

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年6月12日(12.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/087808 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080411
- (22) 国際出願日: 2013年11月11日(11.11.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-268182 2012年12月7日(07.12.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 林 健吉(HAYASHI, Kenkichi); 〒3319624 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 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル23階 私書箱第176号 新都心国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

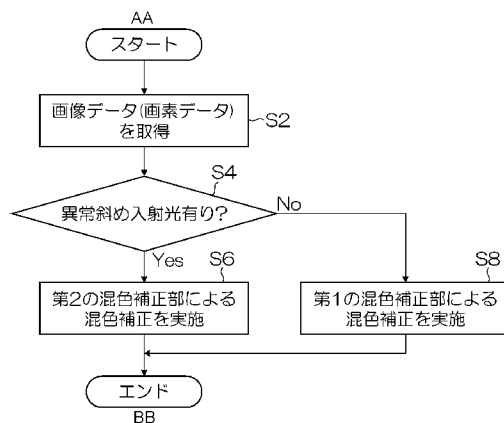
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD AND PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム、並びに記録媒体

[図7]



AA... START
S2... ACQUIRE IMAGE DATA (PIXEL DATA)
S4... IS THERE ABNORMAL OBLIQUE INCIDENT-LIGHT?
S6... EXECUTE MIXED-COLOR CORRECTION USING THE SECOND MIXED-COLOR CORRECTION UNIT
S8... EXECUTE MIXED-COLOR CORRECTION USING THE FIRST MIXED-COLOR CORRECTION UNIT
BB... END

(57) Abstract: With this image processing device, image processing method and program, and recording medium, high quality image data is obtained by carrying out the following: reducing the level difference of pixel data between pixels of the same color with respect to pixel data of pixels at which abnormal oblique incident-light (ghost light) is incident; and correcting mixed colors, caused by pixel characteristics, with respect to pixel data of pixels at which abnormal oblique incident-light (ghost light) is not incident. If pixelated image data (RGB image) is input into a mixed-color determination and correction unit, image data (pixel data) is acquired by the mixed-color determination and correction unit, and the mixed-color determination and correction unit determines whether there is abnormal oblique incident-light such as ghost light in the image data. If it is determined that there is incidence of abnormal oblique incident-light in the image data, mixed-color correction B is carried out, and the level difference of pixel data between G pixels is eliminated. Meanwhile, if it is determined that there is no incidence of abnormal oblique incident-light in the image data, mixed-color correction A is carried out, and mixed colors according to the pixel characteristics unique to an image pick-up element are corrected.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/087808 A1



本発明に係る画像処理装置、画像処理方法及びプログラム、並びに記録媒体では、異常斜め入射光（ゴースト光）が入射する画素の画素データに対しては同色画素間の画素データの段差を低減し、また異常斜め入射光が入射していない画素の画素データに対しては画素特性に起因する混色を補正し、高品質な画像データを得る。モザイク状の画像データ（RGB画像）が混色判定補正部に入力されると、混色補正判定部によって画像データ（画素データ）が取得され、画像データにおけるゴースト光等の異常斜め入射光の有無が混色補正判定部によって判定される。画像データに異常斜め入射光の入射があると判定された場合、混色補正Bが行われ、G画素間の画素データの段差が解消される。一方、画像データに異常斜め入射光の入射がないと判定された場合、混色補正Aが行われ、撮像素子固有の画素特性に応じた混色が補正される。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法及びプログラム、並びに記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は画像処理装置、画像処理方法及びプログラム、並びに記録媒体に係り、特に、異常斜め入射光の有無に応じた混色補正を行う技術に関する。

背景技術

[0002] 一般に、モザイク状のカラーフィルタ配列を有する単板方式の撮像素子では、隣接画素からの光の漏れ込みによる混色が発生する。混色の影響が大きいRGBの色信号をデジタル信号処理して画像を生成すると画像の色再現性（画質）が低下し、また混色の影響が大きいRGBの色信号からはホワイトバランス（WB）補正用のWBゲインを精度良く算出することが難しい。

[0003] また、デジタルカメラ等の撮像装置によって被写体像を撮影する際に強い光がレンズに入射すると、撮影レンズやマクロレンズの表面で反射した光がレンズ内部やカメラ内部で複雑に反射し、意図しない角度で進行する光が撮像素子によって受光されることがある。このように、意図していない角度から撮像素子に入射する異常斜め入射光は、いわゆるゴーストやフレア等の現象を起こし、撮影画像の画質を劣化させる。

[0004] とりわけ異常斜め入射光の角度が大きい場合には、異常斜め入射光の少なくとも一部が、通過するカラーフィルタと隣接する画素のフォトダイオードに入射してしまう。このように、異常斜め入射光が通過したカラーフィルタと実際に受光されるフォトダイオードとが完全に対応しない場合、この異常斜め入射光によりいわゆる混色現象が大きく引き起こされ、撮影画像の色再現性の劣化を招く。

[0005] 混色の影響を軽減する手法として、例えば特許文献1は、ゴーストに伴う色ノイズの発生を抑制する撮像装置を開示する。この撮像装置では、RAWデータを用いてゴーストに伴う色ノイズの発生が検出され、色ノイズの発生

が検出された画素データの輝度レベル値が補正される。

- [0006] また特許文献2は、各画素に対する混色補正処理の精度を向上させる撮像装置を開示する。この撮像装置では、補正対象画素に周辺画素から混入する信号成分に関する特性を示す混色特性情報が記憶され、画素配列における補正対象画素の位置と混色特性情報とに応じて補正係数が求められて、補正対象画素から読み出された信号の補正が行われる。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2005-333251号公報
特許文献2：特開2010-130583号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 従来使用されてきた撮像素子は、比較的シンプルなカラーフィルタ配列を有することが多い。例えば広く使用されているベイヤ配列では、隣接配置される「R画素及びG画素」と「G画素及びB画素」とによって構成される2画素（水平方向）×2画素（垂直方向）の計4画素が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されることでカラーフィルタ配列が構成される。
- [0009] このようなシンプルなカラーフィルタ配列を有する撮像素子では、混色現象も比較的単純であるため、比較的簡単な混色補正によって画像データ上で混色の影響を低減することが可能である。
- [0010] しかしながら、最近では比較的複雑なカラーフィルタ配列を有する撮像素子も使用されるようになってきており、同色のカラーフィルタを有する画素同士であっても、隣接する画素（カラーフィルタ）の種類が異なる画素が複数存在する場合がある。例えば緑色のカラーフィルタを有する画素（G画素）は、ベイヤ配列では隣接する画素タイプ（カラーフィルタタイプ）によって2種類に分類されるが、複雑なカラーフィルタ配列では非常に多種類（例えば10種類以上）に分類される。

- [0011] 混色の影響は隣接画素の種類によって変動するため、同色のカラーフィルタを有する画素であっても、隣接する画素（カラーフィルタ）の種類に対応した混色補正を行うことが好ましい。
- [0012] しかしながら、複雑なカラーフィルタ配列を有する撮像素子では混色現象も複雑化し、本来同一又は近似する画素データを出力する近接同色画素であっても、混色現象によって、隣接画素のカラーフィルタの種類に応じた異なる画素データが近接同色画素から出力されることがある。
- [0013] 特にゴースト光のように通常光とは異なる入射角の光（異常斜め入射光）が撮像素子に入射すると、隣接画素のカラーフィルタを通過したゴースト光の漏れ込みにより、近接同色画素間で画素データの不自然な相違（同色段差）が発生してしまう。この段差現象は、同色画素であっても隣接画素タイプに応じた種類が多くなるほど複雑化する。複雑なカラーフィルタ配列を有する撮像素子においてゴースト光の入射により発生した複雑な混色現象は、通常の混色補正では十分には補正することができないこともある。とりわけカラーフィルタ配列に関して「3画素（水平方向）×3画素（垂直方向）」以上の画素数によって構成される基本配列パターンを有する撮像素子から出力される画像データでは、通常の混色補正では対応しきれない場合もある。
- [0014] このように、ゴースト光のような異常斜め入射光が撮像素子に入射する場合、近接同色画素から出力される「隣接する画素タイプに応じた異なる画素データ」に基づく段差現象が顕著に生じることがあるため、そのような段差を可能な限り取り除くことが好ましい。特に、複雑なカラーフィルタ配列を有する撮像素子にゴースト光が入射した状態で得られた画像データにおいて、ゴースト光に起因する「同色画素間での画素データの段差」を効果的に取り除くことが望まれている。
- [0015] 一方、ゴースト光が撮像素子に入射しない場合であっても、撮像素子の画素特性（マイクロレンズ、カラーフィルタ、フォトダイオード、配線等の配置、サイズ、物性値等に基づく特性）に基づき、隣接画素からの光の漏れ込みが生じて混色現象が生じる。したがって、ゴースト光が撮像素子に入射し

ない場合には、そのような撮像素子の画素特性に最適化された混色補正により、隣接画素からの光の漏れ込みによる混色を低減することが望まれている。

[0016] 本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、ゴースト光等の異常斜め入射光が入射する画素の画素データに対してはこの異常斜め入射光に起因する同色画素間の画素データの段差を低減し、また異常斜め入射光が入射していない画素の画素データに対しては画素特性に起因する混色を補正することで、高品質な画像データを得る技術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

[0017] 本発明の一態様は、カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する異常斜め入射光検出手段と、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データに第1の混色補正を行う第1の混色補正手段と、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データに第2の混色補正を行う第2の混色補正手段と、異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、第1の混色補正手段及び第2の混色補正手段のうちいずれによって画像データの補正を行うか判定する混色補正判定手段と、を備え、混色補正判定手段は、異常斜め入射光検出手段によって異常斜め入射光が検出されない場合には第1の混色補正手段によって補正対象画素の画素データの補正を行い、異常斜め入射光検出手段によって異常斜め入射光が検出される場合には第2の混色補正手段によって補正対象画素の画素データの補正を行う判定をする画像処理装置に関する。

[0018] 本態様によれば、異常斜め入射光が検出されない場合には補正対象画素の画素データに対して補正対象画素の隣接画素の画素データに基づく第1の混色補正が行われ、異常斜め入射光が検出される場合には補正対象画素の周辺画素の画素データに基づく第2の混色補正が行われる。

[0019] したがって、特に配列マトリクスサイズが大きい撮像素子に対しても本態

様を応用することが可能であり、異常斜め入射光（ゴースト光等）の隣接画素への漏れ込みの影響によって発生する同色画素の段差を解決して、異常斜め入射光による画質劣化を抑制することができる。

[0020] ここでいう「補正対象画素の隣接画素」とは補正対象画素に対して隣り合う画素であり、例えば補正対象画素のカラーフィルタと隣接するカラーフィルタを有する画素が「補正対象画素の隣接画素」となり得る。例えば、補正対象画素を囲む8画素（第1の方向と、第2の方向と、第1の方向及び第2の方向に対して角度を持った方向とに関して補正対象画素に隣り合う画素）や、第1の方向及び第2の方向で補正対象画素と隣接する4画素を、「補正対象画素の隣接画素」とすることができる。また「補正対象画素の周辺画素」とは補正対象画素から所定範囲に含まれる画素であり、補正対象画素に対して隣接していてもよいし、隣接していなくてもよい。したがって「補正対象画素の周辺画素」は「補正対象画素の隣接画素」を含みうる概念である。また、「補正対象画素の周辺画素」の基準となる補正対象画素からの範囲は、第2の混色補正の具体的な内容に応じて適宜定めうる。

[0021] 第1の混色補正では、補正対象画素の隣接画素の全部又は一部の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データを補正可能であり、第2の混色補正では、補正対象画素の周辺画素の全部又は一部の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データを補正可能である。

[0022] 異常斜め入射光が入射しない場合の混色は、主として隣接画素からの光の漏れ込みによるものであるため、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて有効に補正しうる。一方、ゴースト光等の異常斜め入射光は、撮像素子内である大きさを持った範囲（複数画素）に入射するため、異常斜め入射光に起因する混色の影響は、補正対象画素の周辺画素の画素データを総合的に勘案した混色補正によって効果的に低減しうる。

[0023] なお、ここでいう「異常斜め入射光」とは、被写体像を構成する通常光とは異なる想定外の光要素のことであり、通過するカラーフィルタとフォトダイオードとが同一画素に含まれない光要素のことである。この異常斜め入射

光として、例えば、ゴーストやフレア等の現象をもたらす光要素が含まれる。一般に、ゴーストは、レンズ表面や撮像素子表面での反射を介して本来の結像光（有効結像光）の光路とは異なる光路を通して像面上に到達した光（不要光）によって、視覚的に一定の形状が認められる光学像を形成する現象である。また、フレアは、強い光が光学系に入射した場合に、入射光の一部がレンズ表面や撮像素子表面で反射して像面上に不要光として到達し、視覚的に一定の形状が認められない画像異常をもたらす、生成画像においてコントラストの低下や光の滲み等を生じさせる現象である。

[0024] また、「第1の方向」及び「第2の方向」は、特に限定されず、相互に垂直（実質的に垂直を含む）を形成する方向であればよい。例えば、撮像装置による撮像時における被写体に対する「水平方向」及び「垂直方向」を「第1の方向」及び「第2の方向」としてもよいし、これらの「水平方向」及び「垂直方向」に対して任意の角度を持つ方向を「第1の方向」及び「第2の方向」としてもよい。したがって、水平方向及び垂直方向に2次元的に配列された複数の画素を45度回転させた所謂「ハニカム型の配列」で複数の画素が配置される場合には、「水平方向」及び「垂直方向」と45度を成す方向を「第1の方向」及び「第2の方向」として扱いうる。

[0025] 望ましくは、第2の混色補正手段は、補正対象画素と同色のカラーフィルタを有する4以上の画素を周辺画素として、補正対象画素の画素データの第2の混色補正を行う。

[0026] この場合、第2の混色補正では、補正対象画素と同色のカラーフィルタを有する画素の画素データが使用され且つ4以上の画素の画素データが使用されるため、高精度な混色補正を行うことが可能である。

[0027] 望ましくは、周辺画素は、周辺画素に対し隣接する画素のカラーフィルタの種類（隣接画素配置タイプ）が相互に異なる画素によって構成される。

[0028] この場合、隣接する画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる周辺画素の画素データに基づいて第2の混色補正が行われ、異常斜め入射光に起因する様々なタイプの混色に対して柔軟に対応することが可能である。

- [0029] 望ましくは、撮像素子の複数の画素は、 M 画素 $\times$ N 画素（ただし、 M は3以上の整数、 N は3以上の整数）の基本配列パターンであって第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、周辺画素は、補正対象画素を含む M 画素 $\times$ N 画素の範囲に含まれる画素であって補正対象画素と同色のカラーフィルタを有する画素である。
- [0030] この場合、基本配列パターン単位で第2の混色補正を行うことができ、高精度な混色補正を効率良く行うことができる。
- [0031] 望ましくは、撮像素子の複数の画素は、 M 画素 $\times$ N 画素（ただし、 M は3以上の整数、 N は3以上の整数）の基本配列パターンであって第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、周辺画素は、補正対象画素を含む M 画素 $\times$ N 画素の範囲よりも大きな範囲に含まれる画素であって補正対象画素と同色のカラーフィルタを有する画素である。
- [0032] この場合、基本配列パターンよりも大きな範囲に含まれる画素の画素データに基づいて第2の混色補正を行うことができ、多くの画素データに基づいて高精度な混色補正を行うことができる。
- [0033] 望ましくは、第2の混色補正手段は、補正対象画素及び周辺画素の画素データから導出される代表値に基づいて、補正対象画素の画素データの第2の混色補正を行う。
- [0034] この場合、補正対象画素及び周辺画素の画素データから導出される代表値に基づいて、第2の混色補正処理を簡単化することができる。
- [0035] 望ましくは、代表値は、補正対象画素及び周辺画素の画素データの平均値又は加重平均値である。
- [0036] 望ましくは、代表値は、補正対象画素及び周辺画素の画素データの中央値又は最頻値である。
- [0037] これらの補正対象画素及び周辺画素の画素データの「平均値」、「加重平均値」、「中央値」及び「最頻値」のうちのいずれかを「代表値」とすることで、第2の混色補正を簡単化して、同色画素間の画素データの段差を効果

的に解消することが可能である。

[0038] 望ましくは、複数の画素は、少なくとも1以上の色を含む第1色のカラーフィルタによって構成される第1色の画素と、第1色以外の少なくとも2以上の色を含む第2色のカラーフィルタによって構成される第2色の画素とを含み、第1色の画素は、輝度信号を得るための寄与率が第2色の画素のカラーフィルタよりも高い色のカラーフィルタを有し、補正対象画素は、第1色の画素である。

[0039] 輝度は画質を左右する大きな要因であるが、本態様のように、輝度信号を得るための寄与率が高い第1色の画素を補正対象画素とすることで、得られる画像の品質を効果的に改善することができる。

[0040] 望ましくは、第1色の画素は、緑色、透明または白色のカラーフィルタを有する。

[0041] この場合、他色よりも輝度信号を得るための寄与率が高い緑色、透明又は白色のカラーフィルタを有する画素を補正対象画素とするため、得られる画像の品質を効果的に改善することができる。

[0042] なお、透明のカラーフィルタ及び白色のカラーフィルタは、赤波長域の光、青波長域の光及び緑波長域の光のいずれも透過するフィルタであり、透明のカラーフィルタは比較的高い光透過率（例えば70%以上の光透過率）を有し、白色のカラーフィルタは透明のカラーフィルタよりも低い光透過率を有する。

[0043] 撮像素子の複数の画素は、 M 画素 $\times N$ 画素（ただし、 M は3以上の整数、 N は3以上の整数）の基本配列パターンであって第1の方向及び第1の方向に垂直な第2の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、基本配列パターンは、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる第1色の画素を少なくとも5つ含んでいてもよい。

[0044] 本態様のように、特に、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる第1色の画素を基本配列パターンが5以上含む場合に、カラーフィルタ配列が複雑化し、本発明に係る混色補正の有効性が高い。

[0045] 例えばベイヤー配列のG（緑）画素は、隣接画素配置タイプに応じた種類が2種類であり、混色による同色G画素間の段差（同色段差）が1パターンのため、混色補正が容易である。一方、M画素×N画素の基本配列パターンにおいて、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる第1色の画素を5つ以上（例えばG1～G5）含む複雑なカラーフィルタ配列では、同色画素間の段差が複雑になり、画質劣化に大きな影響を与える。本態様によれば、基本配列パターンが隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる第1色の画素を少なくとも5つ含み、複雑なカラーフィルタ配列に対しても、第1の混色補正及び第2の混色補正を効果的に行って、画質劣化を抑えることができる。

[0046] 本発明の他の態様は、カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出するステップと、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第1の混色補正を行うステップと、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第2の混色補正を行うステップと、異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、第1の混色補正及び第2の混色補正のうちいずれによって画像データの補正を行うか判定するステップと、を備え、画像データの補正を行うか判定するステップでは、異常斜め入射光の有無を検出するステップにおいて異常斜め入射光が検出されない場合には第1の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出するステップにおいて異常斜め入射光が検出される場合には第2の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行う判定をする画像処理方法に関する。

[0047] 本発明の他の態様は、カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する手順と、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第1の混色

補正を行う手順と、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第2の混色補正を行う手順と、異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、第1の混色補正及び第2の混色補正のうちいずれによって画像データの補正を行うか判定する手順とをコンピュータに実行させるためのプログラムであって、画像データの補正を行うか判定する手順では、異常斜め入射光の有無を検出する手順において異常斜め入射光が検出されない場合には第1の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出する手順において異常斜め入射光が検出される場合には第2の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行う判定をするプログラムに関する。

[0048] 本発明の他の態様は、カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する手順と、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第1の混色補正を行う手順と、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの第2の混色補正を行う手順と、異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、第1の混色補正及び第2の混色補正のうちいずれによって画像データの補正を行うか判定する手順と、をコンピュータに実行させるためのプログラムのコンピュータ読み取り可能なコードが記録された非一時的記録媒体であって、画像データの補正を行うか判定する手順では、異常斜め入射光の有無を検出する手順において異常斜め入射光が検出されない場合には第1の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出する手順において異常斜め入射光が検出される場合には第2の混色補正によって補正対象画素の画素データの補正を行う判定をする、記録媒体に関する。

発明の効果

[0049] 本発明によれば、異常斜め入射光が検出されない場合には補正対象画素の画素データに対して補正対象画素の隣接画素の画素データに基づく第1の混

色補正が行われ、異常斜め入射光が検出される場合には補正対象画素の周辺画素の画素データに基づく第2の混色補正が行われる。

[0050] したがって、ゴースト光等の異常斜め入射光が入射する画素の画素データに対しては、この異常斜め入射光に起因する同色画素間の画素データの段差を低減するように、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づく第2の混色補正を行うことができる。一方、異常斜め入射光が入射していない画素の画素データに対しては、画素特性に起因する混色の影響を低減するように、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づく第1の混色補正を行うことができる。

[0051] このように本発明によれば、混色要因に応じた柔軟な混色補正処理によって高品質な画像データを得ることができ、簡単な混色補正では補正しきれない「異常斜め入射光に起因する同色画素間の画素データの段差」を有効に抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]図1は、デジタルカメラの一構成例を示すブロック図である。

[図2A]図2Aは、カラー撮像素子のカラーフィルタ（画素）の基本配列パターン例を示す平面図であり、水平方向及び垂直方向に基本配列パターンPを4つ並べた状態を示す。

[図2B]図2Bは、カラー撮像素子のカラーフィルタ（画素）の基本配列パターン例を示す平面図であり、1つの基本配列パターンPの拡大図である。

[図3]図3は、画像処理回路の機能ブロック図である。

[図4A]図4Aは、異常斜め入射光（ゴースト光等）に起因する混色現象のメカニズムを説明する断面図であり、G画素、R画素及びG画素の隣接配置例を示す。

[図4B]図4Bは、異常斜め入射光（ゴースト光等）に起因する混色現象のメカニズムを説明する断面図であり、G画素、B画素及びG画素の隣接配置例を示す。

[図5]図5は、混色判定補正部の機能ブロック図である。

[図6]図6は、図2のカラーフィルタ配列におけるG画素の種類を示す図である。

[図7]図7は、混色判定補正部による混色補正のフローを示すフローチャートである。

[図8]図8は、第2実施形態に係るカラー撮像素子のカラーフィルタ配列（画素配列）を示す図である。

[図9]図9は、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図10]図10は、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図11]図11は、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図12]図12は、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図13A]図13Aは、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図13B]図13Bは、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。

[図14]図14は、カラーフィルタの分光感度を示す図である。

[図15]図15は、 2×2 の4画素が1つのアンプを共有している撮像素子の一例を示す図である。

[図16]図16は、混色率を示す補正テーブルの一例を示す図表である。

[図17]図17は、モザイク画像の 8×8 の分割領域を示す図である。

[図18]図18は、第1の混色補正部の内部構成の一例を示すブロック図である。

[図19]図19は、混色補正Aの一例の流れを示すフローチャートである。

[図20]図20は、撮像素子に設けられているカラーフィルタ配列を示す図である。

[図21A]図2 1 Aは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図21B]図2 1 Bは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図21C]図2 1 Cは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図21D]図2 1 Dは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図21E]図2 1 Eは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図22A]図2 2 Aは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図22B]図2 2 Bは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図22C]図2 2 Cは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図22D]図2 2 Dは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図22E]図2 2 Eは、異常斜め入射光の入射方向を混色補正に活かすことを説明した図である。

[図23]図2 3は、他のカラーフィルタ配列を示す図である。

[図24]図2 4は、図2 3に示されたカラーフィルタ配列の基本配列画素群を第1サブ配列及び第2サブ配列に分割した様子を示す図である。

[図25]図2 5は、他のカラーフィルタ配列を示す図である。

[図26]図2 6は、図2 5に示されたカラーフィルタ配列の基本配列画素群を第1サブ配列及び第2サブ配列に分割した様子を示す図である。

[図27]図2 7は、図2 5に示されたカラーフィルタ配列において、異常斜め入射光の入射方向を判別することを説明した図である。

[図28]図28は、図25に示されたカラーフィルタ配列において、異常斜め入射光の入射方向を判別することを説明した図である。

[図29]図29は、他のカラーフィルタ配列を示す図である。

[図30]図30は、図29に示されたカラーフィルタ配列の基本配列画素群を第1サブ配列及び第2サブ配列に分割した様子を示す図である。

[図31]図31は、図29に示されたカラーフィルタ配列において、異常斜め入射光の入射方向を判別することを説明した図である。

[図32]図32は、図29に示されたカラーフィルタ配列において、異常斜め入射光の入射方向を判別することを説明した図である。

[図33]図33は、カラー撮像素子の画素配列の一変形例を示す図である。

[図34]図34は、スマートフォンの外観図である。

[図35]図35は、スマートフォンの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0053] 図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。まず、本発明の一適用例であるデジタルカメラ（撮像装置）の基本構成について説明し、その後、混色補正の手法について説明する。

[0054] 図1は、デジタルカメラ10の一構成例を示すブロック図である。なお本例では、図1に示される構成のうち、レンズユニット14以外の各部がカメラ本体12に設けられる例について説明するが、必要に応じて各部をレンズユニット14に設けることも可能である。

[0055] デジタルカメラ（撮像装置）10は、カメラ本体12と、カメラ本体12の前面に交換可能に取り付けられたレンズユニット14とを備える。

[0056] レンズユニット14は、ズームレンズ21及びフォーカスレンズ22を含む撮影光学系20、メカシャッタ23などを備える。ズームレンズ21及びフォーカスレンズ22は、それぞれズーム機構24及びフォーカス機構25によって駆動され、撮影光学系20の光軸O1に沿って前後移動される。ズーム機構24及びフォーカス機構25は、ギアやモータなどで構成される。

