

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5702896号  
(P5702896)

(45) 発行日 平成27年4月15日(2015.4.15)

(24) 登録日 平成27年2月27日(2015.2.27)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	A
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L	27/14	D

請求項の数 14 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-523761 (P2014-523761)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86) (22) 出願日	平成25年7月3日(2013.7.3)	(74) 代理人	100083116 弁理士 松浦 憲三
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/068233	(72) 発明者	田中 誠二 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
(87) 国際公開番号	W02014/007282	(72) 発明者	林 健吉 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
(87) 国際公開日	平成26年1月9日(2014.1.9)		
審査請求日	平成26年12月25日(2014.12.25)	審査官	内田 勝久
(31) 優先権主張番号	特願2012-152680 (P2012-152680)		
(32) 優先日	平成24年7月6日(2012.7.6)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー撮像素子及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向にN×N(Nは3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、輝度信号を得るための寄与率が前記第1の色よりも低い2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する前記第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する前記第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色のうちの少なくとも1色の前記第2のフィルタは、前記基本配列パ

ターンの前記第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記基本配列パターンの2列の前記第2フィルタ配列の各々における同色の前記第2のフィルタの位置は、前記第1の方向に1画素間隔分ずらして配置されており、

前記基本配列パターン内の前記第2の方向の各フィルタラインのうちの少なくとも1つのフィルタラインには、前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタがそれぞれ1以上配置されているカラー撮像素子。

【請求項2】

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に  $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にある1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、透過率のピークが前記範囲の外にある2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色のうちの少なくとも1色の前記第2のフィルタは、前記基本配列パターンの前記第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記基本配列パターンの2列の前記第2フィルタ配列の各々における同色の前記第2のフィルタの位置は、前記第1の方向に1画素間隔分ずらして配置されており、

前記基本配列パターン内の前記第2の方向の各フィルタラインのうちの少なくとも1つのフィルタラインには、前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタがそれぞれ1以上配置されているカラー撮像素子。

【請求項3】

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に  $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、波長500nm以上560nm以下の範囲内で透過率が前記第1のフィルタよりも低くなる2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む

10

20

30

40

50

各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色のうち少なくとも1色の前記第2のフィルタは、前記基本配列パターン内の前記第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記基本配列パターンの2列の前記第2フィルタ配列の各々における同色の前記第2のフィルタの位置は、前記第1の方向に1画素間隔分ずらして配置されており、

前記基本配列パターン内の前記第2の方向の各フィルタラインのうち少なくとも1つのフィルタラインには、前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタがそれぞれ1つ以上配置されているカラー撮像素子。

【請求項4】

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色と前記3原色とは異なる色の第4色とを含む2色以上の第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のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する前記第1の色の各色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する前記第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、1色以上の前記第1のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、1色以上の前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方向と、前記第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記第2の色の各色のうち少なくとも1色の前記第2のフィルタは、前記基本配列パターン内の前記第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、

前記基本配列パターンの2列の前記第2フィルタ配列の各々における同色の前記第2のフィルタの位置は、前記第1の方向に1画素間隔分ずらして配置されており、

前記基本配列パターン内の前記第2の方向の各フィルタラインのうち少なくとも1つのフィルタラインには、前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタがそれぞれ1つ以上配置されているカラー撮像素子。

【請求項5】

第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、輝度信号を得るための寄与率が前記第1の色よりも低い2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ前記第1のフィルタに対応する前記第1の色の全画素数の比率が、前記第2のフィルタに対応する前記第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第1のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、前記第1のフィルタ及び前記第2の色の各色に対応する前記第2のフィルタを前記第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、

前記第1のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第1の方向と、前記第2の方

10

20

30

40

50

向と、前記第 1 の方向及び第 2 の方向に対して傾いた第 3 の方向及び第 4 の方向とを含む各方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記第 2 の色の各色のうちの少なくとも 1 色の前記第 2 のフィルタは、前記基本配列パターンの前記第 2 の方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記カラーフィルタの配列は、前記第 2 の色の各色の前記第 2 のフィルタの位置関係が逆転している 2 種類の前記基本配列パターンを含み、この 2 種類の前記基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向の各方向にそれぞれ交互に繰り返されて配置されてなるカラー撮像素子。

【請求項 6】

第 1 の方向及び第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に  $N \times N$  ( $N$  は 3 以上の自然数) 画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、透過率のピークが波長 480 nm 以上 570 nm 以下の範囲内にある 1 色以上の第 1 の色に対応する第 1 のフィルタと、透過率のピークが前記範囲の外にある 2 色以上の第 2 の色に対応する第 2 のフィルタとを含み、かつ前記第 1 のフィルタに対応する第 1 の色の全画素数の比率が、前記第 2 のフィルタに対応する第 2 の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第 1 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 1 列の第 1 フィルタ配列と、前記第 1 のフィルタ及び前記第 2 の色の各色に対応する前記第 2 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 2 列以上の第 2 フィルタ配列とを含み、

前記第 1 のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第 1 の方向と、前記第 2 の方向と、前記第 1 の方向及び第 2 の方向に対して傾いた第 3 の方向及び第 4 の方向とを含む各方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記第 2 の色の各色のうちの少なくとも 1 色の前記第 2 のフィルタは、前記基本配列パターンの前記第 2 の方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記カラーフィルタの配列は、前記第 2 の色の各色の前記第 2 のフィルタの位置関係が逆転している 2 種類の前記基本配列パターンを含み、この 2 種類の前記基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向の各方向にそれぞれ交互に繰り返されて配置されてなるカラー撮像素子。

【請求項 7】

第 1 の方向及び第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に  $N \times N$  ( $N$  は 3 以上の自然数) 画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、1 色以上の第 1 の色に対応する第 1 のフィルタと、波長 500 nm 以上 560 nm 以下の範囲内で透過率が前記第 1 のフィルタよりも低くなる 2 色以上の第 2 の色に対応する第 2 のフィルタとを含み、かつ前記第 1 のフィルタに対応する第 1 の色の全画素数の比率が、前記第 2 のフィルタに対応する第 2 の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、前記第 1 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 1 列の第 1 フィルタ配列と、前記第 1 のフィルタ及び前記第 2 の色の各色に対応する前記第 2 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 2 列以上の第 2 フィルタ配列とを含み、

前記第 1 のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第 1 の方向と、前記第 2 の方

10

20

30

40

50

向と、前記第 1 の方向及び第 2 の方向に対して傾いた第 3 の方向及び第 4 の方向とを含む各方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記第 2 の色の各色のうちの少なくとも 1 色の前記第 2 のフィルタは、前記基本配列パターンの前記第 2 の方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記カラーフィルタの配列は、前記第 2 の色の各色の前記第 2 のフィルタの位置関係が逆転している 2 種類の前記基本配列パターンを含み、この 2 種類の前記基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向の各方向にそれぞれ交互に繰り返されて配置されてなるカラー撮像素子。

【請求項 8】

第 1 の方向及び第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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の配列は、前記カラーフィルタが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に  $N \times N$  ( $N$  は 3 以上の自然数) 画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ当該基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向に繰り返されて配置されてなり、

前記カラーフィルタは、3 原色のうち最も輝度信号に寄与する色と前記 3 原色とは異なる色の第 4 色とを含む 2 色以上の第 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 のフィルタとを含み、かつ前記第 1 のフィルタに対応する前記第 1 の色の各色の全画素数の比率が、前記第 2 のフィルタに対応する前記第 2 の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、

前記基本配列パターンは、1 色以上の前記第 1 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 1 列の第 1 フィルタ配列と、1 色以上の前記第 1 のフィルタ及び前記第 2 の色の各色に対応する前記第 2 のフィルタを前記第 1 の方向に沿って配列させてなる 2 列以上の第 2 フィルタ配列とを含み、

前記第 1 のフィルタは、前記カラーフィルタの配列の前記第 1 の方向と、前記第 2 の方向と、前記第 1 の方向及び第 2 の方向に対して傾いた第 3 の方向及び第 4 の方向とを含む各方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記第 2 の色の各色のうちの少なくとも 1 色の前記第 2 のフィルタは、前記基本配列パターンの前記第 2 の方向のフィルタライン内に 1 つ以上配置され、

前記カラーフィルタの配列は、前記第 2 の色の各色の前記第 2 のフィルタの位置関係が逆転している 2 種類の前記基本配列パターンを含み、この 2 種類の前記基本配列パターンが前記第 1 の方向及び第 2 の方向の各方向にそれぞれ交互に繰り返されて配置されてなるカラー撮像素子。

【請求項 9】

輝度信号を得るための前記第 1 の色の寄与率は 50 % 以上であり、輝度信号を得るための前記第 2 の色の寄与率は 50 % 未満である請求項 1 記載のカラー撮像素子。

【請求項 10】

前記第 2 フィルタ配列内には、異なる色の前記第 2 のフィルタが前記第 1 の方向に隣接して配置されている請求項 1 から 4 および 9 のいずれか 1 項記載のカラー撮像素子。

【請求項 11】

前記カラーフィルタが正方形状である場合に、前記第 3 の方向及び第 4 の方向は前記第 1 の方向及び第 2 の方向に対してそれぞれ  $45^\circ$  異なる請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載のカラー撮像素子。

【請求項 12】

前記第 1 の色は、緑及び透明のうち少なくともいずれかを含む請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載のカラー撮像素子。

【請求項 13】

前記第 2 の色は、赤と青を含む請求項 1 から 12 のいずれか 1 項記載のカラー撮像素子。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

撮影光学系と、  
前記撮影光学系を介して被写体像が結像するカラー撮像素子と、  
前記結像した被写体像を示す画像データを生成する画像データ生成部とを備え、  
前記カラー撮像素子は、請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載のカラー撮像素子である、撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画素上に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及びそのようなカラー撮像素子を備える撮像装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

単板式のカラー撮像素子では、各画素上にそれぞれ単色のカラーフィルタが設けられるので各画素が単色の色情報しか持たない。このため、単板式のカラー撮像素子の出力画像はRAW画像（モザイク画像）となるので、欠落している色の画素を、周囲の画素から補間する処理（デモザイク処理）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。

【0003】

単板式のカラー撮像素子で最も広く用いられているカラーフィルタの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、G信号は斜め方向で、R、B信号は水平、垂直方向の高周波信号を生成する際の再現精度が問題である。

20

【0004】

図21の（A）部に示すような白黒の縦縞模様（高周波画像）が、図21の（B）部に示す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21の（C）部から（E）部に示すように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る。すなわち、本来、白黒画像であり、RGB間に濃度差（レベル差）は起きないものであるのに、色配列と入力周波数によっては画像に色が付いた状態になってしまう。

【0005】

30

同様に、図22の（A）部に示すような斜めの白黒の高周波画像が、図22の（B）部に示すベイヤー配列のカラーフィルタを有する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22の（C）部から（E）部に示すようにRとBは薄い平坦、Gは濃い平坦の色画像となる。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。

【0006】

一般に単板式のカラー撮像素子を使用する撮像装置では、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し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。

40

【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、任意の着目画素が着目画素の色を含む3色と着目画素の4辺のいずれかにおいて隣接する配列制限条件を満たす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（カラー撮像素子）が提案されている（特許文献2）。

