

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6818531号
(P6818531)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和3年1月5日(2021.1.5)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 13/04	(2006.01)	GO2B 13/04	
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18	
GO2B 15/16	(2006.01)	GO2B 15/16	

D

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-235779 (P2016-235779)
(22) 出願日	平成28年12月5日 (2016.12.5)
(65) 公開番号	特開2018-92023 (P2018-92023A)
(43) 公開日	平成30年6月14日 (2018.6.14)
審査請求日	令和1年12月3日 (2019.12.3)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者	山崎 真司 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
審査官 堀井 康司	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像光学系及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、保護カバーと撮像部とを有する撮像光学系であって、

前記保護カバーは、樹脂から形成された1枚のレンズからなり、前記保護カバーの少なくとも1つのレンズ面は、頂点から周辺部にかけて形状が連続的に変化する非球面形状を有し、

前記非球面形状を有するレンズ面の有効径を $2 \times h_a$ とし、光軸からの高さ h_a における、前記非球面形状を有するレンズ面と、前記非球面形状を有するレンズ面の参照球面との光軸上における距離を $A S P s a g 1$ とし、前記保護カバーの光軸上における厚さを t_c とし、前記保護カバーの焦点距離を f_c とし、前記撮像部の焦点距離(但し、前記撮像部がズームレンズの場合は、広角端での焦点距離)を f_a として、

$$0.05 < | A S P s a g 1 / t_c | < 5.00$$

$$0.00 < | f_a / f_c | < 0.1000$$

$$0.6 < t_c / f_a < 4.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項 2】

前記保護カバーの有効径を E_c とし、前記撮像部の最も物体側のレンズ面の有効径を $E_g 1$ として、

$$1.0 < E_c / E_g 1 < 5.0$$

10

20

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 3】

前記保護カバーの物体側のレンズ面の近軸曲率半径および像側のレンズ面の近軸曲率半径をそれぞれ $c_r 1$ および $c_r 2$ として、

$$-2.0 < (c_r 1 - c_r 2) / (c_r 1 + c_r 2) < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像光学系。

【請求項 4】

前記非球面形状を有するレンズ面の光軸からの高さ $h_a / 2$ における前記非球面形状を有するレンズ面と、前記非球面形状を有するレンズ面の参照球面との光軸上における距離を $ASP_{sag} 0.5$ として、

$$4.0 < |ASP_{sag} 1 / ASP_{sag} 0.5| < 80.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載の撮像光学系。

【請求項 5】

請求項 1 乃至ないし請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の撮像光学系と、

前記撮像光学系によって形成された像を受光する像素子と、
を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

前記像素子の撮像面において光軸から最も離れた位置に入射する主光線の前記保護カバーにおける光路長を t_a として、

$$0.2 < t_c / t_a < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光入射側に保護カバーを設けた撮像光学系に関し、例えば監視カメラや車載カメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、監視カメラ用の撮像光学系には全系が小型で、しかも 1 台のカメラで広域範囲の撮影を行うことができるよう広画角であることが望まれている。小型で、広画角化が容易な撮像光学系として、最も物体側に負の屈折力のレンズ群が位置するネガティブリード型の撮像光学系が知られている（特許文献 1、2）。特許文献 1、2 では物体側から像側へ順に負の屈折力の第 1 レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第 2 レンズ群から構成され、ズーミングに際して第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が移動するズームレンズを開示している。

【0003】

また監視カメラには、降雨などの条件下でも良好に撮影できるよう、物体側のレンズ前面を透過性の保護カバーで覆いつつ、筐体により撮影レンズや回路基盤等を保護するようにしたボックス型の撮像装置が用いられている（特許文献 3）。特許文献 3 では、撮像光学系の物体側に窓部を設けて内部の撮像光学系を保護するようにした監視用の撮像装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-18009 号公報

【特許文献 2】特開 2015-82068 号公報

【特許文献 3】特開 2012-173330 号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】レンズ設計法 共立出版 松居吉哉著

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型の撮像光学系は、全系の小型化を図りつつ広画角化が比較的容易であり、監視カメラ用の撮像光学系として好適である。また最も物体側に内部の光学系を保護するための保護カバーを設け、ボックス型とする構成も監視カメラ等においては好適である。ネガティブリード型で最も物体側に保護カバーを有する撮像光学系において、全系の小型化を図りつつ広画角化を図ったときの歪曲収差が少なく高い光学性能を得るには、レンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。

【0007】

例えば広画角化を図ったときの歪曲収差の発生を少なくするには非球面形状のレンズを用い、そのときの非球面の非球面量を適切に設定すること等が重要になってくる。特許文献1、2のズームレンズは、ともに歪曲収差が最大50%程度となっており撮影により周辺部にかけて像の歪みが大きい。歪曲収差を補正するにはレンズ枚数を増やして補正する必要があり、そうすると全系が大型化する傾向がある。

【0008】

本発明は、例えば、小型、広画角、全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利な撮像光学系の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された、保護カバーと撮像部とを有する撮像光学系であって、

前記保護カバーは、樹脂から形成された1枚のレンズからなり、前記保護カバーの少なくとも1つのレンズ面は、頂点から周辺部にかけて形状が連続的に変化する非球面形状を有し、

