

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5739640号
(P5739640)

(45) 発行日 平成27年6月24日(2015.6.24)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N	5/369	(2011.01)
HO4N	5/232	(2006.01)
GO2B	7/02	(2006.01)
GO3B	3/00	(2006.01)

HO4N	5/335	690
HO4N	5/232	A
GO2B	7/02	
GO3B	3/00	

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-235877 (P2010-235877)
(22) 出願日	平成22年10月20日 (2010.10.20)
(65) 公開番号	特開2012-90118 (P2012-90118A)
(43) 公開日	平成24年5月10日 (2012.5.10)
審査請求日	平成25年10月21日 (2013.10.21)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像素子及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カラーフィルタに覆われ、画像生成に用いられる撮像用画素と、焦点検出に用いられる第1の焦点検出用画素および第2の焦点検出用画素とが2次元に配置された複数の画素と、

前記複数の画素から、各画素毎に信号を読み出す第1の読み出し方法と、同色のカラーフィルタに覆われた同じ種類の画素の信号を予め決められた数ずつ第1の方向に加算して読み出すと共に、前記第1の方向と垂直な第2の方向に予め決められた数ずつ間引いて出力する第2の読み出し方法とを切り替えて読み出し可能な読み出し手段とを有し、

前記第1の焦点検出用画素と前記第2の焦点検出用画素は、互いに異なる射出瞳領域を透過した光を受光するように、前記第2の方向に互いに異なる画素の一部が遮光されていることを特徴とする撮像素子。

【請求項 2】

前記読み出し手段は、前記第2の読み出し方法で読み出している場合に、前記第1の方向に加算して読み出された信号を、前記第2の方向に予め決められた数ずつ間引きしながら読み出すことを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項 3】

前記読み出し手段は、前記第2の読み出し方法で読み出している場合に、前記第2の方向に、前記第1及び第2の焦点検出用画素の信号を読み出すように、予め決められた数の画素ずつ間引きしながら読み出し、読み出した信号を第1の方向に加算して読み出すこと

を特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

【請求項 4】

前記読み出し手段は、更に、同色のカラーフィルタに覆われた同じ種類の画素の信号を予め決められた数ずつ第 1 の方向に加算して読み出すと共に、前記第 1 の方向に加算して読み出された信号を、前記第 2 の方向に予め決められた数ずつ読み出し、前記第 2 の方向の予め決められた数の信号に前記第 1 の焦点検出用画素または前記第 2 の焦点検出用画素から得られた信号が含まれない場合には、信号を加算して読み出し、前記第 2 の方向の予め決められた数の信号に前記第 1 の焦点検出用画素または前記第 2 の焦点検出用画素から得られた信号が含まれている場合には、前記第 1 の焦点検出用画素または前記第 2 の焦点検出用画素から得られた信号を加算せずに読み出す第 3 の読み出し方法により読み出し可能ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

10

【請求項 5】

前記読み出し手段は、行毎に画素信号を共通の垂直出力線に読み出し、前記垂直出力線に読み出された信号を順次、水平方向に転送して読み出す構成であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像素子。

【請求項 6】

前記第 1 の方向は垂直方向であって、前記読み出し手段は、前記共通の垂直出力線に読み出されるより前に加算を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

【請求項 7】

前記第 1 の方向は水平方向であって、前記読み出し手段は、前記共通の垂直出力線に読み出された後に加算を行うことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像素子。

20

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の撮像素子と、

前記第 1 の焦点検出用画素及び前記第 2 の焦点検出用画素から読み出された信号それぞれに基づいて得られた 2 つの画像の位相差に基づいて、焦点状態を検出する検出手段と、

前記検出した焦点状態に基づいて、焦点を調節する焦点調節手段と

を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、静止画及び動画が撮影可能な撮像素子から得られた信号に基づいて、位相差検出方式の焦点検出を行うことが可能な撮像素子及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

撮像装置の自動焦点検出・調節方法で撮影レンズを通過した光束を用いる一般的な方式として、コントラスト検出方式（ぼけ方式と呼ばれる）と位相差検出方式（ずれ方式と呼ばれる）とがある。

【0003】

コントラスト検出方式は、動画撮影用のビデオムービー機器（カムコーダー）や電子スチルカメラで多く用いられる方法で、撮像素子が焦点検出用センサとして用いられるものである。撮像素子の出力信号、特に高周波成分の情報（コントラスト情報）に着目し、その評価値が最も大きくなる撮影レンズの位置を合焦位置とする方式である。しかし山登り方式とも言われるよう、撮影レンズを微少量動かしながら評価値を求め、その評価値が結果的に最大であったと分かるまで動かすことが必要であるため、高速な焦点調節動作には不向きとされている。

40

【0004】

もう一方の位相差検出方式は、銀塩フィルムによる一眼レフカメラに多く用いられ、自動焦点検出（Auto Focus：AF）一眼レフカメラの実用化に最も貢献した技術である。位相差検出方式では、まず、撮影レンズの射出瞳を通過した光束を 2 分割し、2 分割した光束を一組の焦点検出用センサによりそれぞれ受光する。そして、その受光量に応じて出力

50

される信号のずれ量、すなわち、光束の分割方向の相対的位置ずれ量を検出することで撮影レンズのピント方向のずれ量を直接求める。従って、焦点検出用センサにより一度蓄積動作を行えばピントずれの量と方向が得られ、高速な焦点調節動作が可能となっている。但し、撮影レンズの射出瞳を通過した光束を2分割し、それぞれの光束に対応する信号を得るために、撮像光路中にクイックリターンミラーやハーフミラー等の光路分割手段を設け、その先に焦点検出用光学系とAFセンサを設けるのが一般的である。そのため、装置が大型かつ高価になる欠点がある。

【0005】

以上の欠点を解消するために、撮像素子に位相差検出機能を付与し、専用のAFセンサを不要とし、かつ高速の位相差AFを実現するための技術も開示されている。

10

【0006】

例えば、特許文献1では、撮像素子の一部の画素の受光部を2分割することで瞳分割機能を付与している。そしてこれらの画素を焦点検出用画素とし、撮像用画素群の間に所定の間隔で配置することで、位相差式焦点検出を行う。この技術では焦点検出用画素が配置された箇所は撮像用画素が欠損しているため、周辺の撮像用画素から得られる情報から補間して画像情報を創生している。

【0007】

一方、一眼レフカメラにおいても、撮像媒体として、銀塩フィルムの代わりにCCDやCMOSセンサといった固体撮像素子が用いられるのが一般的になった。これに伴い、光学ファインダーだけではなく、電子ビューファインダーモードや動画記録モードを備える製品も登場している。電子ビューファインダーモードでは、クイックリターンミラーを撮像光路から退避させて動画の撮像を行い、ボディに設けられた表示装置（現在は、液晶表示装置が使われる事が一般的である）に表示することで被写体の観察を可能としている。またこのようなカメラでは、静止画だけではなく、動画記録モードで動画を記録媒体に記録することができる。動画撮像時は、滑らかな画面表示を重視するために、フレームレートが重視されるため、静止画に使用される画素から間引きして読み出し、フレームレートを向上させている。

