

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6295526号
(P6295526)

(45) 発行日 平成30年3月20日(2018.3.20)

(24) 登録日 平成30年3月2日(2018.3.2)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO 1 L 27/146	(2006.01)	HO 1 L	27/146
HO 4 N 5/369	(2011.01)	HO 4 N	5/369
HO 4 N 5/359	(2011.01)	HO 4 N	5/359
HO 4 N 9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07
GO 2 B 7/34	(2006.01)	GO 2 B	7/34

請求項の数 14 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-145817 (P2013-145817)
 (22) 出願日 平成25年7月11日 (2013.7.11)
 (65) 公開番号 特開2015-18969 (P2015-18969A)
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)
 審査請求日 平成28年2月2日 (2016.2.2)

(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 伊東 恭佑
 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 田邊 順人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としてのD T Iについて、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のD T Iが、他の画素のD T Iと異なる構造を有し、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であって、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲と、他の画素の周囲で、D T Iの配置が異なっている

固体撮像装置。

10

【請求項 2】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲のD T Iが除去されている

請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲にのみD T Iが設けられている

請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記

20

画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、

前記クロストーク抑制機構が前記画素アレイに配置される画素に係るイオン注入量を調整することにより実現され、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であって、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁またはセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量と異なっている固体撮像装置。

【請求項 5】

10

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ない

請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ない

請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としての導波路について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素の導波路が、他の画素の導波路と異なる構造を有し、

20

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の導波路が除去されている

固体撮像装置。

【請求項 8】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としてのオンチップレンズについて、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のオンチップレンズが、他の画素のオンチップレンズと異なる構造を有し、

30

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のオンチップレンズの集光性が弱くなるように構成されている

固体撮像装置。

【請求項 9】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、

前記クロストーク抑制機構がカラーフィルタの配置により実現され、

40

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のカラーフィルタのみが白色とされる

固体撮像装置。

【請求項 10】

前記位相差画素のそれぞれに同色のカラーフィルタが配置される

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

2 次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、所定の画素の垂直方向に隣

50

接する画素、および、前記所定の画素の水平方向に隣接する画素のそれぞれが位相差画素とされる

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 1 2】

2 次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、垂直方向に隣接する 2 つの画素、および、水平方向に隣接する 2 つの画素のそれぞれが位相差画素とされ、

前記垂直方向に隣接する 2 つの画素と、前記水平方向に隣接する 2 つの画素とが L 字型に配置されている

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 1 3】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としての D T I について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素の D T I が、他の画素の D T I と異なる構造を有し、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であって、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲と、他の画素の周囲で、D T I の配置が異なっている

固体撮像装置を備える

電子機器。

【請求項 1 4】

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、

前記クロストーク抑制機構が前記画素アレイに配置される画素に係るイオン注入量を調整することにより実現され、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であって、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁またはセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量と異なっている

固体撮像装置を備える

電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、固体撮像装置および電子機器に関し、特に、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差 A F を実行できるようにする固体撮像装置および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年のカメラでは、モデルの小型化と A F (オートフォーカス) 機能の保有を両立させるために、象面位相差 A F を採用している。

【0003】

象面位相差 A F では、フォトダイオード(P D)の開口部の上下左右一部を遮光した画素を画角内に複数配置し、それらの画素から位相差信号を取得することで A F を行う。

【0004】

象面位相差 A F は、コントラスト A F 方式に比べて A F 速度が速く、また、A F 用の撮像素子を搭載する必要がないので、カメラの小型化および低コスト化に有効である。

【0005】

この像面位相差 A F 画素(位相差画素とも称する)は、P D 上を左右または上下に半分程度遮光した画素構造を有する。相差画素は、ペアに配置され(必ずしも隣接する必要はない)

10

20

30

40

50

い)、それら 2 つの位相差画素が各々持つ異なる斜入射特性から 1 つの位相差信号を作り出している(例えば、特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2009 - 157198 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の象面位相差 AF では、位相差画素の感度は通常画素に比べ必ず小さく、出力信号は撮像には使えなかった。 10

【0008】

そのため、従来は、位相差画素の画素位置に該当する画素信号を得るために欠陥補正が必要になっていた。

【0009】

また、AF 特性を高めるために位相差画素の密度を高めると、欠陥画素が目立ったり、回路規模が増大することが懸念される。さらに、位相差画素に隣接する通常画素においても上記遮光膜での反射によるクロストークが発生するため、クロストーク補正も必要であった。

【0010】

本技術はこのような状況に鑑みて開示するものであり、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差 AF を実行できるようにするものである。 20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としての DTI について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素の DTI が、他の画素の DTI と異なる構造を有し、前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 AF において用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であって、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲と、他の画素の周囲で、DTI の配置が異なっている固体撮像装置である。 30

【0013】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲の DTI が除去されているようにすることができる。

【0014】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲にのみ DTI が設けられているようにすることができる。

【0015】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、前記クロストーク抑制機構が前記画素アレイに配置される画素に係るイオン注入量を調整することにより実現され、前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 AF において用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であって、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁またはセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量と異なっている固体撮像装置である。 40

【0016】

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ないようにすることができる。

【0017】

10

20

30

40

50

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ないようになることができる。

【0019】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としての導波路について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素の導波路が、他の画素の導波路と異なる構造を有し、前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差AFにおいて用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の導波路が除去されている固体撮像装置である。

10

【0020】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としてのオンチップレンズについて、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のオンチップレンズが、他の画素のオンチップレンズと異なる構造を有し、前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差AFにおいて用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のオンチップレンズの集光性が弱くなるように構成されている固体撮像装置である。

【0021】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、前記クロストーク抑制機構がカラーフィルタの配置により実現され、前記画素アレイの有効領域中の一部の画素は、象面位相差AFにおいて用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のカラーフィルタのみが白色とされる固体撮像装置である。

20

【0022】

前記位相差画素のそれぞれに同色のカラーフィルタが配置されるようにすることができる。

【0023】

2次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、所定の画素の垂直方向に隣接する画素、および、前記所定の画素の水平方向に隣接する画素のそれぞれが位相差画素とされるようにすることができる。

30

【0024】

2次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、垂直方向に隣接する2つの画素、および、水平方向に隣接する2つの画素のそれぞれが位相差画素とされ、前記垂直方向に隣接する2つの画素と、前記水平方向に隣接する2つの画素とがL字型に配置されているようにすることができる。

【0025】

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構としてのDTIについて、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のDTIが、他の画素のDTIと異なる構造を有し、前記画素アレイの有効領域中の一部の画素は、象面位相差AFにおいて用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であって、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲と、他の画素の周囲で、DTIの配置が異なっている固体撮像装置を備える電子機器である。

40

本技術の一側面は、画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なる構造を有し、前記クロストーク抑制機構が前記画素アレイに配置される画素に係るイオン注入量を調整することにより実現され、前記画素アレイの有効領域中の一部の画素は、象面位相差AFにおいて用いられる位相差信

50

号を得るための複数の位相差画素であって、前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁またはセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量と異なっている固体撮像装置を備える電子機器である。

【0026】

本技術の一側面においては、位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲と、他の画素の周囲で、DTIの配置が異なっている。

また、本技術の一側面においては、位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁またはセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量と異なっている。

【発明の効果】

10

【0027】

本技術によれば、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差AFを実行できる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】従来の象面位相差AFで用いられるイメージセンサの画素部に配置された位相差画素の構成例を示す平面図である。

【図2】本技術を適用したイメージセンサの画素部の構成例を示す図である。

【図3】DTIによるクロストーク抑制効果を説明する図である。

【図4】図2に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図である。

20

【図5】本技術を適用したイメージセンサの画素部の別の構成例を示す図である。

【図6】図5に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図である。

【図7】従来の方式により位相差信号を得る場合のイメージセンサの画素部の例を示す図である。

【図8】本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図の別の例を示す図である。

【図9】本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。

【図10】本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。

【図11】本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。

30

【図12】本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。

【図13】本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。

【図14】図13に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図である。

【図15】本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。

【図16】図15に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図である。

40

【図17】本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。

【図18】本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。

【図19】本技術が適用される固体撮像装置の概略を示すシステム構成図である。

【図20】本技術を適用した電子機器としての、撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

50

以下、図面を参照して、ここで開示する技術の実施の形態について説明する。

【0030】

図1は、従来の象面位相差AF(オートフォーカス)で用いられるイメージセンサの画素部に配置された位相差画素の構成例を示す平面図である。図1に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2次元行列状に複数配置されている。

