

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-200357

(P2004-200357A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

H 0 1 L 27/14

H 0 1 L 27/14

D

2 H 0 4 8

G 0 2 B 5/20

G 0 2 B 5/20

1 0 1

4 M 1 1 8

H 0 4 N 9/07

H 0 4 N 9/07

A

5 C 0 6 5

H 0 4 N 9/07

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願2002-366296 (P2002-366296)

(22) 出願日

平成14年12月18日 (2002.12.18)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

(72) 発明者 宝珠山 秀雄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

F ターム (参考) 2H048 BA02 BB02 BB04 BB47

4M118 AA02 AA06 AB01 FA06 GC09

GC14 GC17 GC20

5C065 AA03 BB48 CC01 CC08 CC09

DD17 EE05 EE06 EE08

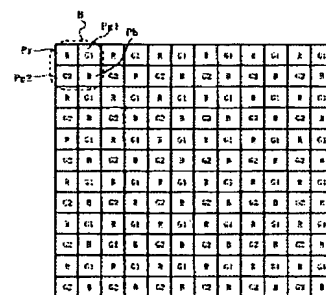
(54) 【発明の名称】 カラー撮像素子、カラーフィルタレイ、及びカラー撮像装置

(57) 【要約】

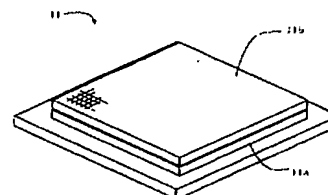
【課題】 検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化を抑えることが可能な単板式のカラー撮像素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のカラー撮像素子(11)は、赤色光を検出する第1画素(P_r)と、緑色光を検出する第2画素(P_{g1})と、青色光を検出する第3画素(P_b)と、前記緑色光と前記青色光との間又は前記緑色光と前記赤色光との間の波長の光を検出する第4画素(P_{g2})とからなる画素ブロックBをアレイ状に配置し、前記第4画素(P_{g2})の前記光に対する感度は、前記第2画素(P_{g1})の前記緑色光に対する感度よりも低く抑えられていることを特徴とする。

【選択図】 図2



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

赤色光を検出する第 1 画素と、
緑色光を検出する第 2 画素と、
青色光を検出する第 3 画素と、
前記緑色光と前記青色光との間又は前記緑色光と前記赤色光との間の波長の光を検出する第 4 画素と
からなる画素ブロックをアレイ状に配置し、
前記第 4 画素の前記光に対する感度は、前記第 2 画素の前記緑色光に対する感度よりも低く抑えられている
ことを特徴とするカラー撮像素子。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のカラー撮像素子において、
前記第 4 画素の前記感度は、前記第 2 画素の前記感度の略 1 / 2 に抑えられている
ことを特徴とするカラー撮像素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載のカラー撮像素子において、
前記第 1 画素の感度特性のピーク波長は、590 nm ~ 640 nm の範囲内にあり、
前記第 2 画素の感度特性のピーク波長は、520 nm ~ 570 nm の範囲内にあり、
前記第 3 画素の感度特性のピーク波長は、430 nm ~ 480 nm の範囲内にあり、
前記第 4 画素の感度特性のピーク波長は、490 nm ~ 530 nm の範囲内、又は 560 nm ~ 640 nm の範囲内にある
ことを特徴とするカラー撮像素子。

20

【請求項 4】

入射する可視光を赤色光に制限する第 1 フィルタ部と、
入射する可視光を緑色に制限する第 2 フィルタ部と、
入射する可視光を青色光に制限する第 3 フィルタ部と、
入射する可視光を前記緑色光と前記青色光との間又は前記緑色光と前記赤色光との間の波長の光に制限する第 4 フィルタ部と
からなるフィルタブロックをアレイ状に配置し、
前記第 4 フィルタ部の前記光の透過率は、前記第 2 フィルタ部の前記緑色光の透過率よりも低く抑えられている
ことを特徴とするカラーフィルタアレイ。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載のカラーフィルタアレイにおいて、
前記第 4 フィルタ部の前記透過率は、前記第 2 フィルタ部の前記透過率の略 1 / 2 に抑えられている
ことを特徴とするカラーフィルタアレイ。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載のカラーフィルタアレイにおいて、
前記第 1 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、590 nm ~ 640 nm の範囲内にあり、
前記第 2 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、520 nm ~ 570 nm の範囲内にあり、
前記第 3 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、430 nm ~ 480 nm の範囲内にあり、
前記第 4 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、490 nm ~ 530 nm の範囲内、又は 560 nm ~ 640 nm の範囲内にある
ことを特徴とするカラーフィルタアレイ。