20

【0008】

また、特許文献2には、動画時の画質向上及び低輝度の感度向上を目的として、間引き読み出しモードと加算読み出しモードとを切り替えて出力可能な撮像素子が提案されている。即ち、被写体の空間周波数が高くモアレが予想されるときは、加算モードで読み出してモアレを低減し、高輝度でスミアの発生が予想される場合には、間引き読み出しモードにするなどして、動画の画質を向上させることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2000-292686号公報

【特許文献2】特開2003-189183号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0010】

しかしながら上述の公知技術には、以下のような欠点があった。

【0011】

電子ビューファインダーや動画モードにおいては、滑らかな画面表示が重要で、通常、静止画よりも高い解像度は必要とされない。そのため、電子ビューファインダーや動画モードにおいては、固体撮像素子の出力を間引き読み出しや加算読み出しして画像を生成し、フレームレートを向上させることが一般的である。この場合、特許文献1に記載の焦点検出用画素の配置によっては、固体撮像素子の出力を間引き読み出した場合に焦点検出用画素が読み出されず、位相差方式による焦点検出が不可能になることがある。

【0012】

50

焦点検出用画素を間引かない行（または列）に配置することで、間引き読み出しの際も必ず焦点検出用画素を読み出すことも考えられる。しかしながら、特許文献2のように、動画時の読み出しに関して、間引き読み出しモードと加算読み出しモードをシーンに応じて切り替えた場合に、次の問題があった。すなわち、間引き読み出しの時は正しく焦点検出用画素を読み出すことができるが、加算読み出し時には通常画素と焦点検出用画素が加算されてしまうため、焦点検出用画素を正しく読み出せないという問題があった。

【0013】

更に加算読み出しモードであっても、焦点検出用画素と組み合わせられた画素群では、焦点検出用画素のみを読み出すようにすることも考えられるが、制御線の配線レイアウトが複雑になるという問題があった。

10

【0014】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、加算読み出し時に、配線レイアウトを複雑にすることなく、焦点検出用画素からの信号を通常画素からの信号とは別に読み出せるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために、本発明の撮像素子は、カラーフィルタに覆われ、画像生成に用いられる撮像用画素と、焦点検出に用いられる第1の焦点検出用画素および第2の焦点検出用画素とが2次元に配置された複数の画素と、前記複数の画素から、各画素毎に信号を読み出す第1の読み出し方法と、同色のカラーフィルタに覆われた同じ種類の画素の信号を予め決められた数ずつ第1の方向に加算して読み出すと共に、前記第1の方向と垂直な第2の方向に予め決められた数ずつ間引いて出力する第2の読み出し方法とを切り替えて読み出し可能な読み出し手段とを有し、前記第1の焦点検出用画素と前記第2の焦点検出用画素は、互いに異なる射出瞳領域を透過した光を受光するように、前記第2の方向に互いに異なる画素の一部が遮光されている。

20

【発明の効果】

【0016】

加算読み出し時に、配線レイアウトを複雑にすることなく、焦点検出用画素からの信号を通常画素からの信号とは別に読み出すことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配置例を示す図。

【図2】第1の実施形態における撮像素子の一部画素の配線を示す図。

【図3】第1の実施形態における撮像素子の一部画素セルの詳細図。

【図4】第1の実施形態における列回路の詳細構成を示す図。

【図5】第1の実施形態における撮像素子の駆動タイミングチャート。

【図6】第1の実施形態における撮像素子の別の駆動タイミングチャート。

【図7】第2の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配置例を示す図。

【図8】第2の実施形態における撮像素子の駆動タイミングチャート。

【図9】第3の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配置例を示す図。

40

【図10】第3の実施形態における列回路の詳細構成を示す図。

【図11】第3の実施形態における撮像素子の駆動タイミングチャート。

【図12】第4の実施形態における撮像装置の概略構成を示すブロック図。

【図13】第4の実施形態の撮像装置における撮影処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0018】

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

50

【0019】

<第1の実施形態>

図1は本発明の第1の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配列の一例を示す図であり、ここではCMOS型固体撮像素子の画素の配置例を示している。

【0020】

図1(a)に示すように、ここでは、x方向(水平方向)に0~16の17画素、y方向(垂直方向)に0~13の14画素が2次元に配置され、各画素上にはR(赤)、G(緑)、B(青)のカラーフィルタがベイヤー状に配置されているものとする。実際の撮像素子では、遮光画素(OB画素)などを含む、図1で示すものよりも多数の画素が配置されるが、説明を簡略化するために、ここでは上記のような 17×14 画素の配置で説明する。

10

【0021】

図1(a)の画素配置例でx、y座標が(4, 6)、(4, 8)、(4, 10)の画素(第1の焦点検出用画素)は、本来であればR画素である。また、x、y座標が(7, 9)、(7, 11)、(7, 13)の画素(第2の焦点検出用画素)は、本来であればB画素である。第1の実施形態では、これらの画素を焦点検出用画素として用い、Gのカラーフィルタを形成するか、またはカラーフィルタを形成させないのが好ましい。ただし、本第1の実施形態で参照する図では、本来のベイヤー配列での色を表す記号(R及びB)を付しておく。これらの画素の受光部の水平方向の一部を遮光することで水平方向の瞳分割機能を付与し、撮像用画素群の間に所定の間隔で配置することで、位相差式焦点検出のための信号を取得することができる。図1の例では焦点検出用画素は水平方向の位相差を検出するために、互いに異なる射出瞳領域を透過した光を受光する複数対の画素が、水平方向に所定間隔をあいて配置されている。なお、異なる射出瞳領域を透過した光を受光するために、x、y座標が(4, 6)、(4, 8)、(4, 10)の画素と、x、y座標が(7, 9)、(7, 11)、(7, 13)の画素とでは、遮光されている領域が逆である。このような焦点検出用画素群の対が、撮像素子上に離散的に配置されている。

20

【0022】

図1(b)は、図1(a)に示す 17×14 画素の配置図の内、4列目と7列目の画素を抜き出し、ベイヤー配置時の色重心を考慮した垂直方向の同色3画素加算図を示している。また、図1(c)は6、8、10行目と9、11、13行目の垂直同色3画素加算後の画素を抜き出し、ベイヤー配置時の色重心を考慮した水平方向の1/3画素間引き図を示している。この例では、垂直画素加算及び水平画素間引き後の信号(水平画素数、垂直画素数ともに1/3に減った画素数)が撮像素子から読み出されることになる。

30

【0023】

ここで注目するべきは、垂直方向(第1の方向)の同色画素加算が行われる3画素の全てが焦点検出用画素(位相差検出を行う為の遮光方向も同一)とする構成になっている点である。このような構成にすることで垂直同色3画素加算時に、通常画素の信号と焦点検出用画素の信号とが混合されることの無い構成を実現している。

【0024】

一方、仮に6、8、10行目のR画素を例にとって水平方向の同色画素加算を行おうとすると、ベイヤー画素配置時の色重心を考慮して2、4、6列目の画素を加算することになる。ここで、上記垂直画素加算時のように2、6列目の画素を焦点検出用画素にして2、4、6列目の画素を加算することも考えられるが、水平方向の位相差を検出する原理上、このような水平方向の画素加算は好ましくない。そのため、本第1の実施形態では水平方向(第1の方向と垂直な第2の方向)は間引き動作を行うようにしている。つまり水平方向の位相差を検出するために垂直方向に複数の焦点検出用画素を配置して加算するようしている。

