

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3862446号
(P3862446)

(45) 発行日 平成18年12月27日(2006.12.27)

(24) 登録日 平成18年10月6日(2006.10.6)

(51) Int. Cl.		F I
GO 2 B 13/24	(2006.01)	GO 2 B 13/24
GO 2 B 13/18	(2006.01)	GO 2 B 13/18

請求項の数 3 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-126948</p> <p>(22) 出願日 平成11年5月7日(1999.5.7)</p> <p>(65) 公開番号 特開2000-171705(P2000-171705A)</p> <p>(43) 公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)</p> <p>審査請求日 平成18年1月27日(2006.1.27)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願平10-296053</p> <p>(32) 優先日 平成10年10月2日(1998.10.2)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100086818 弁理士 高梨 幸雄</p> <p>(72) 発明者 林出 匡生 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</p> <p>(72) 発明者 今道 和行 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</p> <p>審査官 森内 正明</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 結像レンズ及びそれを用いた画像読取装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原稿の画像情報をリニアイメージセンサー上に結像させるための画像読取用の結像レンズにおいて、

該結像レンズは、該結像レンズ内に絞りを有し、

該結像レンズを構成する複数のレンズ面のうち該絞りと対向しない少なくとも一面は光軸に対して回転非対称な屈折力を有し、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の該結像レンズの光軸との交点を原点とし、光軸方向の位置座標を x 、該リニアイメージセンサーの読取方向の位置座標を y 、該光軸方向と該読取方向とに直交する方向の位置座標を z としたとき、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の x y 断面上の該読取方向の位置座標 y における曲率半径を $R(y)$ 、 x y 平面と直交し、該読取方向の位置座標 y における該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の x y 断面形状と垂直な方向の曲率半径を $r(y)$ とするとき、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の母線形状 X は、

【数 1】

$$X = \frac{y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_y) (y/R)^2}} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} \quad (1)$$

但し、R は曲率半径

$k_y, B_4, B_6, B_8, B_{10}$ は自由曲面係数

なる式で表わされ、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の子線形状 S は、

10

【数 2】

$$S = \frac{z^2 / r'}{1 + \sqrt{1 - (z/r')^2}} \quad (2)$$

ここで、

$$r' = r_0 (1 + D_2 y^2 + D_4 y^4 + D_6 y^6 + D_8 y^8 + D_{10} y^{10})$$

但し、 r_0 は光軸上の子線曲率半径

$D_2, D_4, D_6, D_8, D_{10}$ は自由曲面係数

20

なる式で表わされ、且つ、

該読取方向の位置座標 y が 0 から最軸外主光線の通過位置 y' までの範囲にあるとき、

【数 3】

$$0 \leq \left| \frac{R(y) - r(y)}{f_d (N_d - 1)} \right| \leq 0.15$$

但し、

f_d : 該結像レンズの全系の d 線での焦点距離

N_d : 該回転非対称な屈折力を備えたレンズの材料の d 線についての屈折率

なる条件を満足し、且つ、

30

【数 4】

$$0 \neq \left| \frac{dR(y)}{dy} \right|$$

なる条件を満足することを特徴とする結像レンズ。

【請求項 2】

前記曲率半径 $R(y)$ と前記曲率半径 $r(y)$ は光軸上で一致することを特徴とする請求項 1 に記載の結像レンズ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の結像レンズと、前記原稿が載置される原稿台と、照明光源と、該照明光源からの光束で照明した原稿の画像情報が該結像レンズを介して結像される二次元イメージセンサーと、を有することを特徴とする画像読取装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は結像レンズ及びそれを用いた画像読取装置に関し、特に CCD 等の撮像素子を用いて画像情報を線順次読取方式で読取る際の結像レンズの像面湾曲及び非点収差等を良好に補正し、高精度な画像読取りが行なえるようにした、例えばイメージスキャナー、複写機、そしてファクシミリ等の装置に好適なものである。

【0002】

50

【従来の技術】

図28は従来の画像読取用の結像レンズをフラットベッドイメージスキャナーに用いたときの要部概略図である。

【0003】

同図において照明光源701から放射された光束は直接あるいは反射笠709を介して原稿708を照明し、該原稿708からの反射光束を第1、第2、第3、第4反射ミラー703a, 703b, 703c, 703dを介してキャリッジ706内部でその光束の光路を折り曲げ、結像レンズ704によりCCD (Charge Coupled Device) 等のリニアイメージセンサー705 (以下「CCD」と称す。) 面上に結像させている。そしてキャリッジ706を副走査モーター707により図28に示す矢印A方向 (副走査方向) に移動させることにより原稿708の画像情報を読み取っている。同図におけるCCD705は複数の受光素子を一次元方向 (主走査方向) に配列した構成より成っている。

10

【0004】

上記構成においてイメージスキャナーを小型化するにはキャリッジ706の小型化が必要である。キャリッジ706を小型化するには、例えば反射ミラーの枚数を増やしたり、あるいは一枚の反射ミラーで複数回反射させて光路長を確保する方法がある。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、これらの方法ではキャリッジ706内部の構造が複雑になることから組み立て精度が厳しくなりコストが大幅に上昇するという問題点がある。また反射ミラーの面精度と反射回数に比例して結像性能が悪化してしまい読取画像にも影響するという問題点もある。

20

【0006】

一方で結像レンズ (結像系) 704を広画角化して物像間距離を縮めることも考えられる。現実的なレンズ枚数で、かつ球面形状で実現される広画角の結像レンズとしては、従来より様々なタイプが提案されてきた。しかしながら、それらはいずれも半画角にして25度程度が上限であり、それよりも広画角にすると像面彎曲や非点収差が大きくなり十分な光学性能を発揮することができないという問題点があった。

【0007】

図29は従来の結像レンズの後述する数値実施例Aのレンズ断面図、図30は図29に示した結像レンズの後述する数値実施例Aの諸収差図である。図29における結像レンズは物体 (原稿) 側より順に正の第1レンズ91、負の第2レンズ92、絞り、正の第3レンズ93、負の第4レンズ94、そして負の第5レンズ95の5枚のレンズを有するテレフォトタイプより構成されている。同図における結像レンズは半画角30度での使用を目標に設定しているが、図30の収差図に示すように物体高で7割 (半画角22度) 付近より大きい画角では非点収差が大きくなっている。他の収差量を抑えながら非点収差をこれ以上解消することは難しい。

30

【0008】

上記タイプなどに一般的な回転対称形状の非球面を導入して波面収差を補正することによって、さらなる広画角化を図った結像レンズは数多く提案されているが、像面彎曲及び非点収差等については根本的な解決をしていないため十分な広画角化を実現することが難しかった。

40

【0009】

また非点収差を補正する方法としては、例えば特開平5-14602号公報で提案されている画像読取装置がある。同公報では結像系と画像読取手段との間の光路中に光軸に対して垂直方向の屈折力が回転非対称である光学部材を設けることによって非点収差を良好に補正している。この方法は非点収差の補正については有効であるが、新たな光学部材を光路中に配置しなければならず、装置全体が大型化し、組み立て時の調整項目も増えるという課題がある。

50

【0010】

また広画角においてケラレを生じさせることで、全画角において高い解像力を持つことが可能となるが、画像読取装置においては開口効率が100%であることが求められているので、これによっても上記目的を達することはできない。

【0011】

本発明は結像レンズを構成する複数の面のうち少なくとも一面に光軸に対して回転非対称な屈折力を持つように形成することにより、像面彎曲と非点収差等を良好に補正し、超広角においても少ないレンズ枚数で十分な結像性能を得ることができる結像レンズ及びそれを用いた画像読取装置の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の結像レンズは、原稿の画像情報をリニアイメージセンサー上に結像させるための画像読取用の結像レンズにおいて、

該結像レンズは、該結像レンズ内に絞りを有し、

該結像レンズを構成する複数のレンズ面のうち該絞りと対向しない少なくとも一面は光軸に対して回転非対称な屈折力を有し、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の該結像レンズの光軸との交点を原点とし、光軸方向の位置座標をx、該リニアイメージセンサーの読取方向の位置座標をy、該光軸方向と該読取方向とに直交する方向の位置座標をzとしたとき、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面のxy断面上の該読取方向の位置座標yにおける曲率半径をR(y)、xy平面と直交し、該読取方向の位置座標yにおける該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面のxy断面形状と垂直な方向の曲率半径をr(y)とするとき、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の母線形状Xは、

【数5】

$$X = \frac{y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_y) (y/R)^2}} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} \quad (1)$$

但し、Rは曲率半径

k_y 、 B_4 、 B_6 、 B_8 、 B_{10} は自由曲面係数

なる式で表わされ、

該回転非対称な屈折力を備えたレンズ面の子線形状Sは、

【数6】

$$S = \frac{z^2 / r'}{1 + \sqrt{1 - (z/r')^2}} \quad (2)$$

ここで、

$$r' = r_0 (1 + D_2 y^2 + D_4 y^4 + D_6 y^6 + D_8 y^8 + D_{10} y^{10})$$

但し、 r_0 は光軸上の子線曲率半径

D_2 、 D_4 、 D_6 、 D_8 、 D_{10} は自由曲面係数

なる式で表わされ、且つ、

該読取方向の位置座標yが0から最軸外主光線の通過位置y'までの範囲にあるとき、

【数7】

$$0 \leq \left| \frac{R(y) - r(y)}{f_d (N_d - 1)} \right| \leq 0.15$$

10

20

30

40

50

但し、

f_d : 該結像レンズの全系の d 線での焦点距離

N_d : 該回転非対称な屈折力を備えたレンズの材料の d 線についての屈折率
なる条件を満足し、且つ、

【数 8】

$$0 \neq \left| \frac{dR(y)}{dy} \right|$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0013】

