

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4307318号
(P4307318)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int.Cl.

HO4N 9/07 (2006.01)

F 1

HO4N 9/07

HO4N 9/07

C

A

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-135579 (P2004-135579)
 (22) 出願日 平成16年4月30日 (2004.4.30)
 (65) 公開番号 特開2005-318383 (P2005-318383A)
 (43) 公開日 平成17年11月10日 (2005.11.10)
 審査請求日 平成16年12月10日 (2004.12.10)

(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 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 田島 香
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 松田 岳士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】欠陥画素補正装置及び欠陥画素補正処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

R G B からなるベイヤー配列の撮像素子から得られる画像データを基に、着目画素におけるエッジ方向を検出するエッジ方向検出手段と、

前記エッジ方向検出手段によって検出されたエッジ方向に基づいて、前記撮像素子に含まれる欠陥画素を検出する検出手段と、

前記検出手段で検出された前記欠陥画素の補正を行う補正処理手段とを有し、

前記エッジ方向検出手段は、前記着目画素がGの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右、および、斜めに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて前記着目画素のエッジ方向を検出し、前記着目画素がRもしくはBの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右のみに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて、前記着目画素のエッジ方向を検出することを特徴とする欠陥画素補正装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の欠陥画素補正装置であつて、

前記撮像素子に像を結像するレンズと、

前記撮像素子からの信号をA/D変換するA/D変換器と、

前記A/D変換器から出力された信号に、カメラ信号処理を行う信号処理部とを有することを特徴とする欠陥画素補正装置。

【請求項 3】

10

20

R G B からなるベイヤー配列の撮像素子から得られる画像データにおける欠陥画素を補正する欠陥画素補正処理方法であって、

前記撮像素子から得られる画像データを基に、着目画素におけるエッジ方向を検出するエッジ方向検出工程と、

前記エッジ方向検出工程によって検出されたエッジ方向に基づいて、前記撮像素子に含まれる欠陥画素を検出する検出工程と、

前記検出工程で検出された前記欠陥画素の補正を行う補正処理工程とを有し、

前記エッジ方向検出工程において、前記着目画素が G の画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右、および、斜めに位置する G の画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて前記着目画素のエッジ方向を検出し、前記着目画素が R もしくは B の画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右のみに位置する G の画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて、前記着目画素のエッジ方向を検出することを特徴とする欠陥画素補正処理方法。10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の欠陥画素補正処理方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のコンピュータプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像素子を用いた撮像装置に係るものであり、特に、撮像素子の画素欠陥の補正に用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

C C D 等の撮像素子においては、二次元に配列された画素の内、その製造過程もしくは製造後において半導体の局部的な感度不良が生ずることが知られている。これらの現象が起きると、入射した光量に応じた電荷出力が得られなくなるため、撮像画像上に被写体とは無関係に白点や黒点が見て取れる、いわゆる欠陥画素となって現れる問題が発生する。30

【0003】

こうした欠陥画素を有する撮像出力に起因する画質劣化を信号処理によって補正するために、従来、撮像素子に含まれる欠陥画素についての欠陥データを、それを製造した半導体工場で検出して不揮発性メモリに予め記憶させるようにしていた。

【0004】

あるいは、撮像素子を用いた撮像装置側において、撮像装置のシャッターを遮光状態としたときに、所定の出力レベルを超える画素（白点欠陥画素）、または撮像装置への入射光量を所定のレベルとしたときに、所定の出力レベルに達しない画素（黒点欠陥画素）の位置データを不揮発性メモリに記憶しておいて、通常撮像時には、この不揮発性メモリに記憶されている位置データに基づいて欠陥画素を特定し、その欠陥画素の撮像出力に代えて、例えば 1 画素前の撮像出力を用いることにより、欠陥画素補正を行っていた。40

【0005】

しかしながら、上述のような補正方法では欠陥画素周囲の画像パターンがどのような画像パターンになっているか考慮されていなかったため、例えば複数の欠陥画素内でエッジが交差するような画像パターン等の場合、正確な補正值が得られず、画像データの画質が劣化してしまうという問題があった。

【0006】

こうした状況に対して、例えば特許文献 1 に記載の「画像補正装置及び画像補正方法」では、正常画素におけるエッジの存在を検知し、その存在するエッジの欠陥画素に対する影響を考慮し、エッジ上の欠陥画素を優先的に補正することにより画質劣化を防止してい50

る。

【0007】

【特許文献1】特開平09-247542号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

近年の撮像素子に求められる画素数が、以前の数十万画素程度から数百万画素に増大したこともあり、撮像素子の製造技術の進歩にも関わらず、撮像素子に現れる欠陥画素の発生確率は増加する傾向にある。特に、低コストが求められる民生機器に使用される撮像素子では、その製造歩留まりを上げるために、欠陥画素数を従来に比して桁違いに大きく許容せざるを得なくなってきた。

【0009】

したがって、特許文献1の「画像補正装置及び画像補正方法」のように、欠陥画素の位置情報と形状情報を予めROMに記憶されておくことは、困難になってきている。

【0010】

本発明はこのような状況のもとでなされたものであり、予めすべての欠陥画素情報を記憶手段に記憶しておかなくても、エッジ方向に適した欠陥画素の検出及び補正を行うことができるようになることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の欠陥画素補正装置は、RGBからなるベイヤー配列の撮像素子から得られる画像データを基に、着目画素におけるエッジ方向を検出するエッジ方向検出手段と、前記エッジ方向検出手段によって検出されたエッジ方向に基づいて、前記撮像素子に含まれる欠陥画素を検出する検出手段と、前記検出手段で検出された前記欠陥画素の補正を行う補正処理手段とを有し、前記エッジ方向検出手段は、前記着目画素がGの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右、および、斜めに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて前記着目画素のエッジ方向を検出し、前記着目画素がRもしくはBの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右のみに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて、前記着目画素のエッジ方向を検出することを特徴としている。

【0012】

本発明の欠陥画素補正処理方法は、RGBからなるベイヤー配列の撮像素子から得られる画像データにおける欠陥画素を補正する欠陥画素補正処理方法であって、前記撮像素子から得られる画像データを基に、着目画素におけるエッジ方向を検出するエッジ方向検出工程と、前記エッジ方向検出工程によって検出されたエッジ方向に基づいて、前記撮像素子に含まれる欠陥画素を検出する検出工程と、前記検出工程で検出された前記欠陥画素の補正を行う補正処理工程とを有し、前記エッジ方向検出工程において、前記着目画素がGの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右、および、斜めに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて前記着目画素のエッジ方向を検出し、前記着目画素がRもしくはBの画像信号を出力する画素であれば、前記着目画素の上下左右のみに位置するGの画像信号を出力する画素の信号レベルに基づいて、前記着目画素のエッジ方向を検出することを特徴としている。

【0013】

本発明のコンピュータプログラムは、前記欠陥画素補正処理方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴としている。

【0014】

本発明の記録媒体は、前記コンピュータプログラムを記録したことを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、信頼性の高いエッジ方向を得ることが可能となり、複数の画素を備え

10

20

30

40

50

た撮像素子において、欠陥画素の検出及び補正処理を高精度に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、本発明を原色ベイラー配列の単板撮像素子に対して適用した欠陥画素補正装置の第1の実施の形態を示し、概略構成を示すブロック図である。

