

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5589509号
(P5589509)

(45) 発行日 平成26年9月17日 (2014. 9. 17)

(24) 登録日 平成26年8月8日 (2014. 8. 8)

(51) Int. Cl. F I

GO 2 B 13/00 (2006. 01)

GO 2 B 13/18 (2006. 01)

GO 2 B 3/00 (2006. 01)

GO 2 B 7/02 (2006. 01)

GO 2 B 13/00

GO 2 B 13/18

GO 2 B 3/00 A

GO 2 B 7/02 A

GO 2 B 7/02 B

請求項の数 11 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-84288 (P2010-84288)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成22年3月31日 (2010. 3. 31)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2011-154336 (P2011-154336A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成23年8月11日 (2011. 8. 11)	(74) 代理人	100094053
審査請求日	平成25年3月28日 (2013. 3. 28)		弁理士 佐藤 隆久
(31) 優先権主張番号	特願2009-298648 (P2009-298648)	(72) 発明者	馬場 友彦
(32) 優先日	平成21年12月28日 (2009. 12. 28)		東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		式会社内
		審査官	下村 一石
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ユニットおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側に向かって順番に配置された、
第 1 レンズ群と、
第 2 レンズ群と、のみから構成され、
上記第 1 レンズ群は、物体側から像面側に向かって順番に配置された、
第 1 レンズエレメントと、
透明体と、
第 2 レンズエレメントと、を含み、
上記第 2 レンズ群は、
第 3 レンズエレメントのみを含み、
上記第 1 レンズエレメントのフッベ数 v_{L1} と上記第 3 レンズエレメントのフッベ数 v_L
3 は下記の条件式を満足する
光学ユニット。

$$45 \leq v_{L1} \leq \frac{53.1}{41.6} \quad (1)$$

$$30 \leq v_{L3} \leq \frac{41.6}{41.6} \quad (2)$$

【請求項 2】

上記第 1 レンズ群の焦点距離 f_{g1} と上記第 2 レンズ群の焦点距離 f_{g2} は下記の条件式を満足する

請求項 1 記載の光学ユニット。

$$0.4 \leq f_{g1}/f \leq 2.5 \quad (3)$$

$$-1.0 \leq f_{g2}/f \leq -0.4 \quad (4)$$

f は全体の焦点距離を示す。

【請求項 3】

第 2 面の曲率半径 R₂ と第 3 レンズエレメント入射面の曲率半径 R₃ は下記の条件式を満足する

請求項 1 または 2 記載の光学ユニット。

$$0.4 \leq R_2/f \leq 5.0 \quad (5)$$

$$-1.0 \leq R_3/f \leq -0.3 \quad (6)$$

f は全体の焦点距離を示す。

10

【請求項 4】

物体側から像面側に向かって順番に配置された、

第 1 レンズ群と、

第 2 レンズ群と、のみから構成され、

上記第 1 レンズ群は、物体側から像面側に向かって順番に配置された、

第 1 レンズエレメントと、

第 2 レンズエレメントと

透明体と、

第 3 レンズエレメントと、を含み、

上記第 1 レンズエレメントと上記第 2 レンズエレメントがダブルットレンズを形成し、

20

上記第 2 レンズ群は、

第 4 レンズエレメントのみを含み、

上記第 1 レンズエレメントのアッベ数 v_{L1} と上記第 4 レンズエレメントのアッベ数 v_{L4} は下記の条件式を満足する

光学ユニット。

$$\frac{57.3}{59.6} \leq v_{L1} \leq 80 \quad (1)$$

$$\frac{59.6}{57.3} \leq v_{L3} \leq 67 \quad (2)$$

【請求項 5】

上記第 1 レンズ群の焦点距離 f_{g1} と上記第 2 レンズ群の焦点距離 f_{g2} は下記の条件式を満足する

30

請求項 4 記載の光学ユニット。

$$0.4 \leq f_{g1}/f \leq 2.5 \quad (3)$$

$$-1.0 \leq f_{g2}/f \leq -0.4 \quad (4)$$

f は全体の焦点距離を示す。

【請求項 6】

第 2 面の曲率半径 R₂ と第 4 レンズエレメント入射面の曲率半径 R₃ は下記の条件式を満足する

請求項 4 または 5 記載の光学ユニット。

$$0.4 \leq R_2/f \leq 5.0 \quad (5)$$

$$-1.0 \leq R_3/f \leq -0.3 \quad (6)$$

f は全体の焦点距離を示す。

40

【請求項 7】

ダブルットを形成する第 1 レンズエレメントが両凸形状で第 2 レンズエレメントが凹平形状である

請求項 6 記載の光学ユニット。

【請求項 8】

撮像素子と、

撮像素子に被写体像を結像する光学ユニットと、を有し、

上記光学ユニットは、

50

物体側から像面側に向かって順番に配置された、
 第1レンズ群と、
 第2レンズ群と、のみから構成され、
 上記第1レンズ群は、物体側から像面側に向かって順番に配置された、
 第1レンズエレメントと、
 透明体と、
 第2レンズエレメントと、を含み、
 上記第2レンズ群は、
 第3レンズエレメントのみを含み、
 上記第1レンズエレメントのアップベ数 v_{L1} と上記第3レンズエレメントのアップベ数 v_{L3} は下記の条件式を満足する
 撮像装置。

$$4.5 \leq v_{L1} \leq \frac{53.1}{30} \quad (1)$$

$$3.0 \leq v_{L3} \leq \frac{41.6}{5} \quad (2)$$

【請求項9】

上記第1レンズ群の焦点距離 f_{g1} と上記第2レンズ群の焦点距離 f_{g2} は下記の条件式(3)、(4)を満足し、

第2面の曲率半径 $R2$ と第3レンズエレメント入射面の曲率半径 $R3$ は下記の条件式(5)、(6)を満足する

請求項8記載の撮像装置。

$$0.4 \leq f_{g1}/f \leq 2.5 \quad (3)$$

$$-1.0 \leq f_{g2}/f \leq -0.4 \quad (4)$$

$$0.4 \leq R2/f \leq 5.0 \quad (5)$$

$$-1.0 \leq R3/f \leq -0.3 \quad (6)$$

【請求項10】

撮像素子と、

撮像素子に被写体像を結像する光学ユニットと、を有し、

上記光学ユニットは、

物体側から像面側に向かって順番に配置された、

第1レンズ群と、

第2レンズ群と、のみから構成され、

上記第1レンズ群は、物体側から像面側に向かって順番に配置された、

第1レンズエレメントと、

第2レンズエレメントと

透明体と、

第3レンズエレメントと、を含み、

上記第1レンズエレメントと上記第2レンズエレメントがダブルットレンズを形成し、

上記第2レンズ群は、

第4レンズエレメントのみを含み、

上記第1レンズエレメントのアップベ数 v_{L1} と上記第4レンズエレメントのアップベ数 v_{L3} は下記の条件式を満足する
 撮像装置。

$$\frac{57.3}{59.6} \leq v_{L1} \leq 8.0 \quad (1)$$

$$5.9 \leq v_{L3} \leq 6.7 \quad (2)$$

【請求項11】

上記第1レンズ群の焦点距離 f_{g1} と上記第2レンズ群の焦点距離 f_{g2} は下記の条件式(3)、(4)を満足し、

第2面の曲率半径 $R2$ と第4レンズエレメント入射面の曲率半径 $R3$ は下記の条件式(5)、(6)を満足する

10

20

30

40

50

請求項 10 記載の撮像装置。

$$0.4 \leq f_{g1}/f \leq 2.5 \quad (3)$$

$$-1.0 \leq f_{g2}/f \leq -0.4 \quad (4)$$

$$0.4 \leq R2/f \leq 5.0 \quad (5)$$

$$-1.0 \leq R3/f \leq -0.3 \quad (6)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像機器に適用される光学ユニットおよび撮像装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

近年の携帯電話やパーソナルコンピュータ（PC）等に搭載される撮像機器には、高解像度・ローコスト・小型化が強く求められている。

【0003】

CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の撮像素子のセルピッチが劇的に小さくなり、光学系には通常光学系よりも光学収差、特に軸上色収差を抑えた高い結像性能が要求される。

また、価格要求に対して、ウエハー状にレンズを形成しコストを削減するという技術が知られている。

【0004】

20

これらの例としては、代表的なものに特許文献 1 に開示された技術が知られている。

ここで開示されているものは、ハイブリッド（HYBRID）方式と呼ばれる。

ハイブリッド方式では、ウエハー状のガラス板に多数個のレンズを形成すること、また、撮像素子ウエハーとこのレンズ素子をウエハー状態で張り合わせ、次に個片化して、同時に多数個のカメラモジュールを作製する。

