

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-139966
(P2020-139966A)

(43) 公開日 令和2年9月3日(2020.9.3)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 2 B 13/00 (2006.01) G 0 2 B 13/00 2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2019-32943 (P2019-32943)
 (22) 出願日 平成31年2月26日 (2019.2.26)

(71) 出願人 391014055
 カンタツ株式会社
 東京都品川区南品川三丁目6番21号
 (72) 発明者 平野 整
 栃木県矢板市片岡1150番地23 カン
 タツ株式会社内
 Fターム(参考) 2H087 KA01 PA09 PA17 PB09 QA02
 QA07 QA12 QA22 QA26 QA37
 QA39 QA41 QA42 QA45 QA46
 RA05 RA12 RA13 RA34 RA42
 UA01

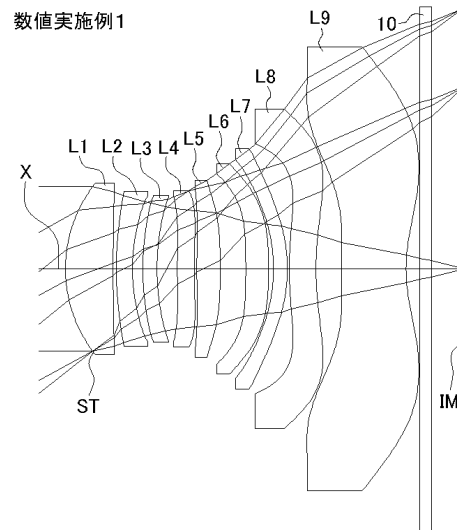
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 諸収差が良好に補正される小型の撮像レンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズL1と、負の屈折力を有する第2レンズL2と、負の屈折力を有する第3レンズL3と、負の屈折力を有する第4レンズL4と、第5レンズL5と、第6レンズL6と、第7レンズL7と、第8レンズL8と、負の屈折力を有する第9レンズL9とを配置する。このうち第9レンズL9の像面側の面を、変曲点を有する非球面形状に形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、
物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズと、負の屈折力を有する第 3 レンズと、負の屈折力を有する第 4 レンズと、第 5 レンズと、第 6 レンズと、第 7 レンズと、第 8 レンズと、負の屈折力を有する第 9 レンズとを備え、

前記第 9 レンズは、変曲点が設けられた非球面形状の像面側の面を有する、撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズの焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 としたとき、
$$-6 < f_2 / f_1 < -1$$

を満足する請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズの焦点距離を f_2 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 としたとき、
$$4 < f_3 / f_2 < 12$$

を満足する請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 9 レンズの像面側の面の近軸曲率半径を R_{9r} としたとき、

$$0.2 < R_{9r} / f < 0.8、$$

を満足する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 5】

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第 9 レンズの焦点距離を f_9 としたとき、
$$-3.5 < f_9 / f < -0.2、$$

を満足する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズに係り、携帯電話機や携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラ、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラへの組み込みが好適な撮像レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

音声通話機能とともに様々な機能の利用ができる多機能携帯電話機、いわゆるスマートフォン (smartphone) の普及が進んでいる。スマートフォンの多くの機種には、様々な機能を実現するためのカメラが搭載される。このカメラを用いれば、例えばデジタルスティルカメラやカーナビゲーション等の機能をスマートフォン上で利用することが可能になる。

【0003】

被写体を精細に撮影したり被写体に関してより多くの情報を取得したりするためには、高画素の撮像素子とともに解像度の高い撮像レンズが必要になる。撮像レンズの高解像度化を実現するための方法の一つとして、撮像レンズを構成するレンズの枚数を諸収差の補正の難易度に応じて増加させる方法がある。しかしながら、安易なレンズ枚数の増加は撮像レンズの大型化を招き易い。撮像レンズの開発においては、光学全長 (Total Track Length) の伸長を抑制しつつ解像度を向上させる必要がある。

【0004】

9 枚のレンズから成るレンズ構成は、撮像レンズを構成するレンズの枚数が多いことから設計上の自由度が高く、諸収差を良好に補正できる。9 枚構成の撮像レンズとしては、

10

20

30

40

50

例えば特許文献1に記載の撮像レンズが知られている。

【0005】

特許文献1に記載の撮像レンズは、正の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とを備える。第1レンズ群は、正の第1レンズ、正の第2レンズ、負の第3レンズ、負の第4レンズ、正の第5レンズ、および正の第6レンズを有する。第2レンズ群は、像面側の面が凹面である負の第7レンズ、物体側の面が凹面である負のメニスカスレンズの第8レンズ、および正の第9レンズを有する。当該撮像レンズはさらに、第8レンズの焦点距離に対する第7レンズの焦点距離の比を一定の範囲内に抑制することにより、諸収差の良好な補正を図っている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2018-156011号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1に記載の撮像レンズによれば、比較的良好に諸収差を補正できる。しかしながら、当該特許文献1の撮像レンズはレンズ系全体の焦点距離に対して光学全長が長いため、スマートフォン等に内蔵される小型のカメラに搭載するには不向きである。特許文献1に記載の撮像レンズによっては、諸収差をより良好に補正しつつ撮像レンズの小型化を図ることは困難である。

20

【0008】

なお、こうした問題はスマートフォンや携帯電話機に組み込まれる撮像レンズに特有の問題ではなく、デジタルスティルカメラ、携帯情報端末、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラに組み込まれる撮像レンズにおいて共通の問題である。

【0009】

本発明の目的は、撮像レンズの小型化と良好な収差補正との両立を図ることのできる撮像レンズを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0010】

本発明の撮像レンズは、撮像素子上に被写体像を形成する撮像レンズであって、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズと、負の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズと、第5レンズと、第6レンズと、第7レンズと、第8レンズと、負の屈折力を有する第9レンズとを備える。第9レンズは、変曲点が設けられた非球面形状の像面側の面を有する。

【0011】

本発明の撮像レンズでは、9枚のレンズのうち物体側に配置される4枚のレンズを、物体側から順に「正負負負」となるように配置する。正の屈折力を有する第1レンズを最も物体側に配置することで撮像レンズの小型化を実現することができる。また、負の屈折力を有する第2レンズを当該第1レンズの像面側に配置することで色収差の良好な補正を実現できる。しかしながら、撮像レンズの小型化に伴って第1レンズの屈折力が強くなる傾向にある。撮像レンズのより一層の小型化と色収差の良好な補正を実現するためには、第2レンズの屈折力を強くする必要が生じる。そこで、本発明に係る撮像レンズにおいては、第2レンズの像面側に、負の屈折力を有する2枚のレンズを配置する。このような構成によれば、第2レンズ、第3レンズ、および第4レンズの3枚のレンズで負の屈折力が分担される。第2レンズの屈折力の増大が抑制されるため、撮像レンズの小型化および色収差の良好な補正の両立を好適に図ることができる。なお、第2レンズ、第3レンズ、および第4レンズの3枚のレンズが負の屈折力を有することから、広い範囲の光線を撮像レンズ内に取り込むことが可能となり、撮像レンズの広角化を実現できる。

40

50

【0012】

本発明の撮像レンズにおいて最も像面側に配置される第9レンズの屈折力を負にすることにより、画像周辺部における像面湾曲および歪曲収差を良好に補正しつつバックフォーカスを確保することができる。また、当該第9レンズの像面側の面を、変曲点が設けられた非球面形状に形成することによって、撮像レンズから出射した光線の撮像素子の像面への入射角度を主光線角度(CRA:Chief Ray Angle)の範囲内に抑制しつつ、近軸および画像周辺部の諸収差を良好に補正できる。

【0013】

なお、本発明において「レンズ」とは、屈折力を有する光学要素を指すものとする。よって、光の進行方向を変えるプリズムや平板のフィルタ等の光学要素は本発明の「レンズ」に含まれず、これら光学要素は適宜、撮像レンズの前後や各レンズ間に配置することができる。

10

【0014】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズ、第2レンズ、および第3レンズの合成焦点距離を f_{123} としたとき、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$0 < f_{123} \quad (1)$$

【0015】

条件式(1)を満足することにより、像面の最大像高に対する光学全長(Total Track Length)の比を小さくすることができ、ひいては撮像レンズの小型化を好適に図ることができる。

20

【0016】

上記構成の撮像レンズにおいては、第4レンズ、第5レンズ、および第6レンズの合成焦点距離を f_{456} としたとき、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$0 < f_{456} \quad (2)$$

【0017】

撮像レンズの小型化に当たっては、正の屈折力を有するレンズを物体側に配置することが望ましい。しかし、このレンズの有する正の屈折力が強くなりすぎると諸収差の補正が困難になる。条件式(2)を満足することにより、これら第4レンズ、第5レンズ、および第6レンズにおいて正の屈折力が分担されるため、諸収差の発生を好適に抑制することができる。

30

【0018】

上記構成の撮像レンズにおいては、第7レンズ、第8レンズ、および第9レンズの合成焦点距離を f_{789} としたとき、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$f_{789} < 0 \quad (3)$$

【0019】

条件式(3)を満足することにより、像面に近い位置に配置される3枚のレンズの合成屈折力が負となる。これによって撮像レンズのテレフォト性能が確保されるため、撮像レンズの小型化を好適に実現できる。

【0020】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズの焦点距離を f_1 としたとき、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.2 < f_1 / f < 2.0 \quad (4)$$

40

【0021】

撮像レンズのより一層の小型化を図るためには、最も物体側に配置される第1レンズの屈折力を強くすることが望ましい。しかし、第1レンズの有する正の屈折力が強くなりすぎると諸収差の補正が困難になる。条件式(4)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図るとともに、球面収差をはじめとした諸収差の発生を好適に抑制できる。

【0022】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(4a)を満足することが望ま

50

しい。

$$0.4 < f_1 / f < 2.0 \quad (4a)$$

【0023】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(4b)を満足することが望ましい。

$$0.4 < f_1 / f < 1.6 \quad (4b)$$

【0024】

上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズの焦点距離を f_1 、第2レンズの焦点距離を f_2 としたとき、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$-6 < f_2 / f_1 < -1 \quad (5)$$

10

【0025】

条件式(5)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつ色収差および球面収差を良好に補正できる。

【0026】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズおよび第2レンズの合成焦点距離を f_{12} としたとき、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$0.5 < f_{12} / f < 2.5 \quad (6)$$

【0027】

条件式(6)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつ球面収差を良好に補正できる。

20

【0028】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(6a)を満足することが望ましい。

$$0.7 < f_{12} / f < 2.1 \quad (6a)$$

【0029】

上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に正となる形状、すなわち近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。第2レンズをこのような形状に形成することにより、撮像レンズの大口径化、すなわちFナンバーの値を小さくできる。特に、第1レンズの物体側に絞りを配置する構成、いわゆる前絞りタイプの場合には、第2レンズとしての当該形状が有効となる。

30

【0030】

上記構成の撮像レンズにおいては、第3レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に正となる形状であって、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。第3レンズをこのような形状に形成することにより、撮像レンズの大口径化を好適に図ることができる。

【0031】

上記構成の撮像レンズにおいては、第2レンズの焦点距離を f_2 、第3レンズの焦点距離を f_3 としたとき、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$4 < f_3 / f_2 < 12 \quad (7)$$

40

【0032】

条件式(7)を満足することにより、色収差を良好に補正することができる。また、撮像レンズの製造に際して生じるディセンタ(偏芯)やチルト等に対する結像性能の劣化に対する敏感度、いわゆる製造誤差感度を良好な範囲に抑制することができる。

【0033】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第2レンズおよび第3レンズの合成焦点距離を f_{23} としたとき、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$-6.0 < f_{23} / f < -0.5 \quad (8)$$

50

【0034】

条件式(8)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつ色収差を良好に補正できる。

【0035】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(8a)を満足することが望ましい。

$$-4 < f_{23} / f < -1 \quad (8a)$$

【0036】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離をf₃₄としたとき、以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$-1.2 < f_{34} / f < -4 \quad (9)$$

【0037】

条件式(9)を満足することにより、球面収差および色収差をバランスよく良好に補正できる。

【0038】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(9a)を満足することが望ましい。

$$-1.0 < f_{34} / f < -5 \quad (9a)$$

【0039】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、第3レンズと第4レンズとの間の光軸上の距離をD₃₄としたとき、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$0.03 < D_{34} / f < 0.10 \quad (10)$$

【0040】

条件式(10)を満足することにより、バックフォーカスを確保しつつ像面湾曲および歪曲収差を良好に補正することができる。また、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度をCRAの範囲内に好適に抑制できる。

【0041】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、第5レンズおよび第6レンズの合成焦点距離をf₅₆としたとき、以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$0.5 < f_{56} / f < 8.0 \quad (11)$$

【0042】

条件式(11)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつコマ収差および非点収差を良好に補正できる。

【0043】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(11a)を満足することが望ましい。

$$1.0 < f_{56} / f < 6.0 \quad (11a)$$

【0044】

上記構成の撮像レンズにおいては、第7レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に正となる形状、またはこれら近軸曲率半径が共に負となる形状、すなわち近軸においてメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。

【0045】

第7レンズの屈折力が強くなると、球面収差、像面湾曲、および歪曲収差の補正が困難になることが多い。近軸でメニスカスレンズとなる形状に第7レンズを形成することにより、球面収差、像面湾曲、および歪曲収差を良好に補正することができる。

【0046】

上記構成の撮像レンズにおいて第7レンズを、近軸でメニスカスレンズとなる形状に形

10

20

30

40

50

成する場合には、第7レンズの物体側の面の近軸曲率半径を R_{7f} 、第7レンズの像面側の面の近軸曲率半径を R_{7r} としたとき、以下の条件式(12)を満足することが望ましい。

$$0.2 < R_{7f} / R_{7r} < 3.0 \quad (12)$$

【0047】

条件式(12)を満足することにより、第7レンズの概形を平坦な形状、すなわちサゲ量が少ない形状に近づけることができるため、製造上の加工性の向上を通じて撮像レンズの製造コストの抑制を図ることができる。また、条件式(12)を満足することにより、像面湾曲および歪曲収差を良好に補正できる。