前記非球面形状を有するレンズ面の有効径を $2 \times h_a$ とし、光軸からの高さ h_a における、前記非球面形状を有するレンズ面と、前記非球面形状を有するレンズ面の参照球面との光軸上における距離を $A S P s a g 1$ とし、前記保護カバーの光軸上における厚さを t_c とし、前記保護カバーの焦点距離を f_c とし、前記撮像部の焦点距離（但し、前記撮像部がズームレンズの場合は、広角端での焦点距離）を f_a として、

$$\begin{aligned} 0.05 < | A S P s a g 1 / t_c | &< 5.00 \\ 0.00 < | f_a / f_c | &< 0.1000 \\ 0.6 < t_c / f_a &< 4.0 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例えば、小型、広画角、全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利な撮像光学系の提供ができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】(A)、(B) 本発明の撮像装置の要部断面図と要部正面図

【図2】本発明の撮像光学系の実施例1のレンズの断面図

【図3】本発明の撮像光学系の実施例1の諸収差図

【図4】(A)、(B) 本発明の撮像光学系の実施例2の広角端、望遠端におけるレンズ断面図

【図5】(A)、(B)、(C) 本発明の撮像光学系の実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【図6】本発明の撮像光学系の実施例2の最大像高に入射する光束の説明図

【図7】本発明に係る非球面形状の非球面量の説明図

【図8】本実施例の撮像装置の要部概略図

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の撮像光学系及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された、保護カバーと撮像部を有する。保護カバーは樹脂から形成された1枚のレンズよりなり、保護カバーの少なくとも1つのレンズ面はレンズ面頂点から周辺部にかけて形状が連続的に変化する非球面形状のレンズ面である。

【0013】

本発明の撮像装置に用いる撮像光学系は保護カバーと撮像部を有し、全系が小型でありながら広画角化を実現しつつも歪曲収差が良好に補正されている。保護カバーが撮像部を保護するとともに歪曲収差を補正する役割を果たしている。

10

【0014】

図1(A)、(B)は本発明の撮像装置の要部断面図と要部正面図である。図1(A)、(B)において4は撮像装置である。L0は撮像光学系であり、保護カバー1と撮像部5を有している。2は筐体であり、内部に撮像光学系L0、撮像素子6、信号処理部3等が収納されている。保護カバー1と撮像部5よりなる撮像光学系を通過した光束によって撮像素子(固体撮像素子)6上に物体像が形成される。撮像素子6によって光電変換された物体像に関する信号は信号処理部3によって画像処理される。

【0015】

図2は本発明の撮像光学系の実施例1のレンズ断面図である。図3は本発明の撮像光学系の実施例1の諸収差図である。図4(A)、(B)は本発明の撮像光学系の実施例2の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図5(A)、(B)、(C)は本発明の撮像光学系の実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図である。実施例2の撮像光学系はズームレンズよりなっている。図6は本発明の撮像光学系において最大像高に入射する光束の説明図である。図7は本発明に係る非球面形状の非球面量の説明図である。図8は本発明の撮像装置の要部概略図である。

20

【0016】

本発明の撮像光学系L0は、保護カバー1と撮像部5を有する。保護カバー1の少なくとも1つのレンズ面を非球面形状として歪曲収差の補正を効果的に行っている。撮像光学系の広画角化を行う一つの手段として、歪曲収差を許容することにより撮像画角を確保するものがあり一般に魚眼レンズと呼ばれるものがこれに相当している。これは歪曲収差の補正負荷を緩和するという観点においては、レンズの有効径やレンズの構成レンズ枚数を減らすことができるため、全系の小型化には有利となる。

30

【0017】

その反面、広画角系としたときに負の歪曲収差が多く発生し、負の歪曲収差が残存する。特に像高が高くなるほど歪曲収差が多く残存する。このため、これが原因で画像としては周辺へ行くほど圧縮される。例えば撮像光学系に歪曲収差が多く残存していると撮像画像は直線が曲線に、円形が歪んだ橢円となる現象が発生し、この影響が大きいほど被写体の正確な認識が難しくなる。

【0018】

一方、監視カメラにおいてはレンズ前面に保護カバーを配置したボックスタイプの撮像装置が多く用いられている。これは、外部からの攻撃や雨などの環境下でも正常に撮像装置としての作動が可能となるように、レンズや内部の構成部品を保護するためである。この保護カバーには、攻撃性を考慮しプラスチック(樹脂材)を使用しており、多くの場合、両レンズ面とも平面(曲率半径は0)としている。

40

【0019】

本発明の撮像光学系は、このような歪曲収差の課題を鑑みつつ、保護カバーを有するボックスタイプの構成を有効に利用することにより、全系の小型化を図りつつ、歪曲収差を良好に補正している。具体的には、保護カバーを撮像光学系のレンズ構成の一部としつつ、保護カバーの少なくとも1面に非球面効果を持たせて歪曲収差を良好に補正している。

【0020】

50

本発明の撮像装置は、保護カバー1と撮像部5とにより形成された像を受光する撮像素子6を有している。撮像素子6としては、例えばCCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等である。

