

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7533837号  
(P7533837)

(45)発行日 令和6年8月14日(2024.8.14)

(24)登録日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(51)国際特許分類

FI

G 0 2 B 15/16 (2006.01)

G 0 2 B 15/16

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 16 (全105頁)

|                   |                             |          |                         |
|-------------------|-----------------------------|----------|-------------------------|
| (21)出願番号          | 特願2022-556605(P2022-556605) | (73)特許権者 | 504161984               |
| (86)(22)出願日       | 令和3年3月12日(2021.3.12)        |          | ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニ      |
| (65)公表番号          | 特表2023-517388(P2023-517388  |          | ー・リミテッド                 |
|                   | A)                          |          | 中華人民共和国・5 1 8 1 2 9・グアン |
| (43)公表日           | 令和5年4月25日(2023.4.25)        |          | ドン・シェンツェン・ロンガン・ディス      |
| (86)国際出願番号        | PCT/CN2021/080554           |          | トリクト・バンティアン・(番地なし)      |
| (87)国際公開番号        | WO2021/185181               |          | ・ホアウェイ・アドミニストレーション      |
| (87)国際公開日         | 令和3年9月23日(2021.9.23)        |          | ・ビルディング                 |
| 審査請求日             | 令和4年10月27日(2022.10.27)      | (74)代理人  | 110000877               |
| (31)優先権主張番号       | 202020369892.3              |          | 弁理士法人R Y U K A国際特許事務所   |
| (32)優先日           | 令和2年3月20日(2020.3.20)        | (72)発明者  | ヤオ、シウウェン                |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 中国(CN)                      |          | 中華人民共和国・5 1 8 1 2 9・グアン |
|                   |                             |          | ドン・シェンツェン・ロンガン・ディス      |
|                   |                             |          | トリクト・バンティアン・(番地なし)      |
|                   |                             |          | ・ホアウェイ・アドミニストレーション      |
|                   |                             |          | 最終頁に続く                  |

(54)【発明の名称】   ズームレンズ、カメラモジュール、及び端末デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている、第1のレンズ群と、第2のレンズ群と、第3のレンズ群と、第4のレンズ群とからなるズームレンズであって、

前記第1のレンズ群及び前記第3のレンズ群は、固定設置されており、

前記第2のレンズ群は、フォーカシング群であり、前記光軸に沿って移動し、前記第4のレンズ群は、補償群であり、前記第2のレンズ群とともに前記光軸に沿って移動し、又は、

前記第4のレンズ群は、フォーカシング群であり、前記光軸に沿って移動し、前記第2のレンズ群は、補償群であり、前記第4のレンズ群とともに前記光軸に沿って移動し、

前記第1のレンズ群における前記物体側からの第1のレンズは、両凸レンズであり、前記第1のレンズ群における前記物体側からの少なくとも2つのレンズは、ガラスレンズであり、

前記ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、次の関係を満たし：

$4\text{ mm} \leq \phi \leq 12\text{ mm}$ 、

$\phi$ は、前記ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径であり、

前記第1のレンズ群及び前記第3のレンズ群は、正の焦点屈折力を有し、前記第2のレンズ群及び前記第4のレンズ群は、負の焦点屈折力を有する、ズームレンズ。

【請求項2】

前記ズームレンズは、次の関係を満たし：

$$0.8 \leq TTL / f_t \leq 1.5、$$

$TTL$ は、前記ズームレンズの総光学長であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

前記ズームレンズは、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq IMH / f_t \leq 0.2、$$

$IMH$ は、前記ズームレンズのレンズの結像エッジから結像面の中心までの高さであり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記第1のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.2 \leq f_1 / f_t \leq 2.3、$$

$f_1$ は、前記第1のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1から3のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項5】

前記第2のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq \angle f_2 / f_t \angle \leq 0.6、$$

$f_2$ は、前記第2のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1から4のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項6】

前記第3のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.1 \leq f_3 / f_t \leq 4.5、$$

$f_3$ は、前記第3のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1から5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項7】

前記第4のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.12 \leq \angle f_4 / f_t \angle \leq 200、$$

$f_4$ は、前記第4のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、請求項1から6のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項8】

前記ズームレンズのワイドアングル端における有効焦点距離  $f_w$  に対する前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離  $f_t$  の比は、次の関係を満たす：

$$1 \leq f_t / f_w \leq 3.7$$

請求項1から7のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項9】

前記ズームレンズの総光学長  $TTL$  に対する前記光軸に沿った前記第2のレンズ群の移動距離  $D_1$  の比は、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq D_1 / TTL \leq 0.3、$$

前記ズームレンズの前記総光学長  $TTL$  に対する前記光軸に沿った前記第4のレンズ群の移動距離  $D_2$  の比は、次の関係を満たす：

$$0.02 \leq D_2 / TTL \leq 0.35$$

請求項1から8のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項10】

前記第1のレンズ群、前記第2のレンズ群、前記第3のレンズ群、及び前記第4のレンズ群に含まれるレンズの総数  $N$  は、次の関係を満たす：

$$7 \leq N \leq 12$$

請求項1から9のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項11】

前記第1のレンズ群、前記第2のレンズ群、前記第3のレンズ群、及び前記第4のレンズ群に含まれる前記レンズの非球面の総数  $S$  は、次の関係を満たす：

10

20

30

40

50

$$N \leq S \leq 2N$$

請求項 10 に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記レンズは、特殊形状アパーチャを有するレンズである、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ方向に沿った、前記特殊形状アパーチャを有するレンズの高さ  $H$  は、次の関係を満たす：

$$4\text{ mm} \leq H \leq 6\text{ mm}$$

請求項 12 に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記ズームレンズは、プリズム及び／又はミラーリフレクタをさらに備え、前記プリズム及び／又は前記ミラーリフレクタは、前記物体側に面する前記第 1 のレンズ群の側に設置され、光線を前記第 1 のレンズ群に偏向するように構成されている、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のズームレンズを備えるカメラモジュール。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のカメラモジュールを備える端末デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、光学デバイス技術の分野に関し、特に、ズームレンズ、カメラモジュール、及び端末デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、技術の発展とともに、ズームレンズは、携帯電話等の端末製品において広く使用されている。現在、携帯電話等の端末製品におけるワイドアングルズーム、標準ズーム、及びテレフォトズームのバランスを取るために、アルゴリズムベースのデジタルズームを介してハイブリッド光学ズームレンズを形成するように、異なる焦点距離を有する 2 つ又は 3 つのレンズが通例一緒に使用される。

【0003】

しかしながら、ハイブリッド光学ズームは、本質的に、異なる焦点距離を有する複数のレンズに基づき且つアルゴリズム処理を介して実施される連続ズーム、すなわち、「ジャンプタイプズーム」である。これは、ハイブリッド光学ズームレンズの焦点距離がズームレンズの異なる焦点距離の間にある場合にハイブリッド光学ズームレンズの結像精細度が制限される原因となり、したがって、ハイブリッド光学ズームレンズを搭載した端末デバイスの結像品質不良の原因となる。

【発明の概要】

【0004】

本願の実施形態の目的は、従来技術におけるハイブリッド光学ズームレンズを搭載した端末デバイスの結像品質不良という技術的問題を解決するために、ズームレンズ、カメラモジュール、及び端末デバイスを提供することである。

【0005】

前述の目的を実現するために、本願において使用される技術的解決手段は、次の通りである。

【0006】

第 1 の態様によれば、光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている、第 1 のレンズ群と、第 2 のレンズ群と、第 3 のレンズ群と、第 4 のレンズ群とを備えるズームレンズが提供される。第 1 のレンズ群及び第 3 のレンズ群は、固定設置されている。

10

20

30

40

50

## 【0007】

第2のレンズ群は、フォーカシング群であり、光軸に沿って移動し、第4のレンズ群は、補償群であり、第2のレンズ群とともに光軸に沿って移動する。代替的には、第4のレンズ群は、フォーカシング群であり、光軸に沿って移動し、第2のレンズ群は、補償群であり、第4のレンズ群とともに光軸に沿って移動する。第1のレンズ群及び第3のレンズ群は、ズームレンズの固定群を形成するように固定設置されている。第2のレンズ群及び第4のレンズ群は、光軸に沿って移動する。このようにして、ズームがワイドアングル端からテレフォト端まで実行される場合、第2のレンズ群及び第4のレンズ群は、光軸に沿って同時に移動し、ズーム及びズーム中に生じる収差の補償を実施する。さらに、これにより、ズームレンズの高ズーム比を満たすことができ、ズームレンズの良好な結像精細度が維持される。

10

## 【0008】

第1のレンズ群における物体側からの第1のレンズは、両凸レンズである。これにより、第1のレンズ群の光収束性能を改善するとともに、ズームレンズの後側焦点距離を延長することができ、それにより、ズームレンズが良好な結像効果を有するとともに、ズームレンズの厚さが可能な限り減少する。さらに、第1のレンズ群における物体側からの少なくとも2つのレンズが、ガラスレンズである。このようにして、物体側に近い2つのレンズに対して深さ加工 (deep processing) を実施することができ、それにより、これらの2つのレンズは、薄くでき、かつ良好な光路調整能力を有することができる。

20

## 【0009】

ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、次の関係を満たし： $4\text{ mm} \leq \phi \leq 12\text{ mm}$ 、ここで、 $\phi$ は、ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径である。ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、 $4\text{ mm} \sim 12\text{ mm}$ の範囲内に設定される。これにより、ズームレンズの全高を効果的に減少させ、ズームレンズの光束を改善することができる。前述の要因により、これによって、光学フォーカスレンズの全体的な結像品質を改善することができる。さらに、ズームレンズは、より小さく作成することができ、薄い端末デバイスにおいて容易に使用することができる。このようにして、ズームレンズを搭載した端末デバイスは、連続ズームを実施するとともに良好な結像精細度を維持することができる。

30

## 【0010】

任意選択で、ズームレンズは、次の関係を満たし：

$0.8 \leq \text{TTL} / f_t \leq 1.5$ 、ここで、

TTLは、ズームレンズの総光学長であり、 $f_t$ は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離に対する総光学長の比は、 $0.8 \sim 1.5$ の範囲内に設定される。このようにして、ズームレンズは、視野角の良好な幅及び良好なズーム比を維持することができ、軸外収差を補正することもできる。

## 【0011】

任意選択で、ズームレンズは、次の関係を満たし：

$0.02 \leq \text{IMH} / f_t \leq 0.2$ 、ここで、

IMHは、ズームレンズのレンズの結像エッジ (imaging edge) から結像面の中心までの高さであり、 $f_t$ は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズの像高の比は、 $0.02 \sim 0.2$ の範囲内に設定される。これにより、ズームレンズのズーム比を改善するとともに、同時にズームレンズの総高さを減少させることができる。

40

## 【0012】

任意選択で、第1のレンズ群、第3のレンズ群、及び第4のレンズ群は、正の焦点屈折力 (focal power) を有し、第2のレンズ群は、負の焦点屈折力を有する。

## 【0013】

任意選択で、第1のレンズ群及び第3のレンズ群は、正の焦点屈折力を有し、第2のレ

50

ンズ群及び第 4 のレンズ群は、負の焦点屈折力を有する。

【0014】

任意選択で、第 1 のレンズ群は、次の関係を満たし：

$0.2 \leq f_1 / f_t \leq 2.3$ 、ここで、

$f_1$  は、第 1 のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離に対する第 1 のレンズ群の焦点距離の比は、 $0.2 \sim 2.3$  の範囲内に設定される。これにより、第 1 のレンズ群の光収束能力を効果的に改善するとともに、軸上色収差の減少を支援することができる。

【0015】

任意選択で、第 2 のレンズ群は、次の関係を満たし：

$0.02 \leq f_2 / f_t \leq 0.6$ 、ここで、

$f_2$  は、第 2 のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。

【0016】

任意選択で、第 3 のレンズ群は、次の関係を満たし：

$0.1 \leq f_3 / f_t \leq 4.5$ 、ここで、

$f_3$  は、第 3 のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。

【0017】

任意選択で、第 4 のレンズ群は、次の関係を満たし：

$0.12 \leq f_4 / f_t \leq 200$ 、ここで、

$f_4$  は、第 4 のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である。このようにして、第 4 のレンズ群は、移動プロセス全体において第 2 のレンズ群によって生じる収差を広く補償することができる。

【0018】

任意選択で、ズームレンズのワイドアングル端における有効焦点距離  $f_w$  に対するズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離  $f_t$  の比は、次の関係を満たす：

$1 \leq f_t / f_w \leq 3.7$ 。

【0019】

任意選択で、ズームレンズの総光学長 TTL に対する光軸に沿った第 2 のレンズ群の移動距離  $D_1$  の比は、次の関係を満たす：

$0.02 \leq D_1 / TTL \leq 0.3$ 。

【0020】

ズームレンズの総光学長 TTL に対する光軸に沿った第 4 のレンズ群の移動距離  $D_2$  の比は、次の関係を満たす：

$0.02 \leq D_2 / TTL \leq 0.35$ 。

【0021】

任意選択で、第 1 のレンズ群、第 2 のレンズ群、第 3 のレンズ群、及び第 4 のレンズ群に含まれるレンズの総数  $N$  は、次の関係を満たす：

$7 \leq N \leq 12$ 。

【0022】

任意選択で、第 1 のレンズ群、第 2 のレンズ群、第 3 のレンズ群、及び第 4 のレンズ群に含まれるレンズの非球面の総数  $S$  は、次の関係を満たす：

$N \leq S \leq 2N$ 。これにより、さらに、ズームレンズの高ズーム比が実現され、ズームレンズの総長さ又は総高さが効果的に減少する。

【0023】

任意選択で、レンズは、特殊形状アパーチャを有するレンズである。

【0024】

任意選択で、特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ方向に沿った、特殊形状アパ

10

20

30

40

50

ーチャを有するレンズの高さHは、次の関係を満たす：

$$4\text{ mm} \leq H \leq 6\text{ mm}.$$

【0025】

任意選択で、ズームレンズは、プリズム及び／又はミラーリフレクタをさらに備え、プリズム及び／又はミラーリフレクタは、物体側に面する第1のレンズ群の側に設置され、光線を第1のレンズ群に偏向するように構成されている。

【0026】

第2の態様によれば、前述のズームレンズを備えるカメラモジュールが提供される。

【0027】

本願のこの実施形態において提供されるカメラモジュールは、ズームレンズを備える。ズームレンズは、連続ズームを実施するとともに、光学フォーカスレンズの全体的な結像品質及び小型化ポテンシャルを改善することができる。このようにして、ズームレンズを備えるカメラモジュールは、結像品質を改善するとともに、小型化を実施することができる。

10

【0028】

第3の態様によれば、前述のカメラモジュールを備える端末デバイスが提供される。

【0029】

本願のこの実施形態において提供される端末デバイスは、カメラモジュールを備える。前述の設置されたモジュールを有する端末デバイスは、1つのレンズを使用することによって連続ズームを実施し、それにより、複数のレンズが「ジャンプタイプズーム」を実行する従来のモードを変える。これにより、連続ズームプロセスにおける結像精細度が大幅に改善し、レンズのアセンブリ空間が減少する。

20

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本願の参考例1に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0031】

【図2】本願の参考例2に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0032】

【図3】本願の参考例3に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

30

【0033】

【図4】本願の参考例4に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0034】

【図5】本願の参考例5に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0035】

【図6】本願の参考例6に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

40

【0036】

【図7】本願の参考例7に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0037】

【図8】本願の参考例8に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0038】

【図9】本願の実施形態9に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化するときの、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図であ

50

る。

【0039】

【図10】本願の実施形態10に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化する際の、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0040】

【図11】本願の参考例11に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化する際の、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0041】

【図12】本願の参考例12に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化する際の、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0042】

【図13】本願の実施形態13に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化する際の、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0043】

【図14】本願の参考例14に係る、ズームレンズがワイドアングル状態からテレフォト状態に変化する際の、第2のレンズ群及び第4のレンズ群の移動ステータスの概略図である。

【0044】

【図15】本願の参考例1に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0045】

【図16】本願の参考例2に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0046】

【図17】本願の参考例3に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0047】

【図18】本願の参考例4に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0048】

【図19】本願の参考例5に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0049】

【図20】本願の参考例6に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0050】

【図21】本願の参考例7に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0051】

【図22】本願の参考例8に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0052】

【図23】本願の実施形態9に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0053】

【図24】本願の実施形態10に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上

10

20

30

40

50

色収差曲線を示す図である。

【0054】

【図25】本願の参考例11に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0055】

【図26】本願の参考例12に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0056】

【図27】本願の実施形態13に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0057】

【図28】本願の参考例14に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの軸上色収差曲線を示す図である。

【0058】

【図29】本願の参考例1に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0059】

【図30】本願の参考例2に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0060】

【図31】本願の参考例3に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0061】

【図32】本願の参考例4に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0062】

【図33】本願の参考例5に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0063】

【図34】本願の参考例6に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0064】

【図35】本願の参考例7に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0065】

【図36】本願の参考例8に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0066】

【図37】本願の実施形態9に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0067】

【図38】本願の実施形態10に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0068】

【図39】本願の参考例11に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0069】

【図40】本願の参考例12に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0070】

10

20

30

40

50

【図 4 1】本願の実施形態 1 3 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0 0 7 1】

【図 4 2】本願の参考例 1 4 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの横色収差曲線を示す図である。

【0 0 7 2】

【図 4 3】本願の参考例 1 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 7 3】

【図 4 4】本願の参考例 2 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

10

【0 0 7 4】

【図 4 5】本願の参考例 3 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 7 5】

【図 4 6】本願の参考例 4 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 7 6】

【図 4 7】本願の参考例 5 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

20

【0 0 7 7】

【図 4 8】本願の参考例 6 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 7 8】

【図 4 9】本願の参考例 7 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 7 9】

【図 5 0】本願の参考例 8 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 0】

30

【図 5 1】本願の実施形態 9 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 1】

【図 5 2】本願の実施形態 1 0 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 2】

【図 5 3】本願の参考例 1 1 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 3】

【図 5 4】本願の参考例 1 2 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

40

【0 0 8 4】

【図 5 5】本願の実施形態 1 3 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 5】

【図 5 6】本願の参考例 1 4 に係る、ワイドアングル状態におけるズームレンズの歪曲パーセンテージ曲線を示す図である。

【0 0 8 6】

図面内の参照符号：

1 0－ズームレンズ； 1 1－第 1 のレンズ群； 1 2－第 2 のレンズ群；

50

13－第3のレンズ群、及び14－第4のレンズ群。

【発明を実施するための形態】

【0087】

以下、本願の実施形態を詳細に説明する。添付図面において、実施形態の例が示されている。同じ又は類似の参照符号は、常に、同じ若しくは類似の要素又は同じ若しくは同様の機能を有する要素を表すために使用されている。図1～図56を参照しながら以下で説明される実施形態は、例であり、本願を説明することを意図されているが、本願に対する限定とは理解され得ない。

【0088】

本願の説明における「第1」及び「第2」という用語は、説明の目的のために意図されたものに過ぎず、示された技術的特徴の相対的な重要度の指示若しくは示唆又は数の暗黙的な指示と理解されるべきでないことを理解すべきである。したがって、「第1」又は「第2」によって限定される特徴は、1又は複数の特徴を明示的又は暗黙的に含み得る。本願の説明において、「複数の」は、別途特に限定されない限り、2つ又は2つよりも多いことを意味する。

【0089】

本願において、「設置 ( i n s t a l l a t i o n )」、「接続する ( c o n n e c t )」、「接続 ( c o n n e c t i o n )」、「固定する ( f i x )」等の用語は、別途明示的に指定及び限定されない限り、広い意味で理解されるべきである。例えば、「接続」は、固定接続、着脱可能な接続、若しくは一体化接続であってよく、機械的接続若しくは電氣的接続であってよく、又は、直接接続、中間媒体を介した間接接続、若しくは2つの構成要素内の接続若しくは2つの構成要素間の相互関係であってよい。当業者であれば、特定の事例に係る本願における前述の用語の具体的な意味を解釈し得る。

【0090】

本明細書において使用される固有名詞及び英語の略語は、次の通りに説明される。

【0091】

両凸レンズは、物体側面と像側面との両方が凸球面であるレンズである。レンズの中央部は厚く、エッジ部分は薄い。両凸レンズは、光収束機能を有する。

【0092】

フォーカシング群は、ズームレンズ10においてズームレンズ10の光軸に沿って移動し、ズームレンズ10の焦点距離を調整するように構成されているレンズ群である。

【0093】

補償群は、ズームレンズ10においてフォーカシング群とともにズームレンズ10の光軸に沿って移動し、移動プロセスにおいて、バランスを取り、フォーカシング群によって生じる収差の影響を排除するように構成されているレンズ群である。

【0094】

像高 ( I M H ) は、光学系のレンズの結像エッジから結像面の中心までの高さである。

【0095】

F値は、 $\frac{1}{F}$  値の逆数である。より小さいF数は、単位時間あたりにレンズを通過する光がより多いことを示す。より大きなF数は、より小さな被写界深度及び写真の背景のぼやけを示す。この効果は、テレフォトレンズのそれと同様である。

【0096】

有効焦点距離 ( E F L ) は、通例、焦点距離を他の一般的に使用されるパラメータと区別するために、厚いレンズ (無視できない厚さを有するレンズ)、又はいくつかのレンズ若しくはミラーを伴う光学系 (カメラレンズ、望遠鏡、及び携帯電話等の移動端末上のレンズ等) の焦点距離を示す。

【0097】

前側焦点距離 ( F F L ) は、光学系の前側焦点から第1の光学面の頂点までの距離である。

【0098】

10

20

30

40

50

後側焦点距離（BFL）は、光学系の最後の光学面の頂点から後側焦点までの長さである。

【0099】

空気中における光学系に関して、有効焦点距離は、前側主面及び後側主面から対応する焦点までの距離である。周囲媒体が空気でない場合、この距離は、その媒体の屈折率によって乗算される。これらの距離は、上で定義された前側／後側フォーカルディスタンス（front/back focal distances）と区別するために、前側／後側焦点距離（front/back focal lengths）と称される。

【0100】

視野（FOV）は、ズームレンズ10の視野である。光学系において、光学系のレンズを頂点として使用することによって、測定される物体の目標の像がレンズを通過するときに形成する最大範囲の2つのエッジがなす挟角が、視野と称される。視野は、光学機器の視野範囲を決定する。より大きな視野は、より大きな視野範囲及びより小さな光学倍率を示す。

10

【0101】

総トラック長（total track length）（TTL）は、光学系の総光学高さ又は総光学長、すなわち、光学系のヘッドから像までの総長さである。

【0102】

総トラック長1（TTL1）は、光学系の第1の表面の曲面の頂点から光学系の最後の表面の曲面の頂点までの距離である。

20

【0103】

ズームレンズ10のテレフォト端は、ズームレンズ10がテレフォト状態にあるときの焦点距離の値範囲を示す。

【0104】

ズームレンズ10のワイドアングル端は、ズームレンズ10がワイドアングル状態にあり、捕捉される像が、大きな前景及び小さな遠景を呈するときの焦点距離の値範囲を示す。

【0105】

D1は、第2のレンズ群12がズーム群又は補償群として光軸に沿って移動するときの移動距離範囲である。

【0106】

D2は、第4のレンズ群14がズーム群又は補償群として光軸に沿って移動するときの移動距離範囲である。

30

【0107】

結像エッジは、ズームレンズ10のレンズのエッジ位置である。

【0108】

結像面の中心は、ズームレンズ10のレンズの中心位置である。

【0109】

ズーム比は、ズームレンズ10の最小焦点距離に対する最大焦点距離の比である。

【0110】

焦点距離（focal length）は、光学系が光をどれだけ強力に収束又は発散するかの尺度であり、レンズ又はレンズ群を使用することによって焦点面上に無限シーンのクリアな像が形成されるとき、レンズ又はレンズ群の光学中心から焦点面までの垂直距離である。実用的観点から、焦点距離は、レンズの中心から結像面までの距離と理解されてよい。プライムレンズに関して、プライムレンズの光学中心の位置は、固定されている。ズームレンズに関して、レンズの光学中心の変化は、レンズの焦点距離の変化を引き起こす。

40

【0111】

アパーチャは、光線がレンズを通過してボディの感光面に進入するときの光の量を制御するデバイスである。アパーチャは、通例、レンズの内側にある。

【0112】

50

F 値は、口径比の逆数である。より小さい F 数は、単位時間あたりにレンズを通過する光がより多いことを示す。より大きな F 数は、より小さな被写界深度及び写真の背景のぼやけを示す。これは、テレフォトレンズによって実現される効果と同様である。

【0113】

正のジオプトリックパワー (dioptric power) とも称される正の屈折力 (refractive power) は、レンズが正の焦点距離を有し、光線を収束させる効果を有することを示す。

【0114】

負のジオプトリックパワーとも称される負の屈折力は、レンズが負の焦点距離を有し、光線を発散させる効果を有することを示す。

【0115】

正の焦点屈折力 (focal power) は、ズームレンズ 10 が入射光ビームを屈折及び収束させることを示す。より大きな正の焦点屈折力値は、より強力な屈折及び収束性能を示す。

【0116】

負の焦点屈折力は、ズームレンズ 10 が入射光ビームを屈折及び発散させることを示す。より大きな負の焦点屈折力値は、より強力な屈折及び発散性能を示す。

【0117】

アッベ数、すなわち、分散係数は、異なる波長での光学材料の屈折率差比であり、材料の分散度を示す。

【0118】

光軸は、理想的なレンズの中心を垂直に通過する光線である。光線が凸レンズを通過する光軸に対して平行である場合、理想的な凸レンズにおいて、全ての光線がレンズの背後の一点に収束する。全ての光線が収束するこの点が、焦点である。

【0119】

物体側は、レンズによって境界を定められる、撮影される物体が位置付けられる空間であり、物体空間とも称される。

【0120】

像側は、レンズによって境界を定められる、撮影される物体によって発せられた光がレンズを通過した後形成される像が位置付けられる空間であり、像空間とも称される。

【0121】

軸上色収差は、縦色収差、位置色収差、又は軸上収差とも呼ばれる。光軸に平行な光線のビームは、レンズを通過した後、異なる位置に収束する。この収差は、位置色収差又は軸上色収差と呼ばれる。これは、レンズが異なる位置において異なる波長を有する光を結像し、したがって、異なる色の光の像の焦点面が、最終的な結像中に重なることができず、多色光が分散して分散を形成するからである。

【0122】

倍率色収差とも称される横色収差は、異なる色の光に関する光学系の倍率の差である。波長は、光学系の倍率の変化を生じ、それに応じて像のサイズが変化する。

【0123】

歪曲 (distortion) は、物体について光学系によって形成される像が物体に対して歪曲する程度である。歪曲は、主光線が光学系を通過した後で異なる視野を有する主光線がガウシアン像面と交差する点の高さが、絞り球面収差の影響に起因して理想的な像高に等しくないことによって生じ、2つの高さの間の差が、歪曲である。したがって、歪曲は、像の形状が歪曲するように、理想的な平面上の軸外物点の結像位置のみを変化させるが、像の精細度は影響を受けない。

【0124】

光学歪曲 (optical distortion) は、光学的な理論計算を介して得られた変形の程度である。

【0125】

10

20

30

40

50

回折限界 (diffraction limit) は、理想的な物点が光学系を通して結像され、回折限界に起因して、理想的な像点を得ることができず、フラウンホーファー回折像が得られることを意味する。光学系のアパーチャは、一般に円形であるので、フラウンホーファー回折像は、エアリーディスクとして知られている。このようにして、各物点の像は、ぼやけスポットとなる。2つのぼやけスポットが互いに近づいた後に、これらの2つのぼやけスポットを区別することは困難である。これにより、系の解像度が制限される。より大きなぼやけスポットは、より低い解像度を示す。

【0126】

特殊形状アパーチャを有するレンズは、従来の円形の形状の代わりに不規則な形状のエッジ輪郭を有するレンズである。

【0127】

特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ方向は、レンズが切削されるときにカッターが移動する方向であり、垂直エッジ方向、水平エッジ切削方向等を通例含む。

【0128】

図1～図14に示されているように、本願の実施形態は、ズームレンズ10を提供する。ズームレンズ10は、カメラモジュールにおいて使用され、ズームレンズ10を有するカメラモジュールは、端末デバイスにおいて使用されてよい。カメラモジュールは、ズームレンズ10と、ボイスコイルモータと、赤外光フィルタと、イメージセンサと、A/D信号変換器と、プロセッサとを備えてよい。

【0129】

本願の実施形態において提供される端末デバイスは、カメラ、携帯電話、タブレットコンピュータ、ウェアラブルデバイス、車載デバイス、拡張現実 (augmented reality、AR) デバイス／仮想現実 (virtual reality、VR) デバイス、ノートブックコンピュータ、ウルトラモバイルパーソナルコンピュータ (ultra-mobile personal computer、UMPC)、ネットブック、又はパーソナルデジタルアシスタント (personal digital assistant、PDA) を含んでよいが、これらに限定されない。本願の実施形態において、端末デバイスの具体的なタイプは限定されない。説明しやすさのために、本願の一実施形態における端末デバイスは、一例として携帯電話を使用することによって説明される。これは、本願に対する限定と解釈されるべきでないことを理解すべきである。

