

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5898428号
(P5898428)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

H04N 5/367 (2011.01)

F 1

H 0 4 N

5/335

6 7 O

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-174253 (P2011-174253)
 (22) 出願日 平成23年8月9日 (2011.8.9)
 (65) 公開番号 特開2013-38654 (P2013-38654A)
 (43) 公開日 平成25年2月21日 (2013.2.21)
 審査請求日 平成26年8月6日 (2014.8.6)

(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】画像処理装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ペイヤー配列の原色カラーフィルタを備えた撮像素子により得られた画像の、赤色又は青色の着目画素における信号値を、前記着目画素の周辺の画素の信号値を用いて生成する画像処理装置であって、

前記着目画素と同色の、前記着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が、縦方向または横方向であるか、45度方向または135度方向であるかを判別する第1の方向判別手段と、

前記着目画素と異なる色の、前記着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向として、前記縦方向または前記横方向のいずれか1つと、前記45度方向または前記135度方向のいずれか1つとを判別する第2の方向判別手段と、

前記第1の方向判別手段によって前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が前記縦方向または前記横方向であると判別されていれば、前記第2の方向判別手段が判別した前記縦方向または前記横方向のいずれか1つを選択し、前記第1の方向判別手段によって前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が前記45度方向または前記135度方向であると判別されていれば、前記第2の方向判別手段が判別した前記45度方向または前記135度方向のいずれか1つを選択する選択手段と、

前記着目画素の周辺の画素のうち、前記着目画素から前記選択手段によって選択された方向に存在する複数の画素の信号値を用いて前記着目画素における信号値を算出する算出

10

20

手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記第2の方向判別手段が、前記着目画素の周辺の複数の緑色画素の信号値によって前記判別を行うことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記第1の方向判別手段が、

前記縦方向、前記横方向、前記45度方向、および前記135度方向のそれぞれについて、前記着目画素を挟んで位置する前記着目画素と同色の2つの画素の信号値の差分を求め、

前記縦方向についての前記差分と前記横方向についての前記差分との和が、前記45度方向についての前記差分と前記135度方向についての前記差分との和より小さい場合に、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が、前記縦方向または前記横方向であると判別し、10

前記縦方向についての前記差分と前記横方向についての前記差分との和が、前記45度方向についての前記差分と前記135度方向についての前記差分との和以上の場合に、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が、前記45度方向または前記135度方向であると判別する、

ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第2の方向判別手段が、前記縦方向または前記横方向の1つを判別する方向判別手段と、前記45度方向または前記135度方向の1つを判別する方向判別手段とを有し、20

前記縦方向または前記横方向の1つを判別する方向判別手段が、

前記着目画素と異なる色の、前記着目画素の周辺の複数の画素のそれぞれについて、前記縦方向に位置する2つの前記着目画素と異なる色の画素の信号値の差分の平均値と、前記横方向に位置する2つの前記着目画素と異なる色の画素の信号値の差分の平均値とのうち、小さい値に対応する方向を判別し、

前記45度方向または前記135度方向の1つを判別する方向判別手段が、

前記着目画素と異なる色の、前記着目画素の周辺の複数の画素のそれぞれについて、前記45度方向に位置する2つの前記着目画素と異なる色の画素の信号値の差分の平均値と、前記135度方向に位置する2つの前記着目画素と異なる色の画素の信号値の差分の平均値とのうち、小さい値に対応する方向を判別する、30

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

ベイヤー配列の原色カラーフィルタを備えた撮像素子と、

請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置とを有し、

前記撮像素子により得られた画像のうち、前記撮像素子の赤色または青色の欠陥画素の信号値を、前記画像処理装置によって取得することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

ベイヤー配列の原色カラーフィルタを備えた撮像素子により得られた画像の、赤色又は青色の着目画素における信号値を、前記着目画素の周辺の画素の信号値を用いて生成する画像処理装置の制御方法であって、40

第1の方向判別手段が、前記着目画素と同色の、前記着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が、縦方向または横方向であるか、45度方向または135度方向であるかを判別する第1の方向判別工程と、

第2の方向判別手段が、前記着目画素と異なる色の、前記着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向として、前記縦方向または前記横方向のいずれか1つと、前記45度方向または前記135度方向のいずれか1つとを判別する第2の方向判別工程と、

選択手段が、前記第1の方向判別手段によって前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が前記縦方向または前記横方向であると判別されていれば、前記第2の方50

向判別手段が判別した前記縦方向または前記横方向のいずれか1つを選択し、前記第1の方向判別手段によって前記着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が前記45度方向または前記135度方向であると判別されていれば、前記第2の方向判別手段が判別した前記45度方向または前記135度方向のいずれか1つを選択する選択工程と、

算出手段が、前記着目画素の周辺の画素のうち、前記着目画素から前記選択工程によって選択された方向に存在する複数の画素の信号値を用いて前記着目画素における信号値を算出する算出工程と、を有することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項7】

コンピュータを、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置およびその制御方法に関し、特に、撮像画像を処理する画像処理装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

C C D等の固体撮像装置は、数百万個以上の画素を有するため、正常な出力が得られない画素(欠陥画素)を無くすことは困難である。しかし、欠陥画素の出力をそのまま用いることはできないため、周辺の正常画素の出力から得られる予測値を欠陥画素の出力として用いる欠陥画素補正が行われている(特許文献1)。 20

【0003】

周辺の正常画素の出力から予測値(画素補正值)を得る様々な方法が知られているが、代表的な方法について説明する。図11(a)は、赤色(R)画素、緑色(G)画素、青色(B)画素が規則的に配置された、いわゆるベイヤー配列の原色カラーフィルタを備えた撮像素子の画素の一部を示す図であり、中心の赤色画素R33が欠陥画素であるとする。

【0004】

まず、欠陥画素の周辺画素(B22, G23, B24, G34, B44, G43, B42, G32)のうち、欠陥画素に対して縦方向、横方向、45度方向、135度方向に位置する1組の画素の出力値の差分絶対値を求める。具体的には、横方向の差分絶対値をH_DIV、縦方向の絶対値差分をV_DIV、45度方向の差分絶対値をD45_DIV、135度方向の差分絶対値をD135_DIVとする。

$$H_DIV = ABS(G32 - G34)$$

$$V_DIV = ABS(G23 - G43)$$

$$D45_DIV = ABS(B24 - B42)$$

$$D135_DIV = ABS(B22 - B44)$$

を求める。そして、差分絶対値が最小となる方向を、着目画素と相関の高い画素が存在する方向として判別する。そして、判別した方向において欠陥画素を挟んで位置する、欠陥画素と同じ色の1組の画素の出力値を平均した値を、欠陥画素の画素補正值とする。 40