【0005】

また、携帯電話や PC 等に搭載される撮像機器に用いられる一般的な撮像レンズとしては、たとえば特許文献 2 に開示された技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献 1】 US2006/0044450A1

【特許文献 2】 特開2005-352317号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記したハイブリッド方式の利点は、ガラスウエハーに IR カットフィルタや絞りを形成することができ、従来のようにこれら別部品が不必要なこと、また、同時に多数個の完成品ができるので、1 個あたりの組立工数が少なく、安価にできることである。

CIF, VGA 等については撮像エリアが小さく、そのことにより、ウエハー状に多数形成されたレンズ素子のフォーカス位置のばらつきが、大きく問題とならず、有利である。

40

【0008】

ところが、上記ハイブリッド方式の不利な点は、3Mピクセル以上の高画素になると、撮像エリアが大きくなり、そのことにより上記レンズ素子のフォーカス位置のばらつきが大きくなる。その結果、撮像素子とレンズ素子をウエハー状態で張り合わされた場合、デフォーカスの不良が多発して、安価に作るという最初の目的が果たせなくなる。

【0009】

特許文献 2 に開示されたレンズの利点は、3 枚構成で非球面を多用することで高い結像性能を得ていることと、レンズ投射形状が、円形状をしているために、スクリーバレル

50

等に入れ、フォーカス調整をしやすいことである。

しかしながら、このレンズは、別部品として I R カットフィルタが必要であり、また絞
り等が別部品であるために、部品点数が多いという不利益がある。

I R カットフィルタをレンズと撮像素子との間に入れる必要があることから、長いパッ
クフォーカスが必要となり、レンズ設計上の制約となる。

【0010】

本発明は、部品点数の増大を抑止しつつ、高画素の場合もフォーカス位置ばらつきを抑
止でき、小型かつ低コストかつ高解像度で高耐熱の撮像光学系を実現することが可能な光
学ユニットおよび撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の観点の光学ユニットは、物体側から像面側に向かって順番に配置された
、第1レンズ群と、第2レンズ群と、のみから構成され、上記第1レンズ群は、物体側か
ら像面側に向かって順番に配置された、第1レンズエレメントと、透明体と、第2レン
ズエレメントと、を含み、上記第2レンズ群は、第3レンズエレメントのみを含み、上記
第1レンズエレメントのアッベ数 v_{L1} と上記第3レンズエレメントのアッベ数 v_{L3} は下記
の条件式を満足する。

$$\frac{45}{30} \leq v_{L1} \leq \frac{53.1}{41.6} \quad (1)$$

$$\frac{30}{41.6} \leq v_{L3} \leq \frac{41.6}{53.1} \quad (2)$$

【0012】

本発明の第2の観点の光学ユニットは、物体側から像面側に向かって順番に配置された
、第1レンズ群と、第2レンズ群と、のみから構成され、上記第1レンズ群は、物体側か
ら像面側に向かって順番に配置された、第1レンズエレメントと、第2レンズエレメン
トと透明体と、第3レンズエレメントと、を含み、上記第1レンズエレメントと上記第2
レンズエレメントがダブルットレンズを形成し、上記第2レンズ群は、第4レンズエレ
メントのみを含み、上記第1レンズエレメントのアッベ数 v_{L1} と上記第4レンズエレメン
トのアッベ数 v_{L3} は下記の条件式を満足する。

$$\frac{57.3}{59.6} \leq v_{L1} \leq 80 \quad (1)$$

$$\frac{59.6}{80} \leq v_{L3} \leq 67 \quad (2)$$

【0013】

本発明の第3の観点の撮像装置は、撮像素子と、撮像素子に被写体像を結像する光学ユ
ニットと、を有し、上記光学ユニットは、物体側から像面側に向かって順番に配置され
た、第1レンズ群と、第2レンズ群と、のみから構成され、上記第1レンズ群は、物体側
から像面側に向かって順番に配置された、第1レンズエレメントと、透明体と、第2レン
ズエレメントと、を含み、上記第2レンズ群は、第3レンズエレメントのみを含み、上
記第1レンズエレメントのアッベ数 v_{L1} と上記第3レンズエレメントのアッベ数 v_{L3} は下
記の条件式を満足する。

$$\frac{45}{30} \leq v_{L1} \leq \frac{53.1}{41.6} \quad (1)$$

$$\frac{30}{41.6} \leq v_{L3} \leq \frac{41.6}{53.1} \quad (2)$$

【0014】

本発明の第4の観点の撮像装置は、撮像素子と、撮像素子に被写体像を結像する光学ユ
ニットと、を有し、上記光学ユニットは、物体側から像面側に向かって順番に配置され
た、第1レンズ群と、第2レンズ群と、のみから構成され、上記第1レンズ群は、物体側
から像面側に向かって順番に配置された、第1レンズエレメントと、第2レンズエレメン
トと透明体と、第3レンズエレメントと、を含み、上記第1レンズエレメントと上記第2
レンズエレメントがダブルットレンズを形成し、上記第2レンズ群は、第4レンズエレ
メントのみを含み、上記第1レンズエレメントのアッベ数 v_{L1} と上記第4レンズエレメン
トのアッベ数 v_{L3} は下記の条件式を満足する。

$$\frac{57.3}{59.6} \leq v_{L1} \leq 80 \quad (1)$$

$$\frac{59.6}{80} \leq v_{L3} \leq 67 \quad (2)$$

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、部品点数の増大を抑止しつつ、高画素の場合もフォーカス位置ばらつきを抑止でき、小型かつ低コストかつ高解像度で高耐熱の撮像光学系を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【図2】本第1の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

10

【図3】実施例1において、球面収差、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【図5】実施例2において、球面収差、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【図7】実施例3において、球面収差、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

【図8】本発明の第4の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【図9】本第4の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

【図10】実施例4において、球面収差、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。

20

【図11】本発明の第5の実施形態に係るウェハーレベルオプティクを概念的に示す図である。

【図12】本発明の第6の実施形態に係る撮像レンズを概念的に示す図である。

【図13】本実施形態に係る撮像レンズが採用される撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を添付図面に関連付けて説明する。

なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施形態（光学ユニットを採用した撮像レンズの第1の構成例）
2. 第2の実施形態（光学ユニットを採用した撮像レンズの第2の構成例）
3. 第3の実施形態（光学ユニットを採用した撮像レンズの第3の構成例）
4. 第4の実施形態（光学ユニットを採用した撮像レンズの第4の構成例）
5. 第5の実施形態（ウェハーオプトの概念）
6. 第6の実施形態（撮像レンズの第5の構成例）
7. 第7の実施形態（撮像装置の構成例）

30

【0018】

<1. 第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態に係る光学ユニットを採用した撮像レンズの構成例を示す図である。

40

【0019】

本第1の実施形態の撮像レンズ100は、図1に示すように、物体側O B J Sから像面側に向かって順番に配置された、第1レンズ群110、第2レンズ群120、像面130を有する。

この撮像レンズ100は、単焦点レンズとして形成されている。そして、第1レンズ群110および第2レンズ群120により光学ユニットが形成される。

【0020】

第1レンズ群110は、透明体を挟んで配置された複数のレンズエレメントを含む接合体により形成されている。

第2レンズ群120は、ひとつのレンズエレメントのみで形成されている。

50

【0021】

具体的には、第1レンズ群110は、ガラス基板上にレプリカレンズを上下に形成されている。

第1レンズ群110は、物体側OBJから像面130側に向かって順番に配置された、第1レンズエレメント111、透明体112、および第2レンズエレメント113を含む接合体により形成されている。

ここで、第1レンズエレメント111は凸平形状でアッペ数が大きく、透明体（ガラス基板）112は、安価に製造するためにショット社のBK7相当のガラス板が使われ、第2レンズエレメント113は平凹レンズが形成される。

また、絞りはガラス基板の物体側にクロム膜等の透過がほとんど無い物質をあらかじめ付けて実現される。

10

【0022】

第2レンズ群120は、単一硝材をレンズ上に形成した第3レンズエレメント121のみで形成されている。

【0023】

このように、第1レンズ群110は、レンズエレメントと透明体との接合体により形成され、第2レンズ群120はレンズエレメントのみにより形成される。したがって、撮像レンズ100は、全体としてレンズ面は、第1面SF1、第2面SF2、第3面SF3、および第4面SF4を有している。