図1において、11は図示しない撮像素子から出力される画像信号入力端子であり、12は入力される画像信号を色フィルタの各成分に分離するRGB分離処理手段12である。
10

【0017】

13は、G(緑色)フィルタが配置された画素位置の欠陥画素を検出・補正するのに必要なエッジ方向信号を生成するためのG用エッジ方向検出処理手段であり、14はR(赤色)またはB(青色)のフィルタが配置された画素位置の欠陥画素を検出・補正するのに必要なエッジ方向信号を生成するためのR/B用エッジ方向検出処理手段である。

【0018】

15は、欠陥画素検出・補正処理の対象となる画素に配置された色フィルタの色によって、G用またはR/B用のエッジ方向信号を切り替える選択手段である。

16、17、18は、それぞれ、選択手段15から出力されるエッジ方向信号によって制御されるエッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段であり、エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段16では、RGB分離処理手段12から出力されるG画像に対して、欠陥画素の検出と補正を行って、欠陥画素補正済みのG画像信号を出力する。
20

【0019】

エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段17では、RGB分離処理手段12から出力されるR画像に対して、欠陥画素の検出と補正を行って、欠陥画素補正済みのR画像信号を出力する。また、エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段18では、RGB分離処理手段12から出力されるB画像に対して、欠陥画素の検出と補正を行って、欠陥画素補正済みのB画像信号を出力する。

【0020】

着目画素位置情報入力端子19には、欠陥画素検出及び補正の対象となる着目画素の画像上での位置情報が入力され、これによって、着目画素に配置されている色フィルタの色が一意に決まり、RGB色分離処理手段12の出力、及びエッジ方向信号選択手段15の出力が切り替わる。
30

【0021】

画像入力端子11には、図示しないラインメモリを介して、図2に示すような色フィルタ配列の原色ベイラー配列撮像素子から、R及びGのフィルタがRG RG...という順で配置された画素のラインと、G及びBのフィルタがGB GB...という順で配置された画素のラインが交互に入力される。そこで、色フィルタ毎に欠陥画素検出・補正を行うにあたり、RGB分離処理手段12によって、色フィルタ毎の画像信号をあらかじめ抽出しておく。
40

【0022】

例えば、RGB色分離処理手段12でG画像を出力する場合には、入力信号に対して、RまたはBのフィルタが配置された画素の値を0にし、Gのフィルタが配置された画素の値のみを出力する。同様に、R画像、B画像を出力する場合には、出力する色以外の色フィルタが配置された画素の値を0にして出力するようにしている。

【0023】

RGB分離処理手段12から出力される欠陥画素補正前のR画像、G画像、B画像は、それぞれ、エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段16~18に入力される。また、欠陥画素補正前のG画像は、原色ベイラー配列撮像素子において、エッジ方向検出に適した信号として、G用エッジ方向検出処理手段13、R/B用エッジ方向検出処理手段14
50

にも入力され、R G B 全ての色フィルタについて、欠陥画素の検出及び補正処理を制御するためのエッジ方向信号をそれぞれ生成する。

【0024】

ここで、原色ベイヤー配列において、G 信号がエッジ方向検出に最適な理由について説明する。

エッジは画像において、隣接する数画素単位で輝度のレベルが大きく変化する部分である。したがって、このような細かい周期での輝度レベルの変化、すなわち、画像の高域成分を検出できるサンプリング構造であることが必要となる。

【0025】

この点において、原色ベイヤー配列では、図2に示すように、視覚の感度が高いGの色フィルタを市松模様状に配置しており、図2において、G フィルタが配置された画素の垂直、水平方向のサンプリング間隔Tgは、R 及びB の色フィルタが配置された画素の垂直、水平方向のサンプリング間隔 Trbの1/2になる。したがって、画像の高周波成分を抽出できるのはG 信号であるといえる。10

【0026】

また、各画素位置において、輝度信号を生成する際には、各画素位置における欠陥画素補正後のR G B の画素値を所定の比率で加重平均するが、この比率も、G がR G B の中で最大であり、輝度において支配的な信号といえる。

【0027】

以上のように、原色ベイヤー配列において、高周波成分を保持できるサンプリング構造であり、かつ、輝度の組成比に占める割合が他の2色よりも大きいため、G 信号はエッジ抽出及びエッジ方向の検出に適しているといえる。20

【0028】

また、画像信号では、局所領域における明るさの変化は連続であり、色フィルタが切り替わっても、エッジの方向は大きく変わらないので、R 及びB のフィルタが配置された画素位置における欠陥画素の検出・補正処理でも、G 信号から生成したエッジ方向信号を用いることは妥当と言える。

【0029】

次に、エッジ方向の検出処理について説明する。

原色ベイヤー配列の撮像素子の場合、欠陥画素検出・補正の対象となる着目画素に配置された色フィルタの色によって、着目画素に隣接するG 画素の配置が異なるので、それに伴い、エッジ信号の方向を検出するための演算処理も異なる。30

【0030】

まず、G フィルタが配置された着目画素におけるエッジ方向検出処理について説明する。

図3は、着目画素にG フィルタが配置されている場合の、エッジ方向検出処理領域におけるG 画素の分布を示す図である。

【0031】

図3において、欠陥画素検出・補正の対象となる着目画素は、G₃₃である。前記着目画素G₃₃の位置におけるエッジの方向を判定するために、図3のエッジ方向検出領域に含まれるG の画素を用いて、垂直、水平、斜め45°、斜め135°の各方向について、着目画素と周辺画素との相関を検出する。例えば、垂直方向の相関値Vdiff_Gを求める場合には、G₁₃ , G₃₃ , G₅₃の画素を用いて、式(1)で表される演算を行う。40

【0032】

$$V_{\text{diff_}G} = |G_{13} + G_{53} - 2 \cdot G_{33}| \quad \dots (1)$$

同様に、水平方向の相関値Hdiff_Gを求める場合には、G₃₁ , G₃₃ , G₃₅の画素を用いて、式(2)で表される演算を行う。

$$H_{\text{diff_}G} = |G_{31} + G_{35} - 2 \cdot G_{33}| \quad \dots (2)$$

また、斜め45°方向の相関値D1diff_Gを求める場合には、G₁₅ , G₂₄ , G₃₃ , G₄₂ , G₅₁の画素を用いて、式(3)で表される演算を行う。50

$$D1diff_G = |G_{15} + G_{51} - 2*G_{33}| + |G_{24} - G_{42}| \dots (3)$$

同様に、斜め135°方向の相関値D2diff_Gを求める場合には、 G_{11} , G_{22} , G_{33} , G_{44} 、 G_{55} の画素を用いて、式(4)で表される演算を行う。

$$D2diff_G = |G_{11} + G_{55} - 2*G_{33}| + |G_{22} - G_{44}| \dots (4)$$

【0033】

ここで、Vdiff_GとHdiff_Gの割合から、着目画素におけるエッジの方向を推測することができる。例えば、

i) $Vdiff_G > Hdiff_G$ のとき

$$Eg = 1 - Hdiff_G / Vdiff_G \dots (5)$$

ii) $Hdiff_G > Vdiff_G$ のとき

$$Eg = - (1 - Vdiff_G / Hdiff_G) \dots (6)$$

として、Vdiff_GとHdiff_Gの割合を用いて、第一象限での角度の変化を示すエッジ方向信号Egを算出する。

【0034】

図4に示すように、Egを閾値制御すると以下のようになり、エッジの方向を検出できる。

$Eg=1$ のとき・・・完全水平方向 (0°)