【0021】

保護カバー1の非球面形状のレンズ面の有効径を $2 \times h_a$ とするとき、光軸からの高さ h_a における非球面形状のレンズ面と非球面形状のレンズ面の参照球面との光軸方向の距離をASPsag1とする。保護カバー1の光軸上の厚さを t_c とする。このとき、
 $0.05 < |ASPsag1 / t_c| < 5.00 \dots (1)$
 なる条件式を満足する。条件式(1)におけるASPsag1はサグ量である。

【0022】

図7は非球面のサグ量の説明図である。図7において非球面21の有効径を $2 \times h_a$ とする。サグ量ASPsag1は、光軸23からの高さ h_a における近軸曲率による曲面(参照球面)22の位置 $22h_a$ と非球面形状の曲面(非球面)21の位置 $21h_a$ との光軸方向の差分量に相当する。

【0023】

ASPsag0.5は光線最大有効径 $2 \times h_a$ の非球面の光軸からの高さの0.5割の高さ $h_{0.5}$ での非球面21と参照球面22との差分量である。非球面21の参照球面22からの乖離方向が参照球面22に対して媒質を盛る方向を正の非球面量、媒質を削る方向を負の非球面量とする。図7に示す非球面21の非球面量は正である。

【0024】

広画角レンズは一般に負の屈折力のレンズ群が先行となる所謂ネガティブリードを採用し広画角化としつつ緒収差を補正している。ただし、広画角化するほど歪曲収差が多く発生しやすくなり、歪曲収差としては多くの場合、収差図においてマイナス方向に発生し樽型傾向の歪みが発生する。像高が高くなるほど(撮像画角が大きくなるほど)歪曲収差は大きくなりやすくなる。このため、歪曲収差の補正方法としては、なるべく周辺光束が光軸から離れる位置で補正するのが良い。

【0025】

本発明においては、最も物体側に設置される保護カバー1で歪曲収差を補正しており、保護カバー1の少なくとも一面を非球面形状としている。この非球面形状の非球面量を適正に設定することにより歪曲収差を良好に補正している。

【0026】

条件式(1)は非球面の参照球面からの変位量を規定し、主に歪曲収差を適切に補正するための数値範囲を定めている。条件式(1)の上限を超えると、撮像光学系5においてマイナス側に発生している歪曲収差の補正が過剰になってしまい、全体としてプラス側へ歪曲収差が多く発生してくるため好ましくない。条件式(1)の下限を超えると、歪曲収差を補正する効果が少なくなってしまうので好ましくない。保護カバー1は、耐性の観点から割れやすいガラスではなくPMMAまたはPCのようなプラスチック材料が良い。

【0027】

本発明によれば以上のような構成により、保護カバー1に歪曲収差の補正に適した非球面形状を持たせることにより、歪曲収差を良好に補正している。保護カバーの外形状としては、円形だけではなく角型や円形を一部切断した形状等、撮像素子に受光される光線有効径を蹴らない範囲において任意に決定しても良い。

【0028】

本発明の目的とする撮像光学系は、以上のような構成を満足することにより実現される。また、さらに好ましくは次の諸条件のうちの1つ以上を満足するのが良い。

【0029】

保護カバー1の焦点距離を f_c 、撮像部5の焦点距離(但し撮像光学系L0がズームレンズのときは広角端における撮像部5の焦点距離)を f_a とする。保護カバー1の有効径を E_c 、撮像部5の最も物体側のレンズ面の有効径を E_g1 とする。保護カバー1の物体側のレンズ面と像側のレンズ面の近軸曲率半径を各々 c_r1 、 c_r2 とする。保護カバー

10

20

30

40

50

1の非球面形状のレンズ面の光軸からの高さ $h_a / 2$ における非球面形状のレンズ面と、非球面形状のレンズ面の参照球面との光軸方向の距離を $A S P s a g 0 . 5$ とする。

【0030】

撮像光学系 L_0 と、撮像光学系 L_0 によって形成される像を受光する撮像素子を有する撮像装置において、撮像素子の撮像面において光軸から最も離れた位置に入射する主光線が保護カバー1を通過するときの光路長を t_a とする。

【0031】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

0 . 0 0 < f_a / f_c < 0 . 2 5	· · · (2)	
1 . 0 < $E_c / E_g 1$ < 5 . 0	· · · (3)	10
0 . 4 < t_c / f_a < 4 . 0	· · · (4)	
- 2 . 0 < ($c_r 1 - c_r 2$) / ($c_r 1 + c_r 2$) < 1 . 5	· · · (5)	
4 . 0 < $A S P s a g 1 / A S P s a g 0 . 5$ < 8 0 . 0	· · · (6)	
0 . 2 < t_c / t_a < 1 . 5	· · · (7)	

【0032】

条件式(2)は、保護カバー1の焦点距離(光学的パワー)を規定している。撮像部5の焦点距離に比べて保護カバー1の焦点距離は一定の範囲で大きくなるように設定している。これは、樹脂系の材料はガラスに比べて温度による屈折率変化の影響を受けやすいためである。

