

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5967950号
(P5967950)

(45) 発行日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(24) 登録日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(51) Int.Cl.

H04N 5/369 (2011.01)
H01L 27/14 (2006.01)

F 1

H04N 5/335
H01L 27/146 9 O
D

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-15936 (P2012-15936)
 (22) 出願日 平成24年1月27日 (2012.1.27)
 (65) 公開番号 特開2012-235444 (P2012-235444A)
 (43) 公開日 平成24年11月29日 (2012.11.29)
 審査請求日 平成26年12月3日 (2014.12.3)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-94370 (P2011-94370)
 (32) 優先日 平成23年4月20日 (2011.4.20)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像素子及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の方向に第1の分割数に分割され、前記第1の方向と垂直な第2の方向に第2の分割数に分割された光電変換部をそれぞれが有する、複数の第1画素と、前記第1の方向に第3の分割数に分割され、前記第2の方向に第4の分割数に分割された光電変換部をそれぞれが有する、複数の第2画素とをそれぞれが備えた、複数の撮像画素群を含み、

前記第1画素及び前記第2画素を構成する複数の前記光電変換部は、撮像光学系からの光束のうち分割された光束により形成された複数の像を光電変換して位相差の検出に用いられる焦点検出信号を出力する機能を備えており、

前記第1の分割数と前記第3の分割数が互いに素の自然数であり、前記第2の分割数と前記第4の分割数が互いに素の自然数であることを特徴とする撮像素子。 10

【請求項 2】

前記第1から第4の分割数は、2以上の自然数であることを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項 3】

前記第1の分割数と前記第2の分割数は互いに異なると共に、前記第3の分割数と前記第4の分割数は互いに異なり、前記第1の分割数と前記第2の分割数の積と、前記第3の分割数と前記第4の分割数の積とが等しいことを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項 4】

前記第1の分割数と前記第4の分割数とが等しく、前記第2の分割数と前記第3の分割

10

20

数とが等しいことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の撮像素子。

【請求項 5】

前記第 1 の分割数と前記第 2 の分割数の差、及び、前記第 3 の分割数と前記第 4 の分割数の差が 1 であることを特徴とする請求項 1、3、4 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 6】

前記第 1 の分割数と前記第 2 の分割数とが等しく、前記第 3 の分割数と前記第 4 の分割数とが等しいことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像素子。

【請求項 7】

前記複数の第 1 画素と前記複数の第 2 画素は、各々カラーフィルタにより覆われ、同色の前記カラーフィルタにより覆われた前記第 1 画素と前記第 2 画素は、前記第 1 及び第 2 の方向について接しないことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。10

【請求項 8】

前記分割された光電変換部は、隣接する光電変換部のカラーフィルタが異なる色となるように、それぞれがカラーフィルタにより覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像素子と、

前記焦点検出信号を用いた位相差検出方式による焦点調節を行う制御手段と
を備えたことを特徴とする撮像装置。20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像素子及び撮像素子を備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

撮影レンズの焦点状態を検出する方式の一つとして、各画素にマイクロレンズが形成された 2 次元撮像素子を用いて、瞳分割位相差方式の焦点検出を行う撮像装置が提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 では、各画素に、1 つのマイクロレンズと複数に分割された光電変換部とが形成されている 2 次元撮像素子を用いた撮像装置が開示されている。分割された光電変換部は、1 つのマイクロレンズを介して撮影レンズの射出瞳の異なる領域を受光するように構成され、瞳分割を行っている。これらの分割された光電変換部で受光したそれぞれの信号から像ずれ量を求めて、焦点検出を行い、分割された光電変換部で受光した信号を足し合わせることで、撮像信号を取得する。30

【0004】

また、特許文献 1 では、焦点検出に限らず、各画素で左右に分割された光電変換部で受光した視差信号を、右眼用と左眼用に別々に表示することで、立体画像が可能となることが開示されている。40

【0005】

また、特許文献 2 では、光電変換部の分割位置が異なる複数の画素列を備え、マイクロレンズの偏心誤差や、交換レンズの種類や像高による瞳変化に応じて最適な画素列を選択することで、画素出力のアンバランスを軽減させることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】米国特許第 4 4 1 0 8 0 4 号明細書

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 0 1 5 1 6 4 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0007】**

しかしながら、光電変換部を複数に分離するために形成される分割帯では、光の受光感度が低下してしまう。この分割帯は、マイクロレンズを介して、撮影レンズの射出瞳に、射出瞳形状に応じた低感度帯を形成してしまい、撮像画像に不自然なボケを生じてしまうという課題がある。また、特許文献2に開示されている技術では、撮影レンズのFナンバーを絞りこんだ場合に、画素出力が低下することで撮影画像の画質が低下するという問題がある。更に、隣接して並んだ画素全てが同じように分割されているため、複数画素連続して画素出力の低下が生じてしまい、より画質が低下してしまう。焦点検出を行う際には、撮影レンズのFナンバーを明るく設定することで、画素出力の低下を防止することができるが、撮影画像を取得する際には、露出の要であるFナンバーに制限を与えることはできないため、大きな問題となっている。

