

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5900379号
(P5900379)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int.Cl.
GO2B 15/10 (2006.01)

F I
GO2B 15/10

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-40614 (P2013-40614)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成25年3月1日 (2013.3.1)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2014-170043 (P2014-170043A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成26年9月18日 (2014.9.18)	(74) 代理人	100104215
審査請求日	平成27年2月12日 (2015.2.12)		弁理士 大森 純一
		(74) 代理人	100117330
			弁理士 折居 章
		(74) 代理人	100168181
			弁理士 中村 哲平
		(74) 代理人	100170346
			弁理士 吉田 望
		(74) 代理人	100168745
			弁理士 金子 彩子
		(74) 代理人	100176131
			弁理士 金山 慎太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアコンバージョンレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向する2つの端部を有し、前記各々の端部に光の透過口を有する筐体と、
3つの第1の撮像素子を有する3板式カメラの、色分解プリズムと組み合わされて使用されることを前提に設計された撮影レンズの像面側に、前記筐体の一方の前記端部を着脱自在に連結するための第1の連結部と、
前記3板式カメラの前記第1の撮像素子の撮像面より広い撮像面を有する第2の撮像素子を有する単板式カラーカメラに、前記筐体の他方の前記端部を着脱自在に連結するための第2の連結部と、
第1の3枚貼り合わせレンズにより構成され、合成焦点距離が負である第1のレンズ群、被写体側より順に、凹レンズと、凸レンズと、第2の3枚貼り合わせレンズとにより構成された第2のレンズ群、および、凸レンズにより構成され、結像作用を有する第3のレンズ群を前記筐体内に被写体側より順に配置した光学系とを具備し、
前記第2の3枚貼り合わせレンズおよび前記第3のレンズ群の合成焦点距離は正であり、
前記第1の3枚貼り合わせレンズおよび前記第2の3枚貼り合わせレンズは、
以下の条件式(1)乃至(4)を満足する
リアコンバージョンレンズ。
$$-3.0 < (f2G) / (f1G) < -1.2 \quad \cdots \quad (1)$$

10

20

$$\underline{n\ 1\ G\ 1 > n\ 1\ G\ 3 > n\ 1\ G\ 2 \quad \cdots \quad (2)}$$

$$\underline{n\ 2\ G\ 2 > n\ 2\ G\ 1 \quad \cdots \quad (3)}$$

$$\underline{n\ 2\ G\ 2 > n\ 2\ G\ 3 \quad \cdots \quad (4)}$$

但し、

$f\ 1\ G$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離、

$f\ 2\ G$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離、

$n\ 1\ G\ 1$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズの屈折率、

$n\ 1\ G\ 2$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズの屈折率、

$n\ 1\ G\ 3$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズの屈折率、

$n\ 2\ G\ 1$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズの屈折率、

$n\ 2\ G\ 2$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズの屈折率、

$n\ 2\ G\ 3$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズの屈折率

である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、リアコンバージョンレンズに関し、特に3板式カメラ用撮影レンズを単板式カラーカメラに利用するために用いるリアコンバージョンレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、撮影レンズの焦点距離を拡大するために、リアコンバージョンレンズが用いられてきた（例えば、特許文献1および特許文献2参照）。

【0003】

また、リアコンバージョンレンズの別の用途として、規格の異なる撮影レンズとカメラとを組み合わせるために、撮影レンズとカメラの間に配置して用いるリアコンバージョンレンズが望まれていた。

【0004】

例えば、2／3インチフォーマットのズームレンズを、A P S－Cサイズの撮像素子を有する単板式カラーカメラに用いたいというニーズや、同じく2／3インチフォーマットの撮影レンズをスーパー35mmフォーマットの単板式シネマカメラで利用したいというニーズなどがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005－107261号公報

【特許文献2】特開2006－349904号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、例えば、2／3インチフォーマットの撮影レンズには、色分解プリズムを用いた3板式カメラでの使用を前提に設計がなされたものがある。この撮影レンズを単板式カラーカメラに用いる場合、前提としていた色分解プリズムが無くなるので大量の球面収差が発生してしまう為、組み合わせて利用することは困難であった。

【0007】

すなわち、カメラのマウント方式を変換したり、撮影レンズの焦点距離を変換したり、フランジバックやバックフォーカスを調整したりするだけでは、色分解プリズムの使用を前提としない単板式カラーカメラに、このような2／3インチフォーマットの撮影レンズを組み合わせることは出来なかった。

【0008】

以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、色分解プリズムと組み合わせられて使用され

10

20

30

40

50

ることを前提に設計された、3板式カメラ用の撮影レンズと、単板式カラーカメラとを組み合わせることを可能とするリアコンバージョン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】

【0009】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズは、対向する2つの端部を有し、前記各々の端部に光の透過口を有する筐体と、3つの第1の撮像素子を有する3板式カメラの、色分解プリズムと組み合わされて使用されることを前提に設計された撮影レンズの像面側に、前記筐体の一方の前記端部を着脱自在に連結するための第1の連結部と、前記3板式カメラの前記第1の撮像素子の撮像面より広い撮像面を有する第2の撮像素子を有する単板式カラーカメラに、前記筐体の他方の前記端部を着脱自在に連結するための第2の連結部と、合成焦点距離が負である第1のレンズ群、球面収差を補正する第2のレンズ群、および結像作用を有する第3のレンズ群を前記筐体内に被写体側より順に配置した光学系とを具備する。

10

【0010】

本技術では、第1のレンズ群の合成焦点距離が負であるので、像側がテレセントリックな3板式カメラ用撮影レンズと組み合わせ、本リアコンバージョンレンズの小型化を図ることが出来る。

【0011】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズでは、前記第1のレンズ群は、第1の3枚貼り合わせレンズにより構成され、前記第2のレンズ群は、被写体側より順に、凹レンズと、凸レンズと、第2の3枚貼り合わせレンズとにより構成され、前記第3のレンズ群は、凸レンズにより構成されてもよい。

20

【0012】

本技術では、多くのレンズを用いることにより丁寧に収差の補正を行っているので、少ないレンズ枚数により小型化を図ったリアコンバージョンレンズに比べ、より適切に収差を補正することが出来る。

【0013】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズでは、前記第2の3枚貼り合わせレンズおよび前記第3のレンズ群の合成焦点距離は正である構成でもよい。

30

【0014】

本技術では、第2の3枚貼り合わせレンズおよび第3のレンズ群の合成焦点距離が正なので、像側がテレセントリックな3板式カメラ用撮影レンズと組み合わせ、本リアコンバージョンレンズの小型化を図ることが出来る。