【0031】

このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

【0032】

同図に示されるように、フォトダイオード(PD)の開口部の半分を遮光した画素を、位相差画素として配置する。位相差画素は、ペアに配置され(必ずしも隣接する必要はない)、それら2つの位相差画素が各々持つ異なる斜入射特性に基づいて、1つの位相差信号が生成される。

【0033】

ここで、位相差信号は、2つの位相差画素が出力する1組の画素信号を意味する。

【0034】

例えば、イメージセンサにおける受光領域の中の有効画素領域内において、焦点検出領域が設定される。像面位相差AFでは、焦点検出領域内の位相差画素が出力する位相差信号に基づいてレンズの合焦位置を検出するようになされている。

20

【0035】

このとき、合焦位置の検出に用いられる位相差信号を得るために、位相差画素のそれぞれが、異なる斜入射特性を有するように構成されている。

【0036】

図1の例では、位相差画素P1および位相差画素P2が設けられている。位相差画素P1は、開口部の図中右半分が黒く塗られており、この部分に遮光膜などが設けられることにより遮光される。また、位相差画素P2は、開口部の図中左半分が黒く塗られており、この部分に遮光膜などが設けられることにより遮光される。

【0037】

図1の構成の場合、位相差画素P1は、開口部の右半分が遮光されているため、左斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、右斜め上から入射する光に対する受光感度が低い。これに対して、位相差画素P2は、開口部の左半分が遮光されているため、右斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、左斜め上から入射する光に対する受光感度が低い。

30

【0038】

このように、図1の構成の場合、位相差画素P1および位相差画素P2のそれぞれが、異なる斜入射特性を有するように構成されている。

【0039】

なお、図1の例では、図中左右方向に2つの位相差画素が配置されているが、実際には、図中上下方向にも2つの位相差画素が配置される。すなわち、位相差画素P1および位相差画素P2は、左右方向(水平方向)の位相差信号を得るための位相差画素とされ、上下方向(垂直方向)の位相差信号を得るための位相差画素も設けられる。

40

【0040】

しかしながら、図1のように位相差画素を構成する場合、位相差画素の開口部の半分が遮光されるため、同一の受光量に対応する画素信号であっても、位相差画素から出力される画素信号の値が、有効領域内の他の画素(通常画素と称することにする)から出力される画素信号の値より小さくなってしまう。

【0041】

このため、従来の象面位相差AFでは、位相差画素を欠陥画素として取り扱い、例えば、位相差画素に隣接する画素の画素信号に基づいて、位相差画素の画素信号を予測して生

50

成するなどする欠陥補正処理が行われていた。

【0042】

また、図1に示されるように遮光膜を設けると、遮光膜上で光が反射し、反射した光が周囲の画素に混入することがある。このため、従来の象面位相差AFでは、例えば、位相差画素に隣接する画素から出力される画素信号について、遮光膜上で反射した光の混入によるクロストーク成分を除去するためのクロストーク補正処理が行われていた。

【0043】

そこで、本技術では、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差AFを実行できるようにする。

【0044】

図2は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の構成例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2次元行列状に複数配置されている。

【0045】

このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

【0046】

この例では、イメージセンサにDTI(Deep Trench Isolation)が採用されている。DTIは、画素間に溝を形成して酸化膜を埋め込み、画素間での電荷の混入等を抑止するものである。すなわち、DTIは、イメージセンサにおいて、隣接する画素に係る入射光の混入、隣接する画素の画素信号の混入などによって発生するクロストークを抑制するためのクロストーク抑制機構として採用されている。

【0047】

図2において、矩形に沿って描かれた黒い枠線がDTIを示している。この例では、画素PLおよび画素PR、並びに、画素PAおよび画素PBがそれぞれ位相差画素とされる。すなわち、位相差画素PLおよび位相差画素PRによって左右の位相差信号が得られ、位相差画素PAおよび位相差画素PBによって上下の位相差信号が得られるようになされている。

【0048】

図2の構成では、原則として矩形の画素の4辺にDTIが配置されているが、位相差画素PL、位相差画素PR、位相差画素PA、および位相差画素PBの4つの位相差画素の中央に配置された画素PCの4辺には、例外的にDTIが配置されていない。

【0049】

図3は、DTIによるクロストーク抑制効果を説明する図である。同図は、横軸が光の入射角度、縦軸がクロストーク量とされる。曲線31は、DTIが設けられていないイメージセンサの光の入射角度の変化に伴うクロストーク量の変化を表しており、曲線32は、DTIが設けられたイメージセンサの光の入射角度の変化に伴うクロストーク量の変化を表している。

【0050】

図3に示されるように、曲線32は、曲線31と比較して光の入射角度の変化に伴うクロストーク量の変化が緩やかになっている。すなわち、DTIが設けられていないイメージセンサでは、光の入射角度(の絶対値)が大きくなり、光が斜めから入射すると、クロストーク量が著しく増大するのに対して、DTIが設けられたイメージセンサでは、光が斜めから入射しても、クロストーク量があまり増大しないことが分かる。

【0051】

本技術では、位相差画素の斜入射特性に代えて、隣接する画素に係る入射光の混入、隣接する画素の画素信号の混入などによって発生するクロストークを利用する。すなわち、本技術では、合焦位置の検出に用いられる位相差信号を得るために、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するように構成される。

【0052】

10

20

30

40

50

図4は、図2に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図であり、図2に示される位相差画素におけるクロストーク量の違いを説明する図である。

【0053】

図4には、図2における位相差画素PL、位相差画素PR、および画素PC、並びに、位相差画素PRの右に配置された画素PR1の断面図が示されている。

【0054】

図4に示されるように、各画素には、オンチップレンズ(OC-L)およびカラーフィルタ(CF)が配置され、CFの下には迷光を防止するためのOBBが設けられている。ここで画素部にはベイヤー配列が採用され、各画素が赤色(R)、緑色(Gr, Gb)、青色(B)の各色成分に対応する。例えば、位相差画素PLには、赤色のCFが配置されるものとし、画素PCには緑色のCFが配置されるものとし、位相差画素PRには赤色のCFが配置されるものとし、画素PR1には緑色のCFが配置されるものとする。各センサのセンサ領域には、OC-LおよびCFを通過した光が入射する。
10

【0055】

いま、図4の図中右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射しているものとする。この場合、例えば、緑の色成分に対応する画素には、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分と、左隣の赤色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分が入射することになる。ここで、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分をGr-Grで表し、左隣の赤色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分をR-Grで表すことにする。
20

【0056】

また、例えば、赤の色成分に対応する画素には、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分と、左隣の緑色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分が入射することになる。ここで、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分をR-Rで表し、左隣の緑色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分をG-Rで表すことにする。

【0057】

図4の例の場合、緑色の色成分に対応する画素PR1には、自画素のセンサ領域52-4で吸収される光の成分Gr-Grと、左隣の赤色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分R-Grとが入射する。しかし、成分R-Grは、DTI51-2によって混入が抑止され、自画素のセンサ領域52-4で吸収されることになる。
30

【0058】

また、赤色の色成分に対応する位相差画素PRには、自画素のセンサ領域52-3で吸収される光の成分R-Rと、左隣の緑色の色成分の画素のセンサ領域52-2に混入する光の成分Gr-Rとが入射する。いまの場合、位相差画素PRと画素PCとの間にDTIが設けられていないため、成分Gr-Rは、そのまま画素PCのセンサ領域52-2に混入する。

【0059】

さらに、緑色の色成分に対応する画素PCには、自画素のセンサ領域52-2で吸収される光の成分Gr-Grと、左隣の赤色の色成分の画素のセンサ領域52-1に混入する光の成分R-Grとが入射する。いまの場合、位相差画素PLと画素PCとの間にDTIが設けられていないため、成分Gr-Rは、そのまま位相差画素PLのセンサ領域52-1に混入する。
40

【0060】

また、赤色の色成分に対応する位相差画素PLには、自画素のセンサ領域52-1で吸収される光の成分R-Rと、左隣の緑色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分G-Rとが入射する。しかし、成分G-Rは、DTI51-3によって混入が抑止され、自画素のセンサ領域52-1で吸収されることになる。

【0061】

その結果、位相差画素PRのセンサ領域52-3では、光の成分R-Rのみが吸収されて光電変換され、位相差画素PLのセンサ領域52-1では、光の成分R-R、および成
50

分 G_{-R} に加えて、画素 P_C から混入した成分 G_{r-R} が吸収されて光電変換されることになる。そうすると、右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素 P_R から出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素 P_L から出力される画素信号の値が大きくなる。

【0062】

なお、左上から右下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、上記の例とは反対に、位相差画素 P_R から出力される画素信号の値は大きくなり、位相差画素 P_L から出力される画素信号の値が小さくなる。