10

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、前記曲率半径 $R(y)$ と前記曲率半径 $r(y)$ は光軸上で一致することを特徴としている。

【0014】

請求項 3 の発明の画像読取装置は請求項 1 又は 2 に記載の結像レンズと、前記原稿が載置される原稿台と、照明光源と、該照明光源からの光束で照明した原稿の画像情報が該結像レンズを介して結像されるリニアイメージセンサーと、を有することを特徴としている。

【0015】

【0016】

【0017】

20

【0018】

【0019】

【0020】

【0021】

【0022】

【0023】

【0024】

【0025】

【0026】

【0027】

30

【0028】

【0029】

【0030】

【0031】

【0032】

【0033】

【0034】

【0035】

【0036】

【0037】

40

【0038】

【0039】

【0040】

【0041】

【0042】

【0043】

【0044】

【0045】

【0046】

【0047】

50

【 0 0 4 8 】

【 0 0 4 9 】

【 0 0 5 0 】

【 0 0 5 1 】

【 発明の実施の形態 】

図 1、図 3、図 5、図 7、図 9、図 11、図 13、図 15、図 17、図 19、図 21、図 23 は各々本発明の後述する数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 のレンズ断面図、図 2、図 4、図 6、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16、図 18、図 20、図 22、図 24 は各々本発明の後述する数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 の諸収差図である。

10

【 0 0 5 2 】

レンズ断面図において O L は画像読取用の結像レンズ、O B は原稿（以下「物体」と称す。）、I P はラインセンサー（C C D）等の読取手段（以下「像面」と称す。）である。

【 0 0 5 3 】

図 1、図 3、図 5、図 7、図 9、図 11、図 13 における結像レンズは物体側から順に該物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の第 1 レンズ 1 1、両レンズ面が凹面の第 2 レンズ 1 2、両レンズ面が凸面の第 3 レンズ 1 3、像面側に凸面を向けたメニスカス状の正又は負の第 4 レンズ 1 4、そして像面側に凸面を向けたメニスカス状の負の第 5 レンズ 1 5 の 5 つのレンズを有したテレフォトタイプより構成されている。

20

【 0 0 5 4 】

図 15、図 17、図 19、図 21、図 23 における結像レンズは物体側から順に該物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の第 1 レンズ 2 1、両レンズ面が凹面の第 2 レンズ 2 2、両レンズ面が凸面の第 3 レンズ 2 3、そして像面側に凸面を向けたメニスカス状の負の第 4 レンズ 2 4 の 4 つのレンズを有したテレフォトタイプより構成されている。

【 0 0 5 5 】

各数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 においては第 2 レンズと第 3 レンズとの間に絞りを設けている。各数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 では開口効率は 100% である。

【 0 0 5 6 】

本発明では結像レンズを構成する複数の面のうち、絞りと対向しない少なくとも一面は光軸に対して回転非対称な屈折力を有する面より成っている。

30

【 0 0 5 7 】

また回転非対称な屈折力を有する面は回転非対称な形状の面であって、結像レンズを構成する単レンズの面と一体で形成されている。

【 0 0 5 8 】

尚、単レンズの面と一体で形成されているとは、主にレンズ材料を研削法やインジェクション、モールド加工等により成形することである。

【 0 0 5 9 】

また回転非対称な屈折力を有する面は光軸に対して回転非対称な形状より成る部材を回転対称の面に付加して形成している。

40

【 0 0 6 0 】

尚、部材を回転対称の面に付加して形成しているとは、主にレプリカ法等により成形することである。

【 0 0 6 1 】

数値実施例 1 においては第 5 レンズ 1 5 の物体側のレンズ面（回転対称面）R 1 0 に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材 3 1 を形成している。

【 0 0 6 2 】

参考例 1 においては第 5 レンズ 1 5 の物体側のレンズ面（回転対称面）R 1 0 に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材 3 2 を形成している。

50

【0063】

参考例2においては第5レンズ15の物体側のレンズ面(回転対称面)R10に光軸に対して回転非対称な屈折力を有する回折光学素子33を付加している。

【0064】

数値実施例2においては第5レンズ15の両レンズ面(回転対称面)R10, R11に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を各々形成している。

【0065】

数値実施例3においては第5レンズ15の像面側のレンズ面(回転対称面)R11に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0066】

数値実施例4においては第4レンズ14の像面側のレンズ面(回転対称面)R9に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0067】

数値実施例5においては第2レンズ12の物体側のレンズ面(回転対称面)R3に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0068】

数値実施例6においては第4レンズ24の像面側のレンズ面(回転対称面)R9に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成しており、物体側のレンズ面(回転対称面)R8に回転対称な形状より成る部材34を形成している。

【0069】

数値実施例7においては第3レンズ23の像面側のレンズ面(回転対称面)R7と第4レンズ24の像面側のレンズ面(回転対称面)R9に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0070】

数値実施例8においては第4レンズ24の物体側のレンズ面(回転対称面)R8に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0071】

数値実施例9においては第3レンズ23の像面側のレンズ面(回転対称面)R7に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0072】

数値実施例10においては第2レンズ22の物体側のレンズ面(回転対称面)R3に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材31を形成している。

【0073】

尚、回転非対称な面を以下「自由曲面」と称す。

【0074】

ここで数値実施例1~10における自由曲面31の形状(母線形状X及び子線形状S)は後述する(1),(2)式によって表わされる。参考例1において第5レンズ15の物体側の自由曲面32の形状(母線形状X及び子線形状S)は後述する(1),(3)式によって表わされる。参考例2において第5レンズ15の物体側のレンズ面R10に付加された回折光学素子33の位相多項式は後述する(4)式によって表わされる。数値実施例6において第4レンズ24の物体側のレンズ面R8に形成された回転対称の非球面34の形状は後述する(5)式によって表わされる。

【0075】

各数値実施例1~10においては自由曲面31の母線の曲率半径Rと子線の曲率半径rとを光軸上で一致させており、光軸を離れるに従って子線方向の曲率半径rを母線方向の曲率半径Rと異なる値に変化させている。このようなレンズ面形状にすることによりサジタル像面とメリディオナル像面とを独立に設定することができ、これにより非点収差を全画角について補正することができる。

【0076】

また数値実施例6においては回転対称な非球面をレンズ面R8に導入することにより、

10

20

30

40

50

コマ収差を初めとする諸収差を良好に補正することができる。

【0077】

ここで本発明において絞りと対向しない面に自由曲面（もしくは回折光学素子）を形成する光学的理由について図25を用いて説明する。

【0078】

同図において結像レンズ4を構成する屈折面のうち、絞り42に対向するところの面4b、4cでは、共に光束が太く且つ、軸上光束36と軸外光束37の重なった面積の比率が大きく、球面収差やコマ収差などの収差の補正が難しくなる。特に光束の中心から最外周部までの距離にして7割までを占める光束（以下7割光束と称す）は結像性能について支配的であり、軸上光束36と軸外光束37の7割光束の重複面積が軸上光束36の7割光束の50%を越えると上記補正は特に困難となり、十分な光学性能を有するレンズを設計できない。

10

【0079】

そこで本発明の結像レンズは上述の如く結像レンズを構成する複数の面のうち、絞りと対向しない少なくとも一面を自由曲面とすることにより、像面彎曲および非点収差を良好に補正している。

【0080】

特に本発明において、更に好ましくは結像レンズを構成する複数の面のうち軸上光束と軸外光束の各中心から最外周部までの距離にして7割までを占める部分の重なる面積が軸上光束の中心から最外周部までの距離にして7割までを占める部分の面積の50%以下である少なくとも一面は光軸に対して回転非対称な屈折力を有するようにしている。

20

【0081】

また数値実施例1～10の自由曲面は光軸上では回転対称な屈折力を有する回転非対称な形状の面であることから、低画角においても高い解像力を有することができる。

【0082】

次に上記の自由曲面の形状について図26を用いて説明する。

【0083】

同図において結像レンズ4を構成する複数の面の一部である面を自由曲面31、該自由曲面31の光軸との交点を原点とし、光軸方向をx、読取手段(CCD)5の読取方向をy、該光軸方向xと該読取方向yとに直交する方向をzとしたとき、該自由曲面31のxy断面(平面)上で、ある該読取方向yにおける母線方向の曲率半径をR(y)、該xy平面と直交し、該読取方向yにおけるxy断面形状に垂直な方向(子線方向)の局所的な曲率半径をr(y)とすると、

30

該読取方向yが0(軸上)から最軸外主光線38の通過位置y'までの範囲にあるとき、

【0084】

【数9】

$$0 \leq \left| \frac{R(y) - r(y)}{f_d (N_d - 1)} \right| \leq 0.15 \quad \dots\dots (a)$$