40

【0025】

このような構成で垂直画素加算、水平画素間引きして読み出された各画素出力のうち、焦点検出用画素を抜き出し撮影レンズの焦点検出を行い、焦点検出用画素以外の画素から

50

被写体の画像を生成する。このとき焦点検出用画素に対応する画像用の信号は、周辺の撮像用画素からの信号から補間して創生する。

【0026】

ここで、上記説明で「加算」との記載は、「加算平均」、「加重平均」などを含み、複数の画素信号を加味して単位画素信号を生成する場合の手法はこれら方法に限らないものである。

【0027】

図2は図1に示すように配置された画素のうち、一部画素とその読み出し回路を含む撮像素子の配線を示す図である。x、y座標(2, 6)から(7, 15)に相当する画素が示されており、図1と同様にx、y座標(4, 6)、(4, 8)、(4, 10)及びx、y座標(7, 9)、(7, 11)、(7, 13)の画素が焦点検出用画素である。垂直方向の3画素加算を行う場合は破線で示された画素群a、b、c、d等を夫々加算することになるが、このうち、画素群a、b、cの信号を加算する様子を図3にて詳述する。

【0028】

垂直方向に3画素加算される画素群毎に各画素信号個別にまたは加算された信号が、セレクトトランジスタT_{sel}1を介して垂直出力線V_{line}に接続される。図2に示す配線では同一列の異色画素は、夫々異なる垂直出力線及び垂直出力線負荷の電流源200及び列回路230、231に接続され、垂直走査回路421により制御されることで、2行分の信号が同時に異なる垂直出力線V_{line}に読み出される構成である。列回路230、231に読み出された画素セル信号は水平走査回路400、401により、順次読み出しちゃンプ216、217に転送され、外部に読み出される。

【0029】

図3は、図2における画素群a、b、cすなわち図1におけるx、y座標(2, 6)、(2, 8)、(2, 10)及び(4, 6)、(4, 8)、(4, 10)及び(6, 6)、(6, 8)、(6, 10)の画素の詳細を説明している。各画素のフォトダイオードPD00～PD44からの信号は転送トランジスタTx00～Tx44を介して垂直3画素毎に共通の浮遊拡散層C_{fd}に転送することができる。そして、浮遊拡散層C_{fd}に転送された信号は、電源VDDにドレインが接続されたソースフォロワアンプT_{sf}、セレクトトランジスタT_{sel}1を介して垂直出力線V_{line}に読み出される。浮遊拡散層C_{fd}はリセットトランジスタT_{res}を介して電源VDDに接続されることでリセットされ、各画素PD00～PD44は転送トランジスタTx00～Tx44とリセットトランジスタT_{res}とを介して電源に接続されることでリセットされる。

【0030】

各リセットトランジスタT_{res}、セレクトトランジスタT_{sel}1、転送トランジスタTx00～44は、図2に示す垂直走査回路421から出力されるP_{res024}、P_{sel024}、P_{tx_0}、P_{tx_2}、P_{tx_4}により行単位で制御される。

【0031】

図3の構成で、例えばP_{tx_2}によりTx02、Tx22、Tx42のみをONすればPD02、PD22、PD42の8行目の各画素からの信号が独立に各浮遊拡散層C_{fd}に転送される。また、例えばP_{tx_0}、P_{tx_2}、P_{tx_4}によりTx00からTx44の全てをONすれば、垂直方向の3画素からの信号が各浮遊拡散層C_{fd}に転送され、垂直3画素加算が実現できるようになっている。

【0032】

図4は、図2に示す列回路230について詳細に説明する図である。なお列回路231も列回路230と同様の構成を有する。説明の都合上、図2で示すベイヤ配列された画素のうち、画素群a、b、cを含むR画素からの信号が読み出される列回路のみ示している。

【0033】

各画素の出力は電流源負荷200が接続された垂直出力線を介して、列回路230内の容量201に入力される。203はオペアンプで、帰還容量202と容量201により反

10

20

30

40

50

転増幅アンプを構成している。不図示の p c 0 r 信号で制御される不図示のアナログスイッチにより帰還容量 2 0 2 の両端をショートすることにより、容量 2 0 1、2 0 2 のリセット及び後段の保持容量 2 1 0、2 1 1 のリセットを行う。オペアンプ 2 0 3 の出力は p t s 及び p t n パルスで駆動されるアナログスイッチ 2 0 8、2 0 9 を介して夫々保持容量 2 1 0、2 1 1 に保持される。ここで前述の画素部浮遊拡散層 C f d をリセットした直後の信号を保持容量 2 1 1 に保持し、その後画素からの信号を浮遊拡散層 C f d に転送した直後の信号を保持容量 2 1 0 に保持するものとする。

【 0 0 3 4 】

1 行分の画素信号が列毎に保持容量 2 1 0、2 1 1 に保持されると、水平走査回路 4 0 0 により p h (n) パルスが順次駆動されることで、アナログスイッチ 2 1 4、2 1 5 が開閉され、後段の差動型読み出しアンプ 2 1 6 に入力され外部に出力される。

【 0 0 3 5 】

また、アナログスイッチ 2 4 1 ~ 2 4 4 は同色隣接列の保持容量を接続するスイッチであり、phaddパルスにより駆動される。このアナログスイッチ 2 4 1 ~ 2 4 4 を一旦オンしたあとオフさせると、隣接列の保持容量に保持された電位との加算平均電位が保持容量 2 1 0、2 1 1 に保持されることになる。

【 0 0 3 6 】

水平走査回路 4 0 0 は、m o d e 信号を判定して、列間引き読み出しする場合は、p h (n) 信号を間引くことで所定列の信号のみを読み出しアンプ 2 1 6 から読み出すことができるようになっている。

【 0 0 3 7 】

例えば、m o d e 信号が全画素読み出しを示す場合は 0 2 4 6 8 . . . 列目への信号を出力し、間引きあるいは加算平均読み出しを示す場合は 4 1 0 1 6 . . . 列目への信号を出力するようにあらかじめ決めておき切り替えるものとする。

【 0 0 3 8 】

上記構成及び駆動により、各色毎の信号は別々の読み出し回路から読み出されることになるが、後段の処理回路（不図示）により信号の入れ替えを行うことで、撮像素子の配列と同じ配列にされるものとする。

【 0 0 3 9 】

図 5 は図 2 ~ 図 4 で説明した撮像素子を駆動するための駆動タイミングチャートであり、画素加算や画素間引きなどをせずに、全画素を読み出す場合（第 1 の読み出し方法）のタイミングを示している。但し、説明を簡略化するため、全画素リセット及び全画素蓄積開始のタイミングは省略し、図 2 における画素群 a、b、c の読み出し動作時のタイミングのみを示している。なお、図 5 においては信号レベルが「 H i 」状態で駆動されるトランジスタ及びスイッチが O N、「 L o 」状態で駆動されるトランジスタ及びスイッチが O F F するものとする。

