Surface）、光軸上での各光学面の曲率（C）、人の目5（絞り）から表示画面4までの光軸上での各光学面と次の光学面との距離（T）、及び偶数次の非球面係数<sub>2</sub>、<sub>3</sub>、<sub>4</sub>がそれぞれ示されている。

【0098】

そのうち、非球面係数は以下の方程式を満たすことが可能である。

30

【数1】

$$z = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)C^2Y^2}} + \sum_{i=2}^N \alpha_i Y^{2i} \quad \dots (1)$$

【0099】

式(1)において、zは光軸方向に沿った座標、Yはレンズ長単位を単位としたラジアル座標、Cは曲率（1/R）、Kは円錐係数（Conic Constant）、 $\alpha_i$ は各高次項の係数、 $2i$ は非球面の高乗（the order of Aspherical Coefficient）であり、本願の技術案設計では、像面湾曲のなだらかさを考慮し、高次項のない球面係数は、4次までとする。

40

【0100】

【表 1】

面	型式	半径	厚さ	ガラス	クリア直径 (Clear Diam)	メカ直径 (Mech Diam)	コーニック	4次
OBJ	標準	無限大	-1500		3575.261	3575.261	0	
STO	標準	無限大	12		4	4	0	
2	均一非球面	78.1965	3.000	K26R	34.685	37.308	-10.000	-1.0463E-05
3	フレネル	-25.99979	0.540		37.308	37.308	-0.052	-8.3559E-06
4	フレネル	25.99979	3.186	K26R	37.692	37.692	0.040	1.4948E-05
5	均一非球面	-139.9991	0.500		36.233	36.233	-9.992	3.8032E-06
6	フレネル	45.1666	2.998	OKP-1	34.997	34.997	-10.000	-7.6959E-06
7	均一非球面	112.1967	11.921		31.724	31.724	9.712	1.2888E-05
8	標準	無限大	0.450	BK7	25.547	25.547	0.000	
9	標準	無限大	0.095		25.367	25.547	0.000	
IMA	標準	無限大			25.139	25.139	0.000	

10

## 【0101】

実施例 1 による光学システムの性能の良否は、次のようなパラメータで反映される。

20

## 【0102】

図 3 に示すように、スポットサイズは、最大視野 1.0 F で最大となり、その最大値が 72 μm 未満であり、

図 4 に示すように、T & S 方向の像面湾曲は、いずれの RGB 波長についても、0.5 mm よりも小さく、歪曲収差は、最大視野で最大となり、38.3% 未満であり、

図 5 に示すように、RGB の最大分散は、最大視野位置にあり、450 nm ~ 610 nm の RGB 全体で、LCA が 246.8 μm である。

## 【0103】

実施例 1 による光学システムにおいて、前記第一のレンズ 1 の重量が 2.62 g であり、前記第二のレンズ 2 の重量が 2.96 g であり、前記第三のレンズ 3 の重量が 4.1 g であり、これら 3 つのレンズの合計重量が 9.68 g である。

30

## 【0104】

## [実施例 2]

実施例 2 では、光学システムが提供されており、表 2 によって光学システムの構造パラメータが示されている。

## 【0105】

当該光学システムは、図 6 に示すようになる。

## 【0106】

表 2 において、人の目 5 (絞リ) から表示画面 1 まで順に番号付けられた光学面番号 (Surface)、光軸上での各光学面の曲率 (C)、人の目 5 (絞リ) から表示画面 1 までの光軸上での各光学面と次の光学面との距離 (T)、及び偶数次の非球面係数  $c_2$ 、 $c_3$ 、 $c_4$  がそれぞれ示されている。