40

【0085】

但し、

f_d : 結像レンズ全系のd線での焦点距離

N_d : 自由曲面の形成されるレンズの有するd線についての屈折率なる条件を満足している。

【0086】

上記条件式(a)は像面彎曲と非点収差等を良好に補正し、超広角においても少ないレンズ枚数で十分な結像性能を得るためのものであり、条件式(a)を外れると非点収差の補正ができなくなるだけでなく、像面彎曲や他の諸収差の補正が困難になってくるので良くない。

50

【 0 0 8 7 】

また前記 R (y) は前記読取方向 y が 0 から最軸外主光線 3 8 の通過位置 y ' までの間において

【 0 0 8 8 】

【 数 1 0 】

$$0 \neq \left| \frac{dR(y)}{dy} \right| \dots\dots (b)$$

【 0 0 8 9 】

なる条件を満足している。

10

【 0 0 9 0 】

上記不等式 (b) は像面彎曲を更に良好に補正するためのものであり、不等式 (b) を満たさなくなると、即ち読取方向 y が 0 から最軸外主光線 3 8 の通過位置 y ' までの間で $0 = |dR(y)/dy|$ となると、メリディオナル像面彎曲に高次の収差が発生し、補正が難しくなってくるので良くない。この不等式 (b) は変曲点が無いことを意味している。

【 0 0 9 1 】

また上記 R (y) と r (y) とを光軸上で一致させ、即ち R (0) = r (0) とすることにより、光軸上での結像性能を高く維持している。

【 0 0 9 2 】

20

(数値実施例 1)

数値実施例 1 においては第 5 レンズ 1 5 の物体側の面 R 1 0 に自由曲面を導入しているが片面 R 1 1 は球面としている。この第 5 レンズ 1 5 はプレス成形やインジェクション成形などで成形してもよいが、片面が球面なので、研磨及び研削加工で成形することが比較的容易である。そのため少量生産の場合でも金型を必要とせず低コストで (簡易に) 生産することが可能である。

【 0 0 9 3 】

また数値実施例 1 での諸収差は図 2 に示すようにサジタル像面がメリディオナル像面にまとわりつくように発生しており、これにより非点収差が解消されている。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差量は前記図 3 0 に示した球面系の場合と同程度に抑えることができる。

30

【 0 0 9 4 】

(参考例 1)

参考例 1 における自由曲面 3 2 は数値実施例 1 で示した自由曲面 3 1 とは異なり、母線の曲率半径 R と子線の曲率半径 r とが光軸からの距離に依存しないように形成されている。

【 0 0 9 5 】

参考例 1 では光軸上で自由曲面 3 2 の母線の曲率半径 R と子線の曲率半径 r とを異ならせて設定しているため、軸上で非点収差が発生するが、画角の大きなところでの非点収差は補正することができる。

40

【 0 0 9 6 】

また参考例 1 では図 4 に示すように球面収差の発生が小さいため、軸上付近では多少の非点収差が発生しても十分な結像性能が得られる。よって全画角において非点収差をはじめとした結像性能のバランスがよい結像レンズを得ることができる。

【 0 0 9 7 】

(参考例 2)

参考例 2 において結像レンズのレンズ面 R 1 0 に付加された回折光学素子 3 3 は母線と子線の近軸上での屈折力は一致しているが、光軸から離れたところでは子線方向の屈折力は母線方向の屈折力と異なる値を持っている。これにより数値実施例 1 の場合と同様に一般的な球面系だけで構成される結像レンズに比べて非点収差を大幅に改善させることがで

50

きる。また回折光学素子の色補正効果により色収差についても良好に補正することができる。

【0098】

(数値実施例2)

数値実施例2においては第5レンズ15の両面R10, R11に自由曲面を導入している。この第5レンズ15は研磨および研削加工で成形してもよいが、プレス成形やインジェクション成形などの大量生産に好適な方法で成形してもよいため、低コストで量産することが可能である。

【0099】

数値実施例2での諸収差は図8に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も極めて良好に補正されている。

10

【0100】

(数値実施例3)

数値実施例3においては第5レンズ15の像(CCD)側の面R11に自由曲面を導入しているが片面R10は球面としている。この第5レンズ15はプレス成形やインジェクション成形などで成形してもよいが、片面が球面なので、研磨および研削加工で成形することが比較的容易である。そのため少量生産の場合でも金型を必要とせず低コストで生産することが可能である。

【0101】

また数値実施例3での諸収差は図10に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も極めて良好に補正されている。

20

【0102】

(数値実施例4)

数値実施例4においては第4レンズ14の像(CCD)側の面R9に自由曲面を導入している。第4レンズ14は研磨および研削加工で成形してもよいが、特に他のレンズに比べ特に肉厚が一定に近いのでプレス成形やインジェクション成形に好適であり、精度の高い自由曲面形状が成形できる。

【0103】

数値実施例4での諸収差は図12に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も極めて良好に補正されている。

30

【0104】

(数値実施例5)

数値実施例5においては第2レンズ12の物体側の面R3に自由曲面を導入している。第2レンズ12は研磨および研削加工で成形してもよいが、他のレンズに比べ特に体積、外形ともに小さくインジェクション成形、モールド成形などでのタクト時間を短くすることが可能であり、量産性の極めて高いレンズが実現できる。

【0105】

数値実施例5での諸収差は図14に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も極めて良好に補正されている。

40

【0106】

(数値実施例6)

数値実施例6においては第4レンズ24の像(CCD)側の面R9に自由曲面、物体側の面R8に回転対称な非球面を導入している。この第4レンズ24は研磨および研削加工で成形してもよいが、プレス成形やインジェクション成形などの大量生産に好適な方法で成形してもよいため、低コストで量産することが可能である。

【0107】

50

数値実施例 6 での諸収差は図 1 6 に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も極めて小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も極めて良好に補正されている。

【 0 1 0 8 】

また、構成枚数が 4 枚と少ないため低コストでの生産に適している。

【 0 1 0 9 】

(数値実施例 7)

数値実施例 7 においては第 3 レンズ 2 3 の像 (C C D) 側の面 R 7 と第 4 レンズ 2 4 の像 (C C D) 側の面 R 9 に自由曲面を導入している。自由曲面を複数枚使用することで 1 枚だけ使用する場合に比べて効果的に像面彎曲及び非点収差を補正することが可能となる

10

【 0 1 1 0 】

この第 3 レンズ 2 3 及び第 4 レンズ 2 4 はプレス成形やインジェクション成形などで成形してもよいが、いずれも片面が球面なので、研磨および研削加工で成形することが比較的容易である。そのため少量生産の場合でも金型を必要とせず低コストで生産することが可能である。さらに第 3 レンズ 2 3 は他のレンズに比べ特にコバ部が厚く研削加工時の保持が容易であるため、精度の高い自由曲面形状が実現できる。

【 0 1 1 1 】

数値実施例 7 での諸収差は図 1 8 に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も

20

良好に補正されている。

【 0 1 1 2 】

また、構成枚数が 4 枚と少ないため低コストでの生産に適している。

【 0 1 1 3 】

(数値実施例 8)

数値実施例 8 においては第 4 レンズ 2 4 の物体側の面 R 8 に自由曲面を導入しているが片面 R 9 は球面としている。この第 4 レンズ 2 4 はプレス成形やインジェクション成形などで成形してもよいが、片面が球面なので、研磨及び研削加工で成形することが比較的容易である。そのため少量生産の場合でも金型を必要とせず低コストで生産することが可能

30

である。

【 0 1 1 4 】

数値実施例 8 での諸収差は図 2 0 に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も良好に補正されている。

【 0 1 1 5 】

また、構成枚数が 4 枚と少ないため低コストでの生産に適している。

【 0 1 1 6 】

(数値実施例 9)

数値実施例 9 においては第 3 レンズ 2 3 の像 (C C D) 側の面 R 7 に自由曲面を導入している。第 3 レンズ 2 3 は他のレンズに比べ特にコバ部が厚く研削加工時の保持が容易

40

であるため、精度の高い自由曲面形状が実現できる。

【 0 1 1 7 】

数値実施例 9 での諸収差は図 2 2 に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も良好に補正されている。

【 0 1 1 8 】

また、構成枚数が 4 枚と少ないため低コストでの生産に適している。

【 0 1 1 9 】

(数値実施例 1 0)

数値実施例 1 0 においては第 2 レンズ 2 2 の物体側の面 R 3 に自由曲面を導入している

50

。第2レンズ22は他のレンズに比べ特に体積、外形ともに小さくインジェクション成形、モールド成形などでのタクト時間を短くすることが可能であり、量産性の極めて高いレンズが実現できる。

【0120】

数値実施例10での諸収差は図24に示すようにメリディオナル像面・サジタル像面ともに良好に補正されており、非点収差も小さい。更に像面彎曲及び非点収差以外の諸収差も良好に補正されている。

【0121】

また、構成枚数が4枚と少ないため低コストでの生産に適している。

【0122】

尚、数値実施例1～10では光軸上で自由曲面31の母線の曲率半径Rと子線の曲率半径rとを一致させているが、必ずしもその必要はない。

【0123】

次に上述した自由曲面の形状を表わす式(1)、(2)、(3)及び回折光学素子の位相多項式(4)及び回転対称な非球面を表わす式(5)を以下に示す。

【0124】

自由曲面の形状は結像レンズのレンズ面と光軸との交点を原点とし、光軸方向をx軸、主走査断面内において光軸と直交する軸をy軸、副走査断面内において光軸と直交する軸をz軸としたとき、