【0005】

つまり、画素補正值をPixとすると、

$$H_DIV \text{が最小の場合 : } Pix = (R31 + R35)/2$$

$$V_DIV \text{が最小の場合 : } Pix = (R13 + R53)/2$$

$$D45_DIV \text{が最小の場合 : } Pix = (R15 + R51)/2$$

$$D135_DIV \text{が最小の場合 : } Pix = (R11 + R55)/2, \text{ となる。}$$

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平11-220661号公報 50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかし、この方法では、被写体の色によって方向判別の精度が大きく影響を受けるという問題があった。例えば、上述の例では青色画素の出力値の差(D45_DIV, D135_DIV)と緑色画素の出力値の差(H_DIV, V_DIV)で方向判別している。この場合、被写体が赤いと、青色画素からの出力値はほとんど得られないので、方向判別を誤る場合があり、結果として画素補正值の精度が低下するという問題があった。赤色画素の出力値と緑色画素の出力値を用いて方向判別する場合に、被写体が青いと同様の問題が生じる。

【0008】

10

本発明はこのような従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、有彩色の被写体であっても精度の良い欠陥画素の画素補正值を得ることのできる画像処理装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上述の目的は、ベイヤー配列の原色カラーフィルタを備えた撮像素子により得られた画像の、赤色又は青色の着目画素における信号値を、着目画素の周辺の画素の信号値を用いて生成する画像処理装置であって、着目画素と同色の、着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が、縦方向または横方向であるか、45度方向または135度方向であるかを判別する第1の方向判別手段と、着目画素と異なる色の、着目画素の周辺の複数の画素の信号値から、着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向として、縦方向または横方向のいずれか1つと、45度方向または135度方向のいずれか1つとを判別する第2の方向判別手段と、第1の方向判別手段によって着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が縦方向または横方向であると判別されていれば、第2の方向判別手段が判別した縦方向または横方向のいずれか1つを選択し、第1の方向判別手段によって着目画素の信号値と相関の高い画素が存在する方向が45度方向または135度方向であると判別されていれば、第2の方向判別手段が判別した45度方向または135度方向のいずれか1つを選択する選択手段と、着目画素の周辺の画素のうち、着目画素から選択手段によって選択された方向に存在する複数の画素の信号値を用いて着目画素における信号値を算出する算出手段と、を有することを特徴とする画像処理装置によって達成される。

20

【発明の効果】**【0010】**

30

このような構成により、本発明によれば、有彩色の被写体であっても精度の良い欠陥画素の画素補正值を得ることができる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

40

【図1】本発明の実施形態に係る画像処理装置を適用可能な装置の一例としての撮像装置の機能構成例を示すブロック図

【図2】図1における有彩色判定回路の動作を説明するためのフローチャート

【図3】本発明の実施形態における、彩度信号Cの値と、閾値Th1及びTh2、並びに白黒判別信号D_bcの値との関係例を示す図

【図4】図1における無彩色画素補正回路の機能構成例を示すブロック図**【図5】**図1における無彩色画素補正回路の動作を説明するためのフローチャート**【図6】**図1における有彩色画素補正回路の機能構成例を示すブロック図**【図7】**図6における縦横度判別回路の動作を説明するためのフローチャート**【図8】**図6におけるHV画素補正回路の動作を説明するためのフローチャート**【図9】**図6におけるななめ補正回路の動作を説明するためのフローチャート

【図10】着目画素と同色の画素を用いた方向判別による、折り返しの影響について説明するための図

50

【図11】本発明の実施形態における方向判別処理、画素補正值生成処理を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の例示的な実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の実施形態に係る画像処理装置を適用可能な装置の一例としての撮像装置の機能構成例を示すブロック図である。なお、図1においては、撮像装置が有する構成のうち、欠陥画素補正に関連する構成のみを記載している。また、本発明に係る画像処理装置において、撮像に係る構成は必須でない。

【0013】

10

なお、以下に説明する画素補正回路104の機能ブロックはコンピュータがソフトウェアを実行することによって実現してもよいし、ハードウェアロジックで実現してもよい。本実施形態に係る画像処理装置は例えばCPUが制御プログラムを実行して記憶装置やインターフェースなど汎用コンピュータの有するハードウェアを制御することにより実施されてもよい。

【0014】

20

図1において、撮像部101は図示しない撮影レンズ、撮像素子及びその駆動回路を有し、撮影レンズが結像する光学像を撮像素子により電気信号に変換する。撮像素子は例えばCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサであり、特定の複数色が規則的に配列されたカラーフィルタを備えている。ここでは、このようなカラーフィルタの一例として、図11(a)に示したペイヤー配列の原色カラーフィルタが用いられているものとする。図11(a)において、Rxxは赤色画素、Gxxは緑色画素、Bxxは青色画素(xxは番号)である。

【0015】

撮像部101から出力される画素毎のアナログ画像信号は、A/D変換回路102によってデジタル画像信号に変換され、ホワイトバランス(WB)回路103に入力される。ホワイトバランス回路103は、デジタル画像信号に対して公知のホワイトバランス調整を行う。ホワイトバランス回路103から出力された画像信号は、本実施形態に係る画像処理装置に相当する画素補正回路104に入力される。

【0016】

30

画素補正回路104は、無彩色画素補正回路110、有彩色画素補正回路111、有彩色判定回路112、及び加重加算回路113を有する。画素補正回路104は、欠陥画素の位置情報に基づいて、欠陥画素の画像信号の予測値である画素補正值を求める。具体的には、無彩色画素補正回路110の出力値と有彩色画素補正回路111の出力値とを、有彩色判定回路112による判定結果に応じて加重加算回路113で加重加算して画素補正值を求める。画素補正回路104で求めた画素補正值は、信号処理回路105に入力される。信号処理回路105には、欠陥画素以外の画素についての画像信号と、画素補正值とが与えられ、公知の色補間処理、輝度信号処理、色信号処理等が行われる。

【0017】

40

なお、本実施形態において、画素補正回路104は着目画素(欠陥画素)が赤色画素(R画素)又は青色画素(B画素)の場合に画素補正值を生成するものとする。着目画素が緑色画素(G画素)の場合、画素数が多いため、周辺の緑色画素のみに基づいて、上述した従来の方法による方向判別及び補間を行うことができる。このようなG画素の画素補正值の生成に係る処理は、図示しない補正回路を用いて行うものとする(あるいは、画素補正回路104を利用してもよい)。

【0018】

なお、画素補正回路104が、欠陥画素以外の画素についてはそのまま信号処理回路105に出力し、欠陥画素については求めた画素補正值を信号処理回路105に出力するように構成してもよい。