【0015】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズでは、前記第1の3枚貼り合わせレンズおよび前記第2の3枚貼り合わせレンズは、以下の条件式(1)を満足する構成でもよい。

$$-3.0 < (f2G) / (f1G) < -1.2 \quad \dots \quad (1)$$

但し、 $f1G$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離、 $f2G$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離である。

40

【0016】

本技術では、条件式(1)を満たすように、第1の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離と第2の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離を定めるので、サジタル面およびメリディオナル面両方における非点収差が実用的な範囲に収まる。また、撮像素子の周辺部における画質の低下を防止することが出来る。

【0017】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズでは、前記第1の3枚貼り合わせレンズは、以下の条件式(2)を満足する構成でもよい。

$$n1G1 > n1G3 > n1G2 \quad \dots \quad (2)$$

50

但し、 $n1G1$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズの屈折率、 $n1G2$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズの屈折率、 $n1G3$ は前記第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズの屈折率である。

【0018】

本技術では、条件式(2)を満たすように、第1の3枚貼り合わせレンズの各レンズの屈折率を定めるので、高次球面収差を発生させて、3板式カメラ用撮影レンズの球面収差をコントロールし、高画質を得ることが出来る。

【0019】

上記目的を達成するため、本技術の一形態に係るリアコンバージョンレンズでは、前記第2の3枚貼り合わせレンズは、以下の条件式(3)および(4)を満足する構成でもよい。

$$n2G2 > n2G1 \quad \cdots \quad (3)$$

$$n2G2 > n2G3 \quad \cdots \quad (4)$$

但し、 $n2G1$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズの屈折率、 $n2G2$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズの屈折率、 $n2G3$ は前記第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズの屈折率である。

【0020】

本技術では、条件式(3)および(4)を満たすように、第2の3枚貼り合わせレンズの各レンズの屈折率を定めるので、高次球面収差を発生させて、3板式カメラ用撮影レンズの球面収差をコントロールし、高画質を得ることが出来る。

【発明の効果】

【0021】

以上のように、本技術によれば、色分解プリズムと組み合わせられて使用されることを前提に設計された、3板式カメラ用の撮影レンズと、単板式カラーカメラとを組み合わせる用いることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系の光軸に沿った断面図である。

【図2】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系の光路図である。

【図3】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系のコマ収差図である。

【図4】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系の球面収差図である。

【図5】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系の、左から順に、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。

【図6】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系のスポットダイアグラムである。

【図7】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系の白色MTF (Modulation Transfer Function) 特性図である。

【図8】本技術に係るリアコンバージョンレンズの光学系のデフォーカスMTF特性図である。

【図9】色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの球面収差図である。

【図10】色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズのコマ収差図である。

【図11】色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの、左から順に、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。

【図12】色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの白色MTF特性図である。

【図13】色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズの球面収差図である。

【図14】色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズの、左から順に、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。

【図 1 5】色分解プリズムを含めない 3 板式カメラ用撮影レンズのコマ収差図である。

【図 1 6】色分解プリズムを含めない 3 板式カメラ用撮影レンズの白色 M T F 特性図である。

【図 1 7】本技術に係るリアコンバージョンレンズの外観図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

〔本技術の特徴〕

【0024】

（球面収差および縦色収差の補正）

本技術にかかるリアコンバージョンレンズ（以下、本光学系という）は、上述のとおり、3板式カメラ用撮影レンズに後置して利用するものである。3板式カメラ用撮影レンズは、色分解プリズムの使用を前提に設計されている。そのため、色分解プリズムを用いない単板式カラーカメラと組み合わせる場合、色分解プリズムが無くなった事による、被写体側に極めて大きく倒れた球面収差と、プリズムガラスの波長による屈折率の差異に起因する縦色収差が発生する。本光学系では、これらの収差を補正することにより、3板式カメラ用撮影レンズを3板式カメラと共に用いた際の収差形状とほぼ同等の収差形状を、3板式カメラ用撮影レンズと単板式カラーカメラとの組み合わせでも実現している。

【0025】

（イメージサークルの拡大）

通常のリアコンバージョンレンズは、撮影レンズの焦点距離を変換するだけのものであり、イメージサークルの大きさは変えず、撮影レンズの中心付近の像を拡大する。これに対し、本光学系は、イメージサークルの直径を2/3インチフォーマットのものからAPS-Cフォーマットのものへ、約2.5倍に拡大するものである。これは、3板式カメラ用撮像素子の撮像面が小さな面積であるのに対し、組み合わせる単板式カラーカメラ用撮像素子には、撮像面の面積が大きいものを用いるニーズがある為である。

【0026】

本光学系では、単にイメージサークルの拡大を行っただけでなく、上述の収差形状を拡大率分だけ拡大した収差形状を持たせているので、拡大された像面は、全体として拡大前の元の像面とほぼ同じ解像性能と周辺光量を持っている。

【0027】

（テレセントリック性）

本光学系は、色分解プリズムにおける色被り対策のために像側テレセントリックとなっている3板式カメラ用撮影レンズを前提としている。また、本光学系自体も、像側にテレセントリック性を持たせ、撮像面の受光素子に対し光束を垂直に入射させているので、撮像面周辺部の受光素子においても受光素子内の色フィルターに対して光束が垂直に入射する。そのため、撮像された画像は周辺部まで色濁りが無い鮮やかな色調を得ることが出来る。

【0028】

〔本技術が前提とする撮影レンズについて〕

本技術にかかる光学系は、3板式カメラ用撮影レンズに後置されることを前提に設計されている。3板式カメラ用撮影レンズは、本来3板式カメラと組み合わせて使用されることを想定して設計されている。

【0029】

その想定では、3板式カメラ用撮影レンズと撮像素子との間に、色分解プリズムやフィルター類、例えば水晶フィルター3.15mm、N-BAF52フィルター33.02mm、S-BSL7フィルター10.05mmなど合計40mm以上のガラス類が存在することを前提としている。なお、撮影レンズのフランジバックは、例えば48mm（in Air）である。

【0030】

そのため、3板式カメラ用撮影レンズをこれらガラス類の無いカメラで用いる場合には、極めて大きな収差（主に球面収差）が発生する。そこで、その収差を補正することが、3板式カメラ用撮影レンズを単板式カラーカメラと組み合わせて用いる場合に、最も重要な点になる。

【0031】

〔典型的な設計技法を採用した場合の問題点〕

リアコンバージョンレンズ（テレコンバージョンレンズ）の典型的な設計技法では、前置される撮影レンズにおいて主光線が射出瞳マイナスの位置から出ていることを前提としている。すなわち有限マイナスの射出瞳距離を持つ撮影レンズから射出される光束がリアコンバージョンレンズに入射する前提である。そしてさらに、リアコンバージョンレンズを出た光束も有限マイナスの射出瞳距離を持つように設計される。

