

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6508626号  
(P6508626)

(45) 発行日 令和1年5月8日(2019.5.8)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 300
HO4N 5/349 (2011.01)	HO4N 5/349
HO4N 5/367 (2011.01)	HO4N 5/367

請求項の数 13 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2015-121393 (P2015-121393)
(22) 出願日	平成27年6月16日 (2015.6.16)
(65) 公開番号	特開2017-11329 (P2017-11329A)
(43) 公開日	平成29年1月12日 (2017.1.12)
審査請求日	平成30年5月21日 (2018.5.21)

(73) 特許権者	000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(74) 代理人	100076233 弁理士 伊藤 進
(74) 代理人	100101661 弁理士 長谷川 靖
(74) 代理人	100135932 弁理士 篠浦 治
(72) 発明者	本田 努 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内
(72) 発明者	国重 恵二 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置、処理プログラム、撮像方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有し、光束を受光して撮像し画像を取得する撮像素子と、

上記撮像素子と、該撮像素子により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変化させる画素ずらし部と、

上記画素ずらし部に複数の異なる画素ずらし位置への画素ずらしを行わせ、それぞれの画素ずらし位置において上記撮像素子に撮像を行わせ、複数の画像を取得させる制御部と、

所定枚数の画像を取得している途中で、高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検出する検出部と、

を有し、

上記制御部は、所定高画質の画像を合成するために必要な上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成することができる画素ずらし順序で、上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせるように制御し、上記所定枚数の画像を取得している途中で、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御を行うことを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 2】

上記撮像素子は、RGBベイヤー配列のカラーフィルタを有し、

10

20

上記制御部は、1枚目の画像を取得させた後に、1枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて2枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

上記制御部は、2枚目の画像を取得させた後に、R成分が欠落している画素位置のR成分を取得し、かつB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて3枚目の画像および4枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項4】

上記制御部は、4枚目の画像を取得させた後に、上記2次元状配列の垂直方向および水平方向の両方において上記画素ピッチの半整数倍の移動量を含むように上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて5枚目の画像を取得させ、さらに5枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて6枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

10

【請求項5】

上記制御部は、6枚目の画像を取得させた後に、5枚目の画像および6枚目の画像の何れにおいてもR成分が欠落している画素位置のR成分を取得し、かつB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて7枚目の画像および8枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項4に記載の撮像装置。

20

【請求項6】

上記制御部は、2枚目の画像を取得させた後に、上記2次元状配列の垂直方向および水平方向の両方において上記画素ピッチの半整数倍の移動量を含むように上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて3枚目の画像を取得させ、さらに3枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて4枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項7】

上記制御部は、4枚目の画像を取得させた後に、1~4枚目の画像の何れにおいてもR成分が欠落している画素位置のR成分を取得し、かつB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるよう上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせて5~8枚目の画像を取得させることを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

30

【請求項8】

複数の異なる画素ずらし位置において取得された複数の上記画像から、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成する合成処理部をさらに有し、

上記制御部は、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、以後の画像取得を中止させて、上記不良画像の前までに取得された画像を用いて上記合成処理部に上記高画質な画像を合成する処理を行わせることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項9】

上記合成処理部は、1枚目から何枚目までの画像に基づいて上記高画質な画像を合成するかに応じて複数種類設けられていて、

40

上記制御部は、上記検出部により最初に検出された不良画像が何枚目であるかに応じて、上記合成処理部の種類を選択して処理を行わせることを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

【請求項10】

画像を記録する制御を行う記録制御部をさらに有し、

上記制御部は、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、最初に不良画像として検出されたのが上記所定枚数の内の何枚目の画像であるかを、取得された画像と共に記録させる制御を上記記録制御部に行わせることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項11】

上記検出部は、

50

上記画素ずらし位置を検出する画素ずらし位置検出部と、  
撮像装置の動きを検出する動き検出部と、  
被写体に照射される光の変化を検出する環境光検出部と、  
取得された複数の上記画像における、被写体の移動を検出する被写体プレ検出部と、  
の内の少なくとも1つを備えていることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

## 【請求項12】

コンピュータに、  
所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有する撮像素子と、該撮像素子  
により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変  
化させる画素ずらしを、複数の異なる画素ずらし位置へ行わせる画素ずらしステップと、  
上記複数の異なる画素ずらし位置のそれぞれにおいて上記撮像素子に光束を受光させて  
撮像を行わせ、複数の画像を取得させる撮像ステップと、  
高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検  
出する検出ステップと、

を実行させるための処理プログラムであって、

上記画素ずらしステップは、所定枚数の画像を取得している途中で、上記検出ステップ  
により、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出  
されない場合とは異なる制御を行うことにより所定高画質の画像を合成するために必要な  
上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像  
に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な  
画像を合成することができる画素ずらし順序で画素ずらしを行うステップであることを特  
徴とする処理プログラム。

## 【請求項13】

所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有する撮像素子と、該撮像素子  
により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変  
化させる画素ずらしを、複数の異なる画素ずらし位置へ行わせる画素ずらしステップと、  
上記複数の異なる画素ずらし位置のそれぞれにおいて上記撮像素子に光束を受光させて  
撮像を行わせ、複数の画像を取得させる撮像ステップと、

高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検  
出する検出ステップと、

を有し、

上記画素ずらしステップは、所定枚数の画像を取得している途中で、上記検出ステップ  
により、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出  
されない場合とは異なる制御を行うことにより所定高画質の画像を合成するために必要な  
上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像  
に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な  
画像を合成することができる画素ずらし順序で画素ずらしを行うステップであることを特  
徴とする撮像方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、画素ずらしを行って高画質の合成画像データを生成する撮像装置、処理プロ

グラム、撮像方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

画素ピッチの非整数倍の移動量で画素ずらしを行って取得した複数の画像データを合成

し、高画質の合成画像データを生成する技術は、従来より提案されている。具体例として

、水平方向および垂直方向に0.5画素ピッチを基本単位とした画素ずらしを順次行って

、撮像位置が異なる8枚の画像を取得し、取得した8枚の画像を合成することにより、1

枚の画像に比べて、水平方向および垂直方向に各2倍の解像度を有する高解像度の合成画

10

20

30

40

50

像データを生成する技術が知られている。

【0003】

こうした技術においては、合成対象となる複数の画像間の画素ずらしを高い精度で実行する必要があり、さらに、複数の画像間に整合性が求められる。

【0004】

しかし、撮影中にカメラのブレまたは被写体ブレが生じる、または撮影中に画素ずらし機構が狙いの画素ずらし位置からずれてしまう、等により画素ずらしの精度が下がることがある。あるいは、被写体を照明している光源にフリッカがある場合などに、複数の画像が異なる撮影条件で撮影されてしまい、複数の画像間の整合性が低下することがある。

【0005】

こうして、手ブレや被写体ブレの影響があると、高解像度の合成画像データを生成することができない場合があり、ユーザは、取得された合成画像を確認して所望の画質の画像となっていないときに、必要に応じて再撮影を行っていた。

【0006】

ユーザ主体の再撮影は、合成画像を確認して再撮影の操作を行う等が必要であるために、ユーザの負担を軽減する自動化技術として、例えば特開平7-177424号公報には、画素ずらし撮影において振動を検知し、合成に適した画像が必要枚数撮影されるまで、再露光を繰り返して行う技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平7-177424号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、上記特開平7-177424号公報に記載されたような技術では、撮影枚数が合成に必要な枚数よりも多くなるために、合成用の1枚目の画像が取得された時点と、合成用の最後の画像が取得された時点との時間差が大きくなり、この時間差の間に狙いとする撮影シーンが変化して、元々意図した構図や光景からずれてしまうことがある。また、撮像装置を三脚に固定していたとしても、撮影の途中で一旦ズレが発生するとその時点以後は元の位置に戻らず、幾ら露光を繰り返しても画像合成に適した撮影画像が得られないことがある。こうして、再撮影を伴う画像合成では、撮影時間が長くなってしまうだけでなく、望みの高画質画像が得られるとは限らず、仮に高画質画像を得られたとしても、ユーザの意図とは違う画像になってしまったことがあった。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、再撮影を行うことなく、1枚撮影の画像よりも高画質な画像を得ることができる撮像装置、処理プログラム、撮像方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のある態様による撮像装置は、所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有し、光束を受光して撮像し画像を取得する撮像素子と、上記撮像素子と、該撮像素子により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変化させる画素ずらしを行う画素ずらし部と、上記画素ずらし部に複数の異なる画素ずらし位置への画素ずらしを行わせ、それぞれの画素ずらし位置において上記撮像素子に撮像を行わせ、複数の画像を取得させる制御部と、所定枚数の画像を取得している途中で、高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検出する検出部と、を有し、上記制御部は、所定高画質の画像を合成するために必要な上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を

10

20

30

40

50

合成することができる画素ずらし順序で、上記画素ずらし部に画素ずらしを行わせるように制御し、上記所定枚数の画像を取得している途中で、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御を行う。

#### 【0011】

本発明のある態様による処理プログラムは、コンピュータに、所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有する撮像素子と、該撮像素子により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変化させる画素ずらしを、複数の異なる画素ずらし位置へ行わせる画素ずらしステップと、上記複数の異なる画素ずらし位置のそれぞれにおいて上記撮像素子に光束を受光させて撮像を行わせ、複数の画像を取得させる撮像ステップと、高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検出する検出ステップと、を実行させるための処理プログラムであって、上記画素ずらしステップは、所定枚数の画像を取得している途中で、上記検出ステップにより、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御を行うことにより所定高画質の画像を合成するために必要な上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成することができる画素ずらし順序で画素ずらしを行うステップである。

10

#### 【0012】

本発明のある態様による撮像方法は、所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有する撮像素子と、該撮像素子により受光される光束と、の上記2次元状配列方向の相対位置である画素ずらし位置を変化させる画素ずらしを、複数の異なる画素ずらし位置へ行わせる画素ずらしステップと、上記複数の異なる画素ずらし位置のそれぞれにおいて上記撮像素子に光束を受光させて撮像を行わせ、複数の画像を取得させる撮像ステップと、高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検出する検出ステップと、を有し、上記画素ずらしステップは、所定枚数の画像を取得している途中で、上記検出ステップにより、上記不良画像が生じたことが検出された場合に、該不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御を行うことにより所定高画質の画像を合成するために必要な上記所定枚数の上記画像を撮像する途中の、上記所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても、上記撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成することができる画素ずらし順序で画素ずらしを行うステップである。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0013】

本発明の撮像装置、処理プログラム、撮像方法によれば、再撮影を行うことなく、1枚撮影の画像よりも高画質な画像を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

【図1】本発明の実施形態1におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。

【図2】上記実施形態1の合成処理部の構成を示すブロック図。

【図3】上記実施形態1の2枚合成処理部の構成を示すブロック図。

40

【図4】上記実施形態1の4枚合成処理部の構成を示すブロック図。

【図5】上記実施形態1の6枚合成処理部の構成を示すブロック図。

【図6】上記実施形態1の8枚合成処理部の構成を示すブロック図。

【図7】上記実施形態1において、各合成処理部およびデモザイキング処理部により行われる補完の種類と得られる解像度とを示す図表。

【図8】上記実施形態1における画素ずらし順序の第1の例を示す図。

【図9】上記実施形態1における画素ずらし順序の第2の例を示す図。

【図10】上記実施形態1において、第1の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図。

【図11】上記実施形態1において、第2の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

50

。

【図12】上記実施形態1において、第2の画素ずらしを行った結果得られるG画素の配列を示す図。

【図13】上記実施形態1において、第2の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列と補完の様子を示す図。

【図14】上記実施形態1において、第3の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図15】上記実施形態1において、第4の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図16】上記実施形態1において、第4の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列を示す図。 10

【図17】上記実施形態1において、第5の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図18】上記実施形態1において、第6の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図19】上記実施形態1において、第6の画素ずらしを行った結果得られるG画素の配列を示す図。

【図20】上記実施形態1において、第6の画素ずらしを行った結果のG画素から補完を行う例を示す図。

【図21】上記実施形態1において、第6の画素ずらしを行った結果のG画素から補完されたG画素に対応するR画素を示す図。 20

【図22】上記実施形態1において、第7の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図23】上記実施形態1において、第8の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図