【0019】

50

なお、画素補正回路 104 は、入力される画像信号と撮像素子における画素配列との対応関係や、欠陥画素の位置についての情報を取得可能もしくは予め知っているものとする。これを実現するための方法に特に制限はないが、例えば、撮像部 101 が有する撮像素子の欠陥画素の位置に関する情報が撮像装置の製造時等に画素補正回路 104 もしくは画素補正回路 104 がアクセス可能な不揮発性メモリなどに登録されていてもよい。また、画像信号とともに欠陥画素の位置情報が画素補正回路 104 に通知されてもよい。また、画素補正回路 104 に入力される画像信号に含まれる各画素の信号の並びは予め決まっているので、ある特定の画素の周辺画素などを特定することができる。さらに、カラーフィルタの配列や色に関する情報についても、既知であるとする。画素補正回路 104 がこれらの事項を入手するための構成は本発明の本質とは直接関係せず、公知の任意な方法を採用しうるため、これ以上の説明は省略する。

【0020】

(画素補正回路の動作)

以下、画素補正回路 104 における欠陥画素補正処理について説明する。なお、ここでは、発明の理解を助けると共に説明を簡潔にするため、着目画素（欠陥画素）が赤色画素（R 画素）又は青色画素（B 画素）である場合を前提とし、さらに着目画素が R 画素である場合を説明する。しかし、着目画素が B 画素の場合も、以下に説明する画素の配置関係を適用して同様の処理を行えばよい。

【0021】

(有彩色判定回路の動作)

まず、有彩色判定回路 112 の動作について、図 2 のフローチャートを参照しながら説明する。有彩色判定回路 112 は、まず S201において、ホワイトバランス処理後の画像信号の着目画素における彩度信号 C を、例えば以下の式に従って算出する。

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$Cr = 0.713 (R - Y)$$

$$Cb = 0.564 (B - Y)$$

$$C = (Cr^2 + Cb^2)$$

【0022】

ここで、着目画素における R , G , B の値の求め方は後述する。次に有彩色判定回路 112 は、S202において、あるレベルの閾値 Th1 と比較して彩度信号 C の値が小さい場合は、着目画素が無彩色であると判定し、白黒判別信号 D_bc に 1 を設定する（S203）。一方、S202において、彩度信号 C の値が閾値 Th1 以上であれば、有彩色判定回路 112 は処理を S204 に進め、彩度信号 C の値を閾値 Th1 より大きな所定の閾値 Th2 と比較する。閾値 Th2 と比較して彩度信号 C の値が大きい場合、有彩色判定回路 112 は着目画素が有彩色であると判定し、白黒判別信号 D_bc に 0 を設定する（S205）。一方、S204において彩度信号 C の値が閾値 Th2 以下の場合は、彩度信号 C の値に応じて線形補間した値を白黒判別信号 D_bc に設定する（S206）。図 3 に、彩度信号 C の値と、閾値 Th1 及び Th2、並びに白黒判別信号 D_bc の値との関係例を示す。

【0023】

このように、有彩色判定回路 112 は、彩度信号 C の値が閾値 Th1 より小さい場合は値が「1」の白黒判別信号 D_bc を出力し、彩度信号 C の値が閾値 Th2 より大きい場合は値が「0」の白黒判別信号 D_bc を出力する。また、有彩色判定回路 112 は、彩度信号 C の値が閾値 Th1 以上閾値 Th2 以下の場合は $D_{bc} = 1 - (C - Th1) / (Th2 - Th1)$ の値を有する白黒判別信号 D_bc を出力する。このように、白黒判別信号 D_bc の値は、注目画素が無彩色である度合を表すものと見ることができる。

【0024】

次に、彩度信号 C を求めるための、着目画素における R , G , B の値求め方の一例を説明する。図 11 (b) はホワイトバランス処理された画像信号の一部についての画素配列を示している。ここで、赤色画素 R33 を着目画素（すなわち欠陥画素）とすると、着目画素の周辺画素における信号値を用いて着目画素 R33 における R , G , B を求める。

10

20

30

40

50

【0025】

本実施形態では、画素R33の位置における彩度信号Cを求めるための周辺画素を、G21, G41, G25, G45とする。

まず、有彩色判定回路112は、周辺画素について、R, G, Bの値のうち不足しているものを、隣接画素の信号値から求める。ここでは、周辺画素がいずれも緑色画素であるため、R, Bの値を隣接する赤色画素及び青色画素の信号値から求める。

【0026】

有彩色判定回路112は、画素G21における位置でのR, BをそれぞれR_21, B_21とすると

$$R_{21} = (R_{11} + R_{31}) / 2$$

$$B_{21} = (B_{20} + B_{22}) / 2$$

として求める。

【0027】

同様に有彩色判定回路112は、G41, G25, G45の画素位置でのR, Bについても以下のように求める。

$$R_{41} = (R_{31} + R_{51}) / 2$$

$$B_{41} = (B_{40} + B_{42}) / 2$$

$$R_{25} = (R_{15} + R_{35}) / 2$$

$$B_{25} = (B_{24} + B_{26}) / 2$$

$$R_{45} = (R_{35} + R_{55}) / 2$$

$$B_{45} = (B_{44} + B_{46}) / 2$$

【0028】

次に有彩色判定回路112は、G21, G41, G25, G45の画素位置におけるR, G, Bそれぞれの平均値を、着目画素R33におけるR, G, Bとして求める。すなわち、

$$R_{33} = (R_{21} + R_{41} + R_{25} + R_{45}) / 4$$

$$G_{33} = (G_{21} + G_{41} + G_{25} + G_{45}) / 4$$

$$B_{33} = (B_{21} + B_{41} + B_{25} + B_{45}) / 4、となる。$$

【0029】

なお、本実施形態では画素R33の位置における彩度信号Cを求めるための周辺画素を、G21, G41, G25, G45としたが、他の位置の画素群とすることもできる。また、明るさで彩度を正規化するように構成して、暗い部分の彩度も検出されるようにしてもよい。例えば彩度を輝度Yで除算することにより、彩度を明るさで正規化することができる。

【0030】

(加重加算回路の動作)

無彩色画素補正回路110及び有彩色画素補正回路111の動作を説明する前に、加重加算回路113の動作について説明する。無彩色画素補正回路110が出力する画素補正值をPix_1、有彩色画素補正回路111の出力する画素補正值をPix_2とする。加重加算回路113是有彩色判定回路112の出力する白黒判別信号D_bcの値に応じて以下のように最終的な画素補正值Pixを求める。

$$Pix = (1 - D_{bc}) * Pix_1 + D_{bc} * Pix_2$$

そして、加重加算回路113は、画素補正值Pixを、欠陥画素の画像信号として信号処理回路105に出力する。

【0031】

(無彩色画素補正回路)

図4は、無彩色画素補正回路110の機能構成例を示すブロック図である。無彩色方向判別回路410は、着目画素(欠陥画素)と相關の高い画素が存在する方向(着目画素の画素補正值の算出に用いるべき画素の存在する方向)を判別する方向判別処理を行う。