$1 > Eg > 0$ のとき・・・ $0^\circ \sim 45^\circ$ の任意の方向

$-1 < Eg < 0$ のとき・・・ $45^\circ \sim 90^\circ$ の任意の方向

$Eg = -1$ のとき・・・完全垂直方向 (90°)

$Eg=0$ のとき・・・斜め45°方向

【0035】

ただし、水平方向とエッジ方向のなす角をとしたときにのとりうる範囲は 0° から 180° までであるので、第一象限、第二象限のどちらに属する角度なのかを判定する必要が生じる。そこで、斜め45°方向と斜め135°方向の相関値、D1diff_GとD2diff_Gの大小を比較し、D1diff_Gが大きい場合には、第一象限であると判定して象限判定フラグfgに1を設定し、D2diff_Gが大きい場合には、第二象限であると判定してfg=2を設定する。また、 $D1diff_G = D2diff_G$ のときはfg=0とする。また、 $Eg=0$ で、かつ、D1diff_GとD2diff_Gの差が所定の値よりも小さい場合には、無相関であることを示す値(Eg=2)で、エッジ方向信号Egを再設定する。

【0036】

以上の手順により、Gフィルタが配置された着目画素におけるエッジ方向信号Eg、象限判定フラグfgが生成され、これらのパラメータEg、fgとエッジの方向を示す角度との関係は図5のようになる。

【0037】

次に、RまたはBフィルタが配置された着目画素におけるエッジ方向信号の生成について説明する。

図6は、着目画素にRフィルタが配置されている場合の、エッジ方向検出処理領域におけるG画素分布を示す図である。

【0038】

図6において、欠陥画素検出、補正の対象となる着目画素は、×印で示される位置であり、Gの画素値が存在しない。したがって、着目画素の位置におけるエッジ方向を検出すために、まず、着目画素の上下に隣接するG画素、 G_{23} 、 G_{43} を用いて、例えば、式(7)で表される演算を行い、着目画素における垂直方向の相関値Vdiff_Rを求める。

【0039】

$$Vdiff_R = |G_{23} - G_{43}| \dots (7)$$

同様にして、着目画素の左右に隣接するG画素、 G_{32} 、 G_{34} を用いて、例えば、式(8)で表される演算を行い、エッジの水平方向成分Hdiff_Rを求める。

$$Hdiff_R = |G_{32} - G_{34}| \dots (8)$$

【0040】

10

20

30

40

50

G用のエッジ方向信号検出の場合と同様に、Vdiff_RとHdiff_Rの割合から、第一象限での角度の変化を示すエッジ方向信号Erを算出し、エッジの方向を推定する。エッジ方向信号Erと、エッジの方向を示す角度との関係は、図10のようになる。

【0041】

また、本実施の形態におけるR/B用のエッジ方向検出手段では、Gの場合のように、斜め45°方向と斜め135°方向の相関値を用いた象現判定を行わない。これは、原色ベイヤー配列におけるR及びBのサンプリング構造では、図7のように、斜め方向の画素間距離が広いため、象現判定に誤りがあった場合、斜め方向に関しては、欠陥画素検出・補正処理への悪影響が大きくなるからである。

【0042】

また、着目画素にBフィルタが配置されている場合は、エッジ抽出領域内のG画素の分布が、図4と同様であるので、着目画素にRフィルタが配置されている場合と同じ方法でエッジ方向信号Ebを算出することができる。

【0043】

本実施の形態の欠陥画素補正処理方法によれば、着目画素にどの色フィルタが配置されているかは、着目画素の画像内での位置によって一意に決まるので、図1の着目画素位置情報入力端子19から入力される着目画素の位置情報によって、選択手段15では、G用エッジ方向検出処理手段13とR/B用エッジ方向検出処理手段14の出力信号のいずれかを選択し、次工程の欠陥画素検出・補正処理手段を制御するエッジ方向信号を出力する。

【0044】

次に、欠陥画素検出・補正処理手段について説明する。

欠陥画素の検出・補正処理では、色フィルタの違いによる信号レベルの差を考慮し、着目画素と同色の色フィルタが配置された近接画素を用いて、それぞれの色ごとに行う。また、着目画素に配置された色フィルタがGの場合と、RまたはBの場合では、サンプリング構造の違いにより、欠陥画素検出・補正のために参照できる画素の配置及び画素数が異なるので、欠陥画素検出・補正処理の方法も変わる。

【0045】

図8は、着目画素の色フィルタがGである場合の、G用エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段の構成例である。以下、図8と図3を参照しながら、G用エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理を説明する。

【0046】

図8において、81は垂直方向欠陥画素検出手段、82は水平方向欠陥画素検出手段、83は斜め45度方向欠陥画素検出手段、84は斜め135度方向欠陥画素検出手段、85は無方向欠陥画素検出手段、86は選択手段、87は比較手段である。

【0047】

G信号入力端子からは、RGB色分離処理によって、RとBの画素の値が0で置き換えられ、Gの画素値のみを持つ、図3に示すような局所領域の画像信号が入力される。この図3において、G₃₃が、欠陥画素検出・補正の対象となる着目画素である。

【0048】

垂直方向欠陥画素検出手段81では、着目画素G₃₃に対して、垂直方向に隣接する2画素G₁₃、G₅₃の平均値G_v=(G₁₃+G₅₃)/2を算出する。

水平方向欠陥画素検出手段82では、着目画素G₃₃に対して、水平方向に隣接する2画素G₃₁、G₃₅の平均値G_h=(G₃₁+G₃₅)/2を算出する。

【0049】

斜め45度方向欠陥画素検出手段83では、着目画素G₃₃に対して、水平方向を基準として斜め45度方向のライン上に隣接する2画素G₂₄、G₄₂の平均値G_{d1}=(G₂₄+G₄₂)/2を算出する。

【0050】

斜め135度方向欠陥画素検出手段84では、着目画素G₃₃に対して、水平方向を基準と

10

20

30

40

50

して斜め135°方向のライン上に隣接する2画素 G_{22} 、 G_{44} の平均値 $Gd2=(G_{22}+G_{44})/2$ を算出する。

【0051】

無方向欠陥画素検出手段85では、着目画素 G_{33} に対して、垂直、水平、斜め方向に隣接する8画素 G_{13} 、 G_{53} 、 G_{31} 、 G_{35} 、 G_{22} 、 G_{24} 、 G_{42} 、 G_{44} の平均値 $Ga=(G_{13}+G_{53}+G_{31}+G_{35}+G_{22}+G_{24}+G_{42}+G_{44})/8$ を算出する。

【0052】

選択手段86には、G用エッジ方向検出手段の出力信号 Eg 、 fg が入力される。ここで、G用エッジ方向信号 Eg には、「-1～+1」までの範囲の小数の値、または無相関を示す値2が設定されており、 fg には、0,1,2のいずれかの値が設定されている。

