

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5834398号
(P5834398)

(45) 発行日 平成27年12月24日 (2015. 12. 24)

(24) 登録日 平成27年11月13日 (2015. 11. 13)

(51) Int. Cl.	F 1			
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
GO 3 B 13/36 (2006. 01)	GO 3 B	13/36		
HO 4 N 5/369 (2011. 01)	HO 4 N	5/335		6 9 0
HO 4 N 5/232 (2006. 01)	HO 4 N	5/232		H

請求項の数 2 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-259883 (P2010-259883)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号
(22) 出願日	平成22年11月22日 (2010. 11. 22)	(74) 代理人	100084412 弁理士 永井 冬紀
(65) 公開番号	特開2012-113027 (P2012-113027A)	(74) 代理人	100078189 弁理士 渡辺 隆男
(43) 公開日	平成24年6月14日 (2012. 6. 14)	(72) 発明者	日下 洋介 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)	審査官	小倉 宏之

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】

結像光学系の射出瞳の一对の領域をそれぞれ通過した一对の光束が入射するマイクロレンズと、

前記マイクロレンズに関して前記射出瞳と共役な位置の近傍に配置され、前記マイクロレンズを通過した前記一对の光束を通過させる開口部を有する遮光マスクと、

前記開口部を通過した前記一对の光束をそれぞれ受光し、焦点検出信号を出力する一对の光電変換素子と、

前記共役な位置の近傍に前記マイクロレンズの光軸に対して対称に配置され、前記開口部を通過する前記一对の光束をそれぞれ互いに離れる方向に偏向させる一对のプリズムと、
を備え、

前記一对のプリズムは、前記開口部の端部に入射する前記一对の光束を前記遮光マスクに遮光される領域まで入射するように偏向させ、

前記一对の光電変換素子は、前記遮光マスクに遮光される領域まで入射するように偏向された前記一对の光束を受光するように、前記遮光マスクの下方まで延在し、

前記一对のプリズムは、それぞれの先端部が互いに接するように配置され、

前記一对の光電変換素子は、それぞれの端部が互いに所定距離だけ離間して配置され、

前記一对のプリズムと前記一对の光電変換素子との間隔は、前記一对のプリズムの前記先端部に入射した前記一对の光束が偏向されて前記一对の光電変換素子の前記端部に入射するように、定められている撮像素子。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の撮像素子と、
前記結像光学系と、
前記一对の光電変換素子の焦点検出信号を加算して画像信号を生成する画像信号生成部と、

前記一对の光電変換素子の焦点検出信号に基づき前記結像光学系の焦点調節状態を検出する焦点検出手段とを備える撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は瞳分割型位相差焦点検出用の画素を有する撮像素子及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロレンズとその背後に配置された一对の光電変換素子からなる焦点検出画素を撮像素子上に一体的に形成し、該撮像素子を光学系の予定焦点面上に配置する。これにより、光学系を通る一对の焦点検出光束が形成する一对の像に応じた一对の像信号を焦点検出画素から出力し、この一对の像信号間の像ズレ量を検出することによって光学系の焦点調節状態を検出する、いわゆる瞳分割型位相差検出方式の焦点検出装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このような瞳分割型位相差検出に用いられる焦点検出画素の構成においては、光学系の射出瞳と一对の光電変換素子とがマイクロレンズにより略共役な関係となっている。したがって、一对の光電変換素子上において光学系の絞り開口のサイズに対応したサイズの領域に光束が入射することになる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 129783 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

上述した従来技術においては、マイクロレンズを通る光束を受光するための一对の光電変換素子を一つの焦点検出画素内に並べて配置している。それぞれの光電変換素子で発生した電荷が他の光電変換素子に混入しないように、一对の光電変換素子の間には素子分離領域を形成する必要があるが、該素子分離領域は最低サブミクロンオーダーの幅を必要としていた。画素サイズが数ミクロンオーダーになると、絞り開口の F 値が例えば 5.6 以上というように暗くなった場合、上記光電変換素子上で光束が入射する領域のサイズと素子分離領域のサイズが近づくために、多くの光束が素子分離領域上に入射してしまい、一对の光電変換素子に効率的に光束が入射しなくなる。そのため、焦点検出画素の一对の光電変換素子からは十分な信号が得られなくなり、焦点検出精度が低下したり、焦点検出が不能になるといった問題があった。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 に記載の撮像素子は、結像光学系の射出瞳の一对の領域をそれぞれ通過した一对の光束が入射するマイクロレンズと、前記マイクロレンズに関して前記射出瞳と共役な位置の近傍に配置され、前記マイクロレンズを通過した前記一对の光束を通過させる開口部を有する遮光マスクと、前記開口部を通過した前記一对の光束をそれぞれ受光し、焦点検出信号を出力する一对の光電変換素子と、前記共役な位置の近傍に前記マイクロレンズの光軸に対して対称に配置され、前記開口部を通過する前記一对の光束をそれぞれ互いに離れる方向に偏向させる一对のプリズムと、を備え、前記一对のプリズムは、前記開口部の端部に入射する前記一对の光束を前記遮光マスクに遮光される領域まで入射するように

50

偏向させ、前記一对の光電変換素子は、前記遮光マスクに遮光される領域まで入射するように偏向された前記一对の光束を受光するように、前記遮光マスクの下方まで延在し、前記一对のプリズムは、それぞれの先端部が互いに接するように配置され、前記一对の光電変換素子は、それぞれの端部が互いに所定距離だけ離間して配置され、前記一对のプリズムと前記一对の光電変換素子との間隔は、前記一对のプリズムの前記先端部に入射した前記一对の光束が偏向されて前記一对の光電変換素子の前記端部に入射するように、定められている。

【発明の効果】

【0006】

本発明の撮像素子によれば、瞳分割型位相差検出方式における焦点検出精度の低下を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施の形態の撮像素子を含むデジタルスチルカメラ201の構成を示す横断面図である。

【図2】撮像面に設定した撮影画面上における焦点検出エリアを示す図である。

【図3】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【図4】従来の撮像素子の断面図である。

【図5】従来の焦点検出画素の断面図である。

【図6】従来の焦点検出画素の光電変換素子の境界近傍の拡大正面図である。

【図7】焦点検出画素の断面図である。

【図8】プリズムと開口部および一对の光電変換素子との位置関係の正面図の一例である。

【図9】焦点検出画素の素子分離領域付近を拡大表示した断面図である。

【図10】焦点検出画素の光電変換素子の境界近傍の拡大正面図である。

【図11】撮像素子の断面図である。

【図12】デジタルスチルカメラの撮像動作を示すフローチャートである。

【図13】第2の実施の形態の撮像素子に配置される焦点検出画素の断面図である。

【図14】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

- - - 第1の実施の形態 - - -

第1の実施の形態の撮像素子を含む撮像装置として、レンズ交換式のデジタルスチルカメラを例に挙げて説明する。図1は第1の実施の形態のデジタルスチルカメラ201の構成を示す横断面図である。本実施の形態のデジタルスチルカメラ201は、交換レンズ202とカメラボディ203とから構成され、交換レンズ202がマウント部204を介してカメラボディ203に装着される。カメラボディ203にはマウント部204を介して種々の撮影光学系を有する交換レンズ202が装着可能である。

【0009】

交換レンズ202は、レンズ209、ズーム用レンズ208、フォーカシング用レンズ210、絞り211、レンズ駆動制御装置206などを備えている。レンズ駆動制御装置206は、不図示のマイクロコンピューター、メモリ、駆動制御回路などから構成される。レンズ駆動制御装置206は、フォーカシング用レンズ210の焦点調節、絞り211の開口径調節のための駆動制御、ならびにズーム用レンズ208、フォーカシング用レンズ210および絞り211の状態検出などを行う。また、後述するボディ駆動制御装置214との通信によりレンズ情報の送信およびカメラ情報（デフォーカス量や絞り値など）の受信を行う。絞り211は、光量およびボケ量調整のために光軸中心に開口径が可変な開口を形成する。