【 0 0 4 0 】

まず P r e s _ 0 2 4 が H i から L o になることでリセットトランジスタが O F F し、画素群 a、b、c を含む行の浮遊拡散層 C f d が電源 V D D へのリセットから解除される。その後 P s e l _ 0 2 4 が L o から H i になり画素群 a、b、c を含む行の各ソースファロワ出力が各垂直出力線に接続される。その後 p c 0 r 信号を H i にすることにより不図示の列回路帰還容量の両端をショートさせるスイッチを O N する。この動作とともに、p t s、p t n 信号を H i にしてアナログスイッチ 2 0 8、2 0 9 を O N して保持容量 2 1 0、2 1 1、帰還容量 2 0 2、容量 2 0 1 をリセットする。その後、p t s、p t n 信号を L o、p c 0 r 信号を L o にすることで、各容量のリセットを解除する。

【 0 0 4 1 】

その後、画素群 a、b、c を含む行の浮遊拡散層 C f d 出力を保持容量 2 1 1 に保持するため p t n 信号を L o H i L o させる。更に、画素信号を保持容量 2 1 0 に保持するため p t s 信号を H i にするとともに、6 行目の画素信号を浮遊拡散層 C f d に転送するために p t x _ 0 信号を L o H i L o にする。その後 p t s 信号を H i にすること

10

20

30

40

50

とで、6行目の画素信号が保持容量210に保持される。その後Psel_024をLoにしてPres_024をHiにすることで画素群a、b、cを含む行の浮遊拡散層Cfdを再びリセットする。そして水平走査回路400によりph(n)信号が順次出力され6行目の信号が全画素分、順次読み出しアンプ216に読み出される。このときphad信号はLoのままなので、出力信号は加算平均にはならない。ここまでが6行目の信号転送及び水平走査である。

【0042】

その後Pres_024がHiからLoに、Psel_024がLoからHiに、というように前述の動作を繰り返しながら、画素信号を保持容量210に保持するタイミングでpts信号をHiにする。更に、ptx_2信号をLo Hi Loにすることで8行目の画素信号を浮遊拡散層Cfdに転送し、保持容量210に8行目の画素信号を保持させることができる。同様に次の繰り返しでptx_4信号をLo Hi Loにすることで10行目の画素信号を読み出すことができる。

【0043】

ここまで説明では偶数行についてしか述べていないが、図2の説明でも述べたが対応する奇数行も同様の制御をすることで、列回路231から信号を読み出すことができる。

【0044】

また、ここまで説明で画素群a、b、cを含む行の読み出しが終わるが、以降の画素においても同様のタイミングで読み出しを行うことで、全行分の信号読み出しを行うことができる。

【0045】

図6は図2～図4で説明した撮像素子において、垂直3画素加算、水平1/3間引き(第2の読み出し方法)を実現するためのタイミングチャートである。

【0046】

図5に示した駆動タイミングでは全画素独立で読み出すため、すなわち、各画素群の3行分の画素信号を独立して読み出す必要があったため、Pt_x_0、Pt_x_2、Pt_x_4を別々に駆動する必要があった。これに対し、図6ではPt_x_0、Pt_x_2、Pt_x_4を同時に駆動させることで、垂直3画素信号を1つの浮遊拡散層に転送することで垂直3画素加算を実現している。この場合、行毎の転送が不要になるので実際の読み出し行数が減ることで読み出し時間を短縮させることができる。また、このときの水平走査回路400は4 10 16 …列目のph(n)信号のみを出力させることで、水平方向の画素数も減らして読み出すことができる。他の動作は図5における駆動タイミングと同様である。

【0047】

また、Pt_x_0、Pt_x_2、Pt_x_4を同時に駆動させているタイミングで、Pt_x_2のみを駆動させることで、垂直1/3間引き、水平1/3間引きを実現することも可能である。

【0048】

図1～図6を参照して説明したように、本第1の実施形態では、垂直方向(第1の方向)の同色画素加算が行われる3画素(画素群)の全てが焦点検出用画素(位相差検出を行う為の遮光方向も同一)とする配置にする。これにより、配線を複雑にすることなく、垂直同色3画素加算時に、通常画素の信号と焦点検出用画素の信号とが混合されることの無い構成を実現するとともに、全画素読み出しをも実現することができる。

【0049】

<第2の実施形態>

図7は本発明の第2の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配列の一例を示す図であり、本第2の実施形態においても、CMOS型固体撮像素子の画素の配置例を示している。

【0050】

図1(a)と同様に、図7(a)においても、x方向(水平方向)に0～16の17画

10

20

30

40

50

素、y方向(垂直方向)に0~13の14画素が2次元に配置され、各画素上にはR(赤)、G(緑)、B(青)のカラーフィルタがベイヤー状に配置されているものとする。実際の撮像素子では、遮光画素(OB画素)などを含む、図7で示すものよりも多数の画素が配置されるが、説明を簡略化するために、ここでは上記のような17×14画素の配置で説明する。

【0051】

図7(a)の画素配置例でx、y座標が(2, 8)、(4, 8)、(6, 8)の画素(第1の焦点検出用画素)は、本来であればR画素である。また、x、y座標が(5, 11)、(7, 11)、(9, 11)の画素(第2の焦点検出用画素)は、本来であればB画素である。第2の実施形態では、これらの画素を焦点検出用画素として用い、Gのカラーフィルタを形成するか、またはカラーフィルタを形成させないのが好ましい。ただし、本第2の実施形態で参照する図では、本来のベイヤー配列での色を表す記号(R及びB)を付しておく。これらの画素の受光部の垂直方向の一部を遮光することで水平方向の瞳分割機能を付与し、撮像用画素群の間に所定の間隔で配置することで、位相差式焦点検出のための信号を取得することができる。図7の例は焦点検出用画素は垂直方向の位相差を検出するために、互いに異なる射出瞳領域を透過した光を受光する複数対の画素が、垂直方向に所定間隔をおいて配置されている。なお、異なる射出瞳領域を透過した光を受光するために、x、y座標が(2, 8)、(4, 8)、(6, 8)の画素と、x、y座標が(5, 11)、(7, 11)、(9, 11)の画素とでは、遮光されている領域が逆である。このような焦点検出用画素群の対が、撮像素子上に離散的に配置されている。

10

20

【0052】

図7(b)は、図7(a)に示す17×14画素の配置図の内、2、4、6列目と5、7、9列目の画素を抜き出し、ベイヤー配置時の色重心を考慮した垂直方向の1/3間引き図を示している。また、図7(c)は8行目と11行目の画素を抜き出し、ベイヤー配置時の色重心を考慮した水平方向の同色3画素加算図を示している。この例では、垂直画素間引き及び水平画素加算後の信号(水平画素数、垂直画素数ともに1/3に減った画素数)が撮像素子から読み出されることになる。

【0053】

ここで注目するべきは、水平方向(第1の方向)の同色画素加算が行われる3画素の全てが焦点検出用画素(位相差検出を行う為の遮光方向も同一)とする構成になっている点である。このような構成にすることで水平同色3画素加算時に、通常画素の信号と焦点検出用画素の信号が混合されることの無い構成を実現している。