[0057] メカシャッタ23は、カラー撮像素子27への被写体光の入射を阻止する

閉鎖位置と、被写体光の入射を許容する開放位置との間で移動する可動部（図示省略）を有する。可動部を開放位置／閉鎖位置に移動させることによって、撮影光学系20からカラー撮像素子27へと至る光路が開放／遮断される。また、メカシャッタ23には、カラー撮像素子27に入射する被写体光の光量をコントロールする絞りが含まれる。メカシャッタ23、ズーム機構24及びフォーカス機構25は、レンズドライバ26を介してCPU30により駆動制御される。

[0058] カメラ本体12に設けられるCPU30は、操作部36からの制御信号に基づき、メモリ37から読み出した各種プログラムやデータを逐次実行し、デジタルカメラ10の各部を統括的に制御する。メモリ37のRAM領域は、CPU30が処理を実行するためのワークメモリや、各種データの一時保管先として機能する。

[0059] 操作部36は、ユーザによって操作されるボタン、キー、タッチパネル及びこれらに類するものを含む。例えば、カメラ本体12に設けられユーザによって操作される電源スイッチ、シャッタボタン、フォーカスモード切替レバー、フォーカスリング、モード切替ボタン、十字選択キー、実行キー、バックボタン等が、操作部36に含まれる。

[0060] カラー撮像素子27は、撮影光学系20及びメカシャッタ23を通過した被写体光を、電氣的な出力信号に変換して出力する。このカラー撮像素子27は、多数の画素が水平方向（第1の方向）及びこの水平方向に垂直な垂直方向（第2の方向）に並置された単板方式の画素配列を有し、CCD（Charge Coupled Device）、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の任意の方式を採用可能である。以下では、カラー撮像素子27を構成する複数の画素がCMOSによって構成される例について説明する。

[0061] カラー撮像素子27を構成する各画素は、詳細については後述するが、集光率を向上させるマイクロレンズと、RGB等のカラーフィルタと、マイクロレンズ及びカラーフィルタを透過した光を受光して画素データを出力する

フォトダイオード（光電変換素子）とを有する。

[0062] 撮像素子ドライバ31は、CPU30の制御下でカラー撮像素子27を駆動制御し、カラー撮像素子27の画素から画像処理回路32に撮像信号（画像データ）を出力させる。

[0063] 画像処理回路32（画像処理装置）は、カラー撮像素子27から出力される撮像信号（画像データ）に対して階調変換、ホワイトバランス補正、 γ 補正処理などの各種画像処理を施して撮影画像データを生成する。特に本例の画像処理回路32は、詳細については後述するが、隣接画素間で生じる混色を補正する混色判定補正部を有する。

[0064] 圧縮伸長処理回路34は、シャッターボタンがユーザによって押し下げ操作されたときに、メモリ37のVRAM領域に格納された撮影画像データに対し、圧縮処理を施す。なお、RAWデータ取得モードでは、圧縮伸長処理回路34による圧縮処理が行われないようにすることも可能である。また圧縮伸長処理回路34は、メディアインターフェース33を介してメモリカード38から得られる圧縮画像データに対し、圧縮伸長処理を施す。メディアインターフェース33は、メモリカード38に対する撮影画像データの記録及び読み出しなどを行う。

[0065] 表示制御部35は、撮影モード時には、EVF（エレクトリックビューファインダ）39及び背面LCD（背面液晶）40のうち少なくとも一方に対し、画像処理回路32により生成されたスルー画像（ライブビュー画像）を表示させる制御を行う。また表示制御部35は、画像再生モード時には、圧縮伸長処理回路34で伸長された撮影画像データを背面LCD40（及び／又はEVF39）へ出力する。

[0066] デジタルカメラ10（カメラ本体12）には、上記以外の他の処理回路等が設けられていてもよく、例えばオートフォーカス用のAF検出回路や自動露光調節用のAE検出回路が設けられる。CPU30は、AF検出回路の検出結果に基づきレンズドライバ26及びフォーカス機構25を介してフォーカスレンズ22を駆動することでAF処理を実行し、またAE検出回路の検

出結果に基づきレンズドライバ26を介してメカシャッタ23を駆動することでAE処理を実行する。

[0067] <カラーフィルタ配列>

図2A、2Bは、カラー撮像素子27のカラーフィルタ（画素）の基本配列パターン例を示す平面図であり、図2Aは水平方向及び垂直方向に基本配列パターンPを計4つ並べた状態を示し、図2Bは1つの基本配列パターンPの拡大図である。なお図2A、2Bにおいて、「R」はレッド（赤）のフィルタ（R画素）を示し、「G」はグリーン（緑）のフィルタ（G画素）を示し、「B」はブルー（青）のフィルタ（B画素）を示す。

[0068] 本例のカラー撮像素子27のカラーフィルタは、 $M \times N$ （ 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を有し、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複数並べられてカラー撮像素子27の複数画素が構成される。したがって、カラー撮像素子27から読み出されるRGBのRAWデータ（モザイク画像）の画像処理等を行う際には、基本配列パターンPを基準とした繰り返しパターンに従って処理を行うことができる。

[0069] 各基本配列パターンPは、図2Bに示す3画素（水平方向） $\times$ 3画素（垂直方向）の第1のサブ配列と、3画素（水平方向） $\times$ 3画素（垂直方向）の第2のサブ配列とが、水平方向及び垂直方向に交互に並べられて、構成されている。

[0070] 第1のサブ配列及び第2のサブ配列では、それぞれGフィルタが四隅と中央に配置されており、両対角線上にGフィルタが配置されている。第1のサブ配列では、Rフィルタが中央のGフィルタを挟んで水平方向に設けられ、Bフィルタが中央のGフィルタを挟んで垂直方向に設けられている。一方、第2のサブ配列では、Bフィルタが中央のGフィルタを挟んで水平方向に設けられ、Rフィルタが中央のGフィルタを挟んで垂直方向に設けられている。したがって、第1のサブ配列と第2のサブ配列との間で、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、Gフィルタの配置は同様になって

いる。

[0071] また、第1のサブ配列と第2のサブ配列の四隅のGフィルタは、第1のサブ配列と第2のサブ配列とが水平方向及び垂直方向に交互に配置されることにより、2画素（水平方向）×2画素（垂直方向）に対応する正方配列のGフィルタ群を構成する。

[0072] このカラーフィルタ配列では、図2Aからも明らかなように、一般に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フィルタが、カラーフィルタ配列の水平、垂直、斜め右上、及び斜め左上方向の各ライン内に1以上配置される。このカラーフィルタ配列によれば、輝度系画素に対応するGフィルタが、カラーフィルタ配列の水平、垂直、及び斜め（NE、NW）方向の各ライン内に配置されるため、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（同時化処理）の再現精度を向上させることができる。なおデモザイク処理またはデモザイキング処理とは、単板式のカラー撮像素子のカラーフィルタ配列に対応したモザイク画像から画素毎に全ての色情報を算出する処理であり、同時化処理ともいう（以下、本明細書で同じ）。例えば、RGB3色のカラーフィルタからなる撮像素子の場合、RGBからなるモザイク画像から画素毎にRGB全ての色情報を算出する処理である。

[0073] なお、例えば単位カラーフィルタ（単位画素）が正方形を有する場合、斜め右上及び斜め右下方向は水平方向及び垂直方向に対して45°を成す方向となる。また、単位カラーフィルタが長方形を有する場合、斜め右上及び斜め右下方向はこの長方形の対角線方向となり、長方形の長辺及び短辺の長さに応じて、水平方向及び垂直方向に対する斜め右上及び斜め右下方向の角度は変わりうる。

[0074] 図2A、2Bに示すカラーフィルタ配列は、上記Gの色以外の2色以上の他の色（本例では、赤（R）及び青（B））に対応するRフィルタ及びBフィルタが、それぞれ基本配列パターンPの水平方向及び垂直方向の各ライン内に1つ以上配置される。このように、Rフィルタ及び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配置されることで、偽色（色モワレ）の発生を低減することができ、偽色の発生を抑制するための光学ローパスフィルタを省略することができる。なお、光学ローパスフィルタを配置する場合でも、本例のカラーフィルタ配列を採用する場合には、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の弱いものを用いて、解像度を損なわないようにすることができる。

[0075] また、この基本配列パターンPでは、Rフィルタ、Gフィルタ及びBフィルタに対応するR画素、G画素及びB画素の画素数が、それぞれ8画素、20画素及び8画素になっている。すなわち、R画素、G画素及びB画素の画素数の比率は2：5：2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がR画素及びB画素の画素数の比率よりも高い。このように、G画素の画素数とR画素及び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画素及びB画素の画素数の比率よりも大きくすることで、デモザイク処理（同時化処理）におけるエリアシングを抑制することができ、高周波再現性も改善することができる。

[0076] 以下、図2A、2Bに示すカラーフィルタ配列（画素配列）を「X-T r a n s（登録商標）」とも呼ぶ。

[0077] <画像処理>

図3は、画像処理回路32（画像処理装置；図1参照）の機能ブロック図である。

[0078] 画像処理回路32は、主として混色判定補正部41、ホワイトバランス補正部（WB補正部）42、ガンマ補正、デモザイク処理、RGB／YC変換等の信号処理を行う信号処理部43、RGB積算部44、及びホワイトバランスゲイン算出部（WBゲイン算出部）45から構成されている。

[0079] 画像処理回路32には、RAWデータ（モザイク画像：RGBの色信号）が入力される。このとき、カラー撮像素子27から出力されたRAWデータが直接的に画像処理回路32に入力されてもよいし、カラー撮像素子27か

ら出力されたRAWデータをメモリ（図1のメモリ37等）に一旦格納し、このメモリから画像処理回路32にRAWデータが入力されてもよい。

[0080] RAWデータのRGBの色信号は、点順次で混色判定補正部41に入力される。混色判定補正部41は、点順次で入力される混色補正の対象画素の色信号に含まれる隣接画素からの混色成分を除去する。なお、混色判定補正部41における混色補正処理の詳細については後述する。

[0081] 混色判定補正部41により混色成分が除去されたモザイク画像の各画素の色信号は、WB補正部42及びRGB積算部44に入力される。

[0082] RGB積算部44は、1画面を 8×8 や 16×16 等に分割した分割領域毎に、RGBの色信号毎の積算平均値を算出し、RGB毎の積算平均値の比（ R/G 、 B/G ）からなる色情報を算出する。例えば、1画面を 8×8 の64の分割領域に分割する場合、RGB積算部44は64個の色情報（ R/G 、 B/G ）を算出する。

[0083] WBゲイン算出部45は、RGB積算部44から入力される分割領域毎の色情報（ R/G 、 B/G ）に基づいてWBゲインを算出する。具体的には、64個の分割領域の各々に関する色情報の、 R/G 、 B/G 軸座標の色空間上の分布の重心位置を算出し、その重心位置が示す色情報から環境光の色温度を推定する。なお、色温度の代わりに、その重心位置が示す色情報を有する光源種、例えば、青空、日陰、晴れ、蛍光灯（昼光色、昼白色、白色、温白色）、タングステン、低タングステン等を求めることで撮影時の光源種を推定してもよい（特開2007-53499参照）、また、推定した光源種から色温度を推定してもよい。

[0084] WBゲイン算出部45には、予め環境光の色温度又は光源種に対応して、適正なホワイトバランス補正を行うためのRGB毎又はRB毎のWBゲインが用意（記憶保持）されており、WBゲイン算出部45は、推定した環境光の色温度又は光源種に基づいて対応するRGB毎又はRB毎のWBゲインを読み出し、この読み出したWBゲインをWB補正部42に出力する。

[0085] WB補正部42は、混色判定補正部41から入力されるR、G、Bの色信

号の各々に対して、WBゲイン算出部45から入力される色毎のWBゲインを掛け合わせるにより、ホワイトバランス補正を行う。

[0086] WB補正部42から出力されたR、G、Bの色信号は、信号処理部43に入力される。信号処理部43は、ガンマ補正、カラー撮像素子27のカラーフィルタ配列に伴うR、G、Bの色信号の空間的なズレを補間してR、G、Bの色信号を同時式に変換するデモザイク処理（同時化処理）、同時化されたR、G、Bの色信号を輝度信号Y及び色差信号C_r、C_bに変換するRGB／YC変換等の信号処理を行い、信号処理された輝度信号Y及び色差信号C_r、C_bを出力する。

[0087] 画像処理回路32から出力された輝度データY及び色差データC_r、C_bは、圧縮処理された後、内部メモリ（メモリ37）や外部メモリ（メモリカード38）に記録される。

[0088] <混色現象>

図4A、4Bは、異常斜め入射光（ゴースト光等）に起因する混色現象のメカニズムを説明する断面図であり、図4AはG画素、R画素及びG画素の隣接配置例を示し、図4BはG画素、B画素及びG画素の隣接配置例を示す。

[0089] 本例のカラー撮像素子27を構成する複数の画素50は、緑色（第1色）のカラーフィルタによって構成されるG（緑）画素（第1色の画素）50Gと、赤のカラーフィルタによって構成されるR（赤）画素50R及び青のカラーフィルタによって構成されるB（青）画素（第2色の画素）50Bとを含む。G画素50Gは、輝度信号を得るための寄与率がR画素50R及びB画素50Bよりも高く、例えば $Y（輝度） = （0.3 \times R \text{画素データ} + 0.6 \times G \text{画素データ} + 0.1 \times B \text{画素データ}）$ によって輝度データ（輝度信号）を得ることが可能である。

[0090] G画素50G、R画素50R及びB画素50Bの各々は、被写体光の進行方向に関して順次設けられたマイクロレンズ51、カラーフィルタ52及びフォトダイオード53を含み、フォトダイオード53の受光量に応じた画素

データを出力する。被写体光を構成する通常光 5 6 は、マイクロレンズ 5 1 によって集光され、カラーフィルタ 5 2 を通過してフォトダイオード 5 3 に入射し、通常は、通常光 5 6 が通過するカラーフィルタ 5 2 と受光されるフォトダイオード 5 3 とは対応する。

[0091] 一方、異常斜め入射光 5 7 は通常光 5 6 とは異なる角度で各画素に進入し、ある画素のカラーフィルタ 5 2 を通過した異常斜め入射光 5 7 は、隣接画素のフォトダイオード 5 3 によって受光される。このように、異常斜め入射光 5 7 が通過するカラーフィルタ 5 2 と受光されるフォトダイオード 5 3 とは対応せず、異常斜め入射光 5 7 を受光するフォトダイオード 5 3 は、通常光 5 6 だけではなく異常斜め入射光 5 7 の受光量に応じた画素データを出力する。したがって、異常斜め入射光 5 7 を受光したフォトダイオード 5 3 からの出力画素データは、異常斜め入射光 5 7 を受光しないフォトダイオード 5 3 からの出力画素データよりも増大するため、同色画素間の画素データに段差が生じる。

[0092] また、カラー撮像素子 2 7 に異常斜め入射光 5 7 が入射せずに通常光 5 6 のみが入射する場合であっても、画素特性（マイクロレンズ、カラーフィルタ、フォトダイオード、配線等の配置、サイズ、物性値等に基づく特性）に応じて、通常光 5 6 の一部が隣接画素に漏れ込んで混色現象を引き起こす。

[0093] 以下では、異常斜め入射光 5 7 が入射する画素から出力される画素データに対しては、同色画素間の画素データに段差が生じないようにする混色補正が行われ、異常斜め入射光 5 7 が入射しない画素から出力される画素データに対しては、画素特性に応じた混色を低減する混色補正が行われる例について説明する。

[0094] なお、以下の例では、カラー撮像素子 2 7 を構成する R 画素 5 0 R、G 画素 5 0 G 及び B 画素 5 0 B のうち、輝度信号を得るための寄与率が最も高い G 画素（第 1 色の画素）5 0 G を、混色補正の補正対象画素とする。

[0095] <第 1 実施形態>

図 5 は、混色判定補正部 4 1（図 3 参照）の機能ブロック図である。

- [0096] 混色判定補正部41は、混色補正判定部61と、混色補正判定部61に接続される第1の混色補正部（第1の混色補正手段）62及び第2の混色補正部（第2の混色補正手段）63とを含む。
- [0097] 混色補正判定部61は、異常斜め入射光検出部（異常斜め入射光検出手段）として働き、カラー撮像素子27より出力される画像データから、異常斜め入射光（ゴースト光等）の入射の有無を検出する。なお、混色補正判定部61による異常斜め入射光の入射の有無の具体的な検出手法は特に限定されず、その一例については後述する。
- [0098] また、混色補正判定部61は、混色補正判定部（混色補正判定手段）として働き、異常斜め入射光の有無の検出結果に応じて、第1の混色補正手段及び第2の混色補正手段のうちいずれによって画像データ（画素データ）の混色補正を行うかを判定する。具体的には、混色補正判定部61は、異常斜め入射光の入射が検出されない画素の画素データに対し、第1の混色補正部62によって補正対象画素の画素データの混色補正を行う判定をして、画像データ（画素データ）を第1の混色補正部62に送る。一方、混色補正判定部61は、異常斜め入射光の入射が検出される画素（G画素）の画素データに対し、第2の混色補正部63によって補正対象画素の画素データの補正を行う判定をして、画像データ（画素データ）を第2の混色補正部63に送る。
- [0099] なお、図5の例では、異常斜め入射光検出部及び混色補正判定部の機能を混色補正判定部61が担っているが、別個に設けられる回路等によって異常斜め入射光検出部及び混色補正判定部を実現することも可能である。
- [0100] 第1の混色補正部62は、補正対象画素の隣接画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの混色補正A（第1の混色補正）を行う。
- [0101] 第1の混色補正部62における混色補正アルゴリズムとしては、任意のアルゴリズムを採用することができる。例えば、第1の混色補正部62は、補正対象画素に対する上下左右（水平方向及び垂直方向）の隣接画素からの混色量を算出し、この算出した隣接画素からの混色量を補正対象画素の画素データ（元データ）から減算することで、混色補正Aを行うことも可能である。

。混色量の算出は、任意の算出手法を採用可能であり、例えば、隣接画素の画素データと混色率との積算（隣接画素データ値×混色率）によって混色量の算出が行われる。混色率は、種々の混色要因に基づいて適宜決定することができ、例えば（１）自画素（補正対象画素）の画素共有上の位置、（２）上下左右の混色補正方向、及び（３）混色補正に使用する画素の色、の各々に関して補正パターンを持つことができる。この補正パターン（方法）を補正対象画素の位置毎に個別に設定することで、混色補正 A の精度を向上させることができる。

[0102] このように、第 1 の混色補正部 6 2 による混色補正 A の具体的な手法は特に限定されず、その一例については後述する。

[0103] 第 2 の混色補正部 6 3 は、補正対象画素の周辺画素の画素データに基づいて、補正対象画素の画素データの混色補正 B（第 2 の混色補正）を行う。

[0104] 第 2 の混色補正部 6 3 は、補正対象画素（G 画素）と同色のカラーフィルタを有する 4 以上の画素（G 画素）を周辺画素として、補正対象画素の画素データの混色補正 B を行う。具体的には、第 2 の混色補正部 6 3 は、補正対象画素及び周辺画素の画素データから導出される代表値に基づいて、補正対象画素の画素データの混色補正 B を行う。

[0105] 代表値は、補正対象画素及び周辺画素の画素データの平均値又は加重平均値であってもよいし、補正対象画素及び周辺画素の画素データの中央値又は最頻値であってもよい。以下では、補正対象画素及び周辺画素の画素データの平均値に基づいて、補正対象画素の画素データの混色補正 B を行う例について説明する。

[0106] 本例の混色補正 B において、補正対象画素（G 画素）の周辺画素は、補正対象画素を中心（中央部）に含む 6 画素（水平方向）× 6 画素（垂直方向）の範囲に含まれる画素であって、補正対象画素と同色（緑）のカラーフィルタを有する画素（G 画素）である。

[0107] 例えば本例のカラー撮像素子 2 7 のカラーフィルタ配列では、図 6 に示すように、6 画素（水平方向）× 6 画素（垂直方向）の基本配列パターン P に

において、G画素は隣接画素配置タイプによって10種類に分類される（G1～G10）。

[0108] 第2の混色補正部63は、これらのG画素（G1～G10）の画素データの積算値（総和）から求められる平均値に基づいて混色補正Bを行うため、補正対象画素を中心とした混色補正BのカーネルサイズK（基本配列パターンサイズ）内のG画素値の積算値を求める。本例の混色補正BのカーネルサイズKは、基本配列パターンPのサイズと同じ6画素（水平方向）×6画素（垂直方向）である。したがって、第2の混色補正部63は、このカーネルサイズKの領域内に含まれる10種類のG画素G1～G10の積算値を算出し、その積算値から代表値（本例では平均値）を算出し、算出した代表値によってカーネルサイズK内の補正対象画素（G画素）の画素データを置換することで、混色補正Bを行う。これにより、G画素間の画素データの段差が解消される。

[0109] なお、第2の混色補正部63による混色補正Bの具体的な手法は特に限定されず、その一例については後述する。

[0110] 上述の混色補正A及び混色補正Bが行われた混色補正後の画像データ（モザイク状の画像データ）は、後段のWB補正部42及びRGB積算部44に送られる（図3参照）。一面の画像を構成する画像データ中の一部の画素データが異常斜め入射光の影響を受けている場合には、第1の混色補正部62による混色補正Aが施された画素データと第2の混色補正部63による混色補正Bが施された画素データとが混色判定補正部41において合成され、合成後の画像データが混色補正後の画像データ（モザイク状の画像データ）として後段の各処理部に送られる。なお、混色補正B後の画素データに対して混色補正Aが行われてもよく、第2の混色補正部63から第1の混色補正部62に混色補正B後の画像データ（画素データ）が送られるようにしてもよい。

[0111] 図7は、混色判定補正部41による混色補正のフローを示すフローチャートである。

- [0112] モザイク状の画像データ（RGB画像）が混色判定補正部41に入力されると、混色補正判定部61によって画像データ（画素データ）が取得され（図7のS2）、画像データにおけるゴースト光等の異常斜め入射光の有無が混色補正判定部61によって判定される（S4）。
- [0113] 画像データに異常斜め入射光の入射があると判定された場合（S4のYes）、第2の混色補正部63において混色補正Bが行われ（S6）、G画素間の画素データの段差が解消される。一方、画像データに異常斜め入射光の入射がないと判定された場合（S4のNo）、第1の混色補正部62において混色補正Aが行われ（S8）、撮像素子固有の画素特性に応じた混色が補正される。
- [0114] したがって、上述の異常斜め入射光がゴースト光の場合、ゴースト発生の有無が検出され、ゴーストが発生していないときは通常の隣接画素を使用した混色補正（混色補正A）が選択され、ゴーストが発生しているときは補正対象画素及びその周辺画素（G画素）の画素データの積算値を使用した混色補正（混色補正B）が選択されるように、混色判定補正部41が第1の混色補正部62及び第2の混色補正部63の画像処理制御（混色補正処理制御）を行う。
- [0115] 以上説明したように、本実施形態によれば、図2A、2B及び図6に示すX-Transカラーフィルタ配列のように、基本配列パターンPの配列マトリクスサイズが大きく、隣接するカラーフィルタの種類が多いカラー撮像素子27から得られる画像（画像データ）のゴーストによる画質劣化を効果的に低減することができる。
- [0116] 特に、第2の混色補正部63による混色補正Bにおける混色量の算出を、補正対象画素の隣接画素の画素データの代わりにカーネルサイズK内の同色画素（G画素）の画素データに基づいて行うことで、入射光（撮影画像光）に近い情報に基づいて、異常斜め入射光によってもたらされる混色・同色段差を補正し、ゴーストの影響を排除することができる。
- [0117] <第2実施形態>

図8は、第2実施形態に係るカラー撮像素子27のカラーフィルタ配列（画素配列）を示す図である。

[0118] 上述の第1実施形態と同一又は類似の要素には、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0119] 本実施形態のカラー撮像素子27を構成する複数の画素は、3画素（水平方向）×3画素（垂直方向）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複数並べられている。

[0120] 基本配列パターンPは、十字状に配置された5つのG画素と、四隅のうちの一方の対角位置に配置される2つのR画素と、四隅のうちの他方の対角位置に配置される2つのB画素とによって構成される。したがって、図8に示すように、カラー撮像素子27を構成するG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプに応じて5種類（G1～G5）に分類される。

[0121] 本実施形態の第2の混色補正部63（図5参照）は、補正対象画素を含む3画素（水平方向）×3画素（垂直方向）の範囲よりも大きな範囲に含まれる画素であって、補正対象画素（G画素）と同色のカラーフィルタを有する画素を、混色補正Bに使用する周辺画素に設定する。図8に示す例では、基本配列パターンPの画素サイズ（3画素（水平方向）×3画素（垂直方向））よりも大きな6画素（水平方向）×6画素（垂直方向）が混色補正BのカーネルサイズKとされ、混色補正対象画素50AをカーネルサイズKの中央部（中心）に配置した場合のカーネルサイズKに含まれるG画素が混色補正Bに使用される周辺画素として設定される。

[0122] 第2の混色補正部63は、このカーネルサイズKに含まれるG画素の画素データの代表値に基づいて、第1実施形態と同様にして、補正対象画素の画素データの混色補正Bを行う。

[0123] なお、混色補正BのカーネルサイズKは、基本配列パターンPのサイズよりも大きければよく、本例のように水平方向及び垂直方向の各々に関して基本配列パターンPの2倍程度の画素数（総画素数に関して4倍程度の画素数）を持つ範囲を、混色補正BのカーネルサイズKに設定することができる。