。

【図24】上記実施形態1において、第8の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列を示す図。

【図25】上記実施形態1における画素ずらし超解像撮影モードの動作を示すフローチャート。

【図26】本発明の実施形態2における画素ずらし超解像撮影モードの動作を示すフローチャート。 30

【図27】本発明の実施形態3において、各合成処理部およびデモザイキング処理部により行われる補完の種類と得られる解像度とを示す図表。

【図28】上記実施形態3の4枚合成処理部の構成を示すブロック図。

【図29】上記実施形態3における画素ずらし順序の第1の例を示す図。

【図30】上記実施形態3における画素ずらし順序の第2の例を示す図。

【図31】上記実施形態3において、第4の画素ずらしを行った結果得られるGr画素およびGb画素の配列を示す図。

【図32】上記実施形態3において、第4の画素ずらしを行った結果のG画素から補完を行う例を示す図。 40

【図33】上記実施形態3において、第4の画素ずらしを行った結果のG画素から補完されたG画素に対応するR画素を算出する様子を示す図

【図34】上記実施形態3において、第6の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

[実施形態1]

【0016】

図1から図25は本発明の実施形態1を示したものであり、図1はデジタルカメラの構

50

成を示すブロック図である。なお、本実施形態においては、撮像装置としてデジタルカメラを例に挙げて説明するが、これに限定されるものではなく、撮像機能を備えた装置であれば任意の装置であって構わない。

【0017】

このデジタルカメラは、交換式レンズ1とカメラ本体2とをインターフェース(I/F)3を介して通信できるように接続して構成されている。

【0018】

交換式レンズ1は、例えばレンズマウントを介してカメラ本体2に対して着脱自在に装着されるようになっており、レンズマウントに形成した電気接点(交換式レンズ1側に設けられた電気接点およびカメラ本体2側に設けられた電気接点)等によりインターフェース3が構成されている。こうして、交換式レンズ1は、インターフェース3を介してカメラ本体2と通信できるようになっている。

10

【0019】

交換式レンズ1は、レンズ11と、絞り12と、ドライバ13と、フラッシュメモリ14と、マイクロコンピュータ15と、を備えている。

【0020】

レンズ11は、被写体の光学像をカメラ本体2の後述する撮像素子23上に結像するための撮影光学系である。

【0021】

絞り12は、レンズ11から撮像素子23へ向かう光束の通過範囲を制御する光学絞りである。

20

【0022】

ドライバ13は、マイクロコンピュータ15からの指令に基づき、レンズ11を駆動してフォーカス位置の調整を行い、レンズ11が電動ズームレンズ等である場合にはさらに焦点距離の変更も行う。加えて、ドライバ13は、マイクロコンピュータ15からの指令に基づき、絞り12を駆動して開口径を変化させる。この絞り12の駆動により、被写体の光学像の明るさが変化し、ボケの大きさなども変化する。なお、後述する画素ずらし超解像撮影モードにおいて画素ずらしを行いながら複数枚の画像データを取得する場合には、絞り12は、最初の画像を取得する前の時点から最後の画像を取得した後の時点まで駆動させず維持される。これは、絞り12を駆動するときの振動が、画素ずらし位置に影響を及ぼさないようにするためである。

30

【0023】

フラッシュメモリ14は、マイクロコンピュータ15により実行される制御プログラムや、交換式レンズ1に関する各種の情報を記憶する記憶媒体である。

【0024】

マイクロコンピュータ15は、いわゆるレンズ側コンピュータであり、ドライバ13、フラッシュメモリ14、およびインターフェース3と接続されている。そして、マイクロコンピュータ15は、インターフェース3を介して後述する本体側コンピュータであるマイクロコンピュータ48と通信し、マイクロコンピュータ48からの指令を受けて、フラッシュメモリ14に記憶されている情報の読み出し/書き込みを行い、ドライバ13を制御する。さらに、マイクロコンピュータ15は、この交換式レンズ1に関する各種の情報をマイクロコンピュータ48へ送信する。

40

【0025】

インターフェース3は、交換式レンズ1のマイクロコンピュータ15と、カメラ本体2のマイクロコンピュータ48とを、双方向に通信できるように接続する。

【0026】

次に、カメラ本体2は、メカニカルシャッタ21と、撮像素子ユニット22と、ボイスコイルモータ(VCM)26と、ホール素子27と、バス28と、SDRAM29と、AF処理部31と、AE処理部32と、姿勢検出部33と、合成処理部34と、画像比較部35と、画像処理部36と、JPEG処理部41と、モニタドライバ42と、モニタ43

50

と、メモリインターフェース（メモリ I / F ）44と、記録媒体45と、操作部46と、フラッシュメモリ47と、マイクロコンピュータ48と、を備えている。

【0027】

メカニカルシャッタ21は、レンズ11からの光束が撮像素子23へ到達する時間を制御するものであり、例えばシャッタ幕を走行させる構成の光学シャッタとなっている。このメカニカルシャッタ21は、マイクロコンピュータ48の指令により駆動されて、撮像素子23への光束の到達時間、つまり撮像素子23による被写体の露光時間を制御する。

【0028】

なお、後述する画素ずらし超解像撮影モードにおいて画素ずらしを行いながら複数枚の画像データを取得する場合には、メカニカルシャッタ21は、最初の画像データを取得する前の時点から最後の画像データを取得した後の時点まで開いた状態に維持される。従って、複数枚の画像データの取得には、撮像素子23による電子シャッタが用いられる。これは、メカニカルシャッタ21を開閉するときの振動が、画素ずらし位置に影響を及ぼさないようにするために、さらに、各画像データの露光時間同士の間の、露光が行われない空白時間を短縮することで、所定高画質の画像を合成するために必要な所定枚数の画像データが取得される時間をなるべく短くするためでもある。

【0029】

撮像素子ユニット22は、撮像素子23と、アナログ処理部24と、アナログ／デジタル変換部（A／D変換部）25と、を備えている。すなわち、本実施形態の撮像素子ユニット22は、デジタル画像データを出力するデジタル撮像素子ユニットとして構成されている。ただし、撮像素子ユニット22を撮像素子23を含むアナログ撮像素子ユニットとして構成して、アナログ処理部24およびアナログ／デジタル変換部（A／D変換部）25をアナログ撮像素子ユニットの外部に設ける構成を採用しても構わない。

【0030】

撮像素子23は、所定の画素ピッチで2次元状に配列された複数の画素を有し、撮像制御部であるマイクロコンピュータ48の制御に基づき、レンズ11および絞り12からの光束を受光し撮像して（つまり、結像された被写体の光学像を光電変換して）アナログ画像信号を生成するものである。ここに、撮像素子23は、レンズ11の光軸に垂直な面を受光面とするように配置されているために、複数の画素の2次元状配列方向は、レンズ11の光軸に垂直な方向となる。

【0031】

本実施形態の撮像素子23は、輝度相当色（例えば輝度成分を最も多く含むG（緑色））を含む複数色の色フィルタを1画素に1色が対応するように配置して構成され、具体的に、垂直方向および水平方向に配列された複数の画素の前面に原色ベイヤー配列（R（赤色）G（緑色）B（青色）ベイヤー配列）のカラーフィルタを配置した単板式の撮像素子として構成されている。なお、撮像素子23は、単板式の撮像素子に限らないことは勿論であり、例えば基板厚み方向に色成分を分離するような積層式の撮像素子であっても良い。

【0032】

アナログ処理部24は、撮像素子23から読み出されたアナログ画像信号に対して、リセットノイズ等を低減した上で波形整形を行い、さらに目的の明るさとなるようにゲインアップを行う。

【0033】

A／D変換部25は、アナログ処理部24から出力されたアナログ画像信号をデジタル画像信号（適宜、画像データという）に変換する。

【0034】

ボイスコイルモータ（VCM）26は、撮像素子23を含む撮像素子ユニット22と、撮像素子ユニット22の撮像素子23により受光される光束との上述した2次元状配列方向の相対位置（画素ずらし位置）が、画素ピッチの非整数倍（例えば半画素ピッチ単位）の移動量の相対位置を含む、移動量が異なる複数の相対位置となるように、画素ずらし

10

20

30

40

50

位置を変化させる画素ずらしを行う画素ずらし部である。そして、移動量が異なる複数の相対位置において撮影される複数枚の画像が、撮像素子23から得られる画像データよりも高画質の合成画像を得るために合成処理に用いられる画像となる。

#### 【0035】

具体的に、ボイスコイルモータ（VCM）26は、撮像素子ユニット22を磁力で宙に浮かせて、磁力を制御することにより位置を移動するものとなっている。なお、ここでは画素ずらし部としてボイスコイルモータ（VCM）26を例に挙げているが、これに限るものではなく、他の駆動源等を用いた適宜の構成の画素ずらし部を採用して構わない。

#### 【0036】

また、図1に示す構成例においては、画素ずらし部であるボイスコイルモータ（VCM）26により撮像素子ユニット22を移動させているが、レンズ11を移動させる構成でも良いし、撮像素子ユニット22とレンズ11との両方を移動させる構成であっても構わない。

#### 【0037】

ホール素子27は、ボイスコイルモータ（VCM）26により移動される撮像素子ユニット22の撮影動作中の画素ずらし位置を時系列に検出する画素ずらし位置検出部である。ここでは画素ずらし位置検出部としてホール素子27を用いているが、ホール素子27に限定されるものでないことは勿論である。

#### 【0038】

また、本実施形態では撮像素子ユニット22をボイスコイルモータ（VCM）26により移動しているために、撮像素子ユニット22の位置をホール素子27により検出しているが、レンズ11をボイスコイルモータ（VCM）26により移動する構成を採用する場合には、レンズ11の位置をホール素子27により検出することになる。同様に、撮像素子ユニット22とレンズ11との両方をボイスコイルモータ（VCM）26により移動する場合には、撮像素子ユニット22の位置を検出するホール素子27と、レンズ11の位置を検出するホール素子27との両方を設けることになる。

#### 【0039】

バス28は、デジタルカメラ内のある場所で発生した各種のデータや制御信号を、デジタルカメラ内の他の場所へ転送するための転送路である。本実施形態におけるバス28は、A/D変換部25と、ボイスコイルモータ（VCM）26と、ホール素子27と、SDRAM29と、AF処理部31と、AE処理部32と、合成処理部34と、画像比較部35と、画像処理部36と、JPEG処理部41と、モニタドライバ42と、メモリI/F44と、マイクロコンピュータ48と、に接続されている。

#### 【0040】

撮像素子ユニット22のA/D変換部25から出力された画像データ（以下では適宜、RAW画像データという）は、バス28を介して転送され、SDRAM29に一旦記憶される。

#### 【0041】

SDRAM29は、上述したRAW画像データ、あるいは合成処理部34、画像処理部36、JPEG処理部41等において処理された画像データ等の各種データを一時的に記憶する記憶部である。

#### 【0042】

AF処理部31は、RAW画像データから高周波成分の信号を抽出して、AF（オートフォーカス）積算処理により、合焦評価値を取得する。ここで取得された合焦評価値は、レンズ11のAF駆動に用いられる。なお、AFがこのようなコントラストAFに限定されないことは勿論であり、例えば専用のAFセンサ（あるいは撮像素子23上のAF用画素）を用いて位相差AFを行うようにしても構わない。

#### 【0043】

AE処理部32は、RAW画像データに基づき、被写体輝度を算出する。ここで算出さ

10

20

30

40

50

れた被写体輝度は、自動露出（A E）制御、すなわち、絞り 1 2 の制御やメカニカルシャッタ 2 1 の制御、撮像素子 2 3 の露光タイミング制御（あるいは、いわゆる電子シャッタの制御）等に用いられる。なお、被写体輝度を算出するためのデータとして、ここでは R A W 画像データを利用したが、これに代えて、デジタルカメラに専用の測光センサを設けて得られたデータを利用するようにしても構わない。

【0044】

姿勢検出部 3 3 は、デジタルカメラの動きを検出するためのジャイロセンサ等を備えた動き検出部であり、検出結果をマイクロコンピュータ 4 8 へ出力するようになっている。

【0045】

合成処理部 3 4 は、複数の異なる画素ずらし位置において取得された複数の画像データを合成することにより、撮像素子 2 3 から取得される 1 枚の画像データよりも高画質の合成画像データを合成する画像合成部である。合成画像は、撮影された 1 枚の画像を画像処理して得られる画像と同一の画素数であるが画素配列における欠落画素が少なくて（あるいは、欠落画素がなくて）高画質になる場合と、画素数が増えて高画質になる場合と、がある。このとき、画素数が増えて解像度が高くなる場合の画像を、適宜、超解像画像と呼ぶこととする。

10

【0046】

画像比較部 3 5 は、被写体に照射される光の変化（例えば、フリッカ等）を検出する環境光検出部と、取得された複数の画像における被写体の移動を検出する被写体ブレ検出部と、を兼ねている。画像比較部 3 5 は、複数の画像データを比較することにより環境光の変化や被写体ブレを検出し、検出結果をマイクロコンピュータ 4 8 へ出力する。これによりマイクロコンピュータ 4 8 は、画像合成に不適当な画像データが取得されたか否かを判定することができる。

