

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6186900号
(P6186900)

(45) 発行日 平成29年8月30日 (2017. 8. 30)

(24) 登録日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/369 (2011. 01)

H O 4 N 5/369

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232

H O 1 L 27/146 (2006. 01)

H O 1 L 27/146

D

H O 1 L 27/146

A

請求項の数 17 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2013-117688 (P2013-117688)
 (22) 出願日 平成25年6月4日 (2013. 6. 4)
 (65) 公開番号 特開2014-236411 (P2014-236411A)
 (43) 公開日 平成26年12月15日 (2014. 12. 15)
 審査請求日 平成28年2月9日 (2016. 2. 9)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100082131
 弁理士 稲本 義雄
 (74) 代理人 100121131
 弁理士 西川 孝
 (72) 発明者 中田 征志
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内
 (72) 発明者 高橋 浩司
 熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1
 ソニーセミコンダクタ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置、電子機器、レンズ制御方法、および撮像モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える固体撮像装置であって、

前記位相差検出画素は、

オンチップレンズと、

前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、

前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜と

を備え、

前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、

前記所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない

固体撮像装置。

【請求項 2】

前記所定の位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像画素が配置される画像出力領域の外側に配置される

請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記所定の位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像

10

20

画素が配置される画像出力領域の内側に配置される

請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記所定の位相差検出画素に隣接する前記画素は、通常より大きいサイズの前記オンチップレンズを備える

請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記所定の位相差検出画素に隣接する前記画素は、通常より小さいサイズの前記オンチップレンズを備える

請求項 1 に記載の固体撮像装置。

10

【請求項 6】

前記位相差検出画素は、前記光電変換部として、分割形成されている光電変換部を備える

請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行う位相差検出部と、
予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正する位相差補正部とをさらに備える

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

20

前記位相差補正部は、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて求められる位相差特性に基づいて、検出された位相差を補正する

請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記位相差特性は、1 対の前記位相差検出画素における、入射光の光軸の角度に対する前記位相差検出画素それぞれの出力を表し、

前記位相差補正部は、前記位相差特性における所定の角度範囲での前記出力の傾きを用いて求められる補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正する

請求項 8 に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

30

前記位相差補正部は、レンズの F 値に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正する

請求項 9 に記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

前記位相差補正部は、像高に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正する

請求項 9 に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

前記位相差補正部は、撮影環境に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正する

40

請求項 9 に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】

位相差検出による AF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、

前記位相差検出画素は、

オンチップレンズと、

前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、

前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜と

を備え、

前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置

50

され、

前記所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない撮像素子と、

被写体光を前記撮像素子に入射するレンズと、

前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行う位相差検出部と、

予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正する位相差補正部と、

補正された位相差に応じて、前記レンズの駆動を制御するレンズ制御部と

を備える電子機器。

【請求項 1 4】

特定のパターンの光を照射する光源をさらに備え、

前記位相差補正部は、前記光源の波長に対応した補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正する

請求項 1 3 に記載の電子機器。

【請求項 1 5】

前記位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像素素が配置される画像出力領域の内側に配置され、

予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、前記所定の位相差検出画素の出力を補正する欠陥補正部をさらに備える

請求項 1 3 に記載の電子機器。

【請求項 1 6】

位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、

前記位相差検出画素は、

オンチップレンズと、

前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、

前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜と

を備え、

前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、

前記所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない撮像素子と、

被写体光を前記撮像素子に入射するレンズとを備える電子機器のレンズ制御方法であって、

前記電子機器が、

前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行い、

予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正し、

補正された位相差に応じて、前記レンズの駆動を制御する

ステップを含むレンズ制御方法。

【請求項 1 7】

位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、

前記位相差検出画素は、

オンチップレンズと、

前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、

前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜と

を備え、

前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は、前記所定の位相差検出画素の配置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成される撮像素子と、

10

20

30

40

50

被写体光を前記撮像素子に入射するレンズと、
前記撮像素子と前記レンズとの間に形成される光学フィルタと
を備える撮像モジュールにおいて、
前記レンズおよび前記光学フィルタは、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力
を用いて求められる位相差特性に応じて形成される

撮像モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、固体撮像装置、電子機器、レンズ制御方法、および撮像モジュールに関し、
特に、AFの精度を低下させないようにすることができるようにする固体撮像装置、電子機
器、レンズ制御方法、および撮像モジュールに関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、撮像素子において、光電変換部の一部が遮光された位相差検出画素を設けること
で位相差検出を行い、AF (Auto Focus) を行う撮像装置が知られている（例えば、特許文
献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献1】特開2010-160313号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、各画素の遮光膜やオンチップレンズを形成する際のリソグラフィの
合わせずれや、撮像素子をモジュール化する際の撮像レンズの合わせずれ等の、製造
上のばらつきが、位相差検出の精度低下の一因となっていた。これにより、位相差検出に
よるAF (Auto Focus) の精度が低下する恐れがあった。

【0005】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、製造上のばらつきがあっても
、AFの精度を低下させないようにすることができるようにするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本技術の一側面の固体撮像装置は、位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位
相差検出画素を含む複数の画素を備える固体撮像装置であって、前記位相差検出画素は、
オンチップレンズと、前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、前記光
電変換部の一部を遮光する遮光膜とを備え、前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位
相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、前記所定の位相差検出画素において、前
記オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない。

【0010】

40

前記所定の位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像
画素が配置される画像出力領域の外側に配置されるようにすることができる。

【0011】

前記所定の位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像
画素が配置される画像出力領域の内側に配置されるようにすることができる。

【0012】

前記所定の位相差検出画素に隣接する前記画素には、通常より大きいサイズの前記オン
チップレンズを設けることができる。

【0013】

前記所定の位相差検出画素に隣接する前記画素には、通常より小さいサイズの前記オン

50

チップレンズを設けることができる。

【 0 0 1 4 】

前記位相差検出画素には、前記光電変換部として、分割形成されている光電変換部を設けることができる。

【 0 0 1 5 】

前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行う位相差検出部と、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正する位相差補正部とをさらに設けることができる。

【 0 0 1 6 】

前記位相差補正部には、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて求められる位相差特性に基づいて、検出された位相差を補正させることができる。

10

【 0 0 1 7 】

前記位相差特性は、1対の前記位相差検出画素における、入射光の光軸の角度に対する前記位相差検出画素それぞれの出力を表し、前記位相差補正部には、前記位相差特性における所定の角度範囲での前記出力の傾きを用いて求められる補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正させることができる。

【 0 0 1 8 】

前記位相差補正部には、レンズのF値に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正させることができる。

【 0 0 1 9 】

20

前記位相差補正部には、像高に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正させることができる。

【 0 0 2 0 】

前記位相差補正部には、撮影環境に対応した前記補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正させることができる。

【 0 0 2 1 】

本技術の一側面の電子機器は、位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、前記位相差検出画素は、オンチップレンズと、前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜とを備え、前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、前記所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない撮像素子と、被写体光を前記撮像素子に入射するレンズと、前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行う位相差検出部と、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正する位相差補正部と、補正された位相差に応じて、前記レンズの駆動を制御するレンズ制御部とを備える。

30

【 0 0 2 2 】

特定のパターンの光を照射する光源をさらに設け、前記位相差補正部には、前記光源の波長に対応した補正パラメータを用いて、検出された位相差を補正させることができる。

【 0 0 2 3 】

40

前記位相差検出画素は、複数の前記画素に含まれる、画像を生成するための撮像素子が配置される画像出力領域の内側に配置され、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、前記所定の位相差検出画素の出力を補正する欠陥補正部をさらに設けることができる。

【 0 0 2 4 】

本技術の一側面のレンズ制御方法は、位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、前記位相差検出画素は、オンチップレンズと、前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜とを備え、前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、前記所定の位相差検出画素において、前記

50

オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない撮像素子と、被写体光を前記撮像素子に入射するレンズとを備える電子機器のレンズ制御方法であって、前記電子機器が、前記位相差検出画素同士の出力の差分を用いて位相差検出を行い、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて、検出された位相差を補正し、補正された位相差に応じて、前記レンズの駆動を制御する。

【 0 0 2 5 】

本技術の一側面の撮像モジュールは、位相差検出によるAF (Auto Focus) を行うための位相差検出画素を含む複数の画素を備える撮像素子であって、前記位相差検出画素は、オンチップレンズと、前記オンチップレンズより下層に形成された光電変換部と、前記光電変換部の一部を遮光する遮光膜とを備え、前記位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素において、前記オンチップレンズおよび前記遮光膜は、前記所定の位相差検出画素の配置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成される撮像素子と、被写体光を前記撮像素子に入射するレンズと、前記撮像素子と前記レンズとの間に形成される光学フィルタとを備える撮像モジュールにおいて、前記レンズおよび前記光学フィルタは、予め得られた前記所定の位相差検出画素の出力を用いて求められる位相差特性に応じて形成される。

【 0 0 2 6 】

本技術の一側面においては、位相差検出画素のうちの複数の所定の位相差検出画素は、互いに離れた位置に配置され、所定の位相差検出画素において、オンチップレンズおよび前記遮光膜は射出瞳補正がかけられていない。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本技術の一側面によれば、製造上のばらつきがあっても、AFの精度を低下させないようにすることが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 撮像素子の画素配置について説明する図である

【 図 2 】 位相差検出画素の構造例を示す断面図である。

【 図 3 】 撮像素子の画素配置について説明する図である。

【 図 4 】 位相差検出画素の構造例を示す断面図である。

【 図 5 】 位相差検出画素の位相差特性について説明する図である。

【 図 6 】 位相差検出画素の位相差特性について説明する図である。

【 図 7 】 従来の位相差検出の補正について説明する図である。

【 図 8 】 位相差に対するフォーカスのずれ量について説明する図である。

【 図 9 】 本技術を適用した撮像素子の構成例を示す図である。

【 図 1 0 】 本技術を適用した撮像素子の他の構成例を示す図である。

【 図 1 1 】 モニタ画素の位相差特性について説明する図である。

【 図 1 2 】 モニタ画素の位相差特性の実測データを示す図である。

【 図 1 3 】 オンチップレンズの形状について説明する図である。

【 図 1 4 】 遮光膜の遮光パターンについて説明する図である。

【 図 1 5 】 本技術を適用した撮像素子のさらに他の構成例を示す図である。

【 図 1 6 】 位相差検出画素の他の構造例を示す断面図である。

【 図 1 7 】 本技術を適用した電子機器の構成例を示すブロック図である。

【 図 1 8 】 本技術の固体撮像装置の基本的な概略構成について説明する図である。

【 図 1 9 】 位相差AF処理について説明するフローチャートである。

【 図 2 0 】 補正パラメータの算出について説明する図である。

【 図 2 1 】 補正パラメータによる位相差の補正について説明する図である。

【 図 2 2 】 撮像処理について説明するフローチャートである。

【 図 2 3 】 撮像画素の入射角依存特性について説明する図である。

【 図 2 4 】 本技術を適用した電子機器の他の構成例を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

- 【図 2 5】本技術を適用した撮像装置の外観構成を示す図である。
【図 2 6】ばらつきのある位相差特性について説明する図である。
【図 2 7】撮像装置の位相差AF処理について説明するフローチャートである。
【図 2 8】本技術を適用したカプセル内視鏡の外観構成を示す図である。
【図 2 9】光源が照射する光のパターンの例を示す図である。
【図 3 0】カプセル内視鏡の撮影処理について説明するフローチャートである。
【図 3 1】撮像モジュールの構成例について説明する図である。
【図 3 2】本技術を適用した 3 次元センサ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】

【 0 0 2 9 】

10

以下、本技術の実施の形態について図を参照して説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 従来の撮像素子とその課題
2. 本技術の撮像素子について
3. 本技術の撮像素子を搭載した電子機器について

【 0 0 3 0 】

< 1. 従来の撮像素子における課題 >

[射出瞳補正が行われていない撮像素子]

図 1 は、位相差検出を実行可能とする一般的な撮像素子の画素配置の例を示している。

【 0 0 3 1 】

20

図 1 に示されるように、撮像素子には、白色の正方形で示される複数の撮像素子が行列状に 2 次元配置されている。撮像素子は、R 画素、G 画素、および B 画素からなり、これらは、ベイヤ配列に従い規則的に配置されている。

【 0 0 3 2 】

また、撮像素子には、行列状に 2 次元配置される複数の撮像素子の中に、黒色の正方形で示される複数の位相差検出画素が散在して配置されている。位相差検出画素は、撮像素子における所定の撮像素子の一部が置き換えられることで、特定のパターンで規則的に配置されている。図 1 の例では、2 つの G 画素が、位相差検出画素 P1, P2 に置き換えられている。