第1面SF1は第1レンズエレメント111の物体側面により形成され、第2面SF2は第2レンズエレメント113の像面側面により形成される。

20

第3面SF3は第3レンズエレメント121の物体側面により形成され、第4面SF4は第3レンズエレメント121の像面側面により形成される。

【0024】

ここで第1レンズ群110は、合成焦点距離が強い正のパワーで入射面のアッペ数が大、第2レンズ群120は負のパワーでアッペ数が小という構成で、光路長が短く、色収差がよく補正されたレンズユニットとなる。

また、第1レンズ群110の第2レンズエレメント113の像側面（第2面）と第2レンズ群120の第3レンズエレメント121の物体側面（第3面）は空気を挟んで向かい合っている。

30

そして、第2面および第3面の両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることによりコマ収差と非点収差をうまく補正している。

【0025】

ここでは、上記構成をウェハー状に多数個同時に作ることを想定している。

ガラス基板上にレプリカレンズを上下に多数個形成し、それぞれ第1レンズ群110とする。次に、単一の硝材をウェハー状に多数個形成したものを第2レンズ群120とする。

この2枚のウェハー状のレンズ群を張り合わせ、多数個のレンズを一度に作製する。

ここで張り合わせのために、スペーサーを挟んだり、上や下にプロテクターや、スペーサーを貼ったりすることもある。

40

多くの場合、第1レンズ群110のガラス基板上にIRカットフィルタの機能をあらかじめ付加しておく。

これにより追加のIRカットフィルタが不必要になり、小型、低コストが可能になる。これらにより本開示のガラス基板にレプリカレンズを形成するハイブリッドと呼ばれるものと、同一硝材をレンズ形状に加工するキャストイングと呼ばれるものの組み合わせは、特性が優れていて、安価な光学ユニットを実現することが可能である。

【0026】

そして、本実施形態の撮像レンズ100は、基本的に、第1レンズ群110および第2レンズ群120は一方が正のパワーを、他方が負のパワーを持つように形成される。

50

【0027】

単焦点レンズである撮像レンズ100において、像面130は、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子の撮像面（受像面）が配置されることを想定している。

図示しないカバーガラスが入れられてもよい。第4面SF4と像面130との間には、樹脂またはガラスで形成されるカバーガラスや赤外カットフィルタやローパスフィルタなどの他、光学部材が配置されていてもよい。

なお、本実施形態では、図1において、左側が物体側（前方）であり、右側が像面側（後方）である。

そして、物体側から入射した光束は像面130上に結像される。

【0028】

10

以下、本実施形態の撮像レンズの構成とその作用について説明する。

【0029】

本撮像レンズ100は、2群4枚構成のレンズで形成されている。

第1レンズ群110において、第1レンズエレメント111は、物体側が凸状で像面側が平状の平凸レンズである。

また、第2レンズエレメント113は物体側が平状で像面側が凹状の平凹レンズである。

第2レンズ群120において、第3レンズエレメント121は物体側が凹状で、像面側が凸状の平凸レンズである。

たとえば、第3レンズエレメント121は、像面側が凸状および凹状が混合する平凸凹レンズである。

20

【0030】

具体的には、第1レンズ群110において、第1レンズエレメント111は、第1面SF1を形成する物体側の面が凸形状でアッベ数 v_{L1} が大きい非球面レンズにより形成される。

透明体113は、たとえばアッベ数 v_{g1} が小さく屈折率 n_{g1} が高い、平板状のガラス基板（透明基板）により形成される。

第2レンズエレメント113は、第2面SF2を形成する像面側の面が像面側が凹形状の非球面レンズにより形成される。

第1レンズ群110は、透明体（ガラス基板）112の物体側面に第1レンズエレメント111が形成されている。

30

そして、透明体（ガラス基板）112の像面側面に第2レンズエレメント113が接合して形成されている。

また、絞りは、透明体112の物体側にクロム膜等の遮光作用を有する物質として付けられている。

【0031】

第2レンズ群120において、第3レンズエレメント121は、第3面SF3を形成する物体側面が凹形状の非球面レンズにより形成され、像面側の面が凸形状または凸凹混合の凸凹形状の非球面レンズにより形成されている。

【0032】

40

なお、以下の説明では、透明体112を同じ符号を用いてガラス基板として表す場合がある。

【0033】

第1レンズエレメント111、第2レンズエレメント113、第3レンズエレメント121は、紫外線（UV）硬化樹脂や熱硬化樹脂、あるいはプラスチック等により形成される。

【0034】

このように、本第1の実施形態の撮像レンズ100は、2群4枚構成のレンズで形成されている。

第1レンズ群110が、物体側から像面側に向かって、凸形状でアッベ数 v_{s1} が大き

50

い非球面レンズの第1面SF1、アッベ数 v_g1 が小さく屈折率 n_g1 が高い透明体（ガラス基板）112、および凹形状の非球面レンズの第2面SF2により形成される。

第2レンズ群120が、物体側から像面側に向かって、凹形状の非球面レンズの第3面SF3、非球面レンズの第4面SF4により形成される。

【0035】

そして、単焦点レンズである本実施形態の撮像レンズ1は、以下の条件式(1)~(6)を満足するように構成されている。

【0036】

条件式(1)は第1レンズエレメント111のアッベ数 v_{L1} に関する条件式である。

【0037】

[数1]

$$45 \leq v_{L1} \leq 80 \quad (1)$$

【0038】

条件式(1)では、下限を超えると色収差が発生して高解像度に対応する光学ユニットにならない。上限を超えると材料が高価になりここでも目的に合わない。

【0039】

条件式(2)は第3レンズエレメントのアッベ数 v_{L3} に関する条件式である。

【0040】

[数2]

$$20 \leq v_{L3} \leq 67 \quad (2)$$

【0041】

条件式(2)では、下限を超えると材料が高価になりここでも目的に合わない。上限を超えると色収差が発生して高解像度に対応する光学ユニットにならない。

【0042】

条件式(3)は第1レンズ群110の合成焦点距離 $fg1$ に関する条件式である。

【0043】

[数3]

$$0.4 \leq fg1/f \leq 2.5 \quad (3)$$

【0044】

条件式(3)では、下限を超えるとパワーが強くなりすぎて、群間偏芯の製造トレランスが悪化して製造できなくなる。

上限を超えると光学全長が伸びてしまい小型化に向かなくなる。そのことにより、光軸方向に隙間が大きくなり、ウエハー状で製造しづらくなる。

【0045】

条件式(4)は第2レンズ群120の焦点距離 $fg2$ に関する条件式である。

【0046】

[数4]

$$-10 \leq fg2/f \leq -0.4 \quad (4)$$

【0047】

条件式(4)では、下限を超えると第1群のパワーが弱くなり、このことにより光学全長が伸びてしまい小型化に向かなくなる。

そのことにより、光軸方向に隙間が大きくなり、ウエハー状で製造しづらくなる。上限を超えるとパワーが強くなりすぎて、群間偏芯の製造トレランスが悪化して製造できなくなる。

【0048】

条件式(5)は第2面SF2の曲率半径 $R2$ （図2では $R4$ ）に関する条件式である。

【0049】

[数5]

$$0.4 \leq R2/f \leq 5.0 \quad (5)$$

【0050】

10

20

30

40

50

条件式（５）では、下限を超えると曲率が強くなり軸外の上光線が全反射を起こしてしまう。

上限を超えると収差補正の力が弱くなり軸外でコマ収差と非点収差により光学特性が悪くなる。

【００５１】

条件式（６）は第３面ＳＦ３の曲率半径Ｒ３（図２ではＲ５）に関する条件式である。

【００５２】

[数６]

$$-1.0 \leq R3/f \leq -0.3 \quad (6)$$

【００５３】

条件式（６）では、下限を超えると収差補正の力が弱くなり軸外でコマ収差と非点収差により光学特性が悪くなる。

上限を超えると曲率が強くなり軸外の光線に強い角度が付いてしまい、イメージャに入射する光線の角度が大きくなり混色や光量落ち等の問題が起こり、特性が劣化する。

【００５４】

上記の条件式（１）～（６）は、以下で取り扱う実施例１，２に共通するものであり、必要に応じて適宜採用することで、個々の撮像素子または撮像装置に適したより好ましい結像性能とコンパクトな光学系が実現される。