10

【0008】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、光電変換部の分割に伴い生じる低感度帯の影響を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上記目的を達成するために、本発明の撮像素子は、第1の方向に第1の分割数に分割され、前記第1の方向と垂直な第2の方向に第2の分割数に分割された光電変換部をそれぞれが有する、複数の第1画素と、前記第1の方向に第3の分割数に分割され、前記第2の方向に第4の分割数に分割された光電変換部をそれぞれが有する、複数の第2画素とをそれぞれが備えた、複数の撮像画素群を含み、前記第1画素及び前記第2画素を構成する複数の前記光電変換部は、撮像光学系からの光束のうち分割された光束により形成された複数の像を光電変換して位相差の検出に用いられる焦点検出信号を出力する機能を備えており、前記第1の分割数と前記第3の分割数が互いに素の自然数であり、前記第2の分割数と前記第4の分割数が互いに素の自然数であることを特徴とする。

20

【発明の効果】**【0010】**

本発明により、光電変換部の分割に伴い生じる低感度帯の影響を抑制することができる。

30

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1】本発明の実施形態に係るカメラの概略構成を示す図。

【図2】第1の実施形態における画素配列の概略図。

【図3】第1の実施形態における第1画素の概略平面図と概略断面図。

【図4】第1の実施形態における第2画素の概略平面図と概略断面図。

【図5】第1の実施形態における瞳分割の概略説明図。

【図6】第2の実施形態における画素配列の概略図。

【図7】第3の実施形態における画素配列の概略図。

【図8】第4の実施形態における画素配列の概略図。

40

【図9】画素部における光電変換素子の分割位置を示す図。

【図10】第5の実施形態における画素配列の概略図。

【発明を実施するための形態】**【0012】**

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。ただし、本形態において例示される構成部品の寸法、形状、それらの相対配置などは、本発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、本発明がそれらの例示に限定されるものではない。

【0013】

図1は本発明における撮像素子を有する撮像装置であるカメラの概略構成を示したもの

50

である。同図において、101は撮影光学系（結像光学系）の先端に配置された第1レンズ群で、光軸方向に進退可能に保持される。102は絞り兼用シャッタで、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行うほか、静止画撮影時には露光秒時調節用シャッタとしての機能も備える。103は第2レンズ群である。そして絞り兼用シャッタ102及び第2レンズ群103は一体となって光軸方向に進退し、第1レンズ群101の進退動作との連動により、変倍機能（ズーム機能）を実現することができる。

【0014】

105は第3レンズ群で、光軸方向の進退により、焦点調節を行う。106は光学的オーパスフィルタで、撮影画像の偽色やモアレを軽減するための光学素子である。107は2次元CMOSセンサとその周辺回路で構成された撮像素子である。撮像素子107を構成する各画素は複数の光電変換部に分割されており、分割された光電変換部の出力信号を独立に読みだすことで、視差画像を得たり、特許文献1にあるように撮影光学系の焦点調節を行うことができる。複数の光電変換部は、撮像光学系からの光束のうち分割された光束により形成された複数の像を光電変換して位相差の検出に用いられる焦点検出信号を出力する機能を備えている。一方、撮影画像を得る場合には、分割された光電変換部の出力信号を加算して1画素の出力信号とすることができる。このように本発明の撮像素子107は、撮影画像を形成するだけではなく、視差画像や位相差検出方式による焦点検出を行う機能も兼ね備えている。

【0015】

111はズームアクチュエータで、不図示のカム筒を回動することで、第1レンズ群101ないし第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動し、変倍操作を行う。112は絞りシャッタアクチュエータで、絞り兼用シャッタ102の開口径を制御して撮影光量を調節すると共に、静止画撮影時の露光時間制御を行う。114はフォーカスアクチュエータで、第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。

【0016】

115は撮影時の被写体照明用電子フラッシュで、キセノン管を用いた閃光照明装置が好適だが、連続発光するLEDを備えた照明装置を用いても良い。116はAF補助光発光部で、所定の開口パターンを有したマスクの像を、投光レンズを介して被写界に投影し、暗い被写体あるいは低コントラスト被写体に対する焦点検出能力を向上させる。

【0017】

121は、カメラ本体の種々の制御を司るカメラ内CPUで、演算部、ROM、RAM、A/Dコンバータ、D/Aコンバータ、通信インターフェイス回路等を有する。CPU121は、ROMに記憶された所定のプログラムに基づいて、カメラが有する各種回路を駆動し、AF、撮影、画像処理と記録等の一連の動作を実行する。

【0018】

122は電子フラッシュ制御回路で、撮影動作に同期して電子フラッシュ115を点灯制御する。123は補助光駆動回路で、焦点検出動作に同期してAF補助光発光部116を点灯制御する。124は撮像素子駆動回路で、撮像素子107の撮像動作を制御するとともに、取得した画像信号をA/D変換してCPU121に送信する。125は画像処理回路で、撮像素子107が取得した画像の変換、カラー補間、JPEG圧縮等の処理を行う。

【0019】

126はフォーカス駆動回路で、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ114を駆動制御し、第3レンズ群105を光軸方向に進退駆動して焦点調節を行う。128は絞りシャッタ駆動回路で、絞りシャッタアクチュエータ112を駆動制御して絞り兼用シャッタ102の開口を制御する。129はズーム駆動回路で、撮影者のズーム操作に応じてズームアクチュエータ111を駆動する。

【0020】

131はLCD等の表示器で、カメラの撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、焦点検出時の合焦状態表示画像等を表示する。132は操作

10

20

30

40

50

スイッチ群で、電源スイッチ、レリーズ(撮影トリガ)スイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ等で構成される。133は着脱可能なフラッシュメモリで、撮影済み画像を記録する。