【 0 0 3 3 】

30

図 2 は、図 1 の位相差検出画素の構造例を示す断面図である。なお、図 2 においては、位相差検出画素 P1, P2 は互いに隣接して配置されているものとして示されているが、図 1 に示されるように、所定数の撮像素子を挟んで配置されている。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示されるように、位相差検出画素 P1, P2 においては、半導体基板 (Si 基板) 1 2 1 に光電変換部としてのフォトダイオード 1 2 2 が形成されている。半導体基板 1 2 1 の上層には、遮光膜 1 2 3 とカラーフィルタ 1 2 4 とが同一層に形成されており、それらの上層には、オンチップレンズ 1 2 5 が形成されている。

【 0 0 3 5 】

なお、図 2 において、位相差検出画素 P1, P2 は、それぞれ左側遮光、右側遮光の構成をとっているが、それぞれの画素配置に応じて、上側遮光、下側遮光の構成をとるようにしてもよいし、斜めに遮光されるようにしてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

また、図 2 の位相差検出画素 P1, P2 においては、撮像素子の周辺でオンチップレンズの光学中心をフォトダイオード 1 2 2 の中心よりチップ中心側 (いわゆる有効画素領域の中心側) にずらす、いわゆる射出瞳補正は行われていない。

【 0 0 3 7 】

[射出瞳補正が行われている撮像素子]

図 3 は、位相差検出を実行可能とする一般的な撮像素子の画素配置の他の例を示している。

50

【0038】

図1と同様、図3の撮像素子には、行列状に2次元配置される複数の撮像素素の中に、黒色の正方形で示される複数の位相差検出画素が散在して配置されている。図3の例では、画素領域の略中心にある2つのG画素が、位相差検出画素P1、P2に置き換えられて、画素領域の端部（図中左側）にある2つのG画素が、位相差検出画素P3、P4に置き換えられている。

【0039】

図4は、図3の位相差検出画素の構造例を示す断面図である。

【0040】

上述したように、位相差検出画素P1、P2は、画素領域の略中心にあり、その位置で撮像レンズ（図示せず）からの入射光の主光線は、その入射角が0度となるので、位相差検出画素P1、P2において、射出瞳補正は行われていない。

【0041】

一方、位相差検出画素P3、P4は、画素領域の端部にあり、その位置で撮像レンズからの入射光の主光線は、その入射角が、レンズの設計に応じて所定の角度となるので、位相差検出画素P3、P4においては、その入射角に合わせて射出瞳補正が行われている。

【0042】

ここで、図5を参照して、射出瞳補正が行われていない位相差検出画素P1、P2への入射光の入射角を振った場合の画素出力について説明する。

【0043】

図5上段に示されるように、位相差検出画素P1、P2には、5つの方向からの入射光L1乃至L5が入射されるものとする。図5下段のグラフには、そのときの位相差検出画素P1、P2の画素出力が示されている。

【0044】

図5下段のグラフにおいて、横軸は、入射光の入射角を示しており、縦軸は、位相差検出画素P1、P2の画素出力を示している。なお、実線は、位相差検出画素P1の画素出力を示し、破線は、位相差検出画素P2の画素出力を示している。

【0045】

このグラフに示されるように、左側遮光の位相差検出画素P1は、左側（マイナス側）に入射光の角度をつけると、その出力が大きくなり、右側遮光の位相差検出画素P2は、右側（プラス側）に入射光の角度をつけると、その出力が大きくなる。つまり、入射光L1のように、入射光においてマイナス方向の角度成分が大きい場合、位相差検出画素P1の出力は、位相差検出画素P2の出力より大きくなり、入射光L5のように、入射光においてプラス方向の角度成分が大きい場合、位相差検出画素P2の出力は、位相差検出画素P1の出力より大きくなる。

【0046】

このような、1対の位相差検出画素における、入射光の入射角に対する位相差検出画素それぞれの画素出力を、以下、位相差特性という。

【0047】

ところで、半導体プロセスにおける各画素の遮光膜やオンチップレンズを形成する際のリソグラフィの合わせずれや、撮像素子をモジュール化する際の撮像レンズの合わせずれによって、位相差検出画素P1、P2の位相差特性は、図6に示されるような特性となることがある。

【0048】

図6に示される位相差特性は、図5に示されるものと比べると、位相差検出画素P1の出力と位相差検出画素P2の出力との交点が、プラス方向の角度にシフトしている。すなわち、上述したような製造上のばらつきにより、画素領域の略中心にある位相差検出画素P1、P2であっても、感度にずれが生じることになる。

【0049】

これに対して、製造上のばらつきによる画素出力の差分を、ゲインをかけることで補正

10

20

30

40

50

する手法が、例えば、特開 2 0 1 0 - 4 9 2 0 9 号公報に開示されている。具体的には、図 6 に示される位相差特性において得られる、入射角 0 度を中心とした所定の角度範囲での位相差検出画素 P1, P2 の出力の積分値の差分に対して、積分値の差分が同じとなるようにゲインをかけることで、図 7 に示されるような特性を得る。ここで、所定の角度範囲は、撮像レンズの F 値等によって決まり、入射光の入射角の範囲を表す。また、この角度範囲で位相差検出画素の出力を積分する際、角度毎に重み付けをして積分するようにもできる。

【 0 0 5 0 】

図 7 上段に示される特性においては、所定の角度範囲での位相差検出画素 P2 の出力の積分値が、網掛けで示されており、図 7 下段に示される特性においては、所定の角度範囲での位相差検出画素 P1 の出力の積分値が、網掛けで示されている。この手法によれば、図 7 に示されるこれらの積分値が同じとなるものの、位相差検出画素 P1, P2 の出力それぞれを表す曲線の形状は、図 5 に示されるものと全く異なってしまう。

10

【 0 0 5 1 】

フォーカスのずれ量を位相差検出により算出する AF 技術においては、左側遮光の画素と右側遮光の画素の出力それぞれを表す曲線の分離具合や特性の交点は、重要なポイントとなる。

【 0 0 5 2 】

例えば、フォーカスがずれたときに、入射光においてプラス方向の角度成分が大きくなった場合に、左側遮光の画素と右側遮光の画素の出力の差分がどの程度になるかは、それぞれの出力を表す曲線の傾きや分離具合によって大きく変わる。つまり、特開 2 0 1 0 - 4 9 2 0 9 号公報に開示されている手法のように、出力の差分を補正するだけでは、図 8 に示されるように、位相差に対するフォーカスのずれ量が異なってしまう。

20

【 0 0 5 3 】

図 8 においては、バラつき品 A は、通常品と比べて、位相差に対するフォーカスのずれ量が小さく、バラつき品 B は、通常品と比べて、位相差に対するフォーカスのずれ量大きい。すなわち、バラつき品 A やバラつき品 B では、位相差が検出されても、フォーカスをどの程度シフトさせれば合焦するかはわからないため、位相差検出による AF 制御においては、従来の技術であるコントラスト方式等を組み合わせて AF 制御を行う必要があった。

【 0 0 5 4 】

30

また、上述した位相差特性は、同一の位相差検出画素 P1, P2 に対して、入射光の入射角を振ることで得られるものであるため、撮像レンズが装着された状態では、撮像レンズからの入射光の入射角は固定となり、この位相差特性を得ることができなかった。

【 0 0 5 5 】

そこで、以下においては、撮像レンズが装着された状態であっても、位相差検出画素の位相差特性を得ることができ、製造上のばらつきがある場合であっても、位相差特性を補正可能とする撮像素子について説明する。

【 0 0 5 6 】

< 2 . 本技術の撮像素子について >

[撮像素子の構成例]

40

図 9 は、本技術を適用した撮像素子の構成例を示している。

【 0 0 5 7 】

図 9 上段には、撮像素子 1 5 0 の画素配置の例が示されている。

【 0 0 5 8 】

撮像素子 1 5 0 には、受光した被写体光に基づいて画像を生成するための信号を生成する画素（撮像画素）と、位相差検出による AF を行うための信号を生成する画素（位相差検出画素）とが配置される。

【 0 0 5 9 】

具体的には、撮像素子 1 5 0 には、複数の撮像画素が行列状に 2 次元配置されている。撮像画素は、R 画素、G 画素、および B 画素からなり、これらは、ベイヤ配列に従い規則

50

的に配置されている。

【 0 0 6 0 】

また、撮像素子 1 5 0 には、行列状に 2 次元配置される複数の撮像素素の中に、複数の位相差検出画素が散在して配置されている。位相差検出画素は、撮像素子 1 5 0 における所定の撮像素素の一部が置き換えられることで、特定のパターンで規則的に配置されている。

【 0 0 6 1 】

なお、位相差検出画素は、撮像素子 1 5 0 において不規則に配置されるようにしてもよい。位相差検出画素が規則的に配置されるようにすれば、後述する欠陥補正等の信号処理を容易にすることができ、位相差検出画素が不規則に配置されるようにすれば、欠陥補正によるアーティファクトも不規則になり、その視認性を低下させる（目立たなくする）ことができる。

10

【 0 0 6 2 】

撮像素子 1 5 0 において画素が配置される領域は、画像出力領域と非画像出力領域とに区分されている。画像出力領域に配置されている画素の出力は、画像を生成するのに利用されるが、非画像出力領域に配置されている画素の出力は、画像を生成するのに利用されない。

【 0 0 6 3 】

図 9 上段に示されるように、撮像素子 1 5 0 において画像出力領域の上下の非画像出力領域には、図中左右方向に、位相差検出画素の対が並んで配置されている。ここで、非画像出力領域に配置される位相差検出画素を、以下、適宜、モニタ画素という。

20

【 0 0 6 4 】

図 9 下段には、画像出力領域の下側の非画像出力領域において、互いに離れた位置に配置されているモニタ画素の対 Pa, Pb, Pc (以下、単に、モニタ画素 Pa, Pb, Pc という) の構造例を示す断面図が示されている。

【 0 0 6 5 】

図 9 下段に示されるように、モニタ画素 Pa, Pb, Pc においては、半導体基板 (Si 基板) 1 2 1 に光電変換部としてのフォトダイオード 1 2 2 が形成されている。半導体基板 1 2 1 の上層には、遮光膜 1 2 3 とカラーフィルタ 1 2 4 とが同一層に形成されており、それらの上層には、オンチップレンズ 1 2 5 が形成されている。

30

【 0 0 6 6 】

また、モニタ画素 Pa, Pb, Pc において、遮光膜 1 2 3、カラーフィルタ 1 2 4、およびオンチップレンズ 1 2 5 は、モニタ画素 Pa, Pb, Pc それぞれの位置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成されている。具体的には、モニタ画素 Pa, Pb, Pc において、遮光膜 1 2 3、カラーフィルタ 1 2 4、およびオンチップレンズ 1 2 5 は、射出瞳補正がかけられていない。

【 0 0 6 7 】

ここで、撮像素子 1 5 0 に撮像レンズを装着した場合、モニタ画素 Pa, Pb, Pc には、それぞれ異なる入射角の入射光が入射される。すなわち、モニタ画素 Pa, Pb, Pc の出力としては、図 5 を参照して説明したような、射出瞳補正が行われていない位相差検出画素の入射光の入射角を振った場合の画素出力と同様のものが得られる。

40

【 0 0 6 8 】

したがって、撮像素子 1 5 0 によれば、撮像素子 1 5 0 に撮像レンズを装着した状態であっても、図 5 下段に示されるような位相差特性を得ることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、撮像素子 1 5 0 のように、射出瞳補正が行われていない位相差検出画素を横方向 (左右方向) に配列することで、撮像レンズからの入射光の入射角分の位相差特性を得ることができるが、入射光が画角全体 (撮像素子のセンサ面全体) で略平行 (例えば入射角が 5 度未満) となる撮像レンズの場合、 ± 5 度の角度範囲の位相差特性しか得ることができない。そこで、図 1 0 を参照して、これを解決する撮像素子の構成について説明する。

50

【 0 0 7 0 】

[撮像素子の他の構成例]

図 1 0 は、本技術を適用した撮像素子の他の構成例を示している。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 上段には、撮像素子 1 6 0 の画素配置の例が示されている。

【 0 0 7 2 】

なお、図 1 0 上段の撮像素子 1 6 0 の画素配置において、図 9 上段の撮像素子 1 5 0 の画素配置と異なるのは、モニタ画素が、画像出力領域の上下の非画像出力領域ではなく、画像出力領域の左右の非画像出力領域に設けられている点である。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 下段には、画像出力領域の左側の非画像出力領域において、互いに近い位置に配置されているモニタ画素 Pa, Pb, Pc の構造例を示す断面図が示されている。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 下段に示されるモニタ画素 Pa, Pb, Pc それぞれの構成は、図 9 下段に示されるものと基本的には同様であるので、その詳細については、説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

