

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4352331号
(P4352331)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	A
HO4N	101/00	(2006.01)	HO4N	9/07	C
			HO4N	101:00	

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-262686 (P2004-262686)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成16年9月9日(2004.9.9)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2006-80897 (P2006-80897A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成18年3月23日(2006.3.23)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成19年2月16日(2007.2.16)		弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	田中 誠二
			埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士写真フイルム株式会社内
		審査官	内田 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理装置、信号処理方法及び信号処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、

前記RまたはB画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する第1の相関値算出部と

、
RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のRまたはB画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する第2の相関値算出部と、

前記第2の相関値に基づいて前記第1の方向と第2の方向のうちの相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記RまたはB画素位置におけるGの色信号を算出する補間処理部と、

を有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項2】

少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、

10

20

周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、

前記 R、B および G 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する第 1 の相関値算出部と、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R、B または G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する第 2 の相関値算出部と、

前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出する補間処理部と、

を有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 3】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、

前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する第 1 の相関値算出部と、

前記 G 画素位置を中心として、前記第 1、第 2 の方向と異なる第 3 の方向に位置する複数の画素および前記第 3 の方向と異なる第 4 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する第 2 の相関値算出部と、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 3 の相関値を算出する第 3 の相関値算出部と、

前記 R または B 画素位置を中心とする所定範囲の G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 2 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 4 の相関値を算出する第 4 の相関値算出部と、

前記第 3 の相関値及び第 4 の相関値に基づいて第 1、第 2、第 3 及び第 4 の方向のうちの最も相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、

前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記 R または B 画素位置における G 画素の色信号を算出する補間処理部と、

を有することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 4】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、

前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、

前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別するステップと、

10

20

30

40

50

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出するステップと、
を有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 5】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、

前記 R、B および G 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R、B または G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、

前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別するステップと、

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出するステップと、

を有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 6】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、

前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、

前記 G 画素位置を中心として、前記第 1、第 2 の方向と異なる第 3 の方向に位置する複数の画素および前記第 3 の方向と異なる第 4 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 3 の相関値を算出するステップと、

前記 R または B 画素位置を中心とする所定範囲の G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 2 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 4 の相関値を算出するステップと、

前記第 3 の相関値及び第 4 の相関値に基づいて第 1、第 2、第 3 及び第 4 の方向のうちの最も相関の高い方向を判別するステップと、

前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記 R または B 画素位置における G 画素の色信号を算出するステップと、

を有することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 7】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理プログラムにおいて、

前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する機能と、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元

10

20

30

40

50

範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する機能と、

前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別する機能と、

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出する機能と、

をコンピュータに実現させることを特徴とする信号処理プログラム。

【請求項 8】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理プログラムにおいて、

10

前記 R、B および G 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する機能と、

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R、B または G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する機能と、

前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別する機能と、

前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出する機能と、

20

をコンピュータに実現させることを特徴とする信号処理プログラム。

【請求項 9】

少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理プログラムにおいて、

前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する機能と、

前記 G 画素位置を中心として、前記第 1、第 2 の方向と異なる第 3 の方向に位置する複数の画素および前記第 3 の方向と異なる第 4 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する機能と、

30

R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 3 の相関値を算出する機能と、

前記 R または B 画素位置を中心とする所定範囲の G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 2 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 4 の相関値を算出する機能と、

前記第 3 の相関値及び第 4 の相関値に基づいて第 1、第 2、第 3 及び第 4 の方向のうち

40

の最も相関の高い方向を判別する機能と、
前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記 R または B 画素位置における G 画素の色信号を算出する機能と、

をコンピュータに実現させることを特徴とする信号処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はカラー画像信号の信号処理装置、信号処理方法及び信号処理プログラムに係り、特に色信号の補間処理装置、補間処理方法及び補間処理プログラムに関する。

50

【背景技術】

【0002】

撮像素子としてCCDイメージセンサ等の固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラでは、固体撮像素子の受光面前面にR（赤）、G（緑）、B（青）の3色を有するカラーフィルタがアレイ状に配列されたカラーフィルタが設けられているものがある。このようなデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラでは、R、G、Bの各色のカラーフィルタが、それぞれ固体撮像素子の各画素位置に対応するように設けられているため、各画素からは単一の色信号しか得られない。したがって、全ての画素位置に対してR、G、Bの3色の色信号を得るためには、各画素位置では周辺の画素から出力された色信号を補間する必要がある。

10

【0003】

従来、このような補間を行う場合、それぞれの画素位置の周辺画素から得られた色信号から周辺画素間の相関値を算出し、算出した相関値に基づきそれぞれの画素位置に対する補間に用いる色信号を出力する画素の位置する方向を判別していた（特許文献1）。

【0004】

しかしながら、撮像素子やその周辺回路等で発生するノイズの影響により、補間に用いる色信号を出力する画素の位置する方向を誤って判別してしまい、補間を行う事により偽信号が発生してしまう場合があった。

【0005】

これに対し、特許文献2に記載の信号処理方法では、相関値をフィルタリングする事により、このような誤判別を低減していた。

20

【特許文献1】特開2001-339735号公報

【特許文献2】特開平11-205808号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1、2に記載の信号処理方法では、RまたはB画素位置におけるG信号の補間を行う際に、周辺のG画素から得られる色信号のみを用いて、補間に用いる色信号を出力する画素の位置する方向を判別していたため、赤色と青色の色境界等で誤判別が発生してしまうという問題があった。

30

【0007】

また、上記特許文献1、2に記載の信号処理方法では、斜め方向に位置する画素間の相関について考慮されていなかったため、補間により生成した画像の斜め方向の解像感が低いという問題があった。

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、補間に伴う偽信号の発生の低減及び補間により生成する画像の斜め方向の解像感向上を図る信号処理装置、信号処理方法及び信号処理プログラム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】

40

前記目的を達成するために、請求項1に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、前記RまたはB画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する第1の相関値算出部と、RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のRまたはB画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する第2の相関値算出部と、前記第2の相関値に基づいて前記第1の方向と第2の方向のうちの

50

相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記RまたはB画素位置におけるGの色信号を算出する補間処理部と、を有することを特徴としている。

【0010】

請求項1の発明によれば、相関値を2次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【0011】

また前記目的を達成するために、請求項2に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、前記R、BおよびG画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する第1の相関値算出部と、RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のR、BまたはG画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する第2の相関値算出部と、前記第2の相関値に基づいて前記第1の方向と第2の方向のうちの相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記RまたはB画素位置におけるGの色信号を算出する補間処理部と、を有することを特徴としている。

【0012】

請求項2の発明によれば、R、B、またはG画素位置ごとに算出した相関値を2次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【0013】

また前記目的を達成するために、請求項3に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理装置において、前記RまたはB画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する第1の相関値算出部と、前記G画素位置を中心として、前記第1、第2の方向と異なる第3の方向に位置する複数の画素および前記第3の方向と異なる第4の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第3の方向および第4の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する第2の相関値算出部と、RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のRまたはB画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第3の相関値を算出する第3の相関値算出部と、前記RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のG画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第2の相関値に基づいて前記第3の方向および第4の方向の相関の強さを表す第4の相関値を算出する第4の相関値算出部と、前記第3の相関値及び第4の相関値に基づいて第1、第2、第3及び第4の方向のうちの最も相関の高い方向を判別する補間方向判別部と、前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記RまたはB画素位置におけるG画素の色信号を算出する補間処理部と、を有することを特徴としている。

【0014】

請求項3の発明によれば、相関値を算出する際に斜め方向の相関も考慮する事により、補間により生成した画像の斜め方向の解像感を向上させる事ができる。

【 0 0 1 5 】

前記目的を達成するために、請求項 4 に係る発明は、少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別するステップと、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出するステップと、を有することを特徴としている。