【0048】

上記構成の撮像レンズにおいては第7レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に負となる形状であって、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。

【0049】

上記構成の撮像レンズにおいては、第8レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に正となる形状、またはこれら近軸曲率半径が共に負となる形状、すなわち近軸においてメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。

【0050】

上記構成の撮像レンズにおいて第8レンズを、近軸でメニスカスレンズとなる形状に形成する場合には、第8レンズの物体側の面の近軸曲率半径を R_{8f} 、第8レンズの像面側の面の近軸曲率半径を R_{8r} としたとき、以下の条件式(13)を満足することが望ましい。

$$0.2 < R_{8f} / R_{8r} < 3.0 \quad (13)$$

【0051】

条件式(13)を満足することにより、第8レンズの概形を平坦な形状に近づけることができるため、撮像レンズの製造コストの抑制を図ることができる。また、条件式(13)を満足することにより、像面湾曲および歪曲収差を良好に補正できる。

【0052】

上記構成の撮像レンズにおいては、第8レンズを、物体側の面の近軸曲率半径および像面側の面の近軸曲率半径が共に正となる形状であって、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状に形成することが望ましい。第8レンズをこのような形状に形成することにより、撮像レンズの小型化を図りつつ、球面収差、像面湾曲、および歪曲収差を良好に補正することができる。

【0053】

上記構成の撮像レンズにおいては、第8レンズの両面を、変曲点が設けられた非球面形状に形成することが望ましい。第8レンズの物体側の面および像面側の面の両面を、変曲点を有する非球面形状に形成することで、撮像レンズから出射した光線の撮像素子の像面への入射角度を CRA の範囲内に好適に抑制することができる。

【0054】

上記構成の撮像レンズにおいては、第7レンズの光軸上の厚さを T_7 、第8レンズの光軸上の厚さを T_8 としたとき、以下の条件式(14)を満足することが望ましい。

$$0.5 < T_8 / T_7 < 4.0 \quad (14)$$

【0055】

条件式(14)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつバックフォーカスを確保することができる。

【0056】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第8レンズと第9レンズとの間の光軸上の距離を D_{89} としたとき、以下の条件式(15)を満足することが望ましい。

$$0.02 < D_{89} / f < 0.15 \quad (15)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

撮像レンズの小型化を図ると、像面に近い位置に配置されるレンズ程、有効径が大きくなる傾向にある。このような有効径の大きなレンズを複数枚配置した場合には、レンズ間で干渉が生じたり、レンズ間隔が狭すぎて撮像レンズの製造や組立てが困難になったりすることが多い。条件式(15)を満足することにより、第8レンズおよび第9レンズの間の光軸上の距離を適度に確保しつつバックフォーカスを確保することができる。また、撮像レンズの小型化を図りつつ、像面湾曲、非点収差、および歪曲収差をバランスよく良好に補正できる。

【 0 0 5 8 】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第8レンズおよび第9レンズの合成焦点距離を f_{89} としたとき、以下の条件式(16)を満足することが望ましい。

$$-5.0 < f_{89} / f < -0.1 \quad (16)$$

【 0 0 5 9 】

条件式(16)を満足することにより、バックフォーカスを確保しつつ像面湾曲および歪曲収差を良好に補正することができる。また、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度を CRA の範囲内に好適に抑制できる。

【 0 0 6 0 】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第9レンズの像面側の面の近軸曲率半径を R_{9r} としたとき、以下の条件式(17)を満足することが望ましい。

$$0.2 < R_{9r} / f < 0.8 \quad (17)$$

【 0 0 6 1 】

第9レンズの像面側の面は、撮像レンズにおいて最も像面側に位置する面である。この面の屈折力の大小によって非点収差、コマ収差、および歪曲収差の補正の困難さが異なることになる。条件式(17)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつバックフォーカスを確保することができる。また、非点収差、コマ収差、および歪曲収差をバランスよく良好に補正できる。

【 0 0 6 2 】

上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、第9レンズの焦点距離を f_9 としたとき、以下の条件式(18)を満足することが望ましい。

$$-3.5 < f_9 / f < -0.2 \quad (18)$$

【 0 0 6 3 】

条件式(18)を満足することにより、バックフォーカスを確保しつつ像面湾曲および歪曲収差を良好に補正することができる。また、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度を CRA の範囲内に好適に抑制できる。

【 0 0 6 4 】

上記構成の撮像レンズにおいては、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正するため、第1レンズのアッペ数を d_1 、第2レンズのアッペ数を d_2 としたとき、以下の条件式(19)および(20)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d_1 < 7.5 \quad (19)$$

$$1.5 < d_2 < 3.5 \quad (20)$$

【 0 0 6 5 】

上記構成の撮像レンズにおいては、倍率色収差を良好に補正するため、第9レンズのアッペ数を d_9 としたとき、以下の条件式(21)を満足することが望ましい。

$$3.5 < d_9 < 7.5 \quad (21)$$

【 0 0 6 6 】

本発明の撮像レンズは、レンズ系全体の焦点距離を f 、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離を TL としたとき、以下の条件式(22)を満足することが望ましい。当該条件式(22)を満足することにより、撮像レンズの小型化を好適に図ることが

10

20

30

40

50

できる。

$$1.0 < TL / f < 1.4 \quad (22)$$

【0067】

なお、撮像レンズと像面との間には通常、赤外線カットフィルターやカバーガラス等の挿入物が配置されることが多いが、本明細書ではこれら挿入物の光軸上の距離については空気換算長を用いる。

【0068】

ところで近年、撮像レンズが搭載されるスマートフォン等の小型化とともに撮像素子の大型化が進んでいる。特にスマートフォン等の薄型の携帯機器に内蔵される撮像レンズにおいては、限られたスペース内に撮像レンズを収納する必要があることから、撮像素子の大きさに対する撮像レンズの光軸方向の長さについて厳しい制約が課される。そこで、上記構成の撮像レンズにおいては、第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離をTL、最大像高をHmaxとしたとき、以下の条件式(23)を満足することが望ましい。条件式(23)を満足することにより、撮像レンズの小型化を好適に図ることができる。

$$1.0 < TL / Hmax < 1.8 \quad (23)$$

【0069】

上記構成の撮像レンズにおいて第5レンズの屈折力が正の場合には、レンズ系全体の焦点距離をf、第5レンズの焦点距離をf5としたとき、次の条件式(24)を満足することが望ましい。

$$1 < f5 / f < 1.5 \quad (24)$$

【0070】

条件式(24)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつコマ収差および非点収差を良好に補正できる。

【0071】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(24a)を満足することが望ましい。

$$1 < f5 / f < 1.3 \quad (24a)$$

【0072】

上記構成の撮像レンズにおいて第6レンズの屈折力が正の場合には、レンズ系全体の焦点距離をf、第6レンズの焦点距離をf6としたとき、次の条件式(25)を満足することが望ましい。

$$1 < f6 / f < 1.0 \quad (25)$$

【0073】

条件式(25)を満足することにより、撮像レンズの小型化を図りつつコマ収差および非点収差を良好に補正することができる。

【0074】

上記構成の撮像レンズにおいては、さらに以下の条件式(25a)を満足することが望ましい。

$$1 < f6 / f < 8 \quad (25a)$$

【0075】

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズから第9レンズまでの各レンズを、空気間隔を隔てて配列することが望ましい。各レンズが空気間隔を隔てて配列されることにより、本発明の撮像レンズは接合レンズを一枚も含まないレンズ構成になる。このようなレンズ構成では、撮像レンズを構成する9枚のレンズの全てをプラスチック材料から形成することが容易になるため、撮像レンズの製造コストを好適に抑制することが可能になる。

【0076】

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズから第9レンズまでの各レンズの両面を非球面形状に形成することが望ましい。各レンズの両面を非球面形状に形成することにより、レンズの光軸近傍から周辺部に亘って諸収差をより良好に補正することができる。特に

10

20

30

40

50

レンズ周辺部における諸収差を良好に補正できる。

【0077】

上記構成の撮像レンズにおいては第1レンズを、物体側に凸面を向けた形状に形成することが望ましい。第1レンズをこのような形状に形成することで撮像レンズの小型化を好適に図ることができる。

【0078】

上記構成の撮像レンズにおいては、第8レンズおよび第9レンズのうち少なくとも二面を、変曲点が設けられた非球面形状に形成することが望ましい。第9レンズの像面側の面に加えて、変曲点を有する非球面形状のレンズ面をさらに一面以上設けることにより、撮像レンズから出射した光線の像面への入射角度をCRAの範囲内により好適に抑制することができるとともに、画像周辺部の諸収差をより良好に補正できる。

10

【0079】

上記構成の撮像レンズにおいては、画角を 2θ としたとき、 $65^\circ < 2\theta$ を満足することが望ましい。本条件式を満足することにより、撮像レンズの広角化が好適に図られ、撮像レンズの小型化と広角化との両立を好適に図ることができる。

【0080】

ところで、高画素の撮像素子では各画素の受光面積が減少するため、撮影した画像が暗くなる傾向にある。これを補正するための方法として、電気回路を用いて撮像素子の受光感度を向上させる方法がある。しかし、受光感度が上がると画像の形成に直接寄与しないノイズ成分も増幅されてしまう。そこで、電気回路等を設けなくても十分に明るい画像を得るために、上記構成の撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離を f 、撮像レンズの入射瞳径を D_{ep} としたとき以下の条件式(26)を満足することが望ましい。

20

$$f / D_{ep} < 2.4 \quad (26)$$

【0081】

なお、本発明においては、上述のようにレンズの形状を近軸曲率半径の符号を用いて特定している。近軸曲率半径が正か負かは一般的な定義、すなわち光の進行方向を正として、近軸曲率半径の中心がレンズ面からみて像面側にある場合には近軸曲率半径を正とし、物体側にある場合には近軸曲率半径を負とする定義に従っている。よって、「近軸曲率半径が正となる物体側の面」とは、物体側の面が凸面であることを指し、「近軸曲率半径が負となる物体側の面」とは、物体側の面が凹面であることを指す。また、「近軸曲率半径が正となる像面側の面」とは、像面側の面が凹面であることを指し、「近軸曲率半径が負となる像面側の面」とは、像面側の面が凸面であることを指す。なお、本明細書では近軸の曲率半径によりレンズの形状を特定しているため、レンズ断面図におけるレンズの概形にそぐわない場合がある。

30

【発明の効果】

【0082】

本発明の撮像レンズによれば、諸収差が良好に補正された高い解像度を有しながらも、小型のカメラへの組み込みに特に適した小型の撮像レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

40

【図1】数値実施例1に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図3】図1に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図4】数値実施例2に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図5】図4に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図6】図4に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図7】数値実施例3に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図8】図7に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図9】図7に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図10】数値実施例4に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

50

【図 1 1】図 1 0 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 1 2】図 1 0 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 1 3】数値実施例 5 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 1 4】図 1 3 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 1 5】図 1 3 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 1 6】数値実施例 6 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 1 7】図 1 6 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 1 8】図 1 6 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

10

【図 1 9】数値実施例 7 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 2 0】図 1 9 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 2 1】図 1 9 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 2 2】数値実施例 8 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 2 3】図 2 2 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 2 4】図 2 2 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 2 5】数値実施例 9 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

20

【図 2 6】図 2 5 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 2 7】図 2 5 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【図 2 8】数値実施例 1 0 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 2 9】図 2 8 に示す撮像レンズの横収差を示す収差図である。

【図 3 0】図 2 8 に示す撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0084】

以下、本発明を具体化した一実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

30

【0085】

図 1、図 4、図 7、図 1 0、図 1 3、図 1 6、図 1 9、図 2 2、図 2 5、および図 2 8 は、本実施の形態の数値実施例 1 ~ 1 0 に係る撮像レンズの概略構成を示す断面図である。いずれの数値実施例も基本的なレンズ構成は同一であるため、ここでは数値実施例 1 の断面図を参照しながら本実施の形態に係る撮像レンズについて説明する。

【0086】

図 1 に示すように、物体側から像面側に向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と、第 5 レンズ L 5 と、第 6 レンズ L 6 と、第 7 レンズ L 7 と、第 8 レンズ L 8 と、負の屈折力を有する第 9 レンズ L 9 とを配置して撮像レンズを構成する。第 9 レンズ L 9 と撮像素子の像面 I M との間にはフィルタ 1 0 を配置する。なお、フィルタ 1 0 は省略できる。

40

【0087】

第 1 レンズ L 1 は、物体側の面の近軸曲率半径 r_1 および像面側の面の近軸曲率半径 r_2 が共に正となる形状を有する。第 1 レンズ L 1 は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。第 1 レンズ L 1 の形状は本数値実施例 1 に係る形状に限定されない。第 1 レンズ L 1 の形状は、第 1 レンズ L 1 の屈折力が正となるような形状であればよい。第 1 レンズ L 1 の形状としては、本数値実施例 1 に係る形状の他、近軸曲率半径 r_1 および r_2 が共に負となる形状や、近軸曲率半径 r_1 が正となり近軸曲率半径 r_2 が負となる形状でもよい。前者は近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレ

50

レンズとなる形状であり、後者は近軸において両凸レンズとなる形状である。撮像レンズの小型化を図る点からは、第1レンズL1を、近軸曲率半径 r_1 が正となる形状に形成することが望ましい。

【0088】

本数値実施例1では第1レンズL1の物体側の面に開口絞りSTを設けている。開口絞りSTの位置は本数値実施例1の位置に限定されない。第1レンズL1よりも物体側に開口絞りSTを設けてもよい。または、第1レンズL1と第2レンズL2との間、第2レンズL2と第3レンズL3との間、あるいは第3レンズL3と第4レンズL4の間等に開口絞りSTを設けるようにしてもよい。

【0089】

第2レンズL2は、物体側の面の近軸曲率半径 r_3 および像面側の面の近軸曲率半径 r_4 が共に正となる形状を有する。第2レンズL2は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。第2レンズL2の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。第2レンズL2の形状は、第2レンズL2の屈折力が負となるような形状であればよい。第2レンズL2の形状としては、近軸曲率半径 r_3 および r_4 が共に負となる形状や、近軸曲率半径 r_3 が負となり近軸曲率半径 r_4 が正となる形状でもよい。前者は近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状であり、後者は近軸において両凹レンズとなる形状である。