【0021】

<第1の実施形態>

図2は、本第1の実施形態における図1に示す撮像素子107の画素配列を、4列×4行分の画素の範囲で示したものである。図2に示す4列×4行の画素配列を面上に多数配置し、高解像度画像の取得を可能としている。本第1の実施形態においては、画素ピッチが4μm、有効画素数が、横4000列、縦2667行の約1067万画素、撮像画面サイズが横36mm×縦24mmであるものとする。

10

【0022】

第1の実施形態において、図2に示す画素配列のうち、左上2行×2列分を第1撮像画素群210とする。第1撮像画素群210は、対角2画素にG(緑)の分光感度を有する第1画素210Gを配置し、他の2画素にR(赤)の分光感度を有する第1画素210RとB(青)の分光感度を有する第1画素210Bとが配置されている。また、図2に示す画素配列のうち、左下2行×2列分を第2撮像画素群220とする。第2撮像画素群220は、対角2画素にGの分光感度を有する第2画素220Gを配置し、他の2画素にRの分光感度を有する第2画素220RとBの分光感度を有する第2画素220Bとが配置されている。以下、第1撮像画素群210に含まれる1つの画素を「第1画素210RGB」、第2撮像画素群220に含まれる1つの画素を「第2画素220RGB」と記す。

20

【0023】

図2に示す第1撮像画素群210のうちの1つの第1画素210RGBを、撮像素子107の受光面側(+z側)から見た平面図を図3(a)に示し、図3(a)のa-a断面を-y側から見た断面図を図3(b)に示す。また、図2に示した撮像素子の1つの第2画素220RGBを、撮像素子107の受光面側(+z側)から見た平面図を図4(a)に示し、図4(a)のb-b断面を-y側から見た断面図を図4(b)に示す。

20

【0024】

図3に示すように、本第1の実施形態の第1画素210RGBでは、受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズ305が形成される。そして、分離帯SPにより、x方向(第1の方向)にM1分割(本第1の実施形態では2分割)、y方向(第2の方向)にN1分割(本第1の実施形態では3分割)された光電変換部PDが形成される。ここで、M1(第1の分割数)とN1(第2の分割数)は自然数である。また、図4に示すように、本第1の実施形態の第2画素220RGBでは、受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズ305が形成される。そして、分離帯(不感帯)SPにより、x方向にM2分割(本第1の実施形態では3分割)、y方向にN2分割(本第1の実施形態では2分割)された光電変換部PDが形成される。ここで、M2(第3の分割数)とN2(第4の分割数)は自然数である。本第1の実施形態では、M1×N1分割された光電変換部を持つ第1画素と、M2×N2分割された光電変換部を持つ第2画素が、M1とM2が互いに素であり、N1とN2が互いに素となるように形成される。

30

【0025】

なお、光電変換部PDは、p型層とn型層の間にイントリンシック層を挟んだpin構造フォトダイオードとしても良いし、必要に応じて、イントリンシック層を省略し、pn接合フォトダイオードとしても良い。

40

【0026】

また、第1画素210RGBと第2画素220RGBでは、マイクロレンズ305と光電変換部PDとの間にカラーフィルター306が形成される。なお、必要に応じて、カラーフィルターを省略しても良い。

【0027】

図3及び図4に示す第1画素210RGB及び第2画素220RGBに入射した光は、マイクロレンズ305により集光され、カラーフィルター306で分光されたのち、光電

50

変換部 P D で受光される。光電変換部 P D では、受光量に応じて電子とホールが対生成し、空乏層で分離された後、負電荷の電子は n 型層（不図示）に蓄積され、ホールは定電圧源（不図示）に接続された p 型層を通じて撮像素子 107 外部へ排出される。

【 0028 】

同様に、光電変換部 P D を複数に分離するための分離帯（不感帯）S P でも、受光量に応じて電子とホールが対生成する。しかし、電荷の拡散長と比較して分離帯 S P の幅が広い場合、対生成された電子とホールの一部は、隣接する光電変換部 P D の空乏層まで到達して分離される前に、再結合し光を再放出してしまう。そのため、分割帯 S P では光電変換部 P D に対して光の受光感度が低下する。

【 0029 】

図 5 は、画素の分割された光電変換部 P D と瞳分割との対応関係を示した概略説明図である。図 5 (a) は、図 3 (a) に示した第 1 画素 210RGB の a - a 断面を + y 側から見た断面図と結像光学系の射出瞳面と示す図である。また、図 5 (b) は、図 4 (a) に示した第 2 画素 220RGB の b - b 断面を + y 側から見た断面図と結像光学系の射出瞳面と示す図である。なお、図 5 では、射出瞳面の座標軸と対応を取るため、断面図の x 軸と y 軸を図 3 、図 4 に対して反転させている。

【 0030 】

図 5 (a) の 511 は第 1 画素 210RGB の $M1 \times N1$ 分割（ 2×3 分割）された光電変換部 P D の瞳強度分布であり、光電変換部 P D の受光面とマイクロレンズとによって概ね共役関係になっており、第 1 画素 210RGB で受光可能な瞳領域を表している。また、図 5 (b) の 521 は第 2 画素 220RGB の $M2 \times N2$ 分割（ 3×2 分割）された光電変換部 P D の瞳強度分布であり、光電変換部 P D の受光面とマイクロレンズとによって概ね共役関係になっており、第 2 画素 220RGB で受光可能な瞳領域を表している。また、結像光学系の射出瞳 400 、 500 は分割された光電変換部 P D を全て合わせた際の画素全体の瞳強度分布である。被写体からの光束は、結像光学系の射出瞳 400 または 500 を通過してそれぞれの画素に入射する。