20

【0047】

画像処理部 3 6 は、R A W 画像データあるいは合成処理部 3 4 により生成された合成画像データに対して種々の画像処理を行うものであり、デモザイキング処理部 3 7、エッジ強調処理部 3 8、ノイズ低減処理部 3 9 を含んでいる。

30

【0048】

デモザイキング処理部 3 7 は、1 画素につき R G B 成分の内の 1 色成分のみが存在する R G B ベイラー配列の画像データから、着目画素に存在しない色成分を周辺画素から補完して求めることにより、全画素が R G B の 3 色成分を全て備える R G B 3 面の画像データに変換するデモザイキング処理を行う。

【0049】

エッジ強調処理部 3 8 は、画像データにエッジ強調処理を行うものである。

【0050】

ノイズ低減処理部 3 9 は、画像データに空間周波数に応じたコアリング処理などを行うことによりノイズ低減処理を行う。

【0051】

こうして画像処理部 3 6 によって各種の処理が行われた後の画像データは、S D R A M 2 9 に再び記憶される。

40

【0052】

J P E G 処理部 4 1 は、画像データを記録する際には、S D R A M 2 9 から画像データを読み出して、読み出した画像データを J P E G 圧縮方式に従って圧縮し、圧縮した画像データを S D R A M 2 9 に一旦記憶させる。こうして S D R A M 2 9 に記憶された圧縮した画像データは、マイクロコンピュータ 4 8 により、ファイルを構成するために必要なヘッダが付加されて記録用のデータとして整えられる。そして、マイクロコンピュータ 4 8 の制御に基づき、整えられた記録用のデータが、メモリ I / F 4 4 を介して記録媒体 4 5 に記録される。

【0053】

また、J P E G 処理部 4 1 は、読み出された画像データの伸張も行う。すなわち、記録

50

済み画像の再生を行う場合には、マイクロコンピュータ48の制御に基づき、例えばJPEGファイルがメモリI/F44を介して記録媒体45から読み出され、SDRAM29に一旦記憶される。JPEG処理部41は、SDRAM29に記憶されたJPEG画像データを読み出して、読み出したJPEG画像データをJPEG伸張方式に従って伸張し、伸張した画像データをSDRAM29に記憶させる。

【0054】

モニタドライバ42は、SDRAM29に記憶されている画像データを読み出して、読み出した画像データを映像信号へ変換し、モニタ43を駆動制御して映像信号に基づく画像をモニタ43に表示させる。このモニタドライバ42により行われる画像表示には、撮影直後の画像データを短時間だけ表示するレックビュー表示、記録媒体45に記録されたJPEGファイルの再生表示、およびライブビュー表示などが含まれる。

10

【0055】

モニタ43は、上述したようなモニタドライバ42の駆動制御により、画像を表示すると共に、このデジタルカメラに係る各種の情報を表示する。

【0056】

メモリI/F44は、記録媒体45へ画像データを記録する制御を行う記録制御部であり、さらに、記録媒体45からの画像データの読み出しある。

【0057】

記録媒体45は、画像データを不揮発に記憶する記録部であり、例えばカメラ本体2に着脱できるメモリカード等により構成されている。ただし、記録媒体45は、メモリカードに限定されるものではなく、ディスク状の記録媒体でも構わないし、他の任意の記録媒体であっても良い。従って、記録媒体45は、デジタルカメラに固有の構成である必要はない。

20

【0058】

操作部46は、このデジタルカメラに対する各種の操作入力を行うためのものであり、デジタルカメラの電源をオン/オフするための電源ボタン、画像の撮影開始を指示するための例えば<sub>1</sub>st(ファースト)レリーズスイッチおよび<sub>2</sub>nd(セカンド)レリーズスイッチを有して構成されている2段式操作ボタンであるレリーズボタン、記録画像の再生を行うための再生ボタン、デジタルカメラの設定等を行うためのメニューボタン、項目の選択操作に用いられる十字キーや選択項目の確定操作に用いられるOKボタン等の操作ボタンなどを含んでいる。ここに、メニューボタンや十字キー、OKボタン等を用いて設定できる項目には、撮影モード(通常撮影モード、画素ずらし超解像撮影モード等)、記録モード(JPEG記録モード、RAW+JPEG記録モード等)などが含まれている。この操作部46に対して操作が行われると、操作内容に応じた信号がマイクロコンピュータ48へ出力される。

30

【0059】

フラッシュメモリ47は、マイクロコンピュータ48により実行される処理プログラムや、このデジタルカメラに係る各種の情報を不揮発に記憶する記憶媒体である。ここに、フラッシュメモリ47が記憶する情報としては、例えば、エッジ強調処理に用いるパラメータやノイズ低減処理に用いるパラメータ等のデジタルカメラの動作に必要な各種パラメータ、画素ずらし超解像撮影モードにおける画素ずらしの大きさ、方向、順序等の情報、およびデジタルカメラを特定するための製造番号などが幾つかの例として挙げられる。このフラッシュメモリ47が記憶する情報は、マイクロコンピュータ48により読み取られる。

40

【0060】

マイクロコンピュータ48は、カメラ本体2内の各部を制御すると共に、インターフェース3を介してマイクロコンピュータ15に指令を送信し交換式レンズ1を制御するものであり、このデジタルカメラを統括的に制御する制御部である。マイクロコンピュータ48は、ユーザにより操作部46から操作入力が行われると、フラッシュメモリ47に記憶されている処理プログラムに従って、フラッシュメモリ47から処理に必要なパラメータを

50

読み込んで、操作内容に応じた各種シーケンスを実行する。

【0061】

制御部であるマイクロコンピュータ48は、特に、上述したボイスコイルモータ（VCM）26に複数の異なる画素ずらし位置への画素ずらしを行わせ、それぞれの画素ずらし位置において撮像素子23に撮像を行わせ複数の画像データを取得させる撮像制御部としても機能する。

【0062】

このときマイクロコンピュータ48は、後述するように、所定高画質の画像を合成するために必要な所定枚数の画像を撮像する途中の、所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても、撮像素子から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成することができる画素ずらし順序で、ボイスコイルモータ（VCM）26に画素ずらしを行わせるように制御する。

【0063】

また、上述したホール素子27、姿勢検出部33、画像比較部35は、何れも、所定枚数の画像を取得している途中で、高画質な画像を合成するために用いる画像として不適切な不良画像が生じたか否かを検出する検出部を構成している。なお、これら全てを検出部として用いても良いし、1つ以上を用いても良い。

【0064】

そこで、マイクロコンピュータ48は、ホール素子27により検出された位置に許容範囲を超えたずれがあるか否かに基づき、姿勢検出部33によりデジタルカメラの所定量以上の動きが検出されたか否かに基づき、画像比較部35により環境光の変化や被写体ブレが検出されたか否かに基づき、画像合成に不適当な画像データが取得されたか否かを判定するようになっている。そして、マイクロコンピュータ48は、不良画像が生じたことが検出された場合には、不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御を後述するようを行う。

【0065】

次に、図2は合成処理部34の構成を示すブロック図である。

【0066】

合成処理部34は、1枚目から何枚目までの画像に基づいて高画質な画像を合成するかに応じて複数種類設けられている。

【0067】

すなわち、合成処理部34は、撮像素子23から取得された2枚の画像データに基づいて、撮像素子23から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を合成する2枚合成処理部34aと、同様にして、4枚の画像データに基づいて画像を合成する4枚合成処理部34bと、6枚の画像データに基づいて画像を合成する6枚合成処理部34cと、8枚の画像データに基づいて画像を合成する8枚合成処理部34dと、を備えている。

【0068】

そして、マイクロコンピュータ48は、検出部により最初に検出された不良画像が何枚目であるかに応じて、後で図25を参照して説明するように、合成処理部の種類、すなわち合成処理部34a～34dの何れを用いるかを選択して、選択した合成処理部に処理を行わせる。

【0069】

図3は、2枚合成処理部34aの構成を示すブロック図である。

【0070】

2枚合成処理部34aは、入力された2枚の画像データの各画素を、撮像素子23の解像度と同一の解像度（以下では適宜、 $1 \times 1$ 解像度という）で配置する画素配置部51と、画素配置部51により配置された画像データの同一色成分の画素配列において、欠落が生じている画素位置の画素を補完する画素補完部52と、を備えている。

【0071】

なお、Gr画素はRGBベイラー配列においてR画素と同一ラインに配置されたG画素

10

20

30

40

50

、 G b 画素は R G B ベイラー配列において B 画素と同一ラインに配置された G 画素である。そして、これら G r 画素および G b 画素は、画素補完部 5 2 から出力される際には、区別なく、単に G 画素として出力される。

【 0 0 7 2 】

図 4 は、4 枚合成処理部 3 4 b の構成を示すブロック図である。

【 0 0 7 3 】

4 枚合成処理部 3 4 b は、入力された 4 枚の画像データの各画素を、撮像素子 2 3 の解像度と同一の解像度 ( $1 \times 1$  解像度) で配置する画素配置部 5 1 と、画素配置部 5 1 により配置された画像データの内の、同一画素位置の G r 画素と G b 画素とを加算する加算部 5 3 と、加算部 5 3 により加算された画素値を  $1 / 2$  にして G 画素として出力する除算部 5 4 と、を備えている。ここに、加算部 5 3 および除算部 5 4 により平均化部が構成され、除算部 5 4 から出力される G 画素は、同一画素位置の G r 画素と G b 画素との平均値となる。

【 0 0 7 4 】

図 5 は、6 枚合成処理部 3 4 c の構成を示すブロック図である。

【 0 0 7 5 】

6 枚合成処理部 3 4 c は、入力された 6 枚の画像データの各画素を、画素ずらし位置に応じて配置する画素配置部 5 1 と、画素配置部 5 1 により配置された画像データの内の G r 画素と G b 画素とに斜め画素ずらし補完を行って G 画素として出力する斜め画素ずらし補完部 5 5 と、画素配置部 5 1 により配置された画像データの内の R 画素と B 画素のそれぞれに分割補完を行う分割補完部 5 6 と、を備えている。

【 0 0 7 6 】

ここに、斜め画素ずらし補完部 5 5 は、後述するような斜め画素ずらし補完を行うことで、撮像素子 2 3 の解像度の縦 2 倍かつ横 2 倍の解像度 (以下では適宜、 $2 \times 2$  解像度という) の超解像画像を作成する処理を行う。また、分割補完部 5 6 は、撮像素子 2 3 の解像度の R, B 画素を、撮像素子 2 3 の解像度の縦 2 倍かつ横 2 倍の解像度 ( $2 \times 2$  解像度) の 4 つの画素位置にコピーして、 $2 \times 2$  倍の画素数の R, B 成分を生成する処理を行う。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、8 枚合成処理部 3 4 d の構成を示すブロック図である。

【 0 0 7 8 】

8 枚合成処理部 3 4 d は、入力された 8 枚の画像データの各画素を、画素ずらし位置に応じて配置する画素配置部 5 1 と、画素配置部 5 1 により配置された画像データの G r 画素、G b 画素、R 画素、B 画素のそれぞれに斜め画素ずらし補完を行って出力する斜め画素ずらし補完部 5 5 と、斜め画素ずらし補完部 5 5 により補完された画像データの内の、同一画素位置の G r 画素と G b 画素とを加算する加算部 5 3 と、加算部 5 3 により加算された画素値を  $1 / 2$  にして G 画素として出力する除算部 5 4 と、を備えている。ここに上述と同様に、加算部 5 3 および除算部 5 4 により平均化部が構成され、除算部 5 4 から出力される G 画素は、同一画素位置の G r 画素と G b 画素との平均値となる。

【 0 0 7 9 】

次に、図 7 は、各合成処理部 3 4 a ~ 3 4 d およびデモザイキング処理部 3 7 により行われる補完の種類と得られる解像度とを示す図表である。

【 0 0 8 0 】

ここに、「画素補完」は同一色成分の画素配列において欠落が生じている画素位置の画素を補完することを意味し、「補完なし」はこの補完を行わないことを意味している。この「画素補完」は、画素補完部 5 2 またはデモザイキング処理部 3 7 により行われる。

【 0 0 8 1 】

また、「斜め画素ずらし補完」は超解像画像を得る場合に少なくとも輝度相当成分 (G 成分) に対して (あるいはさらに R 成分および B 成分に対して) 行われる補完である。この「斜め画素ずらし補完」は、斜め画素ずらし補完部 5 5 により行われる。

10

20

30

40

50

## 【0082】

さらに、「分割補完」は超解像画像を得る際に必要に応じて輝度相当成分以外の成分(R成分およびB成分)に対して行われる補完である。この「分割補完」は、分割補完部56により行われる。

## 【0083】

撮像素子23から取得された1枚の画像のみから記録媒体45に記録するための画像を得るには、画像を1枚ずつ撮影する通常撮影モードのときと同様に、デモザイキング処理部37により、RGBベイヤー配列における着目画素に存在しない色成分を周辺画素から画素補完して求めるデモザイキング処理を行う。従って、処理の結果得られる画像は、撮像素子23の解像度と同一の解像度(1×1解像度)の画像となる。