10

【0053】

選択手段86では、入力されるG用エッジ信号 Eg の値に応じて、垂直方向欠陥画素検出手段81から無方向欠陥画素検出手段85までの欠陥画素検出手段の出力のうち、1つないし2つを選択する。例えば、 $Eg=1$ の場合、エッジ方向は0°、すなわち完全水平方向なので、水平方向欠陥画素検出手段82の出力を選択する。

【0054】

また、 $Eg=0.3$ で、かつ $fg=2$ の場合には、エッジ方向は垂直方向と、斜め135°方向の間の角度であるので、垂直方向欠陥画素検出手段81と斜め135°方向欠陥画素検出手段84の2種類の出力信号を選択する。また、 $Eg=2$ の場合には、着目画素と周辺画素との相関がなく、エッジ方向なしと判定されるので、無方向欠陥画素検出手段85の出力を選択する。

20

【0055】

ここで、2種類の欠陥画素検出手段の出力が選択された場合には、エッジ方向信号 Eg をパラメータとして、2種類の欠陥画素検出手段の出力信号を加重平均して出力し、1種類の欠陥画素検出手段の出力が選択された場合には、欠陥画素検出手段の出力をそのまま出力する。例えば、 $Eg=0.3$ 、 $fg=2$ の場合には、式(9)のようになる。

$$Gdet = Gv * Eg + (1-Eg) * Gd2 \quad \dots (9)$$

【0056】

比較手段87には、選択手段86から出力される欠陥画素検出信号 $Gdet$ と、着目画素 G_{33} の値が入力され、両者の差分の絶対値 $|Gdet - G_{33}|$ が、第1の閾値 $Th1$ よりも大きい場合には、白点欠陥画素であると判定し、第2の閾値 $Th2$ よりも小さい場合には、黒点欠陥画素であると判定し、いずれも、 $Gdet$ の値で着目画素 G_{33} の値を置き換えることにより、欠陥画素を補正する。

30

【0057】

一方、 $|Gdet - G_{33}|$ が、第1の閾値 $Th1$ よりも小さく、かつ第2の閾値 $Th2$ よりも大きい場合には、着目画素は欠陥画素でないとみなし、 G_{33} の値をそのまま出力する。

【0058】

以上の動作により、着目画素にG色の色フィルタが配置されている場合の欠陥画素の検出・及び補正処理を行うことができる。

40

【0059】

次に、着目画素の色フィルタがRまたはBである場合の欠陥画素検出・補正について、図9及び図7を参照しながら、Rの場合を例に説明する。

図9は、着目画素の色フィルタがRである場合の、R用エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段の構成例である。

【0060】

図9において、91は垂直方向欠陥画素検出手段、92は水平方向欠陥画素検出手段、93は無方向欠陥画素検出手段、94は選択手段、95は比較手段である。

R信号入力端子からは、RGB色分離処理によって、GとBの画素の値が0で置き換えられ、Rの画素値のみを持つ、図7に示すような局所領域の画像信号が入力される。この

50

図7において、 R_{33} が、欠陥画素検出・補正の対象となる着目画素である。

【0061】

垂直方向欠陥画素検出手段91では、着目画素 R_{33} に対して、垂直方向に隣接する画素 R_{13} 、 R_{53} の平均値 $R_v = (R_{13} + R_{53})/2$ を算出する。

水平方向欠陥画素検出手段92では、着目画素 R_{33} に対して、水平方向に隣接する画素 R_{31} 、 R_{35} の平均値 $R_h = (R_{31} + R_{35})/2$ を算出する。

無方向欠陥画素検出手段93では、着目画素 R_{33} に対して、垂直、水平、斜め方向に隣接する8画素 R_{11} 、 R_{13} 、 R_{15} 、 R_{31} 、 R_{35} 、 R_{51} 、 R_{53} 、 R_{55} の平均値 $G_a = (R_{11} + R_{13} + R_{15} + R_{31} + R_{35} + R_{51} + R_{53} + R_{55})/8$ を算出する。

【0062】

選択手段94には、R用エッジ方向検出手段の出力信号 E_r が入力される。R用エッジ方向信号 E_r には、「-1～+1」までの範囲の小数の値が設定されている。選択手段94では、入力されるR用エッジ信号 E_r の値に応じて、垂直方向欠陥画素検出手段91～無方向欠陥画素検出手段93までの欠陥画素検出手段の出力のうち、1つないし2つを選択する。

【0063】

例えば、 $E_r = 1$ の場合、エッジ方向は 0° すなわち完全水平方向なので、水平方向欠陥画素検出手段92の出力を選択し、 $E_r = -1$ の場合はエッジ方向は 90° 、すなわち完全垂直方向なので、水平方向欠陥画素検出手段91の出力を選択する。

【0064】

また、本実施の形態では、RまたはB用のエッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段では、 $E_r = 0$ のときに、エッジの方向が、斜め 45° 方向であるか、斜め 135° 方向であるかを区別しない。

【0065】

これは、原色ベイヤー配列の場合、R及びBのフィルタの配置された画素は、斜め方向の画素間隔が広く、画素間の相関が低いことを考慮し、エッジ方向が斜め 45° 度または斜め 135° 度である場合には、いずれも、着目画素周辺の8画素分の平均値を出力する無方向欠陥画素検出手段85の出力を選択する方が妥当と考えられるからである。

【0066】

また、 $1 > E_r > 0$ 、または $-1 < E_r < 0$ である場合には、垂直方向欠陥画素検出手段91と水平方向欠陥画素検出手段92の2種類の出力信号を選択し、エッジ方向信号 E_r をパラメータとして、2種類の欠陥画素検出手段91, 92の出力信号を加重平均して出力する。

【0067】

比較手段95には、選択手段94から出力される欠陥画素検出信号 R_{det} と、着目画素 R_{33} の値が入力され、両者の差分値の絶対値 $|R_{det} - R_{33}|$ が、第1の閾値 T_{h1} よりも大きい場合には、白点欠陥画素であると判定し、第2の閾値 T_{h2} よりも小さい場合には、黒点欠陥画素であると判定し、いずれも、 R_{det} の値で着目画素 R_{33} の値を置き換えることにより、欠陥画素を補正する。

【0068】

一方、 $|R_{det} - R_{33}|$ が、第1の閾値 T_{h1} よりも小さく、かつ第2の閾値 T_{h2} よりも大きい場合には、着目画素は欠陥画素でないとみなし、着目画素 R_{33} の値をそのまま出力する。

【0069】

以上の動作により、着目画素にR色の色フィルタが配置されている場合の欠陥画素の検出・及び補正処理を行うことができる。尚、着目画素にB色の色フィルタが配置されている場合も、同様の方法で欠陥画素の検出及び補正を行うことができるので、説明を割愛する。

