

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6748529号
(P6748529)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月12日 (2020.8.12)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/369	
GO 3 B 13/36 (2006.01)	GO 3 B 13/36	
GO 2 B 7/34 (2006.01)	GO 2 B 7/34	
GO 2 B 7/28 (2006.01)	GO 2 B 7/28	N

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-177864 (P2016-177864)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年9月12日 (2016.9.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-46336 (P2018-46336A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年3月22日 (2018.3.22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	令和1年9月11日 (2019.9.11)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(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】

複数の画素から成り、第1の画素群と第2の画素群とを含む画素部を有し、
前記第1の画素群と前記第2の画素群に含まれる各画素が、
複数の光電変換部と、
前記複数の光電変換部それぞれに対応し、各光電変換部における同じ一部の領域を覆う転送ゲート電極を有する複数の転送ゲートと、を含み、
前記第1の画素群と前記第2の画素群は、像高に関わらず、互いに異なる所定の瞳距離における瞳領域を略均等に分割するよう、前記複数の光電変換部の分割境界が前記複数の光電変換部の分割方向の像高に応じて変化することを特徴とする撮像素子。

【請求項 2】

複数の画素から成り、第1の画素群と第2の画素群とを含む画素部を有し、
前記第1の画素群と前記第2の画素群に含まれる各画素が、
複数の光電変換部と、
前記複数の光電変換部それぞれに対応し、各光電変換部における同じ大きさの一部の領域を覆う転送ゲート電極を有する複数の転送ゲートと、を含み、
前記画素部は、前記転送ゲートを介して前記光電変換部から転送された電荷を保持する複数の保持部を有し、
前記複数の保持部それぞれは、前記転送ゲートを挟んで対向する複数の画素の光電変換部から転送された電荷を保持し、

前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群は、像高に関わらず、互いに異なる所定の瞳距離における瞳領域を略均等に分割するよう、前記複数の光電変換部の分割境界が前記複数の光電変換部の分割方向の像高に応じて変化することを特徴とする撮像素子。

【請求項 3】

前記対向する 1 対の転送ゲートを介して、各画素からそれぞれ 1 つの光電変換部の電荷を前記保持部に転送して加算することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像素子。

【請求項 4】

前記画素部は、前記複数の画素にそれぞれ配設された複数のマイクロレンズを更に含み、

前記複数のマイクロレンズは、前記画素部の像高中心から予め決められたシュリンク率をもって配置され、

前記複数の光電変換部の分割境界が各画素の中心を通る画素において、前記複数の光電変換部の分割方向の像高に関わらず瞳領域を略均等に分割する瞳距離を基準瞳距離とした場合に、前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群の瞳距離は、前記基準瞳距離と異なることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 5】

前記第 1 の画素群の瞳距離は、前記基準瞳距離よりも短く、前記第 2 の画素群の瞳距離は、前記基準瞳距離よりも長いことを特徴とする請求項 4 に記載の撮像素子。

【請求項 6】

前記第 1 の画素群の前記分割境界と、前記第 2 の画素群の前記分割境界は、各像高において、各画素の中心から互いに反対方向にオフセットしていることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

【請求項 7】

前記基準瞳距離を D_{s0} 、前記第 1 の画素群の瞳距離を D_{s1} 、前記第 2 の画素群の瞳距離を D_{s2} とした場合に、

$$(1/D_{s1} + 1/D_{s2}) / 2 = 1/D_{s0}$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 8】

前記第 1 の画素群及び前記第 2 の画素群における前記複数の光電変換部の分割境界は、前記画素部における像高が高くなるにつれて、各画素の中心から離れていくことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 9】

前記画素部の中央像高において、前記第 1 の画素群における前記複数の光電変換部の分割境界と、前記第 2 の画素群における前記複数の光電変換部の分割境界は一致することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 10】

複数の画素から成り、第 1 の画素群と第 2 の画素群とを含む画素部を有し、

前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群に含まれる各画素が、

受光面が所定の分割境界によって所定の分割方向に分割された複数の光電変換部と、

前記複数の光電変換部それぞれに対応し、各光電変換部における同じ一部の領域を覆う転送ゲート電極を有する複数の転送ゲートと、を含み、

前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群に含まれる分割境界は、前記受光面において前記分割方向に対して像高に応じて逆方向に変化することを特徴とする撮像素子。

【請求項 11】

前記分割方向と直交する方向に隣接する前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群に含まれる転送ゲートのそれぞれは、電荷を保持するための同一の保持部に接続されることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像素子。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の撮像素子と、

前記撮像素子に被写体からの光を集光するためのレンズと

10

20

30

40

50

を備えることを特徴とする撮像素子。

【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に関し、特に焦点検出機能を有する画素を含む撮像素子及び撮像素子に関する。

【背景技術】

【0002】

動画や静止画が記録可能な電子カメラにおいて、画像記録用の撮像素子を用いて位相差検出方式の焦点検出を実現する技術が提案されている。この撮像素子位相差検出方式では、撮影光学系の射出瞳を通過した光束を一組の焦点検出用受光素子群で受光し、その受光量に応じて出力される1対2像の信号波形のずれ量、すなわち、光束の瞳分割方向に生ずる相対的位置ずれ量を検出する。そして、検出した相対的位置ずれ量から、撮影光学系の焦点ずれ量（デフォーカス量）を求める。この撮像素子位相差検出方式による焦点検出の特性として、焦点検出用画素の配列や該画素の瞳分割特性形状に依存する特性があるため、焦点検出の特性を向上させるための画素内構造や配列に関する様々な技術が提案されている。