50

## 【0009】

更に、RGBの3原色のカラー撮像素子(カラー撮像素子)において、R、G、Bを水平に配置した3画素のセットを垂直方向にジグザグにずらしながら配置することによって、RGBそれぞれの出現確率を均等にし、かつ撮像面上の任意の直線(水平、垂直、斜めの直線)が全ての色を通過するようにした色配列が提案されている(特許文献3)。

## 【0010】

更にまた、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)。

## 【先行技術文献】

10

## 【特許文献】

## 【0011】

【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】特開平11-285012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】

## 【0012】

特許文献1に記載のカラー撮像素子は、カラーフィルタ配列がランダムとなるため後段でのデモザイク処理を行う際に、ランダムパターンごとに最適化する必要があり、デモザイク処理が煩雑になるという問題がある。ここで、デモザイク処理とは、単板式のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に伴うRGBのモザイク画像から画素毎にRGBの全ての色情報を算出(同時式に変換)する処理であって、デモザイキング処理または同時化処理ともいう(本明細書内において同じ)。

20

## 【0013】

また、特許文献2に記載のカラー撮像素子は、G画素(輝度画素)が市松状に配置されているため、限界解像度領域(特に斜め方向)での画素再現精度が良くないという問題がある。

## 【0014】

30

特許文献3に記載のカラー撮像素子は、RGBの画素数の比率が等しいため、高周波再現性がベイヤー配列に比べて低下するという問題がある。なお、ベイヤー配列の場合、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のそれぞれの画素数の2倍になっている。

## 【0015】

一方、特許文献4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6倍とベイヤー配列と比較しても非常に高く、色再現性が低下してしまう。また、特許文献4に記載のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列は、6×4画素に対応する配列パターンを水平方向に繰り返し配置したものであるため、後段でのデモザイク処理を行う際に、繰り返し配列パターンにしたがって処理を行うことができる。従って、特許文献1のカラーフィルタ配列に比べると後段の処理を簡略化することができる。

40

## 【0016】

しかしながら、特許文献4のカラーフィルタ配列を構成する繰り返し配列パターンは、6×4の比較的大きいサイズであり、この繰り返し配列パターンのサイズが大きくなるほどデモザイク等の信号処理は複雑化する。その結果、特許文献4のカラー撮像素子を用いたとしても、後段の処理の簡略化には限界がある。

## 【0017】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、デモザイク処理時における高周波の画像信号の再現特性を向上させつつ、従来に比べて後段の処理を簡略化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。また、本発明は、そのようなカラー撮像素

50

子を用いた撮像装置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】

本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、輝度信号を得るための寄与率が第1の色よりも低い2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、基本配列パターンは、第1のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、第1のフィルタ及び第2の色の各色に対応する第2のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色のうち少なくとも1色の第2のフィルタは、基本配列パターンの第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置される。

10

【0019】

また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にある1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、透過率のピークが範囲外にある2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、基本配列パターンは、第1のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、第1のフィルタ及び第2の色の各色に対応する第2のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色のうち少なくとも1色の第2のフィルタは、基本配列パターンの第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置される。

20

30

【0020】

また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、1色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、波長500nm以上560nm以下の範囲内で透過率が第1のフィルタよりも低くなる2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、基本配列パターンは、第1のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、第1のフィルタ及び第2の色の各色に対応する第2のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の

40

50

第2フィルタ配列とを含み、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色のうちの少なくとも1色の第2のフィルタは、基本配列パターンの第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置される。

【0021】

また、本発明の目的を達成するためのカラー撮像素子は、第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に配列された光電変換素子で構成される複数の画素上に、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、カラーフィルタの配列は、カラーフィルタが第1の方向及び第2の方向に $N \times N$  ( $N$ は3以上の自然数)画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを含み、かつ基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に繰り返されて配置されてなり、カラーフィルタは、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色と3原色とは異なる色の第4色とを含む2色以上の第1の色に対応する第1のフィルタと、第1の色以外の2色以上の第2の色に対応する第2のフィルタとを含み、かつ第1のフィルタに対応する第1の色の各色の全画素数の比率が、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数の比率よりも大きくなり、基本配列パターンは、1色以上の第1のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる1列の第1フィルタ配列と、1色以上の第1のフィルタ及び第2の色の各色に対応する第2のフィルタを第1の方向に沿って配列させてなる2列以上の第2フィルタ配列とを含み、第1のフィルタは、カラーフィルタの配列の第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して傾いた第3の方向及び第4の方向とを含む各方向のフィルタライン内に1つ以上配置され、第2の色の各色のうちの少なくとも1色の第2のフィルタは、基本配列パターンの第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置される。

【0022】

本発明によれば、第1のフィルタを、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のフィルタライン内に1つ以上配置したので、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。

【0023】

また、カラーフィルタの配列は、基本配列パターンが水平方向及び垂直方向に繰り返して配置されているため、後段でのデモザイク処理を行う際に、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。特に $3 \times 3$ 画素や $4 \times 4$ 画素に対応する基本配列パターンでは、従来のランダム配列や、サイズの大きい繰り返し配列パターンで構成されたカラーフィルタの配列を用いた場合と比較して、後段の処理を簡略化することができる。

【0024】

また、第1のフィルタに対応する第1の色の画素数の比率を、第2のフィルタに対応する第2の色の各色の画素数のそれぞれの比率よりも大きくしているため、エリアシングを抑制することができ高周波再現性もよい。

【0025】

また、第2の色の各色のうちの少なくとも1色の第2のフィルタは、基本配列パターンの第2の方向のフィルタライン内に1つ以上配置しているため、色モワレ(偽色)の発生を低減して解像度の低下防止を図ることができる。

【0026】

輝度信号を得るための第1の色の寄与率は50%以上であり、輝度信号を得るための第2の色の寄与率は50%未満であることが好ましい。輝度信号を得るための寄与率が第2のフィルタよりも高い第1のフィルタを、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のフィルタライン内に1つ以上配置するので、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。

【0027】

基本配列パターンの2列の第2フィルタ配列の各々における同色の第2のフィルタの位置は、第1の方向に1画素間隔分ずらして配置されており、基本配列パターン内の第2の

10

20

30

40

50

方向の各フィルタラインのうちの少なくとも1つのフィルタラインには、第2の色の各色に対応する第2のフィルタがそれぞれ1以上配置されていることが好ましい。色モワレ（偽色）の発生を低減して解像度の低下防止を図ることができる。

【0028】

第2フィルタ配列内には、異なる色の第2のフィルタが第1の方向に隣接して配置されていることが好ましい。第2の方向の各フィルタラインのうちの1つのフィルタラインには、異なる色の第2のフィルタであるRBフィルタをそれぞれ配置し、残りのラインにはRBフィルタのいずれか一方を配置することができる。

【0029】

カラーフィルタの配列は、第2の色の各色の第2のフィルタの位置関係が逆転している2種類の基本配列パターンを含み、この2種類の基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向の各方向にそれぞれ交互に繰り返されて配置されてなることが好ましい。これにより、カラーフィルタの配列の第2の方向の各フィルタライン内に第2の色の各色の第2のフィルタがそれぞれ1以上配置されるので、色モワレ（偽色）の発生を低減して解像度の低下防止を図ることができる。

10

【0030】

カラーフィルタが正方形状である場合に、第3の方向及び第4の方向は第1の方向及び第2の方向に対してそれぞれ45°異なることが好ましい。

【0031】

第1の色は、緑及び透明のうち少なくともいずれかを含むことが好ましい。また、第2の色は、赤と青を含むことが好ましい。

20

【0032】

本発明の目的を達成するための撮像装置は、撮影光学系と、撮影光学系を介して被写体像が結像するカラー撮像素子と、結像した被写体像を示す画像データを生成する画像データ生成部とを備え、カラー撮像素子は、上記態様のいずれかに係るカラー撮像素子である。

【発明の効果】

【0033】

本発明のカラー撮像素子及び撮像装置は、基本配列パターンを第1の方向及び第2の方向に繰り返して配置してなるカラーフィルタの配列を備えるので、後段でのデモザイク処理を行う際に、繰り返しパターンにしたがって処理を行うことができ、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができる。基本配列パターン（繰り返しパターン）のサイズが小さくなるほど、デモザイク等の信号処理をより簡単に行うことができるので、本発明では、従来のランダム配列やサイズの大きい繰り返し配列パターンからなるカラーフィルタの配列を用いた場合と比較して、より後段の処理を簡略化することができる。

30

【0034】

また、カラーフィルタの配列の第1の方向から第4の方向の各方向のライン内に第1のフィルタを配置するとともに、第1のフィルタに対応する第1の色の画素数の比率を、第1の色以外の2色以上の第2のフィルタに対応する第2の色の画素数の比率よりも大きくするようにしたため、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させ、かつエリアシングを抑制することができる。

40

【0035】

また、基本配列パターンの第1の方向の各フィルタラインのうちの2つのフィルタライン内に第2の色の各色の第2のフィルタをそれぞれ配置し、かつ第2の方向の各フィルタライン内に第2の色の各色のうち少なくとも1色の第2のフィルタを配置しているので、色モワレ（偽色）の発生を低減して解像度の低下防止を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】図1は、デジタルカメラの電氣的構成を示すブロック図である。

50

【図 2】図 2 は、カラー撮像素子の撮像面の正面図である。

【図 3】図 3 は、第 1 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 4】図 4 は、図 3 中の基本配列パターンの拡大図である。

【図 5 A】図 5 A は、カラーフィルタ配列の特徴 ( 5 )、( 6 ) を説明するための説明図である。

【図 5 B】図 5 B は、カラーフィルタ配列の特徴 ( 5 )、( 6 ) を説明するための説明図である。

【図 6】図 6 は、複数種類の基本配列パターンについて説明するための説明図である。

【図 7 A】図 7 A は、本実施形態と比較例とにおける R , B 画素の画素間隔の違いを説明するための説明図である。

10

【図 7 B】図 7 B は、本実施形態と比較例とにおける R , B 画素の画素間隔の違いを説明するための説明図である。

【図 8】図 8 は、第 2 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 9】図 9 は、基本配列パターンの変形例を説明するための説明図である。

【図 10】図 10 は、透明フィルタを有する第 3 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 11】図 11 は、第 3 実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。

【図 12】図 12 は、2 種類の G フィルタを有する第 4 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

20

【図 13】図 13 は、第 4 実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。

【図 14】図 14 は、エメラルド ( E ) フィルタを有する第 5 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 15】図 15 は、第 5 実施形態のカラーフィルタ配列の分光感度特性を示したグラフである。

【図 16】図 16 は、カラーフィルタ配列をハニカム配列とした他実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 17】図 17 は、2 種類の基本配列パターンを有する第 7 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

30

【図 18】図 18 は、4 × 4 画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンを有する第 8 実施形態のカラーフィルタ配列の正面図である。

【図 19】図 19 は、図 18 に示した基本配列パターンの第 1 変形例を説明するための説明図である。

【図 20】図 20 は、図 18 に示した基本配列パターンの第 2 変形例を説明するための説明図である。

【図 21】図 21 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る。

【図 22】図 22 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。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 7 】

[ デジタルカメラの全体構成 ]

図 1 は本発明に係るカラー撮像素子を備えるデジタルカメラ 9 ( 撮像装置 ) のブロック図である。デジタルカメラ 9 は、大別して、撮影光学系 10、カラー撮像素子 12、撮影処理部 14、画像処理部 16、駆動部 18、制御部 20などを備えている。