40

【請求項 7】

50

請求項 1 ～請求項 3 の何れか一項に記載のカラー撮像素子と、

前記第 1 画素、前記第 2 画素、前記第 3 画素の各出力に基づいて色信号を生成する信号処理手段とを備え、

前記信号処理手段は、

前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達していない場合には、前記各出力に加えて前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成し、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達している場合には、その第 2 画素の出力に基づく代わりに前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成する

ことを特徴とするカラー撮像装置。

【請求項 8】

10

可視光を検出する画素をアレイ状に配置した撮像素子と、

前記撮像素子の入射側に配置された請求項 4 ～請求項 6 の何れか一項に記載のカラーフィルタアレイと、

前記撮像素子の前記画素のうち前記第 1 フィルタ部、前記第 2 フィルタ部、前記第 3 フィルタ部にそれぞれ対向する第 1 画素、第 2 画素、第 3 画素の各出力に基づいて色信号を生成する信号処理手段とを備え、

前記信号処理手段は、

前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達していない場合には、前記各出力に加えて前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成し、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達している場合には、その第 2 画素の出力に基づく代わりに前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成する

20

ことを特徴とするカラー撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子カメラ、ビデオカメラなどのカラー撮像装置に適用されるカラー撮像素子、カラーフィルタアレイ、及びそのカラー撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、電子カメラやビデオカメラなどのカラー撮像装置に、カラー撮像素子が適用されている。 30

一般に、カラー撮像装置においては、撮影レンズからカラー撮像素子に至る撮像光学系の分光感度特性をなるべく人間の眼の分光感度特性（又は公知の等色関数）に近づけることが望ましいとされている。

【0003】

カラー撮像素子は、緑色光を検出する G 画素と青色光を検出する B 画素と赤色光を検出する R 画素とをアレイ状に配置している。

特に、ベイヤ配列は、G 画素を市松状に配置すると共に、その G 画素同士の間隙に、B 画素と R 画素とを交互に配置するものがある。つまり、1 単位（画素ブロック）は、2 つの G 画素、1 つの B 画素、1 つの R 画素からなる 4 つの画素である。 40

【0004】

因みに、G 画素の数が R 画素及び B 画素よりも多い理由は、次のとおりである。

人間の眼の特徴の 1 つに、緑色を検知する細胞の数が、他の色を検知する細胞の数よりも多いという特徴がある。よって、人間の眼は、緑色光の輝度を検知できる範囲が広い。よって、撮像素子においても G 画素を多く設けておけば、検出輝度範囲（所謂、ダイナミックレンジである。）を人間の眼と同様に広げることができる。

【0005】

ところで、R 画素、G 画素、B 画素の 3 種類の画素によって峻別することのできる色範囲は、人間の眼が峻別することのできる色範囲よりも若干狭いので、人間の眼にとっては異なる 2 つの色が互いに同じ色として検出されてしまうことがある。 50

このため近年になると、さらに別の種類の画素を追加したマルチバンド型のカラー撮像素子が提案された（例えば、特許文献1に記載されたカラー撮像素子）。

【0006】

特許文献1に記載されたマルチバンド型のカラー撮像素子は、R画素、G画素、B画素の他に、緑色と赤色との間の色（黄色）を検出するY画素を追加することによって、検出色範囲を拡大している。

【特許文献1】

特開2002-271804号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

10

しかしながら、この従来のマルチバンド型のカラー撮像素子では、画素ブロック内にY画素を追加するために、2つあったG画素を1つに減らさなければならない。したがって、緑色光の検出輝度範囲が縮小化し、カラー撮像素子の検出輝度範囲が縮小化される傾向にある。

【0008】

なお、カラー撮像素子を多板式にすれば、G画素を減少させることなくY画素の追加が図れるのでこの問題は発生しないが、光路を分岐すると共に、各分岐路のそれぞれに撮像素子を配置する必要があるので、配置スペースが拡大され、小型化が求められている電子カメラやビデオカメラにはあまり適さない。

