

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6229921号
(P6229921)

(45) 発行日 平成29年11月15日(2017.11.15)

(24) 登録日 平成29年10月27日(2017.10.27)

(51) Int. Cl.	F 1	
GO2B 13/24 (2006.01)	GO2B 13/24	
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	
GO3B 27/50 (2006.01)	GO3B 27/50	A
GO3B 27/54 (2006.01)	GO3B 27/54	A
HO4N 1/10 (2006.01)	HO4N 1/10	

請求項の数 10 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-48547 (P2013-48547)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(22) 出願日	平成25年3月11日 (2013.3.11)	(74) 代理人	100082636 弁理士 真田 修治
(65) 公開番号	特開2014-174415 (P2014-174415A)	(72) 発明者	長能 卓哉 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式 会社リコー内
(43) 公開日	平成26年9月22日 (2014.9.22)	審査官	瀬戸 息吹
審査請求日	平成28年2月12日 (2016.2.12)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像読取レンズ、画像読取装置および画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原稿画像を読み取るための画像読取レンズであって、
物体側に前群レンズ系、像側に後群レンズ系をそれぞれ配置し、
前記前群レンズ系は、2枚の正レンズおよび負レンズからなる3枚のレンズで構成し、
且つ
前記後群レンズ系は、1枚のプラスチックレンズからなる負レンズで構成してなり、
当該画像読取レンズの物体側から3番目に配置され、前記前群レンズ系に属する第3レン
ズは、像側を凸面とする正レンズであり、且つ当該画像読取レンズの物体側から4番目
に配置され、前記後群レンズ系を構成する第4レンズは、物体側を凹面とする負レンズで

10

あり、
前記前群レンズ系の負レンズの $20 \sim 40$ における e 線の屈折率温度係数を 10^6
倍させた値の総和を $dn_N / dt(N)$ 、前記前群レンズ系の正レンズの $20 \sim 40$
における e 線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和を $dn_P / dt(P)$ 、前
記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、当該画像読取レンズ全体の焦点距離を f 、前記前群レ
ンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離を d_g 、レンズ全長を D 、前記第3レン
ズの像側レンズ面の曲率半径を R_g 、前記第4レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_1
 0 、前記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、前記後群レンズ系の焦点距離を f_b として、
条件式：

$$[1] \quad 0 < dn_N / dt(N) - dn_P / dt(P) < 17$$

20

$$〔 2 〕 \quad 0.20 < f_a / f \times d_g / D < 0.90$$

$$〔 5 〕 \quad 1.0 < R_g / R_{10} < 2.5$$

$$〔 7 〕 \quad -1.3 < f_a / f_b < -0.8$$

を共に満足することを特徴とする画像読取レンズ。

【請求項 2】

前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離を d_g 、そしてレンズ全長を D として、

条件式：

$$〔 3 〕 \quad 0.40 < d_g / D < 0.70$$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の画像読取レンズ。

10

【請求項 3】

当該画像読取レンズ全系を構成する正レンズの e 線に対するアッペ数の平均値を P 、当該画像読取レンズ全系を構成する負レンズの e 線に対するアッペ数の平均値を N として、

条件式：

$$〔 4 〕 \quad 1.0 < P - N < 4.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像読取レンズ。

【請求項 4】

当該画像読取レンズの物体側から 3 番目に配置され前記前群レンズ系に属する第 3 レンズは正レンズであり、

20

前記第 3 レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_8 、前記第 3 レンズの像側レンズ面の曲率半径を R_9 として、

条件式：

$$〔 6 〕 \quad -1.30 < (R_9 + R_8) / (R_9 - R_8) < -0.20$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像読取レンズ。

【請求項 5】

前記後群レンズ系を構成する第 4 レンズの少なくとも一方の面に、非球面を形成してなることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像読取レンズ。

【請求項 6】

30

前記前群レンズ系を構成する第 1 レンズ ~ 第 3 レンズの少なくとも 1 面に、非球面を形成してなることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像読取レンズ。

【請求項 7】

前記後群レンズ系を構成する前記第 4 レンズの外形形状が、光軸に対して回転対称でないことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の画像読取レンズ。

【請求項 8】

前記後群レンズ系を構成する前記第 4 レンズの外形形状が、副走査方向よりも主走査方向に長い短冊形状であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像読取レンズ。

【請求項 9】

40

原稿を照明する照明系と、

前記照明系により照明された原稿の反射光を縮小結像させる結像レンズと、

前記結像レンズにより結像された原稿像を光電変換するラインセンサと、

を有する画像読取装置であって、

前記結像レンズは、請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか 1 項の画像読取レンズを用いて構成したことを特徴とする画像読取装置。

【請求項 10】

請求項 9 の画像読取装置を備えて構成したことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、イメージスキャナ等の画像読取装置、ファクシミリおよびデジタル複写機等の画像形成装置における原稿画像の取り込みに好適な、画像読取り用の画像読取レンズに係り、特にレンズ枚数が少なく、小型で高性能な画像読取レンズ、そのような画像読取レンズを用いた画像読取装置、並びにそのような画像読取装置を用いた画像形成装置に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

イメージスキャナ、ファクシミリ、あるいはデジタル複写機等における原稿画像の読み取りに用いられる画像読取装置は、読み取るべき原稿の画像を、読取り用の画像読取レンズによって縮小して結像させ、この縮小光学像をCCD（電荷結合素子）イメージセンサのような固体撮像素子によって撮像し画像情報を電子的画像データ化する。また、原稿情報をカラーで読み取るために、それぞれ、例えば赤、緑および青のフィルタを持った受光素子が3列に配列された、いわゆる3ラインCCDイメージセンサ等を用いて固体撮像素子を構成し、その受光面に原稿の縮小光学像を結像させることにより3原色に色分解して、カラー画像情報を信号化することが行われている。

上述した画像読取レンズにおいては、一般に、像面において高空間周波数領域での高いコントラストおよび画角周辺部まで100%近くの開口効率が要求される。さらに、カラー原稿を良好に読み取るためには、受光面上で赤、緑および青の各色の結像位置を光軸方向に合致させる必要があり、各色の色収差を極めて良好に補正しなければならない。

【 0 0 0 3 】

従来、このような画像読取レンズとして広く用いられていた、いわゆるガウス型の画像読取レンズは、比較的大口径で高解像度を実現することができる。しかしながら、このようなが薄型の構成で近年求められている高性能を実現しようとする、4群6枚構成や5群8枚構成等、6枚以上の多くのレンズ枚数が必要となる。

一方、特許文献1（特許第3939908号）には、ガウス型の画像読取レンズと比較してレンズ構成枚数が少なく、ガウス型と同等以上の性能を有する3枚～5枚構成の画像読取レンズが開示されている。

すなわち、特許文献1に記載された画像読取レンズにおいては、レンズ構成枚数を最小で3枚とし、最も像側に配置されるレンズのパワーを負とし且つ当該レンズを像面近傍に配置する構成により諸収差の補正を容易にして、高性能を実現することができる光学系を達成している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

上述したように、特許文献1には、レンズ構成枚数が3枚～5枚と少なくて済み、最も像側に配置されるレンズのパワーを負とし且つ当該レンズを像面近傍に配置する構成により諸収差の補正を容易にして、高性能を実現することが可能な光学系が開示されている。

しかしながら、特許文献1には、近年における画像読取装置の小型化と画像読み取りの高速化に伴う、CCDイメージセンサ等の撮像部の近傍における発熱量の増大および原稿画像を照明する光源の高照度化に伴う発熱量の増大などによる画像読取装置内部の温度上昇やそれに伴う性能劣化については述べられておらず、そのような温度上昇による性能劣化の抑制についても検討されていない。

このような、画像読取装置内部の温度上昇によって、画像読取レンズの材料の熱膨張や屈折率変化等が生じ、画像読取レンズの焦点距離変化を発生させる。また、撮像部近傍の発熱は、CCDイメージセンサ等の撮像部と画像読取レンズを保持する保持部材に熱膨張をもたらす、画像読取レンズの結像位置と撮像面の位置関係がずれて性能が劣化してしまうことになる。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、温度変動による性能の劣化を抑制し、しかもレンズ枚数が少なく小型で、且つ良好に諸収差を補正し得る画像読取レンズを提

10

20

30

40

50

供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1に係る画像読取レンズは、上述した目的を達成するために、

原稿画像を読み取るための画像読取レンズであって、

物体側に前群レンズ系、像側に後群レンズ系をそれぞれ配置し、

前記前群レンズ系は、2枚の正レンズおよび負レンズからなる3枚のレンズで構成し、

且つ

前記後群レンズ系は、1枚のプラスチックレンズからなる負レンズで構成してなり、

当該画像読取レンズの物体側から3番目に配置され、前記前群レンズ系に属する第3レンズは、像側を凸面とする正レンズであり、且つ当該画像読取レンズの物体側から4番目に配置され、前記後群レンズ系を構成する第4レンズは、物体側を凹面とする負レンズであり、

前記前群レンズ系の負レンズの20 ~ 40におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和を $dn_N / dt(N)$ 、前記前群レンズ系の正レンズの20 ~ 40

におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和を $dn_P / dt(P)$ 、前記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、当該画像読取レンズ全体の焦点距離を f 、前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離を d_g 、レンズ全長を D 、前記第3レンズの像側レンズ面の曲率半径を R_g 、前記第4レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_{10} 、前記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、前記後群レンズ系の焦点距離を f_b として、

条件式：

$$\{1\} \quad 0 < dn_N / dt(N) - dn_P / dt(P) < 17$$

$$\{2\} \quad 0.20 < f_a / f \times d_g / D < 0.90$$

$$\{5\} \quad 1.0 < R_g / R_{10} < 2.5$$

$$\{7\} \quad -1.3 < f_a / f_b < -0.8$$

を共に満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、

原稿画像を読み取るための画像読取レンズであって、

物体側に前群レンズ系、像側に後群レンズ系をそれぞれ配置し、

前記前群レンズ系は、2枚の正レンズおよび負レンズからなる3枚のレンズで構成し、

且つ

前記後群レンズ系は、1枚のプラスチックレンズからなる負レンズで構成してなり、

当該画像読取レンズの物体側から3番目に配置され、前記前群レンズ系に属する第3レンズは、像側を凸面とする正レンズであり、且つ当該画像読取レンズの物体側から4番目に配置され、前記後群レンズ系を構成する第4レンズは、物体側を凹面とする負レンズであり、

前記前群レンズ系の負レンズの20 ~ 40におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和を $dn_N / dt(N)$ 、前記前群レンズ系の正レンズの20 ~ 40

におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和を $dn_P / dt(P)$ 、前記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、当該画像読取レンズ全体の焦点距離を f 、前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離を d_g 、レンズ全長を D 、前記第3レンズの像側レンズ面の曲率半径を R_g 、前記第4レンズの物体側レンズ面の曲率半径を R_{10} 、前記前群レンズ系の焦点距離を f_a 、前記後群レンズ系の焦点距離を f_b として、

条件式：

$$\{1\} \quad 0 < dn_N / dt(N) - dn_P / dt(P) < 17$$

$$\{2\} \quad 0.20 < f_a / f \times d_g / D < 0.90$$

$$\{5\} \quad 1.0 < R_g / R_{10} < 2.5$$

$$\{7\} \quad -1.3 < f_a / f_b < -0.8$$

を共に満足することにより、

温度変動による性能の劣化を抑制し、しかもレンズ枚数が少なく小型で、且つ良好に諸収差を補正し得る画像読取レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例1の構成を示す断面図である。

【図2】図1に示す実施例1の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例2の構成を示す断面図である。

【図4】図3に示す実施例2の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例3の構成を示す断面図である。

【図6】図5に示す実施例3の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例4の構成を示す断面図である。

【図8】図7に示す実施例4の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図9】本発明の第5の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例5の構成を示す断面図である。

【図10】図9に示す実施例5の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図11】本発明の第6の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例6の構成を示す断面図である。

【図12】図11に示す実施例6の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図13】本発明の第7の実施の形態に係る画像読取レンズの実施例7の構成を示す断面図である。