【0032】

10

20

30

40

50

無彩色画素補正值選択回路 405 は、無彩色方向判別回路 410 での判別結果に応じて、平均補正回路 400、H(0度)補正回路 401、V(90度)補正回路 402、45度補正回路 403、135度補正回路 404 の出力する画素補正值の 1 つを選択する。

【0033】

次に、図 5 のフローチャートを用いて、無彩色画素補正回路 110 の動作を説明する。本実施形態における方向判別は、図 11(c) に示す画素配列における、着目画素を中心とした縦(90度)方向、横(0度)方向、45度方向、135度方向について、1組ずつ画素を選択し、信号値の差分絶対値が最小の画素対の選択方向を判別結果とする。

【0034】

S501において、無彩色方向判別回路 410 は、まず、着目画素を挟んで特定の方向(縦方向、横方向、45度方向、135度方向)に位置する周辺画素対の信号値の差分絶対値を算出する。ここでは、図 11(c) に示すように、着目画素(欠陥画素) R33 に対し、R11, G12, R13, G14, R15, G21, G25, R31, R35, G41, G45, R51, G52, R53, G54, R55 を周辺画素とする。次に無彩色方向判別回路 410 は、周辺画素の各々について、横方向、縦方向、45度方向及び135度方向の差分絶対値を以下のように求める。

【0035】

画素 R11 における横方向の差分絶対値を H_DIV_11、縦方向の絶対値差分を V_DIV_11、45度方向の差分絶対値を D45_DIV_11、135度方向の差分絶対値を D135_DIV_11 とする

10
20

H_DIV_11 = ABS(G10 - G12)

V_DIV_11 = ABS(G01 - G21)

D45_DIV_11 = ABS(B02 - B20)

D135_DIV_11 = ABS(B00 - B22)、となる

【0036】

この場合、H_DIV_11 と V_DIV_11 は G 画素の信号値、D45_DIV_11 と D135_DIV_11 は B 画素の信号値で求めているが、正しく方向判別を行うことができる。これは、無彩色被写体の場合、G 画素及び B 画素の信号値はともに等しい信号値となるため、いずれも輝度信号とみなせるからである。このように、無彩色方向判別回路 410 は、被写体が無彩色であるとみなした時に、等価になる画素の信号値を用いて方向判別を行うことにより、実際に被写体が無彩色であった際には精度の高い方向判別結果を得ることができる。

【0037】

無彩色方向判別回路 410 は、同様にして、他の周辺画素 G12, R13, G14, R15, G21, G25, R31, R35, G41, G45, R51, G52, R53, G54, R55 についても、4 方向の差分絶対値を求める。最後に無彩色方向判別回路 410 は、各周辺画素で求めた差分絶対値の平均値を方向別に求める。

【0038】

すなわち、方向別の平均値をそれぞれ H_DIV_AVE、V_DIV_AVE、D45_DIV_AVE、D135_DIV_AVE とすると、

H_DIV_AVE = (H_DIV_11 + H_DIV_12 + ... + H_DIV_55) / 16

V_DIV_AVE = (V_DIV_11 + V_DIV_12 + ... + V_DIV_55) / 16

D45_DIV_AVE = (D45_DIV_11 + D45_DIV_12 + ... + D45_DIV_55) / 16

D135_DIV_AVE = (D135_DIV_11 + D135_DIV_12 + ... + D135_DIV_55) / 16、である。

【0039】

S502 で無彩色方向判別回路 410 は、周辺画素における差分絶対値の方向別平均値 H_DIV_AVE、V_DIV_AVE、D45_DIV_AVE、D135_DIV_AVE の全てが閾値 Th1 以下かどうかを判定する。差分絶対値の方向別平均値がいずれも閾値 Th1 以下の場合、無彩色方向判別回路 410 は、着目画素との相関の高い画素が存在する特定の方向は存在しないと判別する。そして、無彩色方向判別回路 410 は、平均補正回路 400 で得られる画素補正值を選択する信号を出力する(S504)。

40

50

【0040】

平均補正回路400は、画素R33に対する画素補正值Pixを、横方向及び縦方向における次に現れる（隣接する）、画素R33と同色の画素R13, R31, R35, R53の信号値の平均値として、以下のように算出する。

$$\text{Pix} = (\text{R13} + \text{R31} + \text{R35} + \text{R53}) / 4$$

【0041】

一方、S502において、差分絶対値の方向別平均値のうち、一つでも閾値Th1を超えるものがある場合、無彩色方向判別回路410は処理をS503に進め、差分絶対値の平均値が最小となる方向を、着目画素と相關の高い画素が存在する方向と判別する。そして無彩色方向判別回路410は、H(0度)補正回路401、V(90度)補正回路402、45度補正回路403、135度補正回路404の出力する画素補正值のうち、判別した方向に対応した画素補正值を選択する信号を出力する。10

【0042】

すなわち、無彩色方向判別回路410は、
 H_DIV_AVE が最小の場合には、H(0度)補正回路401の出力する画素補正值、
 V_DIV_AVE が最小の場合にはV(90度)補正回路402の出力する画素補正值、
 $D45_DIV_AVE$ が最小の場合には45度補正回路403の出力する画素補正值、
 $D135_DIV_AVE$ が最小の場合には135度補正回路404の出力する画素補正值、
を選択する信号を無彩色画素補正值選択回路405に出力する。

【0043】

H(0度)補正回路401、V(90度)補正回路402、45度補正回路403、135度補正回路404は、着目画素を中心として、特定の方向に存在する画素の信号値から着目画素の画素補正值を算出する。ここでは、着目画素を挟んで参照方向に存在する、着目画素と同色の2画素の信号値の平均値を画素補正值として求めるものとする。20

【0044】

具体的には、画素補正後の画素値をPixとすると、

$$H(0\text{度})\text{補正回路}401 \text{は、} \text{Pix} = (\text{R31} + \text{R35}) / 2$$

$$V(90\text{度})\text{補正回路}402 \text{は、} \text{Pix} = (\text{R13} + \text{R53}) / 2$$

$$45\text{度}\text{補正回路}403 \text{は、} \text{Pix} = (\text{R15} + \text{R51}) / 2$$

$$135\text{度}\text{補正回路}404 \text{は、} \text{Pix} = (\text{R11} + \text{R55}) / 2$$

を、画素R33に対する無彩色画素補正值としてそれぞれ算出する。30

【0045】

上述したように、無彩色被写体に対してはG画素の信号値もB画素の信号値も輝度信号値とみなすことができるため、正しく方向判別を行うことができる。また、着目画素の複数（本実施形態では16）の周辺画素の各々において各方向に対する差分絶対値を求め、差分絶対値の方向別平均値に基づいて方向判別を行うので、ノイズの影響による方向の誤判別を抑制することができる。