【 0 0 3 8 】

撮影光学系 10 は、被写体像をカラー撮像素子 12 の撮像面上に結像する。カラー撮像素子 12 は、その撮像面上に 2 次元配列された光電変換素子で構成される複数の画素と、各画素の受光面の上方に設けられたカラーフィルタとを備えた、いわゆる単板式のカラー

50

撮像素子である。ここで、「～上」や「上方」とは、カラー撮像素子12の撮像面に対して被写体光が入射してくる側の方向を指す。

【0039】

カラー撮像素子12に結像された被写体像は、各画素の光電変換素子によって入射光量に応じた信号電荷に変換される。各光電変換素子に蓄積された信号電荷は、制御部20の指令に従って駆動部18から与えられる駆動パルスに基づいて信号電荷に応じた電圧信号（画像信号）としてカラー撮像素子12から順次読み出される。カラー撮像素子12から読み出される画像信号は、カラー撮像素子12のカラーフィルタ配列に対応した赤（R）、緑（G）、青（B）のモザイク画像を示すR、G、B信号である。なお、カラー撮像素子12は、CCD（Charge Coupled Device）型撮像素子、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型撮像素子などの他の種類の撮像素子であってもよい。

10

【0040】

カラー撮像素子12から読み出された画像信号は、撮影処理部14（画像データ生成部）に入力される。撮影処理部14は、画像信号に含まれるリセットノイズを除去するための相関二重サンプリング回路（CDS）、画像信号を増幅し、一定レベルの大きさにコントロールするためのAGC回路、及びA/D変換器を有している。この撮影処理部14は、入力された画像信号を相関二重サンプリング処理するとともに増幅した後、デジタルの画像信号に変換してなるRAWデータを画像処理部16に出力する。なお、カラー撮像素子12がMOS型撮像素子である場合は、A/D変換器は撮像素子内に内蔵されていることも多く、また上記相関二重サンプリングは必要としない場合もある。

20

【0041】

画像処理部16（画像データ生成部）は、ホワイトバランス補正回路、ガンマ補正回路、デモザイク処理回路（単板式のカラー撮像素子12のカラーフィルタ配列に伴うRGBのモザイク画像から画素毎にRGBの全ての色情報を算出（同時式に変換）する処理回路）、輝度・色差信号生成回路、輪郭補正回路、色補正回路等を有している。画像処理部16は、制御部20からの指令に従い、撮影処理部14から入力したモザイク画像のRAWデータに所要の信号処理を施して、画素毎にRGB全ての色情報を有するRGB画素信号を生成し、これに基づいて輝度データ（Yデータ）と色差データ（Cr、Cbデータ）とからなる画像データ（YUVデータ）を生成する。

【0042】

画像処理部16で生成された画像データは、圧縮/伸張処理回路により静止画に対しては、JPEG規格に準拠した圧縮処理が施され、動画に対してはMPEG2規格に準拠した圧縮処理が施された後、図示しない記録メディア（例えばメモ리카ード）に記録され、また、液晶モニタ等の表示手段（図示せず）に出力されて表示される。なお、本実施形態において、記録メディアはデジタルカメラ9に着脱可能なものに限られず内蔵式の光磁気記録メディアでもよく、表示手段もデジタルカメラ9に備えられたものに限られず、デジタルカメラ9に接続された外部のディスプレイでもよい。

30

【0043】

[カラー撮像素子]

図2に示すように、カラー撮像素子12の撮像面には、水平方向及び垂直方向に2次元配列された光電変換素子PDで構成される複数の画素21が設けられている。ここで、水平方向は本発明の第1の方向及び第2の方向のうちの一方向に相当し、垂直方向は本発明の第1の方向及び第2の方向のうち他方向に相当する。

40

【0044】

図3に示すように、カラー撮像素子12の撮像面上には、各画素21上に配設されたカラーフィルタにより構成されるカラーフィルタ配列22が設けられている。カラーフィルタ配列22は、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色のカラーフィルタ（以下、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタという）23R、23G、23Bにより構成されている。そして、各画素21上には、RGBフィルタ23R、23G、23Bのいずれかが配置される。以下、Rフィルタ23Rが配置された画素を「R画素」、Gフィルタ23Gが配置

50

された画素を「G画素」、Bフィルタ23Bが配置された画素を「B画素」という。

【0045】

ここで、G色は本発明の第1の色に相当し、Gフィルタ23Gは本発明の第1のフィルタに相当する。また、R色及びB色は本発明の第2の色に相当し、RBフィルタ23R, 23Bは本発明の第2のフィルタに相当する。第2の色のフィルタに属するRフィルタ23R及びBフィルタ23Bのいずれかのフィルタを、以下では「RBフィルタ」ともいう。

【0046】

[第1実施形態のカラーフィルタ配列]

カラーフィルタ配列22は、下記の特徴(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、及び(6)を有している。

【0047】

[特徴(1)]

図3及び図4に示すように、カラーフィルタ配列22は、3×3画素に対応する正方配列パターンとなる基本配列パターンP1を含み、この基本配列パターンP1が水平方向(H)及び垂直方向(V)に繰り返し配置されている。従って、カラーフィルタ配列22では、各色のRフィルタ23R、Gフィルタ23G、Bフィルタ23Bが所定の周期性をもって配列されている。このため、カラー撮像素子12から読み出されるR、G、B信号のデモザイク処理等を行う際に、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。その結果、従来のランダム配列に比べて後段の処理を簡略化することができる。

【0048】

また、基本配列パターンP1の単位で間引き処理して画像を縮小する場合に、間引き処理後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。

【0049】

基本配列パターンP1は、水平方向に平行なGフィルタ配列25、第1RGBフィルタ配列26、及び第2RGBフィルタ配列27を有しており、各フィルタ配列25~27が垂直方向に配列されてなるものである(図4参照)。Gフィルタ配列25は、本発明の第1フィルタ配列に相当するものであり、3個のGフィルタ23Gを水平方向に配列させてなる。第1及び第2RGBフィルタ配列26, 27は、本発明の第2フィルタ配列に相当するものであり、RGBフィルタ23R, 23G, 23Bを水平方向に配列させてなる。各フィルタ配列25~27では、下記特徴(2)~(6)を満たすように、RGBフィルタ23R, 23G, 23Bの配置が決定されている。

【0050】

[特徴(2)]

カラーフィルタ配列22では、その水平(H)、垂直(V)、及び斜め(NE, NW)方向の各フィルタライン内にGフィルタ23Gが配置されている。ここで、NEは斜め右上(左下)方向を意味し、本発明の第3の方向及び第4の方向のうちの一方向に相当する。また、NWは斜め右下(左上)方向を意味し、本発明の第3の方向及び第4の方向のうち他方向に相当する。RGBフィルタ23R, 23G, 23Bは正方形状であるので、NE方向及びNW方向は水平方向、垂直方向に対してそれぞれ45°の方向となる。なお、この角度は、RGBフィルタ23R, 23G, 23Bの水平方向や垂直方向の各辺の長さの増減に応じて増減し得る。例えば、正方形状以外の矩形状のカラーフィルタを用いた場合には、その対角線方向が斜め(NE, NW方向)となる。なお、カラーフィルタが正方形状以外の矩形状であっても、このカラーフィルタあるいは画素を正方格子状に配置した場合には、NE方向及びNW方向は水平方向、垂直方向に対してそれぞれ45°の方向となる。さらに、複数の画素及びカラーフィルタが矩形格子状に配列されている場合には、その矩形格子の対角線の方向が斜め(NE, NW方向)に対応する。

【0051】

G色は、輝度(Y)信号(上述の輝度データ)を得るための寄与率がR色、B色よりも

高くなる。すなわち、G色よりもR色及びB色の方の寄与率が低くなる。具体的に説明すると、上述の画像処理部16は、画素毎にRGB全ての色情報を有するRGB画素信号から、下記式(1)に従ってY信号を生成する。下記式(1)はカラー撮像素子12でのY信号の生成に一般的に用いられる式である。この式(1)ではG色の輝度信号への寄与率が60%になるため、G色は、R色(寄与率30%)やB色(寄与率10%)よりも寄与率が高くなる。従って、G色が3原色のうち最も輝度信号に寄与する色となる。

【0052】

$$Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B \cdots \text{式(1)}$$

このようなGフィルタ23Gが、カラーフィルタ配列22の水平(H)、垂直(V)、及び斜め(NE, NW)方向の各フィルタライン内に配置されるため、入力像において高周波となる方向によらず高周波領域でのデモザイク処理の再現精度を向上させることができる。

【0053】

〔特徴(3)〕

基本配列パターンP1内のRGBフィルタ23R, 23G, 23Bに対応するR画素、G画素、B画素の画素数は、それぞれ2画素、5画素、2画素になる。従って、RGB画素の各画素数の比率は2:5:2になるので、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、R画素、B画素のそれぞれの画素数の比率よりも大きくなる。

【0054】

このようにG画素の画素数とR, B画素の各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画素の各画素数の比率よりも大きくしているため、デモザイク処理時におけるエリアシングを抑制することができ、かつ高周波再現性もよくすることができる。また、G, R, Bの画素の比率はベイヤー配列での比率に近く、色再現性もよい。

【0055】

〔特徴(4)〕

基本配列パターンP1には、Gフィルタ配列25の各Gフィルタ23Gと、これに隣接する第1RGBフィルタ配列26内のGフィルタ23Gと含む、Gフィルタ群29が含まれる。このGフィルタ群29に対応する各G画素を取り出し、水平方向(H)のG画素の画素値の差分絶対値、垂直方向(V)のG画素の画素値の差分絶対値を求めることにより、水平方向(H)及び垂直方向(V)のうち、差分絶対値の小さい方向に相関があると判断することができる。その結果、カラーフィルタ配列22では、最小画素間隔のG画素の情報を使用して、水平方向(H)及び垂直方向(V)のうちの相関の高い方向判別ができる。この方向判別結果は、周囲の画素から補間する処理(デモザイク処理)に使用することができる。なお、この場合に、例えば前述のデモザイク処理回路(画像処理部16)内に方向判別処理部を設けて、この方向判別処理部で方向判別を行うようにするとよい。

【0056】

〔特徴(5)、(6)〕

図5Aに示すように、第1及び第2RGBフィルタ配列26, 27(図4参照)内では、Rフィルタ23R及びBフィルタ23Bが互いに隣接して配置されている。また、第1RGBフィルタ配列26内のRBフィルタ23R, 23Bの各位置と、第2RGBフィルタ配列26内のRBフィルタ23R, 23Bの各位置と、が水平方向(H)に1画素間隔分ずらして配置されている。ここで、「画素間隔」とは、基準画素(1つの画素)の中心点から隣接画素の中心点まで画素間隔(ピッチ)をいう。これにより、基本配列パターンP1内の3つの垂直方向(V)のフィルタラインのうち、1つのフィルタラインL1内にはRフィルタ23R及びBフィルタ23Bの両方が含まれ、残りのフィルタラインL1'内にはRフィルタ23RまたはBフィルタ23Bのいずれか一方が含まれる(特徴(5))。その結果、カラーフィルタ配列22には、垂直方向(V)のフィルタラインL1が水平方向(H)に等間隔で設けられている。

【0057】

10

20

30

40

50

図5Bに示すように、基本配列パターンP1の3つの水平方向(H)のフィルタラインのうち、2つのフィルタラインL2(第1及び第2RGBフィルタ配列26, 27)内にはRフィルタ23R及びBフィルタ23Bの両方が含まれ、さらに、残りの1つのフィルタラインL2'内にはRフィルタ23R及びBフィルタ23Bが含まれない(特徴(6))。その結果、カラーフィルタ配列22には、水平方向(H)のフィルタラインL2が垂直方向(V)に等間隔で設けられている。