【0070】

以上の動作を行うことにより、本実施の形態の欠陥画素補正装置においては、被写体の

10

20

30

40

50

エッジ方向に沿った欠陥画素補正を、安定的にかつ良好に実行することができる。さらに、複数色の色フィルタが配列された撮像素子において、色フィルタの色によって、空間サンプリング構造が異なることによる色フィルタごとのばらつきを受けずにエッジの方向を判定できるようにした（一色の信号を使ってエッジ方向を検出している）ので、エッジ方向に適した欠陥画素の検出及び補正を行うことができる構成となっている。上記のような構成にすることにより、サンプリング構造の違いにより、色フィルタのうち、画像信号に含まれる高域成分を抽出できるものと、低域成分しか抽出できないものがある場合に、境界の抽出及び大小比較において、色フィルタごとにばらつきが生じるという問題を解決することができる。

【0071】

10

（第2の実施の形態）

図11は、本発明を補色配列フィールド蓄積の単板撮像素子に適用した第2の実施の形態を示し、欠陥画素補正装置の概略構成を示すブロック図である。

図11において、141は図示しない撮像素子からの欠陥画素補正前の画像信号入力端子であり、143は入力される画像信号に対して、画素ごとに重畠されている色キャリア成分を除去する色キャリア除去処理手段であり、144は色キャリアを除去して生成された輝度成分から、着目画素におけるエッジの方向を検出するエッジ方向検出処理手段である。

【0072】

20

145はエッジ方向検出処理手段144で算出されるエッジ方向信号Epに沿って、色キャリア除去前の画像信号から欠陥画素を検出、補正するエッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段であり、欠陥画素補正後画像出力端子146から欠陥画素補正後の画像を出力する。

【0073】

本実施の形態では、補色配列の単板撮像素子の一例として、イエロー(Ye)、シアン(Cy)、マゼンダ(Mg)、グリーン(G)の各色の色フィルタが、図12に示すように配置されたものを用いる例を示している。

【0074】

30

図12に示すように、フィールド蓄積の場合、奇数フィールドでは、垂直方向奇数番目の画素と偶数番目の画素を加算して順次読み出し、偶数フィールドでは、偶数番目の画素と奇数番目の画素の信号を加算して画像信号を読み出す。

【0075】

すなわち、 $Wb=Mg + Cy$ 、 $Wr=Ye+Mg$ 、 $Gb=Cy+G$ 、 $Gr=Ye+G$ とおくと、奇数フィールドでは、図13(a)のように、 Wr 、 Gb 、 Wr 、 Gb …という画素の並びと、 Wb 、 Gr 、 Wb 、 Gr …という画素の並びが、1ラインごと交互に読み出され、偶数フィールドでは、図13(b)のように、 Wb 、 Gr 、 Wb 、 Gr …という画素の並びと、 Wr 、 Gb 、 Wr 、 Gb …という画素の並びが1ラインごと交互に読み出される。

【0076】

ここで、 Wr と Gb が1画素おきに交互に読み出されるラインの信号を So とし、 Wb と Gr が1画素おきに交互に読み出されるラインの信号を Se とすると、フーリエ級数により So 、 Se は以下のように表される。

$$\begin{aligned} So &= Wr + Gb + \{(Wr - Gb) * \sin 2\pi fs t\} / 2 \\ &= (2R + 3G + 2B) + \{(2R - G) * \sin 2\pi fs t\} / 2 \quad \dots \quad (10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Se &= Wb + Gr + \{(Wb - Gr) * \sin 2\pi fs t\} / 2 \\ &= (2R + 3G + 2B) + \{(2B - G) * \sin 2\pi fs t\} / 2 \quad \dots \quad (11) \end{aligned}$$

(fs : キャリア周波数)

【0077】

40

前記式(10)、(11)に示すように、いずれの読み出しラインの信号も、ベースバンドの輝度成分 $Y = 2R + 3G + 2B$ に、色キャリア成分 $Cr = \{(2R - G) * \sin 2\pi fs t\} / 2$ または $Cb = \{(2B - G) * \sin 2\pi fs t\} / 2$ が重畠されている。

50

【0078】

色キャリア除去処理手段143では、これらの信号に対し、所定の帯域のLPFをかけることにより、重畠されている色キャリア成分を除去する。色キャリアを除去した後の画像は、図14に示すように輝度成分のみとなる。

【0079】

輝度変化の大きいところがエッジ信号であるから、本実施の形態では、後述する欠陥画素検出・補正処理を制御するためのエッジ信号を、色キャリアを除去した画像信号から生成する。

【0080】

次に、エッジ方向検出処理について説明する。

10

図14は、色キャリア除去後の画像における、エッジ方向検出領域を示し、 Y_{33} が欠陥画素検出・補正の対象となる着目画素である。着目画素位置におけるエッジ方向を検出するために、まず、着目画素を含む垂直方向の画素列、 Y_{13} 、 Y_{23} 、 Y_{33} 、 Y_{43} 、 Y_{53} を用いて、例えば、以下の式12で表される演算を行い、エッジの垂直方向成分 V_{diff_Y} を求める。

【0081】

$$V_{diff_Y} = |Y_{13} + Y_{53} - 2*Y_{33}| + |Y_{23} - Y_{43}| \dots (12)$$

同様に、着目画素を含む水平方向の画素列、 Y_{31} 、 Y_{32} 、 Y_{33} 、 Y_{34} 、 Y_{35} を用いて、例えば、式13で表される演算を行い、エッジの水平方向成分 H_{diff_Y} を求める。

$$H_{diff_Y} = |Y_{31} + Y_{35} - 2*Y_{33}| + |Y_{32} - Y_{34}| \dots (13)$$

20

【0082】

第1の実施の形態のエッジ方向信号検出の場合と同様に、 V_{diff_Y} と H_{diff_Y} の割合から、着目画素におけるエッジの方向を推測し、エッジの方向を示すパラメータ E_p を出力する。水平方向とエッジの方向とのなす角を θ とおくと、エッジ方向を示すエッジ方向信号 E_p と θ との関係は、図15のようになる。

【0083】

次に、エッジ方向に沿った欠陥画素の検出及び補正方法について説明する。入力画像信号において、着目画素を中心とした同じ色成分の画素の分布は、着目画素の色成分 W_b 、 W_r 、 G_b 、 G_r によらず、同一であり、図17のようになる。

【0084】

30

図17において、着目画素は P_{33} であり、着目画素と着目画素周辺の8画素、 P_{11} 、 P_{13} 、 P_{15} 、 P_{31} 、 P_{35} 、 P_{51} 、 P_{53} 、 P_{55} を用いて、欠陥画素の検出及び補正を行う。また、図17において、 \times 印のついた画素は、着目画素と異なる色成分の信号を示している。

【0085】

図16は、エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段の構成例である。図16において、161は垂直方向欠陥画素検出手段、162は水平方向欠陥画素検出手段、163は無方向欠陥画素検出手段、164は選択手段、165は比較手段である。

【0086】

垂直方向欠陥画素検出手段161では、図17の着目画素 P_{33} に対して、垂直方向に隣接する同じ色成分の画素 P_{13} 、 P_{53} の平均値 $P_v=(P_{13}+P_{53})/2$ を算出する。

40

水平方向欠陥画素検出手段162では、着目画素 P_{33} に対して、水平方向に隣接する同じ色成分の画素 P_{31} 、 P_{35} の平均値 $P_h=(P_{31}+P_{35})/2$ を算出する。

