

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号
特許第5095040号
(P5095040)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/369 (2011.01)

HO 4 N 9/07 (2006.01)

HO 4 N 5/335 6 9 0

HO 4 N 9/07 A

HO 4 N 9/07 C

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-529061 (P2012-529061)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成23年7月29日 (2011.7.29)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/067421		東京都港区西麻布2丁目26番30号
審査請求日	平成24年7月24日 (2012.7.24)	(74) 代理人	100083116
(31) 優先権主張番号	特願2011-51999 (P2011-51999)		弁理士 松浦 憲三
(32) 優先日	平成23年3月9日 (2011.3.9)	(72) 発明者	林 健吉
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
(31) 優先権主張番号	特願2011-162416 (P2011-162416)		番地 富士フイルム株式会社内
(32) 優先日	平成23年7月25日 (2011.7.25)	(72) 発明者	田中 誠二
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
早期審査対象出願			番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	鈴木 肇
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー撮像素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水平方向及び垂直方向に配列された光電変換素子からなる複数の画素上に、所定のカラーフィルタ配列のカラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、

前記カラーフィルタ配列は、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと前記第1の色以外の2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとが配列された所定の基本配列パターンを含み、該基本配列パターンが水平及び垂直方向に繰り返して配置され、

前記第1のフィルタ及び第2のフィルタは、それぞれ前記基本配列パターン内に前記カラーフィルタ配列の水平及び垂直方向の各ライン内に1つ以上配置され、

前記第1のフィルタは、更に前記基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め（NE，NW）方向の各方向に2以上隣接する部分が含まれるように配置され、

前記カラーフィルタ配列は、前記第1のフィルタが3×3画素群において中心のフィルタを挟んで上下左右に配置され、該3×3画素群が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されているカラー撮像素子。

【請求項 2】

前記所定の基本配列パターン内のカラーフィルタ配列は、該基本配列パターンの中心に対して点対称である請求項1に記載のカラー撮像素子。

【請求項 3】

前記所定の基本配列パターンは、6×6画素に対応する正方配列パターンである請求項

1又は2に記載のカラー撮像素子。

【請求項4】

前記第1の色は、緑（G）色であり、前記第2の色は、赤（R）色及び青（B）色であり、

前記カラーフィルタは、前記R、G、Bの色に対応するRフィルタ、Gフィルタ及びBフィルタを有し、

前記カラーフィルタ配列は、3×3画素に対応する第1の配列であって、中心にRフィルタが配置され、4隅にBフィルタが配置され、中心のRフィルタを挟んで上下左右にGフィルタが配置された第1の配列と、3×3画素に対応する第2の配列であって、中心にBフィルタが配置され、4隅にRフィルタが配置され、中心のBフィルタを挟んで上下左右にGフィルタが配置された第2の配列とが、交互に水平及び垂直方向に配列されて構成されている請求項1に記載のカラー撮像素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はカラー撮像素子に係り、特に色モワレの発生を抑圧することができるカラー撮像素子に関する。

【背景技術】

【0002】

単板式のカラー撮像素子を有するカラー撮像装置では、カラー撮像素子からの出力画像がRAW画像（モザイク画像）であるため、欠落している色の画素を、周囲の画素から補間する処理（同時化処理）により多チャンネル画像を得ている。この場合に問題となるのが、高周波の画像信号の再現特性である。

20

【0003】

単板式のカラー撮像素子で最も広く用いられている色配列である原色系ベイヤー配列は、緑（G）画素を市松状に、赤（R）、青（B）を線順次に配置しているため、各色の再現帯域を越えた高周波信号の折り返りと各色の位相のずれにより低周波の色付き（色モアレ）が発生するという問題がある。

【0004】

図14の（A）に示すような白黒の縦縞模様（高周波画像）が、図14の（B）に示すベイヤー配列の撮像素子に入射した場合、これをベイヤーの色配列に振り分けて色毎に比較すると、図14の（C）から（E）に示すようにRは薄い平坦、Bは濃い平坦、Gは濃淡のモザイク状の色画像となり、本来、白黒画像であるのに対し、RGB間に濃度差（レベル差）は起きないものが、色配列と入力周波数によっては色が付いた状態となってしまう。

30

【0005】

同様に、図15の（A）に示すような斜めの白黒の高周波画像が、図15の（B）に示すベイヤー配列の撮像素子に入射した場合、これをベイヤーの色配列に振り分けて色毎に比較すると、図15の（C）から（E）に示すようにRとBは薄い平坦、Gは濃い平坦の色画像となり、仮に黒の値を0、白の値を255とすると、斜めの白黒の高周波画像は、Gのみ255となるため、緑色になってしまう。このようにベイヤー配列では、斜めの高周波画像を正しく再現することができない。

40

【0006】

一般に単板式のカラー撮像素子を使用するカラー撮像装置では、水晶などの複屈折物質からなる光学ローパスフィルタをカラー撮像素子の前面に配置し、高周波を光学的に落とすことで回避していた。しかし、この方法では、高周波信号の折り返りによる色付は軽減できるが、その弊害で解像度が落ちてしまうという問題がある。

【0007】

このような問題を解決するために、カラー撮像素子のカラーフィルタ配列を、任意の着目画素が該着目画素の色を含む3色と該着目画素の4辺のいずれかにおいて隣接する配列

50

制限条件を満たす３色ランダム配列としたカラー撮像素子が提案されている（特許文献１）。

【０００８】

また、分光感度が異なる複数のフィルタを有し、そのうち第１のフィルタと第２のフィルタが、画像センサの画素格子の一方の対角方向に第１の所定の周期で交互に配置されているとともに、他方の対角方向に第２の所定の周期で交互に配置されているカラーフィルタ配列の画像センサが提案されている（特許文献２）。

【０００９】

一方、特許文献３には、ベイヤー配列のモザイク画像の注目画素の周辺画素を用いて、水平、垂直、及び斜め（NE，NW）方向（４方向）における相関度を求め、求めた相関度の比率に応じた重み付けを行って画素補間を行う技術が記載されている。

10

【００１０】

更に、RGBの３原色のうちのR，Bを水平方向及び垂直方向にそれぞれ３画素おきに配置し、これらのR，Bの間にGを配置したカラー撮像素子が提案されている（特許文献４）。