10

【0003】

特許文献1には、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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-015164号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1のように光電変換部の分割位置が像高によって異なる構成を実現する場合、光電変換部から浮遊拡散領域へ電荷を転送する転送ゲート電極の材料の複屈折率が周囲の材料と異なる。そのため、画素としての光学特性のアンバランスを新たに生み出してしまふ。

30

【0006】

ここで、転送ゲート電極に起因する画素の光学特性のアンバランスについて説明する。図5は、特許文献1に開示された、光電変換部の分割位置を異ならせた画素群を有する撮像素子の画素構造と、この画素構造が切り出す瞳面上の様子を説明するための模式図である。

【0007】

図5(a)中には2行2列の画素配列が描かれており、1行目（画素群I）と2行目（画素群II）とで分割中心位置が異なる構造をとることで、焦点検出信号の受光光量のアンバランスを軽減させている。図5に示した分割中心位置の異なる光電変換部401a、401b、402a、402bのそれぞれに対応した転送ゲート電極403が、光電変換部401a、401b、402a、402bに一部覆い被さる形で配設される。転送ゲート電極403は、隣接する浮遊拡散領域404との間で信号電荷のポテンシャルを制御する。

40

【0008】

転送ゲート電極403は転送効率を考慮し、光電変換部401a、401b、402a、402bの幅に合わせ設計される。転送ゲート電極403は周囲と複屈折率が異なる部材であることから、光電変換部401a、401b、402a、402bの光電変換領域の受光率を変化させることとなる。分割中心位置を異ならせた光電変換部401a、4

50

0 1 b , 4 0 2 a , 4 0 2 b の構成では、分割中心位置の異なる画素群 I と画素群 I I で、転送ゲート電極 4 0 3 が光学的に光電変換部 4 0 1 a , 4 0 1 b , 4 0 2 a , 4 0 2 b を制限する領域が異なってしまう。

【 0 0 0 9 】

図 5 (b) は画素群 I の画素が、また、図 5 (c) は画素群 I I の画素が、マイクロレンズのシュリンク率によって設定される撮像素子の設定瞳距離 $D_s 0$ 上で光束を分離する様子を示した模式図である。領域 4 2 0 が、画素が受光する範囲を示している。また、領域 4 2 1 a , 4 2 1 b , 4 2 2 a , 4 2 2 b はそれぞれ、光電変換部 4 0 1 a , 4 0 1 b , 4 0 2 a , 4 0 2 b が受光する、分割した瞳領域の範囲を示している。撮像においては、この領域 4 2 1 a と 4 2 1 b 、領域 4 2 2 a と 4 2 2 b をそれぞれ合算した信号が撮像画像となる。領域 4 2 3 は、転送ゲート電極 4 0 3 による受光率変化の影響を受ける範囲を示している。図 5 (b) 及び (c) に示す通り、画素毎に転送ゲート電極 4 0 3 により受光率が変化する領域が異なってしまう。このため、画素群 I と画素群 I I が受光する範囲の形状に差が生じ、撮像画像として好ましくない横縞が発生する要因となっていた。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、撮像面位相差方式の焦点検出に対応した撮像素子において、転送ゲート電極による撮像画像への影響を低減しつつ、より広い結像光学系の瞳距離の範囲で、適切に焦点検出を行えるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、本発明の撮像素子は、複数の画素から成り、第 1 の画素群と第 2 の画素群とを含む画素部を有し、前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群に含まれる各画素が、複数の光電変換部と、前記複数の光電変換部それぞれに対応し、各光電変換部における同じ一部の領域を覆う転送ゲート電極を有する複数の転送ゲートと、を含み、前記第 1 の画素群と前記第 2 の画素群は、像高に関わらず、互いに異なる所定の瞳距離における瞳領域を略均等に分割するよう、前記複数の光電変換部の分割境界が前記複数の光電変換部の分割方向の像高に応じて変化することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、撮像面位相差方式の焦点検出に対応した撮像素子において、転送ゲート電極による撮像画像への影響を低減しつつ、より広い結像光学系の瞳距離の範囲で、適切に焦点検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における撮像素子の画素構成及び結像光学系の瞳面上の様子を示した模式図。

【図 2】第 2 実施形態における撮像素子の画素構成を示した模式図。

【図 3】第 2 実施形態における撮像素子の転送ゲート電極位置の違いによる結像光学系の瞳面上の様子の違いを示した模式図。

【図 4】第 3 の実施形態における撮像装置の構成を示した模式図。

【図 5】従来の撮像素子の画素構成を説明する模式図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態を詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態における撮像素子 1 の画素構成と、結像光学系の瞳面上の様子を示した模式図である。図 1 (a) は、撮像素子 1 を構成する複数の画素 1 0 が配設される 2 次元平面 (画素部) を、光の入射する側から観察した平面図である。図 1 (a) では、画素 1 0 の 2 次元配列のうち、- X 方向に像高の高い領域 A に配設された 2 行