【0033】

条件式(2)の上限を超えると、保護カバー1の焦点距離を短く(屈折力自体を大きく)することになるため、温度変化による屈折率の変化による焦点距離変化によりピントズレが大きくなる。この結果、解像が低下してくるため好ましくない。条件式(2)の下限値は0.00としているが、これは保護カバー1の焦点距離としてはとなり、非球面形状としての $s a g$ 量を設定することで歪曲収差を補正すれば良い。

【0034】

条件式(3)は、保護カバー1と撮像部5の光線有効径の関係について規定している。例えば、非特許文献1のP87に示されるように、3次の歪曲収差係数 V は主光線近軸高さの3乗に比例する。そのため歪曲収差を効果的に補正するには、保護カバー1において軸上と軸外の光束がなるべく広がる位置が良い。

【0035】

条件式(3)のパラメータ E_c 、 $E_g 1$ は図6に示すように、有効径 E_c は保護カバー1の(最大像高に結像する)光線有効径を指し、有効径 $E_g 1$ は撮像部5の最も物体側に位置するレンズの光線最大有効径を指す。条件式(3)の上限を超えて、保護カバー1の有効径が大きくなると撮像装置としての小型化が困難になる。条件式(3)の下限を超えて、保護カバー1の有効径が小さくなると歪曲収差の補正が困難となるため好ましくない。

【0036】

条件式(4)は、保護カバー1の厚み(光軸上の厚さ)に関する。条件式(4)の上限を超えて、保護カバー1の厚みが大きくなりすぎると撮像光学系 L_0 の小型化が困難になる。条件式(4)の下限を超えて、保護カバー1の厚みが小さくなりすぎると堅牢性等の保護カバーとしての役割が低下してくるため好ましくない。

【0037】

条件式(5)は、保護カバー1の外形状に関し、主に歪曲収差を良好に補正するためのものである。条件式(5)の上限を超えると、保護カバー1の外形状としては、物体側に凸となる像側の面の曲率が強いメニスカス形状、もしくは像側の面の曲率が強い両凹形状となる。そうすると歪曲収差が多く発生する、もしくは補正量が過剰となるため良くない。条件式(5)の下限を超えると、保護カバー1の外形状としては、物体側の面の曲率が強い(曲率半径が小さい)両凹形状、もしくは物体側の面の曲率が強い両凸形状となる。そうすると歪曲収差が多く発生する、もしくは補正量が過剰となるため良くない。

10

20

30

40

50

【0038】

条件式(6)は、保護カバー1における非球面形状の非球面量を規定している。条件式(6)の距離 $ASP_{sag0.5}$ は、光軸23からの近軸曲率のみによる曲面22と非球面形状も合わせた実際の曲面(非球面)21との光軸方向の差分に関し、光線最大有効径(高さ h_a)の $1/2$ となる高さ $h_a/2$ におけるサグ量である。

【0039】

歪曲収差は一般に像高が高くなるほどその発生量は大きくなるため、保護カバー1の像高に応じた光束通過位置で補正効果のバランスを持たせる必要がある。ここでは、保護カバー1の光軸23からの距離(高さ)が大きくなるほど非球面としての補正量(sag 量)を多く持たせることになる。条件式(6)では最外光束の有効径の位置と最外光束の有効径の $1/2$ の位置における変位量(sag 量)の関係を規定している。10

【0040】

条件式(6)の上限を超えると、最大像高での非球面の変位量(sag 量)が大きくなりすぎてしまい、非球面による補正に関して歪みの急激な変化が発生してしまい好ましくない。条件式(6)の下限を超えると、周辺部の歪曲収差の補正量が不足することになるため好ましくない。図6で示すように、光路長 t_a は撮像素子の撮像面の光軸から最も離れた位置(最大像高)に入射する軸外光束の主光線の保護カバー1内の光路に関する。ここで主光線は開口絞りSPの中心を通過する光線である。

【0041】

条件式(7)は、保護カバー1における光軸上の厚さと軸外光束の光路長(厚み)に関する条件を規定している。保護カバー1は樹脂より構成しているため、その成形性や攻撃による保護を目的とした堅牢性の条件を考慮する必要がある。条件式(7)の上限を超えると、周辺部の厚みが薄くなり保護カバー1の筐体への固定強度が落ちてしまうため、堅牢性が低下してくる。条件式(7)の下限を超えると、保護カバー1の中心部の厚みが薄くなることによる保護カバー1としての堅牢性が低下してくる。20