【0046】

なお、本実施形態では、欠陥画素の画素補正值を求める方法として、欠陥画素を挟んで参照方向に存在する欠陥画素と同色の画素の信号値の平均値を算出する方法を説明した。しかし、欠陥画素から参照方向に存在する画素の信号値を用いた任意の方法による画素補正值を用いることができる。同様に、方向判別において用いる周辺画素の数や位置についても、上述した特定の数や位置に限定されない。40

【0047】

（有彩色画素補正回路）

図6は、有彩色画素補正回路111の機能構成例を示すブロック図である。有彩色画素補正值選択回路622は、縦横画素補正回路620の出力する画素補正值と、ななめ画素補正回路621の出力する画素補正值のうち1つを、縦横度判別回路612の結果に応じて選択し、最終的な有彩色画素補正值として出力する。

【0048】

10

20

30

40

50

縦横画素補正回路 620 は、HV 方向判別回路（縦横方向判別手段）610、平均補正回路 600、H(0 度)補正回路 601、V(90 度)補正回路 602、HV 画素補正值選択回路 613 を有している。ななめ画素補正回路 621 は、ななめ方向判別回路 611、45 度補正回路 603、135 度補正回路 604、ななめ平均補正回路 605、ななめ画素補正值選択回路 614 を有している。なお、図 7 において、平均補正回路 600、H 補正回路 601、V 補正回路 602、45 度補正回路 603、135 度補正回路 604 は、図 4 の同名のブロック 400～404 と同じ構成でよいため、詳細な説明は省略する。

【0049】

(縦横度判別回路)

最初に縦横度判別回路 612 について説明する。第 1 の方向判別手段としての縦横度判別回路 612 は、図 11(d) に示すように、着目画素（欠陥画素）を R33 とした場合に、着目画素と同色の周辺画素 R11, R13, R15, R31, R35, R51, R53, R55 の信号値から縦横度を判別する。具体的には、縦横度判別回路 612 は、着目画素 R33 対して特定方向（ここでは、縦、横、45 度、135 度）方向に存在する、同色周辺画素の信号値の差分絶対値を求める。ここで、横方向の差分絶対値を H_DIV、縦方向の絶対値差分を V_DIV、45 度方向の差分絶対値を D45_DIV、135 度方向の差分絶対値を D135_DIV とすると、縦横度判別回路 612 は、

$$H_DIV = ABS(R31 - R35)$$

$$V_DIV = ABS(R13 - R53)$$

$$D45_DIV = ABS(R15 - R51)$$

$$D135_DIV = ABS(R11 - R55)、を求める。$$

【0050】

ここで、着目画素と同色の画素を用いた方向判別による、折り返し（エイリアシング）の影響について説明する。図 10 は空間周波数領域を示し、fs はサンプリング周波数を示す。ナイキスト周波数（fs/2）以下の領域 V1 及び H1 は折り返しの影響を受けないため、それぞれ V 方向、H 方向を正しく判別できる。しかし、領域 V2 及び V3 は、折り返しにより、H 方向にもかかわらず V 方向と判別される。領域 H2 及び H3 もまた、折り返しにより、V 方向にもかかわらず H 方向と判別される。従って、領域 H2, H3, V2, V3 では H（横）方向と V（縦）方向を正しく判別することができない。ベイヤー配列のカラーフィルタにおいて、R 画素及び B 画素は G 画素の 1/2 であるため、R 画素（B 画素）だけによる方向判別では、縦方向、横方向の判別ができない。また、45 度、135 度の判別もできない。しかしながら、縦横方向なのか、ななめ方向なのかの判別には利用可能である。

【0051】

したがって、縦横度判別回路 612 では、着目画素と同色の周辺画素の信号値から、着目画素と相關の高い画素が存在する方向が、縦横方向であるか、もしくはななめ方向であるかの判別、すなわち方向の種類の判別を行う。

【0052】

図 7 のフローチャートに従って、縦横度判別処理について説明する。S701 で縦横度判別回路 612 は、横方向の差分絶対値 H_DIV、縦方向の絶対値差分 V_DIV、45 度方向の差分絶対値 D45_DIV、135 度方向の差分絶対値 D135_DIV をそれぞれ上述の通り算出する。次に縦横度判別回路 612 は、S702 で、着目画素と相關の高い画素が存在する方向が縦横方向であるか、ななめ方向であるか判別する。具体的には、縦横度判別回路 612 は、HV 差分絶対値の和を HV_DIV、ななめ差分絶対値の和を D_DIV とすると

$$HV_DIV = H_DIV + V_DIV$$

$$D_DIV = D45_DIV + D135_DIV、を求める。$$

【0053】

そして、縦横度判別回路 612 は、HV_DIV が D_DIV よりも小さい場合に、縦横方向に着目画素と相關の高い画素が存在すると判別し、「1」の値を有する縦横度判定信号 D_hv を出力する（S703）。一方、HV_DIV が D_DIV 以上の場合、縦横度判別回路 612 は、な

10

20

30

40

50

なめ方向に着目画素と相関の高い画素が存在すると判別し、「0」の値を有する縦横度判定信号D_hvを有彩色画素補正値選択回路622に出力する(S704)。

【0054】

有彩色画素補正値選択回路622は、縦横度判定信号D_hvの値が「1」なら縦横画素補正回路620出力する画素補正值を、縦横度判定信号D_hvの値が「0」ならなめ画素補正回路621の出力する画素補正值を選択して出力する。

【0055】

(縦横画素補正回路)

次に縦横画素補正回路620の動作を図8のフローチャートに従って説明する。後述するなめ方向判別回路611とともに第2の方向判別手段を構成するHV方向判別回路610は、緑色画素の信号値を用いて方向判別(縦方向、横方向のどちらであるかの判別)を行う。

10

【0056】

S801において、HV方向判別回路610は、着目画素の複数の周辺画素について、縦方向、横方向の緑色画素の信号値の差分絶対値を算出する。例えば、図11(d)に示した例において、周辺画素R11に対し、横方向に位置する緑色画素の信号値の差分絶対値をH_DIV_11、縦方向に位置する緑色画素の信号値の絶対値差分をV_DIV_11とすると、HV方向判別回路610は、

$$H_DIV_{11} = ABS(G10 - G12)$$

V_DIV_11 = ABS(G01 - G21)、を算出する。

20

【0057】

HV方向判別回路610は、着目画素と同色の周辺画素R13, R15, R31, R35, R51, R53, R55の各々について、同様に縦方向及び横方向に位置する緑色画素の信号値の差分絶対値を求めた後、方向別に平均値を算出する。横方向の平均値をH_DIV_AVE、縦方向の平均値をV_DIV_AVE、とすると、HV方向判別回路610は、

$$H_DIV_{AVE} = (H_DIV_{11} + H_DIV_{13} + \dots + H_DIV_{55}) / 8$$

$$V_DIV_{AVE} = (V_DIV_{11} + V_DIV_{13} + \dots + V_DIV_{55}) / 8、を算出する。$$

【0058】

次にS802でHV方向判別回路610は、S801で算出した差分絶対値の方向別平均値H_DIV_AVE、V_DIV_AVEの全てが閾値Th1以下かどうかを判定する。差分絶対値の方向別平均値がいずれも閾値Th1以下の場合、HV方向判別回路610は、着目画素と相関の高い画素が存在する特定の方向は存在しないと判別し、平均補正回路600で得られる画素補正值を選択する信号を出力する(S804)。