【0010】

カメラボディ203は、撮像素子212、ボディ駆動制御装置214、液晶表示素子駆

10

20

30

40

50

動回路 215、液晶表示素子 216、接眼レンズ 217、メモリカード 219などを備えている。撮像素子 212には、撮像素子が二次元状に配置されるとともに、焦点検出位置（焦点検出エリア）に対応した部分に焦点検出画素が組み込まれている。この撮像素子 212については詳細を後述する。

【0011】

ボディ駆動制御装置 214は、マイクロコンピュータ、メモリ、駆動制御回路などから構成される。ボディ駆動制御装置 214は、撮像素子 212の駆動制御と、画像信号および焦点検出信号の読み出しと、焦点検出信号に基づく焦点検出演算および交換レンズ 202の焦点調節を繰り返し行うとともに、画像信号の処理および記録、カメラの動作制御などを行う。また、ボディ駆動制御装置 214は電気接点 213を介してレンズ駆動制御装置 206との通信を行い、レンズ情報の受信およびカメラ情報の送信を行う。

10

【0012】

液晶表示素子 216は電氣的なビューファインダー（EVF：Electronic View Finder）として機能する。液晶表示素子駆動回路 215は撮像素子 212から読み出された画像データに基づき、スルー画像を液晶表示素子 216に表示し、撮影者は接眼レンズ 217を介してスルー画像を観察することができる。メモリカード 219は、撮像素子 212により撮像された画像データを記憶する画像ストレージである。

【0013】

交換レンズ 202を通過した光束により、撮像素子 212の撮像面上に被写体像が形成される。この被写体像は撮像素子 212により光電変換され、撮像素子および焦点検出画素の画素信号がボディ駆動制御装置 214へ送られる。

20

【0014】

ボディ駆動制御装置 214は、撮像素子 212の焦点検出画素からの画素信号（焦点検出信号）に基づいてデフォーカス量を算出し、このデフォーカス量をレンズ駆動制御装置 206へ送る。また、ボディ駆動制御装置 214は、撮像素子 212の撮像素子の画素信号（撮像信号）を処理して画像データを生成し、メモリカード 219に格納するとともに、撮像素子 212から読み出されたスルー画像信号を液晶表示素子駆動回路 215へ送り、スルー画像を液晶表示素子 216に表示させる。さらに、ボディ駆動制御装置 214は、レンズ駆動制御装置 206へ絞り制御情報を送って絞り 211の開口制御を行う。ボディ駆動制御装置 214は、図 12を用いて後述するように、撮像制御機能および焦点検出制御機能を有する。

30

【0015】

レンズ駆動制御装置 206は、フォーカシング状態、ズーミング状態、絞り設定状態、絞り開放F値などに応じてレンズ情報を更新する。具体的には、ズーミング用レンズ 208とフォーカシング用レンズ 210の位置と絞り 211の絞り値とを検出し、これらのレンズ位置と絞り値とに応じてレンズ情報を演算したり、あるいは予め用意されたルックアップテーブルからレンズ位置と絞り値とに応じたレンズ情報を選択する。

【0016】

レンズ駆動制御装置 206は、受信したデフォーカス量に基づいてレンズ駆動量を算出し、レンズ駆動量に応じてフォーカシング用レンズ 210を合焦位置へ駆動する。また、レンズ駆動制御装置 206は受信した絞り値に応じて絞り 211を駆動する。

40

【0017】

図 2は、交換レンズ 202の予定結像面、すなわち撮像面に設定した撮影画面上における焦点検出位置（焦点検出エリア）を示す図であり、後述する撮像素子 212上の焦点検出画素列が焦点検出の際に撮影画面上で像をサンプリングする領域（焦点検出エリア、焦点検出位置）の一例を示す。矩形の撮影画面 100上の中央は交換レンズ 202の光軸上に位置し、その位置を中心とする水平方向をX方向、垂直方向をY方向とする。この例では、矩形の撮影画面 100上の中央および上下左右の5箇所（101、102、103、104、105）に焦点検出エリアが配置される。長方形で示す焦点検出エリアの長手方向に、焦点検出画素が直線的に配列される。すなわち、焦点検出エリア 101、102、10

50

3、104、105においては焦点検出画素が水平方向に直線的に配列される。

【0018】

図3は撮像素子212の詳細な構成を示す正面図であり、図2における焦点検出エリア101、102、103、104、105の近傍を拡大した画素配列の詳細を示す。撮像素子212には撮像素素310が二次元正方格子状に稠密に配列される。撮像素素310は赤画素(R)、緑画素(G)、青画素(B)からなり、ベイヤー配列の配置規則によって配置されている。図3においては撮像素素と同一の画素サイズを有する焦点検出用の焦点検出画素312が水平方向に、本来緑画素と青画素とが連続的に配置されるべき水平行に直線上に連続して配列される。画素サイズは数マイクロメータである。

【0019】

撮像素素310および焦点検出画素312のマイクロレンズの形状は、元々画素サイズより大きな円形のマイクロレンズから画素サイズに対応した正方形の形状で切り出した形状をしている。

【0020】

撮像素素310は、矩形のマイクロレンズ10、後述の遮光マスクで受光領域を略正方形に制限された光電変換素子11、および色フィルタ(不図示)から構成される。本実施の形態において、光電変換素子11はフォトダイオードを有する。色フィルタは赤(R)、緑(G)、青(B)の3種類からなり、それぞれの色に対応する分光感度特性を有している。撮像素子212には、各色フィルタを有する撮像素素310がベイヤー配列されている。

【0021】

このようにして撮像素子212に配置された撮像素素310においては、例えば特開2007-282107号公報や特開2010-129783号公報に開示されるように、射出瞳に含まれる領域であって、後述する一对の測距瞳に略外接する領域から各マイクロレンズに到来する撮影光束を光電変換素子11が受光する。各撮像素素310の有する光電変換素子11が出力する撮像信号に基づき、ボディ駆動制御装置214が画像データを生成する。

【0022】

焦点検出画素312は、図3に示すように、矩形のマイクロレンズ10と、受光領域が左右水平方向に分離された一对の光電変換素子15、16と、白色フィルタ(不図示)とから構成される。本実施の形態において、光電変換素子15および16はフォトダイオードを有する。

【0023】

また、図3において、焦点検出画素312の一对の光電変換素子15および16の受光領域を合わせると、撮像素素の光電変換素子11の受光領域と略同じサイズの正方形となる。

【0024】

焦点検出画素312には全ての色に対して焦点検出を行うために全ての可視光を透過する白色フィルタが設けられている。その白色フィルタは、緑画素、赤画素および青画素の分光感度特性を加算したような分光感度特性を有し、高い感度を示す光波長領域は緑画素、赤画素および青画素の各々において各色フィルタが高い感度を示す光波長領域を包括している。

【0025】

このようにして撮像素子212に配置された焦点検出画素312においては、例えば特開2007-282107号公報や特開2010-129783号公報に開示されるように、一对の測距瞳から各マイクロレンズに到来する焦点検出光束を一对の光電変換素子15および16が受光する。各焦点検出画素312が有する一对の光電変換素子15および16は焦点検出信号を出力する。ボディ駆動制御装置214は、焦点検出信号に基づき、瞳分割型位相差検出方式によって像ズレ量を検出するとともに、デフォーカス量を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