【0042】

更に好ましくは、条件式(1)乃至(7)の数値範囲に関しては、以下のごとく設定すると好ましい。

$$0.10 < |ASP_{sag1} / t_c| < 3.0 \quad \dots (1a)$$

$$0.001 < |f_a / f_c| < 0.15 \quad \dots (2a)$$

$$1.4 < E_c / E_g 1 < 4.0 \quad \dots (3a)$$

$$0.5 < t_c / f_a < 2.9 \quad \dots (4a)$$

$$-1.5 < (c_r1 - c_r2) / (c_r1 + c_r2) < 1.0 \quad \dots (5a)$$

$$8.0 < |ASP_{sag1} / ASP_{sag0.5}| < 50.0 \quad \dots (6a)$$

$$0.3 < t_c / t_a < 1.4 \quad \dots (7a)$$

【0043】

また、更に好ましくは条件式(1a)乃至(7a)に関しては、以下のごとく設定するのが良い。

$$0.25 < |ASP_{sag1} / t_c| < 2.00 \quad \dots (1b)$$

$$0.0015 < |f_a / f_c| < 0.1000 \quad \dots (2b)$$

$$1.5 < E_c / E_g 1 < 3.0 \quad \dots (3b)$$

$$0.6 < t_c / f_a < 2.0 \quad \dots (4b)$$

$$-1.0 < (c_r1 - c_r2) / (c_r1 + c_r2) < 0.5 \quad \dots (5b)$$

$$9.0 < |ASP_{sag1} / ASP_{sag0.5}| < 35.0 \quad \dots (6b)$$

$$0.4 < t_c / t_a < 1.3 \quad \dots (7b)$$

【0044】

以下、各実施例の撮像光学系について説明する。図2は本発明の撮像光学系の実施例1の要部概略図である。図2においてL0は撮像光学系である。図2において1は保護カバーである。5は単焦点距離からなる撮像部である。保護カバー1は物体側に凸面を向けた非球面形状のレンズ面を有する非球面レンズCG1により成っている。非球面を採用する40

10

20

30

40

50

ことにより、歪曲収差を効果的に補正している。非球面レンズ CG 1 は、保護カバー用レンズとして撮像装置 4 の筐体 2 内部で撮像部 5 が直接外部環境に触れない構成としている。

【 0 0 4 5 】

撮像部 5 は、レンズ G 1 1 乃至レンズ G 1 1 0 レンズによりなる単焦点距離のレンズとして構成している。G はフェースプレート等のガラスブロックである。IP は像面であり、撮像素子の撮像面が位置する。各レンズの形状、間隔、およびガラス材料を適切に設定することにより高い光学性能を得ている。

【 0 0 4 6 】

図 4 (A)、(B)は本発明の撮像光学系 L 0 の実施例 2 の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図 4 において 1 は保護カバーである。実施例 2 の撮像部 5 は、ズームレンズからなる。保護カバー 1 は、物体側に凸面を向けた非球面形状のレンズ面を有する非球面レンズ CG 1 により成っている。撮像部 5 は物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 よりなる。広角端から望遠端へのズーミングに際して矢印の如く第 1 レンズ群 L 1 は像側へ移動し、第 2 レンズ群 L 2 は物体側へ移動する。G はフェースプレート等のガラスブロックである。

【 0 0 4 7 】

IP は像面であり、撮像素子の撮像面が位置する。第 1 レンズ群 L 1 は、レンズ G 2 1 乃至レンズ G 2 3 までの 3 枚のレンズで構成している。第 2 レンズ群 L 2 は、レンズ G 3 1 乃至レンズ G 3 5 までの 5 枚のレンズで構成している。

【 0 0 4 8 】

本実施例の撮像部 5 は、第 1 レンズ群 L 1 が負の屈折力、第 2 レンズ群 L 2 が正の屈折力とした 2 群ズームレンズより構成しているが、この構成に限定されず、レンズ群の数やズーミングに際しての移動条件を適宜設定したズームレンズより構成しても良い。

【 0 0 4 9 】

次に本発明の撮像装置を監視カメラに適用したときの実施例を図 8 を用いて説明する。図 8 において 1 0 はボックス型の監視カメラである。L 0 は撮像光学系である。1 1 は監視カメラ 1 0 に内蔵され、撮像光学系 L 0 によって形成された被写体像（物体像）を受光する撮像素子である。

【 0 0 5 0 】

1 2 は撮像素子 1 1 によって光電変換された被写体像に関する信号を転送するためのネットワークケーブル、1 3 は監視カメラ 1 0 を天井やポール等に保持するための取り付け板である。1 4 は監視カメラ 1 0 を保持するカメラ保持用アームである。1 5 は撮像素子 1 1 によって光電変換された被写体像に対応する情報（信号）を記録するメモリ部である。

【 0 0 5 1 】

以上のように、各実施例によれば全系が小型でありながら広画角化を実現しつつも歪曲収差を良好に補正した撮像光学系 L 0 を有する撮像装置を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

各実施例における保護カバー 1 は、ポリメチルメタクリレート (PMMA) やポリカーボネート (PC) 等のプラスチック材料により数ミリ程度の厚さで成形されている。

【 0 0 5 3 】

なお各実施例においては以下の構成をとっても良い。

- ・保護カバー 1 の光入出射面の反射率を低減するための光入出射面に多層コートを採用すること。
- ・保護カバー 1 の光入出射面に水滴等の付着を防止する親水コートを採用すること。
- ・保護カバー 1 の光入出射面に特定の波長の光束をカットするような波長選択コートを採用すること。
- ・撮像部 5 として複数のレンズ群を有するズームレンズを採用すること。
- ・電気的な補正手段を用いて、撮像光学系より生ずる歪曲収差や色収差などを補正すること。

10

20

30

40

50

と。

【0054】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態や光学仕様に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形が可能である。