【0090】

第3レンズL3は、物体側の面の近軸曲率半径 r_5 および像面側の面の近軸曲率半径 r_6 が共に正となる形状を有する。第3レンズL3は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。第3レンズL3の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。第3レンズL3の形状は、第3レンズL3の屈折力が負となるような形状であればよい。第3レンズL3の形状としては、近軸曲率半径 r_5 が負となり、近軸曲率半径 r_6 が正となる形状であって、近軸において両凹レンズとなる形状でも良いし、近軸曲率半径 r_5 および r_6 が共に負となる形状であって、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよい。

【0091】

第4レンズL4は、物体側の面の近軸曲率半径 r_7 および像面側の面の近軸曲率半径 r_8 が共に正となる形状を有する。第4レンズL4は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。なお、第4レンズL4の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。数値実施例2は近軸曲率半径 r_7 が負となり、近軸曲率半径 r_8 が正となる形状、すなわち近軸において両凹レンズとなる形状の例である。第4レンズL4の形状としてはこの他にも、近軸曲率半径 r_7 および r_8 が共に負となる形状であって、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよい。第4レンズL4の形状は、第4レンズL4の屈折力が負となるような形状であればよい。

【0092】

第5レンズL5は正の屈折力を有する。この第5レンズL5の屈折力は正に限定されない。第5レンズL5の屈折力が負となるレンズ構成の例を数値実施例7～10に示す。

【0093】

第5レンズL5は、物体側の面の近軸曲率半径 r_9 が正となり、像面側の面の近軸曲率半径 r_{10} が負となる形状を有する。第5レンズL5は、近軸において両凸レンズとなる形状である。第5レンズL5の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。数値実施例7～10は近軸曲率半径 r_9 および r_{10} が共に正となる形状、すなわち近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状の例である。第5レンズL5の形状としてはこの他にも、近軸曲率半径 r_9 および r_{10} が共に負となる形状であって、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよいし、近軸曲率半径 r_9 が負となり、近軸曲率半径 r_{10} が正となる形状であって、近軸において両凹レンズとなる形状でもよい。

【0094】

10

20

30

40

50

第6レンズL6は正の屈折力を有する。この第6レンズL6の屈折力は正に限定されない。第6レンズL6の屈折力が負となるレンズ構成の例を数値実施例4～6に示す。

【0095】

第6レンズL6は、物体側の面の近軸曲率半径 r_{11} および像面側の面の近軸曲率半径 r_{12} が共に負となる形状を有する。第6レンズL6は、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。第6レンズL6の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。数値実施例2および7～10は近軸曲率半径 r_{11} が正となり、近軸曲率半径 r_{12} が負となる形状、すなわち近軸において両凸レンズとなる形状の例である。数値実施例4は近軸曲率半径 r_{11} および r_{12} が共に正となる形状、すなわち近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状の例である。数値実施例6は近軸曲率半径 r_{11} が負となり、近軸曲率半径 r_{12} が正となる形状、すなわち近軸において両凹レンズとなる形状の例である。

10

【0096】

第7レンズL7は正の屈折力を有する。この第7レンズL7の屈折力は正に限定されない。第7レンズL7の屈折力が負となるレンズ構成の例を数値実施例2、3、6、9、および10に示す。

【0097】

第7レンズL7は、物体側の面の近軸曲率半径 r_{13} ($= R7f$) および像面側の面の近軸曲率半径 r_{14} ($= R7r$) が共に負となる形状を有する。第7レンズL7は、近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。また、本実施の形態の第7レンズL7は、物体側の面がレンズ周辺部において物体側に凹面を向けた形状であり、像面側の面がレンズ周辺部において像面側に凸面を向けた形状を有する。第7レンズL7のこのような形状により、倍率色収差や像面湾曲を良好に補正しつつ、撮像レンズから出射した光線の像面IMへの入射角度をCRAの範囲内に好適に抑制できる。なお、第7レンズL7の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。第7レンズL7の形状は、近軸曲率半径 r_{13} が正となり、近軸曲率半径 r_{14} が負となる形状であって、近軸において両凸レンズとなる形状でもよい。また、第7レンズL7の形状は、近軸曲率半径 r_{13} および r_{14} が共に正となる形状、すなわち近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよい。この他にも、第7レンズL7の形状としては、近軸曲率半径 r_{13} が負となり、近軸曲率半径 r_{14} が正となる形状であって、近軸において両凹レンズとなる形状でもよい。

20

30

【0098】

第8レンズL8は負の屈折力を有する。この第8レンズL8の屈折力は負に限定されない。第8レンズL8の屈折力が正となるレンズ構成の例を数値実施例2、4、6、7、および9に示す。

【0099】

第8レンズL8は、物体側の面の近軸曲率半径 r_{15} ($= R8f$) および像面側の面の近軸曲率半径 r_{16} ($= R8r$) が共に正となる形状を有する。第8レンズL8は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。また、本実施の形態の第8レンズL8は、物体側の面がレンズ周辺部において物体側に凹面を向けた形状であり、像面側の面がレンズ周辺部において像面側に凸面を向けた形状を有する。さらに、第8レンズL8の両面は、変曲点が設けられた非球面形状を有する。よって、本実施の形態における第8レンズL8は、近軸においては物体側に凸面を向けたメニスカス形状であり、レンズ周辺部においては物体側に凹面を向け向けたメニスカス形状である。第8レンズL8のこのような形状により、倍率色収差や像面湾曲を良好に補正しつつ、撮像レンズから出射した光線の像面IMへの入射角度をCRAの範囲内に好適に抑制できる。なお、第8レンズL8の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。第8レンズL8の形状は、近軸曲率半径 r_{15} および r_{16} が共に負となる形状、すなわち近軸において物体側に凹面を向けたメニスカスレンズとなる形状でもよい。この他にも第8レンズL8の形状としては、近軸曲率半径 r_{15} が正となり、近軸曲率半径 r_{16} が負となる形状や、近軸

40

50

曲率半径 r_{15} が負となり、近軸曲率半径 r_{16} が正となる形状でもよい。

【0100】

第9レンズL9は、物体側の面の近軸曲率半径 r_{17} および像面側の面の近軸曲率半径 r_{18} ($=R_{9r}$) が共に正となる形状を有する。第9レンズL9は、近軸において物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとなる形状である。第9レンズL9の形状は本数値実施例1に係る形状に限定されない。数値実施例2、7、および9は、近軸曲率半径 r_{17} が負となり、近軸曲率半径 r_{18} が正となる形状であって、近軸において両凹レンズとなる形状の例である。この他にも第9レンズL9の形状としては、近軸曲率半径 r_{17} および r_{18} が共に負となる形状でもよい。第9レンズL9の形状は、第9レンズL9の屈折力が負となるような形状であればよい。

10

【0101】

また、上記第9レンズL9の像面側の面は、変曲点が設けられた非球面形状である。ここで変曲点とは、曲線上で曲率の符号が変化する点をいい、レンズ面上の曲線で曲がる方向が変わる点を指すものとする。なお、本実施の形態に係る撮像レンズにおける第9レンズL9の像面側の面は、極点を有する非球面形状である。第9レンズL9の有するこのような形状により、軸上の色収差のみならず軸外の倍率色収差を良好に補正できるとともに、撮像レンズから出射した光線の像面IMへの入射角度をCRAの範囲内に好適に抑制できる。本数値実施例1に係る撮像レンズでは、第8レンズL8および第9レンズL9の両面が、変曲点が設けられた非球面形状であるため、撮像レンズから出射した光線の入射角度をCRAの範囲内に抑制しつつ、画像周辺部の諸収差をより良好に補正することができる。なお、要求される光学性能や撮像レンズの小型化の程度によっては、第8レンズL8および第9レンズL9のレンズ面のうち、第9レンズL9の像面側の面を除く他のレンズ面を、変曲点の無い非球面形状や球面に形成するようによい。

20

【0102】

本実施の形態に係る撮像レンズは、以下に示す条件式(1)~(23)および(26)を満足する。

$$0 < f_{123} \quad (1)$$

$$0 < f_{456} \quad (2)$$

$$f_{789} < 0 \quad (3)$$

$$0.2 < f_1 / f < 2.0 \quad (4)$$

$$0.4 < f_1 / f < 2.0 \quad (4a)$$

$$0.4 < f_1 / f < 1.6 \quad (4b)$$

$$-6 < f_2 / f_1 < -1 \quad (5)$$

$$0.5 < f_{12} / f < 2.5 \quad (6)$$

$$0.7 < f_{12} / f < 2.1 \quad (6a)$$

$$4 < f_3 / f_2 < 12 \quad (7)$$

$$-6.0 < f_{23} / f < -0.5 \quad (8)$$

$$-4 < f_{23} / f < -1 \quad (8a)$$

$$-12 < f_{34} / f < -4 \quad (9)$$

$$-10 < f_{34} / f < -5 \quad (9a)$$

$$0.03 < D_{34} / f < 0.10 \quad (10)$$

$$0.5 < f_{56} / f < 8.0 \quad (11)$$

$$1.0 < f_{56} / f < 6.0 \quad (11a)$$

$$0.2 < R_{7f} / R_{7r} < 3.0 \quad (12)$$

$$0.2 < R_{8f} / R_{8r} < 3.0 \quad (13)$$

$$0.5 < T_8 / T_7 < 4.0 \quad (14)$$

$$0.02 < D_{89} / f < 0.15 \quad (15)$$

$$-5.0 < f_{89} / f < -0.1 \quad (16)$$

$$0.2 < R_{9r} / f < 0.8 \quad (17)$$

$$-3.5 < f_9 / f < -0.2 \quad (18)$$

30

40

50

$$\begin{aligned}
 35 < d1 < 75 & (19) \\
 15 < d2 < 35 & (20) \\
 35 < d9 < 75 & (21) \\
 1.0 < TL / f < 1.4 & (22) \\
 1.0 < TL / Hmax < 1.8 & (23) \\
 f / Dep < 2.4 & (26)
 \end{aligned}$$

但し、

- f : レンズ系全体の焦点距離
- f1 : 第1レンズL1の焦点距離
- f2 : 第2レンズL2の焦点距離
- f3 : 第3レンズL3の焦点距離
- f9 : 第9レンズL9の焦点距離
- f12 : 第1レンズL1および第2レンズL2の合成焦点距離
- f23 : 第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離
- f34 : 第3レンズL3および第4レンズL4の合成焦点距離
- f56 : 第5レンズL5および第6レンズL6の合成焦点距離
- f89 : 第8レンズL8および第9レンズL9の合成焦点距離
- f123 : 第1レンズL1、第2レンズL2、および第3レンズL3の合成焦点距離
- f456 : 第4レンズL4、第5レンズL5、および第6レンズL6の合成焦点距離
- f789 : 第7レンズL7、第8レンズL8、および第9レンズL9の合成焦点距離
- T7 : 第7レンズL7の光軸上の厚さ
- T8 : 第8レンズL8の光軸上の厚さ
- d1 : 第1レンズL1のアッベ数
- d2 : 第2レンズL2のアッベ数
- d9 : 第9レンズL9のアッベ数
- R7f : 第7レンズL7の物体側の面の近軸曲率半径
- R7r : 第7レンズL7の像面側の面の近軸曲率半径
- R8f : 第8レンズL8の物体側の面の近軸曲率半径
- R8r : 第8レンズL8の像面側の面の近軸曲率半径
- R9r : 第9レンズL9の像面側の面の近軸曲率半径
- D34 : 第3レンズL3と第4レンズL4との間の光軸上の距離
- D89 : 第8レンズL8と第9レンズL9との間の光軸上の距離
- Hmax : 最大像高
- TL : 第1レンズL1の物体側の面から像面IMまでの光軸X上の距離
(フィルタ10は空気換算長)
- Dep : 入射瞳径

10

20

30

40

50

【0103】

数値実施例1～6に示すレンズ構成のように、第5レンズL5が正の屈折力を有する場合にはさらに、以下の条件式(24)および(24a)を満足する。

$$\begin{aligned}
 1 < f5 / f < 15 & (24) \\
 1 < f5 / f < 13 & (24a)
 \end{aligned}$$

但し、

- f5 : 第5レンズL5の焦点距離

【0104】

また、数値実施例1～3、および7～10に示すレンズ構成のように、第6レンズL6が正の屈折力を有する場合にはさらに、以下の条件式(25)および(25a)を満足する。

$$\begin{aligned}
 1 < f6 / f < 10 & (25) \\
 1 < f6 / f < 8 & (25a)
 \end{aligned}$$

但し、

f_6 : 第 6 レンズ L_6 の焦点距離

【 0 1 0 5 】

なお、上記各条件式の全てを満たす必要はなく、上記各条件式のそれぞれを単独に満たすことにより、各条件式に対応する作用効果をそれぞれ得ることができる。

【 0 1 0 6 】

本実施の形態では各レンズのレンズ面が非球面で形成されている。これら非球面の非球面式を次式に示す。

【数 1】

$$Z = \frac{C \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k) \cdot C^2 \cdot H^2}} + \sum (A_n \cdot H^n) \quad 10$$

但し、

Z : 光軸方向の距離

H : 光軸に直交する方向の光軸からの距離

C : 近軸曲率 (= $1 / r$ 、 r : 近軸曲率半径)

k : 円錐定数

A_n : 第 n 次の非球面係数

【 0 1 0 7 】

次に、本実施の形態に係る撮像レンズの数値実施例を示す。各数値実施例において、 f はレンズ系全体の焦点距離、 F_n は F ナンバー、 θ は半画角を示す。 i は物体側より数えた面番号、 r は近軸曲率半径、 d は光軸上のレンズ面間の距離 (面間隔)、 n_d は基準波長 588 nm における屈折率、 d は当該基準波長におけるアッペ数をそれぞれ示す。なお、面番号に * (アスタリスク) の符号が付加された面は非球面であることを示す。 20