【0130】

具体的には、ズームレンズ10は、光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている、第1のレンズ群11と、第2のレンズ群12と、第3のレンズ群13と、第4のレンズ群14とを備える。第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は、固定設置されている。第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14は、光軸に沿って移動する。第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は、ズームレンズ10の固定群を形成するように固定設置されている。第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14は、ズーム及びズーム中に生じる収差の補償を実施するように、光軸に沿って移動する。

【0131】

任意選択で、第2のレンズ群12は、ズーム群であってよく、第4のレンズ群は、補償群であってよい。第2のレンズ群12は、ズームレンズ10の焦点距離を変化させるために、光軸に沿って移動するプロセスにおいて第1のレンズ群11の結像サイズを連続的に拡大してよく、それにより、ズームレンズ10が連続ズームを実施する。焦点屈折力を有する第4のレンズ群14は、移動プロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる像面変位を補償するために、第2のレンズ群12の移動プロセスにおいて光軸に沿って移動してよい。

【0132】

代替的には、第2のレンズ群12は、補償群であってよく、第4のレンズ群14は、ズーム群であってよい。これにより、ズームレンズの高ズーム比を満たすとともに、ズームレンズの良好な結像精細度を維持することができる。

10

20

30

40

50

## 【0133】

第1のレンズ群11における物体側からの第1のレンズは、両凸レンズである。これにより、第1のレンズ群11の光収束性能を改善するとともに、ズームレンズ10の後側焦点距離を延長することができ、それにより、ズームレンズ10が良好な結像効果を有し、ズームレンズ10の厚さが可能な限り減少する。第1のレンズ群11における物体側からの少なくとも2つのレンズが、ガラスレンズである。このようにして、物体側に近い2つのレンズに対して深さ加工を実施することができ、それにより、これらの2つのレンズは、薄くでき、かつ良好な光路調整能力を有することができる。ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径は、次の関係を満たし：

$4\text{ mm} \leq \phi \leq 12\text{ mm}$ 、ここで、

$\phi$ は、ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径である。

10

## 【0134】

さらに、ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、4 mm～12 mmの範囲内に設定される。これにより、ズームレンズ10を通過する光の量を効果的に改善し、被写界深度が過度に小さくなることを効果的に防止し、それにより、結像背景の部分的なぼやけを回避することができる。さらに、これにより、ズームレンズの全高を効果的に減少させ、ズームレンズの光束を改善することができる。前述の要因により、これによって、光学フォーカスレンズの全体的な結像品質を改善することができる。さらに、ズームレンズは、より小さく作成することができ、薄い端末デバイスにおいて容易に使用することができる。このようにして、ズームレンズを搭載した端末デバイスは、連続ズームを実施するとともに良好な結像精細度を維持し、それにより、端末デバイスの全体的な結像品質を改善することができる。

20

## 【0135】

ズーム実施時、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13が固定されており、第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14が移動する。これにより、ズームレンズ10の構造の複雑性を減少させ、ズームレンズ10の工学上の実現困難性を減少させ、ズームレンズ10をより小さく作成することができ、それにより、携帯電話等の移動端末デバイスにおいてズームレンズ10を容易に使用することができるようになる。

## 【0136】

任意選択で、ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、さらに次の関係を満たしてよい：

$4\text{ mm} \leq \phi \leq 6\text{ mm}$ 。

30

## 【0137】

ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、具体的には、4 mm～6 mmの範囲内に設定される。これにより、十分な量の光をズームレンズ10に通過させることができ、ズームレンズの全高が減少する。したがって、ズームレンズ10の小型化ポテンシャルが改善され、ズームレンズ10をより薄い端末デバイスにおいて使用することができる。さらに、この実施形態において提供されるズームレンズ10は、絞りをさらに備える。絞りは、第3のレンズ群13の物体側に位置付けられてよく、又は、別の場所に位置付けられてよい。

40

## 【0138】

本願の一実施形態において提供されるカメラモジュールは、ズームレンズ10を備える。ズームレンズ10は、連続ズームを実施するとともに、全体的な結像品質及びズームレンズ10の小型化ポテンシャルを改善することができる。このようにして、ズームレンズ10を備えるカメラモジュールは、結像品質を改善するとともに、小型化を実施することができる。

## 【0139】

本願の一実施形態において提供される端末デバイスは、カメラモジュールを備える。前述の設置されたモジュールを有する端末デバイスは、1つのレンズを使用することによって連続ズームを実施し、それにより、複数のレンズが「ジャンプタイプズーム」を実行す

50

る従来のモードを変える。これにより、連続ズームプロセスにおける結像精細度が大幅に改善され、ズームレンズ10のアセンブリ空間が減少する。

【0140】

任意選択で、ズームレンズ10は、次の関係を満たし：

$0.8 \leq T T L / f t \leq 1.5$ 、ここで、

TTLは、ズームレンズ10の総光学長であり、ftは、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。このようにして、ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する総光学長の比は、0.8~1.5の範囲内に設定される。このようにして、ズームレンズ10は、視野角の良好な幅及び良好なズーム比を維持することができ、軸外収差を補正することもできる。任意選択で、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する総光学長の比は、さらに0.8~1の範囲内に設定され、それにより、ズームレンズ10の視野角の幅及びズーム比が最適な状態に到達する。

10

【0141】

任意選択で、ズームレンズ10は、さらに次の関係を満たし：

$0.02 \leq I M H / f t \leq 0.2$ 、ここで、IMHは、ズームレンズ10の結像エッジから結像面の中心までの高さであり、半像高(half image height)とも称され、ftは、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。

【0142】

このようにして、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.02~0.2の範囲内に設定される。これにより、ズームレンズ10のズーム比を改善するとともに、同時にズームレンズの総高さを減少させることができる。したがって、ズームレンズ10は、より小さな高さを有し、薄い端末デバイスにおいてより容易に使用することができる。

20

【0143】

任意選択で、第1のレンズ群11、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、正の焦点屈折力を有してよく、第2のレンズ群12は、負の焦点屈折力を有してよい。代替的には、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は、正の焦点屈折力を有してよく、第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14は、負の焦点屈折力を有してよい。このようにして、複数の正及び負の焦点屈折力の組み合わせを実施することができ、それにより、この実施形態におけるズームレンズ10は、複数の異なるズーム方式を有し、結像品質、ズーム効率、ズーム比についての実際の要件に基づいて、適切な正及び負の焦点屈折力の組み合わせを形成することができる。

30

【0144】

任意選択で、図1~図12に示されているように、ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化し、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13の位置が変化しないままであるとき、第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14の移動ステータスは、次の通りであってよい：第2のレンズ群12は、光軸に沿って像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず物体側に向かって移動し、その後、光軸に沿って像側に向かって移動する。第2のレンズ群12は、焦点距離を連続的に調整するように、光軸に沿って一定の速度で移動する。第4のレンズ群14は、移動プロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる像面変位をリアルタイムに動的に補償するように、第2のレンズ群12に対して一定でない速度で移動してよい。このようにして、連続ズームプロセスにおいて、ズームレンズ10によって捕捉されるピクチャは、常に良好な精細度及び高い品質を維持する。

40

【0145】

さらに、第2のレンズ群12は、光軸に沿って像側に向かって移動してもよく、第4のレンズ群14は、光軸に沿って物体側に向かって移動する。代替的には、第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14の両方が光軸に沿って像側に向かって移動する、又は、第2のレンズ群12は、光軸に沿って像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず像

50

側に向かって移動し、その後、光軸に沿って物体側に向かって移動する。第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14の前述の移動方式により、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームレンズ10の変化を実施することができる。

【0146】

任意選択で、第1のレンズ群11は、次の関係を満たし：

$0.2 \leq f_1 / f_t \leq 2.3$ 、ここで、

$f_1$ は、第1のレンズ群11の焦点距離であり、 $f_t$ は、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。

【0147】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第1のレンズ群11の焦点距離の比は、 $0.2 \sim 2.3$ の範囲内に設定される。これにより、第1のレンズ群11の光収束能力を効果的に改善するとともに、軸上色収差の減少を支援することができる。

10

【0148】

任意選択で、第1のレンズ群11は、さらに次の関係を満たしてよい：

$0.2 \leq f_1 / f_t \leq 0.69$ 、

$0.75 \leq f_1 / f_t \leq 1.3$ 、又は、

$1.95 \leq f_1 / f_t \leq 2.15$ 、ここで、

$f_1$ は、第1のレンズ群11の焦点距離であり、 $f_t$ は、ズームレンズ10の焦点距離である。

【0149】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第1のレンズ群11焦点距離の比は、さらに、 $0.2 \sim 0.69$ 、 $0.75 \sim 1.3$ 、又は $1.95 \sim 2.15$ の範囲内に設定される。これにより、第1のレンズ群11の光収束能力を改善し、軸上色収差を減少させ、軸外像面湾曲収差 (off-axis field curvature aberration) 及び軸外コマ収差を補正することができ、それにより、連続ズームプロセスにおいて理想的な結像精細度及び結像品質が維持される。

20

【0150】

任意選択で、第2のレンズ群12は、次の関係を満たし：

$0.02 \leq f_2 / f_t \leq 0.6$ 、ここで、

$f_2$ は、第2のレンズ群12の焦点距離であり、 $f_t$ は、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。

30

【0151】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第2のレンズ群12の焦点距離の比は、 $0.02 \sim 0.09$ 又は $0.13 \sim 0.54$ の範囲内に設定される。これにより、ズームプロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる収差の補正を支援することができる。

【0152】

任意選択で、第2のレンズ群12は、さらに次の関係を満たしてよい：

$0.02 \leq f_2 / f_t \leq 0.09$ 、又は、

$0.13 \leq f_2 / f_t \leq 0.54$ 、ここで、

$f_2$ は、第2のレンズ群12の焦点距離であり、 $f_t$ は、ズームレンズ10の焦点距離である。

40

【0153】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第2のレンズ群12の焦点距離の比は、さらに、 $0.02 \sim 0.09$ 又は $0.13 \sim 0.54$ の範囲内に設定される。これにより、具体的には、ズームプロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる系の分散及び系の球面収差の補正を支援することができる。

【0154】

任意選択で、第3のレンズ群13は、次の関係を満たし：

$0.1 \leq f_3 / f_t \leq 4.5$ 、ここで、

50

$f_3$  は、第3のレンズ群13の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。

【0155】

第3のレンズ群13は、さらに次の関係を満たしてよい：

$$0.12 \leq f_3 / f_t \leq 0.35、$$

$$0.52 \leq f_3 / f_t \leq 0.61、又は、$$

$$3.85 \leq f_3 / f_t \leq 4.5、ここで、$$

$f_3$  は、第3のレンズ群13の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズ10の焦点距離である。

【0156】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第3のレンズ群13の焦点距離の比は、 $0.12 \sim 0.35$ 、 $0.52 \sim 0.61$ 、又は $3.85 \sim 4.5$ の範囲内に設定される。これにより、第3のレンズ群13の光収束能力を改善し、軸外像面湾曲収差及び軸外コマ収差を効果的に補正することができる。

【0157】

任意選択で、第4のレンズ群14は、次の関係を満たし：

$$0.12 \leq f_4 / f_t \leq 200、ここで、$$

$f_4$  は、第4のレンズ群14の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離である。

【0158】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第4のレンズ群14の焦点距離の比は、 $0.12 \sim 200$ の範囲内に設定される。このようにして、第2のレンズ群12が光軸に沿って移動するズームプロセスにおいて、第4のレンズ群14は、移動プロセス全体において第2のレンズ群12によって生じる収差を広く補償することができる。

【0159】

任意選択で、第4のレンズ群14は、さらに次の関係を満たしてよい：

$$0.12 \leq f_4 / f_t \leq 0.43、$$

$$0.65 \leq f_4 / f_t \leq 0.85、又は、$$

$$70 \leq f_4 / f_t \leq 200、ここで、$$

$f_4$  は、第4のレンズ群14の焦点距離であり、 $f_t$  は、ズームレンズ10の焦点距離である。

【0160】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対する第4のレンズ群14の焦点距離の比は、さらに、 $0.12 \sim 0.43$ 、 $0.65 \sim 0.85$ 、又は $70 \sim 200$ の範囲内に設定される。このようにして、第2のレンズ群12が光軸に沿って移動するズームプロセスにおいて、第4のレンズ群14は、移動プロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる収差を効果的に補償し、軸外像面湾曲収差及び軸外コマ収差を効果的に補正することができる。

【0161】

任意選択で、ズームレンズ10のワイドアングル端における有効焦点距離  $f_w$  に対するズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離  $f_t$  の比は、次の関係を満たす：

$$1 \leq f_t / f_w \leq 3.7。$$

これにより、ワイドアングル端からテレフォト端までの連続ズーム中のズームレンズ10のズーム比を改善することができる。これにより、さらに、ズームレンズ10のズーム比を改善することができる。

【0162】

任意選択で、ズームレンズ10の総光学長 TTL に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離  $D1$  の比は、次の関係を満たす：

$$0.02 \leq D1 / TTL \leq 0.3。$$

10

20

30

40

50

## 【0163】

ズームレンズ10の総光学長TTLに対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離D2の比は、次の関係を満たす：

$$0.02 \leq D2 / TTL \leq 0.35。$$

## 【0164】

具体的には、ズームレンズ10の総光学長TTLに対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離D1の比、及び、ズームレンズ10の総光学長TTLに対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離D2の比は、さらに、以下であってよい：

$$0.176 \leq D1 / TTL \leq 0.215、及び、$$

$$0.05 \leq D2 / TTL \leq 0.09、又は、$$

$$0.049 \leq D1 / TTL \leq 0.086、及び、$$

$$0.21 \leq D2 / TTL \leq 0.35。$$

## 【0165】

このようにして、ズームレンズ10の総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比、及び、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、前述のパラメータ範囲内に設定される。前述のパラメータと、光軸に沿った第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14の移動方向とを参照すると、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームレンズ10の安定した連続的な変化を実施することができ、像面湾曲収差等の様々な収差を補正することができる。

## 【0166】

任意選択で、ズームレンズ10がワイドアングル端にある場合、第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間の離間距離は、次の関係を満たし：

$$0.5 \text{ mm} \leq L_1 \leq 1.35 \text{ mm}、$$

第2のレンズ群12と第3のレンズ群13との間の離間距離は、次の関係を満たし：

$$1.8 \text{ mm} \leq L_2 \leq 6.0 \text{ mm}、$$

第3のレンズ群13と第4のレンズ群14との間の離間距離は、次の関係を満たし：

$$0.05 \text{ mm} \leq L_3 \leq 4.8 \text{ mm}、ここで、$$

$L_1$ は、第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間の離間距離であり、 $L_2$ は、第2のレンズ群12と第3のレンズ群13との間の離間距離であり、 $L_3$ は、第3のレンズ群13と第4のレンズ群14との間の離間距離である。

## 【0167】

ズームレンズ10がワイドアングル端にあるとき、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、前述の離間距離を満たす。これにより、ワイドアングル端におけるズームレンズ10の結像精細度を改善し、系の光束を増大させ、歪曲を補正することができる。

## 【0168】

任意選択で、ズームレンズ10が第1の中間焦点距離状態にあるとき、第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$$1.05 \text{ mm} \leq L_1 \leq 2.95 \text{ mm}。$$

## 【0169】

第2のレンズ群12と第3のレンズ群13との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$$1.1 \text{ mm} \leq L_2 \leq 4.1 \text{ mm}。$$

## 【0170】

第3のレンズ群13と第4のレンズ群14との間の離間距離は、次の関係を満たす：

## 【0171】

ズームレンズ10が第2の中間焦点距離状態にあるとき、第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$$1.3 \text{ mm} \leq L_1 \leq 4.2 \text{ mm}。$$

## 【0172】

第2のレンズ群12と第3のレンズ群13との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$0.9\text{ mm} \leq L_2 \leq 3.4\text{ mm}$ 。

【0173】

第3のレンズ群13と第4のレンズ群14との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$0.05\text{ mm} \leq L_3 \leq 3.1\text{ mm}$ 。

【0174】

ズームレンズ10が、第1の中間焦点距離状態及び第2の中間焦点距離状態にあるとき、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、前述の離間距離を満たす。これにより、第1の中央焦点距離状態及び第2の中央焦点距離状態におけるズームレンズ10の結像精細度を改善することができる。

【0175】

ズームレンズ10がテレフォト端にあるとき、第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$2\text{ mm} \leq L_1 \leq 6.5\text{ mm}$ 。

【0176】

第2のレンズ群12と第3のレンズ群13との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$0.5\text{ mm} \leq L_2 \leq 0.9\text{ mm}$ 。

【0177】

第3のレンズ群13と第4のレンズ群14との間の離間距離は、次の関係を満たす：

$0.05\text{ mm} \leq L_3 \leq 5.1\text{ mm}$ 。

【0178】

ズームレンズ10が、第1の中間焦点距離状態及び第2の中間焦点距離状態にあるとき、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、前述の離間距離を満たす。このようにして、第1のレンズ群11と、第2のレンズ群12と、第3のレンズ群13と、第4のレンズ群14との間の距離は、テレフォト端におけるズームレンズ10の結像精細度を改善するように協働する。

【0179】

任意選択で、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14に含まれるレンズの総数Nは、次の関係を満たす：

$7 \leq N \leq 12$ 。

【0180】

さらに、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14に含まれるレンズの非球面の総数Sは、次の関係を満たす：

$N \leq S \leq 2N$ 。このようにして、非球面の数とレンズの数との間に合理的な比例関係を形成することができる。これにより、さらに、ズームレンズ10の高ズーム比が実現され、ズームレンズ10の総長さ又は総高さが効果的に減少する。

【0181】

任意選択で、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている3つのレンズをそれぞれ有する。さらに、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で12～24の非球面を含む。

【0182】

代替的には、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、及び第3のレンズ群13は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている2つのレンズをそれぞれ有し、第4のレンズ群14は、物体側から像側まで配置されている1つのレンズを有する。さらに、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で7～14の非球面を含む。

【0183】

具体的には、レンズ群におけるレンズの数及び非球面の総数は、具体的に限定される。これにより、レンズ及びレンズの非球面の数の組み合わせによって、収差を効果的に補正するとともに視野の歪曲を回避することができる。さらに、これにより、ズームレンズ1

10

20

30

40

50

0の光路の総長さを効果的に減少させることができ、したがって、ズームレンズ10は、高ズーム比、良好な全体的な結像品質、ズームレンズ10の減少した総長さを有する。したがって、ズームレンズ10は、端末デバイスにおいてより容易に使用することができる。

【0184】

任意選択で、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、第1のレンズ群11において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、次の関係を満たす：

$$20 \leq V1 - V2 \leq 55、及び、$$

$$12 \leq V1 - V3 \leq 65。$$

【0185】

代替的には、第1のレンズ及び第2のレンズは、第1のレンズ群11において、光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ及び第2のレンズは、次の関係を満たす：

$$25 \leq V1 - V2 \leq 45。$$

【0186】

V1は、第1のレンズのアッベ係数であり、V2は、第2のレンズのアッベ係数であり、V3は、第3のレンズのアッベ係数である。

【0187】

第1のレンズ群11における、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズのアッベ係数間の差は、前述の関係に限定される。これにより、レンズの協働を介して系の分散を効果的に減少させることができ、それにより、ズームレンズの結像精細度が改善し、ズームレンズが良好な結像効果を呈することが可能になる。

【0188】

任意選択で、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、第2のレンズ群12において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、次の関係を満たす：

$$-20 \leq V1 - V2 \leq 35、及び、$$

$$-18 \leq V1 - V3 \leq 62。$$

【0189】

代替的には、第1のレンズ及び第2のレンズは、第2のレンズ群12において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ及び第2のレンズは、次の関係を満たす：

$$-18 \leq V1 - V2 \leq 47。$$

【0190】

任意選択で、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、第3のレンズ群13において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、次の関係を満たす：

$$-35 \leq V1 - V2 \leq 67、及び、$$

$$-12 \leq V1 - V3 \leq 56。$$

【0191】

代替的には、第1のレンズ及び第2のレンズは、第3のレンズ群13において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ及び第2のレンズは、次の関係を満たす：

$$-38 \leq V1 - V2 \leq 42。$$

【0192】

第2のレンズ群12における、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズのアッベ係数間の差は、前述の関係に限定される。これにより、さらに、レンズの協働を介して系の分散を効果的に減少させることができ、それにより、さらに、ズームレンズの結像精細度が改善する。

【0193】

10

20

30

40

50

任意選択で、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、第3のレンズ群13において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、次の関係を満たす：

$$5 \leq V_1 - V_2 \leq 3.4, \text{ 及び、} \\ -2.6 \leq V_1 - V_3 \leq 2.7。$$

【0194】

代替的には、第1のレンズ及び第2のレンズは、第3のレンズ群において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ及び第2のレンズは、次の関係を満たす：

$$1.3 \leq V_1 - V_2 \leq 3.2。$$

【0195】

第3のレンズ群13における、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズのアッベ係数間の差は、前述の関係に限定される。これにより、第3のレンズ群13が光軸に沿って移動するときに生じる収差を、レンズ間の協働を介して効果的に減少させることができ、それにより、連続ズームプロセスにおけるズームレンズの結像精細度がさらに改善される。

【0196】

任意選択で、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、第4のレンズ群14において光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている。第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズは、次の関係を満たす：

$$-1.9 \leq V_1 - V_2 \leq 5.4, \text{ 及び、} \\ -4.2 \leq V_1 - V_3 \leq 5.5。$$

【0197】

代替的には、レンズは、第4のレンズ群14において光軸に沿って物体側から像側まで配置されている。第1のレンズは、次の関係を満たす：

$$3.5 \leq V_1 \leq 9.5。$$

【0198】

第4のレンズ群14における、第1のレンズ、第2のレンズ、及び第3のレンズのアッベ係数間の差は、前述の関係に限定される。これにより、移動プロセスにおいて第2のレンズ群12によって生じる像面変位を、レンズ間の協働を介して効果的に補正することができ、それにより、連続ズームプロセスにおけるズームレンズの結像精細度がさらに改善される。

【0199】

任意選択で、レンズは、実際の状況に基づいて、特殊形状アパーチャを有するレンズに加工されてよい。レンズは、ズームレンズ10が端末内のアセンブリ空間により良好に適應できるように、特殊形状アパーチャを有するレンズに加工される。特殊形状アパーチャを有するレンズの加工技術は、E-CUT、D-CUT等であってよい。特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ方向（エッジ方向は、レンズが切削されるときにカッターが移動する方向であり、通例、垂直エッジ方向、水平エッジ切削方向等を含む）に沿った、特殊形状アパーチャを有するレンズの高さは、次の関係を満たす：

$$4 \text{ mm} \leq H \leq 6 \text{ mm、ここで、}$$

Hは、特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ方向に沿った、特殊形状アパーチャを有するレンズの高さである。これにより、レンズの光束を増大させ、レンズの高さ方向サイズを適切に減少させることができる。

【0200】

任意選択で、ズームレンズ10は、プリズム及び／又はミラーリフレクタをさらに備え（すなわち、ズームレンズ10は、プリズム若しくはミラーリフレクタをさらに備えてよく、又は、プリズム及びミラーリフレクタをさらに備えてよい）、プリズム及び／又はミラーリフレクタは、物体側に面する第1のレンズ群11の側に設置され、光線を第1のレンズ群11に偏向するように構成されている。プリズムは、コーナーキューブプリズムで

10

20

30

40

50

あってよい。プリズム又はミラーリフレクタが、ズームレンズ10内に別個に設置されてよく、又は、プリズム及びミラーリフレクタの両方が、ズームレンズ10内に設置されてよい。これにより、プリズム及び／又はミラーリフレクタを設置することによって、第1のレンズ群11に発せられる光線を適切に反射及び分割できる。

#### 【0201】

任意選択で、ズームレンズ10は、無限からズームレンズ10から離れて約40mmまでの範囲の物体距離においてクリアな結像を実行し得る。

#### 【0202】

以下では、本願の実施形態のいくつかの具体的だが非限定的な例をより詳細に説明するために、図15～図56を参照しながら、上で言及された技術的パラメータに基づいて、14の実施形態を提供する。

#### 【参考例1】

#### 【0203】

この参考例において、ズームレンズ10のテレフォト端における焦点距離に対する第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14の焦点距離の比が、それぞれ、0.572、0.182、0.28、及び0.41であると決定される。

#### 【0204】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は固定されており、第2のレンズ群12は、像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

#### 【0205】

ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ10におけるレンズの最大直径は、7.878mmであると決定される。

#### 【0206】

この場合、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている3つのレンズをそれぞれ有する。さらに、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で19の非球面を含む。第1のレンズ群11における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

#### 【0207】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.093であると決定される。

#### 【0208】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1936であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.1329であると決定される。

#### 【0209】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表1A～表1Dに示されている。

#### 【表1A】

10

20

30

40

50

【表 1】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 13.000 | 15.041 | 26.800 |
| F 数          | 2.864                                 | 2.930  | 2.950  | 3.527  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 15.488                                | 10.774 | 9.257  | 5.139  |
| BFL (mm)     | 4.142                                 | 4.703  | 4.713  | 1.323  |
| TTL (mm)     | 25.500                                | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【 0 2 1 0 】

表 1 A は、ズームレンズの波長がそれぞれ 6 5 0 n m、6 1 0 n m、5 5 5 n m、5 1 0 n m、及び 4 7 0 n m であるときの、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。W は、ワイドアングル状態を示し、M 1 は、第 1 の中間焦点距離状態を示し、M 2 は、第 2 の中間焦点距離状態を示し、T は、テレフォト状態を示し、B F L は、（ズームレンズ 1 0 の）後側焦点距離を示し、T T L は、レンズチューブのヘッドから結像面までの（レンズの）総長さを示し、F O V は、視野を示し、F 値は、口径比の逆数を示している。像高及び T T L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 1 A からわかる。

【表 1 B】

10

20

30

40

50

【表 2】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 9.427    | d1  | 1.786 | n1  | 1.55 | v1  | 69.0 |
| R2  | -12.819  | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -48.300  | d2  | 0.360 | n2  | 1.95 | v2  | 17.9 |
| R4  | -45.863  | a2  | 0.071 |     |      |     |      |
| R5  | -43.002  | d3  | 0.360 | n3  | 1.82 | v3  | 23.1 |
| R6  | 42.580   | a3  | 0.662 |     |      |     |      |
| R7  | -145.963 | d4  | 0.456 | n4  | 1.87 | v4  | 19.4 |
| R8  | -27.629  | a4  | 0.411 |     |      |     |      |
| R9  | -7.072   | d5  | 0.360 | n5  | 1.69 | v5  | 54.3 |
| R10 | 3.656    | a5  | 0.144 |     |      |     |      |
| R11 | 3.569    | d6  | 0.558 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.436    | a6  | 5.436 |     |      |     |      |
| R13 | 3.432    | d7  | 1.636 | n7  | 1.55 | v7  | 69.1 |
| R14 | -8.146   | a7  | 0.695 |     |      |     |      |
| R15 | -287.23  | d8  | 1.717 | n8  | 1.76 | v8  | 22.6 |
| R16 | 4.927    | a8  | 1.156 |     |      |     |      |
| R17 | -8.684   | d9  | 0.570 | n9  | 1.85 | v9  | 42.7 |
| R18 | -11.222  | a9  | 0.995 |     |      |     |      |
| R19 | 5.139    | d10 | 0.748 | n10 | 1.64 | v10 | 35.6 |
| R20 | 9.417    | a10 | 1.904 |     |      |     |      |
| R21 | 48.091   | d11 | 0.360 | n11 | 1.60 | v11 | 35.1 |
| R22 | 5.641    | a11 | 0.070 |     |      |     |      |
| R23 | 5.343    | d12 | 0.831 | n12 | 1.70 | v12 | 34.7 |
| R24 | 無限       | a12 | 3.332 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 2 1 1】

表 1 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。本願において、前述のパラメータシンボルは同じ意味を有し、詳細を以下で再度説明しない。

〔表 1 C〕

10

20

30

40

【表 3】

|     | 非球面係数     |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ       | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 1.57E-04  | -1.75E-05 | 4.21E-06  | -5.64E-07 | 3.58E-08  | -9.42E-10 |
| R2  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 5.82E-04  | -6.39E-06 | -1.03E-06 | 1.02E-07  | -2.88E-09 | -6.23E-11 |
| R5  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 2.28E-05  | 2.28E-05  | 5.41E-07  | -1.83E-07 | 1.00E-08  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 1.59E-05  | 1.18E-05  | 6.01E-06  | -9.98E-07 | 6.45E-08  | -1.31E-09 |
| R9  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 3.10E-04  | 2.39E-04  | -4.19E-05 | 2.69E-06  | 1.22E-07  | -1.60E-08 |
| R10 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -1.85E-03 | -5.13E-05 | -4.35E-05 | 7.06E-06  | -9.06E-07 | 5.54E-08  |
| R11 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -3.68E-03 | -3.68E-04 | -6.99E-06 | 3.03E-06  | -6.95E-07 | -3.36E-08 |
| R12 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -4.19E-03 | -1.70E-04 | 2.23E-06  | -6.71E-07 | -3.60E-07 | -3.49E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R13 | 偶数非球面 | 0.00  | -1.94E-03 | -8.37E-05 | -1.03E-05 | 3.96E-07  | -1.54E-07 | 1.44E-08  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00  | 2.23E-03  | -5.47E-05 | 8.42E-06  | -2.20E-06 | 4.48E-07  | -2.59E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00  | -5.87E-04 | 8.27E-05  | 3.00E-05  | -3.37E-06 | 5.40E-07  | -1.04E-07 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 2.95E-03  | 7.03E-04  | 2.03E-04  | 8.18E-06  | -5.31E-07 | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.19E-02  | 3.87E-06  | 1.25E-04  | -3.21E-05 | 9.48E-07  | -1.43E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.04E-02  | 9.61E-05  | 5.52E-05  | -2.16E-05 | 1.81E-08  | 1.46E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.38E-03 | -2.18E-04 | -4.42E-05 | 6.37E-06  | -3.46E-07 | -4.87E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -4.21E-03 | -1.76E-04 | -3.10E-05 | 7.57E-06  | -9.79E-07 | 1.57E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | -1.36E-03 | 5.30E-04  | -3.27E-05 | 9.47E-07  | 2.63E-08  | -7.77E-10 |
| R22 | 偶数非球面 | -1.29 | -2.63E-04 | -4.54E-04 | 9.55E-06  | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.70E-04 | -9.03E-04 | 9.09E-05  | -1.12E-05 | 7.06E-07  | -1.73E-08 |