【0058】

この際に、Rフィルタ23R及びBフィルタ23Bの各々は、色モワレ(偽色)の発生を低減するために、基本配列パターンP1内においてカラーフィルタ配列22の水平方向(H)、及び垂直方向(V)の各フィルタライン内に配置することが好ましい。しかしながら、フィルタラインL1'内に配置されていないRフィルタ23RまたはBフィルタ23Bに対応する画素(画素値)については、例えば、前述の隣接するG画素群(Gフィルタ群29に対応するG画素)からの出力信号値から方向判別した結果などを用いて隣接するフィルタラインL1, L1'内のRフィルタ23RまたはBフィルタ23Bに対応する画素から補間処理することにより求めることができる。また、フィルタラインL2'内に配置されていないRBフィルタ23R, 23Bに対応する画素の画素値(画素値)についても、例えば、G画素群からの出力信号値から方向判別した結果などを用いて隣接するフィルタラインL2内のRBフィルタ23R, 23Bに対応する画素から補間処理することにより求めることができる。

【0059】

このようにカラーフィルタ配列22にフィルタラインL1', L2'が含まれていたとしても、色モワレ(偽色)の発生がある程度は低減される。その結果、偽色の発生を抑制するための光学ローパスフィルタ(LPF)を撮影光学系10からカラー撮像素子12の撮像面までの光路に配置する場合に、偽色の発生がある程度は低減されるので高周波数成分をカットする働きが弱い光学ローパスフィルタを配置可能、あるいは光学ローパスフィルタを設けなくてもよい。これにより、解像度を損なわないようにすることができる。

【0060】

[その他の特徴]

図6に示すように、基本配列パターンP1を水平方向(H)、及び垂直方向(V)にそれぞれ1画素ずつシフトした基本配列パターンをP1'、それぞれ2画素ずつシフトした基本配列パターンをP1''とすると、これらの基本配列パターンP1', P1''を水平方向(H)及び垂直方向(V)に繰り返し配置しても、同じカラーフィルタ配列22になる。このように、図3に示したカラーフィルタ配列22を構成可能な基本配列パターンは複数存在する。第1の実施形態では、図3及び図4に示した基本配列パターンP1を、便宜上、基本配列パターンという。

【0061】

以上のように本発明のカラーフィルタ配列22は、特徴(1)~特徴(6)を有するので、後段でのデモザイク処理の簡略化と、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度の向上と、デモザイク処理時におけるエリアシングの抑制及び高周波再現性の向上と、解像度の低下防止とが可能となる。特に本発明では、カラーフィルタ配列22を構成する基本配列パターンP1を、3x3画素に対応する配列パターンで、かつカラーフィルタ配列22が前述の特徴(1)~(6)を満たすように定めている。この基本配列パターンP1(すなわち、カラーフィルタ配列22を構成する繰り返し配列パターン)のサイズが小さくなるほど、デモザイク等の信号処理をより簡単に行うことができる。このため、本発明のカラー撮像素子12は、サイズの大きな繰り返し配列パターンでカラーフィルタ配列が構成されている前述の特許文献4のカラー撮像素子などを用いた場合と比較して、より後段の処理を簡略化することができる。また、同じく前述の特許文献4では、図7Aに示したカラーフィルタ配列C1のように、R画素及びB画素を第1の方向(水平方向)及び第2の方向(垂直方向)から見た場合に、6画素(6画素分の間隔)中にそれぞれ3画素(例えばハッチング表示されたR画素)配置されている。このため、同色の画素間隔は2画素間

隔(2P)となるので、1画素間隔の高周波入力を再現することができない。これに対して、図7Bに示すように、本実施例ではR画素及びB画素を第1の方向(水平方向)及び第2の方向(垂直方向)から見た場合に、3画素(3画素分の間隔)中に2画素配置されており、同色の画素間隔は1画素間隔(1P)と2画素間隔(2P)の繰り返しとなる。このため、特許文献4のカラー撮像素子などを用いた場合と比較してより高質に再現することができる。

#### 【0062】

[第2実施形態のカラー撮像素子]

次に、図8を用いて本発明の第2実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第2の実施形態のカラー撮像素子は、上記第1実施形態のカラーフィルタ配列22とは異なる配列パターンを有するカラーフィルタ配列30を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

#### 【0063】

[第2実施形態のカラーフィルタ配列]

カラーフィルタ配列30は、RGBフィルタ23R, 23G, 23Bが3×3画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP2を含み、この基本配列パターンP2が水平方向(H)及び垂直方向(V)に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列30は前述の特徴(1)を有する。

#### 【0064】

基本配列パターンP2は、第1実施形態の基本配列パターンP1と同様に前述の各フィルタ配列25~27により構成されている。ただし、基本配列パターンP2では、第1RGBフィルタ配列26と第2RGBフィルタ配列27との間に、Gフィルタ配列25が配置されている。

#### 【0065】

このようなカラーフィルタ配列30においても、その水平(H)、垂直(V)、及び斜め(NE, NW)方向の各フィルタライン内にはGフィルタ23Gが1以上配置される。また、基本配列パターンP2内におけるRGB画素の各画素数の比率も2:5:2になる。従って、カラーフィルタ配列30は、前述の特徴(2)、(3)を有する。

#### 【0066】

基本配列パターンP2には、Gフィルタ配列25の各Gフィルタ23Gと、これに隣接する第1及び第2RGBフィルタ配列26, 27内のGフィルタ23Gと含む、Gフィルタ群31(図中においてハッチングで表示)が含まれる。これにより、第1実施形態と同様に、水平・垂直方向(H, V)のG画素の画素値の差分絶対値を求めることで、これら各方向のうちの相関の高い方向の判別ができる。従って、カラーフィルタ配列30は前述の特徴(4)を有する。

#### 【0067】

また、基本配列パターンP2は、第1実施形態と同様に、Gフィルタ配列25と、第1及び第2RGBフィルタ配列26, 27とにより構成されるので、第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同様の特徴(5)、(6)を有する。

#### 【0068】

以上のように、第2実施形態のカラーフィルタ配列30についても、第1実施形態と同様に、前述の特徴(1)~(6)を有するので、第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同様の効果が得られる。

#### 【0069】

[他の基本配列パターンの変形例]

カラーフィルタ配列(基本配列パターン)の配列パターンは、上記特徴(2)~(6)を満たす範囲内で適宜変更することができる。例えば、カラーフィルタ配列を、図9の(A)部, (B)部に示すように基本配列パターンP1を90°回転させてなる基本配列パターンP1aで構成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【0070】

また、図9の(C)部、(D)部に示すように、RGBフィルタ23R、23G、23Bの配置が基本配列パターンP1と鏡像関係にある基本配列パターンP1b、あるいは基本配列パターンP1bを180°回転させてなる基本配列パターンP1cなどでカラーフィルタ配列を構成してもよい。さらに、図示は省略するが、各基本配列パターンP1、P1a~P1c内のRフィルタ23RとBフィルタ23Bとの位置関係を逆転させてもよい。なお、後述する第3実施形態以降の各実施形態についても同様である。

## 【0071】

<第1のフィルタ(第1の色)の条件>

上記各実施形態では、本発明の第1の色を有する第1のフィルタとしてG色のGフィルタ23Gを例に挙げて説明を行ったが、Gフィルタ23Gの代わりに、あるいはGフィルタ23Gの一部に代えて、下記条件(1)から条件(4)のいずれかを満たすフィルタを用いても同様の効果が得られる。

## 【0072】

〔条件(1)〕

条件(1)は、輝度信号を得るための寄与率が50%以上であることである。この寄与率50%は、本発明の第1の色(G色など)と、第2の色(R、B色など)とを区別するために定めた値であって、輝度データを得るための寄与率がR色、B色などよりも相対的に高くなる色が「第1の色」に含まれるように定めた値である。G色の寄与率は上記式(1)に示したように60%となるので条件(1)を満たす。また、G色以外の色の寄与率についても実験やシミュレーションにより取得可能である。従って、G色以外で寄与率が50%以上となる色を有するフィルタも、本発明の第1のフィルタとして用いることができる。なお、寄与率が50%未満となる色は本発明の第2色(R色、B色など)となり、この色を有するフィルタが本発明の第2のフィルタとなる。

## 【0073】

〔条件(2)〕

条件(2)は、フィルタの透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にあることである。フィルタの透過率は、例えば分光光度計で測定された値が用いられる。この波長範囲は、本発明の第1の色(G色など)と、第2の色(R、B色など)とを区別するために定められた範囲であって、前述の寄与率が相対的に低くなるR色、B色などのピークが含まれず、かつ寄与率が相対的に高くなるG色などのピークが含まれるように定められた範囲である。従って、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲内にあるフィルタを第1のフィルタとして用いることができる。なお、透過率のピークが波長480nm以上570nm以下の範囲外となるフィルタが本発明の第2のフィルタ(Rフィルタ23R、Bフィルタ23B)となる。

## 【0074】

〔条件(3)〕

条件(3)は、波長500nm以上560nm以下の範囲内での透過率が第2のフィルタ(Rフィルタ23RやBフィルタ23B)の透過率よりも高いことである。この条件(3)においても、フィルタの透過率は例えば分光光度計で測定された値が用いられる。この条件(3)の波長範囲も、本発明の第1の色(G色など)と、第2の色(R、B色など)とを区別するために定められた範囲であって、R色やB色などよりも前述の寄与率が相対的に高くなる色を有するフィルタの透過率が、RBフィルタ23R、23Bなどの透過率よりも高くなる範囲である。従って、透過率が波長500nm以上560nm以下の範囲内で相対的に高いフィルタを第1のフィルタとして用い、透過率が相対的に低いフィルタを第2のフィルタとして用いることができる。

## 【0075】

〔条件(4)〕

条件(4)は、3原色のうち最も輝度信号に寄与する色(例えばRGBのうちのG色)と、この3原色とは異なる色とを含む2色以上のフィルタを、第1のフィルタとして用い

10

20

30

40

50

ることである。この場合には、第1のフィルタの各色以外の色に対応するフィルタが第2のフィルタとなる。

【0076】

[第3実施形態のカラー撮像素子]

次に、図10を用いて本発明の第3実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第3の実施形態のカラー撮像素子は、RGB画素以外に白色光（可視光の波長域の光）を受光する白色画素（クリア画素ともいう）を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0077】

[第3実施形態のカラーフィルタ配列]

第3実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列36を備えている。カラーフィルタ配列36は、前述のRGBフィルタ23R、23G、23B、及び透明フィルタ23W（第1のフィルタ）が3×3画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP3を含み、この基本配列パターンP3が水平及び垂直方向（H、V）に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列36は前述の特徴（1）を有する。

【0078】

基本配列パターンP3は、基本配列パターンP1の一部のGフィルタ23Gを透明フィルタ23Wに置き換えた配列パターンを有している。例えば本実施形態では、Gフィルタ配列25の水平方向の両端に位置するGフィルタ23Gを、透明フィルタ23Wに置き換えている。このように第3実施形態のカラー撮像素子では、G画素の一部を白色画素に置き換えている。これにより、高感度化を実現でき、またG画素を残すことで画素サイズを微細化しても色再現性の劣化を抑制することができる。