【 0 1 0 8 】

数値実施例 1

基本的なレンズデータ

【表 1】

f=5.95mm Fno=2.0 $\omega=38.3^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.532 30.618	0.863 0.056	1.5443	55.9	f1=5.017
L2	3* 4*	5.410 3.223	0.295 0.188	1.6707	19.2	f2=-12.569
L3	5* 6*	4.712 4.308	0.257 0.369	1.6707	19.2	f3=-100.747
L4	7* 8*	27.584 18.022	0.309 0.045	1.5443	55.9	f4=-96.621
L5	9* 10*	24.603 -15.273	0.424 0.462	1.5443	55.9	f5=17.378
L6	11* 12*	-25.919 -8.652	0.415 0.087	1.5443	55.9	f6=23.661
L7	13* 14*	-3.115 -2.981	0.252 0.035	1.6707	19.2	f7=58.814
L8	15* 16*	6.408 5.594	0.485 0.461	1.5443	55.9	f8=-102.382
L9	17* 18*	12.450 2.714	1.173 0.250	1.5443	55.9	f9=-6.657
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.598			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 0 9 】

f12=7.270mm
 f23=-10.950mm
 f34=-49.636mm
 f56=10.261mm
 f89=-6.324mm
 f123=7.518mm
 f456=11.447mm
 f789=-7.094mm
 D34=0.369mm
 D89=0.461mm
 T7=0.252mm
 T8=0.485mm
 TL=7.164mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=3.005mm

30

40

【 0 1 1 0 】

【表 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.051E-01	-1.050E-03	-6.103E-04	5.722E-04	-5.792E-04	1.961E-04	-1.425E-05	-8.531E-06
2	0.000E+00	-1.804E-02	2.223E-02	-1.431E-02	4.937E-03	-7.503E-04	-4.181E-05	1.581E-05
3	-1.693E+01	-2.269E-02	2.359E-02	-1.348E-02	4.925E-03	-9.316E-04	1.795E-04	-3.256E-05
4	-1.131E+01	2.194E-02	-1.451E-02	1.141E-02	-5.387E-03	2.170E-03	-3.509E-04	1.539E-04
5	0.000E+00	-5.385E-03	-2.306E-03	7.087E-04	4.726E-04	1.754E-04	1.335E-04	-1.262E-06
6	0.000E+00	-6.002E-03	5.102E-04	9.550E-04	4.312E-04	1.754E-04	3.577E-05	-2.231E-05
7	0.000E+00	-1.800E-02	-1.104E-02	3.060E-04	-1.236E-04	4.206E-04	1.427E-04	-1.613E-05
8	0.000E+00	-1.114E-02	-1.188E-02	-1.197E-03	2.791E-04	2.023E-04	8.890E-05	-6.967E-05
9	0.000E+00	-1.748E-02	-2.532E-03	1.605E-03	1.276E-04	6.028E-05	6.253E-07	-2.855E-05
10	0.000E+00	-3.805E-02	1.135E-05	1.456E-03	4.974E-04	5.227E-05	-4.451E-05	-1.735E-07
11	0.000E+00	-4.647E-02	-8.387E-04	-2.332E-03	1.905E-05	3.036E-04	3.389E-05	-1.912E-05
12	0.000E+00	-5.786E-02	1.052E-02	-2.298E-03	-1.310E-03	1.129E-03	-2.674E-04	2.130E-05
13	7.198E-01	-1.054E-02	2.108E-02	-1.223E-02	4.153E-03	-6.812E-04	2.921E-05	2.371E-06
14	-2.852E+00	-1.540E-02	1.585E-02	-8.529E-03	2.351E-03	-3.055E-04	1.683E-05	-4.687E-07
15	0.000E+00	-2.063E-02	-1.792E-04	-1.211E-03	3.083E-04	-5.714E-05	5.461E-06	-3.046E-07
16	0.000E+00	-1.390E-02	-1.982E-04	-5.116E-04	1.114E-04	-8.248E-06	-3.281E-08	2.512E-08
17	0.000E+00	-7.033E-02	1.519E-02	-1.783E-03	1.448E-04	-8.452E-06	3.143E-07	-5.414E-09
18	-3.287E+00	-4.682E-02	1.150E-02	-2.088E-03	2.373E-04	-1.594E-05	5.789E-07	-8.730E-09

10

20

【0 1 1 1】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.84$

$f2/f1=-2.51$

$f12/f=1.22$

$f3/f2=8.02$

$f23/f=-1.84$

$f34/f=-8.34$

$D34/f=0.06$

$f56/f=1.72$

$R7f/R7r=1.05$

$R8f/R8r=1.15$

$T8/T7=1.92$

$D89/f=0.08$

$f89/f=-1.06$

$R9r/f=0.46$

$f9/f=-1.12$

$TL/f=1.20$

$TL/Hmax=1.52$

$f/Dep=1.98$

$f5/f=2.92$

$f6/f=3.98$

このように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 1 2】

図 2 は、最大像高 H_{max} に対する各像高の比 H （以下、「像高比 H 」という）に対応する横収差をタンジェンシャル方向とサジタル方向とに分けて示した収差図である（図 5、図 8、図 11、図 14、図 17、図 20、図 23、図 26、および図 29 においても同じ）。図 3 は、球面収差（mm）、非点収差（mm）、および歪曲収差（%）をそれぞれ示した収差図である。非点収差図および歪曲収差図には基準波長（588nm）における収差量を示す。また、非点収差図にあつてはサジタル像面（S）およびタンジェンシャル

30

40

50

像面 (T) をそれぞれ示す (図 6、図 9、図 12、図 15、図 18、図 21、図 24、図 27、および図 30 においても同じ)。図 2 および図 3 に示されるように、本数値実施例 1 に係る撮像レンズによれば諸収差を良好に補正できる。

【 0 1 1 3 】

数値実施例 2

基本的なレンズデータ

【表 3】

$f=5.70\text{mm}$ $Fno=2.0$ $\omega=39.6^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.540 22.503	0.694 0.060	1.5443	55.9	$f1=5.197$
L2	3* 4*	4.894 3.153	0.306 0.263	1.6707	19.2	$f2=-14.220$
L3	5* 6*	8.006 7.069	0.250 0.308	1.6707	19.2	$f3=-100.875$
L4	7* 8*	-819.354 58.524	0.371 0.026	1.5443	55.9	$f4=-100.340$
L5	9* 10*	45.287 -96.990	0.366 0.326	1.5443	55.9	$f5=56.770$
L6	11* 12*	13.273 -12.435	0.489 0.344	1.5443	55.9	$f6=11.875$
L7	13* 14*	-2.850 -3.085	0.266 0.075	1.6707	19.2	$f7=-101.863$
L8	15* 16*	4.502 9.241	0.554 0.586	1.5443	55.9	$f8=15.488$
L9	17* 18*	-49.535 2.719	0.870 0.250	1.5443	55.9	$f9=-4.708$
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.494			
(IM)		∞				

10

20

30

【 0 1 1 4 】

$f12=7.289\text{mm}$
 $f23=-12.320\text{mm}$
 $f34=-50.487\text{mm}$
 $f56=9.915\text{mm}$
 $f89=-8.110\text{mm}$
 $f123=7.621\text{mm}$
 $f456=10.922\text{mm}$
 $f789=-7.084\text{mm}$
 $D34=0.308\text{mm}$
 $D89=0.586\text{mm}$
 $T7=0.266\text{mm}$
 $T8=0.554\text{mm}$
 $TL=7.037\text{mm}$
 $Hmax=4.71\text{mm}$
 $Dep=2.877\text{mm}$

40

【 0 1 1 5 】

【表 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.750E-01	3.245E-04	-2.523E-04	6.200E-04	-5.383E-04	2.183E-04	-1.178E-05	-1.340E-05
2	0.000E+00	-1.760E-02	2.260E-02	-1.420E-02	4.934E-03	-7.596E-04	-4.397E-05	1.937E-05
3	-1.758E+01	-2.228E-02	2.352E-02	-1.366E-02	4.927E-03	-9.068E-04	1.843E-04	-2.711E-05
4	-1.175E+01	2.047E-02	-1.418E-02	1.189E-02	-5.511E-03	1.960E-03	-3.852E-04	2.210E-04
5	0.000E+00	-5.405E-03	-1.796E-03	2.731E-04	2.171E-04	9.372E-05	1.104E-04	1.141E-05
6	0.000E+00	-3.920E-03	-3.133E-04	4.448E-04	2.185E-04	8.921E-05	1.610E-05	-8.973E-06
7	0.000E+00	-2.066E-02	-1.048E-02	-1.537E-04	-5.020E-04	2.925E-04	1.389E-04	4.089E-06
8	0.000E+00	-7.810E-03	-1.217E-02	-1.516E-03	2.051E-04	1.892E-04	8.015E-05	-7.353E-05
9	0.000E+00	-1.612E-02	-2.761E-03	1.543E-03	8.079E-05	4.785E-05	2.316E-06	-2.520E-05
10	0.000E+00	-4.538E-02	3.551E-04	1.559E-03	4.931E-04	5.556E-05	-3.749E-05	5.005E-06
11	0.000E+00	-4.095E-02	-1.817E-04	-2.530E-03	4.546E-06	3.190E-04	4.156E-05	-1.696E-05
12	0.000E+00	-5.205E-02	1.027E-02	-2.148E-03	-1.283E-03	1.130E-03	-2.680E-04	2.130E-05
13	6.302E-01	-1.011E-02	2.162E-02	-1.219E-02	4.163E-03	-6.792E-04	2.930E-05	2.256E-06
14	-4.147E+00	-1.798E-02	1.536E-02	-8.551E-03	2.351E-03	-3.049E-04	1.707E-05	-4.111E-07
15	0.000E+00	-2.095E-02	1.608E-04	-1.258E-03	3.239E-04	-5.522E-05	5.525E-06	-2.425E-07
16	0.000E+00	-5.255E-03	-9.330E-04	-5.384E-04	1.130E-04	-7.993E-06	-1.924E-08	2.525E-08
17	0.000E+00	-6.868E-02	1.528E-02	-1.782E-03	1.446E-04	-8.473E-06	3.133E-07	-5.377E-09
18	-4.573E+00	-4.428E-02	1.154E-02	-2.092E-03	2.371E-04	-1.594E-05	5.789E-07	-8.720E-09

10

20

【0 1 1 6】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.91$

$f2/f1=-2.74$

$f12/f=1.28$

$f3/f2=7.09$

$f23/f=-2.16$

$f34/f=-8.86$

$D34/f=0.05$

$f56/f=1.74$

$R7f/R7r=0.92$

$R8f/R8r=0.49$

$T8/T7=2.09$

$D89/f=0.10$

$f89/f=-1.42$

$R9r/f=0.48$

$f9/f=-0.83$

$TL/f=1.24$

$TL/Hmax=1.50$

$f/Dep=1.98$

$f5/f=9.96$

$f6/f=2.08$

このように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 1 7】

図 5 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 6 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 5 および図 6 に示されるように、本数値実施例 2 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 1 8】

数値実施例 3

基本的なレンズデータ

30

40

50

【表 5】

f=5.98mm Fno=2.0 $\omega=38.2^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.527 31.864	0.853 0.055	1.5443	55.9	f1=4.991
L2	3* 4*	5.425 3.215	0.290 0.188	1.6707	19.2	f2=-12.418
L3	5* 6*	4.674 4.260	0.298 0.362	1.6707	19.2	f3=-100.687
L4	7* 8*	24.516 15.919	0.300 0.045	1.5443	55.9	f4=-84.446
L5	9* 10*	21.718 -15.714	0.429 0.450	1.5443	55.9	f5=16.818
L6	11* 12*	-29.243 -7.067	0.404 0.104	1.5443	55.9	f6=17.013
L7	13* 14*	-2.973 -3.217	0.255 0.030	1.6707	19.2	f7=-100.820
L8	15* 16*	6.291 5.494	0.466 0.434	1.5443	55.9	f8=-100.281
L9	17* 18*	10.960 2.751	1.257 0.250	1.5443	55.9	f9=-7.132
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.579			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 1 9 】

f12=7.270mm
 f23=-10.792mm
 f34=-46.342mm
 f56=8.691mm
 f89=-6.723mm
 f123=7.487mm
 f456=9.649mm
 f789=-5.995mm
 D34=0.362mm
 D89=0.434mm
 T7=0.255mm
 T8=0.466mm
 TL=7.188mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=3.021mm

30

40

【 0 1 2 0 】

【表 6】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.024E-01	-1.124E-03	-6.259E-04	5.799E-04	-5.787E-04	1.951E-04	-1.464E-05	-8.482E-06
2	0.000E+00	-1.802E-02	2.223E-02	-1.432E-02	4.934E-03	-7.504E-04	-4.123E-05	1.640E-05
3	-1.676E+01	-2.273E-02	2.355E-02	-1.349E-02	4.914E-03	-9.355E-04	1.805E-04	-3.055E-05
4	-1.122E+01	2.208E-02	-1.451E-02	1.141E-02	-5.357E-03	2.190E-03	-3.521E-04	1.426E-04
5	0.000E+00	-5.414E-03	-2.276E-03	7.755E-04	4.953E-04	1.747E-04	1.281E-04	-6.580E-06
6	0.000E+00	-6.170E-03	4.930E-04	9.139E-04	4.079E-04	1.671E-04	3.475E-05	-1.998E-05
7	0.000E+00	-1.775E-02	-1.099E-02	2.962E-04	-1.418E-04	4.126E-04	1.424E-04	-1.401E-05
8	0.000E+00	-1.130E-02	-1.182E-02	-1.195E-03	2.736E-04	2.007E-04	8.922E-05	-6.928E-05
9	0.000E+00	-1.723E-02	-2.532E-03	1.616E-03	1.314E-04	6.012E-05	9.589E-08	-2.856E-05
10	0.000E+00	-3.829E-02	1.639E-04	1.458E-03	4.912E-04	5.082E-05	-4.442E-05	4.233E-08
11	0.000E+00	-4.801E-02	-1.172E-03	-2.328E-03	2.542E-05	3.042E-04	3.364E-05	-1.927E-05
12	0.000E+00	-5.494E-02	1.056E-02	-2.338E-03	-1.316E-03	1.129E-03	-2.674E-04	2.131E-05
13	6.882E-01	-8.955E-03	2.121E-02	-1.222E-02	4.151E-03	-6.820E-04	2.905E-05	2.341E-06
14	-2.167E+00	-1.624E-02	1.587E-02	-8.514E-03	2.354E-03	-3.053E-04	1.678E-05	-5.002E-07
15	0.000E+00	-2.183E-02	5.785E-05	-1.222E-03	2.983E-04	-5.775E-05	5.619E-06	-2.678E-07
16	0.000E+00	-1.442E-02	-2.617E-04	-5.101E-04	1.115E-04	-8.229E-06	-3.029E-08	2.531E-08
17	0.000E+00	-7.061E-02	1.518E-02	-1.783E-03	1.449E-04	-8.450E-06	3.143E-07	-5.433E-09
18	-2.942E+00	-4.686E-02	1.150E-02	-2.089E-03	2.372E-04	-1.594E-05	5.789E-07	-8.723E-09