【0055】

次に本発明の各実施例の数値データを示す。各数値データにおいて、 i は物体側からの面の順序を示す。数値データにおいて r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径である。 d_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔である。 n_{d_i} と d_i は各々物体側より順に第 i 番目の材料の d 線に対する屈折率、アーベ数である。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、物体側から像側へ向かう方向を正とし r を近軸曲率半径、 K を円錐定数、 $A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12}$ を各々非球面係数としたとき

10

【0056】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A_4 \times H^4 + A_6 \times H^6 + A_8 \times H^8 + A_{10} \times H^{10} + A_{12} \times H^{12}$$

なる式で表している。

【0057】

また、 $[e+X]$ は $[\times 10^{+ \times}]$ を意味し、 $[e-X]$ は $[\times 10^{- \times}]$ を意味している。BF はレンズ最終面から近軸像面までの距離（バックフォーカス）を空気換算したものである。レンズ全長はレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカス BF を加えたものである。非球面は面番号の後に*を付加して示す。尚、各数値データは保護カバー 1 を 1 つの群として示している。また各条件式と数値データにおける諸数値の関係を表 1、表 2 に示す。

20

【0058】

【数値データ 1】

面番号	r	d	n_d	d	有効径	
1	50.000	3.50	1.58306	30.2	49.13	
2*	46.500	10.0		46.48		30
3	14.169	1.00	2.00100	29.1	17.37	
4	7.333	4.06		12.98		
5	26.246	0.75	1.85150	40.8	11.88	
6	7.828	3.59		10.15		
7	-11.630	0.90	1.59522	67.7	9.96	
8	-73.349	0.15		10.26		
9	47.580	5.50	1.90366	31.3	10.36	
10	-13.329	0.60	1.69680	55.5	10.31	
11	-25.535	10.53		10.18		
12(絞り)		0.15		10.16		40
13*	14.641	5.00	1.55332	71.7	10.44	
14*	-14.937	1.74		9.96		
15	10.016	3.84	1.43700	95.1	8.47	
16	-12.705	0.15		7.06		
17	-26.402	0.40	1.80809	22.8	6.44	
18	9.568	4.72		6.02		
19	-9.201	0.40	1.9165	31.6	8.19	
20	-160.878	0.15		9.24		
21*	11.615	4.77	1.85135	40.1	12.83	
22*	-9.829	2.50		12.96		50

23 2.00 1.51633 64.1
像面

【 0 0 5 9 】
非球面データ
第2面
K = -7.64314e+000
第13面
K = 8.04796e-001 A 4=-8.97366e-005 A 6= 2.06144e-006 A 8=-3.31948e-008
A10= 1.62040e-009 A12= 4.98431e-012 10
第14面
K = -1.27388e+001 A 4=-3.10523e-004 A 6= 1.41862e-005 A 8=-3.12689e-007
A10= 6.46163e-009
第21面
K = 0.00000e+000 A 4=-3.15224e-004 A 6= 4.96099e-006 A 8=-5.06729e-008
A10= 4.16957e-010 A12=-2.12279e-013
第22面
K = 0.00000e+000 A 4= 4.45436e-004 A 6=-3.17615e-007 A 8= 4.81863e-008
A10=-8.25212e-011 20
【 0 0 6 0 】
各種データ
全系焦点距離 4.90
保護カバー焦点距離 -1803.6
撮像部の焦点距離 4.82
Fナンバー 1.69
半画角(度) 48.30
像高 5.5
レンズ全長 68.30
BF (in Air) 5.71 30

各群データ
群 焦点距離
1 -1803.6
2 4.82

単レンズデータ
レンズ 焦点距離
1 -1803.6
2 -16.38
3 -13.35
4 -23.35
5 12.04
6 -40.84
7 14.22
8 13.51
9 -8.65
10 -10.66
11 6.97 40
50

【 0 0 6 1 】

[数値データ 2]

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1*	306.860	3.50	1.58306	30.2	38.08	
2*	967.971	(可変)		33.78		
3	23.028	0.90	1.83481	42.7	22.06	
4	9.154	5.98		16.22		
5	-60.859	0.70	1.72000	50.2	15.62	
6	15.758	3.16		14.36		
7	21.959	3.40	1.95906	17.5	14.29	10
8	52.183	(可変)		13.38		
9(絞り)		(可変)		8.94		
10*	14.257	2.75	1.55332	71.7	9.81	
11*	-24.080	0.17		10.19		
12	25.873	4.50	1.43875	94.9	10.04	
13	-9.856	0.49		9.5		
14	13.855	0.50	1.92286	18.9	7.39	
15	6.769	1.31		6.76		
16*	11.246	3.80	1.85135	40.1	7.04	
17	-7.783	0.50	1.58144	40.8	6.78	20
18	8.901	(可変)		6.23		
19		2.00	1.51633	64.1		
像面						

【 0 0 6 2 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.05882e-005 A 6= 4.75350e-009 A 8= 3.57296e-011

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.46762e-005 A 6=-1.06016e-008 A 8= 1.39859e-010

A10=-1.11284e-013

30

第10面

K = 6.34467e-001 A 4=-5.52534e-004 A 6=-7.32538e-006 A 8=-1.11596e-007

A10=-4.57436e-009

第11面

K = -4.54256e+001 A 4=-5.01030e-004 A 6= 8.71896e-006 A 8=-4.30216e-007

A10= 3.79479e-009

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.16456e-004 A 6=-2.09482e-006 A 8=-9.22641e-008

