

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年7月30日 (30.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/093588 A1

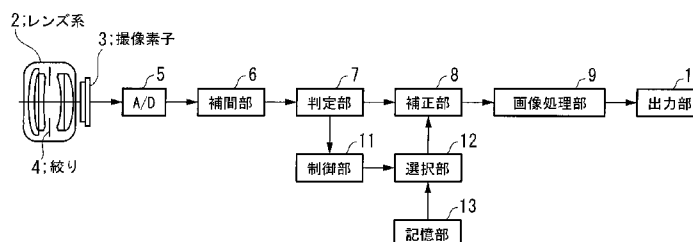
- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) H04N 9/67 (2006.01) 区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内
Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/050809 (74) 代理人: 上田 邦生, 外 (UEDA, Kunio et al.); 〒
2200012 神奈川県横浜市西区みなとみらい 3-3-1 三菱重工横浜ビル 2 4 F Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2009 年 1 月 21 日 (21.01.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-012983 2008 年 1 月 23 日 (23.01.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒
1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉野 浩一郎 (YOSHINO, Koichiro) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE SIGNAL CORRECTION METHOD, CORRECTION MATRIX CALCULATION METHOD, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像信号補正方法、補正マトリクス算出方法及び撮像装置

[図8]



- 2 LENS SYSTEM
3 IMAGING ELEMENT
4 DIAPHRAGM
6 INTERPOLATION UNIT
7 JUDGMENT UNIT
8 CORRECTION UNIT
9 IMAGE PROCESSING UNIT
10 OUTPUT UNIT
11 CONTROL UNIT
12 SELECTION UNIT
13 STORAGE UNIT

(57) Abstract: It is possible to accurately correct noise attributed to color mixing. Provided is an imaging device including: an imaging element (3) having color filters in a predetermined arrangement; a judgment unit (7) for judging to which of the groups decided in accordance with the arrangement of the color filters, each pixel of the color image generated according to an output signal from the imaging element (3) belongs; a storage unit (13) which stores the groups while correlating the groups to correction matrix; and a correction unit (8) which acquires a correction matrix corresponding to a group to which each pixel belongs, from the storage unit (13), and corrects an image signal value of each pixel by using the acquired correction matrix.

(57) 要約: 混色に起因するノイズの補正を高精度で行うことを目的とする。所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子 3 と、撮像素子 3 からの出力信号に基づいて生成されるカラー画像の各画素について、カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する判定部 7 と、グループと補正マトリ

[続葉有]



WO 2009/093588 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

画像処理装置、画像信号補正方法、補正マトリクス算出方法及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、カラー画像信号を補正する画像信号補正方法、及びカラー画像信号の補正時に用いられる補正マトリクスの算出方法並びに該画像信号補正方法を採用した画像処理装置、撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 現在のデジタルカメラやビデオカメラなどの多くの撮像系には、補色系、または原色系の色フィルタを前面に配置した撮像素子が用いられている。近年、撮像素子の画素サイズの小型化につれて、注目画素に隣接する画素の色フィルタを通過した光が注目画素に混入し、注目画素の分光特性が意図していたものからずれてしまう現象(以下「混色」という。)が問題となっている。

[0003] 混色が分光特性に与える影響は、隣接する色フィルタの種類によって変化する。このため、撮像面上の位置によって色フィルタの配列が変わる場合には、各画素の画像信号または各画素からの出力を混合して作られる本来同じ分光特性を持つべき画像信号が、画像上の位置によって異なる分光特性を持つことになる。

[0004] この結果、均一な被写体を撮像した場合においても、その出力画像は均一とはならず、分光特性の違いが最終的に輝度・色ノイズとして現れることで、画質を劣化させるという課題があった。

また、混色による分光特性の変化は、製造条件による各色フィルタの幅や厚みなどのバラツキによっても大きな影響を受けることから、予め混色の影響を考慮して色フィルタの設計を行うことが困難な状況にある。

[0005] このような画像上の位置による画像信号の分光特性の違いを補正する方法として、例えば、特許第3755921号公報には、標準的な撮影環境を想定して一つの被写体を撮影し、その被写体に対する出力信号が均一となる様に、画像信号に補正係数を乗じて補正を行う方法が開示されている。

特許文献1:特許第3755921号公報

発明の開示

- [0006] 上述した従来の補正方法では、標準的な被写体を仮定して、補正対象となる種類の信号値のみに補正係数を乗じて補正を行っているため、補正係数の算出に使用した標準的な被写体(一種類の分光特性の被写体)に対しては高精度な補正が可能である。しかしながら、実使用時に撮影の対象となる様々な分光特性を有する被写体の全てに対して、精度良く補正を行うことは不可能であった。
- [0007] 本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、実使用時に撮影の対象となる様々な分光特性を有する被写体すべてに対して混色に起因するノイズの補正を高精度で行うことの可能な画像処理装置、画像信号補正方法、補正マトリクス算出方法及び撮像装置を提供することを目的とする。
- [0008] 本発明の第1の態様は、所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する判定部と、前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部と、各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを前記記憶部から取得し、取得した前記補正マトリクスと各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する補正部とを具備する画像処理装置である。
- [0009] 本発明の第2の態様は、所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定し、各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを、前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部から取得し、取得した前記補正マトリクスと各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する画像信号補正方法である。
- [0010] 本発明の第3の態様は、所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像を補正する際に用いられる補正マトリクスの算

出方法であって、前記撮像素子を用いて分光特性の異なる複数の色票を撮影することでカラー画像を取得し、前記カラー画像の各画素を前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループに区分した場合に、複数種類の画像信号値のうち、各色票に対する少なくとも1種類の画像信号値が、少なくとも2つのグループ間で略一致するように前記補正マトリクスを算出する補正マトリクス算出方法である。

[0011] 本発明の第4の態様は、所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子と、前記撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する判定部と、前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部と、各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを前記記憶部から取得し、取得した前記補正マトリクスと、各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する補正部とを具備する撮像装置である。