10

20

【0 1 2 1】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.83$

$f2/f1=-2.49$

$f12/f=1.22$

$f3/f2=8.11$

$f23/f=-1.80$

$f34/f=-7.75$

$D34/f=0.06$

$f56/f=1.45$

$R7f/R7r=0.92$

$R8f/R8r=1.15$

$T8/T7=1.83$

$D89/f=0.07$

$f89/f=-1.12$

$R9r/f=0.46$

$f9/f=-1.19$

$TL/f=1.20$

$TL/Hmax=1.53$

$f/Dep=1.98$

$f5/f=2.81$

$f6/f=2.84$

このように、本数値実施例 3 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

30

40

【0 1 2 2】

図 8 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 9 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 8 および図 9 に示されるように、本数値実施例 3 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 2 3】

数値実施例 4

基本的なレンズデータ

50

【表 7】

f=5.86mm Fno=2.0 $\omega=38.8^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.530 29.731	0.805 0.061	1.5443	55.9	f1=5.027
L2	3* 4*	5.151 3.161	0.312 0.219	1.6707	19.2	f2=-13.023
L3	5* 6*	5.393 4.902	0.250 0.365	1.6707	19.2	f3=-100.770
L4	7* 8*	189.535 42.368	0.300 0.030	1.5443	55.9	f4=-100.320
L5	9* 10*	29.132 -19.264	0.379 0.390	1.5443	55.9	f5=21.364
L6	11* 12*	1271.897 52.379	0.396 0.165	1.5443	55.9	f6=-100.377
L7	13* 14*	-3.059 -3.025	0.250 0.030	1.6707	19.2	f7=102.379
L8	15* 16*	4.354 12.072	0.743 0.678	1.5443	55.9	f8=12.102
L9	17* 18*	128.811 2.788	0.912 0.250	1.5443	55.9	f9=-5.249
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.453			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 2 4 】

f12=7.166mm
 f23=-11.337mm
 f34=-50.589mm
 f56=26.883mm
 f89=-13.117mm
 f123=7.429mm
 f456=36.764mm
 f789=-15.290mm
 D34=0.365mm
 D89=0.678mm
 T7=0.250mm
 T8=0.743mm
 TL=7.127mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=2.960mm

30

40

【 0 1 2 5 】

【表 8】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.299E-01	-5.350E-04	-4.865E-04	5.749E-04	-5.696E-04	2.032E-04	-1.314E-05	-1.000E-05
2	0.000E+00	-1.785E-02	2.237E-02	-1.427E-02	4.936E-03	-7.523E-04	-4.166E-05	1.660E-05
3	-1.792E+01	-2.272E-02	2.356E-02	-1.354E-02	4.909E-03	-9.390E-04	1.763E-04	-2.667E-05
4	-1.153E+01	2.111E-02	-1.450E-02	1.157E-02	-5.459E-03	2.056E-03	-3.866E-04	1.785E-04
5	0.000E+00	-5.403E-03	-1.935E-03	5.235E-04	3.578E-04	1.499E-04	1.314E-04	1.280E-06
6	0.000E+00	-4.776E-03	1.015E-04	7.581E-04	3.820E-04	1.756E-04	4.287E-05	-2.284E-05
7	0.000E+00	-1.771E-02	-1.118E-02	2.232E-04	-1.347E-04	4.180E-04	1.340E-04	-2.559E-05
8	0.000E+00	-1.104E-02	-1.233E-02	-1.194E-03	3.061E-04	1.997E-04	7.777E-05	-7.699E-05
9	0.000E+00	-1.828E-02	-2.536E-03	1.514E-03	8.935E-05	5.248E-05	-8.422E-07	-3.091E-05
10	0.000E+00	-3.625E-02	-1.797E-04	1.458E-03	5.126E-04	5.902E-05	-4.202E-05	9.584E-07
11	0.000E+00	-4.428E-02	-7.922E-04	-2.418E-03	2.473E-05	3.136E-04	3.741E-05	-1.846E-05
12	0.000E+00	-6.702E-02	1.023E-02	-2.176E-03	-1.304E-03	1.125E-03	-2.689E-04	2.112E-05
13	6.583E-01	-8.447E-03	2.114E-02	-1.227E-02	4.156E-03	-6.794E-04	2.950E-05	2.383E-06
14	-3.274E+00	-1.553E-02	1.593E-02	-8.507E-03	2.349E-03	-3.061E-04	1.683E-05	-4.356E-07
15	0.000E+00	-2.671E-02	7.579E-04	-1.326E-03	3.198E-04	-5.320E-05	5.566E-06	-3.865E-07
16	0.000E+00	-5.475E-03	-7.551E-04	-5.181E-04	1.134E-04	-8.081E-06	-3.427E-08	2.339E-08
17	0.000E+00	-6.991E-02	1.524E-02	-1.781E-03	1.448E-04	-8.457E-06	3.139E-07	-5.420E-09
18	-4.507E+00	-4.529E-02	1.155E-02	-2.091E-03	2.370E-04	-1.594E-05	5.790E-07	-8.706E-09

10

20

【0 1 2 6】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.86$

$f2/f1=-2.59$

$f12/f=1.22$

$f3/f2=7.74$

$f23/f=-1.93$

$f34/f=-8.63$

$D34/f=0.06$

$f56/f=4.59$

$R7f/R7r=1.01$

$R8f/R8r=0.36$

$T8/T7=2.97$

$D89/f=0.12$

$f89/f=-2.24$

$R9r/f=0.48$

$f9/f=-0.90$

$TL/f=1.22$

$TL/Hmax=1.51$

$f/Dep=1.98$

$f5/f=3.65$

30

40

このように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 2 7】

図 1 1 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 2 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 1 1 および図 1 2 に示されるように、本数値実施例 4 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 2 8】

数値実施例 5

基本的なレンズデータ

50

【表 9】

f=6.03mm Fno=2.0 $\omega=38.0^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.494 34.778	0.903 0.060	1.5443	55.9	f1=4.888
L2	3* 4*	5.344 3.157	0.267 0.175	1.6707	19.2	f2=-12.092
L3	5* 6*	4.219 3.876	0.250 0.365	1.6707	19.2	f3=-100.708
L4	7* 8*	20.760 14.967	0.320 0.047	1.5443	55.9	f4=-100.502
L5	9* 10*	31.815 -9.239	0.454 0.444	1.5443	55.9	f5=13.206
L6	11* 12*	-9.205 -11.242	0.402 0.083	1.5443	55.9	f6=-100.348
L7	13* 14*	-3.485 -3.045	0.274 0.030	1.6707	19.2	f7=28.766
L8	15* 16*	5.979 5.223	0.522 0.439	1.5443	55.9	f8=-100.292
L9	17* 18*	10.189 2.764	1.098 0.250	1.5443	55.9	f9=-7.353
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.635			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 2 9 】

f12=7.123mm
 f23=-10.558mm
 f34=-50.623mm
 f56=15.340mm
 f89=-6.955mm
 f123=7.341mm
 f456=18.136mm
 f789=-9.672mm
 D34=0.365mm
 D89=0.439mm
 T7=0.274mm
 T8=0.522mm
 TL=7.155mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=3.044mm

30

40

【 0 1 3 0 】

【表 1 0】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	1.818E-01	-1.545E-03	-7.320E-04	5.620E-04	-5.877E-04	1.907E-04	-1.539E-05	-7.938E-06
2	0.000E+00	-1.851E-02	2.205E-02	-1.435E-02	4.935E-03	-7.478E-04	-4.049E-05	1.546E-05
3	-1.712E+01	-2.299E-02	2.342E-02	-1.350E-02	4.936E-03	-9.115E-04	1.890E-04	-3.769E-05
4	-1.066E+01	2.236E-02	-1.469E-02	1.133E-02	-5.301E-03	2.233E-03	-3.491E-04	1.425E-04
5	0.000E+00	-5.564E-03	-2.326E-03	9.238E-04	5.661E-04	2.000E-04	1.347E-04	-2.143E-05
6	0.000E+00	-7.083E-03	7.700E-04	1.159E-03	5.149E-04	1.904E-04	2.712E-05	-2.812E-05
7	0.000E+00	-1.625E-02	-1.085E-02	3.261E-04	-1.222E-04	4.272E-04	1.494E-04	-1.624E-05
8	0.000E+00	-1.220E-02	-1.170E-02	-1.234E-03	2.204E-04	1.755E-04	7.920E-05	-7.466E-05
9	0.000E+00	-1.655E-02	-2.273E-03	1.724E-03	1.667E-04	6.538E-05	-1.845E-06	-3.022E-05
10	0.000E+00	-3.563E-02	-1.680E-04	1.462E-03	5.270E-04	6.627E-05	-3.859E-05	2.679E-06
11	0.000E+00	-5.099E-02	1.298E-05	-2.388E-03	-6.698E-05	2.809E-04	3.049E-05	-1.984E-05
12	0.000E+00	-5.933E-02	1.080E-02	-2.204E-03	-1.292E-03	1.128E-03	-2.689E-04	2.077E-05
13	8.763E-01	-1.469E-02	2.083E-02	-1.226E-02	4.150E-03	-6.803E-04	2.956E-05	2.392E-06
14	-2.987E+00	-1.518E-02	1.583E-02	-8.539E-03	2.349E-03	-3.056E-04	1.687E-05	-4.442E-07
15	0.000E+00	-1.838E-02	-1.437E-03	-1.078E-03	3.153E-04	-5.729E-05	5.580E-06	-3.238E-07
16	0.000E+00	-1.635E-02	1.874E-04	-5.227E-04	1.099E-04	-8.307E-06	-2.986E-08	2.548E-08
17	0.000E+00	-7.074E-02	1.518E-02	-1.783E-03	1.449E-04	-8.449E-06	3.144E-07	-5.416E-09
18	-3.601E+00	-4.739E-02	1.153E-02	-2.086E-03	2.373E-04	-1.594E-05	5.788E-07	-8.744E-09

10

20

【0 1 3 1】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.81$

$f2/f1=-2.47$

$f12/f=1.18$

$f3/f2=8.33$

$f23/f=-1.75$

$f34/f=-8.40$

$D34/f=0.06$

$f56/f=2.55$

$R7f/R7r=1.14$

$R8f/R8r=1.14$

$T8/T7=1.91$

$D89/f=0.07$

$f89/f=-1.15$

$R9r/f=0.46$

$f9/f=-1.22$

$TL/f=1.19$

$TL/Hmax=1.52$

$f/Dep=1.98$

$f5/f=2.19$

30

40

このように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 3 2】

図 1 4 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 5 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 1 4 および図 1 5 に示されるように、本数値実施例 5 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 3 3】

数値実施例 6

基本的なレンズデータ

50

【表 1 1】

f=5.88mm Fno=2.0 $\omega=38.3^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.520 30.841	0.779 0.061	1.5443	55.9	f1=4.993
L2	3* 4*	5.199 3.192	0.322 0.232	1.6707	19.2	f2=-13.183
L3	5* 6*	6.256 5.634	0.250 0.353	1.6707	19.2	f3=-100.852
L4	7* 8*	1465.518 52.649	0.300 0.029	1.5443	55.9	f4=-100.340
L5	9* 10*	34.457 -14.348	0.387 0.388	1.5443	55.9	f5=18.663
L6	11* 12*	-420.304 62.959	0.384 0.168	1.5443	55.9	f6=-100.572
L7	13* 14*	-2.981 -3.224	0.250 0.030	1.6707	19.2	f7=-100.541
L8	15* 16*	4.309 13.735	0.774 0.616	1.5443	55.9	f8=11.210
L9	17* 18*	127.049 2.824	0.983 0.250	1.5443	55.9	f9=-5.321
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.450			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 3 4 】

f12=7.056mm
 f23=-11.487mm
 f34=-50.565mm
 f56=22.727mm
 f89=-15.253mm
 f123=7.328mm
 f456=29.365mm
 f789=-12.302mm
 D34=0.353mm
 D89=0.616mm
 T7=0.250mm
 T8=0.774mm
 TL=7.145mm
 Hmax=4.65mm
 Dep=2.897mm