また、図 1 0 下段に示されるモニタ画素 Pa, Pb, Pc においても、遮光膜 1 2 3、カラーフィルタ 1 2 4、およびオンチップレンズ 1 2 5 は、モニタ画素 Pa, Pb, Pc それぞれの位置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成されている。具体的には、モニタ画素 Pa, Pb, Pc において、遮光膜 1 2 3、カラーフィルタ 1 2 4、およびオンチップレンズ 1 2 5 は、モニタ画素 Pa, Pb, Pc それぞれの配置に応じた射出瞳補正量とは異なる補正量の射出瞳補正がかけられている。

【 0 0 7 6 】

より詳細には、モニタ画素 Pb には、その配置に応じた射出瞳補正量の射出瞳補正がかけられているが、モニタ画素 Pa には、その配置に応じた射出瞳補正量より小さい補正量の射出瞳補正が、モニタ画素 Pc には、その配置に応じた射出瞳補正量より大きい補正量の射出瞳補正が、それぞれかけられている。

【 0 0 7 7 】

ここで、撮像素子 1 6 0 に撮像レンズを装着した場合、モニタ画素 Pa, Pb, Pc には、それぞれ略同じ入射角の入射光が入射されるが、それぞれ異なる補正量の射出瞳補正がかけられているので、モニタ画素 Pa, Pb, Pc の出力としては、相対的に、位相差検出画素の入射光の入射角を振った場合の画素出力が得られる。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 は、図 1 0 のモニタ画素 Pa, Pb, Pc それぞれの位相差特性を示している。図 1 1 左側には、モニタ画素 Pa の位相差特性が、図 1 1 中央には、モニタ画素 Pb の位相差特性が、図 1 1 右側には、モニタ画素 Pc の位相差特性が示されている。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 のモニタ画素 Pa, Pb, Pc において、実際に画素出力として得られるのは、図 1 1 に示されるそれぞれの位相差特性において白抜きの矢印で示される、撮像レンズの入射角設計により決まる所定の角度（例えば 30 度等）における出力のみとなる。そこで、それぞれ異なる補正量の射出瞳補正がかけられている位相差検出画素の出力をサンプリングすることで、位相差特性における画素出力の曲線を得ることができる。

【 0 0 8 0 】

したがって、撮像素子 1 6 0 によれば、撮像素子 1 6 0 に撮像レンズを装着した状態であっても、図 5 下段に示されるような位相差特性を得ることができる。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 は、上述したモニタ画素の位相差特性の実測データを示している。

【 0 0 8 2 】

図 1 2 上段には、図 9 を参照して説明したように、射出瞳補正が行われていない位相差検出画素（モニタ画素）に、それぞれ異なる入射角の入射光を入射することで得られた位

10

20

30

40

50

相差特性が示されている。また、図 1 2 下段には、図 1 0 を参照して説明したように、それぞれ異なる補正量の射出瞳補正が行われた位相差検出画素（モニタ画素）に、入射角を固定にした入射光を入射することで得られた位相差特性が示されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 に示されるように、それぞれの位相差特性における曲線は、略同一の形状となっている。すなわち、所定の数のモニタ画素を、それぞれの配置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成し、その画素出力をサンプリングすることで、位相差特性を得ることができる。これにより、撮像素子の良品 / 不良品の選別を行うことが可能となる。

【 0 0 8 4 】

[オンチップレンズの形状]

上述したように、図 1 0 に示される撮像素子 1 6 0 において、モニタ画素には、それぞれの配置に応じた射出瞳補正量とは異なる補正量の射出瞳補正がかけられている。そのため、撮像素子 1 6 0 においては、図 1 3 左側に示されるように、射出瞳補正量をずらした領域（射出瞳補正量ずらし領域）に配置されているモニタ画素と、それに隣接する適切な補正量の射出瞳補正がかけられている画素との間で、オンチップレンズ同士で隙間ができたり、形状のつぶれが生じてしまう。

【 0 0 8 5 】

このような、オンチップレンズ同士の隙間や形状のつぶれは、モニタ画素において、隣接画素からの混色を引き起こし、モニタ画素によって得られる位相差特性を劣化させる恐れがある。

【 0 0 8 6 】

そこで、モニタ画素とそれに隣接する画素との境界において、オンチップレンズの形状を変えるようにする。具体的には、図 1 3 中央に示されるように、モニタ画素に隣接する画素、およびその画素にさらに隣接する画素のオンチップレンズを合体させた、サイズの大きいオンチップレンズ 2 0 1 を形成することで、オンチップレンズ同士の隙間や形状のつぶれが生じないようにする。また、図 1 3 右側に示されるように、オンチップレンズ同士の隙間にサイズの小さいオンチップレンズ 2 0 2 を形成したり、形状のつぶれが生じる隣接画素のオンチップレンズのサイズを小さくすることで、オンチップレンズ同士の隙間や形状のつぶれが生じないようにする。

【 0 0 8 7 】

これにより、モニタ画素に対する、隣接画素からの混色を防ぎ、モニタ画素によって得られる位相差特性を安定させることができる。

【 0 0 8 8 】

[遮光膜の遮光パターン]

以上においては、本技術の撮像素子において、1 対の位相差検出画素 P1, P2 は、図 1 4 左側に示されるように、それぞれ左側遮光、右側遮光の構成をとるものとしたが、それぞれの画素配置に応じて、図 1 4 中央に示されるように、上側遮光、下側遮光の構成をとるようにしてもよいし、図 1 4 右側に示されるように、斜めに遮光されるようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

ここで、モニタ画素 Pa, Pb, Pc が、図 1 4 中央に示されるような、上側遮光、下側遮光の構成をとる場合、その配置は、例えば、図 9 の撮像素子 1 5 0 においては、画像出力領域の左右の非画像出力領域となり、図 1 0 の撮像素子 1 6 0 においては、画像出力領域の上下の非画像出力領域の中央付近となる。

【 0 0 9 0 】

また、モニタ画素 Pa, Pb, Pc が、図 1 4 右側に示されるような、斜めに遮光される構成をとる場合、その配置は、例えば、図 1 5 に示されるように、非画像出力領域において、画素領域全体の対角になる部分となる。

【 0 0 9 1 】

なお、以上においては、位相差として、左側遮光と右側遮光等のように、互いに異なる

10

20

30

40

50

部分が遮光されている画素（遮光画素）同士の出力の差分が用いられるものとしたが、一方の画素が遮光画素であれば位相差は得られるので、遮光画素（例えば左側遮光の画素）と、遮光されていない撮像素子の出力の差分を位相差とするようにしてもよい。

【0092】

[位相差検出画素の他の構造例]

また、本技術において、位相差検出画素は、図9下段や図10下段に示される以外の構造を採ることができる。

【0093】

図16は、本技術の位相差検出画素（モニタ画素を含む）の他の構造例を示す断面図である。

10

【0094】

図16に示される位相差検出画素においては、半導体基板121に光電変換部としてのフォトダイオード211-1、211-2が形成されている。半導体基板121の上層には、遮光膜123とカラーフィルタ124とが同一層に形成されており、それらの上層には、オンチップレンズ125が形成されている。なお、遮光膜123は、隣接する画素の境界部分に形成されるのみで、フォトダイオード211-1、211-2を遮光することはない。

【0095】

図16に示されるそれぞれの位相差検出画素は、1つのオンチップレンズ125と、そのオンチップレンズ125より下層に形成されたカラーフィルタ124、およびフォトダイオード211-1、211-2を備えている。フォトダイオード211-1、211-2は、受光面に対して分割されて形成されている（分割形成されている）。

20

【0096】

本技術の撮像素子が、図16に示される構造の位相差検出画素を有する場合、位相差検出処理は、フォトダイオード211-1の出力とフォトダイオード211-2の出力の差分を用いて行われるようになる。

【0097】

なお、モニタ画素が、図16に示される構造を備える場合、オンチップレンズ125は、そのモニタ画素の配置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもって形成される。

【0098】

30

このような構造によれば、フォトダイオード211-1、211-2に入射される光が遮光されることがないので、入射光量の損失を少なくすることができる。

【0099】

[モニタ画素の配置]

なお、以上においては、モニタ画素は、撮像素子における非画像出力領域に配置されるものとしたが、画像出力領域の内側に配置されるようにしてもよい。

【0100】

これにより、非画像出力領域を狭めることができ、チップサイズを縮小することができる上に、実際に画像を生成するための信号が出力される領域の位相差特性を得ることができる。

40

【0101】

以上のような撮像素子のモニタ画素によって得られる位相差特性は、位相差検出によるAFを行う際に検出される位相差の補正に用いることができる。

【0102】

そこで、以下においては、モニタ画素によって得られた位相差特性を用いて、位相差検出において検出される位相差を補正する電子機器の構成について説明する。

【0103】

<3. 本技術の撮像素子を搭載した電子機器について>

[電子機器の構成例]

図17は、本技術を適用した電子機器の構成例を示す図である。図17に示される電子

50

機器 300 は、位相差検出方式の AF (位相差 AF) を行うことで、被写体を撮像し、その被写体の画像を電気信号として出力する装置である。電子機器 300 は、例えば、コンパクトデジタルカメラ、デジタル一眼レフカメラ、撮像機能を備えたスマートフォン (多機能携帯電話機) 等の携帯端末、内視鏡等として構成される。

【0104】

図 17 に示される電子機器 300 は、レンズ 301、光学フィルタ 302、撮像素子 303、A/D変換部 304、クランプ部 305、補正パラメータ算出部 306、メモリ 307、位相差検出部 308、位相差補正部 309、レンズ制御部 310、欠陥補正部 311、デモザイク部 312、リニアマトリクス (LM) /ホワイトバランス (WB) /ガンマ補正部 313、輝度クロマ信号生成部 314、およびインタフェース (I/F) 部 315 から構成される。

10

【0105】

レンズ 301 は、撮像素子 303 に入射する被写体光の焦点距離の調整を行う。レンズ 301 の後段には、撮像素子 303 に入射する被写体光の光量調整を行う絞り (図示せず) が設けられている。レンズ 301 の具体的な構成は任意であり、例えば、レンズ 301 は複数のレンズにより構成されていてもよい。

【0106】

レンズ 301 を透過した被写体光は、例えば、赤外光以外の光を透過する IR カットフィルタ等として構成される光学フィルタ 302 を介して撮像素子 303 に入射する。

【0107】

20

撮像素子 303 は、上述した本技術の撮像素子 150 や撮像素子 160 に対応し、被写体光を光電変換するフォトダイオード等の光電変換素子を有する複数の画素 (撮像素素、位相差検出画素、およびモニタ画素) を備える。各画素は、被写体光を電気信号に変換し、その電気信号を、A/D変換部 304 に供給する。

【0108】

なお、撮像素子 303 は、A/D変換部 304、クランプ部 305、位相差検出部 308、および位相差補正部 309 を実現する信号処理回路とともに、本技術の固体撮像装置を構成する。この固体撮像装置は、後述するように、1 チップ化されたモジュールとして構成されてもよいし、撮像素子 303 と信号処理回路とが別チップとして構成されてもよい。また、この信号処理回路に、補正パラメータ算出部 306 やメモリ 307 が含まれるようにしてもよい。

30

【0109】

本技術の固体撮像装置は、例えば、光電変換素子が光から発生した電荷を読み出すために電荷結合素子 (CCD (Charge Coupled Device) と呼ばれる回路素子を用いて転送を行う CCD イメージセンサであってもよいし、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) を用いた、単位セルごとに増幅器を持つ CMOS イメージセンサ等であってもよい。

【0110】

A/D変換部 304 は、撮像素子 303 から供給される RGB の電気信号 (アナログ信号) をデジタルデータ (画像データ) に変換する。A/D変換部 304 は、そのデジタルデータの画像データ (RAW データ) をクランプ部 305 に供給する。

40

【0111】

クランプ部 305 は、画像データから、黒色と判定されるレベルである黒レベルを減算する。クランプ部 305 は、黒レベルを減算した画像データ (画素値) のうち、モニタ画素から出力されたデータを補正パラメータ算出部 306 に供給する。また、クランプ部 305 は、位相差検出画素から出力された画像データ (画素値) を位相差検出部 308 に供給し、黒レベルを減算した画像データの全画素分を欠陥補正部 311 に供給する。

【0112】

すなわち、位相差検出には、位相差検出画素の出力のみが用いられるが、画像の生成には、撮像素子の出力はもちろん、位相差検出画素の出力も用いられる。ここで、位相差検出画素が、図 2 や図 4 に示されるように、光電変換部の半部分が遮光膜 123 により遮光さ

50

れている場合、位相差検出画素の出力は、撮像素子の出力より低くなるため、後述するように欠陥補正が行われる。また、位相差検出画素が、図16に示されるように、光電変換部が遮光膜123により遮光されていない場合には、位相差検出画素の出力はそのまま用いられる。