【００５５】

なお、レンズの非球面の形状は、物体側から像面側へ向かう方向を正とし、 k を円錐係数、 A 、 B 、 C 、 D を非球面係数、 r を中心曲率半径としたとき次式で表される。 y は光軸からの光線の高さ、 c は中心曲率半径 r の逆数（ $1/r$ ）をそれぞれ表している。

ただし、 X は非球面頂点に対する接平面からの距離を、 A は４次の非球面係数を、 B は６次の非球面係数を、 C は８次の非球面係数を、 D は１０次の非球面係数をそれぞれ表している。

【００５６】

【数７】

非球面方程式

$$X = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

【００５７】

図２は、本実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

【００５８】

具体的には、第１レンズエレメント１１１の物体側面（凸面）に第１番、第１レンズエレメント１１１の像面側面と透明体の物体側面との境界面（接合面）に第２番の面番号が付与されている。

透明体１１２の像面側面と第２レンズエレメント１１３の物体側面との境界面（接合面）に第３番の面番号が付与されている。

第２レンズエレメント１１３の像面側面（凹面）に第４番の面番号が付与されている。

第３レンズエレメント１２１の物体側面（凹面）に第５番、第３レンズエレメント１２１の像面側面に第６番の面番号が付与されている。

像面に第７番の面番号が付与されている。

【００５９】

また、図２に示すように、本実施形態の撮像レンズ１００において、第１レンズエレメント１１１の物体側面（第１番）１の中心曲率半径は $R1$ に設定される。

第1レンズエレメント111の像面側面と透明体112の物体側面との境界面（接合面）2の中心曲率半径はR2に設定される。

透明体112の像面側面と第2レンズエレメント113の物体側面との境界面（接合面）3の中心曲率半径はR3に設定される。

第2レンズエレメント113の像面側面（凹面）4の中心曲率半径はR4に設定される。

第3レンズエレメント121の物体側面（凹面）5の中心曲率半径はR5に、第3レンズエレメント121の像面側面6の中心曲率半径はR6に設定される。

像面130の面7の中心曲率半径はR7に設定される。

なお、面2, 3, 7の中心曲率半径R2, R3, R7は無限（INFINITY）である。 10

【0060】

また、図2に示すように、第1レンズエレメント111の厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離がd1に、透明体112の厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離がd2に設定される。

第2レンズエレメント113の厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離がd3、第2レンズエレメント113の像面側面4と第3レンズエレメント121の物体側面5間の光軸OX上の距離がd4に設定される。

第3レンズエレメント121の厚さとなる面5と面6間の光軸OX上の距離がd5に、第3レンズエレメント121の像面側面6と像面130の物体側面7間の光軸OX上の距離がd6に設定される。 20

【0061】

以下に、撮像レンズの具体的な数値による実施例1を示す。なお、実施例1においては、撮像レンズ100の各レンズエレメントガラス基板（透明体）、撮像部を構成する撮像面130に対して、図2に示すような面番号が付与されている。

【0062】

[実施例1]

表1、表2、表3、および表4に実施例1の各数値が示されている。実施例1の各数値は図1の撮像レンズ100に対応している。

実施例1は、1/5サイズ、1.4 μm ピッチの3メガピクセル（Mega pixel）CMOSイメージャ用の設計例である。 30

【0063】

撮像レンズ100は、前述したように、第1レンズ群110と、第2レンズ群120で構成され、第1レンズ群110は次のように構成される。

凸平形状でアッベ数57.3の第1レンズエレメント111がBK7相当のガラス板の物体側に貼り付けられており、アッベ数43.4で平凹形状の第2レンズエレメント113が反対側に貼り付けられている。

ここで絞りは、ガラス基板の物体側にクロム膜等の透過がほとんど無い物質をあらかじめ付けて実現される。

また、IRカットフィルタも付加される。 40

【0064】

第2レンズ群120は、アッベ数29の単一硝材をレンズ状に形成した第3レンズエレメント121のみで構成されている。

ここで第1レンズ群110は強い正のパワーを持ち、第2レンズ群120は強い負のパワーを持ち、光路長が短く、色収差がよく補正されたレンズユニットとなる。

また、第2面SF2と第3面SF3は空気を挟んで向かい合っており、両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることによりコマ収差と非点収差をうまく補正している。

【0065】

表1は、実施例1における撮像レンズの各面番号に対応した各レンズエレメント、パッ 50

ファ層、ガラス基板（透明体）、撮像部を構成するカバーガラスの曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（vd）を示している。

【0066】

【表1】

実施例1レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	vd
1:	0.887	0.600	1.51	57.3
2:	INFINITY	0.500	1.52	55.0
3:	INFINITY	0.045	1.53	43.4
4:	3.163	0.160		
5:	-2.179	1.617	1.60	29.0
6:	13.155	0.000		
7:	INFINITY	0.417		

10

【0067】

表2は、実施例1における非球面を含む第1レンズエレメント111の面1、第2レンズエレメント113の面4、第3レンズエレメント121の面5、並びに第3レンズエレメント121の面6の4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。

表2において、Kは円錐定数を、Aは4次の非球面係数を、Bは6次の非球面係数を、Cは8次の非球面係数を、Dは10次の非球面係数をそれぞれ表している。

【0068】

【表2】

実施例1非球面データ

第1面:	K:-2.628	A:0.444E+00	B:-0.150E+00	C:0.282E+00	D:-0.840E-01
第4面:	K:8.522	A:-0.105E-01	B:0.583E+00	C:-0.181E+01	D:0.631E+01
第5面:	K:10.000	A:-0.493E+00	B:0.941E+00	C:-0.615E+01	D:0.348E+01
第6面:	K:-10.000	A:-0.804E-01	B:0.152E-01	C:-0.166E-01	D:0.218E-02

20

【0069】

表3は、実施例1における撮像レンズ100の焦点距離f、開口数F、半画角 ω 、レンズ長Hが具体的に示されている。

ここで、焦点距離fは2.94 [mm]に、開口数Fは2.8に、半画角 ω は32.0 degに、レンズ長Hは3.34 [mm]に設定されている。

【0070】

【表3】

実施例1構成データ

f(焦点距離) = 2.94 mm
F(開口数) = 2.8
ω (半画角) = 32.0 deg
H(レンズ全長) = 3.34 mm

30

40

【0071】

表4は、実施例1においては、上記各条件式(1)～(6)を満足することを示す。

【0072】

【表 4】

実施例1 条件式の値	
条件式\実施例	1
(1)	57.3
(2)	29.0
(3)	0.71
(4)	-1.01
(5)	1.07
(6)	-0.74

【0073】

10

表4に示すように、実施例1では、第1レンズ群110の第1レンズエレメント111のアップベ数 v_{L1} が57.3に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

第2レンズ群120の第3レンズエレメント121のアップベ数 v_{L3} が29.0に設定され、条件式(2)で規定される条件を満足している。

第1レンズ群110の合成焦点距離 f_{g1} が0.71に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

第2レンズ群120の合成焦点距離 f_{g2} が-1.01に設定され、条件式(4)で規定される条件を満足している。

第2レンズエレメント113の像面側面、すなわち全体の第2面の曲率半径 R_2 (図2では R_4)が1.07に設定され、条件式(5)で規定される条件を満足している。

20

第3レンズエレメント121の物体側面、すなわち、全体の第3面の曲率半径(図2では R_5)が-0.74に設定され、条件式(6)で規定される条件を満足している。

【0074】

図3は、実施例1において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図3(A)が球面収差(色収差)、図3(B)が非点収差を、図3(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図3からわかるように、実施例1によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた光学ユニットを含む撮像レンズが得られる。

【0075】

<2. 第2の実施形態>

30

図4は、本発明の第2の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【0076】

図4に示す第2の実施形態に係る撮像レンズ100Aと図1に示す第1の実施形態に係る撮像レンズ100とは、基本的な構成は同じであり、以下に実施例2として示すように、各構成要素のパラメータ等の設定値が異なる。

したがって、ここでは、撮像レンズ100Aの詳細な説明は省略する。

以下に、撮像レンズの具体的な数値による実施例2を示す。なお、実施例2においては、撮像レンズ100Aの各レンズエレメント、ガラス基板(透明体)、撮像部を構成する撮像面130に対して、図2に示すような面番号が付与されている。

【0077】

40

撮像レンズ110Aは、第1レンズ110A群と、第2レンズ群120Aで構成され、第1レンズ群110Aは次のように構成される。

凸平形状でアップベ数53.1の第1レンズエレメント111がBK7相当のガラス板の物体側に貼り付けられており、アップベ数41.6で平凹形状の第2レンズエレメント113が反対側に貼り付けられている。