30

【0054】

一方、仮に2、4、6列目のR画素を例にとって垂直方向の同色画素加算を行おうすると、ベイヤー画素配置時の色重心を考慮して6、8、10行目の画素を加算することになる。ここで、上記水平画素加算時のように6、10行目の画素を焦点検出用画素にして6、8、10行目の画素を加算することも考えられるが、垂直平方向の位相差を検出する原理上、このような垂直方向の画素加算は好ましくない。そのため、本第2の実施形態では垂直方向(第1の方向と垂直な第2の方向)は間引き動作を行うようにしている。つまり垂直方向の位相差を検出するために水平方向に複数の焦点検出用画素を配置して加算するようにしている。

40

【0055】

このような構成で垂直画素間引き、水平画素加算して読み出された各画素出力のうち、焦点検出用画素を抜き出し撮影レンズの焦点検出を行い、焦点検出用画素以外の画素から被写体の画像を生成する。このとき焦点検出用画素に対応する画像用の信号は、周辺の撮像画素情報から補間して画像情報を創生する。

【0056】

ここで、上記説明で「加算」との記載は、「加算平均」、「加重平均」などを含み、複数の画素信号を加味して単位画素信号を生成する場合の手法はこれら方法に限らないものである。

50

【0057】

第2の実施形態における撮像素子及び画素、列回路の構成は図2、図3、図4とほぼ同じであり、焦点検出用画素をx、y座標(2, 8)、(4, 8)、(6, 8)の画素及び(5, 11)、(7, 11)、(9, 11)の画素と置き換えるものとする。

【0058】

また、第2の実施形態において画素加算や画素間引きなどせず全画素を読み出す場合のタイミングは、図5と同様である。

図8は第2の実施形態で説明した撮像素子で、垂直1/3画素間引き、水平3画素加算平均(第2の読み出し方法)を実現するためのタイミングチャートである。

【0059】

図6に示すフローチャートとほぼ同様であるが、図8ではPt_x_0、Pt_x_2、Pt_x_4を同時に駆動させるのではなく、Pt_x_2のみを駆動することで図7の6、8、10行目のうち、8行目の画素信号のみ読み出す(垂直1/3間引き)。更にその後p hadd信号をLo Hi Loにすることで、図4における2、4、6列、8、10、12列の信号の保持容量210、211上における加算平均を実現している。

【0060】

ここでもやはり行毎の転送が不要になり実際の読み出し行数が減ることで読み出し時間を短縮させることができる。また、このときの水平走査回路400は4 10 16 · · ·列目のp h (n)信号のみを出力させることで、水平方向の画素数も減らしつつ水平3画素加算平均信号を読み出すことができる。

【0061】

ここで、p hadd信号を常時Loにすることで、垂直1/3間引き、水平1/3間引きを実現することも可能である。

【0062】

図7～図8を参照して説明したように、第2の実施形態によれば、水平方向(第1の方向)の同色画素加算(加算平均)が行われる3画素(画素群)の全てが焦点検出用画素(位相差検出を行う為の遮光方向も同一)とする配置にする。これにより、配線を複雑にすることなく、水平同色3画素加算時に、通常画素の信号と焦点検出用画素の信号とが混合されることの無い構成を実現するとともに、全画素読み出しをも実現することができる。

【0063】

<第3の実施形態>

図9は本発明の第3の実施形態における撮像素子の一部画素の画素配列の一例を示す図であり、本第3の実施形態においても、CMOS型固体撮像素子の画素の配置例を示している。

【0064】

図9に示す撮像素子と、図1に示す撮像素子とでは、図9(c)に示す6、8、10行目と9、11、13行目の読み出し方法が図1(c)に示すものと異なるが、それ以外は図1と同様である。本第3の実施形態では、焦点検出用画素が配置されている列と同色左右画素の3画素においては焦点検出用画素のみを読み出す水平間引き読み出しを行い、焦点検出用画素が配置されていない列と同色左右画素の3画素においては加算読み出しを行う。

【0065】

例えば、6、8、10行目の垂直同色画素加算後の画素では、4列目のR画素に焦点検出用画素が配置されているので、左右同色の2、6列目画素は読み出さず4列目画素のみを読み出す。そして、焦点検出用画素を含まないその他の画素列においては、ベイヤー画素配置時の色重心を考慮した水平方向の3画素の加算を行なうようにしている。9、11、13行目の垂直同色3画素加算後の画素においても同様である。

【0066】

第3の実施形態における撮像素子及び画素の構成は図2、図3と同じである。第3の実施形態の列回路230の構成は図4に示すものと異なるため、図10に示す。図4との違

10

20

30

40

50

いは水平3画素加算平均を行う駆動信号を $p\ h\ a\ d\ d$ と $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ に分け、焦点検出用画素が配置されている列を含む画素列には $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ 信号で駆動するようにしている点である。この例では2、4、6列目の水平3画素加算平均駆動信号を $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ にしている。

【0067】

図11は、このような構成を有する第3の実施形態の撮像素子で、垂直3画素加算、一部水平3画素加算平均読み出し（第2の読み出し方法）を実現するためのタイミングチャートである。図8に示すものとほぼ同様であるが、図11では $P\ t\ x_0$ 、 $P\ t\ x_2$ 、 $P\ t\ x_4$ を同時に駆動させることで垂直3画素加算を行う。そして、 $p\ h\ a\ d\ d$ 信号を常時 $L\ o\ H\ i\ L\ o$ にすることで、焦点検出用画素を含まない列（図10における8、10、12列）の信号を保持容量210、211上で水平3画素加算平均する。

【0068】

一方読み出し行が焦点検出用画素を含む行か含まない行かによって、 $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ の駆動を変える。例えば焦点検出用画素を含む6、8、10行を読み出すときは、 $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ は $L\ o$ のままで4列目の信号のみ読み出す水平間引き動作を行う。一方、焦点検出用画素を含まない行を読み出すときは $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ を $p\ h\ a\ d\ d$ と同時に $L\ o\ H\ i\ L\ o$ にする（図中破線）ことで水平3画素加算平均を行わせる。

【0069】

第3の実施形態で注目すべき点は2つあり、1つは垂直方向（第1の方向）の同色画素加算が行われる3画素の全てが焦点検出用画素（位相差検出を行う為の遮光方向も同一）とする構成である。そして、もう1つは水平方向（第2の方向）においては焦点検出用画素列は間引き読み出しされ、焦点検出用画素を含まない画素列においては水平3画素加算を行うようにしている点である。

【0070】

このように間引き読みされる画素を極力減らすことで、被写体の空間周波数が高い場合においてもモアレの発生を極力低減することができる。また、配線を複雑にすることなく、垂直画素加算時に、通常画素の信号と焦点検出用画素の信号とが混合されることの無い構成を実現するとともに、全画素読み出しをも実現することが可能となる。

【0071】

またこの例でも、 $P\ t\ x_0$ 、 $P\ t\ x_2$ 、 $P\ t\ x_4$ を同時に駆動させているタイミングで $P\ t\ x_2$ のみを駆動させ、 $p\ h\ a\ d\ d$ 、 $p\ h\ a\ d\ d\ 2$ 信号を常時 $L\ o$ にすることで、垂直1/3間引き、水平1/3間引きを実現することも可能である。