【0113】

補正パラメータ算出部306は、撮像素子303の製造後のテスト工程や、撮像素子303にレンズ301を装着した後のテスト工程等において得られた位相差特性のデータを用いて、位相差検出部308によって検出される位相差を補正するのに用いられる補正パラメータを算出する。

【0114】

メモリ307には、補正パラメータ算出部306によって算出された補正パラメータが記憶される。

【0115】

位相差検出部308は、クランプ部305からの画像データ（画素値）に基づいて位相差検出処理を行うことで、フォーカスを合わせる対象の物体（合焦対象物）に対してフォーカスが合っているか否か判定する。位相差検出部308は、フォーカスエリアにおける物体にフォーカスが合っている場合、合焦していることを示す情報を合焦判定結果として、レンズ制御部310に供給する。また、位相差検出部308は、合焦対象物にフォーカスが合っていない場合、フォーカスのずれの量（デフォーカス量）を算出し、その算出したデフォーカス量を示す情報を合焦判定結果として、レンズ制御部310に供給する。

【0116】

位相差補正部309は、メモリ307に記憶されている補正パラメータを用いて、位相差検出部308によって検出された位相差を補正する。すなわち、位相差検出部308は、補正された位相差に対応する合焦判定結果を、レンズ制御部310に供給する。

【0117】

レンズ制御部310は、レンズ301の駆動を制御する。具体的には、レンズ制御部310は、位相差検出部308から供給された合焦判定結果に基づいて、レンズ301の駆動量を算出し、その算出した駆動量に応じてレンズ301を移動させる。

【0118】

例えば、レンズ制御部310は、フォーカスが合っている場合には、レンズ301の現在の位置を維持させる。また、レンズ制御部310は、フォーカスが合っていない場合には、デフォーカス量を示す合焦判定結果とレンズ301の位置とに基づいて駆動量を算出し、その駆動量に応じてレンズ301を移動させる。

【0119】

欠陥補正部311は、クランプ部305からの画像データに基づいて、正しい画素値が得られない欠陥画素（例えば位相差検出画素）について、その画素値の補正、すなわち欠陥補正を行う。欠陥補正部311は、欠陥画素の補正を行った画像データをデモザイク部312に供給する。

【0120】

デモザイク部312は、欠陥補正部311からのRAWデータに対してデモザイク処理を行い、色情報の補完等を行ってRGBデータに変換する。デモザイク部312は、デモザイク処理後の画像データ（RGBデータ）をLM/WB/ガンマ補正部313に供給する。

【0121】

LM/WB/ガンマ補正部313は、デモザイク部312からのRGBデータに対して、色特性の補正を行う。具体的には、LM/WB/ガンマ補正部313は、規格で定められた原色（RGB）の色度点と実際のカメラの色度点の差を埋めるために、マトリクス係数を用いて画像データの各色信号を補正し、色再現性を変化させる処理を行う。また、LM/WB/ガンマ補正部313は、RGBデータの各チャンネルの値について白に対するゲインを設定することで、ホワイトバランスを調整する。さらに、LM/WB/ガンマ補正部313は、画像データの色と出力デバイス特性との相対関係を調節して、よりオリジナルに近い表示を得るためのガン

10

20

30

40

50

マ補正を行う。LM/WB/ガンマ補正部 3 1 3 は、補正後の画像データ（RGBデータ）を輝度クロマ信号生成部 3 1 4 に供給する。

【 0 1 2 2 】

輝度クロマ信号生成部 3 1 4 は、LM/WB/ガンマ補正部 3 1 3 から供給されたRGBデータから輝度信号（Y）と色差信号（Cr,Cb）とを生成する。輝度クロマ信号生成部 3 1 4 は、輝度クロマ信号（Y,Cr,Cb）を生成すると、その輝度信号と色差信号をI/F部 3 1 5 に供給する。

【 0 1 2 3 】

I/F部 3 1 5 は、供給された画像データ（輝度クロマ信号）を、電子機器 3 0 0 の外部（例えば、画像データを記憶する記憶デバイスや、画像データの画像を表示する表示デバイス等）に出力する。

10

【 0 1 2 4 】

ここで、図 1 8 を参照して、本技術の固体撮像装置の基本的な概略構成について説明する。

【 0 1 2 5 】

第 1 の例として、図 1 8 上段に示される固体撮像装置 3 3 0 は、1つの半導体チップ 3 3 1 内に、画素領域 3 3 2、制御回路 3 3 3、上述した信号処理回路を含むロジック回路 3 3 4 とを搭載して構成される。

【 0 1 2 6 】

第 2 の例として、図 1 8 中段に示される固体撮像装置 3 4 0 は、第 1 の半導体チップ部 3 4 1 と第 2 の半導体チップ部 3 4 2 とから構成される。第 1 の半導体チップ部 3 4 1 には、画素領域 3 4 3 と制御回路 3 4 4 が搭載され、第 2 の半導体チップ部 3 4 2 には、上述した信号処理回路を含むロジック回路 3 4 5 が搭載される。そして、第 1 の半導体チップ部 3 4 1 と第 2 の半導体チップ部 3 4 2 とが相互に電氣的に接続されることで、1つの半導体チップとしての固体撮像装置 3 4 0 が構成される。

20

【 0 1 2 7 】

第 3 の例として、図 1 8 下段に示される固体撮像装置 3 5 0 は、第 1 の半導体チップ部 3 5 1 と第 2 の半導体チップ部 3 5 2 とから構成される。第 1 の半導体チップ部 3 5 1 には、画素領域 3 5 3 が搭載され、第 2 の半導体チップ部 3 5 2 には、制御回路 3 5 4 と、上述した信号処理回路を含むロジック回路 3 5 5 が搭載される。そして、第 1 の半導体チップ部 3 5 1 と第 2 の半導体チップ部 3 5 2 とが相互に電氣的に接続されることで、1つの半導体チップとしての固体撮像装置 3 5 0 が構成される。

30

【 0 1 2 8 】

[位相差AF処理について]

ここで、図 1 9 のフローチャートを参照して、電子機器 3 0 0 による位相差AF処理について説明する。位相差AF処理は、被写体を撮像する際に電子機器 3 0 0 によって実行される撮像処理の前に実行される。

【 0 1 2 9 】

まず、ステップ S 1 0 1 において、撮像素子 3 0 3 は、各画素の入射光を光電変換し、各画素信号を読み出し、A/D変換部 3 0 4 に供給する。

40

【 0 1 3 0 】

ステップ S 1 0 2 において、A/D変換部 3 0 4 は、撮像素子 3 0 3 からの各画素信号をA/D変換し、クランプ部 3 0 5 に供給する。

【 0 1 3 1 】

ステップ S 1 0 3 において、クランプ部 3 0 5 は、A/D変換部 3 0 4 からの各画素信号（画素値）から、有効画素領域の外部に設けられているOPB（Optical Black）領域において検出された黒レベルを減算する。クランプ部 3 0 5 は、黒レベルを減算した画像データのうち、位相差検出画素から出力された画像データ（画素値）を位相差検出部 3 0 8 に供給する。

【 0 1 3 2 】

50

ステップ S 1 0 4 において、位相差補正部 3 0 9 は、予め算出され、メモリ 3 0 7 に記憶されている補正パラメータを読み出す。

【 0 1 3 3 】

ステップ S 1 0 5 において、位相差検出部 3 0 8 は、クランプ部 3 0 5 からの画像データ（画素値）に基づいて位相差検出を行う。

【 0 1 3 4 】

そして、ステップ S 1 0 6 において、位相差補正部 3 0 9 は、読み出した補正パラメータを用いて、位相差検出部 3 0 8 によって検出された位相差を補正する。

【 0 1 3 5 】

ここで、図 2 0 を参照して、位相差の補正について説明する。

10

【 0 1 3 6 】

上述したように、本技術の撮像素子によれば、レンズ 3 0 1 を装着した状態であっても、位相差特性を得ることができる。そこで、通常品の位相差特性として、図 2 0 上段に示される特性が得られ、バラつき品の位相差特性として、図 2 0 下段に示される特性が得られたものとする。

【 0 1 3 7 】

図 2 0 に示されるそれぞれの位相差特性において、レンズ 3 0 1 の F 値等により決まる、撮像素子に入射し得る角度範囲での、位相差検出画素の出力の傾き（Slope）は、通常品とバラつき品とで大きく異なっている。この Slope が小さい場合、フォーカスのずれによって入射角に偏りが生じたときの、右側遮光の画素と左側遮光の画素の出力の差分も小さくなってしまふ。つまり、図 8 におけるバラつき品 B のように、通常品と比べて、位相差に対するフォーカスのずれ量が大きくなってしまふ。言い換えると、フォーカスが大きくずれた場合でも、位相差は生じにくくなってしまふ。

20

【 0 1 3 8 】

本技術においては、この Slope を補正パラメータとして、以下の補正係数 を算出することによって、フォーカスのずれ量に対する位相差を補正する。

【 0 1 3 9 】

図 2 0 上段に示される、通常品の位相差特性において、左側遮光の画素の出力の Slope を SlopeA とし、右側遮光の画素の出力の Slope を SlopeB とする。同様に、図 2 0 下段に示される、バラつき品の位相差特性において、左側遮光の画素の出力の Slope を SlopeC とし、右側遮光の画素の出力の Slope を SlopeD とする。

30

【 0 1 4 0 】

このとき、補正係数 は、以下の式（ 1 ） , （ 2 ）によって求められる。

【 0 1 4 1 】

【数 1】

$$\beta = (\text{SlopeA} \times \text{SlopeB}) \div (\text{SlopeC} \times \text{SlopeD}) \quad \dots (1)$$

【 0 1 4 2 】

【数 2】

$$\beta = (\text{SlopeA} + \text{SlopeB}) \div (\text{SlopeC} + \text{SlopeD}) \quad \dots (2)$$

40

【 0 1 4 3 】

このようにして算出される補正係数 によって、図 8 におけるバラつき品のフォーカスのずれ量に対する位相差は、図 2 1 に示されるように、通常品に近づくように補正される。

【 0 1 4 4 】

また、本技術においては、以下の式（ 3 ） , （ 4 ）によって、左側遮光の画素についての補正係数 ' と、右側遮光の画素についての補正係数 ' 'とを求め、これらを組み合わせる用いるようにしてもよい。

【 0 1 4 5 】

50

【数 3】

$$\beta' = \text{SlopeA} \div \text{SlopeC} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0146】

【数 4】

$$\beta'' = \text{SlopeB} \div \text{SlopeD} \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

【0147】

なお、それぞれのSlopeは、そのままの値であってもよいし、その絶対値としてもよいし、また、必要に応じて、所定の重み付けを行うようにしてもよい。さらに、補正係数は、レンズ301のF値や、被写体、光源等の撮影環境に応じて調整されるようにしてもよい。この場合、F値や撮影環境毎の位相差特性を用いて算出される、F値や撮影環境毎のSlope（補正パラメータ）を予めメモリ307に記憶させることで、補正係数を調整するようにしてもよいし、シーン判別等により所定の数式やテーブルを適応的に用いることで、補正係数を調整するようにしてもよい。

10

【0148】

このようにして位相差が補正されると、ステップS107において、位相差検出部308は、補正された位相差に対応する合焦判定結果を、レンズ制御部310に供給する。

【0149】

ステップS108において、レンズ制御部310は、位相差検出部308からの合焦判定結果に基づいて、レンズ301の駆動を制御する。

20

【0150】

以上の処理によれば、予め得られた位相差特性に基づいて、製造上のばらつきがある場合であっても、位相差を補正することができ、AFの精度を低下させないようにすることが可能となる。

【0151】

以上においては、位相差AF処理時に、予め算出された補正パラメータを用いて補正係数を算出することで、位相差を補正するようにしたが、補正パラメータ算出部306が、予め補正係数まで算出し、位相差補正部309が、その補正係数を用いて、位相差を補正するようにしてもよい。

30

【0152】

なお、レンズ制御部310は、上述したような位相差AFに加え、コントラストAFを行うことで、レンズ301の駆動を制御するようにしてもよい。例えば、レンズ制御部310は、位相差検出部308から、合焦判定結果としてフォーカスのずれの量（デフォーカス量）を示す情報が供給された場合、フォーカスのずれの方向（前ピンか後ピンか）を判別し、その方向に対してコントラストAFを行うようにしてもよい。

【0153】

また、図10に示される撮像素子160においては、モニタ画素を、画像出力領域の左側および右側の像高で配置するようにしたが、それぞれのモニタ画素に基づいて得られる補正パラメータを、平均化して用いるようにしてもよいし、像高毎に用いるようにしてもよい。