【００１１】

このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、 4×4 画素に対応する基本配列パターンを含み、この基本配列パターンが水平及び垂直方向に繰り返して配置されて構成されており、基本配列パターン内のRGBの画素数は、それぞれ２画素、１２画素、２画素になっている。即ち、RGB画素の各画素数の比率は、１：６：１になっており、G画素が、R

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１２】

【特許文献１】特開２０００－３０８０８０号公報

【特許文献２】特開２００５－１３６７６６号公報

【特許文献３】特開２０１０－１０４０１９号公報

【特許文献４】特開平８－２３５４３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【００１３】

特許文献１に記載の３色ランダム配列は、低周波の色モアレには有効であるが、高周波部の偽色に対しては有効でない。

【００１４】

特許文献２に記載の画像センサのカラーフィルタ配列は、R、G、Bフィルタがカラーフィルタ配列の水平方向及び垂直方向の各ライン内に周期的に配置されているが、特許文献２に記載の発明は、上記カラーフィルタ配列を有する画像センサから出力されるモザイク画像を同時化处理する際に、注目画素を中心に所定の画像サイズの局所領域を抽出し、局所領域内の注目画素の色の色分布形状、及び推定しようとする他の色の色分布形状に関する統計量を算出し、注目画素位置の色の強度と色分布形状の統計量とに基づいて色分布形状を線形回帰することにより注目画素位置の他の色の推定値を算出するようにしている。この特許文献２に記載の発明は、色分布形状に関する統計量（共分散値）の演算や回帰演算処理を行う必要があり、画像処理が複雑になるという問題がある。

40

【００１５】

一方、特許文献３に記載の画素補間方法は、ベイヤー配列のモザイク画像に適用されるものであるが、ベイヤー配列の場合、G画素は、水平及び垂直方向に連続していないため、最小画素間隔で水平及び垂直方向における相関度を求めることができず、例えば、１画素周期の縦縞や横縞の高周波を入力した場合に相関度を誤判定し、画素補間を精度よく行うことができないという問題がある。

【００１６】

50

また、特許文献3に記載のカラー撮像素子は、R、Bそれぞれの画素数に対するGの画素数の比率が高く、G画素が水平、垂直及び斜め方向に2画素以上連続する部分が存在しており、輝度の変化の小さい方向（相関の高い方向）の判別が可能であり、また高解像度化も可能であるが、水平又は垂直方向にG画素のみのラインが存在するため、水平又は垂直方向に高周波部の偽色に対しては有効でない。

【0017】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、高周波部の偽色の発生を簡単な画像処理で抑圧することができるカラー撮像素子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】

【0018】

前記目的を達成するために本発明の一の態様に係る発明は、水平方向及び垂直方向に配列された光電変換素子からなる複数の画素上に、所定のカラーフィルタ配列のカラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子であって、前記カラーフィルタ配列は、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと前記第1の色以外の2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとが配列された所定の基本配列パターンを含み、該基本配列パターンが水平及び垂直方向に繰り返して配置され、前記第1のフィルタ及び第2のフィルタは、それぞれ前記基本配列パターン内に前記カラーフィルタ配列の水平及び垂直方向の各ライン内に1つ以上配置され、前記第1のフィルタは、更に前記基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向の各方向に2以上隣接する部分が含まれるように配置されている。

【0019】

本発明の一の態様に係るカラー撮像素子によれば、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタが、前記基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向の各方向に2以上隣接する部分が含まれるように配置されるため、各方向に隣接する第1の色の画素の画素値に基づいて輝度の相関方向が前記4方向のうちのいずれの方向にあるかを、最小画素間隔で判別することができる。これにより、カラー撮像素子から出力されるモザイク画像から抽出される同時化処理の対象画素の画素位置における他の色の画素値を算出する際に、上記のようにして最小画素間隔の画素値により判別した輝度の相関方向に応じて、相関方向に存在する他の色の画素の画素値を使用することにより、他の色の画素の画素値を精度よく推定することができ、高周波部の偽色の発生を抑圧することができる。尚、相関方向の判別結果に基づいて他の色の画素値を推定する処理方法は、特許文献3等に記載の方法やその他の種々の方法が適用できる。

【0020】

また、前記第1のフィルタ及び第2のフィルタは、それぞれ前記基本配列パターン内に水平及び垂直方向の各ライン内に1つ以上配置されているため、色モワレ（偽色）の発生を抑圧して高解像度化を図ることができる。更に、このカラーフィルタ配列は、所定の基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返されているため、後段での同時化（補間）処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。

【0021】

本発明の他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタ配列は、前記第2のフィルタのいずれか1色のフィルタを挟んで水平及び垂直方向にそれぞれ前記第1のフィルタが2以上連続配置されていることが好ましい。これらの2以上連続する第1のフィルタに対応する画素の画素値に基づいて輝度の相関方向が前記4方向のうちのいずれの方向にあるかを、最小画素間隔で判別することができる。

【0022】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタ配列は、前記第1のフィルタからなる2×2画素に対応する正方配列を含むことを特徴としている。2×2画素に対応する正方配列の4画素の各画素間の画素値に基づいて輝度の相関方向が前記4方向のうちのいずれの方向にあるかを、最小画素間隔で判別することができる。

【0023】

10

20

30

40

50

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記所定の基本配列パターン内のカラーフィルタ配列は、該基本配列パターンの中心に対して点对称であることが好ましい。これにより、後段の処理回路の回路規模を小さくすることが可能になる。

【0024】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記所定の基本配列パターンは、 $N \times N$ (N : 4以上8以下の整数) 画素に対応する正方配列パターンであることが好ましい。 N が4よりも小さい場合には、本発明に係るカラーフィルタ配列の条件を満足せず、 N が8を超える場合には、同時化等の信号処理が複雑化するのに対し、基本配列パターンのサイズを大きくすることによる格別な効果が得られないからである。

【0025】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記所定の基本配列パターンは、 6×6 画素に対応する正方配列パターンであることが好ましい。

【0026】

上記のように所定の基本配列パターンは、 $N \times N$ 画素に対応する正方配列パターンであり、 N は4以上8以下の整数が好ましいが、 N は偶数の方が奇数よりも同時化処理時に有利であり、また、 N が4の場合は、前記基本配列パターン内に前記第1のフィルタが水平、垂直、及び斜め (NE , NW) 方向の各ライン内で2画素以上連続する部分を含まないため、輝度の変化の小さい方向の判別に不利であり、 N が8の場合には、 N が6の場合に比べて信号処理が煩雑になる。したがって、前記基本配列パターンとしては、 N が6、即ち、 6×6 画素に対応する正方配列パターンが最も好ましい。