ここで絞りは、ガラス基板の物体側にクロム膜等の透過がほとんど無い物質をあらかじめ付けて実現される。

IRカットフィルタも付加される。

【0078】

第2レンズ群120Aは、アップベ数41.6の単一硝材をレンズ状に形成した第3レン

50

ズエレメント 1 2 1 のみで構成されている。

ここで、第 1 レンズ群 1 1 0 A は強い正のパワーを持ち、第 2 レンズ群 1 2 0 A は強い負のパワーを持ち、光路長が短く、色収差がよく補正されたレンズユニットとなる。

また、第 2 面 S F 2 と第 3 面 S F 3 は空気を挟んで向かい合っており、両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることによりコマ収差と非点収差をうまく補正している。

【0079】

[実施例 2]

表 5、表 6、表 7、および表 8 に実施例 2 の各数値が示されている。実施例 2 の各数値は図 5 の撮像レンズ 1 0 0 A に対応している。

実施例 2 は、1 / 5 サイズ、1 . 4 μ m ピッチの 3 メガピクセル (Mage pixel) C M O S イメージャ用の設計例である。

【0080】

表 5 は、実施例 2 における撮像レンズの各面番号に対応した各レンズエレメント、バッファ層、ガラス基板 (透明体)、撮像部を構成するカバーガラスの曲率半径 (R : mm)、間隔 (d : mm)、屈折率 (n d)、および分散値 (v d) を示している。

【0081】

【表 5】

実施例 2 構成データ

面番号	R	d	nd	v d
1:	0.847	0.438	1.51	53.1
2:	INFINITY	0.505	1.52	55.0
3:	INFINITY	0.052	1.54	41.6
4:	2.818	0.162		
5:	-2.062	1.822	1.54	41.6
6:	8.529	0.050		
7:	INFINITY	0.279		

【0082】

表 6 は、実施例 2 における非球面を含む第 1 レンズエレメント 1 1 1 の面 1、第 2 レンズエレメント 1 1 3 の面 4、第 3 レンズエレメント 1 2 1 の面 5、並びに第 3 レンズエレメント 1 2 1 の面 6 の 4 次、6 次、8 次、1 0 次の非球面係数を示す。

表 6 において、K は円錐定数を、A は 4 次の非球面係数を、B は 6 次の非球面係数を、C は 8 次の非球面係数を、D は 1 0 次の非球面係数をそれぞれ表している。

【0083】

【表 6】

実施例 2 非球面データ

第 1 面:	K:-1.848	A:0.357E+00	B:0.145E+00	C:-0.569E-01	D:0.275E+00
第 4 面:	K:9.955	A:0.224E-01	B:0.533E+00	C:-0.172E+01	D:0.795E+01
第 5 面:	K:7.102	A:-0.527E+00	B:0.400E+00	C:-0.382E+01	D:-0.736E+01
第 6 面:	K:-10.000	A:-0.779E-01	B:0.430E-01	C:-0.325E-01	D:0.533E-02

【0084】

表 7 は、実施例 2 における撮像レンズ 1 0 0 A の焦点距離 f、開口数 F、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は 2 . 9 1 [mm] に、開口数 F は 2 . 8 に、半画角 ω は 3 1 . 4 d e g に、レンズ長 H は 3 . 3 1 [mm] に設定されている。

【0085】

【表7】

実施例2構成データ

f (焦点距離) = 2.91 mm
F (開口数) = 2.8
ω (半画角) = 31.4 deg
H (レンズ全長) = 3.31 mm

10

【0086】

表8は、実施例2においては、上記各条件式(1)～(6)を満足することを示す。

【0087】

【表8】

実施例2 条件式の値

条件式\実施例	2
(1)	53.1
(2)	41.6
(3)	0.7
(4)	-0.99
(5)	0.97
(6)	-0.81

20

【0088】

表8に示すように、実施例2では、第1レンズ群110の第1レンズエレメント111のアップベ数 v_{L1} が53.1に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

第2レンズ群120の第3レンズエレメント121のアップベ数 v_{L3} が41.6に設定され、条件式(2)で規定される条件を満足している。

第1レンズ群110の合成焦点距離 f_{g1} が0.70に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

第2レンズ群120の合成焦点距離 f_{g2} が-0.99に設定され、条件式(4)で規定される条件を満足している。

30

第2レンズエレメント113の像面側面、すなわち全体の第2面の曲率半径 R_2 (図2では R_4)が0.97に設定され、条件式(5)で規定される条件を満足している。

第3レンズエレメント121の物体側面、すなわち、全体の第3面の曲率半径(図2では R_5)が-0.81に設定され、条件式(6)で規定される条件を満足している。

【0089】

図5は、実施例2において、球面収差(色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図5(A)が球面収差(色収差)、図5(B)が非点収差を、図5(C)が歪曲収差をそれぞれ示している。

図5からわかるように、実施例2によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた光学ユニットを含む撮像レンズが得られる。

40

【0090】

<3. 第3の実施形態>

図6は、本発明の第3の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【0091】

図6に示す第3の実施形態に係る撮像レンズ100Bと図1に示す第1の実施形態に係る撮像レンズ100とは、基本的な構成は同じであり、以下に実施例3として示すように、各構成要素のパラメータ等の設定値が異なる。

したがって、ここでは、撮像レンズ100Bの詳細な説明は省略する。

以下に、撮像レンズの具体的な数値による実施例3を示す。なお、実施例3においては

50

、撮像レンズ１００Ｂの各レンズエレメント、ガラス基板（透明体）、撮像部を構成する撮像面１３０に対して、図２に示すような面番号が付与されている。

【００９２】

撮像レンズ１００Ｂは、第１レンズ群１１０Ｂと、第２レンズ群１２０Ｂで構成され、第１レンズ群１１０Ｂは次のように構成される。

凸平形状でアッベ数５３．１の第１レンズエレメント１１１がＢＫ７相当のガラス板の物体側に貼り付けられており、アッベ数４１．６で平凹形状の第２レンズエレメント１１３が反対側に貼り付けられている。

ここで絞りは、ガラス基板の物体側にクロム膜等の透過がほとんど無い物質をあらかじめ付けて実現される。

10

【００９３】

第２レンズ群１２０Ｂは、ポリカーボネートを材料にしたプラスチックモールドレンズの第３レンズエレメント１２１のみで構成されている。

ここで、第１レンズ群１１０Ｂは強い正のパワーを持ち、第２レンズ群１２０Ｂは強い負のパワーを持ち、光路長が短く、色収差がよく補正されたレンズユニットとなる。

また、第２面ＳＦ２と第３面ＳＦ３は空気を挟んで向かい合っており、両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることでコマ収差と非点収差をうまく補正している。

【００９４】

[実施例３]

20

表９、表１０、表１１、および表１２に実施例３の各数値が示されている。実施例３の各数値は図７の撮像レンズ１００Ｂに対応している。

実施例３は、１／５サイズ、１．４μｍピッチの３メガピクセル（Mega pixel）ＣＭＯＳイメージャ用の設計例である。

【００９５】

表９は、実施例３における撮像レンズの各面番号に対応した各レンズエレメント、バッファ層、ガラス基板（透明体）、撮像部を構成するカバーガラスの曲率半径（Ｒ：mm）、間隔（ｄ：mm）、屈折率（ｎｄ）、および分散値（νｄ）を示している。

【００９６】

【表９】

30

実施例３構成データ

面番号	R	d	nd	νd
1:	0.903	0.554	1.51	57.3
2:	INFINITY	0.5	1.52	55.0
3:	INFINITY	0.045	1.53	43.4
4:	3.059	0.21		
5:	-2.51	1.591	1.59	30.0
6:	15.716	0		
7:	INFINITY	0.425		

40

【００９７】

表１０は、実施例３における非球面を含む第１レンズエレメント１１１の面１、第２レンズエレメント１１３の面４、第３レンズエレメント１２１の面５、並びに第３レンズエレメント１２１の面６の４次、６次、８次、１０次の非球面係数を示す。