40

【0154】

例えば、画像出力領域の左側に配置されたモニタ画素に基づく補正パラメータをとし、画像出力領域の右側に配置されたモニタ画素に基づく補正パラメータをとした場合、画角の左側から右側に行くほど、補正パラメータをからヘシフトさせるようにしてもよい。

【0155】

[撮像処理について]

次に、図22のフローチャートを参照して、電子機器300による撮像処理について説明する。

50

【 0 1 5 6 】

ここで、図 2 2 のフローチャートのステップ S 2 0 1 乃至 S 2 0 3 の処理は、図 1 9 のフローチャートのステップ S 1 0 1 乃至 S 1 0 3 の処理と同様であるので、その説明は省略する。なお、ステップ S 2 0 3 においては、クランプ部 3 0 5 によって、黒レベルが減算された全画素分の画像データ(画素値)が欠陥補正部 3 1 1 に供給される。

【 0 1 5 7 】

ステップ S 2 0 4 において、欠陥補正部 3 1 1 は、クランプ部 3 0 5 からの画像データに基づいて、正しい画素値が得られない欠陥画素、すなわち位相差検出画素について、その画素値の補正(欠陥補正)を行う。ここで、撮像素子 3 0 3 において、モニタ画素が画像出力領域の内側に配置されている場合には、モニタ画素についても、欠陥補正が行われる。欠陥画素の補正が行われた画像データはデモザイク部 3 1 2 に供給される。

10

【 0 1 5 8 】

ステップ S 2 0 5 において、デモザイク部 3 1 2 は、デモザイク処理を行い、RAWデータをRGBデータに変換し、LM/WB/ガンマ補正部 3 1 3 に供給する。

【 0 1 5 9 】

ステップ S 2 0 6 において、LM/WB/ガンマ補正部 3 1 3 は、デモザイク部 3 1 2 からのRGBデータに対して、色補正、ホワイトバランスの調整、およびガンマ補正を行い、輝度クロマ信号生成部 3 1 4 に供給する。

【 0 1 6 0 】

ステップ S 2 0 7 において、輝度クロマ信号生成部 3 1 4 は、RGBデータから輝度信号および色差信号(YCrCbデータ)を生成する。

20

【 0 1 6 1 】

そして、ステップ S 2 0 8 において、I/F部 3 1 5 は、輝度クロマ信号生成部 3 1 4 によって生成された輝度信号および色差信号を外部の記録デバイスや表示デバイスに出力し、撮像処理を終了する。

【 0 1 6 2 】

以上の処理によれば、AFの精度を低下させないで撮像を行うことができるので、より良い画像を得ることが可能となる。

【 0 1 6 3 】

[撮像画素への適用]

30

以上においては、モニタ画素として、その配置に応じた射出瞳補正量とは異なるずれ量をもたせた位相差検出画素について説明してきたが、これを撮像画素(以下、通常画素ともいう)に適用するようにしてもよい。

【 0 1 6 4 】

この場合、この通常画素は、モニタ画素とともに、例えば、図 9 や図 1 0 を参照して説明した非画像出力領域に配置される。

【 0 1 6 5 】

これにより、例えば、図 2 3 に示されるような入射角依存特性が得られる。なお、この入射角依存特性は、モニタ画素(位相差検出画素)についての位相差特性と同様にすることができる。

40

【 0 1 6 6 】

レンズ 3 0 1 の F 値を例えば 2.4 とした場合、図 2 3 の入射角依存特性においては、入射光が入射し得る角度範囲が、矢印で示される範囲となり、通常画素の出力は、この角度範囲の積分値となる。

【 0 1 6 7 】

ここで、この通常画素の出力と、図 1 2 の位相差特性において、上述の角度範囲について得られるモニタ画素の出力とを比較することで、通常画素の出力に対して、モニタ画素の出力がどの程度落ちているかを確認することができる。

【 0 1 6 8 】

画像出力領域の内側に配置されている位相差検出画素は、その受光部の一部が遮光され

50

ているため、欠陥補正部 3 1 1 によって欠陥補正が行われる。このとき、通常画素の出力に対して、モニタ画素の出力がどの程度落ちているかに応じて、位相差検出画素の出力に、その分のゲインをかけることで、欠陥補正が行われるようにすることができる。

【0169】

さらに、本技術においては、上述した補正係数と同様にして、レンズ 3 0 1 の F 値や撮影環境に応じてゲインを調整するようにする。具体的には、レンズ 3 0 1 の F 値や撮影環境が変化したときに、通常画素の出力と位相差検出画素の出力の差分がどのように変化し、どのようなゲインをかければよいかを適応的に算出するようにする。なお、位相差検出画素の出力から判定される位相状態に応じて、ゲインを調整するようにしてもよい。

【0170】

10

[電子機器の他の構成例]

図 2 4 は、本技術を適用した電子機器の他の構成例を示すブロック図である。

【0171】

図 2 4 に示される電子機器 4 0 0 は、レンズ 3 0 1、光学フィルタ 3 0 2、AF用撮像素子 4 0 1、A/D変換部 3 0 4、クランプ部 3 0 5、メモリ 3 0 7、位相差検出部 3 0 8、位相差補正部 3 0 9、レンズ制御部 3 1 0、撮像素子 4 0 2、A/D変換部 4 0 3、クランプ部 4 0 4、デモザイク部 3 1 2、LM/WB/ガンマ補正部 3 1 3、輝度クロマ信号生成部 3 1 4、および I/F 部 3 1 5 から構成される。

【0172】

なお、図 2 4 の電子機器 4 0 0 において、図 1 7 の電子機器 3 0 0 に設けられたものと同様の機能を備える構成については、同一名称および同一符号を付するものとし、その説明は、適宜省略するものとする。

20

【0173】

AF用撮像素子 4 0 1 は、図 1 7 の電子機器 3 0 0 に設けられた撮像素子 3 0 3 と異なり、撮像素子は配置されず、モニタ画素を含む位相差検出画素のみが配置されて構成される。なお、モニタ画素は、図 9 を参照して説明した態様であってもよいし、図 1 0 を参照して説明した態様であってもよい。

【0174】

撮像素子 4 0 2 は、図 1 7 の電子機器 3 0 0 に設けられた撮像素子 3 0 3 と異なり、位相差検出画素やモニタ画素は配置されず、通常の撮像素素のみが配置されて構成される。

30

【0175】

A/D変換部 4 0 3 は、撮像素子 4 0 2 から供給される RGB の電気信号（アナログ信号）をデジタルデータ（画像データ）に変換し、クランプ部 4 0 4 に供給する。

【0176】

クランプ部 4 0 4 は、画像データから、黒色と判定されるレベルである黒レベルを減算し、黒レベルを減算した画像データの全画素分をデモザイク部 3 1 2 に供給する。

【0177】

なお、AF用撮像素子 4 0 1 は、A/D変換部 3 0 4、クランプ部 3 0 5、位相差検出部 3 0 8、および位相差補正部 3 0 9 を実現する信号処理回路とともに、本技術の固体撮像装置を構成する。この固体撮像装置もまた、図 1 8 を参照して説明したように、1 チップ化されたモジュールとして構成されてもよいし、AF用撮像素子 4 0 1 と信号処理回路とが別チップとして構成されてもよい。また、この信号処理回路に、補正パラメータ算出部 3 0 6 やメモリ 3 0 7 が含まれるようにしてもよい。

40

【0178】

以上の構成においても、製造上のばらつきがある場合であっても、位相差を補正することができるので、製造上のばらつきがあっても、AFの精度を低下させないようにすることが可能となる。

【0179】

また、通常の撮像に用いられる撮像素子 4 0 2 に位相差検出画素を設ける必要がないので、位相差検出画素に対する欠陥補正を行う必要がなくなる。また、AF用撮像素子 4 0 1

50

と撮像素子 402 とは、それぞれ別個に製造されるようにできるので、それぞれに最適化されたプロセスにより製造を行うことができる。

【0180】

上述したように、本技術の固体撮像装置を搭載した電子機器は、コンパクトデジタルカメラ、デジタル一眼レフカメラ、スマートフォン等の携帯端末、内視鏡等に適用することができる。

【0181】

[デジタル一眼レフカメラへの適用例]

図 25 は、本技術を適用したデジタル一眼レフカメラの外観構成を示す正面図である。

【0182】

デジタル一眼レフカメラ 500 (以下、単に、カメラ 500 という) は、カメラボディ 510 と、カメラボディ 510 に着脱自在な撮影レンズとしての交換レンズ 511 (以下、単に、レンズ 511 という) を備えている。

【0183】

図 25 において、カメラボディ 510 の正面側には、正面略中央に交換レンズ 511 が装着されるマウント部 521、マウント部 521 の右横に配置されたレンズ交換ボタン 522、および、把持可能とするためのグリップ部 523 が設けられている。

【0184】

また、カメラボディ 510 の上面側には、正面左上部に配置されたモード設定ダイヤル 524、正面右上部に配置された制御値設定ダイヤル 525、および、グリップ部 523 の上面に配置されたシャッターボタン 526 が設けられている。

【0185】

また、図示はしないが、カメラボディ 510 の背面側には、LCD (Liquid Crystal Display)、各種のボタンやキー、EVF (Electronic View Finder) 等が備えられている。

【0186】

さらに、カメラ 500 は、図 17 の電子機器 300 と同様の構成および機能を有するものとする。

【0187】

このようなカメラ 500 において、レンズ 511 の F 値は、例えば、ユーザによる制御値設定ダイヤル 525 の操作によって、所定の値に設定されるが、上述したように、位相差検出画素の位相差特性は、F 値によって異なる。

【0188】

図 26 は、ばらつきが生じた場合の位相差特性の例を示している。

【0189】

図 26 に示されるそれぞれの位相差特性において、位相差検出画素の出力は、矢印で示される入射角の角度範囲の積分値 (レンズ特性を考慮した積分値) となるが、その角度範囲はレンズの F 値によって異なり、ひいては、位相差の補正量もレンズの F 値によって異なってくる。そこで、本技術においては、F 値が可変である光学系が用いられる場合には、F 値に応じて補正係数が調整されるようにする。

【0190】

[位相差 AF 処理について]

次に、図 27 のフローチャートを参照して、F 値に応じて位相差を補正する位相差 AF 処理について説明する。図 27 に示される位相差 AF 処理は、カメラ 500 の起動時や、ユーザによって制御値設定ダイヤル 525 が操作されたときに実行される。

【0191】

なお、図 27 のフローチャートのステップ S303 乃至 S306 における処理は、図 19 のフローチャートのステップ S105 乃至 S108 における処理と同様にして行われるので、その説明は省略する。また、図 27 のフローチャートにおいては、ステップ S303 の処理より前に、図 19 のフローチャートのステップ S101 乃至 S103 の処理と同様の処理が行われているものとする。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 2 】

またここでは、前提として、F 値毎のSlope（補正パラメータ）が予めメモリに記憶されているものとする。

【 0 1 9 3 】

すなわち、ステップ S 3 0 1 において、位相差補正部 3 0 9 は、現在設定されている F 値を検出する。

【 0 1 9 4 】

ステップ S 3 0 2 において、位相差補正部 3 0 9 は、メモリ 3 0 7 に記憶されている F 値毎の補正パラメータを読み出す。

【 0 1 9 5 】

このようにして、F 値が変化した場合であっても、適切に位相差を補正することができ、AFの精度を低下させないようにすることができる。

【 0 1 9 6 】

[カプセル内視鏡への適用例]

図 2 8 は、本技術を適用したカプセル内視鏡の断面構成を示す図である。

【 0 1 9 7 】

カプセル内視鏡 6 0 0 は、例えば両端面が半球状で中央部が円筒状の筐体 6 1 0 内に、体腔内の画像を撮影するためのカメラ（超小型カメラ）6 1 1、カメラ 6 1 1 により撮影された画像データを記録するためのメモリ 6 1 2、および、カプセル内視鏡 6 0 0 が被験者の体外に排出された後に、記録された画像データをアンテナ 6 1 4 を介して外部へ送信するための無線送信機 6 1 3 を備えている。

【 0 1 9 8 】

さらに、筐体 6 1 0 内には、CPU（Central Processing Unit）6 1 5 およびコイル（磁力・電流変換コイル）6 1 6 が設けられている。

【 0 1 9 9 】

CPU 6 1 5 は、カメラ 6 1 1 による撮影、およびメモリ 6 1 2 へのデータ蓄積動作を制御するとともに、メモリ 6 1 2 から無線送信機 6 1 3 による筐体 6 1 0 外のデータ受信装置（図示せず）へのデータ送信を制御する。コイル 6 1 6 は、カメラ 6 1 1、メモリ 6 1 2、無線送信機 6 1 3、アンテナ 6 1 4 および後述する光源 6 1 1 b への電力供給を行う。