【 0031 】

瞳距離が数 10 mm であるのに対し、マイクロレンズ 305 の直径は数 μm である。そのため、マイクロレンズ 305 の絞り値が数万となり、数 10 mm レベルの回折ボケが生じる。よって、光電変換部 P D の受光面の像は、明瞭な領域とならずに、受光率分布となる。

【 0032 】

更に、光電変換部 P D を複数に分離するために形成される分割帯 S P では、光の受光感度が低下してしまう。この分割帯 S P は、マイクロレンズ 305 を介して、結像光学系の射出瞳に、射出瞳形状に応じた低感度帯を生じさせる。第 1 画素 210RGB の瞳強度分布 511 の破線で示された領域間と、第 2 画素 220RGB の瞳強度分布 521 の破線で示された領域間に、それぞれ、低感度帯が形成される。瞳強度分布に低感度帯が形成されると、撮像画像に不自然なボケを生じてしまう。

【 0033 】

本第 1 の実施形態では、 $M1 \times N1$ 分割（ 2×3 分割）された光電変換部 P D を持つ第 1 画素 210RGB と、 $M2 \times N2$ 分割（ 3×2 分割）された光電変換部 P D を持つ第 2 画素 220RGB が次のように構成される。即ち、M1 と M2 が互いに素であり、N1 と N2 が互いに素となるように構成される。これにより、第 1 画素 210RGB の瞳強度分布に形成される低感度帯の領域と、第 2 画素 220RGB の瞳強度分布に形成される低感度帯の領域を異ならせ、低感度帯の影響を平均化して抑制することが可能となる。

【 0034 】

本発明の撮像素子 107 が搭載された撮像装置（カメラ）が横位置の場合は、分割された光電変換部 P D の信号を y 方向（垂直方向）にだけ加算することで、x 方向（水平方向）の視差画像を取得することができる。同様に、撮像装置（カメラ）が縦位置の場合は、分割された光電変換部 P D の信号を x 方向（水平方向）にだけ加算することで、y 方向（

垂直方向)の視差画像を取得することができる。このようにカメラの横位置、縦位置のいずれにも対応するために、M1、N1、M2、N2はそれぞれが2以上であることが望ましい。

【0035】

また、第1画素210RGBの光電変換部PDの個数M1×N1と第2画素220RGBの光電変換部PDの個数M2×N2が等しいことが望ましい。このようにすることで、第1画素210RGBと第2画素220RGBの制御に必要な配線数を同一にして配線を単純化し、製造しやすくすることができる。更に、第1画素210RGBと第2画素220RGBの受光面積を同一にすることができる。

【0036】

また、分割された光電変換部の受光面積を正方形に近づけるために、M1とN1の差が1であり、M2とN2の差が1であることが望ましい。

【0037】

また、図2に示すように、低感度帯の影響をより平均化するために、同色のカラーフィルターを有する第1画素と第2画素は隣接しないことが望ましい。

【0038】

以上の構成により、光電変換部の分割に伴い生じる低感度帯の影響を抑制することが可能となり、画素内の分割帯による画質低下の影響を受けにくく、安定した撮影画像が取得可能な撮像装置を実現することができる。

【0039】

<第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図6は、本第2の実施形態における図1に示す撮像素子107の画素配列を、4列×4行分の画素の範囲で示したものである。図6に示す4列×4行画素を面上に多数配置し、高解像度画像の取得を可能としている。

【0040】

本第2の実施形態において、図6に示す画素配列のうち、左上2行×2列分を第1撮像画素群230とする。第1撮像画素群は、対角2画素にG(緑)の分光感度を有する第1画素230Gを配置し、他の2画素にR(赤)の分光感度を有する第1画素230RとB(青)の分光感度を有する第1画素230Bとが配置されている。また、図6に示す画素配列のうち、左下2行×2列分を第2撮像画素群240とする。第2撮像画素群240は、対角2画素にGの分光感度を有する第2画素240Gを配置し、他の2画素にRの分光感度を有する第2画素240RとBの分光感度を有する第2画素240Bとが配置されている。以下、第1撮像画素群230に含まれる1つの画素を「第1画素230RGB」、第2撮像画素群240に含まれる1つの画素を「第2画素240RGB」と記す。

【0041】

本第2の実施形態の第1画素230RGBでは、各画素の受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズが形成される。そして、分離帯により、x方向にM1分割(本第2の実施形態では2分割)、y方向にN1分割(本第2の実施形態では2分割)された光電変換部PDが形成される。一方、本第2の実施形態の第2画素240RGBでは、受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズが形成される。そして、分離帯により、x方向にM2分割(本第2の実施形態では3分割)、y方向にN2分割(本第2の実施形態では3分割)された光電変換部PDが形成される。これら以外は、上述した第1の実施形態と同様である。

【0042】

以上の構成により、上述した第1の実施形態と同様に、光電変換部の分割に伴い生じる低感度帯の影響を抑制することが可能となる。

【0043】

<第3の実施形態>

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図7は、本第3の実施形態における

10

20

30

40

50

図1に示す撮像素子107の画素配列を 2×2 行分の画素の範囲で示したものであり、左上及び右下の画素を第1画素、右上及び左下の画素を第2画素と呼ぶ。 2×2 行分の4つの画素で1つの撮像画素群を構成している。