【0079】

透明フィルタ23Wは、透明色（第1の色）のフィルタである。透明フィルタ23Wは、可視光の波長域に対応する光を透過可能であり、例えばRGBの各色の光の透過率が50%以上となるフィルタである。透明フィルタ23Wの透過率は、Gフィルタ23Gよりも高くなるので、輝度信号を得るための寄与率もG色（60%）よりは高くなり、前述の条件（1）を満たす。

【0080】

カラーフィルタ配列36の分光感度特性を示す図11において、透明フィルタ23Wの透過率のピーク（白色画素の感度のピーク）は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。また、透明フィルタ23Wの透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R、23Bの透過率よりも高くなる。このため、透明フィルタ23Wは前述の条件（2）、（3）も満たしている。なお、Gフィルタ23Gについても透明フィルタ23Wと同様に前述の条件（1）～（3）を満たしている。

【0081】

このように透明フィルタ23Wは、前述の条件（1）～（3）を満たしているので、本発明の第1のフィルタとして用いることができる。なお、カラーフィルタ配列36では、RGBの3原色のうち最も輝度信号に寄与するG色に対応するGフィルタ23Gの一部を透明フィルタ23Wに置き換えているので、前述の条件（4）も満たしている。

【0082】

図10に戻って、カラーフィルタ配列36は、上述の通り、Gフィルタ23Gの一部を透明フィルタ23Wで置き換えた点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴（2）～（6）を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

【0083】

なお、透明フィルタ23Wの配置や個数は図10に示した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。この場合には、Gフィルタ23G及び透明フィルタ23W

10

20

30

40

50

を含む第1のフィルタが、カラーフィルタ配列36の水平方向(H)、垂直方向(V)、斜め方向(NE、NW)の各方向のラインに1個以上含まれていれば、前述の特徴(2)を満たす。

【0084】

[第4実施形態のカラー撮像素子]

次に、図12を用いて本発明の第4実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第4の実施形態のカラー撮像素子は、2種類のG画素を備えている点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0085】

[第4実施形態のカラーフィルタ配列]

第4実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列40を備えている。カラーフィルタ配列40は、Rフィルタ23R、第1Gフィルタ23G1及び第2Gフィルタ23G2(第1のフィルタ)、Bフィルタ23Bが3×3画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP4を含み、この基本配列パターンP4が水平及び垂直方向(H、V)に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列40は前述の特徴(1)を有する。

【0086】

基本配列パターンP4は、第1実施形態の基本配列パターンP1の各Gフィルタ23Gを第1Gフィルタ23G1または第2Gフィルタ23G2に置き換えた配列パターンを有している。例えば本実施形態では、Gフィルタ配列25の水平方向の両端に位置するGフィルタ23Gを第2Gフィルタ23G2に置き換え、水平方向の中央に位置するGフィルタ23Gを第1Gフィルタ23G1に置き換えている。また、第1及び第2RGBフィルタ配列26、27のGフィルタ23Gを第1Gフィルタ23G1に置き換えている。

【0087】

第1Gフィルタ23G1は第1の波長帯域のG光を透過し、第2Gフィルタ23G2は第1Gフィルタ23G1と相関の高い第2の波長帯域のG光を透過する(図13参照)。第1Gフィルタ23G1としては、現存のGフィルタ(例えば第1実施形態のGフィルタ23G)を用いることができる。また、第2Gフィルタ23G2としては、第1Gフィルタ23G1と相関の高いフィルタを用いることができる。この場合に、第2Gフィルタ23G2の分光感度曲線のピーク値は、例えば波長500nmから535nmの範囲(現存のGフィルタの分光感度曲線のピーク値の近傍)にあることが望ましい。なお、4色のカラーフィルタを決定する方法は、例えば特開2003-284084号に記載されている方法が用いられる。

【0088】

このように第4実施形態のカラー撮像素子により取得される画像の色を4種類とし、取得される色情報を増やすことにより、3種類の色(RGB)のみが取得される場合と較べて、より正確に色を表現することができる。すなわち、眼で違うものに見える色は違う色に、同じものに見える色は同じ色にそれぞれ再現すること(「色の判別性」を向上させること)ができる。

【0089】

第1及び第2Gフィルタ23G1、23G2の透過率は、第1実施形態のGフィルタ23Gの透過率と基本的には同じであるので、輝度信号を得るための寄与率は50%よりは高くなる。従って、第1及び第2Gフィルタ23G1、23G2は前述の条件(1)を満たす。

【0090】

また、カラーフィルタ配列40の分光感度特性を示す図13において、各Gフィルタ23G1、23G2の透過率のピーク(各G画素の感度のピーク)は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。各Gフィルタ23G1、23G2の透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R、23Bの透過率よりも高くなる

10

20

30

40

50

。このため、各Gフィルタ23G1, 23G2は前述の条件(2)、(3)も満たす。

【0091】

図12に戻って、カラーフィルタ配列40は、上述の通り、各Gフィルタ23G1, 23G2を有する点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴(2)~(6)を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

【0092】

なお、各Gフィルタ23G1, 23G2の配置や個数は図12に示した実施形態に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。また、Gフィルタの種類を3種類以上に増加してもよい。

10

【0093】

[第5実施形態のカラー撮像素子]

次に、図14を用いて本発明の第5実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。なお、第5の実施形態のカラー撮像素子は、RGB画素以外に、本発明の第4色に対応するエメラルド(E)色の光を受光するE画素を備える点を除けば、上記第1実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【0094】

[第5実施形態のカラーフィルタ配列]

第5実施形態のカラー撮像素子は、第1実施形態とは異なるカラーフィルタ配列44を備えている。カラーフィルタ配列44は、前述のRGBフィルタ23R, 23G, 23B、及びEフィルタ23E(第1のフィルタ)が3×3画素に対応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターンP5を含み、この基本配列パターンP5が水平及び垂直方向(H、V)に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列44は前述の特徴(1)を有する。

20

【0095】

基本配列パターンP5は、図10に示した第3実施形態の基本配列パターンP3の透明フィルタ23WをEフィルタ23Eに置き換えた配列パターンを有している。このようにGフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eで置き換えた4色のカラーフィルタ配列44を用いることで、輝度の高域成分の再現を向上させ、ジャギネスを低減させるとともに、解像度感の向上を可能とすることができる。

30

【0096】

カラーフィルタ配列44の分光感度特性を示す図15において、Eフィルタ23Eの透過率のピーク(E画素の感度のピーク)は波長480nm以上570nm以下の範囲内にある。また、Eフィルタ23Eの透過率は波長500nm以上560nm以下の範囲内で、RBフィルタ23R, 23Bの透過率よりも高くなる。このため、Eフィルタ23Eは前述の条件(2)、(3)を満たしている。また、カラーフィルタ配列44では、RGBの3原色のうち最も輝度信号に寄与するG色に対応するGフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eに置き換えているので、前述の条件(4)も満たしている。

【0097】

なお、図15に示した分光特性では、Eフィルタ23EがGフィルタ23Gよりも短波長側にピークを持つが、Gフィルタ23Gよりも長波長側にピークを持つ(少し黄色よりの色に見える)場合もある。このようにEフィルタ23Eとしては、本発明の各条件を満たすものを適宜選択可能であり、例えば、条件(1)を満たすようなEフィルタ23Eを選択することもできる。

40

【0098】

図14に戻って、カラーフィルタ配列44は、上述の通り、Gフィルタ23Gの一部をEフィルタ23Eで置き換えた点を除けば、基本的には第1実施形態のカラーフィルタ配列22と同じであるので、第1実施形態と同様の特徴(2)~(6)を有する。従って、第1実施形態で説明した効果と同様の効果が得られる。

50

## 【 0 0 9 9 】

なお、Eフィルタ23Eの配置や個数は、図14に示した実施形態とは異なる配置や個数に変更してもよい。この場合には、Gフィルタ23G及びEフィルタ23Eを含む第1のフィルタが、カラーフィルタ配列44の水平方向(H)、垂直方向(V)、斜め方向(NE、NW)の各方向のラインに1個以上含まれていれば、前述の特徴(2)を満たす。

## 【 0 1 0 0 】

また、上記第5実施形態では、Eフィルタ23Eを本発明の第1のフィルタとして用いているが、Eフィルタ23Eの中には例えば前述の条件(1)~(4)を満たさないものもある。従って、このようなEフィルタ23Eについては本発明の第2のフィルタとして用いてもよい。

10

## 【 0 1 0 1 】

[第6実施形態のカラー撮像素子(カラーフィルタ配列)]

次に、図16を用いて本発明の第6実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。この第6実施形態のカラー撮像素子は、RGB画素が斜め方向(NE、NW)に2次元配列されている点を除けば、上記第1実施形態のカラー撮像素子と基本的には同じ構成である。このため、上記第1実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

## 【 0 1 0 2 】

第6実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列48は、RGBフィルタ23R、23G、23Bを斜め方向(NE、NW)に2次元配列してなる所謂八ニカム配列状の基本配列パターンP6を含み、かつ基本配列パターンP6が斜め方向(NE、NW)に繰り返されて配置されてなる配列パターンであってもよい。この場合には、斜め方向(NE、NW)が本発明の第1及び第2の方向になり、水平・垂直方向(H、V)が本発明の第3及び第4の方向となる。

20

## 【 0 1 0 3 】

このようなカラーフィルタ配列48は、第1実施形態のカラーフィルタ配列22を撮影光学系10の光軸回りに45°回転させた配列パターンであるので、上記第1実施形態と同様の特徴(1)~(6)を有する。なお、図示は省略するが、他実施形態の基本配列パターンP2~P8(基本配列パターンP7、P8は後述する)についても同様に八ニカム配列にしてもよい。

30

## 【 0 1 0 4 】

[第7実施形態のカラー撮像素子(カラーフィルタ配列)]

次に、図17を用いて本発明の第7実施形態のカラー撮像素子について説明を行う。上記第1実施形態のカラー撮像素子12は、同一の基本配列パターンP1を水平・垂直方向(H、V)に繰り返して配置してなるカラーフィルタ配列22を有しているが、第7実施形態のカラー撮像素子は、2種類の基本配列パターンで構成されるカラーフィルタ配列50を有している。

## 【 0 1 0 5 】

カラーフィルタ配列50は、RGBフィルタ23R、23G、23Bが3×3画素に対応する配列パターンで配列されてなる2種類の基本配列パターンP1、P7を含み、両基本配列パターンP1、P7が水平及び垂直方向(H、V)にそれぞれ交互に繰り返して配置されている。基本配列パターンP7は、RBフィルタ23R、23Bの位置関係が逆転している点を除けば、基本配列パターンP1と同じ配列パターンを有している。

40

## 【 0 1 0 6 】

2種類の基本配列パターンP1、P7は、カラーフィルタ配列50内において、互いに水平及び垂直方向(H、V)に隣接して配置されている。このため、カラーフィルタ配列50は、2×2の基本配列パターンP1、P7により構成される基本配列パターンP8が、水平及び垂直方向(H、V)に繰り返し配置された構成と捉えることもできる。従って、カラーフィルタ配列50は、前述の特徴(1)を満たす。