【0072】

なお、上述した第1乃至第3の実施形態では、撮像素子がMOS型固体撮像素子であるものとして説明した。しかしながら、MOS型固体撮像素子以外に、例えば、CCDイメージセンサ、CdS-Si密着型イメージセンサ、a-Si（アモルファスシリコン）密着型イメージセンサ、バイポーラ密着型イメージセンサ等があり、どのようなもの用いてもよい。

【0073】

また、撮像素子がベイヤー配列のカラーフィルタにより覆われているものとしたが、カラーフィルタの種類や配列もこれに限るものではなく、例えば補色フィルタを用いたり、ベイヤー配列以外の配列にするなど、適宜変更することが可能である。

【0074】

また、上述した第1～第3の実施形態では、3つの焦点検出用画素が列方向または行方向のRまたはB画素に連続している場合について説明した。しかしながら、本発明は3つに限るものではなく、2つまたは4つ以上の焦点検出用画素を連続的に配置し、加算または間引き読み出しするようにしてもよい。例えば、2つの場合には、全画素読み出しと比較して、読み出される画素数が垂直及び水平方向共に1/2となり、4つの場合には1/4となる。すなわち、全画素の画素数と、EVF表示に用いる画素数または動画撮影用の画素数、または所望の画像サイズとの関係に応じて、連続する焦点検出用画素の数を決め

10

20

30

40

50

ることができる。

【0075】

<第4の実施形態>

次に、上記第1～第3の実施形態で説明した構成を有する撮像素子を、デジタルカメラなどの撮像装置に適用した場合の動作についてについて説明する。

【0076】

図12はデジタルカメラなどの撮像装置の構成を示すブロック図である。同図において、撮像素子801は、上記第1～第3の実施形態のいずれかで説明した構成を有する撮像素子である。

【0077】

信号処理回路(AFE)802は、タイミング発生回路(TG)804からタイミングなどを受け取り、それに従って撮像素子801からの信号を増幅し、A/D変換等を行う。DSP(Digital Signal Processor)803は、信号処理回路802からのデータに対して各種補正処理等を行う。またDSP803では、ROM806、RAM807等各種メモリの制御、記録媒体808への映像データの書き込み処理も行われる。

【0078】

TG804は、撮像素子801、信号処理回路802、DSP803にクロック信号や制御信号を供給し、CPU805により制御される。

【0079】

CPU805は、DSP803、TG804の制御、及び測光・測距など不図示の各部を使ったカメラ機能の制御を行う。CPU805には各スイッチ809～811が接続され、それぞれの状態に応じた処理を実行する。

【0080】

ROM806はカメラの制御プログラムや補正テーブルなどを記憶する。RAM807はDSP803で処理される映像データや補正データを一時的に記憶する。RAM807はROM806より高速のアクセスが可能である。

【0081】

808は撮影された映像を保存するコンパクトフラッシュ(登録商標)カード(以下CF)等の記録媒体であり、不図示のコネクタを介してデジタルカメラと接続される。

【0082】

809はカメラを起動させるための電源スイッチ、810は測光処理や測距処理等の撮影準備動作開始を指示するシャッタースイッチSW1である。811は不図示のミラー及びシャッターを駆動し、撮像素子801から読み出した信号を信号処理回路802、DSP803を介して記録媒体808に書き込む一連の撮像動作の開始を指示するシャッタースイッチSW2である。812はデジタルカメラの撮影モード(例えばモアレ低減動画モード(画素加算)、スマート低減モード(画素間引き)など)を指示するためのモードダイアルスイッチである。814は被写体輝度を測定するための測光回路、815は撮影した映像を外部に表示するための表示装置である。

【0083】

図13は図1～図11を参照して説明した撮像素子のいずれかを用いた、図12の構成の撮像装置の撮影動作を説明するフローチャートである。

【0084】

まずS901で電源スイッチ809がONかどうかを判定し、OFFであればS901を繰り返す。ONであればS902で撮影準備動作を開始させるスイッチSW1(810)がONかどうかを判定する。OFFであればS901へ戻り、ONであればS903へ移行する。

【0085】

S903では、測光回路814で被写体の輝度を測定し、続くS904で不図示のメカシャッタを開いて撮像素子801に光を入射させた状態にする。その後、S905では、モードダイアルスイッチ812を判定してモアレ低減動画モード(画素加算)か、スマート

10

20

30

40

50

低減モード（画素間引き）を判断し、モアレ低減動画モード（画素加算）であると判定されると S 9 0 7 へ移行する。この場合、信号蓄積後、第 1 ~ 第 3 の実施形態で説明したような垂直画素加算、水平 1 / 3 間引き、または、垂直 1 / 3 間引き、水平 3 画素加算平均、または、垂直 3 画素加算、水平一部 3 画素加算平均で信号読み出しを行い、S 9 0 8 に移行する。

【 0 0 8 6 】

一方、S 9 0 5 でスミア低減モード（画素間引き）であると判定されると S 9 0 6 へ移行し、信号蓄積後、垂直 1 / 3 間引き、水平 1 / 3 間引きで信号読み出しを行い、S 9 0 8 に移行する。

【 0 0 8 7 】

その後、S 9 0 8 では読み出された画素信号のうち焦点検出用画素信号を周囲画素から補間しながら表示装置 8 1 5 への映像表示を行う。また、S 9 0 9 では補間される前の焦点検出用画素信号から被写体の焦点状態を検出し、被写体にピントが合うように撮影レンズを駆動することで焦点調節を行う。

【 0 0 8 8 】

S 9 1 0 では静止画撮影を開始させるためのスイッチ SW 2 (8 1 1) が O N されているかどうかを判定し、O F F であれば、S 9 0 2 へ戻って次のフレームの動作に移る。つまり、S 9 0 2 ~ S 9 1 0 までの動作で、撮影と表示、焦点検出及びレンズ駆動を連続的に行う所謂 E V F 動作を行っている。

【 0 0 8 9 】

S 9 1 0 でスイッチ SW 2 (8 1 1) が O N と判定されると S 9 1 1 に移行し、S 9 0 3 で得られた測光、S 9 0 9 で得られた焦点位置情報を基に静止画として最適なレンズ絞りやピント位置で撮像素子の蓄積を開始する。そして、S 9 1 2 で所定の露光量に達したところで不図示のメカシャッタを閉じる。

【 0 0 9 0 】

その後、S 9 1 3 で全画素読み出しを行い、S 9 1 4 で読み出された画素信号のうち焦点検出用画素信号を周囲画素から補間しながら表示装置 8 1 5 への映像表示を行い、S 9 1 5 で静止画映像信号を記録媒体 8 0 8 に記録して終了する。