10

【 0 0 1 6 】

請求項 4 の発明によれば、相関値を 2 次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【 0 0 1 7 】

前記目的を達成するために、請求項 5 に係る発明は、少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、前記 R、B および G 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R、B または G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、前記第 2 の相関値に基づいて前記第 1 の方向と第 2 の方向のうちの相関の高い方向を判別するステップと、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記 R または B 画素位置における G の色信号を算出するステップと、を有することを特徴としている。

20

30

【 0 0 1 8 】

請求項 5 の発明によれば、R、B、または G 画素位置ごとに算出した相関値を 2 次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【 0 0 1 9 】

前記目的を達成するために、請求項 6 に係る発明は、少なくとも R G B の 3 色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子から出力される複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子の R および B 画素位置における G の色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理方法において、前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出するステップと、前記 G 画素位置を中心として、前記第 1、第 2 の方向と異なる第 3 の方向に位置する複数の画素および前記第 3 の方向と異なる第 4 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出するステップと、R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 3 の相関値を算出するステップと、前記 R または B 画素位置を中心とする所定範囲の G 画素位置ごとに算出し

40

50

た2次元範囲の前記第2の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第3の方向および第4の方向の相関の強さを表す第4の相関値を算出するステップと、前記第3の相関値及び第4の相関値に基づいて第1、第2、第3及び第4の方向のうちの最も相関の高い方向を判別するステップと、前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記RまたはB画素位置におけるG画素の色信号を算出するステップと、を有することを特徴としている。

【0020】

請求項6の発明によれば、相関値を算出する際に斜め方向の相関も考慮する事により、補間により生成した画像の斜め方向の解像感を向上させる事ができる。

10

【0021】

前記目的を達成するために、請求項7に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理プログラムにおいて、前記RまたはB画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する機能と、RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のRまたはB画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する機能と、前記第2の相関値に基づいて前記第1の方向と第2の方向のうちの相関の高い方向を判別する機能と、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記RまたはB画素位置におけるGの色信号を算出する機能と、をコンピュータに実現させることを特徴としている。

20

【0022】

請求項7の発明によれば、相関値を2次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【0023】

前記目的を達成するために、請求項8に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して求める信号処理プログラムにおいて、前記R、BおよびG画素位置を中心として、第1の方向に位置する複数の画素および前記第1の方向と異なる第2の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第1の相関値を算出する機能と、RまたはB画素位置を中心とする所定範囲のR、BまたはG画素位置ごとに算出した2次元範囲の前記第1の相関値に対して2次元のフィルタリング処理を行い前記第1の方向および第2の方向の相関の強さを表す第2の相関値を算出する機能と、前記第2の相関値に基づいて前記第1の方向と第2の方向のうちの相関の高い方向を判別する機能と、前記補間方向判別部によって判別された方向に位置する画素から得られる色信号を補間して前記RまたはB画素位置におけるGの色信号を算出する機能と、をコンピュータに実現させることを特徴としている。

30

40

【0024】

請求項8の発明によれば、R、B、またはG画素位置ごとに算出した相関値を2次元フィルタリングする事により、補間方向の判別精度を向上させる事が可能となり、補間処理に伴う偽信号の発生を低減する事ができる。

【0025】

前記目的を達成するために、請求項9に係る発明は、少なくともRGBの3色を含むカラーフィルタを備えた固体撮像素子を信号出力源とする複数色の色信号に基づいて前記固体撮像素子のRおよびB画素位置におけるGの色信号を、周囲の画素の色信号を補間して

50

求める信号処理プログラムにおいて、前記 R または B 画素位置を中心として、第 1 の方向に位置する複数の画素および前記第 1 の方向と異なる第 2 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 1 の相関値を算出する機能と、前記 G 画素位置を中心として、前記第 1、第 2 の方向と異なる第 3 の方向に位置する複数の画素および前記第 3 の方向と異なる第 4 の方向に位置する複数の画素から得られる色信号の値から、前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 2 の相関値を算出する機能と、R または B 画素位置を中心とする所定範囲の R または B 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 1 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 1 の方向および第 2 の方向の相関の強さを表す第 3 の相関値を算出する機能と、前記 R または B 画素位置を中心とする所定範囲の G 画素位置ごとに算出した 2 次元範囲の前記第 2 の相関値に対して 2 次元のフィルタリング処理を行い前記第 3 の方向および第 4 の方向の相関の強さを表す第 4 の相関値を算出する機能と、前記第 3 の相関値及び第 4 の相関値に基づいて第 1、第 2、第 3 及び第 4 の方向のうちの最も相関の高い方向を判別する機能と、前記補間方向判別部によって判別された最も相関の高い方向に位置する画素から得られる色信号を補間し、又は最も相関の高い方向の画素の色信号と他の方向の画素の色信号とを重み付け補間して前記 R または B 画素位置における G 画素の色信号を算出する機能と、をコンピュータに実現させることを特徴としている。

10

【発明の効果】**【0026】**

本発明によれば、補間に伴う偽信号の発生を低減させる事ができる。また本発明によれば、補間により生成する画像の斜め方向の解像感を向上させる事ができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】**【0027】**

以下添付図面に従って本発明に係る信号処理装置、信号処理方法および信号処理プログラムの好ましい実施の形態について詳説する。

【0028】**(第 1 実施形態)**

図 1 は本発明の第 1 実施形態に係る信号処理装置および信号処理方法が適用された電子カメラのブロック図である。このカメラ 10 は、単板式のデジタルカメラであり、撮影レンズ 12 及びメカシャッター兼用絞り機構 14 を通過した光は、撮像デバイス 16 の受光面の上に結像される。メカシャッターは、撮像デバイス 16 から信号を読み出すときに光が撮像デバイス 16 に入射してスミア等が発生するのを防止する。絞り機構は、撮像デバイス 16 に入射する光の量を調節する。

30

【0029】

本例では撮像デバイス 16 として CCD を用いるが、CCD 型に限らず、CMOS 型など他の方式によるデバイスを適用してもよい。撮像デバイス 16 の受光面には多数の受光素子（フォトダイオード）が 2 次的に配列されており、受光面の前面には、R、G、B の 3 色のフィルタからなる図示しない色分解用のカラーフィルタが設けられている。本例では、図 2 に示すような、いわゆるベイヤー配列のカラーフィルタが設けられている。図 2 に示す通り、ベイヤー配列のカラーフィルタは、R または B 画素位置に対して水平方向および垂直方向に G 画素が隣接したフィルタ配列となっており、撮像デバイス 16 各受光素子の位置（画素位置）に対応して、R、G、B いずれか 1 色のフィルタが配列されている。撮像デバイス 16 の受光面に結像された被写体像は、各受光素子によって入射光量に応じた量の信号電荷に変換される。こうして各受光素子に蓄積された信号電荷は、図示しない駆動回路から加えられるリードゲートパルスによって CCD の転送路に読み出され、信号電荷に応じた電圧信号（画像信号）として順次出力される。

40

【0030】

前述した通り、撮像デバイス 16 の各画素位置に対応して R、G、B いずれか 1 色のフィルタが配列されているため、撮像デバイスから出力される画像信号は、固体撮像素子の各画素位置に対していずれか 1 色の色信号しか含まれていない。

50

【 0 0 3 1 】

撮像デバイス 16 は、図示しないタイミングジェネレータで生成したタイミング信号に基づいて駆動され、画像信号を出力する。撮像デバイス 16 から出力された画像信号はアナログ信号処理部 18 に送られる。アナログ信号処理部 18 は、サンプリングホールド回路、色分離回路、ゲイン調整回路等を含む。このアナログ信号処理部 18 に入力された画像信号は相関二重サンプリング (CDS) 処理並びに R, G, B の各色信号に色分離処理され各色信号の信号レベルの調整 (プリホワイトバランス処理) が行われる。