30

40

【 0 1 3 5 】

【表 1 2】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.359E-01	-4.735E-04	-4.184E-04	5.773E-04	-5.665E-04	2.064E-04	-1.219E-05	-1.030E-05
2	0.000E+00	-1.781E-02	2.246E-02	-1.424E-02	4.937E-03	-7.538E-04	-4.167E-05	1.767E-05
3	-1.816E+01	-2.277E-02	2.348E-02	-1.360E-02	4.899E-03	-9.401E-04	1.761E-04	-2.494E-05
4	-1.162E+01	2.104E-02	-1.432E-02	1.168E-02	-5.501E-03	1.998E-03	-3.983E-04	1.990E-04
5	0.000E+00	-5.055E-03	-1.621E-03	5.205E-04	3.474E-04	1.553E-04	1.331E-04	-1.806E-06
6	0.000E+00	-4.776E-03	-8.422E-05	7.222E-04	3.895E-04	1.813E-04	4.494E-05	-1.915E-05
7	0.000E+00	-1.755E-02	-1.120E-02	4.364E-05	-2.128E-04	4.111E-04	1.460E-04	-1.651E-05
8	0.000E+00	-1.120E-02	-1.252E-02	-1.325E-03	2.591E-04	1.849E-04	7.335E-05	-7.731E-05
9	0.000E+00	-1.815E-02	-2.666E-03	1.489E-03	8.009E-05	5.011E-05	-3.984E-07	-3.040E-05
10	0.000E+00	-3.678E-02	9.728E-05	1.481E-03	5.128E-04	6.294E-05	-3.862E-05	2.785E-06
11	0.000E+00	-4.538E-02	-1.000E-03	-2.482E-03	1.971E-05	3.159E-04	3.886E-05	-1.790E-05
12	0.000E+00	-6.524E-02	1.008E-02	-2.172E-03	-1.305E-03	1.123E-03	-2.695E-04	2.099E-05
13	6.137E-01	-6.764E-03	2.134E-02	-1.227E-02	4.152E-03	-6.804E-04	2.918E-05	2.303E-06
14	-3.108E+00	-1.594E-02	1.598E-02	-8.479E-03	2.353E-03	-3.060E-04	1.674E-05	-4.796E-07
15	0.000E+00	-2.833E-02	1.091E-03	-1.408E-03	3.125E-04	-5.304E-05	5.681E-06	-3.522E-07
16	0.000E+00	-4.972E-03	-8.972E-04	-5.189E-04	1.141E-04	-7.999E-06	-2.986E-08	2.332E-08
17	0.000E+00	-6.990E-02	1.525E-02	-1.781E-03	1.448E-04	-8.461E-06	3.136E-07	-5.434E-09
18	-4.288E+00	-4.503E-02	1.156E-02	-2.092E-03	2.370E-04	-1.595E-05	5.789E-07	-8.704E-09

10

20

【0 1 3 6】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.85$

$f2/f1=-2.64$

$f12/f=1.20$

$f3/f2=7.65$

$f23/f=-1.95$

$f34/f=-8.60$

$D34/f=0.06$

$f56/f=3.86$

$R7f/R7r=0.92$

$R8f/R8r=0.31$

$T8/T7=3.09$

$D89/f=0.10$

$f89/f=-2.59$

$R9r/f=0.48$

$f9/f=-0.90$

$TL/f=1.21$

$TL/Hmax=1.54$

$f/Dep=2.03$

$f5/f=3.17$

30

40

このように、本数値実施例 6 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 3 7】

図 1 7 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 1 8 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 1 7 および図 1 8 に示されるように、本数値実施例 6 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 3 8】

数値実施例 7

基本的なレンズデータ

50

【表 1 3】

f=5.78mm Fno=2.0 $\omega=39.1^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST)	2.507	0.726	1.5443	55.9	f1=5.153
	2*	21.214	0.056			
L2	3*	5.069	0.306	1.6707	19.2	f2=-14.050
	4*	3.216	0.259			
L3	5*	5.903	0.250	1.6707	19.2	f3=-96.578
	6*	5.318	0.353			
L4	7*	139.911	0.345	1.5443	55.9	f4=-100.334
	8*	39.246	0.038			
L5	9*	54.056	0.318	1.5443	55.9	f5=-100.330
	10*	27.109	0.251			
L6	11*	12.991	0.513	1.5443	55.9	f6=11.236
	12*	-11.396	0.376			
L7	13*	-2.926	0.250	1.6707	19.2	f7=102.337
	14*	-2.903	0.114			
L8	15*	4.149	0.520	1.5443	55.9	f8=16.242
	16*	7.475	0.629			
L9	17*	-111.096	0.833	1.5443	55.9	f9=-4.939
	18*	2.762	0.250			
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.539			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 3 9】

f12=7.229mm
 f23=-12.076mm
 f34=-49.456mm
 f56=12.622mm
 f89=-8.506mm
 f123=7.535mm
 f456=14.338mm
 f789=-9.220mm
 D34=0.353mm
 D89=0.629mm
 T7=0.250mm
 T8=0.520mm
 TL=7.064mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=2.922mm

30

40

【 0 1 4 0】

【表 1 4】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.662E-01	1.637E-04	-2.965E-04	6.088E-04	-5.496E-04	2.122E-04	-1.305E-05	-1.284E-05
2	0.000E+00	-1.735E-02	2.251E-02	-1.426E-02	4.923E-03	-7.586E-04	-4.270E-05	1.949E-05
3	-1.738E+01	-2.214E-02	2.376E-02	-1.356E-02	4.892E-03	-9.501E-04	1.737E-04	-1.479E-05
4	-1.214E+01	2.048E-02	-1.422E-02	1.178E-02	-5.531E-03	1.969E-03	-4.031E-04	1.822E-04
5	0.000E+00	-6.057E-03	-2.176E-03	2.525E-04	2.368E-04	9.432E-05	9.830E-05	-1.411E-06
6	0.000E+00	-3.276E-03	-2.231E-04	4.881E-04	2.740E-04	1.281E-04	2.719E-05	-1.947E-05
7	0.000E+00	-2.189E-02	-1.030E-02	8.650E-05	-4.172E-04	2.887E-04	1.142E-04	-1.340E-05
8	0.000E+00	-7.859E-03	-1.225E-02	-1.505E-03	2.254E-04	2.009E-04	8.641E-05	-7.056E-05
9	0.000E+00	-1.625E-02	-2.674E-03	1.554E-03	7.605E-05	4.541E-05	1.933E-06	-2.471E-05
10	0.000E+00	-4.544E-02	1.287E-04	1.474E-03	4.704E-04	4.789E-05	-4.085E-05	3.447E-06
11	0.000E+00	-4.179E-02	-1.771E-04	-2.483E-03	1.438E-05	3.191E-04	4.107E-05	-1.708E-05
12	0.000E+00	-5.288E-02	1.031E-02	-2.150E-03	-1.283E-03	1.131E-03	-2.677E-04	2.131E-05
13	6.353E-01	-1.137E-02	2.138E-02	-1.220E-02	4.164E-03	-6.787E-04	2.955E-05	2.363E-06
14	-3.600E+00	-1.746E-02	1.545E-02	-8.549E-03	2.351E-03	-3.049E-04	1.706E-05	-4.098E-07
15	0.000E+00	-1.940E-02	-1.369E-04	-1.221E-03	3.278E-04	-5.499E-05	5.501E-06	-2.570E-07
16	0.000E+00	-6.471E-03	-8.918E-04	-5.327E-04	1.131E-04	-8.039E-06	-2.867E-08	2.386E-08
17	0.000E+00	-6.899E-02	1.525E-02	-1.783E-03	1.447E-04	-8.463E-06	3.139E-07	-5.373E-09
18	-4.916E+00	-4.480E-02	1.154E-02	-2.091E-03	2.371E-04	-1.594E-05	5.790E-07	-8.708E-09

10

20

【0 1 4 1】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.89$

$f2/f1=-2.73$

$f12/f=1.25$

$f3/f2=6.87$

$f23/f=-2.09$

$f34/f=-8.55$

$D34/f=0.06$

$f56/f=2.18$

$R7f/R7r=1.01$

$R8f/R8r=0.56$

$T8/T7=2.08$

$D89/f=0.11$

$f89/f=-1.47$

$R9r/f=0.48$

$f9/f=-0.85$

$TL/f=1.22$

$TL/Hmax=1.50$

$f/Dep=1.98$

$f6/f=1.94$

30

40

このように、本数値実施例 7 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 4 2】

図 2 0 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 2 1 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 2 0 および図 2 1 に示されるように、本数値実施例 7 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 4 3】

数値実施例 8

基本的なレンズデータ

50

【表 1 5】

f=6.06mm Fno=2.0 $\omega=37.8^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.470 28.322	0.888 0.050	1.5443	55.9	f1=4.911
L2	3* 4*	5.609 3.323	0.277 0.205	1.6707	19.2	f2=-12.777
L3	5* 6*	4.472 4.097	0.260 0.434	1.6707	19.2	f3=-100.712
L4	7* 8*	34.457 21.059	0.318 0.078	1.5443	55.9	f4=-100.348
L5	9* 10*	105.646 35.962	0.441 0.246	1.5443	55.9	f5=-100.393
L6	11* 12*	21.491 -7.238	0.464 0.165	1.5443	55.9	f6=10.004
L7	13* 14*	-3.133 -3.093	0.255 0.115	1.6707	19.2	f7=101.380
L8	15* 16*	5.374 4.755	0.390 0.437	1.5443	55.9	f8=-97.422
L9	17* 18*	8.773 2.665	1.182 0.250	1.5443	55.9	f9=-7.549
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.682			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 4 4 】

f12=6.999mm
 f23=-11.092mm
 f34=-50.613mm
 f56=11.072mm
 f89=-7.065mm
 f123=7.208mm
 f456=12.369mm
 f789=-7.499mm
 D34=0.434mm
 D89=0.437mm
 T7=0.255mm
 T8=0.390mm
 TL=7.276mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=3.063mm

30

40

【 0 1 4 5 】

【表 1 6】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.199E-01	-6.594E-04	-5.236E-04	6.070E-04	-5.818E-04	1.912E-04	-1.569E-05	-8.512E-06
2	0.000E+00	-1.764E-02	2.219E-02	-1.439E-02	4.917E-03	-7.478E-04	-3.740E-05	1.665E-05
3	-1.676E+01	-2.280E-02	2.374E-02	-1.333E-02	4.912E-03	-9.700E-04	1.710E-04	-1.740E-05
4	-1.216E+01	2.219E-02	-1.436E-02	1.134E-02	-5.406E-03	2.152E-03	-3.931E-04	1.093E-04
5	0.000E+00	-6.314E-03	-2.763E-03	6.240E-04	4.140E-04	1.266E-04	9.873E-05	-3.070E-05
6	0.000E+00	-5.480E-03	5.762E-04	8.163E-04	4.009E-04	1.928E-04	4.389E-05	-3.359E-05
7	0.000E+00	-2.064E-02	-1.059E-02	4.035E-04	-2.178E-04	3.446E-04	1.113E-04	-2.203E-05
8	0.000E+00	-9.944E-03	-1.153E-02	-1.029E-03	3.535E-04	2.212E-04	8.862E-05	-7.387E-05
9	0.000E+00	-1.647E-02	-2.572E-03	1.548E-03	8.802E-05	4.459E-05	-3.966E-06	-2.965E-05
10	0.000E+00	-4.498E-02	-2.952E-04	1.303E-03	4.486E-04	3.926E-05	-4.778E-05	-1.070E-06
11	0.000E+00	-4.431E-02	-8.291E-04	-2.111E-03	7.704E-05	3.107E-04	3.334E-05	-1.973E-05
12	0.000E+00	-5.006E-02	1.098E-02	-2.395E-03	-1.320E-03	1.132E-03	-2.659E-04	2.170E-05
13	6.969E-01	-1.122E-02	2.100E-02	-1.214E-02	4.163E-03	-6.811E-04	2.917E-05	2.409E-06
14	-2.539E+00	-1.543E-02	1.586E-02	-8.556E-03	2.352E-03	-3.046E-04	1.704E-05	-4.367E-07
15	0.000E+00	-2.121E-02	-5.220E-04	-1.062E-03	3.020E-04	-5.896E-05	5.530E-06	-2.842E-07
16	0.000E+00	-1.646E-02	-1.196E-04	-5.224E-04	1.097E-04	-8.360E-06	-3.357E-08	2.621E-08
17	0.000E+00	-7.153E-02	1.515E-02	-1.782E-03	1.450E-04	-8.440E-06	3.144E-07	-5.499E-09
18	-3.150E+00	-4.761E-02	1.153E-02	-2.086E-03	2.372E-04	-1.594E-05	5.787E-07	-8.732E-09

10

20

【0 1 4 6】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.81$

$f2/f1=-2.60$

$f12/f=1.15$

$f3/f2=7.88$

$f23/f=-1.83$

$f34/f=-8.35$

$D34/f=0.07$

$f56/f=1.83$

$R7f/R7r=1.01$

$R8f/R8r=1.13$

$T8/T7=1.53$

$D89/f=0.07$

$f89/f=-1.16$

$R9r/f=0.44$

$f9/f=-1.24$

$TL/f=1.20$

$TL/Hmax=1.55$

$f/Dep=1.98$

$f6/f=1.65$

30

40

このように、本数値実施例 8 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 4 7】

図 2 3 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 2 4 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 2 3 および図 2 4 に示されるように、本数値実施例 8 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 4 8】

数値実施例 9

基本的なレンズデータ

50

【表 1 7】

f=5.80mm Fno=2.0 $\omega=39.1^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.505 22.216	0.720 0.054	1.5443	55.9	f1=5.121
L2	3* 4*	5.135 3.236	0.312 0.250	1.6707	19.2	f2=-13.973
L3	5* 6*	5.725 5.186	0.250 0.364	1.6707	19.2	f3=-100.809
L4	7* 8*	146.071 39.719	0.331 0.040	1.5443	55.9	f4=-100.334
L5	9* 10*	44.257 24.384	0.319 0.250	1.5443	55.9	f5=-100.331
L6	11* 12*	12.345 -10.726	0.497 0.403	1.5443	55.9	f6=10.625
L7	13* 14*	-2.836 -3.069	0.266 0.071	1.6707	19.2	f7=-102.330
L8	15* 16*	4.001 7.632	0.543 0.591	1.5443	55.9	f8=14.678
L9	17* 18*	-249.837 2.797	0.931 0.250	1.5443	55.9	f9=-5.075
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.509			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 4 9】

f12=7.180mm
 f23=-12.076mm
 f34=-50.564mm
 f56=11.861mm
 f89=-9.656mm
 f123=7.458mm
 f456=13.359mm
 f789=-8.294mm
 D34=0.364mm
 D89=0.591mm
 T7=0.266mm
 T8=0.543mm
 TL=7.088mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=2.842mm