ここで従来の撮像素子における従来の撮像素素および従来の焦点検出画素の構造を、従来の撮像素素 3 2 0 および従来の焦点検出画素 3 2 2 が図 3 に示す撮像素子 2 1 2 に撮像素素 3 1 0 および焦点検出画素 3 1 2 の代わりに配置されていた場合を仮定して、図 4、図 5 を用いて説明する。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、図 3 において水平方向の直線で撮像素素配列の断面をとった場合の従来の撮像素素 3 2 0 の断面図である。撮像素素 3 2 0 では撮像用の光電変換素子 2 1 の上に近接した面 4 1 に遮光マスク 3 0 が形成される。光電変換素子 2 1 は、遮光マスク 3 0 の開口部 3 0 a を通過した光を受光する。開口部 3 0 a は略正方形であり、その中心はマイクロレンズ 1 0 の光軸 4 2 と一致している。遮光マスク 3 0 の上には平坦化層 3 1 が形成され、その上に色フィルタ 3 8 が形成される。色フィルタ 3 8 の上には平坦化層 3 2 が形成され、その上にマイクロレンズ 1 0 がオンチップレンズとして形成される。マイクロレンズ 1 0 により開口部 3 0 a が配置された面 4 1 は交換レンズの平均的な射出瞳距離にある面と共役な関係になっている。光電変換素子 2 1 は半導体回路基板 2 9 上に形成され、半導体基板表面 4 0 の受光面への入射光を光電変換して入射光量に応じた量の電荷を発生する。この電荷は電気信号として撮像素子の外部に読み出される。半導体基板表面 4 0 と遮光マスク 3 0 との間には平坦化層 3 1 と同じ材質が充填される。

10

【 0 0 2 8 】

図 5 は、図 3 において水平方向の直線で焦点検出画素配列の断面をとった場合の従来の焦点検出画素 3 2 2 の断面図である。焦点検出画素 3 2 2 では焦点検出用の光電変換素子 2 5、2 6 の上に近接した面 4 1 に遮光マスク 3 0 が形成される。光電変換素子 2 5、2 6 は、遮光マスク 3 0 の開口部 3 0 d を通過した光を受光する。開口部 3 0 d は略正方形であり、その中心はマイクロレンズ 1 0 の光軸 4 2 と一致している。遮光マスク 3 0 の上には平坦化層 3 1 が形成され、その上に白色フィルタ 3 4 が形成される。白色フィルタ 3 4 の上には平坦化層 3 2 が形成され、その上にマイクロレンズ 1 0 がオンチップレンズとして形成される。マイクロレンズ 1 0 により開口部 3 0 d が配置された面 4 1 は交換レンズの平均的な射出瞳距離にある面と共役な関係になっている。光電変換素子 2 5、2 6 は素子分離領域 2 7 を境界領域として半導体回路基板 2 9 上に形成される。

20

【 0 0 2 9 】

光電変換素子 2 5、2 6 の境界領域の位置は、焦点検出画素が配置された位置、すなわち図 2 において画面中央からの水平方向 (X 方向) の位置に応じて設定される。焦点検出画素の画面中央からの水平方向の位置が画面中央を表す場合、すなわち水平方向の像高が 0 の場合は、境界領域の位置はマイクロレンズ 1 0 の光軸 4 2 上に設定される。また焦点検出画素の画面中央からの水平方向の位置が画面中央を表すものではない場合、すなわち水平方向の像高が 0 でない場合は、境界領域の位置はマイクロレンズ 1 0 の光軸 4 2 上から、画面中央から焦点検出画素の位置に向かう方向と略同一の方向に偏位して設定される。これにより境界領域がマイクロレンズ 1 0 により交換レンズの平均的な射出瞳距離にある面に投影された時、該境界領域の投影像が交換レンズの光軸上を通るようになる。

30

【 0 0 3 0 】

光電変換素子 2 5、2 6 は半導体回路基板 2 9 上に形成され、半導体基板表面 4 0 の受光面への入射光を光電変換して入射光量に応じた量の電荷を発生する。この電荷は焦点検出信号を構成し、電気信号として撮像素子の外部に読み出される。半導体基板表面 4 0 と遮光マスク 3 0 との間には平坦化層 3 1 と同じ材質が充填される。

40

【 0 0 3 1 】

なお図 4、図 5 において上記マイクロレンズ 1 0 から光電変換素子 2 1、2 5、2 6 までの構造物は、周知の半導体イメージセンサ製造技術により半導体基板 2 9 上に一体的に形成される。

【 0 0 3 2 】

図 6 に、図 5 で示した従来の焦点検出画素 3 2 2 の光電変換素子 2 5、2 6 の境界近傍

50

の拡大正面図を示す。一对の光電変換素子 25、26 の境界領域には、一方の光電変換素子で発生した電荷が他方の光電変換素子に混入しないように素子分離領域 27 が配置される。素子分離領域 27 の幅は最低でも数百ナノメートルが必要となる。光電変換素子 25、26 が配置された半導体基板表面 40 は遮光マスク 30 が配置された面 41 に近接しているため、マイクロレンズ 10 による交換レンズの射出瞳の像と略同等な像 18 が半導体基板表面 40 上に形成される。すなわち半導体基板表面 40 上における像 18 内に光が入射することになる。像 18 の大きさは射出瞳径に応じて変化するので、交換レンズの絞り開口の径が小さくなるほど、すなわち交換レンズの F ナンバーが大きくなるほど、像 18 のサイズは小さくなる。

【0033】

10

図 6 (a) は、図 2 において撮影画面 100 上の中央近傍に対応する交換レンズ光軸上の焦点検出エリア 101 に配置された焦点検出画素 322 の光電変換素子 25、26 を示した図である。交換レンズの絞りの F ナンバーが大きくなると、像 18 の径が小さくなって素子分離領域 27 の幅の寸法に近づくので、光電変換素子 25、26 の受光面への入射光量が減少し、光電変換素子 25、26 の出力する焦点検出信号を用いた焦点検出に支障を来す。

【0034】

図 6 (b) は図 2 において撮影画面 100 上の水平方向、すなわち X 方向の像高が高い位置の焦点検出エリア 105 に配置された焦点検出画素 322 の光電変換素子 25、26 を示した図である。交換レンズの絞りの F ナンバーが大きくなり、かつ交換レンズの射出瞳距離の平均的な射出瞳距離からの離脱量が大きくなると、像 18 の径が小さくなって素子分離領域 27 の幅の寸法に近づくとともに、像 18 の中心が光電変換素子 25、26 の間の境界領域の中心と一致せず偏る。この場合、光電変換素子 25、26 の受光面への入射光量が減少するとともに、光電変換素子 25、26 の受光面への入射光量のバランスが大きく崩れてしまうので、光電変換素子 25、26 の出力する焦点検出信号を用いた焦点検出に支障を来す。

20

【0035】

焦点検出画素を従来のような構成とした場合には、上記のような問題が発生するので、本発明においては焦点検出画素 312 を図 7 に示す構造とする。

【0036】

30

図 7 は、図 3 において水平方向の直線で焦点検出画素配列の断面をとった場合の焦点検出画素 312 の断面図であり、従来の焦点検出画素 322 と同一の構成については図 5 と同じ符号で示すこととし、説明を省略する。図 7 において図 5 と異なる点の 1 つは、遮光マスク 30 が形成された面 41 において開口部 30d に重畳して、光分離素子である一对の偏向素子、すなわちプリズム 50、51 が配置される点である。一对のプリズム 50、51 は三角柱の形状をしたプリズムであって、その三角柱の中心軸が一对の光電変換素子 15 および 16 の長手方向と平行となるように、かつ遮光マスク 30 の開口部 30d を等分するように配置される。これに伴い、光電変換素子 15 および 16 の大きさについても、後述するように焦点検出画素 322 の光電変換素子 25 および 26 の大きさと異なることとなる。

40

【0037】

また、従来の焦点検出画素 322 と同様に、焦点検出画素 312 においても、マイクロレンズ 10 により開口部 30d が配置された面 41 は交換レンズの平均的な射出瞳距離にある面と共役な関係になっている。上述したように、一对のプリズム 50、51 は面 41 に配置されるので、すなわち一对のプリズム 50、51 が配置された面 41 とマイクロレンズ 10 を通過する通過光束を射出する交換レンズの射出瞳面とは、マイクロレンズ 10 により互いに光学的に略共役となっている。