無方向欠陥画素検出手段163では、着目画素 P_{33} に対して、垂直、水平、斜め方向に隣接する8画素 P_{11} 、 P_{13} 、 P_{15} 、 P_{31} 、 P_{35} 、 P_{51} 、 P_{53} 、 P_{55} の平均値 $P_a=(P_{11}+P_{13}+P_{15}+P_{31}+P_{35}+P_{51}+P_{53}+P_{55})/8$ を算出する。

【0087】

選択手段164では、エッジ方向検出手段の出力信号 E_p に応じて、欠陥画素検出手段の出力のうち、1つないし2つを選択する。エッジ方向信号 E_p には、「-1～+1」までの範囲の小数の値が設定されており、例えば、 $E_p=1$ の場合、エッジ方向は 0° 、すなわち完全水平方向なので、水平方向欠陥画素検出手段162の出力を選択し、 $E_p=-1$ の場合、

50

エッジ方向は 90° 、すなわち完全垂直方向なので、垂直方向欠陥画素検出手段 161 の出力を選択する。

【0088】

また、図 17 に示すように、補色配列の単板撮像素子では、斜め方向の同色成分の画素間隔が広く、欠陥画素の検出・補正に用いる参照画素の相関が低くなるので、エッジ方向信号 E_p が斜め方向を示す場合 ($E_p=0$) には、周辺 8 画素の平均をとる無方向欠陥画素検出手段 163 の出力を選択する。

【0089】

また、 $1 > E_p > 0$ 、または $-1 < E_p < 0$ である場合には、垂直方向欠陥画素検出手段 161 と水平方向欠陥画素検出手段 162 の 2 種類の出力信号を選択し、エッジ方向信号 E_p をパラメータとして、2 種類の欠陥画素検出手段の出力信号を加重平均して出力する。10

【0090】

比較手段 165 には、選択手段 164 から出力される欠陥画素検出手信号 P_{det} と、着目画素 P_{33} の値が入力され、両者の差分値の絶対値 $|P_{det} - P_{33}|$ が、第 1 の閾値 T_{h1} よりも大きい場合には、白点欠陥画素であると判定し、第 2 の閾値 T_{h2} よりも小さい場合には、黒点欠陥画素であると判定し、いずれも、 P_{det} の値で着目画素 P_{33} の値を置き換えることにより、欠陥画素を補正する。

【0091】

一方、 $|P_{det} - R_{33}|$ が、第 1 の閾値 T_{h1} よりも小さく、かつ、第 2 の閾値 T_{h2} よりも大きい場合には、着目画素は欠陥画素でないとみなし、 P_{33} の値をそのまま出力する。20

【0092】

以上の動作により、補色配列の単板撮像素子を用いた本実施の形態において、被写体のエッジ方向に沿った欠陥画素補正を、安定かつ良好に実行することができる。

【0093】

さらに、複数色の色フィルタが配列された撮像素子において、色フィルタの色によって、空間サンプリング構造が異なることによる色フィルタごとのばらつきを受けずにエッジの方向を判定できるように、色キャリアを除去した信号（輝度成分）を使ってエッジ方向を検出しているので、エッジ方向に適した欠陥画素の検出及び補正を行うことができる構成となっている。上記のような構成にすることにより、サンプリング構造の違いにより、色フィルタのうち、画像信号に含まれる高域成分を抽出できるものと、低域成分しか抽出できないものがある場合に、境界の抽出及び大小比較において、色フィルタごとにばらつきが生じるという問題を解決することができる。30

【0094】

(本発明の他の実施形態)

前述した実施形態の機能を実現するべく各種のデバイスを動作させるように、前記各種デバイスと接続された装置あるいはシステム内のコンピュータに対し、前記実施形態の機能を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ (CPU あるいは MPU) に格納されたプログラムに従って前記各種デバイスを動作させることによって実施したものも、本発明の範疇に含まれる。40

【0095】

また、この場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、例えば、かかるプログラムコードを格納した記録媒体は本発明を構成する。かかるプログラムコードを記録する記録媒体としては、例えばフレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM 等を用いることができる。

【0096】

また、コンピュータが供給されたプログラムコードを実行することにより、前述の実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードがコンピュータにおいて稼働50

しているO S (オペレーティングシステム)あるいは他のアプリケーションソフト等と共に前述の実施形態の機能が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の実施形態に含まれる。

【0097】

さらに、供給されたプログラムコードがコンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるC P U等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合にも本発明に含まれる。

【0098】

次に、図18に基づいて、上記で説明した本発明の実施形態で説明した撮像素子（撮像装置）を用いた撮像システムについて説明する。

図18において、1はレンズのプロテクトとメインスイッチを兼ねるバリア、2は被写体の光学像を撮像素子4に結像させるレンズ、3はレンズ2を通った光量を可変するための絞り、4はレンズ2で結像された被写体を画像信号として取り込むための撮像素子、5は撮像素子4より出力される画像信号のアナログ-ディジタル変換を行うA / D変換器、6はA / D変換器5より出力された画像データに各種の補正を行ったりデータを圧縮したりする信号処理部（本実施の形態の欠陥画素補正装置の動作は、全体制御部の制御により信号処理部で実施される）、7は各種演算とスチルビデオカメラ全体を制御する全体制御・演算部、10は画像データを一時的に記憶する為のメモリ部、8は記録媒体に記録または読み出しを行うためのインターフェース部、9は画像データの記録または読み出しを行う為の半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体である。

【0099】

次に、前述の構成における撮影時のスチルビデオカメラの動作について説明する。

バリア1がオープンされるとメイン電源がオンされ、次にコントロール系の電源がオンし、更にA / D変換器5などの撮像系回路の電源がオンされる。それから、露光量を制御する為に、全体制御・演算部7は絞り3を開放にし、撮像素子4から出力された信号はA / D変換器5で変換された後、信号処理部6に入力される。そのデータを基に露出の演算を全体制御・演算部7で行う。この測光を行った結果により明るさを判断し、その結果に応じて全体制御・演算部7は絞りを制御する。

【0100】

次に、撮像素子4から出力された信号をもとに、高周波成分を取り出し被写体までの距離の演算を全体制御・演算部7で行う。その後、レンズを駆動して合焦か否かを判断し、合焦していないと判断した時は、再びレンズを駆動し測距を行う。

【0101】

そして、合焦が確認された後に本露光が始まる。露光が終了すると、撮像素子4から出力された画像信号はA / D変換器5でA / D変換され、信号処理部6を通り全体制御・演算部7によりメモリ部に書き込まれる。その後、メモリ部10に蓄積されたデータは、全体制御・演算部7の制御により記録媒体制御I / F部を通り半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体に記録される。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明の第1の実施の形態の概略構成を示すブロック図である。

【図2】原色ベイヤー配列撮像素子の色フィルタ配置を示す図である。

【図3】着目画素にGフィルタが配置されている場合の、エッジ方向検出処理領域でのG画素の分布図である。

【図4】エッジ方向信号の閾値制御を示す図である。

【図5】エッジ方向信号Eg、象現判定フラグf gとエッジの方向を示す角度との関係を示す図である。

【図6】着目画素にRまたはBフィルタが配置されている場合の、エッジ方向検出処理領

10

20

30

40

50

域でのG画素の分布図である。

【図7】着目画素にRフィルタが配置されている場合の、着目画素近傍のR画素の分布図である。

【図8】着目画素の色フィルタがGである場合の、G用エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段を示すブロック図である。