10

## 【0084】

また、2枚合成処理部34aによる処理は、後で説明するように、画素ピッチの整数倍(非整数倍を含まない)画素ずらしされた1~2枚目の画像について行われ、G画素については欠落画素がないために画素補完を行う必要がなく、R画素およびB画素については画素補完がそれぞれ行われる。

## 【0085】

さらに、4枚合成処理部34bによる処理は、後で説明するように、画素ピッチの整数倍(非整数倍を含まない)画素ずらしされた1~4枚目の画像について行われ、R画素、G画素、およびB画素の何れについても欠落画素がないために、画素補完を行う必要がない。

20

## 【0086】

そして、6枚合成処理部34cによる処理は、後で説明するように、画素ピッチの非整数倍を含むように画素ずらしされた1~6枚目の画像について行われ、G画素については斜め画素ずらし補完が行われ、R画素およびB画素については分割補完がそれぞれ行われる。

## 【0087】

加えて、8枚合成処理部34dによる処理は、後で説明するように、画素ピッチの非整数倍を含むように画素ずらしされた1~8枚目の画像について行われ、Gr画素、Gb画素、R画素、およびB画素のそれぞれについて斜め画素ずらし補完が行われる。

30

続いて、図8は画素ずらし順序の第1の例を示す図、図9は画素ずらし順序の第2の例を示す図である。

## 【0089】

これら第1の例および第2の例は、何れも、1~4枚目の画像データを、縦方向および横方向の何れについても整数画素ピッチを単位とした画素ずらしのみを行って取得し、5~8枚目の画像データを、1枚目の画像データに対して縦方向に半整数画素ピッチかつ横方向に半整数画素ピッチを単位とした画素ずらしを行って取得している。以下では、適宜、初期位置(1枚目の画像データ)からの画素ずらし量が縦方向および横方向の何れについても整数画素ピッチ単位である画像データの画素配列を基本配列、初期位置からの画素ずらし量が縦方向および横方向の何れについても半整数画素ピッチ単位である画像データの画素配列をずらし配列と呼ぶことにする。

40

## 【0090】

まず、図8に示す第1の例においては、初期位置で1枚目の画像を取得した後に、右に1画素ピッチずらして2枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして3枚目の画像を取得し、左に1画素ピッチずらして4枚目の画像を取得し、上に1画素ピッチずらして1枚目の画像の位置(初期位置)に戻した後に、右に0.5画素ピッチかつ下に0.5画素ピッチずらして(つまり、実際には右下に1/2画素ピッチずらして(以下、適宜同様))5枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして6枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチかつ左に1画素ピッチずらして7枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして8枚目の画像を取得している。

50

## 【0091】

また、図9に示す第2の例においては、初期位置で1枚目の画像を取得した後に、下に1画素ピッチずらして2枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして3枚目の画像を取得し、上に1画素ピッチずらして4枚目の画像を取得し、左に1画素ピッチずらして1枚目の画像の位置（初期位置）に戻した後に、右に0.5画素ピッチかつ下に0.5画素ピッチずらして5枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして6枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチかつ上に1画素ピッチずらして7枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして8枚目の画像を取得している。

## 【0092】

これら図8および図9の何れに示した例においても、8枚目の画像を取得した後は、次の撮影に備えるために、初期位置に戻す処理を行う。

10

## 【0093】

なお、図8に示した1～4枚目までの順序と、図9に示した5～8枚目までの順序と、を組み合わせても良い。あるいは、図9に示した1～4枚目までの順序と、図8に示した5～8枚目までの順序と、を組み合わせても構わない。

## 【0094】

そして、本実施形態においては、記録媒体45に記録するための画像を、1, 2, 4, 6, 8枚の何れかの画像が得られた時点で生成するために、図8、図9、あるいはこれらの組み合わせとして説明した例の何れにおいても、3枚目と4枚目の画像の取得順序を入れ替えるても良く、5枚目と6枚目の画像の取得順序を入れ替えるても良く、7枚目と8枚目の画像の取得順序を入れ替えるても良い。

20

## 【0095】

図8に示した順序で画素ずらしを行う場合の処理について、図10～図24を参照しながら、図25のフローチャートに沿って説明する。ここに、図25は、画素ずらし超解像撮影モードの動作を示すフローチャートである。この図25に示す処理は、フラッシュメモリ47に記憶された処理プログラムに従って、マイクロコンピュータ48がデジタルカメラ内の各部を制御することにより行われる。

## 【0096】

図示しないメイン処理において、画素ずらし超解像撮影モードへの設定が行われ、レリーズボタンが1段階目の押圧状態（いわゆる半押状態）である1stレリーズオンの状態へ遷移してAE処理部32による自動露出（AE）制御、およびAF処理部31による自動焦点制御（AF）が行われ、さらに、レリーズボタンが2段階目の押圧状態である2ndレリーズオンの状態に遷移すると、この図25に示す処理が開始される。

30

## 【0097】

するとまず、初期位置において1枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶しておく（ステップS1）。ここで撮影された1枚目の画像は、撮像素子23に構成されている画素配列と同様の、図10に示すようなRGBベイヤー配列の画像となる。ここに図10は、第1の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。なお、図10～図24において、各画素の色成分に付した数字は、何枚目の画像の撮影により得られた画素であるかを示している。

40

## 【0098】

次に、ボイスコイルモータ（VCM）26を駆動して、図11の矢印1prに示すように、右方向への1画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、2枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶する（ステップS2）。ここに図11は、第2の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

## 【0099】

ここに、2枚目の画像を取得するための第2の画素ずらし位置は、1枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるような画素ずらし位置である。

## 【0100】

50

すなわち、図11に示すような画素ずらしが行われると、図12に示すようなG画素の配列が得られる。ここに図12は、第2の画素ずらしを行った結果得られるG画素の配列を示す図である。こうして、図10のR1画素の位置にGr2画素が得られ、図10のB1画素の位置にGb2画素が得られているために、1×1解像度の全画素位置においてG成分が得られ、輝度相当成分の解像度が向上していることが分かる。

#### 【0101】

また、図11に示すような画素ずらしが行われると、図13に示すようなR画素の配列が得られる。ここに図13は、第2の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列と補完の様子を示す図である。すなわち、図10のGr1画素の位置にR2画素が得られているために、R成分の水平方向の解像度が向上していることが分かる。なお、B成分についても、R成分とほぼ同様の結果が得られる。

10

#### 【0102】

ステップS2の処理が行われたら、マイクロコンピュータ48は、上述したように、ホール素子27の検出結果、姿勢検出部33の検出結果、および画像比較部35の検出結果に基づき、2枚目の画像データが、画像合成に不適当であるか否か(つまり、2枚目の画像の撮影に問題が発生したか否か)を判定する(ステップS3)。

20

#### 【0103】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、1枚目の画像に対して、デモザイキング処理部37のデモザイキング処理を含む通常の画像処理を画像処理部36により行い、処理後の画像データを記録媒体45に記録する(ステップS4)。

#### 【0104】

また、問題が発生していないと判定された場合には、ボイスコイルモータ(VCM)26を駆動して、図14の矢印1p dに示すように、下方向への1画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、3枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶する(ステップS5)。ここに図14は、第3の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

30

#### 【0105】

続いて、ボイスコイルモータ(VCM)26を駆動して、図15の矢印1p lに示すように、左方向への1画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、4枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶する(ステップS6)。ここに図15は、第4の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

30

#### 【0106】

ここに、マイクロコンピュータ48は、2枚目の画像を撮像素子23に取得させた後に、R成分が欠落している画素位置のR成分を取得し、かつB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるようボイスコイルモータ(VCM)26に画素ずらしを行わせて3枚目の画像および4枚目の画像を撮像素子23に取得させる。

40

#### 【0107】

すなわち第4の画素ずらし位置までの画素ずらしが行われると、図16に示すようなR画素の配列が得られる。ここに図16は、第4の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列を示す図である。こうして、図10のGr1画素の位置にR2画素が得られ、図10のB1画素の位置にR3画素が得られ、図10のGb1画素の位置にR4画素が得られているために、1×1解像度の全画素位置においてR成分が得られ、色解像度が向上していることが分かる。また、B成分についても、R成分とほぼ同様の結果が得られる。

#### 【0108】

一方、G成分については、1×1解像度の配列の全ての画素位置において、Gr画素とGb画素の両方が得られている。

#### 【0109】

そして、マイクロコンピュータ48は、上述と同様に、3枚目の画像と4枚目の画像との少なくとも一方の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップS7)。なお、ここでは簡略化のためにステップS6の処理を行った後に3~4枚目の画像に対する問題発生の有無をまとめて判定しているが、実際にはステップS5の処理を行った後に3枚目の

50

画像に対する問題発生の有無を判定して、問題が発生した場合にはステップ S 8 の処理へ進むようにすると良い。後述するステップ S 9 およびステップ S 13 に関しても同様である。

【 0 1 1 0 】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、2枚合成処理部 3 4 a が 1 ~ 2 枚目の画像を合成処理して、さらに、画像処理部 3 6 によるエッジ強調処理やノイズ低減処理等の一般的な画像処理を行ってから、処理後の画像データを記録媒体 4 5 に記録する（ステップ S 8）。

【 0 1 1 1 】

2枚合成処理部 3 4 a は、まず、画素配置部 5 1 が 1 ~ 2 枚目の画像の各画素を、10  $1 \times 1$  解像度の配列となるように色成分毎に再配置する。ここで色成分毎の再配置は、G r 画素と G b 画素とが同一色の G 画素であると見なして行う。これにより、図 1 2 に示すような G 画素、図 1 3 に示すような R 画素、および図 1 3 とほぼ同様の B 画素が得られる。

【 0 1 1 2 】

次に、画素補完部 5 2 が、 $1 \times 1$  解像度の配列において欠落画素が存在する R 成分および B 成分について、例えば図 1 3 に示すように、欠落画素の上下に隣接する画素値の平均値を、欠落画素の画素値とする補完を行う。

【 0 1 1 3 】

こうして、合成処理部 3 4 から出力される合成画像は、R G B 何れの色成分についても 20  $1 \times 1$  解像度の配列に欠落画素がなくデモザイキングされた画像となるために、画像処理部 3 6 中のデモザイキング処理部 3 7 の処理はパスされて、それ以外の処理が行われる。

【 0 1 1 4 】

また、ステップ S 7 において問題が発生していないと判定された場合には、ボイスコイルモータ（V C M）2 6 を駆動して、上に 1 画素ピッチずらして図 1 7 において黒四角で示す 1 枚目の画像の位置（初期位置）に戻した後に、図 1 7 の矢印 0 . 5 p r d に示すように、右に 0 . 5 画素ピッチかつ下に 0 . 5 画素ピッチ（つまり上述したように、右下方向への  $1 / 2$  画素ピッチ）分の画素ずらしを行ってから、5 枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9 に記憶する（ステップ S 9）。ここに図 1 7 は、第 5 の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

【 0 1 1 5 】

続いて、ボイスコイルモータ（V C M）2 6 を駆動して、図 1 8 の矢印 1 p r に示すように、右方向への 1 画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、6 枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9 に記憶する（ステップ S 10）。ここに図 1 8 は、第 6 の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

【 0 1 1 6 】

ここに、マイクロコンピュータ 4 8 は、4 枚目の画像を撮像素子 2 3 に取得させた後に、2 次元状配列の垂直方向および水平方向の両方において画素ピッチの半整数倍の移動量を含むようにボイスコイルモータ（V C M）2 6 に画素ずらしを行わせて 5 枚目の画像を撮像素子 2 3 に取得させ、さらに 5 枚目の画像において G 成分が欠落している画素位置の G 成分を取得することができるようにボイスコイルモータ（V C M）2 6 に画素ずらしを行わせて 6 枚目の画像を撮像素子 2 3 に取得させる。

【 0 1 1 7 】

すなわち第 6 の画素ずらし位置までの画素ずらしが行われると、例えば、図 1 9 に示すような G 画素の配列が得られる。ここに図 1 9 は、第 6 の画素ずらしを行った結果得られる G 画素の配列を示す図である。

【 0 1 1 8 】

こうして、1 ~ 2 枚目の画像により、図 1 2 に示すような G 画素の基本配列が得られている。

【 0 1 1 9 】

さらに、図 1 9 における図示は省略しているが、3 ~ 4 枚目の画像により、図 1 2 の G

50

b 1 画素の位置に G r 3 画素、図 1 2 の G r 1 画素の位置に G b 3 画素、図 1 2 の G b 2 画素の位置に G r 4 画素、図 1 2 の G r 2 画素の位置に G b 4 画素が配置された G 画素の基本配列が得られている。