30

【0059】

一方、S802において、差分絶対値の方向別平均値のうち、一つでも閾値Th1を超えるものがある場合、HV方向判別回路610は処理をS803に進め、差分絶対値の平均値が最小となる方向を、着目画素と相関の高い画素が存在する方向と判別する。そしてHV方向判別回路610は、H(0度)補正回路601とV(90度)補正回路602の出力する画素補正值のうち、判別した方向に対応した画素補正值を選択する信号を出力する。具体的にはHV方向判別回路610はH_DIV_AVEが最小の場合はH(0度)補正回路601の、V_DIV_AVEが最小の場合は、V(90度)補正回路602の出力する画素補正值を選択する信号を出力する。

40

【0060】

(なめ補正回路)

次になめ方向画素補正回路621の動作を図9のフローチャートに従って説明する。なめ方向判別回路611もまた、緑色画素の信号値を用いて方向判別(ただし、45度方向、135度方向のどちらであるかの判別)を行う。S901において、なめ方向判別回路611は、着目画素の複数の周辺画素について、45度方向、135度方向の緑色画素の信号値の差分絶対値を算出する。例えば、図11(e)に示した例において、周辺画素G12に対し、45度方向に位置する緑色画素の信号値の差分絶対値をD45_DIV_12、1

50

35度方向に位置する緑色画素の信号値の絶対値差分をD135_DIV_12とする。この場合、ななめ方向判別回路611は、

$$D45_DIV_12 = ABS(G03 - G21)$$

D135_DIV_12 = ABS(G01 - G23)、を算出する。

【0061】

ななめ方向判別回路611は、図11(e)に示す他の周辺画素G14, G21, G25, G41, G45, G52, G54の各々について、同様に45度方向及び135度方向に位置する緑色画素の信号値の差分絶対値を求めた後、方向別に平均値を算出する。45度方向の平均値をD45_DIV_AVE、135度方向の平均値をD135_DIV_AVE、とすると、ななめ方向判別回路611は、

10

$$D45_DIV_AVE = (D45_DIV_12 + D45_DIV_14 + \dots + D45_DIV_54) / 8$$

D135_DIV_AVE = (D135_DIV_12 + D135_DIV_14 + \dots + D135_DIV_54) / 8、を算出する。

【0062】

次にS902でななめ方向判別回路611は、S901で算出した差分絶対値の方向別平均値D45_DIV_AVE、D135_DIV_AVEの全てが閾値Th1以下かどうかを判定する。差分絶対値の方向別平均値がいずれも閾値Th1以下の場合、ななめ方向判別回路611は、着目画素と相關の高い画素が存在する特定の方向は存在しないと判別し、ななめ平均補正回路605で得られる画素補正值を選択する信号を出力する(S904)。

20

【0063】

ななめ平均補正回路605は、画素R33に対する画素補正值Pixを、45度方向及び135度縦方向における次に現れる(隣接する)、画素R33と同色の画素R15, R51, R11, R55の信号値の平均値として、以下のように算出する。

$$Pix = (R15 + R51 + R11 + R55) / 4$$

【0064】

一方、S902において、差分絶対値の方向別平均値のうち、一つでも閾値Th1を超えるものがある場合、ななめ方向判別回路611は処理をS903に進め、差分絶対値の平均値が最小となる方向を、着目画素と相關の高い画素が存在する方向と判別する。そしてななめ方向判別回路611は、45度補正回路603と135度補正回路604の出力する画素補正值のうち、判別した方向に対応した画素補正值を選択する信号を出力する。具体的にはななめ方向判別回路611はD45_DIV_AVEが最小の場合は45度補正回路603の、D135_DIV_AVEが最小の場合は、135度補正回路604の出力する画素補正值を選択する信号を出力する。

30

【0065】

着目画素と相關の高い画素の存在する方向を判別する場合、着目画素と同色の周辺画素の信号値を用いることが好ましいが、被写体の色やエイリアシングの問題から、有彩色の被写体については必ずしも精度が高い方向判別ができない場合があった。そのため、本実施形態では、着目画素と同色の周辺画素の信号値からは着目画素と相關の高い画素の存在する方向の種別のみを判別する。そして、具体的な方向の判別は、着目画素と異なる色の周辺画素の信号値を用いて行うようにした。

40

【0066】

例えば、ベイヤー配列のカラーフィルタを有する撮像素子で撮像された画像に関し、R(B)画素が着目画素(欠陥画素)であれば、周辺のR(B)画素の信号値から、着目画素と相關の高い画素の存在する方向が縦横方向なのか、ななめ方向なのかまでを判別する。そして、着目画素の周辺のG画素の信号値から、着目画素と相關の高い画素の存在する方向が具体的にどの方向なのかを判別する。

【0067】

そのため、有彩色の被写体に対しても、方向判別を誤る可能性を抑制することができる。また、赤い被写体など、G画素での信号が小さい被写体であっても、縦横方向なのか、ななめ方向なのかについては正しく判別できているため、G画素の信号値による方向判別

50

がノイズによって誤る可能性も抑制することができる。従って、欠陥画素補正に適用すれば、精度の良い画素補正值を得ることができる。なお、有彩色の被写体に対する方向判別精度の向上効果は、有彩色画素補正回路 1 1 1 単独で実現できる効果である。

【 0 0 6 8 】

なお、方向判別後の画素補正值の算出方法については本発明の本質とは直接関係せず、上述した具体的な方法以外の任意の方法を利用することができる。

【 0 0 6 9 】

本実施形態によれば、着目画素の被写体が無彩色か有彩色を判別し、無彩色であれば着目画素と同色か否かにかかわらず、周辺画素の信号値を用いて方向判別を行う。そのため、無彩色被写体に対して従来より多数の周辺画素の信号値を参照することが可能になり、精度の良い方向判別結果を得ることができる。10

【 0 0 7 0 】

一方、有彩色被写体については、着目画素と同色の周辺画素の信号値による方向判別と、着目画素と異なる色の周辺画素の信号値による方向判別とを行うこと。そのため、上述したように、着目画素と同色の画素だけによる方向判別や着目画素と異なる色の画素だけによる方向判別よりも精度の良い方向判別が可能である。