【0027】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタ配列は、前記第1のフィルタが 3×3 画素群において中心のフィルタを挟んで上下左右に配置され、該 3×3 画素群が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されていることが好ましい。前記 3×3 画素群の中心のフィルタを挟んで上下左右に前記第1のフィルタが配置されているため、該 3×3 画素群が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されると、前記カラーフィルタ配列は、前記 3×3 画素群の中心のフィルタを挟んで前記第1のフィルタが、水平及び垂直方向にそれぞれ2画素ずつ隣接することになる。これらの第1のフィルタに対応する画素 (合計8画素) の画素値は、4方向の相関方向の判別に使用することができる。

【0028】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタ配列は、前記第1のフィルタが 3×3 画素群において中心と4隅に配置され、該 3×3 画素群が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されていることが好ましい。前記 3×3 画素群の4隅に前記第1のフィルタが配置されているため、該 3×3 画素群が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されると、前記カラーフィルタ配列は、前記第1のフィルタからなる 2×2 画素に対応する正方配列を含むようになり、この 2×2 画素の画素値を使用して、水平、垂直、及び斜め (NE , NW) 方向のうちの相関の高い方向を判別することができる。

【0029】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記第1の色は、緑 (G) 色であり、前記第2の色は、赤 (R) 色及び青 (B) 色である。

【0030】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタは、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の色に対応する R フィルタ、 G フィルタ及び B フィルタを有し、前記フィルタ配列は、 3×3 画素に対応する第1の配列であって、中心に R フィルタが配置され、4隅に B フィルタが配置され、中心の R フィルタを挟んで上下左右に G フィルタが配置された第1の配列と、 3×3 画素に対応する第2の配列であって、中心に B フィルタが配置され、4隅に R フィルタが配置され、中心の B フィルタを挟んで上下左右に G フィルタが配置された第2の配列とが、交互に水平及び垂直方向に配列されて構成されている。

【0031】

上記構成のカラーフィルタ配列によれば、前記第 1 の配列又は第 2 の配列を中心に 5 × 5 画素（モザイク画像の局所領域）を抽出した場合、前記 5 × 5 画素の中心の画素（R 画素又は B 画素）を挟んで、水平及び垂直方向にそれぞれ隣接する G 画素が存在することになる。これらの G 画素（合計 8 画素）の画素値は、4 方向の相関方向の判別を使用することができる。

【0032】

本発明の更に他の態様に係るカラー撮像素子において、前記カラーフィルタは、赤（R）、緑（G）、青（B）の色に対応する R フィルタ、G フィルタ及び B フィルタを有し、前記フィルタ配列は、3 × 3 画素に対応する第 1 の配列であって、中心と 4 隅に G フィルタが配置され、中心の G フィルタを挟んで上下に B フィルタが配置され、左右に R フィルタが配列された第 1 の配列と、3 × 3 画素に対応する第 2 の配列であって、中心と 4 隅に G フィルタが配置され、中心の G フィルタを挟んで上下に R フィルタが配置され、左右に B フィルタが配列された第 2 の配列とが、交互に水平方向及び垂直方向に配列されて構成されている。

【0033】

上記構成のカラーフィルタ配列によれば、前記第 1 の配列又は第 2 の配列を中心に 5 × 5 画素（モザイク画像の局所領域）を抽出した場合、前記 5 × 5 画素の 4 隅に 2 × 2 画素の G 画素が存在することになる。これらの 2 × 2 画素の G 画素の画素値は、4 方向の相関方向の判別を使用することができる。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、輝度信号を得るために最も寄与する第 1 の色に対応する第 1 のフィルタと前記第 1 の色以外の 2 色以上の第 2 の色に対応する第 2 のフィルタとが配列された所定の基本配列パターンを含み、該基本配列パターンが水平及び垂直方向に繰り返して配置されてカラーフィルタ配列が構成され、この基本配列パターン内において、前記第 1 のフィルタが、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されるため、各方向に隣接する第 1 の色の画素の画素値に基づいて輝度の相関方向が前記 4 方向のうちのいずれの方向にあるかを、最小画素間隔で判別することができる。また、前記第 1 のフィルタ及び第 2 のフィルタは、それぞれ前記基本配列パターン内に水平及び垂直方向の各ライン内に 1 つ以上配置されているため、色モワレ（偽色）の発生を抑圧して高解像度化を図ることができる。更に、このカラーフィルタ配列は、所定の基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返されているため、後段での同時化（補間）処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】図 1 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 1 の実施形態を示す図であり；

【図 2】図 2 は第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に含まれる基本配列パターンを示す図であり；

【図 3 A】図 3 A は第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に含まれる 6 × 6 画素の基本配列パターンを 3 × 3 画素の A 配列と B 配列に分割し、これらを水平及び垂直方向に繰り返し配置してなるカラーフィルタ配列を示す図であり；

【図 3 B】図 3 B は図 3 A に示したカラーフィルタ配列による G 画素の特徴的な配置を示す図であり；

【図 4】図 4 は縦方向に相関方向があると判別された場合の同時化処理時の画素補間方法を説明するために用いた図であり；

【図 5】図 5 は左斜め上方向に相関方向があると判別された場合の同時化処理時の画素補間方法を説明するために用いた図であり；

【図 6】図 6 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 2 の実施形態を示す図であり；

【図 7】図 7 は第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に含まれる基本配列パターンを示す図であり；

10

20

30

40

50

【図 8】図 8 は第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に含まれる 6×6 画素の基本配列パターンを 3×3 画素の A 配列と B 配列に分割し、これらを水平及び垂直方向に繰り返し配置してなるカラーフィルタ配列を示す図であり；

【図 9】図 9 は第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列による G 画素の特徴的な配置を示す図であり；

【図 10】図 10 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 3 の実施形態を示す図であり；

【図 11】図 11 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 4 の実施形態を示す図であり；

【図 12】図 12 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 5 の実施形態を示す図であり； 10