【図14】図13に示す実施例7の画像読取レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差およびコマ収差を示す収差図である。

【図15】本発明の第8の実施の形態に係る画像読取装置の要部の概念的な構成を示す断面図である。

【図16】本発明の第9の実施の形態に係る画像読取装置の要部の概念的な構成を示す断面図である。

【図17】本発明の第10の実施の形態に係る画像形成装置の要部の概念的な構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る画像読取レンズ、画像読取装置および画像形成装置を詳細に説明する。具体的な実施例について説明する前に、まず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。

先に述べたように、従来から広く知られているガウス型の画像読取レンズは、比較的大口径で高解像度を実現することができる。しかし、ガウス型の画像読取レンズで、近年求められている高性能を実現しようとする、レンズ構成枚数の増加およびそれに伴う光学系の大型化を避けることができない。そこで、ガウス型の画像読取レンズと比較して、レンズ構成枚数が少なく、3枚～5枚構成によって、ガウス型と同等またはそれ以上の性能を得ることが可能な画像読取レンズとして、特許文献1（特許第3939908号）等に

10

20

30

40

50

開示された画像読取レンズがある。

た

しかしながら、特許文献1（特許第3939908号）においては、画像読取装置の小型化と画像読み取りの高速化に伴う、CCDイメージセンサ等の撮像部近傍での発熱量の増大および画像照明を行う光源の高照度化に伴う発熱量の増大などに起因する画像読取装置内部の温度上昇時の画像読取レンズの性能劣化およびその抑制については検討されていない。

【0019】

画像読取装置内部の温度上昇によって、画像読取レンズの材料の熱膨張や屈折率の変化等が生じ、画像読取レンズの焦点距離変化が発生する。また、撮像部の発熱は、撮像部と画像読取レンズを保持する保持部材に熱膨張をもたらし、画像読取レンズの結像位置と撮像面の位置関係がずれて性能が劣化してしまう。

そこで、本発明の第1～第7の実施の形態に係る原稿画像を読み取るための画像読取レンズにおいては、物体側に前群レンズ系を、像側に後群レンズ系をそれぞれ配置してなり、前記前群レンズ系は、2枚の正レンズおよび1枚の負レンズを含む合計3枚のレンズで構成される。前記後群レンズ系は、1枚のプラスチックの負レンズで構成され、全体として4枚のレンズで構成され、

当該画像読取レンズの物体側から3番目に配置され、前記前群レンズ系に属する第3レンズは、像側を凸面とする正レンズであり、且つ当該画像読取レンズの物体側から4番目に配置され、前記後群レンズ系を構成する第4レンズは、物体側を凹面とする負レンズであり、次の条件式〔1〕、条件式〔2〕、条件式〔5〕および条件式〔7〕を満足させることで、小型で温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正可能な高性能な画像読取用レンズを得ることができる（請求項1に対応する）。

$$〔1〕 \quad 0 < \frac{dn_N}{dt}(N) - \frac{dn_P}{dt}(P) < 1.7$$

$$〔2〕 \quad 0.20 < \frac{fa}{f} \times \frac{d_g}{D} < 0.90$$

$$〔5〕 \quad 1.0 < R_g / R_{10} < 2.5$$

$$〔7〕 \quad -1.3 < \frac{fa}{fb} < -0.8$$

ここで、 $\frac{dn_N}{dt}(N)$ は、前記前群レンズ系の負レンズの20～40におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和、 $\frac{dn_P}{dt}(P)$ は、前記前群レンズ系の正レンズの20～40におけるe線の屈折率温度係数を 10^6 倍させた値の総和、 fa は、前記前群レンズ系の焦点距離、 f は、当該画像読取レンズ全体の焦点距離、 d_g は、前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離、 D は、レンズ全長、 R_g は、前記第3レンズの像側レンズ面の曲率半径、 R_{10} は、前記第4レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 fa は、前記前群レンズ系の焦点距離、 fb は、前記後群レンズ系の焦点距離をあらわしている。

【0020】

すなわち、条件式〔1〕および条件式〔2〕は、画像読取用レンズの結像位置の温度依存性を規定するものである。条件式〔1〕において、 $\frac{dn_N}{dt}(N) - \frac{dn_P}{dt}(P)$ が、条件式〔1〕の上限を超えると、前記後群レンズ系にプラスチックレンズを配した上述の4枚構成で良好な結像性能を得ることが困難となる。また、 $\frac{dn_N}{dt}(N) - \frac{dn_P}{dt}(P)$ が、条件式〔1〕の下限を下回ると、前記後群レンズ系の負レンズのプラスチックレンズが温度上昇時の屈折率の低下によって焦点距離が短くなることに対する補正を前記前群レンズ系で担いきることができなくなり、画像読取レンズの焦点距離を温度上昇時に伸ばして補正することが困難となる。

また、条件式〔2〕については、温度上昇時の結像位置のずれを前記前群レンズ系の焦点距離の伸びにより適応し、さらに結像位置の変化に良好に追従するため前記後群レンズ系とのやり取りを考慮する必要がある。前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間隔を制御することにより、温度変化に対する結像位置の最適化を図る式である。条件式〔2〕において、 $\frac{fa}{f} \times \frac{d_g}{D}$ が、条件式〔2〕の上限値を上回ると、温度上昇時に当該画像読取レンズの結像位置が伸びすぎてしまい、また下限値を下回ると、温度上昇時

10

20

30

40

50

に、当該画像読取レンズの結像位置が短くなってしまふ。

【0021】

このように、条件式〔2〕に規定する範囲を外れてしまうと、画像読取装置内の温度が上昇した時に、当該画像読取レンズと撮像素子であるラインCCDイメージセンサ等を保持している部材が伸びるのに対して、光軸方向の結像位置が大幅にずれてしまい、使用環境の如何によって高い画像品質を得ることが困難になってしまう。

すなわち、前記後群レンズ系にプラスチック製のレンズを配置した構成とした上で、条件式〔1〕と、条件式〔2〕とが満足するように構成することによって、温度に伴って、画像読取レンズから結像位置までの距離を変化させ、レンズ保持部の温度による伸びに対応して良好に追従させることができ、異なる温度環境においても高い画質を得ることが可能となる。

また、条件式〔2〕は、鏡胴の材料および前記前群レンズ系と前記後群レンズ系の間隔を形成している部材を一般的な金属とした場合の条件式である。

一方、前記後群レンズ系のプラスチックの屈折率温度係数を $-1.0 \times 10^{-4} /$ とし、より詳細な結像位置の変動を考えるために部材による影響をキャンセルさせた場合、条件式〔2〕は、さらに次の条件式〔2〕を満足することが望ましい。

$$〔2〕 \quad 0.2 \leq (f_a / f_b \times d_g / D) \leq 0.4$$

ここで、 d_g は前記前群レンズ系と前記後群レンズ系の間隔を形成している部材の線膨張係数を 10^5 倍させた値である。

【0022】

さらに、本発明に係る画像読取レンズは、当該画像読取レンズの物体側から3番目に配置され、前記前群レンズ系に属する第3レンズは、像側を凸面とする正レンズであり、且つ当該画像読取レンズの物体側から4番目に配置され、前記後群レンズ系を構成する第4レンズは、物体側を凹面とする負レンズであることにより、単色収差の補正を容易にすることができる。

さらにまた、本発明に係る画像読取用レンズは、上述した画像読取レンズが、次の条件式〔5〕を満足することにより、一層良好な単色収差の補正を可能とする。

$$〔5〕 \quad 1.0 < R_9 / R_{10} < 2.5$$

ここで、 R_9 は、前記第3レンズの像側レンズ面の曲率半径、 R_{10} は、前記第4レンズの物体側レンズ面の曲率半径をそれぞれあらわしている。

条件式〔5〕は、前記第3レンズの像面側のレンズ面の曲率と前記第4レンズの物体側のレンズ面の曲率の比率を規定するものである。条件式〔5〕において、 R_9 / R_{10} が条件式〔5〕の上限値を超えると、前記第4レンズの物体側のレンズ面でのディストーションの補正が過剰となり、良好な収差補正を達成することが困難となる。一方、 R_9 / R_{10} が、条件式〔5〕の下限値を下回ると、ディストーションを補正するために前記前群レンズ系が巨大化してしまう。

【0023】

$(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$ が、条件式〔6〕の下限値を下回ると、第3レンズの物体側のレンズ面の曲率が弱くなり、球面収差がアンダーに発生する。このように、 $(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$ を、条件式〔6〕の範囲内とすることにより、第3レンズの曲率を大きくし過ぎることなく、正のパワーを過不足なく得られ、良好な収差補正を行うことが可能となる。

さらに、本発明に係る画像読取レンズは、次の条件式〔7〕を満足することにより、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正することが可能となる。

$$〔7〕 \quad -1.1 < f_a / f_b < -0.8$$

ここで、 f_a は、前記前群レンズ系の焦点距離、 f_b は、前記後群レンズ系の焦点距離をそれぞれあらわしている。

条件式〔7〕は、当該画像読取レンズにおける前記前群レンズ系の焦点距離と前記後群レンズ系の焦点距離との比率を規定するものである。

条件式〔7〕において、 f_a / f_b を、条件式〔7〕の範囲内とすることで、収差をバ

10

20

30

40

50

ランスよく補正することができ、さらに前記後群レンズ系にプラスチックレンズを配した場合に、温度に対応して当該画像読取レンズの結像位置までの距離を変化させ、レンズ保持部の温度による伸びに対しても良好に追従させることができ、異なる温度環境においても高い画像品質を得ることが可能となる。

【0024】

さらに、本発明に係る画像読取レンズは、次の条件式〔3〕を満足することにより、さらなる小型化を図ることが可能となる（請求項2に対応する）。

$$〔3〕 \quad 0.40 < d_9 / D < 0.70$$

ここで、 d_9 は、前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離、 D はレンズ全長をあらわしている。

条件式〔3〕は、画像読取レンズの全長に対する前記前群レンズ系と前記後群レンズ系との間の光軸上の距離を規定するものである。

条件式〔3〕において、 d_9 / D が条件式〔3〕の上限値を超えると、当該画像読取レンズの全長が増加するため、当該画像読取レンズが大型化してしまう。 d_9 / D が条件式〔3〕の下限値を下回ると、前記前群レンズ系の径が大きくなり、画像読取レンズの大型化を招き、コストが増大する。

さらに、本発明に係る画像読取レンズは、次の条件式〔4〕を満足することにより、色収差の良好な補正が可能となる（請求項3に対応する）。

$$〔4〕 \quad 1.2 < \frac{P}{N} < 3.5$$

ここで、 P は、当該画像読取レンズ全系を構成する正レンズのe線に対するアッペ数の平均値、 N は、当該画像読取レンズ全系を構成する負レンズのe線に対するアッペ数の平均値をそれぞれあらわしている。

条件式〔4〕は、当該画像読取レンズのアッペ数の分散を規定するものである。条件式〔4〕において、 $\frac{P}{N}$ を条件式〔4〕の範囲内にすることによって、上述した構成の画像読取レンズでg線とc線によって生じる倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

【0025】

また、本発明に係る画像読取レンズは、上述した前群レンズ系に含まれる第3レンズは正レンズであり、当該第3レンズが、次の条件式〔6〕を満足することにより、良好な収差補正を実現することが可能となる（請求項4に対応する）。

$$〔6〕 \quad -1.30 < (R_9 + R_8) / (R_9 - R_8) < -0.20$$

ここで、 R_8 は、前記第3レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 R_9 は、前記第3レンズの像側レンズ面の曲率半径をそれぞれあらわしている。

条件式〔6〕は、正の第3レンズの形状を規定するものである。すなわち、条件式〔6〕において、 $(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$ が、条件式〔6〕の上限値を超えると、第3レンズの物体側のレンズ面の曲率が強くなり、第1レンズおよび第2レンズによって発生した収差を良好に補正することが困難になる。