【 0 2 0 0 】

さらに、筐体 6 1 0 には、カプセル内視鏡 6 0 0 をデータ受信装置にセットした際に、これを検知するための磁気（リード）スイッチ 6 1 7 が設けられている。CPU 6 1 5 は、このリードスイッチ 6 1 7 がデータ受信装置へのセットを検知し、データの送信が可能になった時点で、コイル 6 1 6 からの無線送信機 6 1 3 への電力供給を行う。

【 0 2 0 1 】

カメラ 6 1 1 は、例えば体腔内の画像を撮影するための対物光学系を含む撮像素子 6 1 1 a、体腔内を照明する複数（ここでは 2 個）の光源 6 1 1 b を有している。具体的には、カメラ 6 1 1 は、光源 6 1 1 b として、例えば LED（Light Emitting Diode）を備えた CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサや CCD（Charge Coupled Device）等によって構成される。

【 0 2 0 2 】

また、カメラ 6 1 1 は、図 1 7 の電子機器 3 0 0 と同様の構成および機能を有するものとする。

【 0 2 0 3 】

ところで、位相差を検出する際には、例えば、フォーカスのずれを認識する上で、被写体のエッジ部分のぼけ具合が位相差の情報として検出されるため、被写体のエッジ部分の情報が不可欠となる。

【 0 2 0 4 】

しかしながら、カプセル内視鏡 6 0 0 によって体腔内の画像を撮影する場合、被写体と

10

20

30

40

50

なる人間の臓器の表面には、エッジ部分が少ないため、適切に位相差を検出することはできない。

【0205】

そこで、光源611bに、特定のパターンの光を照射させるようにする。具体的には、光源611bに、図29に示されるような、エッジを含むパターンの光630を照射させる。光源611bにより照射される光の波長は任意とされるが、例えば、光源611bの光を、比較的赤色が強い臓器の色と分離するために、短波長（例えば450nm）の光としてもよいし、撮影に干渉しないように可視光以外の光（例えば赤外光）としてもよい。この場合、位相差検出画素において、カラーフィルタ124は、その可視光以外の光に対応させたものとする。

10

【0206】

[内視鏡撮影処理について]

次に、図30のフローチャートを参照して、カプセル内視鏡600による撮影処理について説明する。図30に示される内視鏡撮影処理は、カプセル内視鏡600が、体腔内で撮影対象となる被写体（臓器）に到達すると開始される。

【0207】

なお、図30のフローチャートのステップS403乃至S406における処理は、図19のフローチャートのステップS105乃至S108における処理と同様にして行われるので、その説明は省略する。また、図30のフローチャートにおいては、ステップS403の処理より前に、図19のフローチャートのステップS101乃至S103の処理と同様の処理が行われているものとする。

20

【0208】

またここでは、前提として、波長毎のSlope（補正パラメータ）が予めメモリに記憶されているものとする。

【0209】

すなわち、ステップS401において、光源611bは、特定のパターンの光の照射を開始する。

【0210】

ステップS402において、位相差補正部309は、メモリ307に記憶されている波長毎の補正パラメータを読み出す。

30

【0211】

このようにして、照射される光の波長に応じて、適切に位相差を補正することができる。

【0212】

ステップS407においては、撮影に影響を与えないように、光源611bによる特定のパターンの光の照射が終了される。

【0213】

そして、ステップS408においては、図22のフローチャートを参照して説明した撮像処理が行われる。

40

【0214】

以上の処理によれば、エッジ部分が少ない体腔内であっても、適切に位相差を補正することができ、AFの精度を低下させないようにすることができる。結果として、体腔内において、臓器の形状や血管の配置をより正確に観察することが可能となる。

【0215】

なお、以上においては、カプセル内視鏡において、光源の波長に応じて位相差を補正する構成について説明したが、コンパクトデジタルカメラやデジタル一眼レフカメラ、撮像機能を備えたスマートフォンといった一般的なカメラにおいて、光源の波長や被写体の色等の撮影環境に応じて位相差を補正するようにしてもよい。

【0216】

また、画角全体で一律に位相差の補正をするのではなく、光源の波長や被写体の色に

50

じて、撮像領域（画角）における位置毎に位相差の補正をするようにしてもよい。

【0217】

ここでも、位相差の補正に用いられる補正パラメータは、上述した位相差特性から得られるものとする。例えば、色温度を3000 Kとした場合の位相差特性と、6000 Kとした場合の位相差特性を予めメモリに記憶する。実際の撮影時に検知された色温度が4500 Kである場合には、メモリに記憶されている、色温度3000 Kの補正パラメータと、色温度6000 Kの補正パラメータとの中間値を用いて、位相差の補正をするようにする。

【0218】

[撮像モジュールへの適用]

なお、本技術によれば、例えば、レンズ、IRカットフィルタ（IRCF）等の光学フィルタ、および撮像素子等を一体化した撮像モジュールを製造する際に、モニタ画素の出力から得られるばらつきのある位相差特性の補正を、撮像モジュールにおける光学特性を補正することで、補填することができる。

10

【0219】

例えば、撮像素子の製造上のばらつきにより、図6に示したような位相差特性が得られたものとする。

【0220】

ここで、図31の左側に示される撮像モジュール700において、撮像素子711、光学フィルタ712、およびレンズ713が、設計通り、ずれがなく形成された場合、撮像モジュール700の位相差特性も、ばらつきもあるものになってしまう。

20

【0221】

そこで、本技術においては、位相差特性に応じて、光学フィルタ712およびレンズ713を形成することで、撮像モジュール700の位相差特性を補正する。具体的には、図31の右側に示されるように、光学フィルタ712やレンズ713を傾けるようにしたり、光学フィルタ712として、例えば偏光フィルタを新たに挿入することで、撮像モジュール700の位相差特性を補正する。

【0222】

このように、本技術によれば、撮像素子のばらつきに起因する位相差特性のずれを、撮像モジュールの製造時に補正することができる。すなわち、撮像素子の微細化が進み、正常上のばらつきが十分に抑えることができなくとも、信号処理上の補正に限らず、光学的な補正によって、所望の特性を得ることが可能となる。

30

【0223】

以上においては、1対の位相差検出画素それぞれの差分を、位相差検出に用いるものとしたが、例えば特開2013-42379号公報に開示されているような、奥行き検出に用いるようにしてもよい。

【0224】

具体的には、図32に示される3次元センサ800において、奥行き情報補正部801が、メモリ307に記憶されている補正パラメータを用いて、奥行き情報算出部802によって位相差検出画素それぞれの差分を基に算出される、被写体側の奥行き（距離）を表す奥行き情報を補正するようにする。これにより、立体画像を生成する場合に、モニタ画素に基づいて得られる補正パラメータによって、奥行きに関する奥行き情報を補正することができ、より確実に立体画像を生成することが可能となる。

40

【0225】

また、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0227】

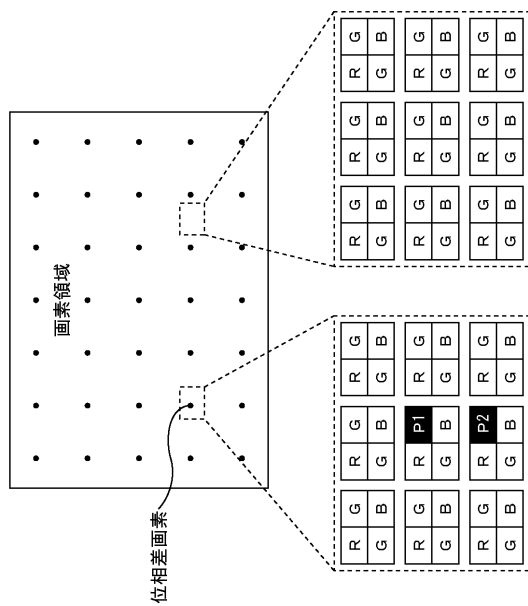
122 フォトダイオード， 123 遮光膜， 125 オンチップレンズ， 300 電子機器， 301 レンズ， 303 撮像素子， 307 メモリ， 308 位相差検出部， 309 位相差補正部， 310 レンズ制御部， 311 欠陥補正

50

部, 400 電子機器, 500 カメラ, 600 カプセル内視鏡, 700 撮
像モジュール, 800 3次元センサ

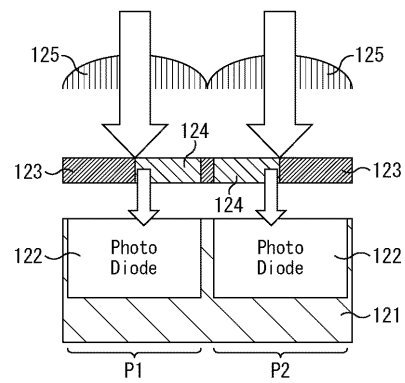
【図1】

図1



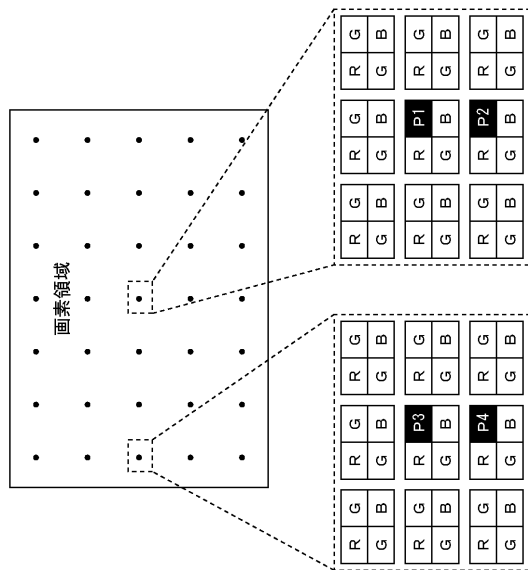
【図2】

図2



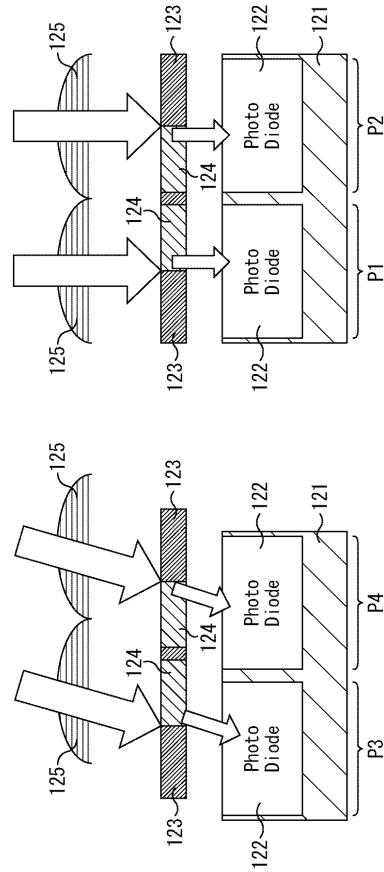
【図 3】

図3



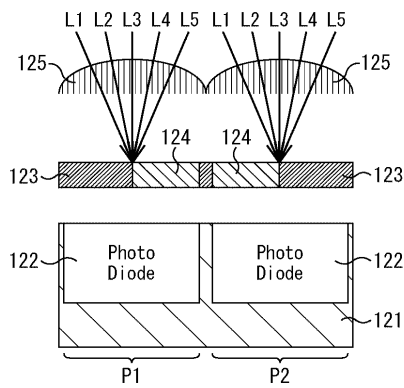
【図 4】

図4



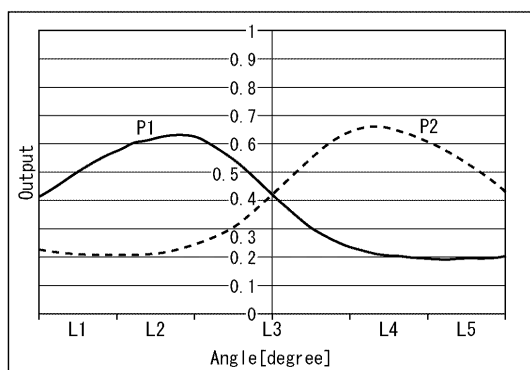
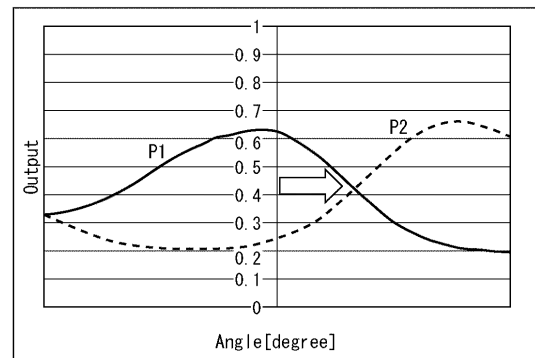
【図 5】