## 【 0 2 1 2 】

表 1 C において、R 1 ～ R 2 3 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 1 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 1 9 の非球面を含むことが、表 1 C からわかる。

## 【 0 2 1 3 】

非球面係数が得られた後、非球面係数は、解を得るために以下の式に代入されてよい。

## 【数 1】

10

20

30

40

50

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-Kc^2r^2}} + A_2r^4 + A_3r^6 + A_4r^8 + A_5r^{10} + A_6r^{12} + A_7r^{14} \quad (1)$$

【0214】

式(1)において、 $z$ は、非球面のベクトル高さを示し、 $r$ は、非球面の動径座標を示し、 $c$ は、非球面上の頂点の球面曲率である。

【表1D】

【表4】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.662 mm | 2.360 mm | 3.070 mm | 5.599 mm |
| a6  | 5.436 mm | 3.739 mm | 3.029 mm | 0.500 mm |
| a9  | 0.995 mm | 0.434 mm | 0.424 mm | 3.814 mm |
| a12 | 3.332 mm | 3.893 mm | 3.903 mm | 0.513 mm |

【0215】

表1Dは、ズームレンズ10がワイドアングル状態、第1の中間焦点距離状態、第2の中間焦点距離状態、及びテレフト状態にあるときの第1のレンズ群11から第4のレンズ群14の間の間隔を示している。

【0216】

図15は、異なる波長(555nm、510nm、610nm、470nm、及び650nm)であり、以下に出現する異なる波長は全て、前述の5つの波長値を使用する)でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の軸上色収差曲線を示している。参考例1において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の軸上色収差を0.01mm~0.02mmの小さな変化範囲内に制御することができることが、図15からわかる。

【0217】

図29は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例1において、前述の技術的パラメータの使用したズームレンズ10の横色収差を、横方向回折限界範囲内に制御することができることが、図29からわかる。

【0218】

図43は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例1において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の歪曲率を4%未満に効果的に制御することができることが、図43からわかる。

【参考例2】

【0219】

この参考例において、ズームレンズ10のテレフト端における焦点距離に対する第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14の焦点距離の比が、それぞれ、0.57、0.18、0.32、及び0.40であると決定される。

【0220】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフト端に変化するとき、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は固定されており、第2のレンズ群12は、像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

【0221】

ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ10におけるレンズの最大直径は、7.8mmであると決定される。

## 【0222】

この場合、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、及び第3のレンズ群13は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている2つのレンズをそれぞれ有し、第4のレンズ群14は、1つのレンズが配置されている。第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で14の非球面を含む。第1のレンズ群11における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

## 【0223】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.093であると決定される。

## 【0224】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.2036であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.1385であると決定される。

## 【0225】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表2A～表2Dに示されている。

## [表2A]

## 【表5】

|            | W                                    | M1     | M2     | T      |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)   | 9.300                                | 13.000 | 15.041 | 26.800 |
| F数         | 2.879                                | 2.954  | 2.976  | 3.505  |
| 像高さIMH(mm) | 2.500                                | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半FOV(°)    | 15.493                               | 10.833 | 9.309  | 5.175  |
| BFL(mm)    | 7.521                                | 8.054  | 8.098  | 4.566  |
| TTL(mm)    | 25.500                               | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長       | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び470 nm |        |        |        |

## 【0226】

表2Aは、ワイドアングル端、第1の中間焦点距離、第2の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ10の基本的な光学パラメータを示している。像高及びTTLが変化しないままである場合、焦点距離及びF値の両方が増大することが、表2Aからわかる。ズームレンズ10は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

## [表2B]

10

20

30

40

50

【表 6】

|     | R       | 厚さ |       | nd |      | vd |      |
|-----|---------|----|-------|----|------|----|------|
| R1  | 8.516   | d1 | 1.870 | n1 | 1.55 | v1 | 70.0 |
| R2  | −17.274 | a1 | 0.277 |    |      |    |      |
| R3  | 49.166  | d2 | 0.360 | n2 | 1.84 | v2 | 21.9 |
| R4  | 16.993  | a2 | 1.303 |    |      |    |      |
| R5  | −9.476  | d3 | 0.360 | n3 | 1.69 | v3 | 54.3 |
| R6  | 3.537   | a3 | 0.258 |    |      |    |      |
| R7  | 3.809   | d4 | 0.569 | n4 | 1.95 | v4 | 17.9 |
| R8  | 4.952   | a4 | 5.692 |    |      |    |      |
| R9  | 3.457   | d5 | 1.694 | n5 | 1.55 | v5 | 70.2 |
| R10 | −10.754 | a5 | 0.702 |    |      |    |      |
| R11 | 41.187  | d6 | 1.361 | n6 | 1.74 | v6 | 23.6 |
| R12 | 3.982   | a6 | 2.083 |    |      |    |      |
| R13 | 8.275   | d7 | 1.450 | n7 | 1.63 | v7 | 34.5 |
| R14 | −32.609 | a7 | 6.711 |    |      |    |      |
| R15 | 無限      | d8 | 0.210 | n8 | 1.76 | v8 | 22.6 |
| R16 | 無限      | a8 | 0.600 |    |      |    |      |

【 0 2 2 7】

表 2 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 1 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 2 C】

10

20

30

40

50

【表 7】

| 非球面係数 |       | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
|-------|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| タイプ   |       |      |           |           |           |           |           |           |
| R1    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.29E-04  | -1.59E-05 | 4.12E-06  | -5.65E-07 | 3.63E-08  | -9.47E-10 |
| R2    | 偶数非球面 | 0.00 | 5.13E-04  | -6.75E-06 | -1.04E-06 | 1.03E-07  | -2.86E-09 | -7.43E-11 |
| R3    | 偶数非球面 | 0.00 | 2.66E-06  | 2.00E-05  | 6.59E-07  | -1.77E-07 | 1.02E-08  | 0.00E+00  |
| R4    | 偶数非球面 | 0.00 | 3.43E-05  | 1.34E-05  | 5.70E-06  | -9.74E-07 | 6.70E-08  | -1.36E-09 |
| R5    | 偶数非球面 | 0.00 | -2.66E-04 | 2.00E-04  | -4.11E-05 | 3.03E-06  | 1.93E-07  | -2.40E-08 |
| R6    | 偶数非球面 | 0.00 | -1.81E-03 | -9.23E-05 | -6.03E-05 | 3.61E-06  | -1.07E-08 | 5.50E-08  |
| R7    | 偶数非球面 | 0.00 | -3.23E-03 | -3.88E-04 | -1.63E-05 | -1.27E-06 | -3.13E-07 | -3.28E-08 |
| R8    | 偶数非球面 | 0.00 | -3.96E-03 | -2.32E-04 | -6.80E-06 | -2.77E-06 | -2.32E-07 | -3.53E-08 |
| R9    | 偶数非球面 | 0.00 | -1.66E-03 | -2.64E-05 | -5.78E-06 | 8.57E-07  | -8.58E-08 | 6.82E-09  |
| R10   | 偶数非球面 | 0.00 | 2.35E-03  | -4.25E-05 | 1.08E-05  | -2.17E-06 | 4.23E-07  | -3.02E-08 |
| R11   | 偶数非球面 | 0.00 | 8.84E-05  | -6.55E-05 | -1.09E-05 | 2.88E-06  | -1.73E-07 | -1.06E-07 |
| R12   | 偶数非球面 | 0.00 | 1.88E-03  | 1.78E-04  | 5.31E-05  | 9.79E-06  | -6.76E-07 | -4.88E-08 |
| R13   | 偶数非球面 | 0.00 | -1.05E-03 | -1.82E-04 | -3.36E-05 | 3.37E-06  | -1.67E-07 | -3.83E-08 |
| R14   | 偶数非球面 | 0.00 | -1.01E-03 | -1.74E-04 | -3.27E-05 | 3.73E-06  | -3.88E-07 | 7.17E-09  |

## 【0228】

表 2 C において、R 1 ～ R 1 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 2 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 1 4 の非球面を含むことが、表 2 C からわかる。

## 【0229】

表 2 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレン

ズ群 1 4 の間の間隔を示している。

【 0 2 3 0 】

図 1 6 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 2 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 1 5 mm ~ 0 . 0 2 5 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 1 6 からわかる。

【 0 2 3 1 】

図 3 0 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の横色収差曲線を示している。参考例 2 において、異なる波長でのワイドアングル端及びテレフォト端における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の横色収差について、6 5 0 nm の波長を有する光線及び 4 7 0 nm の波長を有する光線は、横方向回折限界を超えることが、図 2 6 からわかる。

【表 2 D】

【表 8】

|    | W        | M1       | M2       | T        |
|----|----------|----------|----------|----------|
| a2 | 1.303 mm | 2.925 mm | 3.622 mm | 6.495 mm |
| a4 | 5.692 mm | 4.071 mm | 3.373 mm | 0.500 mm |
| a6 | 2.083 mm | 1.550 mm | 1.506 mm | 5.038 mm |
| a7 | 6.711 mm | 7.244 mm | 7.288 mm | 3.756 mm |

【 0 2 3 2 】

図 4 4 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 2 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の歪曲率を 3 . 8 % 未満に効果的に制御することができるが、図 4 4 からわかる。

【参考例 3】

【 0 2 3 3 】

この参考例において、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 の焦点距離の比が、それぞれ、2 . 0 9、0 . 3 3、0 . 3 3、及び 0 . 7 5 であると決定される。

【 0 2 3 4 】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 1 1 及び第 3 のレンズ群 1 3 は固定されており、第 2 のレンズ群 1 2 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 1 4 は、物体側に向かって移動する。

【 0 2 3 5 】

ズームレンズ 1 0 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 1 0 におけるレンズの最大直径は、8 . 6 5 4 mm であると決定される。

【 0 2 3 6 】

この場合、第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【 0 2 3 7 】

ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 1 0 の総光学長の比は、0 . 9 5 であると決定され、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における有

効焦点距離に対するズームレンズ 10 の像高の比は、0.093 であると決定される。

【0238】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化すると、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 2 のレンズ群 12 の移動距離の比は、0.1960 であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 4 のレンズ群 14 の移動距離の比は、0.1789 であると決定される。

【0239】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ 10 によって実現することができる技術的効果が、表 3 A ～表 3 D に示されている。

【表 3 A】

【表 9】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 13.000 | 15.041 | 26.797 |
| F 数          | 2.786                                 | 2.872  | 2.908  | 3.625  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 15.143                                | 10.992 | 9.474  | 5.277  |
| BFL (mm)     | 0.860                                 | 1.954  | 2.516  | 5.423  |
| TTL (mm)     | 25.500                                | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【0240】

表 3 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ 10 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び TTL が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 3 A からわかる。ズームレンズ 10 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

【表 3 B】

10

20

30

40

50

【表 10】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 7.078    | d1  | 2.196 | n1  | 1.56 | v1  | 67.3 |
| R2  | -29.021  | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -367.032 | d2  | 0.369 | n2  | 1.65 | v2  | 29.9 |
| R4  | -323.264 | a2  | 0.070 |     |      |     |      |
| R5  | 48.946   | d3  | 0.360 | n3  | 1.93 | v3  | 24.7 |
| R6  | 8.115    | a3  | 0.500 |     |      |     |      |
| R7  | 7.212    | d4  | 0.875 | n4  | 1.93 | v4  | 18.2 |
| R8  | 14.459   | a4  | 0.890 |     |      |     |      |
| R9  | -10.416  | d5  | 0.360 | n5  | 1.69 | v5  | 54.1 |
| R10 | 4.019    | a5  | 0.050 |     |      |     |      |
| R11 | 3.492    | d6  | 0.474 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 3.856    | a6  | 5.499 |     |      |     |      |
| R13 | 3.982    | d7  | 2.118 | n7  | 1.57 | v7  | 66.4 |
| R14 | -6.900   | a7  | 0.070 |     |      |     |      |
| R15 | 86.504   | d8  | 0.360 | n8  | 1.93 | v8  | 24.2 |
| R16 | 6.032    | a8  | 0.050 |     |      |     |      |
| R17 | 4.494    | d9  | 0.566 | n9  | 1.50 | v9  | 81.6 |
| R18 | 4.734    | a9  | 4.613 |     |      |     |      |
| R19 | 3.434    | d10 | 2.039 | n10 | 1.57 | v10 | 41.6 |
| R20 | 26.077   | a10 | 1.925 |     |      |     |      |
| R21 | -8.158   | d11 | 0.360 | n11 | 1.91 | v11 | 35.3 |
| R22 | 18.132   | a11 | 0.354 |     |      |     |      |
| R23 | -278.845 | d12 | 0.472 | n12 | 1.50 | v12 | 81.6 |
| R24 | 10.229   | a12 | 0.050 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【0241】

表 3 B は、ズームレンズ 10 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 26 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 3 C】

10

20

30

40

50

【表 1 1】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | -7.88E-05 | -1.69E-05 | 4.67E-06  | -5.82E-07 | 3.45E-08  | -8.17E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.55E-04  | -2.91E-06 | -8.76E-07 | 1.08E-07  | -3.27E-09 | -5.88E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | 3.10E-05  | -1.85E-07 | 2.36E-07  | 1.48E-08  | 1.33E-09  | 7.27E-11  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | -3.68E-05 | 1.34E-06  | -8.48E-08 | 4.41E-09  | 7.55E-10  | 9.43E-11  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.52E-04  | 1.98E-05  | 3.86E-07  | -2.24E-07 | 8.12E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -9.44E-05 | 2.70E-05  | 5.09E-06  | -1.04E-06 | 6.51E-08  | -1.19E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.11E-04  | 3.13E-05  | -2.04E-06 | -1.00E-07 | 4.60E-09  | -3.21E-10 |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.09E-05  | -7.62E-06 | -1.40E-06 | -3.10E-07 | -1.54E-08 | 2.08E-09  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.99E-04 | 1.53E-04  | -3.73E-05 | 3.20E-06  | -9.33E-08 | 5.25E-10  |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.87E-03 | -1.19E-06 | -4.89E-05 | 6.45E-06  | -1.02E-06 | 4.73E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.07E-03 | -3.38E-04 | -4.37E-07 | 1.86E-06  | -8.23E-07 | 3.13E-08  |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.16E-03 | -1.47E-04 | -5.91E-06 | 2.06E-06  | -4.68E-07 | 1.69E-08  |
| R13 | 偶数非   | 0.00 | -2.17E-03 | -3.78E-05 | -1.06E-05 | -6.10E-07 | -2.60E-07 | 4.49E-09  |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R14 | 偶数非球面 | 0.00  | 2.30E-03  | -1.54E-04 | 7.41E-06  | -2.90E-06 | 3.22E-07  | -1.69E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.21E-04 | 3.67E-04  | 3.33E-05  | -3.26E-06 | 5.46E-07  | -3.62E-08 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.86E-03  | 3.83E-04  | 9.45E-05  | -1.30E-06 | -3.63E-07 | -3.51E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 8.84E-03  | -2.75E-04 | 1.97E-04  | -4.99E-05 | 2.49E-06  | -3.23E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 5.41E-03  | 3.02E-04  | -4.30E-07 | -2.06E-05 | 3.94E-07  | 4.92E-08  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.33E-03 | -9.78E-05 | -2.06E-05 | -2.43E-06 | 5.68E-07  | -5.32E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -7.99E-03 | 3.66E-04  | -2.31E-05 | 6.78E-06  | -9.28E-07 | 3.43E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | -1.43E-02 | 3.17E-04  | 5.59E-04  | -5.66E-05 | 8.54E-07  | -1.37E-09 |
| R22 | 偶数非球面 | -1.29 | 1.91E-02  | 5.84E-05  | -1.89E-04 | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | 2.12E-02  | -2.51E-03 | 1.07E-04  | 1.48E-05  | -2.81E-06 | -1.82E-08 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.20E-02 | 1.98E-03  | -3.88E-05 | -2.16E-05 | 3.58E-15  | 2.68E-16  |

## 【 0 2 4 2 】

表 3 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 3 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 3 C からわかる。

[表 3 D]

10

20

30

40

50

【表 1 2】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.500 mm | 2.556 mm | 3.301 mm | 5.499 mm |
| a6  | 5.499 mm | 3.444 mm | 2.698 mm | 0.500 mm |
| a9  | 4.613 mm | 3.519 mm | 2.956 mm | 0.050 mm |
| a12 | 0.050 mm | 1.144 mm | 1.706 mm | 4.613 mm |

10

## 【0 2 4 3】

表 3 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

## 【0 2 4 4】

図 1 7 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 3 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 1 4 mm ~ 0 . 0 2 1 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 1 7 からわかる。

## 【0 2 4 5】

図 3 1 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の横色収差曲線を示している。参考例 3 において、異なる波長でのワイドアングル端における並びに第 1 の中間焦点距離状態及び第 2 の中間焦点距離状態における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図 3 1 からわかる。

20

## 【0 2 4 6】

図 4 5 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 3 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の歪曲率を 4 % 未満に効果的に制御することができるが、図 4 5 からわかる。

30

## 【参考例 4】

## 【0 2 4 7】

この参考例において、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 の焦点距離の比が、それぞれ、0 . 2 6、0 . 0 8 5、0 . 2 6、及び 0 . 2 5 であると決定される。

## 【0 2 4 8】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 1 1 及び第 3 のレンズ群 1 3 は固定されており、第 2 のレンズ群 1 2 及び第 4 のレンズ群 1 4 の両方が、像側に向かって移動する。

40

## 【0 2 4 9】

ズームレンズ 1 0 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 1 0 におけるレンズの最大直径は、7 . 8 mm であると決定される。

## 【0 2 5 0】

この場合、第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

## 【0 2 5 1】

50

ズームレンズ１０のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ１０の総光学長の比は、０．９５であると決定され、ズームレンズ１０のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ１０の像高の比は、０．０９３であると決定される。

【０２５２】

ズームレンズ１０がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第２のレンズ群１２の移動距離の比は、０．０５１６であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第４のレンズ群１４の移動距離の比は、０．２１１４であると決定される。

【０２５３】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ１０によって実現することができる技術的効果が、表４Ａ～表４Ｄに示されている。

〔表４Ａ〕

〔表１３〕

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 13.000 | 15.041 | 26.799 |
| F 数          | 2.859                                 | 2.896  | 2.910  | 3.581  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 14.910                                | 10.602 | 9.163  | 5.165  |
| BFL (mm)     | 6.250                                 | 5.333  | 4.642  | 1.310  |
| TTL (mm)     | 25.500                                | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【０２５４】

表４Ａは、ワイドアングル端、第１の中間焦点距離、第２の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ１０の基本的な光学パラメータを示している。像高及びＴＴＬが変化しないままである場合、焦点距離及びＦ値の両方が増大することが、表４Ａからわかる。ズームレンズ１０は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表４Ｂ〕

10

20

30

40

50

【表 1 4】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 6.565    | d1  | 1.725 | n1  | 1.60 | v1  | 62.7 |
| R2  | -519.634 | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | 10.293   | d2  | 1.132 | n2  | 1.77 | v2  | 49.6 |
| R4  | -34.748  | a2  | 0.081 |     |      |     |      |
| R5  | -27.500  | d3  | 0.550 | n3  | 1.95 | v3  | 18.1 |
| R6  | 96.151   | a3  | 0.709 |     |      |     |      |
| R7  | -14.145  | d4  | 0.621 | n4  | 1.92 | v4  | 27.8 |
| R8  | 2.868    | a4  | 0.733 |     |      |     |      |
| R9  | -38.022  | d5  | 0.360 | n5  | 1.88 | v5  | 39.9 |
| R10 | 4.553    | a5  | 0.161 |     |      |     |      |
| R11 | 6.223    | d6  | 0.760 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | -64.985  | a6  | 1.815 |     |      |     |      |
| R13 | 3.763    | d7  | 1.708 | n7  | 1.58 | v7  | 47.2 |
| R14 | -10.848  | a7  | 2.252 |     |      |     |      |
| R15 | -11.720  | d8  | 0.360 | n8  | 1.91 | v8  | 22.5 |
| R16 | 16.761   | a8  | 0.500 |     |      |     |      |
| R17 | -4.730   | d9  | 0.360 | n9  | 1.50 | v9  | 74.9 |
| R18 | -4.938   | a9  | 0.050 |     |      |     |      |
| R19 | 122.662  | d10 | 0.843 | n10 | 1.95 | v10 | 17.9 |
| R20 | -14.727  | a10 | 2.273 |     |      |     |      |
| R21 | -69.972  | d11 | 0.200 | n11 | 1.95 | v11 | 17.9 |
| R22 | 6.660    | a11 | 0.016 |     |      |     |      |
| R23 | 6.722    | d12 | 1.972 | n12 | 1.82 | v12 | 44.8 |
| R24 | -6.281   | a12 | 5.440 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 2 5 5】

表 4 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

〔表 4 C〕

10

20

30

40

50

【表 1 5】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.32E-04  | -1.09E-05 | 3.91E-06  | -5.42E-07 | 3.55E-08  | -1.07E-09 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.21E-04  | -3.50E-06 | -1.07E-06 | 8.85E-08  | -3.31E-09 | -9.38E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.40E-04 | -3.66E-06 | 3.14E-08  | 4.67E-08  | 9.03E-10  | -6.61E-11 |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.27E-04  | 9.00E-06  | 2.41E-07  | 1.09E-08  | 6.45E-10  | 2.83E-12  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.17E-04  | 3.53E-05  | 1.60E-06  | -1.27E-07 | 1.11E-08  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.03E-05 | 4.54E-05  | 7.53E-06  | -9.14E-07 | 7.65E-08  | -1.31E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.02E-03  | 1.02E-04  | -2.81E-05 | 2.77E-06  | -4.31E-15 | 4.20E-17  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.16E-03 | 2.78E-04  | -1.78E-05 | -2.06E-05 | 1.57E-16  | 1.35E-18  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | -8.31E-05 | 7.69E-05  | -1.73E-04 | -3.35E-05 | 4.57E-06  | -1.32E-06 |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.82E-03 | -3.50E-04 | -1.33E-04 | -2.33E-05 | 3.69E-06  | 5.54E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.35E-03 | -2.50E-04 | -3.46E-05 | 2.00E-06  | 5.25E-07  | -3.36E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.26E-03 | -2.80E-04 | -1.71E-05 | -1.23E-05 | 3.78E-06  | -3.49E-08 |
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.18E-03 | 5.00E-05  | -1.33E-05 | 6.32E-07  | 2.26E-07  | -3.77E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R14 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.47E-03  | 5.53E-05  | 1.89E-05  | -3.53E-06 | -1.09E-07 | 1.39E-08  |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.79E-03 | 1.72E-05  | -3.39E-05 | -2.56E-05 | -1.60E-06 | -1.04E-07 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 4.99E-03  | 1.05E-03  | 1.78E-04  | -5.28E-05 | -5.31E-07 | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.49E-02  | 7.10E-04  | 2.24E-04  | -4.20E-05 | -1.15E-06 | -1.43E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 6.52E-03  | -6.84E-04 | -9.64E-07 | -2.20E-05 | 1.81E-08  | 1.46E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -4.69E-03 | -5.21E-05 | -4.94E-05 | 2.83E-06  | -5.96E-07 | 5.30E-08  |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.98E-03 | 8.20E-05  | -5.90E-05 | 5.39E-06  | -4.37E-07 | 2.24E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | -1.61E-03 | 2.47E-04  | -5.69E-05 | 6.37E-06  | -3.42E-07 | 8.49E-09  |
| R22 | 偶数非球面 | -2.43 | -4.28E-04 | -3.91E-04 | 2.93E-05  | -4.04E-07 | -5.08E-09 | 3.30E-10  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.41E-04 | -6.80E-04 | 9.03E-05  | -7.30E-06 | 3.84E-07  | -8.50E-09 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00  | 3.29E-04  | -2.28E-05 | 3.17E-06  | -1.75E-07 | -1.70E-08 | 1.68E-09  |

## 【 0 2 5 6 】

表 4 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 4 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 4 C からわかる。

[表 4 D]

10

20

30

40

50

【表 16】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.709 mm | 1.375 mm | 1.599 mm | 2.024 mm |
| a6  | 1.815 mm | 1.148 mm | 0.924 mm | 0.500 mm |
| a9  | 0.050 mm | 0.967 mm | 1.658 mm | 4.990 mm |
| a12 | 5.440 mm | 4.523 mm | 3.832 mm | 0.500 mm |

10

## 【0257】

表4Dは、ズームレンズ10がワイドアングル状態、第1の中間焦点距離状態、第2の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第1のレンズ群11から第4のレンズ群14の間の間隔を示している。

## 【0258】

図18は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の軸上色収差曲線を示している。参考例4において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の軸上色収差を0.010mm～0.012mmの小さな変化範囲内に制御することができるが、図18からわかる。

## 【0259】

20

図32は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例4において、異なる波長でのワイドアングル端における並びに第1の中間焦点距離状態における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図32からわかる。ズームレンズ10が第2の中間焦点距離状態、さらにはテレフォト端にズームするとき、650nmの波長を有する光線及び470nmの波長を有する光線は、横方向回折限界を超える。

## 【0260】

図46は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例4において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の歪曲率を1.9%未満に効果的に制御することができるが、図46からわかる。したがって、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10は、歪曲率を効果的に制御することができる。

30

## 【参考例5】

## 【0261】

この参考例において、ズームレンズ10のテレフォト端における焦点距離に対する第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14の焦点距離の比が、それぞれ、0.99、0.5、0.58及び0.42であると決定される。

## 【0262】

40

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は、固定されており、第2のレンズ群12及び第4のレンズ群14の両方が、像側に向かって移動する。

## 【0263】

ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ10におけるレンズの最大直径は、8.0mmであると決定される。

## 【0264】

この場合、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている3つのレンズをそれぞれ有する。第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4

50

のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【 0 2 6 5 】

ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 1 0 の総光学長の比は、1 . 2 7 5 であると決定され、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 1 0 の像高の比は、0 . 1 2 5 であると決定される。

【 0 2 6 6 】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 2 のレンズ群 1 2 の移動距離の比は、0 . 2 0 2 9 であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 4 のレンズ群 1 4 の移動距離の比は、0 . 1 2 4 9 であると決定される。

【 0 2 6 7 】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ 1 0 によって実現することができる技術的効果が、表 5 A ~ 表 5 D に示されている。

〔表 5 A〕

【表 1 7】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 13.000 | 15.041 | 20.000 |
| F 数          | 2.757                                 | 2.810  | 2.829  | 3.467  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 14.949                                | 10.679 | 9.241  | 6.934  |
| BFL (mm)     | 5.982                                 | 5.209  | 4.578  | 2.796  |
| TTL (mm)     | 25.500                                | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【 0 2 6 8 】

表 5 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び T T L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 5 A からわかる。ズームレンズ 1 0 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表 5 B〕

【表 1 8】

|     | R       | 厚さ  |       | nd  |      | Vd  |      |
|-----|---------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 10.741  | d1  | 1.720 | n1  | 1.53 | v1  | 72.5 |
| R2  | -11.209 | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -19.120 | d2  | 0.361 | n2  | 1.92 | v2  | 18.7 |
| R4  | -19.045 | a2  | 0.070 |     |      |     |      |
| R5  | -18.852 | d3  | 0.360 | n3  | 1.86 | v3  | 27.7 |
| R6  | 447.613 | a3  | 0.289 |     |      |     |      |
| R7  | -45.608 | d4  | 0.472 | n4  | 1.51 | v4  | 78.9 |
| R8  | 3.930   | a4  | 0.607 |     |      |     |      |
| R9  | 6.223   | d5  | 0.360 | n5  | 1.57 | v5  | 41.3 |
| R10 | 3.288   | a5  | 0.051 |     |      |     |      |
| R11 | 3.326   | d6  | 0.847 | n6  | 1.91 | v6  | 31.6 |
| R12 | 5.662   | a6  | 5.981 |     |      |     |      |
| R13 | 3.596   | d7  | 1.914 | n7  | 1.55 | v7  | 53.5 |
| R14 | -9.000  | a7  | 0.211 |     |      |     |      |
| R15 | 26.179  | d8  | 1.127 | n8  | 1.83 | v8  | 32.4 |
| R16 | 6.629   | a8  | 0.256 |     |      |     |      |
| R17 | 123.695 | d9  | 0.375 | n9  | 1.64 | v9  | 46.7 |
| R18 | 5.377   | a9  | 1.412 |     |      |     |      |
| R19 | -3.175  | d10 | 0.360 | n10 | 1.91 | v10 | 24.9 |
| R20 | -6.651  | a10 | 0.200 |     |      |     |      |
| R21 | -12.354 | d11 | 1.355 | n11 | 1.77 | v11 | 49.7 |
| R22 | -3.442  | a11 | 0.167 |     |      |     |      |
| R23 | 5.358   | d12 | 0.954 | n12 | 1.51 | v12 | 79.1 |
| R24 | 8.575   | a12 | 5.172 |     |      |     |      |
| R25 | 無限      | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限      | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 2 6 9】