【図9】着目画素の色フィルタがRである場合の、R用エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段を示すブロック図である。

【図10】Rまたは、Bフィルタが配置された着目画素におけるエッジ方向信号Erと、エッジの方向を示す角度との関係を示す図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態の概略構成を示すブロック図である。 10

【図12】補色配列単板撮像素子の色フィルタ配置を示す図である。

【図13】補色配列単板撮像素子から、加算読み出しを行った場合の色信号の分布を示す図である。

【図14】補色配列単板撮像素子から、加算読み出しを行った後、色キャリアを除去した信号の分布を示す図である。

【図15】第2の実施の形態において、エッジ方向信号Epとエッジの方向との関係を示す図である。

【図16】第2の実施の形態における、エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段を示すブロック図である。

【図17】補色配列撮像素子において、着目画素近傍における、着目画素と同色の色成分の画素分布を示す図である。 20

【図18】本発明の実施形態における撮像装置のシステム構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0103】

1 1 画像信号入力端子

1 2 R G B 色分離処理手段

1 3 G用エッジ方向検出処理手段

1 4 R / B用エッジ方向検出処理手段

1 5 選択手段

1 6 エッジ方向適応G欠陥画素検出・補正処理手段

1 7 エッジ方向適応R欠陥画素検出・補正処理手段

1 8 エッジ方向適応B欠陥画素検出・補正処理手段

1 9 着目画素位置情報入力端子

Tg 原色ベイダー配列CCDにおけるG画素の垂直・水平方向のサンプリング間隔

Trb 原色ベイダー配列CCDにおけるR / B画素の垂直・水平方向のサンプリング間隔

Vdiff_G, Vdiff_R 着目画素における垂直方向相関値

Hdiff_G, Hdiff_R 着目画素における水平方向相関値

D1diff_G 着目画素における斜め45°方向の相関値

D2diff_G 着目画素における斜め135°方向の相関値

Eg, Er, Eb, Ep エッジ方向信号

水平方向とエッジ方向のなす角

fg エッジ方向の象現判定フラグ

8 1 垂直方向欠陥画素検出手段

8 2 水平方向欠陥画素検出手段

8 3 斜め45°方向欠陥画素検出手段

8 4 斜め135°方向欠陥画素検出手段

8 5 無方向欠陥画素検出手段

8 7 比較手段

1 4 3 色キャリア除去処理手段

30

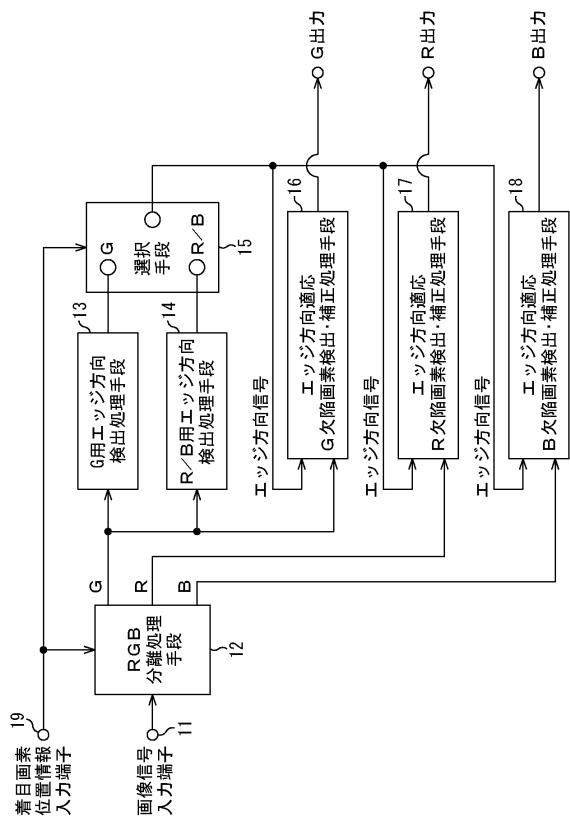
40

50

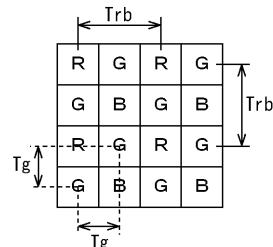
1 4 4 エッジ方向検出処理手段

1 4 5 エッジ方向適応欠陥画素検出・補正処理手段

【図1】



【図2】

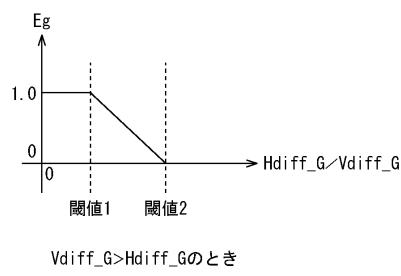


【図3】

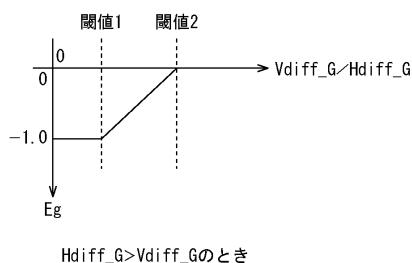
G_{11}	G_{13}		G_{15}
	G_{22}	G_{24}	
G_{31}	G_{33}		G_{35}
	G_{42}	G_{44}	
G_{51}	G_{53}		G_{55}

【図4】

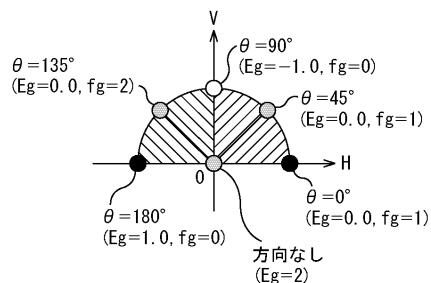
(a)



(b)



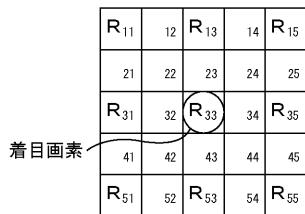
【図5】



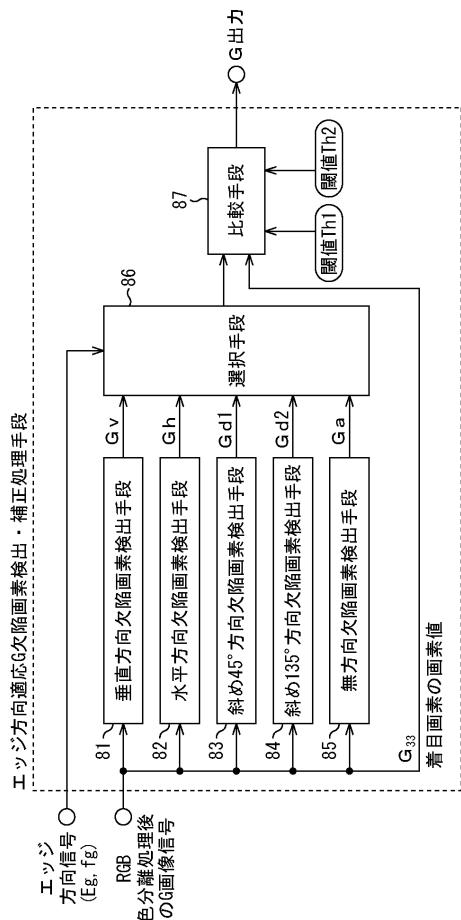
【図6】

	G_{12}		G_{14}	
G_{21}		G_{23}		G_{25}
	G_{32}	\times	G_{34}	
G_{41}		G_{43}		G_{45}
	G_{52}		G_{54}	