【0038】

一对のプリズム 50、51 の材質の屈折率は平坦化層 31 の材質の屈折率よりも高く設定されている。例えば平坦化層 31 の材質はシリコン酸化物 (SiO_2 : 屈折率 1.46

50

)とし、一对のプリズム50、51の材質はシリコン窒化物(SiN:屈折率2.0)とする。一对のプリズム50、51は、周知のフォトリソグラフィと、特開2001-309395号公報などに開示されるエッチングプロセス(等方性エッチング、異方性エッチング、エッチバックなど)とを用いた製造方法により層内プリズムとして形成される。そのため、一对のプリズム50、51の境界部の位置精度およびエッジ形状の形状精度も高く、境界部での光束散乱を防止することができる。

【0039】

図8にマイクロレンズ10側から見たプリズムと開口部30dおよび一对の光電変換素子15、16との位置関係の正面図の一例を示す。

【0040】

一对のプリズム50、51は、焦点検出画素312が撮影画面の中央近傍にある場合には図7および8に示すようにマイクロレンズ10の光軸42を対称軸として対称的に配置され、一对のプリズム50、51の境界線44は光軸42を通る。一对のプリズム50、51は光軸42を挟んで互いに反対側の等距離の位置に設けられている。すなわち、図8(a)において、プリズム50と光軸42との距離L1は、プリズム51と光軸42との距離L2に等しい。従って、マイクロレンズ10を通過して開口部30dに入射する通過光束のうち、開口部30dの左半分に入射する光束は、プリズム50により、左方向に偏向されて開口部30dから一方の分離光束として出射して光電変換素子15の受光面に入射する。換言すると、プリズム50は、光電変換素子15が開口部30dの左半分に入射する光束に由来する分離光束を受光するように、通過光束から分離光束を分離する。一方、マイクロレンズ10を通過して開口部30dに入射する通過光束のうち、開口部30dの右半分に入射する光束は、プリズム51により、右方向に偏向されて開口部30dから他方の分離光束として出射して光電変換素子16の受光面に入射する。換言すると、プリズム51は、光電変換素子16が開口部30dの右半分に入射する光束に由来する分離光束を受光するように、通過光束から分離光束を分離する。一对のプリズム50、51の屈折作用により、通過光束から分離されて一对のプリズム50、51から出射された一对の分離光束は、これらを受光する一对の光電変換素子15、16に近づくにつれて、互いに離間する。

【0041】

図7に示すように、焦点検出画素312においては、開口部30dが配置された面41と半導体基板表面40との距離を、図5に示す焦点検出画素322よりも長く設定する。このことにより、一对のプリズム50、51により分離偏向された一对の分離光束を、半導体基板表面40上において、素子分離領域17の幅よりも大きく分離することができる。上記開口部30dが配置された面41と半導体基板表面40との距離は、一对のプリズム50、51の偏向角、面41を基準としたマイクロレンズ10のFナンバー、および素子分離領域17の幅に応じて決められる。プリズムの偏向角とは、プリズムに入射する光線とプリズムから出射する光線とのなす角度である。例えばマイクロレンズ10の左端からプリズム50の右端に入射する光線60(開口部30dの左半分に入射する光線の中で左方向からの入射角が最も大きくなる光線)は、プリズム50により偏向され、光電変換素子15の右端に入射するように上記距離が設定される。マイクロレンズ10の右端から開口部30dの左端に入射する光線61(開口部30dの左半分に入射する光線の中で右方向からの入射角が最も大きくなる光線)は、プリズム50により偏向され、光電変換素子15の左端に入射するように光電変換素子15の大きさが設定される。

【0042】

したがって、開口部30dが配置された面41と半導体基板表面40との距離に起因して、図7に示す焦点検出画素312の有する一对の光電変換素子15および16は、図5に示す焦点検出画素322の有する一对の光電変換素子25および26よりも幅が広がって大きい。例えば図2における焦点検出エリア104を構成する焦点検出画素312の一对のプリズム50、51、開口部30d、一对の光電変換素子15および16、ならびに素子分離領域17は、図8(a)に示すような位置関係で表される。図8(a)に示

10

20

30

40

50

すように、焦点検出エリア 104 を構成する焦点検出画素 312 においては、一对の光電変換素子 15 および 16 の各々の外周を構成する 4 辺のうち、素子分離領域 17 と接する辺を除く他の 3 辺は、開口部 30d よりも外側に位置する。

【0043】

図 7 に示すように、素子分離領域 17 上には遮光部材 43 が半導体基板表面 40 と面 41 との間に配置される。遮光部材 43 は、開口部 30d の左半分を通過する光束に含まれる光線が迷光となって光電変換素子 16 に入射することを防止するとともに、開口部 30d の右半分を通過する光束に含まれる光線が迷光となって光電変換素子 15 に入射することを防止する。

【0044】

図 9 は、焦点検出画素 312 の素子分離領域 17 付近を拡大表示した断面図であって、光電変換素子 15 および 16 は、P ウェル (P 型半導体領域) 上に形成された N 型半導体領域によりフォトダイオードとして形成される。光電変換素子 15 および 16 を形成する PN 接合の間には 2 つのフォトダイオードを分離するための高濃度 P 型半導体領域が素子分離領域 17 として形成される。素子分離領域 17 の構成としてはこの他に、半導体回路基板 29 をエッチングしてその中に酸化物 (例えば SiO_2) を埋め込むような構成であってもよい。遮光部材 43 はフォトリソグラフィおよびエッチングプロセスにより平坦化層 31 に溝部を形成した後、該溝部にスパッタリング法などを用いてタンゲステン、窒化チタン、アルミニウムなどの無機材料を埋め込むことにより形成される。

【0045】

以上のような構成により、マイクロレンズ 10 を通過して開口部 30d に入射した通過光束は、一对のプリズム 50、51 により一对の分離光束に分離偏向される。図 10 に、図 7 で示した焦点検出画素 312 の光電変換素子 15、16 の境界近傍の拡大正面図を示す。図 10 (a) は、図 2 において撮影画面 100 上の中央近傍に対応する交換レンズ光軸上の焦点検出エリア 101 に配置された焦点検出画素 312 の光電変換素子 15、16 を示した図である。図 10 (b) は図 2 において撮影画面 100 上の水平方向、すなわち X 方向の像高が高い位置の焦点検出エリア 105 に配置された焦点検出画素 312 の光電変換素子 15、16 を示した図である。図 10 (a) および (b) は、従来技術に基づく図 6 (a) および (b) と対応している。図 10 (a) および (b) に示すように、開口部 30d の左半分を通る分離光束 85 は光電変換素子 15 によりすべて受光され、開口部 30d の右半分を通る分離光束 86 は光電変換素子 16 によりすべて受光される。従って、図 6 に示した従来技術のように素子分離領域 27 上に入射する光束が、図 10 (a) および (b) に示す素子分離領域 17 上においては存在しなくなるので、前述した従来技術の問題点を解消することができる。

【0046】

図 11 は、図 3 において水平方向の直線で撮像素子配列の断面をとった場合の撮像素子 310 の断面図であり、従来の撮像素子 320 と同一の構成については図 4 と同じ符号で示すこととし、説明を省略する。図 11 において図 4 と異なる点の 1 つは、図 4 における遮光マスク 30 が形成された面 41 と光電変換素子 11 の表面 40 との距離に比して、図 11 における遮光マスク 30 が形成された面 41 と光電変換素子 11 の表面 40 との距離が、撮像素子 310 の構造を焦点検出画素 312 の構造に合わせるために増大した点である。該距離の増大に伴い、開口部 30a への入射角度の大きな光線を受光するために、光電変換素子 11 の大きさが図 4 の光電変換素子 21 より大きくなっている。