[0124] 基本配列パターンPの繰り返しによってカラー撮像素子27の複数画素が構成される場合、カラー撮像素子27の全体に関する「隣接画素のカラーフィルタのタイプに応じて決められる同色画素の種類」は、基本配列パターンPに含まれる画素に関して定められる「隣接画素のカラーフィルタのタイプに応じて決められる同色画素の種類」と基本的には同じになる。したがって、複雑なカラーフィルタ配列を有することで混色現象が複雑になる場合であっても、混色補正Bのカーネルサイズを水平方向及び垂直方向の各々に関して基本配列パターンPの2倍程度の画素数（総画素数に関して4倍程度の画素数）とすることで、混色補正Bのカーネルサイズには同種の同色画素が4つ以上含まれることとなる。したがって、そのような多くの画素データを用いることで、同色画素間の画素データの段差を解消するための混色補正Bを精度良く行うことが可能である。

[0125] 以上説明したように、本実施形態によれば、補正対象画素の周辺に配置された多くの同色画素（G画素）の画素データに基づいて混色補正Bが行われるため、より高精度な混色補正Bによって、同色画素間における画素データの段差の発生を抑制することができる。

[0126] <他のカラーフィルタ配列>

上述の混色判定補正部41による混色補正フロー（異常斜め入射光の検出、混色補正A及び混色補正B）の適用は、図2及び図6に示すカラーフィルタ配列（X-Trans）や図8に示すカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27から出力される画像データ（RAWデータ等）に限定されず、他のカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27から出力される画像データに対しても上述の混色補正フローを適用することが可能である。

[0127] この場合、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる同色画素（G画素：第1色の画素）を少なくとも5つ含む基本配列パターンPによって構成されるカラーフィルタ配列（画素配列）に対して上述の混色補正を適用することで、「異常斜め入射光に起因する同色画素間の画素データの段差」及び「画素特性に起因する混色」を効果的に低減することができる。

[0128] 図9は、カラーフィルタ配列の基本配列パターンの他の例を示す図である。本例の基本配列パターンPは6画素（水平方向）×6画素（垂直方向）の画素構成を有し、一方の対角線上に配置された2つの第1のサブ配列及び他方の対角線上に配置された2つの第2のサブ配列によって各基本配列パターンPは構成されている。第1のサブ配列は、四隅に配置された4つのR画素と、中央に配置された1つのB画素と、R画素間に配置された4つのG画素とによって構成されている。第2のサブ配列は、四隅に配置された4つのB画素と、中央に配置された1つのR画素と、B画素間に配置された4つのG画素とによって構成されている。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって8種類に分類される（G1～G8）。

[0129] また、図10に示されるカラーフィルタ配列の基本配列パターンPは5画素（水平方向）×5画素（垂直方向）の画素構成を有し、「G画素、B画素、R画素、B画素、G画素」が隣接配置される行と、「R画素、G画素、B画素、G画素、R画素」が隣接配置される行と、「B画素、R画素、G画素、R画素、B画素」が隣接配置される行と、「R画素、G画素、B画素、G画素、R画素」が隣接配置される行とが垂直方向に隣接配置される。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって9種類に分類される（G1～G9）。

[0130] また、図11に示されるカラーフィルタ配列の基本配列パターンPは3画素（水平方向）×3画素（垂直方向）の画素構成を有し、「R画素、B画素、G画素」が隣接配置される行と、「B画素、R画素、G画素」が隣接配置される行と、「G画素、G画素、G画素」が隣接配置される行とが、垂直方向に隣接配置される。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって5種類に分類される（G1～G5）。

[0131] また、図12に示されるカラーフィルタ配列の基本配列パターンPは3画素（水平方向）×3画素（垂直方向）の画素構成を有し、対角線上にX字状

に配置される5つのG画素と、中央のG画素の上下（垂直方向）に隣接配置される2つのB画素と、中央のG画素の左右（水平方向）に隣接配置される2つのR画素とによって構成される。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって5種類に分類される（G1～G5）。

[0132] また、図13Aに示されるカラーフィルタ配列はベイア配列であり、基本配列パターンPは2画素（水平方向）×2画素（垂直方向）の画素構成を有し、「G画素、B画素」が隣接配置される行と、「R画素、G画素」が隣接配置される行とが、垂直方向に隣接配置される。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって2種類に分類される（G1～G2）。

[0133] また、図13Bに示されるカラーフィルタ配列の基本配列パターンPは4画素（水平方向）×4画素（垂直方向）の画素構成を有し、一方の対角線上に配置された2つの第1のサブ配列及び他方の対角線上に配置された2つの第2のサブ配列によって各基本配列パターンPは構成されている。第1のサブ配列は、一方の対角線上に配置された2つのR画素と、他方の対角線上に配置された2つのG画素とによって構成されている。第2のサブ配列は、一方の対角線上に配置された2つのB画素と、他方の対角線上に配置された2つのG画素とによって構成されている。本例のカラーフィルタ配列のG画素は、隣接画素のカラーフィルタのタイプによって2種類に分類される（G1～G2）。

[0134] 上述の図9～図13に示される各カラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27から出力される画像データ（画素データ）に対しても、上述の混色判定補正部41による混色補正フロー（異常斜め入射光の検出、混色補正A及び混色補正B）を適用することで、「異常斜め入射光に起因する同色画素間の画素データの段差」及び「画素特性に起因する混色」を効果的に低減することができる。また特に、基本配列パターンPに含まれる同色画素（G画素）の全てが隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる画素によって

構成される場合（例えば図10～図13参照）、第2の混色補正部63による混色補正BのカーネルサイズKを基本配列パターンPの構成画素数と同じにすることで、混色補正Bで使用する周辺画素を、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる画素によって構成することが可能である。

[0135] <他の変形例>

その他にも、カラー撮像素子27のカラーフィルタ配列の基本配列パターンPの画素サイズは特に限定されず、任意のM画素（水平方向）×N画素（垂直方向）（ただし、Mは3以上の整数、Nは3以上の整数）の画素によって基本配列パターンPを構成することが可能である。

[0136] また、上述の実施形態ではRGBのカラーフィルタによってカラー撮像素子27の複数画素が構成される例について説明したが、RGBに加えて、又はRGBの一部又は全部に代えて、他の色のカラーフィルタが含まれていてもよい。例えば、カラー撮像素子27を構成する複数の画素が、RGB画素に加えてW画素（透明画素、白色画素）を含んでいてもよい。このW画素のカラーフィルタが、カラー撮像素子27に含まれる他のカラーフィルタよりも、輝度信号Yを得るための寄与率が高い場合（例えば、 $Y = 0.5W + 0.5(0.3R + 0.59G + 0.11B)$ ）には、このW画素を上述の混色補正の補正対象画素としてもよい。図14は、Rカラーフィルタ、Gカラーフィルタ、Bカラーフィルタ及びW（透明）カラーフィルタの分光感度の一例を示す図であり、横軸は光の波長を示し、縦軸は感度（光透過率）を示す。

[0137] なお、透明画素及び白色画素は、両者共に可視光波長域の全域において比較的高い光透過率を有するカラーフィルタを有するが、透明画素のカラーフィルタ（透明フィルタ）は白色画素のカラーフィルタ（白色フィルタ）よりも高い光透過率を有する。

[0138] <混色補正A>

次に、第1の混色補正部62による、「異常斜め入射光（ゴースト光等）が検出されない場合の混色補正A」の一例について説明する。本例では、カ

ラー撮像素子27が、X-T r a n s配列（図2A、2B及び図6参照）の基本配列パターンPによって構成されるカラーフィルタ配列を有する場合について説明する。

[0139] 図2A、2Bに示したカラーフィルタ配列内の2画素（水平方向）×2画素（垂直方向）の4つのGフィルタのうちの右上のGフィルタに対応するG画素（混色補正の対象画素）と、この対象画素（自画素）に隣接する上下左右の隣接画素（上画素（B画素）、下画素（G画素）、左画素（G画素）、右画素（R画素））に注目した場合、その対象画素を基準にした上下左右の各方位方向の隣接画素の色は、それぞれB、G、G、及びRとなっている。

[0140] 図2A、2Bに示す6画素×6画素の基本配列パターンPのうちの、3画素×3画素の第1のサブ配列の9画素及び第2のサブ配列の9画素は、いずれの画素を対象画素にした場合でも、その対象画素の上下左右に隣接する4つの画素の色の組合せは異なるものとなる。

[0141] 対象画素の4つの隣接画素の色は、RGBの3色のいずれの色も取り得るため、4つの隣接画素の色の組合せ（重複順列）は、 $3^4 = 81$ 通り存在する。なお、この実施形態のカラーフィルタ配列の場合、4つの隣接画素の組合せは、第1のサブ配列及び第2のサブ配列の18画素に対応する18通り存在する。

[0142] 基本配列パターンPの画素サイズが大きくなり、3色のRGBの画素の配列の自由度が上がると、隣接する隣接画素の色配置の組合せが増える。また、RGBの3色以外に、エメラルドやイエローの画素が存在する場合には、更に色配置の組合せが増えることになる。

[0143] 4つの隣接画素別の混色率を1セットにして、隣接画素の色の組合せ毎に混色率を記憶しても良い。しかし、上下左右の4方向の他に、斜め方向（左上、右上、左下、右下）の隣接画素の色も考慮すると、色配置の組合せの数は更に増え、混色率のデータ量が増大する。

[0144] また、この実施形態のカラー撮像素子27は、CMOS型の撮像素子であり、図15に示すようにCMOSの下地に画素共有アンプAが埋め込まれて

おり、 $K \times L$ (2×2) 画素が1つのアンプAを共有している。このカラー撮像素子27の素子構造により、アンプAに対する画素（自画素）の位置1～4（アンプAに対して左上、右上、左下、右下の位置）により出力レベルに差が生じる。

[0145] メモリ部（メモリ37）は、図16に示す補正テーブルを記憶している。この補正テーブルには、隣接画素の3つの色（RGB）を第1パラメータP1とし、アンプAを共有している 2×2 画素のうちの自画素の位置（図15上の位置1～4）を第2パラメータP2とし、これらのパラメータP1、P2の組合せに対応する混色率A1～A12の合計12個の混色率が、パラメータP1、P2に関連づけて記憶されている。メモリ部への補正テーブルの保存は、予め製品出荷前の検査時に上記パラメータの組合せに対応する混色率を求め、製品別に保存することが好ましい。

[0146] また、モザイク画像の中央部と周辺部とでは、カラー撮像素子27の各画素へ被写体光の入射角が異なるため混色率が異なる。そこで、図17に示すようにモザイク画像の全領域を、例えば、 8×8 の分割領域に分割し、分割領域[0][0]～[7][7]毎に、図16に示した補正テーブルをメモリ部に記憶させる。以下、64（ $= 8 \times 8$ ）の分割領域のうちのいずれかを特定するパラメータを第3パラメータP3という。

[0147] 図18は、第1の混色補正部62の内部構成の実施形態を示すブロック図である。

[0148] 第1の混色補正部62は、主として遅延処理部67と、減算器69と、乗算器70と、加算器71と、パラメータ取得部（パラメータ取得手段）72と、混色率設定部73とから構成されている。

[0149] 図18において、カラー撮像素子27を介して取得したモザイク画像（RGBの色信号）は、点順次で遅延処理部67に加えられる。遅延処理部67は、1H（水平ライン）のラインメモリ68a～68cを有し、点順次で入力するRGBの色信号は、1画素の処理を行うインターバルで順次ラインメモリ68a～68c内をシフトさせられる。ラインメモリ68bの斜線で示

した位置の色信号を、混色補正の対象画素の色信号とすると、ラインメモリ 68 a、68 c 上の同じ位置の色信号は、それぞれ上画素、下画素の色信号となり、ラインメモリ 68 b の斜線で示した位置の左右の位置の色信号は、それぞれ左画素、右画素の色信号となる。

[0150] このようにして遅延処理部 67 は、点順次で入力する RGB の色信号を適宜遅延させ、混色補正の対象画素と、その対象画素の上下左右の隣接画素（上画素、下画素、左画素、右画素）とを同時に出力する。遅延処理部 67 から出力される対象画素の色信号は、減算器 69 に加えられ、上画素、下画素、左画素、及び右画素の色信号は、それぞれ乗算器 70 に加えられる。

[0151] パラメータ取得部 72 には、遅延処理部 67 から出力される、モザイク画像内における対象画素の位置（x、y）を示す情報が加えられており、パラメータ取得部 72 は、対象画素の位置（x、y）を示す情報に基づいて第 1 ～第 3 パラメータ P1 ～P3 を取得する。なお、対象画素の位置（x、y）を示す情報は、モザイク画像の画素毎に信号処理を指示する CPU 30 又は画像処理回路 32（混色補正判定部 61 等）から取得することができる。

[0152] モザイク画像内における対象画素の位置（x、y）が特定されると、対象画素（自画素）の位置（図 15 上の位置 1 ～4）を示す第 2 パラメータ P2 と、自画素が属する分割領域（図 17 参照）を示す第 3 パラメータ P3 とを決定することができる。また、モザイク画像内における対象画素の位置（x、y）が特定されると、対象画素の隣接画素（上画素、下画素、左画素、及び右画素）の色を決定することができる。即ち、隣接画素の色を示す第 1 パラメータ P1 を決定することができる。パラメータ取得部 72 は、上記のようにしてモザイク画像内における対象画素の位置（x、y）の情報に基づいて第 1 ～第 3 パラメータ P1 ～P3 を決定し、混色率設定部 73 に出力する。

[0153] 混色率設定部 73 は、パラメータ取得部 72 から入力する第 1 ～第 3 パラメータ P1 ～P3 に基づいて、メモリ 37 から対応する 4 つの混色率 A ～D を読み出し、これらの混色率 A ～D をそれぞれ乗算器 70 の他の入力に加え

る。即ち、混色率設定部 7 3 は、第 3 パラメータ P 3 に基づいて対象画素が属する分割領域に対応する補正テーブルを選択し、選択した補正テーブルから第 1、第 2 パラメータ P 1、P 2 に基づいて、隣接画素の方位方向別の 4 つの混色率 A ~ D（図 1 6 の A 1 ~ A 1 2 参照）を読み出す。

[0154] 乗算器 7 0 は、それぞれ入力する上画素、下画素、左画素、及び右画素の色信号と混色率 A ~ D とを乗算し、乗算値を加算器 7 1 に出力する。加算器 7 1 は、入力する 4 つの乗算値を加算し、加算値を減算器 6 9 の他の入力に加える。この加算値は、混色補正の対象画素の色信号に含まれる混色成分に対応する。

[0155] 減算器 6 9 の一方の入力には、混色補正の対象画素の色信号が加えられており、減算器 6 9 は、対象画素の色信号から加算器 7 1 から入力する加算値（混色成分）を減算し、混色成分が除去（混色補正）された対象画素の色信号を出力する。

[0156] 上記減算器 6 9、乗算器 7 0、及び加算器 7 1 による計算を数式で示すと、次式で表すことができる。

[0157] [数式 1]

$$\text{補正後の色信号} = \text{補正前の色信号} - (\text{上画素} \times \text{混色率 A} + \text{下画素} \times \text{混色率 B} + \text{左画素} \times \text{混色率 C} + \text{右画素} \times \text{混色率 D})$$

上記のようにして第 1 の混色補正部 6 2 により混色補正された色信号は、後段の WB 補正部 4 2 及び RGB 積算部 4 4 に出力される（図 3 参照）。

[0158] 図 1 9 は、混色補正に係る画像処理の一例を示すフローチャートである。

[0159] 第 1 の混色補正部 6 2 は、まず、混色補正開始前に混色補正の対象画素の位置（x、y）を、初期値（0、0）に設定する（ステップ S 1 0）。

[0160] 続いて、対象画素（x、y）の色信号（画素値）と、対象画素（x、y）の上下左右の隣接画素の色信号（画素値）を取得する（ステップ S 1 2）。

[0161] パラメータ取得部 7 2 は、対象画素の位置（x、y）に基づいて、前述したように第 1 ~ 第 3 パラメータ P 1 ~ P 3 を取得する（ステップ S 1 4）。

[0162] 混色率設定部 7 3 は、パラメータ取得部 7 2 により取得された第 1 ~ 第 3

パラメータP 1～P 3に基づいてメモリ部から対応する混色率A～Dを読み出す（ステップS 1 6）。

[0163] 次に、ステップS 1 2で取得した対象画素の画素値及び隣接画素の画素値と、ステップS 1 6で読み出した混色率A～Dとに基づいて、[数式1]で示した演算処理を行い、対象画素の画素値から混色成分を除去する混色補正を行う（ステップS 1 8）。

[0164] 続いて、全ての対象画素の混色補正が終了したか否かを判別し（ステップS 2 0）、終了していない場合（S 2 0のNo）には、ステップS 2 2に遷移させる。

[0165] ステップS 2 2では、対象画素の位置（x、y）を1画素移動させ、また、対象画素の位置（x、y）が水平方向の左端に達した場合には、水平方向の右端に戻すとともに、垂直方向に1画素移動させてステップS 1 2に遷移させ、上記ステップS 1 2からステップS 2 0の処理を繰り返し実行させる。

[0166] 一方、ステップS 2 0において、全ての対象画素の混色補正が終了したと判別されると（S 2 0のYes）、本混色補正の処理を終了する。

[0167] 本発明は、図2 A、2 Bに示したカラーフィルタ配列のモザイク画像に限らず、種々のカラーフィルタ配列のモザイク画像に対して適用することができる。この場合、混色補正のハードウェアを変更することなく上述の混色補正を適用することができる。

[0168] また、画素共有アンプが埋め込まれていない撮像素子から取得されるモザイク画像に対しては、アンプに対する自画素の位置を示す第3パラメータP 3は不要になり、モザイク画像の中央部と周辺部とで混色率の変化が少ない場合には、分割領域毎に混色率の補正テーブルを持たなくてもよい。

[0169] 一方、補正対象画素に対する隣接画素の位置、すなわち、補正対象画素の上下左右方向及び斜め方向（左上、右上、左下、右下）の各々に関して補正のパラメータを設定するようにしても良い。このように補正対象画素に対する隣接画素の位置ごとに補正パラメータを設定することで、より高精度の混

色補正が可能となる。

[0170] <異常斜め入射光の検出及び混色補正 B>

次に、混色補正判定部 6 1 及び第 2 の混色補正部 6 3 による「異常斜め入射光（ゴースト光等）の検出及び異常斜め入射光が検出された場合の混色補正 B」の一例について説明する。

[0171] 画像処理回路 3 2 の混色判定補正部 4 1 は、異常斜め入射光を検出する異常斜め入射光検出部として働く混色補正判定部 6 1 を有する。混色補正判定部 6 1 は、第 1 の第 1 方向同色隣接画素、第 2 の第 1 方向同色隣接画素、第 1 の第 1 方向異色隣接画素及び第 2 の第 1 方向異色隣接画素の画素データに基づいて、カラー撮像素子 2 7 へ水平方向に入射する異常斜め入射光を検出することができる。

[0172] 図 20 において、混色補正判定部 6 1 による水平方向の紙面に向かって左側からの異常斜め入射光の検出を説明する。図 20 の符号 1-1 で示される G フィルタを有する画素（第 1 の第 1 方向同色隣接画素）は、紙面に向かって左側から水平方向に異常斜め入射光が入射された場合、紙面に向かって左側に隣接する G フィルタを有する画素（図 20 の符号 3-1）からの混色の影響を受ける。そして、図 20 の符号 1-1 で示される G フィルタを有する画素は、画素データ G_g を出力する。

[0173] 図 20 の符号 2-1 で示される G フィルタを有する画素（第 2 の第 1 方向同色隣接画素）は、紙面に向かって左側から水平方向に異常斜め入射光が入射された場合、紙面に向かって左側に隣接する G フィルタを有する画素（図 20 の符号 4-1）からの混色の影響を受ける。そして、図 20 の符号 2-1 で示される G フィルタを有する画素は、画素データ G_g を出力する。

[0174] 図 20 の符号 3-1 で示される G フィルタを有する画素（第 1 の第 1 方向異色隣接画素）は、紙面に向かって左側から水平方向に異常斜め入射光が入射された場合、紙面に向かって左側に隣接する B フィルタを有する画素からの混色の影響を受ける。そして、図 20 の符号 3-1 で示される G フィルタを有する画素は、画素データ G_b を出力する。

- [0175] 図20の符号4-1で示されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向異色隣接画素）は、紙面に向かって左側から水平方向に異常斜め入射光が入射された場合、紙面に向かって左側に隣接するRフィルタを有する画素からの混色の影響を受ける。そして、図20の符号4-1で示されるGフィルタを有する画素は、画素データ G_r を出力する。
- [0176] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第1方向同色隣接画素（図20の符号1-1、第2の第1方向同色隣接画素（図20の符号2-1）、第1の第1方向異色隣接画素（図20の符号3-1）、及び第2の第1方向異色隣接画素（図20の符号4-1）の画素データを比較する。
- [0177] 上記したように、第1の第1方向同色隣接画素（図20の符号1-1）と第2の第1方向同色隣接画素（図20の符号2-1）との画素データは G_g であり同じである。又、第1の第1方向異色隣接画素（図20の符号3-1）と第2の第1方向異色隣接画素（図20の符号4-1）との画素データは、 G_b と G_r で異なる。この結果より、混色補正判定部61は、紙面に向かって左側から水平方向に異常斜め入射光があると判断することができる。
- [0178] なお、画素データ G_g が同じであるとは、第1の第1方向同色隣接画素の画素データ（ G_g ）と第2の第1方向同色隣接画素の画素データ（ G_g ）との差分値が第1の第1方向同色隣接画素（又は第2の第1方向同色隣接画素）の画素データの2%以内であることをいい、撮像対象によっては1%以内であってもよい。
- [0179] また、画素データ G_b と G_r が異なるとは、その差分値の絶対値が第1の第1方向同色隣接画素（又は第2の第1方向同色隣接画素）の画素データの10%以上であることをいい、撮像対象によっては8%以上であってもよい。
- [0180] 次に、図20において、垂直方向の紙面に向かって上側からの混色補正判定部61が行う異常斜め入射光の検出を説明する。図20の符号1-3で示されるGフィルタを有する画素（第1の第2方向同色隣接画素）は、紙面に向かって上側から垂直方向に異常斜め入射光が入射された場合、隣接するG

フィルタを有する画素（図20の符号3-3）からの混色の影響を受ける。
そして、図20の符号1-3で示されるGフィルタを有する画素は、画素データG_gを出力する。

[0181] 図20の符号2-3で示されるGフィルタを有する画素（第2の第2方向同色隣接画素）は、紙面に向かって上側から垂直方向に異常斜め入射光が入射された場合、隣接するGフィルタを有する画素（図20の符号4-3）からの混色の影響を受ける。そして、図20の符号2-3で示されるGフィルタを有する画素は、画素データG_gを出力する。

[0182] 図20の符号3-3で示されるGフィルタを有する画素（第1の第2方向異色隣接画素）は、紙面に向かって上側から垂直方向に異常斜め入射光が入射された場合、上側のBフィルタを有する画素からの混色の影響を受ける。そして、図20の符号3-3で示されるGフィルタを有する画素は、画素データG_bを出力する。

[0183] 図20の符号4-3で示されるGフィルタを有する画素（第2の第2方向異色隣接画素）は、垂直方向の紙面に向かって上側から異常斜め入射光が入射された場合、上側のRフィルタを有する画素からの混色の影響を受ける。そして、図20の符号4-3で示されるGフィルタを有する画素は、画素データG_rを出力する。

[0184] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第2方向同色隣接画素（図20の符号1-3、第2の第2方向同色隣接画素（図20の符号2-3）、第1の第2方向異色隣接画素（図20の符号3-3）、及び第2の第2方向異色隣接画素（図20の符号4-3）の画素データを比較する。上記したように、第1の第2方向同色隣接画素（図20の符号1-3）と第2の第2方向同色隣接画素（図20の符号2-3）との画素データはG_gであり同じである。又、第1の第2方向異色隣接画素（図20の符号3-3）と第2の第2方向異色隣接画素（図20の符号4-3）との画素データは、G_bとG_rで異なる。この結果より、混色補正判定部61は、紙面に向かって上側から垂直方向に異常斜め入射光があると判断する。

- [0185] なお、画素データ G_g が同じであるとは、第1の第2方向同色隣接画素の画素データ (G_g) と第2の第2方向同色隣接画素の画素データ (G_g) との差分値が第1の第2方向同色隣接画素（又は第2の第2方向同色隣接画素）の画素データの2%以内であることをいい、撮像対象によっては1%以内であってもよい。
- [0186] また、画素データ G_b と G_r が異なるとは、その差分値の絶対値が第1の第2方向同色隣接画素（又は第2の第2方向同色隣接画素）の画素データの10%以上であることをいい、撮像対象によっては8%以上であってもよい。
- [0187] 尚、混色補正判定部61が行う「紙面に向かって右側から水平方向に入射する異常斜め入射光の検出」及び「紙面に向かって下側から垂直方向に入射する異常斜め入射光の検出」は、上記と同様に行われる。
- [0188] 以上説明したように、混色補正判定部61は、四方向からの異常斜め入射光（紙面に向かって左側から水平方向に入射する異常斜め入射光、紙面に向かって右側から水平方向に入射する異常斜め入射光、紙面に向かって上側から垂直方向に入射する異常斜め入射光、紙面に向かって下側から垂直方向に入射する異常斜め入射光）を検出することができる。言い換えると、混色補正判定部61は、異常斜め入射光の検出を行うと、異常斜め入射光の入射方向の判別も行っている。
- [0189] 尚、ここでは、紙面に向かって左側から右側に向かう水平方向を第1の方向の正方向とし、紙面に向かって右側から左側に向かう水平方向を第1の方向の負方向として説明している。また、紙面に向かって下側から上側に向かう垂直方向を第2の方向の正方向とし、紙面に向かって上側から下側に向かう垂直方向を第2の方向の負方向として説明している。
- [0190] なお、異常斜め入射光の検出は、上記のように、画素データのバラツキがある一定の範囲に発生する場合に検出する。ここでいう一定の範囲とは、一般的なゴースト（異常斜め入射光による本来存在しない像）を検出する範囲のことをいう。例えば、64画素×64画素の範囲において、上記異常斜