【0063】

つまり、位相差画素 P_L は、右斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、左斜め上から入射する光に対する受光感度が低いといえる。これに対して、位相差画素 P_R は、左斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、右斜め上から入射する光に対する受光感度が低いといえる。位相差画素 P_L と位相差画素 P_R では、同一の方向から入射した光を受光する際の、隣接する画素に係る入射光の混入、隣接する画素の画素信号の混入などによって発生するクロストーク量が異なるからである。

【0064】

また、図2に示されるように、位相差画素 P_A と画素 P_C との間にDTIが設けられておらず、位相差画素 P_B と画素 P_C との間にDTIが設けられていないため、位相差画素 P_A と位相差画素 P_B の受光感度も互いに異なるようになされている。

【0065】

このように本技術によれば、遮光膜を設けることなく、位相差信号を得ることができる。すなわち、位相差画素のそれぞれには、遮光膜が設けられていないので、位相差画素から出力される画素信号の値が、通常画素から出力される画素信号の値より極端に小さくなってしまうことはない。このため、本技術では、位相差画素を欠陥画素として取り扱い、欠陥補正処理などを行う必要はない。

【0066】

また、本技術によれば、遮光膜上で反射した光の混入によるクロストーク成分を除去するためのクロストーク補正処理を行う必要もない。

【0067】

図2においては、原則として矩形の画素の4辺にDTIが配置され、4つの位相差画素の中央に配置された画素 P_C の4辺には、例外的にDTIが配置されていない構成について説明した。しかし、原則として矩形の画素の4辺にはDTIが配置されず、4つの位相差画素の中央に配置された画素 P_C の4辺に例外的にDTIが配置されるようにしてもよい。

【0068】

図5は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の別の構成例を示す図である。このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

【0069】

この例では、原則として矩形の画素の4辺にはDTIが配置されず、4つの位相差画素の中央に配置された画素 P_C の4辺に例外的にDTIが配置されている。なお、図5において、矩形に沿って描かれた黒い枠線がDTIを示している。

【0070】

図6は、図4に示されるイメージセンサの画素部の点線A-A'における断面図であり、図4に示される位相差画素におけるクロストーク量の違いを説明する図である。

【0071】

図6の場合、図4と同様に、画素部にはベイヤー配列が採用され、各画素が赤色(R)、緑色(Gr)、青色(B)の各色成分に対応する。例えば、位相差画素 P_L には、赤色のCFが配置されるものとし、画素 P_C には緑色のCFが配置されるものとし、位相差画素 P_R には赤色のCFが配置されるものとし、画素 P_{R1} には緑色のCFが配置されるも

10

20

30

40

50

のとする。

【0072】

いま、図6の図中右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射しているものとする。

【0073】

図6の例の場合、緑色の色成分に対応する画素PR1には、左隣の赤色の色成分の位相差画素PRのセンサ領域52-3に混入する光の成分 R_{-G_r} が入射するが、画素PR1と位相差画素PRとの間にDTIが設けられていないため、成分 R_{-G_r} は、そのまま位相差画素PRのセンサ領域52-3に混入する。

【0074】

また、図6の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素PRには、自画素のセンサ領域52-3で吸収される光の成分 R_{-R} と、左隣の緑色の色成分の画素PCのセンサ領域52-2に混入する光の成分 G_{r-R} とが入射する。しかし、成分 G_{r-R} は、DTI51-11によって混入が抑止され、自画素のセンサ領域52-3で吸収されることになる。

10

【0075】

さらに図6の例の場合、緑色の色成分に対応する画素PCには、自画素のセンサ領域52-2で吸収される光の成分 G_{r-G_r} と、左隣の赤色の色成分の位相差画素PLのセンサ領域52-1に混入する光の成分 R_{-G_r} とが入射する。しかし、成分 R_{-G_r} は、DTI51-12によって混入が抑止され、自画素のセンサ領域52-2で吸収されることになる。

20

【0076】

また、図6の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素PLには、自画素のセンサ領域52-1で吸収される光の成分 R_{-R} と、左隣の緑色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分 G_{-R} とが入射する。いまの場合、位相差画素PLと左隣の画素との間にDTIが設けられていないため、成分 G_{r-R} は、そのまま左隣の画素のセンサ領域に混入する。

【0077】

その結果、位相差画素PLのセンサ領域52-1では、光の成分 R_{-R} のみが吸収されて光電変換され、位相差画素PRのセンサ領域52-3では、光の成分 R_{-R} 、および成分 G_{-R} に加えて、画素PR1から混入した成分 G_{r-R} が吸収されて光電変換されることになる。そうすると、右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素PLから出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素PRから出力される画素信号の値が大きくなる。

30

【0078】

なお、左上から右下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、上記の例とは反対に、位相差画素PLから出力される画素信号の値は大きくなり、位相差画素PRから出力される画素信号の値が小さくなる。

【0079】

つまり、図6の例の場合、位相差画素PRは、右斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、左斜め上から入射する光に対する受光感度が低いといえる。これに対して、位相差画素PLは、左斜め上から入射する光に対する受光感度が高い一方で、右斜め上から入射する光に対する受光感度が低いといえる。位相差画素PLと位相差画素PRでは、同一の方向から入射した光を受光する際の、隣接する画素に係る入射光の混入、隣接する画素の画素信号の混入などによって発生するクロストーク量が異なるからである。

40

【0080】

また、図5に示されるように、位相差画素PAと画素PCとの間にもDTIが設けられており、位相差画素PBと画素PCとの間にもDTIが設けられているため、位相差画素PAと位相差画素PBの受光感度も互いに異なるようになされている。

【0081】

50

図6のように構成した場合も、やはり遮光膜を設けることなく、位相差信号を得ることができる。すなわち、位相差画素のそれぞれには、遮光膜が設けられていないので、位相差画素から出力される画素信号の値が、通常画素から出力される画素信号の値より極端に小さくなってしまうことはない。このため、本技術では、位相差画素を欠陥画素として取り扱い、欠陥補正処理などを行う必要はない。

【0082】

また、本技術によれば、遮光膜上で反射した光の混入によるクロストーク成分を除去するためのクロストーク補正処理を行う必要もない。

【0083】

図7は、従来の方式により位相差信号を得る場合のイメージセンサの画素部の例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2次元行列状に複数配置されている。10

【0084】

図7の例では、開口部の半分が遮光された（図中黒く塗られた）4つの位相差画素が示されている。すなわち、図7における矩形の点線7-1で囲まれた4つの画素が位相差画素とされ、そのうちの2つの位相差画素により水平方向の位相差信号が得られ、他の2つの位相差画素により垂直方向の位相差信号が得られるようになされている。

【0085】

図7の場合、位相差画素の開口部の半分が遮光されるため、同一の受光量に対応する画素信号であっても、位相差画素から出力される画素信号の値が、通常画素から出力される画素信号の値より極端に小さくなってしまう。20

【0086】

このため、図7の場合、位相差画素を欠陥画素として取り扱い、例えば、位相差画素に隣接する画素の画素信号に基づいて、位相差画素の画素信号を予測して生成するなどの欠陥補正処理を行う必要がある。この例では、矩形の点線7-1で囲まれた4つの位相差画素のそれぞれに対応する画素信号について、欠陥補正処理を行う必要がある。

【0087】

また、図7に示されるように遮光膜を設けると、遮光膜上で光が反射し、反射した光が周囲の画素に混入することがある。

【0088】

このため、図7の場合、例えば、位相差画素に隣接する画素から出力される画素信号について、遮光膜上で反射した光の混入によるクロストーク成分を除去するためのクロストーク補正処理を行う必要がある。この例では、位相差画素の図中左側に隣接する画素であって、矩形の点線7-2aで囲まれた2つの画素のそれぞれに対応する画素信号についてクロストーク補正処理を行う必要がある。また、位相差画素の図中右側に隣接する画素であって、矩形の点線7-2cで囲まれた2つの画素のそれぞれに対応する画素信号についてクロストーク補正処理を行う必要がある。同様に、位相差画素の図中上側に隣接する、矩形の点線7-2bで囲まれた2つの画素、および、位相差画素の図中下側に隣接する、矩形の点線7-2dで囲まれた2つの画素のそれぞれに対応する画素信号についてクロストーク補正処理を行う必要がある。3040

【0089】

すなわち、従来の方式により位相差信号を得る場合、4つの画素の画素信号について欠陥補正処理を行い、さらに8つの画素の画素信号についてクロストーク補正処理を行う必要があった。

【0090】

これに対して、本技術によれば、例えば、図2に示される位相差画素P-L、位相差画素P-R、位相差画素P-A、位相差画素P-B、および画素P-Cの5つの画素についてクロストーク補正処理を行うのみでよい。