【 0 0 3 2 】

アナログ信号処理部 18 で生成された画像信号は、A/D変換器 20 においてデジタル信号に変換された後、バス (カメラ内部のメインバス) 22 を介して一旦メモリ 24 に格納される。なお、このメモリ 24 の記憶領域の一部は CPU 26 の演算作業用エリアとしても利用される。

10

【 0 0 3 3 】

メモリ 24 に格納された画像信号は、バス 22 を介してデジタル信号処理部 28 に送られる。デジタル信号処理部 28 は、補間処理部 30、輝度・色差信号生成 (YC変換) 処理部 32、データ圧縮・伸張処理部 34 等を有する信号処理手段であり、CPU 26 からのコマンドに従ってメモリ 24 を活用しながら画像信号を処理する。

【 0 0 3 4 】

デジタル信号処理部 28 に入力された画像信号は、補間、YC変換等の所定の処理が施された後、JPEG形式その他の所定の圧縮フォーマットに従って圧縮され、メモリカードインターフェース部 36 を介して画像データとしてメモリカード 38 に記録される。なお、圧縮形式は JPEG に限定されず、MPEG その他の方式を採用してもよく、使用される圧縮形式に対応した圧縮エンジンが用いられる。

20

【 0 0 3 5 】

画像データを記録する手段は、メモリカード 38 で代表される半導体メモリに限定されず、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなど、種々の記録媒体を用いることができる。また、カメラ 10 本体に着脱可能な記録媒体に限らず、カメラ 10 に内蔵された記録媒体 (内部メモリ) であってもよい。

【 0 0 3 6 】

なお、カメラ 10 において、補間、YC変換、圧縮などの画像処理を施していない未加工の画像データ (CCD-RAWデータ) をメモリカード 38 に記録するモード (RAWデータ記録モード) を付加してもよい。

30

【 0 0 3 7 】

再生モード時には、メモリカード 38 から画像データが読み出され、デジタル信号処理部 28 において伸張処理された後、表示用の信号に変換され、画像表示部 40 へ出力される。画像表示部 40 には、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイなどの表示装置を用いることができる。この画像表示部 40 はユーザインターフェース用の表示画面としても利用される。

【 0 0 3 8 】

また、カメラ 10 はパソコンその他の外部機器との間でデータの送受信を行うための通信接続、或いは外部オプション装置を接続するための通信 / オプションインターフェース部 42 を備えている。この通信 / オプションインターフェース部 42 には、例えば、USB、IEEE 1394、Bluetooth など有線又は無線方式の各種インターフェースを適用できる。

40

【 0 0 3 9 】

CPU 26 は、所定のプログラムに従って本カメラシステムを統括制御する制御部であり、シャッタースイッチ 44 及びその他の操作スイッチ等 46 からの入力信号に基づいてカメラ 10 内の各回路の動作を制御する。カメラ 10 に対してユーザが各種の指示を入力するための操作スイッチには、例えば、カメラ 10 の動作モードを選択するためモード選択スイッチ、メニューを表示させるメニュースイッチ、メニュー項目の選択操作 (カーソ

50

ル移動操作)や再生画像のコマ送り/コマ戻し等の指示を入力する十字キー、選択項目の確定(登録)や動作の実行を指示する実行キー、選択項目など所望の対象の消去や指示のキャンセルを行うためのキャンセルキー、電源スイッチ、ズームスイッチ、リリーススイッチなどがある。

【0040】

CPU26はシャッタースイッチ44及び操作スイッチ等46から入力される指示信号に応じて種々の撮影条件(露出条件、ストロボ発光有無、撮影モードなど)に従い、撮像デバイス16を制御するとともに、自動露出(AE)制御、自動焦点調節(AF)制御、オートホワイトバランス(AWB)制御、レンズ駆動制御、画像処理制御、メモリカード38の読み書き制御、画像表示部40の表示制御、外部機器との通信制御などを行う。

10

【0041】

ROM48にはCPU26が処理するプログラム及び制御に必要な各種データ(欠陥画素の位置情報やキズ判定用の閾値、調整値データなど)が格納されている。不揮発性記憶手段としてのROM48は、書き換え不能なものであってもよいし、EEPROMのように書き換え可能なものであってもよい。

【0042】

図3に示す通り、補間処理部30は、相関値算出部300、相関値フィルタリング部302、補間方向判別部304、補間信号生成部306を含んでいる。

【0043】

次に、上記の如く構成された補間処理部30の動作について説明する。前述した通り、撮像デバイス16から出力される画像信号は、固体撮像素子の各画素位置に対してR、G、Bいずれか1色の色信号しか得られていないため、各画素位置に対して不足している他の2色の色信号を算出するために、後述する補間処理を行った後、輝度・色差信号生成処理部32に画像信号を出力する。ここでは、RまたはB画素位置におけるG信号を算出する処理について説明する。

20

【0044】

相関値算出部300は、撮像デバイス16におけるRまたはB画素の周囲に隣接するG画素間の相関値を算出する。例えばB画素を中心として垂直方向と水平方向に隣接するG画素間の相関値を算出する場合、CPU26の制御により、メモリ24に格納されている画像データから、図4に示すB画素データを中心とした3行3列のデータが相関値算出部300に入力される。図4に示す通り、この3行3列のデータは、それぞれ対応する色の画素位置から得られた色信号からなる。相関値算出部300は、図示しないバッファメモリを備えており、入力された3行3列のデータを一旦保持する。相関値算出部300は、以下の式に従って、バッファメモリに保持された3行3列のデータから、B画素周囲に隣接する4つのG画素間の相関値 C_B を算出する。

30

【0045】

$$C_B = |G_1 - G_4| - |G_2 - G_3|$$

色信号の差分の絶対値が小さいほど相関が強いと考えられるため、 C_B の値が負の場合は G_1 と G_4 が位置する方向の相関が強く、 C_B の値が正の場合は G_2 と G_3 が位置する方向の相関が強いと考えられる。

40

【0046】

R画素周囲に隣接する4つのG画素間の相関値 C_R を算出する場合も、上記 C_B の算出式と同様に、下記の式に従って相関値 C_R を算出する。

【0047】

$$C_R = |G_1 - G_4| - |G_2 - G_3|$$

相関値 C_B 、 C_R は、G信号の算出を行うRまたはB画素位置を中心とする所定領域、例えば図5に示す5行5列の領域内のRまたはB画素位置ごとに算出され、算出された相関値 C_B 、 C_R は、順次相関値フィルタリング部302に送られる。図5において、相関値 C_B 、 C_R が算出されていない画素位置は、固体撮像素子のG画素位置に対応する。

【0048】

50

相関値フィルタリング部 302 は、図示しないバッファメモリを備えており、相関値算出部 300 から送られてきた、5 行 5 列の領域内の R または B 画素位置ごとに算出された相関値 C_B 、 C_R を、それぞれの画素位置と対応させて一旦保持する。そして、保持した相関値に対して 2 次元フィルタリングを行い相関値の補正を行う。

【0049】

図 6 に本実施形態における 2 次元フィルタリングに用いる 2 次元フィルタの概念図を示す。図 6 (a) に示した 2 次元フィルタは、図 5 に示した 5 行 5 列の領域の相関値が算出されている位置に対応して、任意の係数 $A_{11} \sim A_{55}$ が 2 次元状に配列されている。このような 2 次元フィルタを用いて、図 5 に示した 5 行 5 列の領域に配列された相関値に対して、下式のように各相関値と対応する位置の係数の積和を算出するような 2 次元フィルタリングを行う事により、補正された相関値が算出される。

【0050】

$$(\text{補正された相関値}) = C_{B11} \cdot A_{11} + C_{B13} \cdot A_{13} + \dots + C_{B55} \cdot A_{55}$$