表 5 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 5 C】

10

20

30

40

50

【表 19】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | -4.65E-05 | -2.37E-05 | 4.31E-06  | -5.64E-07 | 3.51E-08  | -9.30E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.99E-04  | -8.15E-06 | -1.03E-06 | 1.03E-07  | -3.34E-09 | -5.75E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.31E-05  | 1.50E-06  | 9.31E-08  | 1.64E-08  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | 6.48E-06  | 3.84E-06  | 3.91E-07  | 1.37E-08  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.63E-04  | 2.75E-05  | 4.44E-07  | -1.98E-07 | 9.04E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.07E-04 | 8.89E-06  | 6.08E-06  | -1.02E-06 | 6.09E-08  | -1.22E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 4.16E-04  | -6.89E-05 | 4.51E-06  | -1.41E-07 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.16E-03 | 1.26E-04  | 5.91E-06  | -2.99E-06 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | 3.25E-04  | 1.62E-04  | -5.55E-05 | 1.27E-06  | -1.88E-07 | 1.26E-08  |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.78E-03 | -3.72E-04 | -8.06E-05 | 5.24E-06  | -7.68E-07 | 3.00E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.52E-03 | -3.52E-04 | -1.17E-05 | 1.28E-06  | 6.35E-07  | -5.73E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.69E-03 | -8.50E-05 | -8.45E-06 | 6.94E-06  | 2.87E-07  | -2.71E-08 |
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -9.59E-04 | -5.78E-05 | -1.50E-05 | -3.54E-07 | -2.44E-07 | 2.02E-08  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.68E-03  | -1.47E-04 | 1.70E-06  | -1.95E-06 | 6.78E-07  | -3.19E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.20E-04 | 1.26E-04  | 2.31E-05  | -5.04E-06 | 1.57E-06  | -1.04E-07 |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 4.38E-03  | 2.37E-03  | 2.44E-04  | 7.05E-05  | -5.31E-07 | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.19E-02  | 7.21E-04  | 3.70E-04  | -5.23E-06 | 9.48E-07  | -1.43E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.05E-02  | -1.38E-03 | 1.11E-04  | -5.14E-05 | 1.81E-08  | 1.46E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -7.56E-03 | 4.08E-04  | -3.25E-04 | 7.99E-05  | -1.13E-05 | -4.87E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.57E-03 | 2.41E-04  | -6.90E-06 | -6.55E-06 | -1.32E-07 | 1.57E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | 3.56E-03  | -6.63E-05 | -7.66E-05 | 1.34E-05  | -1.10E-06 | 3.45E-08  |
| R22 | 偶数非球面 | -0.26 | 1.29E-03  | -2.25E-04 | 2.93E-05  | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | 3.84E-04  | -8.44E-04 | 1.03E-04  | -9.90E-06 | 7.89E-07  | -2.24E-08 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00  | -9.65E-04 | -2.68E-04 | -1.13E-05 | 2.75E-06  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |

## 【 0 2 7 0 】

表 5 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 5 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 5 C からわかる。

〔表 5 D〕

## 【表 2 0】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.289 mm | 3.115 mm | 4.144 mm | 5.464 mm |
| a6  | 5.981 mm | 3.155 mm | 2.127 mm | 0.806 mm |
| a9  | 1.412 mm | 2.185 mm | 2.816 mm | 4.598 mm |
| a12 | 5.172 mm | 4.399 mm | 3.768 mm | 1.986 mm |

## 【 0 2 7 1 】

表 5 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

## 【 0 2 7 2 】

図 1 9 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 5 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1

0の軸上色収差を0.13mm～0.03mmの小さな変化範囲内に制御することができるが、図19からわかる。

【0273】

図33は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例5において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図33からわかる。

【0274】

図47は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例5において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の歪曲率を1.9%未満に効果的に制御することができるが、図47からわかる。

【参考例6】

【0275】

この参考例において、ズームレンズ10のテレフォト端における焦点距離に対する第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14の焦点距離の比が、それぞれ、0.55、0.148、0.13、及び0.16であると決定される。

【0276】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は固定されており、第2のレンズ群12は、像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

【0277】

ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ10におけるレンズの最大直径は、8.322mmであると決定される。

【0278】

この場合、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている3つのレンズをそれぞれ有する。第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で24の非球面を含む。第1のレンズ群11における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【0279】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.094であると決定される。

【0280】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1814であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.065であると決定される。

【0281】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表6A～表6Dに示されている。

【表6A】

10

20

30

40

50

【表 2 1】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.419                                 | 13.075 | 15.106 | 26.678 |
| F 数          | 2.942                                 | 2.994  | 3.029  | 3.603  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 14.570                                | 11.063 | 9.347  | 5.166  |
| BFL (mm)     | 1.175                                 | 2.591  | 2.834  | 1.759  |
| TTL (mm)     | 25.475                                | 25.475 | 25.475 | 25.475 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

10

【 0 2 8 2】

表 6 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレフ  
ォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び T T  
L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 6 A から  
わかる。ズームレンズ 1 0 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距  
離変化を実施する典型的特徴を示している。

20

〔表 6 B〕

30

40

50

【表 2 2】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 9.094    | d1  | 1.893 | n1  | 1.55 | v1  | 69.7 |
| R2  | -13.879  | a1  | 0.079 |     |      |     |      |
| R3  | -38.457  | d2  | 0.364 | n2  | 1.68 | v2  | 26.8 |
| R4  | -36.805  | a2  | 0.082 |     |      |     |      |
| R5  | -30.128  | d3  | 0.441 | n3  | 1.83 | v3  | 23.9 |
| R6  | 158.546  | a3  | 0.865 |     |      |     |      |
| R7  | -22.372  | d4  | 0.413 | n4  | 1.71 | v4  | 31.3 |
| R8  | -14.879  | a4  | 0.322 |     |      |     |      |
| R9  | -6.345   | d5  | 0.364 | n5  | 1.74 | v5  | 50.6 |
| R10 | 3.750    | a5  | 0.058 |     |      |     |      |
| R11 | 3.432    | d6  | 0.792 | n6  | 1.91 | v6  | 18.8 |
| R12 | 4.205    | a6  | 5.117 |     |      |     |      |
| R13 | 3.380    | d7  | 1.997 | n7  | 1.57 | v7  | 64.6 |
| R14 | -7.053   | a7  | 0.717 |     |      |     |      |
| R15 | -235.843 | d8  | 2.000 | n8  | 1.87 | v8  | 20.4 |
| R16 | 23.373   | a8  | 2.276 |     |      |     |      |
| R17 | -9.231   | d9  | 1.616 | n9  | 1.94 | v9  | 18.8 |
| R18 | 4.220    | a9  | 1.773 |     |      |     |      |
| R19 | 5.107    | d10 | 0.958 | n10 | 1.84 | v10 | 29.7 |
| R20 | 9.566    | a10 | 0.065 |     |      |     |      |
| R21 | 9.909    | d11 | 1.057 | n11 | 1.73 | v11 | 24.1 |
| R22 | 9.575    | a11 | 0.051 |     |      |     |      |
| R23 | 5.228    | d12 | 1.000 | n12 | 1.83 | v12 | 20.4 |
| R24 | -32.551  | a12 | 0.376 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.589 |     |      |     |      |

【 0 2 8 3】

表 6 B は、ズームレンズ 10 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 6 C】

10

20

30

40

50

【表 2 3】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.45E-04  | -1.83E-05 | 4.23E-06  | -5.63E-07 | 3.57E-08  | -9.56E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.95E-04  | -7.00E-06 | -1.06E-06 | 9.82E-08  | -3.21E-09 | -5.80E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.97E-05  | 1.13E-06  | 2.60E-08  | 2.53E-09  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.32E-05 | -5.68E-07 | 7.08E-08  | 5.98E-09  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 4.87E-05  | 2.41E-05  | 5.17E-07  | -1.83E-07 | 1.00E-08  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.46E-06 | 1.24E-05  | 6.24E-06  | -9.98E-07 | 6.35E-08  | -1.27E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | -4.38E-05 | 5.77E-07  | -1.63E-06 | -3.73E-07 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | -9.70E-05 | -8.82E-06 | -2.70E-06 | 2.88E-07  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.08E-04  | 2.32E-04  | -3.73E-05 | 2.53E-06  | 7.72E-08  | -8.79E-09 |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.77E-03 | -2.31E-05 | -5.00E-05 | 7.11E-06  | -9.73E-07 | 5.31E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.77E-03 | -4.12E-04 | -3.18E-06 | 3.08E-06  | -2.57E-07 | -3.07E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.39E-03 | -1.72E-04 | 1.49E-06  | 3.50E-06  | -2.67E-07 | -3.95E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.37E-03 | -1.39E-04 | -1.62E-05 | 2.76E-07  | -1.18E-07 | 9.68E-09  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.29E-03  | -6.53E-05 | 1.10E-05  | -2.45E-06 | 3.63E-07  | -1.07E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00 | -8.36E-04 | 2.22E-04  | 3.91E-05  | -1.41E-06 | 5.13E-07  | -1.27E-07 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00 | 3.28E-03  | 1.01E-03  | 1.45E-05  | 5.08E-05  | -5.54E-07 | -4.90E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00 | 3.34E-03  | -1.31E-03 | 2.40E-04  | -2.56E-05 | 9.58E-07  | -1.42E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.07E-03  | -1.70E-03 | 1.61E-04  | -6.21E-06 | -7.09E-09 | 1.27E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00 | -5.48E-04 | -2.43E-04 | -1.07E-05 | 5.54E-06  | -4.38E-07 | -2.83E-09 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.54E-03 | 7.76E-06  | -4.42E-05 | 1.08E-05  | -1.05E-06 | 2.88E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.96E-04 | 5.56E-04  | -6.83E-05 | 3.59E-06  | 6.45E-08  | -5.65E-09 |
| R22 | 偶数非球面 | 5.39 | 1.22E-03  | -3.29E-04 | 3.25E-05  | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.25E-04 | -5.79E-04 | 7.65E-05  | -7.71E-06 | 4.68E-07  | -1.11E-08 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00 | -6.14E-04 | 9.52E-05  | -4.96E-06 | -5.26E-08 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |

【 0 2 8 4 】

表 6 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 6 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 6 C からわかる。

〔表 6 D〕

10

20

30

40

50

【表 2 4】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.865 mm | 2.663 mm | 3.206 mm | 5.464 mm |
| a6  | 5.117 mm | 3.319 mm | 2.776 mm | 0.518 mm |
| a9  | 1.773 mm | 0.357 mm | 0.114 mm | 1.188 mm |
| a12 | 0.376 mm | 1.792 mm | 2.035 mm | 0.960 mm |

10

## 【0 2 8 5】

表 6 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

## 【0 2 8 6】

図 2 0 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 6 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 3 mm ~ 0 . 0 6 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 2 0 からわかる。

## 【0 2 8 7】

図 3 4 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の横色収差曲線を示している。参考例 6 において、ワイドアングル端及びテレフォト端における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の横色収差に関する横方向回折限界は、異なる波長で狭いことが、図 3 4 からわかる。それに応じて、6 5 0 nm の波長を有する光線及び 4 7 0 nm の波長を有する光線は、ワイドアングル端及びテレフォト端において横方向回折限界を超えるが、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができる。

20

## 【0 2 8 8】

図 4 8 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 6 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の歪曲率を 1 . 7 % 未満に効果的に制御することができるが、図 4 8 からわかる。

30

## 【参考例 7】

## 【0 2 8 9】

この参考例において、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 の焦点距離の比が、それぞれ、0 . 6 2、0 . 2 0 1、0 . 2 3 5、及び 0 . 1 5 であると決定される。

## 【0 2 9 0】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 1 1 及び第 3 のレンズ群 1 3 は固定されており、第 2 のレンズ群 1 2 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 1 4 は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

40

## 【0 2 9 1】

ズームレンズ 1 0 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 1 0 におけるレンズの最大直径は、8 . 1 4 4 mm であると決定される。

## 【0 2 9 2】

この場合、第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面

50

するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【0293】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.093であると決定される。

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1806であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.093であると決定される。

【0294】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表7A～表7Dに示されている。

〔表7A〕

【表25】

|            | W                                    | M1     | M2     | T      |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)   | 9.301                                | 13.001 | 15.042 | 26.804 |
| F数         | 2.567                                | 2.605  | 2.585  | 3.541  |
| 像高さIMH(mm) | 2.250                                | 2.250  | 2.250  | 2.250  |
| 半FOV(°)    | 13.820                               | 9.653  | 8.375  | 4.651  |
| BFL(mm)    | 3.375                                | 3.484  | 3.296  | 1.310  |
| TTL(mm)    | 25.500                               | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長       | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び470 nm |        |        |        |

【0295】

表7Aは、ワイドアングル端、第1の中間焦点距離、第2の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ10の基本的な光学パラメータを示している。像高及びTTLが変化しないままである場合、焦点距離及びF値の両方が増大することが、表7Aからわかる。ズームレンズ10は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表7B〕

【表 2 6】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 8.507    | d1  | 1.901 | n1  | 1.55 | v1  | 69.5 |
| R2  | -14.892  | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -93.156  | d2  | 0.385 | n2  | 1.70 | v2  | 25.7 |
| R4  | -61.873  | a2  | 0.070 |     |      |     |      |
| R5  | -59.650  | d3  | 0.381 | n3  | 1.83 | v3  | 25.2 |
| R6  | 24.736   | a3  | 0.795 |     |      |     |      |
| R7  | 47.871   | d4  | 0.675 | n4  | 1.95 | v4  | 17.9 |
| R8  | -27.394  | a4  | 0.478 |     |      |     |      |
| R9  | -6.694   | d5  | 0.360 | n5  | 1.69 | v5  | 41.5 |
| R10 | 3.432    | a5  | 0.185 |     |      |     |      |
| R11 | 3.540    | d6  | 0.572 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.423    | a6  | 5.106 |     |      |     |      |
| R13 | 3.377    | d7  | 2.000 | n7  | 1.55 | v7  | 69.9 |
| R14 | -8.634   | a7  | 0.678 |     |      |     |      |
| R15 | 231.226  | d8  | 2.000 | n8  | 1.85 | v8  | 20.0 |
| R16 | 11.930   | a8  | 1.754 |     |      |     |      |
| R17 | -3.167   | d9  | 0.363 | n9  | 1.94 | v9  | 19.3 |
| R18 | 126.912  | a9  | 0.236 |     |      |     |      |
| R19 | 6.078    | d10 | 1.819 | n10 | 1.74 | v10 | 27.9 |
| R20 | -74.921  | a10 | 0.562 |     |      |     |      |
| R21 | -284.824 | d11 | 0.539 | n11 | 1.56 | v11 | 67.8 |
| R22 | 6.024    | a11 | 0.130 |     |      |     |      |
| R23 | 6.834    | d12 | 1.065 | n12 | 1.91 | v12 | 35.3 |
| R24 | -6.610   | a12 | 2.565 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 2 9 6】

表 7 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 7 C】

10

20

30

40

50

【表 2 7】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.33E-04  | -1.70E-05 | 4.21E-06  | -5.62E-07 | 3.58E-08  | -9.39E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.84E-04  | -7.22E-06 | -1.07E-06 | 9.91E-08  | -2.97E-09 | -5.28E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | 4.57E-06  | 6.60E-07  | -1.46E-08 | 2.55E-10  | 6.65E-11  | 7.04E-12  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | -5.14E-06 | -2.66E-07 | 5.62E-08  | 2.12E-09  | 2.04E-11  | -9.86E-13 |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.91E-05  | 2.33E-05  | 4.78E-07  | -1.86E-07 | 9.87E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.82E-05  | 1.21E-05  | 6.19E-06  | -9.95E-07 | 6.43E-08  | -1.30E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 8.19E-05  | -2.17E-05 | -2.62E-06 | -6.87E-08 | -2.21E-08 | 2.82E-10  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | -4.00E-05 | -8.05E-06 | -3.28E-06 | -5.53E-07 | 3.99E-09  | 1.21E-09  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | 4.93E-04  | 2.60E-04  | -4.03E-05 | 1.96E-06  | 6.22E-08  | -5.62E-09 |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.07E-03 | -9.74E-05 | -4.94E-05 | 6.19E-06  | -6.76E-07 | 5.54E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.78E-03 | -3.85E-04 | -5.79E-06 | 2.88E-06  | -5.96E-07 | -1.54E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.32E-03 | -1.70E-04 | 6.90E-07  | 6.91E-07  | -5.15E-07 | -1.29E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R13 | 偶数非球面 | 0.00  | -1.91E-03 | -9.52E-05 | -1.39E-05 | -1.15E-07 | -1.84E-07 | 1.71E-08  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00  | 2.21E-03  | -4.98E-05 | 8.55E-06  | -2.36E-06 | 4.26E-07  | -2.34E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00  | -9.98E-05 | 1.75E-04  | 5.56E-05  | -1.48E-06 | -1.78E-09 | -1.04E-07 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.35E-03  | 1.22E-03  | 7.75E-05  | 7.42E-05  | -5.31E-07 | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 9.72E-03  | -4.21E-04 | 1.93E-04  | -7.75E-05 | 9.48E-07  | -1.43E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 9.93E-03  | -6.86E-04 | -1.87E-04 | 1.92E-05  | 1.81E-08  | 1.46E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -4.26E-03 | -1.58E-04 | -5.03E-05 | 9.00E-06  | -5.22E-07 | -7.32E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.92E-03 | -1.15E-04 | -1.72E-05 | 6.86E-06  | -8.83E-07 | 3.11E-08  |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.61E-03 | 5.86E-04  | -4.79E-05 | 3.15E-06  | 8.11E-08  | -1.07E-08 |
| R22 | 偶数非球面 | -1.68 | -1.02E-03 | -6.98E-04 | 2.36E-05  | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | -2.61E-04 | -7.33E-04 | 7.50E-05  | -8.75E-06 | 7.64E-07  | -2.57E-08 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.60E-03  | -7.03E-05 | 1.11E-05  | -4.05E-07 | 7.45E-10  | 4.89E-09  |

【 0 2 9 7 】

表 7 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 7 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 7 C からわかる。

[ 表 7 D ]

10

20

30

40

50

【表 28】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.865 mm | 2.663 mm | 3.206 mm | 5.464 mm |
| a6  | 5.117 mm | 3.319 mm | 2.776 mm | 0.518 mm |
| a9  | 1.773 mm | 0.357 mm | 0.114 mm | 1.188 mm |
| a12 | 0.376 mm | 1.792 mm | 2.035 mm | 0.960 mm |

10

## 【0298】

表 7 D は、ズームレンズ 10 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 11 から第 4 のレンズ群 14 の間の間隔を示している。

## 【0299】

図 21 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の軸上色収差曲線を示している。参考例 7 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の軸上色収差を 0.017 mm～0.02 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 21 からわかる。

## 【0300】

図 35 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の横色収差曲線を示している。参考例 7 において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図 35 からわかる。

20

## 【0301】

図 49 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 7 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の歪曲率を 1.8 % 未満に効果的に制御することができるが、図 49 からわかる。

## 【参考例 8】

30

## 【0302】

この参考例において、ズームレンズ 10 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 の焦点距離の比が、それぞれ、0.66、0.18、0.24、及び 72.57 であると決定される。

## 【0303】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は固定されており、第 2 のレンズ群 12 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 14 は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

40

## 【0304】

ズームレンズ 10 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 10 におけるレンズの最大直径は、8.032 mm であると決定される。

## 【0305】

この場合、第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 は、合計で 24 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 11 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

## 【0306】

50

ズームレンズ１０のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ１０の総光学長の比は、０．９５であると決定され、ズームレンズ１０のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ１０の像高の比は、０．０９３であると決定される。

【０３０７】

ズームレンズ１０がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第２のレンズ群１２の移動距離の比は、０．１９３４であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第４のレンズ群１４の移動距離の比は、０．１８２４であると決定される。

【０３０８】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ１０によって実現することができる技術的効果が、表８Ａ～表８Ｄに示されている。

〔表８Ａ〕

【表２９】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 12.999 | 15.040 | 26.796 |
| F 数          | 2.874                                 | 2.975  | 3.013  | 3.600  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 15.487                                | 10.981 | 9.429  | 5.205  |
| BFL (mm)     | 1.328                                 | 4.638  | 5.980  | 5.307  |
| TTL (mm)     | 25.500                                | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【０３０９】

表８Ａは、ワイドアングル端、第１の中間焦点距離、第２の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ１０の基本的な光学パラメータを示している。像高及びＴＴＬが変化しないままである場合、焦点距離及びＦ値の両方が増大することが、表８Ａからわかる。ズームレンズ１０は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表８Ｂ〕

10

20

30

40

50

【表 3 0】

|     | R       | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|---------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 8.025   | d1  | 1.942 | n1  | 1.54 | v1  | 70.7 |
| R2  | -14.151 | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -92.744 | d2  | 0.428 | n2  | 1.95 | v2  | 17.9 |
| R4  | -44.306 | a2  | 0.081 |     |      |     |      |
| R5  | -35.478 | d3  | 0.360 | n3  | 1.86 | v3  | 26.6 |
| R6  | 21.556  | a3  | 0.631 |     |      |     |      |
| R7  | 50.789  | d4  | 0.453 | n4  | 1.95 | v4  | 17.9 |
| R8  | -2569.9 | a4  | 0.533 |     |      |     |      |
| R9  | -8.225  | d5  | 0.360 | n5  | 1.72 | v5  | 47.6 |
| R10 | 3.441   | a5  | 0.070 |     |      |     |      |
| R11 | 3.238   | d6  | 0.608 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.218   | a6  | 5.431 |     |      |     |      |
| R13 | 3.668   | d7  | 1.945 | n7  | 1.55 | v7  | 69.5 |
| R14 | -6.020  | a7  | 0.074 |     |      |     |      |
| R15 | -32.787 | d8  | 1.409 | n8  | 1.76 | v8  | 23.2 |
| R16 | 17.558  | a8  | 0.301 |     |      |     |      |
| R17 | -9.964  | d9  | 0.360 | n9  | 1.63 | v9  | 41.4 |
| R18 | -25.485 | a9  | 4.702 |     |      |     |      |
| R19 | 6.237   | d10 | 0.888 | n10 | 1.50 | v10 | 81.4 |
| R20 | 80.682  | a10 | 0.775 |     |      |     |      |
| R21 | 33.202  | d11 | 0.745 | n11 | 1.91 | v11 | 35.3 |
| R22 | 5.299   | a11 | 0.921 |     |      |     |      |
| R23 | 7.288   | d12 | 1.082 | n12 | 1.90 | v12 | 18.8 |
| R24 | 12.590  | a12 | 0.518 |     |      |     |      |
| R25 | 無限      | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限      | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 3 1 0】

表 8 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 8 C】

10

20

30

40

50

【表 3 1】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 8.80E-05  | -1.66E-05 | 4.16E-06  | -5.61E-07 | 3.49E-08  | -9.24E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 6.14E-04  | -6.87E-06 | -1.17E-06 | 9.61E-08  | -3.04E-09 | -4.01E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.51E-05  | -2.13E-07 | 2.40E-08  | 1.00E-08  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.41E-05 | 1.24E-06  | 1.55E-07  | 8.27E-09  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 8.13E-06  | 2.19E-05  | 4.49E-07  | -1.91E-07 | 1.02E-08  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -5.74E-06 | 1.05E-05  | 5.93E-06  | -1.01E-06 | 6.51E-08  | -1.33E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.66E-04  | -1.04E-05 | -2.57E-06 | 1.14E-06  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.47E-04  | -3.09E-05 | 3.91E-07  | 9.86E-08  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.12E-04  | 1.05E-04  | -5.28E-05 | 2.88E-06  | -7.92E-08 | 1.51E-08  |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.19E-03 | -2.79E-04 | -8.71E-05 | 4.62E-06  | -2.37E-07 | 5.54E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.52E-03 | -4.09E-04 | -5.91E-06 | 2.15E-06  | 9.07E-08  | -3.17E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.54E-03 | -1.10E-05 | 8.13E-06  | 6.36E-06  | -2.24E-07 | -3.49E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.50E-03 | -9.31E-05 | -1.10E-05 | -2.32E-07 | -1.79E-07 | 2.15E-08  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.82E-03  | -2.15E-05 | 1.28E-05  | -2.57E-06 | 3.30E-07  | -1.12E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.14E-04 | 2.14E-04  | 3.70E-05  | -3.64E-06 | 6.27E-07  | -5.93E-08 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00 | 7.60E-04  | 4.28E-04  | 1.94E-04  | 4.52E-06  | 5.33E-08  | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.04E-02  | -1.26E-04 | 2.55E-04  | -1.79E-05 | 8.90E-07  | -1.43E-08 |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.15E-02  | 1.20E-04  | 1.76E-05  | -4.56E-06 | 1.81E-08  | 1.46E-09  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.25E-03 | 3.36E-05  | -4.78E-05 | 3.67E-06  | 4.01E-07  | -4.87E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00 | -6.04E-03 | 5.38E-04  | -5.21E-05 | -3.09E-06 | 1.99E-06  | -1.44E-07 |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.29E-03 | 5.17E-04  | -4.75E-05 | 1.28E-06  | 8.99E-07  | -7.68E-08 |
| R22 | 偶数非球面 | 0.06 | 1.16E-03  | 1.03E-04  | 1.49E-06  | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00 | 9.30E-04  | -1.39E-04 | 7.71E-05  | -7.12E-06 | 2.55E-07  | 3.18E-09  |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.82E-04 | -3.93E-05 | 4.32E-05  | -1.41E-06 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |

## 【 0 3 1 1 】

表 8 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 8 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 8 C からわかる。

[表 8 D]

10

20

30

40

50

【表 3 2】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.631 mm | 2.056 mm | 2.659 mm | 5.562 mm |
| a6  | 5.431 mm | 4.007 mm | 3.403 mm | 0.500 mm |
| a9  | 4.702 mm | 1.393 mm | 0.050 mm | 0.723 mm |
| a12 | 0.518 mm | 3.828 mm | 5.170 mm | 4.497 mm |

10

## 【0 3 1 2】

表 8 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

## 【0 3 1 3】

図 2 2 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 8 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 1 6 mm ~ 0 . 0 4 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 2 2 からわかる。

## 【0 3 1 4】

図 3 6 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の横色収差曲線を示している。参考例 8 において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図 3 6 からわかる。

20

## 【0 3 1 5】

図 5 0 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 8 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の歪曲率を 4 . 1 % 未満に効果的に制御することができるが、図 5 0 からわかる。

## 【実施形態 9】

30

## 【0 3 1 6】

この実施形態において、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 の焦点距離の比が、それぞれ、0 . 8 3、0 . 2 4、4 . 1 0 4、及び 0 . 1 8 8 であると決定される。

## 【0 3 1 7】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 1 1 及び第 3 のレンズ群 1 3 は、固定されており、第 2 のレンズ群 1 2 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 1 4 は、物体側に向かって移動する。

## 【0 3 1 8】

ズームレンズ 1 0 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 1 0 におけるレンズの最大直径は、8 . 7 8 mm であると決定される。

40

## 【0 3 1 9】

この場合、第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

## 【0 3 2 0】

ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 1 0 の総

50

光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.093であると決定される。

【0321】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1786であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.0698であると決定される。

【0322】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表9A～表9Dに示されている。

【表9A】

【表33】

|            | W                                    | M1     | M2     | T      |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)   | 9.299                                | 12.998 | 15.039 | 26.794 |
| F数         | 2.784                                | 2.857  | 2.885  | 3.524  |
| 像高さIMH(mm) | 2.500                                | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半FOV(°)    | 15.083                               | 10.864 | 9.437  | 5.286  |
| BFL(mm)    | 1.679                                | 2.390  | 2.771  | 3.460  |
| TTL(mm)    | 25.500                               | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長       | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び470 nm |        |        |        |

【0323】

表9Aは、ワイドアングル端、第1の中間焦点距離、第2の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ10の基本的な光学パラメータを示している。像高及びTTLが変化しないままである場合、焦点距離及びF値の両方が増大することが、表9Aからわかる。ズームレンズ10は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