[0012] 本発明によれば、グループに対応付けられた補正マトリクスを用いて、当該グループに属する画素に対して画像信号の補正を行っている。補正マトリクスによって、カラー画像の各画素が持つ全種類の画像信号値を用いて補正対象の信号値を補正することで、補正対象となる信号の特性を表す分光特性を柔軟に補正でき、撮影の対象となる全ての被写体に対して十分な補正を行えるため、撮影の対象となる全ての被写体に対して混色に起因するノイズの補正を高精度で行うことができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1の実施形態に係る補色フィルタの一例を示した図である。

[図2]2つの画素の輝度信号の分光特性の一例を比較して示した図である。

[図3]撮影画像の各画素の輝度信号の一例を示した図である。

[図4]撮影画像の各画素の色差信号の一例を示した図である。

[図5]同時化処理後の撮影画像の各画素に割り当てられる画像信号の一例を示した図である。

[図6]色票が有する狭いバンド幅の分光特性の一例を示した図である。

[図7]色票の一例を示した図である。

[図8]本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示した図である。

[図9]本発明の第1の実施形態に係る画像信号補正方法の手順を示したフローチャートである。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る原色フィルタの一例を示した図である。

[図11]図10に示される原色フィルタを用いて生成された画像信号を同時化处理した場合に、撮影画像の各画素に割り当てられる画像信号の一例を示した図である。

符号の説明

- [0014] 2 レンズ系
- 3 撮像素子
- 4 絞り
- 5 A/D
- 6 補間部
- 7 判定部
- 8 補正部
- 9 画像処理部
- 10 出力部
- 11 制御部
- 12 選択部
- 13 記憶部

発明を実施するための最良の形態

- [0015] 以下に、本発明に係る画像処理装置、画像信号補正方法、補正マトリクス算出方法及び撮像装置の各実施形態について、図面を参照して説明する。

- [0016] [第1の実施形態]

本実施形態では、撮像素子が備えるカラーフィルタとして、色差線順次式補色フィルタ(以下「補色フィルタ」という。)を用いた場合の撮像装置、画像信号補正方法、及び補正マトリクス算出方法について説明する。

- [0017] 図1は、カラーCCD等の撮像素子の前面に2次元配列されている補色フィルタの

一例を示した図である。図1に示されるように、補色フィルタは、マゼンタ(Mg)、グリーン(Gr)、シアン(Cy)、及びイエロー(Ye)の4色の色フィルタが規則的に配置された基本配列1が、水平及び垂直方向に繰り返し配置されて構成されている。

図1において、各色フィルタには、隣接する色フィルタの配列の違いにより、「1」と「2」の添え字が付されている。添え字が違うフィルタは、混色の影響により異なる分光特性を持つことを示している。

[0018] [輝度信号]

ここで、まず、図1に示される補色フィルタが撮影画像の各画素の輝度信号に与える影響について考える。

各画素の輝度信号は、補色フィルタを構成する2×2個の色フィルタの出力信号を用いて以下の(1)式により作成される。

ここで、Y(n, m)は、例えば、撮影画像におけるn行m列目の画素(注目画素)の輝度信号を表しており、CF(n, m)はn行m列目の色フィルタの出力信号を表している。

$$[0019] \quad Y(n, m) = [CF(n, m) + CF(n+1, m)] + [CF(n, m+1) + CF(n+1, m+1)] \quad (1)$$

[0020] 　ここで、同色のフィルタが同じ分光特性を有しており、混色の影響がない場合、換言すると、以下の(2)式が成立する場合には、常に、以下の(3)式が成立する。

[0021] [数1]

$$\left. \begin{array}{l} Mg1 = Mg2 = Mg \\ Cy1 = Cy2 = Cy \\ Gr1 = Gr2 = Gr \\ Yel = Ye2 = Ye \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$Y = Mg + Cy + Gr + Ye \quad (3)$$

[0022] 　上記(3)式に表されるように、同色の各フィルタの分光特性が同じ場合には、各画素の輝度信号は、撮影画像上の位置によらずに、常に同じ分光特性を持つこととなる。しかしながら、図1において添え字が示すように、各色フィルタの分光特性が混色

の影響を受ける場合には、各画素の輝度信号の分光特性は、その画素の撮影画像上における位置に応じて変化することとなる。

[0023] 撮影画像において、画素(n, m)の輝度信号Y(n, m)は、以下の(4)式で表される。

$$[0024] \quad Y(n, m) = [CF(n, m) + CF(n+1, m)] + [CF(n, m+1) + CF(n+1, m+1)] \quad (4)$$

[0025] 例えば、撮影画像において1列目に配置される各画素(1, 1), (2, 1), (3, 1), (4, 1)の輝度信号Yは、以下のようになる。

$$[0026] \quad \begin{aligned} Y(1, 1) &= [CF(1, 1) + CF(2, 1)] + [CF(1, 2) + CF(2, 2)] \\ &= [Mg1 + Cy1] + [Gr1 + Ye1] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y(2, 1) &= [CF(2, 1) + CF(3, 1)] + [CF(2, 2) + CF(3, 2)] \\ &= [Cy1 + Gr2] + [Ye1 + Mg2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y(3, 1) &= [CF(3, 1) + CF(4, 1)] + [CF(3, 2) + CF(4, 2)] \\ &= [Gr2 + Cy2] + [Mg2 + Ye2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y(4, 1) &= [CF(4, 1) + CF(5, 1)] + [CF(4, 2) + CF(5, 2)] \\ &= [Cy2 + Mg1] + [Ye2 + Gr1] \end{aligned}$$

[0027] ここで、図2に、画素(1, 1)及び(2, 1)における輝度信号Y(1, 1), Y(2, 1)の分光特性の一例を示す。図2に示すように、撮影画像上の位置に応じて、輝度信号の分光特性が変化することがわかる。

また、1列5行目の画素(5, 1)の輝度信号は、以下の(5)式のように表される。

$$\begin{aligned} Y(5, 1) &= [CF(5, 1) + CF(6, 1)] + [CF(5, 2) + CF(6, 2)] \\ &= [Mg1 + Cy1] + [Gr1 + Ye1] \quad (5) \end{aligned}$$