図5



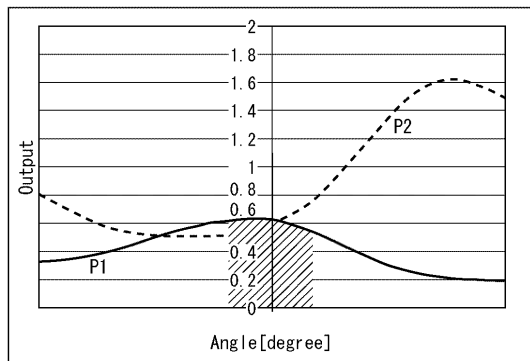
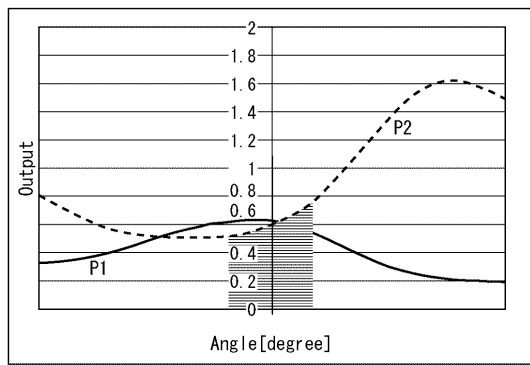
【図 6】

図6



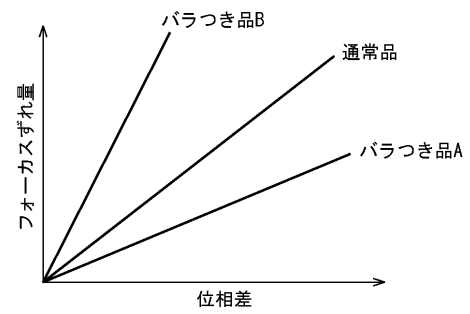
【図 7】

図7



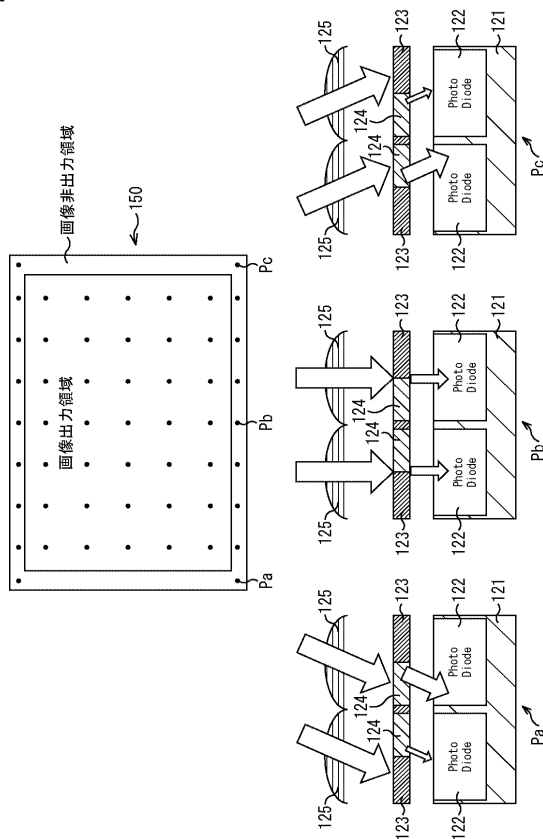
【図 8】

図8



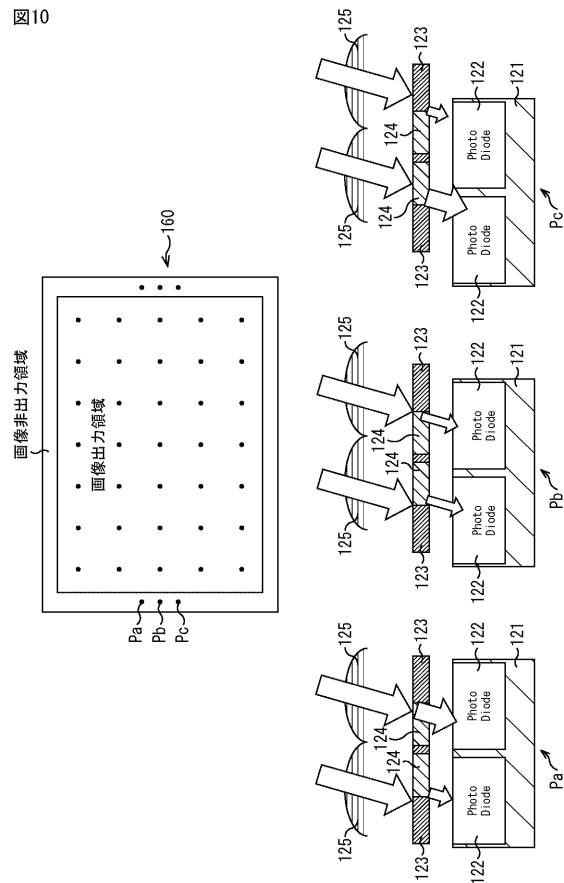
【図 9】

図9

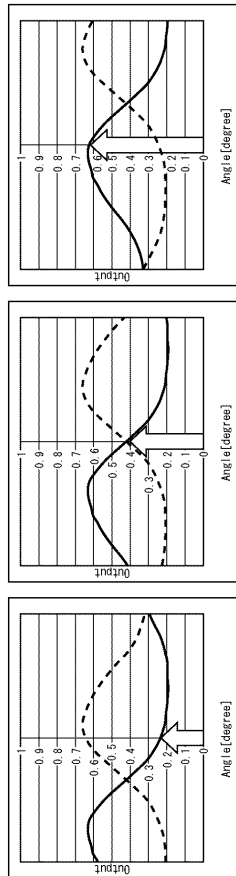


【図 10】

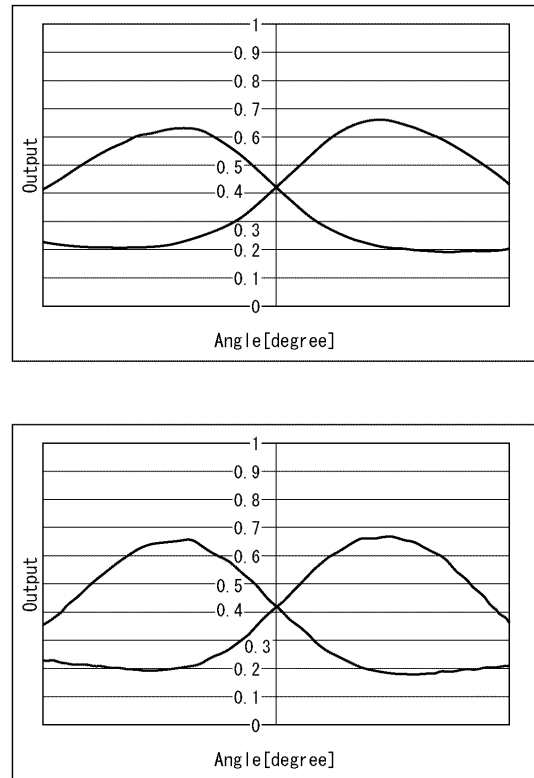
図10



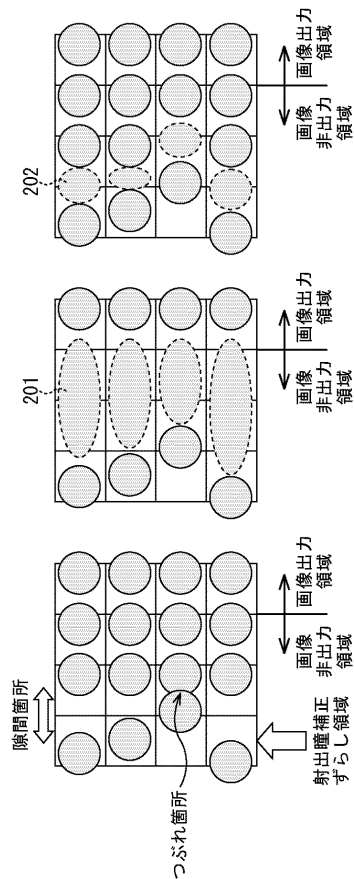
【 図 1 1 】



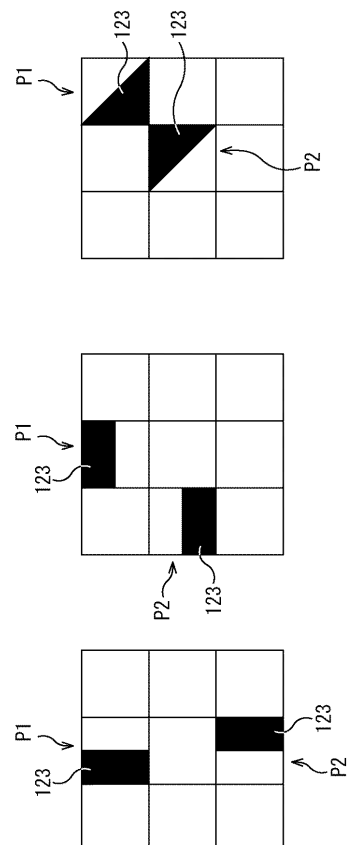
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