40

## 【0107】

50

【表 2】

面	型式	半径	厚さ	ガラス	クリア直径 (Clear Diam)	メカ直径 (Mech Diam)	コーニック	4次
OBJ	標準	無限大	-1500.000		3575.261	3575.261	0	
STO	標準	無限大	12.000		4	4	0	
2	均一非球面	60.329	3.000	K26R	35.584	37.719	-10.000	-1.065E-05
3	フレネル	-26.514	1.490		37.719	37.719	-0.214	-9.276E-06
4	フレネル	25.999	3.078	K26R	38.786	38.786	-0.013	1.753E-05
5	均一非球面	157.466	1.591		36.154	36.154	-9.999	-1.213E-06
6	フレネル	35.011	3.208	OKP-1	35.448	35.448	-6.893	-9.133E-06
7	均一非球面	166.108	10.946		32.233	32.233	10.000	1.241E-05
8	標準	無限大	0.450	BK7	25.668	25.668	0.000	
9	標準	無限大	0.011		25.466	25.668	0.000	
IMA	標準	無限大			25.258	25.258	0.000	

10

## 【0108】

実施例2の光学システムの性能の良否は、次のようなパラメータで反映される。

20

## 【0109】

図7に示すように、スポットサイズは、最大視野1.0Fで最大となり、その最大値が80μmよりも小さい。

## 【0110】

図8に示すように、T&S方向の像面湾曲は、いずれのRGB波長についても、1.5mmよりも小さく、歪曲収差は、最大視野で最大となり、40%未満である。

## 【0111】

図9に示すように、RGBの最大分散は、最大視野位置にあり、450nm~630nmのRGB全体で、LCAが265nmである。

## 【0112】

実施例2による光学システムにおいて、前記第一のレンズ1の重量が2.39gであり、前記第二のレンズ2の重量が3.9gであり、前記第三のレンズ3の重量が4.26gであり、これら3つのレンズの合計重量が10.89gである。

30

## 【0113】

本願の実施例では、折り返し光路に係らない短焦点で高鮮明な直接透過型光学システムが提供されている。

## 【0114】

(1)光路構造全体では、3つのフレネル鏡面の取り合わせによって、超短焦点を実現した。

(2)光路構造全体に3つのフレネル面を設けて、2つのフレネル面を隣接して設けることで、迷光の低減に寄与する一方、レンズの口径を減らして重量を軽減することができる。

40

(3)光学システムを最適化し、前記表示画面4に近い光学素子として、凹面+フレネル面との2つの面形状の組み合わせである前記第三のレンズを利用することで、高解析及び低分散の特徴の実現に寄与する。

(4)異なるレンズ材料の選択、即ち、異なる屈折率及びアッペ数の選択と取り合わせにより、光路構造の低分散を実現した。

## 【0115】

本願のもう1つの局面によれば、頭部装着型表示機器が提供されている。

## 【0116】

50

前記頭部装着型表示機器は、上記のいずれか一種の光学システムを含む。

【0117】

前記頭部装着型表示機器は、例えばVR機器である。

【0118】

上記の実施例では、各実施例の違いに重点を置いて述べたが、各実施例間の異なる最適化特徴は、矛盾しない限り、それらを組み合わせてより良い実施例を形成することができ、文章の簡潔さを考慮して、ここでは繰り返して説明しない。

【0119】

例を通じて本願のいくつかの特定実施例を詳しく説明したが、上記の例が説明のためのものであり、本願の範囲を制限するためのものではないことは、当業者が理解すべきである。当業者は、本願の範囲及び精神を逸脱することなく、上記の実施例を変更可能であることを理解すべきである。本願の範囲は添付の特許請求の範囲によって規定される。

10

【符号の説明】

【0120】

- 1 ... 第一のレンズ、 2 ... 第二のレンズ、 3 ... 第三のレンズ、 4 ... 表示画面、 5 ... 人の目、
- 1 1 ... 第一の表面、 1 2 ... 第二の表面、
- 2 1 ... 第三の表面、 2 2 ... 第四の表面、
- 3 1 ... 第五の表面、 3 2 ... 第六の表面。