母線形状Xが、

【0125】

【数11】

$$X = \frac{y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_y) (y/R)^2}} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} \quad (1)$$

【0126】

但し、Rは曲率半径

k_y 、 B_4 、 B_6 、 B_8 、 B_{10} は自由曲面係数

なる式で表わされる。

【0127】

子線形状Sは、母線上において母線と垂直な平面を断面とし、xy平面内に半径r'の曲率中心を持つ曲線として、

【0128】

【数12】

$$S = \frac{z^2 / r'}{1 + \sqrt{1 - (z/r')^2}} \quad (2)$$

【0129】

ここで、

$$r' = r_0 (1 + D_2 y^2 + D_4 y^4 + D_6 y^6 + D_8 y^8 + D_{10} y^{10})$$

但し、 r_0 は光軸上の子線曲率半径で $R = r_0$

D_2 、 D_4 、 D_6 、 D_8 、 D_{10} は自由曲面係数

なる式で表わされる。

ここで前述の(a)式におけるR(y)は当技術分野で周知のとおり、(1)式の1回微分をX'、2回微分をX''とするとき、

【数13】

10

20

30

40

50

$$R(y) = \frac{(1 + (X')^2)^{3/2}}{X''}$$

で表される。

又、(a)式における $r(y)$ は

$$r(y) = y'$$

で表わされる。

【0130】

【数14】

$$S = \frac{z^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_z) (z/r)^2}} + D_4 z^4 + D_6 z^6 \quad (3)$$

【0131】

但し、 r は子線曲率半径

k_z , D_4 , D_6 は自由曲面係数

なる式で表わされる。

【0132】

また回折光学素子の回折面は、

【0133】

【数15】

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \{ C_1 z^2 + C_2 z^4 + C_3 z^6 + y^2 (D_1 + D_2 z^2 + D_3 z^4) \} \quad (4)$$

【0134】

但し、 ϕ は位相関数

λ は基準波長

z はレンズ光軸からの高さ

C_1 , C_2 , C_3 , D_1 , D_2 , D_3 は位相係数

なる式で表わされる。

【0135】

また非球面は、

【0136】

【数16】

$$X = \frac{y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_y) (y/R)^2}} + B_4 y^4 + B_6 y^6 + B_8 y^8 + B_{10} y^{10} \quad (5)$$

【0137】

但し、 R は曲率半径

k_y , B_4 , B_6 , B_8 , B_{10} は非球面係数

なる式で表わされる。

【0138】

10

20

30

40

50

尚、上記の各数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 はガラス面上に光軸に対して回転非対称な形状より成る部材や又は回折光学素子等が付加されているが、これらの製法は研削加工や、インジェクション成形、モールド成形等に限定されるものではない。また多少の設計変更によりレプリカ法でも前記効果を実現できる。またレンズタイプは後述する各数値実施例のタイプに限定されるものではなく、いかなるタイプに導入しても非点収差及び像面彎曲を良好に補正することができる。

【0139】

このように上述した結像レンズを、例えばイメージスキャナーや複写機等の画像読取装置に適用すれば装置全体の小型化を図ることができる。

【0140】

図 27 は本発明の結像レンズをイメージスキャナーや複写機等の画像読取装置に適用したときの要部概略図である。

【0141】

同図において 2 は原稿台ガラスであり、その面上に原稿 8 が載置されている。6 はキャリッジであり、後述する照明光源、反射笠、複数の反射ミラー、結像レンズ、そして読取手段等を一体的に収納しており、副走査モータ等の駆動装置により副走査方向（図 27 においては矢印 A 方向）へ走査し、原稿 8 の画像情報を読み取っている。1 は照明光源であり、例えば蛍光灯やハロゲンランプ等より成っている。9 は反射笠であり、照明光源 1 からの光束を反射させ、効率よく原稿 8 を照明している。3 a, 3 b, 3 c, 3 d は各々順に第 1、第 2、第 3、第 4 反射ミラーであり、原稿 8 からの光束の光路をキャリッジ 6 内部で折り曲げている。4 は本発明に関わる結像レンズであり、前述したレンズ構成より成っており、原稿 8 の画像情報に基づく光束を読取手段 5 面上に結像させている。5 は読取手段としてのリニアイメージセンサー（CCD）である。

【0142】

同図において照明光源 1 から放射された光束は直接あるいは反射笠 9 を介して原稿 8 を照明し、該原稿 8 からの反射光束を第 1、第 2、第 3、第 4 反射ミラー 3 a, 3 b, 3 c, 3 d を介してキャリッジ 6 内部でその光束の光路を折り曲げ結像レンズ 4 により CCD 5 面上に結像させている。そしてキャリッジ 6 を副走査モーター 7 により矢印 A 方向（副走査方向）に移動させることにより、原稿 8 の画像情報を読み取っている。

【0143】

次に本発明の数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 を示す。数値実施例 1、参考例 1、2、数値実施例 2 ~ 10 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、 D_i は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズの材料の屈折率とアッペ数である。回折光学素子は位相多項式の係数、自由曲面は自由曲面係数、回転対称な非球面は非球面係数を示す。A は前記条件式 (a) と数値実施例における諸数値との関係を示した値である。但し値 A は

【数 6】

$$\left| \frac{R(y) - r(y)}{f_d (N_d - 1)} \right|$$

の最大値を示す。

【0144】

以下に示す各数値実施例 1 ~ 10 においては前記条件式 (a) を満足している。

【0145】

(数値実施例 1)

$f_e=30.59\text{mm}$ $FN_0=1:5.0$ $2 = 60.0^\circ$ $m=-0.18898$

$R_1=16.201$ $D_1=1.87$ $N_1=1.772$ $1=49.6$

$R_2=35.993$ $D_2=1.26$

$R_3=-46.836$ $D_3=2.30$ $N_2=1.640$ $2=34.5$

10

20

30

40

50

R 4= 22.827 D 4=3.14
 R 5= (絞リ) D 5=0
 R 6= 18.418 D 6=6.27 N 3=1.772 3=49.6
 R 7=-19.587 D 7=0.35
 R 8=-13.708 D 8=5.74 N 4=1.847 4=23.8
 R 9=-18.096 D 9=7.31
 R10=-11.562 D10=1.00 N 5=1.699 5=30.1
 R11=-26.668

自由曲面の係数

R10=-11.562

$$\begin{aligned} ky &= 3.680 \times 10^{-1} & B_4 &= -4.154 \times 10^{-6} & B_6 &= 5.351 \times 10^{-8} \\ B_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & B_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \\ D_2 &= -2.630 \times 10^{-3} & D_4 &= 2.820 \times 10^{-5} & D_6 &= -2.267 \times 10^{-7} \\ D_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & D_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \end{aligned}$$

A=0.029

(参考例 1)

fe=30.60mm (メリディオナル), 30.71mm (サジタル)

FN0=1:5.0 2 =60.0 ° m=-0.18898

R 1= 15.247 D 1=1.89 N 1=1.772 1=49.6
 R 2= 31.433 D 2=0.866
 R 3=-51.163 D 3=3.00 N 2=1.640 2=34.5
 R 4= 19.643 D 4=1.33
 R 5= (絞リ) D 5=0
 R 6= 16.826 D 6=6.27 N 3=1.772 3=49.6
 R 7=-19.058 D 7=0.39
 R 8=-12.332 D 8=6.00 N 4=1.847 4=23.8
 R 9=-15.738 D 9=7.51
 R10=- 9.264 D10=1.00 N 5=1.699 5=30.1
 R11=-19.041

* R10 はメリディオナル形状

自由曲面の係数

R10=-9.264

$$\begin{aligned} ky &= -4.234 \times 10^{-2} & B_4 &= -3.465 \times 10^{-6} & B_6 &= 8.394 \times 10^{-8} \\ B_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & B_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \end{aligned}$$

r10=-9.227

$$\begin{aligned} kz &= -7.526 \times 10^{-1} & D_4 &= -4.447 \times 10^{-5} & D_6 &= 4.110 \times 10^{-6} \\ D_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & D_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \end{aligned}$$

(参考例 2)

fe=30.60mm FN0=1:5.0 2 =60.0 ° m=-0.18898

R 1= 15.123 D 1=1.59 N 1=1.772 1=49.6
 R 2= 25.112 D 2=1.79
 R 3=-41.869 D 3=2.30 N 2=1.640 2=34.5
 R 4= 26.614 D 4=1.44
 R 5= (絞リ) D 5=0
 R 6= 15.309 D 6=5.52 N 3=1.772 3=49.6
 R 7=-19.493 D 7=0.333
 R 8=-12.431 D 8=6.00 N 4=1.847 4=23.8
 R 9=-16.018 D 9=6.99
 R10= -8.595 D10=1.19 N 5=1.699 5=30.1
 R11=-17.365

10

20

30

40

50

R 1 0 面上に付加される回折光学素子の各位相差係数 (基準波長 =546mm)