10

20

30

40

50

2列の4画素と、撮像素子1の中央近傍の領域Bに配設された2行1列の2画素と、+X方向に像高の高い領域Cに配設された2行2列の4画素のみを示している。

【0016】

各画素10はマイクロレンズ100を1つ有しており、画素群Iでは、図1(a)のZ方向下側に複数の光電変換部101a及び101bが、また画素群IIでは、光電変換部102a及び102bが配設される。光電変換部101a、101b、102a、102bは、撮像面での位相差を利用した焦点検出のために、X方向に分割されている。撮像においては、複数の光電変換部101a及び101b、102a及び102bをそれぞれ画素毎に合算した領域内の信号が用いられる。この合算した領域の重心位置は、画素群や像高によらず、略画素中心に位置する。

10

【0017】

光電変換部101a、101b、102a、102bの-Y方向に隣接した領域には、浮遊拡散領域104(保持部)が配設される。転送トランジスタのゲートである転送ゲート電極103は、光電変換部101a、101b、102a、102bで発生した電荷をそれぞれ接続された浮遊拡散領域104に転送する。浮遊拡散領域104はそれぞれ光電変換部101aと101b、102aと102bにより共有される構成となっており、接続された転送ゲートを介して転送された電荷を保持する。転送ゲート電極103と、光電変換部101a、101b、102a、102bとは、Z方向から見た場合に、一部の領域が重複した重複部分Sを持つ形で構成されている。このとき、この重複部分Sは画素群のいずれかに関わらず、各画素の画素中心にある座標系において形状及び位置が同一となるよう設計されている。これは、前述した画素群毎に、転送ゲート電極103により受光率変化が生じる領域が異なってしまうために発生する横縞を抑制するためである。

20

【0018】

次に、第1の実施形態における撮像素子1の画素群に関して説明する。図1(a)に示すように、画素群Iの光電変換部101a、101bと、画素群IIの光電変換部102a、102bとは、互いに異なった形状となっている。すなわち、領域Aの左列において、画素群Iを構成する光電変換部101a、101bは、その分割境界が画素中心よりも-X側にD×1だけオフセットしている。一方、画素群IIを構成する光電変換部102aは、その分割境界が画素中心よりも+X側にD×1だけオフセットしている。すなわち、光電変換部101aと101b、光電変換部102aと102bを合算した受光面の重心位置Ctは略画素中心で、各画素について同じである。これに対して、光電変換部101aと101bそれぞれの受光面の重心位置の平均位置Caと、光電変換部102aと102bそれぞれの受光面の重心位置の平均位置Cbは、X方向の画素中心軸を挟んで対称な互いに異なる位置となる。言い換えれば、画素群Iと画素群IIにおいて、分割境界がオフセットされている方向は逆方向となる。なお、本実施形態においては、分割境界によってX方向に受光面を分割しており、このX方向が分割方向に相当する。

30

【0019】

このオフセット関係が、領域Aの右列においては、±D×2(ただしD×2<D×1)オフセットした関係になる。同様にして、撮像素子1の中央に近づくにつれて徐々にオフセット量が小さくなり、中央近傍領域Bにおいてはオフセットが無くなる。さらに、中央像高と線対称をなす形で、オフセットの関係が入れ替わり、領域Cの右列において、分割境界が画素中心よりも画素群Iでは+X側にD×1だけ、画素群IIでは-X側にD×1だけオフセットしている。すなわち、画素内における複数の光電変換部の重心位置の分割方向の平均位置が、像高の増大に応じて、画素群Iと画素群IIとで、画素中心から互いに反対方向(逆方向)に離れて行くこととなる。この構成により、画素群毎に設定瞳距離が異なる撮像素子を実現可能である。なお、画素群毎の設定瞳距離の違いについては、図1(b)、(c)を用いて後述する。

40

【0020】

なお、転送ゲート電極103近傍においては、重複部分Sの形状及び位置を一致させる

50

ために、分割境界を画素中心近傍としている。したがって、重複部分 S も考慮して各画素に含まれる複数の光電変換部を合算した場合に、その形状（射影）は画素群 I 及び画素群 I I において同一となる。そのため、受光率変化が生じる領域が異なってしまうために発生する横縞を抑制することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

図 1 (b) 及び (c) は、第 1 の実施形態における撮像素子 1 の画素群 I 及び画素群 I I が瞳面上で光束を分離する様子を示した模式図である。図 1 (b) 及び (c) は、画素群 I 及び画素群 I I の画素がそれぞれ領域 A、B、C において瞳面上で光束を分離する様子を示している。距離 $Ds0$ はマイクロレンズ 100 が像高中心からシュリンク率をもって配置されることで設定される、撮像素子 1 の設定瞳距離（基準瞳距離）を示す。

10

【 0 0 2 2 】

前述したように、オフセット量を領域に応じて複数の光電変換部 101 a と 101 b、102 a と 102 b の分割方向である X 方向に関して変えることにより、領域 A、B、C の画素へと入射する光束の主光線が、光軸と距離 $Ds1$ で交わる（図 1 (b)）。これはすなわち、画素群 I が、前述のシュリンク率によって決まる撮像素子 1 の設定瞳距離 $Ds0$ よりも短い、設定瞳距離 $Ds1$ を有するセンサであることと等価である。この場合、画素群 I の光電変換部 101 a、101 b は、像高に関わらず、設定瞳距離 $Ds1$ にある瞳領域を、略均等に分割する。