また、回動式の切り替えフィルタを適用すれば、G画素を減少させることなくY画素の追加が図れるのでこの問題は発生しないが、多板式にする場合と同様に配置スペースが拡大されるので、小型化が求められている電子カメラやビデオカメラにはあまり適さない。

20

【0009】

そこで本発明は、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化を抑えることが可能な単板式の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、単板式のカラー撮像素子を構成するに当たり、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化を抑えることが可能なカラーフィルタアレイを提供することを目的とする。

【0010】

また、本発明は、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化が抑えられたカラー撮像装置を提供することを目的とする。

30

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載のカラー撮像素子は、赤色光を検出する第1画素と、緑色光を検出する第2画素と、青色光を検出する第3画素と、前記緑色光と前記青色光との間又は前記緑色光と前記赤色光との間の波長の光を検出する第4画素とからなる画素ブロックをアレイ状に配置し、前記第4画素の前記光に対する感度は、前記第2画素の前記緑色光に対する感度よりも低く抑えられていることを特徴とする。

【0012】

請求項2に記載のカラー撮像素子は、請求項1に記載のカラー撮像素子において、前記第4画素の前記感度は、前記第2画素の前記感度の略1/2に抑えられていることを特徴とする。

40

【0013】

請求項3に記載のカラー撮像素子は、請求項1又は請求項2に記載のカラー撮像素子において、前記第1画素の感度特性のピーク波長は、590nm～640nmの範囲内にあり、前記第2画素の感度特性のピーク波長は、520nm～570nmの範囲内にあり、前記第3画素の感度特性のピーク波長は、430nm～480nmの範囲内にあり、前記第4画素の感度特性のピーク波長は、490nm～530nmの範囲内、又は560nm～640nmの範囲内にあることを特徴とする。

【0014】

50

請求項 4 に記載のカラーフィルタアレイは、入射する可視光を赤色光に制限する第 1 フィルタ部と、入射する可視光を緑色に制限する第 2 フィルタ部と、入射する可視光を青色光に制限する第 3 フィルタ部と、入射する可視光を前記緑色光と前記青色光との間又は前記緑色光と前記赤色光との間の波長の光に制限する第 4 フィルタ部とからなるフィルタブロックをアレイ状に配置し、前記第 4 フィルタ部の前記光の透過率は、前記第 2 フィルタ部の前記緑色光の透過率よりも低く抑えられていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 に記載のカラーフィルタアレイは、請求項 4 に記載のカラーフィルタアレイにおいて、前記第 4 フィルタ部の前記透過率は、前記第 2 フィルタ部の前記透過率の略 1 / 2 に抑えられていることを特徴とする。

10

請求項 6 に記載のカラーフィルタアレイは、請求項 4 又は請求項 5 に記載のカラーフィルタアレイにおいて、前記第 1 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、590 nm ~ 640 nm の範囲内にあり、前記第 2 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、520 nm ~ 570 nm の範囲内にあり、前記第 3 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、430 nm ~ 480 nm の範囲内にあり、前記第 4 フィルタ部の透過特性の可視光領域でのピーク波長は、490 nm ~ 530 nm の範囲内、又は 560 nm ~ 640 nm の範囲内にあることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 に記載のカラー撮像装置は、請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか一項に記載のカラー撮像素子と、前記第 1 画素、前記第 2 画素、前記第 3 画素の各出力に基づいて色信号を生成する信号処理手段とを備え、前記信号処理手段は、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達していない場合には、前記各出力に加えて前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成し、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達している場合には、その第 2 画素の出力に基づく代わりに前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成することを特徴とする。

20

【 0 0 1 7 】

請求項 8 に記載のカラー撮像装置は、可視光を検出する画素をアレイ状に配置した撮像素子と、前記撮像素子の入射側に配置された請求項 4 ~ 請求項 6 の何れか一項に記載のカラーフィルタアレイと、前記撮像素子の前記画素のうち前記第 1 フィルタ部、前記第 2 フィルタ部、前記第 3 フィルタ部にそれぞれ対向する第 1 画素、第 2 画素、第 3 画素の各出力に基づいて色信号を生成する信号処理手段とを備え、前記信号処理手段は、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達していない場合には、前記各出力に加えて前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成し、前記第 2 画素の出力が飽和レベルに達している場合には、その第 2 画素の出力に基づく代わりに前記第 4 画素の出力に基づいて前記色信号を生成することを特徴とする。