【0026】

また、さらに、本発明に係る画像読取レンズは、前記後群レンズ系を構成する第4レンズの少なくとも一方の面を、非球面とすることが望ましい（請求項5に対応する）。

前記後群レンズ系を構成する前記第4レンズの少なくとも一方の面を非球面にすることにより、歪曲収差、つまりディストーションによる画像の歪曲を効果的に補正することが可能となる。

さらに、本発明に係る画像読取レンズは、前記前群レンズ系を構成する第1レンズ～第3レンズの少なくとも1つの面を、非球面とすることが望ましい（請求項6に対応する）。

前記前群レンズ系を構成する第1レンズ～第3レンズの少なくとも1面を非球面にすることにより、より良好な収差補正が可能となる。

また、本発明に係る画像読取レンズは、撮像素子を構成する受光素子アレイが像面に配置されるため、前記後群レンズ系を構成する前記第4レンズの外形形状を、光軸に対して

10

20

30

40

50

回転対称でない形状としても良い（請求項 7 に対応する）。さらには副走査方向よりも主走査方向に長い短冊形等の形状とすることが望ましい（請求項 8 に対応する）。

【0027】

上述した画像読取レンズのような構成で高画質を得ようとする、前記後群レンズ系のレンズ径が巨大化してしまう傾向があるが、撮像素子として受光素子アレイを用いる場合には、受光素子の配列方向である主走査方向に対応する単一の方向についてのみ、光線が通る寸法を確保すれば良い。そのため、受光素子の配列と直交する方向については、レンズ径よりも画像読取レンズとして寸法を小さくすることができ、全体としては、小型化が可能となる。

もちろん、前記後群レンズ系を構成する前記第 4 レンズの外形形状を光軸に対して回転対称とすることもできる。また、この場合、撮像素子としてエリアセンサを用いて画像の全画面を同時に読み取る構成とすることもできる。

さらに、本発明の第 8 の実施の形態および第 9 の実施の形態に係る画像読取装置においては、原稿を照明する照明系と、前記照明系により照明された原稿の反射光を縮小結像させる結像レンズと、前記結像レンズにより結像された原稿像を光電変換するラインセンサと、を有する画像読取装置に、前記結像レンズとして上述した画像読取レンズを用いることにより、小型で、温度変化に伴う画像読取精度の低下を効果的に補正し得る高性能な画像読取装置とすることが可能となる（請求項 9 に対応する）。

【0028】

また、本発明の第 10 の実施の形態に係る画像形成装置においては、原稿画像を読み取って電気的な画像データを得る画像読取装置と、その画像データに基づく 2 次元画像を用紙等の出力媒体上に形成して出力する画像出力装置とを有する画像形成装置における画像読取装置を、結像レンズに上述した画像読取レンズを用いる画像読取装置で構成する。結像レンズに上述した画像読取レンズを備える画像読取装置を用いて画像形成装置を構成することにより、小型で、温度変化に伴う画像読取精度の低下を効果的に補正し得る高性能な画像形成装置とすることが可能となる（請求項 10 に対応する）。

【実施例 1】

【0029】

次に、上述した本発明の実施の形態に基づく、具体的な実施例を詳細に説明する。実施例 1 ~ 実施例 7 は、本発明の第 1 の実施の形態 ~ 第 7 の実施の形態に係る画像読取レンズの数値例による具体的な構成の実施例である。図 1 および図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る実施例 1 における画像読取レンズを説明するためのものである。図 3 および図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る実施例 2 における画像読取レンズを説明するためのものである。図 5 および図 6 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る実施例 3 における画像読取レンズを説明するためのものである。図 7 および図 8 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る実施例 4 における画像読取レンズを説明するためのものである。図 9 および図 10 は、本発明の第 5 の実施の形態に係る実施例 5 における画像読取レンズを説明するためのものである。図 11 および図 12 は、本発明の第 6 の実施の形態に係る実施例 6 における画像読取レンズを説明するためのものである。そして図 13 および図 14 は、本発明の第 7 の実施の形態に係る実施例 7 における画像読取レンズを説明するためのものである。

これら実施例 1 ~ 実施例 7 における収差は、十分に補正されている。すなわち、本発明に係る第 1 の実施の形態 ~ 第 7 の実施の形態のように画像読取レンズを構成することによって、非常に良好な像性能を確保し得ることは、これら実施例 1 ~ 実施例 7 から明らかである。

【0030】

これら実施例 1 ~ 実施例 7 に共通の記号の意味は、次の通りである。

- f : 画像読取レンズ全系の e 線の焦点距離
- F : F 値 (F ナンバ)
- R : 曲率半径

10

20

30

40

50

d : 面間隔
 n e : e 線の屈折率
 e : e 線のアッペ数
 K : 非球面の円錐定数
 A₄ : 4 次の非球面係数
 A₆ : 6 次の非球面係数
 A₈ : 8 次の非球面係数
 A₁₀ : 10 次の非球面係数

ここで用いられる非球面形状は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲率）を C、光軸からの高さを H、円錐定数を K とし、上述した各次数の非球面係数を用い、X を光軸方向における非球面量として、次の式〔 8 〕で定義され、近軸曲率半径および円錐定数、並びに非球面係数を与えて形状を特定する。

【 0 0 3 1 】

【 数 1 】

$$X = \frac{CH^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2H^2}} + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10}$$

…〔 8 〕

【 0 0 3 2 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る実施例 1 の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

図 1 に示す画像読取レンズは、第 1 レンズ E 1、第 2 レンズ E 2、第 3 レンズ E 3、開口絞り A D、コンタクトガラス C T G およびカバーガラス C V G を具備している。

図 1 において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラス C T G、第 1 レンズ E 1、開口絞り A D、第 2 レンズ E 2、第 3 レンズ E 3、第 4 レンズ E 4、カバーガラス C V G を配置している。

コンタクトガラス C T G は、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第 1 レンズ E 1 は、像側よりも曲率が大きな面（すなわち曲率半径が小さな面）を物体側に向けて物体側に凸に形成した正メニスカスレンズであり、その物体側に非球面を形成している。開口絞り A D は、第 1 レンズ E 1 と第 2 レンズ E 2 との間に介挿配置される。第 2 レンズ E 2 は、物体側よりも曲率が若干大きな面を像側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、第 3 レンズ E 3 は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズである。これら第 1 レンズ E 1、開口絞り A D、第 2 レンズ E 2 および第 3 レンズ E 3 により、前群レンズ系 G a を構成している。

【 0 0 3 3 】

第 4 レンズ E 4 は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて像側に凸に形成した負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第 4 レンズ E 4 単体で後群レンズ系 G b を構成している。

カバーガラス C V G は、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得る C C D（電荷結合素子）イメージセンサや C M O S（相補型金属酸化物半導体）イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラス C V G に含まれるものとする。

すなわち、第 1 レンズ E 1 ~ 第 3 レンズ E 3 からなる前群レンズ系 G a と、第 4 レンズ

10

20

30

40

50

E 4 からなる後群レンズ系 G b とから、画像読取レンズ本体を構成している。コンタクトガラス C T G 上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラス C V G の後方に結像する。

【 0 0 3 4 】

図 1 には、各光学面の面番号も示している。なお、図 1 に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、第 1 の実施の形態 ~ 第 7 の実施の形態に係る実施例 1 ~ 実施例 7 の対応する部分について共通に用いている。そのため、図 3、図 5、図 7、図 9、図 1 1 および図 1 3 と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する第 2 の実施の形態 ~ 第 7 の実施の形態に係る実施例 2 ~ 実施例 7 とはかならずしも同一の構成ではない。

10

この実施例 1 においては、F 値 (F ナンバ) F および像高 Y が、それぞれ、 $F = F 4 . 9 9$ および $Y = 1 5 2 . 4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表 1 の通りである。なお次表 1 において、屈折率温度係数 ($1 0^{-6} /$) を C T n、線膨張係数 ($1 0^{-7} /$) を C L E、アルミニウムを A L、鉄を F E、コンタクトガラスを C T G、開口絞りを A D、カバーガラスを C V G、前群を G a、後群を G b 第 1 レンズを E 1、第 2 レンズを E 2、第 3 レンズを E 3、第 4 レンズを E 4 として示しており、B F はバックフォーカスをあらわしている。

【 0 0 3 5 】

【表 1】

光学特性

20

面番号	R	d	n e	v e	C T n	C L E	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			C T G	
2	∞	4.73						
3*	31.192	4.00	1.59732	67.37	-5.9	117	E 1	G a
4	137.550	0.81				236(AL)		
5	∞	0.80				236(AL)	AD	
6	-63.187	1.20	1.72310	29.28	4.8	82	E 2	
7	59.172	4.91				236(AL)		
8	41.945	4.00	1.59522	67.37	-5.9	117	E 3	
9	-23.366	23.50				170(FE)		
10*	-12.489	4.00	1.53342	56.15	-100	600	E 4	G b
11*	-43.310	7.21						
12	∞	0.70	1.51825	63.93			C V G	
13	∞	B F						

30

【 0 0 3 6 】

表 1 において、面番号に「* (アスタリスク)」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表 1 においては、「*」が付された第 3 面、第 1 0 面および第 1 1 面の各光学面が非球面であり、式 [8] における各非球面のパラメータは、次表 2 の通りである。なお、非球面係数において、「E n」は、「1 0 のべき乗」すなわち「 $\times 1 0^n$ 」をあらわし、例えば「E - 0 5」は、「 $\times 1 0^{-5}$ 」をあらわしている。これらは、他の実施例についても同様である。

40

【 0 0 3 7 】

【表 2】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0	-2.54596E-05	-1.15857E-07	-2.67363E-10	-6.67639E-12
10	0	-3.56239E-05	3.74105E-07	-1.62994E-09	1.13540E-11
11	0	-4.47590E-05	2.07821E-07	-7.48719E-10	9.81096E-13

【0038】

この場合、条件式〔1〕～条件式〔7〕に対応する値は、次表3の通りとなり、それぞれ条件式〔1〕～条件式〔7〕を満足している。 10

【0039】

【表 3】

条件式の値

条件式	変数	値
〔1〕	$\Sigma d n_N / d t (N) - \Sigma d n_P / d t (P)$	16.6
〔2〕	$f_a / f \times d_g / D$	0.41
〔2'〕	$(f_a / f \times d_g / D) / \alpha$	0.24
〔3〕	d_g / D	0.54
〔4〕	$v_P - v_N$	24.66
〔5〕	R_g / R_{10}	1.87
〔6〕	$(R_g + R_8) / (R_g - R_8)$	-0.28
〔7〕	f_a / f_b	-0.94

【0040】

〔結像位置変動〕

画像読取精度を良好に保つためには、±10 μm程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が-1 μm～16 μmであれば、温度上昇後も結像位置と撮像面（CCD）の位置関係を良好に保てる範囲といえる。 30

この実施例1における20 から40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面（CCD）の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

結像位置変動（20 40 ）： -0.5 μm

また、図2に、実施例1における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。これらは、他の実施例の収差図についても同様である。

【実施例 2】

【0041】

図3は、本発明の第2の実施の形態に係る実施例2の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

図3に示す画像読取レンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、開口絞りAD、コンタクトガラスCTGおよびカバーガラスCVGを具備している。

図3において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラスCTG、第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、カバーガラスCVGを配置している。

第1レンズE1は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて物体側に凸に形成した 50

正メニスカスレンズである。開口絞りADは、第1レンズE1と第2レンズE2との間に介挿配置される。第2レンズE2は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、第3レンズE3は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズであり、この第3レンズE3の物体側に非球面を形成している。これら第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2および第3レンズE3により、前群レンズ系Gaを構成している。

【0042】

第4レンズE4は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて像側に凸に形成した負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第4レンズE4単体で後群レンズ系Gbを構成している。

10

カバーガラスCVGは、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得るCCD（電荷結合素子）イメージセンサやCMOS（相補型金属酸化物半導体）イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラスCVGに含まれるものとする。

すなわち、第1レンズE1～第3レンズE3からなる前群レンズ系Gaと、第4レンズE4からなる後群レンズ系Gbとから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラスCTG上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラスCVGの後方に結像する。