【0091】

このように、本技術では、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差A-Fを50

実行できる。

【0092】

図2乃至図6を参照して上述した例においては、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素との間に、例外的にDTIを配置しないか、または、例外的にDTIを配置することにより、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するよう構成する例について説明した。

【0093】

しかし、例えば、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素との間の電子障壁を形成する際のイオン注入(Ion Implantation)を調整することにより、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するよう構成することも可能である。
電子障壁は、隣接するセンサ領域間の電荷電子の混入を抑制するものであり、クロストーク抑制機構の1つと考えることもできる。

10

【0094】

図8は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図の例を示す図である。同図に示されるように各画素は、受光した光を光電変換するセンサ領域102-1乃至センサ領域102-4を有している。また、各画素のセンサ領域は、電子障壁101-1乃至電子障壁101-5によって互いに分離されている。

【0095】

例えば、電子障壁を形成する際のイオン注入量が少ないと、隣接するセンサ領域からの電荷(電子)の混入が発生しやすくなり、クロストークが生じやすくなる。図8において、
例えれば、電子障壁101-4を形成する際のイオン注入量を少なくすると、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-4への電荷(電子)の混入が発生しやすくなる。また、例えれば、電子障壁101-3を形成する際のイオン注入量を少なくすると、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-2への電荷(電子)の混入が発生しやすくなる。

20

【0096】

いまの場合、例えば、センサ領域102-2に対応する画素とセンサ領域102-4に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るために位相差画素として用いることができる。

【0097】

30

このように、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素との間の電子障壁を形成する際のイオン注入を調整することで、位相差画素のそれぞれが、同一の方向から入射した光を受光する際のクロストーク量が異なるようにすることができる。従って、この場合もやはり、図2乃至図6を参照して上述した場合と同様に、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差AFを実行できる。

【0098】

また、例えば、イメージセンサの画素部において、センサ領域を形成する際のイオン注入(Ion Implantation)を調整することにより、上述した場合と同様に、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するよう構成することも可能である。

【0099】

40

例えば、センサ領域を形成する際のイオン注入量が少ないと、隣接するセンサ領域への電荷(電子)の混入が発生しやすくなり、クロストークが生じやすくなる。図8において、
例えれば、センサ領域102-3を形成する際のイオン注入量を少なくすると、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-4への電荷(電子)の混入が発生しやすくなり、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-2への電荷(電子)の混入が発生しやすくなる。

【0100】

いまの場合、例えば、センサ領域102-2に対応する画素とセンサ領域102-4に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るために位相差画素として用いることができる。

50

【0101】

このように、イメージセンサの画素部において、センサ領域を形成する際のイオン注入を調整することで、位相差画素のそれぞれが、同一の方向から入射した光を受光する際のクロストーク量が異なるようにすることができる。従って、この場合もやはり、図2乃至図6を参照して上述した場合と同様に、画素信号の補正を極力避け、かつ、適切に象面位相差AFを実行できる。

【0102】

あるいはまた、例えば、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素のCFを白色のCFとすることによって、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するように構成することも可能である。

10

【0103】

図9は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図の別の例を示す図である。同図に示されるように各画素は、受光した光を光電変換するセンサ領域102-1乃至センサ領域102-4を有している。図9の例では、センサ領域102-3に対応する画素のCF111が白色のCFとされている。白色のCFは、光の透過性が高いCFであるため、CF111を通過した光の成分は、センサ領域102-3に隣接するセンサ領域に混入しやすくなる。

【0104】

図9の場合、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-4への光の混入が発生しやすくなり、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-2への電荷(電子)の混入が発生しやすくなる。

20

【0105】

いまの場合、例えば、センサ領域102-2に対応する画素とセンサ領域102-4に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るために位相差画素として用いることができる。

【0106】

このように、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素のCFを白色のCFとすることによって、位相差画素のそれぞれが、同一の方向から入射した光を受光する際のクロストーク量が異なるようにすることができる。

【0107】

30

あるいはまた、例えば、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素との間のOBBを除去することによって、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するように構成することも可能である。

【0108】

図10は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。同図に示されるように各画素は、受光した光を光電変換するセンサ領域102-1乃至センサ領域102-4を有している。図10の例では、センサ領域102-2に対応する画素とセンサ領域102-1に対応する画素との間のOBB、および、センサ領域102-2に対応する画素とセンサ領域102-3に対応する画素との間のOBBが除去されている。

40

【0109】

図10のように構成することで、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-3への光の混入が発生しやすくなり、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域102-1への光の混入が発生しやすくなる。

【0110】

いまの場合、例えば、センサ領域102-1に対応する画素とセンサ領域102-3に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るために位相差画素として用いることができる。

【0111】

このように、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素との間のO

50

B B を除去することによって、位相差画素のそれぞれが、同一の方向から入射した光を受光する際のクロストーク量が異なるようにすることができる。

【 0 1 1 2 】

あるいはまた、例えば、イメージセンサの画素部において、C F からセンサ領域への導波路が設けられている場合、位相差画素に隣接する画素の導波路を除去することによって、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するように構成することも可能である。

【 0 1 1 3 】

図 1 1 は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。同図に示されるように各画素は、受光した光を光電変換するセンサ領域 1 0 2 - 1 乃至センサ領域 1 0 2 - 4 を有している。図 1 1 の例では、センサ領域 1 0 2 - 1 に対応する画素には導波路 1 3 1 - 1 が設けられている。また、センサ領域 1 0 2 - 3 およびセンサ領域 1 0 2 - 4 に対応する画素のそれぞれには、導波路 1 3 1 - 3 および導波路 1 3 1 - 4 が設けられている。しかし、センサ領域 1 0 2 - 2 に対応する画素には導波路が設けられていない。

10

【 0 1 1 4 】

図 1 1 のように構成することで、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域 1 0 2 - 3 への光の混入が発生しやすくなり、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域 1 0 2 - 1 への電荷（電子）の混入が発生しやすくなる。

【 0 1 1 5 】

20

いまの場合、例えば、センサ領域 1 0 2 - 1 に対応する画素とセンサ領域 1 0 2 - 3 に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るための位相差画素として用いることができる。

【 0 1 1 6 】

このように、イメージセンサの画素部において、C F からセンサ領域への導波路が設けられている場合、位相差画素に隣接する画素の導波路を除去することによって、位相差画素のそれぞれが、同一の方向から入射した光を受光する際のクロストーク量が異なるようになることができる。

【 0 1 1 7 】

あるいはまた、例えば、イメージセンサの画素部において、位相差画素に隣接する画素のO C L の集光性を調整することによって、位相差画素のそれぞれが、異なるクロストーク量を有するように構成することも可能である。

30

【 0 1 1 8 】

図 1 2 は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の断面図のさらに別の例を示す図である。同図に示されるように各画素は、受光した光を光電変換するセンサ領域 1 0 2 - 1 乃至センサ領域 1 0 2 - 4 を有している。図 1 2 の例では、センサ領域 1 0 2 - 2 に対応する画素のO C L の形状が平面的に構成されており、集光性が低くなっている。

【 0 1 1 9 】

図 1 2 のように構成することで、左上から右下へ向かう光を受光する際のセンサ領域 1 0 2 - 3 への光の混入が発生しやすくなり、右上から左下へ向かう光を受光する際のセンサ領域 1 0 2 - 1 への電荷（電子）の混入が発生しやすくなる。

40

【 0 1 2 0 】

いまの場合、例えば、センサ領域 1 0 2 - 1 に対応する画素とセンサ領域 1 0 2 - 3 に対応する画素を、水平方向の位相差信号を得るための位相差画素として用いることができる。

【 0 1 2 1 】

また、上述した実施の形態を組み合わせて用いることも可能である。例えば、図 2 に示されるD T I の配置とともに、O C L 、C F 、およびO B B の構成を図 9 乃至図 1 2 を参照して上述した形態とすることも可能である。また、例えば、図 5 に示されるD T I の配置とともに、O C L 、C F 、およびO B B の構成を図 9 乃至図 1 2 を参照して上述した形

50

態とすることも可能である。さらに、図8を参照して上述したように、イオン注入を調整するとともに、OCL、CF、およびOBBの構成を図9乃至図12を参照して上述した形態とすることも可能である。

【0122】

ここまで、位相差画素の開口部を遮光せずに位相差信号を得る例について説明したが、例えば、位相差画素のクロストーク量の変化をより正確に検出できるようにするために、位相差画素の開口部が遮光されるようにしてもよい。