10

【0032】

このようなリアコンバージョンレンズを設計する場合、最も被写体側のレンズには凸のレンズ群を配置し、一度、主光線の発散を止め、そのレンズ群の像面側に凹のレンズ群を配置し光束を細めることで焦点距離が長くなるように基本設計を定めるのが一般的である。

【0033】

このような基本設計を採るのは、リアコンバージョンレンズを小型化する為である。小型化が実現できる代わりに、リアコンバージョンレンズの像側における射出瞳距離は、元の撮影レンズの射出瞳距離に比べて一般的に短いものになってしまっていた。

20

【0034】

フィルムカメラでは、射出瞳距離を短くするリアコンバージョンレンズにより、フィルム面に入射する光束の角度が大きくなることは問題では無かった。しかし、フィルムの代わりに撮像素子を用いるデジタルカメラでは、撮像素子の受光素子に対し垂直に光束が入射されることが望ましい。しかし、典型的な技法で設計されたリアコンバージョンレンズでは、射出瞳距離が短くなり、撮像素子周辺部の受光素子に入射する光束の角度が垂直から外れ、画像周辺部の光量不足や色濁りの原因となってしまう。

【0035】

特に、本技術は、通常のリアコンバージョンレンズと異なり、イメージサークルの拡大も目的となっているので、上記の基本設計を採った場合、撮像素子周辺部の受光素子においては、光束の入射角度が垂直からさらに大きく外れてしまうという問題点があった。

30

【0036】

すなわち、撮像するために撮像素子を用いるデジタルカメラ（シネマカメラを含む）では、撮像素子周辺部の受光素子においても光束が垂直に入射するように、射出瞳位置を無限遠に持って行くことがデジタルカメラを設計する際の設計制約になる。

【0037】

〔レンズ構成の概要について〕

図1に、本光学系の光軸に沿った断面図を示す。図の左端に、3板式カメラ用撮影レンズのフランジ面FPがあり、図の右端に、撮像素子の撮像面IMGがある。Snは被写体側から数えたn番目の面を表し、Lnは被写体側から数えたn番目のレンズを表し、Fnは被写体側から数えたn番目のフィルターを表し、Dnは被写体側から数えたn番目の面間距離を表す。

40

【0038】

なお、フィルターFL1は、カバーガラスやND（Neutral Density）ガラス相当のものであり、フィルターFL2からFL4は、水晶フィルターやその他フィルターなどのカメラ内蔵ガラスである。また、例えば図17に示すように、本光学系は、本光学系を保持する筐体10と組み合わされている。筐体10の被写体側には、筐体10を3板式カメラ用撮影レンズと連結するための第1のマウント部（第1の連結部）20があり、筐体10の像面側には、筐体10を単板式カラーカメラと連結するための第2のマウント部（第2の連結部）30がある。

50

【0039】

本光学系は、3群9枚のレンズからなる光学系であり、3板式カメラ用撮影レンズから入射した光束がテレセントリックをなしていることを前提としており、本光学系も像面側でテレセントリックをなす光学設計となっている。

【0040】

本光学系のレンズ構成は、被写体側から順に、

- (1) 像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズL1
- (2) 両凸レンズL2
- (3) 両凹レンズL3
- (4) 両凹レンズL4
- (5) 両凸レンズL5
- (6) 両凸レンズL6
- (7) 両凹レンズL7
- (8) 両凸レンズL8
- (9) 両凸レンズL9

となる。

【0041】

そして、レンズL1、L2、およびL3を貼り合わせる事により、3枚張り合わせ構成の凹レンズ群（第1のレンズ群、第1の3枚貼り合わせレンズ）が構成される。

【0042】

また、レンズL6、L7、およびL8を貼り合わせる事により、3枚張り合わせ構成のアフォーカルレンズ群（第2の3枚貼り合わせレンズ）が構成され、単レンズL4およびL5と併せて収差補正群（第2のレンズ群）が構成される。

【0043】

レンズL9は、1枚で結像作用を有する凸レンズ群（第3のレンズ群）を構成する。

【0044】

本光学系では、3板式カメラ用撮影レンズを色分解プリズム無しで使用する際に大量に発生する球面収差を補正する方法として、大きな曲率を持ち屈折率に差があるガラスどうしを貼り合わせる事で高次球面収差を発生させて、3板式カメラ用撮影レンズの球面収差を補正する方法を採用している。

【0045】

[成立条件について]

本光学系の成立条件は、以下のとおりである。

【0046】

(第1の条件)

第1の条件は、第1のレンズ群、すなわちレンズL1からL3までを貼り合わせた第1の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離が負になることである。

【0047】

この条件は、像側がテレセントリックな3板式カメラ用撮影レンズと組み合わせる拡大光学系である本光学系の小型化を図る上で有効な条件である。また、3板式カメラ用撮影レンズの像側がテレセントリックであるものを、本光学系の像側もテレセントリックにするための条件でもある。本光学系の目的の一つである像の拡大という観点からも、第1のレンズ群の焦点距離は負でなければならない。

【0048】

通常の撮影レンズの場合、射出瞳距離がマイナスなので、リアコンバージョンレンズ側において第1のレンズ群の焦点距離を負にすると、第2のレンズ群以降の後玉が大きくなりすぎて実用的では無くなるが、本光学系ではこの点を克服している。

【0049】

この合成焦点距離が正になると、十分な拡大率を得られず、像面湾曲収差が増加して十分な性能を持つ光学系とすることが出来ない。本光学系は、像を拡大してもイメージサー

10

20

30

40

50

クルの大きさは変えない従来のリアコンバージョンレンズとは異なり、イメージサークルを拡大して広い面積を使うので、像面湾曲収差の影響が大きくなる。そのため、像面湾曲収差を改善するために、この条件は重要である。

【0050】

(第2の条件)

第2の条件は、第2の3枚貼り合わせレンズおよび第3のレンズ群の合成焦点距離、すなわちレンズL6からL9までの合成焦点距離が正になることである。

【0051】

この条件も、上記の条件と同じく、像側がテレセントリックな3板式カメラ用撮影レンズと組み合わせる拡大光学系である本光学系の小型化を図る上で有効な条件である。第1のレンズ群の焦点距離を負にして、第2のレンズ群の焦点距離を正にするのが、本光学系を小型化するための必須条件となる。

【0052】

この合成焦点距離が負になると、本光学系の像面側にテレセントリック性を持たせることが出来ず、また像面湾曲収差が増加して十分な性能を持つ光学系とすることが出来ない。

【0053】

(第3の条件)