20

【0043】

この実施例2においては、F値（Fナンバ）Fおよび像高Yが、それぞれ、 $F = F4.20$ および $Y = 152.4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表4の通りである。なお次表4において、屈折率温度係数（ $10^{-6}/$ ）をCTn、線膨張係数（ $10^{-7}/$ ）をCLE、アルミニウムをAL、鉄をFE、コンタクトガラスをCTG、開口絞りをAD、カバーガラスをCVG、前群をGa、後群をGb第1レンズをE1、第2レンズをE2、第3レンズをE3、第4レンズをE4として示しており、BFはバックフォーカスをあらわしている。

【0044】

【表4】

光学特性

30

面番号	R	d	ne	ve	CTn	CLE	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			CTG	
2	∞	29.98						
3	16.597	3.43	1.49845	81.14	-6.1	131	E1	Ga
4	49.168	0.70				236(AL)		
5	∞	0.80				236(AL)	AD	
6	-28.998	1.20	1.61685	36.73	3.4	77	E2	
7	50.191	3.28				236(AL)		
8*	43.132	3.64	1.62112	63.55	-3.0	106	E3	
9	-23.735	28.20				170(FE)		
10*	-15.109	4.00	1.53342	56.15	-100	600	E4	Gb
11*	-66.814	3.50						
12	∞	0.70	1.51825	63.93			CVG	
13	∞	BF						

40

【0045】

表4においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表4においては、「*」が付された第8面、第10面および第11面の各光学面

50

が非球面であり、式〔 8 〕における各非球面のパラメータは次表 5 の通りである。

【 0 0 4 6 】

【表 5】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
8	0	-2.94338E-05	2.53919E-08	-1.23101E-10	-1.89617E-12
10	0	-5.29120E-05	2.76881E-07	2.93215E-10	1.35573E-12
11	0	-6.95268E-05	2.52525E-07	-3.79969E-10	3.56321E-13

10

【 0 0 4 7 】

この場合、条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕に対応する値は、次表 6 の通りとなり、それぞれ条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕を満足している。

【 0 0 4 8 】

【表 6】

条件式の値

条件式	変数	値
〔 1 〕	$\Sigma d n_N / d t (N) - \Sigma d n_P / d t (P)$	1 2 . 5
〔 2 〕	$f_a / f \times d_g / D$	0 . 5 3
〔 2' 〕	$(f_a / f \times d_g / D) / \alpha$	0 . 3 1
〔 3 〕	d_g / D	0 . 6 2
〔 4 〕	$\nu_P - \nu_N$	2 5 . 9 1
〔 5 〕	R_g / R_{10}	1 . 5 7
〔 6 〕	$(R_g + R_g) / (R_g - R_g)$	- 0 . 2 9
〔 7 〕	f_a / f_b	- 0 . 9 5

20

【 0 0 4 9 】

〔結像位置変動〕

画像読取精度を良好に保つためには、±10 μm程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が-1 μm~16 μmであれば、温度上昇後も結像位置と撮像面(CCD)の位置関係を良好に保てる範囲といえる。

30

この実施例 2 における 20 から 40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面(CCD)の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

結像位置変動(20 40): 7 . 8 μm

また、図 4 に、実施例 2 における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。

40

【実施例 3】

【 0 0 5 0 】

図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る実施例 3 の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

図 5 に示す画像読取レンズは、第 1 レンズ E 1、第 2 レンズ E 2、第 3 レンズ E 3、開口絞り A D、コンタクトガラス C T G およびカバーガラス C V G を具備している。

図 5 において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラス C T G、第 1 レンズ E 1、開口絞り A D、第 2 レンズ E 2、第 3 レンズ E 3、第 4 レンズ E 4、カバーガラ

50

ス C V G を配置している。

コンタクトガラス C T G は、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第 1 レンズ E 1 は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けた両凸レンズからなる正レンズであり、その物体側に非球面を形成している。開口絞り A D は、第 1 レンズ E 1 と第 2 レンズ E 2 との間に介挿配置される。第 2 レンズ E 2 は、物体側よりも曲率が若干大きな面を像側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、そして第 3 レンズ E 3 は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズである。これら第 1 レンズ E 1、開口絞り A D、第 2 レンズ E 2 および第 3 レンズ E 3 により、前群レンズ系 G a を構成している。

10

【 0 0 5 1 】

第 4 レンズ E 4 は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて像側に凸に形成した負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第 4 レンズ E 4 単体で後群レンズ系 G b を構成している。

カバーガラス C V G は、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得る C C D (電荷結合素子) イメージセンサや C M O S (相補型金属酸化物半導体) イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラス C V G に含まれるものとする。

20

すなわち、第 1 レンズ E 1 ~ 第 3 レンズ E 3 からなる前群レンズ系 G a と、第 4 レンズ E 4 からなる後群レンズ系 G b とから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラス C T G 上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラス C V G の後方に結像する。

【 0 0 5 2 】

この実施例 3 においては、F 値 (F ナンバ) F および像高 Y が、それぞれ、 $F = F 4 . 2 0$ および $Y = 1 5 2 . 4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表 7 の通りである。なお次表 7 において、屈折率温度係数 ($1 0^{-6} /$) を C T n、線膨張係数 ($1 0^{-7} /$) を C L E、アルミニウムを A L、鉄を F E、コンタクトガラスを C T G、開口絞りを A D、カバーガラスを C V G、前群を G a、後群を G b 第 1 レンズを E 1、第 2 レンズを E 2、第 3 レンズを E 3、第 4 レンズを E 4 として示しており、B F はバックフォーカスをあらわしている。

30

【 0 0 5 3 】

【表 7】
光学特性

面番号	R	d	n _e	v _e	CTn	CLE	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			CTG	
2	∞	0.90						
3*	36.824	4.00	1.43985	94.49	-6.6	145	E 1	G a
4	-159.892	2.38				236(AL)		
5	∞	0.80	236(AL)	AD				
6	-45.565	1.20	1.65222	33.53	2.6	83	E 2	
7	44.169	2.86				236(AL)		
8	39.022	4.00	1.62033	63.02	-3.5	101	E 3	
9	-23.004	28.41				170(FE)		
10*	-13.274	4.00	1.53342	56.15	-100	600	E 4	G b
11*	-53.179	3.98						
12	∞	0.70	1.51825	63.93			CVG	
13	∞	BF						

10

【 0 0 5 4 】

表 7 においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表 7 においては、「*」が付された第 3 面、第 10 面および第 11 面の各光学面が非球面であり、式〔 8 〕における各非球面のパラメータは、次表 8 の通りである。

20

【 0 0 5 5 】

【表 8】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0	-3.20953E-05	-1.88655E-07	1.48835E-09	-1.37282E-11
10	0	-8.56917E-05	3.49547E-07	1.85504E-09	-1.56340E-11
11	0	-1.04741E-04	4.74932E-07	-1.29650E-09	7.97726E-13

30

【 0 0 5 6 】

この場合、条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕に対応する値は、次表 9 の通りとなり、それぞれ条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕を満足している。

【 0 0 5 7 】

【表 9】

条件式の値

条件式	変数	値
〔 1 〕	$\Sigma d n_N / d t (N) - \Sigma d n_P / d t (P)$	1 2 . 7
〔 2 〕	$f_a / f \times d_g / D$	0 . 5 0
〔 2' 〕	$(f_a / f \times d_g / D) / \alpha$	0 . 2 9
〔 3 〕	d_g / D	0 . 6 0
〔 4 〕	$v_P - v_N$	3 3 . 9 2
〔 5 〕	R_g / R_{10}	1 . 7 3
〔 6 〕	$(R_g + R_8) / (R_g - R_8)$	- 0 . 2 6
〔 7 〕	f_a / f_b	- 1 . 0 2

40

【 0 0 5 8 】

〔 結像位置変動 〕

50

画像読取精度を良好に保つためには、 $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が $-1 \mu\text{m} \sim 16 \mu\text{m}$ であれば、温度上昇後も結像位置と撮像面(CCD)の位置関係を良好に保てる範囲といえる。

この実施例3における20 から40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面(CCD)の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

結像位置変動(20 40) : $4.7 \mu\text{m}$

また、図6に、実施例3における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。

【実施例4】

【0059】

図7は、本発明の第4の実施の形態に係る実施例4の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

図7に示す画像読取レンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、開口絞りAD、コンタクトガラスCTGおよびカバーガラスCVGを具備している。

図7において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラスCTG、第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、カバーガラスCVGを配置している。

コンタクトガラスCTGは、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第1レンズE1は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて物体側に凸に形成した正メニスカスレンズであり、その物体側に非球面を形成している。開口絞りADは、第1レンズE1と第2レンズE2との間に介挿配置される。第2レンズE2は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、そして第3レンズE3は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズである。これら第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2および第3レンズE3により、前群レンズ系Gaを構成している。

【0060】

第4レンズE4は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて物体側に凹に形成した負レンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第4レンズE4単体で後群レンズ系Gbを構成している。

カバーガラスCVGは、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得るCCD(電荷結合素子)イメージセンサやCMOS(相補型金属酸化物半導体)イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラスCVGに含まれるものとする。

すなわち、第1レンズE1～第3レンズE3からなる前群レンズ系Gaと、第4レンズE4からなる後群レンズ系Gbとから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラスCTG上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラスCVGの後方に結像する。

【0061】

この実施例4においては、F値(Fナンバ)Fおよび像高Y が、それぞれ、 $F = F5.00$ および $Y = 152.4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表10の通りである。なお次表10において、屈折率温度係数($10^{-6}/$)をCTn、線膨張係数($10^{-7}/$)をCLE、アルミニウムをAL、鉄をFE、コンタクトガラスをCTG、開口

10

20

30

40

50

絞りを A D、カバーガラスを C V G、前群を G a、後群を G b 第 1 レンズを E 1、第 2 レンズを E 2、第 3 レンズを E 3、第 4 レンズを E 4 として示しており、B F はバックフォーカスをあらわしている。

【 0 0 6 2 】

【 表 1 0 】

光学特性

面番号	R	d	n _e	v _e	C T n	C L E	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			C T G	
2	∞	1.00						
3*	21.166	1.66	1.59732	67.37	-5.9	117	E 1	G a
4	260.832	2.56				236(AL)		
5	∞	1.00				236(AL)	A D	
6	-125.411	1.20	1.65222	33.53	2.6	83	E 2	
7	24.844	6.26				236(AL)		
8	117.220	2.32	1.62033	63.02	-3.5	101	E 3	
9	-24.615	33.00				170(FE)		
10*	-21.829	2.00	1.53342	56.15	-100	600	E 4	G b
11*	190.395	3.82						
12	∞	0.70	1.51825	63.93			C V G	
13	∞	B F						

10

20

【 0 0 6 3 】

表 1 0 においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表 1 0 においては、「*」が付された第 3 面、第 1 0 面および第 1 1 面の各光学面が非球面であり、式〔 8 〕における各非球面のパラメータは、次表 1 1 の通りである。

【 0 0 6 4 】

【 表 1 1 】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0	-1.76445E-05	1.13642E-07	-6.76590E-09	6.22171E-11
10	0	-1.10672E-04	1.17000E-06	-4.86285E-09	6.85934E-12
11	0	-1.36102E-04	9.57702E-07	-3.05564E-09	3.30855E-12

30

【 0 0 6 5 】

この場合、条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕に対応する値は、次表 1 2 の通りとなり、それぞれ条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕を満足している。

【 0 0 6 6 】

40

【表 1 2】
条件式の値

条件式	変数	値
[1]	$\Sigma d n_N / d t (N) - \Sigma d n_P / d t (P)$	12.0
[2]	$f_a / f \times d_g / D$	0.64
[2']	$(f_a / f \times d_g / D) / \alpha$	0.38
[3]	d_g / D	0.66
[4]	$v_P - v_N$	20.36
[5]	R_g / R_{10}	1.13
[6]	$(R_g + R_g) / (R_g - R_g)$	-0.65
[7]	f_a / f_b	-1.08

10

【0067】

〔結像位置変動〕

画像読取精度を良好に保つためには、 $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が $-1 \mu\text{m} \sim 16 \mu\text{m}$ であれば、温度上昇後も結像位置と撮像面(CCD)の位置関係を良好に保てる範囲といえる。