## 【 0 1 0 7 】

50

この際に、基本配列パターン P 8 は、6 × 6 画素に対応する配列パターンであるが、2 種類の基本配列パターン P 1 , P 7 で構成されているので、R、G、B 信号のデモザイク処理等を行う際には基本配列パターン P 1 , P 7 のそれぞれに対応した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。その結果、基本配列パターン P 8 のサイズが大きくなったとしても、従来のランダム配列よりは後段の処理回路の回路規模を小さくして、後段の処理を簡略化することができる。

【 0 1 0 8 】

基本配列パターン P 1 , P 7 の G フィルタ 2 3 G の配置は同じであるので、カラーフィルタ配列 5 0 の水平 ( H )、垂直 ( V )、及び斜め ( N E , N W ) 方向の各フィルタライン内には G フィルタ 2 3 G が配置される。その結果、カラーフィルタ配列 5 0 は前述の特徴 ( 2 ) を有する。

10

【 0 1 0 9 】

また、基本配列パターン P 1 , P 7 , P 8 のそれぞれにおける R G B 画素の画素数の比率は 2 : 5 : 2 であるとともに、基本配列パターン P 1 , P 7 にはそれぞれ前述の G フィルタ群 2 9 ( 図 4 参照 ) が含まれる。さらに、基本配列パターン P 7 は、R B フィルタ 2 3 R、2 3 B の配置が逆転している点を除けば、基本配列パターン P 1 と同じ配列パターンである。このため、カラーフィルタ配列 5 0 は、前述の特徴 ( 3 )、( 4 )、( 6 ) を有する。

【 0 1 1 0 】

[ 特徴 ( 5 ' ) ]

20

基本配列パターン P 1 と基本配列パターン P 7 とは、R B フィルタ 2 3 R、2 3 B の配置が逆転している点を除けば基本的に同じ配列パターンであるので、両基本配列パターン P 1 , P 7 により構成される基本配列パターン P 8 ( カラーフィルタ配列 5 0 ) の垂直方向 ( V ) の各フィルタラインには R B フィルタ 2 3 R、2 3 B がそれぞれ 1 つ以上含まれる ( 特徴 ( 5 ' ) )。上述したように、R B フィルタ 2 3 R、2 3 B の各々は、色モワレ ( 偽色 ) の発生を低減するために、基本配列パターン内の水平・垂直方向 ( H、V ) の各フィルタライン内に配置することが好ましい。このため、基本配列パターン P 8 により構成されるカラーフィルタ配列 5 0 を用いることで、第 1 実施形態よりも色モアレ ( 偽色 ) の発生を抑えることができ、高周波数成分をカットする働きのより弱い光学ローパスフィルタを配置可能である。これにより、解像度を損なわないようにすることができる。或いは、色モワレ ( 偽色 ) の発生がある程度は低減されるので光学ローパスフィルタを配置しなくてもよい。

30

【 0 1 1 1 】

以上のように、本発明のカラーフィルタ配列 5 0 は、前述の特徴 ( 1 ) ~ ( 4 )、( 6 ) の他に、特徴 ( 5 ' ) を有するので、後段でのデモザイク処理の簡略化と、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度の向上と、デモザイク処理時におけるエリアシングの抑制及び高周波再現性の向上と、高解像化と、R B 画素のデモザイク処理の精度向上と、相関の高い方向の判別とが可能になる。

【 0 1 1 2 】

[ 第 8 実施形態のカラーフィルタ配列 ) ]

40

次に、図 1 8 を用いて本発明の第 8 実施形態のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列 5 4 について説明を行う。上記各実施形態のカラーフィルタ配列を構成する基本配列パターン P 1 ~ P 7 は、3 × 3 画素に対応する配列パターンであるが、カラーフィルタ配列 5 4 は 4 × 4 画素に対応する配列されてなる基本配列パターン P 9 により構成されている。なお、第 8 実施形態のカラー撮像素子についても、上記第 1 実施形態とは異なるカラーフィルタ配列 5 4 を備える点を除けば、上記第 1 実施形態と基本的には同じ構成である。このため、上記第 1 実施形態と機能・構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 1 1 3 】

カラーフィルタ配列 5 4 は、R G B フィルタ 2 3 R、2 3 G、2 3 B が 4 × 4 画素に対

50

応する配列パターンで配列されてなる基本配列パターン P 9 を含み、この基本配列パターン P 9 が水平方向 ( H ) 及び垂直方向 ( V ) に繰り返し配置されている。このため、カラーフィルタ配列 5 4 は前述の特徴 ( 1 ) を有する。

【 0 1 1 4 】

基本配列パターン P 9 は、G フィルタ配列 5 5 と、第 1 R G B フィルタ配列 5 6 と、第 2 R G B フィルタ配列 5 7 と、第 3 R G B フィルタ配列 5 8 とを有しており、各フィルタ配列 5 5 ~ 5 8 が垂直方向に配列されてなる。G フィルタ配列 5 5 ( 第 1 フィルタ配列 ) は、4 個の G フィルタ 2 3 G を水平方向 ( H ) に配列させてなる。各 R G B フィルタ配列 5 6 ~ 5 8 ( 第 2 フィルタ配列 ) は、2 個の G フィルタ 2 3 G と、1 個の R フィルタ 2 3 R と、1 個の B フィルタ 2 3 B とを水平方向に配列させてなる。これにより、カラーフィルタ配列 5 4 は、前述の特徴 ( 6 ) を有する。

10

【 0 1 1 5 】

各フィルタ配列 5 5 ~ 5 8 内の G フィルタ 2 3 G の配置は、カラーフィルタ配列 5 4 の水平 ( H ) 、垂直 ( V ) 、及び斜め ( N E , N W ) 方向の各フィルタライン内に G フィルタ 2 3 G が 1 以上配置されるように調整されている。これにより、カラーフィルタ配列 5 4 は、前述の特徴 ( 2 ) を有する。また、基本配列パターン P 9 内の R G B 画素の各画素の比率は、3 : 1 0 : 3 になるので、カラーフィルタ配列 5 4 は前述の特徴 ( 3 ) を有する。

【 0 1 1 6 】

基本配列パターン P 9 には、G フィルタ配列 5 5 の各 G フィルタ 2 3 G と、これに隣接する第 1 R G B フィルタ配列 5 6 内の G フィルタ 2 3 G と含む、G フィルタ群 5 9 が含まれる。これにより、第 1 実施形態と同様に、水平・垂直方向 ( H 、 V ) の各方向のうちの相関の高い方向の判別ができる。従って、カラーフィルタ配列 5 4 は前述の特徴 ( 4 ) を有する。

20

【 0 1 1 7 】

〔 特徴 ( 5 " ) 〕

各 R G B フィルタ配列 5 6 ~ 5 8 内では、R フィルタ 2 3 R と B フィルタ 2 3 B との間に G フィルタ 2 3 G が配置されている。また、各 R G B フィルタ配列 5 6 ~ 5 8 内では、R B フィルタ 2 3 R , 2 3 B の位置が各々列毎にずらして配置されるとともに、B フィルタ 2 3 B の位置が列毎にずらして配置されている。すなわち、垂直方向 ( V ) のフィルタラインに沿って同色の R フィルタ 2 3 R 、B フィルタ 2 3 B がそれぞれ 2 個以上配置されることはない。これにより、基本配列パターン P 1 内の 4 つの垂直方向 ( V ) のフィルタラインのうち、2 つのフィルタライン L 1 内には R フィルタ 2 3 R 及び B フィルタ 2 3 B の両方が含まれ、残りの 2 つのフィルタライン L 1 ' 内には R フィルタ 2 3 R または B フィルタ 2 3 B のいずれか一方が含まれる ( 特徴 ( 5 " ) ) 。

30

【 0 1 1 8 】

このように、基本配列パターン P 9 は第 1 実施形態の基本配列パターン P 1 よりも R B フィルタ 2 3 R , 2 3 B をそれぞれを含むフィルタライン L 1 の割合が大きくなる。このため、基本配列パターン P 9 により構成されるカラーフィルタ配列 5 4 を用いることで、第 1 実施形態のカラーフィルタ配列 2 2 よりも色モアレ ( 偽色 ) の発生を抑えることができる。その結果、高周波数成分をカットする働きにより弱い光学ローパスフィルタを配置可能、あるいは光学ローパスフィルタを配置しなくてもよくなる。

40

【 0 1 1 9 】

以上のように、本発明のカラーフィルタ配列 5 4 は、前述の特徴 ( 1 ) ~ ( 4 ) 、( 6 ) の他に、特徴 ( 5 " ) を有するので、後段でのデモザイク処理の簡略化と、高周波領域でのデモザイク処理の再現精度の向上と、デモザイク処理時におけるエリアシングの抑制及び高周波再現性の向上と、高解像化と、R B 画素のデモザイク処理の精度向上と、相関の高い方向の判別とが可能になる。

【 0 1 2 0 】

また、4 x 4 画素に対応するサイズの基本配列パターン P 9 は、第 1 実施形態の基本配

50

列パターン P 1 よりサイズが大きくなるものの、前述の特許文献 4 の繰り返し配列パターンよりはサイズが小さくなるので、特許文献 4 のカラー撮像素子などを用いた場合と比較して、より後段の処理を簡略化することができる。さらに、R 画素及び B 画素を第 1 の方向（水平方向）及び第 2 の方向（垂直方向）から見た場合に、同色の画素間隔は、図 7 A および図 7 B に示した第 1 実施形態と同様に 1 画素間隔（1 P）と 2 画素間隔（2 P）の繰り返しとなる。このため、特許文献 4 のカラー撮像素子などを用いた場合と比較してより高質に再現することができる。

【 0 1 2 1 】

なお、前述の特徴（2）～（4）、（5"）、（6）を満たす範囲で、基本配列パターンを構成する各 RGB フィルタ配列 5 6 ~ 5 8 内の RGB フィルタ 2 3 R、2 3 G、2 3 B の配置を適宜変更してもよい。

10

【 0 1 2 2 】

例えば、図 1 9 に示す基本配列パターン P 1 0 は、G フィルタ配列 5 5 と、第 1 RGB フィルタ配列 6 1 と、第 2 RGB フィルタ配列 6 2 と、第 3 RGB フィルタ配列 6 3 とを有している。各 RGB フィルタ配列 6 1 ~ 6 3 内では、R フィルタ 2 3 R 及び B フィルタ 2 3 B が互いに隣接して配置されている。さらに、各 RGB フィルタ配列 6 1 ~ 6 3 内の RB フィルタ 2 3 R、2 3 B の各位置は、それぞれ列毎に水平方向（H）に 1 画素間隔分ずらして配置されている。すなわち、基本配列パターン P 1 0 は、第 1 実施形態の基本配列パターン P 1 のサイズを大きくした配列パターンである。

【 0 1 2 3 】

20

また、図 2 0 に示す基本配列パターン P 1 1 は、基本配列パターン P 9 とは異なる第 1 RGB フィルタ配列 6 5 を有する点を除けば、基本配列パターン P 9 と同じ構成である。第 1 RGB フィルタ配列 6 5 は、第 2 RGB フィルタ配列 5 7 における RB フィルタ 2 3 R、2 3 B の位置関係を逆転させた配列である。

【 0 1 2 4 】

このような基本配列パターン P 1 0、P 1 1 で構成されるカラーフィルタ配列についても、前述の特徴（1）～（4）、（5"）、（6）を満たすので、カラーフィルタ配列 5 4 を用いた場合と同様の効果が得られる。なお、図示は省略するが、例えば図 8 に示したカラーフィルタ配列 3 0 のように、各 RGB フィルタ配列の間に G フィルタ配列 5 5 を設けてもよい。