【図 13】図 13 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 6 の実施形態を示す図であり；

【図 14】図 14 は従来のベイヤー配列のカラーフィルタを有するカラー撮像素子の課題を説明するために使用した図であり；

【図 15】図 15 は従来のベイヤー配列のカラーフィルタを有するカラー撮像素子の課題を説明するために使用した他の図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、添付図面に従って本発明に係るカラー撮像素子の好ましい実施の形態について詳説する。 20

【0037】

〔カラー撮像素子の第 1 の実施形態〕

図 1 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 1 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

【0038】

このカラー撮像素子は、水平方向及び垂直方向に配列（二次元配列）された光電変換素子からなる複数の画素（図示せず）と、各画素の受光面上に配置された、図 1 に示すカラーフィルタ配列のカラーフィルタとから構成されており、各画素上には、赤（R）、緑（G）、青（B）の 3 原色のカラーフィルタのうちのいずれかが配置される。 30

【0039】

尚、カラー撮像素子は、CCD（Charge Coupled Device）カラー撮像素子に限らず、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）撮像素子などの他の種類の撮像素子であってもよい。

【0040】

< カラーフィルタ配列の特徴 >

第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、下記の特徴（1）、（2）、（3）、及び（4）を有している。

【0041】 40

〔特徴（1）〕

図 1 に示すカラーフィルタ配列は、 6×6 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン P（太枠で示したパターン）を含み、この基本配列パターン P が水平及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、B の各色のフィルタ（R フィルタ、G フィルタ、B フィルタ）が所定の周期性をもって配列されている。

【0042】

このように R フィルタ、G フィルタ、B フィルタが所定の周期性をもって配列されているため、カラー撮像素子から読み出される R、G、B 信号の同時化（補間）処理等を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができる。 50

【 0 0 4 3 】

また、基本配列パターン P の単位で間引き処理して画像を縮小する場合、間引き処理した縮小画像のカラーフィルタ配列は、間引き処理前のカラーフィルタ配列と同じにすることができ、共通の処理回路を使用することができる。

【 0 0 4 4 】

〔 特徴 (2) 〕

図 1 に示すカラーフィルタ配列を構成する基本配列パターン P は、輝度信号を得るために最も寄与する色(この実施形態では、G の色)に対応する G フィルタと、G の色以外の他の色(この実施形態では、R , B)に対応する R フィルタ、B フィルタとが、基本配列パターン内の水平及び垂直方向の各ライン内に 1 つ以上配置されている。

10

【 0 0 4 5 】

R、G、B フィルタが、それぞれ基本配列パターン P 内の水平及び垂直方向の各ライン内に配置されるため、色モワレ(偽色)の発生を抑圧することができる。これにより、偽色の発生を抑制するための光学ローパスフィルタを光学系の入射面から撮像面までの光路に配置しないようにでき、又は光学ローパスフィルタを適用する場合でも偽色の発生を防止するための高周波数成分をカットする働きを弱いものを適用することができ、解像度を損なわないようにすることができる。

【 0 0 4 6 】

〔 特徴 (3) 〕

輝度系画素に対応する G フィルタは、カラーフィルタ配列 P 内において、水平、垂直、及び斜め(NE , NW)方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。

20

【 0 0 4 7 】

図 2 は、図 1 に示した基本配列パターン P を、3 × 3 画素に 4 分割した状態に関して示している。

【 0 0 4 8 】

図 2 に示すように基本配列パターン P は、実線の枠で囲んだ 3 × 3 画素の A 配列と、破線の枠で囲んだ 3 × 3 画素の B 配列とが、水平、垂直方向に交互に並べられた配列となっていると捉えることもできる。

【 0 0 4 9 】

A 配列は、中心に R フィルタが配置され、4 隅に B フィルタが配置され、中心の R フィルタを挟んで上下左右に G フィルタが配置されている。一方、B 配列は、中心に B フィルタが配置され、4 隅に R フィルタが配置され、中心の B フィルタを挟んで上下左右に G フィルタが配置されている。これらの A 配列と B 配列とは、R フィルタと B フィルタとの位置関係が逆転しているが、その他の配置は同様になっている。

30

【 0 0 5 0 】

図 3 A に示すように、第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、上記 A 配列と B 配列とが、水平及び垂直方向に交互に配置されていると捉えることもできる。

【 0 0 5 1 】

また、輝度系画素である G フィルタが、A 配列または B 配列における 3 × 3 画素において中心のフィルタを挟んで上下左右に配置され、この 3 × 3 画素が水平方向、垂直方向に交互に配置されることで、G フィルタが水平、垂直、及び斜め(NE , NW)方向の各方向に 2 以上隣接する部分が形成され、図 3 B に示すように十字形状に配置される。なお、このような配列とすることで、前述の特徴(1) , (3) , および G フィルタについては特徴(2)が満たされる。

40

【 0 0 5 2 】

いま、図 3 A に示すように、第 1 の実施形態のカラー撮像素子から出力されるモザイク画像を、A 配列を中心にして 5 × 5 画素の局所領域(太枠で示した領域)を抽出した場合、この局所領域内の 8 個の G 画素は、図 3 B に示すように十字形状に配置される。これらの G 画素を左から右の順に G 1、G 2、G 3、G 4 とし、上から下の順に G 5、G 6、G

50

7、G 8とすると、画素G 1 G 2、画素G 2 G 3が水平方向に隣接し、画素G 5 G 6、画素G 7 G 8が垂直方向に隣接し、画素G 6 G 3、画素G 2 G 7が左上斜め方向に隣接し、画素G 6 G 2、画素G 3 G 7が右上斜め方向に隣接している。

【0053】

従って、これらの隣接する画素の画素値の差分絶対値を求めることにより、水平、垂直、及び斜め（NE，NW）方向の各方向のうち、輝度の変化が最も小さい方向（相関の高い相関方向）を、最小画素間隔で判別することができる。

【0054】

即ち、水平方向の差分絶対値の和は $|G 1 - G 2| + |G 3 - G 4|$ 、水平方向の差分絶対値の和は $|G 5 - G 6| + |G 7 - G 8|$ 、右上斜め方向の差分絶対値の和は $|G 6 - G 2| + |G 3 - G 7|$ 、左上斜め方向の差分絶対値の和は $|G 6 - G 3| + |G 2 - G 7|$ となる。

10

【0055】

これらの4つの相関絶対値のうち最小となる差分絶対値をとる方向に相関（相関方向）があると判別することができる。尚、判別された相関方向は、同時化（補間）処理等を行う際に利用することができる。