30

【 0 0 1 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【 実施形態 】

本実施形態は、本発明のカラー撮像素子又は本発明のカラーフィルタアレイが適用された電子カメラ（本発明のカラー撮像装置に対応する。）の実施形態である。

40

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本実施形態の電子カメラの概略構成を示す図である。

電子カメラは、例えば、電子カメラ本体 1 と撮影レンズ 2 とからなる。

電子カメラ本体 1 には、カラー撮像素子 11、A / D 変換器 12、ホワイトバランス処理回路 14、画素補間回路 15、色変換回路 16、色変換マトリクス決定回路 13（信号処理手段に対応する。）などが備えられる。

【 0 0 2 0 】

カラー撮像素子 11 上に、撮影レンズ 2 による被写体の像が形成される。カラー撮像素子 11 の出力信号は、不図示のアナログゲイン回路を介して A / D 変換器 12 に入力され、デジタル信号に変換される。デジタル信号には、ホワイトバランス処理回路 14 にお

50

いてホワイトバランス処理が施され、補間回路 15 において画素補間の処理が施され、色変換回路 16 において階調変換処理が施され、その後、不図示のメモリに格納される。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、本実施形態のカラー撮像素子 11 を説明する図である。

図 2 (a) は、カラー撮像素子 11 の各画素ブロック B 及び各画素 P を説明する図、図 2

(b) は、カラー撮像素子 11 の構成例を示す図である。

図 2 (a) に示すように、カラー撮像素子 11 の撮像面には、画素ブロック B がアレイ状に配置される。

【 0 0 2 2 】

各画素ブロック B には、赤色光を検出する R 画素 (第 1 画素に対応。) P_r と、緑色光を検出する G₁ 画素 (第 2 画素に対応。) P_{g1} と、青色光を検出する B 画素 (第 3 画素に対応。) P_b と、緑色光と青色光との間の波長の光を検出する G₂ 画素 (第 4 画素に対応。) P_{g2} とが田の字状に並べて配置される。

G₂ 画素 P_{g2} の前記光に対する感度は、G₁ 画素 P_{g1} の緑色光に対する感度よりも低く抑えられている。

【 0 0 2 3 】

なお、G₁ 画素 P_{g1} と G₂ 画素 P_{g2} とは、各画素ブロック B 内で互いに非隣接関係 (つまり、図示したように右上と左下との関係、又は左上と右下との関係) で配置されることが望ましい。

なぜなら、後述するように、本実施形態の電子カメラでは、G₁ 画素 P_{g1} の出力と G₂ 画素 P_{g2} の出力とは、異種の画素の出力として処理される場合と、同種の画素の出力として処理される場合との双方があるので、G₁ 画素 P_{g1} と G₂ 画素 P_{g2} とを撮像面上で市松状かつ交互に配置させることが望ましいからである。

【 0 0 2 4 】

このようなカラー撮像素子 11 は、例えば、図 2 (b) に示すように、可視光像を撮像する撮像素子 11 a (以下、各画素の特性が互いに等しいモノクロ撮像素子とする。) を用意し、その撮像素子 11 a の入射側に、カラーフィルタアレイ 11 b を配置することで構成される。

カラーフィルタアレイ 11 b は、フィルタブロックをアレイ状に配置しており、各フィルタブロックには、入射する可視光を赤色光に制限する R フィルタ部と、入射する可視光を緑色に制限する G₁ フィルタ部と、入射する可視光を青色光に制限する B フィルタ部と、入射する可視光を前記緑色光と前記青色光との間の波長の光に制限する G₂ フィルタ部とが並べて配置される。

【 0 0 2 5 】

このうち、G₂ フィルタ部の前記光の透過率は、G₁ フィルタ部の前記緑色光の透過率よりも低く抑えられている。

このカラーフィルタアレイ 11 b によれば、撮像素子 11 b のうち R フィルタ部に対向する画素を、赤色光を検出する R 画素 P_r として使用することができ、G₁ フィルタ部に対向する画素を、緑色光を検出する G₁ 画素 P_{g1} として使用することができ、B フィルタ部に対向する画素を、青色光を検出する B 画素 P_b として使用することができ、G₂ フィルタ部に対向する画素を、緑色光と青色光との間の波長の光を検出する G₂ 画素 P_{g2} として使用することができる。