め入射光の検出を行ってもよいし、32画素×32画素で上記異常斜め入射光の検出を行ってもよい。

[0191] [混色補正]

第2の混色補正部63では、異常斜め入射光の入射による混色の補正を行うことができる。すなわち、第2の混色補正部63は、異常斜め入射光検出手段によりカラー撮像素子27へ水平方向に入射する異常斜め入射光が検出された場合、画素データG_gを使用して、画素データG_b及び画素データG_rを補正することができる。

[0192] 画素データG_gを使用して画素データG_b及び画素データG_rを補正することにより、混色の影響を最小限に抑えることができる。すなわち、画素データG_g、画素データG_r、及び画素データG_bを比較すると、画素データG_gに対する混色は同色画素からの漏れ込みであり最も混色の影響が少ないので、画素データG_gを使用して、画素データG_r及び画素データG_bを補正することが望ましい。

[0193] 第2の混色補正部63は、様々な方法により、画素データG_gを使用して画素データG_r及びG_bに対して補正を行うことができる。例えば、第2の混色補正部63は、画素データG_r及びG_bを有する画素の画素データを、画素データG_gに置き換えることにより補正をすることもできる。また、Gフィルタ有する画素の画素データを、画素データG_rと画素データG_gとの平均値、画素データG_bと画素データG_gとの平均値、又は画素データG_bと画素データG_rと画素データG_gとの平均値に補正することもできる。

[0194] 第2の混色補正部63は、図21A～21E及び図22A～22Eで説明するように、異常斜め入射光の入射方向を考慮して混色補正を行うこともできる。

[0195] 図21A及び図22Aには、図20において示したカラー撮像素子27の一部を示しており、図21A～21E及び図22A～22Eの紙面に向かって右側から水平方向に異常斜め入射光が入射した場合を示している。図20において示されたカラー撮像素子27においては、図21A及び図22A

のように紙面に向かって右側から水平方向に異常斜め入射光が入射した場合には、Gフィルタを有する2画素×2画素の画素群（第1色画素群）がG_g、G_g、G_r、及びG_bという画素データを出力する。

[0196] 図21B～21Eに示すように、Gフィルタを有する画素の画素データに対して四方の画素データを基に補正を行う場合、補正にG_rやG_bといった混色の影響を受けている画素データを使用する為、補正後の画素データG_gC間で値が異なってしまう場合がある。

[0197] 以下に補正後の画素データG_gC間で値が異なることを説明する。先ず、図21Bで示されるように、第1画素群の紙面に向かって左上に位置するG_gを示す画素データに対して、四方（紙面に向かって、左、右、上、下）の画素データの値を使用して混色補正を行い、画素データG_gCを得る。この画素データG_gCは、混色の影響を受けたG_rを示す画素データを混色補正に使用しているので、混色の影響を受ける。

[0198] 次に、図21Cで示されるように、第1画素群の紙面に向かって右上のG_rを示す画素データに対して、四方の画素データの値を使用して混色補正を行い画素データG_rCを得る。次に、図21Dで示されるように、第1画素群の紙面に向かって左下のG_gを示す画素データに対して、回りの画素データの値を使用して混色補正を行い画素データG_gCを得る。この画素データG_gCは、混色の影響を受けたG_bを示す画素データを混色補正に使用しているので、混色の影響を受ける。

[0199] 次に、図21Eで示されるように、第1画素群の紙面に向かって右下のG_bを示す画素データに対して、回りの画素データの値を使用して混色補正を行い、画素データG_bCを得る。

[0200] 図21Bと図21Dでは、同じ画素データG_gに対して混色補正が行われて、画素データG_gCが得られる。しかし、図21Bと図21Dの画素データG_gCの各々は、異なる混色の影響を受けているので、図21Bと図21D画素データG_gCは異なる値を示す。すなわち、図21Bの場合は画素データG_rが、及び、図21Dの場合は画素データG_bが混色の影響を受けて

おり、 G_r と G_b とで混色が異なるため、混色補正の結果得られる画素データ $G_g C$ 間で混色の影響による差異が生じてしまう。

[0201] 一方、図22A～22Eに示されたような混色補正では、異常斜め入射光の入射方向を考慮して混色補正を行っている為に、混色補正後に得られる画素データ $G_g C$ 間で差異は生じない。以下に補正後の画素データ $G_g C$ 間で値が異なることを説明する。

[0202] 先ず、図22Bで示されるように、第1画素群の紙面に向かって右上の G_r を示す画素データに対して、四方の画素データの値を使用して混色補正を行い画素データ $G_r C$ を得る。尚、ここで、異常斜め入射光の入射方向（右側）への混色補正を強く行ってもよい。

[0203] 次に、図22Cで示されるように、第1画素群の紙面に向かって右下の G_b を示す画素データに対して、四方の画素データの値を使用して混色補正を行い、画素データ $G_b C$ を得る。次に、図22Dで示されるように、第1画素群の紙面に向かって左上の G_g を示す画素データに対して、四方の画素データの値を使用して混色補正を行い画素データ $G_g C$ を得る。この際、 $G_r C$ を示す画素データを混色補正に使用するが、 $G_r C$ は予め混色補正を行っているので、混色補正の影響は取り除かれている。

[0204] 次に、図22Eで示されるように、第1画素群の紙面に向かって左下の G_g を示す画素データに対して、回りの画素データの値を使用して混色補正を行い画素データ $G_g C$ を得る。この際、 $G_b C$ を示す画素データを混色補正に使用するが、 $G_b C$ は予め混色補正を行っている所以、混色補正の影響は取り除かれている。

[0205] 図22Dと図22Eでは、同じ画素データ G_g に対して混色補正が行われ、得られる画素データの $G_g C$ も同じ値を示す。なぜならば、図22Bの場合は画素データ G_r が混色の影響を受け、図22Cの場合は画素データ G_b が混色の影響を受けているが、図22Dと図22Eで混色補正が行われる前に図22B及び図22Cで混色補正が行われていることにより混色の影響を取り除いているからである。

[0206] このように、異常斜め入射光の入射方向を考慮して、混色補正を行う画素の順番を変えることにより、より精度の高い混色補正を行うことができる。

図22の場合では、異常斜め入射光の入射方向に位置する画素から、混色補正を行うことにより、より精度の高い混色補正を行うことができる。

[0207] 本発明において、様々なカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27を使用することができる。以下に、異なるカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27を変形例として説明する。

[0208] <撮像素子の他の実施形態（変形例1）>

図23は、上記カラー撮像素子27の他の実施形態を示す図であり、特にカラー撮像素子27の受光面上に配置されているカラーフィルタ配列に関して示している。

[0209] 図23に示すカラーフィルタ配列は、水平方向及び垂直方向に関して6画素×6画素配列される画素によって構成される複数の基本配列画素群が、水平方向及び垂直方向に並置される複数の基本配列画素群を含む。

[0210] 図23に示すカラーフィルタ配列は、6画素×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（太枠で示した画素群）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フィルタ、Gフィルタ、Bフィルタが周期性をもって配列されている。

[0211] このようにRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタが周期性をもって配列されているため、カラー撮像素子27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従って処理を行うことができる。

[0212] 図23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（Gの色）に対応するGフィルタと、Gの色以外の他の色（R及び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P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。

- [0213] 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、色モアレ（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の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。
- [0214] 輝度系画素に対応するGフィルタは、基本配列パターンP内において、水平、垂直、及び斜め方向の各方向に2以上隣接する部分が含まれるように配置されている。
- [0215] 基本配列パターンPの各々は、水平方向及び垂直方向に関して3画素×3画素配列される画素のカラーフィルタによって構成される二つの第1のサブ配列及び二つの第2サブ配列を含む。
- [0216] 図24は、図23に示した基本配列パターンPを、3画素×3画素に4分割した状態に関して示している。
- [0217] 図24において、第1のサブ配列は、中央に配置されるRフィルタを有する1画素と、四隅に配置されるBフィルタを有する4画素と、四隅の画素の各々間に配置されるGフィルタを有する4画素とを有し、第2サブ配列は、中央に配置されるBフィルタを有する1画素と、四隅に配置されるRフィルタを有する4画素と、四隅の画素の各々間に配置されるGフィルタを有する4画素とを有し、第1のサブ配列は、水平方向及び垂直方向に第2のサブ配列と隣接配置される。
- [0218] 図24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画素×3画素の第1のサブ配列と、破線の枠で囲んだ3画素×3画素の第2のサブ配列とが、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。
- [0219] 第1のサブ配列は、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、第2のサブ配列は、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。これらの第1のサブ配列と第2のサブ配列とは、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。

[0220] [異常斜め入射光検出]

上記変形例1のカラー撮像素子27を有するデジタルカメラ10の場合、混色補正判定部61では以下のように異常斜め入射光の検出及び方向の特定を行う。

[0221] 図23に示された変形例1において、水平方向の紙面に向かって左側からの混色補正判定部61が行う異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。図23の符号1-1で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって左側にGフィルタを有する画素（図23の符号3-1）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向同色隣接画素）である。図23の符号2-1で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって左側にGフィルタを有する画素（図23の符号4-1）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向同色隣接画素）である。

[0222] 図23の符号3-1で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって左側にGフィルタとは異色であるRフィルタを有する画素が隣接配置されており、第1の色と異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向異色隣接画素）である。又、図23の符号4-1で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって左側にGフィルタとは異色であるBフィルタを有する画素が隣接配置されており、第1の色と異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向異色隣接画素）である。

[0223] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第1方向同色隣接画素（図23の符号1-1）、第2の第1方向同色隣接画素（図23の符号2

－１）、第１の第１方向異色隣接画素（図２３の符号３－１）、及び第２の第１方向異色隣接画素（図２３の符号４－１）の画素データを比較し、第１の第１方向同色隣接画素（図２３の符号１－１）と、第２の第１方向同色隣接画素（図２３の符号２－１）の値が同じであり、且つ第１の第１方向異色隣接画素（図２３の符号３－１）と、第２の第１方向異色隣接画素（図２３の符号４－１）との値が異なる場合には、紙面に向かって左側から水平方向に進行する異常斜め入射光の存在が検出される。

[0224] 図２３に示された変形例１において、水平方向の紙面に向かって右側からの混色補正判定部６１が行う異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。図２３の符号１－２で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の紙面に向かって右側にＧフィルタを有する画素（図２３の符号３－２）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第１の第１方向同色隣接画素）である。図２３の符号２－２で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の紙面に向かって右側にＧフィルタを有する画素（図２３の符号４－２）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第２の第１方向同色隣接画素）である。

[0225] 図２３の符号３－２で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の紙面に向かって右側にＧフィルタとは異色であるＲフィルタを有する画素が隣接配置されており、第１の色と異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第１の第１方向異色隣接画素）である。又、図２３の符号４－２で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の紙面に向かって右側にＧフィルタとは異色であるＢフィルタを有する画素が隣接配置されており、第１の色と異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第２の第１方向異色隣接画素）である。

[0226] そして、混色補正判定部６１では、上述した、第１の第１方向同色隣接画素（図２３の符号１－２）、第２の第１方向同色隣接画素（図２３の符号２－２）、第１の第１方向異色隣接画素（図２３の符号３－２）、及び第２の

第1方向異色隣接画素（図23の符号4-2）の画素データを比較し、第1の第1方向同色隣接画素（図23の符号1-2）、第2の第1方向同色隣接画素（図23の符号2-2）の値が同じであり、且つ第1の第1方向異色隣接画素（図23の符号3-2）と、第2の第1方向異色隣接画素（図23の符号4-2）との値が異なる場合には、紙面に向かって右側から水平方向に進行する異常斜め入射光の存在が検出される。

[0227] 次に、垂直方向の紙面に向かって上側から入射される異常斜め入射光の検出を行う場合について説明する。図23に示された変形例1において、垂直方向の紙面に向かって上側からの混色補正判定部61が行う異常斜め入射光の検出は以下のように行う。

[0228] 図23の符号1-3で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって上側にGフィルタを有する画素（図23の符号3-3）が隣接配置されており、Gフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第2方向同色隣接画素）である。図23の符号2-3で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって上側にGフィルタを有する画素（図23の符号4-3）が隣接配置されており、Gフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第2方向同色隣接画素）である。

[0229] 図23の符号3-3で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって上側にGフィルタと異色であるRフィルタを有する画素が隣接配置されており、Gフィルタと異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第2方向異色隣接画素）である。又、図23の符号4-3で示されるGフィルタを有する画素は、図23の紙面に向かって上側にGフィルタと異色であるBフィルタを有する画素が隣接配置されており、Gフィルタと異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第2方向異色隣接画素）である。

[0230] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第2方向同色隣接画素（図23の符号1-3）、第2の第2方向同色隣接画素（図23の符号2

－３）、第１の第２方向異色隣接画素（図２３の符号３－３）、及び第２の第２方向異色隣接画素（図２３の符号４－３）の画素データを比較し、第１の第２方向同色隣接画素（図２３の符号１－３）、第２の第２方向同色隣接画素（図２３の符号２－３）の値が同じであり、且つ第１の第２方向異色隣接画素（図２３の符号３－３）と、第２の第２方向異色隣接画素（図２３の符号４－３）との値が異なる場合には、垂直方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0231] 紙面に向かって下側から垂直方向に入射される異常斜め入射光の検出を行う場合は、以下のように行う。図２３に示された変形例１において、垂直方向の紙面に向かって下側からの混色補正判定部６１が行う異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。

[0232] 図２３の符号１－４で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の下側にＧフィルタを有する画素（図２３の符号３－４）が隣接配置されており、Ｇフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第１の第２方向同色隣接画素）である。図２３の符号２－４で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の下側にＧフィルタを有する画素（図２３の符号４－４）が隣接配置されており、Ｇフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第２の第２方向同色隣接画素）である。

[0233] 図２３の符号３－４で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の下側にＧフィルタと異色であるＲフィルタを有する画素が隣接配置されており、Ｇフィルタと異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第１の第２方向異色隣接画素）である。又、図２３の符号４－４で示されるＧフィルタを有する画素は、図２３の下側にＧフィルタと異色であるＢフィルタを有する画素が隣接配置されており、Ｇフィルタと異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるＧフィルタを有する画素（第２の第２方向異色隣接画素）である。

[0234] そして、混色補正判定部６１では、上述した、第１の第２方向同色隣接画素（図２３の符号１－４）、第２の第２方向同色隣接画素（図２３の符号２

－４）、第１の第２方向異色隣接画素（図２３の符号３－４）、及び第２の第２方向異色隣接画素（図２３の符号４－４）の画素データを比較し、第１の第２方向同色隣接画素（図２３の符号１－４）、第２の第２方向同色隣接画素（図２３の符号２－４）の値が同じであり、且つ第１の第２方向異色隣接画素（図２３の符号３－４）と、第２の第２方向異色隣接画素（図２３の符号４－４）との値が異なる場合には、垂直方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0235] 尚、説明の明瞭化のため、図２３において、符号１－１～４－１の画素による水平方向の紙面に向かって左側からの異常斜め入射光の検出と、符号１－２～４－２の画素による水平方向の紙面に向かって右側からの異常斜め入射光の検出と、符号１－３～４－３の画素による垂直方向からの異常斜め入射光の検出と、符号１－４～４－４の画素による垂直方向からの異常斜め入射光の検出とを、隣接する異なる基本配列画素群Ｐに配置された画素で検出するように説明した。しかし、同一の基本配列画素群Ｐ内に、符号１－１～４－１の画素、符号１－２～４－２の画素、符号１－３～４－３の画素、及び符号１－４～４－４の画素に対応する画素から検出するようにしてもよい。

[0236] <撮像素子の他の実施形態（変形例２）>

図２５は、上記カラー撮像素子２７の他の実施形態（変形例２）を示す図であり、特にカラー撮像素子２７の受光面上に配置されているカラーフィルタ配列に関して示している。

[0237] 図２５に示された、カラーフィルタ配列は、水平方向及び垂直方向に関して４画素×４画素配列される画素によって構成される複数の基本配列画素群を有する。また、カラーフィルタ配列は、水平方向及び垂直方向に並置される複数の基本配列画素群を含み、基本配列画素群の各々は、水平方向及び垂直方向に関して２画素×２画素配列される画素によって構成される二つの第１のサブ配列及び二つの第２のサブ配列を含む。

[0238] 第１のサブ配列はＧフィルタを有する４画素によって構成され、第２のサ

ブ配列はRフィルタを有する2画素及びBフィルタを有する2画素によって構成され、第1のサブ配列は、水平方向及び垂直方向に第2のサブ配列と隣接配置され、第1色画素群は、第1のサブ配列によって構成される。

[0239] 具体的には、図25のカラーフィルタ配列は、4画素×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P（太枠で示した画素群）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フィルタ、Gフィルタ、Bフィルタが周期性をもって配列されている。

[0240] このようにRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタが周期性をもって配列されているため、カラー撮像素子27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従って処理を行うことができる。

[0241] 図25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P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。

[0242] 図26は、図25に示した基本配列パターンPを、2画素×2画素に4分割した状態を示している。

[0243] 図26に示すように基本配列パターンPは、実線の枠で囲んだ2画素×2画素の第1のサブ配列と、破線の枠で囲んだ2画素×2画素の第2のサブ配列とが、水平、垂直方向に交互に並べられた配列となる。

[0244] 第1のサブ配列は、Rフィルタ及びBフィルタが水平、垂直方向に交互に並べられた配列となっている。また、第1のサブ配列は、Rフィルタ又はBフィルタが2画素×2画素配列の対角線上に配列されているということもできる。

[0245] 一方、第2サブ配列は、Gフィルタを有する画素が2画素×2画素配列されている。Gフィルタを有する画素が2画素×2画素配列は、Gフィルタを有する画素の画素群であり、第1の第1方向同色隣接画素、第2の第1方向同色隣接画素、第1の第1方向異色隣接画素、及び第2の第1方向異色隣接

画素を構成し、且つ、第1の第2方向同色隣接画素、第2の第2方向同色隣接画素、第1の第2方向異色隣接画素、及び第2の第2方向異色隣接画素を構成する。

[0246] [異常斜め入射光検出]

図25に示された例における、変形例2のカラー撮像素子27を有するデジタルカメラ10の混色補正判定部61が行う、水平方向の紙面に向かって左側からの異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。

[0247] 図25の符号1-1で示されるGフィルタを有する画素は、図25の紙面に向かって左側にGフィルタを有する画素（図25の符号3-1）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向同色隣接画素）である。図25の符号2-1で示されるGフィルタを有する画素は、図25の紙面に向かって左側にGフィルタを有する画素（図25の符号4-1）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向同色隣接画素）である。

[0248] 図25の符号3-1で示されるGフィルタを有する画素は、図25の紙面に向かって左側に異色であるBフィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向異色隣接画素）である。又、図25の符号4-1で示されるGフィルタを有する画素は、図25の紙面に向かって左側に異色であるRフィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向異色隣接画素）である。

[0249] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第1方向同色隣接画素（図25の符号1-1）、第2の第1方向同色隣接画素（図25の符号2-1）、第1の第1方向異色隣接画素（図25の符号3-1）、及び第2の第1方向異色隣接画素（図25の符号4-1）の画素データを比較し、第1の第1方向同色隣接画素（図25の符号1-1）、第2の第1方向同色隣接

画素（図 25 の符号 2-1）の値が同じであり、且つ第 1 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-1）と、第 2 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-1）との値が異なる場合には、第 1 方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0250] 図 25 に示された、変形例 2 のカラー撮像素子 27 を有するデジタルカメラ 10 の混色補正判定部 61 が行う、水平方向の紙面に向かって右側からの異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。

[0251] 図 25 の符号 1-2 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって右側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 4-2）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 1 方向同色隣接画素）である。図 25 の符号 2-2 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって右側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 3-2）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 1 方向同色隣接画素）である。

[0252] 図 25 の符号 3-2 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって右側に異色である B フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 1 方向異色隣接画素）である。又、図 25 の符号 4-2 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって右側に異色である R フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 1 方向異色隣接画素）である。

[0253] そして、混色補正判定部 61 では、上述した、第 1 の第 1 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-2）、第 2 の第 1 方向同色隣接画素（図 25 の符号 2-2）、第 1 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-2）、及び第 2 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-2）の画素データを比較し、第 1 の第 1 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-2）、第 2 の第 1 方向同色隣接

画素（図 25 の符号 2-2）の値が同じであり、且つ第 1 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-2）と、第 2 の第 1 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-2）との値が異なる場合には、紙面に向かって右側から水平方向へ進行する異常斜め入射光の存在が検出される。

[0254] 図 25 に示された、変形例 2 のカラー撮像素子 27 を有するデジタルカメラ 10 の混色補正判定部 61 が行う、垂直方向の紙面に向かって上側から入射される異常斜め入射光の検出を説明する。

[0255] 図 25 の符号 1-3 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって上側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 3-3）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 2 方向同色隣接画素）である。図 25 の符号 2-3 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって上側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 4-3）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 2 方向同色隣接画素）である。

[0256] 図 25 の符号 3-3 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって上側に異色である R フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 2 方向異色隣接画素）である。又、図 25 の符号 4-3 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって上側に異色である B フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 2 方向異色隣接画素）である。

[0257] そして、混色補正判定部 61 では、上述した、第 1 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-3）、第 2 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 2-3）、第 1 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-3）、及び第 2 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-3）の画素データを比較し、第 1 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-3）、第 2 の第 2 方向同色隣接

画素（図 25 の符号 2-3）の値が同じであり、且つ第 1 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-3）と、第 2 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-3）との値が異なる場合には、垂直方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0258] 図 25 に示された、変形例 2 のカラー撮像素子 27 を有するデジタルカメラ 10 の混色補正判定部 61 が行う、紙面に向かって下側から垂直方向に入射される異常斜め入射光の検出を説明する。

[0259] 図 25 の符号 1-4 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって下側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 3-4）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 2 方向同色隣接画素）である。図 25 の符号 2-4 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって下側に G フィルタを有する画素（図 25 の符号 4-4）が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 2 方向同色隣接画素）である。

[0260] 図 25 の符号 3-4 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって下側に異色である R フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 1 の第 2 方向異色隣接画素）である。又、図 25 の符号 4-4 で示される G フィルタを有する画素は、図 25 の紙面に向かって下側に異色である B フィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置される G フィルタを有する画素（第 2 の第 2 方向異色隣接画素）である。

[0261] そして、混色補正判定部 61 では、上述した、第 1 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-4）、第 2 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 2-4）、第 1 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 3-4）、及び第 2 の第 2 方向異色隣接画素（図 25 の符号 4-4）の画素データを比較し、第 1 の第 2 方向同色隣接画素（図 25 の符号 1-4）、第 2 の第 2 方向同色隣接

画素（図 2 5 の符号 2 - 4）の値が同じであり、且つ第 1 の第 2 方向異色隣接画素（図 2 5 の符号 3 - 4）と、第 2 の第 2 方向異色隣接画素（図 2 5 の符号 4 - 4）との値が異なる場合には、垂直方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0262] 図 2 7 及び図 2 8 では、図 2 5 で示されたカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子 2 7 において、異常斜め入射光が水平方向における正方向又は負方向のいずれの方向に入射するかの判定の仕方が示されている。図 2 7 及び図 2 8 では紙面に向かって右側を正方向、左側を負方向とする。

[0263] 図 2 7 及び図 2 8 に示された複数の画素は、G フィルタを有する画素と水平方向の正方向に隣接し且つ第 1 の色と異色のカラーフィルタを有する画素と水平方向の負方向に隣接する G フィルタを有する第 1 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 3 - 1）（図 2 8 の符号 1 - 2）及び第 2 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 4 - 1）（図 2 8 の符号 2 - 2）と、G フィルタを有する画素と水平方向の負方向に隣接し且つ第 1 の色と異色のカラーフィルタを有する画素と水平方向の正方向に隣接する G フィルタを有する第 3 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 1 - 1）（図 2 8 の符号 4 - 2）及び第 4 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 2 - 1）（図 2 8 の符号 3 - 2）を含む。

[0264] 図 2 7 では、水平方向の正方向に沿って異常斜め入射光が入射している状態を示す。異常斜め入射光が、水平方向の正方向に沿ってカラー撮像素子 2 7 に入射した場合、第 3 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 1 - 1）、は、隣接する G フィルタを有する画素（図 2 7 の符号 3 - 1）からの混色があるので、画素データが G g となる。又、第 4 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 2 - 1）も、隣接する G フィルタを有する画素（図 2 7 の符号 2 - 1）からの混色があるので、画素データが G g となる。

[0265] 一方、第 1 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 3 - 1）は、負方向側で隣接する B フィルタを有する画素からの混色があるので、画素データが G b となる。又、第 2 の第 1 色画素（図 2 7 の符号 4 - 1）は、負方向側で隣接する R フィルタを有する画素からの混色があるので、画素データが G r となる。

- [0266] 図27で示すように、第1の第1色画素（図27の符号3-1）がG_b、第2の第1色画素（図27の符号4-1）がG_r、第3の第1色画素（図27の符号1-1）がG_g、及び第4の第1色画素（図27の符号2-1）がG_gの出力値が検出された場合に、水平方向の正方向に沿って異常斜め入射光の入射があると判断することができる。更に、第1の画素又は第2の画素の画素データが、G_gである場合に第1の正方向からの異常斜め入射光があると判断することができる。
- [0267] 図28では、水平方向の負方向に沿って異常斜め入射光が入射している状態を示す。異常斜め入射光が、水平方向の負方向に沿ってカラー撮像素子27に入射した場合、第3の第1色画素（図28の符号4-2）は、正方向側に隣接するRフィルタを有する画素からの混色があるので、画素データがG_rとなる。又、第4の第1色画素（図28の符号3-2）も、正方向側に隣接するBフィルタを有する画素からの混色があるので、画素データがG_bとなる。
- [0268] 一方、第1の第1色画素（図28の符号1-2）は、正方向側で隣接するGフィルタを有する画素（図28の符号4-2）からの混色があるので、画素データがG_gとなる。又、第2の第1色画素（図28の符号2-2）は、正方向側で隣接するGフィルタを有する画素（図28の符号3-2）からの混色があるので、画素データがG_gとなる。
- [0269] 図28で示すように、第1の第1色画素（図28の符号1-2）がG_g、第2の第1色画素（図28の符号2-2）がG_g、第3の第1色画素（図28の符号4-2）がG_r、及び第4の第1色画素（図28の符号3-2）がG_bの出力値が検出された場合に、水平方向の負方向に沿って異常斜め入射光の入射があると判断することができる。更に、第1の画素又は第2の画素の画素データが、G_gである場合に水平方向の負方向からの異常斜め入射光があると判断することができる。
- [0270] さらに、異常斜め入射光を検出した場合、第1の第1色画素、第2の第1色画素、第3の第1色画素及び第4の第1色画素のうち、同じ画素データを