[0028] 上記(5)式からわかるように、画素(5, 1)の輝度信号の分光特性は、Y(1, 1)と同

様となり、続く、6行目以降についても、上記1行目から4行目に現れた輝度信号の分光特性が規則的に現れることとなる。ここで、画素(1, 1)の輝度信号 $Y(1, 1)$ を $Y1$ 、画素(2, 1)の輝度信号 $Y(2, 1)$ を $Y2$ 、画素(3, 1)の輝度信号 $Y(3, 1)$ を $Y3$ 、画素(4, 1)の輝度信号 $Y(4, 1)$ を $Y4$ と規定すると、撮影画像における各画素の輝度信号は、図3に示されるようになる。

[0029] すなわち、図3に示されるように、撮影画像において、垂直方向(各列)には分光特性が異なる4種類の輝度信号が繰り返し現れ、水平方向(各行)には、同じ分光特性を有する輝度信号が現れることとなり、画像全体には横縞状の輝度ノイズが発生することになる。

[0030] [色差信号]

次に、色差信号について説明する。

輝度信号 $Y(n, m)$ に対応する色差信号は、フィルタの配列に応じて以下の式で $Cb(n, m)$ 若しくは $Cr(n, m)$ のどちらかで表される。

[0031] 具体的には、上記輝度信号 Y を作る 2×2 個の画素のうち垂直方向(各列)に隣り合う画素の組み合わせが、 Mg と Cy 及び Gr と Ye の場合の色差信号は、以下の(6)式で表される。

$$Cb = [Mg + Cy] - [Gr + Ye] \quad (6)$$

例えば、 $Y(1, 1)$ を作る 2×2 個の画素は、 $Mg1$ と $Cy1$ 及び $Gr1$ と $Ye1$ の組み合わせであるから、 $Y(1, 1)$ に対応する色差信号 $C(1, 1)$ は、以下のようになる。

$$C(1, 1) = [Mg1 + Cy1] - [Gr1 + Ye1]$$

[0032] また、輝度信号 Y を作る 2×2 個の画素のうち垂直方向(各列)に隣り合う画素の組み合わせが、 Mg と Ye 及び Gr と Cy の場合の色差信号は、以下の(7)式で表される。

$$Cr = [Mg + Ye] - [Gr + Cy] \quad (7)$$

例えば、 $Y(2, 2)$ を作る 2×2 個の画素は、 $Mg2$ と $Ye1$ 及び $Gr2$ と $Cy1$ の組み合わせであるから、 $Y(2, 2)$ に対応する色差信号 $C(2, 2)$ は、以下のようになる。

$$C(2, 2) = [Mg2 + Ye1] - [Gr2 + Cy1]$$

[0033] このように見ていくと、図1に示されるように、水平方向の各行においては、色差信号を作るフィルタの組み合わせは常に一定であるから、色差信号 C も輝度信号 Y と同

じく水平方向の分光特性は混色の影響によらず一定となる。

さらに、

$$Cb\alpha = [Mg1 + Cy1] - [Gr1 + Ye1]$$

$$Cb\beta = [Mg1 + Cy2] - [Gr1 + Ye2]$$

$$Cr\alpha = [Mg2 + Ye1] - [Gr2 + Cy1]$$

$$Cr\beta = [Mg2 + Ye2] - [Gr2 + Cy2]$$

と定義すると、撮影画像全体では図4に示すように、上記4種類の色差信号 $Cb\alpha$, $Cb\beta$, $Cr\alpha$, $Cr\beta$ が各列に繰り返し現れることが分かる。

[0034] 通常、撮像装置においては、上記輝度信号Y、色差信号Cが作成された後に、色差信号に対して所定の同時化処理が行われ、図5に示されるように、撮影画像上の全ての画素に対してY、Cb、Crの3つの画像信号が割り当てられる。図5において、Cb、Crの後に続く1から4の添え字は、各色差信号に対応する輝度信号を示している。

[0035] 図5からもわかるように、図1に示した補色フィルタを用いた場合、水平方向(各行)においては、一様な分光特性を有する撮影画像が得られることとなる。一方、垂直方向(各列)においては、4種類の分光特性を有する画素が繰り返し現れることとなる。したがって、図1に示すような補色フィルタを用いた場合、図5に示すような輝度信号及び色差信号の分光特性のバラツキにより横縞状の色ノイズが発生することになる。

[0036] 上述したように、本実施形態で課題としている輝度・色ノイズは、撮影画像の位置に応じて分光特性が異なることに起因している。そこで、本実施形態に係る画像信号補正方法においては、輝度・色差信号の分光特性が等しい水平ラインの集合を一つのグループとして定義付けておいて、画像全体を4つのグループに区分し、グループ毎に各信号を補正することで輝度・色ノイズを低減する。

[0037] 具体的には、区分した4つのグループのうちの一つを基準グループ(第1のグループ)、残りの3つのグループを対象グループ(第2のグループ)とし、対象グループの信号値(Y, Cb, Cr)を基準グループの信号値(Y, Cb, Cr)に略一致させるような補正マトリクスを対象グループ毎に作成する。そして、この補正マトリクスを用いて各対象グループの信号値をそれぞれ補正することで、各グループの信号を略一致させる

。これにより、撮影画像全体の輝度ノイズ及び色ノイズを同時に補正することが可能となる。

式(8)に補正マトリクスを用いた補正式の一例を示す。

[0038] [数2]

$$\begin{pmatrix} Y^c \\ Cb^c \\ Cr^c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} \quad (8)$$

[0039] 上記(8)式において、Y, Cb, Crは補正前の信号値、Y^c, Cb^c, Cr^cは補正後の信号値である。

[0040] 次に、上記(8)式で用いられる補正マトリクスの算出方法について説明する。

例えば、撮影の対象となる被写体が限定できない場合においては、図6に示すような狭いバンド幅の分光特性を持つ複数枚の色票(図7参照)を撮影し、この撮影画像において、基準グループ及び対象グループから出力される各色票に対応する信号値を用いて、以下の(9)式に示すような最小自乗法から補正マトリクスを算出する。