図 6 (b) に 2 次元フィルタに用いる係数の一例を示す。図 6 (b) に示した 2 次元フィルタは、中央の係数の値が最も大きく、中央からの距離に従って係数の値が小さくなっている。このような 2 次元フィルタは、例えば中央の相関値を、周辺の相関値を利用して補正するような 2 次元フィルタリングに用いられる。2 次元フィルタリングはこのような演算に限定されるものではなく、例えば 2 次元の全ての係数を等しい値とした単純な加算平均や、その他の行列演算等を用いても良い。相関値フィルタリング部 302 によって補正された相関値は補間方向判別部 304 に送られる。

【0051】

補間方向判別部 304 は相関値フィルタリング部 302 によって補正された相関値の正負を基に、相関が高い方向、すなわち R または B 画素位置における G 信号の算出に用いる G 信号を出力する G 画素が位置する方向 (補間方向) を判別し、R または B 画素位置ごとに補間方向判別用フラグを生成する。補間方向判別用フラグの形式は特に限定されるものではなく、例えば、水平方向に位置する G 画素からの G 信号を補間するのであれば「0」、垂直方向に位置する G 画素からの G 信号を補間するのであれば「1」といったフラグを用いてもよい。生成された補間方向判別用フラグは、補間信号生成部 306 に送られる。

【0052】

補間信号生成部 306 は、補間方向判別部 304 から送られてきた補間方向判別用のフラグの値に基づいて補間処理を行う。例えば図 4 の B 画素位置において、フラグが「0」であれば、水平方向に位置する G 画素からの G 信号を補間するので、以下の式の通り B 画素位置を中心とした水平方向に隣接する 2 つの G 画素 (G_2 と G_3) からの G 信号の加算平均により、B 画素位置での G 信号 G_B を生成する。

$$G_B = (G_2 + G_3) / 2$$

また、同じ位置においてフラグが「1」であれば、垂直方向に位置する G 画素からの G 信号を補間するので、以下の式の通り B 画素位置を中心とした垂直方向に隣接する 2 つの G 画素 (G_1 と G_4) からの G 信号の加算平均により、B 画素位置での G 信号 G_B を生成する。

$$G_B = (G_1 + G_4) / 2$$

そして算出された G 信号 G_B を B 画素位置に補間する。なお、ここでは B 画素位置の G 信号の補間について説明したが、R 画素位置の G 信号 G_R も同様の処理により実現される。

【0053】

図 7 は本実施例の信号処理フローチャートである。図 7 に示した通り、まず 3 行 3 列のデータがメモリ 24 から CPU 26 の制御によりデジタル信号処理部 28 内の補間処理部 30 に入力される (ステップ S110)。補間処理部 30 内の相関値算出部 300 は、入力された R または B 画素周囲の G 画素間の相関値を算出する (ステップ S112)。算出された相関値は順次相関値フィルタリング部 302 に送られ、所定領域内の R および B 画

素位置に対する相関値の算出の終了後、相関値フィルタリング部 302 で 2 次元フィルタリングを行う (ステップ S 114)。2 次元フィルタリングによって補正された相関値は補間方向判別部 304 に送られる。補間方向判別部 304 では、補正された相関値の正負を基に補間方向が水平方向であるか垂直方向であるかを判別し、補間方向判別用のフラグを生成する (ステップ S 116)。生成されたフラグは補間信号生成部 306 に送られる。補間信号生成部 306 では、前述した通りフラグの内容に応じて R または B 画素位置における G 信号を生成する (ステップ S 118、ステップ S 120)。

【0054】

R または B 画素位置に対して G 信号の算出が終了した後、図示しない R および B 信号補間処理部により、B 画素および G 画素位置における R 信号の算出と R 画素および G 画素位置における B 信号の算出が行われる。各画素位置において R、G、B 全ての色信号が算出された画像データは、輝度・色差信号生成処理部 32 に送られ、Y C 変換が行われる。この Y C 変換は画像データの所定領域ごとに行っても良い。

10

【0055】

なお、本発明の信号処理方法はコンピュータプログラムによっても実現可能である。前述した通り、RAW データ記録モードを備えたカメラ 10 では、CCD - RAW データをメモリカード 38 に記録する事が可能である。このような CCD - RAW データを再生表示する場合は、本発明の信号処理機能を有するコンピュータプログラムをインストールしたコンピュータ装置に、CCD - RAW データを記録したメモリカード 38 を装填し、メモリカード 38 から読み取られた CCD - RAW データをコンピュータ装置のモニタ上に再生する。本実施形態の信号処理装置、信号処理方法および信号処理プログラムを用いる事により、G 信号の補間方向判別の精度を向上させる事が可能となり、補間による偽信号の発生を低減する事ができる。

20

【0056】

(第 2 実施形態)

図 8 は、本発明の信号処理装置の第 2 実施形態に係る補間処理部 60 のブロック図である。第 2 実施形態に係る補間処理部 60 も第 1 実施形態にかかる補間処理部 30 と同様に、相関値算出部 600、相関値フィルタリング部 602、補間方向判別部 604、補間信号生成部 606 から構成されているが、相関値算出部 600、相関値フィルタリング部 602 における処理内容が第 1 実施形態のものとは異なっている。

30

【0057】

次に、上記の如く構成された補間処理部 60 の動作について説明する。ここでは、第 1 実施形態と同様に、R または B 画素位置における G 信号を算出する処理について説明する。

【0058】

相関値算出部 600 は、本実施形態では、第 1 実施形態とは異なり、撮像デバイス 16 における R、G、B いずれの画素位置に対しても相関値を算出する。図 9 (a) を用いて、R 画素 (R33) を中心として垂直方向と水平方向に配置された複数の画素間の相関値を算出する場合を説明する。第 1 実施形態と同様に、相関値算出部 600 は、メモリ 24 に格納されている画像データから入力された図 9 (a) に示す 5 行 5 列のデータを、バッファメモリに一旦保持する。相関値算出部 600 は、以下の式に従って、R33 画素を中心として垂直方向と水平方向に配置された複数の画素間の相関値 C_{R33} を算出する。

40

【0059】

$$C_{R33} = (|G_{23} - G_{43}| - |G_{32} - G_{34}|) + (|R_{33} - (R_{13} + R_{53}) / 2| - |R_{33} - (R_{31} + R_{35}) / 2|)$$

B 画素を中心として垂直方向と水平方向に配置された複数の画素間の相関値を算出する場合も、上記 C_{R33} の算出式と同様に、下記の式に従って相関値 C_{B33} を算出する。

【0060】

$$C_{B33} = (|G_{23} - G_{43}| - |G_{32} - G_{34}|) + (|B_{33} - (B_{13} + B_{53}) / 2| - |B_{33} - (B_{31} + B_{35}) / 2|)$$

50

前述したとおり、本実施形態ではG画素位置を中心として垂直方向と水平方向に配置された複数の画素間相関値も算出する。図9(b)に示したG画素(G33)を中心として垂直方向と水平方向に配置された複数の画素間の相関値 C_{G33} を算出する場合は、以下の式に従って、相関値を算出する。

$$C_{G33} = (| B23 - B43 | - | R32 - R34 |) + (| G33 - (G13 + G53) / 2 | - | G33 - (G31 + G35) / 2 |)$$

以上のようにR、G、Bの画素位置に対して算出された相関値は、順次相関値フィルタリング部602に送られる。

【0061】

相関値フィルタリング部602は、相関値算出部600から送られてきた、5行5列の領域内のR、G、Bの画素位置に対して算出された相関値を、図10のようにそれぞれの画素位置と対応させて一旦保持する。そして、保持した相関値に対して2次元フィルタリングを行い相関値の補正を行う。