R10=- 8.595

C1=-4.072 × 10⁻⁵ C2= 4.186 × 10⁻⁵ C3= 1.637 × 10⁻⁶

D1=-4.072 × 10⁻⁵ D2=-1.822 × 10⁻⁵ D3=-2.993 × 10⁻⁶

(数値実施例 2)

fe=28.61m FNo=1:3.5 2 =57.7 ° m=-0.16535

R1=10.811 D1=2.47 N1=1.697 1=55.5

R2=15.585 D2=1.39

R3=-37.827 D3=2.34 N2=1.689 2=31.1

R4=52.488 D4=0.89

R5= (絞リ) D5=0.33

R6=18.157 D6=6.96 N3=1.788 3=47.4

R7=-20.463 D7=0.71

R8=-11.608 D8=2.76 N4=1.847 4=23.8

R9=-16.636 D9=3.89

R10=-10.263 D10=2.13 N5=1.603 5=38.0

R11=-16.271

自由曲面の係数

R₁₀ = -10.263

K_y = -1.076 × 10⁻² B₄ = 2.822 × 10⁻⁵ B₆ = -1.898 × 10⁻⁷

B₈ = -1.436 × 10⁻⁹ B₁₀ = 0.000 × 10⁻⁰

D₂ = 1.547 × 10⁻³ D₄ = -2.931 × 10⁻⁵ D₆ = -4.305 × 10⁻⁷

D₈ = 2.903 × 10⁻⁸ D₁₀ = 0.000 × 10⁻⁰

A=0.010

R₁₁ = -16.271

K_y = -4.003 × 10⁻⁰ B₄ = -5.314 × 10⁻⁵ B₆ = 6.442 × 10⁻⁷

B₈ = -4.289 × 10⁻⁹ B₁₀ = 1.971 × 10⁻¹¹

D₂ = 7.122 × 10⁻³ D₄ = 2.006 × 10⁻⁵ D₆ = -3.860 × 10⁻⁷

D₈ = -7.017 × 10⁻⁹ D₁₀ = 4.436 × 10⁻¹⁰

A=0.131

(数値実施例 3)

fe=31.51mm FNo=1:5.0 2 =58.5 ° m=-0.18898

R1=11.557 D1=3.58 N1=1.652 1=58.6

R2=18.751 D2=0.72

R3=-27.236 D3=1.50 N2=1.720 2=34.7

R4=40.601 D4=0.19

R5= (絞リ) D5=0.71

R6=23.600 D6=2.40 N3=1.755 3=52.3

R7=-17.223 D7=0.27

R8=-13.331 D8=2.97 N4=1.755 4=27.5

R9=-16.817 D9=5.68

R10=-8.033 D10=1.00 N5=1.648 5=33.8

R11=-10.513

自由曲面の係数

R₁₁ = -10.513

K_y = -4.959 × 10⁻¹ B₄ = -2.480 × 10⁻⁵ B₆ = -1.387 × 10⁻⁷

B₈ = 3.712 × 10⁻¹⁰ B₁₀ = 0.000 × 10⁻⁰

D₂ = 2.498 × 10⁻³ D₄ = -4.550 × 10⁻⁶ D₆ = -2.798 × 10⁻⁷

D₈ = 1.576 × 10⁻⁹ D₁₀ = 0.000 × 10⁻⁰

A=0.002

10

20

30

40

50

(数値実施例 4)

fe=31.00mm FNo=1:5.0 2 =59.3 ° m=-0.18898

R1=11.079 D1=2.89 N1=1.729 1=54.7

R2=18.964 D2=0.77

R3=-54.855 D3=1.80 N2=1.785 2=26.3

R4=50.721 D4=1.10

R5= (絞リ) D5=0.32

R6=23.565 D6=6.06 N3=1.788 3=47.4

R7=-28.169 D7=0.55

R8=-13.751 D8=3.62 N4=1.762 4=26.5

R9=-12.906 D9=2.76

R10=-8.564 D10=1.81 N5=1.689 5=31.1

R11=-18.688

自由曲面の係数

R₉ = -12.906

$k_y = -8.075 \times 10^{-2}$ $B_4 = 1.393 \times 10^{-5}$ $B_6 = -1.810 \times 10^{-7}$

$B_8 = 4.361 \times 10^{-9}$ $B_{10} = -4.813 \times 10^{-11}$

$D_2 = 2.875 \times 10^{-3}$ $D_4 = -3.622 \times 10^{-5}$ $D_6 = -1.274 \times 10^{-6}$

$D_8 = 1.866 \times 10^{-8}$ $D_{10} = 4.040 \times 10^{-11}$

A=0.006

(数値実施例 5)

fe=30.34mm FNo=1:5.6 2 =60.4 ° m=-0.18898

R1=11.551 D1=1.54 N1=1.729 1=54.7

R2=22.296 D2=0.81

R3=-35.874 D3=1.75 N2=1.689 2=31.1

R4=24.514 D4=1.71

R5= (絞リ) D5=0.27

R6=18.113 D6=5.72 N3=1.772 3=49.6

R7=-18.293 D7=0.59

R8=-10.575 D8=3.46 N4=1.755 4=27.5

R9=-12.413 D9=6.10

R10=-8.350 D10=1.07 N5=1.603 5=38.0

R11=-24.380

自由曲面の係数

R₃ = -35.874

$k_y = 3.625 \times 10^{-0}$ $B_4 = -6.438 \times 10^{-6}$ $B_6 = 1.300 \times 10^{-6}$

$B_8 = -4.079 \times 10^{-8}$ $B_{10} = 8.179 \times 10^{-11}$

$D_2 = -6.969 \times 10^{-3}$ $D_4 = 4.244 \times 10^{-3}$ $D_6 = -7.945 \times 10^{-4}$

$D_8 = 6.332 \times 10^{-5}$ $D_{10} = -1.803 \times 10^{-6}$

A=0.003

(数値実施例 6)

fe=28.94mm FNo=1:5.0 2 =57.1 ° m=-0.16535

R1=9.798 D1=1.80 N1=1.772 1=49.6

R2=32.531 D2=1.43

R3=-83.772 D3=1.00 N2=1.722 2=29.2

R4=11.750 D4=0.66

R5= (絞リ) D5=0.95

R6=24.462 D6=6.66 N3=1.772 3=49.6

R7=-33.061 D7=4.90

R8= 6.566 D8=1.14 N4=1.530 4=55.5

10

20

30

40

50

R9=-8.085

回転対称非球面の係数

R₈=-6.566

$$\begin{aligned} k_y &= -2.160 \times 10^{-1} & B_4 &= -9.555 \times 10^{-5} & B_6 &= -1.765 \times 10^{-6} \\ B_8 &= 3.462 \times 10^{-8} & B_{10} &= -1.765 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

自由曲面の係数

R₉=-8.085

$$\begin{aligned} k_y &= -1.379 \times 10^{-1} & B_4 &= -2.592 \times 10^{-5} & B_6 &= -1.313 \times 10^{-7} \\ B_8 &= 7.835 \times 10^{-9} & B_{10} &= 1.952 \times 10^{-10} \\ D_2 &= 1.602 \times 10^{-3} & D_4 &= -4.808 \times 10^{-5} & D_6 &= 2.895 \times 10^{-6} \\ D_8 &= -6.418 \times 10^{-8} & D_{10} &= 4.471 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

A=0.022

(数値実施例 7)

fe=31.29mm FNo=1:4.5 2 =58.8 ° m=-0.18898

R1=11.379 D1=1.94 N1=1.697 1=55.5

R2=29.171 D2=1.02

R3=-54.162 D3=2.56 N2=1.699 2=30.1

R4=18.311 D4=0.79

R5= (絞リ) D5=0.77

R6=18.884 D6=8.13 N3=1.786 3=44.2

R7=-31.726 D7=3.98

R8=-9.155 D8=2.37 N4=1.699 4=30.1

R9=-14.823

自由曲面の係数

R₇=-31.726

$$\begin{aligned} k_y &= -4.445 \times 10^{-1} & B_4 &= 2.456 \times 10^{-6} & B_6 &= 6.119 \times 10^{-8} \\ B_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & B_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \\ D_2 &= -1.507 \times 10^{-3} & D_4 &= 9.764 \times 10^{-5} & D_6 &= -3.676 \times 10^{-6} \\ D_8 &= 0.000 \times 10^{-0} & D_{10} &= 0.000 \times 10^{-0} \end{aligned}$$

A=0.019

R₉=-14.823

$$\begin{aligned} k_y &= -5.160 \times 10^{-2} & B_4 &= 3.195 \times 10^{-5} & B_6 &= 8.106 \times 10^{-8} \\ B_8 &= 2.901 \times 10^{-9} & B_{10} &= -1.453 \times 10^{-11} \\ D_2 &= 4.487 \times 10^{-3} & D_4 &= -1.035 \times 10^{-4} & D_6 &= 6.323 \times 10^{-6} \\ D_8 &= -1.565 \times 10^{-7} & D_{10} &= 1.388 \times 10^{-9} \end{aligned}$$

A=0.038

(数値実施例 8)

fe=31.41mm FNo=1:5.0 2 =58.6 ° m=-0.18898

R1=10.643 D1=2.97 N1=1.697 1=55.8

R2=27.483 D2=0.98

R3=-56.028 D3=1.02 N2=1.699 2=30.1

R4=16.202 D4=0.76

R5= (絞リ) D5=0.64

R6=21.001 D6=7.98 N3=1.786 3=44.2

R7=-28.833 D7=3.53

R8=-8.800 D8=2.40 N4=1.689 4=31.1

R9=-13.655

自由曲面の係数

R₈=-8.800

$$k_y = 3.384 \times 10^{-2} \quad B_4 = -4.253 \times 10^{-5} \quad B_6 = -3.644 \times 10^{-7}$$