30

40

【 0 1 5 0】

【表 1 8】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.656E-01	1.680E-04	-3.047E-04	6.071E-04	-5.513E-04	2.113E-04	-1.317E-05	-1.272E-05
2	0.000E+00	-1.726E-02	2.253E-02	-1.426E-02	4.923E-03	-7.589E-04	-4.262E-05	1.983E-05
3	-1.721E+01	-2.211E-02	2.380E-02	-1.354E-02	4.884E-03	-9.606E-04	1.707E-04	-1.256E-05
4	-1.217E+01	2.063E-02	-1.418E-02	1.174E-02	-5.542E-03	1.976E-03	-4.017E-04	1.738E-04
5	0.000E+00	-6.090E-03	-2.246E-03	2.805E-04	2.612E-04	9.861E-05	9.423E-05	-5.508E-06
6	0.000E+00	-3.324E-03	-2.055E-04	5.026E-04	2.871E-04	1.364E-04	2.911E-05	-2.275E-05
7	0.000E+00	-2.177E-02	-1.027E-02	5.058E-05	-4.391E-04	2.809E-04	1.129E-04	-1.239E-05
8	0.000E+00	-8.089E-03	-1.229E-02	-1.510E-03	2.227E-04	1.992E-04	8.598E-05	-7.040E-05
9	0.000E+00	-1.623E-02	-2.694E-03	1.545E-03	7.326E-05	4.479E-05	1.752E-06	-2.479E-05
10	0.000E+00	-4.539E-02	1.045E-04	1.448E-03	4.620E-04	4.553E-05	-4.163E-05	3.148E-06
11	0.000E+00	-4.219E-02	-2.686E-04	-2.474E-03	1.914E-05	3.196E-04	4.093E-05	-1.716E-05
12	0.000E+00	-5.265E-02	1.040E-02	-2.135E-03	-1.281E-03	1.131E-03	-2.676E-04	2.132E-05
13	6.147E-01	-1.030E-02	2.153E-02	-1.218E-02	4.166E-03	-6.784E-04	2.958E-05	2.364E-06
14	-3.296E+00	-1.799E-02	1.544E-02	-8.541E-03	2.352E-03	-3.048E-04	1.708E-05	-4.103E-07
15	0.000E+00	-2.160E-02	7.676E-05	-1.244E-03	3.266E-04	-5.471E-05	5.539E-06	-2.602E-07
16	0.000E+00	-6.717E-03	-9.389E-04	-5.273E-04	1.135E-04	-8.026E-06	-2.979E-08	2.344E-08
17	0.000E+00	-6.915E-02	1.525E-02	-1.782E-03	1.447E-04	-8.462E-06	3.138E-07	-5.398E-09
18	-4.435E+00	-4.473E-02	1.153E-02	-2.092E-03	2.370E-04	-1.595E-05	5.790E-07	-8.704E-09

10

20

【0 1 5 1】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.88$

$f2/f1=-2.73$

$f12/f=1.24$

$f3/f2=7.21$

$f23/f=-2.08$

$f34/f=-8.72$

$D34/f=0.06$

$f56/f=2.05$

$R7f/R7r=0.92$

$R8f/R8r=0.52$

$T8/T7=2.04$

$D89/f=0.10$

$f89/f=-1.67$

$R9r/f=0.48$

$f9/f=-0.88$

$TL/f=1.22$

$TL/Hmax=1.51$

$f/Dep=2.04$

$f6/f=1.83$

30

40

このように、本数値実施例 9 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 5 2】

図 2 6 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 2 7 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 2 6 および図 2 7 に示されるように、本数値実施例 9 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 5 3】

数値実施例 1 0

基本的なレンズデータ

50

【表 1 9】

f=6.11mm Fno=2.0 $\omega=37.6^\circ$

	i	r	d	n d	ν d	[mm]
		∞	∞			
L1	1*(ST) 2*	2.463 27.709	0.882 0.049	1.5443	55.9	f1=4.905
L2	3* 4*	5.548 3.322	0.272 0.195	1.6707	19.2	f2=-12.984
L3	5* 6*	4.744 4.308	0.252 0.430	1.6707	19.2	f3=-91.146
L4	7* 8*	25.133 17.138	0.317 0.083	1.5443	55.9	f4=-100.374
L5	9* 10*	91.364 34.191	0.464 0.258	1.5443	55.9	f5=-100.672
L6	11* 12*	16.195 -7.005	0.474 0.196	1.5443	55.9	f6=9.049
L7	13* 14*	-3.014 -3.261	0.253 0.082	1.6707	19.2	f7=-100.624
L8	15* 16*	5.500 4.879	0.365 0.411	1.5443	55.9	f8=-100.153
L9	17* 18*	7.880 2.658	1.249 0.260	1.5443	55.9	f9=-8.049
	19	∞	0.210	1.5168	64.2	
	20	∞	0.677			
(IM)		∞				

10

20

【 0 1 5 4】

f12=6.942mm
 f23=-11.142mm
 f34=-47.984mm
 f56=9.911mm
 f89=-7.492mm
 f123=7.204mm
 f456=10.944mm
 f789=-6.632mm
 D34=0.430mm
 D89=0.411mm
 T7=0.253mm
 T8=0.365mm
 TL=7.309mm
 Hmax=4.71mm
 Dep=3.084mm

30

40

【 0 1 5 5】

【表 2 0】

非球面データ

i	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	2.215E-01	-5.797E-04	-5.454E-04	5.973E-04	-5.806E-04	1.924E-04	-1.583E-05	-8.913E-06
2	0.000E+00	-1.774E-02	2.216E-02	-1.439E-02	4.918E-03	-7.476E-04	-3.766E-05	1.690E-05
3	-1.663E+01	-2.275E-02	2.369E-02	-1.338E-02	4.915E-03	-9.543E-04	1.778E-04	-2.006E-05
4	-1.201E+01	2.216E-02	-1.438E-02	1.136E-02	-5.407E-03	2.151E-03	-3.818E-04	1.254E-04
5	0.000E+00	-5.867E-03	-2.603E-03	6.406E-04	4.342E-04	1.459E-04	1.105E-04	-2.291E-05
6	0.000E+00	-5.419E-03	7.105E-04	9.089E-04	4.102E-04	1.765E-04	3.426E-05	-3.141E-05
7	0.000E+00	-1.911E-02	-1.075E-02	2.839E-04	-2.629E-04	3.276E-04	1.037E-04	-2.675E-05
8	0.000E+00	-9.847E-03	-1.155E-02	-1.139E-03	3.088E-04	2.113E-04	8.781E-05	-7.315E-05
9	0.000E+00	-1.610E-02	-2.563E-03	1.590E-03	1.052E-04	4.675E-05	-5.285E-06	-3.078E-05
10	0.000E+00	-4.389E-02	-9.404E-05	1.351E-03	4.505E-04	3.867E-05	-4.754E-05	-6.514E-07
11	0.000E+00	-4.553E-02	-1.065E-03	-2.180E-03	7.176E-05	3.139E-04	3.497E-05	-1.927E-05
12	0.000E+00	-4.980E-02	1.102E-02	-2.378E-03	-1.322E-03	1.131E-03	-2.660E-04	2.181E-05
13	6.866E-01	-9.569E-03	2.110E-02	-1.215E-02	4.165E-03	-6.806E-04	2.904E-05	2.275E-06
14	-2.009E+00	-1.631E-02	1.586E-02	-8.543E-03	2.352E-03	-3.047E-04	1.698E-05	-4.507E-07
15	0.000E+00	-2.322E-02	-1.611E-04	-1.070E-03	3.023E-04	-5.917E-05	5.569E-06	-2.210E-07
16	0.000E+00	-1.583E-02	-2.333E-04	-5.125E-04	1.111E-04	-8.303E-06	-3.632E-08	2.514E-08
17	0.000E+00	-7.197E-02	1.515E-02	-1.782E-03	1.451E-04	-8.439E-06	3.143E-07	-5.534E-09
18	-2.810E+00	-4.789E-02	1.154E-02	-2.086E-03	2.372E-04	-1.594E-05	5.787E-07	-8.735E-09

10

20

【0 1 5 6】

各条件式の値を以下に示す。

$f1/f=0.80$

$f2/f1=-2.65$

$f12/f=1.14$

$f3/f2=7.02$

$f23/f=-1.82$

$f34/f=-7.86$

$D34/f=0.07$

$f56/f=1.62$

$R7f/R7r=0.92$

$R8f/R8r=1.13$

$T8/T7=1.45$

$D89/f=0.07$

$f89/f=-1.23$

$R9r/f=0.44$

$f9/f=-1.32$

$TL/f=1.20$

$TL/Hmax=1.55$

$f/Dep=1.98$

$f6/f=1.48$

30

40

このように、本数値実施例 1 0 に係る撮像レンズは上記各条件式を満足する。

【0 1 5 7】

図 2 9 は像高比 H に対応する横収差を示したものであり、図 3 0 は球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、および歪曲収差 (%) をそれぞれ示したものである。図 2 9 および図 3 0 に示されるように、本数値実施例 1 0 に係る撮像レンズによっても諸収差を良好に補正できる。

【0 1 5 8】

以上説明した本実施の形態に係る撮像レンズは 6 5 ° 以上の非常に広い画角 (2) を有する。ちなみに、上述の数値実施例 1 ~ 1 0 に係る撮像レンズは 7 5 . 2 ° ~ 7 9 . 1

50

°の画角を有する。本実施の形態に係る撮像レンズによれば、従来の撮像レンズよりも広い範囲を撮影することが可能となる。

【0159】

また近年では、撮像レンズを通じて得られた画像の任意の領域を画像処理によって拡大するデジタルズーム技術の進歩により、高画素の撮像素子と高解像度の撮像レンズとが組み合わされることが多い。高画素の撮像素子では1画素当りの受光面積が減少することが多く、撮影した画像が暗くなる傾向にある。数値実施例1～10の撮像レンズのFnoは2.0と小さな値になっている。本実施の形態に係る撮像レンズによれば、上述のような高画素の撮像素子にも対応した十分に明るい画像を得ることができる。

【0160】

したがって、上記実施の形態に係る撮像レンズを携帯電話機、スマートフォン、携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラや、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の撮像光学系に適用した場合、当該カメラの高機能化と小型化の両立を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0161】

本発明は、携帯電話機、スマートフォン、携帯情報端末等の携帯機器に内蔵されるカメラ、デジタルスティルカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラ、ネットワークカメラ等の比較的小型のカメラに組み込まれる撮像レンズに適用することができる。

【符号の説明】

【0162】

X	光軸
ST	開口絞り
L1	第1レンズ
L2	第2レンズ
L3	第3レンズ
L4	第4レンズ
L5	第5レンズ
L6	第6レンズ
L7	第7レンズ
L8	第8レンズ
L9	第9レンズ
10	フィルタ
IM	像面