【 0 0 2 3 】

他方、画素群 I I は、図 1 (c) に示す通り、前述のシュリンク率によって決まる撮像素子 1 の設定瞳距離 $Ds0$ よりも長い、設定瞳距離 $Ds2$ を有したセンサであることと等価である。この場合、画素群 I I の光電変換部 102 a、102 b は、像高に関わらず、設定瞳距離 $Ds2$ にある瞳領域を、略均等に分割する。

20

【 0 0 2 4 】

このように、画素群毎に異なった設定瞳距離を有した撮像素子において、取り付けられた結像光学系に適した画素群を選択することで、画面中心から ± X 方向に離れた高像高領域での焦点検出精度向上を実現することができる。

【 0 0 2 5 】

なお、本実施形態においては、光電変換部 101 a と 101 b、102 a と 102 b が、X 方向に分割されているが、これには限定されず、X 方向と直交する Y 方向に分割されている場合であっても、Y 方向の高像高領域で焦点検出精度を向上することができる。また、撮像素子 1 が 2 つの画素群 I と画素群 I I とを備えた場合について説明したが、設定瞳領域が異なる 3 つ以上の画素群を備える構成としてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

次に、撮像素子 1 と組み合わせられる結像光学系の射出瞳距離の最小値 $D11$ 、最大値 $D12$ と、設定瞳距離との望ましい関係について説明する。2 つの画素群の最小瞳距離 $Ds1$ と最大瞳距離 $Ds2$ は、取り付けられる結像光学系の射出瞳距離が $D11$ から $D12$ まで変動することに対応できるよう、まず以下の条件 (1) を満足している。

$$Ds2 > Ds0 > Ds1 \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 7 】

さらに、撮像素子 1 の設定瞳距離 $Ds0$ の決定方法について説明する。図 1 (b) の領域 110 は、設定瞳距離 $Ds1$ が焦点検出に対応可能な結像光学系の射出瞳距離の範囲を示し、図 1 (c) の領域 120 は、設定瞳距離 $Ds2$ が焦点検出に対応可能な結像光学系の射出瞳距離の範囲を示す。なお、対応可能な結像光学系の射出瞳距離の範囲とは、光電変換部 101 a と 101 b、及び 102 a と 102 b にそれぞれ対応する瞳領域の大きさの比が予め決められた範囲内にあって、十分な精度をもって焦点検出を行うことが可能な範囲のことを指す。画素群毎の設定瞳距離を違えたことで、撮像素子 1 が広い射出瞳距離範囲をカバー可能となっていることが分かる。この対応可能な射出瞳距離範囲に、取り付けられる結像光学系の射出瞳距離の変動範囲 ($D11$ から $D12$) が略収まるよう設定することが望ましい。具体的には、以下の条件 (2) によって設定瞳距離 $Ds0$ を決定する

40

50

。

【0028】

$$(1/Ds1 + 1/Ds2) / 2 = 1/Ds0 \quad \dots (2)$$

すなわち、マイクロレンズ100のシュリンク率によって設定される設定瞳距離 $Ds0$ の逆数 $1/Ds0$ が、結像光学系の瞳距離の最小値、最大値($Ds1$ 、 $Ds2$)の逆数平均と略一致するような $Ds0$ に設定する。また、領域130は、従来の画素中央で光電変換部が分割された画素によって焦点検出に対応可能な結像光学系の射出瞳距離の範囲を示している。これを画素群III(不図示)として、従来の画素中央で光電変換部が分割された画素を配置することで、この領域も焦点検出可能な領域としてカバーされる。これによって、設定瞳距離 $Ds0$ を挟んで変化する結像光学系の射出瞳距離範囲 $D11 \sim D12$ を広くバランスよくカバーする撮像素子の実現可能となる。

10

【0029】

上記の通り第1の実施形態によれば、撮像素子1において、焦点検出に適した複数の光電変換部分割パターンによる複数の設定瞳距離を有しながら、撮像画像に与える影響を軽減することが可能となる。

【0030】

< 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2は、本発明の第2の実施形態である撮像素子2の画素構成を示した模式図であり、2行ずつ画素の転送ゲート電極203が互いに向き合う例を示した平面図である。図2では、2次元配列された画素のうち、-X方向に像高の高い領域Aの4行2列の8画素(4画素対)と、撮像素子2の中央近傍領域Bの4行1列の4画素(2画素対)と、+X方向に像高の高い領域Cの4行2列の8画素(4画素対)のみを示している。

20

【0031】

各画素20はマイクロレンズ100を1つ有しており、画素群Iでは、図5のZ方向下側に複数の光電変換部201a及び201bが、画素群IIでは、光電変換部202a及び202bが配設される。光電変換部201a、201b、202a、202bの-Y方向に隣接した領域には、浮遊拡散領域204(保持部)が配設される。転送トランジスタのゲートである転送ゲート電極203は、各々光電変換部201a、201b、202a、202bで発生した電荷を浮遊拡散領域204に転送する。撮像素子2では、同一の画素群を構成する2行の転送ゲート電極203同士が対向するように配置されており、浮遊拡散領域204はこの転送ゲート電極203同士が対向する位置で2行にまたがって共有されている。すなわち、浮遊拡散領域204はそれぞれ一对の画素の4つの光電変換部201aと201b、202aと202bで共有される構成となっている。なお、第2の実施形態では、4画素間で浮遊拡散領域204が共有される構成としているが、これに限定されない。