30

【 0 1 2 5 】

[ その他 ]

上記第 1 実施形態などでは、原色 RGB のカラーフィルタで構成されるカラーフィルタ配列について説明したが、例えば原色 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のカラーフィルタ配列にも本発明を適用することができる。この場合も上記条件（1）～（4）のいずれかを満たすカラーフィルタを本発明の第 1 のフィルタとし、他のカラーフィルタを第 2 のフィルタとする。

【 0 1 2 6 】

なお、本発明のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列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。例えば上記各実施形態のカラーフィルタ配列を適宜組み合わせてもよい。また、本発明の第 1 のフィルタとして、G フィルタ 2 3 G、透明フィルタ 2 3 W、第 1 及び第 2 G フィルタ 2 3 G 1、2 3 G 2、E フィルタ 2 3 E などの少なくともいずれか 2 種類を組み合わせたものを用いてもよく、あるいは上記条件（1）～（4）のいずれかを満たすような他の色のフィルタを用いてもよい。さらに、本発明の第 2 のフィルタとして、RB フィルタ 2 3 R、2 3 B 以外の色のフィルタを用いてもよい。

40

【 0 1 2 7 】

上記各実施形態では基本配列パターンが 3 × 3 画素に対応する配列パターン、あるいは 4 × 4 画素に対応する配列パターンを有している場合について説明したが、基本配列パタ

50

ーンが  $N \times N$  ( $N$  は 3 以上の自然数) 画素に対応する配列パターンであってもよい。なお、 $N$  は 4 以下が好ましく、さらに  $N = 3$  がより好ましい。前述の通り、基本配列パターンのサイズが大きくなると、デモザイク等の信号処理が複雑化するのに対して、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。

【 0 1 2 8 】

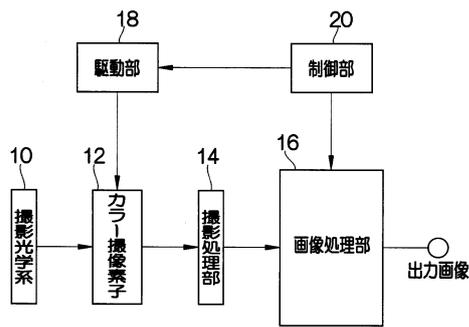
上記各実施形態では、デジタルカメラに搭載されるカラー撮像素子について説明したが、例えばスマートフォン、携帯電話機、PDAなどの撮影機能を有する各種の電子機器(撮像装置)に搭載されるカラー撮像素子についても本発明を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 9 】

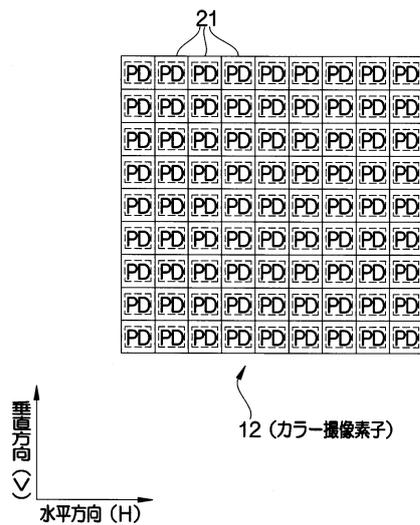
9 ... デジタルカメラ, 12 ... カラー撮像素子, 21 ... 光電変換素子, 22, 30, 36, 40, 44, 48, 50 ... カラーフィルタ配列, 23R ... Rフィルタ, 23G ... Gフィルタ, 23G1 ... 第1Gフィルタ, 23G2 ... 第2Gフィルタ, 23B ... Bフィルタ, 23W ... 透明フィルタ, 23E ... Eフィルタ, P1 ~ P8 ... 基本配列パターン