【0047】

なお、図 7 および 11 において上記マイクロレンズ 10 から光電変換素子 15 および 16 または 11 までの構造物は、周知の半導体イメージセンサ製造技術により、半導体回路基板 29 上に一体的に形成される。

【0048】

図 12 は、本実施の形態の撮像素子を含むデジタルスチルカメラ 201 の撮像動作を示すフローチャートである。図 12 に示す各処理ステップは、ボディ駆動制御装置 214 に

10

20

30

40

50

よって実行される。ボディ駆動制御装置 214 は、ステップ S 100 でカメラの電源がオンされると、ステップ S 110 以降の撮像動作を開始する。

【0049】

ステップ S 110 において撮像素子 212 は一定周期で撮像動作を繰り返す（例えば 1 秒間に 60 フレームを出力する）動作モードに設定される。そして 1 フレーム分の全画素データを読み出す。続くステップ S 120 では、撮像素子データから間引きしたデータを液晶表示素子 216 にライブビュー表示させる。

【0050】

ステップ S 130 では焦点検出画素データに基づき図 2 に示した 5 つの焦点検出エリアにおいて焦点検出を行い、最終的に 1 つのデフォーカス量を算出する。デフォーカス量の信頼性が低い場合またはデフォーカス量の算出が不能であった場合は焦点検出不能となる。ステップ S 130 の詳細については後述する。

10

【0051】

ステップ S 140 で、合焦近傍か否か、すなわち算出されたデフォーカス量の絶対値が所定値以内であるか否かを調べる。合焦近傍でないと判定された場合は、ステップ S 150 へ進み、デフォーカス量をレンズ駆動制御装置 206 へ送信し、交換レンズ 202 のフォーカシング用レンズ 210 を合焦位置に駆動させる。その後、ステップ S 110 へ戻って上述した動作を繰り返す。

【0052】

なお、焦点検出不能な場合もこのステップに分岐し、レンズ駆動制御装置 206 へスキャン駆動命令を送信し、交換レンズ 202 のフォーカシング用レンズ 210 を無限から至近までの間でスキャン駆動させる。その後、ステップ S 110 へ戻って上述した動作を繰り返す。

20

【0053】

ステップ S 140 で合焦近傍であると判定された場合はステップ S 160 へ進み、シャッターボタン（不図示）の操作によりシャッターレリーズがなされたか否かを判別する。シャッターレリーズがなされていないと判定された場合はステップ S 110 へ戻り、上述した動作を繰り返す。一方、シャッターレリーズがなされたと判定された場合はステップ S 170 へ進み、レンズ駆動制御装置 206 へ絞り調整命令を送信し、交換レンズ 202 の絞り値を制御 F 値（撮影者により設定された F 値または自動設定された F 値）にする。絞り制御が終了した時点で、撮像素子 212 に被写体輝度に応じた露光時間による撮像動作を行わせ、撮像素子 212 の撮像素子 310 および全ての焦点検出画素 312 から画素データを読み出す。

30

【0054】

ステップ S 180 において、例えば特開 2007-282107 号公報に開示されるように、焦点検出画素列の各画素位置における仮想的な撮像素子の画素データを、焦点検出画素の周囲の撮像素子の画素データと焦点検出画素の画素データとに基づいて画素補間する。続くステップ S 190 では、撮像素子データおよび補間された撮像素子データからなる画像データをメモリカード 219 に記憶させ、ステップ S 110 へ戻って上述した動作を繰り返す。

40

【0055】

図 18 のステップ S 130 におけるデフォーカス量の算出、およびその算出で用いられる一般的な像ズレ検出演算処理（相関演算処理）の詳細は、特開 2010-129783 号公報に開示されており、その像ズレ量に変換係数を乗じてデフォーカス量が算出される。こうしたデフォーカス量の算出は、図 2 に示した 5 つの焦点検出エリアのうちのいずれの焦点検出エリアにおいても同様である。なお、上記変換係数は焦点検出画素が受光する一対の光束の開き角に対応しており、測距瞳距離を一対の測距瞳の重心間隔で除算した値である。また、測距瞳の重心間隔が絞り開口径に応じて変化するために、上記変換係数も絞り開口径に応じて変化する。

【0056】

50

上述した本実施の形態では、光学系の射出瞳を一对に分割した測距瞳を通過した通過光束を受光して一对の信号を出力する瞳分割方式の焦点検出画素において、マイクロレンズと一对の光電変換素子との間に、偏向素子（プリズム）を配置する。偏向素子は、マイクロレンズから一对の光電変換素子に向かう通過光束を一对の分離光束に分離する。一对の光電変換素子は一对の分離光束をそれぞれ受光する。このように構成したため、マイクロレンズから一对の光電変換素子に向かう通過光束が一对の光電変換素子の境界領域に設けられた素子分離領域に到達することなく、通過光束を一对の光電変換素子で効率的に受光することができる。したがって、光学系の絞りのFナンバーが大きい場合にも焦点検出性能を良好に維持することができる。また、撮像素子上の像高が高い位置に配置された焦点検出画素においても、通過光束を素子分離領域で受光せずに一对の光電変換素子で効率的に受光することができる。したがって、一对の光電変換素子の出力信号のレベルの相違が拡大することを防止し、焦点検出性能を良好に維持することができる。

10

【0057】

- - - 第2の実施の形態 - - -

第1の実施の形態の撮像素子212においては、焦点検出画素312は図7に示すように開口部30dに重畳して一对のプリズム50、51を配置している。しかし、開口部30dに配置する偏向素子としてはプリズムに限定されることなく、偏向作用を有する光学素子であればよい。

【0058】

図13は、図3において水平方向の直線で焦点検出画素配列の断面をとった場合の、第2の実施の形態の撮像素子212に配置される焦点検出画素312の断面図である。図7に示す焦点検出画素312と同一の構成については図7と同じ符号で示すこととし、説明を省略する。図13において図7と異なる点の1つは、遮光マスク30が形成された面41において開口部30dに重畳して、光分離素子である一对の偏向素子としてのレンズ52、53が配置される点である。一对のレンズ52、53は、例えば半円柱形状のシリンドリカルレンズであって、その半円柱の中心軸が一对の光電変換素子15および16の長手方向と平行となるように、かつ遮光マスク30の開口部30dを等分するように配置される。一对のレンズ52、53は、シリンドリカルレンズでなくても、一对のレンズ52、53の境界線が一对のレンズ52、53の並び方向と垂直な直線となるレンズであれば、多角柱形状等の他のレンズでも良い。

20

30

【0059】

図13においては、一对のレンズ52、53の光軸は開口部30dを等分した場合の各領域の中心位置（すなわち開口部30dの端から開口部30dの幅の1/4だけ開口部30dの中心に寄った位置）よりも、開口部30dの中心から外側に離れる方向に偏位している。図13は、説明を簡略化するために、図7に示す第1の実施の形態における一对のプリズム50、51を本実施の形態における一对のレンズ52、53に置き換えたに過ぎない例を示している。しかし、本実施の形態における一对のレンズ52、53を用いる場合は、図13に示した配置に限られず、開口部30dを覆う配置であれば他の配置であっても良い。

【0060】

また、第1の実施の形態における焦点検出画素312と同様に、本実施の形態における焦点検出画素312においても、一对のレンズ52、53が配置された面41とマイクロレンズ10を通過する通過光束を射出する交換レンズの射出瞳面とは、マイクロレンズ10により互いに光学的に略共役となっている。

40

【0061】

一对のレンズ52、53の材質の屈折率は平坦化層31の材質の屈折率よりも高く設定されている。例えば平坦化層31の材質はシリコン酸化物（ SiO_2 ：屈折率1.46）とし、一对のレンズ52、53の材質はシリコン窒化物（ SiN ：屈折率2.0）とする。一对のレンズ52、53は、周知のフォトリソグラフィと、特開2001-309395号公報などに開示されるエッチングプロセス（等方性エッチング、異方性エッチング