【0056】

尚、上記の実施の形態では、隣接するG画素の画素値の差分値に基づいて輝度の変化が最も小さい方向（相関の高い相関方向）を判別するようにしたが、これに限らず、隣接するG画素の画素値の比に基づいて輝度の変化が最も小さい方向を判別するようにしてもよい。隣接するG画素の画素値の比に基づいて輝度の変化を判別する場合、その比がほぼ1となる方向が輝度の変化が小さい方向となる。

20

【0057】

<相関方向を使用した補間方法>

次に、上記のようにして方向判別された相関方向を利用した補間方法について説明する。

【0058】

図4に示すように縦方向に相関方向があると判別され、図4に示す太枠内の3×3画素（A配列）の各画素の画素位置における他の色の画素値を補間して求める場合、相関方向の近傍に存在する同じ色の画素の画素値を使用する。

30

【0059】

Gの画素値を補間する場合、B 22，B 24の画素位置におけるGの画素値G 22'，G 24'は、G 23の画素値を使用し、B 42，B 44の画素位置におけるGの画素値G 42'，G 44'は、G 43の画素値を使用する。一方、R 33の画素位置におけるGの画素値G 33'は、G 32とG 34の画素値の平均値を使用する。

【0060】

R、Bの画素値を補間する場合、B 22の画素位置におけるRの画素値R 22'は、R 21の画素値を使用し、G 23の画素位置におけるR，Bの画素値R 23'，B 23'は、それぞれR 21とR 25の画素値の平均値、B 22とB 24の画素値の平均値を使用し、B 22，B 24の画素位置におけるRの画素値R 22'，R 24'は、それぞれR 21，R 25の画素値を使用する。

40

【0061】

G 32の画素位置におけるR，Bの画素値R 32'，B 32'は、それぞれR 33，B 30の画素値を使用し、R 33の画素位置におけるBの画素値B 33'は、B 30とB 36の画素値の平均値を使用し、G 34の画素位置におけるR，Bの画素値R 34'，B 34'は、それぞれR 33，B 36の画素値を使用する。

【0062】

B 42の画素位置におけるRの画素値R 42'は、R 41の画素値を使用し、G 43の画素位置におけるR，Bの画素値R 43'，B 43'は、それぞれR 41とR 45の画素値の平均値、B 42とB 44の画素値の平均値を使用し、B 44の画素位置におけるRの画素値R 44'は、R 45の画素値を使用する。

50

【 0 0 6 3 】

B 配列の場合は R、B を入れ替えて同様の処理を行うことで R G B の画素値の補間を行う。

【 0 0 6 4 】

以上の処理を 3×3 画素毎に繰り返すことで R G B の画素値が補間される。

【 0 0 6 5 】

一方、図 5 に示すように左斜め上方向に相関方向があると判別され、図 5 に示す太枠内の 3×3 画素 (A 配列) の各画素の画素位置における他の色の画素値を補間して求める場合、相関方向の近傍に補間する色の画素が存在する場合には、その画素値を使用し、相関方向に補間する色の画素が存在しない場合には、近傍に存在する補間済みの画素の R G B の画素値の差又は比 (色差又は色比) の関係を利用して補間する。

10

【 0 0 6 6 】

まず、補間方向に補間する色の画素が存在する画素から補間を行う。図 5 では、B 22 の画素位置における R の画素値 R_{22}' は、 R_{23} の画素値を使用し、G 32 の画素位置における R の画素値 R_{32}' は、 R_{21} の画素値を使用し、B 42 の画素位置における G の画素値 G_{42}' は、 G_{31} と G_{53} の画素値の平均値を使用する。以降、 R_{23}' 、 B_{33}' 、 R_{43}' 、 G_{24}' 、 R_{34}' 、 R_{44}' も同じように相関方向に存在する補間する色の画素の画素値を使用する。

【 0 0 6 7 】

次に、相関方向に補間する色の画素が存在しない画素の補間の処理方法を説明する。

【 0 0 6 8 】

図 5 の B 22 の画素位置における G の画素値 G_{22}' を補間して求める場合、 G_{13} と補間した画素値 B_{13}' 、及び G_{31} と補間した画素値 B_{31}' の色差を用いて補間を行う。具体的には下式の計算により値を算出する。

20

【 0 0 6 9 】

[数 1]

$$G_{22}' = B_{22} + (G_{13} + G_{31})/2 - (B_{13}' + B_{31}')/2$$

同様に、G 32 の画素位置における B の画素値 B_{32}' 、B 42 の画素位置における R の画素値 R_{42}' の補間方法は、下式のようにになる。

【 0 0 7 0 】

[数 2]

$$B_{32}' = G_{32} + B_{31}' - G_{31}$$

$$R_{42}' = B_{42} + R_{33} - B_{33}'$$

同様の処理を行って B_{32}' 、 G_{33}' 、 B_{43}' 、 R_{24}' 、 B_{34}' 、 G_{44}' の補間を行う。

30

【 0 0 7 1 】

以上の処理を 3×3 画素毎に繰り返すことで R G B の画素値が補間される。

【 0 0 7 2 】

尚、A 配列、B 配列における R G B のカラーフィルタの対称性により、相関方向が横方向と判別された場合、又は右斜め上方向に相関方向があると判別された場合であっても、上述したように縦方向と判別された場合、又は左斜め上方向と判別された場合と同様にして R G B の画素値を補間して求めることができる。

40

【 0 0 7 3 】

また、上記 [数 1] 式、[数 2] 式では、色差を用いて補間を行っているが、色比を用いて補間を行うようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

[特徴 (4)]

図 1 に示すカラーフィルタ配列を構成する基本配列パターン P は、その基本配列パターン P の中心に対して点対称になっている。

【 0 0 7 5 】

図 2 に示したように、基本配列パターン内の A 配列及び B 配列は、それぞれ中心の R フィルタ、又は G フィルタに対して点対称になっており、かつ上下左右が対称 (線対称) に

50

なっている。

【 0 0 7 6 】

このような対称性により、後段の処理回路の回路規模を小さくしたり、簡略化することが可能になる。

【 0 0 7 7 】

〔 特徴 (5) 〕

図 1 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 10 画素、16 画素、10 画素になっている。即ち、RGB 画素の各画素数の比率は、5 : 8 : 5 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