出力する画素の画素データを使って、異常斜め入射光が入射されるフォトダイオードを有する画素の画素データを補正することができる。

[0271] 図27及び図28は説明の都合上、上記カラー撮像素子27の他の実施形態（変形例1）での、水平方向に関して、説明を行っている。しかし、上記カラー撮像素子27の実施形態（図20、図23、及び図25に示されたカラーフィルタ配列を有する撮像素子）は、水平方向及び垂直方向に関して、正方向、負方向のいずれから異常斜め入射光の入射光が入射しているかを判別することができる。

[0272] <撮像素子の他の実施形態（変形例3）>

図29は、上記カラー撮像素子27の他の実施形態（変形例3）を示す図であり、特にカラー撮像素子27の受光面上に配置されているカラーフィルタ配列に関して示している。

[0273] 図29で示されたカラーフィルタ配列では、水平方向及び垂直方向に関して4画素×4画素配列される画素のカラーフィルタによって構成される複数の基本配列パターンPであって、水平方向及び垂直方向に並置される複数の基本配列パターンPを含む。

[0274] このようにRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタが周期性をもって配列されているため、カラー撮像素子27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従って処理を行うことができる。

[0275] 図29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P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。

[0276] 画素ブロックQ（図29において点線で図示）は、基本配列パターンPの画素群の各々におけるRフィルタを有する2画素、Bフィルタを有する2画素及びGフィルタを有する5画素によって構成される。

[0277] 基本配列パターンPの各々は、水平方向及び垂直方向に関して2画素×2画素配列される画素のカラーフィルタによって構成される二つの第1のサブ

配列及び二つの第2のサブ配列を含む。

[0278] 図30は、図29に示した基本配列パターンPを、2画素×2画素に4分割した状態を示している。

[0279] 図30で示されるように、第1のサブ配列はGフィルタを有する3画素及びRフィルタを有する1画素によって構成され、第2のサブ配列はGフィルタを有する3画素及びBフィルタを有する1画素によって構成され、第1のサブ配列におけるRフィルタを有する画素の位置と第2のサブ配列におけるBフィルタを有する画素の位置とは対応し、第1のサブ配列は、水平方向及び垂直方向に第2のサブ配列と隣接配置される。

[0280] 具体的には、図30に示すように基本配列パターンPは、実線の枠で囲んだ2画素×2画素の第1のサブ配列と、破線の枠で囲んだ2画素×2画素の第2のサブ配列とが、水平、垂直方向に交互に並べられた配列となる。

[0281] 第1のサブ配列は、3つのGフィルタと1つのRフィルタを有する。また、第2のサブ配列は、3つのGフィルタと1つのBフィルタを有する。さらに、第1のサブ配列におけるRフィルタが配列される位置と、第2のサブ配列におけるBフィルタが配列される位置とは同じである。

[0282] [異常斜め入射光検出]

図29に示された例において、水平方向からの混色補正判定部61が行う異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。図29の符号1Aで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって左側及び右側にGフィルタを有する画素が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向同色隣接画素）である。図29の符号2Aで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって左側及び右側にGフィルタを有する画素が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向同色隣接画素）である。

[0283] 図29の符号3Aで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって左側にRフィルタ及び右側にBフィルタを有する画素が隣接配置さ

れており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第1方向異色隣接画素）である。又、図29の符号4Aで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって左側にBフィルタ及び右側にRフィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第1方向異色隣接画素）である。

[0284] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第1方向同色隣接画素（図29の符号1A）、第2の第1方向同色隣接画素（図29の符号2A）、第1の第1方向異色隣接画素（図29の符号3A）、及び第2の第1方向異色隣接画素（図29の符号4A）の画素データを比較し、第1の第1方向同色隣接画素（図29の符号1A）、第2の第1方向同色隣接画素（図29の符号2A）の値が同じであり、且つ第1の第1方向異色隣接画素（図29の符号3A）と、第2の第1方向異色隣接画素（図29の符号4A）との値が異なる場合には、水平方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0285] 垂直方向から入射される異常斜め入射光の検出を行う場合は、以下のように行う。

[0286] 図29において、垂直方向からの混色補正判定部61が行う異常斜め入射光の検出を具体的に説明する。図29の符号1Bで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって上側及び下側にGフィルタを有する画素が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第1の第2方向同色隣接画素）である。図29の符号2Bで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって上側及び下側にGフィルタを有する画素が隣接配置されており、同色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素（第2の第2方向同色隣接画素）である。

[0287] 図29の符号3Bで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって上側及び下側に異色であるRフィルタ及びBフィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置され

るGフィルタを有する画素であるので、第1の第2方向異色隣接画素とすることができる。又、図29の符号4Bで示されるGフィルタを有する画素は、図29の紙面に向かって上側及び下側に異色であるBフィルタ及びRフィルタを有する画素が隣接配置されており、異色のカラーフィルタを有する画素が隣接配置されるGフィルタを有する画素であるので、第2の第2方向異色隣接画素とすることができる。

[0288] そして、混色補正判定部61では、上述した、第1の第2方向同色隣接画素（図29の符号1B）、第2の第2方向同色隣接画素（図29の符号2B）、第1の第2方向異色隣接画素（図29の符号3B）、及び第2の第2方向異色隣接画素（図29の符号4B）の画素データを比較し、第1の第2方向同色隣接画素（図29の符号1B）、第2の第2方向同色隣接画素（図29の符号2B）の値が同じであり、且つ第1の第2方向異色隣接画素（図29の符号3B）と、第2の第2方向異色隣接画素（図29の符号4B）との値が異なる場合には、垂直方向からの異常斜め入射光の存在が検出される。

[0289] また、図31及び図32に示すように、デジタルカメラ10の他の実施形態（変形例3）では、Gフィルタを有する画素が水平方向に連続して並んでおり、又はGフィルタを有する画素が垂直方向に連続して並んでいるので、異常斜め入射光の方向をより容易に行うことができる。

[0290] さらに、混色補正判定部61は、画素ブロック（図29において点線で図示）に含まれるGフィルタを有する5画素の画素データに基づいて、水平方向又は垂直方向にカラー撮像素子27へ入射する異常斜め入射光を検出することができる。

[0291] 図31では、図29で示されたカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27の、水平方向から異常斜め入射光が入射している場合を示している。また、図32では、図29で示されたカラーフィルタ配列を有するカラー撮像素子27の、垂直方向からの異常斜め入射光が入射している場合を示している。

[0292] 図31では、水平方向に、連続して配列されるGフィルタを有する画素の

画素データはG gとなる。言い換えると、G gの値を示す画素データが水平方向に連続して配列されている。この場合には、水平方向からの異常斜め入射光が検出される。

[0293] 一方、図32では、垂直方向に、連続して配列されるGフィルタを有する画素の画素データはG gとなる。言い換えると、G gの値を示す画素データが垂直方向に連続して配列されている。この場合には、垂直方向からの異常斜め入射光が検出される。

[0294] また、複数の画素は、少なくともGフィルタ、Rフィルタ、及びBフィルタを有する画素によって構成される。また、Gフィルタを有する画素が出力する画素データは、輝度信号を得るのに最も寄与する。

[0295] また、第1色の画素は、緑色、透明、又は白色のカラーフィルタを有する。透明フィルタ及び白色フィルタは、赤波長域の光、青波長域の光及び緑波長域の光のいずれも透過するフィルタであり、透明フィルタは比較的高い光透過率（例えば70%以上の光透過率）を有し、白色フィルタは透明フィルタよりも低い光透過率を有する。

[0296] カラー撮像素子27の受光面上に配置されているカラーフィルタ配列は、ここに示した配列以外も、採用することが可能である。例えば、第1の方向及び第2の方向に関してN画素×M画素（Nは3以上の整数、Mは3以上の整数）の配列群を基本配列画素群とし、基本配列画素群が、第1の方向及び第2の方向に並置されている配列を採用することができる。そして、基本配列画素群の各々は、第1の第1方向同色隣接画素、第2の第1方向同色隣接画素、第1の第1方向異色隣接画素、第2の第1方向異色隣接画素、第1の第2方向同色隣接画素、第2の第2方向同色隣接画素、第1の第2方向異色隣接画素、及び第2の第2方向異色隣接画素を含む配列も採用し得る。

[0297] また、カラー撮像素子27の画素配列は特に限定されない。例えば、第1の方向（例えば水平方向）及び第2の方向（例えば垂直方向）に関してN画素×M画素（Nは3以上の整数、Mは3以上の整数）の配列群を基本配列パターンとし、この基本配列パターンが第1の方向及び第2の方向に並置され

ている配列を、カラー撮像素子 27 の画素配列として採用することができる。一例として、図 33 に示すような 3 画素×3 画素の配列群（水平方向に並置される「G 画素、G 画素、R 画素」の行、「G 画素、G 画素、B 画素」の行及び「B 画素、R 画素、G 画素」の行が垂直方向に並置される配列群）を基本配列パターン P として採用するケースが考えられる。なお、基本配列パターンの大きさに関し、基本配列パターンの画素数が増加するとデモザイク処理等の信号処理が複雑化してしまう。したがって、信号処理の複雑化を防止する観点からは、基本配列パターンのサイズは大きすぎない 10 画素×10 画素（水平方向×垂直方向）以下のサイズが好ましく、より好ましくは 8 画素×8 画素（水平方向×垂直方向）以下のサイズが好ましい。

[0298] 上記実施形態ではデジタルカメラ 10 について説明したが、撮像装置（画像処理装置）の構成はこれに限定されない。本発明を適用可能な他の撮像装置としては、例えば、内蔵型又は外付け型の PC 用カメラ、或いは、以下に説明するような、撮影機能を有する携帯端末装置とすることができる。また、上述の各処理ステップ（手順）をコンピュータに実行させるプログラム（ソフトウェア）に対しても、本発明を適用することが可能である。

[0299] 本発明の撮像装置（画像処理装置）の一実施形態である携帯端末装置としては、例えば、携帯電話機やスマートフォン、PDA（Personal Digital Assistants）、携帯型ゲーム機が挙げられる。以下、スマートフォンを例に挙げ、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

[0300] <スマートフォンの構成>

図 34 は、本発明の撮像装置（画像処理装置）の一実施形態であるスマートフォン 101 の外観を示すものである。図 34 に示すスマートフォン 101 は、平板状の筐体 102 を有し、筐体 102 の一方の面に表示部としての表示パネル 121 と、入力部としての操作パネル 122 とが一体となった表示入力部 120 を備えている。また、斯かる筐体 102 は、スピーカ 131 と、マイクロホン 132、操作部 140 と、カメラ部 141 とを備えている。なお、筐体 102 の構成はこれに限定されず、例えば、表示部と入力部と

が独立した構成を採用したり、折り畳み構造やスライド機構を有する構成を採用することもできる。

[0301] 図35は、図34に示すスマートフォン101の構成を示すブロック図である。図35に示すように、スマートフォンの主たる構成要素として、無線通信部110と、表示入力部120と、通話部130と、操作部140と、カメラ部141と、記憶部150と、外部入出力部160と、GPS (Global Positioning System) 受信部170と、モーションセンサ部180と、電源部190と、主制御部100とを備える。また、スマートフォン101の主たる機能として、基地局装置BSと移動通信網NWとを介した移動無線通信を行う無線通信機能を備える。

[0302] 無線通信部110は、主制御部100の指示にしたがって、移動通信網NWに收容された基地局装置BSに対し無線通信を行うものである。斯かる無線通信を使用して、音声データ、画像データ等の各種ファイルデータ、電子メールデータなどの送受信や、Webデータやストリーミングデータなどの受信を行う。

[0303] 表示入力部120は、主制御部100の制御により、画像（静止画像及び動画像）や文字情報などを表示して視覚的にユーザに情報を伝達し、表示した情報に対するユーザ操作を検出する、いわゆるタッチパネルであって、表示パネル121と、操作パネル122とを備える。

[0304] 表示パネル121は、LCD (Liquid Crystal Display)、OLED (Organic Electro-Luminescence Display) などを表示デバイスとして用いたものである。操作パネル122は、表示パネル121の表示面上に表示される画像を視認可能に載置され、ユーザの指や尖筆によって操作される一又は複数の座標を検出するデバイスである。斯かるデバイスをユーザの指や尖筆によって操作すると、操作に起因して発生する検出信号を主制御部100に出力する。次いで、主制御部100は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル121上の操作位置（座標）を検出する。

[0305] 図34に示すように、本発明の撮像装置（画像処理装置）の一実施形態として例示しているスマートフォン101の表示パネル121と操作パネル122とは一体となって表示入力部120を構成しているが、操作パネル122が表示パネル121を完全に覆うような配置となっている。斯かる配置を採用した場合、操作パネル122は、表示パネル121外の領域についても、ユーザ操作を検出する機能を備えてもよい。換言すると、操作パネル122は、表示パネル121に重なる重畳部分についての検出領域（以下、表示領域と称する）と、それ以外の表示パネル121に重ならない外縁部分についての検出領域（以下、非表示領域と称する）とを備えていてもよい。

[0306] なお、表示領域の大きさと表示パネル121の大きさとを完全に一致させても良いが、両者を必ずしも一致させる必要は無い。また、操作パネル122が、外縁部分と、それ以外の内側部分の2つの感応領域を備えていてもよい。更に、外縁部分の幅は、筐体102の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更にまた、操作パネル122で採用される位置検出方式としては、マトリクススイッチ方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、静電容量方式などが挙げられ、いずれの方式を採用することもできる。

[0307] 通話部130は、スピーカ131やマイクロホン132を備え、マイクロホン132を通じて入力されたユーザーの音声を主制御部100にて処理可能な音声データに変換して主制御部100に出力したり、無線通信部110あるいは外部入出力部160により受信された音声データを復号してスピーカ131から出力するものである。また、図34に示すように、例えば、スピーカ131を表示入力部120が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン132を筐体102の側面に搭載することができる。

[0308] 操作部140は、キースイッチなどを用いたハードウェアキーであって、ユーザからの指示を受け付けるものである。例えば、図34に示すように、操作部140は、スマートフォン101の筐体102の側面に搭載され、指などで押下されるとオンとなり、指を離すとバネなどの復元力によってオフ

状態となる押しボタン式のスイッチである。

[0309] 記憶部150は、主制御部100の制御プログラムや制御データ、アプリケーションソフトウェア、通信相手の名称や電話番号などを対応づけたアドレスデータ、送受信した電子メールのデータ、WebブラウジングによりダウンロードしたWebデータや、ダウンロードしたコンテンツデータを記憶し、またストリーミングデータなどを一時的に記憶するものである。また、記憶部150は、スマートフォン内蔵の内部記憶部151と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部152により構成される。なお、記憶部150を構成するそれぞれの内部記憶部151と外部記憶部152は、フラッシュメモリタイプ(flash memory type)、ハードディスクタイプ(hard disk type)、マルチメディアカードマイクロタイプ(multimedia card micro type)、カードタイプのメモリ(例えば、MicroSD(登録商標)メモリ等)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)などの格納媒体を用いて実現される。

[0310] 外部入出力部160は、スマートフォン101に連結される全ての外部機器とのインターフェースの役割を果たすものであり、他の外部機器に通信等(例えば、ユニバーサルシリアルバス(USB)、IEEE1394など)又はネットワーク(例えば、インターネット、無線LAN、ブルートゥース(Bluetooth)(登録商標)、RFID(Radio Frequency Identification)、赤外線通信(Infrared Data Association:IrDA)(登録商標)、UWB(Ultra Wideband)(登録商標)、ジグビー(ZigBee)(登録商標)など)により直接的又は間接的に接続するためのものである。

[0311] スマートフォン101に連結される外部機器としては、例えば、有/無線ヘッドセット、有/無線外部充電器、有/無線データポート、カードソケットを介して接続されるメモリカード(Memory card)やSIM(

Subscriber Identity Module Card) / UIM (User Identity Module Card) カード、オーディオ・ビデオ I/O (Input/Output) 端子を介して接続される外部オーディオ・ビデオ機器、無線接続される外部オーディオ・ビデオ機器、有/無線接続されるスマートフォン、有/無線接続されるパーソナルコンピュータ、有/無線接続される PDA、有/無線接続されるパーソナルコンピュータ、イヤホンなどがある。外部入出力部は、このような外部機器から伝送を受けたデータをスマートフォン 101 の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン 101 の内部のデータが外部機器に伝送されるようにすることができる。

[0312] GPS 受信部 170 は、主制御部 100 の指示にしたがって、GPS 衛星 ST1 ~ STn から送信される GPS 信号を受信し、受信した複数の GPS 信号に基づく測位演算処理を実行し、スマートフォン 101 の緯度、経度、高度からなる位置を検出する。GPS 受信部 170 は、無線通信部 110 や外部入出力部 160 (例えば、無線 LAN) から位置情報を取得できる時には、その位置情報を用いて位置を検出することもできる。

[0313] モーションセンサ部 180 は、例えば、3 軸の加速度センサなどを備え、主制御部 100 の指示にしたがって、スマートフォン 101 の物理的な動きを検出する。スマートフォン 101 の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン 101 の動く方向や加速度が検出される。斯かる検出結果は、主制御部 100 に出力されるものである。

[0314] 電源部 190 は、主制御部 100 の指示にしたがって、スマートフォン 101 の各部に、バッテリー (図示しない) に蓄えられる電力を供給するものである。

[0315] 主制御部 100 は、マイクロプロセッサを備え、記憶部 150 が記憶する制御プログラムや制御データにしたがって動作し、スマートフォン 101 の各部を統括して制御するものである。また、主制御部 100 は、無線通信部 110 を通じて、音声通信やデータ通信を行うために、通信系の各部を制御

する移動通信制御機能と、アプリケーション処理機能を備える。

[0316] アプリケーション処理機能は、記憶部 150 が記憶するアプリケーションソフトウェアにしたがって主制御部 100 が動作することにより実現するものである。アプリケーション処理機能としては、例えば、外部入出力部 160 を制御して対向機器とデータ通信を行う赤外線通信機能や、電子メールの送受信を行う電子メール機能、Web ページを閲覧する Web ブラウジング機能などがある。

[0317] また、主制御部 100 は、受信データやダウンロードしたストリーミングデータなどの画像データ（静止画像や動画のデータ）に基づいて、映像を表示入力部 120 に表示する等の画像処理機能を備える。画像処理機能とは、主制御部 100 が、上記画像データを復号し、斯かる復号結果に画像処理を施して、画像を表示入力部 120 に表示する機能のことをいう。

[0318] 更に、主制御部 100 は、表示パネル 121 に対する表示制御と、操作部 140、操作パネル 122 を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御を実行する。

[0319] 表示制御の実行により、主制御部 100 は、アプリケーションソフトウェアを起動するためのアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示したり、あるいは電子メールを作成するためのウィンドウを表示する。なお、スクロールバーとは、表示パネル 121 の表示領域に収まりきれない大きな画像などについて、画像の表示部分を移動する指示を受け付けるためのソフトウェアキーのことをいう。

[0320] また、操作検出制御の実行により、主制御部 100 は、操作部 140 を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル 122 を通じて、上記アイコンに対する操作や、上記ウィンドウの入力欄に対する文字列の入力を受け付けたり、あるいは、スクロールバーを通じた表示画像のスクロール要求を受け付ける。

[0321] 更に、操作検出制御の実行により主制御部 100 は、操作パネル 122 に対する操作位置が、表示パネル 121 に重なる重畳部分（表示領域）か、そ

れ以外の表示パネル１２１に重ならない外縁部分（非表示領域）かを判定し、操作パネル１２２の感応領域や、ソフトウェアキーの表示位置を制御するタッチパネル制御機能を備える。

[0322] また、主制御部１００は、操作パネル１２２に対するジェスチャ操作を検出し、検出したジェスチャ操作に応じて、予め設定された機能を実行することもできる。ジェスチャ操作とは、従来の単純なタッチ操作ではなく、指などによって軌跡を描いたり、複数の位置を同時に指定したり、あるいはこれらを組み合わせて、複数の位置から少なくとも１つについて軌跡を描く操作を意味する。

[0323] カメラ部１４１は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) やCCD (Charge-Coupled Device) などの撮像素子を用いて電子撮影するデジタルカメラである。また、カメラ部１４１は、主制御部１００の制御により、撮像によって得た画像データを例えばJPEG (Joint Photographic coding Experts Group) などの圧縮した画像データに変換し、記憶部１５０に記録したり、外部入出力部１６０や無線通信部１１０を通じて出力することができる。図３４に示すようにスマートフォン１０１において、カメラ部１４１は表示入力部１２０と同じ面に搭載されているが、カメラ部１４１の搭載位置はこれに限らず、表示入力部１２０の背面に搭載されてもよいし、あるいは、複数のカメラ部１４１が搭載されてもよい。なお、複数のカメラ部１４１が搭載されている場合には、撮影に供するカメラ部１４１を切り替えて単独にて撮影したり、あるいは、複数のカメラ部１４１を同時に使用して撮影することもできる。

[0324] また、カメラ部１４１はスマートフォン１０１の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル１２１にカメラ部１４１で取得した画像を表示することや、操作パネル１２２の操作入力のひとつとして、カメラ部１４１の画像を利用することができる。また、GPS受信部１７０が位置を検出する際に、カメラ部１４１からの画像を参照して位置を検出することもでき

る。更には、カメラ部 141 からの画像を参照して、3 軸の加速度センサを用いずに、或いは、3 軸の加速度センサと併用して、スマートフォン 101 のカメラ部 141 の光軸方向を判断することや、現在の使用環境を判断することもできる。勿論、カメラ部 141 からの画像をアプリケーションソフトウェア内で利用することもできる。

[0325] その他、静止画又は動画の画像データに GPS 受信部 170 により取得した位置情報、マイクロホン 132 により取得した音声情報（主制御部等により、音声テキスト変換を行ってテキスト情報となってもよい）、モーションセンサ部 180 により取得した姿勢情報等を付加して記憶部 150 に記録したり、外部入出力部 160 や無線通信部 110 を通じて出力することもできる。

[0326] 上述のスマートフォン 101 において、図 1 の画像処理回路 32 は、例えば主制御部 100、記憶部 150 等によって適宜実現可能である。

符号の説明

[0327] 10…デジタルカメラ、12…カメラ本体、14…レンズユニット、20…撮影光学系、21…ズームレンズ、22…フォーカスレンズ、23…メカシャッタ、24…ズーム機構、25…フォーカス機構、26…レンズドライバ、27…カラー撮像素子、30…CPU、31…撮像素子ドライバ、32…画像処理回路、33…メディアインターフェース、34…圧縮伸長処理回路、35…表示制御部、36…操作部、37…メモリ、38…メモリカード、40…背面LCD、41…混色判定補正部、42…WB補正部、43…信号処理部、44…RGB積算部、45…WBゲイン算出部、50…画素、51…マイクロレンズ、52…カラーフィルタ、53…フォトダイオード、56…通常光、57…異常斜め入射光、61…混色補正判定部、62…第1の混色補正部、63…第2の混色補正部、67…遅延処理部、69…減算器、70…乗算器、71…加算器、72…パラメータ取得部、73…混色率設定部、100…主制御部、101…スマートフォン、102…筐体、110…無線通信部、120…表示入力部、121…表示パネル、122…操作パネ

ル、１３０…通話部、１３１…スピーカ、１３２…マイクロホン、１４０…操作部、１４１…カメラ部、１５０…記憶部、１５１…内部記憶部、１５２…外部記憶部、１６０…外部入出力部、１７０…ＧＰＳ受信部、１８０…モーションセンサ部、１９０…電源部

請求の範囲

- [請求項1] カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する異常斜め入射光検出手段と、
- 補正対象画素の隣接画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データに第1の混色補正を行う第1の混色補正手段と、
- 補正対象画素の周辺画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データに第2の混色補正を行う第2の混色補正手段と、
- 前記異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、前記第1の混色補正手段及び前記第2の混色補正手段のうちいずれによって前記画像データの補正を行うか判定する混色補正判定手段と、を備え、
- 前記混色補正判定手段は、前記異常斜め入射光検出手段によって異常斜め入射光が検出されない場合には前記第1の混色補正手段によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行い、前記異常斜め入射光検出手段によって異常斜め入射光が検出される場合には前記第2の混色補正手段によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行う判定をする画像処理装置。
- [請求項2] 前記第2の混色補正手段は、前記補正対象画素と同色のカラーフィルタを有する4以上の画素を前記周辺画素として、前記補正対象画素の前記画素データに前記第2の混色補正を行う請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記周辺画素は、前記周辺画素に対し隣接する画素の前記カラーフィルタの種類が相互に異なる画素によって構成される請求項1又は2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記撮像素子の前記複数の画素は、M画素×N画素（ただし、Mは

3以上の整数、Nは3以上の整数)の基本配列パターンであって第1の方向及び当該第1の方向に垂直な第2の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、