【0062】

図11に本実施形態における2次元フィルタリングに用いる2次元フィルタの概念図を示す。本実施形態では、図11(a)のように2次元フィルタのR、G、B全ての画素位置に対して係数 $A_{11} \sim A_{55}$ が配列されており、例えば、図11(b)のような係数を用いて、第1の実施形態と同様に各相関値と対応する位置の係数の積和を算出する。このような2次元フィルタリングを行う事により、補正された相関値が算出される。

【0063】

2次元フィルタリングはこのような演算に限定されるものではなく、例えば2次元の全ての係数を等しい値とした単純な加算平均や、その他の行列演算等を用いても良い。相関値フィルタリング部602によって補正された相関値は補間方向判別部604に送られる。

【0064】

補間方向判別部604と補間信号生成部606の動作は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0065】

図12は本実施形態の信号処理フローチャートである。図12に示した通り、まず5行5列のデータがメモリ24からCPU26の制御によりデジタル信号処理部28内の補間処理部60に入力される(ステップS210)。補間処理部60内の相関値算出部600は、入力されたデータのR、G、B画素位置に対する相関値を算出する(ステップS212)。算出された相関値は順次相関値フィルタリング部602に送られ、所定領域内の相関値の算出の終了後、相関値フィルタリング部602で2次元フィルタリングを行う(ステップS214)。2次元フィルタリングによって補正された相関値は補間方向判別部604に送られる。補間方向判別部604および補間信号生成部606の処理は第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0066】

なお、第1実施形態と同様に、本実施形態に係る信号処理方法はコンピュータプログラムによっても実現可能である。第1実施形態と同様に、CCD-RAWデータを再生表示する場合は、本発明の信号処理機能を有するコンピュータプログラムをインストールしたコンピュータ装置に、CCD-RAWデータを記録したメモリカード38を装填し、メモリカード38から読み取られたCCD-RAWデータをコンピュータ装置のモニタ上に再生する。本実施形態の信号処理装置、信号処理方法および信号処理プログラムを用いる事により、G信号の補間方向判別の精度を向上させる事が可能となり、補間による偽信号の発生を低減する事ができる。

【0067】

(第3実施形態)

図13は、本発明の信号処理装置の第3実施形態に係る補間処理部900のブロック図である。第3実施形態に係る補間処理部900は水平垂直方向相関値算出部900、斜め方

10

20

30

40

50

向相関値算出部 902、水平垂直方向相関値フィルタリング部 904、斜め方向相関値フィルタリング部 906、補間方向判別部 908、補間信号生成部 910 から構成されている。

【0068】

本実施形態は、第3の方向および第4の方向の相関値算出部である斜め方向相関値算出部と、斜め方向相関値フィルタリング部を備えている点が、第1、第2実施形態とは異なっている。

【0069】

次に、上記の如く構成された補間処理部 90 の動作について説明する。ここでは、第1、第2実施形態と同様に、R または B 画素位置における G 信号を算出する処理について説明する。

10

【0070】

水平垂直相関値算出部 900 は、第1実施形態における相関値算出部と同様に、図14に示す3行3列のデータから、R または B 画素の周囲に隣接する G 画素間の相関値の算出を行う。算出された相関値は、水平垂直相関値 904 に順次送られる。相関値の算出方法は第1実施形態と同様であるのでここでは説明を省略する。

【0071】

斜め方向相関値算出部 902 は、G 画素に対して斜め方向に隣接する G 画素間の相関を算出する。斜め方向相関値算出部 902 には、図15に示す G 画素を中心とする3行3列のデータが入力され、図示しないバッファメモリに入力された3行3列のデータを一旦保持する。斜め方向相関値算出部 902 は、以下の式に従って、バッファメモリに保持された3行3列のデータから、中央の G 画素 (G₃) に対して斜め方向に隣接する4つの G 画素間の相関値 C_{G₃} を算出する。

20

【0072】

$$C_{G_3} = |G_1 - G_5| - |G_2 - G_4|$$

色信号の差分の絶対値が小さいほど相関が強いと考えられるため、C_{G₃} の値が負の場合は G₁ と G₅ が位置する方向の相関が強く、C_{G₃} の値が正の場合は G₂ と G₄ が位置する方向の相関が強いと考えられる。

【0073】

以上のように G 画素位置に対して算出された相関値は、順次斜め方向相関値フィルタリング部 906 に送られる。

30

【0074】

水平垂直相関値フィルタリング部 904 は、第1実施形態と同様に、相関値算出部 900 から送られてきた、所定領域内の R および B 画素位置に対して算出された相関値を、バッファメモリに一旦保持する。図16は5行5列の領域内の R および B 画素位置に対して算出された相関値を示している。そして、保持した相関値に対して、第1実施形態の相関値フィルタリング部と同様に2次元フィルタリングを行い相関値の補正を行う。2次元フィルタリング部の動作は第1実施形態における相関値フィルタリング部と同様であるので、詳細は説明を省略する。水平垂直相関値フィルタリング部 904 で補正された相関値は、補間方向判別部 908 に送られる。

40

【0075】

斜め方向相関値フィルタリング部 906 は、斜め方向相関値算出部 902 から送られてきた、所定領域内の G 画素位置に対して算出された相関値を、バッファメモリに一旦保持する。図17は5行5列の領域内の G 画素位置に対して算出された相関値を示している。そして、保持した相関値に対して2次元フィルタリングを行い相関値の補正を行う。

【0076】

図18に本実施形態における斜め方向相関値フィルタリング部で用いる2次元フィルタの概念図を示す。本実施形態では、図18(a)のように G 画素位置に対して係数 A₁₂ ~ A₅₄ が配列されており、例えば、図18(b)のような係数を用いて、第1実施形態と同様に各相関値と対応する位置の係数の積和を算出する。このような2次元フィルタリ

50

ングを行う事により、補正された相関値が算出される。

【 0 0 7 7 】

2次元フィルタリングはこのような演算に限定されるものではなく、例えば2次元の全ての係数を等しい値とした単純な加算平均や、その他の行列演算等を用いても良い。斜め方向相関値フィルタリング部 9 0 6 によって補正された相関値は補間方向判別部 9 0 8 に送られる。

【 0 0 7 8 】

補間方向判別部 9 0 8 は、水平垂直方向相関値フィルタリング部 9 0 4、斜め方向相関値フィルタリング部 9 0 6 から送られてきた相関値の絶対値を比較し、補間方向を判別する。そして、判別した補間方向に基づいて、補間方向判別用のフラグを生成する。

10

【 0 0 7 9 】

補間方向判別用フラグの形式は特に限定されるものではなく、例えば、水平方向の補間であれば「0」、垂直方向の補間であれば「1」、後述する右上がり方向の補間であれば「2」、後述する右下がり方向の補間であれば「3」といったフラグを用いてもよい。生成された補間方向判別用フラグは、補間信号生成部 9 1 0 に送られる。

【 0 0 8 0 】

補間信号生成部 9 1 0 では、補間方向判別部 9 0 8 から送られてきた補間方向判別用のフラグの値に基づいて補間処理を行う。水平方向の補間、および垂直方向の補間については第1実施形態と同様の処理であるの説明を省略する。

【 0 0 8 1 】

20

次に斜め方向の補間の例として、図 1 9 の B 5 画素位置の G 信号 (G_{B5}) を右下がり方向の補間で算出する場合について説明する。まず、B 5 画素周囲の、G 画素 4 画素から得られる G 信号の平均値と、R 画素 4 画素から得られる R 信号の平均値の差を算出する。この差の値が小さいほど G 画素と R 画素の相関が強いと考えられるので、下式において、a の値 ($a = 0 \sim 1$) を小さくする。