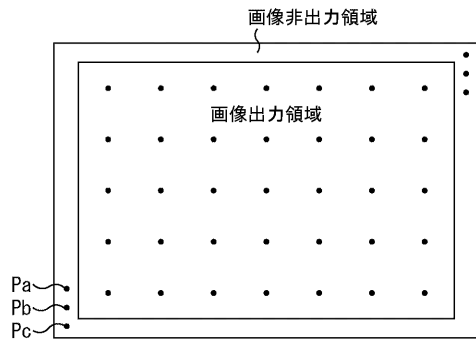


【 図 1 4 】



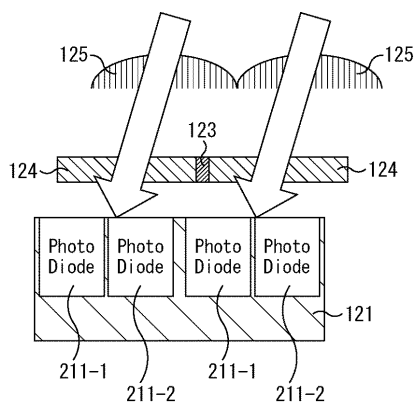
【図 15】

図15



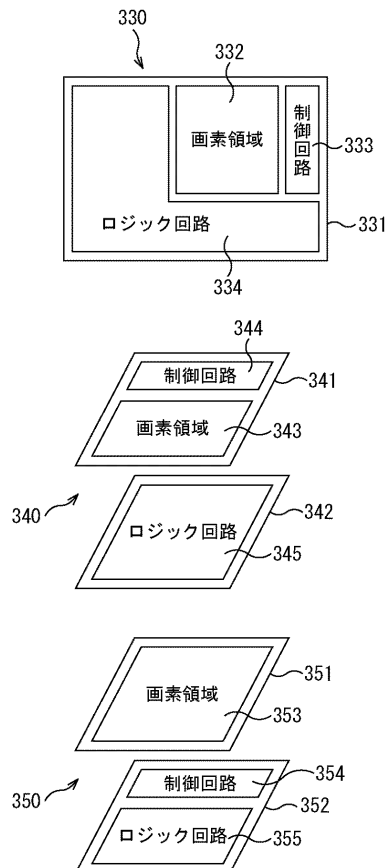
【図 16】

図16



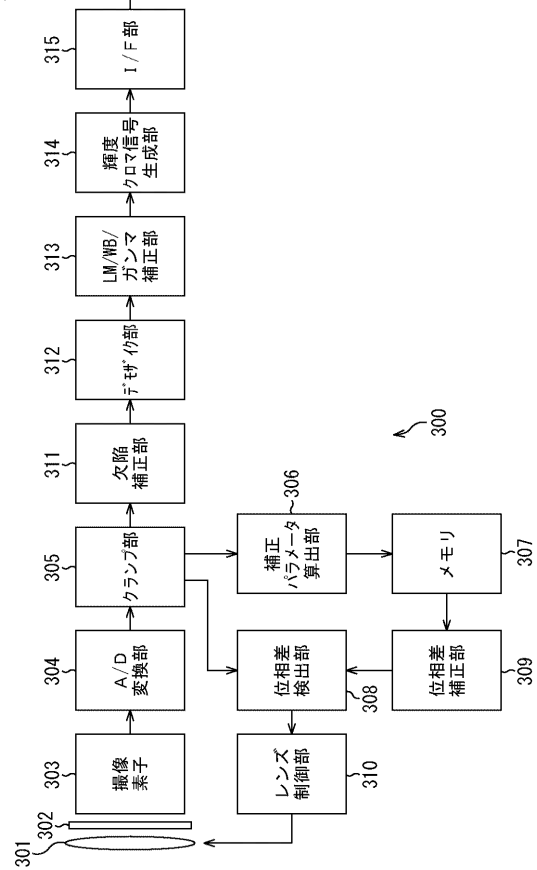
【図 18】

図18



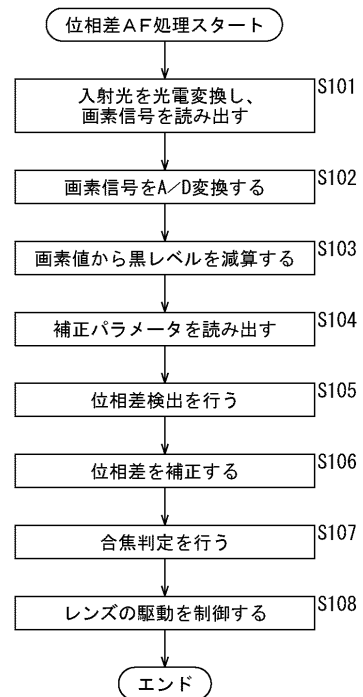
【図 17】

図17



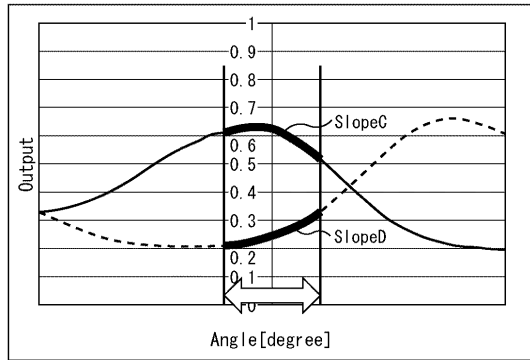
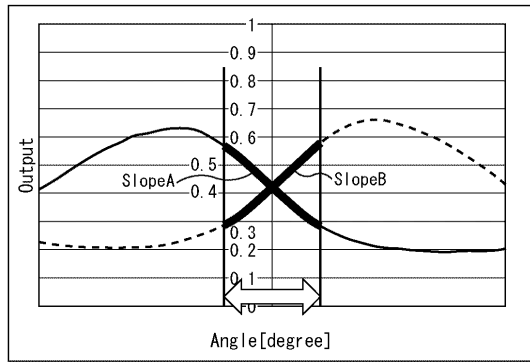
【図 19】

図19



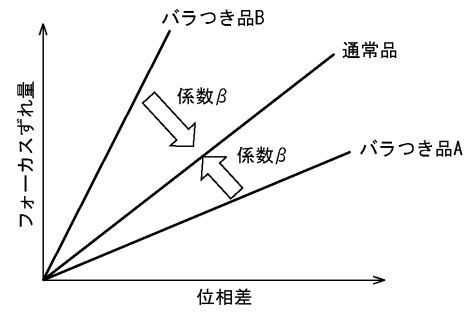
【図 20】

図20



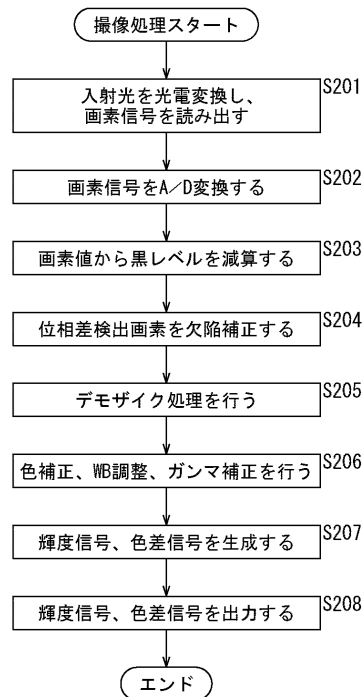
【図 21】

図21



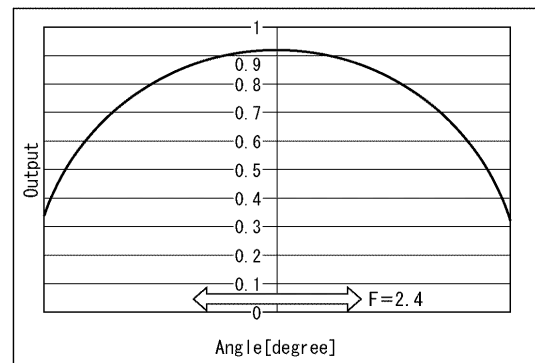
【図 22】

図22



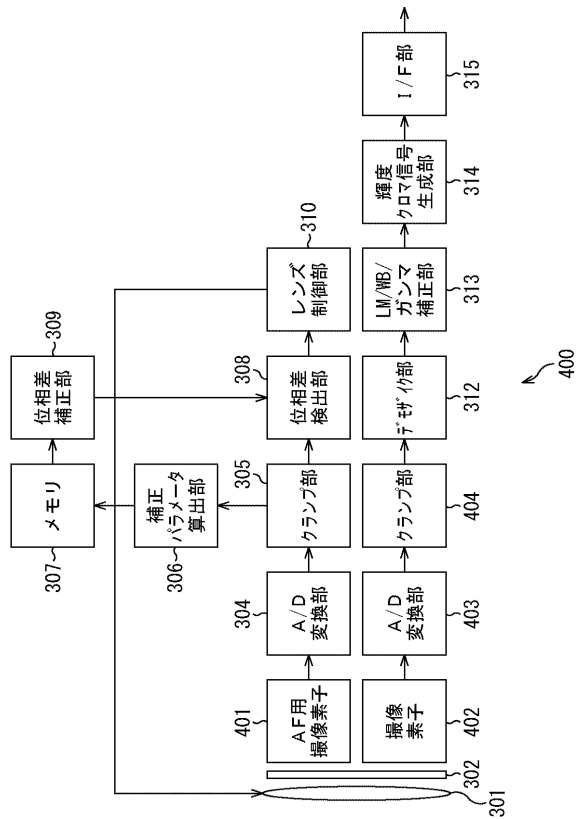
【図 23】

図23



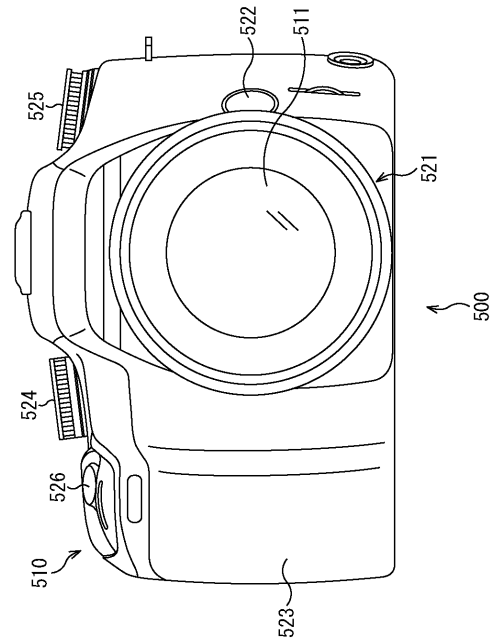
【 図 2 4 】

图24



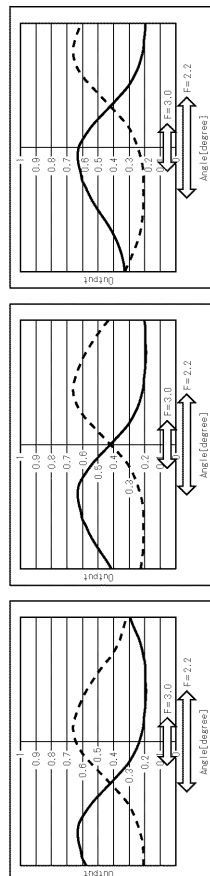
【 図 2 5 】

図25



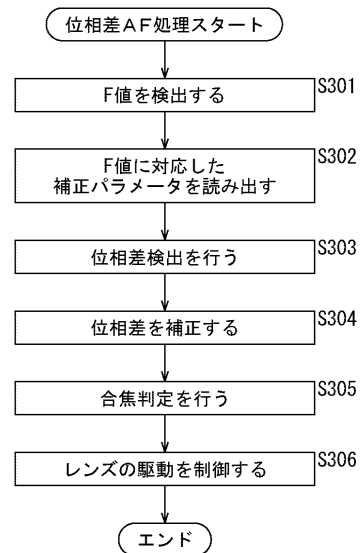
【 図 2 6 】

图26

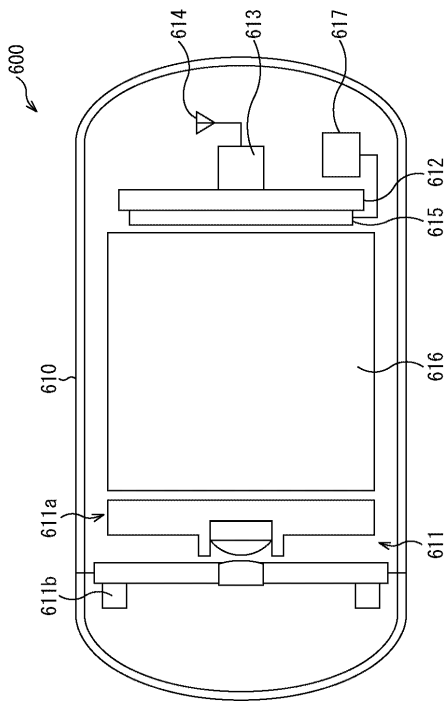


【 図 2 7 】

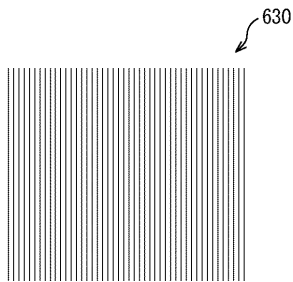
図27



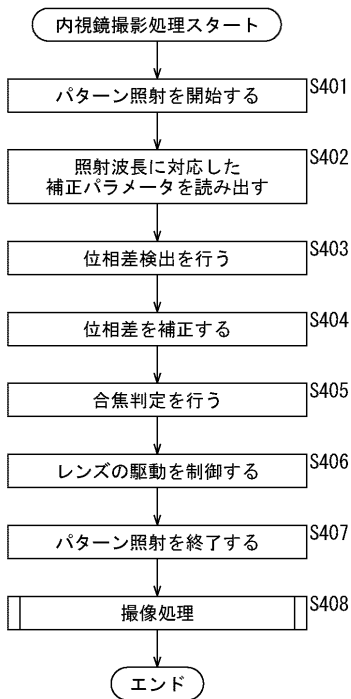
【図 28】
図28



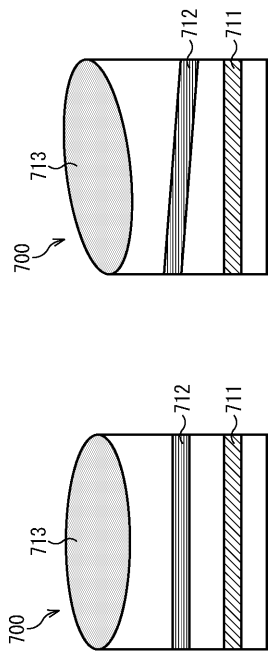
【図 29】
図29



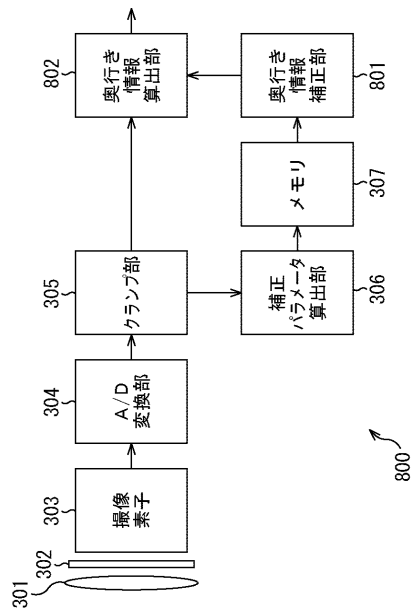
【図 30】
図30



【図 31】
図31



【図32】
図32



フロントページの続き

- (72)発明者 井上 裕士
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 池田 健児
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 岡 治
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 服部 芳郎
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 佐藤 信也
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 加藤 英明
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 長治 保宏
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 西岡 恵美
熊本県菊池郡菊陽町大字原水4000-1 ソニーセミコンダクタ株式会社内
- (72)発明者 河野 遼 宏
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 粕谷 満成

- (56)参考文献 特開2013-037296(JP,A)
特開2012-230172(JP,A)
特開2013-106124(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/369
H01L 27/146
H04N 5/232