30

【0032】

転送ゲート電極203と、光電変換部201a、201b、202a、202bとは、Z方向から見た場合に、画素配列平面に関して重複部分Sを持つ形で構成されている。このとき、この重複部分Sは画素群のいずれかに関わらず、画素群内の画素対における形状及び位置が同一となるよう設計されている。第1の実施形態における撮像素子1と異なり、単位画素内での重複部分Sの形状及び位置は、互いに転送ゲート電極203が向き合う2行の間で同一とはならない。これにより、複数の光電変換部で合算した、所謂撮像画像において、縞が発生する要因となりえる。しかし、画素群と、R、Gr、Gb、Bのカラーフィルタで構成されるベイア配列の周期が同一になるよう構成することで、撮像画像の現像時のデモザイキング処理により、画素群内の重複部分Sの形状及び位置の不一致を解消可能である。

40

【0033】

なお、第2の実施形態における撮像素子2の光電変換部の分割方法については、第1の実施形態における撮像素子1と同様であるため、説明を省略する。

50

【0034】

次に、同一の画素群を構成する2行の転送ゲート電極203同士が対向するように配置されていることにより、得られるメリットについて図3を用いて説明する。図3(a)及び(b)は、図2の画素群Iの1行目及び画素群Iの2行目で、像高-Xの領域における瞳分離の様子を模式的に示したものである。画素群Iは設定瞳距離が $Ds1$ となるような画素群である。1行目(図3(a))は転送ゲート電極203の影響を受ける領域R(以下、「影響領域」と呼ぶ。)が瞳領域の+Y側に存在する。一方で2行目(図3(b))は同様の影響領域Rが瞳領域の-Y側に存在する。この影響領域R近傍においては、複数の受光部の合算形状が同一行内で同一となるように光電変換部が図の左右方向に関して等分割されている。このため、瞳領域の影響領域R近傍を通過して結像する被写体に関しては、瞳距離 $Ds1$ で略等分割とはならないために、焦点検出性能が劣ってしまう。言い換えれば、この影響領域R近傍は所望の設定瞳距離 $Ds1$ になっていない。そこで、転送ゲート電極103が同一画素群を構成する2行で対向するよう配置し、2行の信号を加算して焦点検出することによって、この影響領域R近傍での焦点検出性能の劣化を低減することが可能となる。すなわち、影響領域Rが焦点検出に及ぼす影響を軽減することが可能となる。

10

【0035】

第2の実施形態において、撮像素子2の複数の画素群は、2つの瞳距離 $Ds1$ 及び $Ds2$ に対応するよう設定されているが、これに限定されず、より多くの瞳距離に対応するさらに別の画素群を有するものであってもよい。これには、設定瞳距離 $Ds0$ と同一の瞳距離のもの、すなわち、複数の光電変換部を等分割したものが含まれていてもよい。

20

【0036】

上記の通り第2の実施形態によれば、撮像素子2において、焦点検出に適した光電変換部分割パターンを複数有しながら、撮像画像に与える影響を軽減することが可能となる。また、転送ゲート電極を画素群内で互いに向き合うよう配設することにより、影響領域が焦点検出に及ぼす影響を低減することが可能となる。

【0037】

なお、上述した第1及び第2の実施形態においては、境界はすべて直線で表現されているが、これには限定されず、曲線を含んでもよい。また、瞳分離がX方向に2分割されているが、これには限定されず、たとえば4分割などの場合であっても、転送ゲート電極と光電変換部の重複部分Sがすべての画素群の画素内で形状及び位置を同一にすることで同様の効果を得ることができる。

30

【0038】

なお、第1の実施形態において、画素群Iと画素群IIの配置として図1で示した配置以外の配置であってもよい。例えば、複数行にわたって画素群Iを配置した後に、画素群IIも同様に複数行配置するパターンを繰り返してもよい。また、連続して複数行に配置された画素群Iの一部を画素群IIに置き換える配置としてもよいし、その逆であってもよい。また、画素群IIIとして図1(a)の領域Bに示した均等に分割した画素のみからなる行を設けて、画素群Iと画素群IIと合わせて配置するようにしてもよい。

【0039】

<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4は本発明の第1及び第2の実施形態における撮像素子1または2を有する撮像装置300であるカメラの概略構成を示したものである。図4において、撮像装置300は、カメラ本体とカメラ本体に着脱可能な交換レンズ(結像光学系または撮影光学系)とを備えたデジタルカメラシステムである。ただし本実施形態は、これに限定されるものではなく、カメラ本体と被写体からの光を集光するレンズとが一体的に構成された撮像装置にも適用可能である。

40

【0040】

第1レンズ群301は、撮影レンズ(結像光学系)を構成する複数のレンズ群のうち最も前方(被写体側)に配置されており、光軸OAの方向(光軸方向)に進退可能な状態で

50

レンズ鏡筒に保持される。絞り兼用シャッタ 302 (絞り) は、その開口径を調節することで撮影時の光量調節を行うとともに、静止画撮影時には露光時間調節用シャッタとして機能する。第2レンズ群 303 は、絞り兼用シャッタ 302 と一体的に光軸方向に進退し、第1レンズ群 301 の進退動作と連動して変倍動作を行うズーム機能を有する。第3レンズ群 305 は、光軸方向に進退することにより焦点調節 (フォーカス動作) を行うフォーカスレンズ群である。光学的ローパスフィルタ 306 は、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。