【 0 0 8 2 】

$$G_{B5} = \{ (R1 + R9) / 2 + (G2 + G4 + G6 + G8) / 4 - (R1 + R3 + R7 + R9) / 4 \} \times (1 - a) + \{ (G2 + G4 + G6 + G8) / 4 \} \times a$$

a の値が小さければ、 G_{B5} に対する G 画素 4 画素から得られる G 信号の平均値の割合が小さくなり、a の値大きければ、 G_{B5} に対する G 信号の平均値の割合が大きくなる。補間信号生成部 9 1 0 は、このようにして算出された G 信号を G_{B5} を B 5 画素位置に補間する。これにより、斜め方向の解像感を向上させる事ができる。

30

【 0 0 8 3 】

右上がり方向の補間についても同様の考え方で斜め方向の補間が実現できる。なお、ここでは B 画素位置の G 信号の補間について説明したが、R 画素位置の G 信号の補間も同様の処理により実現される。

【 0 0 8 4 】

図 2 0 は本実施形態の信号処理フローチャートである。図 2 0 に示した通り、まず 3 行 3 列のデータがメモリ 2 4 から CPU 2 6 の制御によりデジタル信号処理部 2 8 内の補間処理部 9 0 に入力される (ステップ S 4 1 0)。補間処理部 9 0 内の水平垂直相関値算出部 9 0 0、斜め方向相関値算出部は、入力されたデータの R、G、B 画素位置に対する相関値を算出する (ステップ S 4 1 2)。算出された相関値は、順次水平垂直相関値フィルタリング部 9 0 4 または斜め方向相関値算出部 9 0 6 に送られ、所定領域内の相関値の算出の終了後、水平垂直相関値フィルタリング部 9 0 4 および水平垂直相関値フィルタリング部 9 0 6 で 2 次元フィルタリングを行う (ステップ S 4 1 4)。2 次元フィルタリングによって補正された相関値は補間方向判別部 9 0 8 に送られる。補間方向判別部 9 0 8 では、水平垂直方向の補間を行うか、斜め方向の補間を行うのかを判別し、判別結果に応じたフラグを生成する (ステップ S 4 1 6 ~ ステップ S 4 2 0)。補間信号生成部 9 1 0 はフラグの内容に応じた補間処理を行う (ステップ S 4 2 2 ~ ステップ S 4 2 8)。

40

【 0 0 8 5 】

50

なお、第1、第2実施形態と同様に、本実施形態に係る信号処理方法はコンピュータプログラムによっても実現可能である。第1、第2実施形態と同様に、CCD-RAWデータを再生表示する場合は、本発明の信号処理機能を有するコンピュータプログラムをインストールしたコンピュータ装置に、CCD-RAWデータを記録したメモリカード38を装填し、メモリカード38から読み取られたCCD-RAWデータをコンピュータ装置のモニタ上に再生する。本実施形態の信号処理装置、信号処理方法および信号処理プログラムを用いる事により、G信号の補間方向判別の精度を向上させる事が可能となり、補間による偽信号の発生を低減する事ができる。さらに、信号処理された画像の斜め方向の解像感を向上させることが可能となる。

【0086】

10

以上説明した第1～第3実施形態では、ベイヤー配列のカラーフィルタを設けた撮像デバイスから出力された色信号の補間について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。ベイヤー配列を斜め45°方向に回転させた、いわゆる八ニカム配列のカラーフィルタやGストライプR/B完全市松配列のカラーフィルタを備えた撮像デバイスから出力された色信号の補間にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明の実施形態に係る信号処理装置及び信号処理方法が適用された電子カメラのブロック図

【図2】ベイヤー配列のカラーフィルタのフィルタ配列を示した図

20

【図3】本発明の第1実施形態に係る補間処理部のブロック図

【図4】相関値算出に用いられるデータの配列を示した図

【図5】算出された相関値を画素位置に対応させて配列した図

【図6】2次元フィルタの模式図

【図7】本発明の第1実施形態に係る信号処理装置の処理手順を示すフローチャート

【図8】本発明の第2実施形態に係る補間処理部のブロック図

【図9】相関値算出に用いられるデータの配列を示した図

【図10】算出された相関値を画素位置に対応させて配列した図

【図11】2次元フィルタの模式図

【図12】本発明の第2実施形態に係る信号処理装置の処理手順を示すフローチャート

30

【図13】本発明の第3実施形態に係る補間処理部のブロック図

【図14】相関値算出に用いられるデータの配列を示した図

【図15】相関値算出に用いられるデータの配列を示した図

【図16】算出された相関値を画素位置に対応させて配列した図

【図17】算出された相関値を画素位置に対応させて配列した図

【図18】2次元フィルタの模式図

【図19】斜め方向の補間に用いるデータの配列を示した図

【図20】本発明の第2実施形態に係る信号処理装置の処理手順を示すフローチャート

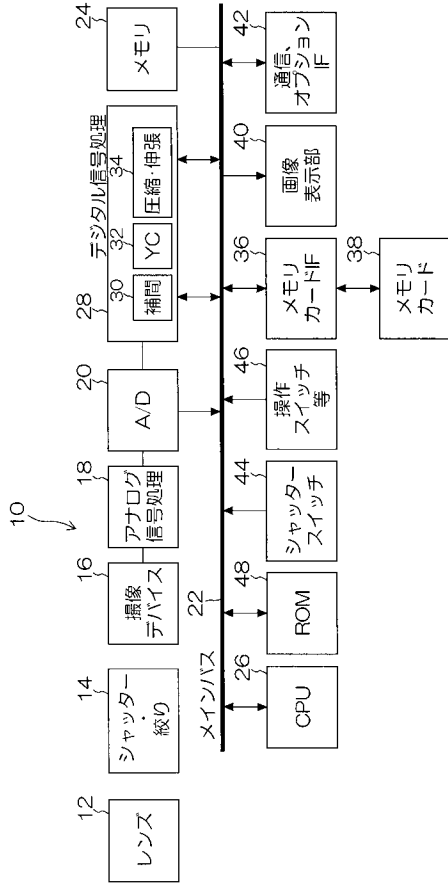
【符号の説明】

【0088】

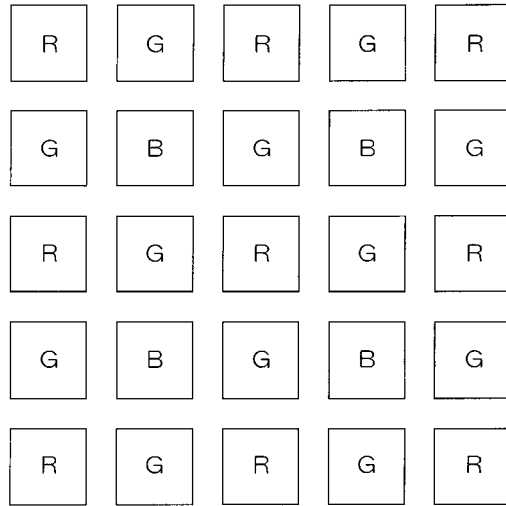
40

10...カメラ、16...撮像デバイス、20...A/D変換器、24...メモリ、26...CPU、28...デジタル信号処理部、30...補間処理部、38...メモリカード