【 0 0 9 1 】

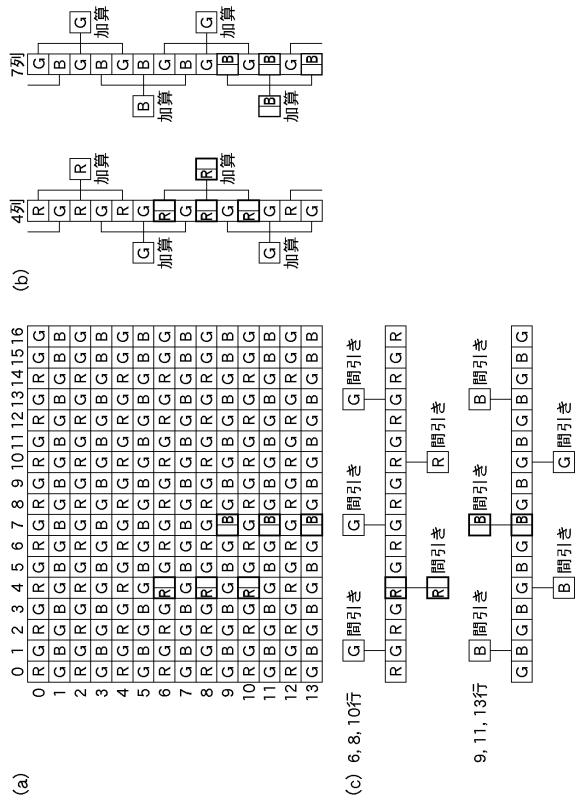
このように、第 1 ~ 第 3 の実施形態の撮像素子を、デジタルカメラ等の撮像装置に応用することが可能である。