【0044】

本第3の実施形態の第1画素では、各画素の受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズが形成され、 x 方向に6分割($M1 = 6$)、 y 方向に5分割($N1 = 5$)された光電変換部PDが形成される。分割されたそれぞれの光電変換部PDに対応して、隣接した色が異なるように、RGBのいずれかのカラーフィルタが形成される。一方、本第3の実施形態の第2画素では、各画素の受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズが形成され、 x 方向に5分割($M2 = 5$)、 y 方向に6分割($N2 = 6$)された光電変換部PDが形成される。分割されたそれぞれの光電変換部PDに対応して、隣接した色が異なるように、RGBのいずれかのカラーフィルターが形成されている。これら以外は、上述した第1の実施形態と同様である。

【0045】

以上の構成により、上述した第1の実施形態と同様に、光電変換部の分割に伴い生じる低感度帯の影響を抑制することが可能となる。

【0046】

<第4の実施形態>

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。本第4の実施形態では、撮像素子107として、横方向にM画素、縦方向にN画素の受光ピクセルが正方配置され、ベイヤー配列の原色カラーモザイクフィルタがオンチップで形成された、2次元単板カラーセンサが用いられる。

【0047】

図8は本第4の実施形態における図1に示す撮像素子107の画素配列を 8×8 行分の画素の範囲で示したものであり、撮影光学系側から観察した状態を示している。カラーフィルタは周知のベイヤー配列が適用され、奇数行の画素には、左から順にG(緑)とR(赤)のカラーフィルタが交互に設けられる。また、偶数行の画素には、左から順にB(青)とGのカラーフィルタが交互に設けられる。11i～15iの円はオンチップマイクロレンズを表わし、オンチップマイクロレンズ11i～15iの内側に配置された複数の矩形11a～11d、12a～12d、13a～13d、14a～14d、15a～15dは光電変換部である。

【0048】

本第4の実施形態では、すべての画素の光電変換部は4分割されている。そして分割された各々の光電変換部の出力信号は独立して読み出すことができる構成となっている。ただし、その分割パターンは全画素一様ではなく、分割パターンが異なる5種類の撮像画素群から構成される。以下にこれら撮像画素群の特徴を説明する。

【0049】

第1の画素11は、画素部の中心から-X方向と+Y方向にずれた位置で交差する分割帯によりX方向及びY方向にそれぞれ2分割された、合計4個の光電変換部11a～11dを有する。縦横2分割された光電変換部11a～11dは、オンチップマイクロレンズ11iにより撮影光学系の射出瞳に投影されるように構成されており、光電変換部11a～11dには、撮影光学系の射出瞳の異なる領域を透過した被写体光束が到達する。

【0050】

第2の画素12は、画素部の中心から+X方向と+Y方向にずれた位置で交差する分割帯によりX方向及びY方向にそれぞれ2分割された、合計4個の光電変換部12a～12dを有する。縦横2分割された光電変換部12a～12dは、オンチップマイクロレンズ12iにより撮影光学系の射出瞳に投影されるように構成されており、光電変換部12a～12dには、撮影光学系の射出瞳の異なる領域を透過した被写体光束が到達する。

【0051】

第3の画素13は、画素部の中心から-X方向と-Y方向にずれた位置で交差する分割

10

20

30

40

50

帯により X 方向及び Y 方向にそれぞれ 2 分割された、合計 4 個の光電変換部 13 a ~ 13 d を有する。縦横 2 分割された光電変換部 13 a ~ 13 d は、オンチップマイクロレンズ 13 i により撮影光学系の射出瞳に投影されるように構成されており、光電変換部 13 a ~ 13 d には、撮影光学系の射出瞳の異なる領域を透過した被写体光束が到達する。

【 0 0 5 2 】

第 4 の画素 14 は、画素部の中心から + X 方向と - Y 方向にずれた位置で交差する分割帯により X 方向及び Y 方向にそれぞれ 2 分割された、合計 4 個の光電変換部 14 a ~ 14 d を有する。縦横 2 分割された光電変換部 14 a ~ 14 d は、オンチップマイクロレンズ 14 i により撮影光学系の射出瞳に投影されるように構成されており、光電変換部 14 a ~ 14 d には、撮影光学系の射出瞳の異なる領域を透過した被写体光束が到達する。 10

【 0 0 5 3 】

第 5 の画素 15 は、画素部の中心で交差する分割帯により X 方向及び Y 方向にそれぞれ 2 分割された、合計 4 個の光電変換部 15 a ~ 15 d を有する。4 分割された光電変換部 15 a ~ 15 d は、オンチップマイクロレンズ 15 i により撮影光学系の射出瞳に投影されるように構成されており、光電変換部 15 a ~ 15 d には、撮影光学系の射出瞳の異なる領域を透過した被写体光束が到達する。

【 0 0 5 4 】

光電変換部 11 a ~ 11 d、12 a ~ 12 d、13 a ~ 13 d、14 a ~ 14 d、15 a ~ 15 d から得られる出力信号を別々に読み出せば、視差画像を取得したり、焦点検出を行うことができる。一方、光電変換部 11 a ~ 11 d、12 a ~ 12 d、13 a ~ 13 d、14 a ~ 14 d、15 a ~ 15 d から得られる出力を合成して読み出すことで、撮影光学系の射出瞳全域を透過した画素出力を取得することができ、通常の撮影画像を形成することができる。 20