【 0 0 7 1 】

さらに、被写体が有彩色被写体か無彩色被写体か明確でない場合には、無彩色被写体とみなした場合の方向判別結果に基づく画素補正值と、有彩色被写体とみなした場合の方向判別結果に基づく画素補正值とを、有彩度に応じて加重加算する。そのため、誤った方向判別による誤補正を抑制することもできる。20

【 0 0 7 2 】

(その他の実施形態)

上述の実施形態において、着目画素が G 画素の場合、例えば無彩色画素補正回路 1 1 0 を用いて画素補正值を生成してもよい。例えば、図 1 1 (d)において G 2 3 が着目画素（欠陥画素）であれば、無彩色方向判別回路 4 1 0 で

$$H_DIV = ABS(G21 - G25)$$

$$V_DIV = ABS(G03 - G43)$$

$$D45_DIV = ABS(G14 - G32)$$

$$D135_DIV = ABS(G12 - G34)$$

を求める。そして、差分絶対値が最小となる方向を、着目画素と相關の高い画素が存在する方向として判別する。30

【 0 0 7 3 】

一方、H 補正回路 4 0 1 で、 $Pix = (G21 + G25)/2$ 、

V 補正回路 4 0 2 で、 $Pix = (G03 + G43)/2$ 、

45 度補正回路 4 0 3 で、 $Pix = (G14 + G32)/2$ 、

135 度補正回路 4 0 4 で $Pix = (G12 + G34)/2$ の

画素補正值をそれぞれ算出する。無彩色方向判別回路 4 1 0 は、判別した方向に対応する画素補正值を選択する信号を、無彩色画素補正值選択回路 4 0 5 に出力する。

【 0 0 7 4 】

上述の実施形態においては、ベイヤー配列のカラーフィルタを備えた撮像素子によって撮像された画像データを対象とする場合について説明した。しかし、本発明の原理は複数の特定色が規則的に配列され、かつ色によって画素数に差があるカラーフィルタを備えた撮像素子によって撮像された画像データに対して適用可能である。つまり、画素数が少ない色の画素に対する画素補正值を生成する場合に、本発明を適用することができる。40

【 0 0 7 5 】

また、上述の実施形態においては、H V 方向判別回路 6 1 0 及びななめ方向判別回路 6 1 1 で判別される各方向についての画素補正值（平均補正值も含む）を各補正回路で個別に算出した。そして、H V 方向判別回路 6 1 0 での方向判別結果により 1 つの画素補正值を、ななめ方向判別回路 6 1 1 の方向判別結果により 1 つの画素補正值を選択していた50

。

【0076】

しかし、平均補正回路600、H補正回路601、V補正回路602の機能を選択的に実効可能な補正回路を設け、HV方向判別回路610の判別結果に基づいて縦横方向についての画素補正值を生成するように構成してもよい。同様に、45度補正回路603、135度補正回路604、ななめ平均補正回路605の機能を選択的に実効可能な補正回路を設け、ななめ方向判別回路611の判別結果に基づいてななめ方向についての画素補正值を生成するように構成してもよい。これらの場合、HV画素補正值選択回路613やななめ画素補正值選択回路614は不要となる。

【0077】

10

また、縦横度判別回路612の出力によってHV方向判別回路610とななめ方向判別回路611の判別結果のいずれかを選択するように構成することもできる。この場合、選択された判別結果に対応した補正值のみを生成すればよいため、有彩色画素補正值選択回路622も不要となる。

【0078】

基本的には、縦横度判別回路612による、縦横方向かななめ方向かの判別結果に従つて、HV方向判別回路610とななめ方向判別回路611の判別結果の一方を選択し、選択された方向に対応する画素補正值を生成できれば、任意の構成を採用しうる。