【0123】

図13は、本技術を適用したイメージセンサの画素部の別の構成例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、
10 2次元行列状に複数配置されている。このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

【0124】

この例では、画素PLおよび画素PR、並びに、画素PAおよび画素PBがそれぞれ位相差画素とされる。すなわち、位相差画素PLおよび位相差画素PRによって左右の位相差信号が得られ、位相差画素PAおよび位相差画素PBによって上下の位相差信号が得られるようになされている。

【0125】

また、図13の例では、図5を参照して上述した場合と同様に、原則として矩形の画素の4辺にはDTIが配置されず、4つの位相差画素の中央に配置された画素PCの4辺に例外的にDTIが配置されているものとする。しかし、図13の例では、図5を参照して上述した場合とは異なり、4つの位相差画素の開口部が遮光されている（図中黒く塗られている）。

【0126】

図14は、図13の線A-A'における断面図であり、図13に示される位相差画素におけるクロストーク量の違いを説明する図である。

【0127】

図13の場合、図6と同様に、画素部にはベイヤー配列が採用され、各画素が赤色(R)、緑色(Gr)、青色(B)の各色成分に対応する。例えば、位相差画素PLには、赤色のCFが配置されるものとし、画素PCには緑色のCFが配置されるものとし、位相差画素PRには赤色のCFが配置されるものとし、画素PR1には緑色のCFが配置されるものとする。

【0128】

いま、図14の図中右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射しているものとする。

【0129】

図14の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素PRのセンサ領域52-3には、右隣の緑色の色成分の画素PR1から混入する光の成分R_Grが入射するが、開口部が遮光されているため、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分R_Rが入射しない。

【0130】

さらに図14の例の場合、緑色の色成分に対応する画素PCには、自画素のセンサ領域52-2で吸収される光の成分Gr_Grと、左隣の赤色の色成分の位相差画素PLのセンサ領域に混入する光の成分R_Grとが入射する。しかし、成分R_Grは、DTI51-12によって混入が抑止され、自画素のセンサ領域52-2で吸収されることになる。

【0131】

また、図14の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素PLは、開口部が遮光されているため、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分R_Rが入射しない。また、位相差画素PLと画素PCとの間にDTIが設けられているため、センサ領域52-1には、成分Gr_Rも混入しない。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

その結果、位相差画素 P L のセンサ領域 5 2 - 1 では、ほぼ光電変換が行われず、位相差画素 P R のセンサ領域 5 2 - 3 では、画素 P R 1 から混入した成分 R_{-G_r} が吸収されて光電変換されることになる。そうすると、右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素 P L から出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素 P R から出力される画素信号の値が大きくなる。この場合、位相差画素 P L と位相差画素 P R の画素信号は、ほぼクロストークによるものとなる。

【 0 1 3 3 】

このように、位相差画素のクロストーク量の変化をより正確に検出できるようにするために、位相差画素の開口部が遮光されるようにしてもよい。

10

【 0 1 3 4 】

あるいはまた、図 2 を参照して上述した場合と同様に、原則として矩形の画素の 4 辺に D T I が配置され、4 つの位相差画素の中央に配置された画素 P C の 4 边には、例外的に D T I が配置されないようにし、4 つの位相差画素の開口部が遮光されるようにしてもよい。

【 0 1 3 5 】

この場合さらに、4 つの位相差画素の中央に配置された画素 P C の C F を白色にすると効果的である。

【 0 1 3 6 】

図 1 5 は、本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2 次元行列状に複数配置されている。このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

20

【 0 1 3 7 】

この例では、画素 P L および画素 P R 、並びに、画素 P A および画素 P B がそれぞれ位相差画素とされる。すなわち、位相差画素 P L および位相差画素 P R によって左右の位相差信号が得られ、位相差画素 P A および位相差画素 P B によって上下の位相差信号が得られるようになされている。

【 0 1 3 8 】

30

また、図 1 5 の例では、図 2 を参照して上述した場合と同様に、原則として矩形の画素の 4 边に D T I が配置されているが、位相差画素 P L 、位相差画素 P R 、位相差画素 P A 、および位相差画素 P B の 4 つの位相差画素の中央に配置された画素 P C の 4 边には、例外的に D T I が配置されていないものとする。しかし、図 1 5 の例では、図 2 を参照して上述した場合とは異なり、4 つの位相差画素の開口部が遮光されている（図中黒く塗られている）。

【 0 1 3 9 】

図 1 6 は、図 1 5 の線 A - A' における断面図であり、図 1 5 に示される位相差画素におけるクロストーク量の違いを説明する図である。

【 0 1 4 0 】

40

図 1 5 の場合、例えば、位相差画素 P L には、赤色の C F が配置されるものとし、画素 P C には白色の C F が配置されるものとし、位相差画素 P R には赤色の C F が配置されるものとし、画素 P R 1 には緑色の C F が配置されるものとする。

【 0 1 4 1 】

いま、図 1 6 の図中右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射しているものとする。

【 0 1 4 2 】

図 1 6 の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素 P R と、右隣の緑色の色成分の画素 P R 1 との間に D T I 5 1 - 2 が設けられているので、光の成分 R_{-G_r} はセンサ領域 5 2 - 3 には入射せず、また、開口部が遮光されているため、自画素のセンサ領域で吸

50

収される光の成分 R_{-R} も入射しない。

【0143】

また、図16の例の場合、白色の色成分に対応する画素 P_C には、自画素のセンサ領域52-2で吸収される光の成分 $W h i t e_{-W h i t e}$ と、左隣の赤色の色成分の画素のセンサ領域に混入する光の成分 $R_{-W h i t e}$ とが入射する。いまの場合、画素 P_C と位相差画素 P_L との間にDTIが設けられていないので、成分 $R_{-W h i t e}$ は、そのままセンサ領域52-1に入射することになる。

【0144】

また、図16の例の場合、赤色の色成分に対応する位相差画素 P_L は、開口部が遮光されているため、自画素のセンサ領域で吸収される光の成分 R_{-R} が入射しない。

10

【0145】

その結果、位相差画素 P_R のセンサ領域52-3では、ほぼ光電変換が行われず、位相差画素 P_L のセンサ領域52-1では、画素 P_C から混入した成分 $R_{-W h i t e}$ が吸収されて光電変換されることになる。そうすると、右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素 P_R から出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素 P_L から出力される画素信号の値が大きくなる。この場合、位相差画素 P_L と位相差画素 P_R の画素信号は、ほぼクロストークによるものとなるが、白色のCFは、光の透過性が高いCFであるため、2つの位相差画素から出力される画素信号の値の差がより顕著になる。

【0146】

20

このようにすることで、例えば、位相差画素のクロストーク量の変化をより正確に検出できるようになる。

【0147】

あるいはまた、位相差画素に係るCFを、ベイナー配列とは異なるものとしてもよい。例えば、4つの位相差画素のCFを全て同じ色としてもよい。例えば、4つの位相差画素のCFを、赤色(R)、緑色(Gr)、および青色(B)の中で最も光の透過性が高い緑色のCFとするようにしてもよい。

【0148】

図17は、本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2次元行列状に複数配置されている。

30

【0149】

この例では、画素 P_L および画素 P_R 、並びに、画素 P_A および画素 P_B がそれぞれ位相差画素とされる。すなわち、位相差画素 P_L および位相差画素 P_R によって左右の位相差信号が得られ、位相差画素 P_A および位相差画素 P_B によって上下の位相差信号が得られるようになされている。

【0150】

また、図17の例では、図2を参照して上述した場合と同様に、原則として矩形の画素の4辺にDTIが配置されているが、4つの位相差画素の中央に配置された画素 P_C の4辺には、例外的にDTIが配置されていないものとする。しかし、図17の例では、図2を参照して上述した場合とは異なり、4つの位相差画素のCFが全て緑色とされている。

40

【0151】

図17のようにイメージセンサの画素部を構成することで、各位相差画素から出力される画素信号が、常に比較的大きい値となるようにすることができる。

【0152】

以上においては、中央の画素 P_C を囲んで4つの位相差画素である画素 P_L および画素 P_R 、並びに、画素 P_A および画素 P_B が配置される例について説明した。しかしながら、このような構成を採用する場合、上述したように、5つの画素についてクロストーク補正処理を行う必要がある。すなわち、位相差画素ではない画素 P_C についてもクロストーク補正処理を行う必要がある。

50

【0153】

例えば、クロストーク補正処理対象となる画素数を減らすため、図18に示されるような構成が採用されるようにしてもよい。

【0154】

図18は、本技術を適用したイメージセンサの画素部のさらに別の構成例を示す図である。同図に示されるように、イメージセンサの画素部には、図中の矩形により示される画素が、2次元行列状に複数配置されている。このような画素部は、イメージセンサの画素アレイとして構成され、ここでは、画素アレイの有効領域内に配置される画素の一部が示されているものとする。