[0041] [数3]

$$\begin{aligned} \min \sum_{i=1}^n & \left| Y_i^T - (a_1 \cdot Y_i^O + a_2 \cdot Cb_i^O + a_3 \cdot Cr_i^O) \right|^2 \\ \min \sum_{i=1}^n & \left| Cb_i^T - (a_4 \cdot Y_i^O + a_5 \cdot Cb_i^O + a_6 \cdot Cr_i^O) \right|^2 \\ \min \sum_{i=1}^n & \left| Cr_i^T - (a_7 \cdot Y_i^O + a_8 \cdot Cb_i^O + a_9 \cdot Cr_i^O) \right|^2 \end{aligned} \quad (9)$$

[0042] 上記(9)式において、Y_i^T, Cb_i^T, Cr_i^Tは、基準グループから出力される信号値を表し、Y_i^O, Cb_i^O, Cr_i^Oは対象グループから出力される信号値を表している。また、nは色票の数を表している。

- [0043] ここで各色票の分光特性のバンド幅が十分小さく、さらに対象となる撮像素子が持つ分光感度帯域を十分網羅できる数の色票を使用すれば、この補正係数は対象グループの各信号の分光特性を、基準グループの分光特性に近づけることになるため、被写体に依存せず輝度ノイズ及び色ノイズを補正することができる。
- [0044] このように、補正マトリクスは、基準グループにおける少なくとも1種類の画像信号値、つまり、輝度信号Y及び色差信号Cb, Crのうちのいずれかと、対象グループにおける全種類、つまり、輝度信号Y及び色差信号Cb, Crの画像信号値との関係を規定している。
- [0045] また、上記補正マトリクスは、複数種類(輝度信号、色差信号)のうち、各色票に対する少なくとも1種類の画像信号値を、少なくとも2つのグループ間で略一致させるような補正マトリクスとなる。そして、このような補正マトリクスは、この補正マトリクスによってカラー画像の対象グループの画像信号を補正すれば、基準グループに属する画素の平均分光特性と、対象グループに属する画素の平均分光特性とを略一致させることができるものである。
- [0046] 一方、撮影の対象となる被写体が、ある程度限定される場合においては、予測される被写体に応じて色票を性能の保障に必要な枚数だけ撮影し、同様の計算を行うことで補正マトリクスを算出することが可能である。
- [0047] なお、上記の算出例では補正マトリクスを線形な 3×3 のマトリクスとして算出を行ったが、 Y_i° , Cb_i° , Cr_i° を互いに乗算した高次の項を含めて最小自乗法により算出した非線形マトリクス係数を適用することも可能である。非線形マトリクス係数の算出は、例えば以下のように行う。
- [0048] [数4]

$$\begin{aligned}
& \min \sum_{i=1}^n \left| Y_i^T - (b_{11} \cdot Y_i^O + b_{12} \cdot Cb_i^O + b_{13} \cdot Cr_i^O + b_{14} \cdot Y_i^O \cdot Cb_i^O + b_{15} \cdot Cb_i^O \cdot Cr_i^O + b_{16} \cdot Cr_i^O \cdot Y_i^O) \right|^2 \\
& \min \sum_{i=1}^n \left| Cb_i^T - (b_{21} \cdot Y_i^O + b_{22} \cdot Cb_i^O + b_{23} \cdot Cr_i^O + b_{24} \cdot Y_i^O \cdot Cb_i^O + b_{25} \cdot Cb_i^O \cdot Cr_i^O + b_{26} \cdot Cr_i^O \cdot Y_i^O) \right|^2 \\
& \min \sum_{i=1}^n \left| Cr_i^T - (b_{31} \cdot Y_i^O + b_{32} \cdot Cb_i^O + b_{33} \cdot Cr_i^O + b_{34} \cdot Y_i^O \cdot Cb_i^O + b_{35} \cdot Cb_i^O \cdot Cr_i^O + b_{36} \cdot Cr_i^O \cdot Y_i^O) \right|^2
\end{aligned}
\tag{10}$$

- [0049] ここで、 $b_{11} \sim b_{36}$ は、 3×6 の非線形マトリクスの係数を表す。式(10)の3つの式がそれぞれ最小になる時の $b_{11} \sim b_{36}$ を算出する。さらに、上記式(10)では 3×6 の非線形マトリクス係数を算出しているが、さらに高次の項を含めた 3×9 の非線形マトリクス係数を適用することも可能である。
- [0050] なお、上記説明では、便宜上、輝度ノイズと色ノイズの発生パターンが同じになるように色差信号の同時化処理を行う場合を想定した。しかし、輝度ノイズと色ノイズの発生パターンが異なる場合も、輝度信号と色差信号の分光特性が共通する画素の集合を1つのグループとしてグループ区分を行うことで、同様の手法による補正が可能である。
- [0051] また、上記説明では、補色フィルタを構成するすべての色フィルタが混色の影響を受け、分光特性が変化する場合を想定して説明をした。しかし、実際には一部の色フィルタだけが混色の影響を受ける場合もあり、CCDの個体によって混色の影響を受ける色フィルタの種類が変化し、ノイズの周期などの発生パターンが変化することも考えられる。
- [0052] このような場合においても、隣接するフィルタの配列が異なるすべての色フィルタが混色の影響を受ける場合を想定してグループ分けを行うことで、それより細かいグループに区分されることは無いため、補正に支障をきたすことはない。また、混色の影響を受ける色フィルタの種類によっては輝度信号だけに分光特性のバラツキが発生することもあり得るが、同様の手法で補正が可能なのは言うまでもない。
- [0053] さらに、各色フィルタの配列や輝度・色差信号の作り方が変わると、混色の影響による輝度・色ノイズの発生パターンが変化することが考えられ、各グループが必ずしも水平ラインの集合になるとは限らない。そのような場合においても、フィルタの配列と各信号の算出式から各画素の分光特性に応じて事前にグループ分けし、同様の手法で補正を行うことが可能である。
- [0054] 次に、上述した画像信号処理方法を採用する撮像装置および画像処理装置について図を参照して説明する。
- [0055] 図8は、本発明の第1の実施形態に係る撮像装置の概略構成および画像処理装置を示したブロック図である。図8に示した撮像装置において、レンズ系2により形成さ