【 0 0 2 6 】

なお、G₁ 画素 P_{g1} と G₂ 画素 P_{g2} とを市松状に交互に配置するべく、G₁ フィルタ部と G₂ フィルタ部とは、各フィルタブロック内で互いに非隣接関係 (つまり、右上と左下との関係、又は左上と右下との関係) で配置されることが望ましい。

図 3 は、本実施形態のカラー撮像素子 11 の分光感度特性を示す図である。

【 0 0 2 7 】

図 3 中、符号「R」で示す曲線が R 画素 P_r の感度特性カーブに相当し、符号「G₁」で示す曲線が G₁ 画素 P_{g1} の感度特性カーブに相当し、符号「B」で示す曲線が B 画素 P_b

bの感度特性カーブに相当し、符号「G2」で示す曲線がG2画素Pg2の感度特性カーブに相当する。

赤色光を検出するR画素Prの感度特性のピーク波長は、590nm～640nmの範囲内にあり、緑色光を検出するG1画素Pg1の感度特性のピーク波長は、520nm～570nmの範囲内にあり、青色光を検出するB画素Pbの感度特性のピーク波長は、430nm～480nmの範囲内にある。

【0028】

また、青色光と緑色光との間の色を検出するG2画素Pg2の感度特性のピーク波長は、490nm～530nmの範囲内にある。

例えば、R画素Prの感度特性のピーク波長は、600nmであり、G1画素Pg1の感度特性のピーク波長は、540nmであり、B画素Pbの感度特性のピーク波長は、460nmであり、G2画素Pg2の感度特性のピーク波長は、500nmである。 10

【0029】

因みに、カラー撮像素子11に対しこのような分光感度特性を付与するためのカラーフィルタアレイ11bの分光透過特性は、次のとおりである。

カラーフィルタアレイ11bのRフィルタ部の透過特性のピーク波長は、590nm～640nmの範囲内にあり、G1フィルタ部の感度特性のピーク波長は、520nm～570nmの範囲内にあり、Bフィルタ部の感度特性のピーク波長は、430nm～480nmの範囲内にある。

【0030】

また、G2フィルタ部の感度特性のピーク波長は、490nm～530nmの範囲内にある。 20

例えば、Rフィルタ部の透過特性のピーク波長は、600nmであり、G1フィルタ部の透過特性のピーク波長は、540nmであり、Bフィルタ部の透過特性のピーク波長は、460nmであり、G2フィルタ部の透過特性のピーク波長は、500nmである。

【0031】

図4は、等色関数（公知）を示す図である。

符号「r」、「g」、「b」で示すのがそれぞれ、RGB表色系の等色関数r、g、bである。

図3と図4とを比較すれば明らかなように、本実施形態のR画素の感度特性、G1画素の感度特性、B画素の感度特性は、それぞれ等色関数r、等色関数g、等色関数bに対応している。 30

【0032】

但し、等色関数rは、正のピークだけでなく、負のピークも有する。

本実施形態のG2画素の感度特性は、その等色関数rの負のピークに対応する位置にピークを有している。

よって、R画素の出力値、G1画素の出力値、B画素の出力値、及び、G2画素の出力値の反対符号に基づけば、等色関数r、g、bが表す色範囲（すなわち、人間の眼の検知可能な色範囲）とほぼ同じ色範囲において、色検出をすることができる。

【0033】

また、図3に明らかなように、G2画素の感度は、G1画素の感度よりも積極的に低く設定されている。例えば、G2画素の感度は、G1画素の感度の1/2程度であることが好ましい。 40

このように設定すれば、G2画素の飽和レベル（検出可能な輝度の上限を示す値）は、G1画素の飽和レベル（検出可能な輝度の上限を示す値）よりも高くなり、約2倍に設定される。

【0034】

さて、図1に示す画素補間回路15は、R画素Prの出力信号R、G1画素Pg1の出力信号G1、B画素Pbの出力信号B、G2画素Pg2の出力信号G2（なお、これらはA/D変換、ホワイトバランス処理後の出力信号である。）に基づいて画素補間を行い、各 50