【 0 1 2 0 】

加えて、5 ~ 6 枚目の画像により、図 1 9 に示すような、図 1 2 の G 画素の基本配列を右下方向への 1 / 2 画素ピッチずらした位置関係の G 画素のずらし配列が得られている。より詳しくは、G r 1 画素を右下方向への 1 / 2 画素ピッチずらした位置に G r 5 画素が、G r 2 画素を右下方向への 1 / 2 画素ピッチずらした位置に G r 6 画素が、G b 1 画素を右下方向への 1 / 2 画素ピッチずらした位置に G b 5 画素が、G b 2 画素を右下方向への 1 / 2 画素ピッチずらした位置に G b 6 画素が、それぞれ配置されたずらし配列となっている。

10

【 0 1 2 1 】

そして、マイクロコンピュータ 4 8 は、上述と同様に、5 枚目の画像と 6 枚目の画像との少なくとも一方の撮影に問題が発生したか否かを判定する（ステップ S 1 1）。

【 0 1 2 2 】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、4 枚合成処理部 3 4 b が 1 ~ 4 枚目の画像を合成処理して、さらに、画像処理部 3 6 によるエッジ強調処理やノイズ低減処理等の一般的な画像処理を行ってから、処理後の画像データを記録媒体 4 5 に記録する（ステップ S 1 2）。

20

【 0 1 2 3 】

4 枚合成処理部 3 4 b は、まず、画素配置部 5 1 が 1 ~ 4 枚目の画像の各画素を、1 × 1 解像度の基本配列となるように色成分毎に再配置する。ここで色成分毎の再配置は、G r 画素と G b 画素とが異なる色であると見なして行う。これにより、図 1 6 に示すような R 画素、および図 1 6 とほぼ同様の G r 画素、G b 画素、B 画素が得られる。

【 0 1 2 4 】

次に、平均化部を構成する加算部 5 3 および除算部 5 4 が、1 × 1 解像度の基本配列において同一画素位置に存在する G r 画素と G b 画素とを平均化して、G 画素として出力する。その結果、合成処理部 3 4 から出力される合成画像がデモザイキングされた画像となり、画像処理部 3 6 中のデモザイキング処理部 3 7 の処理はパスされて、それ以外の処理が行われるのは上述と同様である。

30

【 0 1 2 5 】

また、ステップ S 1 1 において問題が発生していないと判定された場合には、ボイスコイルモータ（V C M）2 6 を駆動して、例えば 1 枚目の画像の位置（初期位置）に戻した後に（ただし、実際には一旦初期位置に戻す必要はない）、図 2 2 の矢印 1 p d に示すように下方向への 1 画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、矢印 0 . 5 p r d に示すように、右に 0 . 5 画素ピッチかつ下に 0 . 5 画素ピッチ（つまり、右下方向への 1 / 2 画素ピッチ（以下、適宜同様））分の画素ずらし（6 枚目の画像からのずれ量は、下に 1 画素ピッチかつ左に 1 画素ピッチ）を行って、7 枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9 に記憶する（ステップ S 1 3）。ここに図 2 2 は、第 7 の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

40

【 0 1 2 6 】

続いて、ボイスコイルモータ（V C M）2 6 を駆動して、図 2 3 の矢印 1 p r に示すように、右方向への 1 画素ピッチ分の画素ずらしを行ってから、8 枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9 に記憶する（ステップ S 1 4）。ここに図 2 3 は、第 8 の画素ずらし位置で得られる画素配列を示す図である。

【 0 1 2 7 】

ここに、マイクロコンピュータ 4 8 は、6 枚目の画像を撮像素子 2 3 に取得させた後に、5 枚目の画像および 6 枚目の画像の何れにおいても（ずらし配列において）R 成分が欠落している画素位置の R 成分を取得し、かつ（ずらし配列において）B 成分が欠落している画素位置の B 成分を取得することができるようボイスコイルモータ（V C M）2 6 に

50

画素ずらしを行わせて 7 枚目の画像および 8 枚目の画像を撮像素子 23 に取得させる。

【0128】

すなわち、第 8 の画素ずらし位置までの画素ずらしが行われると、図 24 に示すような R 画素の配列が得られる。ここに図 24 は、第 8 の画素ずらしを行った結果得られる R 画素の配列を示す図である。こうして、1 ~ 4 枚目の画像により、図 24 に示すような R 画素の基本配列が得られている。さらに、5 ~ 8 枚目の画像により、図 24 に示すような R 画素のずらし配列が得られている。また、B 成分についても、R 成分とほぼ同様の結果が得られる。

【0129】

そして、マイクロコンピュータ 48 は、上述と同様に、7 枚目の画像と 8 枚目の画像との少なくとも一方の撮影に問題が発生したか否かを判定する (ステップ S15)。 10

【0130】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、6 枚合成処理部 34c が 1 ~ 6 枚目の画像を合成処理して、さらに、画像処理部 36 によるエッジ強調処理やノイズ低減処理等の一般的な画像処理を行ってから、処理後の画像データを記録媒体 45 に記録する (ステップ S16)。

【0131】

6 枚合成処理部 34c は、まず、画素配置部 51 が 1 ~ 2 枚目の画像の Gr 画素および Gb 画素を、 $1 \times 1$  解像度の基本配列となるように再配置する。さらに、画素配置部 51 が 1 ~ 4 枚目の画像の R 画素を  $1 \times 1$  解像度の基本配列となるように再配置し、同様に、1 ~ 4 枚目の画像の B 画素を  $1 \times 1$  解像度の基本配列となるように再配置する。加えて、画素配置部 51 が 5 ~ 6 枚目の画像の Gr 画素および Gb 画素を、再配置された 1 ~ 2 枚目の画像の Gr 画素および Gb 画素とは右下方向へ 1 / 2 画素ピッチずれるようにして、 $1 \times 1$  解像度のずらし配列となるように再配置する (図 19 の Gr5, Gr6, Gb5, Gb6 参照)。 20

【0132】

そして、Gr 画素または Gb 画素については、斜め画素ずらし補完部 55 が、基本配列におけるある画素と、この画素に隣接するずらし配列における 4 つの画素と、の各中間位置 (図 19 において、基本配列の画素とずらし配列の画素とが対角方向において重なっている位置) に、それぞれを重み付け加算平均した G 画素を算出し、 $2 \times 2$  解像度の配列の G 画素を生成する。 30

【0133】

図 20 は、第 6 の画素ずらしを行った結果の G 画素から補完を行う例を示す図である。

【0134】

具体的に、図 19 においてハッチングを付した画素 Tg (図示の例では、基本配列におけるある Gb2 画素) と、ずらし配列において、この Gb2 画素の、左上に隣接する Gr6 画素、右上に隣接する Gr5 画素、左下に隣接する Gb5 画素、右下に隣接する Gb6 画素と、に対して、図 19 において重なっている角部の位置に、 $(k1 \times Gb2 + k2 \times Gr6)$ 、 $(k1 \times Gb2 + k2 \times Gr5)$ 、 $(k1 \times Gb2 + k2 \times Gb5)$ 、 $(k1 \times Gb2 + k2 \times Gb6)$  の画素値の  $2 \times 2$  解像度の配列の G 画素を補完している。ここに、 $k1$ 、 $k2$  は重み係数であり、例えば  $k1 = k2 = 1 / 2$  とすれば、平均値を補完値とすることになる。 40

【0135】

また、R 画素および B 画素については、分割補完部 56 が分割補完を行う。ここに、図 21 は、第 6 の画素ずらしを行った結果の G 画素から補完された G 画素に対応する R 画素を示す図である。

【0136】

図 19 においてハッチングを付した画素 Tg の画素位置において、図 16 を参照すれば分かるように、R3 画素が得られている。そこで、図 20 に示すように補完した 4 つの G 画素の全てに対して、この図 21 に示す R 画素の画素値を適用する。B 画素についても、 50

図示はしないが同様の処理を行う。

【0137】

また、ステップS15において問題が発生していないと判定された場合には、8枚合成処理部34dが1～8枚目の画像を合成処理して、さらに、画像処理部36によるエッジ強調処理やノイズ低減処理等の一般的な画像処理を行ってから、処理後の画像データを記録媒体45に記録する(ステップS17)。

【0138】

8枚合成処理部34dは、まず、画素配置部51が1～8枚目の画像の各画素を、例えば図24に示すような配列となるように、色成分毎に再配置する。ここでの色成分毎の再配置は、Gr画素とGb画素とが異なる色であると見なして行う。これにより、図24に示すようなR画素、および図24とほぼ同様のGr画素、Gb画素、B画素がそれぞれ得られる。

【0139】

斜め画素ずらし補完部55は、色成分毎に上述したような斜め画素ずらし補完を行って、2×2解像度の配列のGr画像、Gb画像、R画像、B画像をそれぞれ生成する。

【0140】

次に、平均化部を構成する加算部53および除算部54が、2×2解像度の配列において同一画素位置に存在するGr画素とGb画素とを平均化して、G画素として出力する。その結果、合成処理部34から出力される合成画像がデモザイキングされた画像となり、画像処理部36中のデモザイキング処理部37の処理はパスされて、それ以外の処理が行われるのは上述と同様である。

【0141】

こうして、ステップS4、ステップS8、ステップS12、ステップS16、またはステップS17の処理を行ったら、この処理から図示しないメイン処理ヘリターンする。

【0142】

従って、マイクロコンピュータ48は、不良画像が生じたことが検出部により検出された場合に、以後の画像取得を中止させて、不良画像の前までに取得された画像を用いて合成処理部34に高画質な画像を合成する処理を行わせている。

【0143】

このような実施形態1によれば、所定枚数に満たない2以上の枚数の画像に基づいて画像処理を行っても高画質な画像を合成することができる画素ずらし順序で画素ずらしを行うようにしたために、2枚以上の画像が取得されれば、撮像素子23から取得される1枚の画像よりも高画質な画像を、再撮影を行うことなく得ることができる。

【0144】

また、1枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう画素ずらしを行って2枚目の画像を取得するようにしたために、2枚目の画像を取得した段階で、画素補完することなく輝度相当成分を得ることができ、画質の向上を図ることができる。

【0145】

さらに、2枚目までの画像においてR成分が欠落している画素位置のR成分を取得することができるよう、かつ2枚目までの画像においてB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるよう、画素ずらしを行って3枚目の画像および4枚目の画像を取得するようにしたために、4枚目の画像を取得した段階で、画素補完のない1×1解像度の画像を得ることができる。

【0146】

そして、4枚目の画像を取得した後に、ずらし配列の5枚目の画像を取得し、さらに5枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう画素ずらしを行って6枚目の画像を取得するようにしたために、6枚目の画像を取得した段階で、2×2解像度の輝度解像度を得ることができる。

【0147】

10

20

30

40

50

加えて、5枚目の画像および6枚目の画像の何れにおいてもR成分が欠落している画素位置のR成分を取得することができるよう、かつ5枚目の画像および6枚目の画像の何れにおいてもB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるよう画素ずらしを行って7枚目の画像および8枚目の画像を取得するようにしたために、8枚目の画像を取得した段階で、2×2解像度の超解像画像を得ることができる。

【0148】

また、マイクロコンピュータ48は、不良画像が生じたことが検出された場合に、不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御として、以後の画像取得を中止させて、不良画像の前までに取得された画像を用いて合成処理部34に高画質な画像を合成する処理を行わせるようにしたために、高画質な画像を得るまでの時間を短縮することができる。

10

【0149】

さらに、複数種類の合成処理部34を設けることで、最初に検出された不良画像が何枚目であるかに応じて、マイクロコンピュータ48が、合成処理部34の種類を適切に選択して処理を行わせることができる。

【0150】

また、検出部としてホール素子27を用いる場合には画素ずらし位置の不具合を検出することができ、検出部として姿勢検出部33を用いる場合にはデジタルカメラのブレ等を検出することができ、検出部として画像比較部35を用いる場合には環境光の変化や被写体ブレを検出することができる。

20

【実施形態2】

【0151】

図26は本発明の実施形態2を示したものであり、画素ずらし超解像撮影モードの動作を示すフローチャートである。

【0152】

この実施形態2において、上述の実施形態1と同様である部分については同一の符号を付すなどして説明を適宜省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0153】

上述した実施形態1では、超解像画像を合成するために必要な8枚の画像を取得している途中で問題が発生したときに、問題が発生する前までの画像に基づいて、高画質の画像を生成し記録媒体45に記録するようになっていた。これに対して本実施形態は、超解像画像を合成するために取得する画像を、取得される毎に記録媒体45に記録して行き、途中で問題が発生した場合には、問題が発生した画像が何枚目であるかを記録媒体45に記録するようにしたものとなっている。従って、問題が発生する前までに取得された画像に基づいて高画質の画像を生成する処理は、デジタルカメラ内で後で行っても良いが、外部のコンピュータ等により行うようにしても構わない。