前記周辺画素は、前記補正対象画素を含むM画素×N画素の範囲に含まれる画素であって前記補正対象画素と同色の前記カラーフィルタを有する画素である請求項1から3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記撮像素子の前記複数の画素は、M画素×N画素(ただし、Mは3以上の整数、Nは3以上の整数)の基本配列パターンであって第1の方向及び当該第1の方向に垂直な第2の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、

前記周辺画素は、前記補正対象画素を含むM画素×N画素の範囲よりも大きな範囲に含まれる画素であって前記補正対象画素と同色の前記カラーフィルタを有する画素である請求項1から3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記第2の混色補正手段は、前記補正対象画素及び前記周辺画素の前記画素データから導出される代表値に基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの前記第2の混色補正を行う請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記代表値は、前記補正対象画素及び前記周辺画素の前記画素データの平均値又は加重平均値である請求項6に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記代表値は、前記補正対象画素及び前記周辺画素の前記画素データの中央値又は最頻値である請求項6に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記複数の画素は、少なくとも1以上の色を含む第1色の前記カラーフィルタによって構成される第1色の画素と、前記第1色以外の少なくとも2以上の色を含む第2色の前記カラーフィルタによって構成される第2色の画素とを含み、

前記第1色の画素は、輝度信号を得るための寄与率が前記第2色の

画素の前記カラーフィルタよりも高い色の前記カラーフィルタを有し、

前記補正対象画素は、前記第 1 色の画素である請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記第 1 色の画素は、緑色、透明または白色のカラーフィルタを有する請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記撮像素子の前記複数の画素は、 M 画素 $\times$ N 画素（ただし、 M は 3 以上の整数、 N は 3 以上の整数）の基本配列パターンであって第 1 の方向及び当該第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に複数並べられた基本配列パターンを有し、

前記基本配列パターンは、隣接画素のカラーフィルタの種類が相互に異なる前記第 1 色の画素を少なくとも 5 つ含む請求項 9 又は 10 に記載の画像処理装置。

[請求項12] カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出するステップと、

補正対象画素の隣接画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第 1 の混色補正を行うステップと、

補正対象画素の周辺画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第 2 の混色補正を行うステップと、

前記異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、前記第 1 の混色補正及び前記第 2 の混色補正のうちいずれによって前記画像データの補正を行うか判定するステップと、を備え、

前記画像データの補正を行うか判定する前記ステップでは、異常斜め入射光の有無を検出する前記ステップにおいて異常斜め入射光が検出されない場合には前記第 1 の混色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出する前記ステップにおいて異常斜め入射光が検出される場合には前記第 2 の混

色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行う判定をする画像処理方法。

[請求項13]

カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する手順と、

補正対象画素の隣接画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第1の混色補正を行う手順と、

補正対象画素の周辺画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第2の混色補正を行う手順と、

前記異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、前記第1の混色補正及び前記第2の混色補正のうちいずれによって前記画像データの補正を行うか判定する手順と、をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記画像データの補正を行うか判定する前記手順では、異常斜め入射光の有無を検出する前記手順において異常斜め入射光が検出されない場合には前記第1の混色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出する前記手順において異常斜め入射光が検出される場合には前記第2の混色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行う判定をするプログラム。

[請求項14]

カラーフィルタ及びフォトダイオードを含み受光量に応じた画素データを出力する複数の画素を有する撮像素子より出力される画像データから、異常斜め入射光の有無を検出する手順と、

補正対象画素の隣接画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第1の混色補正を行う手順と、

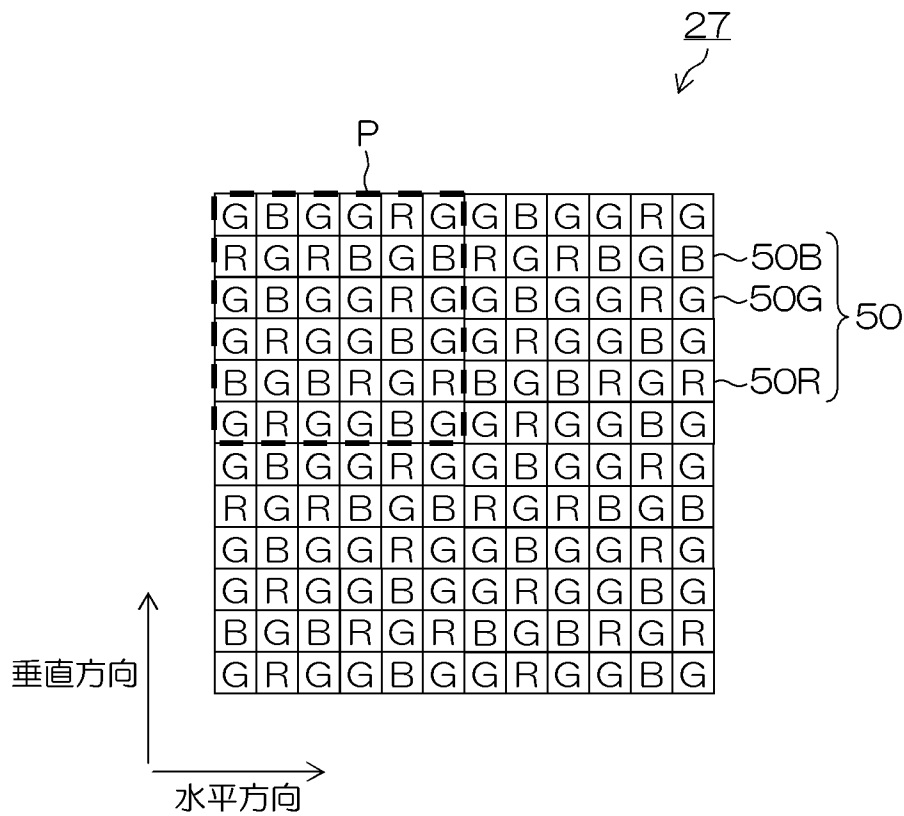
補正対象画素の周辺画素の前記画素データに基づいて、前記補正対象画素の前記画素データの第2の混色補正を行う手順と、

前記異常斜め入射光検出手段の検出結果に応じて、前記第1の混色

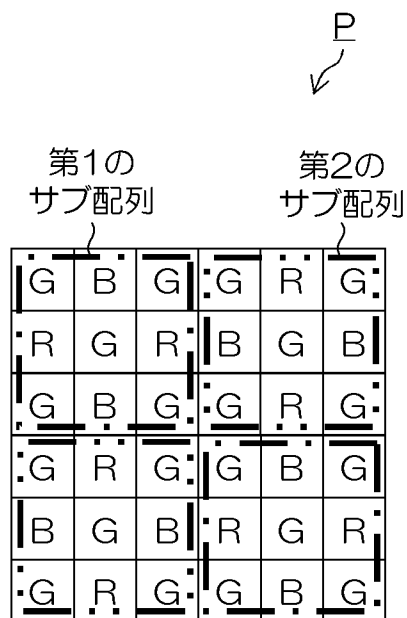
補正及び前記第2の混色補正のうちいずれによって前記画像データの補正を行うか判定する手順と、をコンピュータに実行させるためのプログラムのコンピュータ読み取り可能なコードが記録された記録媒体であって、

前記画像データの補正を行うか判定する前記手順では、異常斜め入射光の有無を検出する前記手順において異常斜め入射光が検出されない場合には前記第1の混色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行い、異常斜め入射光の有無を検出する前記手順において異常斜め入射光が検出される場合には前記第2の混色補正によって前記補正対象画素の前記画素データの補正を行う判定をする、記録媒体。

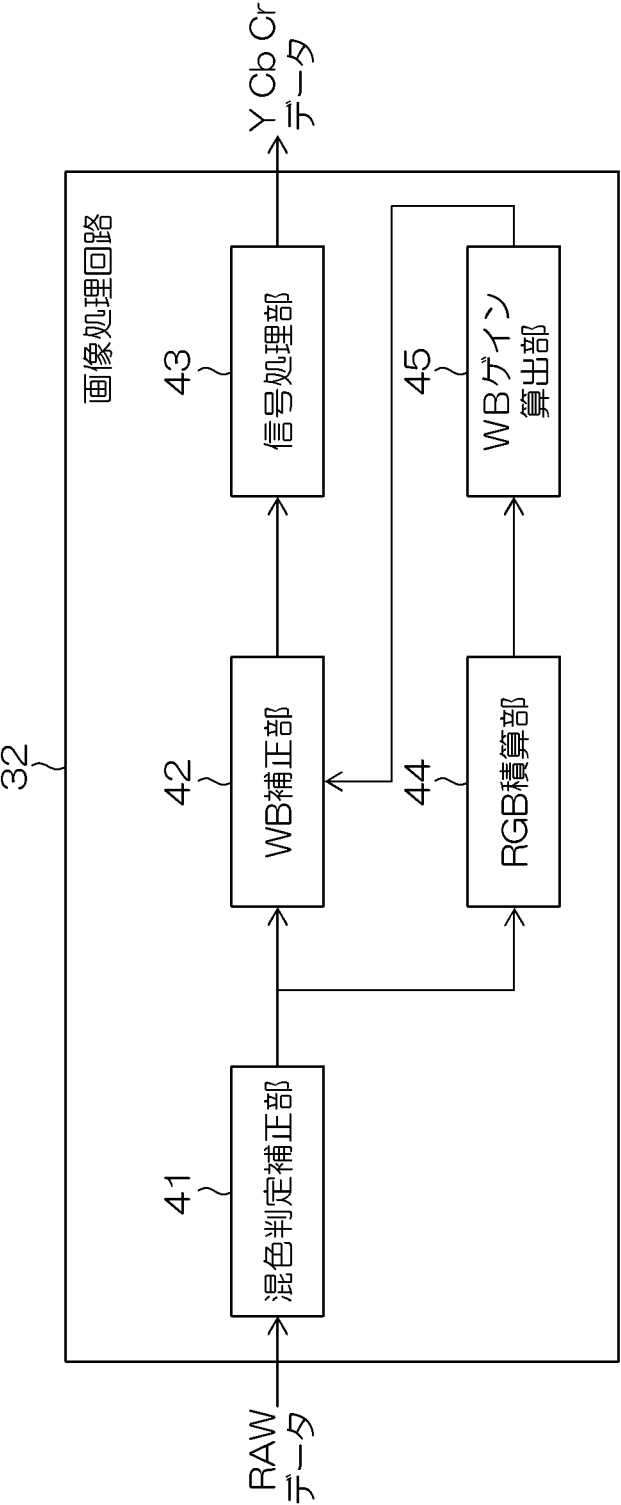
[図2A]



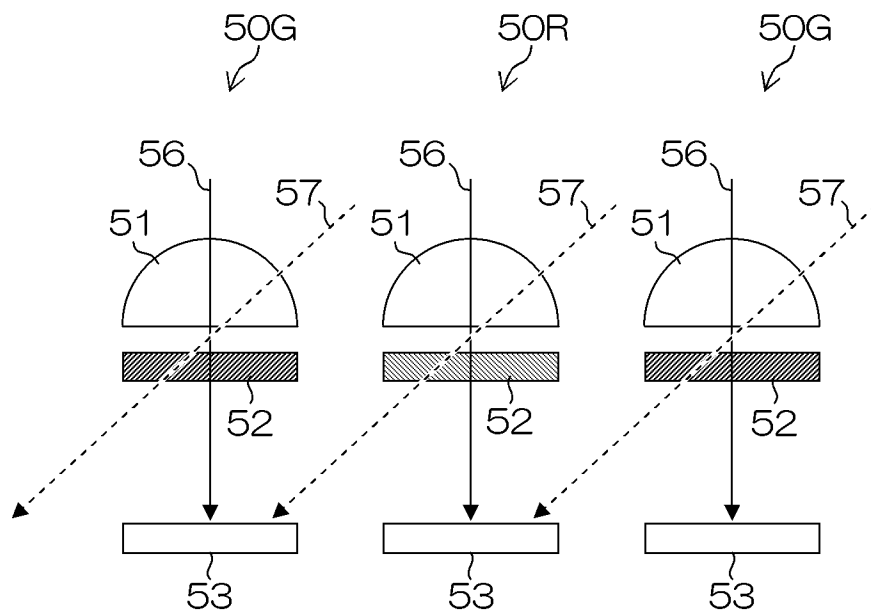
[図2B]



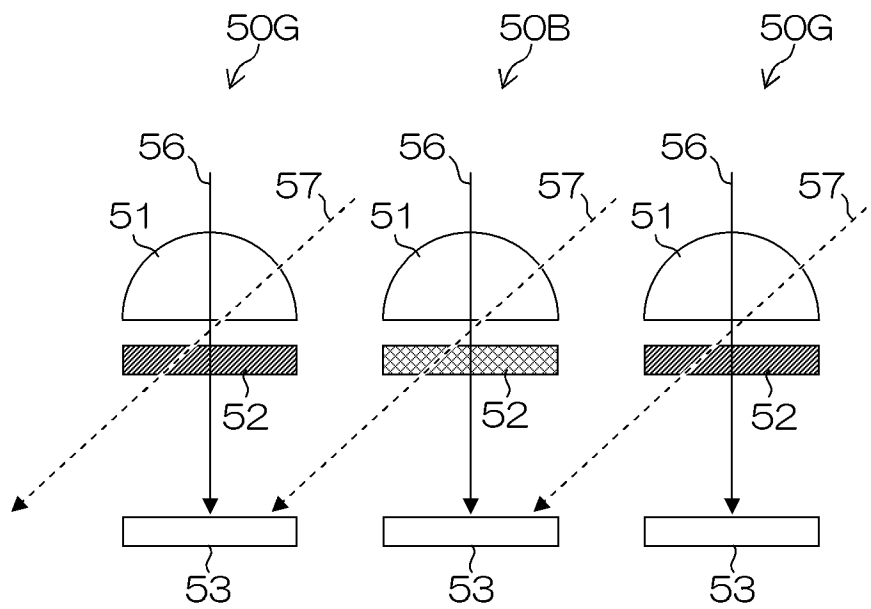
[図3]



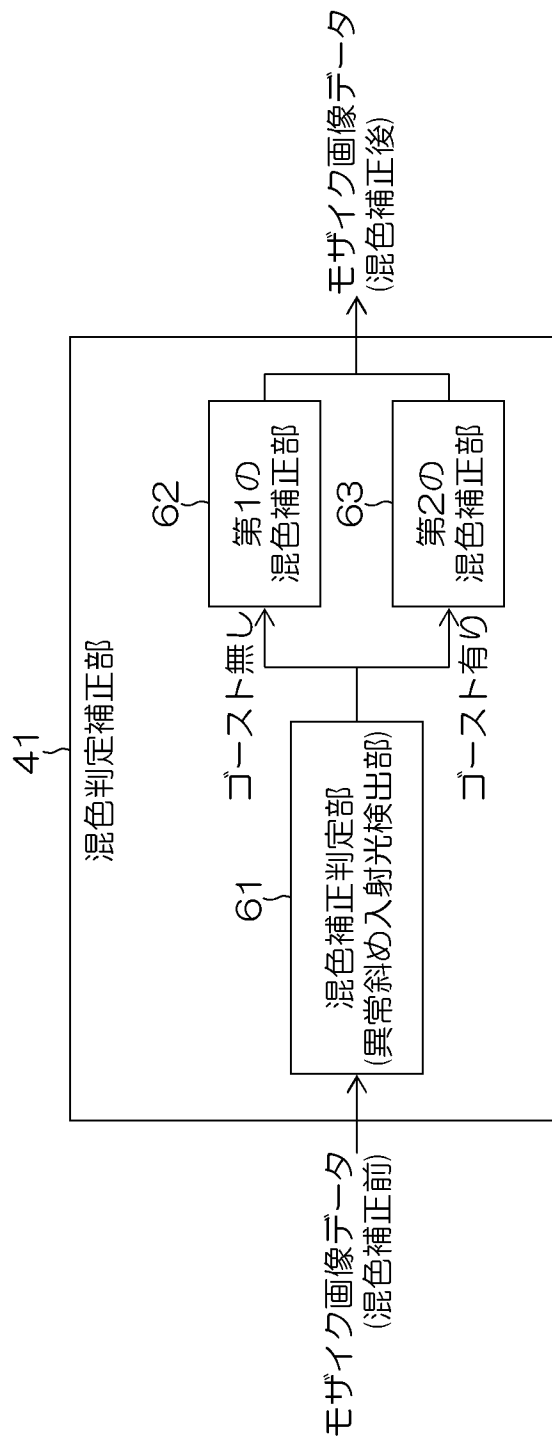
[図4A]



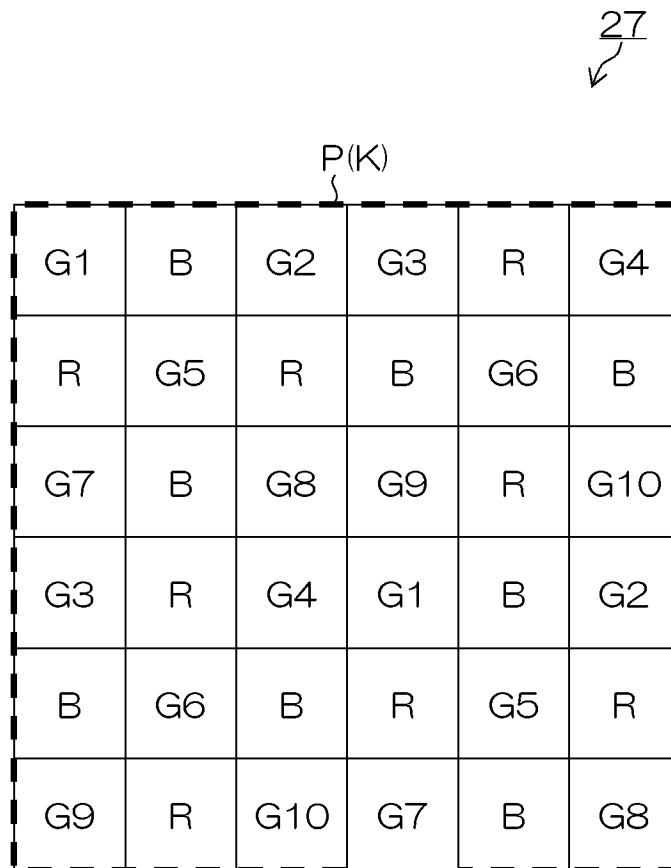
[図4B]



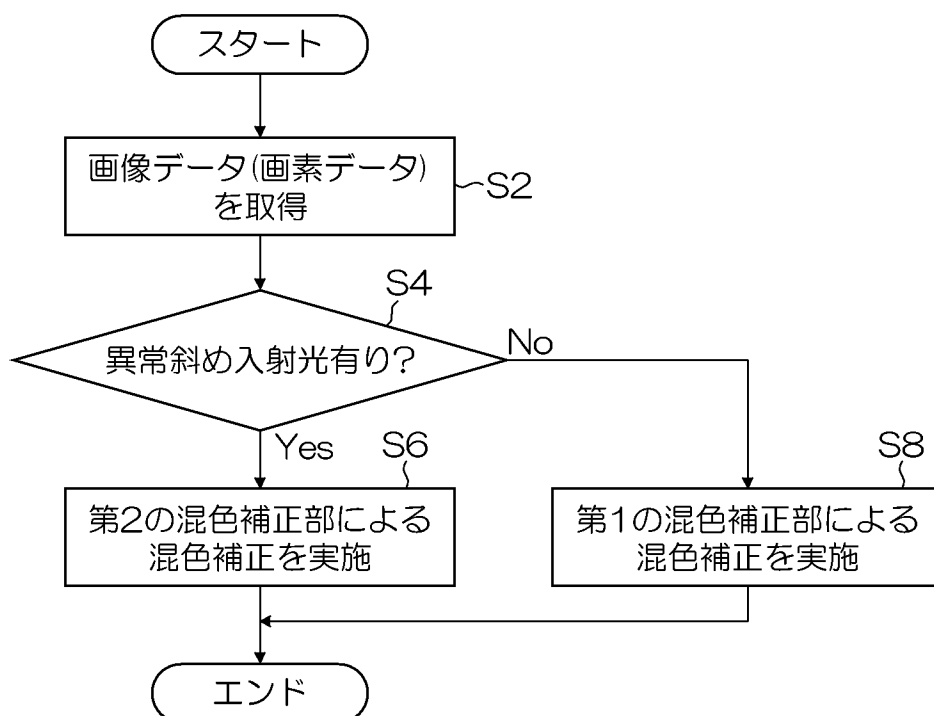
[図5]



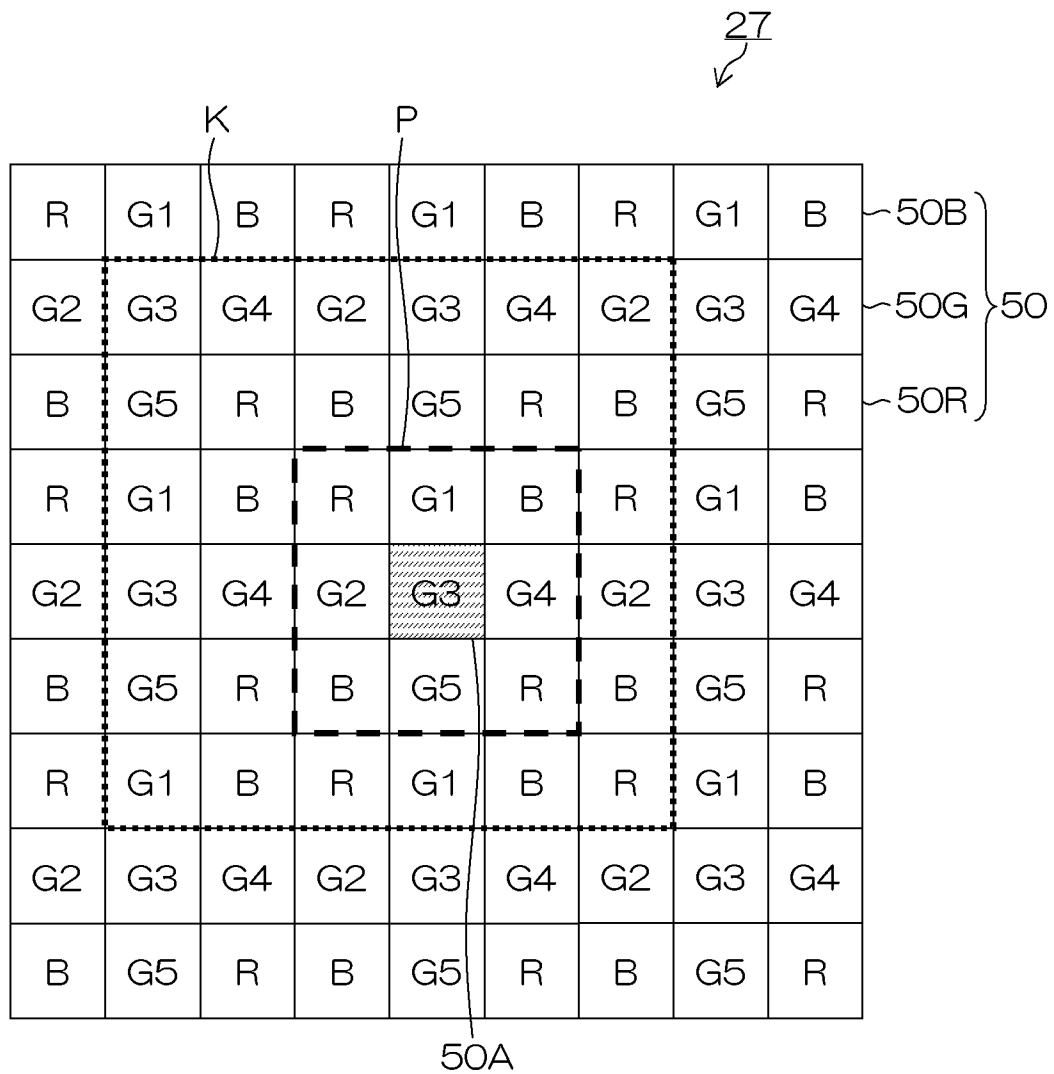
[図6]



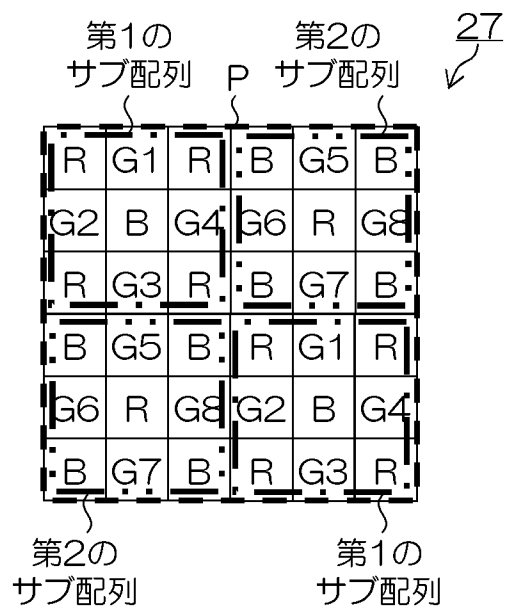
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

P

27

G1	B	R	B	G2	G1	B	R	B	G2
R	G3	B	G4	R	R	G3	B	G4	R
B	R	G5	R	B	B	R	G5	R	B
R	G6	B	G7	R	R	G6	B	G7	R
G8	B	R	B	G9	G8	B	R	B	G9
G1	B	R	B	G2	G1	B	R	B	G2
R	G3	B	G4	R	R	G3	B	G4	R
B	R	G5	R	B	B	R	G5	R	B
R	G6	B	G7	R	R	G6	B	G7	R
G8	B	R	B	G9	G8	B	R	B	G9