第3の条件は、以下の条件式(1)を満たすことである。

$$-3.0 < (f2G) / (f1G) < -1.2 \quad \dots (1)$$

【0054】

但し、f1Gは第1の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離、f2Gは第2の3枚貼り合わせレンズの合成焦点距離である。

【0055】

(f2G) / (f1G)の値が-1.2以上になると、サジタル面およびメリディオナル面両方における非点収差が被写体側に大きく倒れ、撮像素子の周辺部における画質が低下するため実用的ではない。

【0056】

また、(f2G) / (f1G)の値が-3.0以下になると、メリディオナル面における非点収差が被写体側に倒れ、サジタル面における非点収差が像面側に倒れて周辺画質が低下するため実用的ではない。

【0057】

(第4の条件)

第4の条件は、以下の条件式(2)を満たすことである。

$$n1G1 > n1G3 > n1G2 \quad \dots (2)$$

【0058】

但し、n1G1は第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズL1の屈折率、n1G2は第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズL2の屈折率、n1G3は第1の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズL3の屈折率である。

【0059】

この条件は、上述のとおり、第1のレンズ群において高次球面収差を発生させて、3板式カメラ用撮影レンズの球面収差をコントロールし、高画質を得るための条件である。3つのレンズの屈折率のうち、中央のレンズL2の屈折率(n1G2)が最も低いことが絶対条件である。3枚のうち最も被写体側のレンズL1の屈折率(n1G1)が最も像面側のレンズL3の屈折率(n1G3)よりも大きい条件は、今回前提とした3板式カメラ用撮影レンズの設計条件に基づいて決まっているものである。

【0060】

この条件が満たされないと、高次収差と低次収差をバランスよく補正することが出来ず、十分な解像度を得ることが出来ない。

10

20

30

40

50

【0061】

(第5の条件)

第5の条件は、以下の条件式(3)および(4)を満たすことである。

$$n_{2G2} > n_{2G1} \quad \cdots \quad (3)$$

$$n_{2G2} > n_{2G3} \quad \cdots \quad (4)$$

【0062】

但し、 n_{2G1} は第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から1枚目のレンズL6の屈折率、 n_{2G2} は第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から2枚目のレンズL7の屈折率、 n_{2G3} は第2の3枚貼り合わせレンズの被写体側から3枚目のレンズL8の屈折率である。

10

【0063】

この条件も上記第4の条件と同じく、第2の3枚貼り合わせレンズにおいて高次球面収差を発生させて、3板式カメラ用撮影レンズの球面収差をコントロールし、高画質を得るための条件である。3つのレンズの屈折率のうち、中央のレンズL7の屈折率(n_{2G2})の屈折率を3枚中最も高くすることは、球面収差をコントロールするための典型的な条件である。

【0064】

この条件が満たされないと、高次収差と低次収差をバランスよく補正することが出来ず、十分な解像度を得ることが出来ない。

【0065】

20

[レンズ面データについて]

ここでは、レンズ面データの具体的な数値実施例を挙げる。なお、Rは各レンズ面(光学面)の曲率半径、Dはレンズ面の光軸上での間隔、Ndは各レンズやフィルター(光学媒質)のd線(587.6nm)に対する屈折率、Vdは各レンズ(光学媒質)のd線のアッベ数を表している。また、曲率半径R、面間隔D、有効半径の単位はいずれもミリメートル(mm)である。

【0066】

(レンズ面データ)

面番号	R	D	Nd	Vd	有効半径	備考	
0		10.00				撮影レンズフランジ面F P	30
1	∞	3.00	1.517	64.20	17.9	フィルター類F L 1	
2	∞	10.60					
3	156.00	1.70	1.883	40.80	13.6	レンズ1枚目L 1	
4	18.40	8.20	1.640	34.57	12.4	レンズ2枚目L 2	
5	-200.90	1.70	1.729	54.67	12.0	レンズ3枚目L 3	
6	35.85	11.17			11.5		
7	-42.50	2.00	1.729	54.67	11.9	レンズ4枚目L 4	
8	100.30	1.00			12.5		
9	64.40	4.50	1.620	36.30	13.1	レンズ5枚目L 5	
10	-125.00	0.71			13.4		40
11	52.20	11.00	1.593	35.45	13.9	レンズ6枚目L 6	
12	-22.35	6.30	1.834	37.34	13.9	レンズ7枚目L 7	
13	27.80	10.50	1.541	47.00	15.3	レンズ8枚目L 8	
14	-168.00	0.51			16.6		
15	69.50	11.50	1.518	58.96	17.9	レンズ9枚目L 9	
16	-31.74	1.00			18.3		
17	∞	0.25	1.523	59.44	17.7	フィルター類F L 2	
18	∞	2.50	1.549	69.92	17.7	フィルター類F L 3	
19	∞	0.30	1.517	64.20	17.7	フィルター類F L 4	
20	∞	11.56			16.5		50

21	∞	0.70	1.517	64.20	16.5	センサーカバー S C
22	∞	1.00			16.5	
23	∞	0.00			28.0	像面 I M G

【0067】

[光路図および収差図等について]

ここでは、光路図や収差図等について説明する。図2は、本光学系の光路図である。収差図に関しては、最初に本光学系の収差図を示し、次に、本光学系が前提とする3板式カメラ用撮影レンズの、色分解プリズムを含めた収差図を示す。最後に、色分解プリズムを外した状態での3板式カメラ用撮影レンズの収差図を示す。

【0068】

10

注目すべき点の一つとして、例えば、3板式カメラ用撮影レンズの、色分解プリズムを含めたコマ収差図と色分解プリズムを含めないコマ収差図とのスケールの違いがある。前者のスケールが $\pm 0.01\text{ mm}$ であるのに対し、後者のスケールは $\pm 0.5\text{ mm}$ であることから、色分解プリズムの有無でコマ収差のオーダーが50倍違うことが分かる。

【0069】

図3は、本光学系のコマ収差図であり、作図スケールは $\pm 0.02\text{ mm}$ である。図の左側がメリディオナル面であり、右側がサジタル面である。図の上から順に像高14mm、11mm、7mm、0mmの収差である。

【0070】

図4は、本光学系の球面収差図であり、縦軸は光線高、横軸は光軸方向の距離である。作図スケールは $\pm 0.1\text{ mm}$ である。

20

【0071】

図5は、左から順に、本光学系の、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。非点収差図では、縦軸は像高、横軸はピントずれ量である。歪曲収差図では、縦軸は像高、横軸は像のひずみ量である。作図スケールはそれぞれ、 $\pm 0.1\text{ mm}$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 0.02\text{ mm}$ である。非点収差図の実線はメリディオナル方向、破線はサジタル方向を表す。