【0155】

この例では、画素 P_L' および画素 P_R' 、並びに、画素 P_A' および画素 P_B' がそれぞれ位相差画素とされる。すなわち、位相差画素 P_L' および位相差画素 P_R' によって左右の位相差信号が得られ、位相差画素 P_A' および位相差画素 P_B' によって上下の位相差信号が得られるようになされている。

【0156】

また、図18の構成の場合、原則として矩形の画素の4辺にDTIが配置されているが、位相差画素 P_L' と位相差画素 P_R' の間、および、位相差画素 P_A' と位相差画素 P_B' の間には、例外的にDTIが配置されていない。

【0157】

このようにすることで、右上から左下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素 P_R' から出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素 P_L' から出力される画素信号の値が大きくなる。位相差画素 P_L' へのクロストーク量が大きくなるからである。その反対に、左上から右下に向かう方向が支配的となる光が画素部に入射している場合、位相差画素 P_L' から出力される画素信号の値は小さくなり、位相差画素 P_R' から出力される画素信号の値が大きくなる。位相差画素 P_R' へのクロストーク量が大きくなるからである。

【0158】

同様にして、図18の場合、位相差画素 P_A' と位相差画素 P_B' との間にDTIが設けられていないため、位相差画素 P_A' と位相差画素 P_B' の受光感度も互いに異なるようになされている。

【0159】

従って、図18の構成を採用することで、やはり、遮光膜を設けることなく、位相差信号を得ることができる。すなわち、位相差画素のそれぞれには、遮光膜が設けられていないので、位相差画素から出力される画素信号の値が、通常画素から出力される画素信号の値より極端に小さくなってしまうことはない。このため、位相差画素を欠陥画素として取り扱い、欠陥補正処理などを行う必要はない。

【0160】

また、遮光膜上で反射した光の混入によるクロストーク成分を除去するためのクロストーク補正処理を行う必要もない。

【0161】

なお、図18の場合、正確な位相差信号を得るために、位相差画素 P_L' および位相差画素 P_R' には同色のCFが配置され、かつ、位相差画素 P_A' および位相差画素 P_B' には同色のCFが配置されることが望ましい。例えば、4つの位相差画素のCFが全て緑色のCFとされるようにするとよい。

【0162】

さらに、図18の例では、上述した4つの位相差画素がL字型に配置されており、例えば、図2を参照して上述したように、中央の画素 P_C を囲むように配置されていない。

【0163】

従って、図18の構成を採用する場合、4つの位相差画素のみをクロストーク補正処理対象画素とすることができる、例えば、図2、図5などを参照して上述した構成を採用する

10

20

30

40

50

場合と比較して、クロストーク補正処理対象となる画素数を減らすことができる。

【0164】

図19は、本技術が適用される固体撮像装置の概略を示すシステム構成図である。ここでは、本技術を適用したCMOSイメージセンサ200の構成の概略を示すシステム構成図が示されている。

【0165】

図19に示されるように、CMOSイメージセンサ200は、図示せぬ半導体基板(チップ)上に形成された画素アレイ211と、画素アレイ211と同じ半導体基板上に集積された周辺回路部とを有する構成となっている。この例では、周辺回路部が、垂直駆動回路212、カラムADC回路213、水平駆動回路214およびシステム制御部215により構成されている。10

【0166】

CMOSイメージセンサ200はさらに、信号処理部218およびデータ格納部219を備えている。信号処理部218およびデータ格納部219については、本イメージセンサ200とは別の基板に設けられる外部信号処理部、例えばDSP(Digital Signal Processor)やソフトウェアによる処理でも構わないし、本イメージセンサ200と同じ基板上に搭載しても構わない。

【0167】

画素アレイ211には、光電変換素子(例えば、フォトダイオード:PD)を有する画素が行列状に2次元配置されている。すなわち、図2乃至図18を参照して上述した実施の形態に係る構成の画素部によって画素アレイ211が構成される。20

【0168】

画素アレイ211にはさらに、行列状の画素配列に対して行ごとに画素駆動線216が図の左右方向(画素行の画素の配列方向)に沿って形成され、列ごとに垂直信号線217が図の上下方向(画素列の画素の配列方向)に沿って形成されている。図19では、画素駆動線216について1本として示しているが、1本に限られるものではない。画素駆動線216の一端は、垂直駆動回路212の各行に対応した出力端に接続されている。

【0169】

垂直駆動回路212は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、画素アレイ211の各画素を、全画素同時あるいは行単位等で駆動する画素駆動回路である。30

【0170】

垂直駆動回路212によって選択走査された画素行の各単位画素から出力される信号は、垂直信号線217の各々を通してカラムADC回路213に供給される。カラムADC回路213は、画素アレイ211の画素列ごとに、選択行の各単位画素から垂直信号線217を通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

【0171】

水平駆動回路214は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、カラムADC回路213の画素列に対応する単位回路を順番に選択する。この水平駆動回路214による選択走査により、カラムADC回路213で信号処理された画素信号が順番に出力される。40

【0172】

システム制御部215は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ等によって構成され、当該タイミングジェネレータで生成された各種のタイミング信号を基に垂直駆動回路212、カラムADC回路213および水平駆動回路214などの駆動制を行う。

【0173】

信号処理部218は、カラムADC回路213から出力される画素信号に対して加算処理等の種々の信号処理を行う。また、信号処理部218には、ロジック部が設けられ、口50

ジック部には、信号補正回路が設けられている。

【0174】

データ格納部 219 は、信号処理部 218 での信号処理に当たって、その処理に必要なデータを一時的に格納する。

【0175】

図 20 は、本技術を適用した電子機器としての、撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【0176】

図 20 の撮像装置 600 は、レンズ群などからなる光学部 601、固体撮像装置（撮像デバイス）602、およびカメラ信号処理回路である DSP 回路 603 を備える。また、撮像装置 600 は、フレームメモリ 604、表示部 605、記録部 606、操作部 607、および電源部 608 も備える。DSP 回路 603、フレームメモリ 604、表示部 605、記録部 606、操作部 607 および電源部 608 は、バスライン 609 を介して相互に接続されている。10

【0177】

光学部 601 は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像装置 602 の撮像面上に結像する。固体撮像装置 602 は、光学部 601 によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像装置 602 として、上述した実施の形態に係る CMOS イメージセンサ 200 等の固体撮像装置を用いることができる。20

【0178】

表示部 605 は、例えば、液晶パネルや有機 EL (Electro Luminescence) パネル等のパネル型表示装置からなり、固体撮像装置 602 で撮像された動画または静止画を表示する。記録部 606 は、固体撮像装置 602 で撮像された動画または静止画を、ビデオテープや D V D (Digital Versatile Disk) 等の記録媒体に記録する。

【0179】

操作部 607 は、ユーザによる操作の下に、撮像装置 600 が有する様々な機能について操作指令を発する。電源部 608 は、DSP 回路 603、フレームメモリ 604、表示部 605、記録部 606 および操作部 607 の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。30

【0180】

また、上述した実施形態においては、可視光の光量に応じた信号電荷を物理量として検知する単位画素が行列状に配置されてなる CMOS イメージセンサに適用した場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本技術は CMOS イメージセンサへの適用に限られるものではなく、画素アレイの画素列ごとにカラム処理部を配置してなるカラム方式の固体撮像装置全般に対して適用可能である。

【0181】

また、本技術は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置への適用に限らず、赤外線や X 線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置や、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。40

【0182】

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。

【0183】

なお、本技術は以下のよう構成も取ることができる。

【0184】

(1)

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記

50

画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なっている

固体撮像装置。

(2)

前記クロストーク抑制機構が D T I である

(1) に記載の固体撮像装置。

(3)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲の D T I が除去されている 10

(2) に記載の固体撮像装置。

(4)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の周囲にのみ D T I が設けられている

(2) に記載の固体撮像装置。

(5)

前記クロストーク抑制機構が前記画素アレイに配置される画素に係るイオン注入量を調整することにより実現される 20

(1) に記載の固体撮像装置。

(6)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の電子障壁に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ない

(5) に記載の固体撮像装置。

(7)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、 30

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のセンサ領域に係るイオン注入量が、他の画素の電子障壁に係るイオン注入量より少ない

(5) に記載の固体撮像装置。

(8)

前記クロストーク抑制機構が O B B であり、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の O B B が除去されている 40

(1) に記載の固体撮像装置。

(9)

前記クロストーク抑制機構が導波路であり、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A F において用いられる位相差信号を得るために複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素の導波路が除去されている