この実施例4における20 から40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面(CCD)の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

20

結像位置変動(20 40) : $15.5 \mu\text{m}$

また、図8に、実施例4における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。

【実施例5】

【0068】

図9は、本発明の第5の実施の形態に係る実施例5の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

30

図9に示す画像読取レンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、開口絞りAD、コンタクトガラスCTGおよびカバーガラスCVGを具備している。

図9において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラスCTG、第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、カバーガラスCVGを配置している。

コンタクトガラスCTGは、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第1レンズE1は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けた両凸レンズからなる正レンズであり、その物体側に非球面を形成している。開口絞りADは、第1レンズE1と第2レンズE2との間に介挿配置される。第2レンズE2は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、そして第3レンズE3は、物体側よりも曲率が大きな面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズである。これら第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2および第3レンズE3により、前群レンズ系Gaを構成している。

40

【0069】

第4レンズE4は、像側よりも曲率が大きな面を物体側に向けて像側に凸に形成した負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第4レンズE4単体で後群レンズ系Gbを構成している。

50

カバーガラスCVGは、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得るCCD（電荷結合素子）イメージセンサやCMOS（相補型金属酸化物半導体）イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラスCVGに含まれるものとする。

すなわち、第1レンズE1～第3レンズE3からなる前群レンズ系Gaと、第4レンズE4からなる後群レンズ系Gbとから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラスCTG上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラスCVGの後方に結像する。

10

【0070】

この実施例5においては、F値（Fナンバ）Fおよび像高Yが、それぞれ、 $F = F5.00$ および $Y = 152.4$ であり、各光学要素の光学特性は次表13の通りである。なお次表13において、屈折率温度係数（ $10^{-6}/$ ）をCTn、線膨張係数（ $10^{-7}/$ ）をCLE、アルミニウムをAL、鉄をFE、コンタクトガラスをCTG、開口絞りをAD、カバーガラスをCVG、前群をGa、後群をGb第1レンズをE1、第2レンズをE2、第3レンズをE3、第4レンズをE4として示しており、BFはバックフォーカスをあらわしている。

【0071】

【表13】

20

光学特性

面番号	R	d	ne	ve	CTn	CLE	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			CTG	
2	∞	1.00						
3*	21.507	1.76	1.59732	67.37	-5.9	117	E1	Ga
4	-582.346	0.70				236(AL)		
5	∞	1.00				236(AL)	AD	
6	-50.719	1.95	1.65222	33.53	2.6	83	E2	
7	37.940	5.41				236(AL)		
8	50.240	4.00	1.62033	63.02	-3.5	101	E3	
9	-31.427	23.20				170(FE)		
10*	-12.973	4.00	1.53342	56.15	-100	600	E4	Gb
11*	-44.954	7.62						
12	∞	0.70	1.51825	63.93			CVG	
13	∞	BF						

30

【0072】

表13においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表13においては、「*」が付された第3面、第10面および第11面の各光学面が非球面であり、式〔8〕における各非球面のパラメータは、次表14の通りである。

40

【0073】

【表 14】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
3	0	-1.19025E-05	8.34617E-08	-5.63000E-09	7.48063E-11
10	0	-9.92518E-05	5.40913E-07	-2.97350E-09	1.67613E-11
11	0	-9.43684E-05	3.57190E-07	-1.01688E-09	1.57181E-12

【0074】

この場合、条件式〔1〕～条件式〔7〕に対応する値は、次表15の通りとなり、それぞれ条件式〔1〕～条件式〔7〕を満足している。 10

【0075】

【表 15】

条件式の値

条件式	変数	値
〔1〕	$\sum d n_N / d t (N) - \sum d n_P / d t (P)$	12.0
〔2〕	$f_a / f \times d_g / D$	0.44
〔2'〕	$(f_a / f \times d_g / D) / \alpha$	0.26
〔3〕	d_g / D	0.55
〔4〕	$v_P - v_N$	20.36
〔5〕	R_9 / R_{10}	2.42
〔6〕	$(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$	-0.23
〔7〕	f_a / f_b	-0.95

20

【0076】

〔結像位置変動〕

画像読取精度を良好に保つためには、±10μm程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が-1μm～16μmであれば、温度上昇後も結像位置と撮像面(CCD)の位置関係を良好に保てる範囲といえる。 30

この実施例5における20 から40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面(CCD)の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

結像位置変動(20 40) : -0.7μm

また、図10に、実施例5における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。 40

【実施例6】

【0077】

図11は、本発明の第6の実施の形態に係る実施例6の画像読取レンズの光学系の縦断面の概念的な構成を示している。

図11に示す画像読取レンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、第3レンズE3、開口絞りAD、コンタクトガラスCTGおよびカバーガラスCVGを具備している。

図11において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラスCTG、第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2、第3レンズE3、第4レンズE4、カバーガラスCVGを配置している。 50

コンタクトガラスCTGは、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第1レンズE1は、像側よりも曲率の大きい面を物体側に向けた両凸レンズからなる正レンズであり、その物体側に非球面を形成している。開口絞りADは、第1レンズE1と第2レンズE2との間に介挿配置される。第2レンズE2は、物体側よりも曲率の大きい面を像側に向けた両凹レンズからなる負レンズであり、そして第3レンズE3は、物体側よりも曲率の大きい面を像側に向けた両凸レンズからなる正レンズである。これら第1レンズE1、開口絞りAD、第2レンズE2および第3レンズE3により、前群レンズ系Gaを構成している。

【0078】

第4レンズE4は、像側よりも曲率の大きい面を物体側に向けて像側に凸に形成した負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成していて、この第4レンズE4単体で後群レンズ系Gbを構成している。

カバーガラスCVGは、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得るCCD（電荷結合素子）イメージセンサやCMOS（相補型金属酸化物半導体）イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。光学ローパスフィルタ・赤外カットフィルタ等の各種光学フィルタや、それに代わるダミーガラスを用いる場合には、それらもこのカバーガラスCVGに含まれるものとする。

すなわち、第1レンズE1～第3レンズE3からなる前群レンズ系Gaと、第4レンズE4からなる後群レンズ系Gbとから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラスCTG上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラスCVGの後方に結像する。

【0079】

この実施例6においては、F値（Fナンバ）Fおよび像高Yが、それぞれ、 $F = F4.20$ および $Y = 152.4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表16の通りである。なお次表16において、屈折率温度係数（ $10^{-6}/$ ）をCTn、線膨張係数（ $10^{-7}/$ ）をCLE、アルミニウムをAL、鉄をFE、コンタクトガラスをCTG、開口絞りをAD、カバーガラスをCVG、前群をGa、後群をGb第1レンズをE1、第2レンズをE2、第3レンズをE3、第4レンズをE4として示しており、BFはバックフォーカスをあらわしている。

【0080】

【表16】

光学特性

面番号	R	d	ne	ve	CTn	CLE	備考				
1	∞	3.20	1.51825	63.93			CTG				
2	∞	4.66									
3*	18.205	4.00	1.59732	67.37	-5.9	117	E1	Ga			
4	-68.880	0.70				236(AL)					
5	∞	0.80				236(AL)	AD				
6	-26.975	1.48				1.60718	37.76		2.8	83	E2
7	21.871	4.72								236(AL)	
8	70.500	2.50								1.65376	55.89
9	-25.594	25.27				170(FE)					
10*	-15.902	4.00	1.53342	56.15	-100	600	E4	Gb			
11*	-52.534	7.21									
12	∞	0.70	1.51825	63.93			CVG				
13	∞	BF									

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

表 1 6 においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表 1 6 においては、「*」が付された第 3 面、第 1 0 面および第 1 1 面の各光学面が非球面であり、式〔 8 〕における各非球面のパラメータは、次表 1 7 の通りである。

【 0 0 8 2 】

【表 1 7】

非球面パラメータ

面番号	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
3	0	-5.43878E-06	-1.24290E-08	9.14235E-10	-7.91793E-12
10	0	-9.44519E-05	2.40204E-07	1.56932E-10	7.99372E-13
11	0	-9.97174E-05	2.88659E-07	-3.67887E-10	3.07089E-13

10

【 0 0 8 3 】

この場合、条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕に対応する値は、次表 1 8 の通りとなり、それぞれ条件式〔 1 〕～条件式〔 7 〕を満足している。

【 0 0 8 4 】

【表 1 8】

条件式の値

条件式	変数	値
〔 1 〕	$\sum d n_N / d t (N) - \sum d n_P / d t (P)$	7 . 3
〔 2 〕	$f_a / f \times d_9 / D$	0 . 5 0
〔 2' 〕	$(f_a / f \times d_9 / D) / \alpha$	0 . 2 9
〔 3 〕	d_9 / D	0 . 5 8
〔 4 〕	$v_P - v_N$	1 4 . 6 8
〔 5 〕	R_9 / R_{10}	1 . 6 1
〔 6 〕	$(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$	- 0 . 4 7
〔 7 〕	f_a / f_b	- 0 . 8 2

20

30

【 0 0 8 5 】

〔結像位置変動〕

画像読取精度を良好に保つためには、 $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズと CCD の間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が $-1 \mu\text{m} \sim 16 \mu\text{m}$ であれば、温度上昇後も結像位置と撮像面 (CCD) の位置関係を良好に保てる範囲といえる。

この実施例 6 における 20 から 40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面 (CCD) の位置関係の変動が充分に小さく

40

結像位置変動 (20 40) : $2.5 \mu\text{m}$

また、図 1 2 に、実施例 6 における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。

【実施例 7】

【 0 0 8 6 】

図 1 3 は、本発明の第 7 の実施の形態に係る実施例 7 の画像読取レンズの光学系の縦断面の構成を示している。

50

図13に示す画像読取レンズは、第1レンズE1、第2レンズE2、開口絞りAD、第4レンズE4、コンタクトガラスCTGおよびカバーガラスCVGを具備している。

図13において、画像読取レンズの光学系を構成する各光学要素は、被写体である画像原稿側、すなわち物体側から像面側へ向かって、順次、コンタクトガラスCTG、第1レンズE1、第2レンズE2、開口絞りAD、第3レンズE3、第4レンズE4、そしてカバーガラスCVGを配置している。

コンタクトガラスCTGは、原稿載置ガラス等として、その表面に画像原稿が密着配置される一般に平行平板からなるガラスである。

第1レンズE1は、凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなる正レンズであり、第2レンズE2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる負レンズである。開口絞りADは、第2レンズE2と第3レンズE3との間に介挿配置される。第3レンズE3は、凸面を像側に向けた正メニスカスレンズからなる正レンズである。これら第1レンズE1、第2レンズE2、開口絞りADおよび第3レンズE3により、前群レンズ系Gaを構成している。

10

第4レンズE4は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズであり、その物体側と像側の両側に非球面を形成して、この第4レンズE4単体で後群レンズ系Gbを構成している。

【0087】

カバーガラスCVGは、当該画像読取レンズにより結像された原稿画像の光学像を撮像して電子的な画像データを得るCCD（電荷結合素子）イメージセンサやCMOS（相補型金属酸化物半導体）イメージセンサのような固体撮像素子の撮像面を保護するための一般に平行平板からなるシールガラスである。

20

すなわち、第1レンズE1～第3レンズE3からなる前群レンズ系Gaと、第4レンズE4からなる後群レンズ系Gbとから、画像読取レンズ本体を構成しており、コンタクトガラスCTG上に密着載置された撮像対象の物体である画像原稿の光学像をカバーガラスCVGの後方に結像する。

この実施例7においては、F値（Fナンバ）Fおよび像高Yが、それぞれ、 $F = F4.20$ および $Y = 152.4$ であり、各光学要素の光学特性は、次表19の通りである。なお次表19において、屈折率温度係数（ $10^{-6}/$ ）をCTn、線膨張係数（ $10^{-7}/$ ）をCLE、アルミニウムをAL、鉄をFE、コンタクトガラスをCTG、開口絞りをAD、カバーガラスをCVG、前群をGa、後群をGbとして示している。第1レンズをE1、第2レンズをE2、第3レンズをE3、第4レンズをE4として示しており、BFはバックフォーカスをあらわしている。