10

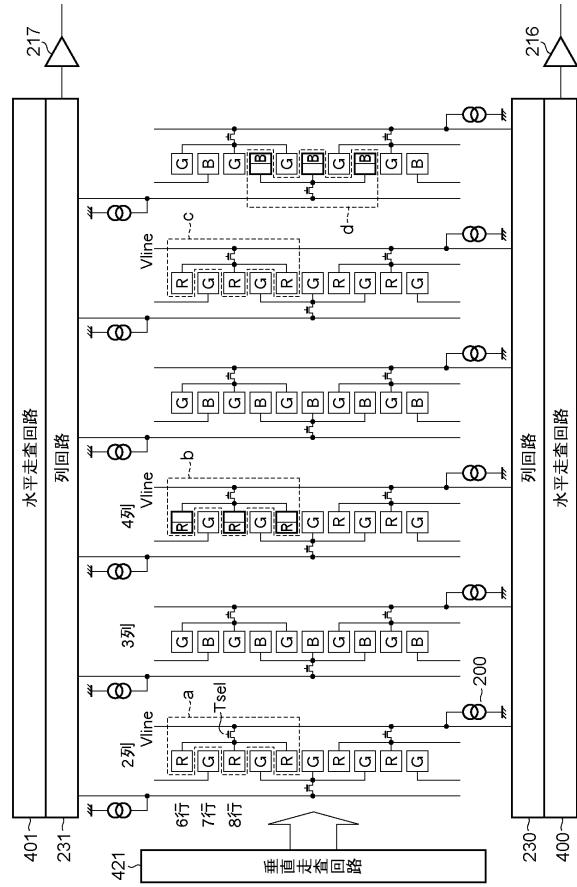
20

30

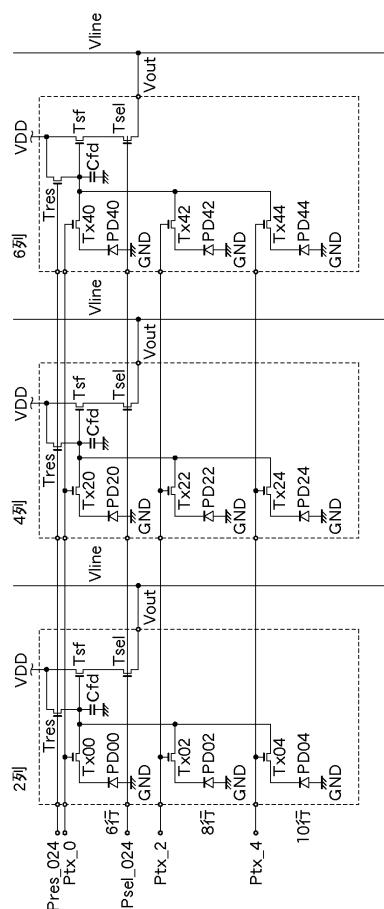
【 図 1 】



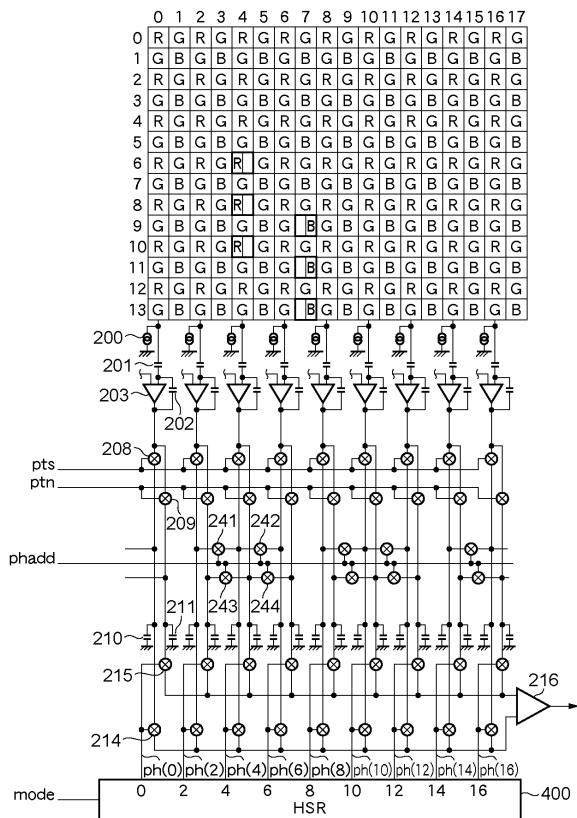
【 図 2 】



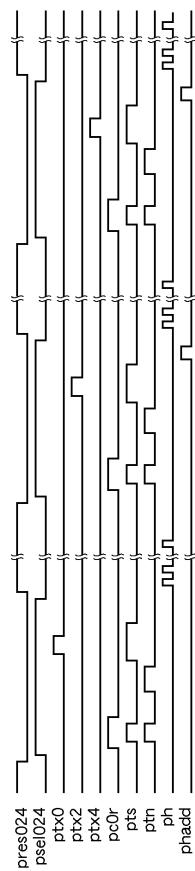
【 义 3 】



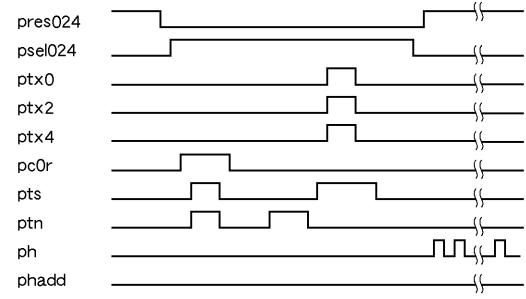
【 図 4 】



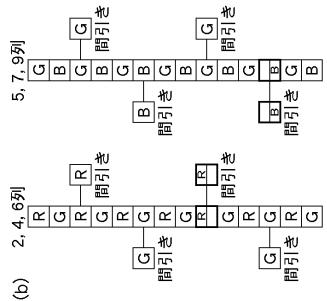
【図5】



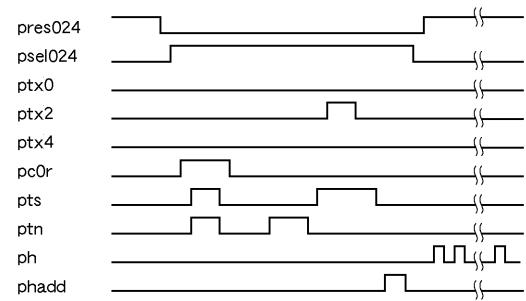
【図6】



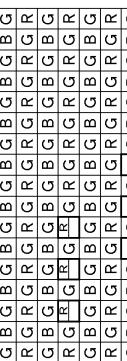
【図7】



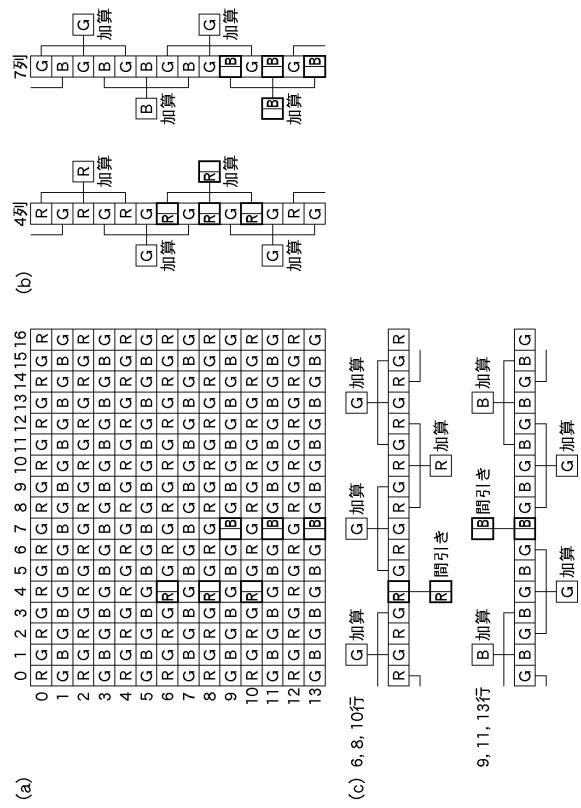
【図8】



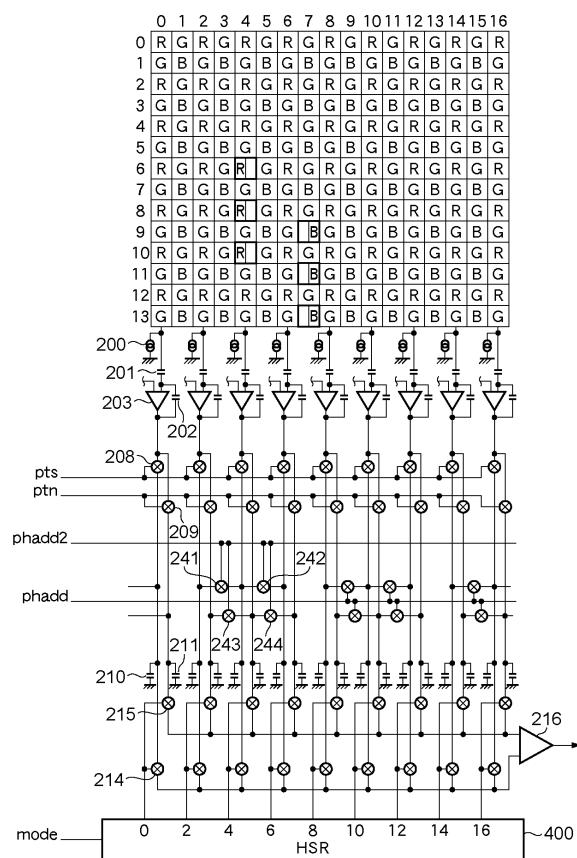
(a) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



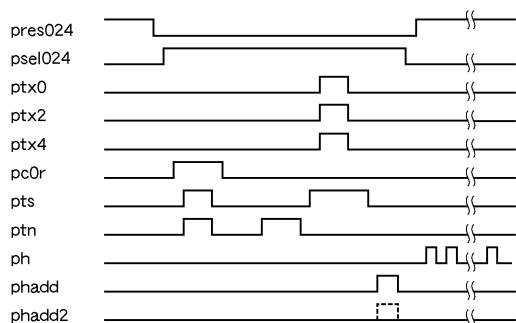
【図9】



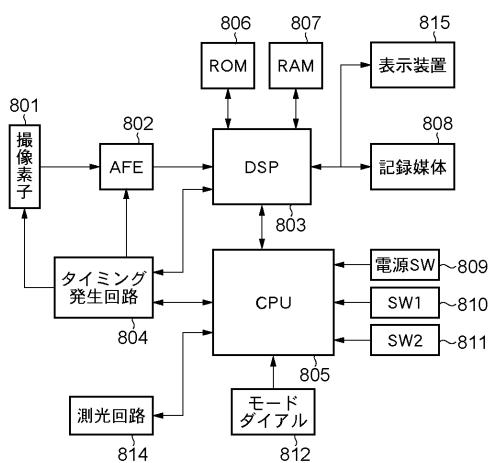
【図10】



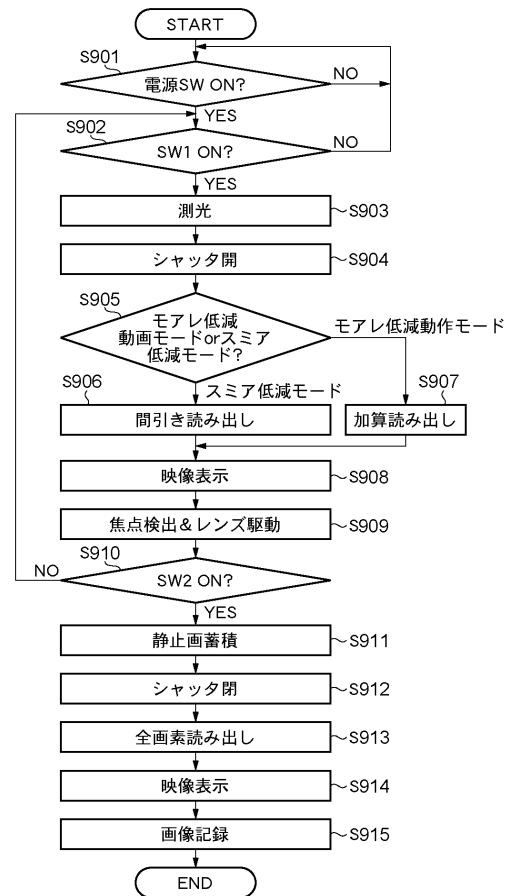
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 大門 照幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 木方 庸輔

(56)参考文献 特開2009-086424 (JP, A)

特開2009-177741 (JP, A)

特開2008-312073 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	5 / 222	-	5 / 257	,
H 04 N	5 / 30	-	5 / 378	,
G 02 B	7 / 02	-	7 / 16	,
G 03 B	3 / 00	-	3 / 12	,
G 03 B	13 / 30	-	13 / 36	,
G 03 B	21 / 53			