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned} B_8 &= -7.350 \times 10^{-9} & B_{10} &= -1.898 \times 10^{-10} \\ D_2 &= -3.132 \times 10^{-3} & D_4 &= 3.611 \times 10^{-5} & D_6 &= 1.896 \times 10^{-7} \\ D_8 &= 1.458 \times 10^{-8} & D_{10} &= -4.639 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

$$A=0.028$$

(数值実施例 9)

$$f_e=31.50\text{mm} \quad FNo=1:5.0 \quad 2 \quad =58.5^\circ \quad m=-0.18898$$

$$R1=9.567 \quad D1=1.99 \quad N1=1.697 \quad 1=55.5$$

$$R2=23.970 \quad D2=1.55$$

$$R3=-66.875 \quad D3=1.00 \quad N2=1.699 \quad 2=30.1$$

$$R4=14.302 \quad D4=0.76$$

$$R5= (\text{絞リ}) \quad D5=0.35$$

$$R6=18.337 \quad D6=7.82 \quad N3=1.786 \quad 3=44.2$$

$$R7=-37.678 \quad D7=4.03$$

$$R8=-6.795 \quad D8=2.41 \quad N4=1.689 \quad 4=31.1$$

$$R9=-9.833$$

自由曲面の係数

$$R_7=-37.678$$

$$k_y=-3.513 \quad B_4=1.655 \times 10^{-5} \quad B_6=-8.545 \times 10^{-8}$$

$$B_8=6.197 \times 10^{-9} \quad B_{10}=-2.420 \times 10^{-10}$$

$$D_2=1.191 \times 10^{-2} \quad D_4=-6.775 \times 10^{-4} \quad D_6=1.404 \times 10^{-5}$$

$$D_8=2.111 \times 10^{-7} \quad D_{10}=-1.027 \times 10^{-8}$$

$$A=0.052$$

(数值実施例 10)

$$f_e=30.97\text{mm} \quad FNo=1:5.6 \quad 2 \quad =59.3^\circ \quad m=-0.18898$$

$$R1=11.348 \quad D1=2.02 \quad N1=1.729 \quad 1=54.7$$

$$R2=60.704 \quad D2=0.66$$

$$R3=-50.304 \quad D3=1.00 \quad N2=1.689 \quad 2=31.1$$

$$R4=13.832 \quad D4=2.46$$

$$R5= (\text{絞リ}) \quad D5=0.22$$

$$R6=24.031 \quad D6=8.00 \quad N3=1.786 \quad 3=44.2$$

$$R7=-31.822 \quad D7=8.80$$

$$R8=-9.106 \quad D8=2.63 \quad N4=1.689 \quad 4=31.1$$

$$R9=-15.804$$

自由曲面の係数

$$R_3=-50.304$$

$$k_y=3.320 \quad B_4=-3.132 \times 10^{-5} \quad B_6=3.390 \times 10^{-6}$$

$$B_8=1.568 \times 10^{-7} \quad B_{10}=2.879 \times 10^{-9}$$

$$D_2=-2.491 \times 10^{-2} \quad D_4=8.556 \times 10^{-3} \quad D_6=-1.189 \times 10^{-3}$$

$$D_5=7.284 \times 10^{-5} \quad D_{10}=-1.603 \times 10^{-6}$$

$$A=0.031$$

数值実施例 A (従来例)

$$f_e=30.59\text{mm} \quad FNo=1:5.0 \quad 2 \quad =60.0^\circ \quad m=-0.18898$$

$$R \ 1= 13.355 \quad D \ 1=1.78 \quad N \ 1=1.772 \quad 1=49.6$$

$$R \ 2= 38.957 \quad D \ 2=0.64$$

$$R \ 3=-52.772 \quad D \ 3=1.98 \quad N \ 2=1.640 \quad 2=34.5$$

$$R \ 4= 14.188 \quad D \ 4=1.99$$

$$R \ 5= (\text{絞リ}) \quad D \ 5=0$$

$$R \ 6= 20.000 \quad D \ 6=4.97 \quad N \ 3=1.772 \quad 3=49.6$$

$$R \ 7=-18.385 \quad D \ 7=0.32$$

$$R \ 8=-13.512 \quad D \ 8=5.80 \quad N \ 4=1.847 \quad 4=23.8$$

10

20

30

40

50

R 9=-17.011 D 9=9.33

R10=-10.367 D10=1.57 N 5=1.699 5=30.1

R11=-23.401

【 0 1 4 6 】

【 発明の効果 】

本発明によれば前述の如く結像レンズを構成する複数の面のうち少なくとも一面に光軸に対して回転非対称な屈折力を持つように形成することにより、像面湾曲と非点収差等を良好に補正し、超広角においても少ないレンズ枚数で十分な結像性能を得ることができる。結像レンズ及びそれを用いた画像読取装置を達成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図

【 図 2 】 本発明の数値実施例 1 の諸収差図

【 図 3 】 本発明の参考例 1 のレンズ断面図

【 図 4 】 本発明の参考例 1 の諸収差図

【 図 5 】 本発明の参考例 2 のレンズ断面図

【 図 6 】 本発明の参考例 2 の諸収差図

【 図 7 】 本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図

【 図 8 】 本発明の数値実施例 2 の諸収差図

【 図 9 】 本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図

【 図 10 】 本発明の数値実施例 3 の諸収差図

【 図 11 】 本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図

【 図 12 】 本発明の数値実施例 4 の諸収差図

【 図 13 】 本発明の数値実施例 5 のレンズ断面図

【 図 14 】 本発明の数値実施例 5 の諸収差図

【 図 15 】 本発明の数値実施例 6 のレンズ断面図

【 図 16 】 本発明の数値実施例 6 の諸収差図

【 図 17 】 本発明の数値実施例 7 のレンズ断面図

【 図 18 】 本発明の数値実施例 7 の諸収差図

【 図 19 】 本発明の数値実施例 8 のレンズ断面図

【 図 20 】 本発明の数値実施例 8 の諸収差図

【 図 21 】 本発明の数値実施例 9 のレンズ断面図

【 図 22 】 本発明の数値実施例 9 の諸収差図

【 図 23 】 本発明の数値実施例 10 のレンズ断面図

【 図 24 】 本発明の数値実施例 10 の諸収差図

【 図 25 】 本発明のレンズ構成を示す要部概略図

【 図 26 】 本発明の自由曲面の形状を表わす要部概略図

【 図 27 】 本発明の結像レンズを画像読取装置に適用したときの要部概略図

【 図 28 】 従来の画像読取装置の要部概略図

【 図 29 】 従来の数値実施例 A のレンズ断面図

【 図 30 】 従来の数値実施例 A の諸収差図

【 符号の説明 】

- 1 照明光源
- 2 原稿台ガラス
- 3 a , 3 b , 3 c , 3 d 反射ミラー
- 4 結像レンズ
- 5 読取手段 (C C D)
- 6 キャリッジ
- 7 副走査モーター
- 8 原稿
- 9 反射笠

10

20

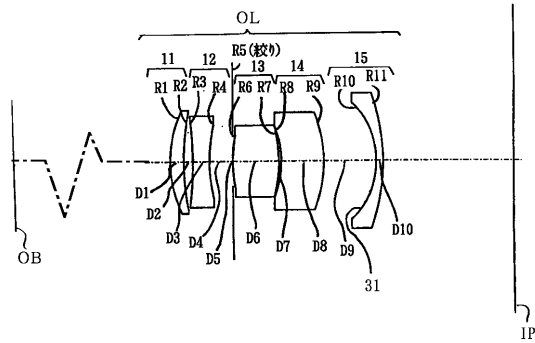
30

40

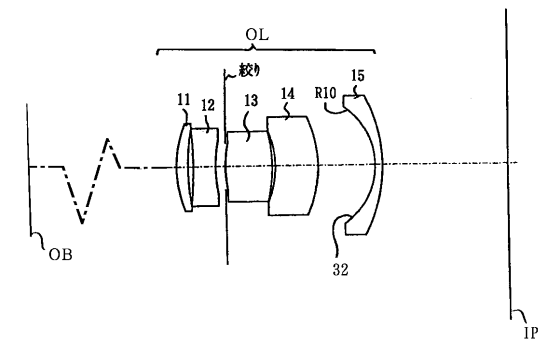
50

- 1 1 , 2 1 第 1 レンズ
- 1 2 , 2 2 第 2 レンズ
- 1 3 , 2 3 第 3 レンズ
- 1 4 , 2 4 第 4 レンズ
- 1 5 第 5 レンズ
- 3 1 , 3 2 自由曲面
- 3 3 回折光学素子
- 3 4 非球面
- 4 2 絞り