10

【 0 0 7 8 】

上記のように G 画素の画素数と R、B 画素の画素数との比率が異なり、特に輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率を、R、B 画素の画素数の比率よりも大きくするようにしたため、同時化処理時におけるエリアシングを抑制することができるとともに、高周波再現性もよくすることができる。

【 0 0 7 9 】

尚、基本配列パターンを水平方向及び垂直方向に繰り返し配置することで、図 1 に示すカラーフィルタ配列を構成することができる基本配列パターンは複数存在するが、第 1 の実施形態では、基本配列パターンが点対称になっている基本配列パターン P を、便宜上、基本配列パターンという。

20

【 0 0 8 0 】

また、後述する他の実施形態のカラーフィルタ配列においても、各カラーフィルタ配列に対して複数の基本配列パターンが存在するが、その代表的なものをそのカラーフィルタ配列の基本配列パターンという。

【 0 0 8 1 】

〔 カラー撮像素子の第 2 の実施形態 〕

図 6 は本発明に係る単板式のカラー撮像素子の第 2 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

30

【 0 0 8 2 】

第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、6 × 6 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン P (太枠で示したパターン)を含み、この基本配列パターン P が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、B の各色のフィルタ (R フィルタ、G フィルタ、B フィルタ) が所定の周期性をもって配列されている。

【 0 0 8 3 】

また、このカラーフィルタ配列を構成する基本配列パターン P は、第 1 の実施形態と同様に、R、G、B の全ての色のフィルタが、基本配列パターン内の水平及び垂直方向の各ライン内に 1 つ以上配置されている。

40

【 0 0 8 4 】

また、輝度系画素に対応する G フィルタは、カラーフィルタ配列 P 内において、水平、垂直、及び斜め (NE, NW) 方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。

【 0 0 8 5 】

図 7 は、図 6 に示した基本配列パターン P を、3 × 3 画素に 4 分割した状態に関して示している。

【 0 0 8 6 】

図 7 に示すように基本配列パターン P は、実線の枠で囲んだ 3 × 3 画素の A 配列と、破線の枠で囲んだ 3 × 3 画素の B 配列とが、水平、垂直方向に交互に並べられた配列となっ

50

ていると捉えることもできる。

【 0 0 8 7 】

A 配列及び B 配列は、それぞれ輝度系画素である G フィルタが 4 隅と中央に配置され、両対角線上に配置されている。また、A 配列は、中央の G フィルタを挟んで R フィルタが水平方向に配列され、B フィルタが垂直方向に配列され、一方、B 配列は、中央の G フィルタを挟んで B フィルタが水平方向に配列され、R フィルタが垂直方向に配列されている。即ち、A 配列と B 配列とは、R フィルタと B フィルタとの位置関係が逆転しているが、その他の配置は同様になっている。

【 0 0 8 8 】

また、A 配列と B 配列の 4 隅の G フィルタは、図 8 に示すように A 配列と B 配列とが水平、垂直方向に交互に配置されることにより、 2×2 画素に対応する正分配列の G フィルタとなる。

【 0 0 8 9 】

これは、輝度系画素である G フィルタが、A 配列または B 配列における 3×3 画素において 4 隅と中央に配置され、この 3×3 画素が水平方向、垂直方向に交互に配置されることで 2×2 画素に対応する正分配列の G フィルタが形成されるためである。尚、このような配列とすることで、前述の特徴 (1) , (3) , (5) , および G フィルタについては特徴 (2) が満たされる。

【 0 0 9 0 】

即ち、図 6 に示すカラーフィルタ配列 (基本配列パターン P) は、G フィルタからなる 2×2 画素に対応する正分配列を含んでいる。

【 0 0 9 1 】

いま、図 8 に示すように、第 2 の実施形態のカラー撮像素子から出力されるモザイク画像を、A 配列を中心にして 5×5 画素の局所領域 (太枠で示した領域) を抽出した場合、この局所領域内の 4 隅の 2×2 画素の G 画素は、図 9 に示す配置になっている。

【 0 0 9 2 】

図 9 に示すように、 2×2 画素の G 画素の画素値を、左上から右下の順に G 1、G 2、G 3、G 4 とした場合、これらの G 画素の画素値の垂直方向の差分絶対値は $(| G 1 - G 3 | + | G 2 - G 4 |) / 2$ 、水平方向の差分絶対値は $(| G 1 - G 2 | + | G 3 - G 4 |) / 2$ 、右上斜め方向の差分絶対値は $| G 2 - G 3 |$ 、左上斜め方向の差分絶対値は $| G 1 - G 4 |$ となる。

【 0 0 9 3 】

これらの 4 つの相関絶対値のうち最小となる差分絶対値をとる方向に相関 (相関方向) があると判別することができる。

【 0 0 9 4 】

いま、図 8 又は図 9 に示すように中央に 3×3 画素の A 配列が位置するように、モザイク画像から 5×5 画素の局所領域を抽出した場合、4 隅に 2×2 画素の G 画素が配置されることになる。したがって、上記局所領域内の A 配列の 3×3 画素を同時化处理の対象画素とした場合、4 隅の各方向別の相関絶対値の総和 (又は平均値) を求め、各方向別の相関絶対値の総和 (又は平均値) のうち最小となる値をとる方向を、同時化处理の対象画素における輝度の相関方向として判別する。

【 0 0 9 5 】

また、図 6 に示すカラーフィルタ配列を構成する基本配列パターン P は、その基本配列パターンの中心 (4 つの G フィルタの中心) に対して点対称になっている。また、図 7 に示すように、基本配列パターン内の A 配列及び B 配列も、それぞれ中心の G フィルタに対して点対称になっており、かつ上下左右が対称 (線対称) になっている。

【 0 0 9 6 】

また、図 6 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 8 画素、20 画素、8 画素になっている。即ち、R G B 画素の各画素数の比率は、2 : 5 :

10

20

30

40

50

2 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

【0097】

このように第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列の特徴 (1)、(2)、(3)、(4) 及び (5) と同じ特徴を有している。

【0098】

更に、第 2 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、G フィルタが、カラーフィルタ配列の斜め (NE, NW) 方向の各ライン内に配置されており、高周波領域での同時化処理の再現精度をより向上させることができるという、第 1 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列にない特徴を有している。