【0072】

図6は、本光学系のスポットダイアグラムであり、作図スケールは、十字の中央から端までが 0.05 mm である。左下の図が像高0mm、左上の図が像高7mm、右下の図が像高11mm、右上の図が像高14mmのものである。

30

【0073】

図7は、本光学系の白色MTF (Modulation Transfer Function) 特性図であり、縦軸はコントラスト (モジュレーション)、横軸は空間周波数である。左下の図が像高0mm、左上の図が像高7mm、右下の図が像高11mm、右上の図が像高14mmのものである。

【0074】

図8は、本光学系のデフォーカスMTF特性図であり、縦軸はコントラスト (モジュレーション)、横軸はフォーカスシフト位置である。デフォーカス幅は $\pm 0.1\text{ mm}$ である。左下の図が像高0mm、左上の図が像高7mm、右下の図が像高11mm、右上の図が像高14mmのものである。

40

【0075】

図9は、色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの球面収差図であり、縦軸は光線高、横軸は光軸方向の距離である。作図スケールは $\pm 0.01\text{ mm}$ である。

【0076】

図10は、色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズのコマ収差図であり、作図スケールは $\pm 0.01\text{ mm}$ である。図の左側がメリディオナル面であり、右側がサジタル面である。図の上から順に像高5.8mm、5mm、4mm、0mmの収差である。

【0077】

図11は、左から順に、色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの、非点収

50

差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。非点収差図では、縦軸は像高、横軸はピントずれ量である。歪曲収差図では、縦軸は像高、横軸は像のひずみ量である。作図スケールはそれぞれ、 $\pm 0.01\text{ mm}$ 、 $\pm 0.3\%$ 、 $\pm 0.002\text{ mm}$ である。非点収差図の実線はメリディオナル方向、破線はサジタル方向を表す。

【0078】

図12は、色分解プリズムを含めた3板式カメラ用撮影レンズの白色MTF特性図であり、縦軸はコントラスト（モジュレーション）、横軸は空間周波数である。左下の図が像高0mm、左上の図が像高4mm、右下の図が像高5mm、右上の図が像高5.8mmのものである。

【0079】

図13は、色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズの球面収差図であり、縦軸は光線高、横軸は光軸方向の距離である。作図スケールは $\pm 0.5\text{ mm}$ である。

【0080】

図14は、左から順に、色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズの、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す図である。非点収差図では、縦軸は像高、横軸はピントずれ量である。歪曲収差図では、縦軸は像高、横軸は像のひずみ量である。作図スケールはそれぞれ、 $\pm 0.01\text{ mm}$ 、 $\pm 0.3\%$ 、 $\pm 0.002\text{ mm}$ である。非点収差図の実線はメリディオナル方向、破線はサジタル方向を表す。

【0081】

図15は、色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズのコマ収差図であり、作図スケールは $\pm 0.5\text{ mm}$ である。図の左側がメリディオナル面であり、右側がサジタル面である。図の上から順に像高5.8mm、5mm、4mm、0mmの収差である。

【0082】

図16は、色分解プリズムを含めない3板式カメラ用撮影レンズの白色MTF特性図であり、縦軸はコントラスト（モジュレーション）、横軸は空間周波数である。左下の図が像高0mm、左上の図が像高4mm、右下の図が像高5mm、右上の図が像高5.8mmのものである。

【0083】

[補足事項]

その他、本技術は、上述の実施形態にのみ限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0084】

[本技術の別の構成]

なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

(1)

対向する2つの端部を有し、前記各々の端部に光の透過口を有する筐体と、

3つの第1の撮像素子を有する3板式カメラの、色分解プリズムと組み合わせられて使用されることを前提に設計された撮影レンズの像面側に、前記筐体の一方の前記端部を着脱自在に連結するための第1の連結部と、

前記3板式カメラの前記第1の撮像素子の撮像面より広い撮像面を有する第2の撮像素子を有する単板式カラーカメラに、前記筐体の他方の前記端部を着脱自在に連結するための第2の連結部と、

合成焦点距離が負である第1のレンズ群、球面収差を補正する第2のレンズ群、および結像作用を有する第3のレンズ群を前記筐体内に被写体側より順に配置した光学系とを具備するリアコンバージョンレンズ。

(2)

前記(1)に記載のリアコンバージョンレンズであって、

前記第1のレンズ群は、第1の3枚貼り合わせレンズにより構成され、

前記第2のレンズ群は、被写体側より順に、凹レンズと、凸レンズと、第2の3枚貼り合わせレンズとにより構成され、

10

20

30

40

50

前記第 3 のレンズ群は、凸レンズにより構成される
リアコンバージョンレンズ。

(3)

前記 (2) に記載のリアコンバージョンレンズであって、
前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズおよび前記第 3 のレンズ群の合成焦点距離は正である
リアコンバージョンレンズ。

(4)

前記 (2) または (3) に記載のリアコンバージョンレンズであって、
前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズおよび前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズは、
以下の条件式 (1) を満足する
リアコンバージョンレンズ。

$$-3.0 < (f2G) / (f1G) < -1.2 \quad \dots \quad (1)$$

但し、

$f1G$ は前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズの合成焦点距離、
 $f2G$ は前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズの合成焦点距離
である。

(5)

前記 (2) から (4) のうちいずれか 1 つに記載のリアコンバージョンレンズであって

、
前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズは、
以下の条件式 (2) を満足する
リアコンバージョンレンズ。

$$n1G1 > n1G3 > n1G2 \quad \dots \quad (2)$$

但し、

$n1G1$ は前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 1 枚目のレンズの屈折率、
 $n1G2$ は前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 2 枚目のレンズの屈折率、
 $n1G3$ は前記第 1 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 3 枚目のレンズの屈折率
である。

(6)

前記 (2) から (5) のうちいずれか 1 つに記載のリアコンバージョンレンズであって

、
前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズは、
以下の条件式 (3) および (4) を満足する
リアコンバージョンレンズ。

$$n2G2 > n2G1 \quad \dots \quad (3)$$

$$n2G2 > n2G3 \quad \dots \quad (4)$$

但し、

$n2G1$ は前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 1 枚目のレンズの屈折率、
 $n2G2$ は前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 2 枚目のレンズの屈折率、
 $n2G3$ は前記第 2 の 3 枚貼り合わせレンズの被写体側から 3 枚目のレンズの屈折率
である。

【符号の説明】

【0085】

Dn … 被写体側から n 番目の面間距離
 FLn … 被写体側から n 枚目のフィルター類
 FP … 3 板式カメラ用撮影レンズとのフランジ面
 IMG … 撮像素子の撮像面
 Ln … 被写体側から n 枚目のレンズ
 SC … センサーカバー
 Sn … 被写体側から n 番目のレンズやフィルターの面