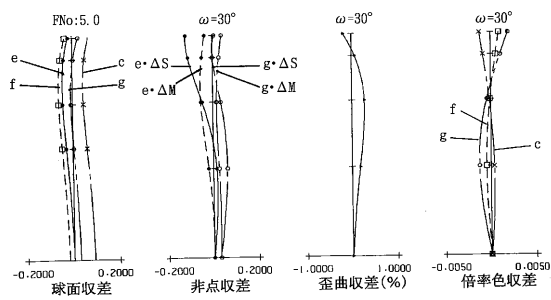
【 図 1 】



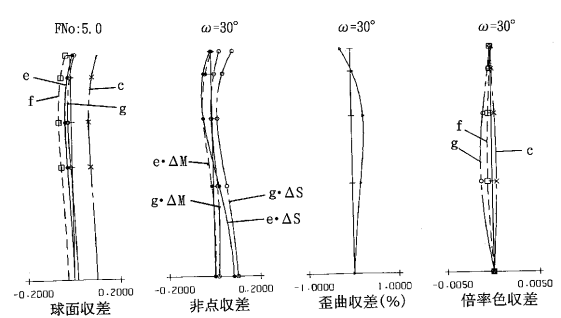
【 図 3 】



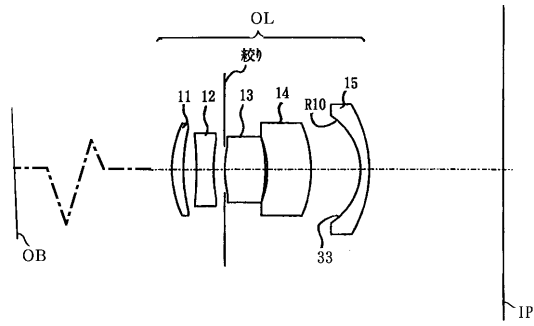
【 図 2 】



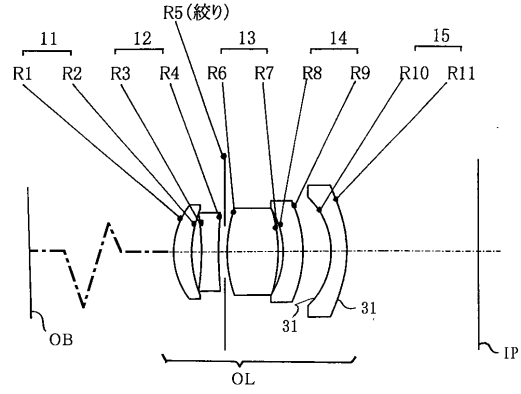
【 図 4 】



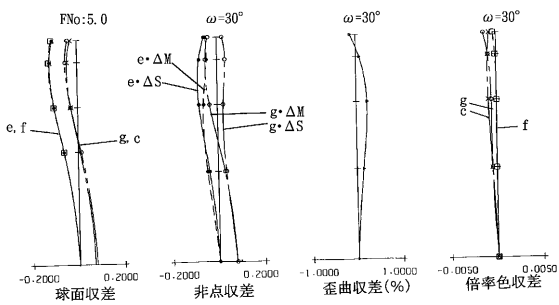
【 図 5 】



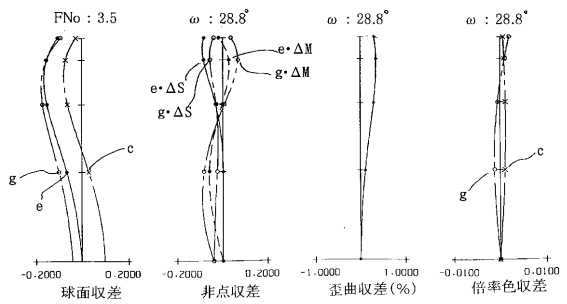
【 図 7 】



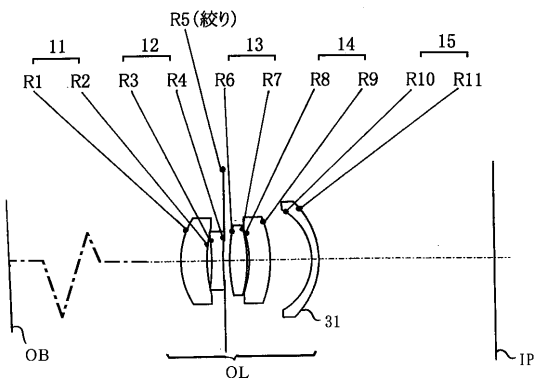
【 図 6 】



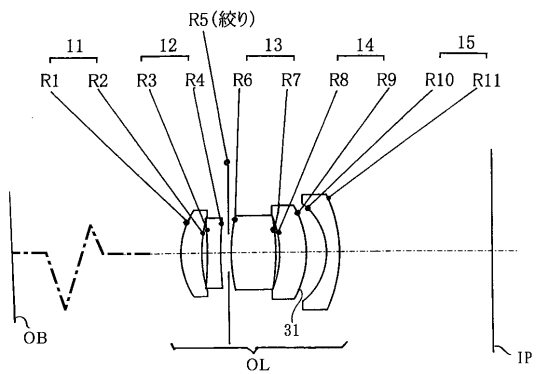
【 図 8 】



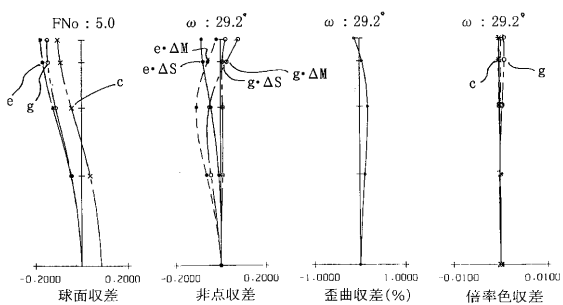
【 図 9 】



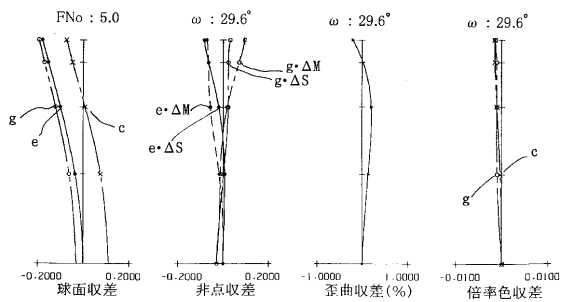
【 図 1 1 】



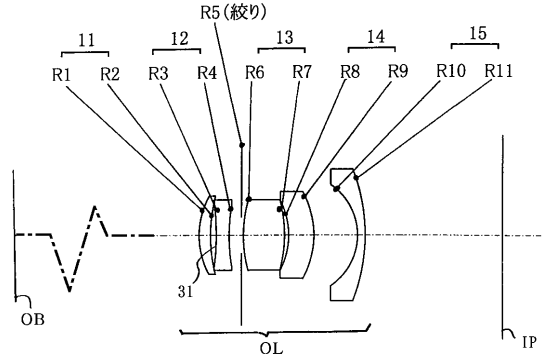
【 図 1 0 】



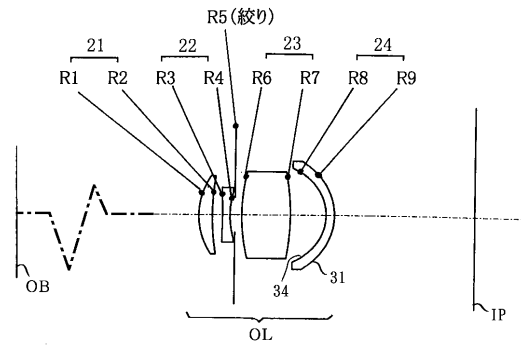
【 図 1 2 】



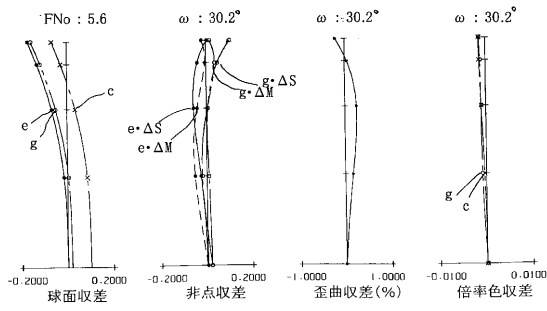
【 図 1 3 】



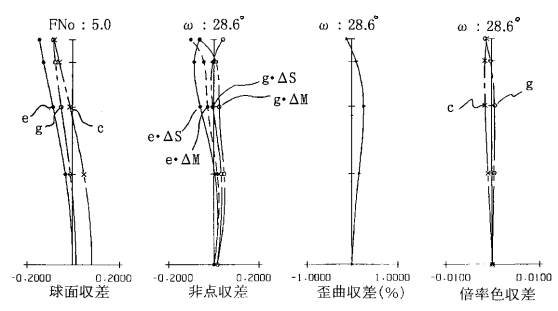
【 図 1 5 】



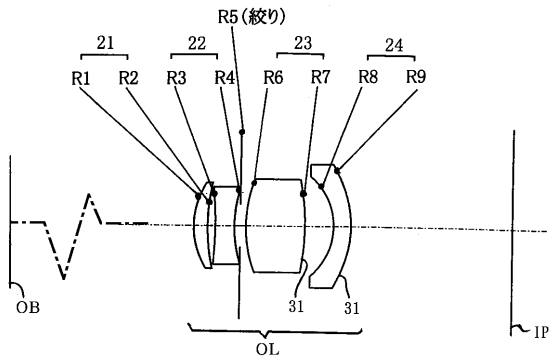
【 図 1 4 】



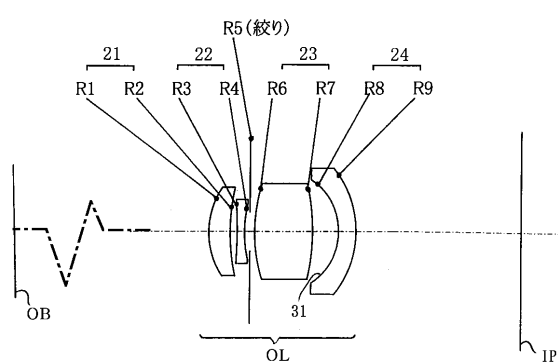
【 図 1 6 】