【0041】

撮像素子 1 (または 2) は、結像光学系を介して被写体像 (光学像) の光電変換を行い、例えば CMOS センサまたは CCD センサ、及び、その周辺回路により構成される。

10

【0042】

ズームアクチュエータ 311 は、不図示のカム筒を回動 (駆動) することで第1レンズ群 301 及び第2レンズ群 303 を光軸方向に沿って移動させることにより、変倍動作を行う。絞りシャッタアクチュエータ 312 は、絞り兼用シャッタ 302 の開口径を制御して光量 (撮影光量) を調節するとともに、静止画撮影時の露光時間を制御する。フォーカスアクチュエータ 314 は、第3レンズ群 305 を光軸方向に移動させて焦点調節を行う。

【0043】

電子フラッシュ 315 は、被写体を照明するために用いられる照明装置である。電子フラッシュ 315 としては、キセノン管を備えた閃光照明装置または連続発光する LED (発光ダイオード) を備えた照明装置が用いられる。AF 補助光手段 316 は、所定の開口パターンを有するマスクの像を、投光レンズを介して、被写体に投影する。これにより、暗い被写体や低コントラストの被写体に対する焦点検出能力を向上させることができる。

20

【0044】

CPU 321 は、撮像装置 300 の種々の制御を司る制御装置 (制御手段) である。CPU 321 は、演算部、ROM、RAM、A/D コンバータ、D/A コンバータ、及び、通信インターフェイス回路などを有する。CPU 321 は、ROM に記憶された所定のプログラムを読み出して実行することにより、撮像装置 300 の各種回路を駆動し、焦点検出 (AF)、撮影、画像処理、または、記録などの一連の動作を制御する。

【0045】

30

電子フラッシュ制御回路 322 は、撮影動作に同期して電子フラッシュ 315 の点灯制御を行う。補助光駆動回路 323 は、焦点検出動作に同期して AF 補助光手段 316 の点灯制御を行う。撮像素子駆動回路 324 は、撮像素子 1 (または 2) 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 CPU 321 に送信する。

【0046】

画像処理回路 325 (画像処理装置) は、撮像素子 1 (または 2) から出力された画像データの (ガンマ) 変換、カラー補間、または、JPEG (Joint Photographic Experts Group) 圧縮などの処理を行う。第3の実施形態において、画像処理回路 325 は、取得部 325a 及び画像処理部 325b (補正手段) を有する。取得部 325a は、撮像素子 1 (または 2) から、撮像画素及び少なくとも一つの視差画像を取得する。撮像画素は、結像光学系の互いに異なる瞳部分領域を通過する光束を受光する複数の光電変換部 101a 及び 101b、102a 及び 102b、201a 及び 201b、または、202a 及び 202b の複数の信号を合成して生成される画像である。以下、光電変換部 101a、102a、201a 及び 202a を光電変換部 A と呼び、光電変換部 101b、102b、201b 及び 202b を光電変換部 B と呼ぶ。視差画像は、複数の光電変換部 101a 及び 101b、102a 及び 102b、201a 及び 201b、または、202a 及び 202b のそれぞれの光電変換部の信号から生成される画像である。

40

【0047】

フォーカス駆動回路 326 は、焦点検出結果に基づいてフォーカスアクチュエータ 31

50

4を駆動し、第3レンズ群305を光軸方向に沿って移動させることにより、焦点調節を行う。絞りシャッタ駆動回路328は、絞りシャッタアクチュエータ312を駆動して、絞り兼用シャッタ302の開口径を制御する。ズーム駆動回路329は、撮影者のズーム操作に応じて、ズームアクチュエータ311を駆動する。

【0048】

表示器331は、例えばLCD（液晶表示装置）を備えて構成される。表示器331は、撮像装置300の撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像、撮影後の確認用画像、または、焦点検出時の合焦状態の表示画像などを表示する。操作部332（操作スイッチ群）は、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、及び、撮影モード選択スイッチなどを備えて構成される。レリーズスイッチは、半押し状態（SW1がONの状態）、及び、全押し状態（SW2がONの状態）の2段階のスイッチを有する。記録媒体333は、例えば撮像装置300に着脱可能なフラッシュメモリであり、撮影画像（画像データ）を記録する。

【0049】

次に、第3の実施形態の撮像装置300における焦点検出動作に関して説明する。上述したように、撮像素子1（または2）の画素群は複数の光電変換部（光電変換部A、光電変換部B）を備えている。そのために、互いに異なる瞳領域からの一対の光束によってそれぞれの受光面に視差を有する一対の被写体像を得ることができる。一対の被写体像は夫々画像データ1及び画像データ2に相当する。また、画像データ1及び画像データ2が有する視差は、撮影レンズの焦点位置等によって変化する。具体的には、合焦している場合に視差はなくなり、合焦状態からのずれ量に応じて視差は増加する。つまり、ピント状態によって視差量は異なる。このことにより、各画像データ間に生じる視差量を用いることによって、適切なピント位置を求めたり、画像データ内の被写体までの距離を求めたりすることが可能となる。