10

20

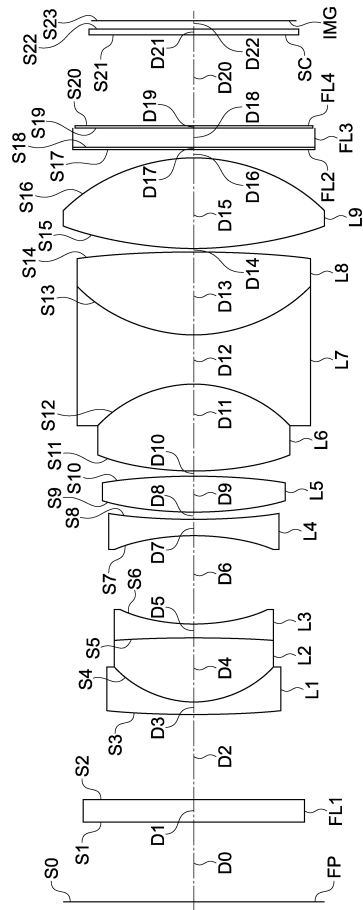
30

40

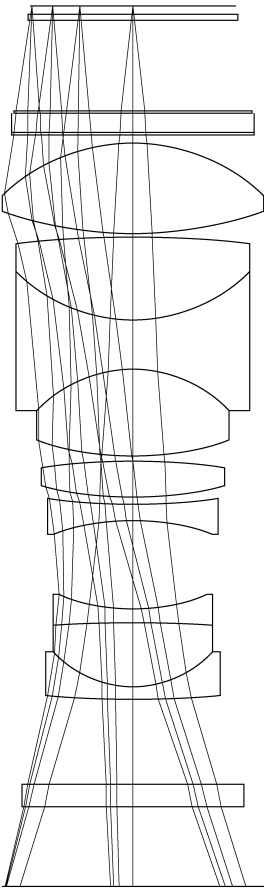
50

- 1 0 … 筐体
- 2 0 … 第 1 のマウント部
- 3 0 … 第 2 のマウント部

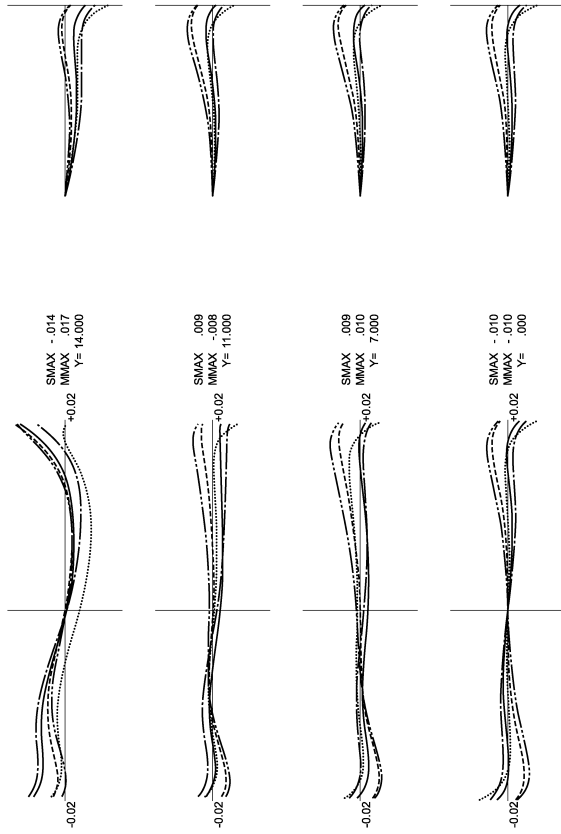
【図 1】



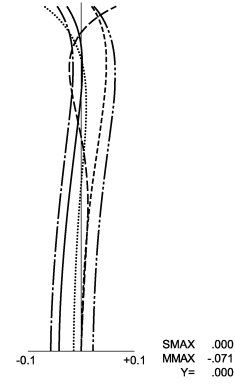
【図 2】



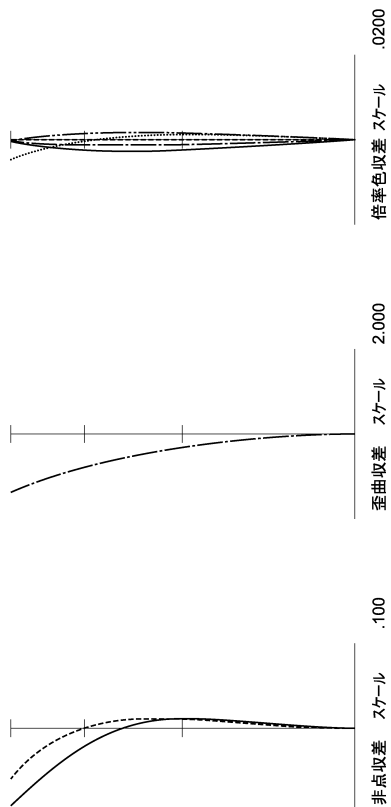
【図 3】



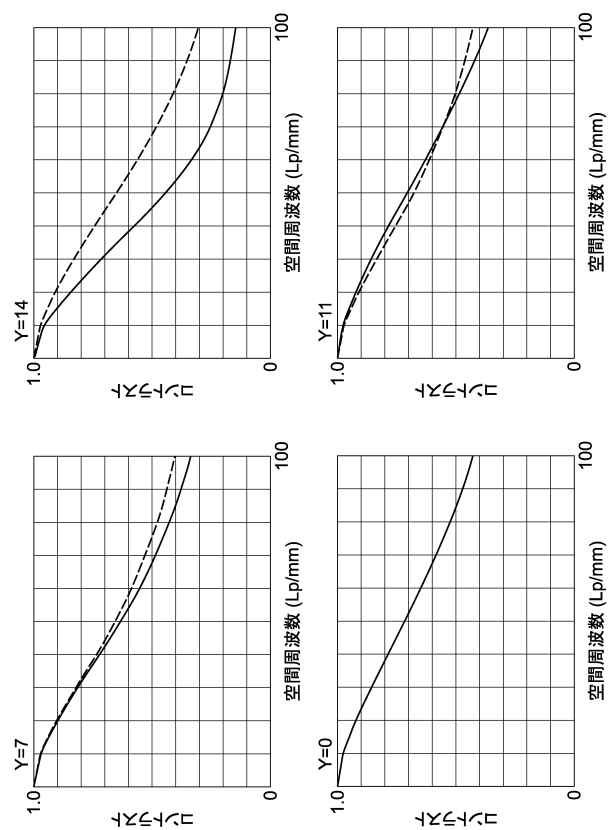
【図 4】



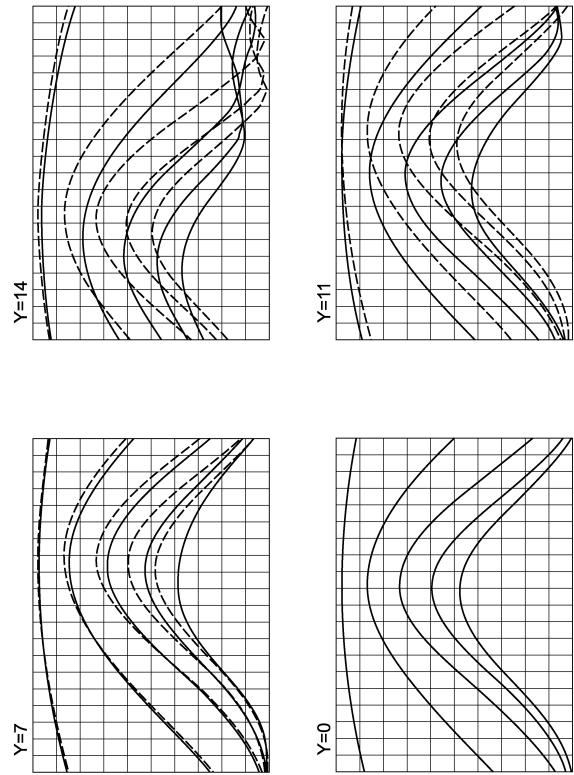