【表9B】

10

20

30

40

50

【表 3 4】

|     | R       | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|---------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 8.025   | d1  | 1.942 | n1  | 1.54 | v1  | 70.7 |
| R2  | -14.151 | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -92.744 | d2  | 0.428 | n2  | 1.95 | v2  | 17.9 |
| R4  | -44.306 | a2  | 0.081 |     |      |     |      |
| R5  | -35.478 | d3  | 0.360 | n3  | 1.86 | v3  | 26.6 |
| R6  | 21.556  | a3  | 0.631 |     |      |     |      |
| R7  | 50.789  | d4  | 0.453 | n4  | 1.95 | v4  | 17.9 |
| R8  | -2569.9 | a4  | 0.533 |     |      |     |      |
| R9  | -8.225  | d5  | 0.360 | n5  | 1.72 | v5  | 47.6 |
| R10 | 3.441   | a5  | 0.070 |     |      |     |      |
| R11 | 3.238   | d6  | 0.608 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.218   | a6  | 5.431 |     |      |     |      |
| R13 | 3.668   | d7  | 1.945 | n7  | 1.55 | v7  | 69.5 |
| R14 | -6.020  | a7  | 0.074 |     |      |     |      |
| R15 | -32.787 | d8  | 1.409 | n8  | 1.76 | v8  | 23.2 |
| R16 | 17.558  | a8  | 0.301 |     |      |     |      |
| R17 | -9.964  | d9  | 0.360 | n9  | 1.63 | v9  | 41.4 |
| R18 | -25.485 | a9  | 4.702 |     |      |     |      |
| R19 | 6.237   | d10 | 0.888 | n10 | 1.50 | v10 | 81.4 |
| R20 | 80.682  | a10 | 0.775 |     |      |     |      |
| R21 | 33.202  | d11 | 0.745 | n11 | 1.91 | v11 | 35.3 |
| R22 | 5.299   | a11 | 0.921 |     |      |     |      |
| R23 | 7.288   | d12 | 1.082 | n12 | 1.90 | v12 | 18.8 |
| R24 | 12.590  | a12 | 0.518 |     |      |     |      |
| R25 | 無限      | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限      | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 3 2 4】

表 9 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示している。

〔表 9 C〕

10

20

30

40

【表 3 5】

|     | 非球面係数     |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ       | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 1.89E-04  | -1.56E-05 | 4.60E-06  | -5.65E-07 | 3.32E-08  | -8.02E-10 |
| R2  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 6.03E-04  | -6.37E-06 | -1.11E-06 | 9.86E-08  | -3.36E-09 | -6.54E-12 |
| R3  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 8.54E-05  | 1.67E-06  | 8.49E-08  | 2.03E-08  | 8.11E-10  | 1.80E-10  |
| R4  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -7.82E-05 | -8.96E-08 | 1.92E-07  | 2.51E-08  | 1.59E-09  | 9.36E-11  |
| R5  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -1.37E-04 | 1.29E-05  | 5.67E-08  | -2.32E-07 | 9.39E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 2.96E-04  | 2.29E-05  | 4.92E-06  | -1.09E-06 | 6.62E-08  | -1.00E-09 |
| R7  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -2.79E-05 | 3.38E-06  | 2.08E-06  | 1.08E-06  | -1.98E-08 | -9.25E-09 |
| R8  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 6.72E-04  | 1.54E-05  | 6.35E-06  | 1.59E-06  | -1.93E-09 | 2.40E-08  |
| R9  | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -4.06E-04 | -3.31E-05 | -4.17E-05 | 9.03E-06  | -1.01E-07 | -1.71E-08 |
| R10 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -3.08E-03 | -2.79E-04 | -7.59E-05 | 2.38E-06  | -5.62E-07 | -1.70E-08 |
| R11 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -4.54E-03 | -3.58E-04 | -1.29E-05 | 1.73E-06  | -1.26E-07 | -5.92E-08 |
| R12 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -4.90E-03 | -2.05E-04 | 1.67E-05  | 8.78E-06  | -1.37E-08 | -1.00E-07 |

10

20

30

40

50

|     |           |       |               |               |               |               |               |               |
|-----|-----------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| R13 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -1.11E-<br>03 | -2.35E-<br>04 | -1.53E-<br>05 | 8.78E-07      | -1.87E-<br>07 | -7.12E-<br>09 |
| R14 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | 3.63E-03      | 1.99E-04      | 1.94E-05      | -3.24E-<br>06 | 3.32E-07      | 1.40E-09      |
| R15 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -2.90E-<br>04 | 2.59E-04      | 5.10E-05      | -2.50E-<br>06 | 6.40E-07      | -6.27E-<br>08 |
| R16 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | 4.66E-04      | 2.85E-04      | 1.54E-04      | -6.56E-<br>06 | -3.98E-<br>07 | -4.35E-<br>08 |
| R17 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | 1.08E-02      | -3.40E-<br>04 | 2.03E-04      | -1.80E-<br>05 | -7.12E-<br>08 | 2.09E-08      |
| R18 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | 7.42E-03      | -3.87E-<br>04 | 4.17E-06      | -6.14E-<br>06 | 6.89E-07      | 2.98E-08      |
| R19 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -3.42E-<br>03 | 7.00E-05      | -3.72E-<br>05 | -1.64E-<br>06 | 1.46E-07      | -2.88E-<br>08 |
| R20 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -4.91E-<br>03 | 4.81E-04      | -5.74E-<br>05 | -3.64E-<br>06 | 9.51E-07      | -5.65E-<br>08 |
| R21 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -7.19E-<br>03 | 5.27E-04      | -5.37E-<br>05 | -1.19E-<br>05 | 5.35E-06      | -3.22E-<br>07 |
| R22 | 偶数非<br>球面 | 10.08 | -2.22E-<br>03 | 5.76E-06      | -1.02E-<br>05 | 0.00E+0<br>0  | 0.00E+0<br>0  | 0.00E+0<br>0  |
| R23 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -1.80E-<br>02 | -3.95E-<br>04 | -5.27E-<br>05 | -7.51E-<br>05 | 8.67E-07      | -7.27E-<br>07 |
| R24 | 偶数非<br>球面 | 0.00  | -1.78E-<br>02 | 4.10E-04      | -1.70E-<br>04 | -1.22E-<br>05 | 1.69E-16      | 1.39E-18      |

## 【 0 3 2 5 】

表 9 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。実施形態 9 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 9 C からわかる。

[表 9 D]

10

20

30

40

50

【表 3 6】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.500 mm | 1.815 mm | 2.263 mm | 5.055 mm |
| a6  | 5.055 mm | 3.740 mm | 3.292 mm | 0.500 mm |
| a9  | 1.831 mm | 1.121 mm | 0.740 mm | 0.050 mm |
| a12 | 0.869 mm | 1.580 mm | 1.961 mm | 2.650 mm |

10

## 【0 3 2 6】

表 9 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

## 【0 3 2 7】

図 2 3 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。実施形態 9 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 1 6 mm ~ 0 . 0 3 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 2 3 からわかる。

## 【0 3 2 8】

図 3 7 は、異なる波長でのワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態におけるズームレンズ 1 0 の横色収差曲線を示している。実施形態 9 において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図 3 7 からわかる。

20

## 【0 3 2 9】

図 5 1 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。実施形態 9 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の歪曲率を 0 . 9 % 未満に効果的に制御することができるが、図 5 1 からわかる。これにより、ズームレンズ 1 0 の歪曲率が大幅に減少する。

30

## 【実施形態 1 0】

## 【0 3 3 0】

この実施形態において、ズームレンズ 1 0 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 の焦点距離の比が、それぞれ、0 . 3 2、0 . 0 6、0 . 1 9、及び 0 . 4 2 であると決定される。

## 【0 3 3 1】

ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 1 1 及び第 3 のレンズ群 1 3 は、固定されており、第 2 のレンズ群 1 2 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 1 4 は、物体側に向かって移動する。

40

## 【0 3 3 2】

ズームレンズ 1 0 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 1 0 におけるレンズの最大直径は、9 . 4 5 8 mm であると決定される。

## 【0 3 3 3】

この場合、第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 3 つのレンズをそれぞれ有する。第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 1 1 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

50

## 【0334】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.093であると決定される。

## 【0335】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.0676であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.0857であると決定される。

## 【0336】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表10A～表10Dに示されている。

## [表10A]

## 【表37】

|            | W                                    | M1     | M2     | T      |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)   | 9.300                                | 13.000 | 15.041 | 26.800 |
| F数         | 3.016                                | 3.120  | 3.160  | 3.731  |
| 像高さIMH(mm) | 2.500                                | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半FOV(°)    | 15.188                               | 11.090 | 9.627  | 5.313  |
| BFL(mm)    | 0.860                                | 2.475  | 3.040  | 3.046  |
| TTL(mm)    | 25.500                               | 25.500 | 25.500 | 25.500 |
| 設計波長       | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び470 nm |        |        |        |

## 【0337】

表10Aは、ワイドアングル端、第1の中間焦点距離、第2の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ10の基本的な光学パラメータを示している。像高及びTTLが変化しないままである場合、焦点距離及びF値の両方が増大することが、表10Aからわかる。ズームレンズ10は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

## [表10B]

10

20

30

40

50

【表 3 8】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 6.303    | d1  | 2.343 | n1  | 1.51 | v1  | 79.0 |
| R2  | -29.357  | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | 26.813   | d2  | 1.131 | n2  | 1.57 | v2  | 66.3 |
| R4  | -28.230  | a2  | 0.070 |     |      |     |      |
| R5  | 93.469   | d3  | 0.360 | n3  | 1.95 | v3  | 17.9 |
| R6  | 35.911   | a3  | 2.225 |     |      |     |      |
| R7  | 14.357   | d4  | 0.360 | n4  | 1.88 | v4  | 40.8 |
| R8  | 3.414    | a4  | 1.712 |     |      |     |      |
| R9  | -7.802   | d5  | 0.360 | n5  | 1.88 | v5  | 40.8 |
| R10 | 3.501    | a5  | 0.070 |     |      |     |      |
| R11 | 3.096    | d6  | 1.442 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.176    | a6  | 0.500 |     |      |     |      |
| R13 | 3.898    | d7  | 1.740 | n7  | 1.61 | v7  | 61.4 |
| R14 | -7.728   | a7  | 0.070 |     |      |     |      |
| R15 | 5.180    | d8  | 0.360 | n8  | 1.95 | v8  | 18.0 |
| R16 | 4.917    | a8  | 0.194 |     |      |     |      |
| R17 | 10.043   | d9  | 0.360 | n9  | 1.54 | v9  | 71.3 |
| R18 | 5.004    | a9  | 0.050 |     |      |     |      |
| R19 | 3.238    | d10 | 1.891 | n10 | 1.54 | v10 | 71.3 |
| R20 | -42.184  | a10 | 0.897 |     |      |     |      |
| R21 | -19.495  | d11 | 0.360 | n11 | 1.93 | v11 | 25.0 |
| R22 | 7.883    | a11 | 5.130 |     |      |     |      |
| R23 | -174.163 | d12 | 0.761 | n12 | 1.89 | v12 | 19.0 |
| R24 | -12.272  | a12 | 2.236 |     |      |     |      |
| R25 | 無限       | d13 | 0.210 | n13 | 1.52 | v13 | 64.2 |
| R26 | 無限       | a13 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 3 3 8】

表 1 0 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～R 2 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 1 0 C】

10

20

30

40

50

【表 3 9】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.91E-05  | -2.11E-05 | 4.59E-06  | -5.70E-07 | 3.30E-08  | -8.10E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 8.24E-04  | -5.11E-06 | -9.73E-07 | 1.13E-07  | -3.05E-09 | -8.30E-11 |
| R3  | 偶数非球面 | 0.00 | -6.63E-05 | 5.03E-06  | 6.59E-07  | 4.77E-08  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R4  | 偶数非球面 | 0.00 | -3.36E-05 | 1.41E-06  | 3.12E-07  | 9.57E-10  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.14E-04  | 3.41E-05  | 1.35E-06  | -1.89E-07 | 8.60E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.20E-04  | 3.43E-05  | 6.89E-06  | -9.32E-07 | 6.91E-08  | -1.33E-09 |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.20E-04  | 1.92E-06  | -1.51E-05 | 5.03E-07  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | 3.53E-03  | 5.68E-04  | 3.41E-05  | 1.28E-05  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | -4.61E-04 | 1.09E-04  | -9.30E-05 | -2.22E-06 | -3.69E-06 | 1.17E-06  |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -6.12E-03 | -1.13E-03 | -2.21E-04 | 1.48E-05  | 8.89E-06  | -1.00E-06 |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -6.35E-03 | -5.79E-04 | 3.33E-05  | 5.02E-06  | -7.11E-07 | -6.95E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -7.08E-03 | 9.42E-04  | 6.88E-05  | -4.74E-06 | -2.74E-06 | 1.70E-07  |
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -2.94E-03 | -5.28E-05 | 8.74E-07  | -1.30E-08 | -2.59E-07 | 6.64E-09  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.33E-03  | -7.43E-05 | 6.64E-06  | -2.88E-06 | 2.98E-07  | -2.03E-08 |

10

20

30

40

50

|     |       |       |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R15 | 偶数非球面 | 0.00  | -8.91E-04 | 1.91E-04  | 3.90E-05  | -4.69E-06 | 4.86E-07  | -2.40E-08 |
| R16 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.07E-03  | 3.08E-04  | 1.43E-04  | -6.07E-06 | 2.73E-08  | -3.77E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00  | 1.03E-02  | -4.02E-04 | 2.13E-04  | -1.75E-05 | -8.27E-08 | 1.41E-07  |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00  | 7.72E-03  | -7.11E-05 | 8.57E-06  | -6.88E-06 | 1.52E-06  | 1.96E-07  |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00  | -7.57E-04 | 7.88E-06  | -3.88E-05 | 6.61E-07  | 1.50E-07  | -1.06E-07 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00  | -3.39E-03 | 2.10E-04  | -5.03E-05 | -1.73E-06 | 8.74E-07  | -6.44E-08 |
| R21 | 偶数非球面 | 0.00  | -5.62E-03 | 1.04E-03  | -4.36E-05 | -2.35E-05 | 8.70E-06  | -3.87E-07 |
| R22 | 偶数非球面 | 12.11 | 6.23E-04  | 1.10E-03  | -9.59E-07 | 0.00E+00  | 0.00E+00  | 0.00E+00  |
| R23 | 偶数非球面 | 0.00  | 9.93E-04  | -2.57E-04 | 9.31E-05  | -1.37E-05 | 1.23E-06  | -4.65E-08 |
| R24 | 偶数非球面 | 0.00  | -6.09E-04 | -1.05E-04 | 2.75E-05  | -7.33E-07 | 0.00E+00  | 0.00E+00  |

## 【 0 3 3 9 】

表 1 0 C において、R 1 ～ R 2 4 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。実施形態 1 0 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 2 4 の非球面を含むことが、表 1 0 C からわかる。

【表 1 0 D】

## 【表 4 0】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.500 mm | 1.069 mm | 1.288 mm | 2.225 mm |
| a6  | 2.225 mm | 1.656 mm | 1.437 mm | 0.500 mm |
| a9  | 2.236 mm | 0.621 mm | 0.056 mm | 0.050 mm |
| a12 | 0.050 mm | 1.665 mm | 2.230 mm | 2.236 mm |

## 【 0 3 4 0 】

表 10D は、ズームレンズ 10 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 11 から第 4 のレンズ群 14 の間の間隔を示している。

【0341】

図 24 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の軸上色収差曲線を示している。実施形態 10 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の軸上色収差を  $0.016\text{ mm} \sim 0.03\text{ mm}$  の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 24 からわかる。

【0342】

図 38 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の横色収差曲線を示している。実施形態 10 において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図 38 からわかる。

【0343】

図 52 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。実施形態 10 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の歪曲率を  $1.6\%$  未満に効果的に制御することができるが、図 52 からわかる。

【参考例 11】

【0344】

この参考例において、ズームレンズ 10 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 の焦点距離の比が、それぞれ、 $0.79$ 、 $0.26$ 、 $0.29$ 、及び  $1.79$  であると決定される。

【0345】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は固定されており、第 2 のレンズ群 12 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 14 は、まず像側に向かって移動し、その後、物体側に向かって移動する。

【0346】

ズームレンズ 10 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 10 におけるレンズの最大直径は、 $7.9\text{ mm}$  であると決定される。

【0347】

この場合、第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は、光軸に沿って配置されている 2 つのレンズを有し、第 2 のレンズ群 12 は、光軸に沿って配置されている 3 つのレンズを有し、第 4 のレンズ群 14 は、光軸に沿って配置されている 1 つのレンズを有する。第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 は、合計で 14 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 11 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【0348】

ズームレンズ 10 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 10 の総光学長の比は、 $1.05$  であると決定され、ズームレンズ 10 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 10 の像高の比は、 $0.12$  であると決定される。

【0349】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 2 のレンズ群 12 の移動距離の比は、 $0.2123$  であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 4 のレンズ群 14 の移動距離の比は、 $0.1758$  であると決定される。

【0350】

第 3 のレンズ群 13 とズームレンズ 10 の絞りとの間の間隔は、 $0.12\text{ mm}$  である。

10

20

30

40

50

【 0 3 5 1 】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ 1 0 によって実現することができる技術的効果が、表 1 1 A ～表 1 1 D に示されている。

〔表 1 1 A〕

【表 4 1】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.201                                 | 14.001 | 17.501 | 21.802 |
| F 数          | 2.488                                 | 2.449  | 2.503  | 2.849  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.550                                 | 2.550  | 2.550  | 2.550  |
| 半 F O V (°)  | 15.727                                | 10.254 | 8.154  | 6.531  |
| BFL (mm)     | 6.750                                 | 4.268  | 5.491  | 8.313  |
| TTL (mm)     | 23.000                                | 23.000 | 23.000 | 23.000 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【 0 3 5 2 】

表 1 1 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び T T L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 1 1 A からわかる。ズームレンズ 1 0 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表 1 1 B〕

10

20

30

40

50

【表 4 2】

|      | R       | 厚さ |       | nd |      | vd |      |
|------|---------|----|-------|----|------|----|------|
| R1   | 7.081   | d1 | 1.557 | n1 | 1.59 | v1 | 67.0 |
| R2   | -46.243 | a1 | 0.060 |    |      |    |      |
| R3   | 32.607  | d2 | 0.400 | n2 | 1.82 | v2 | 24.1 |
| R4   | 12.061  | a2 | 0.500 |    |      |    |      |
| R5   | -40.559 | d3 | 0.350 | n3 | 1.54 | v3 | 56.0 |
| R6   | 6.719   | a3 | 0.755 |    |      |    |      |
| R7   | 7.062   | d4 | 0.361 | n4 | 1.54 | v4 | 56.0 |
| R8   | 2.525   | a4 | 0.067 |    |      |    |      |
| R9   | 2.664   | d5 | 0.605 | n5 | 1.67 | v5 | 19.2 |
| R10  | 3.453   | a5 | 5.383 |    |      |    |      |
| Stop | 無限      |    | 0.120 |    |      |    |      |
| R11  | 3.728   | d6 | 1.672 | n6 | 1.54 | v6 | 56.0 |
| R12  | -5.882  | a6 | 0.254 |    |      |    |      |
| R13  | -4.986  | d7 | 1.400 | n7 | 1.67 | v7 | 19.2 |
| R14  | -12.135 | a7 | 2.262 |    |      |    |      |
| R15  | 4.091   | d8 | 0.504 | n8 | 1.54 | v8 | 56.0 |
| R16  | 3.283   | a8 | 3.722 |    |      |    |      |
| R17  | 無限      | d9 | 0.210 | n9 | 1.54 | v9 | 64.2 |
| R18  | 無限      | a9 | 2.818 |    |      |    |      |

【 0 3 5 3】

表 1 1 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッベ係数を示している。R 1 ～ R 1 8 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッベ係数を示す。この参考例において、絞りは、物体側に面する第 3 のレンズ群の鏡面付近に設置されており、物体側に面する第 3 のレンズ群の鏡面から 0 . 1 2 mm 離れていることに留意すべきである。

【表 1 1 C】

10

20

30

40

50

【表 4 3】

| 非球面係数 |       |      |           |           |           |           |           |          |  |
|-------|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--|
|       | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7       |  |
| R1    | 偶数非球面 | 0.00 | -9.28E-05 | -5.17E-06 | -3.01E-07 | 5.25E-08  | -2.70E-09 | 0.00E+00 |  |
| R2    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.68E-04  | -1.19E-05 | 9.90E-07  | -4.18E-08 | 0.00E+00  | 0.00E+00 |  |
| R5    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.99E-02  | -1.94E-03 | 2.10E-04  | -2.12E-05 | 5.30E-07  | 0.00E+00 |  |
| R6    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.40E-02  | 1.82E-03  | -3.49E-04 | 7.88E-05  | -2.30E-06 | 0.00E+00 |  |
| R7    | 偶数非球面 | 0.00 | -3.04E-02 | 4.01E-03  | -1.44E-05 | -1.97E-05 | -6.64E-07 | 0.00E+00 |  |
| R8    | 偶数非球面 | 0.00 | -2.05E-02 | -2.28E-03 | 4.37E-04  | 9.94E-06  | -1.52E-05 | 0.00E+00 |  |
| R9    | 偶数非球面 | 0.00 | -2.06E-02 | -2.02E-04 | 1.37E-05  | -3.31E-05 | 3.26E-06  | 0.00E+00 |  |
| R10   | 偶数非球面 | 0.00 | -3.11E-02 | 5.01E-03  | -6.70E-04 | -1.74E-05 | 1.03E-05  | 0.00E+00 |  |
| R11   | 偶数非球面 | 0.00 | -4.57E-04 | 7.96E-06  | -1.90E-05 | 5.62E-06  | -8.42E-07 | 0.00E+00 |  |
| R12   | 偶数非球面 | 0.00 | 4.93E-03  | 1.17E-04  | -4.31E-06 | -3.89E-06 | 2.21E-07  | 0.00E+00 |  |
| R13   | 偶数非球面 | 0.00 | 7.89E-03  | 4.24E-04  | -8.46E-05 | 7.98E-06  | 0.00E+00  | 0.00E+00 |  |
| R14   | 偶数非球面 | 0.00 | 6.62E-03  | 6.57E-04  | -8.10E-05 | 2.02E-05  | 0.00E+00  | 0.00E+00 |  |
| R15   | 偶数非球面 | 0.00 | -6.35E-03 | -8.47E-05 | -1.66E-05 | 1.64E-06  | 1.70E-12  | 0.00E+00 |  |
| R16   | 偶数非球面 | 0.00 | -8.35E-03 | -2.10E-04 | -2.25E-05 | 7.32E-07  | -1.78E-12 | 0.00E+00 |  |

【0 3 5 4】

表 1 1 C において、R 1 ～R 1 6 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。参考例 1 1 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 1 4 の非球面を含むことが、表 1 1 C からわかる。

【表 1 1 D】

10

20

30

40

50

【表 4 4】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.500 mm | 3.112 mm | 4.258 mm | 5.383 mm |
| a6  | 5.383 mm | 2.770 mm | 1.624 mm | 0.500 mm |
| a9  | 2.262 mm | 4.744 mm | 3.521 mm | 0.700 mm |
| a12 | 3.722 mm | 1.241 mm | 2.463 mm | 5.285 mm |

【 0 3 5 5 】

表 1 1 D は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 1 1 から第 4 のレンズ群 1 4 の間の間隔を示している。

【 0 3 5 6 】

図 2 5 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 1 0 の軸上色収差曲線を示している。参考例 1 1 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 1 0 の軸上色収差を 0 . 0 1 6 mm ～ 0 . 0 3 mm の小さな変化範囲内に制御することができる、図 2 5 からわかる。

## 【0357】

図39は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例11において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図39からわかる。

## 【0358】

図53は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例11において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の歪曲率を1.8%未満に効果的に制御することができるが、図53からわかる。

10

## [参考例12]

## 【0359】

この参考例において、ズームレンズ10のテレフォト端における焦点距離に対する第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14の焦点距離の比が、それぞれ、0.55、0.18、0.32、及び0.45であると決定される。

## 【0360】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第1のレンズ群11及び第3のレンズ群13は固定されており、第2のレンズ群12は、像側に向かって移動し、第4のレンズ群14は、まず物体側に向かって移動し、その後、像側に向かって移動する。

20

## 【0361】

ズームレンズ10の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ10におけるレンズの最大直径は、8.032mmであると決定される。

## 【0362】

この場合、第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、及び第3のレンズ群13は、光軸に沿って配置されている3つのレンズをそれぞれ有し、第4のレンズ群14は、光軸に沿って配置されている1つのレンズを有する。第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で16の非球面を含む。第1のレンズ群11における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

30

## 【0363】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、0.95であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.095であると決定される。

## 【0364】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1845であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.1812であると決定される。

## 【0365】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表12A～表12Dに示されている。

40

## [表12A]

50

【表 4 5】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 9.300                                 | 13.000 | 15.041 | 26.800 |
| F 数          | 2.843                                 | 2.903  | 2.918  | 3.497  |
| 像高さ I MH(mm) | 2.500                                 | 2.500  | 2.500  | 2.500  |
| 半 F O V (°)  | 15.490                                | 10.806 | 9.298  | 5.035  |
| BFL (mm)     | 7.260                                 | 7.460  | 7.260  | 2.840  |
| TTL (mm)     | 25.498                                | 25.499 | 25.498 | 25.499 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

10

【 0 3 6 6】

表 1 2 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレ  
フォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び T  
T L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 1 2 A  
からわかる。ズームレンズ 1 0 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦  
点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

20

【表 1 2 B】

30

40

50

【表 4 6】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 9.216    | d1  | 1.813 | n1  | 1.55 | v1  | 68.7 |
| R2  | -13.719  | a1  | 0.070 |     |      |     |      |
| R3  | -65.353  | d2  | 0.360 | n2  | 1.95 | v2  | 17.9 |
| R4  | -59.303  | a2  | 0.070 |     |      |     |      |
| R5  | -57.291  | d3  | 0.370 | n3  | 1.81 | v3  | 20.9 |
| R6  | 39.825   | a3  | 0.669 |     |      |     |      |
| R7  | -203.495 | d4  | 0.518 | n4  | 1.95 | v4  | 17.9 |
| R8  | -43.590  | a4  | 0.409 |     |      |     |      |
| R9  | -7.965   | d5  | 0.360 | n5  | 1.69 | v5  | 54.5 |
| R10 | 3.508    | a5  | 0.140 |     |      |     |      |
| R11 | 3.497    | d6  | 0.581 | n6  | 1.95 | v6  | 17.9 |
| R12 | 4.464    | a6  | 5.205 |     |      |     |      |
| R13 | 3.504    | d7  | 1.504 | n7  | 1.55 | v7  | 69.8 |
| R14 | -7.950   | a7  | 0.727 |     |      |     |      |
| R15 | -56.432  | d8  | 1.488 | n8  | 1.74 | v8  | 23.5 |
| R16 | 4.298    | a8  | 1.162 |     |      |     |      |
| R17 | -4.708   | d9  | 0.607 | n9  | 1.81 | v9  | 20.9 |
| R18 | -4.436   | a9  | 0.347 |     |      |     |      |
| R19 | 19.759   | d10 | 1.838 | n10 | 1.63 | v10 | 52.2 |
| R20 | -11.971  | a10 | 6.450 |     |      |     |      |
| R21 | 無限       | d11 | 0.210 | n11 | 1.52 | v11 | 64.2 |
| R22 | 無限       | a11 | 0.600 |     |      |     |      |

【 0 3 6 7】

表 1 2 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッベ係数を示している。R 1 ～ R 2 2 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッベ係数を示す。

【表 1 2 C】

10

20

30

40

50

【表 4 7】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.44E-04  | -1.66E-05 | 4.21E-06  | -5.66E-07 | 3.58E-08  | -9.38E-10 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 5.67E-04  | -6.21E-06 | -1.04E-06 | 1.01E-07  | -2.94E-09 | -6.06E-11 |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 2.86E-05  | 2.25E-05  | 5.95E-07  | -1.81E-07 | 9.96E-09  | 0.00E+00  |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | 9.18E-06  | 1.31E-05  | 5.98E-06  | -9.93E-07 | 6.51E-08  | -1.33E-09 |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.36E-04  | 2.22E-04  | -4.24E-05 | 3.43E-06  | 8.43E-08  | -1.89E-08 |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.70E-03 | -7.20E-05 | -5.70E-05 | 7.01E-06  | -5.85E-07 | 5.50E-08  |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.54E-03 | -3.83E-04 | -1.32E-05 | 1.36E-06  | -7.70E-07 | -3.28E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.15E-03 | -1.76E-04 | 8.66E-07  | -2.68E-06 | -5.20E-07 | -3.53E-08 |
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | -1.82E-03 | -6.40E-05 | -5.33E-06 | 5.43E-07  | -1.65E-07 | 1.59E-08  |
| R14 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.30E-03  | -3.47E-05 | 9.56E-06  | -2.34E-06 | 4.27E-07  | -2.70E-08 |
| R15 | 偶数非球面 | 0.00 | -5.72E-04 | 3.99E-05  | 1.82E-05  | -3.54E-06 | 5.97E-07  | -1.06E-07 |

10

20

30

40

50

|     |       |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R16 | 偶数非球面 | 0.00 | 3.75E-03  | 4.42E-04  | 1.43E-04  | -1.18E-05 | -2.32E-07 | -4.88E-08 |
| R17 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.26E-02  | 9.58E-05  | 1.16E-04  | -4.64E-05 | 9.75E-07  | 7.46E-18  |
| R18 | 偶数非球面 | 0.00 | 8.82E-03  | 1.04E-04  | 6.37E-05  | -2.84E-05 | -7.21E-16 | -1.26E-17 |
| R19 | 偶数非球面 | 0.00 | -3.40E-03 | -1.57E-04 | -4.19E-05 | 4.64E-06  | -3.40E-07 | -4.79E-08 |
| R20 | 偶数非球面 | 0.00 | -4.17E-03 | -6.96E-06 | -3.41E-05 | 6.01E-06  | -6.98E-07 | 2.38E-08  |

10

## 【0368】

表12Cにおいて、R1～R20は、非球面であるミラーを示し、Kは、コニック定数であり、A2、A3、A4、A5、A6、及びA7は、それぞれ非球面係数である。参考例12において、ズームレンズ10の第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で16の非球面を含むことが、表12Cからわかる。