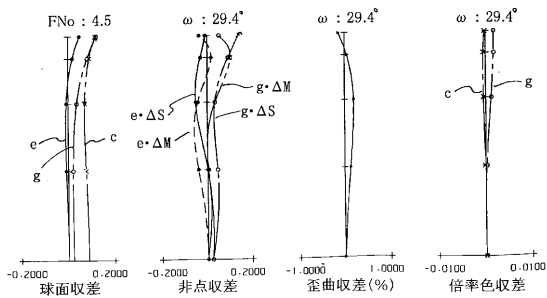
【 図 1 7 】



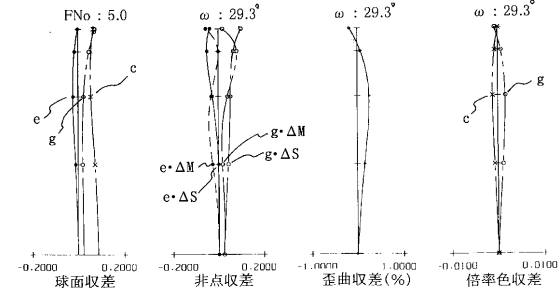
【 図 1 9 】



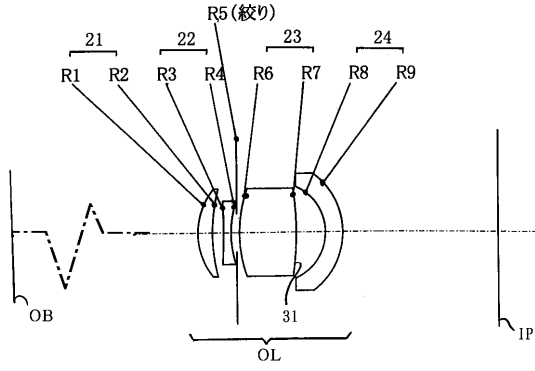
【 図 1 8 】



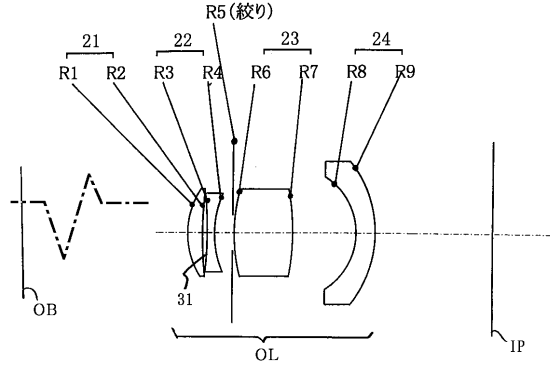
【 図 2 0 】



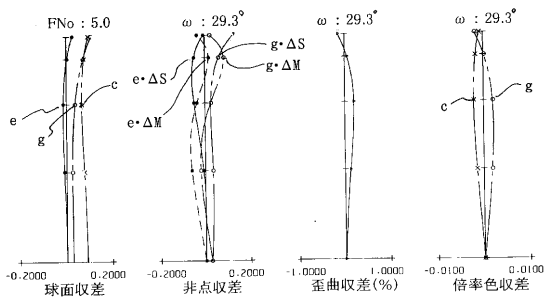
【 図 2 1 】



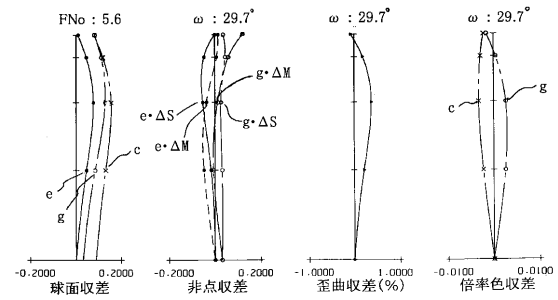
【 図 2 3 】



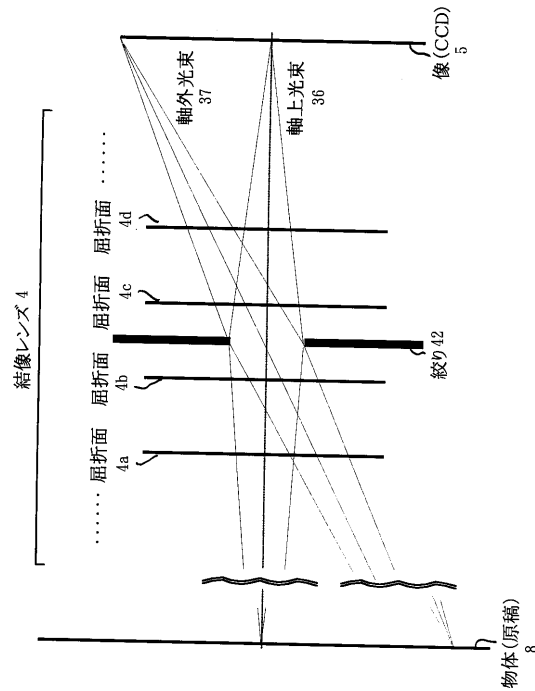
【 図 2 2 】



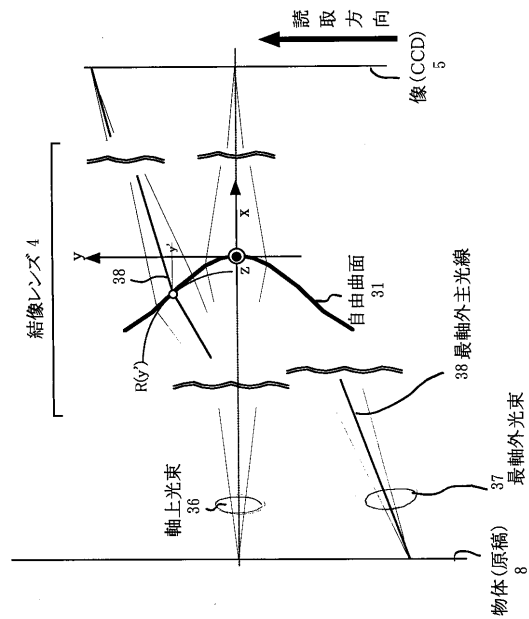
【 図 2 4 】



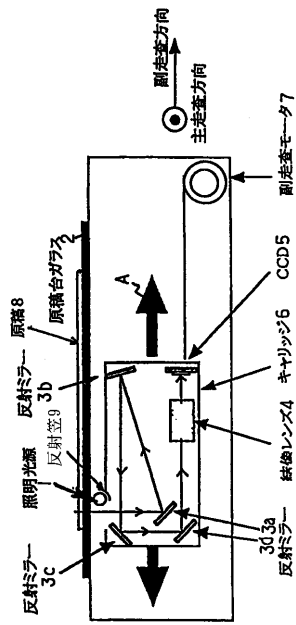
【 図 2 5 】



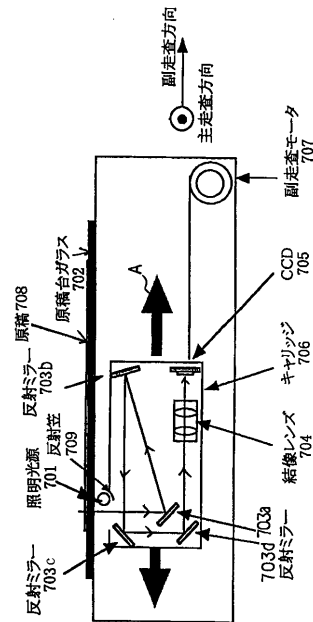
【 図 2 6 】



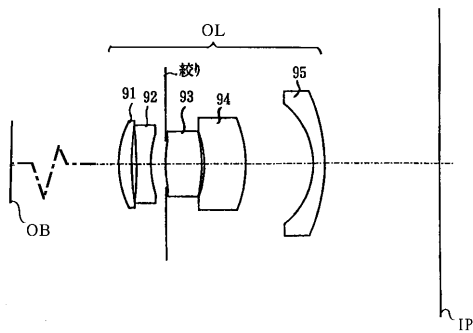
【 図 27 】



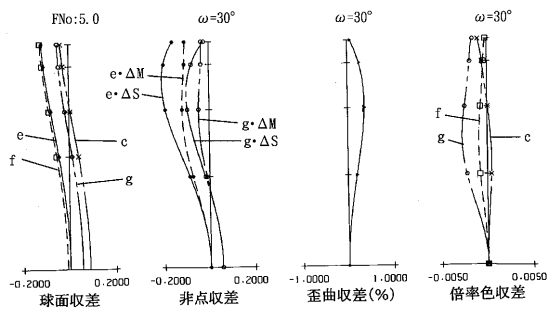
【 図 28 】



【 図 29 】



【 図 30 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 11 - 30744 (JP, A)
特開平 5 - 14602 (JP, A)
特開平 8 - 297256 (JP, A)
特開平 8 - 76011 (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