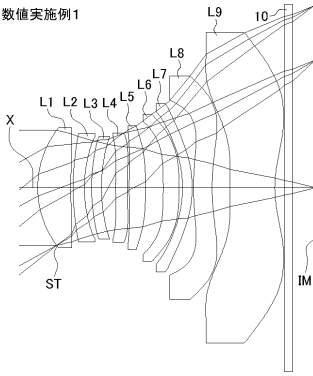
10

20

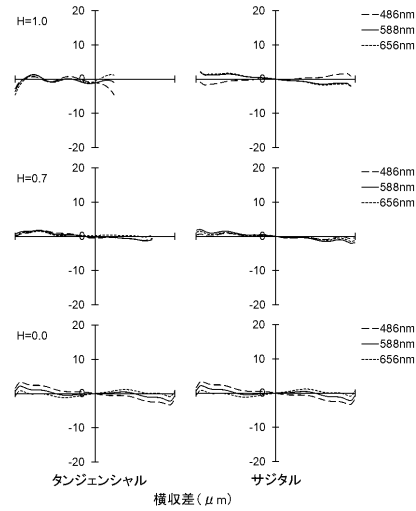
30

【 図 1 】

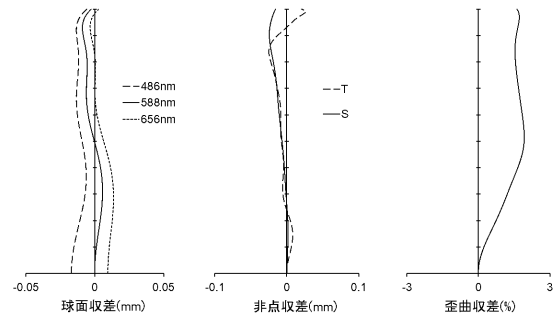
数値実施例1



【 図 2 】

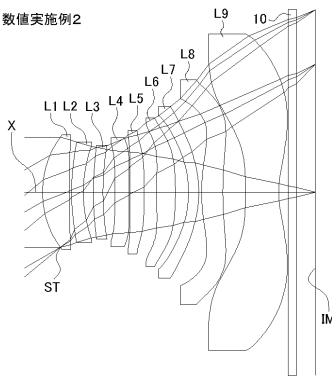


【 図 3 】

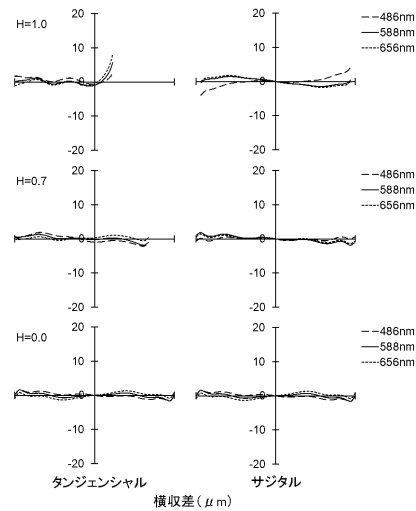


【 図 4 】

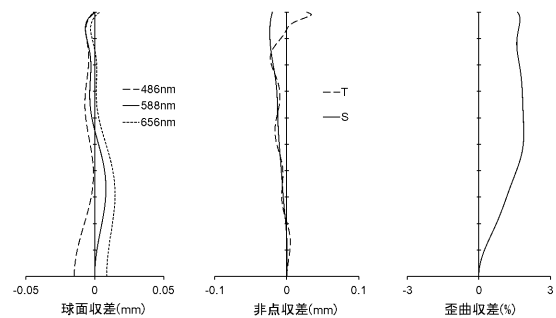
数値実施例2



【 図 5 】

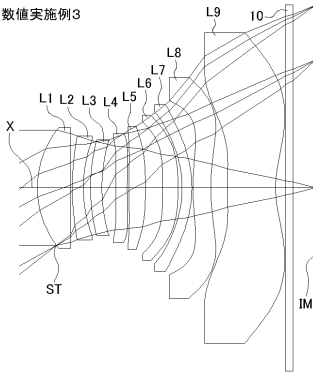


【 図 6 】

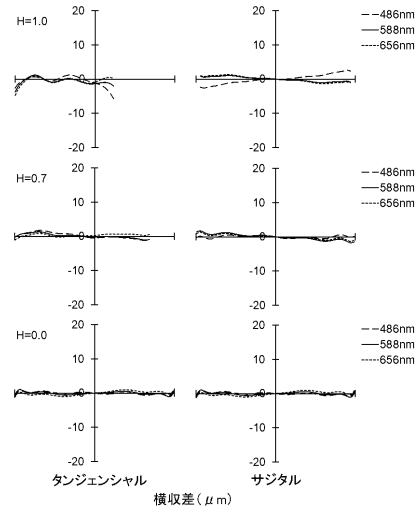


【 図 7 】

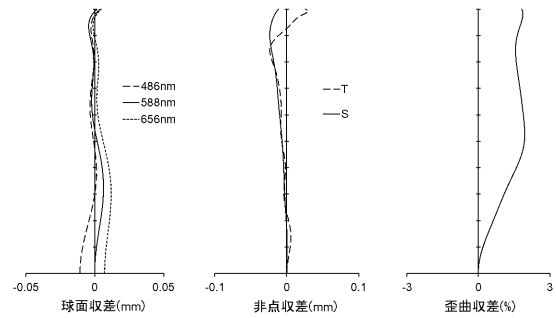
数値実施例3



【 図 8 】

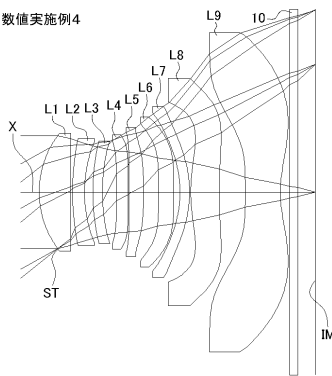


【 図 9 】

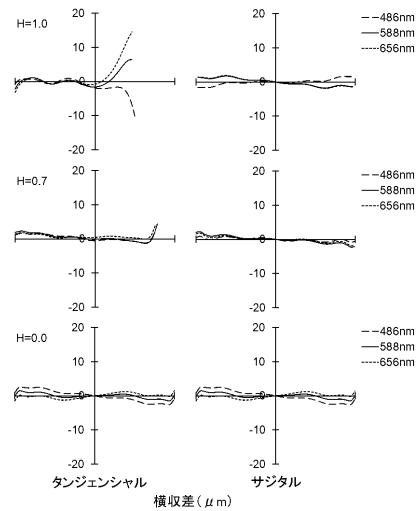


【 図 10 】

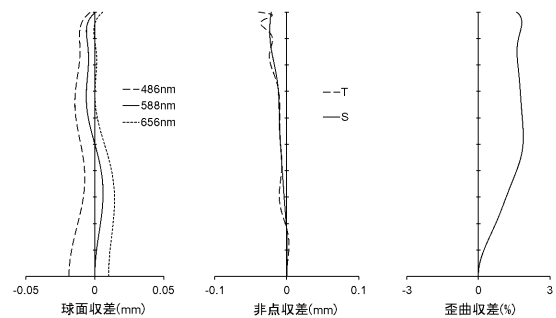
数値実施例4



【 図 11 】

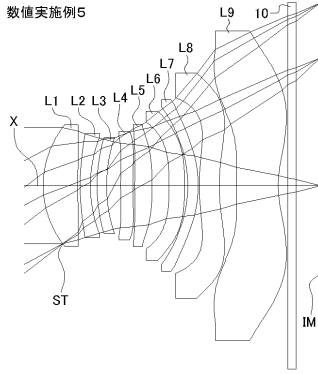


【 図 12 】

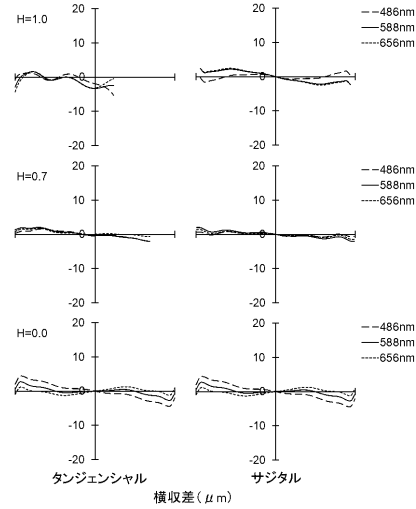


【図13】

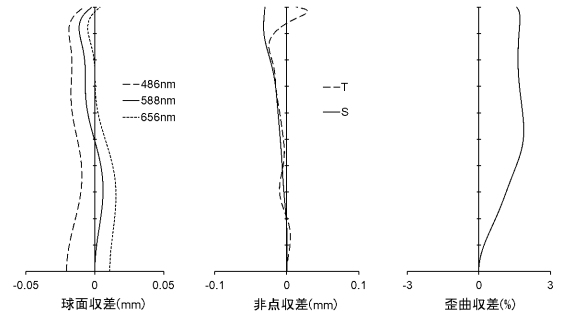
数値実施例5



【図14】

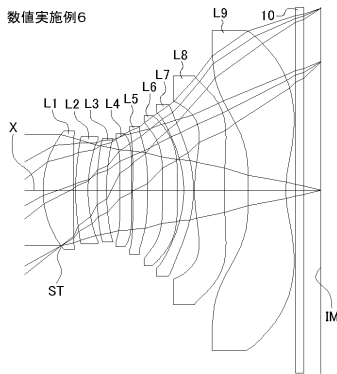


【図15】

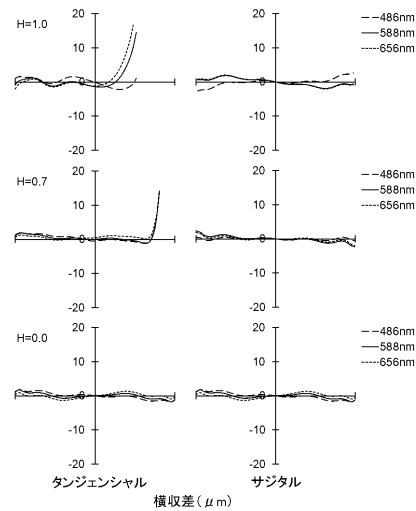


【図16】

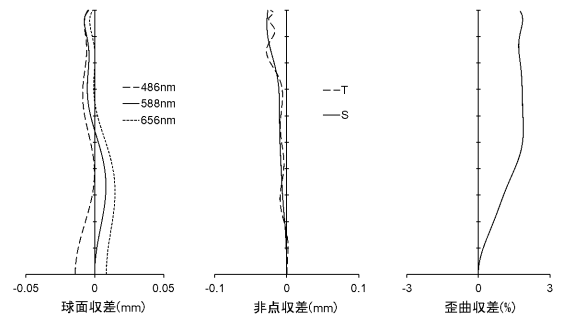
数値実施例6



【図17】

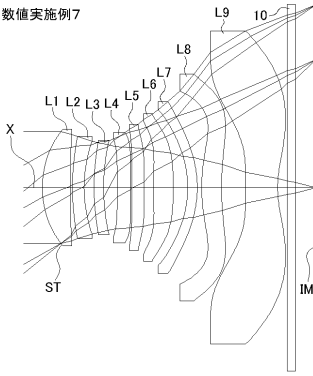


【図18】

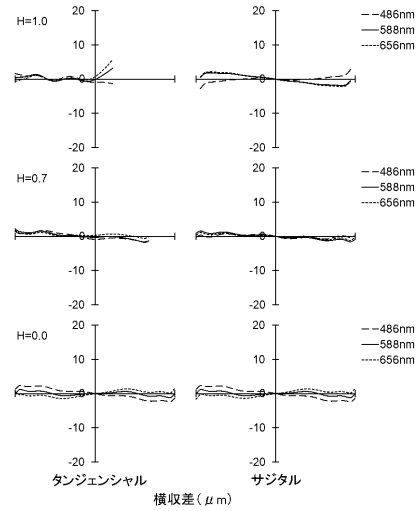


【図19】

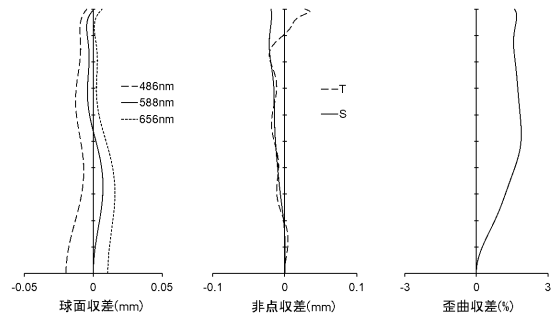
数値実施例7



【図20】

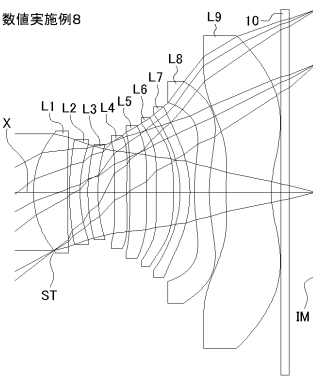


【図21】

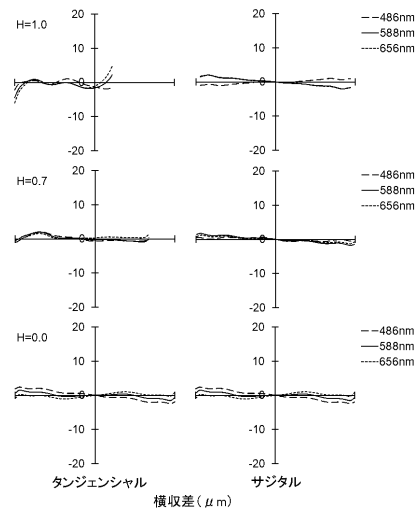


【図22】

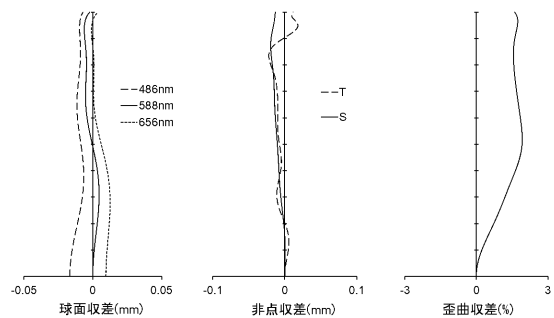
数値実施例8



【図23】

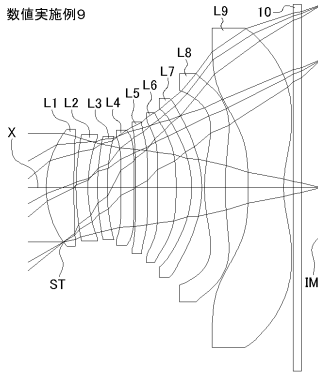


【図24】

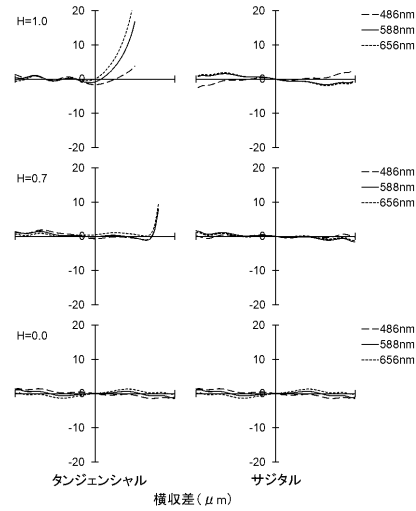


【図 25】

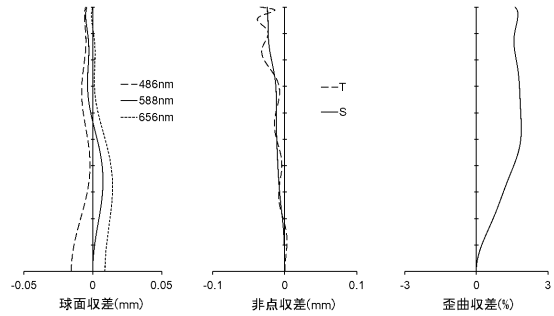
数値実施例9



【図 26】

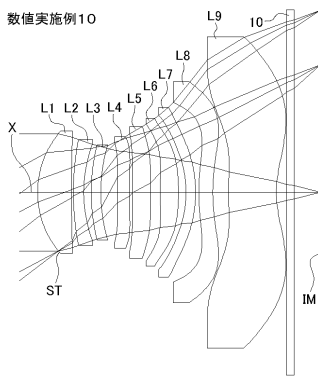


【図 27】

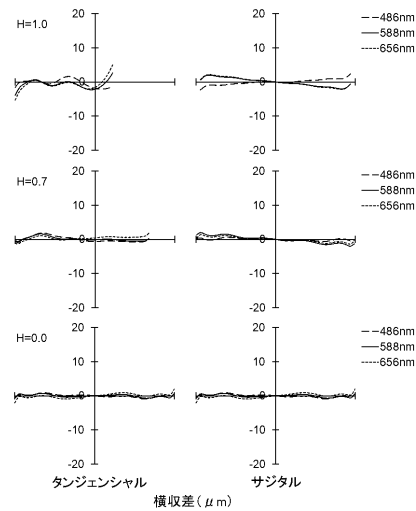


【図 28】

数値実施例10



【図 29】



【図 30】