【 0 0 5 5 】

図 9 は、図 8 に示す第 1 ~ 第 5 の画素の構成をそれぞれ説明する断面図であり、+ X 方向と - Y 方向から見た断面をそれぞれ示している。

【 0 0 5 6 】

図 9 (a) は、第 5 の画素 15 の中央断面図であり、15 e ~ 15 g はアルミ配線層、15 h はカラーフィルタ層、15 i はオンチップマイクロレンズ、15 a ~ 15 d は光電変換部である。 30

【 0 0 5 7 】

図 9 (b) は、第 1 の画素 11 の中央断面図であり、11 e ~ 11 g はアルミ配線層、11 h はカラーフィルタ層、11 i はオンチップマイクロレンズ、11 a ~ 11 d は光電変換部である。

【 0 0 5 8 】

図 9 (c) は、第 2 の画素 12 の中央断面図であり、12 e ~ 12 g はアルミ配線層、12 h はカラーフィルタ層、12 i はオンチップマイクロレンズ、12 a ~ 12 d は光電変換部である。

【 0 0 5 9 】

図 9 (d) は、第 3 の画素 13 の中央断面図であり、13 e ~ 13 g はアルミ配線層、13 h はカラーフィルタ層、13 i はオンチップマイクロレンズ、13 a ~ 13 d は光電変換部である。 40

【 0 0 6 0 】

図 9 (e) は、第 4 の画素 14 の中央断面図であり、14 e ~ 14 g はアルミ配線層、14 h はカラーフィルタ層、14 i はオンチップマイクロレンズ、14 a ~ 14 d は光電変換部である。

【 0 0 6 1 】

上述したように、光電変換部を分離する分離帯では受光感度が低下する。被写体光束がこの分離帯近傍に到達すると、得られる出力信号が低下してしまう。この分離帯の影響は、被写体光束が分離帯の位置に近づくほど大きく、さらに F ナンバーの暗い光束ほど大き 50

くなる。

【0062】

例えば、特許文献2で開示されている画素配列では、隣接画素同士の光電変換部の分割パターンが同じであるため、この影響が同じように発生してしまう。すると、或る画素部で分割位置の影響が非常に大きく、良好な出力が得られない場合、隣接する画素全ても同様に良好な出力が得られることになってしまう。

【0063】

これに対し、本第4の実施形態では、上述したように隣接画素部同士の光電変換部の分割パターンを異ならせるように構成している。さらに同色カラーフィルタを有する隣接画素間でも光電変換部の分割パターンを異ならせるように構成している。このようにすることで、撮影光学系の絞り兼用シャッタ102を絞り込んだ際にも画素出力が低下する画素が離散的に生じることとなる。そのため、通常の不良画素と同じ考え方で補正を行えば、画質の低下を防ぐことができる。なお、補正方法としては、周知のように隣接画素から補間、画素出力への係数掛けなどが考えられる。

10

【0064】

なお、上記説明では5種類の分割パターンを用いる例を説明したが、より多数の種類の分割パターンにより光電変換部を分割するようにしても良い。

【0065】

<第5の実施形態>

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図10は、本第5の実施形態における図1に示す撮像素子107の画素配列を4行×6列分の画素の範囲で示したものであり、撮影光学系側から観察した状態を示している。カラーフィルタは周知のベイヤー配列が適用され、奇数行の画素には、左から順にR(赤)とG(緑)のカラーフィルタが交互に設けられる。また、偶数行の画素には、左から順にGとB(青)のカラーフィルタが交互に設けられる。各画素の円は、マイクロレンズを表し、R画素のR1a～R3a、R1b～R3b、G画素のG1a～G3a、G1b～G3b、B画素のB1a～B3a、B1b～B3bは光電変換部を表す。

20

【0066】

本第5の実施形態では、すべての画素の光電変換部は水平方向に2分割されている。そして分割された各々の光電変換部の出力信号は独立して読み出すことができる構成となっている。ただし、その分割パターンは全画素一様ではなく、分割パターンが異なる3種類の撮像画素群(第1撮像画素群、第2撮像画素群、第3撮像画素群)から構成される。

30

【0067】

第1画素の光電変換部R1a(G1a、B1a)と光電変換部R1b(G1b、B1b)は、画素の中心から-x方向に偏心した位置で分離帯により水平方向に分離されている。

【0068】

第2画素の光電変換部R2a(G2a、B2a)と光電変換部R2b(G2b、B2b)は、画素の中心位置で分離帯により水平方向に分離されている。

40

【0069】

第3画素の光電変換部R3a(G3a、B3a)と光電変換部R3b(G3b、B3b)は、画素の中心から+x方向に偏心した位置で分離帯により水平方向に分離されている。

【0070】

光電変換部G1a～G3a、G1b～G3b、R1a～R3a、R1b～R3b、B1a～B3a、B1b～B3bから得られる出力信号をそれぞれ別々に読み出せば、視差画像を取得したり、焦点検出を行うことができる。一方、光電変換部G1a(R1a、B1a)と光電変換部G1b(R1b、B1b)から得られる出力を合成して読み出すことで、通常の撮影画像を形成することができる。また、光電変換部G2a(R2a、B2a)と光電変換部G2b(R2b、B2b)から得られる出力を合成して読み出すことで

50

、通常の撮影画像を形成することが可能となる。同様に、光電変換部 G 3 a (R 3 a、B 3 a) と光電変換部 G 3 b (R 3 b、B 3 b) から得られる出力を合成して読み出すことで、通常の撮影画像を形成することが可能となる。