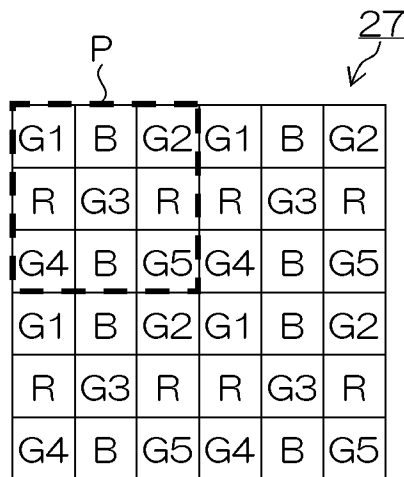
[図11]

P

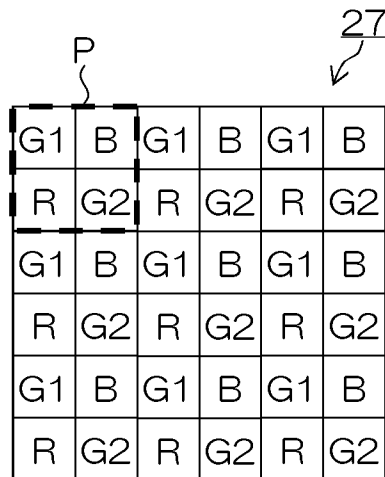
27

R	B	G1	R	B	G1
B	R	G2	B	R	G2
G5	G4	G3	G5	G4	G3
R	B	G1	R	B	G1
B	R	G2	B	R	G2
G5	G4	G3	G5	G4	G3

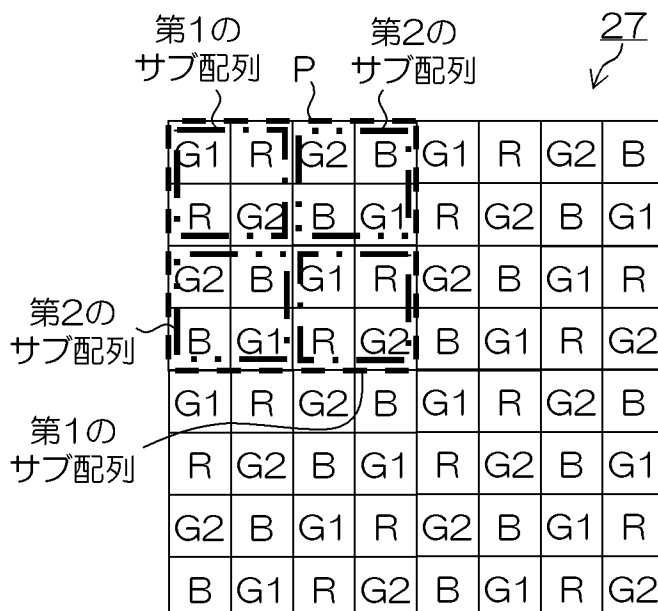
[図12]



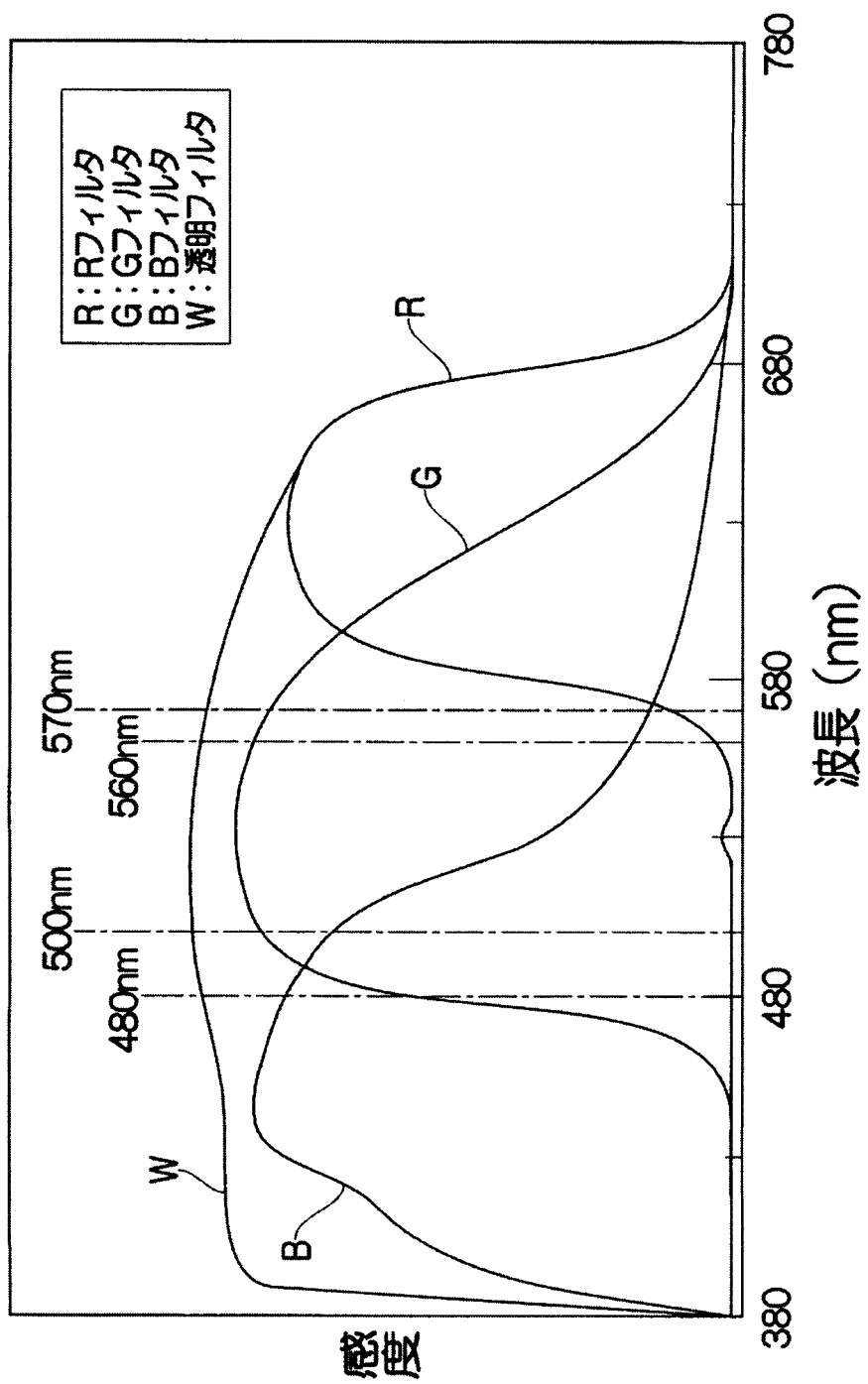
[図13A]



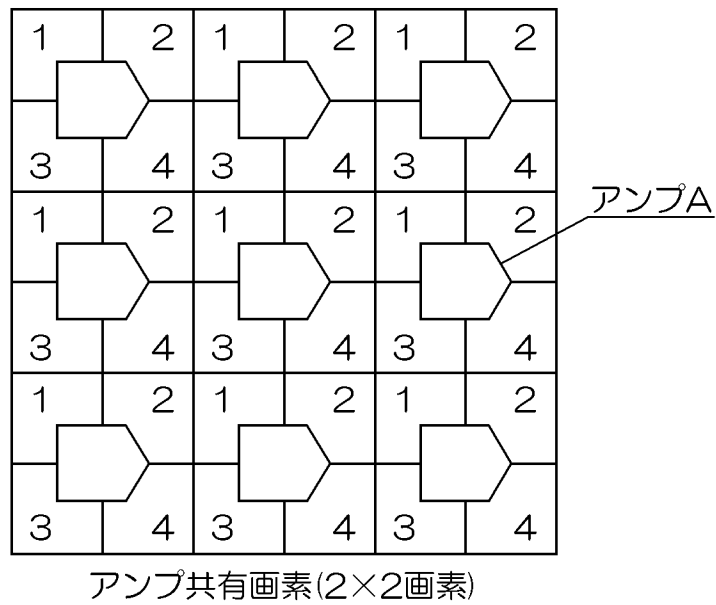
[図13B]



[図14]



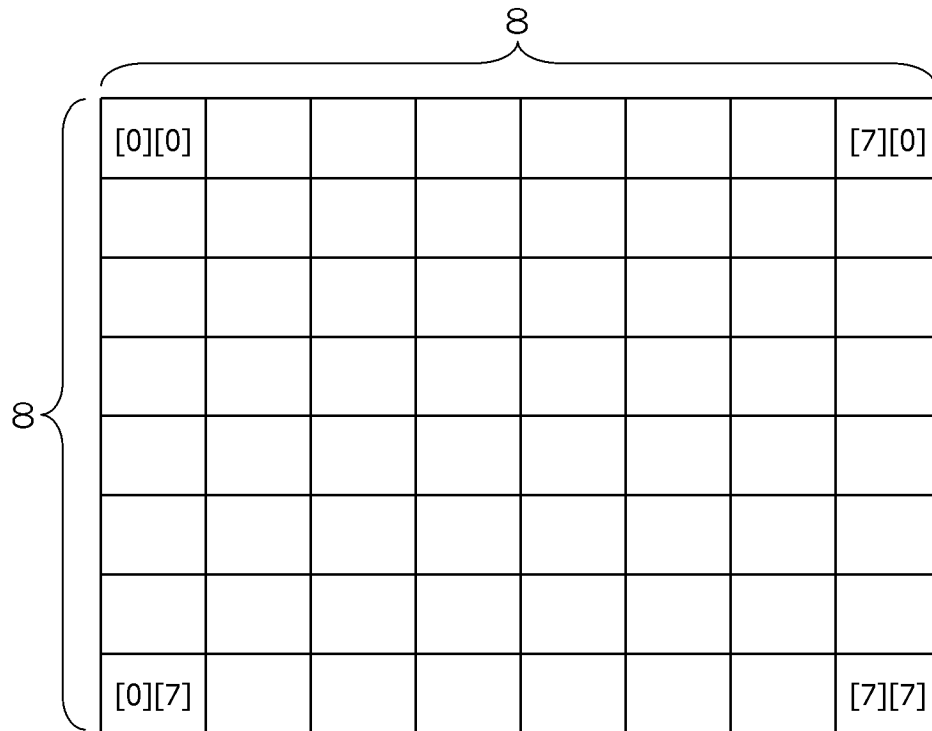
[図15]



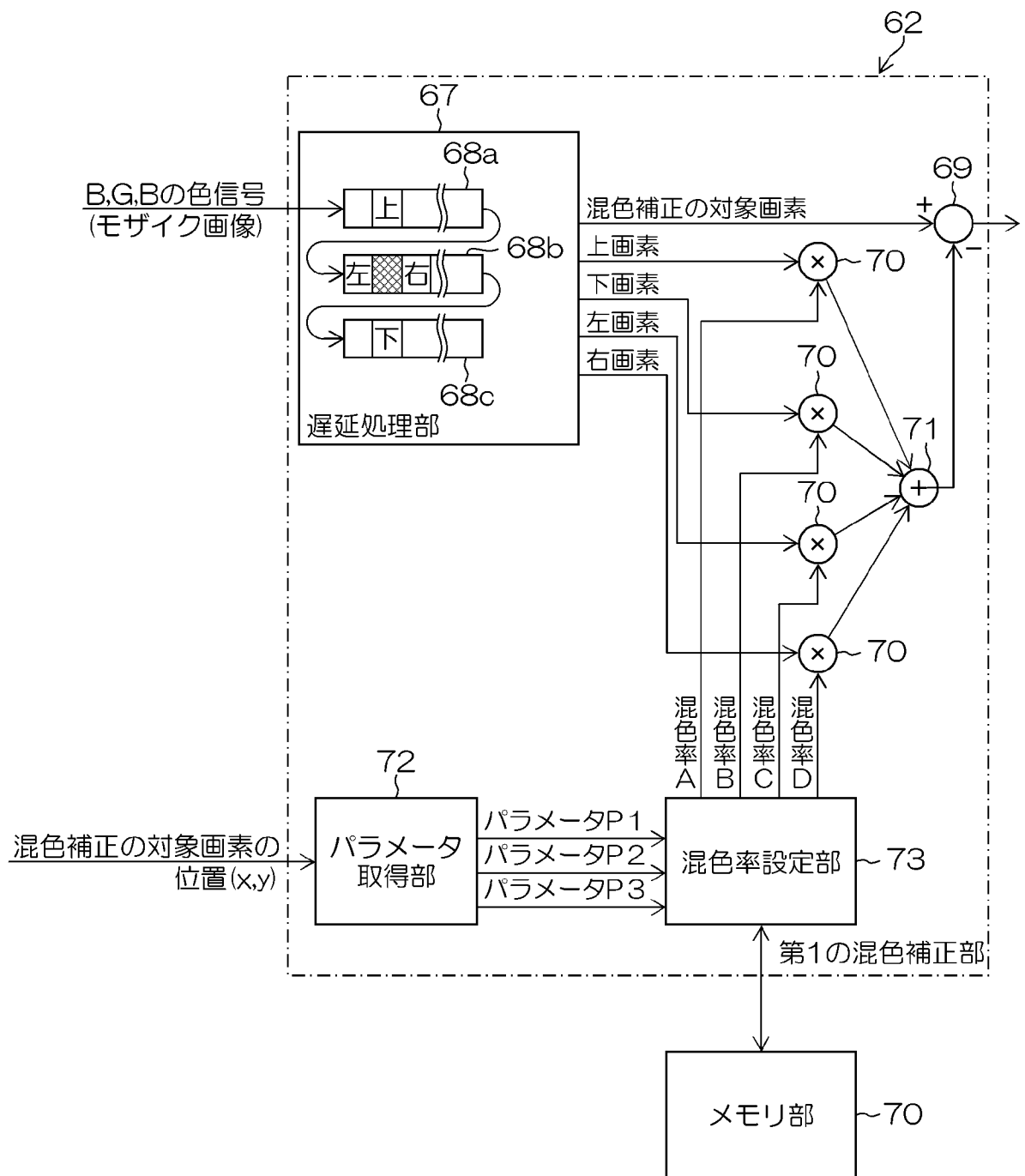
[図16]

パラメータ (P1、P2)		混色率
隣接画素の色 (P1)	自画素の位置 (P2)	
R	1	A1
	2	A2
	3	A3
	4	A4
G	1	A5
	2	A6
	3	A7
	4	A8
B	1	A9
	2	A10
	3	A11
	4	A12

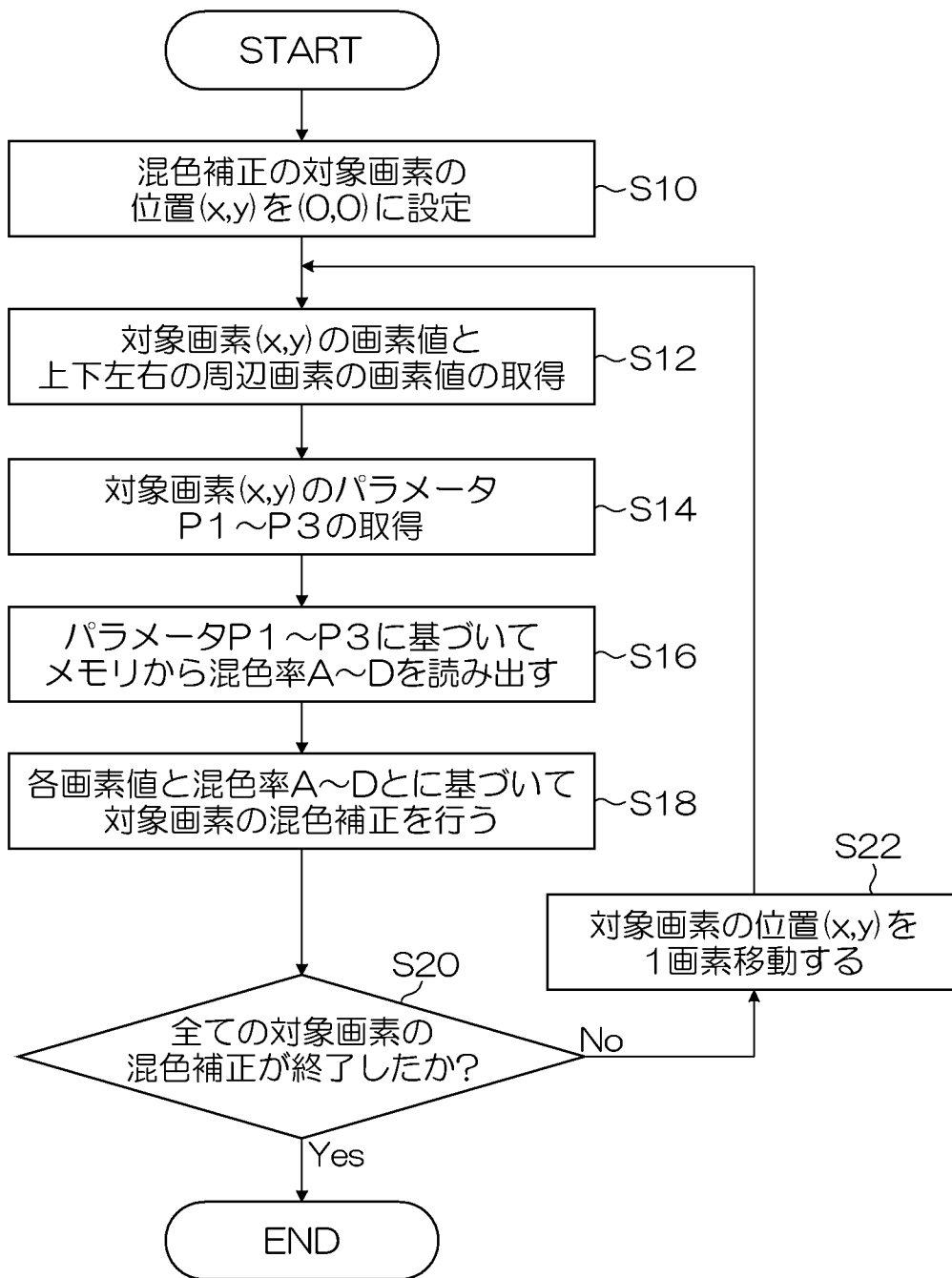
[図17]



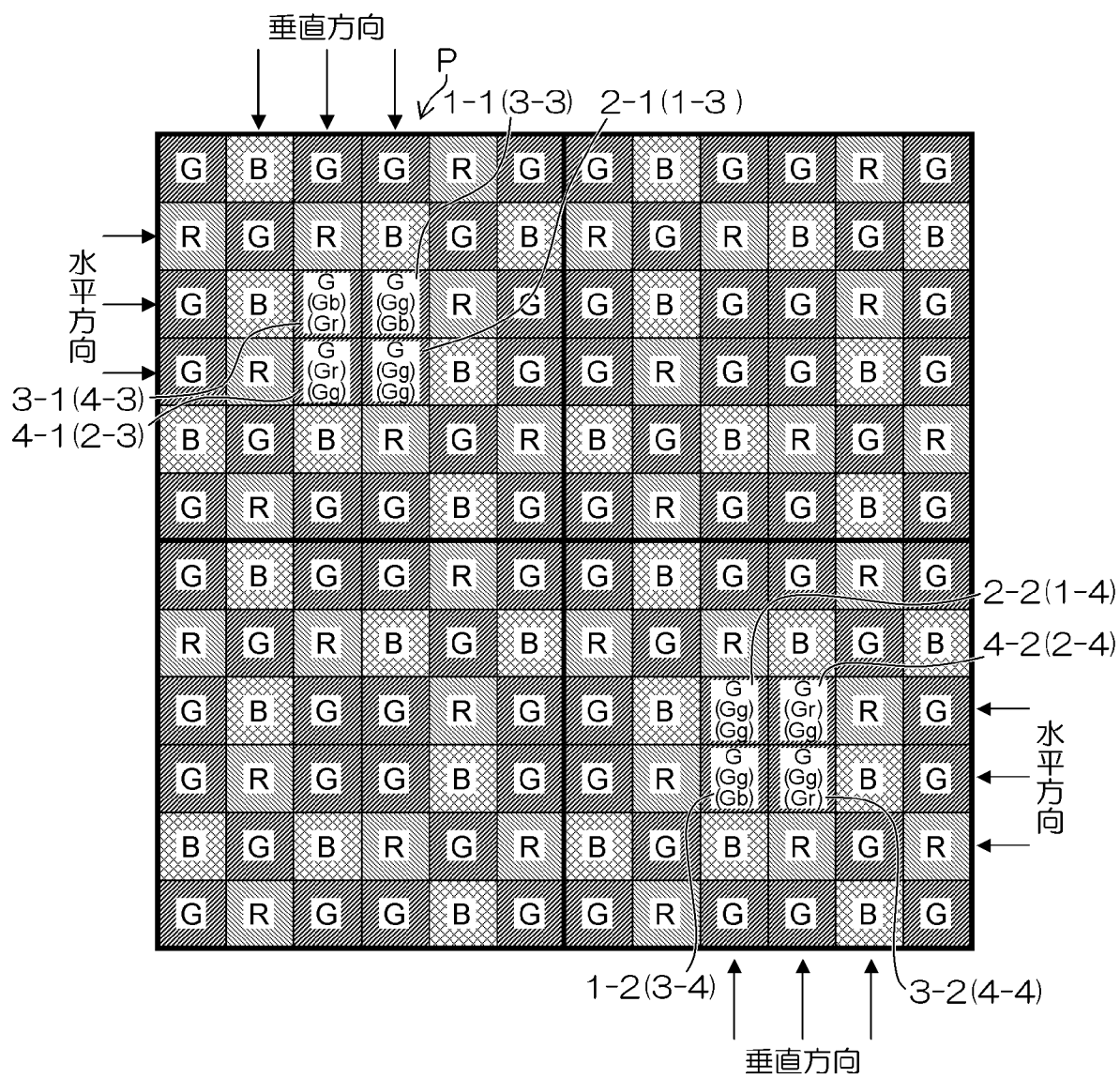
[図18]



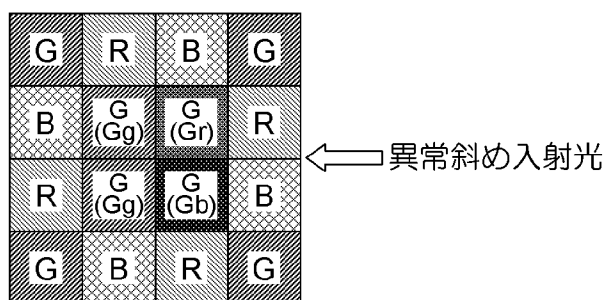
[図19]



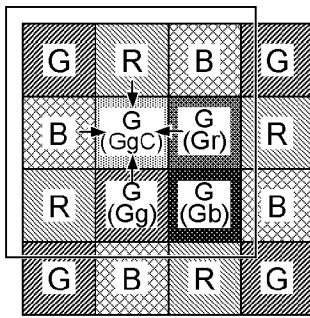
[図20]



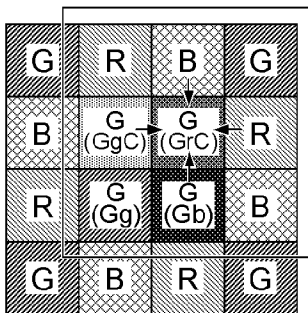
[図21A]



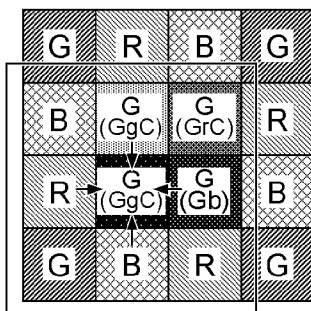
[図21B]



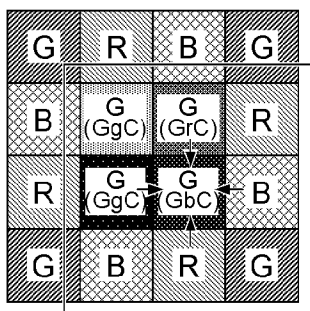
[図21C]



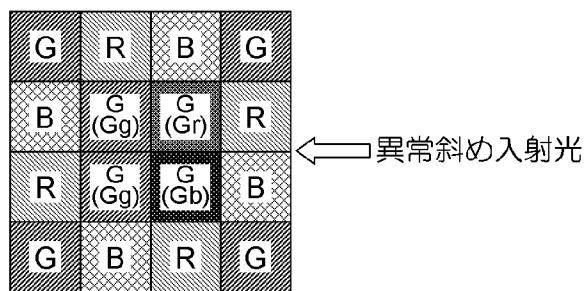
[図21D]



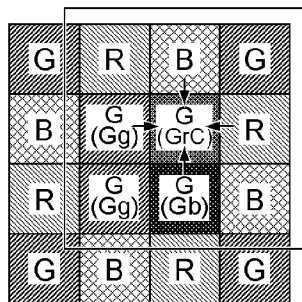
[図21E]



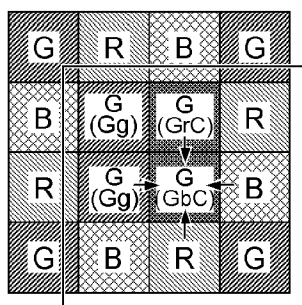
[図22A]



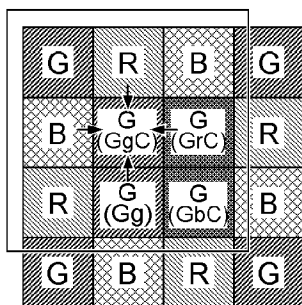
[図22B]



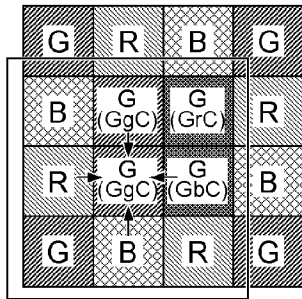
[図22C]