【0099】

[カラー撮像素子の第 3 の実施形態]

図 10 は本発明に適用されるカラー撮像素子の第 3 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

【0100】

図 10 に示すように、このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、4 × 4 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン (太枠で示したパターン) を含み、この基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、B の各色のフィルタ (R フィルタ、G フィルタ、B フィルタ) が所定の周期性をもって配列されている。

【0101】

また、図 10 に示すカラーフィルタ配列は、R、G、B の全ての色のフィルタが、基本配列パターン内の水平及び垂直方向の各ライン内に 1 つ以上配置されている。

【0102】

更に、輝度系画素に対応する G フィルタは、基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め (NE, NW) 方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。これらの隣接する G フィルタに対応する G 画素の画素値により、水平、垂直、及び斜め (NE, NW) 方向のそれぞれの方向の輝度の相関を、最小画素間隔で判断することができる。

【0103】

また、カラーフィルタ配列を構成する基本配列パターンは、その基本配列パターンの中心に対して点対称になっている。

【0104】

また、図 10 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 4 画素、8 画素、4 画素になっている。即ち、R G B 画素の各画素数の比率は、1 : 2 : 1 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

【0105】

この第 3 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、第 1 の実施形態のカラー撮像素子 12 のカラーフィルタ配列の特徴 (1)、(2)、(3)、(4) 及び (5) と同じ特徴を有している。

【0106】

[カラー撮像素子の第 4 の実施形態]

図 11 は本発明に適用されるカラー撮像素子の第 4 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

【0107】

図 1 1 に示すように、このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、5 × 5 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン（太枠で示したパターン）を含み、この基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、Bの各色のフィルタ（Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタ）が所定の周期性をもって配列されている。

【 0 1 0 8 】

また、図 1 1 に示すカラーフィルタ配列は、R、G、Bの全ての色のフィルタが、基本配列パターン内の水平及び垂直方向の各ライン内に 1 つ以上配置されている。

【 0 1 0 9 】

更に、輝度系画素に対応する G フィルタは、基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。これらの隣接する G フィルタに対応する G 画素の画素値により、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向のそれぞれの方向の輝度の相関を、最小画素間隔で判断することができる。

【 0 1 1 0 】

また、図 1 1 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 6 画素、13 画素、6 画素になっている。即ち、RGB 画素の各画素数の比率は、6 : 13 : 6 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

【 0 1 1 1 】

この第 3 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、第 1 の実施形態のカラー撮像素子 1 2 のカラーフィルタ配列の特徴（1）、（2）、（3）及び（5）と同じ特徴を有している。

【 0 1 1 2 】

〔 カラー撮像素子の第 5 の実施形態 〕

図 1 2 は本発明に適用されるカラー撮像素子の第 5 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

【 0 1 1 3 】

図 1 2 に示すように、このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、7 × 7 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン（太枠で示したパターン）を含み、この基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、Bの各色のフィルタ（Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタ）が所定の周期性をもって配列されている。

【 0 1 1 4 】

また、図 1 2 に示すカラーフィルタ配列は、R、G、Bの全ての色のフィルタが、基本配列パターン内の水平方向及び垂直方向の各ライン内に配置されている。

【 0 1 1 5 】

更に、輝度系画素に対応する G フィルタは、基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め方向（NE、NW）方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。即ち、基本配列パターン内で上下左右に隣接する 2 × 2 画素を含む G 画素のかたまりが 4 組存在する。これらの隣接する G フィルタに対応する G 画素の画素値により、水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向のそれぞれの方向の輝度の相関を、最小画素間隔で判断することができる。

【 0 1 1 6 】

また、カラーフィルタ配列を構成する基本配列パターンは、その基本配列パターンの中心に対して点対称になっている。

【 0 1 1 7 】

また、図 1 2 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン

内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 12 画素、25 画素、12 画素になっている。即ち、RGB 画素の各画素数の比率は、12 : 25 : 12 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

【0118】

この第 4 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、第 1 の実施形態のカラー撮像素子 12 のカラーフィルタ配列の特徴 (1)、(2)、(3)、(4) 及び (5) と同じ特徴を有している。

【0119】

[カラー撮像素子の第 6 の実施形態]

10

図 13 は本発明に適用されるカラー撮像素子の第 6 の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子に設けられているカラーフィルタのカラーフィルタ配列に関して示している。

【0120】

図 13 に示すように、このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、8 × 8 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン (太枠で示したパターン) を含み、この基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。即ち、このカラーフィルタ配列は、R、G、B の各色のフィルタ (R フィルタ、G フィルタ、B フィルタ) が所定の周期性をもって配列されている。

【0121】

20

また、図 13 に示すカラーフィルタ配列は、R、G、B の全ての色のフィルタが、基本配列パターン内の水平方向及び垂直方向の各ライン内に配置されている。

【0122】

更に、輝度系画素に対応する G フィルタは、基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め方向 (NE, NW) 方向の各方向に 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されている。即ち、基本配列パターン内で上下左右に隣接する 2 × 2 画素を含む G 画素のかたまりが 4 組存在する。これらの隣接する G フィルタに対応する G 画素の画素値により、水平、垂直、及び斜め (NE, NW) 方向のそれぞれの方向の輝度の相関を、最小画素間隔で判断することができる。

【0123】

30

また、カラーフィルタ配列を構成する基本配列パターンは、その基本配列パターンの中心に対して点対称になっている。

【0124】

また、図 13 に示すカラーフィルタ配列の基本配列パターンは、その基本配列パターン内における R、G、B フィルタに対応する R 画素、G 画素、B 画素の画素数が、それぞれ 16 画素、32 画素、16 画素になっている。即ち、RGB 画素の各画素数の比率は、1 : 2 : 1 になっており、輝度信号を得るために最も寄与する G 画素の画素数の比率は、他の色の R 画素、B 画素の画素数の比率よりも大きくなっている。

【0125】

この第 6 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、第 1 の実施形態のカラー撮像素子 12 のカラーフィルタ配列の特徴 (1)、(2)、(3)、(4) 及び (5) と同じ特徴を有している。

40

【0126】

[その他]

上記実施形態では、RGB の 3 原色のカラーフィルタを有するカラー撮像素子について説明したが、本発明は、これに限らず、RGB の 3 原色 + 他の色 (例えば、エメラルド (E)) の 4 色のカラーフィルタを有するカラー撮像素子にも適用できる。