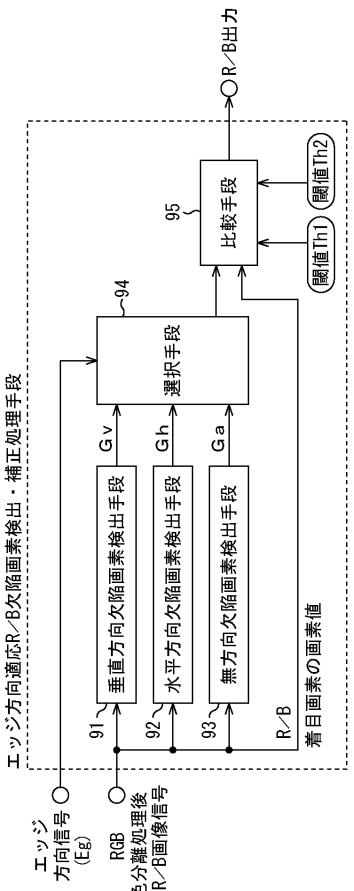
【図7】



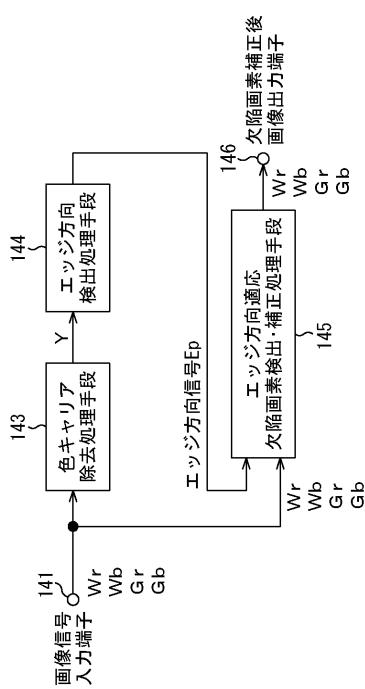
【図8】



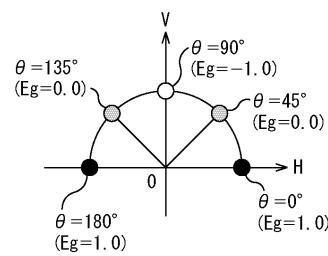
【図9】



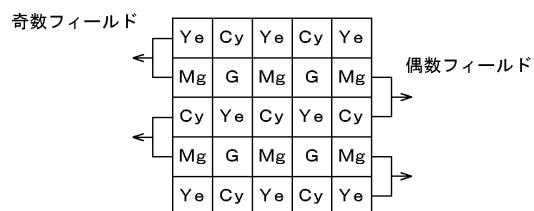
【図11】



【図12】



【図12】



【図13】

Wr	Gb	Wr	Gb	Wr
Wb	Gr	Wb	Gr	Wb
Wr	Gb	Wr	Gb	Wr
Wb	Gr	Wb	Gr	Wb
Wr	Gb	Wr	Gb	Wr

奇数フィールド

Wb	Gr	Wb	Gr	Wb
Wr	Gb	Wr	Gb	Wr
Wb	Gr	Wb	Gr	Wb
Wr	Gb	Wr	Gb	Wr
Wb	Gr	Wb	Gr	Wb

偶数フィールド

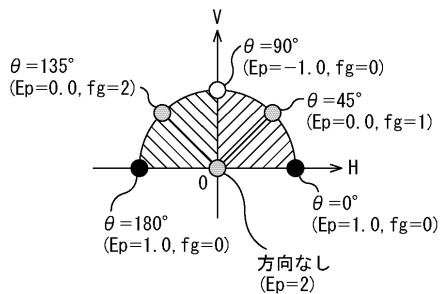
(a)

(b)

【図14】

Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}
Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}
Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}
Y_{41}	Y_{42}	Y_{43}	Y_{44}	Y_{45}
Y_{51}	Y_{52}	Y_{53}	Y_{54}	Y_{55}

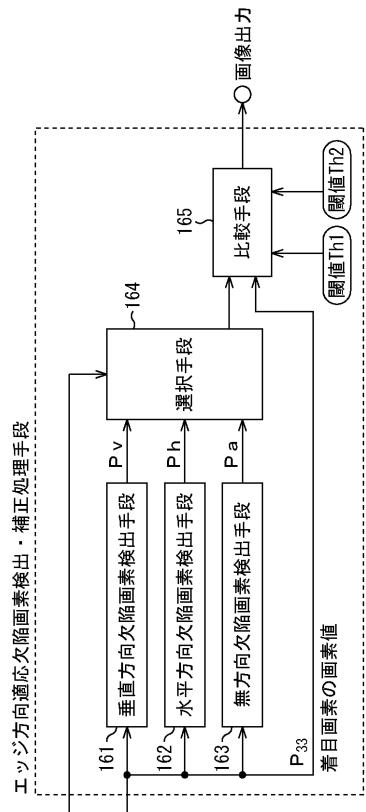
【図15】



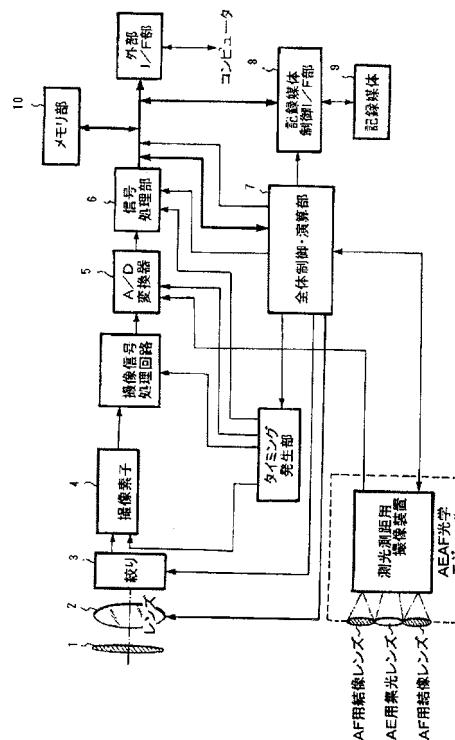
【図17】

P_{11}	x	P_{13}	x	P_{15}
x	x	x	x	x
P_{31}	x	P_{33}	x	P_{35}
x	x	x	x	x
P_{51}	x	P_{53}	x	P_{55}

【図16】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-054127(JP,A)
特開平07-236147(JP,A)
特開2001-231052(JP,A)
特開平06-030425(JP,A)
特開平07-023297(JP,A)
特開2005-286824(JP,A)
特開平11-177994(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 - 9/11
H04N 5/30 - 5/335