30

【0088】

【表 19】
光学特性

面番号	R	d	n _e	v _e	CTn	CLE	備考	
1	∞	3.20	1.51825	63.93			CTG	
2	∞	5.50						
3	14.826	2.86	1.43985	94.49	-6.6	145 236(AL)	E 1	G a
4	97.336	1.01						
5*	33.721	1.20	1.69417	30.84	3.0	82.00 236(AL)	E 2	
6	18.218	3.66						
7	∞	6.52	1.62033	63.02	-3.5	236(AL) 101 170(FE)	AD E 3	
8	-567.321	4.00						
9	-24.562	21.55	1.53342	56.15	-100	600	E 4	
10*	-14.546	3.65						
11*	-195.040	7.21	1.51825	63.93			CVG	
12	∞	0.70						
13	∞	BF						

10

【0089】

表 19 においても、面番号に「*」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。すなわち、表 19 においては、「*」が付された第 5 面、第 10 面および第 11 面の各光学面が非球面であり、式〔8〕における各非球面のパラメータは、次表 20 の通りである。

20

【0090】

【表 20】

非球面パラメータ

面番号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
5	0	-3.08406E-05	-1.38295E-07	2.70013E-09	-3.30009E-11
10	0	-1.29517E-05	6.49828E-07	-4.08027E-09	1.45379E-11
11	0	-4.52789E-05	3.27729E-07	-1.50237E-09	2.62369E-12

30

【0091】

この場合、条件式〔1〕～条件式〔7〕に対応する値は、次表 21 の通りとなり、それぞれ条件式〔1〕～条件式〔7〕を満足している。

【0092】

【表 21】

条件式の値

条件式	変数	値
〔1〕	$\sum d n_N / dt (N) - \sum d n_P / dt (P)$	13.1
〔2〕	$f_a / f \times d_9 / D$	0.41
〔2'〕	$(f_a / f \times d_9 / D) / \alpha$	0.24
〔3〕	d_9 / D	0.48
〔4〕	$v_P - v_N$	35.26
〔5〕	$(R_9 + R_8) / (R_9 - R_8)$	-1.09
〔6〕	f_a / f_b	-1.173
〔7〕	R_9 / R_{10}	1.69

40

50

【 0 0 9 3 】

〔 結 像 位 置 変 動 〕

画像読取精度を良好に保つためには、 $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度に結像位置と撮像面のズレを抑える必要がある。最終レンズとCCDの間が金属やプラスチック材の場合、部材の個体差等も考え、温度上昇による結像位置の変動が $-1 \mu\text{m} \sim 16 \mu\text{m}$ であれば、温度上昇後も結像位置と撮像面（CCD）の位置関係を良好に保てる範囲といえる。

この実施例7における20 から40 への温度変化に伴う結像位置の変動は、次の通りであり、温度変動による結像位置と撮像面（CCD）の位置関係の変動が十分に小さくなり、温度変化に伴う画像読取精度の低下を良好に補正していることがわかる。

結像位置変動（20 から40 ）： $3.1 \mu\text{m}$

10

また、図14に、実施例7における球面収差、非点収差、歪曲収差、並びにコマ収差の各収差図を示している。なお、これらの収差図において、球面収差図における破線は正弦条件をあらわし、非点収差図における実線はサジタル、破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。他の実施例の収差図についても同様である。

【 0 0 9 4 】

〔 第 8 の 実 施 の 形 態 〕

次に、上述した本発明の第1の実施の形態～第7の実施の形態に係る実施例1～実施例7等のような画像読取レンズを画像読取用の結像レンズとして採用して構成した本発明の第8の実施の形態に係る画像読取装置について図15を参照して説明する。

図15は、本発明の第8の実施の形態に係る画像読取装置の縦断面の概念的な構成を模式的に示している。この第8の実施の形態に係る画像読取装置においては、上述した第1の実施の形態～第7の実施の形態の実施例1～実施例7に係る画像読取レンズを画像読取用の結像レンズとして用いる。

20

図15に示す画像読取装置100は、コンタクトガラス101、第1走行体103、第2走行体104、画像読取レンズ105およびラインセンサ106を具備している。第1走行体103は、照明光源103a、光源ミラー103bおよび第1ミラー103cを備え、第2走行体104は、第2ミラー104aおよび第3ミラー104bを備えており、ラインセンサ106は、色分解手段として赤（R）、緑（G）および青（B）のフィルタを有し、1チップに3列にライン状に配列して3ラインCCDセンサを構成する光電変換素子106a、106bおよび106cを備えている。画像読取レンズ105は、上述した第1の実施の形態～第7の実施の形態に係る読取レンズを用いて構成する。

30

【 0 0 9 5 】

図15において、読み取るべき画像が記載されている読み取り対象としての原稿TDは、原稿台としての平坦な原稿載置ガラスであるコンタクトガラス101上に読み取り面を伏せて平面的に載置される。コンタクトガラス101の下方に配置した第1走行体103は、いずれも図15の図面に直交する方向に長い照明光源103a、光源ミラー103bおよび第1ミラー103cを保持しており、図15に第1走行体103として示される位置から第1走行体103 として示される位置まで一定の走行速度Vで移動する。

照明光源103aは、図15の図面に直交する方向を長手方向とする細長い光源である。この照明光源103aとしては、ハロゲンランプ、Xe（いわゆるキセノン）ランプ、または冷陰極管等の蛍光ランプのような管灯を用いても良く、LED（発光ダイオード）等の点光源を一列に並べたものや、点光源を線光源に変換する導光体を用いた線状光源を用いても良く、あるいは有機EL（エレクトロルミネッセンス）に代表される面発光光源を細長い形状として用いることも可能である。照明光源103aは、第1走行体103が図15の右方向へ移動変位するときに発光するように制御される。この照明光源103aの発光は、やはり図15の図面に直交する方向に長い半筒状の光源ミラー103bによって導光して、コンタクトガラス101上に載置された原稿TDにおける図15の図面に直交する主走査方向に長いスリット状部分を照明する。

40

【 0 0 9 6 】

第1ミラー103cは、コンタクトガラス101の原稿載置面に対して鏡面を45度傾

50

けた状態で第1走行体103に保持されている。

第2走行体104は、図15の図面に直交する方向に長く、鏡面を互いに直交的に傾けて対をなす第2ミラー104aおよび第3ミラー104bを保持している。この第2走行体104は、第1走行体103の変位に同期して第2走行体104として示される位置まで一定の走行速度 $V/2$ （すなわち第1走行体103の半分の速度）で変位する。

原稿TDの照明された部分からの反射光（画像による反射光）は、第1走行体103に設けられた第1ミラー103cにより反射された後、第2走行体104に設けられた第2ミラー104a、さらには第3ミラー104bによって順次反射され、画像読取レンズ105に入射し、この画像読取レンズ105によって、撮像素子としてのラインセンサ106のカバーガラスを介してラインセンサ106の撮像面（入力面）上に原稿画像の縮小光学像を結像させる。

10

【0097】

すなわち、第1ミラー103c、第2ミラー104aおよび第3ミラー104bは、反射光学系を構成している。第1走行体103および第2走行体104は、図示されていない駆動手段によって、それぞれ矢印方向（図示右方）へ走行させられる。このときの第1走行体103の走行速度を V とすると、第2走行体104の走行速度は $V/2$ であり、第1走行体103が所定量走行する間に第2走行体104は、第1走行体103の移動量の半分だけ移動する。この走行によって、第1走行体103および第2走行体104は、それぞれ図示破線の位置まで変位する。照明光源103a、光源ミラー103bおよび第1ミラー103cは、第1走行体103と一体的に移動し、コンタクトガラス101上の原稿TDの全体を照明走査する。既に述べたように第1走行体103と第2走行体104の移動速度比は、 $V : V/2 = 2 : 1$ であるので、照明走査される原稿部分から画像読取レンズ105に至る光路長はほぼ不変に保たれる。

20

撮像素子であるラインセンサ106は、それぞれ色分解手段として赤（R）、緑（G）および青（B）のフィルタを持ったライン状の光電変換素子106a、106bおよび106cを、1チップに3列配列させた3ラインCCDセンサであり、原稿TDの照明走査に伴い、原稿画像を画像信号化する。このようにして、原稿TDの読取りが実行され、原稿TDのカラー画像は、赤、緑および青の3原色に色分解して読取られる。

【0098】

このような画像読取装置100は、画像をフルカラーで読取る装置であって、ラインセンサ116に設けられた赤（R）、緑（G）および青（B）のフィルタからなる色分解手段を画像読取レンズ105の結像光路中に有している。

30

上述したように、画像読取レンズ105に入射した結像光束は、画像読取レンズ105の結像作用により、撮像素子であるラインセンサ106の受光面に原稿TDの縮小像を結像する。この場合、ラインセンサ106は、CCDラインセンサであり、微小な光電変換部が図15の図面に直交する方向に密接して配列されていて、原稿TDの照明走査に伴い、原稿画像を画素単位の電気信号として出力する。既に述べたように、ラインセンサ106は、結像画像を3色（赤、緑および青）に色分解して色情報を読み取り、各色の光電変換部で変換された電気信号を合成することによってカラー原稿を読み取ることができる。この電気信号は、A/D（アナログ-デジタル）変換等の信号処理を経て画像信号に変換され、必要に応じてメモリ（図示されていない）に記憶される。

40

このように、図15に示した画像読取レンズ105に本発明に係る画像読取レンズを用いることによって、画像読取装置の小型化が可能となる。

【0099】

また、色分解する手法としては、上述した構成に限らず、画像読取レンズとラインセンサとの間に色分解プリズムやフィルタを選択的に挿入して、赤（R）、緑（G）および青（B）に色分解する構成、または赤（R）、緑（G）および青（B）の光源を順次点灯させて原稿を照明する構成を用いることができる。

すなわち、本発明の第8の実施の形態に係る画像読取装置は、上述した第1の実施の形態～第7の実施の形態の画像読取レンズを結像レンズとして使用した画像読取装置である

50

。そして、この画像読取装置は、結像レンズによる結像光路内に色分解機能を設けて、原稿情報をフルカラーで読み取るようにしても良い。

【 0 1 0 0 】

〔 第 9 の 実 施 の 形 態 〕

なお、画像読取装置としては、コンタクトガラス上の原稿をスリット状に照明する照明手段と、ラインセンサと、原稿の被照明部からラインセンサに至る結像光路を形成する複数のミラーと、結像光路上に配置される画像読取レンズとを一体化して画像読取ユニットを構成し、この画像読取ユニットを駆動手段により原稿に相対的に走行させることにより原稿を読み取り走査するようにした形態の画像読取装置とすることもできる。これが上述した本発明の第 9 の実施の形態に係る画像読取装置の構成である。

10

すなわち、上述した本発明の第 1 の実施の形態～第 7 の実施の形態に係る画像読取レンズを画像読取用の結像レンズとして採用して構成した本発明の第 9 の実施の形態に係る画像読取装置について図 1 6 を参照して説明する。

図 1 6 は、本発明の第 9 の実施の形態に係る画像読取装置の縦断面の概念的な構成を模式的に示している。この第 9 の実施の形態の実施例 9 に係る画像読取装置においても、上述した第 1 の実施の形態～第 7 の実施の形態の実施例 1～実施例 7 に係る画像読取レンズを画像読取用の結像レンズとして用いる。

【 0 1 0 1 】

図 1 6 に示す画像読取装置 1 1 0 は、コンタクトガラス 1 0 1、画像読取ユニット 1 1 3、画像読取レンズ 1 1 4 およびラインセンサ 1 1 5 を具備している。