(1) に記載の固体撮像装置。

(10)

前記クロストーク抑制機構がオンチップレンズであり、 50

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のオンチップレンズの集光性が弱くなるように構成されている

(1) に記載の固体撮像装置。

(1 1)

前記クロストーク抑止機構がカラーフィルタの配置により実現され、

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれによって囲まれる位置に配置された画素のカラーフィルタのみが白色とされる

(1) に記載の固体撮像装置。

(1 2)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であり、

前記位相差画素のそれぞれに同色のカラーフィルタが配置される

(1) 乃至 (1 1) のいずれかに記載の固体撮像装置。

(1 3)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であり、

2 次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、所定の画素の垂直方向に隣接する画素、および、前記所定の画素の水平方向に隣接する画素のそれぞれが位相差画素とされる

(1) 乃至 (1 2) のいずれかに記載の固体撮像装置。

(1 4)

前記画素アレイの有効領域の中の一部の画素は、象面位相差 A Fにおいて用いられる位相差信号を得るための複数の位相差画素であり、

2 次元行列状に配置された前記画素アレイの画素において、垂直方向に隣接する 2 つの画素、および、水平方向に隣接する 2 つの画素のそれぞれが位相差画素とされ、

前記垂直方向に隣接する 2 つの画素と、前記水平方向に隣接する 2 つの画素とが L 字型に配置されている

(1) 乃至 (1 3) のいずれかに記載の固体撮像装置。

(1 5)

画素アレイに配置される画素のそれぞれが有するクロストーク抑制機構について、前記画素アレイの有効領域の中で、一部の画素のクロストーク抑制機構が、他の画素のクロストーク抑制機構と異なっている固体撮像装置を備える