50

、エッチバックなど)とを用いた製造方法により層内レンズとして形成される。そのため、一对のレンズ52、53の境界部の位置精度およびエッジ形状の形状精度も高く、境界部での光束散乱を防止することができる。

【0062】

一对のレンズ52、53は、焦点検出画素312が撮影画面の中央近傍にある場合には図13に示すようにマイクロレンズ10の光軸42を対称軸として対称的に配置され、一对のレンズ52、53の境界線は光軸42を通る。一对のレンズ52、53は光軸42を挟んで互いに反対側の等距離の位置に設けられている。従って、マイクロレンズ10を通過して開口部30dに入射する通過光束のうち、開口部30dの左半分に入射する光束は、レンズ52により、左方向に偏向されて開口部30dから一方の分離光束として出射し集光しながら光電変換素子15の受光面に入射する。換言すると、レンズ52は、光電変換素子15が開口部30dの左半分に入射する光束に由来する分離光束を受光するように、通過光束から分離光束を分離する。一方マイクロレンズ10を通過して開口部30dに入射する通過光束のうち、開口部30dの右半分に入射する光束は、レンズ53により、右方向に偏向されて開口部30dから他方の分離光束として出射して集光しながら光電変換素子16の受光面に入射する。換言すると、レンズ53は、光電変換素子16が開口部30dの右半分に入射する光束に由来する分離光束を受光するように、通過光束から分離光束を分離する。一对のレンズ52、53の屈折作用により通過光束から分離されて一对のレンズ52、53から出射された一对の分離光束は、これらを受光する一对の光電変換素子15、16に近づくにつれて、互いに離間する。

10

20

【0063】

上記開口部30dが配置された面41と半導体基板表面40との距離は、一对のレンズ52、53の偏向角、焦点距離、面41を基準したマイクロレンズ10のFナンバー、および素子分離領域17の幅に応じて決められる。レンズの偏向角とは、プリズムに入射する光線とプリズムから出射する光線とのなす角度である。例えばマイクロレンズ10の左端からレンズ52の右端に入射する光線60(開口部30dの左半分に入射する光線の中で左方向からの入射角が最も大きくなる光線)は、レンズ52により偏向され、光電変換素子15の右端に入射するように上記距離が設定される。マイクロレンズ10の右端から開口部30dの左端に入射する光線61(開口部30dの左半分に入射する光線の中で右方向からの入射角が最も大きくなる光線)は、レンズ52により偏向され、光電変換素子15の左端に入射するように光電変換素子15の大きさが設定される。

30

【0064】

以上のような構成により、マイクロレンズ10を通過して開口部30dに入射した通過光束は、一对のレンズ52、53により一对の分離光束に分離偏向される。図13で示した焦点検出画素312の光電変換素子15、16の境界近傍の拡大正面図は、図10と同様である。図10に示すように、開口部30dの左半分を通る分離光束85は光電変換素子15によりすべて受光され、開口部30dの右半分を通る分離光束86は光電変換素子16によりすべて受光される。従って、図6に示した従来技術のように素子分離領域27上に入射する光束が、図10に示す素子分離領域17上においては存在しなくなるので、前述した従来技術の問題点を解消することができる。

40

【0065】

また上記のように偏向素子としてレンズを用いた場合には、偏向素子としてプリズムを用いた場合と比較して、次の利点がある。まず、開口部30dに入射する通過光束を集光して分離光束として出射することにより、開口部30dの光軸42近傍に入射する光線をより大きく偏向できる。また、図13に示す光線61のように開口部30dの端に入射する光線をマイクロレンズ10の光軸42に近づく方向に偏向することができるので、開口部30dが配置された面41と半導体基板表面40との距離を短くするとともに、光電変換素子15、16の大きさを小さくすることができる。偏向素子としてレンズを用いた場合には、偏向素子としてプリズムを用いた場合よりも、偏向素子表面と光軸42とがなす角度を小さくすることができるので、上記距離が短くても素子分離領域17のために一对

50

の光電変換素子 15、16 の境界領域を十分に確保できる。なお、一对のレンズ 52、53 の表面は球面でなくても、例えば多面体であっても良い。

【0066】

- - - 変形例 - - -

(1) 図3に示す実施形態においては、撮像素子が2次元的に配列された撮像素子において一部の撮像素子を焦点検出画素に置換した構成になっていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば図14に示すように、撮像素子の全画素を焦点検出画素として構成してもよい。

【0067】

図14は、図3に対応した撮像素子212の詳細な構成を示す正面図であり、画面の一部を拡大した場合の画素配列の詳細を示す。撮像素子212には焦点検出画素311が二次元正方格子状に稠密に配列される。焦点検出画素311は色フィルタを有している。焦点検出画素311の構造は色フィルタを有している点を除き、上述した各実施の形態における焦点検出画素312と同一である。焦点検出画素311の有する色フィルタには赤画素(R)用、緑画素(G)用、青画素(B)用の3種類の相異なる分光感度特性を有する色フィルタが含まれ、これら3種類の色フィルタがベイヤー配列の配置規則によって配置されている。

【0068】

このような実施形態においては、同一の水平行に存在する同一の色同士の焦点検出画素の各々に含まれる一对の光電変換素子の出力に対して、前述した像ズレ検出演算処理を施すことにより、いわゆる瞳分割型位相差検出方式の焦点検出を行うことができる。

【0069】

また各焦点検出画素に含まれる一对の光電変換素子の出力を加算することにより、従来のベイヤー配列された撮像素子の撮像信号出力と同様の出力を得ることができ、これにより画像信号を生成することができる。各焦点検出画素の一对の光電変換素子の出力を加算する処理は、一旦撮像素子から全画素の一对の光電変換素子の出力信号を読み出した後にボディ駆動制御装置214側で行う。あるいは、特開2001-305415号公報に開示されるように、焦点検出画素毎に出力加算回路を設け、画像信号出力を読み出したい場合は、撮像素子側で該加算回路にて加算した出力をボディ駆動制御装置214が読み出すようにしてもよい。焦点検出画素毎に出力加算回路が設けられる場合には、偏向素子により分離した分離光束を受光する一对の光電変換素子の間の境界領域に該出力加算回路を設けるようにすれば、画素内の半導体表面の効率的な利用が可能になる。

【0070】

このような実施形態においては、撮像画面の任意の位置で焦点検出が可能になるとともに、従来の撮像素子と同様の品質の画像信号を得ることが出来る。

【0071】

(2) 上述した実施形態においてはマイクロレンズと光電変換素子との間に一对の偏向素子を設けた。しかし、必ずしも一对の偏向素子が必要であると言うわけではなく、一对の偏向素子の一方のみを配置する構成としても良い。このような構成においても光束の分離効果を得ることが出来る。例えば図2における焦点検出エリア104を構成する焦点検出画素312のプリズム50、開口部30d、一对の光電変換素子15および16、ならびに素子分離領域17は、図8(b)に示すような位置関係で表される。図8(b)に一例を示すように、焦点検出エリア104を構成する焦点検出画素312においては、光電変換素子15の外周を構成する4辺のうち、素子分離領域17と接する辺を除く他の3辺は、開口部30dよりも外側に位置する。図8(b)に示す例では、光電変換素子16の外周を構成する4辺のうち、素子分離領域17と接する辺を除く他の3辺は、開口部30dの位置と略一致する。プリズム50は、開口部30dに入射する通過光束に対して、光電変換素子15が受光する一方の分離光束を、光電変換素子16が受光する他方の分離光束から分離している。

【0072】

10

20

30

40

50

(3) 上述した実施形態においては、素子分離領域17上の、半導体基板表面40と面41との間に遮光部材43を配置した。しかし、一对の光電変換素子15および16への上述した迷光の入射が無ければ、あるいは他の方法によって迷光の入射が防止されていれば、必ずしも遮光部材43は必要では無い。