20

画像読取ユニット 1 1 3 は、第 1 の照明光源 1 1 3 a、第 1 の光源ミラー 1 1 3 b、第 2 の照明光源 1 1 3 c、第 2 の光源ミラー 1 1 3 d、第 1 ミラー 1 1 3 e、第 2 ミラー 1 1 3 f および第 3 ミラー 1 1 3 g を備えており、ラインセンサ 1 1 5 は、色分解手段として赤 (R)、緑 (G) および青 (B) のフィルタを有し、1 チップに 3 列にライン状に配列して 3 ライン C C D センサを構成する光電変換素子 1 1 5 a、1 1 5 b および 1 1 5 c を備えている。画像読取レンズ 1 1 4 は、上述した第 1 の実施の形態～第 7 の実施の形態に係る読取レンズを用いて構成する。

図 1 6 において、読み取るべき画像が記載されている読み取り対象としての原稿 T D は、原稿台としての平坦な原稿載置ガラスであるコンタクトガラス 1 0 1 上に読み取り面を伏せて平面的に載置される。コンタクトガラス 1 0 1 の下方に配置した画像読取ユニット 1 1 3 は、いずれも図 1 6 の図面に直交する方向に長い第 1 の照明光源 1 1 3 a、第 1 の光源ミラー 1 1 3 b、第 2 の照明光源 1 1 3 c、第 2 の光源ミラー 1 1 3 d、第 1 ミラー 1 1 3 e、第 2 ミラー 1 1 3 f および第 3 ミラー 1 1 3 g を保持しており、画像読取レンズ 1 1 4 およびラインセンサ 1 1 5 も、この画像読取ユニット 1 1 3 と一体的に設けられる。

30

【 0 1 0 2 】

第 1 の照明光源 1 1 3 a および第 2 の照明光源 1 1 3 c は、それぞれ図 1 6 の図面に直交する方向を長手方向とする細長い光源である。これらの第 1 の照明光源 1 1 3 a および第 2 の照明光源 1 1 3 c は、図 1 5 における照明光源 1 0 3 a と同様に、ハロゲンランプ、X e (いわゆるキセノン) ランプ、または冷陰極管等の蛍光ランプのような管灯を用いても良く、L E D (発光ダイオード) 等の点光源を一行に並べたものや、点光源を線光源に変換する導光体を用いた線状光源を用いても良く、あるいは有機 E L (エレクトロルミネッセンス) に代表される面発光光源を細長い形状として用いることも可能である。これら第 1 および第 2 の照明光源 1 1 3 a および 1 1 3 c も、画像読取ユニット 1 1 3 が図 1 6 の右方向へ移動変位するときに発光するように制御される。これら第 1 および第 2 の照明光源 1 1 3 a および 1 1 3 c の発光は、やはり図 1 6 の図面に直交する方向に長い半筒状の第 1 の光源ミラー 1 1 3 b および第 2 の光源ミラー 1 1 3 d によって導光して、コンタクトガラス 1 0 1 上に載置された原稿 T D における図 1 6 の図面に直交する主走査方向に長いスリット状部分を照明する。

40

【 0 1 0 3 】

50

第1ミラー113e、第2ミラー113fおよび第3ミラー113gは、いずれも図16の図面に直交する方向に長く、コンタクトガラス101の原稿載置面に対して鏡面を45度傾け、且つ鏡面を互いに直交的に傾けた状態として画像読取ユニット113に保持されている。

画像読取ユニット113が図16に示す画像読取ユニット113の位置から画像読取ユニット113として示される位置まで一定速度で移動する間に、原稿TDの照明された部分からの反射光(画像による反射光)は、画像読取ユニット113に設けられた第1ミラー113e、画像読取ユニット113に設けられた第2ミラー113f、さらには画像読取ユニット113に設けられた第3ミラー113gによって順次反射され、画像読取レンズ114に入射し、この画像読取レンズ114によって、撮像素子としてのラインセンサ115のカバーガラスを介してラインセンサ115の撮像面(入力面)上に原稿画像の縮小光学像を結像させる。

すなわち、第1ミラー113e、第2ミラー113fおよび第3ミラー113gは、反射光学系を構成している。画像読取ユニット113は、図示されていない駆動手段によって、図16における図示右方へ走行させられる。

【0104】

したがって、画像読取ユニット113が、画像読取ユニット113として示される位置まで変位する間に原稿TDが照明走査される。原稿TDが照明走査されるとき、照明光の原稿TDからの反射光は、第1ミラー113e、第2ミラー113f、そして第3ミラー113gによって順次反射され、結像光束として画像読取レンズ114に入射する。

このとき、第1ミラー113e、第2ミラー113f、そして第3ミラー113gの全てが、画像読取ユニット113に一体的に保持されているため、原稿TDの照明走査中における原稿TDの被照明部位から画像読取レンズ114に至る光路長は一定である。

画像読取レンズ114に入射した結像光束は、画像読取レンズ114の結像作用により、撮像素子であるラインセンサ115の受光面に原稿TDの画像を縮小結像する。ラインセンサ115の受光面に結像された画像は、先に述べた画像読取装置の第8の実施の形態の場合と同様にして電気信号に変換され、原稿情報が読み取られる。

【0105】

〔第10の実施の形態〕

本発明の第10の実施の形態においては、上述した本発明の第8の実施の形態または第9の実施の形態等に示す画像読取装置を用いて、画像形成装置を構成する。このような本発明の第10の実施の形態の画像形成装置について図17を参照して説明する。

図17は、本発明の第10の実施の形態に係る画像形成装置の縦断面の概念的な構成を模式的に示している。この画像形成装置においては、上述した第8の実施の形態に係る画像読取装置を画像読み取りに用いている。

図17に示す画像形成装置は、画像読取装置100と、画像形成部200とを有している。画像読取装置100は、図15と同様の構成を有しており、図15と同様の部分には同符号を付して示し、その詳細な説明は省略する。すなわち、画像読取装置100は、コンタクトガラス101、第1走行体103、第2走行体104、画像読取レンズ105およびラインセンサ106を具備している。第1走行体103は、照明光源103a、光源ミラー103bおよび第1ミラー103cを備え、第2走行体104は、第2ミラー104aおよび第3ミラー104bを備えており、ラインセンサ106は、色分解手段として赤(R)、緑(G)および青(B)のフィルタを有し、1チップに3列にライン状に配列して3ラインCCDセンサを構成する光電変換素子106a、106bおよび106cを備えている。

【0106】

画像読取レンズ105は、上述した第1の実施の形態～第7の実施の形態の実施例1～実施例7に係る画像読取レンズを用いて構成する。

なお、画像読取装置として、コンタクトガラス101上の原稿TDをスリット状に照明する照明手段と、ラインセンサと、原稿の被照明部からラインセンサに至る結像光路を形

10

20

30

40

50

成する複数のミラーと、結像光路上に配置される画像読取レンズとを一体化して画像読取ユニットを構成し、この画像読取ユニットを駆動手段により原稿に相対的に走行させることにより原稿を読み取り走査するようにした形態の画像読取装置を用いることもできる。すなわち、上述した本発明の第9の実施の形態に係る画像読取装置を用いて、画像形成装置を構成しても良い。

また、画像形成部200は、画像読取装置100の下方に位置しており、感光体210、帯電ローラ211、現像装置213、転写ベルト部214、クリーニング装置215、定着装置216、光走査装置217、カセット218、レジストローラ対219、信号処理部220、トレイ221および給紙コロ222を具備している。転写ベルト部214は、転写電圧印加ローラ214aおよび転写ローラ214bを有している。

10

【0107】

図17において、画像読取装置100の3ラインのラインセンサ106から出力される画像信号は、画像形成部200の信号処理部220に送られ、信号処理部220において処理されて書込み用の信号、すなわちイエロー（Y）、マゼンタ（マゼンタ）（M）、シアン（C）および黒（K）の各色を書込むための信号に変換される。

画像形成部200は、潜像担持体として円筒状に形成された光導電性の感光体210を有し、その周囲に、帯電手段としての帯電ローラ211、ターレット式の現像装置213、転写ベルト部214およびクリーニング装置215を配設している。帯電手段としては帯電ローラ211に代えてコロナチャージャを用いることもできる。

光走査装置217は、信号処理部220から書込み用の信号を受けて光走査により感光体210に書込みを行う。また、光走査装置217は、帯電ローラ211と現像装置213との間において感光体210の光走査を行うようになっている。

20

画像形成を行うときは、光導電性の感光体210が図示時計回りに等速回転され、その表面が帯電ローラ211により均一に帯電され、光走査装置217のレーザビームの光書込による露光を受けて静電潜像が形成される。形成された静電潜像は、いわゆるネガ潜像であって、画像部が露光されている。

【0108】

画像の書込みは、感光体210の回転に従って、イエロー（Y）画像、マゼンタ（M）画像、シアン（C）画像、黒画像（K）の順に、逐次行われて、形成された静電潜像は、ターレット式の現像装置213の各現像ユニットY（イエロートナーによる現像を行う）、M（マゼンタトナーによる現像を行う）、C（シアントナーによる現像を行う）、K（黒トナーによる現像を行う）により、順次反転現像されてポジ画像として可視化され、得られた各色トナー画像は、転写ベルト214上に、転写電圧印加ローラ214aにより順次転写され、上述した各色トナー画像が転写ベルト214上で重ね合わせられてカラー画像となる。

30

記録媒体としての転写紙Sを収納したカセット218は、画像形成装置本体に脱着可能であり、図示のように装着された状態において、収納された転写紙Sの最上位の1枚が給紙コロ222により取り出されて給紙され、給紙された転写紙Sは、その先端部がレジストローラ対219に捕えられる。

レジストローラ対219は、転写ベルト部214上のトナーによるカラー画像が転写位置に移動するのにタイミングを合わせて転写紙Sを転写部へ送り込む。送り込まれた転写紙Sは、転写部においてカラー画像と重ね合わせられ、転写ローラ214bの作用によりカラー画像が静電転写される。転写ローラ214bは、転写時に転写紙Sにカラー画像を押圧転写させる。

40

【0109】

カラー画像が転写された転写紙Sは、定着装置216へ送られ、定着装置216においてカラー画像が定着され、図示されていないガイド手段による搬送路を通り、図示されていない排紙ローラ対によりトレイ221上に排出される。各色トナーによる画像が転写されるたびに、感光体210の表面は、クリーニング装置215によりクリーニングされ、残留トナーや紙粉等が除去される。

50

すなわち、本発明の第10の実施の形態に係る画像形成装置は、上述した第8の実施の形態および第9の実施の形態の画像読取装置、つまり第1の実施の形態～第7の実施の形態の画像読取レンズを結像レンズとして使用した画像読取装置を用いて構成した画像形成装置である。

もちろん、本発明に係る画像形成装置は、カラー画像を形成する構成に限らず、モノクロームの画像形成を行うように構成することもできることはいうまでもない。

【0110】

また、紙出力が画像読取装置と画像形成部との間に形成されている胴内排紙型の省スペースな画像形成装置において、上述した本発明に係る画像読取レンズを用いた画像読取装置を用いることにより、画像読取装置を薄型化することができ、画像形成部との間隔が広がることによって、出力された紙等の作業への視認性を高めることによって、作業を容易にするという効果もある。

10

なお、本発明の記載は、すべて円形のレンズを用いて説明しているが、レンズの大きさ、特に画像読取装置の高さ方向の大きさを低減するために、レンズの上下を切断した小判型のレンズを用いて、本発明に従った画像読取レンズを構成することも可能である。

【符号の説明】

【0111】

- E 1 第1レンズ
- E 2 第2レンズ
- E 3 第3レンズ
- E 4 第4レンズ
- A D 開口絞り
- C T G コンタクトガラス
- C V G カバーガラス
- G a 前群レンズ系
- G b 後群レンズ系
- 1 0 0 , 1 1 0 画像読取装置
- 1 0 1 コンタクトガラス
- 1 0 3 第1走行体
- 1 0 4 第2走行体
- 1 0 5 画像読取レンズ
- 1 0 6 ラインセンサ
- 1 0 3 a 照明光源
- 1 0 3 b 光源ミラー
- 1 0 3 c , 1 1 3 e 第1ミラー
- 1 0 4 a , 1 1 3 f 第2ミラー
- 1 0 4 b , 1 1 3 g 第3ミラー
- 1 0 6 , 1 1 5 ラインセンサ
- 1 0 6 a , 1 0 6 b , 1 0 6 c , 1 1 5 a , 1 1 5 b , 1 1 5 c 光電変換素子
- 1 1 3 画像読取ユニット
- 1 1 4 画像読取レンズ
- 1 1 5 ラインセンサ
- 1 1 3 a 第1の照明光源
- 1 1 3 b 第1の光源ミラー
- 1 1 3 c 第2の照明光源
- 1 1 3 d 第2の光源ミラー
- 1 1 3 e 第1ミラー
- 1 1 3 f 第2ミラー
- 1 1 3 g 第3ミラー
- 2 0 0 画像形成部