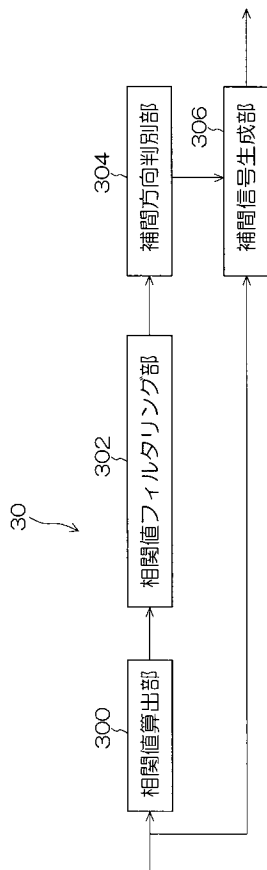
【図1】



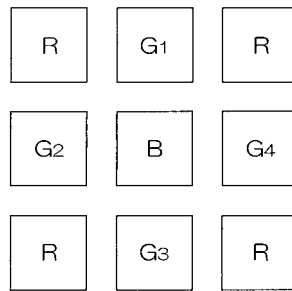
【図2】



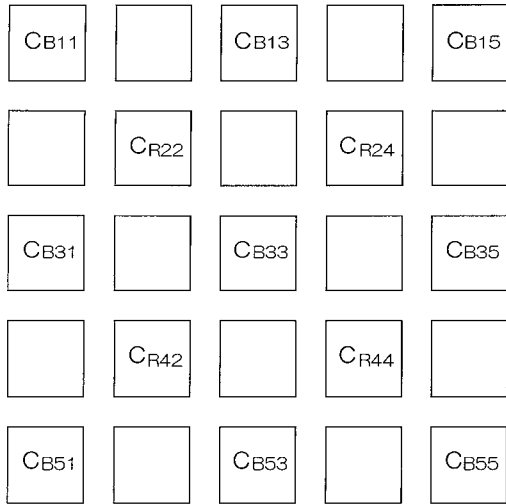
【図3】



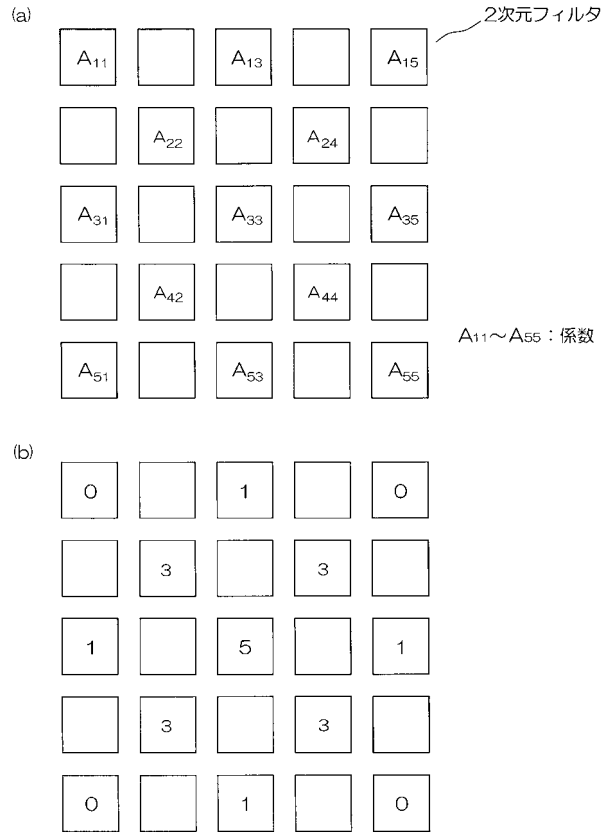
【図4】



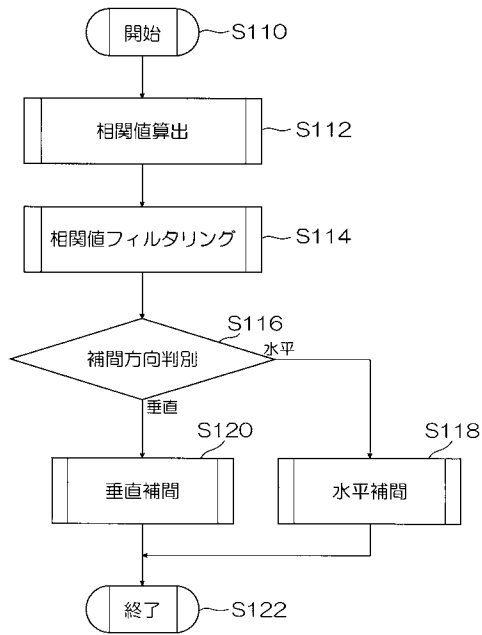
【図5】



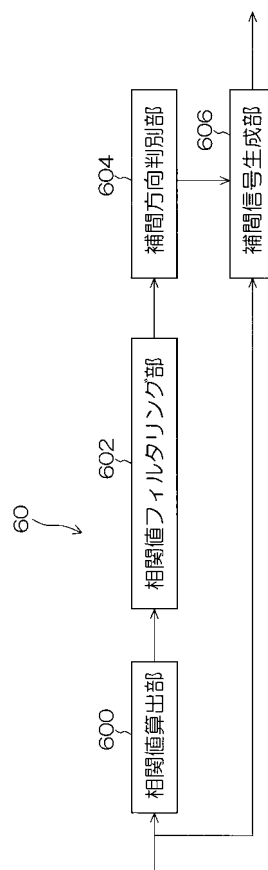
【図6】



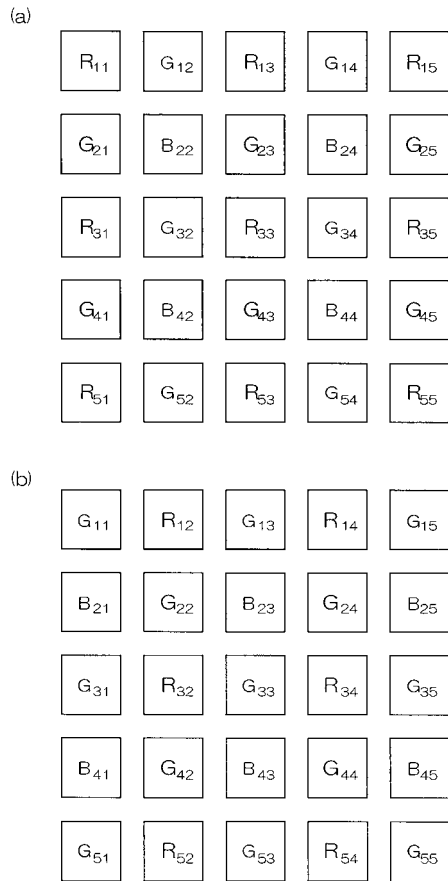
【図7】



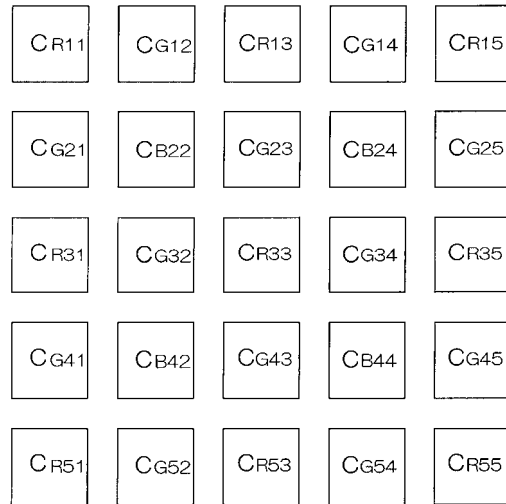
【図8】



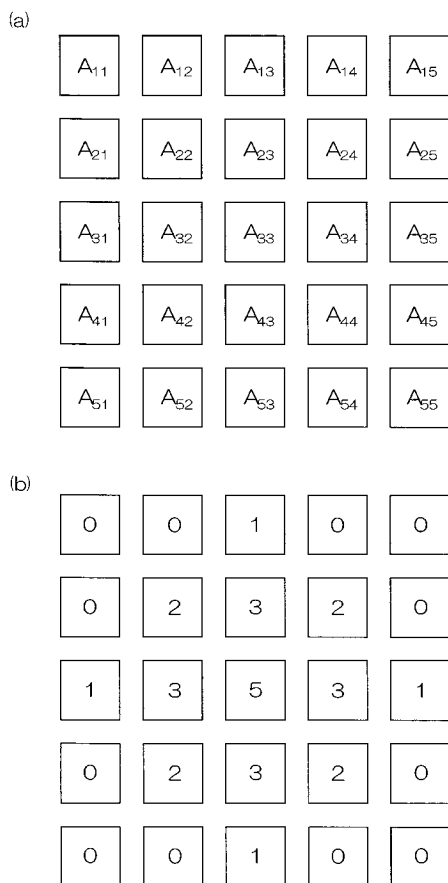
【図9】



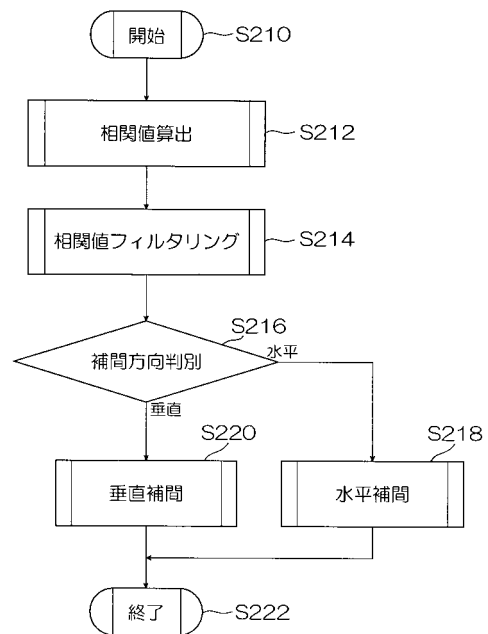
【図10】



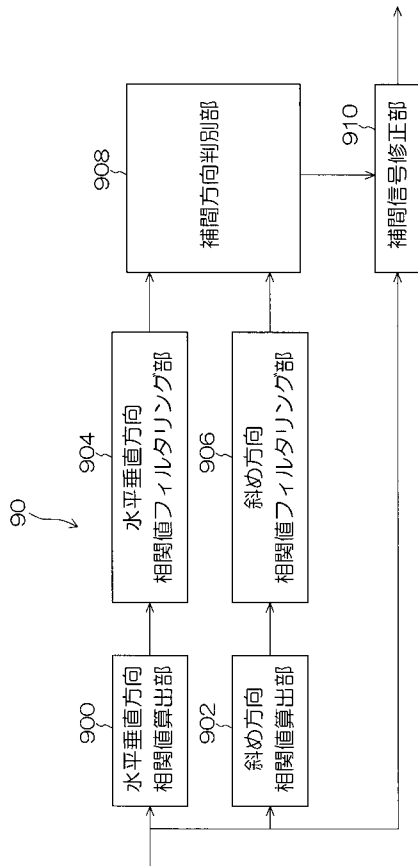
【図11】



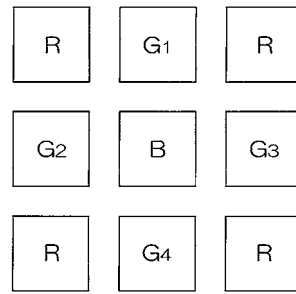
【図12】



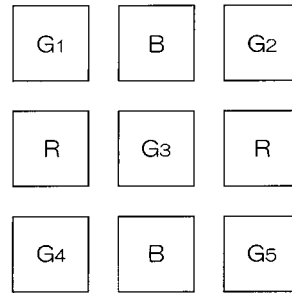
【図13】