A10= 6.57477e-009

40

【 0 0 6 3 】

各種データ	ズーム比	2.30		
		広角	中間	望遠
全系焦点距離	3.05	5.04	7.01	
保護カバー焦点距離	769.07	769.07	769.07	
撮像部の焦点距離	2.99	4.84	6.69	
Fナンバー	1.27	1.51	1.75	
半画角(度)	44.53	30.79	23.16	
像高	3.0	3.0	3.0	

50

レンズ全長	65.47	65.47	65.47
BF (in Air)	5.14	6.76	8.39
d 2	2.00	15.26	20.28
d 8	22.18	8.91	3.90
d 9	3.81	2.18	0.56
d18	2.14	3.77	5.39
d20	1.68	1.68	1.68

各群データ

10

群 焦点距離

1	769.07
2	-11.47
3	10.07

単レンズデータ

レンズ 焦点距離

1	769.07
2	-18.75
3	-17.32
4	37.47
5	16.61
6	16.92
7	-14.84
8	5.95
9	-7.06

【0064】

【表1】

	実施例 1		実施例 2	
t c	3.5		3.5	
A S P s a g 1	r 1	-----	r 1	2.24
	r 2	1.82	r 2	1.68
f a	4.82		2.99	
f c	-1803.6		769.07	
E c	49.13		38.08	
E g 1	17.37		22.06	
c r 1	50.0		306.86	
c r 2	46.5		967.97	
A S P s a g 0. 5	r 1	-----	r 1	0.093
	r 2	0.150	r 2	0.075
t a	5.645		3.535	

【0065】

30

40

【表 2】

条件式			実施例 1	実施例 2
条件式 (1)	$ A S P s a g 1 / t c $		r 1	-----
			r 2	0.52
条件式 (2)	$ f_a / f_c $		-----	0.0027
条件式 (3)	$E_c / E_g 1$		-----	2.83
条件式 (4)	t_c / f_a		-----	0.73
条件式 (5)	$(c_r 1 - c_r 2) / (c_r 1 + c_r 2)$		-----	0.036
条件式 (6)	$ A S P s a g 1 / A S P s a g 0.5 $		r 1	-----
			r 2	12.14
条件式 (7)	t_c / t_a		—	0.62
				0.99