30

【0154】

図示しないメイン処理において、この図26に示す処理が開始されると、まず、初期位置において1枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶すると共に記録媒体45に記録する(ステップS1A)。

40

【0155】

次に、2枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、2枚目の画像を撮影し、SDRAM29に記憶すると共に記録媒体45に記録する(ステップS2A)。

【0156】

そして、ステップS3の処理を行って、2枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する。

【0157】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、2枚目の画像に問題がある旨を記録媒体45に記録する(ステップS21)。

【0158】

50

また、ステップ S 3において問題が発生していないと判定された場合には、3枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、3枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 5 A)。

【0159】

続いて、3枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップ S 2 2)。

【0160】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、3枚目の画像に問題がある旨を記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 2 3)。

【0161】

また、ステップ S 2 2において問題が発生していないと判定された場合には、4枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、4枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 6 A)。10

【0162】

そして、4枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップ S 7 A)。

【0163】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、4枚目の画像に問題がある旨を記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 2 4)。

【0164】

ステップ S 7 Aにおいて問題が発生していないと判定された場合には、5枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、5枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 9 A)。20

【0165】

そして、5枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップ S 2 5)。

【0166】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、5枚目の画像に問題がある旨を記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 2 6)。

【0167】

ステップ S 2 5において問題が発生していないと判定された場合には、6枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、6枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 1 0 A)。30

【0168】

そして、6枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップ S 1 1 A)

。

【0169】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、6枚目の画像に問題がある旨を記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 2 7)。

【0170】

ステップ S 1 1 Aにおいて問題が発生していないと判定された場合には、7枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、7枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 1 3 A)。40

【0171】

そして、7枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップ S 2 8)。

【0172】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、7枚目の画像に問題がある旨を記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 2 9)。

【0173】

ステップ S 2 8において問題が発生していないと判定された場合には、8枚目の画素位置への画素ずらしを行ってから、8枚目の画像を撮影し、S D R A M 2 9に記憶すると共に記録媒体 4 5に記録する(ステップ S 1 4 A)。

【0174】

50

そして、8枚目の画像の撮影に問題が発生したか否かを判定する(ステップS15A)。

【0175】

ここで、問題が発生したと判定された場合には、8枚目の画像に問題がある旨を記録媒体45に記録する(ステップS30)。

【0176】

ステップS15Aにおいて問題が発生していないと判定された場合には、ステップS17の処理を行って、合成画像を生成し、画像処理を行ってから記録媒体45に記録する。

【0177】

そして、ステップS21、ステップS23、ステップS24、ステップS26、ステップS27、ステップS29、ステップS30、またはステップS17の処理を行ったら、この処理から図示しないメイン処理ヘリターンする。

【0178】

こうして、マイクロコンピュータ48は、不良画像が生じたことが検出部により検出された場合に、最初に不良画像として検出されたのが所定枚数の内の何枚目の画像であるかを、取得された画像と共に記録させる制御を記録制御部であるメモリI/F44に行わせる。

【0179】

このような実施形態2によれば、上述した実施形態1とほぼ同様の効果を奏するとともに、マイクロコンピュータ48は、不良画像が生じたことが検出された場合に、不良画像が生じたことが検出されない場合とは異なる制御として、最初に不良画像として検出されたのが所定枚数の内の何枚目の画像であるかを、取得された画像と共に記録するようにしたために、デジタルカメラにおいて、あるいはコンピュータ等の他の機器において、後段の所望の時点で、高画質の画像を生成することができる。

【0180】

従って、超解像画像を撮影する途中で問題が発生した場合に、シャッタチャンスを重視して既に取得された画像からなるべく高画質の画像を生成するか、あるいは、撮影をやり直すかをユーザが所望に選択することができる。これにより、撮影をやり直す場合、つまり、途中で問題が発生した一連の画像から高画質の画像を生成する必要がない場合に、画像合成処理を省略することができ、処理負荷を軽減することができる。

[実施形態3]

【0181】

図27から図34は本発明の実施形態3を示したものである。この実施形態3において、上述の実施形態1,2と同様である部分については同一の符号を付すなどして説明を適宜省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

【0182】

上述した実施形態1では、

(1) 1枚目の画像を撮影した後に、基本配列において、輝度相当成分であるG画素のベイダー欠落位置が埋まるように画素ずらしを行って、2枚目の画像を撮影する。

(2) 基本配列におけるR画素およびB画素の欠落位置が埋まるように画素ずらしを行って、3,4枚目の画像を撮影する。

(3) ずらし配列において、輝度相当成分であるG画素が埋まるように画素ずらしを行って、5,6枚目の画像を撮影する。

(4) ずらし配列におけるR画素およびB画素の欠落位置が埋まるように画素ずらしを行って、7,8枚目の画像を撮影する。

という順序で画素ずらしを行った。

【0183】

つまり、実施形態1においては、ずらし配列の画素を取得するのは5枚目の画像以降であった。これは、解像度は同一でも補完する必要がある画素を少なくすることで、高画質な画像を得るためにある。

10

20

30

40

50

## 【0184】

これに対して、本実施形態は、(1) (3) (2) (4)の順序で画素ずらしを行うようにしたものとなっている。すなわち、本実施形態は、以下に説明するように、4枚目の画像を取得した段階で、輝度成分の高解像度化を図るようとしたものとなっている。

## 【0185】

具体的に、図29は本実施形態における画素ずらし順序の第1の例を示す図である。

## 【0186】

この第1の例においては、初期位置で1枚目の画像を取得した後に、右に1画素ピッチずらして2枚目の画像を取得し、左に0.5画素ピッチかつ下に0.5画素ピッチ(つまり、左下に1/2画素ピッチ(以下、適宜同様))ずらして3枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして4枚目の画像を取得し、左に1.5画素ピッチかつ下に0.5画素ピッチずらして5枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして6枚目の画像を取得し、左に0.5画素ピッチかつ下に0.5画素ピッチずらして7枚目の画像を取得し、右に1画素ピッチずらして8枚目の画像を取得している。

10

## 【0187】

また、図30は本実施形態における画素ずらし順序の第2の例を示す図である。

## 【0188】

この第2の例においては、初期位置で1枚目の画像を取得した後に、下に1画素ピッチずらして2枚目の画像を取得し、右に0.5画素ピッチかつ上に0.5画素ピッチずらして3枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして4枚目の画像を取得し、右に0.5画素ピッチかつ上に1.5画素ピッチずらして5枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして6枚目の画像を取得し、右に0.5画素ピッチかつ上に0.5画素ピッチずらして7枚目の画像を取得し、下に1画素ピッチずらして8枚目の画像を取得している。

20

## 【0189】

8枚目の画像を取得した後に、次の撮影に備えるために初期位置に戻す処理を行うことは、上述と同様である。

## 【0190】

なお、本実施形態においても、記録媒体45に記録するための画像を、1, 2, 4, 6, 8枚の何れかの画像が得られた時点で生成するために、図29、図30の何れの例においても、3枚目と4枚目の画像の取得順序を入れ替えて良く、5枚目と6枚目の画像の取得順序を入れ替えて良く、7枚目と8枚目の画像の取得順序を入れ替えて良い。

30

## 【0191】

従って、図29および図30の画素ずらし順序を、図8および図9の画素ずらし順序と比較すれば分かるように、画像合成を行う1, 2, 4, 6, 8枚目までの画像が得られた段階の内の、1, 2, 6, 8枚目までの画像が得られた各段階において達成された画素ずらし位置は同じであり、相違が発生するのは4枚目までの画像が得られた段階のみである。

## 【0192】

こうして、本実施形態における補完処理が図7に示した補完処理と異なるのは、図27に示すように、4枚合成処理を行うときのみである。ここに図27は、各合成処理部34a, 34b', 34c, 34dおよびデモザイキング処理部37により行われる補完の種類と得られる解像度とを示す図表である。すなわち、4枚合成処理においては、G画素について斜め画素ずらし補完が行われ、R画素およびB画素について画素補完および分割補完が行われる。

40

## 【0193】

図28は、4枚合成処理部34b'の構成を示すブロック図である。

## 【0194】

本実施形態の4枚合成処理部34b'は、入力された4枚の画像データの各画素を、画素ずらし位置に応じて配置する画素配置部51と、画素配置部51により配置された画像

50

データの内の、基本配列およびずらし配列を埋めている G r 画素および G b 画素に対して斜め画素ずらし補完を行い  $2 \times 2$  解像度の G 画像として出力する斜め画素ずらし補完部 55 と、画素配置部 51 により配置された画像データの内の、基本配列およびずらし配列の何れにおいても欠落画素が生じている R 画素および B 画素に対して画素補完および分割補完を行い  $2 \times 2$  解像度の画素数の R 画像および B 画像として出力する画素補完 & 分割補完部 57 と、を備えている。

#### 【0195】

図 31 は、第 4 の画素ずらしを行った結果得られる G r 画素および G b 画素の配列を示す図である。なお、この図 31 には、図 29 に示した順序で画素ずらしを行った場合の例を示している。

10

#### 【0196】

本実施形態においては輝度解像度の向上を優先する画素ずらし順序を採用しているために、マイクロコンピュータ 48 は、2 枚目の画像を取得させた後に、2 次元状配列の垂直方向および水平方向の両方において画素ピッチの半整数倍の移動量を含むようにボイスコイルモータ (VCM) 26 に画素ずらしを行わせて 3 枚目の画像を取得させ、さらに 3 枚目の画像において G 成分が欠落している画素位置の G 成分を取得することができるようボイスコイルモータ (VCM) 26 に画素ずらしを行わせて 4 枚目の画像を取得させる。

#### 【0197】

こうして、輝度相当成分である G r 画素および G b 画素については、第 4 の画素ずらしを行った段階で、高解像度化に必要な基本配列およびずらし配列の各画素値が取得されている（これに対して、上述した実施形態 1 では高解像度化に必要な輝度相当成分の画素値が取得されるのは第 6 の画素ずらしを行った段階であった）。

20

#### 【0198】

そして、図 31 においてハッチングを付した画素 Tg (図示の例では、基本配列におけるある G b 2 画素) と、ずらし配列において、この G b 2 画素の、左上に隣接する G r 4 画素、右上に隣接する G r 3 画素、左下に隣接する G b 3 画素、右下に隣接する G b 4 画素と、に対して、斜め画素ずらし補完部 55 が図 32 に示すような補完画素を生成する。

#### 【0199】

ここに図 32 は、第 4 の画素ずらしを行った結果の G 画素から補完を行う例を示す図である。

30

#### 【0200】

斜め画素ずらし補完部 55 は、ハッチングを付した画素 Tg に隣接する他の画素が重なっている角部の位置に、図 32 に示すように、 $(k_1 \times G_{b2} + k_2 \times G_{r4})$ 、 $(k_1 \times G_{b2} + k_2 \times G_{r3})$ 、 $(k_1 \times G_{b2} + k_2 \times G_{b3})$ 、 $(k_1 \times G_{b2} + k_2 \times G_{b4})$  の画素値の  $2 \times 2$  解像度の配列の G 画素を補完している。ここに  $k_1$ 、 $k_2$  は、上述したように重み係数である。

#### 【0201】

また、R 画素および B 画素については、画素補完 & 分割補完部 57 が、画素補完および分割補完を行う。ここに、図 33 は、第 4 の画素ずらしを行った結果の G 画素から補完された G 画素に対応する R 画素を算出する様子を示す図である。

40

#### 【0202】

図 31 においてハッチングを付した画素 Tg の画素位置では、R 成分は得られていない。そこで、画素補完 & 分割補完部 57 は、まず、第 2 の画素ずらしまで得られた基本配列における R 画素の欠落位置において、図 33 に示すように、例えば上下に隣接する R 画素の平均値を算出する画素補完を行うことにより、基本配列の R 成分を全て算出する。なお、ずらし配列においても同様の処理を行うことができるが、ここでは基本配列についてのみ処理を行えば足りるものとする例について説明する。

#### 【0203】

こうして算出した基本配列の R 成分は、 $1 \times 1$  解像度の画素数のままである。そこで、図 32 に示すように補完した 4 つの G 画素の全てに対して、この図 33 に示す R 画素の内

50

の、図31においてハッチングを付した画素Tgの画素位置にある1つのR画素の画素値を適用する。

#### 【0204】

画素補完&分割補完部57は、B画素についても、図示はしないが同様の処理を行う。従って、4枚合成処理部34b'からの出力画像は、輝度解像度は $2 \times 2$ 解像度となっているが、色解像度は $1 \times 1$ 解像度のまま（ただし、画素数は $2 \times 2$ 解像度と同じ）である。