【 0 0 7 1 】

例えば、特許文献 2 で開示されている画素配列では、隣接画素同士の光電変換部の分割パターンが同じであるため、この影響が同じように発生してしまう。すると、或る画素部で分割位置の影響が非常に大きく、良好な出力が得られない場合、隣接する画素全ても同様に良好な出力が得られないことになってしまう。

【 0 0 7 2 】

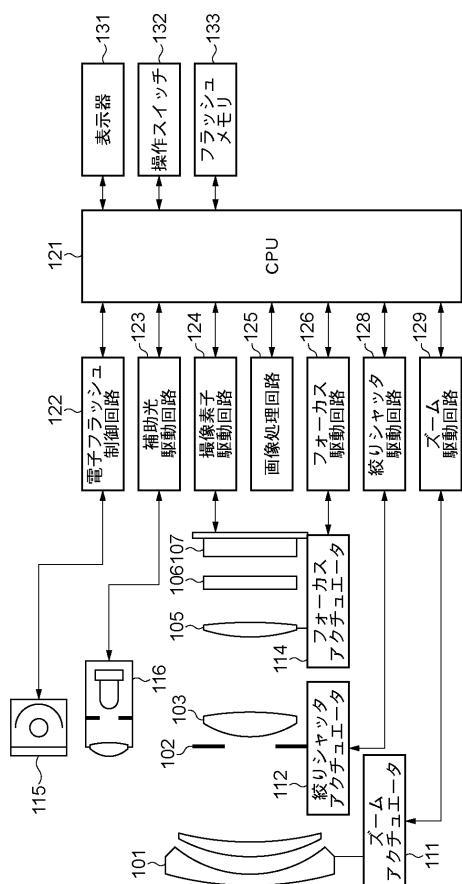
これに対し、本第 5 の実施形態では、上述したように隣接画素部同士の光電変換部の分割パターンを異ならせるように構成している。さらに同色カラーフィルタを有する隣接画素間でも光電変換部の分割パターンを異ならせるように構成している。このようにすることで、撮影光学系の絞り兼用シャッタ 102 を絞り込んだ際にも画素出力が低下する画素が離散的に生じることとなる。そのため、通常の不良画素と同じ考え方で補正を行えば、画質の低下を防ぐことができる。なお、補正方法としては、周知のように隣接画素から補間、画素出力への係数掛けなどが考えられる。

【 0 0 7 3 】

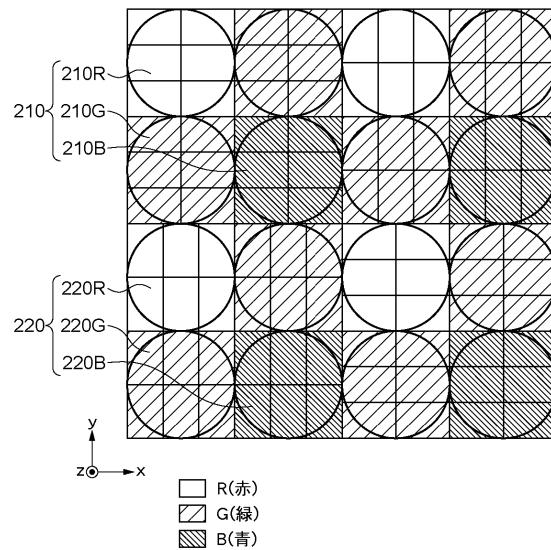
なお、上記説明では 3 種類の分割パターンを用いる例を説明したが、より多数の種類の分割パターンにより光電変換部を分割するようにしても良い。