【図 5】



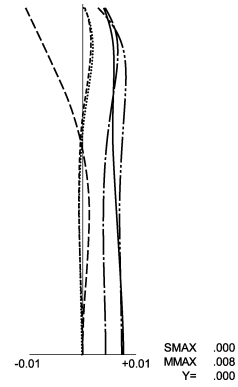
【図 7】



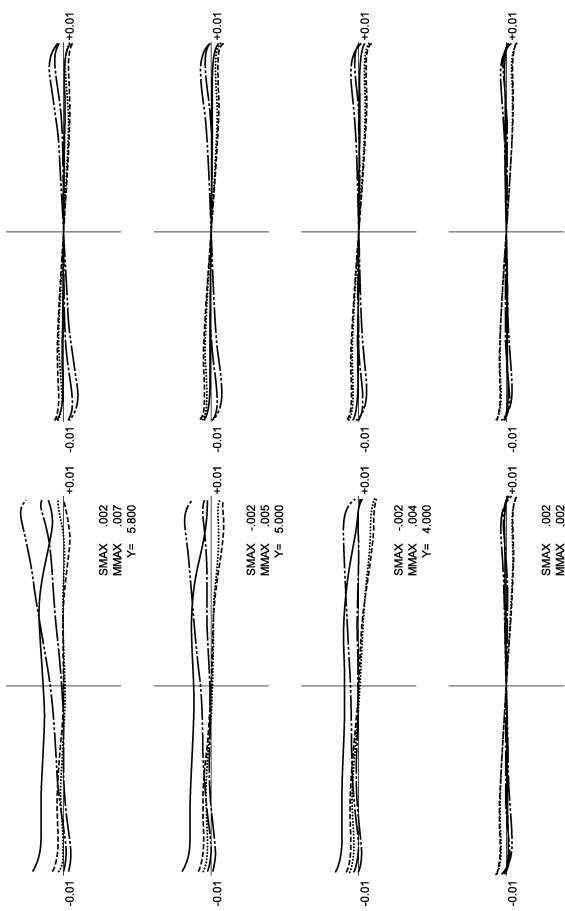
【図 8】



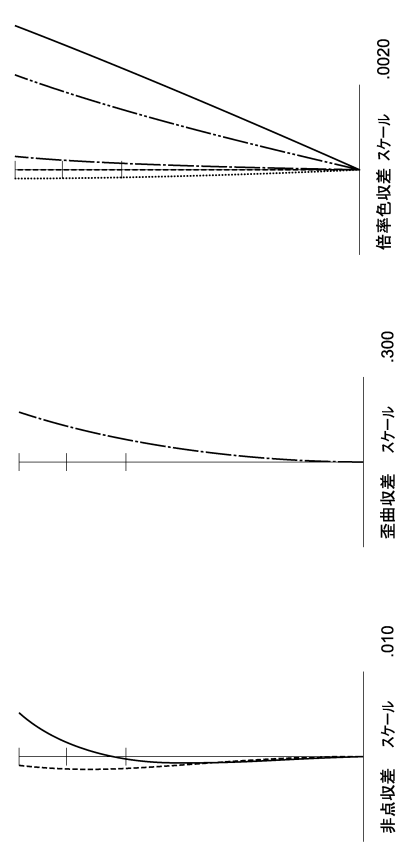
【図 9】



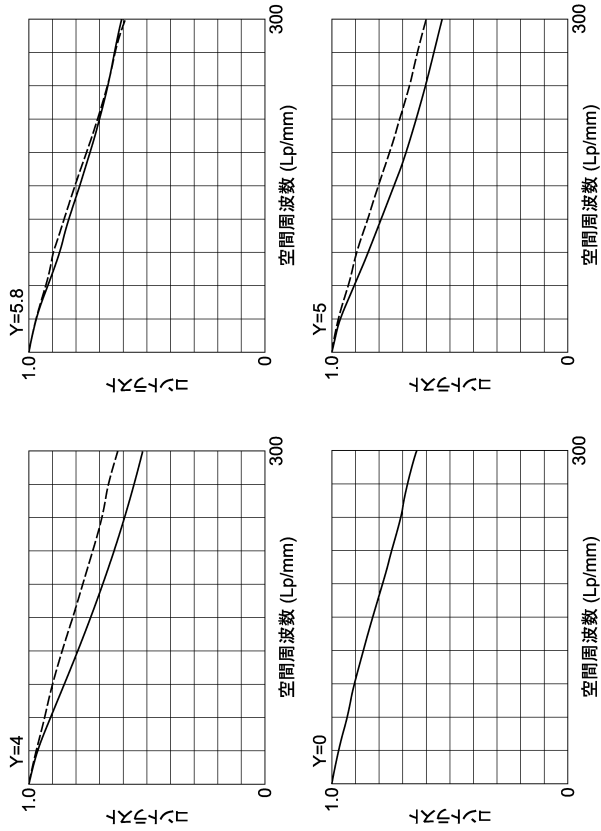
【図 10】



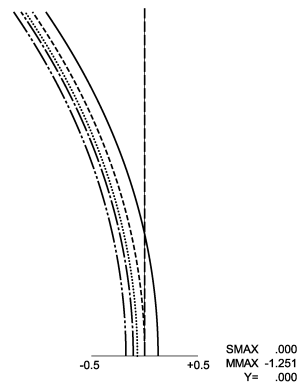
【図 11】



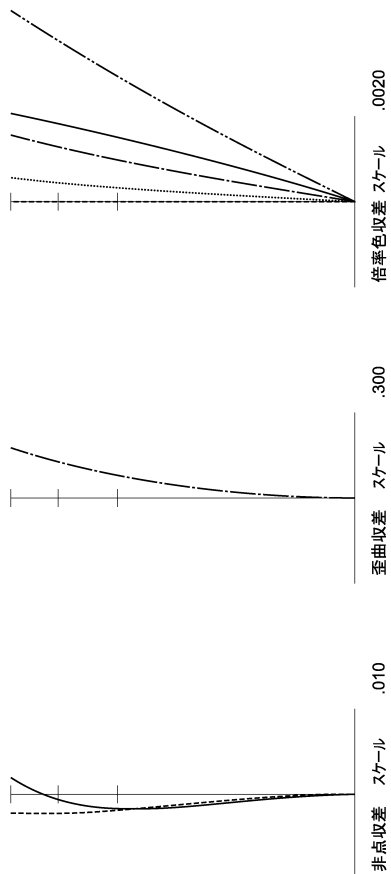
【図 1 2】



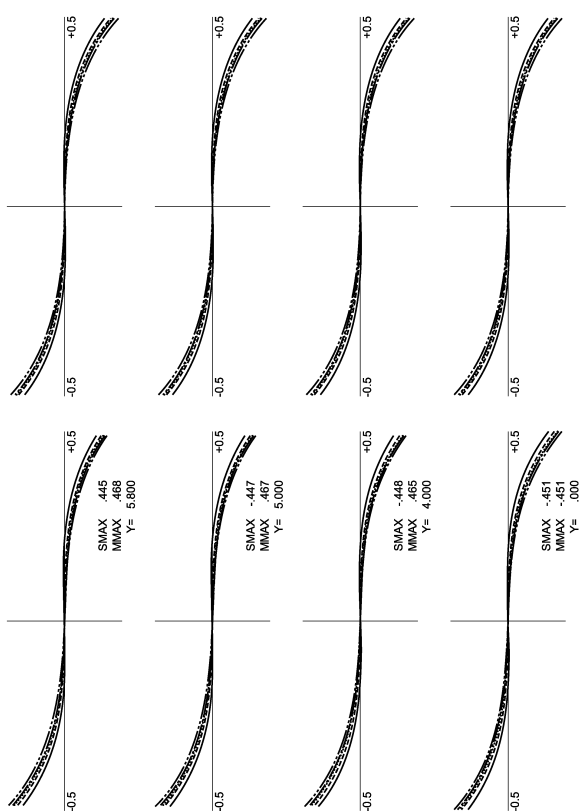
【図 1 3】



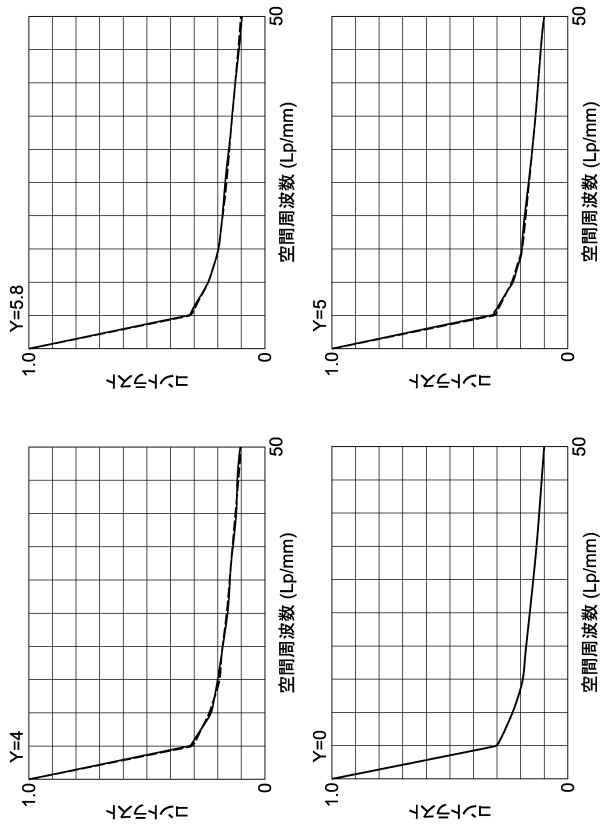