【0073】

(4) 上述した実施形態においては、光電変換素子15および16はフォトダイオードを有することとした。しかし、それに限らず、光電変換素子15および16は、電圧を加えることによって電荷蓄積領域が形成されるフォトゲート型光電変換素子であっても良い。

【0074】

(5) 上述した実施形態においては、撮像素子としてCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサ等を用いることもできる。

10

【0075】

(6) 撮像装置としては、上述したようなカメラボディに交換レンズが装着される構成のデジタルスチルカメラに限定されない。例えばレンズ一体型のデジタルスチルカメラ、あるいはビデオカメラにも本発明を適用することができる。さらには、携帯電話などに内蔵される小型カメラモジュール、監視カメラやロボット用の視覚認識装置、車載カメラなどにも適用できる。

【符号の説明】

【0076】

10 マイクロレンズ、11、15、16、21、25、26 光電変換素子、
 29 半導体回路基板、30 遮光マスク、31、32 平坦化層、
 34 白色フィルタ、38 色フィルタ、
 40 半導体基板表面、41 面、42 光軸、43 遮光部材、44 境界線、
 50、51 プリズム、52、53 レンズ、60、61 光線、85、86 分離光束、
 100 撮影画面、101～105 焦点検出エリア、
 201 デジタルスチルカメラ、202 交換レンズ、203 カメラボディ、
 204 マウント部、206 レンズ駆動制御装置、
 208 ズーミング用レンズ、209 レンズ、210 フォーカシング用レンズ、
 211 絞り、212 撮像素子、213 電気接点、
 214 ボディ駆動制御装置、215 液晶表示素子駆動回路、216 液晶表示素子、
 217 接眼レンズ、219 メモリカード、
 310、320 撮像画素、311、312、322 焦点検出画素

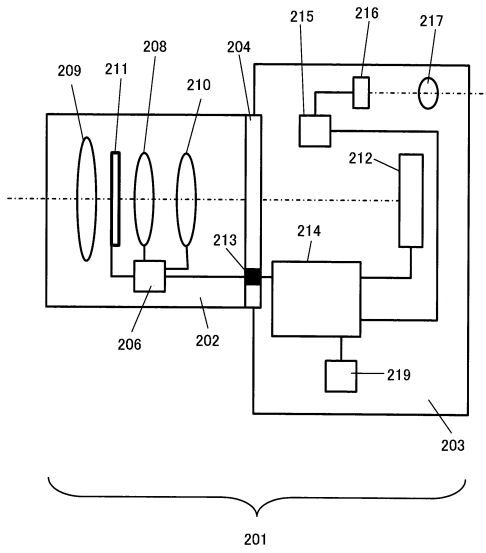
20

30

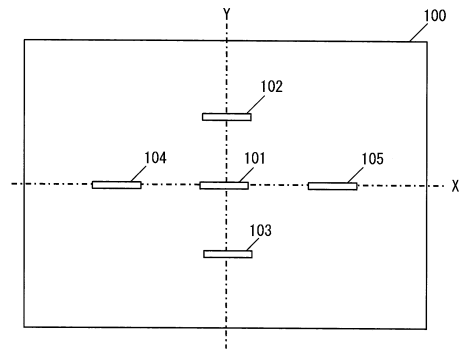
【図1】

【図2】

【図1】



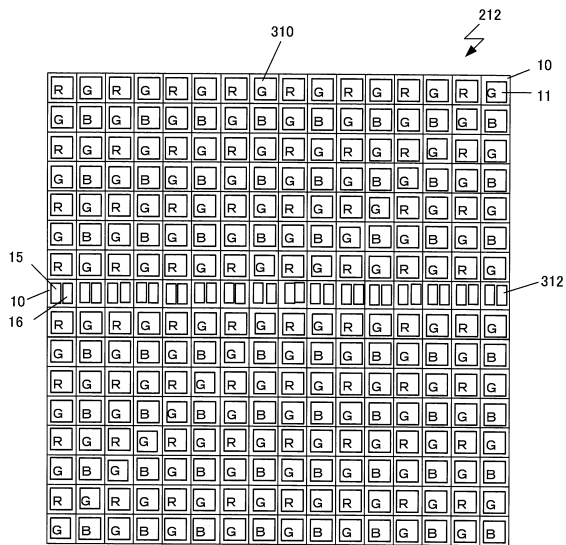
【図2】



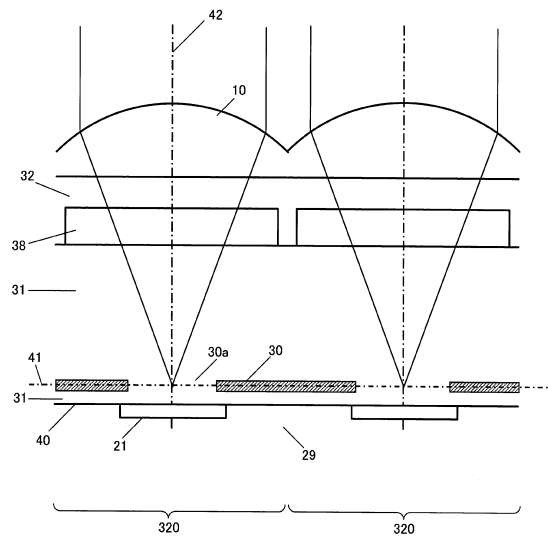
【図3】

【図4】

【図3】

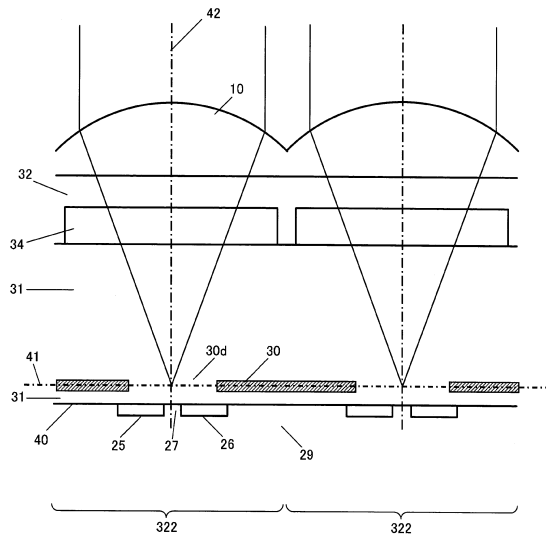


【図4】



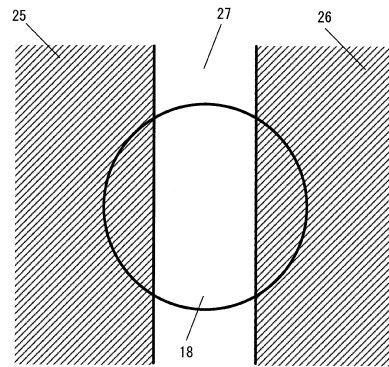
【図5】

【図5】

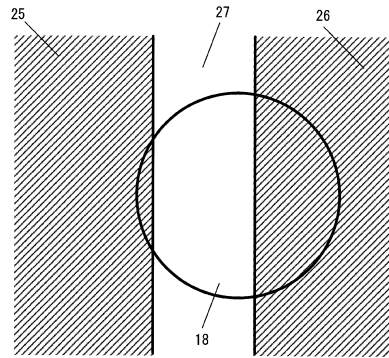


【図6】

【図6】



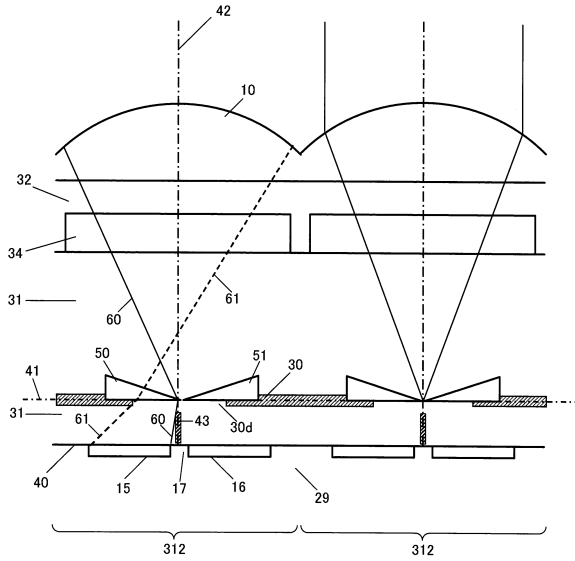
(a)