20

【表12D】

## 【表48】

|     | W        | M1       | M2       | T        |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| a3  | 0.669 mm | 2.344 mm | 3.058 mm | 5.374 mm |
| a6  | 5.205 mm | 3.529 mm | 2.815 mm | 0.500 mm |
| a9  | 0.347 mm | 0.148 mm | 0.347 mm | 4.768 mm |
| a12 | 6.450 mm | 6.650 mm | 6.450 mm | 2.030 mm |

30

## 【0369】

表12Dは、ズームレンズ10がワイドアングル状態、第1の中間焦点距離状態、第2の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第1のレンズ群11から第4のレンズ群14の間の間隔を示している。

## 【0370】

図26は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の軸上色収差曲線を示している。参考例12において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の軸上色収差を0.017mm～0.04mmの小さな変化範囲内に制御することができるが、図26からわかる。

40

## 【0371】

図40は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例12において、異なる波長での前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の横色収差を、横方向回折限界範囲の周辺に制御することができるが、図40からわかる。

## 【0372】

図54は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示

50

している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例 12 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の歪曲率を 1.8% 未満に効果的に制御することができることが、図 54 からわかる。

〔実施形態 13〕

【0373】

この実施形態において、ズームレンズ 10 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 の焦点距離の比が、それぞれ、18.471、6.07、7.38、及び 59.53 であると決定される。

【0374】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は、固定されており、第 2 のレンズ群 12 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 14 は、まず像側に向かって移動し、その後、物体側に向かって移動する。

【0375】

ズームレンズ 10 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 10 におけるレンズの最大直径は、8 mm であると決定される。

【0376】

この場合第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 2 つのレンズをそれぞれ有し、第 2 のレンズ群 12 は、3 つのレンズが配置されており、第 4 のレンズ群 14 は、1 つのレンズが配置されている。第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 は、合計で 14 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 11 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

【0377】

ズームレンズ 10 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 10 の総光学長の比は、1.182 であると決定され、ズームレンズ 10 のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ 10 の像高の比は、0.186 であると決定される。

【0378】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 2 のレンズ群 12 の移動距離の比は、0.1687 であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第 4 のレンズ群 14 の移動距離の比は、0.1971 であると決定される。

【0379】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ 10 によって実現することができる技術的效果が、表 13A～表 13D に示されている。

〔表 13A〕

10

20

30

40

50

【表 4 9】

|              | W                                     | M1     | M2     | T      |
|--------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)     | 11.000                                | 14.000 | 18.000 | 22.000 |
| F 数          | 3.201                                 | 3.188  | 3.136  | 3.199  |
| 像高さ I MH(mm) | 4.100                                 | 4.100  | 4.100  | 4.100  |
| 半 F O V (°)  | 20.726                                | 16.327 | 12.720 | 10.331 |
| BFL (mm)     | 10.241                                | 6.913  | 5.117  | 8.355  |
| TTL (mm)     | 26.000                                | 26.000 | 26.000 | 26.000 |
| 設計波長         | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び 470 nm |        |        |        |

【 0 3 8 0】

表 1 3 A は、ワイドアングル端、第 1 の中間焦点距離、第 2 の中間焦点距離、及びテレ  
フォト端におけるズームレンズ 1 0 の基本的な光学パラメータを示している。像高及び T  
T L が変化しないままである場合、焦点距離及び F 値の両方が増大することが、表 1 3 A  
からわかる。ズームレンズ 1 0 は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦  
点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

〔表 1 3 B〕

10

20

30

40

50

【表 5 0】

|     | R       | 厚さ |       | nd |      | vd |      |
|-----|---------|----|-------|----|------|----|------|
| R1  | 7.971   | d1 | 1.727 | n1 | 1.59 | v1 | 67.0 |
| R2  | −50.037 | a1 | 0.134 |    |      |    |      |
| R3  | −91.490 | d2 | 0.403 | n2 | 1.82 | v2 | 24.1 |
| R4  | 31.999  | a2 | 0.516 |    |      |    |      |
| R5  | −11.427 | d3 | 0.420 | n3 | 1.54 | v3 | 56.0 |
| R6  | 9.057   | a3 | 1.243 |    |      |    |      |
| R7  | 9.845   | d4 | 0.329 | n4 | 1.54 | v4 | 56.0 |
| R8  | 3.403   | a4 | 0.114 |    |      |    |      |
| R9  | 3.753   | d5 | 0.645 | n5 | 1.67 | v5 | 19.2 |
| R10 | 5.472   | a5 | 5.127 |    |      |    |      |
| R11 | 4.470   | d6 | 1.631 | n6 | 1.54 | v6 | 56.0 |
| R12 | −6.069  | a6 | 0.408 |    |      |    |      |
| R13 | −5.357  | d7 | 1.400 | n7 | 1.67 | v7 | 19.2 |
| R14 | −13.730 | a7 | 0.688 |    |      |    |      |
| R15 | 5.897   | d8 | 0.974 | n8 | 1.54 | v8 | 56.0 |
| R16 | 4.701   | a8 | 9.269 |    |      |    |      |
| R17 | 無限      | d9 | 0.252 | n9 | 1.52 | v9 | 64.2 |
| R18 | 無限      | a9 | 0.720 |    |      |    |      |

【 0 3 8 1】

表 1 3 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～R 1 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示している。

〔表 1 3 C〕

10

20

30

40

50

【表 5 1】

| 非球面係数 |       |      |           |           |           |           |           |           |  |
|-------|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
|       | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |  |
| R1    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.88E-05  | -8.09E-07 | -6.13E-08 | 4.03E-09  | 2.06E-11  | 1.88E-05  |  |
| R2    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.38E-04  | -5.90E-06 | 2.61E-07  | -3.68E-09 | 0.00E+00  | 1.38E-04  |  |
| R5    | 偶数非球面 | 0.00 | 1.17E-02  | -8.91E-04 | 6.42E-05  | -3.05E-06 | 1.29E-07  | 1.17E-02  |  |
| R6    | 偶数非球面 | 0.00 | 5.74E-03  | 6.03E-04  | -1.37E-04 | 1.44E-05  | -3.91E-07 | 5.74E-03  |  |
| R7    | 偶数非球面 | 0.00 | -2.25E-02 | 1.35E-03  | -2.17E-05 | -2.11E-06 | -3.87E-07 | -2.25E-02 |  |
| R8    | 偶数非球面 | 0.00 | -1.23E-02 | -9.25E-04 | 1.25E-04  | -3.10E-06 | -1.67E-07 | -1.23E-02 |  |
| R9    | 偶数非球面 | 0.00 | -1.20E-02 | 5.84E-06  | -1.37E-05 | -5.93E-06 | 7.74E-07  | -1.20E-02 |  |
| R10   | 偶数非球面 | 0.00 | -1.83E-02 | 1.91E-03  | -1.55E-04 | -2.50E-06 | 6.51E-07  | -1.83E-02 |  |
| R11   | 偶数非球面 | 0.00 | -1.11E-04 | -3.82E-05 | -4.44E-06 | 5.38E-07  | -9.53E-08 | -1.11E-04 |  |
| R12   | 偶数非球面 | 0.00 | 2.85E-03  | 4.26E-05  | -8.90E-07 | -3.03E-07 | -3.38E-09 | 2.85E-03  |  |
| R13   | 偶数非球面 | 0.00 | 5.68E-03  | 2.38E-04  | -2.22E-05 | 1.47E-06  | 0.00E+00  | 5.68E-03  |  |
| R14   | 偶数非球面 | 0.00 | 5.13E-03  | 3.23E-04  | -1.23E-05 | 3.07E-06  | 0.00E+00  | 5.13E-03  |  |
| R15   | 偶数非球面 | 0.00 | -1.57E-03 | -2.00E-05 | 3.12E-06  | -2.94E-07 | 9.40E-09  | -1.57E-03 |  |
| R16   | 偶数非球面 | 0.00 | -2.19E-03 | -5.20E-05 | 5.36E-06  | -5.52E-07 | 1.64E-08  | -2.19E-03 |  |

【0382】

表 1 3 C において、R 1 ~ R 1 6 は、非球面であるミラーを示し、K は、コニック定数であり、A 2、A 3、A 4、A 5、A 6、及び A 7 は、それぞれ非球面係数である。実施形態 1 3 において、ズームレンズ 1 0 の第 1 のレンズ群 1 1、第 2 のレンズ群 1 2、第 3 のレンズ群 1 3、及び第 4 のレンズ群 1 4 は、合計で 1 4 の非球面を含むことが、表 1 3 C からわかる。

【表 1 3 D】

10

20

30

40

50

【表 5 2】

|    | W        | M1       | M2       | T        |
|----|----------|----------|----------|----------|
| a2 | 0.516 mm | 2.214 mm | 3.888 mm | 4.903 mm |
| a5 | 5.127 mm | 3.430 mm | 1.756 mm | 0.741 mm |
| a7 | 0.688 mm | 4.016 mm | 5.812 mm | 2.575 mm |
| a8 | 9.269 mm | 5.941 mm | 4.145 mm | 7.383 mm |

10

## 【0383】

表 13D は、ズームレンズ 10 がワイドアングル状態、第 1 の中間焦点距離状態、第 2 の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第 1 のレンズ群 11 から第 4 のレンズ群 14 の間の間隔を示している。

## 【0384】

図 27 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の軸上色収差曲線を示している。実施形態 13 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の軸上色収差を 0.015 mm～0.025 mm の小さな変化範囲内に制御することができるが、図 27 からわかる。

## 【0385】

図 41 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の横色収差曲線を示している。実施形態 13 において、異なる波長でのワイドアングル端及びテレフォト端における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の横色収差について、650 nm の波長を有する光線及び 470 nm の波長を有する光線は、横方向回折限界を超えることが、図 41 からわかる。

20

## 【0386】

図 55 は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ 10 の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。実施形態 13 において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ 10 の歪曲率を 3.8% 未満に効果的に制御することができるが、図 55 からわかる。

30

## 【参考例 14】

## 【0387】

この参考例において、ズームレンズ 10 のテレフォト端における焦点距離に対する第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 の焦点距離の比が、それぞれ、19.17、6.30、9.26、及び 14.16 であると決定される。

## 【0388】

ズームレンズ 10 がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、第 1 のレンズ群 11 及び第 3 のレンズ群 13 は、固定されており、第 2 のレンズ群 12 は、像側に向かって移動し、第 4 のレンズ群 14 は、まず像側に向かって移動し、その後、物体側に向かって移動する。

40

## 【0389】

ズームレンズ 10 の最大クリアアパーチャ直径、すなわち、ズームレンズ 10 におけるレンズの最大直径は、8.4 mm であると決定される。

## 【0390】

この場合、第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、及び第 4 のレンズ群 14 は、光軸に沿って物体側から像側まで配置されている 2 つのレンズをそれぞれ有し、第 3 のレンズ群 13 は、3 のレンズが配置されている。第 1 のレンズ群 11、第 2 のレンズ群 12、第 3 のレンズ群 13、及び第 4 のレンズ群 14 は、合計で 16 の非球面を含む。第 1 のレンズ群 11 における物体側に面するレンズは、正の屈折力を有する両凸レンズである。

50

## 【0391】

ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の総光学長の比は、1.21であると決定され、ズームレンズ10のテレフォト端における有効焦点距離に対するズームレンズ10の像高の比は、0.16であると決定される。

## 【0392】

ズームレンズ10がワイドアングル端からテレフォト端に変化するとき、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第2のレンズ群12の移動距離の比は、0.1645であると決定され、ズームレンズの総光学長に対する光軸に沿った第4のレンズ群14の移動距離の比は、0.0477であると決定される。

## 【0393】

前述のパラメータの使用後、ズームレンズ10によって実現することができる技術的効果が、表14A～表14Dに示されている。

## [表14A]

## 【表53】

|            | W                                    | M1     | M2     | T      |
|------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| 焦点長さ(mm)   | 11.000                               | 14.000 | 17.999 | 22.000 |
| F数         | 3.097                                | 3.139  | 3.146  | 3.087  |
| 像高さIMH(mm) | 3.500                                | 3.500  | 3.500  | 3.500  |
| 半FOV(°)    | 18.044                               | 13.901 | 10.695 | 8.693  |
| BFL(mm)    | 6.629                                | 7.449  | 7.966  | 7.901  |
| TTL(mm)    | 26.653                               | 26.653 | 26.653 | 26.653 |
| 設計波長       | 650 nm、610 nm、555 nm、510 nm、及び470 nm |        |        |        |

## 【0394】

表14Aは、ワイドアングル端、第1の中間焦点距離、第2の中間焦点距離、及びテレフォト端におけるズームレンズ10の基本的な光学パラメータを示している。像高及びTTLが変化しないままである場合、焦点距離及びF値の両方が増大することが、表14Aからわかる。ズームレンズ10は、ワイドアングル端からテレフォト端までのズームの焦点距離変化を実施する典型的特徴を示している。

## [表14B]

【表 5 4】

|     | R        | 厚さ  |       | nd  |      | vd  |      |
|-----|----------|-----|-------|-----|------|-----|------|
| R1  | 13.091   | d1  | 1.456 | n1  | 1.50 | v1  | 80.1 |
| R2  | -16.156  | a1  | 0.196 |     |      |     |      |
| R3  | 506.663  | d2  | 0.360 | n2  | 1.92 | v2  | 18.9 |
| R4  | 50.304   | a2  | 2.855 |     |      |     |      |
| R5  | -7.705   | d3  | 0.360 | n3  | 1.54 | v3  | 56.0 |
| R6  | 3.822    | a3  | 0.074 |     |      |     |      |
| R7  | 3.811    | d4  | 0.697 | n4  | 1.67 | v4  | 19.2 |
| R8  | 5.626    | a4  | 3.322 |     |      |     |      |
| R9  | 4.656    | d5  | 1.334 | n5  | 1.54 | v5  | 56.0 |
| R10 | -12.005  | a5  | 0.127 |     |      |     |      |
| R11 | 5.824    | d6  | 0.775 | n6  | 1.54 | v6  | 56.0 |
| R12 | 6.760    | a6  | 0.462 |     |      |     |      |
| R13 | -254.810 | d7  | 0.666 | n7  | 1.66 | v7  | 20.4 |
| R14 | 5.790    | a7  | 1.031 |     |      |     |      |
| R15 | 4.516    | d8  | 1.253 | n8  | 1.54 | v8  | 56.0 |
| R16 | 4.176    | a8  | 2.708 |     |      |     |      |
| R17 | 12.164   | d9  | 1.527 | n9  | 1.75 | v9  | 43.2 |
| R18 | -50.935  | a9  | 6.477 |     |      |     |      |
| R19 | 無限       | d10 | 0.252 | n10 | 1.52 | v10 | 64.2 |
| R20 | 無限       | a10 | 0.720 |     |      |     |      |

10

20

30

【 0 3 9 5】

表 1 4 B は、ズームレンズ 1 0 がワイドアングル端にあるときの、物体側から像側までの各レンズの曲率、厚さ、屈折率、及びアッペ係数を示している。R 1 ～ R 1 6 は、各レンズの物体側から像側までの表面を示し、R は、曲率を示し、厚さは、厚さを示し、n d は、屈折率を示し、v d は、アッペ係数を示す。

【表 1 4 C】

40

50

【表 5 5】

|     | 非球面係数 |      |           |           |           |           |           |           |
|-----|-------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | タイプ   | K    | A2        | A3        | A4        | A5        | A6        | A7        |
| R1  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.41E-05  | -2.57E-06 | 8.51E-07  | -9.90E-08 | 5.13E-09  | -9.84E-11 |
| R2  | 偶数非球面 | 0.00 | 1.96E-04  | 3.51E-06  | -4.36E-07 | 1.58E-08  | 1.47E-10  | -1.47E-11 |
| R5  | 偶数非球面 | 0.00 | 4.95E-04  | 5.55E-05  | -6.36E-06 | 5.03E-07  | -1.00E-08 | -8.15E-10 |
| R6  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.68E-03 | -1.58E-04 | -8.90E-06 | 3.13E-07  | 6.61E-08  | 1.15E-08  |
| R7  | 偶数非球面 | 0.00 | -2.36E-03 | -1.75E-04 | -1.44E-05 | -4.78E-08 | -8.32E-08 | 5.29E-09  |
| R8  | 偶数非球面 | 0.00 | -1.90E-03 | 1.10E-05  | -1.41E-05 | -2.29E-08 | -1.20E-07 | -5.45E-09 |
| R9  | 偶数非球面 | 0.00 | -7.76E-04 | 3.73E-05  | 6.73E-09  | -9.85E-08 | -7.19E-09 | 2.53E-10  |
| R10 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.43E-03  | -2.65E-05 | 2.44E-06  | -2.06E-07 | -1.17E-09 | -3.68E-10 |
| R11 | 偶数非球面 | 0.00 | 1.70E-04  | -5.32E-05 | -3.68E-06 | -3.12E-07 | 1.33E-07  | -1.19E-08 |
| R12 | 偶数非球面 | 0.00 | -9.64E-04 | -6.74E-05 | -2.87E-06 | 7.08E-07  | 1.81E-07  | -2.11E-08 |
| R13 | 偶数非球面 | 0.00 | 2.25E-03  | -3.08E-04 | 2.40E-05  | -1.19E-06 | 1.55E-07  | -1.86E-08 |

10

20

30

40

50

|     |           |      |           |           |          |           |           |           |
|-----|-----------|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| R14 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | 3.83E-03  | -1.54E-04 | 3.31E-05 | -1.98E-06 | 1.36E-07  | -5.59E-18 |
| R15 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -1.67E-03 | -3.05E-05 | 1.19E-05 | -2.20E-06 | 6.19E-08  | 3.12E-09  |
| R16 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -1.79E-03 | 2.06E-05  | 1.17E-05 | -7.47E-07 | -2.23E-07 | 1.51E-08  |
| R17 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -3.68E-04 | 2.22E-05  | 1.77E-06 | 5.09E-07  | -1.70E-08 | 0.00E+00  |
| R18 | 偶数非<br>球面 | 0.00 | -2.00E-04 | -2.77E-08 | 3.58E-06 | 3.20E-08  | 1.79E-08  | 0.00E+00  |

## 【0396】

表14Cにおいて、R1～R18は、非球面であるミラーを示し、Kは、コニック定数であり、A2、A3、A4、A5、A6、及びA7は、それぞれ非球面係数である。参考例14において、ズームレンズ10の第1のレンズ群11、第2のレンズ群12、第3のレンズ群13、及び第4のレンズ群14は、合計で16の非球面を含むことが、表14Cからわかる。

[表14D]

## 【表56】

|    | W        | M1       | M2       | T        |
|----|----------|----------|----------|----------|
| a2 | 1.293 mm | 2.855 mm | 4.401 mm | 5.677 mm |
| a4 | 4.884 mm | 3.322 mm | 1.775 mm | 0.500 mm |
| a6 | 1.851 mm | 1.031 mm | 0.514 mm | 0.579 mm |
| a7 | 5.657 mm | 6.477 mm | 6.994 mm | 6.929 mm |

## 【0397】

表14Dは、ズームレンズ10がワイドアングル状態、第1の中間焦点距離状態、第2の中間焦点距離状態、及びテレフォト状態にあるときの第1のレンズ群11から第4のレンズ群14の間の間隔を示している。

## 【0398】

図28は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の軸上色収差曲線を示している。参考例14において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の軸上色収差を0.015 mm～0.025 mmの小さな変化範囲内に制御することができるが、図28からわかる。

## 【0399】

図42は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の横色収差曲線を示している。参考例2において、異なる波長でのワイドアングル端及びテレフォト端における前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の横色収差について、650 nmの波長を有する光線及び470 nmの波長を有する光線は、横方向回折限界を超えることが、図42からわかる。

## 【0400】

図56は、異なる波長でのワイドアングル端におけるズームレンズ10の歪曲曲線を示している。歪曲曲線は、結像変形と理想的な形状との間のずれを示す。参考例2において、前述の技術的パラメータを使用したズームレンズ10の歪曲率を3.8%未満に効果的に制御することができることが、図56からわかる。

【0401】

前述の説明は、本願の実施形態に過ぎないが、本願を限定することを意図するものではない。本願の原理から逸脱することなく加えられる任意の修正、等価な置き換え、又は改善は、本願の保護範囲に入るものとする。

〔他の可能な項目〕

〔項目1〕

光軸に沿って物体側から像側まで順に配置されている、第1のレンズ群と、第2のレンズ群と、第3のレンズ群と、第4のレンズ群とを備えるズームレンズであって、

前記第1のレンズ群及び前記第3のレンズ群は、固定設置されており、

前記第2のレンズ群は、フォーカシング群であり、前記光軸に沿って移動し、前記第4のレンズ群は、補償群であり、前記第2のレンズ群とともに前記光軸に沿って移動し、又は、

前記第4のレンズ群は、フォーカシング群であり、前記光軸に沿って移動し、前記第2のレンズ群は、補償群であり、前記第4のレンズ群とともに前記光軸に沿って移動し、

前記第1のレンズ群における前記物体側からの第1のレンズは、両凸レンズであり、前記第1のレンズ群における前記物体側からの少なくとも2つのレンズは、ガラスレンズであり、

前記ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径は、次の関係を満たし：

$$4\text{ mm} \leq \phi \leq 12\text{ mm},$$

$\phi$ は、前記ズームレンズの最大クリアアパーチャ直径である、ズームレンズ。

〔項目2〕

前記ズームレンズは、次の関係を満たし：

$$0.8 \leq TTL / f_t \leq 1.5,$$

TTLは、前記ズームレンズの総光学長であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目1に記載のズームレンズ。

〔項目3〕

前記ズームレンズは、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq IMH / f_t \leq 0.2,$$

IMHは、前記ズームレンズのレンズの結像エッジから結像面の中心までの高さであり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目1に記載のズームレンズ。

〔項目4〕

前記第1のレンズ群、前記第3のレンズ群、及び前記第4のレンズ群は、正の焦点屈折力を有し、前記第2のレンズ群は、負の焦点屈折力を有する、項目1に記載のズームレンズ。

〔項目5〕

前記第1のレンズ群及び前記第3のレンズ群は、正の焦点屈折力を有し、前記第2のレンズ群及び前記第4のレンズ群は、負の焦点屈折力を有する、項目1に記載のズームレンズ。

〔項目6〕

前記第1のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.2 \leq f_1 / f_t \leq 2.3,$$

$f_1$ は、前記第1のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目4又は5に記載のズームレンズ。

〔項目7〕

前記第2のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq f_2 / f_t \leq 0.6、$$

$f_2$ は、前記第2のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目8]

前記第3のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.1 \leq f_3 / f_t \leq 4.5、$$

$f_3$ は、前記第3のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目9]

前記第4のレンズ群は、次の関係を満たし：

$$0.12 \leq f_4 / f_t \leq 200、$$

$f_4$ は、前記第4のレンズ群の焦点距離であり、 $f_t$ は、前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離である、項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目10]

前記ズームレンズのワイドアングル端における有効焦点距離 $f_w$ に対する前記ズームレンズのテレフォト端における有効焦点距離 $f_t$ の比は、次の関係を満たす：

$$1 \leq f_t / f_w \leq 3.7$$

項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目11]

前記ズームレンズの総光学長 $TTL$ に対する前記光軸に沿った前記第2のレンズ群の移動距離 $D_1$ の比は、次の関係を満たし：

$$0.02 \leq D_1 / TTL \leq 0.3、$$

前記ズームレンズの前記総光学長 $TTL$ に対する前記光軸に沿った前記第4のレンズ群の移動距離 $D_2$ の比は、次の関係を満たす：

$$0.02 \leq D_2 / TTL \leq 0.35$$

項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目12]

前記第1のレンズ群、前記第2のレンズ群、前記第3のレンズ群、及び前記第4のレンズ群に含まれるレンズの総数 $N$ は、次の関係を満たす：

$$7 \leq N \leq 12$$

項目4又は5に記載のズームレンズ。

[項目13]

前記第1のレンズ群、前記第2のレンズ群、前記第3のレンズ群、及び前記第4のレンズ群に含まれる前記レンズの非球面の総数 $S$ は、次の関係を満たす：

$$N \leq S \leq 2N$$

項目12に記載のズームレンズ。

[項目14]

前記レンズは、特殊形状アパーチャを有するレンズである、項目1から5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[項目15]

前記特殊形状アパーチャを有するレンズのエッジ切削方向に沿った、前記特殊形状アパーチャを有するレンズの高さ $H$ は、次の関係を満たす：

$$4\text{ mm} \leq H \leq 6\text{ mm}$$

項目14に記載のズームレンズ。

[項目16]

前記ズームレンズは、プリズム及び／又はミラーリフレクタをさらに備え、前記プリズム及び／又は前記ミラーリフレクタは、前記物体側に面する前記第1のレンズ群の側に設置され、光線を前記第1のレンズ群に偏向するように構成されている、項目1から5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

[項目17]

10

20

30

40

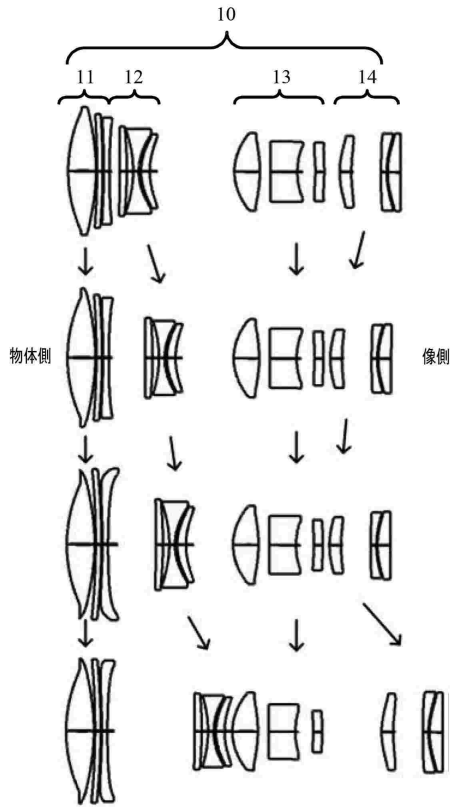
50

項目 1 から 1 6 のいずれか一項に記載のズームレンズを備えるカメラモジュール。  
[項目 1 8]  
項目 1 7 に記載のカメラモジュールを備える端末デバイス。