表１０において、Ｋは円錐定数を、Ａは４次の非球面係数を、Ｂは６次の非球面係数を、Ｃは８次の非球面係数を、Ｄは１０次の非球面係数をそれぞれ表している。

【００９８】

【表 10】

実施例3非球面データ

第1面:	K:-4.486	A:0.718E+00	B:-0.857E+00	C:0.131E+01	D:-0.784E+00
第4面:	K:-7.003	A:0.765E-01	B:0.398E+00	C:-0.213E+00	D:0.210E+01
第5面:	K:10.000	A:-0.432E+00	B:0.104E+00	C:-0.115E+01	D:-0.479E+01
第6面:	K:-10.000	A:-0.499E-01	B:-0.813E-02	C:-0.794E-02	D:0.772E-03

【0099】

10

表11は、実施例3における撮像レンズ100Cの焦点距離 f 、開口数 F 、半画角 ω 、レンズ長 H が具体的に示されている。

ここで、焦点距離 f は2.91 [mm]に、開口数 F は2.8に、半画角 ω は31.4 degに、レンズ長 H は3.33 [mm]に設定されている。

【0100】

【表11】

実施例3構成データ

f (焦点距離) = 2.91 mm
F (開口数) = 2.8
ω (半画角) = 31.4 deg
H (レンズ全長) = 3.33 mm

20

【0101】

表12は、実施例3においては、上記各条件式(1)～(6)を満足することを示す。

【0102】

【表12】

実施例3 条件式の値

条件式\実施例	3
(1)	53.1
(2)	30.0
(3)	0.74
(4)	-1.22
(5)	1.05
(6)	-0.86

30

【0103】

表12に示すように、実施例3では、第1レンズ群110の第1レンズエレメント111のアッベ数 v_{L1} が53.1に設定され、条件式(1)で規定される条件を満足している。

40

第2レンズ群120の第3レンズエレメント121のアッベ数 v_{L3} が30.0に設定され、条件式(2)で規定される条件を満足している。

第1レンズ群110の合成焦点距離 f_{g1} が0.74に設定され、条件式(3)で規定される条件を満足している。

第2レンズ群120の合成焦点距離 f_{g2} が-1.22に設定され、条件式(4)で規定される条件を満足している。

第2レンズエレメント113の像面側面、すなわち全体の第2面の曲率半径 R_2 (図2では R_4)が1.05に設定され、条件式(5)で規定される条件を満足している。

第3レンズエレメント121の物体側面、すなわち、全体の第3面の曲率半径(図2では R_5)が-0.86に設定され、条件式(6)で規定される条件を満足している。

50

【0104】

図7は、実施例3において、球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図7（A）が球面収差（色収差）、図7（B）が非点収差を、図7（C）が歪曲収差をそれぞれ示している。

図7からわかるように、実施例3によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた光学ユニットを含む撮像レンズが得られる。

【0105】

<4. 第4の実施形態>

図8は、本発明の第4の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す図である。

【0106】

図8に示す第4の実施形態に係る撮像レンズ100Cは、第1レンズ群110Cの構成が他の実施形態と異なる。

第1レンズ群110Cは、第1レンズエレメント111C、第2レンズエレメント112C、透明体113C、および第3レンズエレメント114Cの接合体により形成されている。

第2レンズ群120Cは、ひとつの第4レンズエレメント121Cにより形成されている。

【0107】

撮像レンズ100Cにおいて、各レンズ群は次のように構成される。

第1レンズ群110Cは、両凸形状でたとえばアッペ数57.3の第1レンズエレメント111Cと凹平形状でアッペ数29.6の第2レンズエレメント113CがBK7相当のガラス板の物体側に貼り付けられている。

平凹形状でアッペ数57.3の第3レンズエレメント114Cが反対側に貼り付けられている。

ここで絞りは、ガラス基板の物体側にクロム膜等の透過がほとんど無い物質をあらかじめ付けて実現される。

同様に、IRカットフィルタもガラス基板上に蒸着によってあらかじめ付着される。

ここでは、第1レンズエレメント111Cが両凸で大きいアッペ数のもので構成し、第2レンズエレメント113Cは凹平形状で第1レンズエレメントより小さいアッペ数のもので形成される。

そして、両者でダブルット構造を構成して、単一構造より、より色収差が消される構造になっている。

【0108】

第2レンズ群120Cは、たとえばアッペ数57.3のガラスモールドにより構成され、第4レンズエレメント121Cのみで構成される。

【0109】

第1レンズ群110Cは強い正のパワーを持ち、第2レンズ群120Cは強い負のパワーを持ち、光路長が短く、色収差がよく補正されたレンズユニットとなる。

また、第1レンズ群110Cと第2レンズ群120Cは空気を挟んで向かい合っており、両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることによりコマ収差と非点収差をうまく補正している。

たとえば、実施例1においては軸上色収差が7.5 μm であるのに対し、本例では4.3 μm まで抑えている。

【0110】

このように、本発明の実施形態により通常の光学系で3枚レンズ構成の性能を有する非常に安価な3メガピクセル帯のカメラモジュールができるが、さらに高性能にするには入射側第1レンズ群110Cをダブルットにすることが有用である。

これにより、通常の光学系で4枚構成に相当する性能を実現できる。

【0111】

図9は、本第4の実施形態に係る撮像レンズの各レンズ群を構成する各レンズ、基板、

10

20

30

40

50

並びに撮像部を構成するカバーガラスに対して付与した面番号を示す図である。

【0112】

具体的には、第1レンズエレメント111Cの物体側面（凸面）に第1番、第1レンズエレメント111Cの像面側面と第2レンズエレメント112Cの物体側面との境界面（接合面）に第2番の面番号が付与されている。

第2レンズエレメント112Cの像面側面と透明体113Cの物体側面との境界面（接合面）に第3番の面番号が付与されている。

透明体113Cの像面側面と第3レンズエレメント114Cの物体側面との境界面（接合面）に第4番の面番号が付与されている。

第3レンズエレメント114Cの像面側面（凹面）に第5番の面番号が付与されている。 10

第4レンズエレメント121Cの物体側面（凹面）に第6番、第4レンズエレメント121Cの像面側面に第7番の面番号が付与されている。

【0113】

また、図9に示すように、本実施形態の撮像レンズ100Cにおいて、第1レンズエレメント111Cの物体側面（第1番）1の中心曲率半径はR1に設定される。

第1レンズエレメント111Cの像面側面と第2レンズエレメント112Cの物体側面との境界面（接合面）2の中心曲率半径はR2に設定される。

第2レンズエレメント112Cの像面側面と透明体113Cの物体側面との境界面（接合面）3の中心曲率半径はR3に設定される。 20

透明体113Cの像面側面と第3レンズエレメント114Cの物体側面との境界面（接合面）4の中心曲率半径はR4に設定される。

第3レンズエレメント114Cの像面側面（凹面）5の中心曲率半径はR5に設定される。

第4レンズエレメント121Cの物体側面（凹面）6の中心曲率半径はR6に、第4レンズエレメント121Cの像面側面7の中心曲率半径はR7に設定される。

なお、面3、4の中心曲率半径R3、R4は無限（INFINITY）である。

【0114】

また、図9に示すように、第1レンズエレメント111Cの厚さとなる面1と面2間の光軸OX上の距離がd1に、第2レンズエレメント112Cの厚さとなる面2と面3間の光軸OX上の距離がd2に設定される。 30

透明体113Cの厚さとなる面3と面4間の光軸OX上の距離がd3に設定される。

第3レンズエレメント114Cの厚さとなる面4と面5間の光軸OX上の距離がd4、第3レンズエレメント114Cの像面側面5と第4レンズエレメント121Cの物体側面6間の光軸OX上の距離がd5に設定される。

第4レンズエレメント121Cの厚さとなる面6と面7間の光軸OX上の距離がd6に、第4レンズエレメント121Cの像面側面7と像面130間の距離がd7に設定される。

【0115】

以下に、撮像レンズの具体的な数値による実施例4を示す。なお、実施例4においては、撮像レンズ100Cの各レンズエレメントガラス基板（透明体）、撮像部を構成する撮像面130に対して、図9に示すような面番号が付与されている。 40

【0116】

[実施例4]

表13、表14、表15、および表16に実施例4の各数値が示されている。実施例4の各数値は図8の撮像レンズ100Cに対応している。

実施例3は、1/5サイズ、1.4μmピッチの3メガピクセル（Mega pixel）CMOSイメージャ用の設計例である。

【0117】

表13は、実施例4における撮像レンズの各面番号に対応した各レンズエレメント、バ 50

ツファ層、ガラス基板（透明体）、撮像部を構成するカバーガラスの曲率半径（R：mm）、間隔（d：mm）、屈折率（nd）、および分散値（vd）を示している。

【0118】

【表13】

実施例4 レンズ構成データ

面番号	R	d	nd	vd
1:	0.870	0.530	1.51	57.3
2:	-1.629	0.040	1.59	29.6
3:	INFINITY	0.550	1.52	55.0
4:	INFINITY	0.040	1.51	57.3
5:	6.342	0.229		
6:	-1.727	1.357	1.59	59.6
7:	18.756	0.475		