【0050】

視差量を求める方法として、以下の式(1)を用いる方法に関して例示する。

【0051】

$$C(s) = \sum_{x=p}^q |A_x - B_{x+s}| \quad \cdots (1)$$

ただし、 A_x 、 B_x は画像データにおいて指定した行の複数の光電変換部それぞれの出力信号値である。 s はシフト量であり、 q 、 p は所定の列番号である。つまり、光電変換部Aの信号と行方向に s 画素分だけ光電変換部Bの信号値をシフトさせたものとの差分をとることで、相関値 C を求めることができる。そして、所定の範囲でシフト量 s を変化させて相関値 C を求め、極小となるシフト量 s が視差量に相当する。そして、極小となるシフト量 s に対して所定の係数を乗算することによって、フォーカス位置を算出可能である。このフォーカス位置に基づいてフォーカス駆動回路326を制御することで、被写体に対して焦点調節を行うことが可能となる。

【0052】

なお、第3の実施形態においては、光電変換部Bの信号をシフトさせたが、光電変換部Aの信号をシフトしてもよい。また、式(1)以外の式を用いて、視差量を算出するようにしてもよい。

【0053】

このように、視差を有する光電変換部A及びBの信号から生成した画像データ1及び画像データ2を用いることで、画面内の任意の場所の被写体までの距離を求めることができる。また、画像データ1及び画像データ2を加算することで、画像データ3を得ることができる。つまり、画像データ3は画像データ1及び画像データ2の合成画像に相当する。言い換えれば、本発明に係る撮像素子1（または2）は、焦点検出動作に用いる画像デー

タと被写体像の撮像に用いる画像データの両方を取得することが可能である。また、実施形態としてそれぞれ取得した画像データ1と画像データ2を合成して画像データ3を得たが、これに限られるものではない。例えば、画像データ1と画像データ3を撮像素子1（または2）から取得し、画像データ2を画像データ3から画像データ1を減算することによって得るようにしてもよい。また、第3の実施形態においては受光面を2分割する例を示したが、受光面を3分割以上に分割してもよい。なお、画像データ3を作成するために画像データ1及び画像データ2の合成する場合に、所定の重みづけを行ってもよいし、いずれか一方の画像を加工した後に加算してもよい。

【0054】

<他の実施形態>

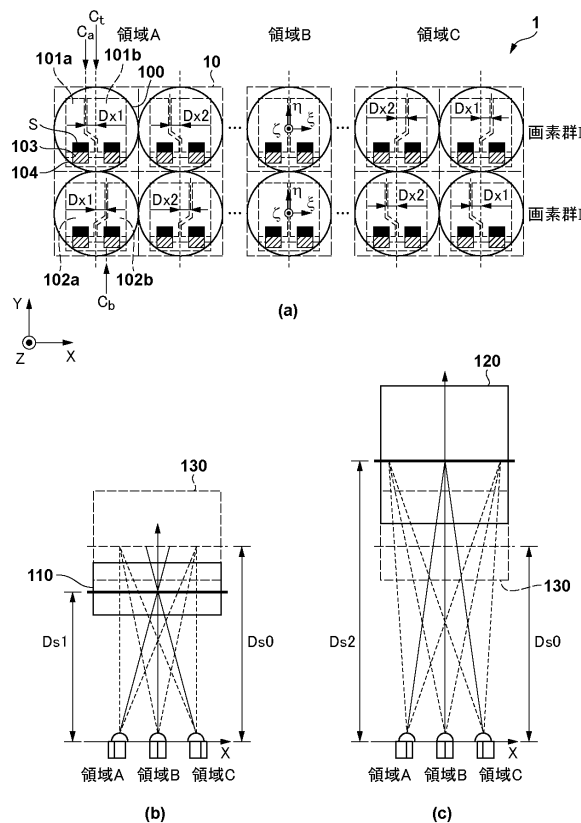
なお、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用してもよい。

【符号の説明】

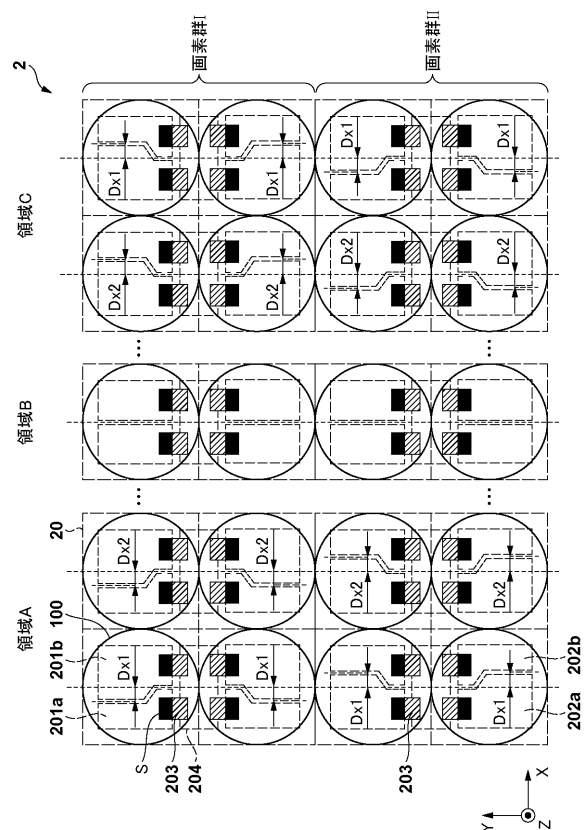
【0055】

1, 2 : 撮像素子、10, 20 : 画素、100 : マイクロレンズ、101a, 101b, 102a, 102b, 201a, 201b, 202a, 202b : 光電変換部、103, 203 : 転送ゲート電極、104, 204 : 浮遊拡散領域、300 : 撮像装置、301 : 第1レンズ群、302 : 絞り兼用シャッタ、303 : 第2レンズ群、305 : 第3レンズ群