【 図 1 】

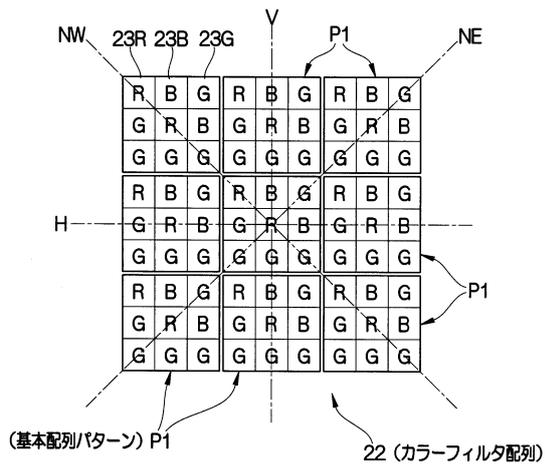


(デジタルカメラ) 9

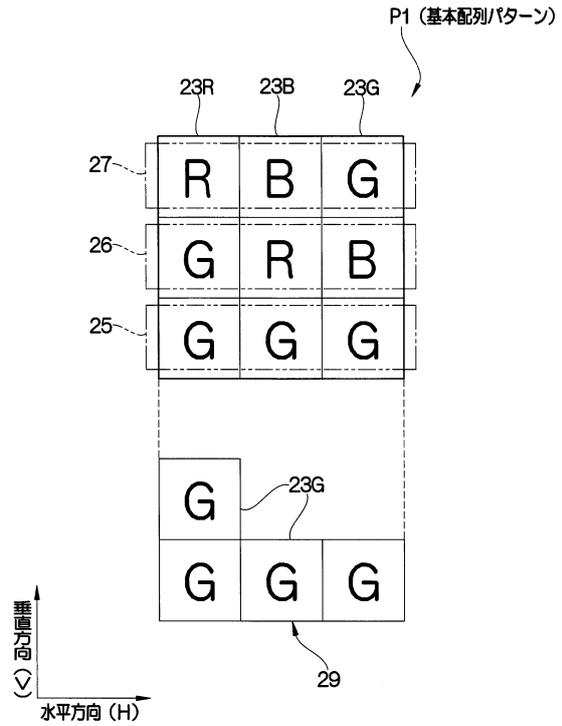
【 図 2 】



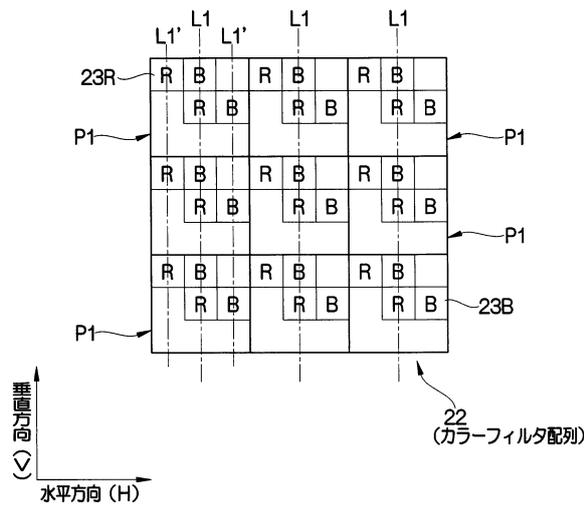
【図3】



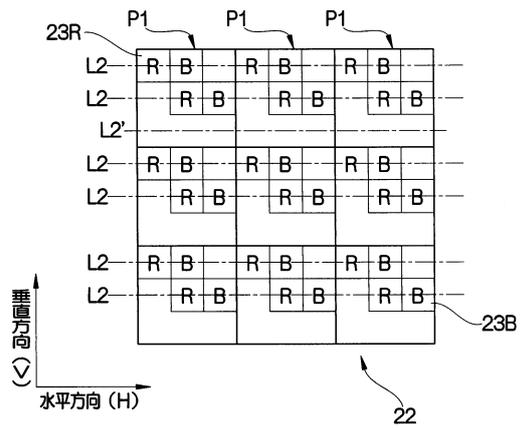
【図4】



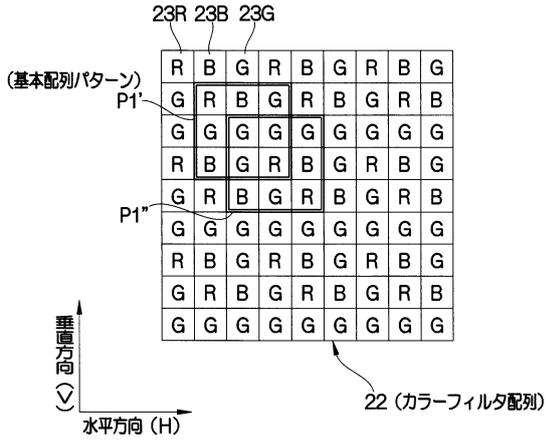
【図5A】



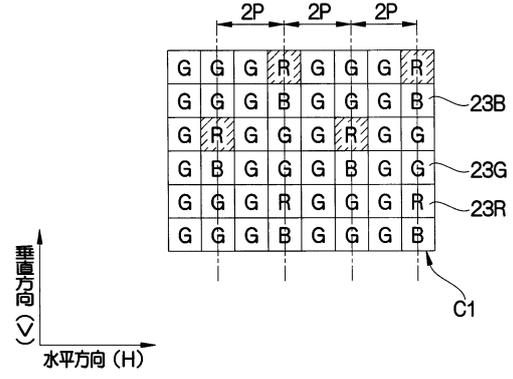
【図5B】



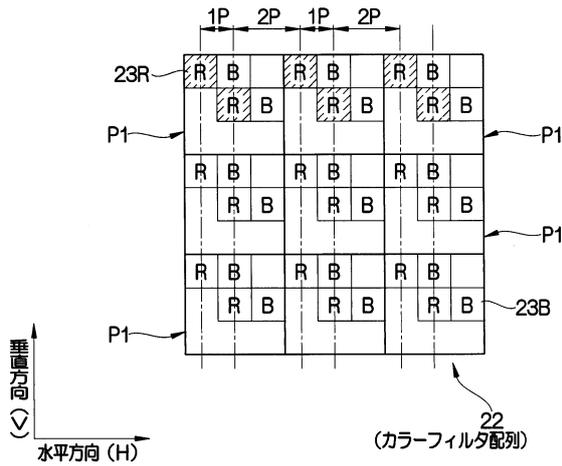
【図6】



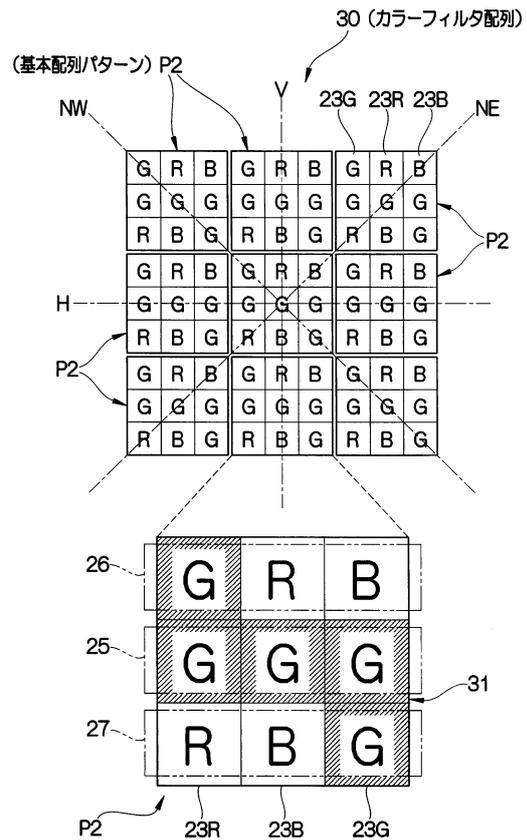
【図7A】



【図7B】

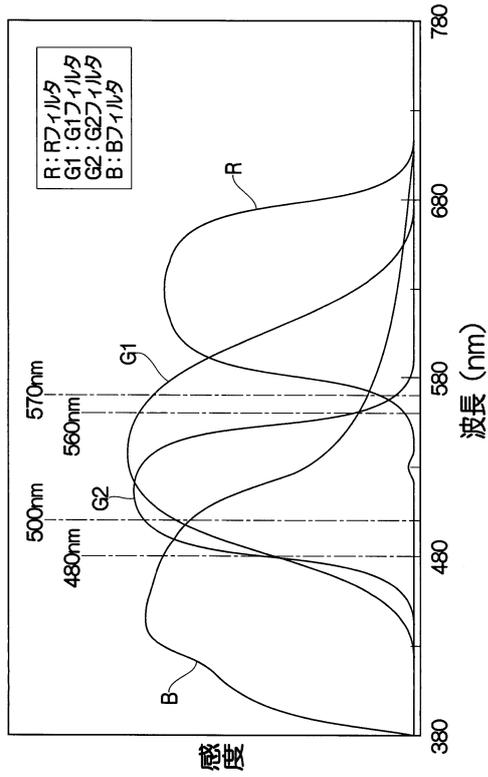


【図8】

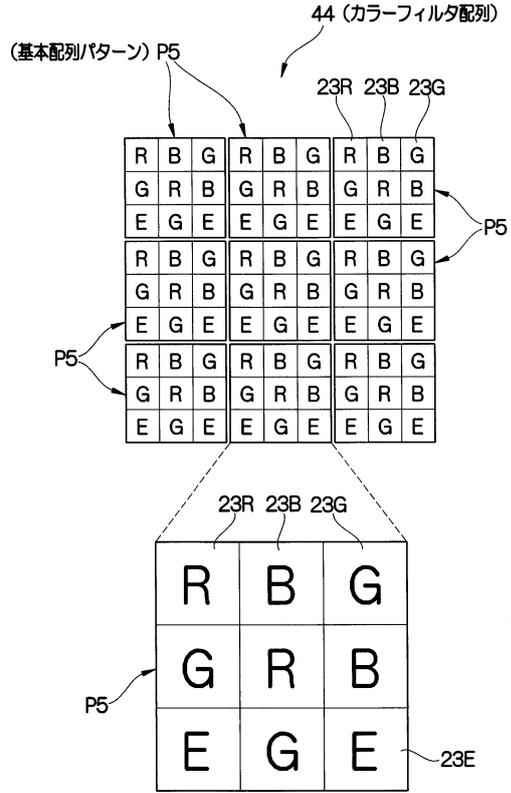




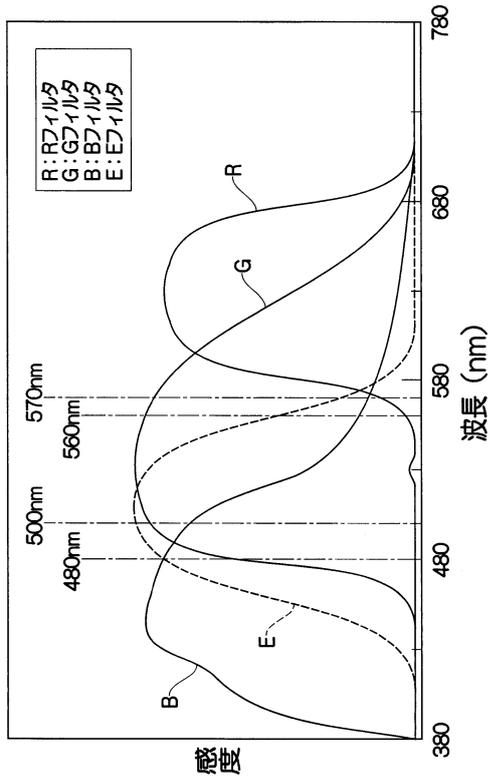
【図13】



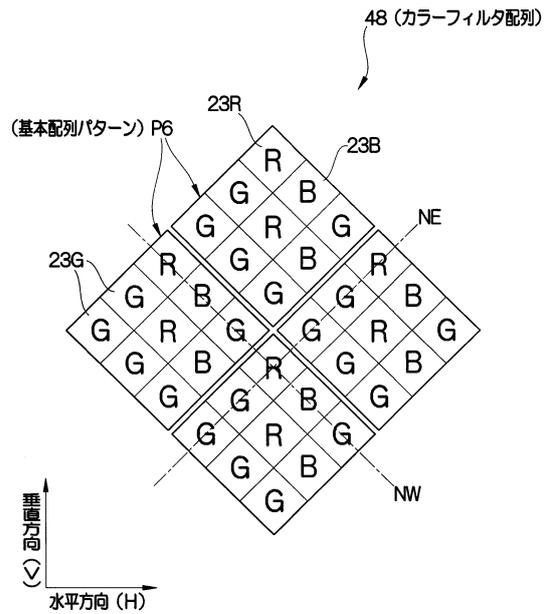
【図14】



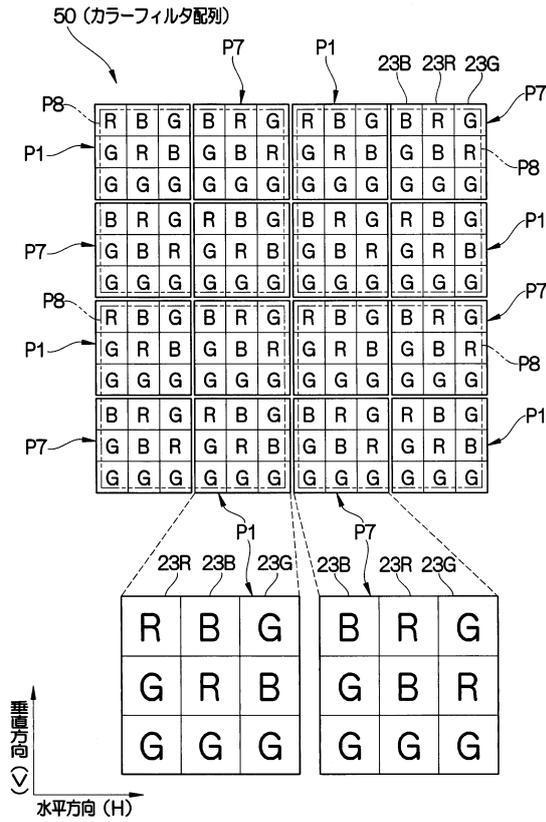
【図15】



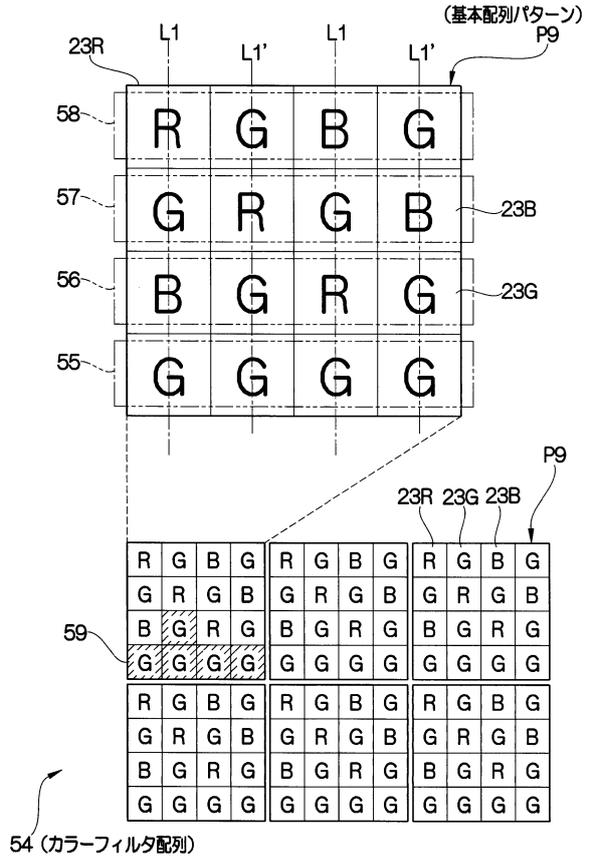
【図16】



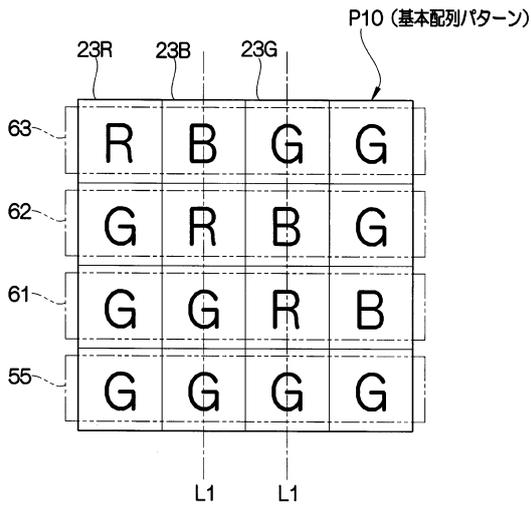
【図17】



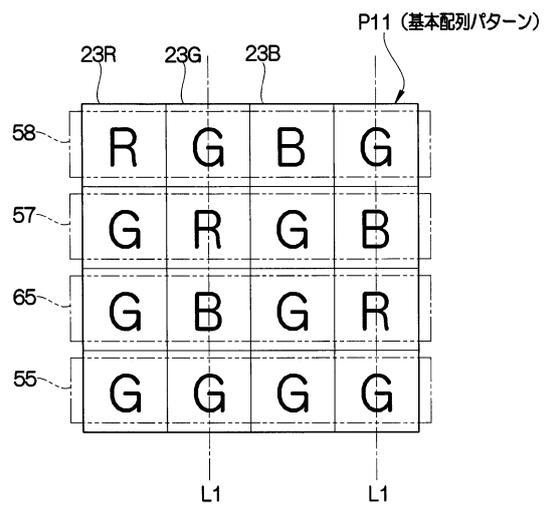
【図18】



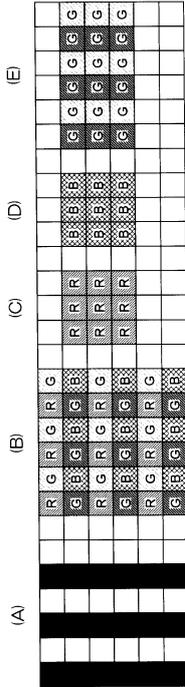
【図19】



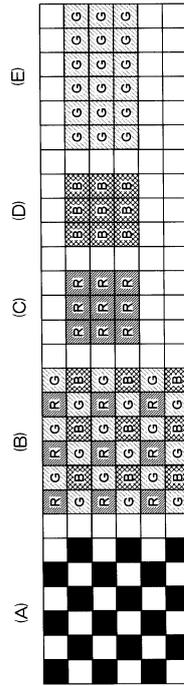
【図20】



【 2 1 】



【 2 2 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-165975(JP,A)  
特開2007-274632(JP,A)  
特開昭59-195864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 ~ 9/11  
H01L 27/14 ~ 27/148