10

【0119】

表14は、実施例4における非球面を含む第1レンズエレメント111の面1、第3レンズエレメント114Cの面5、第4レンズエレメント121Cの面6、並びに第4レンズエレメント121Cの面7の4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。

表14において、Kは円錐定数を、Aは4次の非球面係数を、Bは6次の非球面係数を、Cは8次の非球面係数を、Dは10次の非球面係数をそれぞれ表している。

【0120】

【表14】

実施例4の非球面データ

第1面:	K:-1.374	A:0.219E+00	B:0.294E+00	C:-0.626E+00	D:0.117E+01
第5面:	K:-0.614	A:0.511E-01	B:0.651E+00	C:-0.280E+01	D:0.775E+01
第6面:	K:7.103	A:-0.414E+00	B:-0.282E+00	C:0.225E+01	D:-0.142E+02
第7面:	K:-10.000	A:-0.675E-01	B:-0.367E-01	C:0.136E-01	D:-0.542E-02

20

【0121】

表15は、実施例4における撮像レンズ100Cの焦点距離f、開口数F、半画角 ω 、レンズ長Hが具体的に示されている。

ここで、焦点距離fは2.92 [mm]に、開口数Fは2.8に、半画角 ω は31.9 degに、レンズ長Hは3.22 [mm]に設定されている。

【0122】

【表15】

実施例4の構成データ

f(焦点距離) = 2.92 mm
F(開口数) = 2.8
ω (半画角) = 31.9 deg
H(レンズ全長) = 3.22 mm

30

40

【0123】

表16は、実施例4においては、上記各条件式(1)～(6)を満足することを示す。

【0124】

【表 16】

実施例別 条件式の値

条件式\実施例	4
(1)	57.3
(2)	59.6
(3)	0.68
(4)	-0.90
(5)	2.17
(6)	-0.59

10

【0125】

表 16 に示すように、実施例 4 では、第 1 レンズ群 110C の第 1 レンズエレメント 111 のアッベ数 v_{L1} が 57.3 に設定され、条件式 (1) で規定される条件を満足している。

第 2 レンズ群 120C の第 4 レンズエレメント 121C のアッベ数 v_{L3} が 59.6 に設定され、条件式 (2) で規定される条件を満足している。

第 1 レンズ群 110 の合成焦点距離 f_{g1} が 0.68 に設定され、条件式 (3) で規定される条件を満足している。

20

第 2 レンズ群 120 の合成焦点距離 f_{g2} が -0.90 に設定され、条件式 (4) で規定される条件を満足している。

第 2 レンズエレメント 113 の像面側面、すなわち全体の第 2 面の曲率半径 R_2 (図 2 では R_4) が 2.17 に設定され、条件式 (5) で規定される条件を満足している。

第 4 レンズエレメント 121C の物体側面、すなわち、全体の第 3 面の曲率半径 (図 9 では R_6) が -0.59 に設定され、条件式 (6) で規定される条件を満足している。

【0126】

図 10 は、実施例 4 において、球面収差 (色収差)、非点収差、および歪曲収差を示す収差図である。図 10 (A) が球面収差 (色収差)、図 10 (B) が非点収差を、図 10 (C) が歪曲収差をそれぞれ示している。

30

図 10 からわかるように、実施例 4 によれば、球面、非点、歪曲の諸収差が良好に補正され、結像性能に優れた光学ユニットを含む撮像レンズが得られる。

【0127】

< 5. 第 5 の実施形態 >

図 11 は、本発明の第 5 の実施形態に係るウェハーレベルオプティクスを概念的に示す図である。

【0128】

ガラス基板 210 上にレプリカレンズを上下に多数個形成し、それぞれ第 1 群 220 とする。

次に、単一の硝材をウェハー状に多数個形成したものを第 2 群 230 とする。

40

この 2 枚のウェハー状レンズを張り合わせ、多数個のレンズを一度に作製する。

ここで張り合わせのために、スペーサーを挟んだり、上や下にプロテクターや、スペーサーを貼ったりすることもある。多くの場合第 1 群のガラス基板上に IR カットフィルタを付けておく。

【0129】

< 6. 第 6 の実施形態 >

図 12 は、本発明の第 6 の実施形態に係る撮像レンズを概念的に示す図である。

【0130】

ここでは、1 群を個片化後のハイブリッド (HYBRID) 式ウェハーオプトを個片化したもの、2 群をモールドレンズもしくは、個片化後のキャストニング式ウェハーオプト

50

で構成したときの実施例である。

第1レンズ群110Dは、ガラス基板112上にIRカットフィルタと遮光手段を多数個施したものに、レプリカレンズを上下に多数個形成し、個片化したもので構成する。

第2レンズ群120Dは単一硝材より成型するモールドレンズ、もしくは、個片化後のキャストینگ式ウエハーオプトで構成する。

ここで、第1レンズ群と第2レンズ群の接着時に位置出しを第1群、第2群間のレンズの有効面より外の形状による嵌合で行う。

たとえば、図12で示すように、第1レンズ群110Dの外側で段差を付けガラス基板がむき出しになるぐらいまで薄くして、段差部分で2群と嵌合するようにする。

第2レンズ群120Dは、光学有効系より外側の第1レンズ群110Dの段差部分より径が大きいところで盛り上がるように段差を付け、1群の受けを作る。

このようにして構造によりレンズの偏芯方向位置精度が保たれるようにしてから、外周部分に接着剤を塗布して接着を行う。これで、レンズ鏡筒が完成する。

【0131】

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

上記2つの利点であるHYBRIDの部品点数が少ない、従来レンズの個々に調整できるという利点を持ち合わせ、高画素対応レンズ素子、また、高画素カメラモジュールとしてさらに安価で作ることができる。

3メガ以上の高画素では、軸上色収差ならびに諸収差を十分減らした光学設計が必要であるが、方式の開示と同時に、光学設計の具体例を開示する。

第1群のパワーを強い正、第2群を強い負にして、光学収差を極力抑えて光学長も短くした。同時に第1群に大きなアッベ数、第2群に小さなアッベ数の硝材を用いることにより色収差を小さくした。

第2面と第3面は空気を挟んで向かい合っており、両者凹形状をしており、軸外の光束で上光線と下光線の空気を通る長さに大きな違いが出ることによりコマ収差と非点収差をうまく補正している。

第4面の形状を像側に対しおおよそ凸形状にすることによりゴーストが発生しにくくした。

また、このことによりセンサに対する入射角度を緩くして最適な光学性能が得られ、十分なバックフォーカスを取れるようにした。

従来の3群3枚構成の光学系、たとえば、3枚プラスチック構成やガラスプラスチックプラスチックの3枚構成のものと比べると、この発明は同じ光学長の従来光学系よりも光学特性が優れている。

また、ウエハーオプトと違い、有効径ぎりぎりの円形に作ることができるので、小型化ができる。また、スクリー鏡筒に入れることができるので、従来のモジュール組立が利用できて、容易に組み立てられる。

従来のようにレンズ組み立てのあとにフィルタを付ける必要が無く安価にでき、また、第2群はガラス基板等がいらないために安価にできる。

また、1群は2群に比べ、1/10程度の面積しか有効径が無いので、1群、2群で個片化後に組み立てた場合、1群の取り個数が10倍ほど多くなり、この点でも安価に製造できる。

これらのことにより、従来のモールドレンズ3枚構成や、ウエハーオプトよりも安価に製造できる。

同時に本発明は、材料の選択でリフロー可能レンズ素子としても、リフローはできないが非常に安くできるレンズ素子としても構成でき、さまざまな応用商品に展開できるので、有利である。

さらに、高性能にするには入射側第1レンズをダブレットにすることが有用であり、これにより、より色収差を小さくした光学系を構成でき、通常の光学系で4枚構成に相当する性能を実現できる。

10

20

30

40

50

【0132】

以上説明したような特徴を有する撮像レンズ100、100A、100B、100C、100Dは、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子を用いたデジタルカメラ、特に、携帯電話等の小型電子機器に搭載されるカメラ用レンズとして適用可能である。