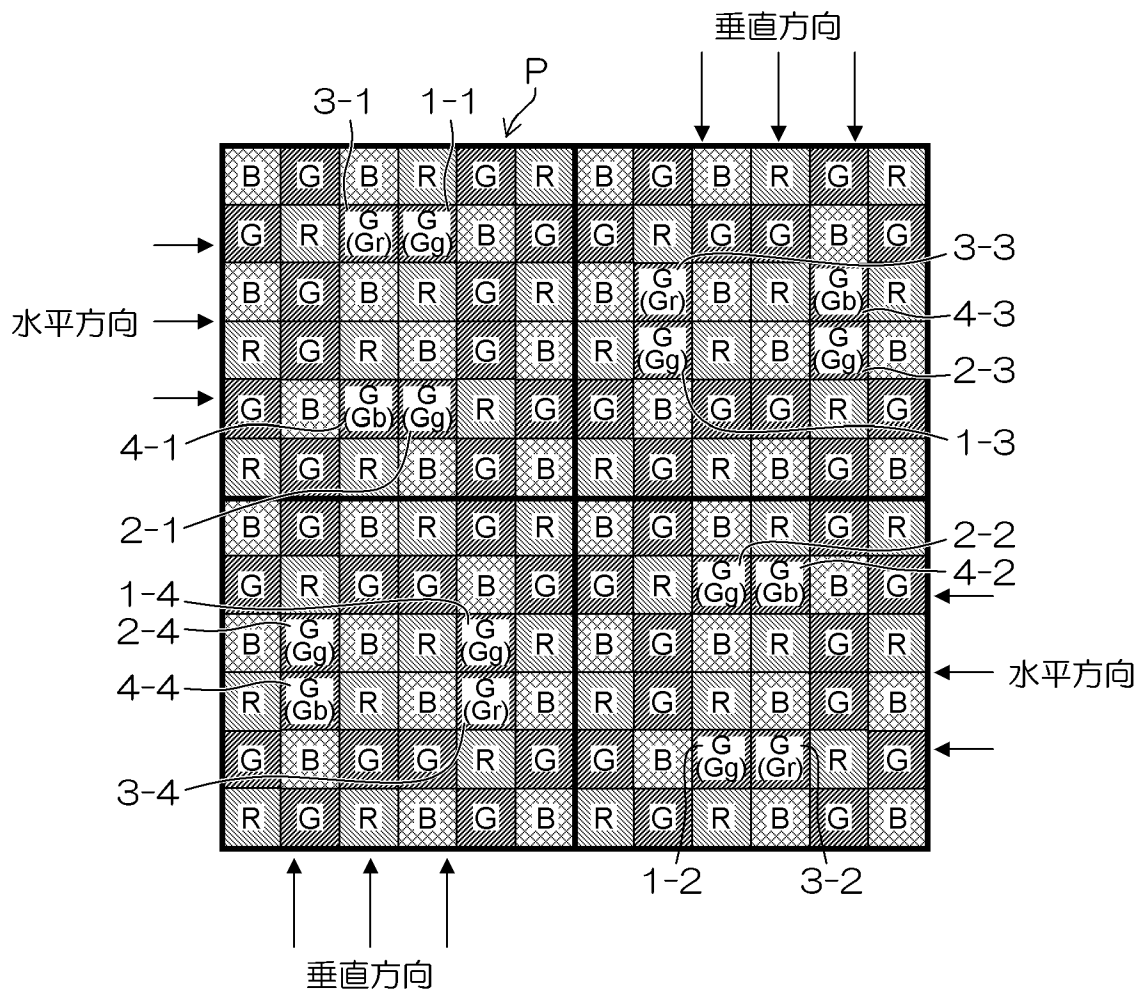
[図22D]



[図22E]



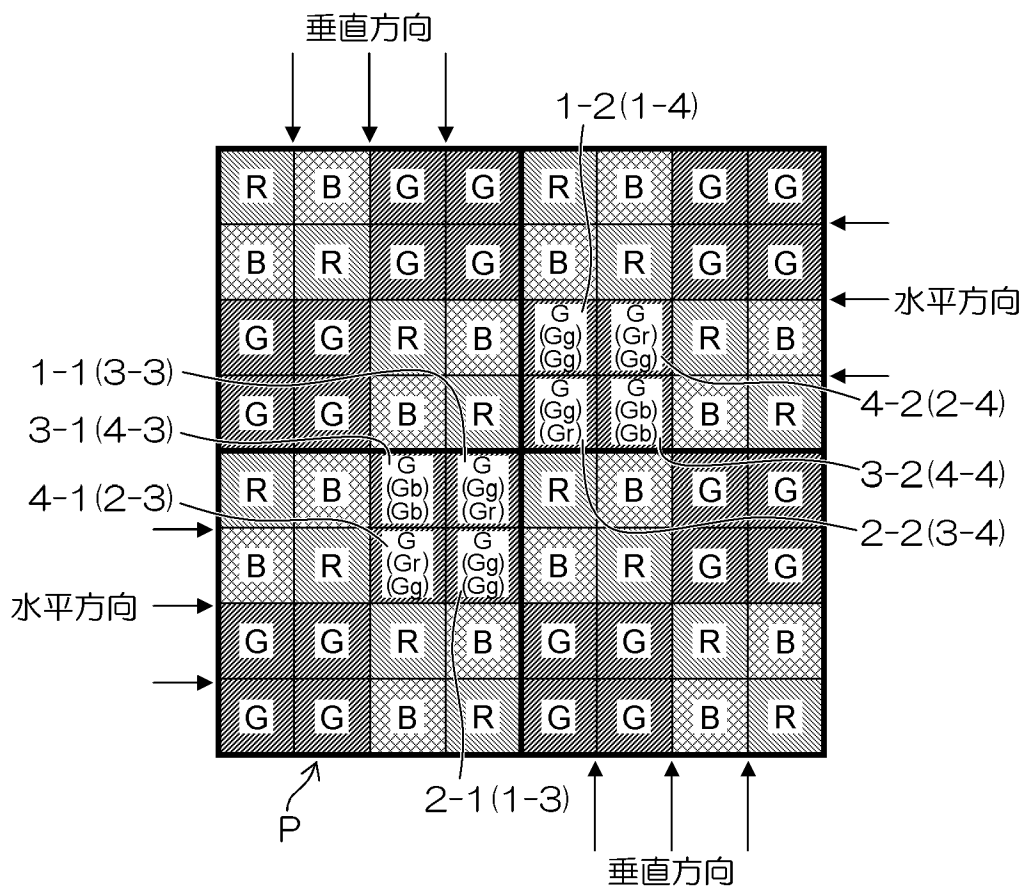
[図23]



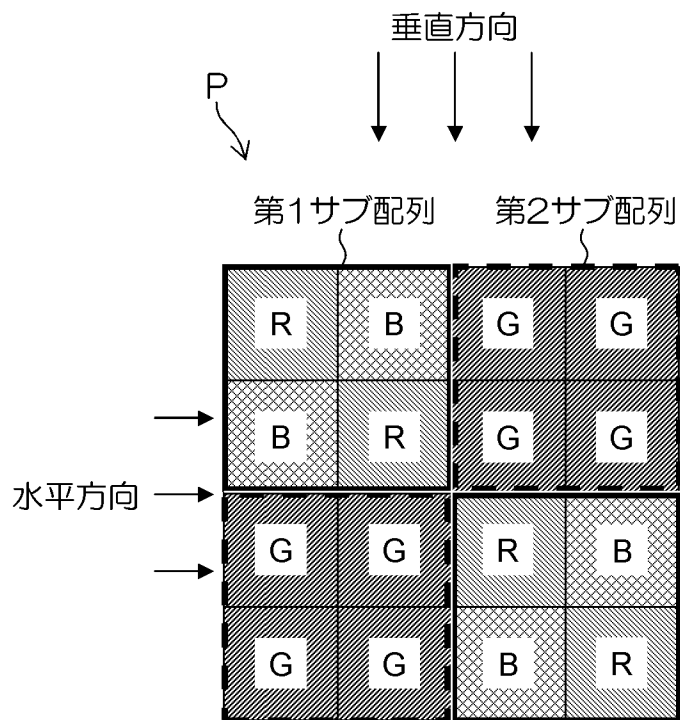
[図24]



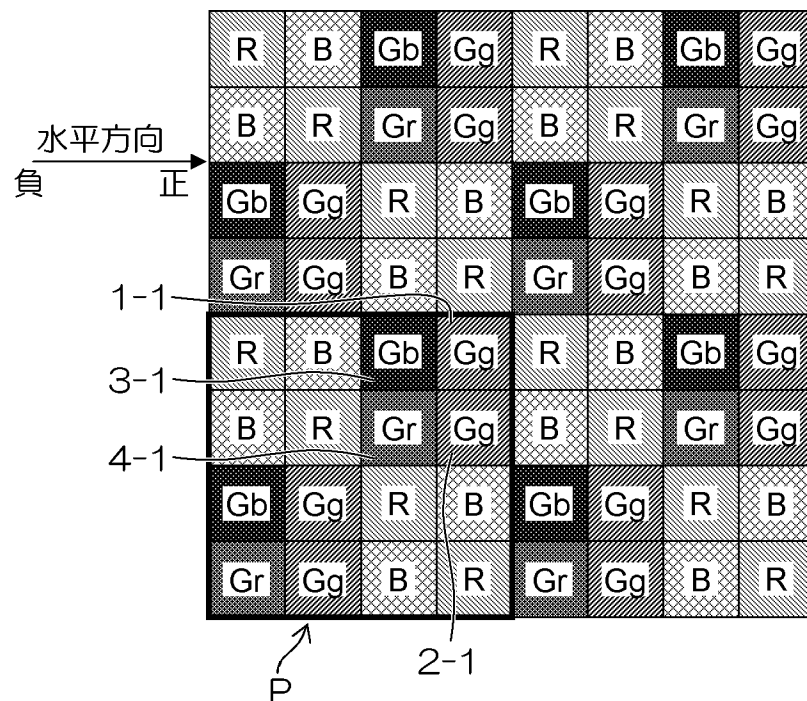
[図25]



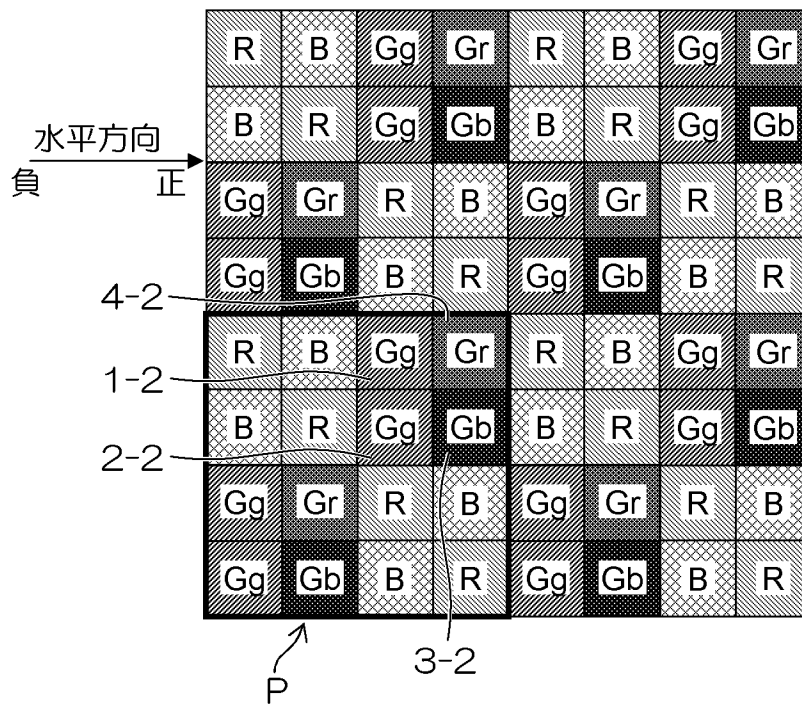
[図26]



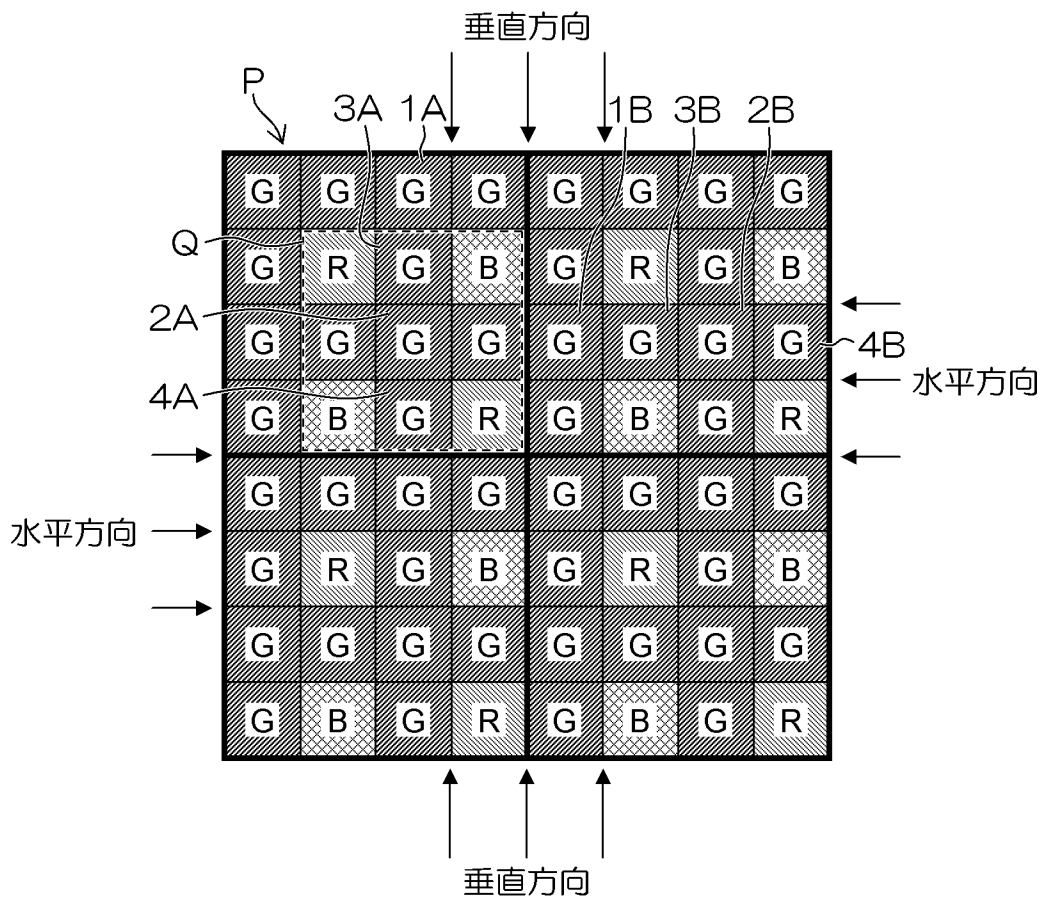
[図27]



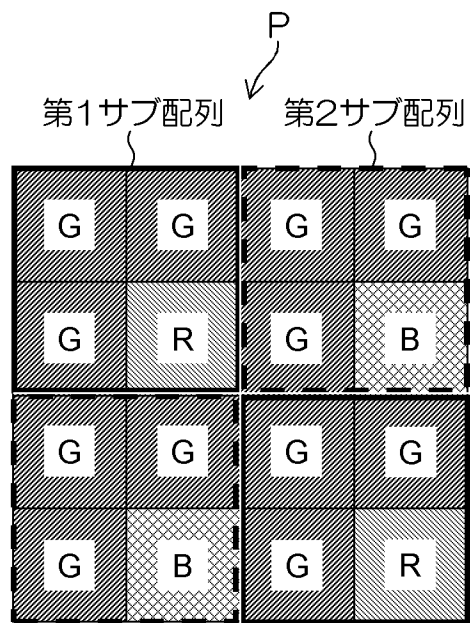
[図28]



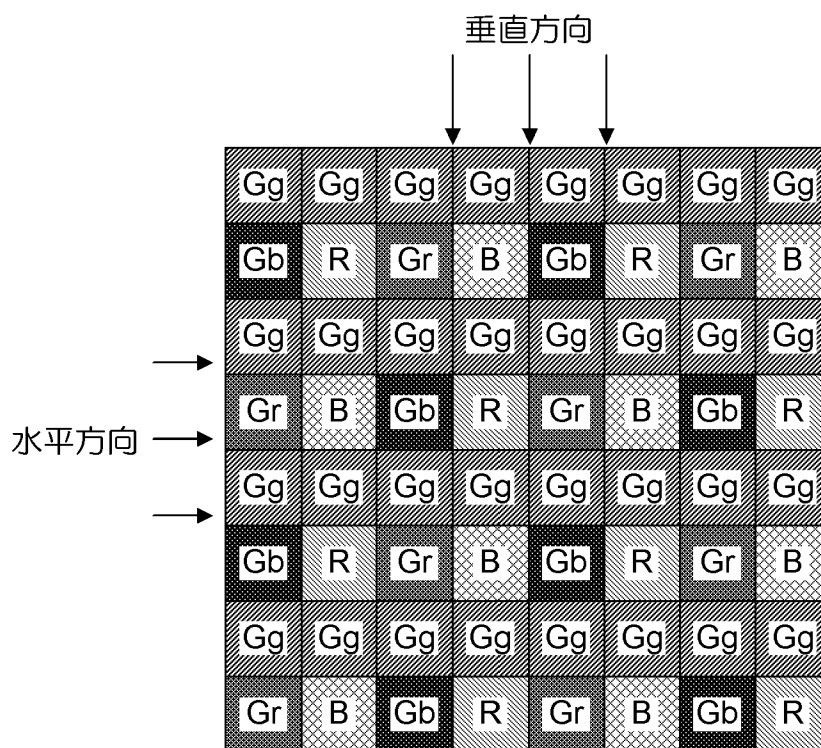
[図29]



[図30]



[図31]



[illegible]

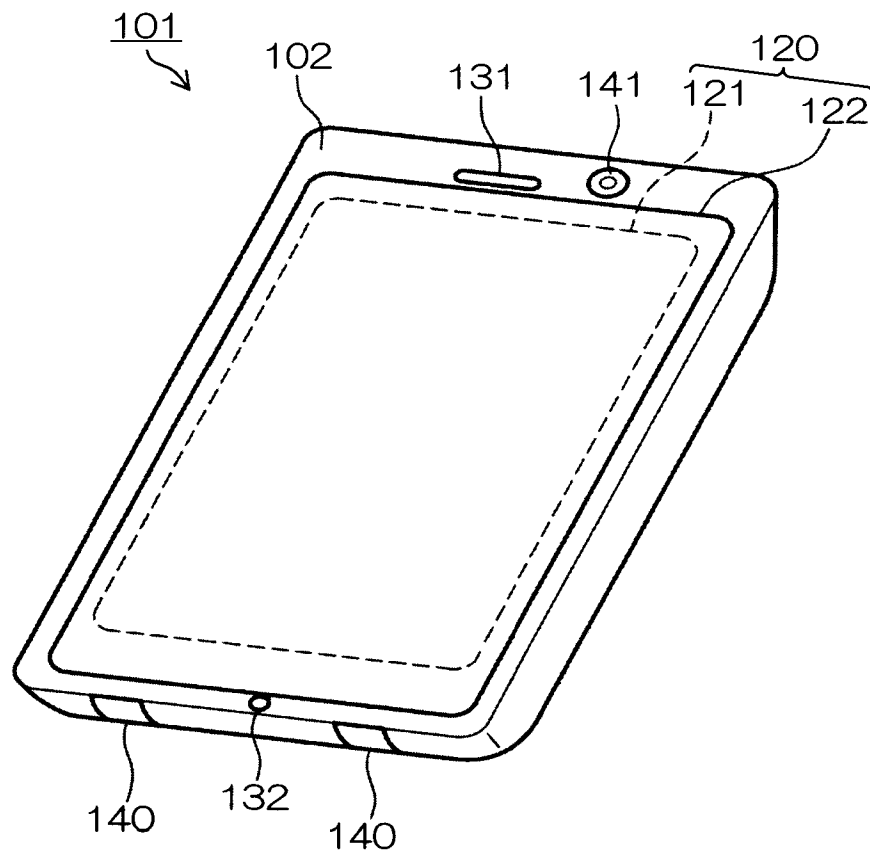
Diagram illustrating a 3D coordinate system for a 3D printing process, showing a grid of points (G, R, B) arranged in a 3D structure.

The grid is divided into three sections:

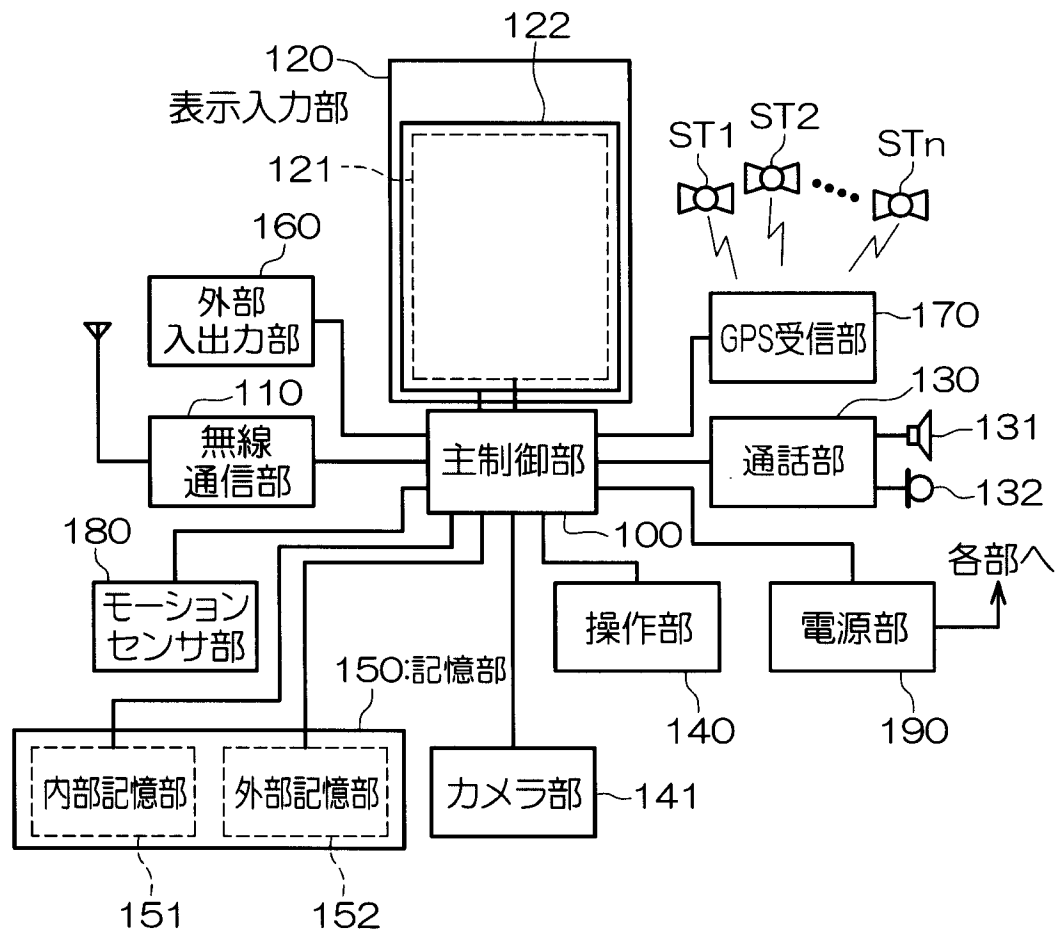
- Top Section (P):** A 3x3 grid of points (G, R, B) arranged in a repeating pattern.
- Middle Section (垂直方向):** A 3x3 grid of points (G, R, B) arranged in a repeating pattern.
- Bottom Section (水平方向):** A 3x3 grid of points (G, R, B) arranged in a repeating pattern.

The grid is composed of 27 points (3x3x3) arranged in a 3D structure. The points are labeled G, R, and B, representing different materials or colors used in the 3D printing process.

[図34]



[図35]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(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

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2012-009919 A (Olympus Imaging Corp.), 12 January 2012 (12.01.2012), paragraphs [0013] to [0049]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1, 2, 6-10, 12-14 3-5, 11
Y A	JP 2010-130583 A (Canon Inc.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0034] to [0109]; fig. 1 to 3 & US 2010/0134660 A1 & US 2012/0293681 A1 & EP 2192763 A2 & KR 10-2010-0061352 A & CN 101754029 A	1, 2, 6-10, 12-14 3-5, 11
A	JP 2011-066801 A (Canon Inc.), 31 March 2011 (31.03.2011), entire text; all drawings & US 2011/0069210 A1	1-14

☒ 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
03 February, 2014 (03.02.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080411

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 2012-204449 A (Sony Corp.), 22 October 2012 (22.10.2012), entire text; all drawings & US 2012/0242874 A1 & CN 102693991 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/07(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（I P C））

Int.Cl. H04N9/07

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y A	JP 2012-009919 A（オリンパスイメージング株式会社）2012.01.12, 段落【0013】～【0049】、図1～図7（ファミリーなし）	1, 2, 6-10, 12-14 3-5, 11
Y A	JP 2010-130583 A（キヤノン株式会社）2010.06.10, 段落【0034】～【0109】、図1～図3 & US 2010/0134660 A1 & US 2012/0293681 A1 & EP 2192763 A2 & KR 10-2010-0061352 A & CN 101754029 A	1, 2, 6-10, 12-14 3-5, 11

☒ 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

0 3 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

内田 勝久

5 V

3 7 9 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 1

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 2011-066801 A (キヤノン株式会社) 2011. 03. 31, 全文、全図 & US 2011/0069210 A1	1-14
A	JP 2012-204449 A (ソニー株式会社) 2012. 10. 22, 全文、全図 & US 2012/0242874 A1 & CN 102693991 A	1-14