れた被写体像は撮像素子3の撮像面に結像され、各色フィルタを通過した後、電気信号に変換される。

[0056] 本実施形態では、撮像素子3に、図1に示した色差線順次式補色フィルタを有する単板CCDを想定している。したがって、撮像素子3から出力される画像信号はYCbCr信号となる。

[0057] このようにして得られた画像信号は、A/D変換部5にてデジタル信号へ変換される。その後、補間部6において、公知の同時化処理により画像上の各画素に対してYCbCr信号が生成され、判定部7へ出力される。判定部7では、入力された画像の各画素について、カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する。

[0058] 例えば、判定部7は、撮影画像上における各画素の位置とグループとを対応付けた情報を保有しており、この情報に基づいて、各画素をグループ分けする。グループ分けされた各画素の信号は、補正部8に出力される。なお、レンズ系2、撮像素子3及びA/D変換部5を除いたものが画像処理装置の機能を果たす。

[0059] 一方、記憶部13には、複数の補正マトリクスがグループに対応付けられて格納されている。制御部11は、補正部8に入力される各画素が属するグループの情報を選択部12に与える。

[0060] これにより、選択部12は、記憶部13に格納されている複数の補正マトリクスの中から、画素が属するグループに対応する補正マトリクスを読み出し、読み出した補正マトリクスを補正部8に出力する。補正部8は、選択部12から与えられた補正マトリクスを用いて、判定部7から出力される画素の信号値(輝度信号、色差信号)を補正する。

[0061] より具体的には、補正部8は、補正マトリクスと、該画素における全種類の信号値とを用いて、補正対象となっている種類の画素値を補正する。ここで、各画素を構成する全種類の信号値は補正対象となり得る。つまり、本実施形態においては、輝度信号及び色差信号の両方をそれぞれ補正するのであるが、輝度信号を補正する場合も、色差信号を補正する場合も、その画素を構成する全種類の信号値(ここでは、輝度信号と色差信号)を用いて補正を行う。

[0062] 補正後の各画素の信号値は、画像処理部9に出力され、所定の画像処理が行わ

れた後、出力部10に出力され、1枚の画像として出力される。

- [0063] 以上、説明したように、本実施形態に係る撮像装置、画像信号補正方法、及び補正マトリクス算出方法によれば、各画素を補色フィルタの配列に応じて決定される複数のグループに区分し、グループ毎に異なる補正マトリクスを用いて、各画素の信号値の補正を行う。
- [0064] この場合において、各グループの補正マトリクスは、全てのグループの信号値が略同じ値になるように計算されたものであるので、補正マトリクスを用いた補正後の信号値を均一化することが可能となる。これにより、画像全体にわたって、分光特性のバラツキを解消することが可能となり、混色に起因するノイズを解消することが可能となる。
- [0065] なお、本実施形態ではハードウェアによる処理を前提としていたが、このような構成に限定される必要はない。例えば、撮像素子3からの画像信号を未処理のままRawデータとしてPCに入力し、別途ソフトウェアにて処理する構成も可能である。
- [0066] この場合、本実施形態に係る画像信号補正方法を実現するためのプログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録されており、この記録媒体に記録されているプログラムをCPUが実行することにより、以下の画像信号補正方法を実現させる。
- [0067] 図9は、本発明の第1の実施形態に係る画像信号補正方法の手順を示したフローチャートを示した図である。
- [0068] 図9において、ステップSA1では未処理のカラー画像信号と予め決定された複数のグループに関する情報が入力される。ステップSA2では、ステップSA1において得られたカラー画像信号に対して同時化処理が行われ、カラー画像の全ての画素に対して輝度信号Y及び色差信号Cb, Crが生成される。
- [0069] ステップSA3では、ステップSA2で生成された1フレーム分の画像信号から1画素分の信号値が読み出され、ステップSA4では、この1画素がステップSA1で取り込まれた複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する。
- [0070] ステップSA5では、この画素が属するグループに対応する補正マトリクスが予め記憶されている複数のマトリクスの中から選択される。ステップSA6では、この選択された補正マトリクスを用いて当該画素の信号値が補正される。ステップSA7では、1フレーム分の全ての画素について補正が終了したか否かを判断する。

[0071] この結果、1フレーム分の画素について、上述した信号補正が終了していない場合（ステップSA7において「NO」）は、ステップSA3に戻り、新たな1画素分の信号値を読み出し、この画素の信号値に対して上述した補正処理を行う。一方、1フレーム分の画素に対して信号補正が終了した場合（ステップSA7において「YES」）は、処理を終了する。

[0072] [第2の実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態について、図10及び図11を用いて説明する。

本実施形態では、原色フィルタを有する撮像素子を採用した撮像装置について説明する。

[0073] 図10はカラーCCDに2次元配列される原色フィルタの一例である。赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色が、ベイヤー配列状に並べられている。緑の色フィルタは水平方向に隣接する色フィルタの違いによりGrとGbとして表現されており、この2つは混色の影響により異なる分光特性を持つことを示している。

[0074] ここで、同時化処理により全ての画素がR, G, Bの情報を持つ場合を考える。R信号とB信号には位置による分光特性の違いは無いため、同時化処理によって全ての画素が同じ分光特性を有するR信号とB信号を持つことになる。

[0075] 次に、G信号について考える。例えばR, Bの色フィルタを持つ画素のG信号は、この画素の上下左右に隣接する4つの画素の平均値として同時化処理が行われると仮定すると、R, Bの色フィルタを持つ画素のG信号は常に $(Gr + Gb) / 2$ で表現される。

[0076] これをGaと定義すると、同時化処理後のG信号には、図11に示すように、GaとGrもしくはGaとGbを繰り返すラインが交互に現れることになる。このような場合においては、上述の第1の実施形態のように、1ラインの集合としてグループを表現することはできない。そこで、本実施形態においては、R, G, B信号の分光特性が等しい画素の集合を一つのグループとして定義付けておいて、画像全体を3つのグループに区分し、グループ毎に各信号を補正することで混色に起因するノイズを低減することを考える。