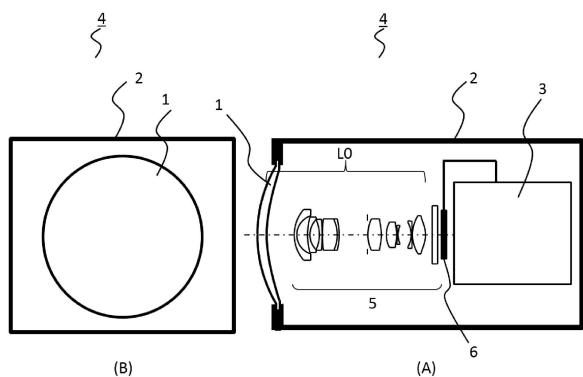
10

【符号の説明】

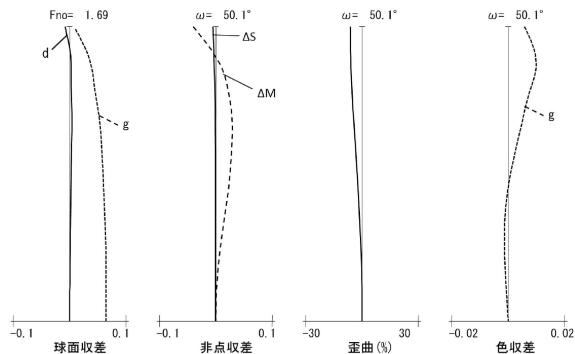
【0066】

L0 撮像光学系 1 保護カバー 2 筐体 3 信号処理部
 4 撮像装置 (断面) 5 撮像部 6 撮像素子

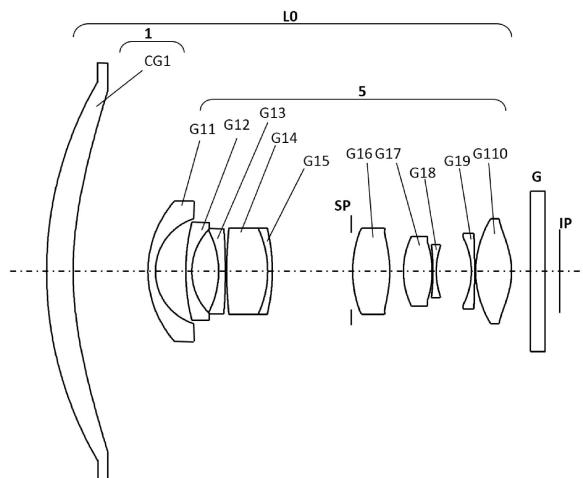
【図 1】



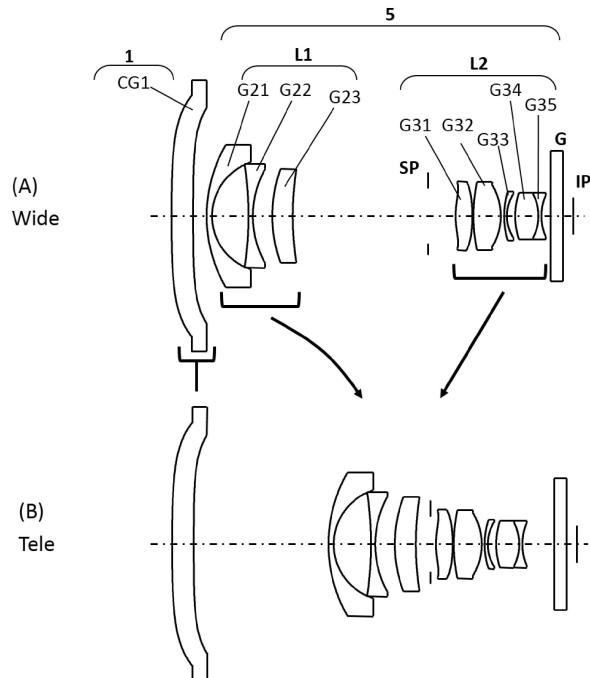
【図 3】



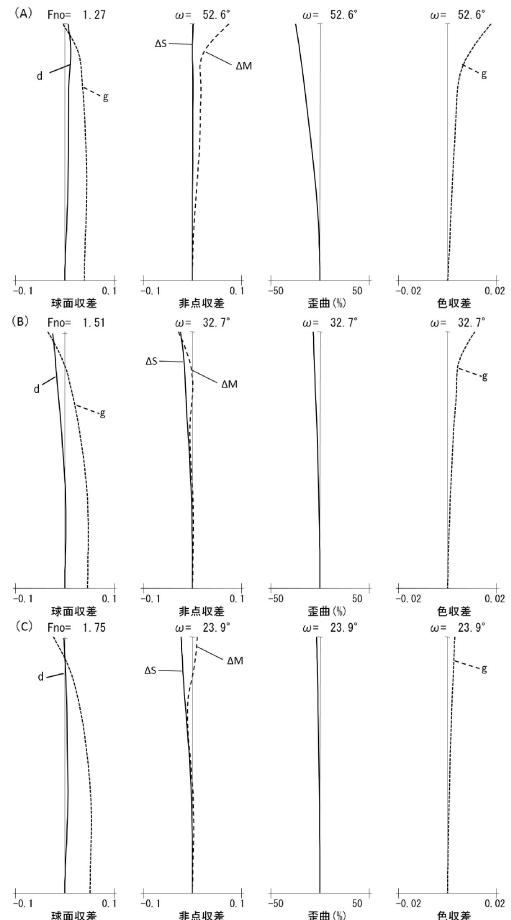
【図 2】



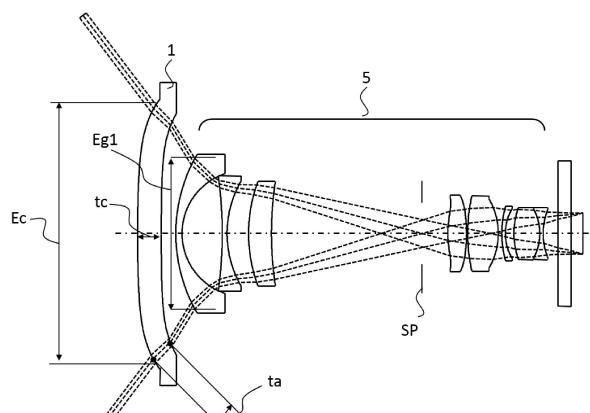
【図4】



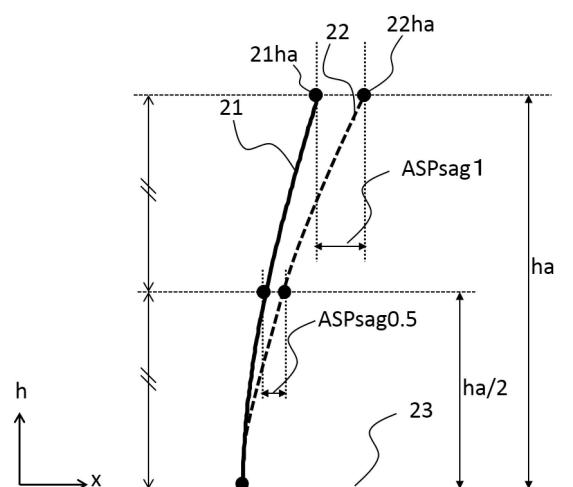
【図5】



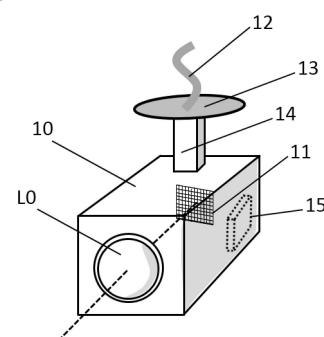
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-163075(JP,A)
特開2008-281857(JP,A)
特開2011-232410(JP,A)
特開2005-077693(JP,A)
特開2014-232283(JP,A)
特開2010-237343(JP,A)

(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