【図 1 4】



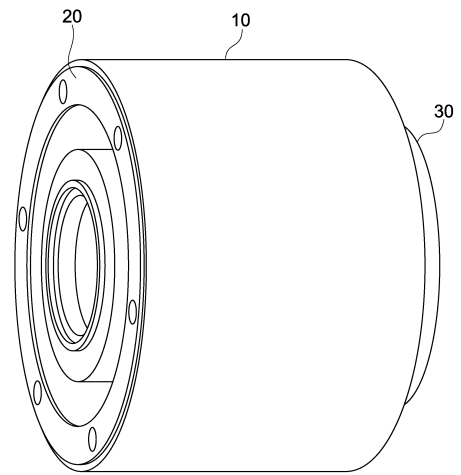
【図 1 5】



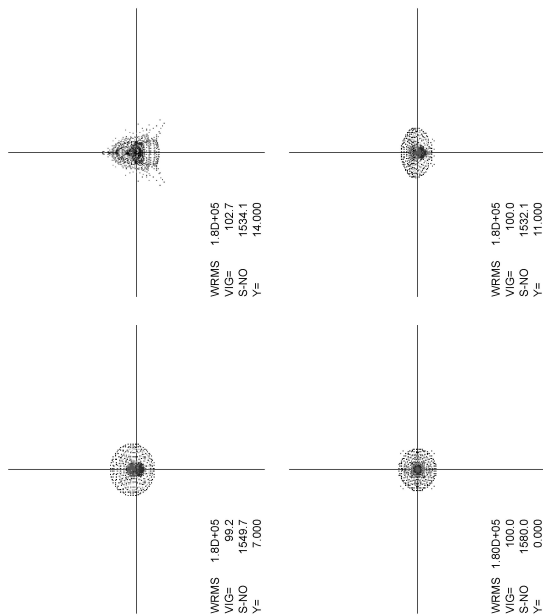
【図 16】



【図 17】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 雅仁
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 森内 正明

(56)参考文献 特開昭58-102207 (JP, A)
特開平11-194268 (JP, A)
特開2003-302574 (JP, A)
特開2012-47869 (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