[0077] この場合も、分割した3つのグループのうち一つを基準グループ、残りの2つのグル

ープを対象グループとし、対象グループの信号値を基準グループの信号値に略一致させるような補正マトリクスを対象グループ毎に作成する。そして、この補正マトリクスを用いて各対象グループの信号値をそれぞれ補正することで、各グループの信号を略一致させる。

[0078] これにより、撮影画像全体の輝度ノイズ及び色ノイズを同時に解消することが可能となる。式(11)に補正マトリクスを用いた補正式の一例を示す。

[0079] [数5]

$$\begin{pmatrix} R^c \\ G^c \\ B^c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (11)$$

[0080] 上記(11)式において、R, G, Bは補正前の信号値、 R^c , G^c , B^c は補正後の信号値である。(11)式に用いられる補正マトリクスの算出方法については、上述した第1の実施形態に係る方法を用いることが可能である。

[0081] また、図8に示される撮像装置において、色差線順次式補色フィルタを有する単板CCDに代えて、原色フィルタを採用した場合には、各グループに属する画素の信号値をそのグループ固有の補正マトリクスを用いて補正することで、色差線順次式補色フィルタを用いた場合と同様に、輝度ノイズ及び色ノイズを解消することが可能となる。

請求の範囲

- [1] 所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する判定部と、
前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部と、
各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを前記記憶部から取得し、取得した前記補正マトリクスと各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する補正部と
を具備する画像処理装置。
- [2] 前記補正マトリクスは、分光特性の異なる複数の色票を撮影することで取得されたカラー画像の各画素を前記グループに区分した場合に、第1のグループにおける少なくとも1種類の画像信号値と、第2のグループにおける全種類の画像信号値との関係を規定する補正マトリクスである請求項1に記載の画像処理装置。
- [3] 前記補正マトリクスは、分光特性の異なる複数の色票を撮影することで取得されたカラー画像の各画素を前記グループに区分した場合に、複数種類の画像信号値のうち、各色票に対する少なくとも1種類の画像信号値を、少なくとも2つのグループ間で略一致させるような補正マトリクスである請求項1または請求項2に記載の画像処理装置。
- [4] 前記補正マトリクスは、分光特性の異なる複数の色票を撮影することで取得されたカラー画像信号の各画素を前記グループに区分した場合に、第1のグループに属する画素の平均分光特性と、第2のグループに属する画素の平均分光特性とを略一致させるような補正マトリクスである請求項1に記載の画像処理装置。
- [5] 複数の前記グループは、前記撮像素子からの出力信号に基づいて生成された前記カラー画像の分光特性が共通となる画素が同じグループに属するように定められていることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [6] 所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定し、

各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを、前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部から取得し、

取得した前記補正マトリクスと各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する画像信号補正方法。

- [7] 前記撮像素子からの出力信号に基づいて生成された前記カラー画像の分光特性を前記画素毎に事前に取得し、

共通の分光特性を有する画素が同じグループに属するように、複数の前記グループを定める請求項6に記載の画像信号補正方法。

- [8] 所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像を補正する際に用いられる補正マトリクスの算出方法であって、

前記撮像素子を用いて分光特性の異なる複数の色票を撮影することでカラー画像を取得し、

前記カラー画像の各画素を前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループに区分した場合に、複数種類の画像信号値のうち、各色票に対する少なくとも1種類の画像信号値が、少なくとも2つのグループ間で略一致するように前記補正マトリクスを算出する補正マトリクス算出方法。

- [9] 所定配列のカラーフィルタを有する撮像素子と、

前記撮像素子からの出力信号に基づいて生成されたカラー画像の各画素について、前記カラーフィルタの配列に応じて決定される複数のグループのうち、どのグループに属するかを判定する判定部と、

前記グループと、補正マトリクスとが対応付けられて格納される記憶部と、

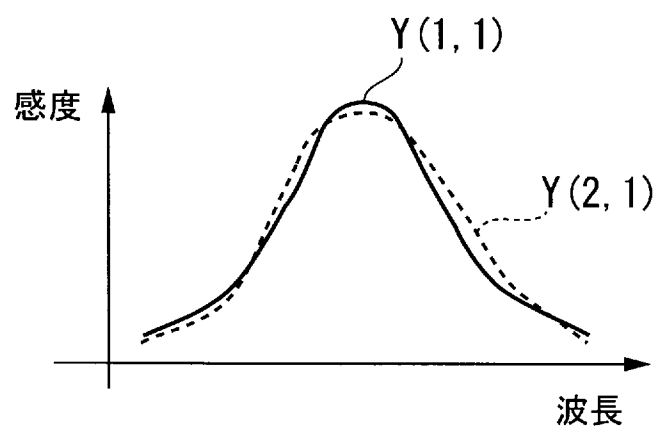
各前記画素が属するグループに対応する補正マトリクスを前記記憶部から取得し、取得した前記補正マトリクスと、各前記画素における全種類の画像信号とを用いて、補正対象となっている種類の画像信号を補正する補正部と

を具備する撮像装置。

[図1]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	Mg1	Gr1	Mg1	Gr1
n=2	Cy1	Ye1	Cy1	Ye1
n=3	Gr2	Mg2	Gr2	Mg2
...	Cy2	Ye2	Cy2	Ye2
...	Mg1	Gr1	Mg1	Gr1
1	Cy1	Ye1	Cy1	Ye1

[図2]



[図3]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	Y1	Y1	Y1	Y1
n=2	Y2	Y2	Y2	Y2
n=3	Y3	Y3	Y3	Y3
⋮	Y4	Y4	Y4	Y4
⋮	Y1	Y1	Y1	Y1
⋮	Y2	Y2	Y2	Y2