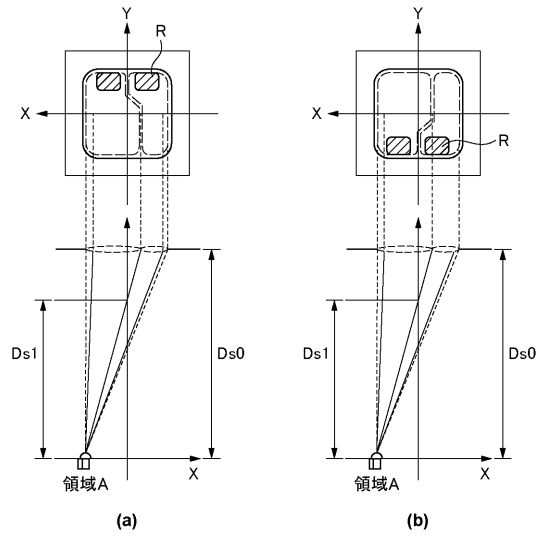
【図1】



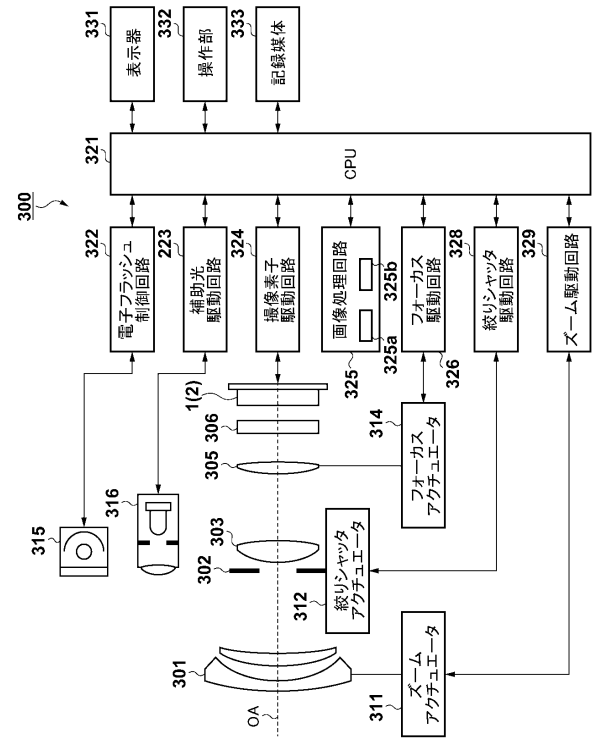
【図2】



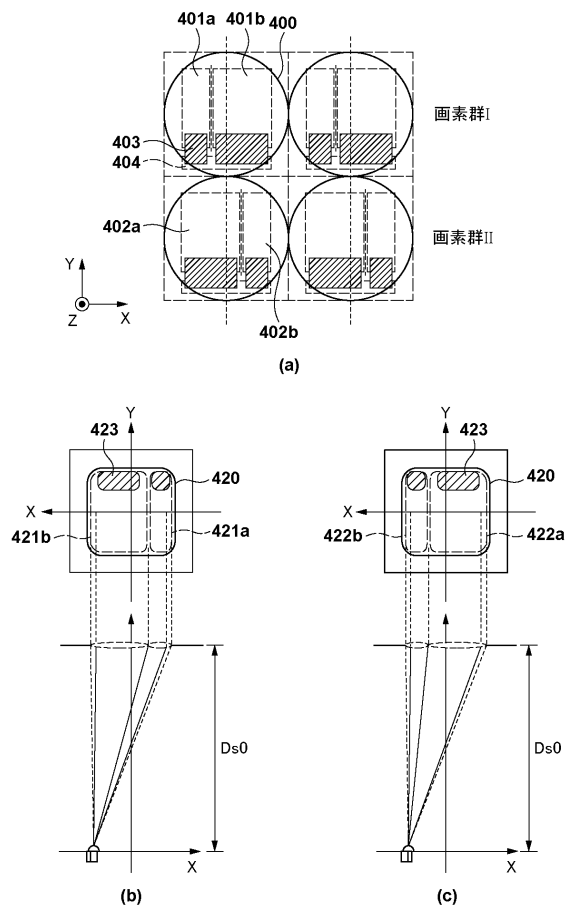
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 斎藤 潤一
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 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

審査官 鈴木 明

- (56)参考文献 国際公開第2008/132812(WO, A1)
特開2016-136659(JP, A)
特開2016-143952(JP, A)
特開2015-087511(JP, A)
特開2016-138935(JP, A)
特開2009-15164(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------------|
| H04N | 5/30 - 5/378 |
| G02B | 7/28 |
| G02B | 7/34 |
| G03B | 13/36 |