画素に入射した光の各色成分を示す信号（画素信号）（R，G 1，G 2，B）を生成する。

【 0 0 3 5 】

なお、或る画素ブロック B 内の R 画素についての画素信号の G 1 成分，G 2 成分，B 成分は、それぞれ周囲の画素ブロック内の G 1 画素，G 2 画素，B 画素の各出力信号に基づいて得られる。

同様に、或る画素ブロック B 内の G 1 画素についての画素信号の R 成分，G 2 成分，B 成分は、それぞれ周囲の画素ブロック内の R 画素，G 2 画素，B 画素の各出力信号に基づいて得られる。

【 0 0 3 6 】

同様に、或る画素ブロック B 内の G 2 画素についての画素信号の R 成分，G 1 成分，B 成分は、それぞれ周囲の画素ブロック内の R 画素，G 1 画素，B 画素の各出力信号に基づいて得られる。

同様に、或る画素ブロック B 内の B 画素についての画素信号の R 成分，G 1 成分，G 2 成分は、それぞれ周囲の画素ブロック内の R 画素，G 1 画素，G 2 画素の各出力信号に基づいて得られる。

【 0 0 3 7 】

次に、色変換回路 1 6 は、式（1）のように画素信号（R，G 1，G 2，B）に対し 3 × 4 の色変換マトリクス M を乗算することで色変換を施し、表示用の色信号（R，G，B）を生成する。

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} R \\ G1 \\ G2 \\ B \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

ここで、本実施形態の色変換回路 1 6 が乗算すべき色変換マトリクス M は、マトリクス A，マトリクス B，マトリクス C の何れかである。マトリクス A，マトリクス B，マトリクス C は、色変換マトリクス決定回路 1 3 により選択的に設定される。

【 0 0 3 8 】

色変換マトリクス決定回路 1 3 は、選択に当たり、画素信号（R，G 1，G 2，B）の G 1 成分を参照し、その G 1 成分の値に応じた選択を行う。また、色変換マトリクス決定回路 1 3 は、選択の結果、必要がある場合には、ホワイトバランス再処理を行う（詳細は後述）。

マトリクス A，B，C は、例えば、式（2）（3）（4）で表される。

【 数 2 】

$$A = \begin{bmatrix} 0.60 & 0.66 & -1.25 & 0.31 \\ 0.23 & 1.15 & -0.87 & 0.04 \\ -0.02 & 0.14 & -0.65 & 1.01 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

【 数 3 】

$$B = \begin{bmatrix} 0.64 & 0.44 & -0.63 & 0.18 \\ 0.26 & 1.00 & -0.43 & -0.05 \\ 0.00 & 0.03 & -0.32 & 0.94 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

【数 4】

$$C = \begin{bmatrix} 0.67 & 0 & 0.23 & 0.06 \\ 0.28 & 0 & 0.85 & -0.14 \\ 0.02 & 0 & -0.09 & 0.88 \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

式 (2) (3) を参照すれば明らかなように、マトリクス A 又はマトリクス B は、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の各成分を色信号 (R, G, B) に反映させるものである。

【 0 0 3 9】

10

ここで、図 3 に示したように、G 1 画素の感度特性と G 2 画素の感度特性とのピークは近接している。よって、G 1 成分と G 2 成分とは、微妙な色の相違を正確に表す。

したがって、マトリクス A 又はマトリクス B は、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の微妙な色の相違を、色信号 (R, G, B) に対し正確に反映するものである。

【 0 0 4 0】

なお、マトリクス A 又はマトリクス B において、1 行 3 列成分 (G 2 の係数) の符号は、何れも負となっているので、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の G 2 成分が大きいほど、色信号 (R, G, B) の R 成分は相対的に小さくなる。これにより、色信号 (R, G, B) に対し、等色関数 r, g, b (図 3 参照、青色と緑色との間に負のピークを有している。) による色再現と似た色再現をさせることが可能となっている。

20

【 0 0 4 1】

一方、式 (4) を参照すれば明らかなように、マトリクス C は、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の G 1 成分に代えて G 2 成分を緑色を示す信号とみなし、R 成分、G 2 成分、B 成分を色信号 (R, G, B) に反映させるものである。

ここで、上述したように、G 1 画素の感度特性と G 2 画素の感度特性とのピークは近接しており、また、G 2 画素の飽和レベルは G 1 画素の飽和レベルよりも高い (2 倍高い)。よって、G 2 成分は、G 1 成分が示す色 (緑色) の近接色の輝度を、G 1 成分よりも高いレベルまで正確に表す。