10

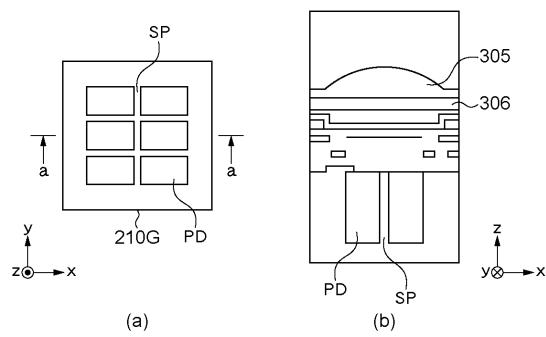
【 図 1 】



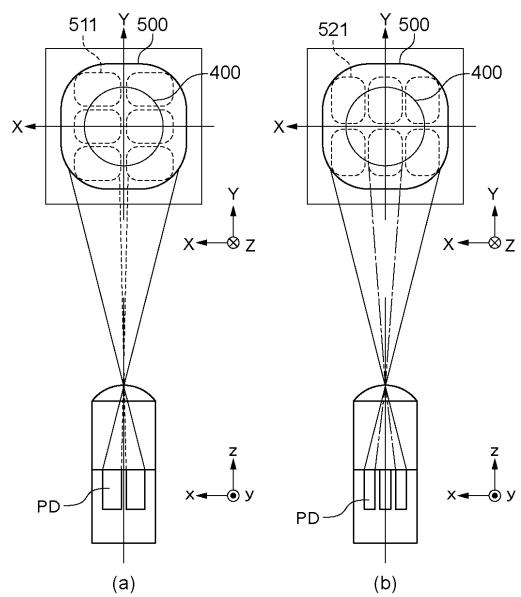
【 図 2 】



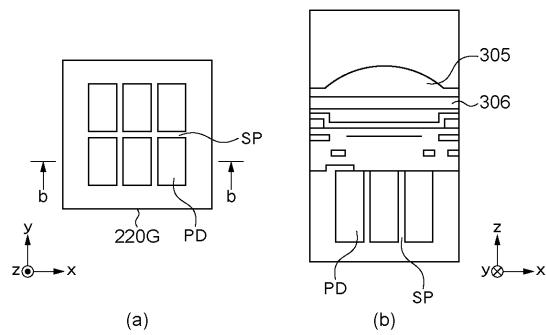
【図3】



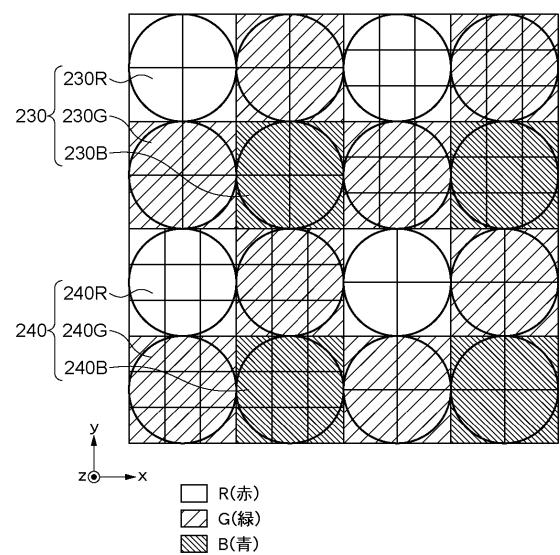
【図5】



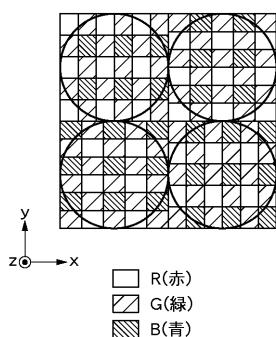
【図4】



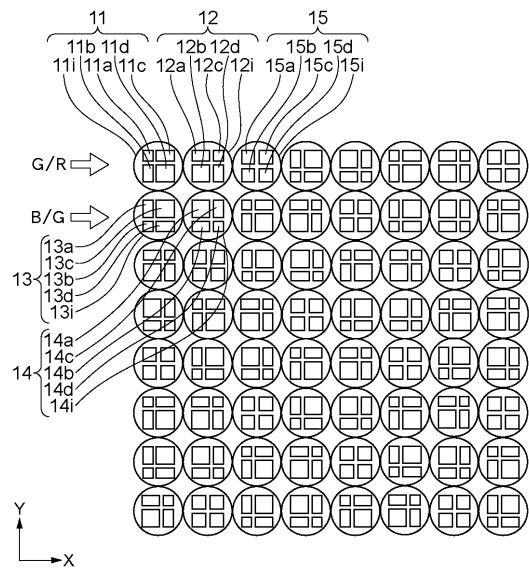
【図6】



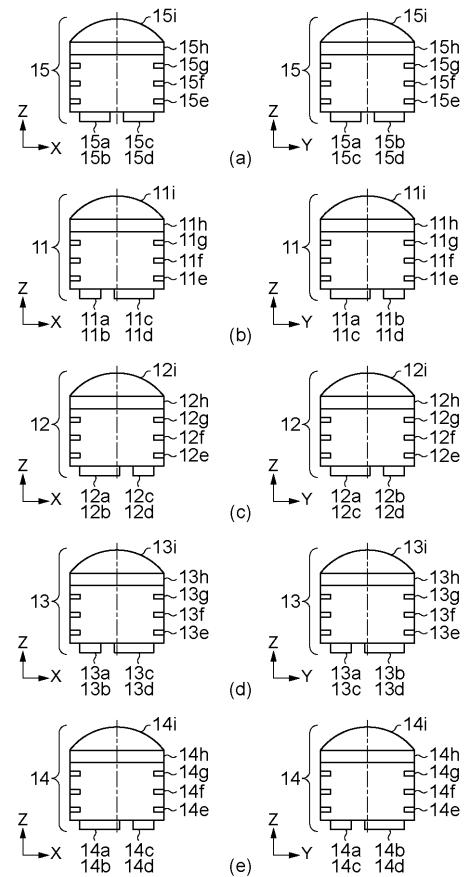
【図7】



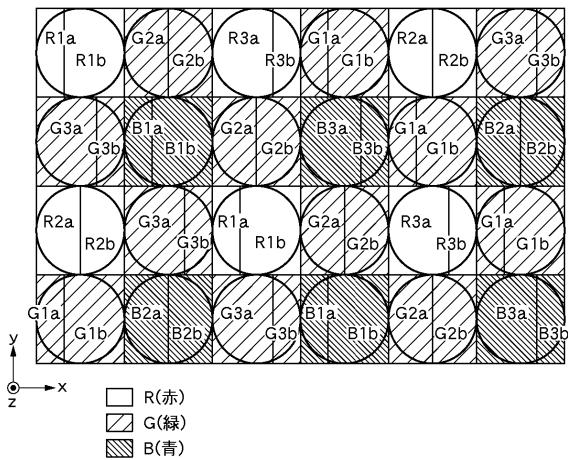
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 福田 浩一
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

(72)発明者 山崎 亮
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

(72)発明者 追川 真
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

(72)発明者 大貫 一朗
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

(72)発明者 山本 英明
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

(72)発明者 西尾 彰宏
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

審査官 松永 隆志

(56)参考文献 特開2002-314062(JP,A)
特開2010-239337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/369
H01L 27/14