【0133】

10

<7. 第7の実施形態>

図13は、本実施形態に係る光学ユニットを含む撮像レンズが採用される撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【0134】

本撮像装置300は、図13に示すように、本実施形態に係る撮像レンズ100、100A、100B、100Cが適用される光学系310、およびCCDやCMOSイメージセンサ（固体撮像素子）が適用可能な撮像デバイス320を有する。

光学系310は、撮像デバイス320の画素領域を含む撮像面に入射光を導き、被写体像を結像する。

撮像装置300は、さらに、撮像デバイス320を駆動する駆動回路(DRV)330、および撮像デバイス320の出力信号を処理する信号処理回路(PRC)340を有する。

20

【0135】

駆動回路330は、撮像デバイス320内の回路を駆動するスタートパルスやクロックパルスを含む各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ(図示せず)を有し、所定のタイミング信号で撮像デバイス320を駆動する。

【0136】

また、信号処理回路340は、撮像デバイス320の出力信号に対して所定の信号処理を施す。

信号処理回路340で処理された画像信号は、たとえばメモリなどの記録媒体に記録される。記録媒体に記録された画像情報は、プリンタなどによってハードコピーされる。また、信号処理回路340で処理された画像信号を液晶ディスプレイ等からなるモニターに動画として映し出される。

30

【0137】

上述したように、デジタルスチルカメラ等の撮像装置において、光学系310として、先述した撮像レンズ100、100A、100B、100C、100Dを搭載することで、低消費電力で、高精度なカメラが実現できる。

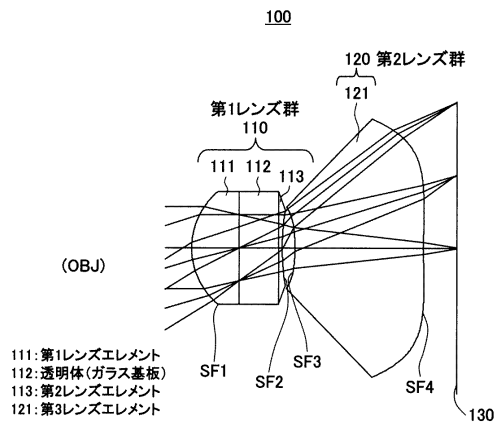
【符号の説明】

【0138】

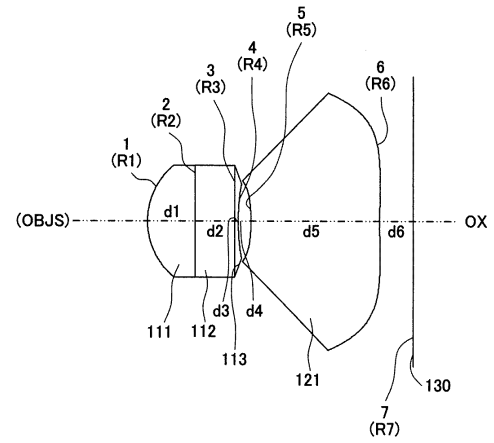
100、100A～100D・・・撮像レンズ、110、110A～110D・・・第1レンズ群、111、111C・・・第1レンズエレメント、112、112C・・・第2レンズエレメント、113、113C・・・透明体（ガラス基板）、114C・・・第3レンズエレメント、121、121C・・・第4レンズエレメント、130・・・像面、200・・・ダブルレットレンズ、300・・・撮像装置、310・・・光学系、320・・・撮像デバイス、330・・・駆動回路(DRV)、340・・・信号処理回路(PRC)。

40

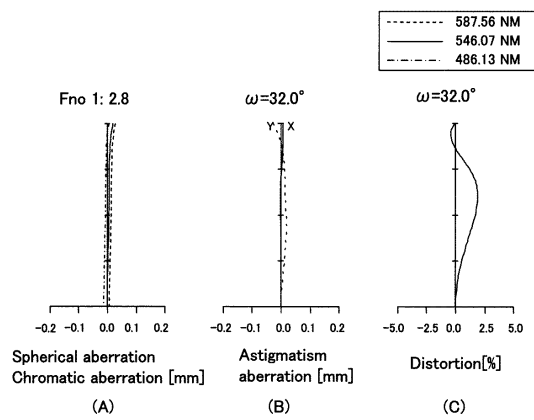
【図 1】



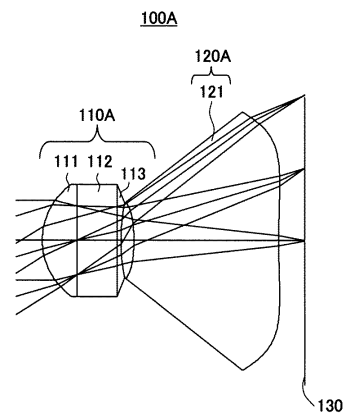
【図 2】



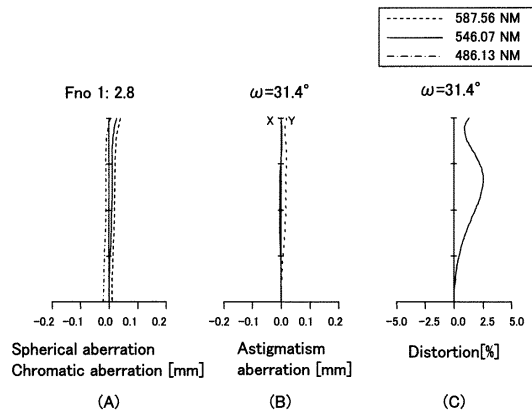
【図 3】



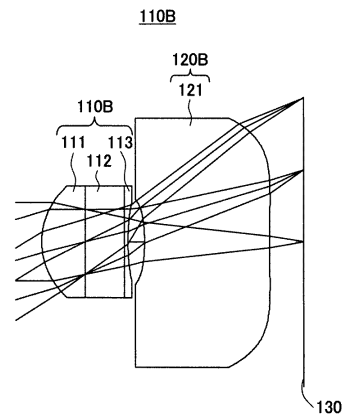
【図 4】



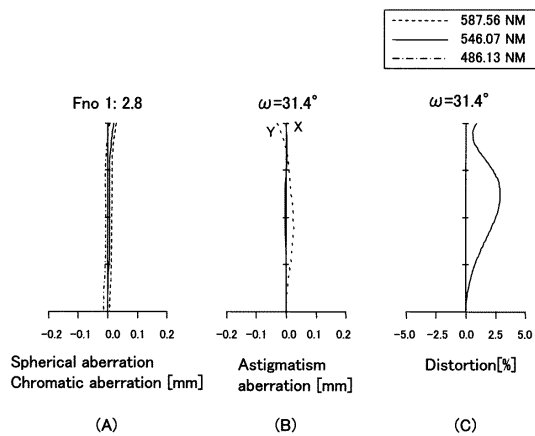
【図 5】



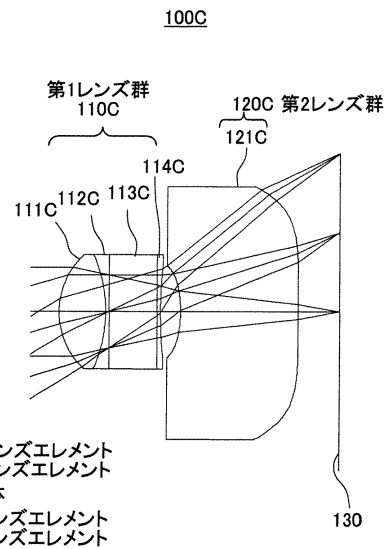
【図 6】



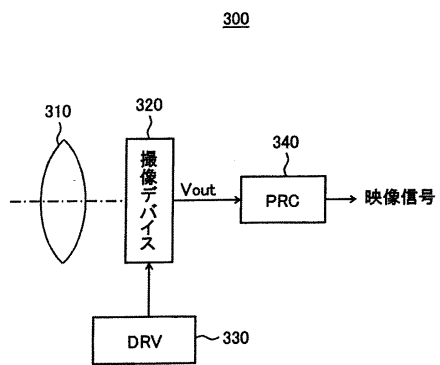
【図 7】



【図 8】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 7/02 Z

(56)参考文献 国際公開第2009/101928 (WO, A1)
特開2009-301046 (JP, A)
国際公開第2008/102773 (WO, A1)
国際公開第2009/004965 (WO, A1)
特開2009-098614 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 2 B 9/00-17/08
G 0 2 B 2 1/02-21/04
G 0 2 B 2 5/00-25/04