#### 【0205】

その後、マイクロコンピュータ48は、4枚目の画像を取得させた後に、1～4枚目の画像の何れにおいてもR成分が欠落している画素位置のR成分を取得し、かつB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるようボイスコイルモータ（VCM）26に画素ずらしを行わせて5～8枚目の画像を取得させる。

#### 【0206】

例えば、本実施形態において、色成分（R成分およびB成分）について、基本配列における画素補完が不要になるのは、図34に示すように、第6の画素ずらしを行った段階となる（これに対して、上述した実施形態1では基本配列における画素補完が不要になるのは第4の画素ずらしを行った段階であった）。ここに図34は、第6の画素ずらしを行った結果得られるR画素の配列を示す図である。また、色成分（R成分およびB成分）について、ずらし配列における画素補完が不要になるのが、第8の画素ずらしを行った段階であるのは、上述した実施形態1と同様である。

#### 【0207】

このような実施形態3によれば、上述した実施形態1, 2とほぼ同様の効果を奏するとともに、基本配列で1～2枚目の画像を取得した後に、ずらし配列で3枚目の画像を取得し、さらに3枚目の画像においてG成分が欠落している画素位置のG成分を取得することができるよう画素ずらしを行って4枚目の画像を取得するようにしたために、第4の画素ずらしを行った段階で、輝度解像度の高い画像を得ることができる。

#### 【0208】

また、1～4枚目の画像の何れにおいてもR成分が欠落している画素位置のR成分を取得することができるように、かつ1～4枚目の画像の何れにおいてもB成分が欠落している画素位置のB成分を取得することができるように画素ずらしを行って5～8枚目の画像を取得するようにしたために、高い色解像度の画像を得ることができる。

#### 【0209】

なお、上述した各部は、回路として構成されていても良い。そして、任意の回路は、同一の機能を果たすことができれば、単一の回路として実装されていても良いし、複数の回路を組み合わせたものとして実装されていても構わない。さらに、任意の回路は、目的とする機能を果たすための専用回路として構成されるに限るものではなく、汎用回路に処理プログラムを実行させることで目的とする機能を果たす構成であっても構わない。

#### 【0210】

また、上述では主として撮像装置について説明したが、撮像装置と同様の動作を行う撮像方法であっても良いし、コンピュータに撮像装置と同様の処理を行わせるための処理プログラム、該処理プログラムを記録するコンピュータにより読み取りできる一時的でない記録媒体、等であっても構わない。

#### 【0211】

そして、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明の態様を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用ができるることは勿論である。

10

20

30

40

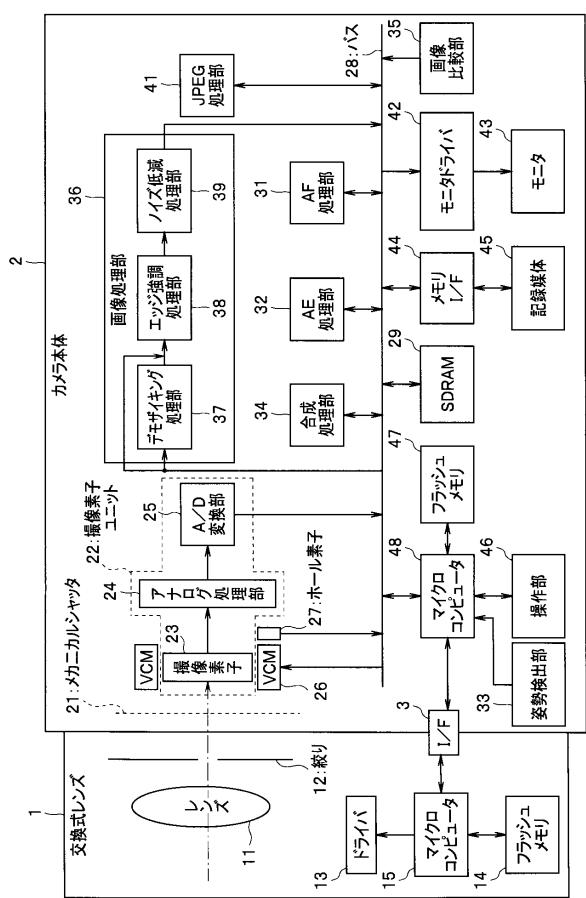
50

## 【符号の説明】

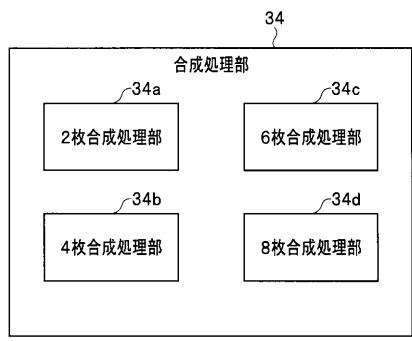
## 【0212】

1 ... 交換式レンズ	
2 ... カメラ本体	
3 ... インタフェース ( I / F )	
1 1 ... レンズ	
1 2 ... 紋り	
1 3 ... ドライバ	
1 4 ... フラッシュメモリ	10
1 5 ... マイクロコンピュータ	
2 1 ... メカニカルシャッタ	
2 2 ... 撮像素子ユニット	
2 3 ... 撮像素子	
2 4 ... アナログ処理部	
2 5 ... A / D 変換部	
2 6 ... ボイスコイルモータ ( VCM ) ( 画素ずらし部 )	
2 7 ... ホール素子	
2 8 ... バス	
3 1 ... A F 処理部	20
3 2 ... A E 処理部	
3 3 ... 姿勢検出部	
3 4 ... 合成処理部	
3 4 a ... 2 枚合成処理部	
3 4 b , 3 4 b ' ... 4 枚合成処理部	
3 4 c ... 6 枚合成処理部	
3 4 d ... 8 枚合成処理部	
3 5 ... 画像比較部	
3 6 ... 画像処理部	
3 7 ... デモザイキング処理部	
3 8 ... エッジ強調処理部	30
3 9 ... ノイズ低減処理部	
4 1 ... J P E G 処理部	
4 2 ... モニタドライバ	
4 3 ... モニタ	
4 4 ... メモリ I / F	
4 5 ... 記録媒体	
4 6 ... 操作部	
4 7 ... フラッシュメモリ	
4 8 ... マイクロコンピュータ	
5 1 ... 画素配置部	40
5 2 ... 画素補完部	
5 3 ... 加算部	
5 4 ... 除算部	
5 5 ... 斜め画素ずらし補完部	
5 6 ... 分割補完部	
5 7 ... 画素補完 & 分割補完部	

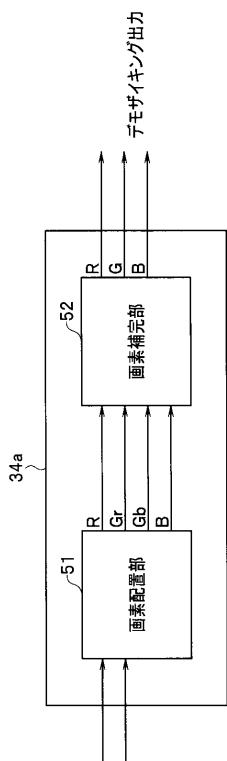
【図1】



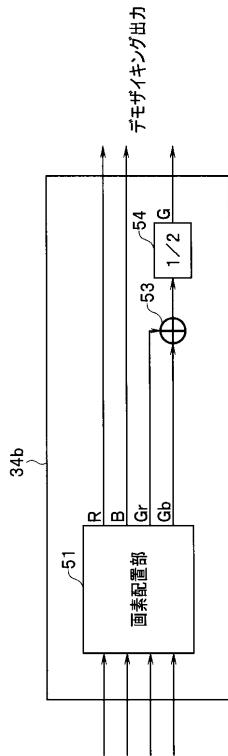
【図2】



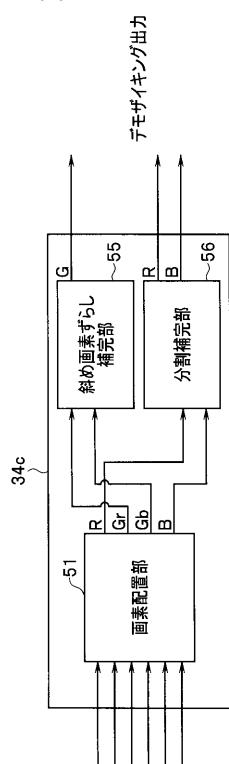
【図3】



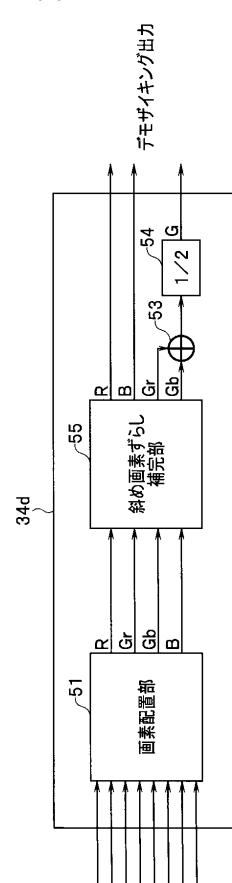
【図4】



【図5】



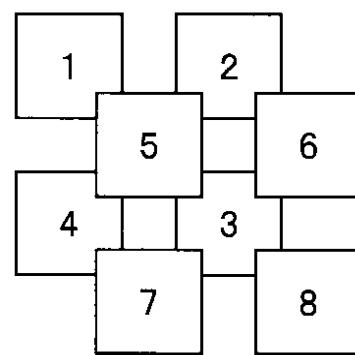
【図6】



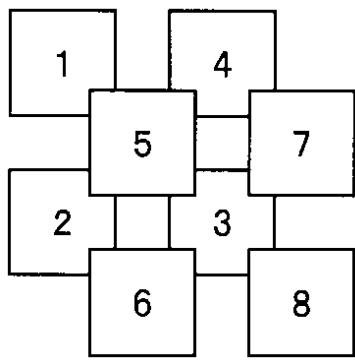
【図7】

合成枚数	縦×横解像度倍数	補完なし	斜め画素ずらし補完	画素補完	分割補完
1枚	1×1			R, G, B	
2枚	1×1	G		R, B	
4枚	1×1	R, G, B			
6枚	2×2	R, G, B	G		R, B
8枚	2×2	R, G, B	R, G, B		