【図面】

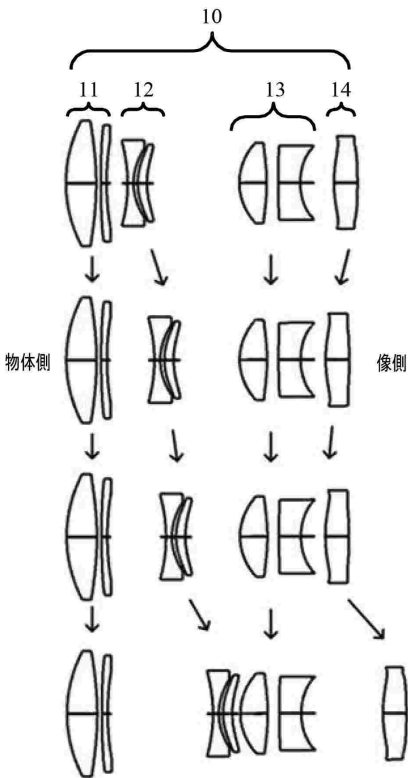
【図 1】

実施形態 1



【図 2】

実施形態 2



10

20

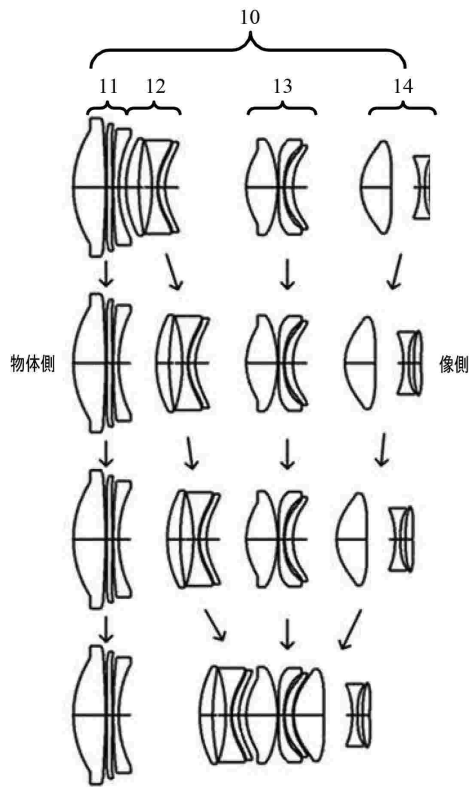
30

40

50

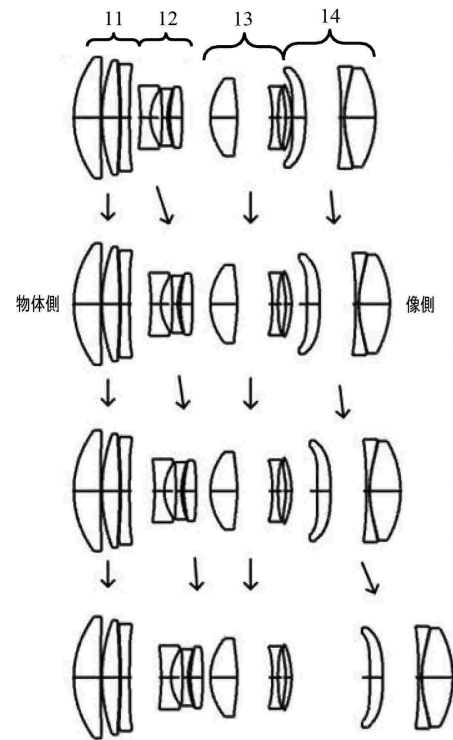
【図 3】

実施形態3



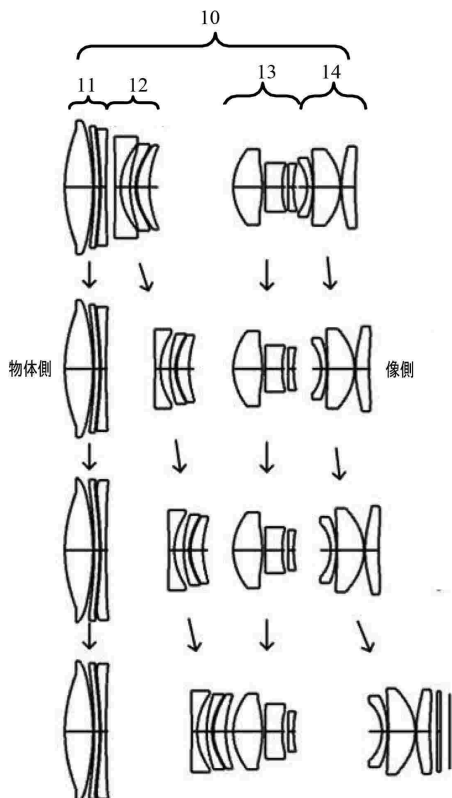
【図 4】

実施形態4



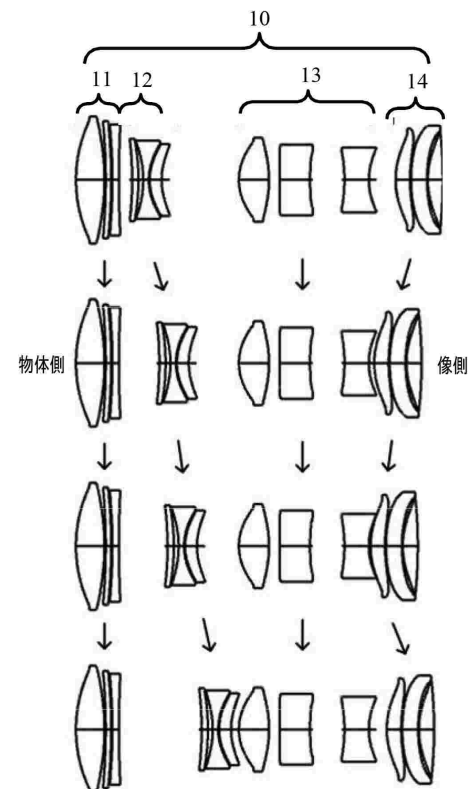
【図 5】

実施形態5



【図 6】

実施形態6



10

20

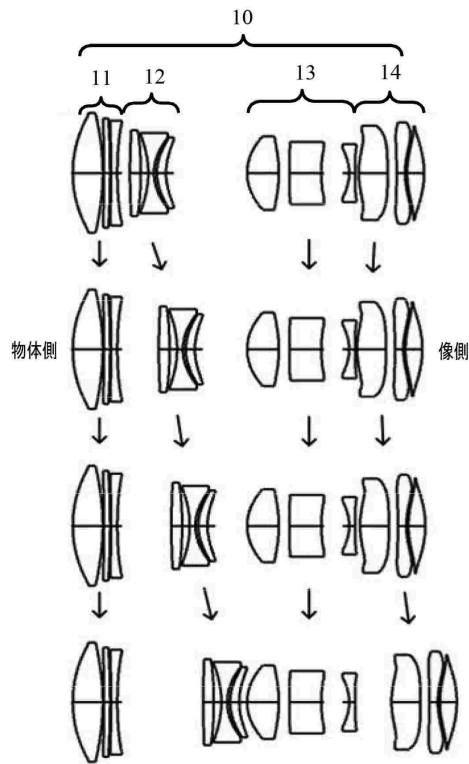
30

40

50

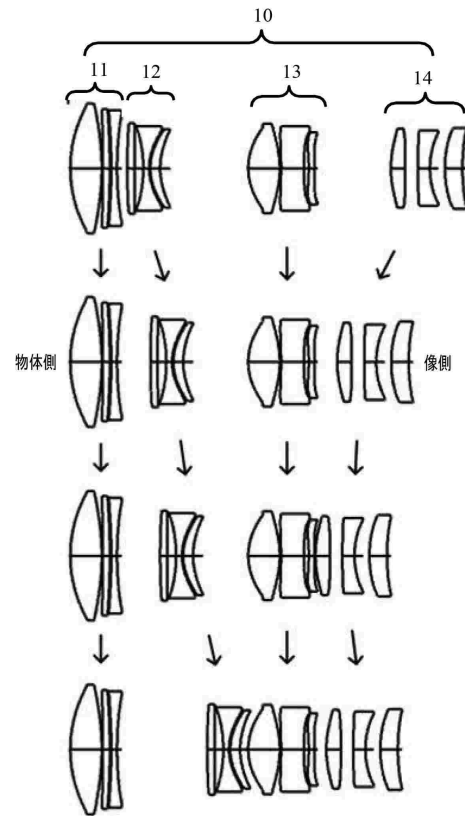
【図 7】

実施形態7



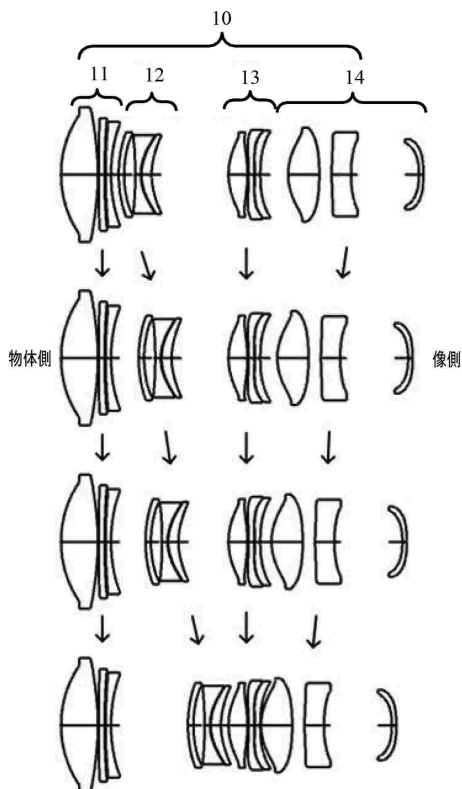
【図 8】

実施形態8



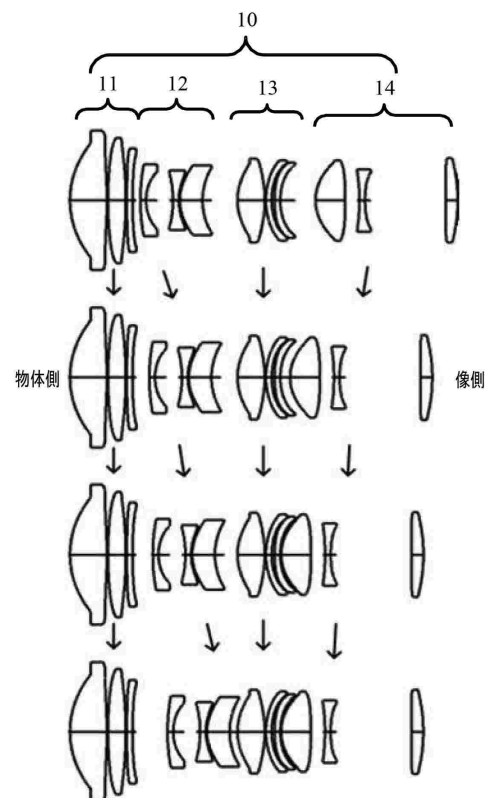
【図 9】

実施形態9



【図 10】

実施形態10



10

20

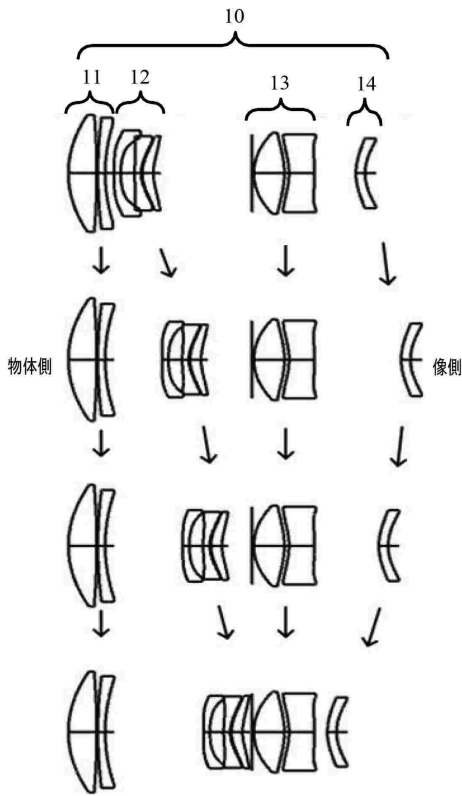
30

40

50

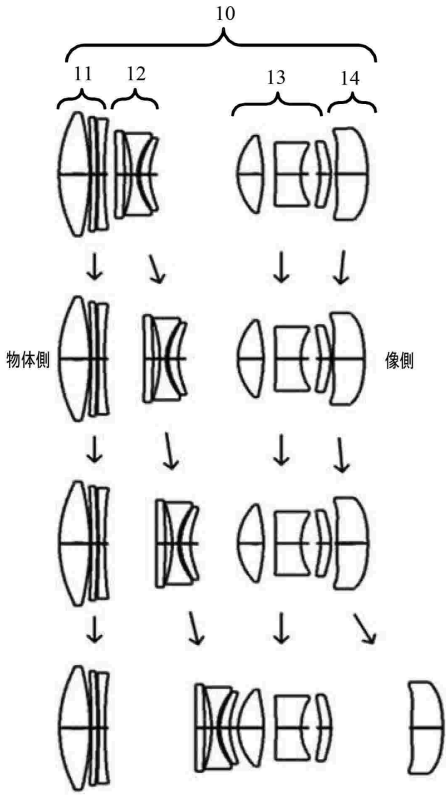
【図 1 1】

実施形態11



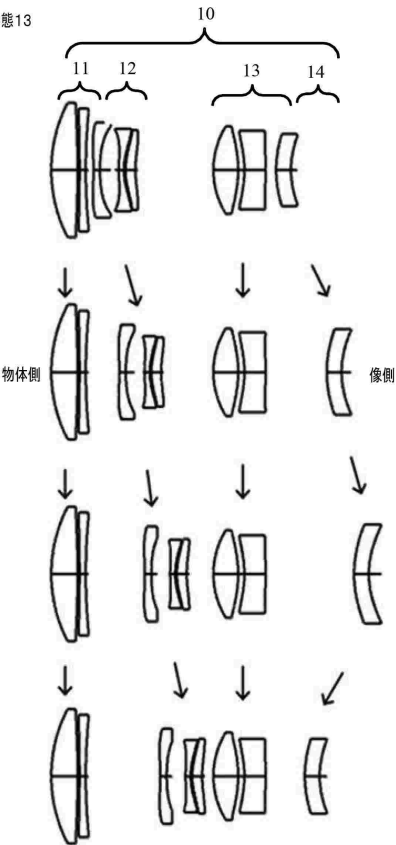
【図 1 2】

実施形態12



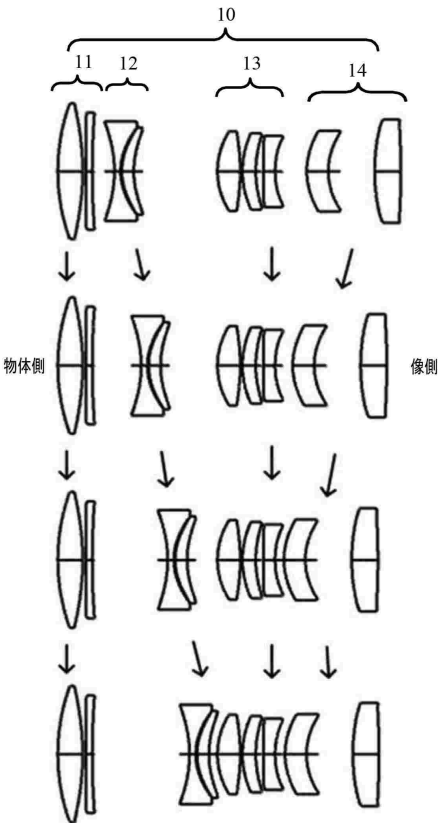
【図 1 3】

実施形態13



【図 1 4】

実施形態14



10

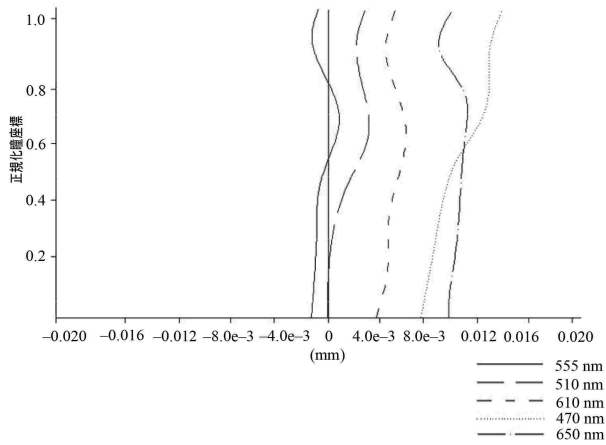
20

30

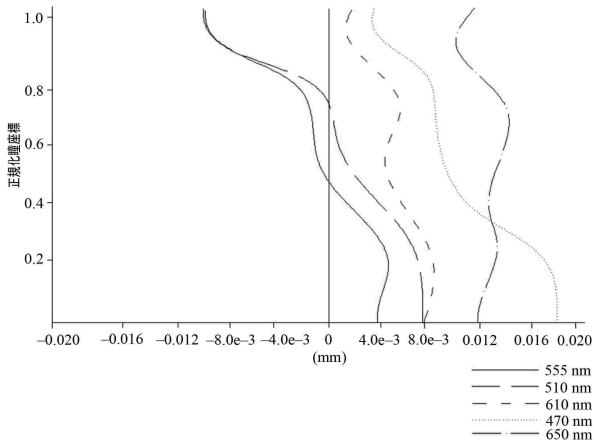
40

50

【図 1 5】

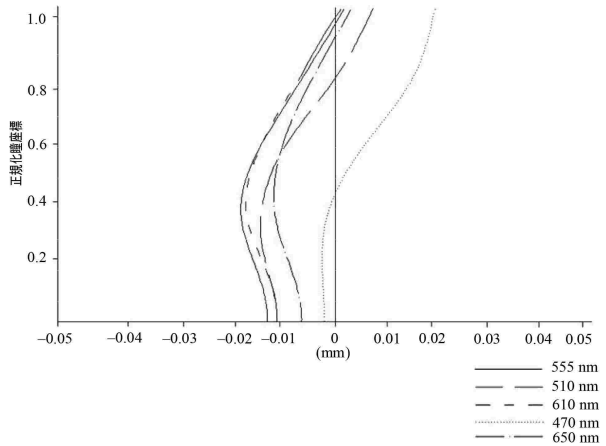


【図 1 6】

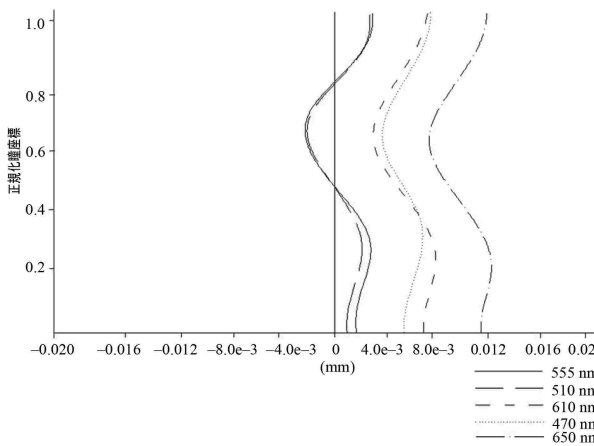


10

【図 1 7】

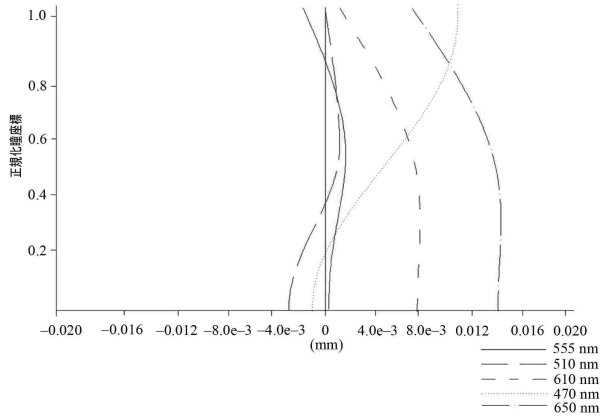


【図 1 8】

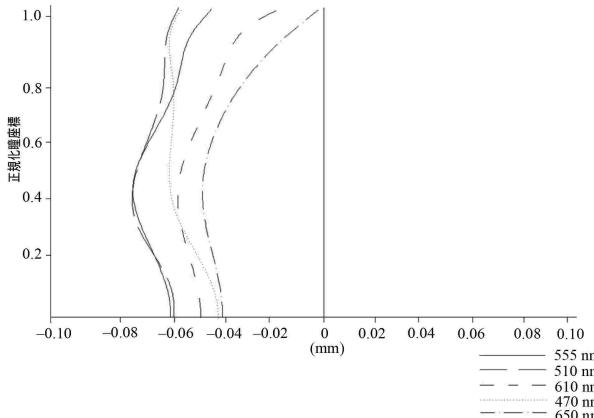


20

【図 1 9】



【図 2 0】

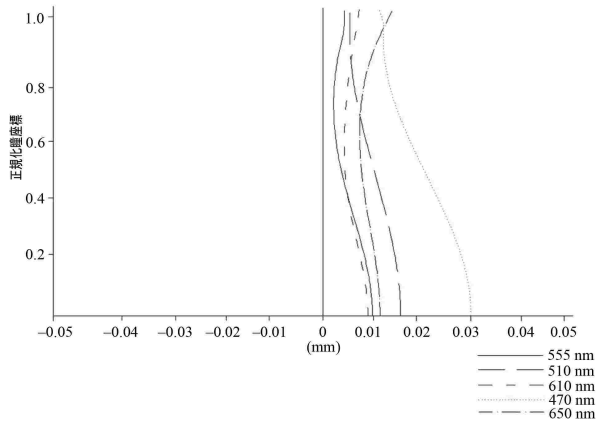


30

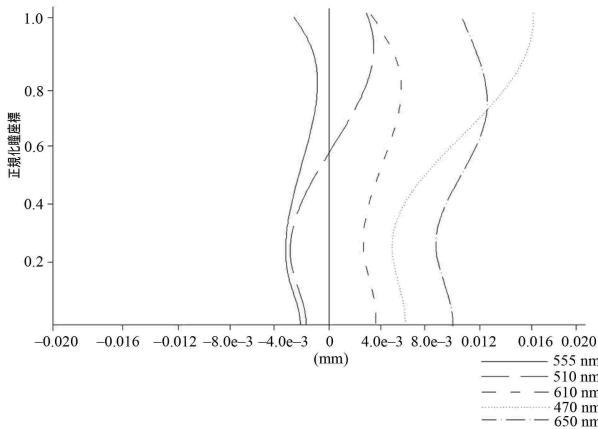
40

50

【図 2 1】

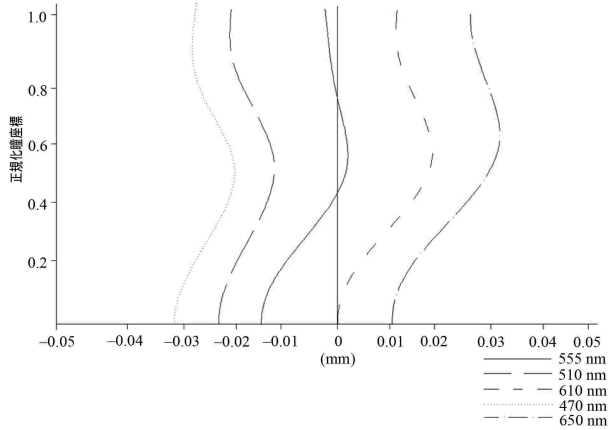


【図 2 2】

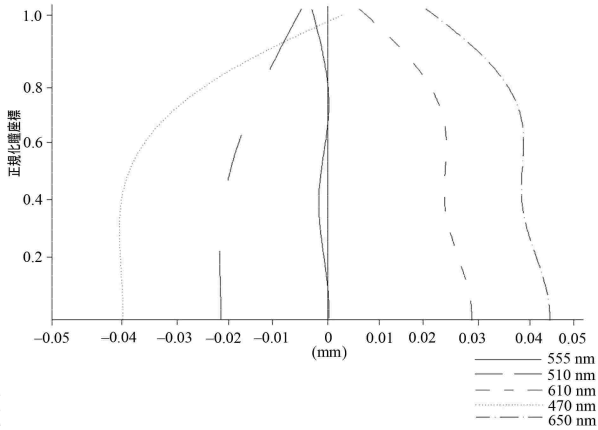


10

【図 2 3】



【図 2 4】



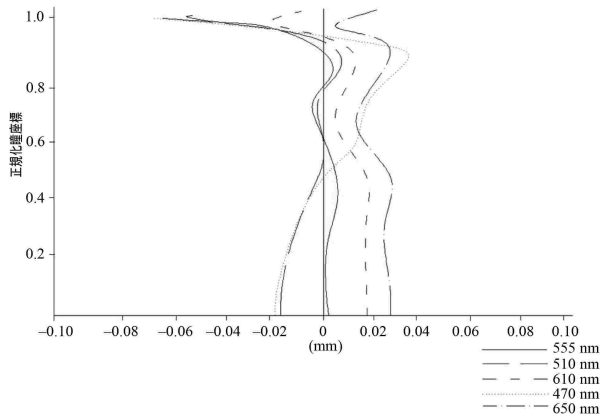
20

30

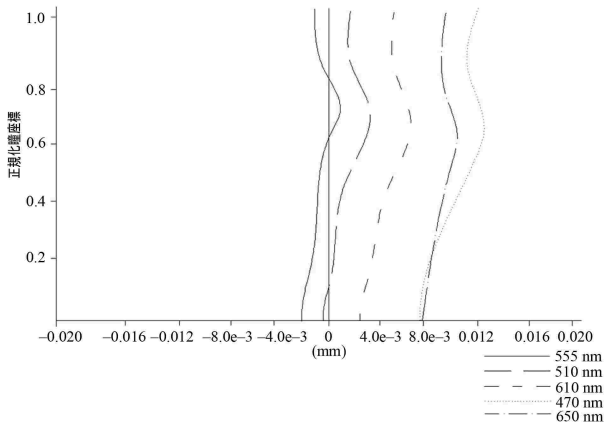
40

50

【図 2 5】

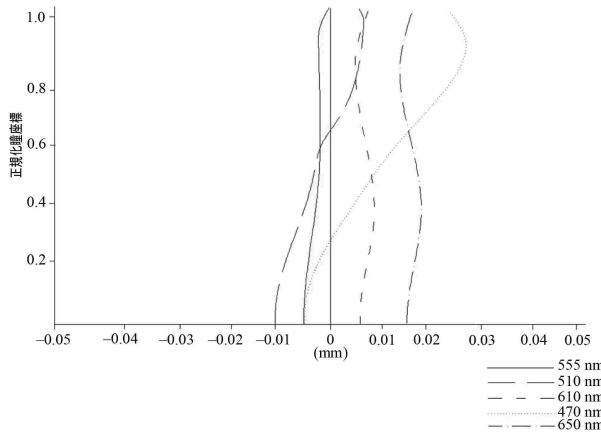


【図 2 6】

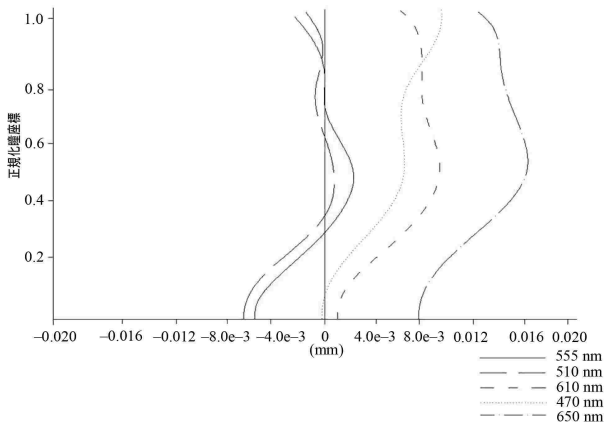


10

【図 2 7】

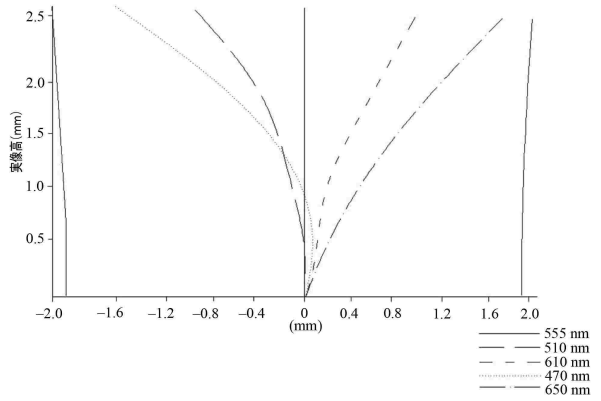


【図 2 8】

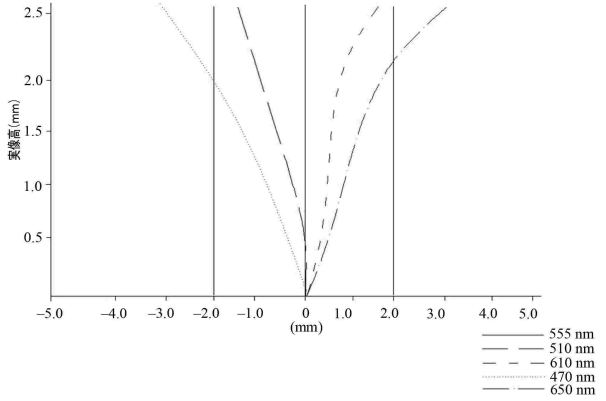


20

【図 2 9】



【図 3 0】

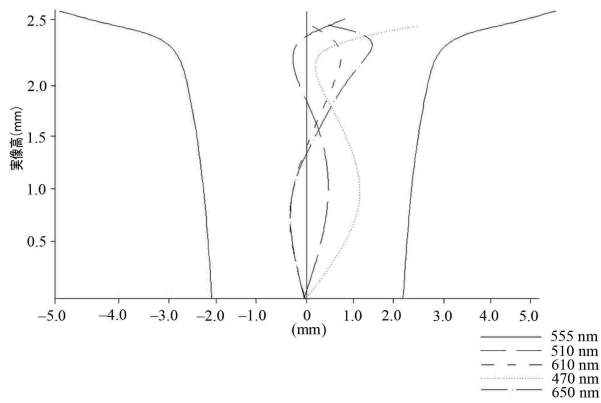


30

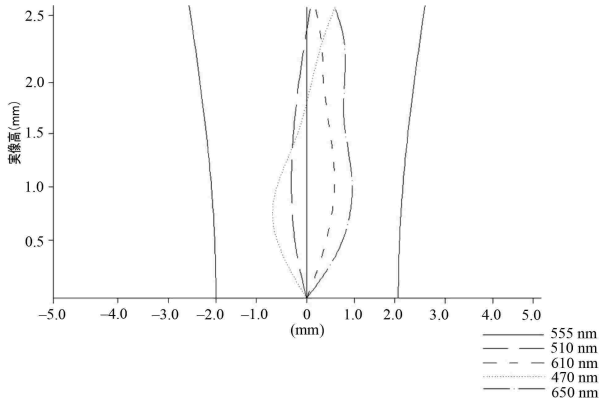
40

50

【図 3 1】

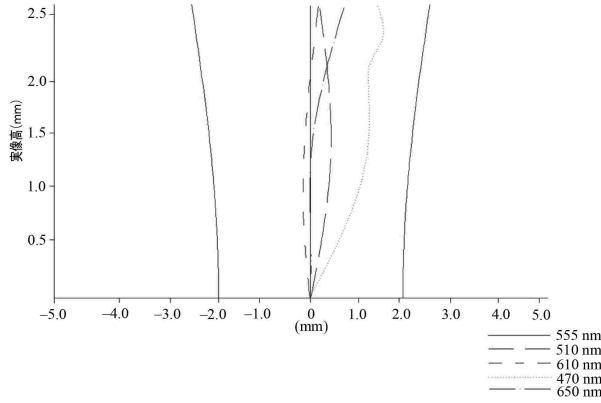


【図 3 2】

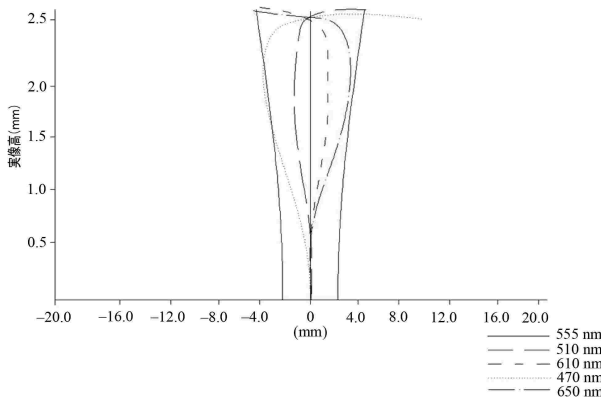


10

【図 3 3】

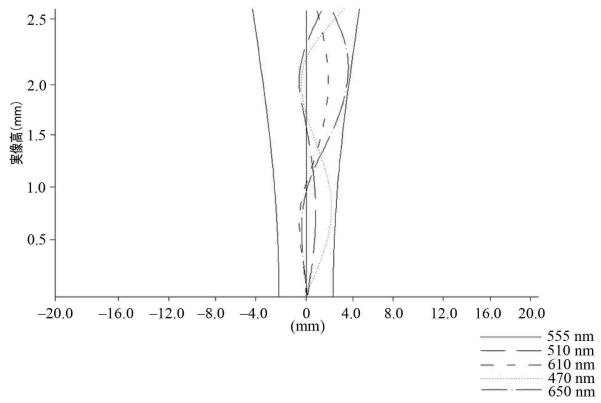


【図 3 4】