【0079】

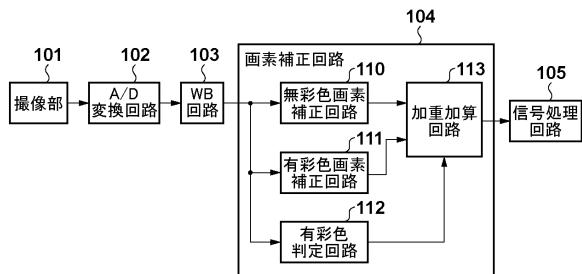
20

また、上述の実施形態において、方向判別は0度、45度、90度、135度の4方向であったが、この方向はカラーフィルタ(画素)の形状および配列によって変化しうる。

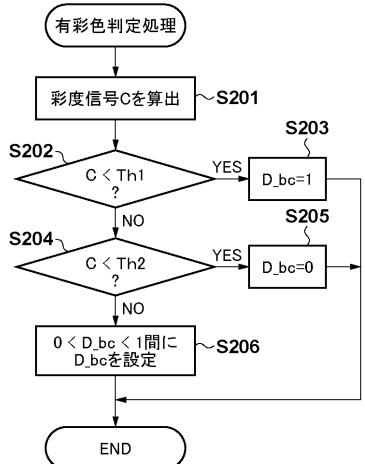
【0080】

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

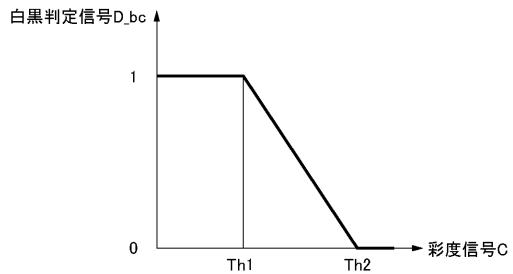
【図1】



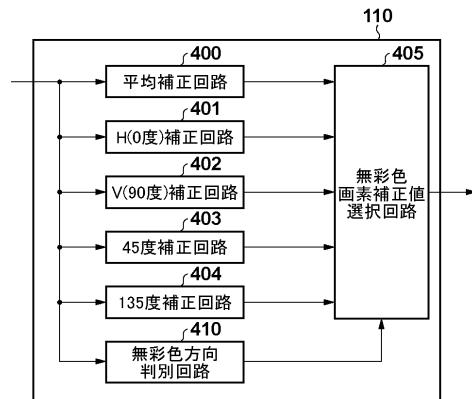
【図2】



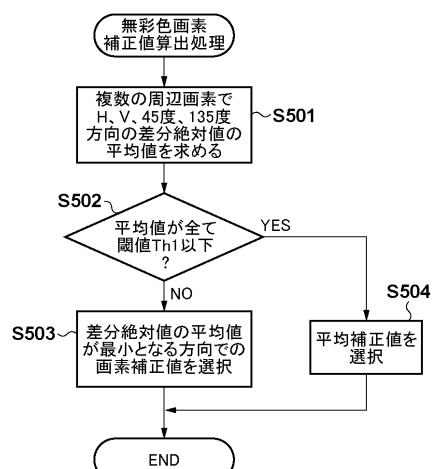
【図3】



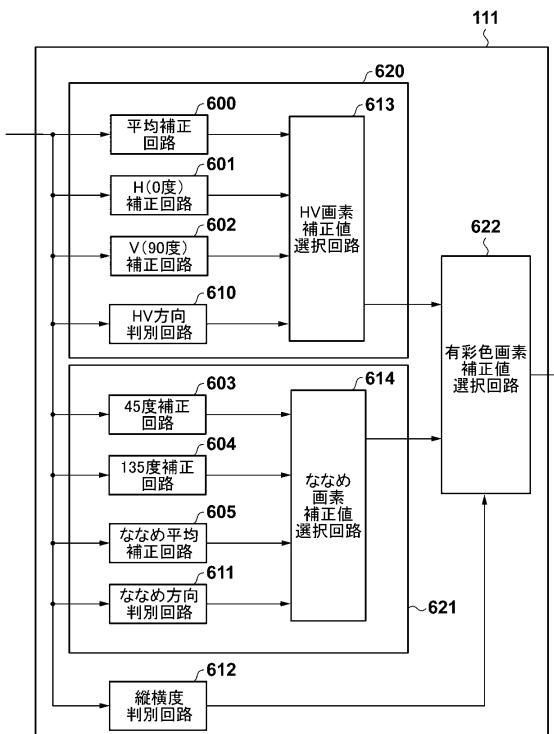
【図4】



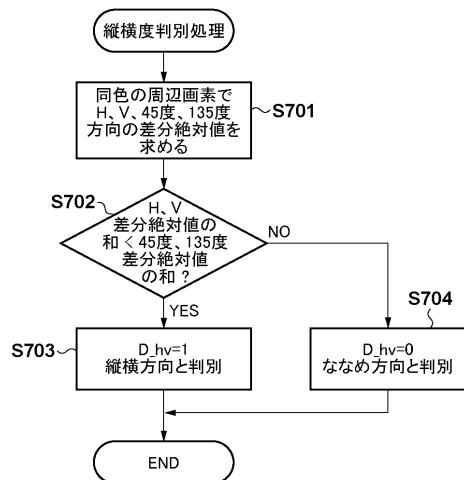
【図5】



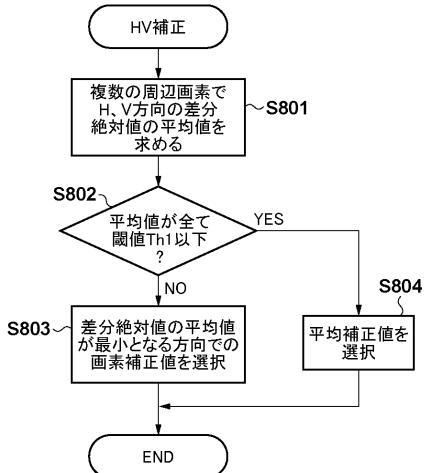
【図6】



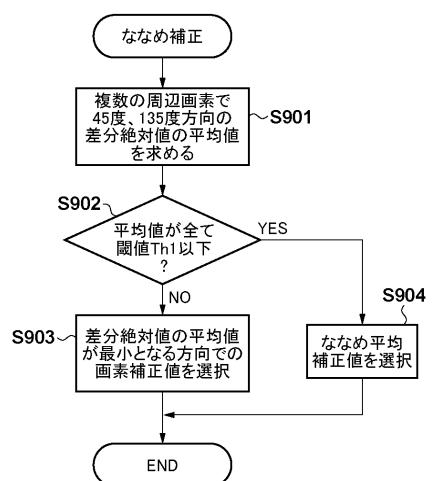
【図7】



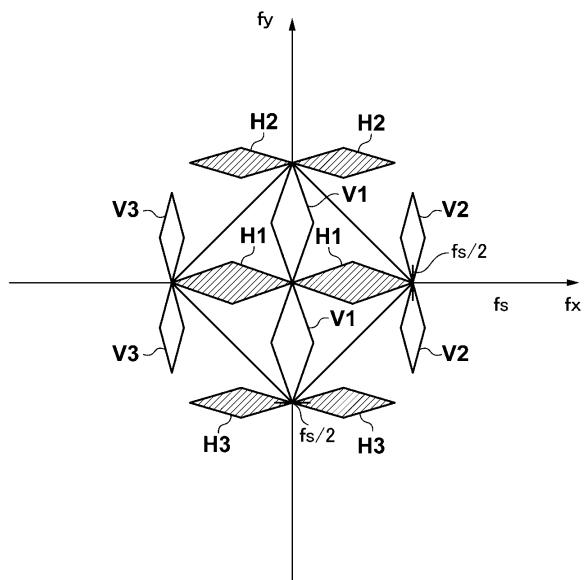
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

B00	G01	B02	G03	B04	G05	B06	B00	G01	B02	G03	B04	G05	B06
G10	R11	G12	R13	G14	R15	G16	G10	R11	G12	R13	G14	R15	G16
B20	G21	B22	G23	B24	G25	B26	B20	G21	B22	G23	B24	G25	B26
G30	R31	G32	R33	G34	R35	G36	G30	R31	G32	R33	G34	R35	G36
B40	G41	B42	G43	B44	G45	B46	B40	G41	B42	G43	B44	G45	B46
G50	R51	G52	R53	G54	R55	G56	G50	R51	G52	R53	G54	R55	G56
B60	G61	B62	G63	B64	G65	B66	B60	G61	B62	G63	B64	G65	B66

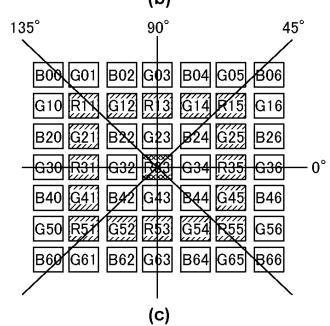
(a)

(d)

B00	G01	B02	G03	B04	G05	B06
G10	R11	G12	R13	G14	R15	G16
B20	G21	B22	G23	B24	G25	B26
G30	R31	G32	R33	G34	R35	G36
B40	G41	B42	G43	B44	G45	B46
G50	R51	G52	R53	G54	R55	G56
B60	G61	B62	G63	B64	G65	B66
B00	G01	B02	G03	B04	G05	B06
G10	R11	G12	R13	G14	R15	G16
B20	G21	B22	G23	B24	G25	B26
G30	R31	G32	R33	G34	R35	G36
B40	G41	B42	G43	B44	G45	B46
G50	R51	G52	R53	G54	R55	G56
B60	G61	B62	G63	B64	G65	B66

(b)

(e)



(c)

フロントページの続き

(72)発明者 本田 充輝

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

(72)発明者 萩野 洋

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 松永 隆志

(56)参考文献 特開2008-154276(JP,A)

特開2003-116060(JP,A)

特開2009-049532(JP,A)

特開平10-126795(JP,A)

特開2009-065671(JP,A)

米国特許出願公開第2009/0066821(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/367