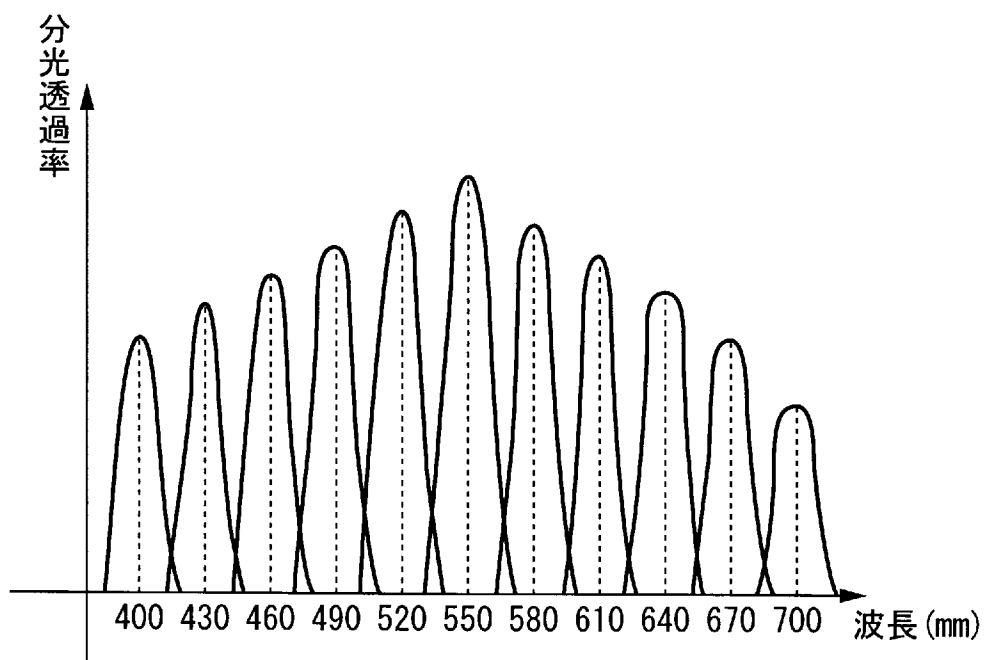
[図4]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	Cb α	Cb α	Cb α	Cb α
n=2	Cr α	Cr α	Cr α	Cr α
n=3	Cr β	Cr β	Cr β	Cr β
⋮	Cb β	Cb β	Cb β	Cb β
⋮	Cb α	Cb α	Cb α	Cb α
⋮	Cr α	Cr α	Cr α	Cr α

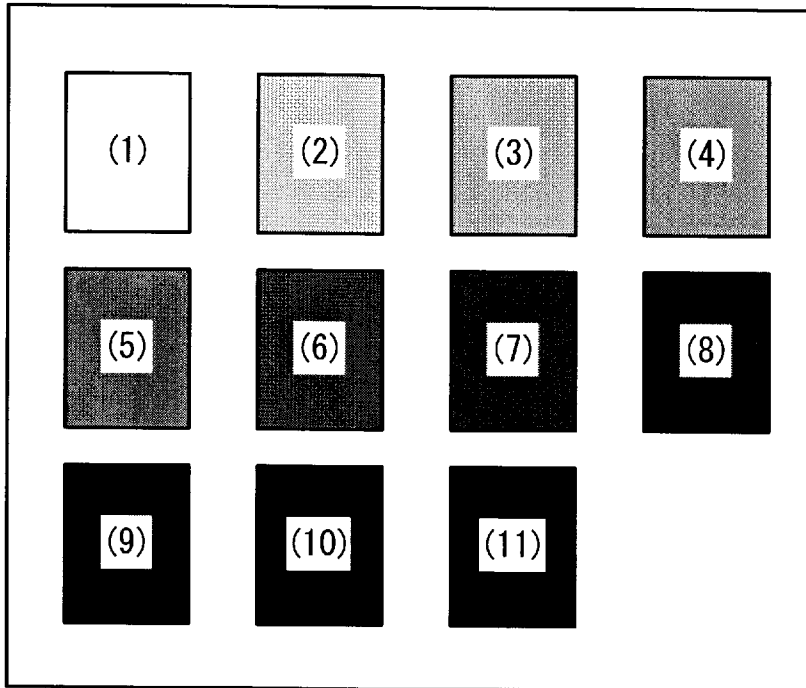
[図5]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1
n=2	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2
n=3	Y3 Cb3 Cr3	Y3 Cb3 Cr3	Y3 Cb3 Cr3	Y3 Cb3 Cr3
⋮	Y4 Cb4 Cr4	Y4 Cb4 Cr4	Y4 Cb4 Cr4	Y4 Cb4 Cr4
⋮	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1	Y1 Cb1 Cr1
⋮	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2	Y2 Cb2 Cr2

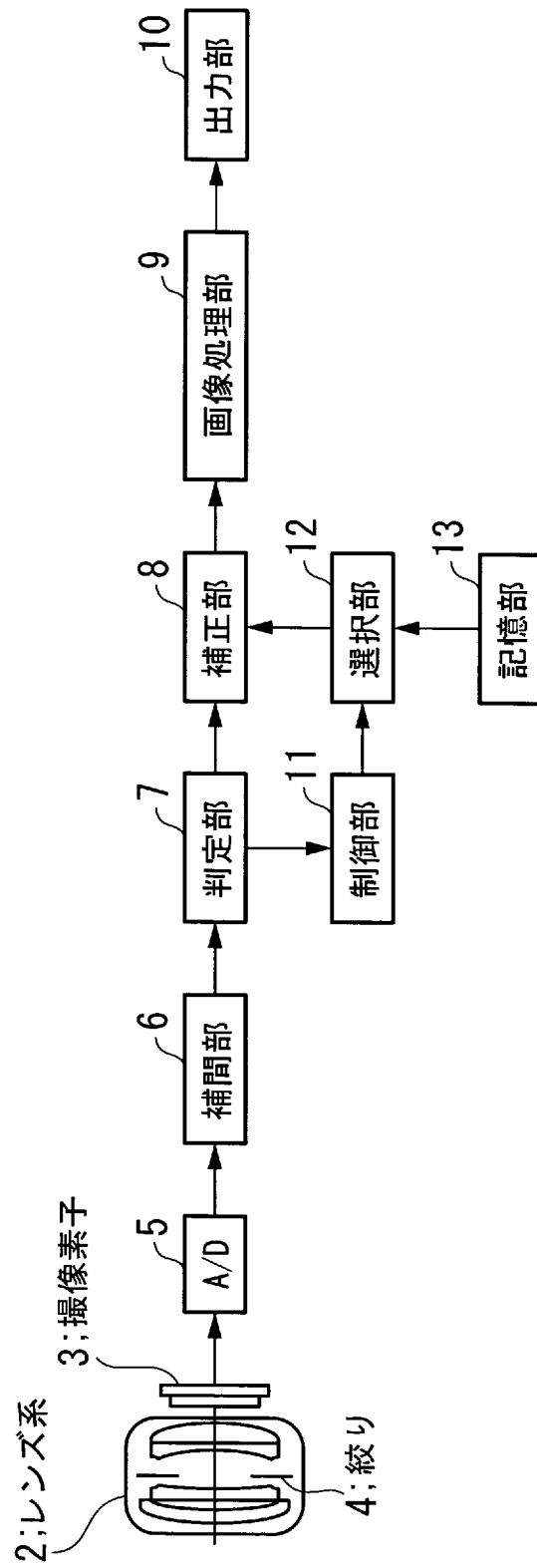
[図6]