20

30

40

50

- 2 1 0 感光体
- 2 1 1 帯電ローラ
- 2 1 3 現像装置
- 2 1 4 転写ベルト部
- 2 1 5 クリーニング装置
- 2 1 6 定着装置
- 2 1 7 光走査装置
- 2 1 8 カセット
- 2 1 9 レジストローラ対
- 2 2 0 信号処理部
- 2 2 1 トレイ
- 2 2 2 給紙コ口
- 2 1 4 a 転写電圧印加ローラ
- 2 1 4 b 転写ローラ

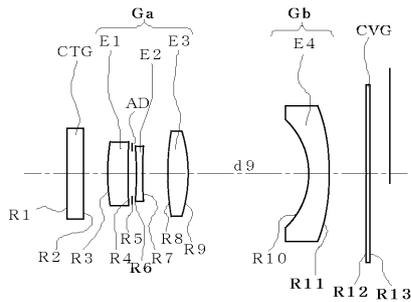
【先行技術文献】

【特許文献】

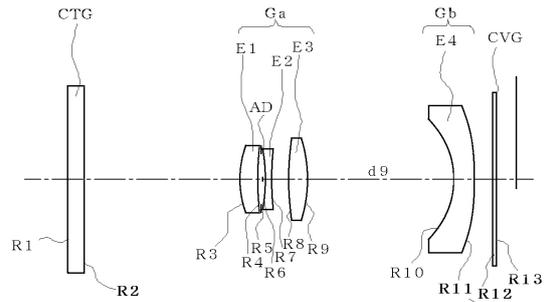
【0 1 1 2】

【特許文献 1】特許第 3 9 3 9 9 0 8 号公報

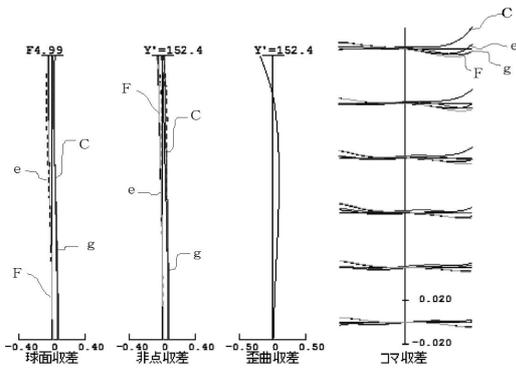
【図 1】



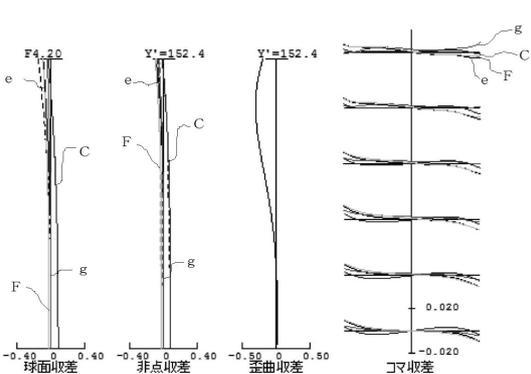
【図 3】



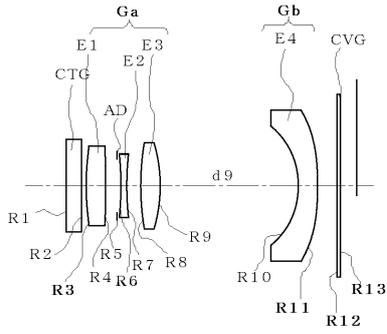
【図 2】



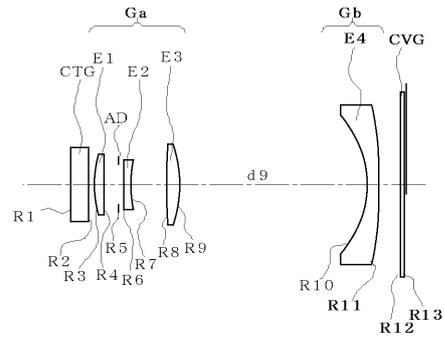
【図 4】



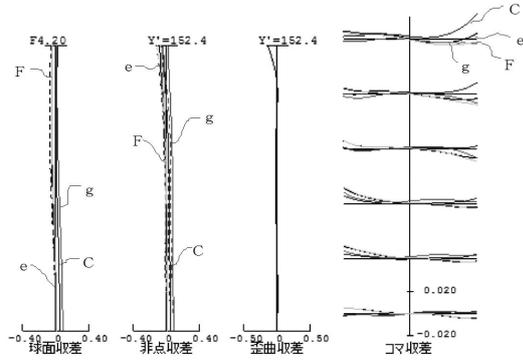
【図5】



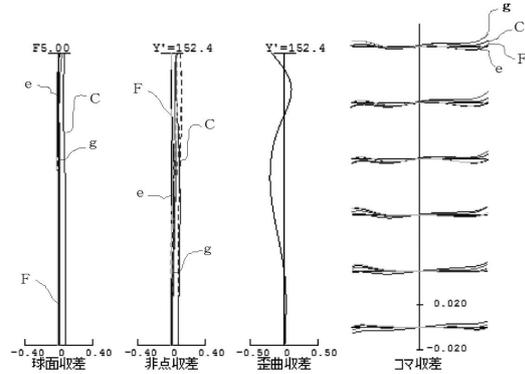
【図7】



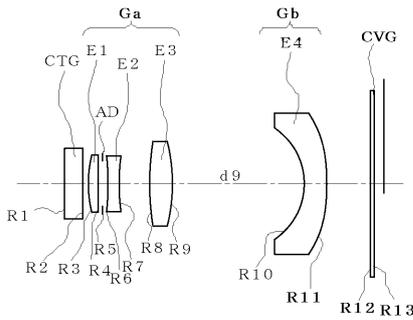
【図6】



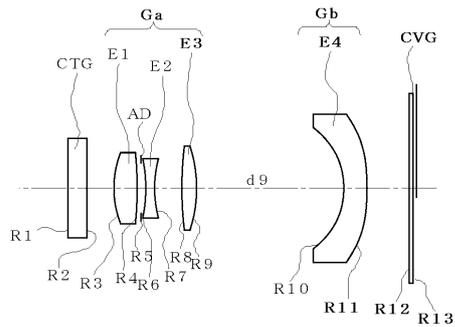
【図8】



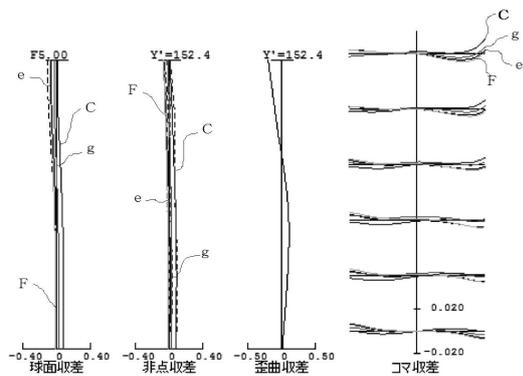
【図9】



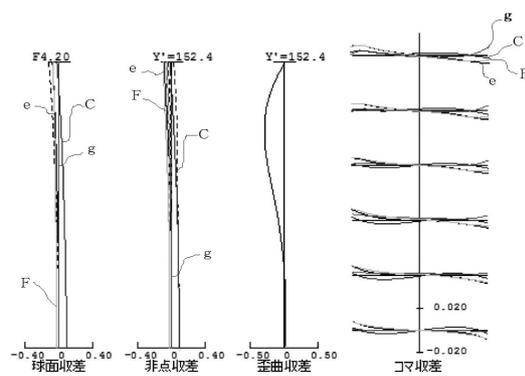
【図11】



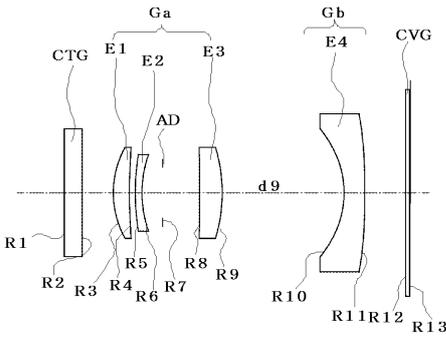
【図10】



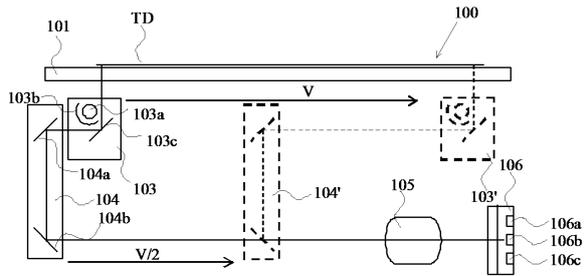
【図12】



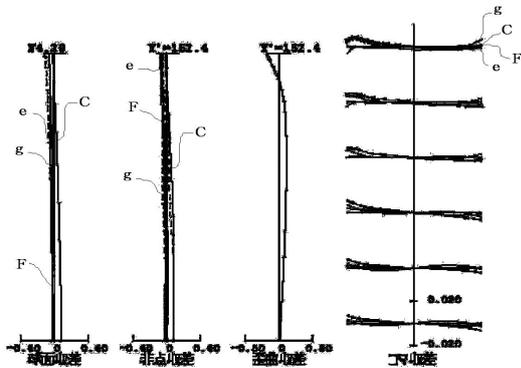
【図13】



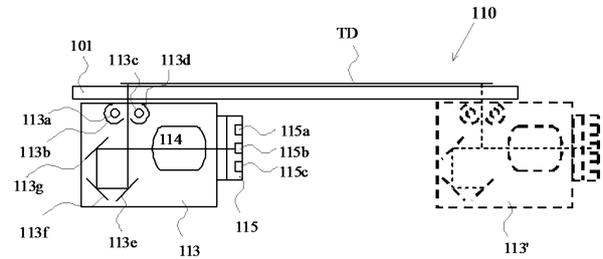
【図15】



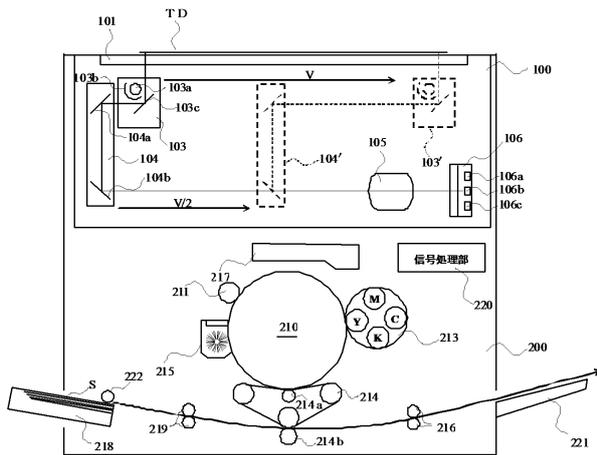
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I

H 0 4 N 1/107 (2006.01)

(56) 参考文献 特開 2 0 0 9 - 0 0 8 9 9 5 (J P , A)
特許第 3 9 3 9 9 0 8 (J P , B 2)
特開平 0 4 - 2 6 0 0 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 9 6 4 9 9 (J P , A)
特開平 0 3 - 1 8 5 4 1 3 (J P , A)
米国特許第 0 4 6 9 7 8 9 2 (U S , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4
G 0 3 B 2 7 / 5 0 - 2 7 / 5 6
G 0 3 B 2 7 / 6 6 - 2 7 / 7 0
H 0 4 N 1 / 0 4 - 1 / 2 0