【0127】

また、本発明は、原色 RGB の補色である C (シアン)、M (マゼンタ)、Y (イエロー) に、G を加えた 4 色の補色系のカラーフィルタを有するカラー撮像素子にも適用でき

50

る。

【 0 1 2 8 】

また、第 1 から第 6 の実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、いずれも輝度信号を得るために最も寄与する G の画素数の比率が、R、B の各画素数の比率よりも大きくなっているが、G の画素数の比率が大きすぎると、R、B の画素数の比率が小さくなり、高周波部に偽色が発生しやすくなる。したがって、G の画素数は、R、B それぞれ画素数の 1.5 以上 3 以下が好ましい。

【 0 1 2 9 】

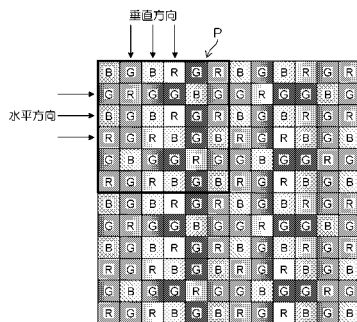
更に、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

【要約】

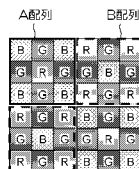
水平及び垂直方向に配列された光電変換素子からなる複数の画素上に、所定のカラーフィルタ配列のカラーフィルタが配設されてなる単板式のカラー撮像素子である。このカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、R、G、B の全ての色のフィルタが、水平及び垂直方向の全ラインに配列された所定の基本配列パターン P を含み、この基本配列パターン P が水平方向及び垂直方向に繰り返して配置されている。特に G フィルタは、基本配列パターン内において、水平、垂直、及び斜め (NE, NW) 方向の各方向 (4 方向) にそれぞれ 2 以上隣接する部分が含まれるように配置されており、これらの隣接する G フィルタに対応する G 画素の画素値により、4 方向の輝度の相関度を最小画素間隔で判断することができる。

【選択図】図 1

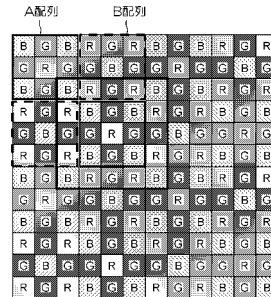
【図 1】



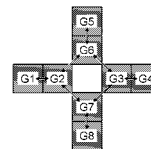
【図 2】



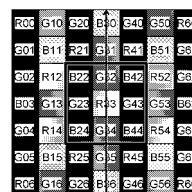
【図 3 A】



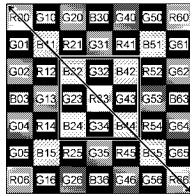
【図 3 B】



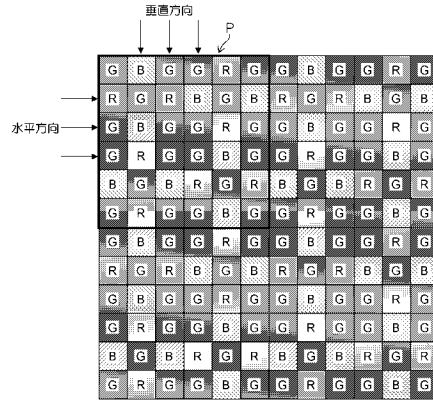
【図 4】



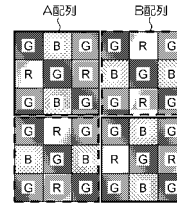
【図 5】



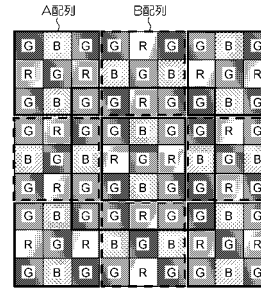
【図 6】



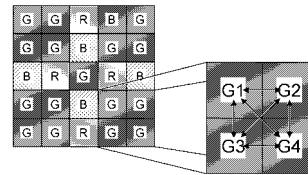
【図 7】



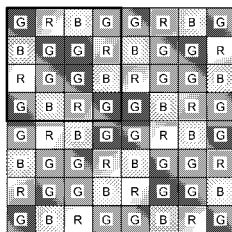
【図 8】



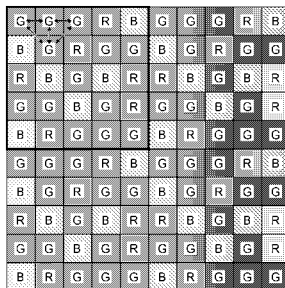
【図 9】



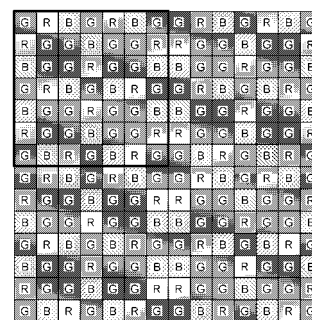
【図 10】



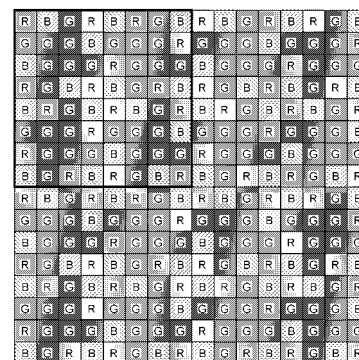
【図 11】



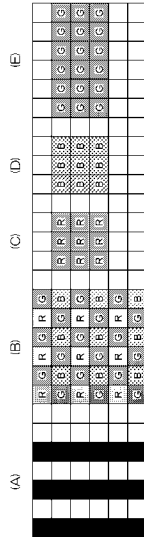
【図 12】



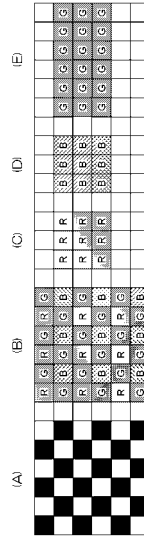
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 4 3 4 0 7 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 1 2 0 4 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 9 / 1 5 1 9 0 3 (W O , A 2)
特開 2 0 0 0 - 3 1 6 1 6 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 1 8 0 9 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04N 5/30 - 5/378

H04N 9/04 - 9/11