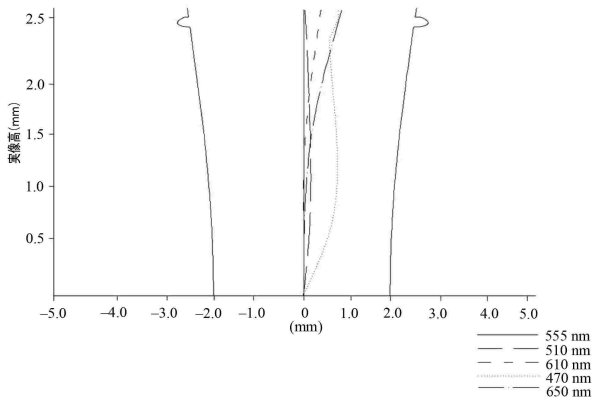


20

【図 3 5】



【図 3 6】

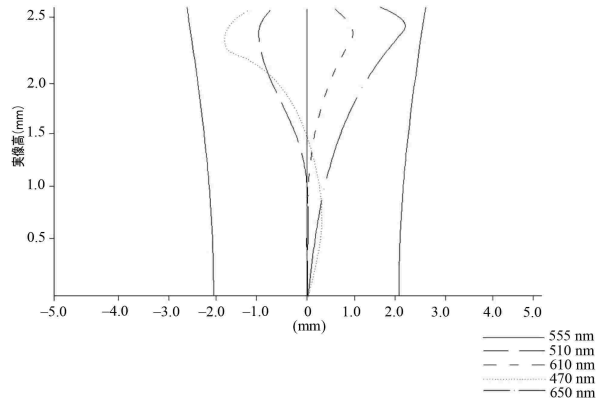


30

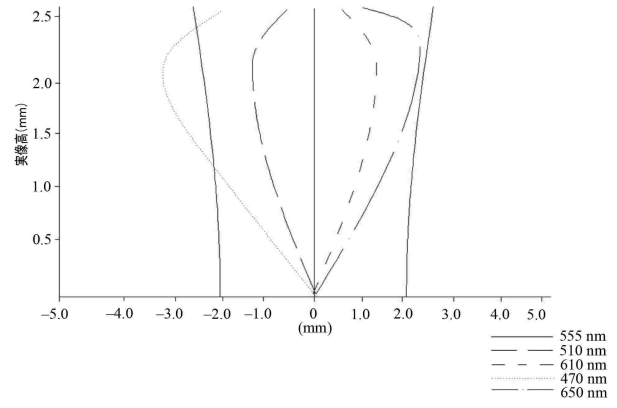
40

50

【図 3 7】

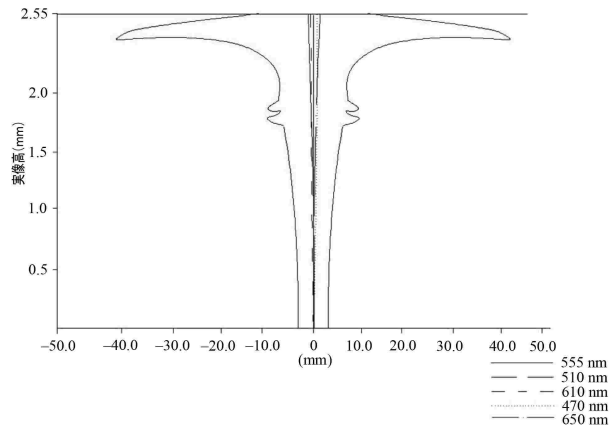


【図 3 8】

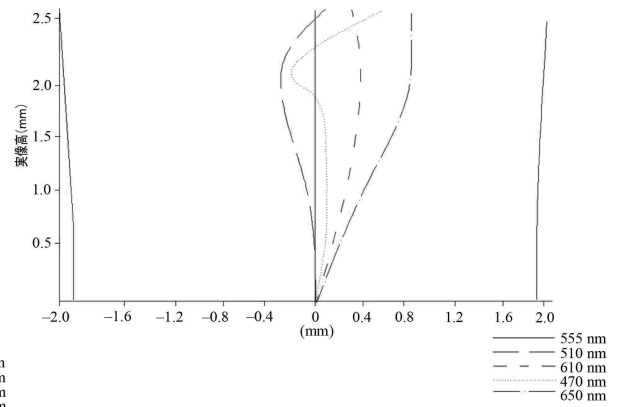


10

【図 3 9】

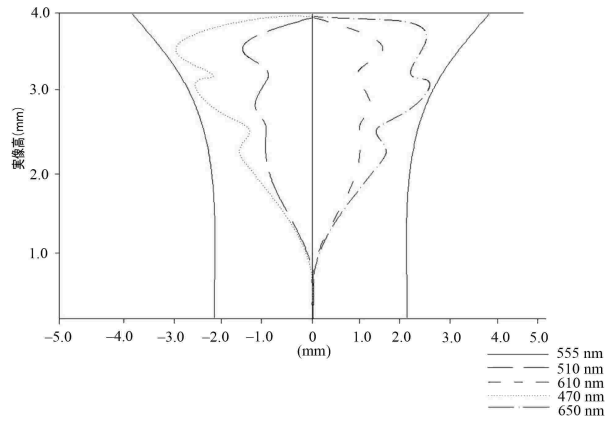


【図 4 0】

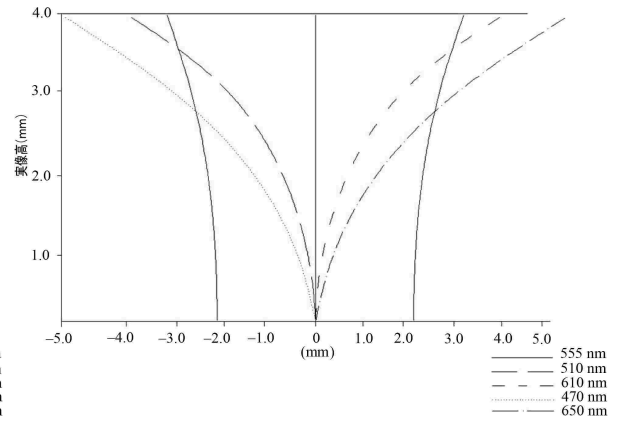


20

【図 4 1】



【図 4 2】

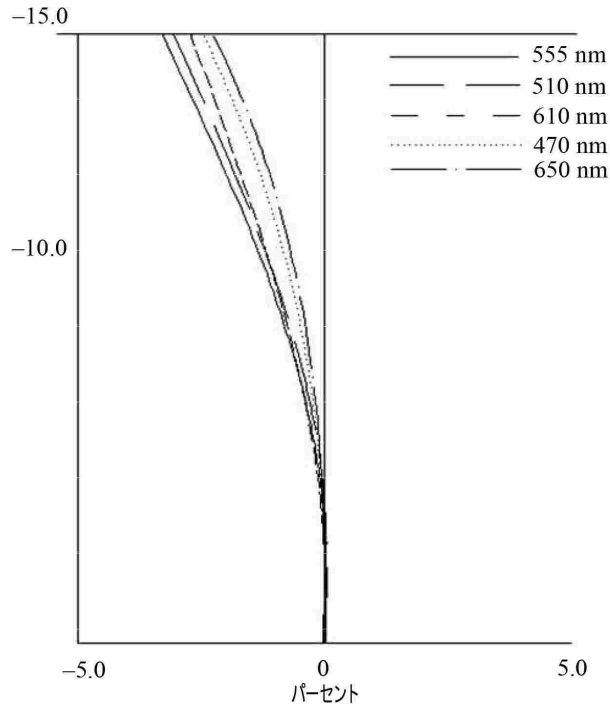


30

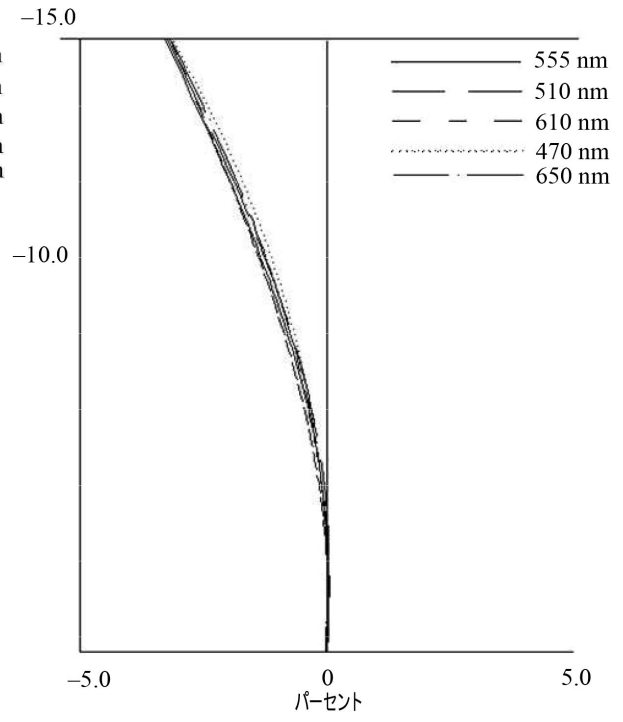
40

50

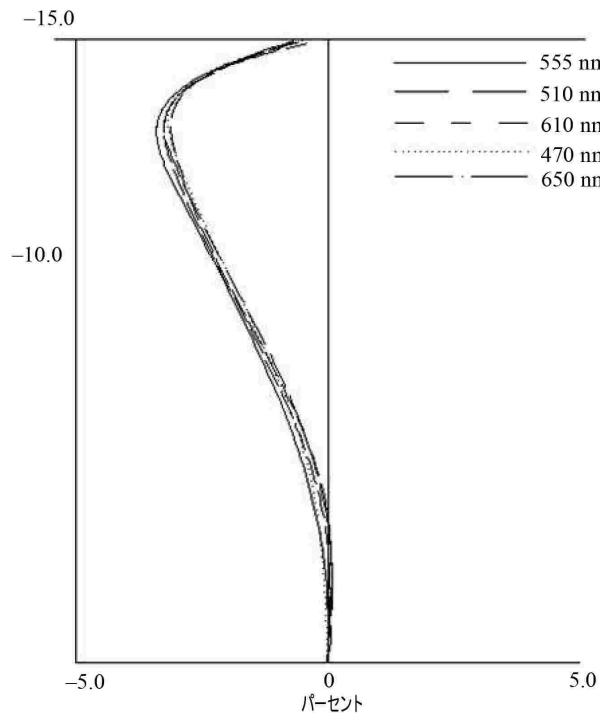
【図 4 3】



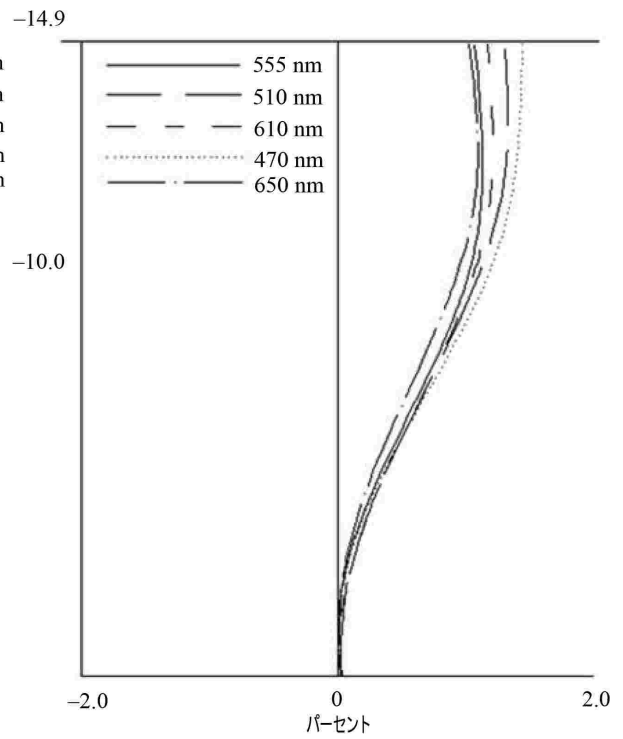
【図 4 4】



【図 4 5】



【図 4 6】



10

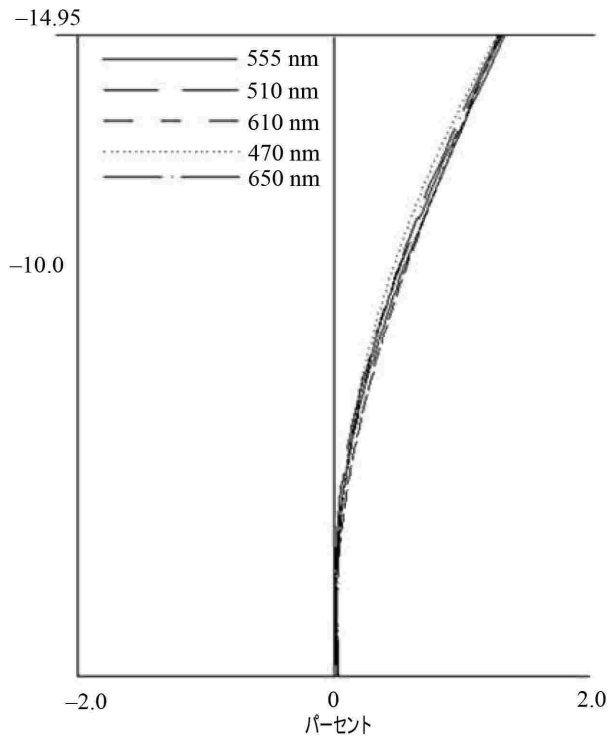
20

30

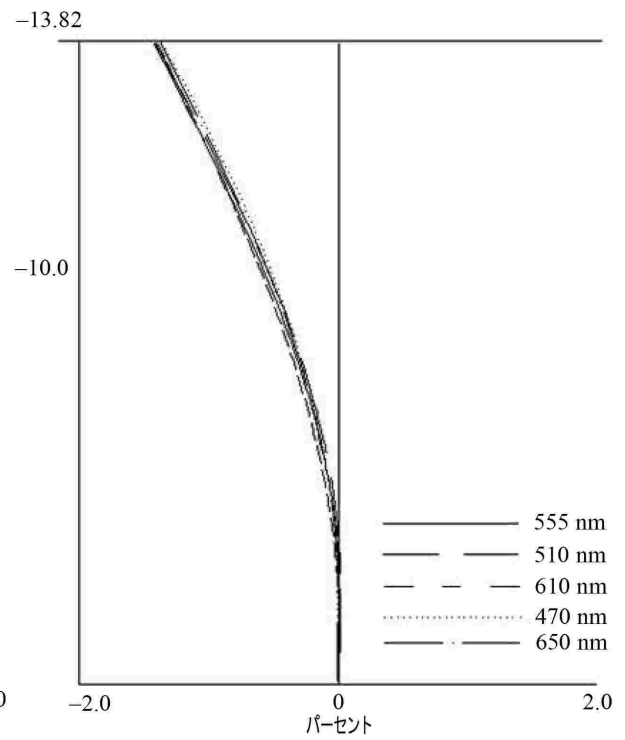
40

50

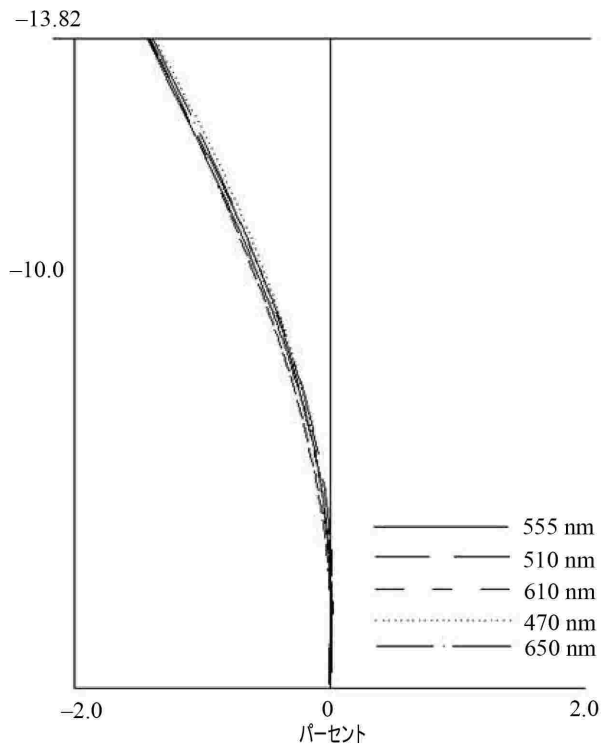
【図 4 7】



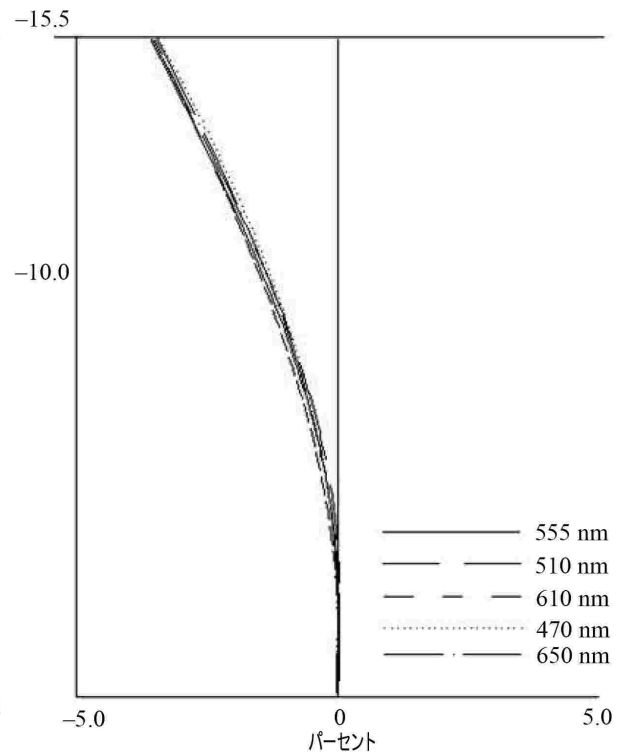
【図 4 8】



【図 4 9】



【図 5 0】



10

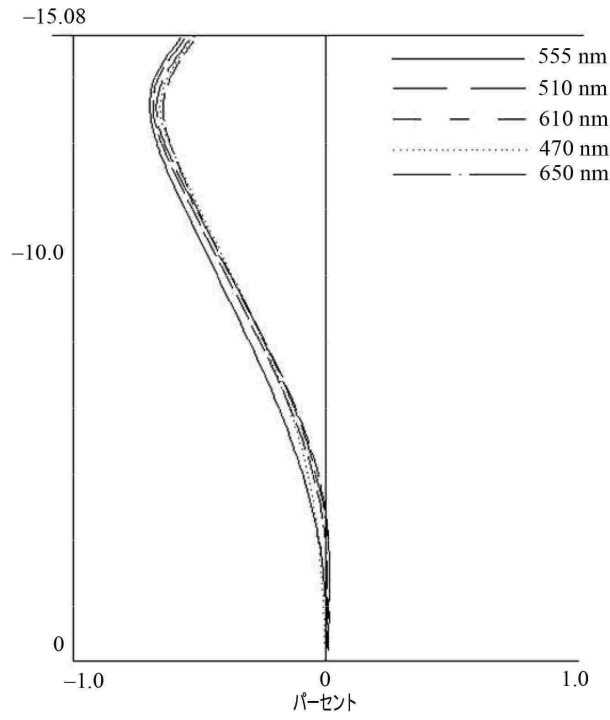
20

30

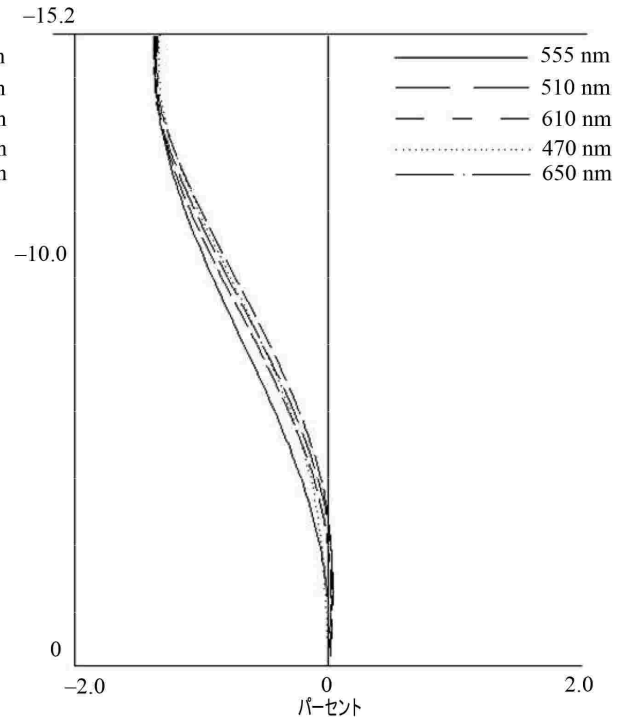
40

50

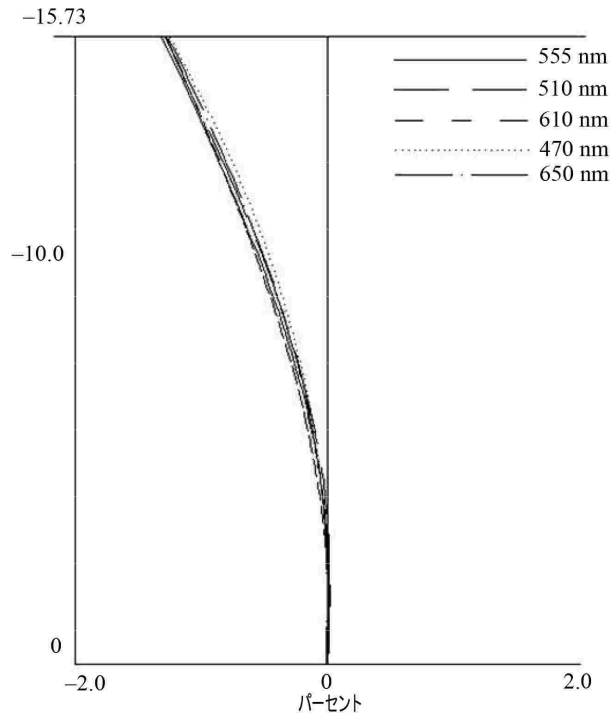
【図 5 1】



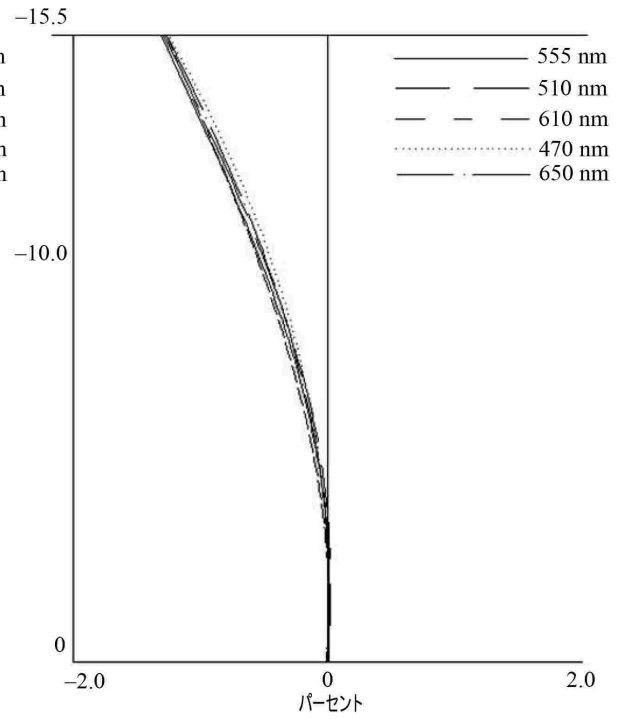
【図 5 2】



【図 5 3】



【図 5 4】



10

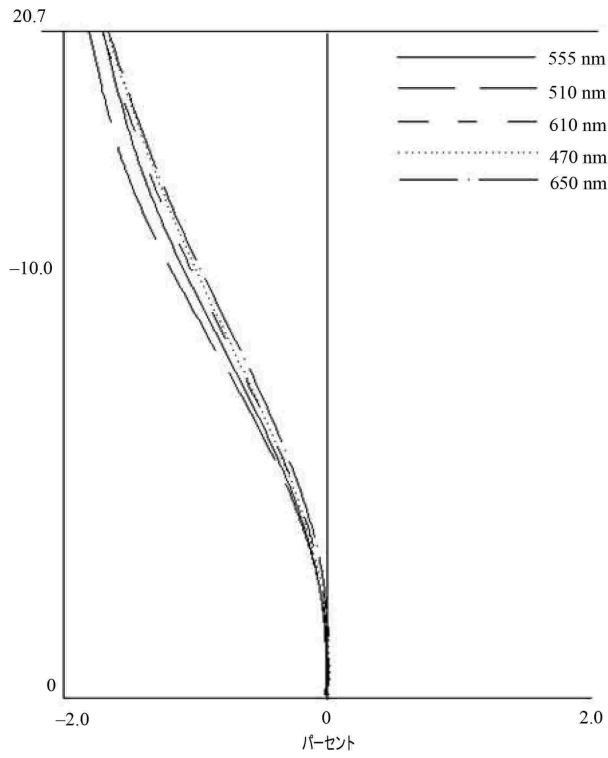
20

30

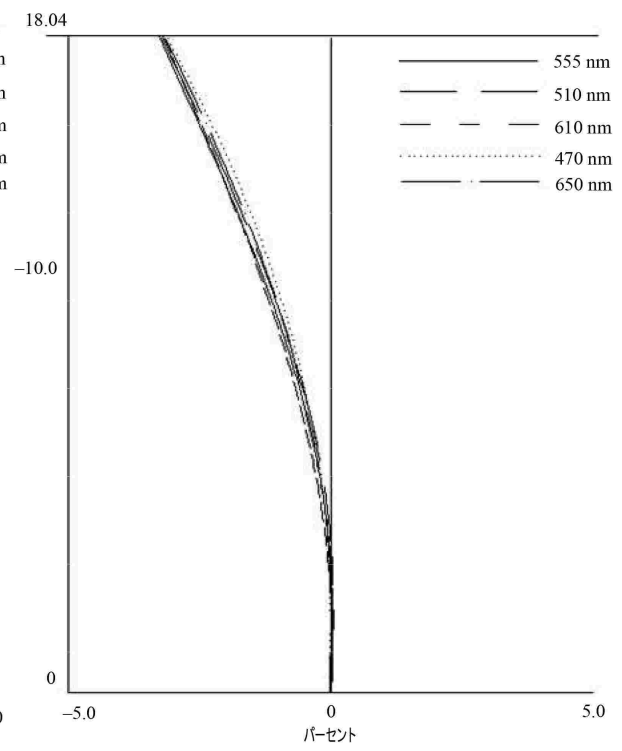
40

50

【図 5 5】



【図 5 6】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- ・ビルディング ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド内
- (72)発明者 ジョウ、シャオパン  
中華人民共和国・518129・グアンドン・シェンツェン・ロンガン・ディストリクト・バンティアン・(番地なし)・ホアウェイ・アドミニストレーション・ビルディング ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド内
- (72)発明者 リ、ジャンタオ  
中華人民共和国・518129・グアンドン・シェンツェン・ロンガン・ディストリクト・バンティアン・(番地なし)・ホアウェイ・アドミニストレーション・ビルディング ホアウェイ・テクノロジーズ・カンパニー・リミテッド内
- 審査官 瀬戸 息吹
- (56)参考文献 特開平05-093862 (JP, A)  
特開平06-230317 (JP, A)  
特開平06-324265 (JP, A)  
特開2003-107347 (JP, A)  
特開2005-309059 (JP, A)  
特開2007-328006 (JP, A)  
特開2009-237400 (JP, A)  
国際公開第2013/027364 (WO, A1)  
特開2016-118736 (JP, A)  
特開2016-118737 (JP, A)  
特開2020-086073 (JP, A)  
特開2020-160198 (JP, A)  
国際公開第2012/063711 (WO, A1)
- (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