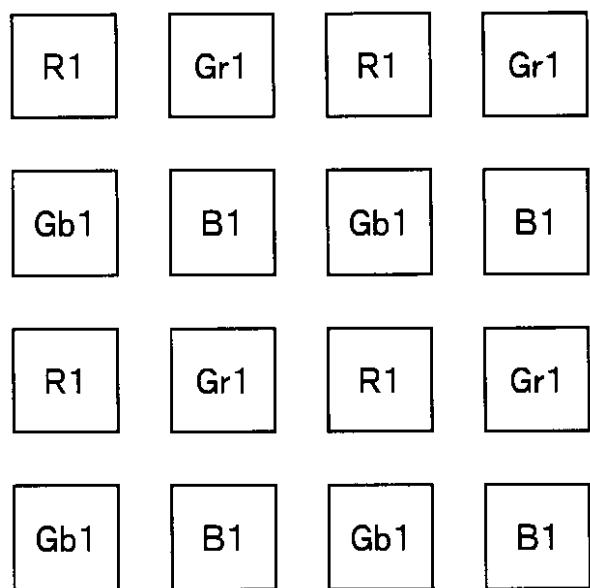
【図8】



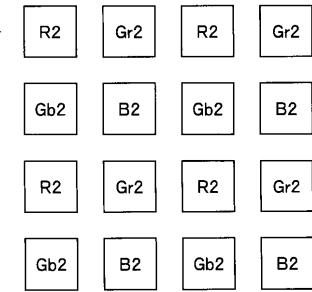
【図9】



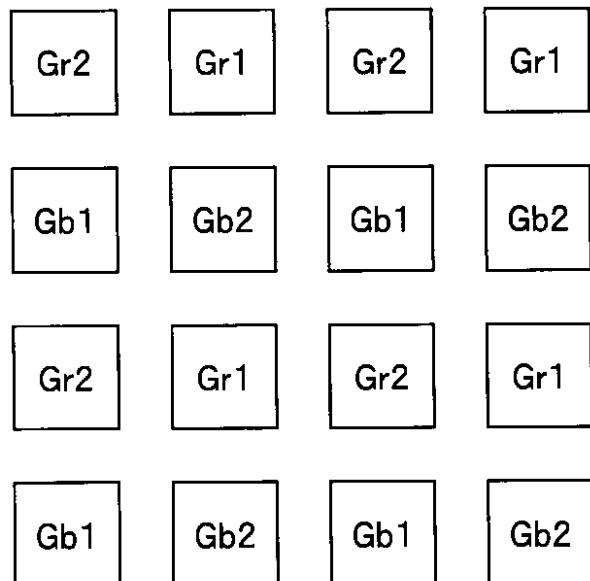
【図10】



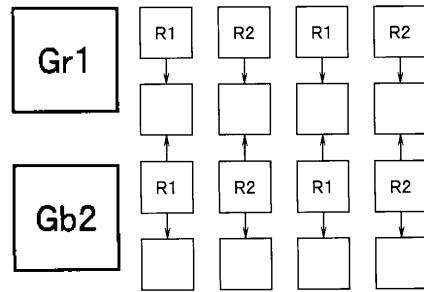
【図11】



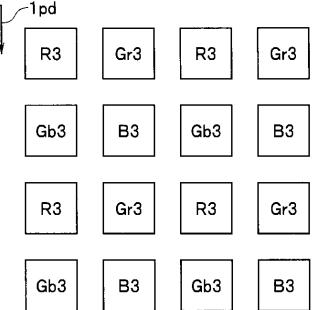
【図12】



【図13】



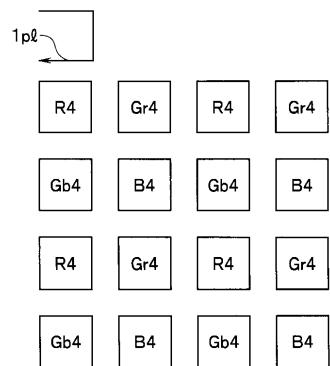
【図14】



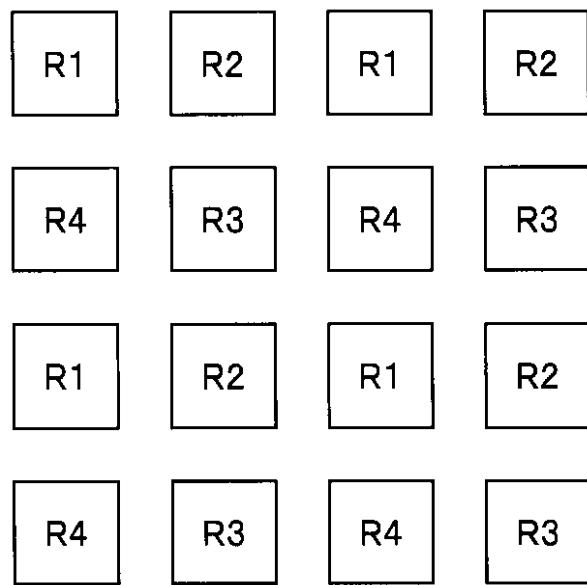
1pr

1pd

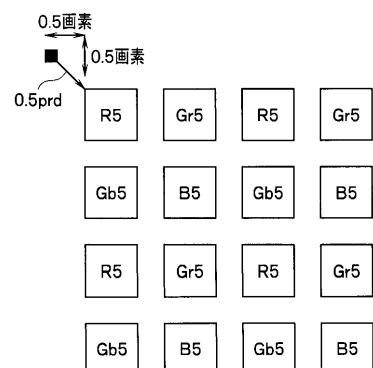
【図15】



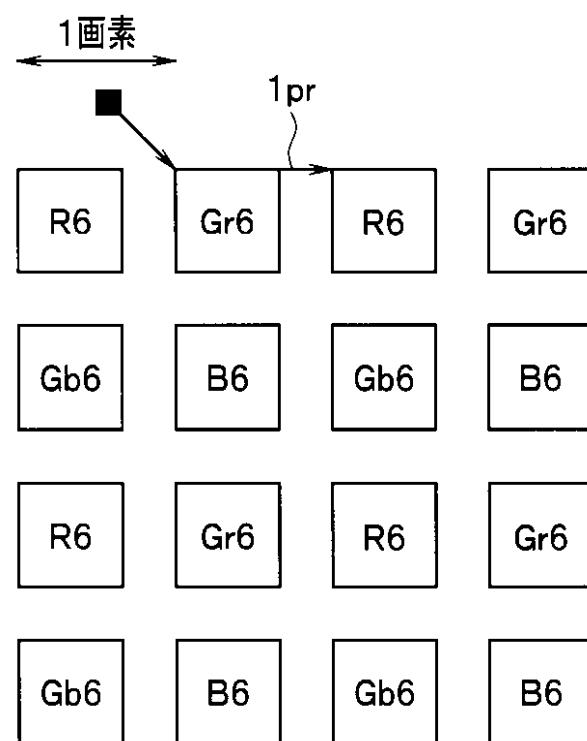
【図16】



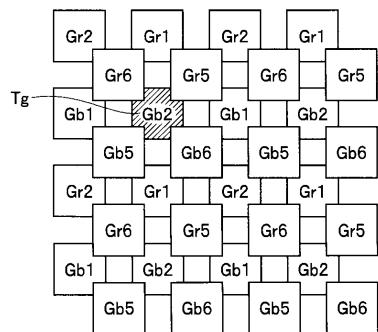
【図17】



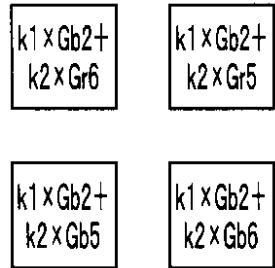
【図18】



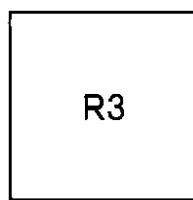
【図19】



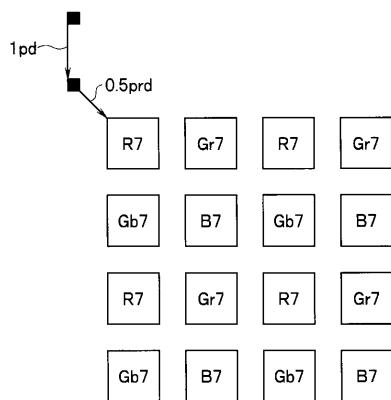
【図20】



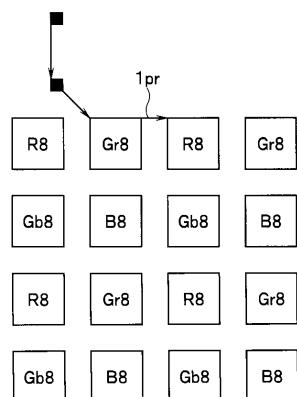
【図21】



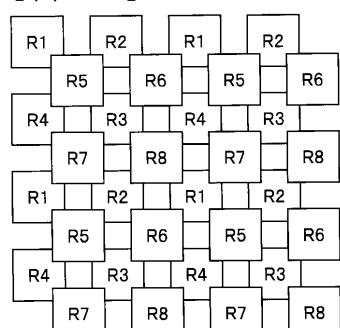
【図22】



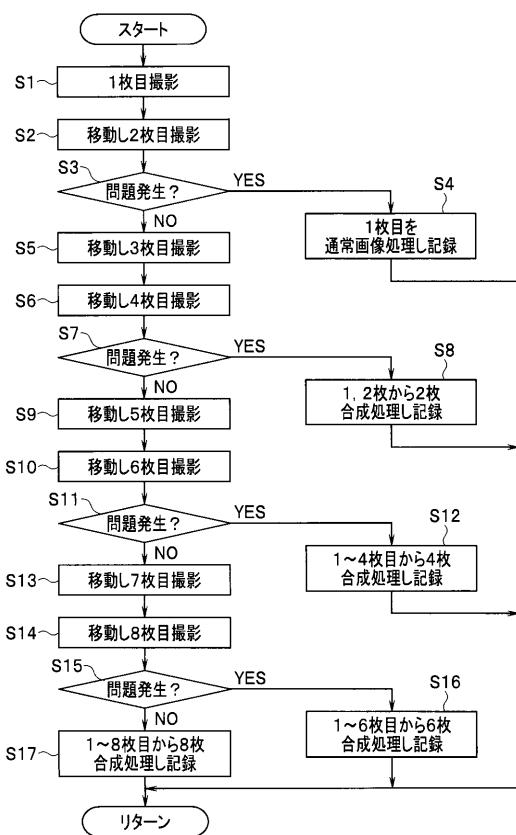
【図23】



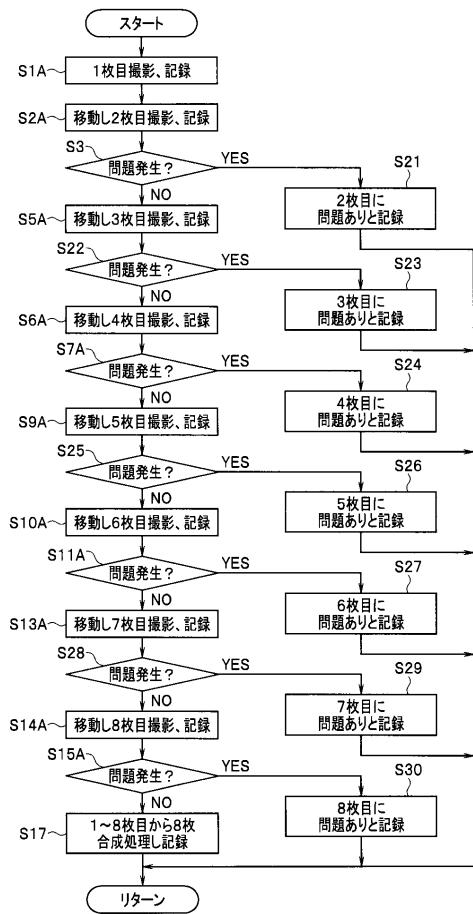
【図24】



【図25】



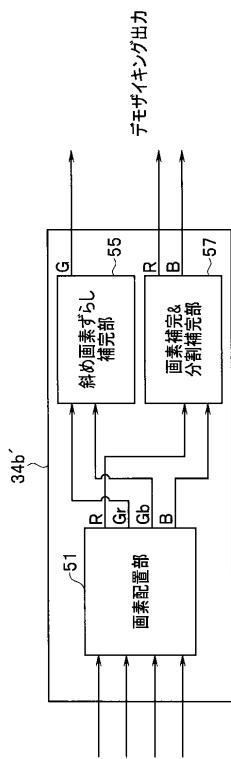
【図26】



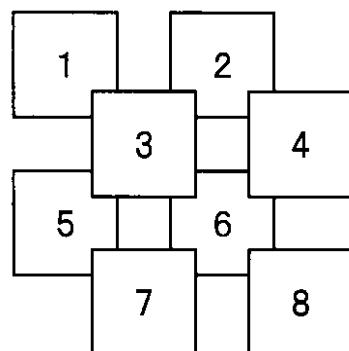
【図27】



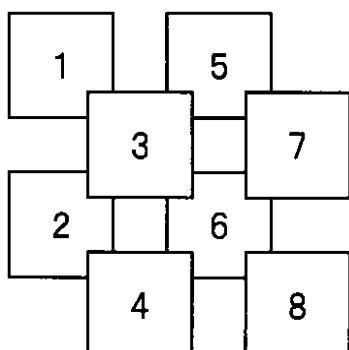
【図28】



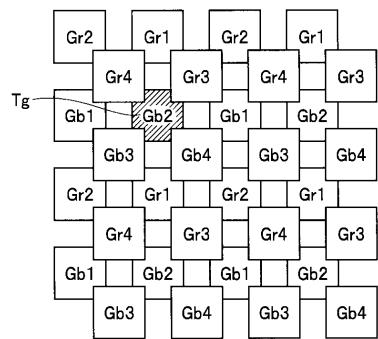
【図29】



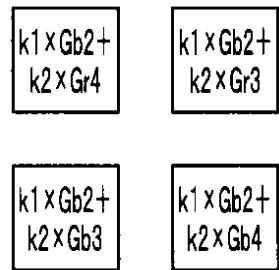
【図30】



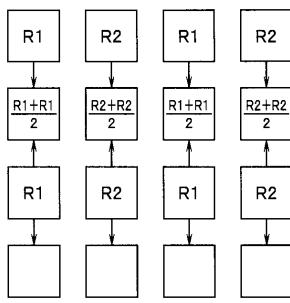
【図3-1】



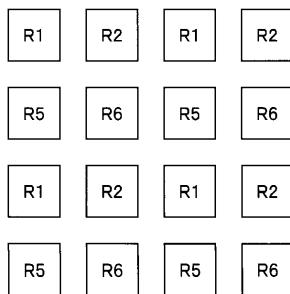
【図3-2】



【図3-3】



【図3-4】



---

フロントページの続き

審査官 徳 田 賢二

(56)参考文献 特開2001-292367(JP,A)  
特開2008-306525(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N 5 / 232

H 04 N 5 / 225

H 04 N 5 / 349

H 04 N 5 / 367