【 0 0 4 2】

したがって、マトリクス C は、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の高いレベルの輝度を、色信号 (R, G, B) に対し正確に反映するものである。

30

図 5 は、色変換マトリクス決定回路 1 3 による処理の手順を説明する図である。

【 0 0 4 3】

色変換マトリクス決定回路 1 3 は、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の G 1 成分を参照する。

そして、G 1 成分の値が飽和レベル (G 1 画素の出力信号の飽和レベルに相当する値、例えば、3 5 0 0) を超えていないとき (ステップ S 1 1 YES 又は NO かつ ステップ S 1 2 YES) には、微妙な色の相違を正確に反映させるマトリクス A 又はマトリクス B を選択し (ステップ S 2 1 又は ステップ S 2 2)、G 1 成分の値が飽和レベル (例えば、3 5 0 0) を超えているとき (ステップ S 1 1 NO かつ ステップ S 1 2 NO) には、高いレベルの輝度を正

40

確に反映するマトリクス C を選択する (ステップ S 2 3)。

【 0 0 4 4】

すなわち、本実施形態では、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の G 1 成分が G 1 画素の飽和レベルを超えていないとき (ステップ S 1 1 YES、又は ステップ S 1 1 NO かつ ステップ S 1 2 YES) には、検出色範囲が広がり、画素信号 (R, G 1, G 2, B) の G 1 成分の値が G 1 画素の飽和レベルを超えているとき (ステップ S 1 1 NO かつ ステップ S 1 2 NO) には、検出色範囲は広がらないものの、高い輝度を正確に検出することができる。したがって、検出色範囲が拡大されつつも検出輝度範囲の縮小化は抑えられる。

【 0 0 4 5】

なお、式 (2) (3) に示すように、マトリクス B とマトリクス A とを比較すると、第二

50

列の係数（G 1 の係数）及び第三列の係数（G 2 の係数）の絶対値は、マトリクス B の方がマトリクス A よりも全体的に小さい（マトリクス B は、マトリクス A よりも、G 1 成分の反映量が小さく、また、G 2 成分の負の反映量が小さい。）。

【 0 0 4 6 】

すなわち、マトリクス B は、マトリクス A とマトリクス C（G 1 成分の反映量が 0 であり、G 2 成分の反映量が多い。）の中間の色変換を施すマトリクスである。

【 0 0 4 7 】

よって、図 5 に示したように、G 1 成分の値が飽和レベルよりも小さい閾値（例えば 3 0 0 0）よりも低いときには（ステップ S 1 1 YES）マトリクス A が選択され（ステップ S 2 1）、その閾値よりも高く飽和レベルよりも低いときには（ステップ S 1 1 NO かつステップ S 1 1 YES）マトリクス B を選択されることが好ましい（ステップ S 2 2）。 10

【 0 0 4 8 】

このように、マトリクス C とマトリクス A だけでなく、両者の中間のマトリクス B を含めた 3 種類を使い分ければ、色変換が G 1 成分の相違に応じて急激に変化することが防止でき、再現画像上に不自然な表現が現れることが避けられる。なお、ホワイトバランス処理回路 1 4（図 1 参照）が各信号に対し乗算するホワイトバランスゲインは、マトリクス A を使用する場合の最適値になっているとする。

【 0 0 4 9 】

このとき、マトリクス B が使用される場合、及びマトリクス C が使用される場合には、ステップ S 2 2、ステップ S 2 3 の実行前に、ホワイトバランス再処理が施されることが好ましい（ステップ S 3 2、S 3 3）。 20

なお、ステップ S 3 2 のホワイトバランス再処理にて乗算すべきホワイトバランスゲインは、マトリクス A に代えてマトリクス B を使用する場合の最適値であり、ステップ S 3 3 のホワイトバランス再処理にて乗算すべきホワイトバランスゲインは、マトリクス A に代えてマトリクス C を使用する場合の最適値である。