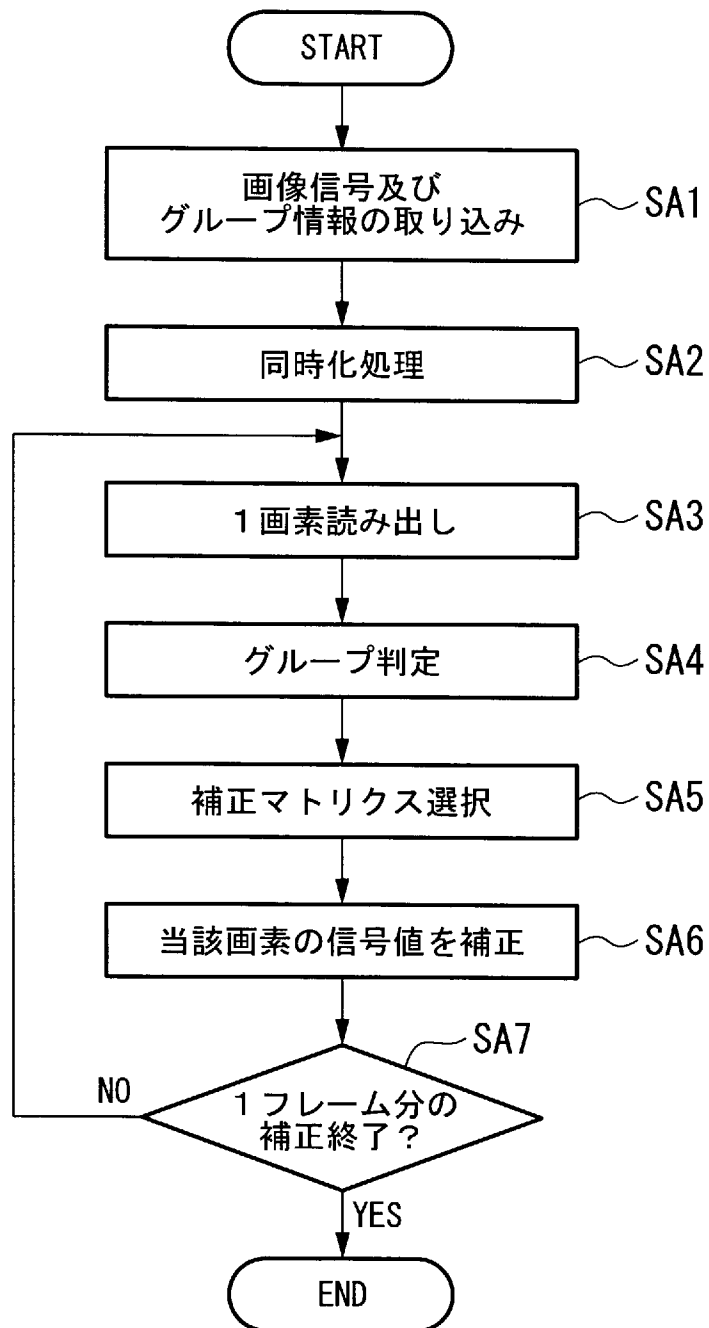
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	R	Gr	R	Gr
n=2	Gb	B	Gb	B
n=3	R	Gr	R	Gr
⋮	Gb	B	Gb	B

[図11]

	m=1	m=2	m=3	...
n=1	R Ga B	R Gr B	R Ga B	R Gr B
n=2	R Gb B	R Ga B	R Gb B	R Ga B
n=3	R Ga B	R Gr B	R Ga B	R Gr B
⋮	R Gb B	R Ga B	R Gb B	R Ga B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/050809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01) i, H04N9/67(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/07, H04N9/67

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-320722 A (Canon Inc.), 16 November, 2001 (16.11.01), Par. Nos. [0033] to [0065]; Figs. 1, 2, 4, 6 & US 2002/0025069 A1	1-9
A	JP 2007-228155 A (Olympus Imaging Corp.), 06 September, 2007 (06.09.07), Par. Nos. [0017] to [0037]; Figs. 1 to 5 & US 2007/0195181 A1	1-9
A	JP 2007-53479 A (Fujifilm Holdings Corp.), 01 March, 2007 (01.03.07), Par. Nos. [0018] to [0063]; Figs. 1 to 6 & US 2007/0040916 A1	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2009 (17.04.09)Date of mailing of the international search report
28 April, 2009 (28.04.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/050809

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-278004 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 06 October, 2005 (06.10.05), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, H04N9/67(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N9/07, H04N9/67

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-320722 A (キヤノン株式会社) 2001.11.16, 段落【0033】-【0065】, 図1, 2, 4, 6 & US 2002/0025069 A1	1-9
A	JP 2007-228155 A (オリンパスイメージング株式会社) 2007.09.06, 段落【0017】-【0037】, 図1-5 & US 2007/0195181 A1	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.04.2009

国際調査報告の発送日

28.04.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松田 岳士

5 P

3137

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-53479 A (富士フイルムホールディングス株式会社) 2007.03.01, 段落【0018】 - 【0063】, 図 1-6 & US 2007/0040916 A1	1-9
A	JP 2005-278004 A (富士写真フイルム株式会社) 2005.10.06, 全文, 図 1-10 (ファミリーなし)	1-9