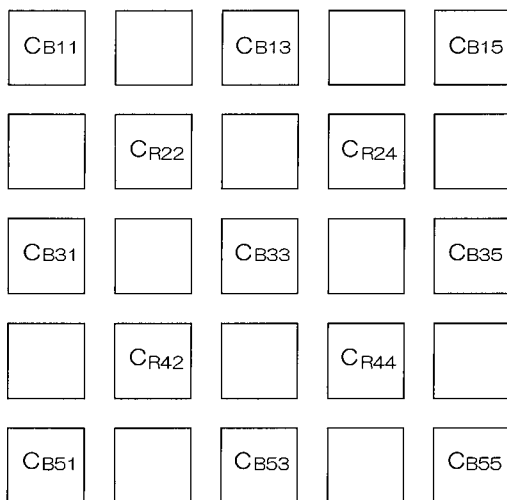
【図14】



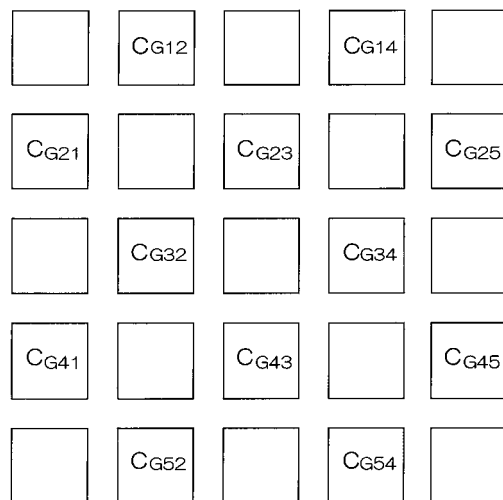
【図15】



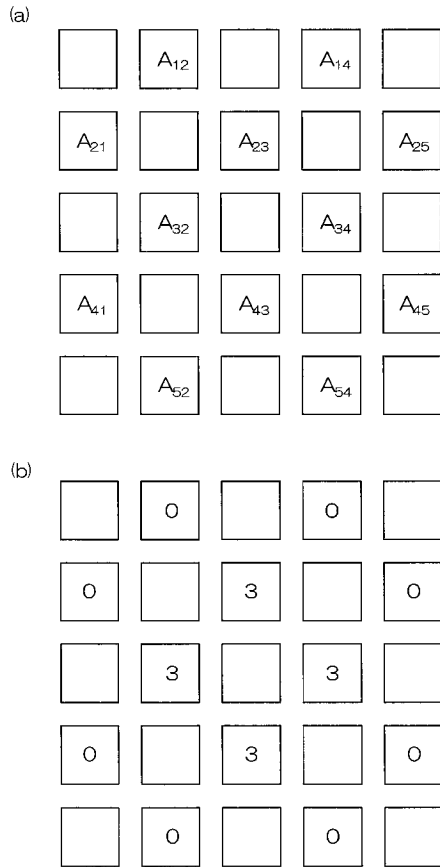
【図16】



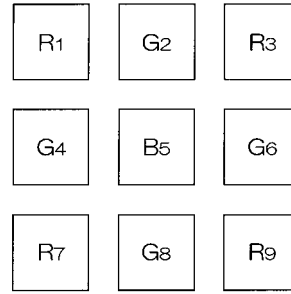
【図17】



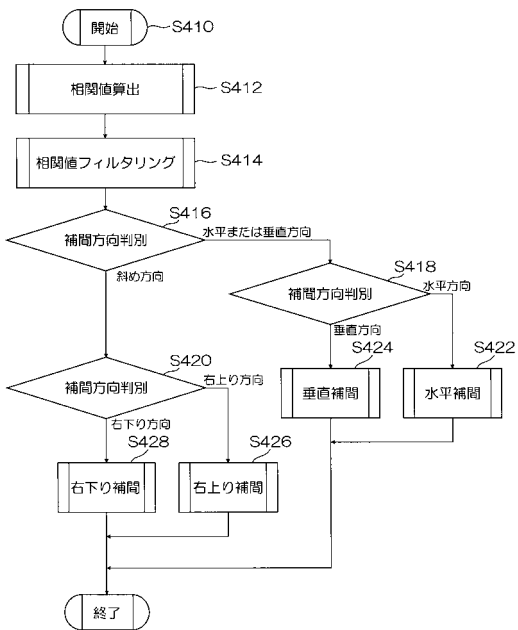
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 0 5 8 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 5 2 7 6 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 7 7 9 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 7 5 2 0 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 2 0 7 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 3 4 5 2 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 N 9 / 0 4 ~ 9 / 1 1