【 0 0 5 0 】

【その他】

なお、上記実施形態では、G 2 画素の感度が G 1 画素の感度の「 $1/2$ 」であるとしたが、 $1/2$ よりも若干大きく設定すれば、「検出色範囲の拡大」を「検出輝度範囲の縮小化を抑えること」よりも重視した処理にすることができ、 $1/2$ よりも若干小さく設定すれば、「検出輝度範囲の縮小化を抑えること」を「検出色範囲の拡大」よりも重視した処理にすることができる。G 2 感度と G 1 感度との関係は、両者のバランスを考慮して設定されることが好ましい。 30

【 0 0 5 1 】

また、上記実施形態では、G 2 画素の検出色を、青色と緑色との間の色としたが、緑色と赤色との間の色に変更しても、その感度を G 1 画素よりも小さく（好ましくは約 $1/2$ に）設定すれば、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。但し、色変換マトリクスの内容（行列要素の値）は、G 2 画素の感度特性に応じて適当なものに変更される。

【 0 0 5 2 】

また、上記実施形態では、カラー撮像素子として、カラーフィルタアレイとモノクロ撮像素子とを組み合わせたものを例示したが、カラーフィルタを使用していないカラー撮像素子を使用することもできる。また、従来のカラー撮像素子（ベイヤ配列のカラー撮像素子など）に、新たなカラーフィルタアレイを重ねることによっても、上記実施形態のカラー撮像素子と同様の分光感度特性を付与することができる。 40

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化を抑えることが可能な単板式のカラー撮像素子の実現する。

また、本発明によれば、単板式のカラー撮像素子を構成するに当たり、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化を抑えることが可能なカラーフィルタアレイの実現する。 50

【 0 0 5 4 】

また、本発明によれば、検出色範囲を拡大しつつも検出輝度範囲の縮小化が抑えられたカラー撮像装置が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施形態の電子カメラの概略構成を示す図である。

【図 2】 本実施形態のカラー撮像素子 11 を説明する図である。

【図 3】 本実施形態のカラー撮像素子 11 の分光感度特性を示す図である。

【図 4】 等色関数（公知）を示す図である。

【図 5】 色変換マトリクス決定回路 13 による処理の手順を説明する図である。

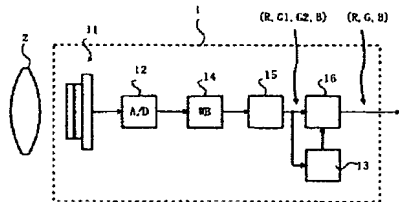
【符号の説明】

10

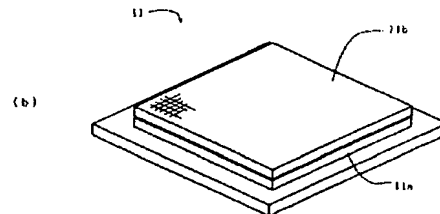
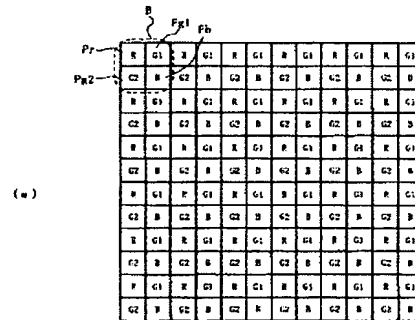
- 1 電子カメラ本体
- 2 撮影レンズ
- 11 カラー撮像素子
- 12 A/D変換器
- 14 ホワイトバランス処理回路 14
- 15 画素補間回路
- 16 色変換回路
- 13 色変換マトリクス決定回路
- 11b カラーフィルタアレイ
- 11a 撮像素子

20

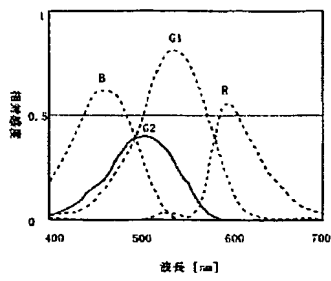
【図 1】



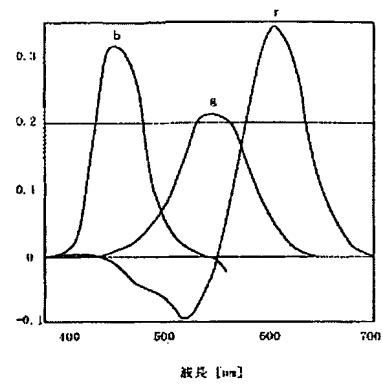
【図 2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