電子機器。

【符号の説明】

【 0 1 8 5 】

1 0 1 - 1 乃至 1 0 1 - 5 電子障壁 , 1 0 2 - 1 乃至 1 0 2 - 4 センサ領域 ,

2 0 0 C M O S イメージセンサ , 2 1 1 画素アレイ , 2 1 2 垂直駆動回路 ,

2 1 3 カラム A D C 回路 , 2 1 4 水平駆動回路 , 2 1 5 システム制御部 , 2

1 8 信号処理部 , 6 0 0 撮像装置 , 6 0 2 固体撮像装置

10

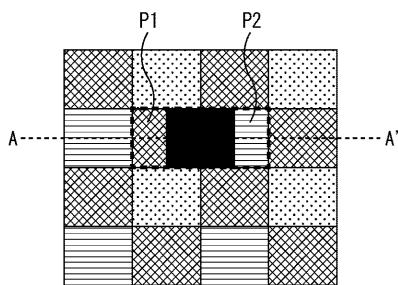
20

30

40

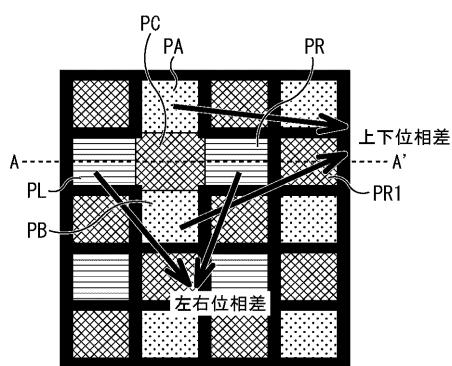
【図1】

図1



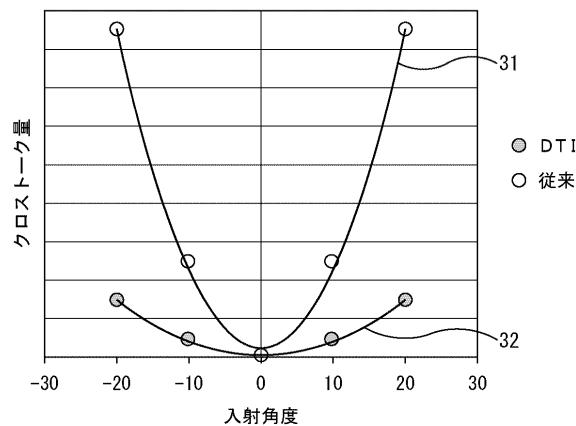
【図2】

図2



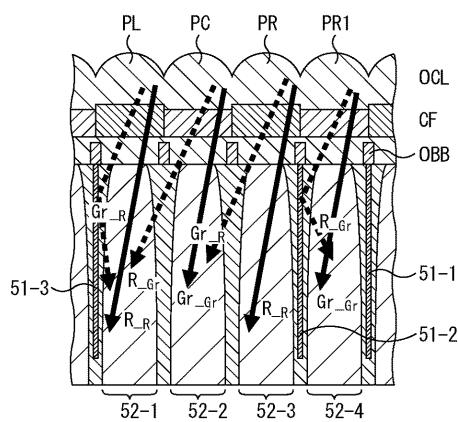
【図3】

図3



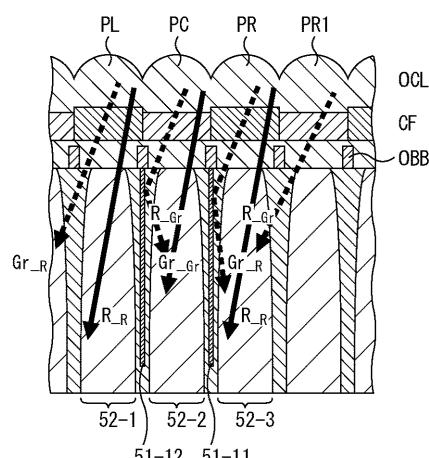
【図4】

図4



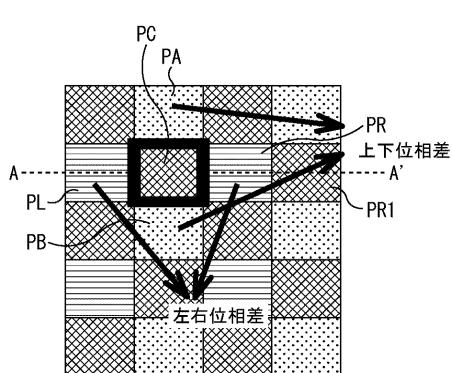
【図6】

図6

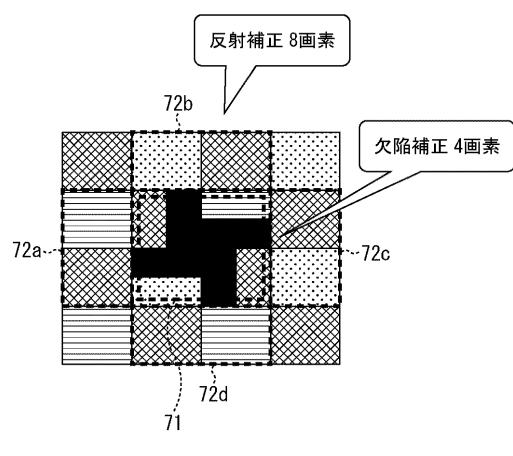


【図5】

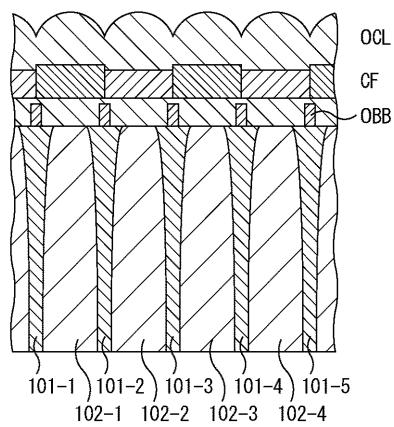
図5



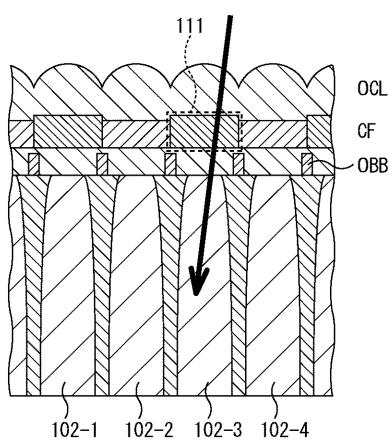
【図7】
図7



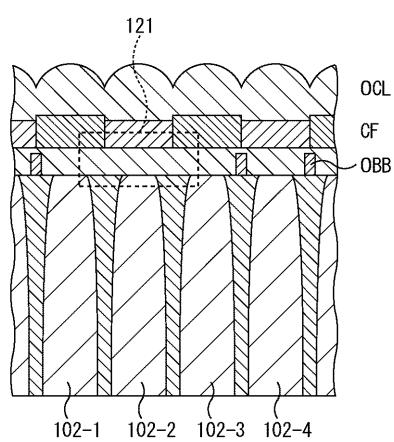
【図8】
図8



【図9】
図9

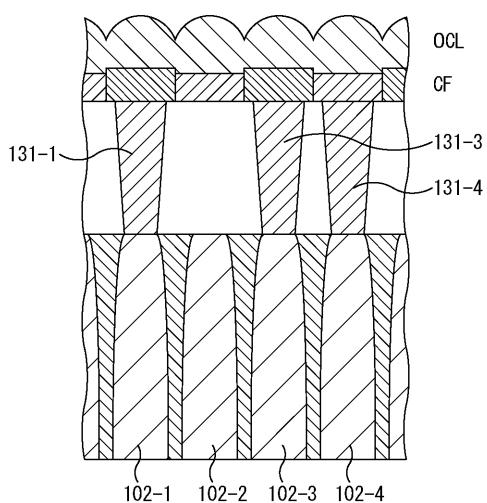


【図10】
図10



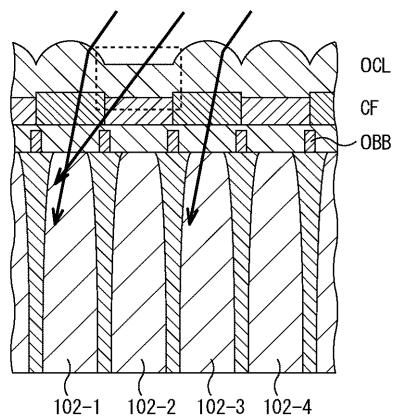
【図11】

図11



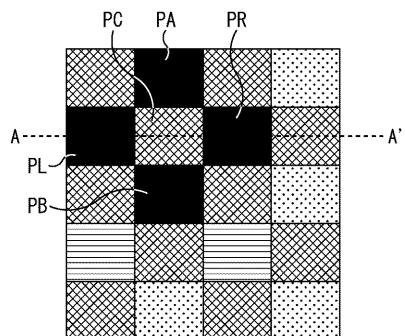
【図12】

図12



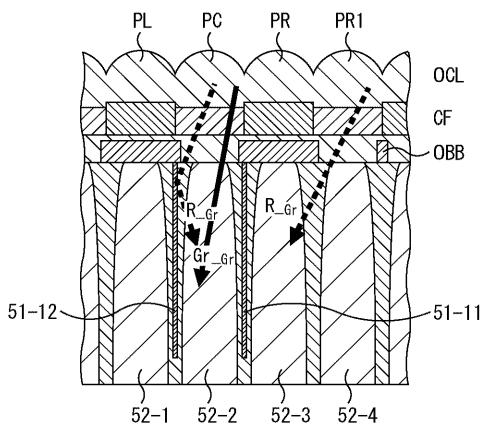
【図13】

図13



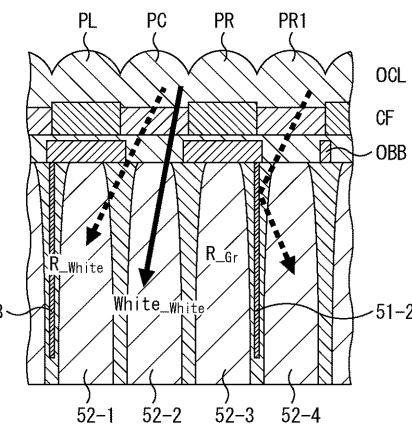
【図14】

図14



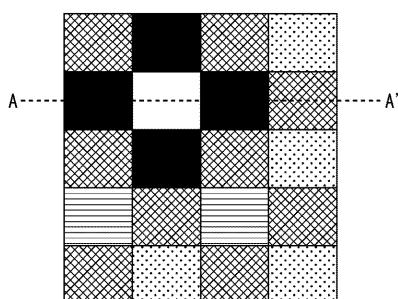
【図16】

図16



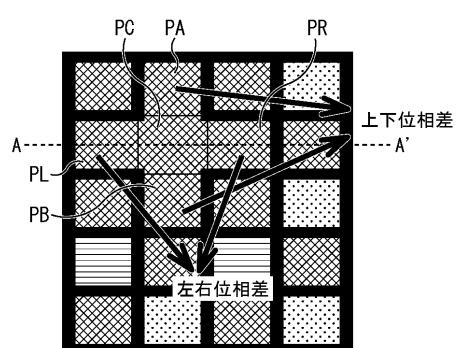
【図15】

図15



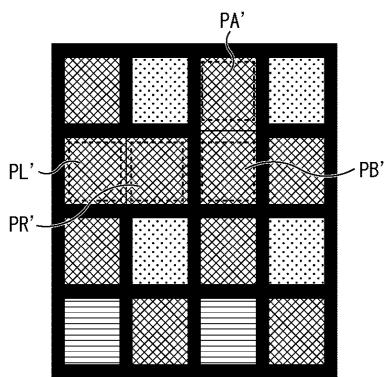
【図17】

図17



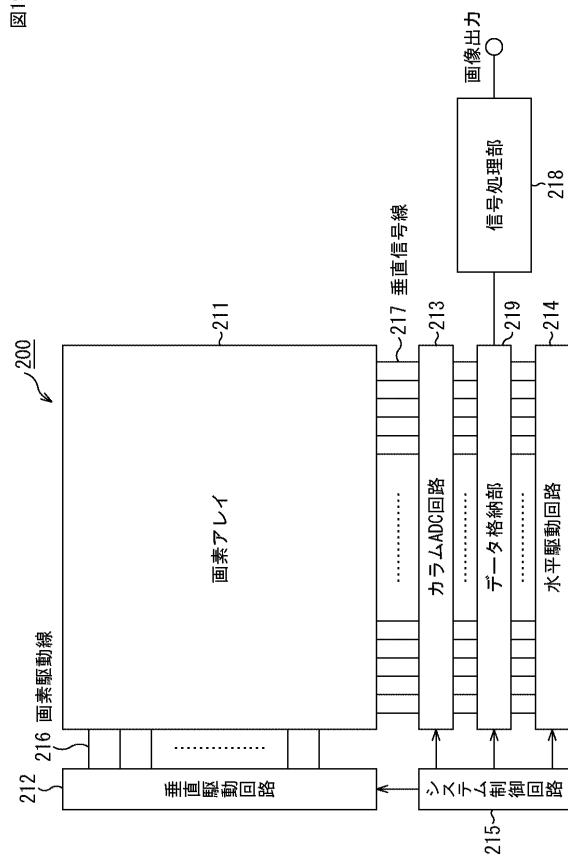
【図18】

図18



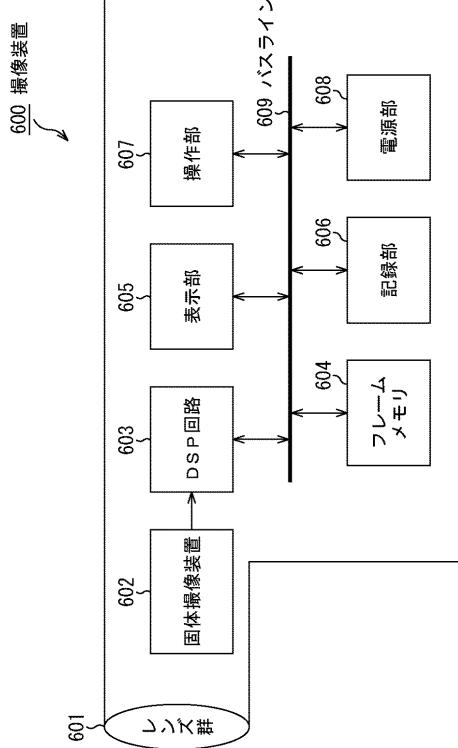
【図19】

図19



【図20】

図20



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 03 B 13/36 (2006.01) G 03 B 13/36

(56)参考文献 特開2009-157198 (JP, A)
国際公開第2013/094121 (WO, A1)
特開2012-084816 (JP, A)
特開2013-080797 (JP, A)
特開2009-206356 (JP, A)
特開2008-091781 (JP, A)
特開2011-059337 (JP, A)
特開2001-250931 (JP, A)
特開2012-114882 (JP, A)
国際公開第2011/061998 (WO, A1)
特開2011-176715 (JP, A)
特開2012-208160 (JP, A)
特開平04-267211 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 L	27 / 146
G 02 B	7 / 34
G 03 B	13 / 36
H 04 N	5 / 359
H 04 N	5 / 369
H 04 N	9 / 07