(b)

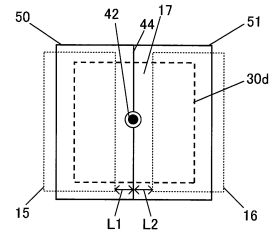
【図7】

【図7】

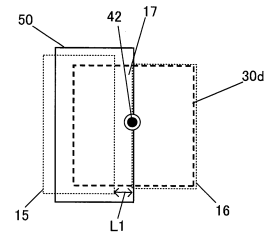


【図8】

【図8】



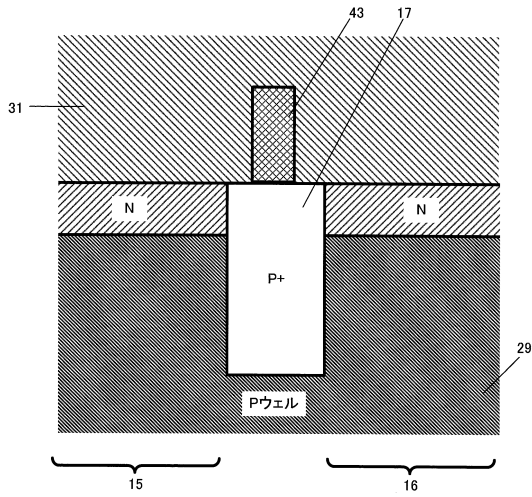
(a)



(b)

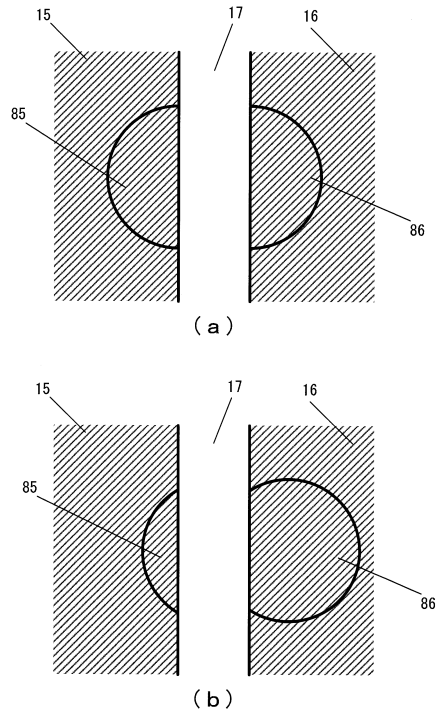
【図9】

【図9】



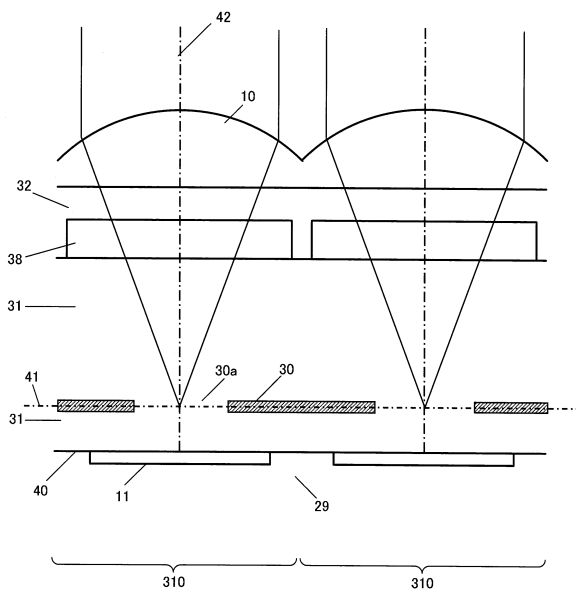
【図10】

【図10】



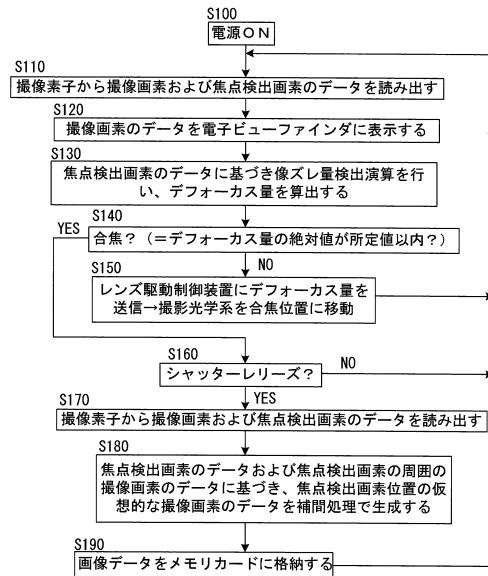
【図11】

【図11】



【図12】

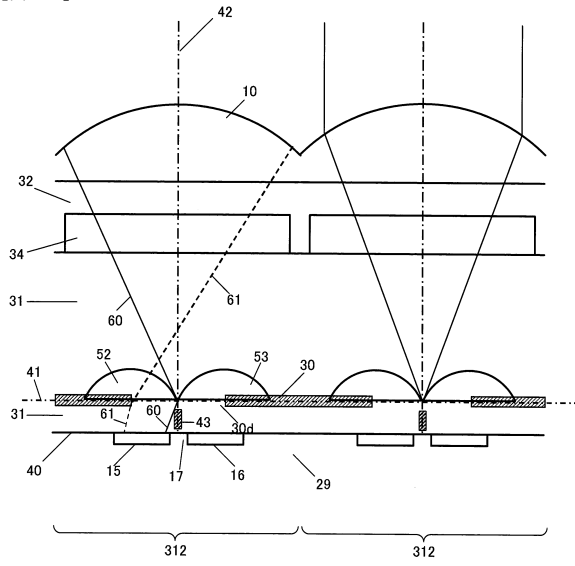
【図12】



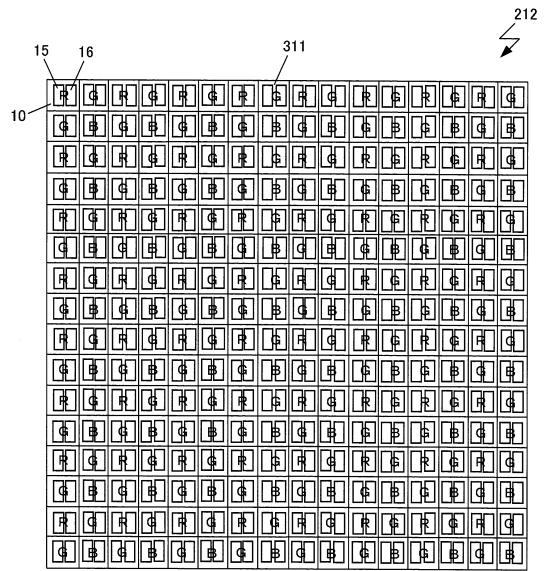
【 図 1 3 】

【 図 1 4 】

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-158800(JP,A)
特開平07-298122(JP,A)
特開昭62-078515(JP,A)
特開昭62-003215(JP,A)
特開2001-305415(JP,A)
特開2007-158109(JP,A)
特開2003-250080(JP,A)
特開2009-047978(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/28
G02B 7/34
G03B 13/36
H04N 5/232