20

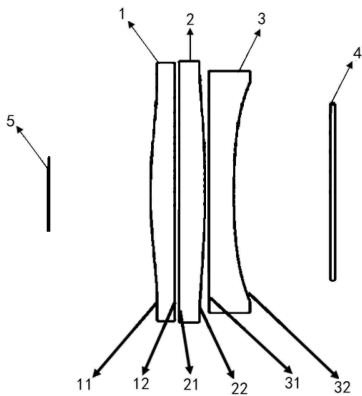
30

40

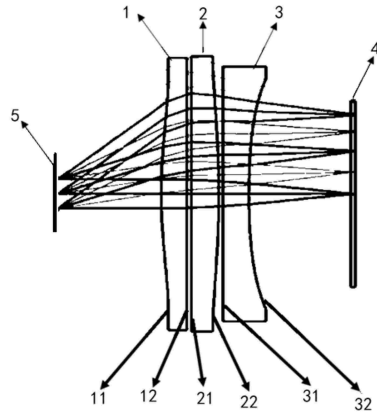
50

【図面】

【図 1】



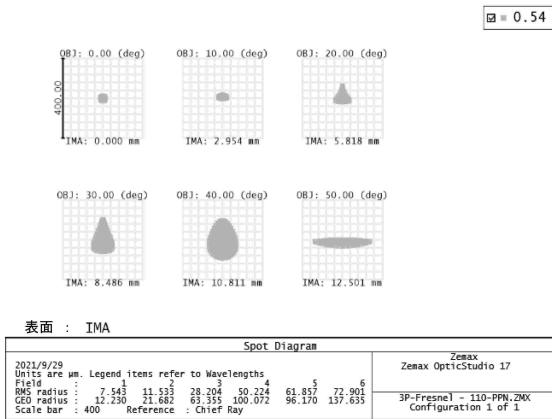
【図 2】



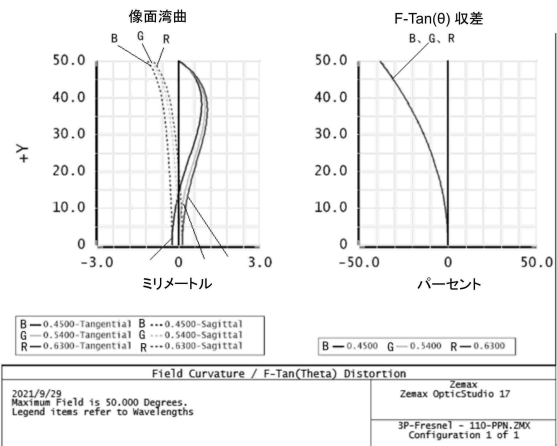
10

20

【図 3】



【図 4】

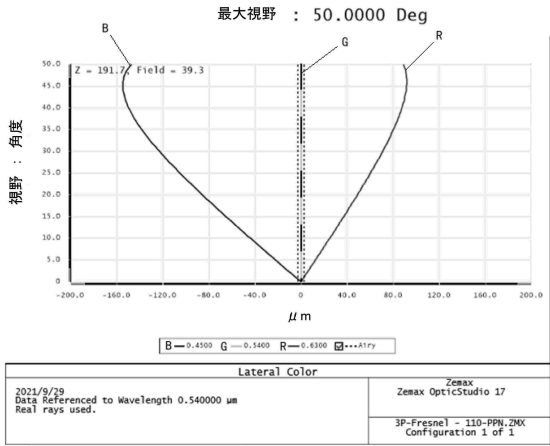


30

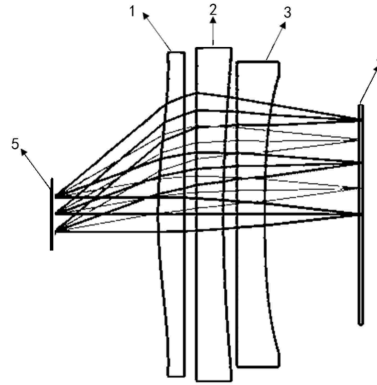
40

50

【図 5】

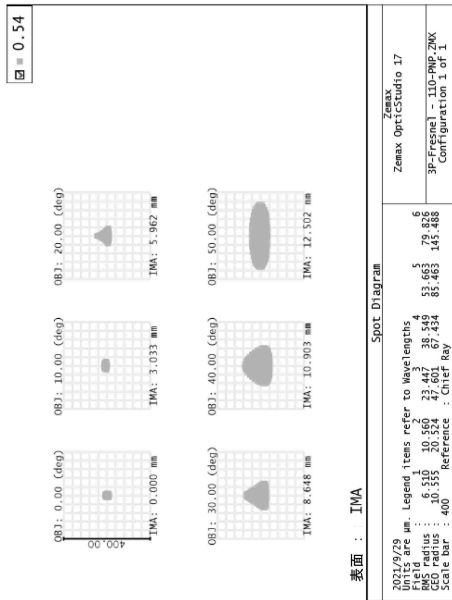


【図 6】

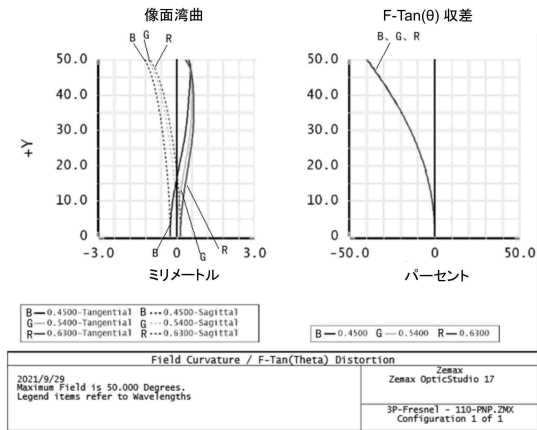


10

【図 7】



【図 8】



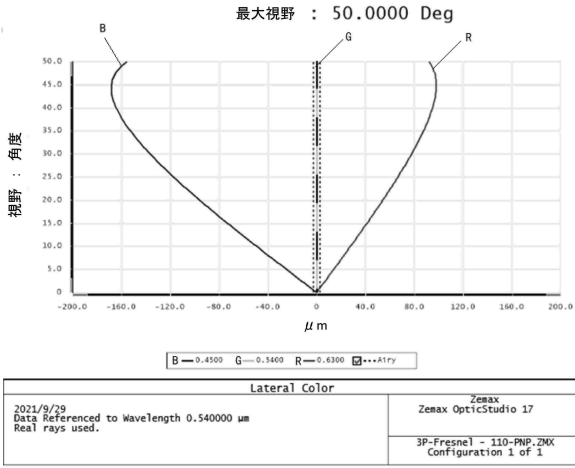
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

ongchun Community, Qingchi Sub-district Office,  
Weifang Hi-Tech Zone, Weifang, Shandong, China

(74)代理人 100099623

弁理士 奥山 尚一

(74)代理人 100129425

弁理士 小川 護晃

(74)代理人 100168642

弁理士 関谷 充司

(74)代理人 100217076

弁理士 宅間 邦俊

(74)代理人

池本 理絵

(72)発明者 スン, チー

中華人民共和国, シャンドン, ウェイファン, ハイテク・ゾーン, チンチ・サブ・ディストリクト・オフィス, ヨンチュン・コミュニティ, フィシェン・ロード, ナンバー・3999, オプティカル・パーク・フェーズ・3, ナンバー1・ファブ

(72)発明者 ジャオ, ポーガン

中華人民共和国, シャンドン, ウェイファン, ハイテク・ゾーン, チンチ・サブ・ディストリクト・オフィス, ヨンチュン・コミュニティ, フィシェン・ロード, ナンバー・3999, オプティカル・パーク・フェーズ・3, ナンバー1・ファブ

審査官 殿岡 雅仁

(56)参考文献 特開2020-013106(JP, A)

特開2017-211475(JP, A)

米国特許出願公開第2017/0248769(US, A1)

中国特許出願公開第112630977(CN, A)

中国実用新案第210835439(CN, U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04

G02B 27/00 - 30/60