

(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
2002年7月18日 (18.07.2002)

PCT

(10)国際公開番号
WO 02/056604 A1

- (51)国際特許分類⁷: H04N 9/07
- (21)国際出願番号: PCT/JP02/00036
- (22)国際出願日: 2002年1月9日 (09.01.2002)
- (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2001-979 2001年1月9日 (09.01.2001) JP
特願2001-980 2001年1月9日 (09.01.2001) JP
- (71)出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35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): 光永知生 (MITSUNAGA,Tomoo) [JP/JP]; 〒141-0022 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原
- 研究所内 Tokyo (JP). 小林 誠司 (KOBAYASHI,Seiji) [JP/JP]; 〒141-0022 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内 Tokyo (JP). 小野 博明 (ONO,Hiroaki) [JP/JP]; 〒141-0022 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内 Tokyo (JP).
- (74)代理人: 稲本義雄 (INAMOTO,Yoshio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目11番18号 711ビルディング4階 Tokyo (JP).
- (81)指定国(国内): JP, US.
- (84)指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54)発明の名称: 画像処理装置

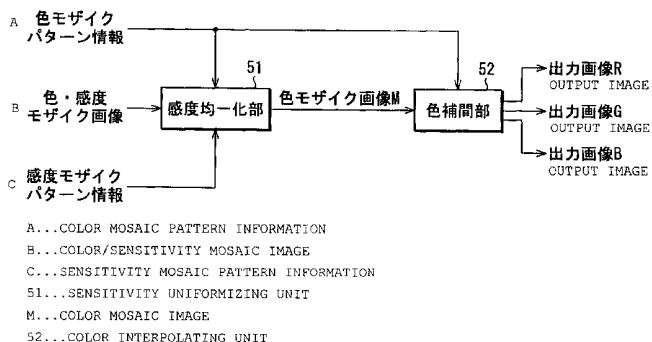


image (M) to generate output images (R, G, B). This image processing device can be applied to digital cameras that convert picked up optical images into wide-dynamic-range color image signals.

(57) Abstract: An image processing device which can restore a wide-dynamic-range image signal, having the sensitivity characteristics of each pixel uniformized and having each pixel provided with all of the plurality of color components, from a color/sensitivity mosaic image obtained by using a single-plate CCD image sensor or the like. A sensitivity uniformizing unit uniformizes the sensitivity of each pixel in a color/sensitivity mosaic image to generate a color mosaic image, and a color interpolating unit interpolates the color components of each pixel in a color mosaic

[続葉有]

WO 02/056604 A1



(57) 要約:

本発明は、単板式CCDイメージセンサ等を用いて取得した色・感度モザイク画像から、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する広ダイナミックレンジのカラー画像信号を復元できるようにした画像処理装置に関する。

感度均一化部は、色・感度モザイク画像の各画素の感度を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間部は、色モザイク画像Mの各画素の色成分を補間して出力画像R, G, Bを生成する。本発明は、撮像した光学像を広ダイナミックレンジのカラー画像信号に変換するデジタルカメラに適用することができる。

明細書

画像処理装置

技術分野

5 本発明は、画像処理装置に関し、例えば、単板式 CCD イメージセンサ等を用いて取得した画像信号から、広ダイナミックレンジのカラー画像信号を生成する場合に用いて好適な画像処理装置に関する。

背景技術

10 CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等のような固体撮像素子が、ビデオカメラやディジタルスチルカメラ等の撮像装置、FA (Factory Automation) の分野における部品検査装置、および ME (Medical Electronics) の分野における電子内視鏡等の光計測装置に幅広く利用されている。

15 従来、固体撮像素子を用いた撮像装置および光計測機器のダイナミックレンジを向上させるために、画素毎に異なる感度で計測した光強度信号を合成する方法が知られている。以下、そのような第 1 乃至第 4 の従来方法について説明する。

第 1 の従来方法としては、光学的に複数の透過率の異なる光軸に分岐させた入射光をそれぞれの光軸上に配置させた固体撮像素子で計測する方法を挙げることができる。この方法は、特開平 8-223491 号公報等に開示されている。しかしながら、第 1 の方法では、複数の固体撮像素子および光を分岐させる複雑な光学系が必要となるので、省コスト化や省スペース化の面で不利である問題があった。

第 2 の従来方法としては、1 つの固体撮像素子を用い、その露光時間を複数に分割して複数枚の画像を撮像した後、それらを合成する方法を挙げができる。この方法は、特開平 8-331461 号公報等に開示されている。しかしながら、第 2 の方法では、異なる感度で計測された情報は異なる時刻に撮像された

ものであり、かつ、異なる時間幅で撮像されているので、光強度が時々刻々と変化するような動的なシーンを正しく撮像できないという問題があった。

第3の従来方法としては、1つの固体撮像素子を用い、固体撮像素子の撮像面で互いに隣接する複数の受光素子を1組として、受光素子の1組を出力画像の1画素に対応させるようにし、1組を構成する複数の受光素子の感度をそれぞれ異なるように設定して撮像する方法を挙げることができる。この方法は、米国特許第5 7 8 9 7 3 7号公報に開示されている。固体撮像素子を構成する受光素子のそれぞれの感度を変化させる方法としては、各受光素子を透過率の異なるフィルタで覆う方法がある。また、特開2 0 0 0 - 6 9 4 9 1号公報には、第3の従来方法をカラー画像に適応する技術が開示されている。

第3の従来方法によれば、第1の従来方法において問題であった省コスト化や省スペース化の面で有利となる。また、第2の従来方法において問題であった動的シーンを正しく撮像できないことを解決することができる。しかしながら、第3の従来方法では、隣接する複数の受光素子を1組として出力画像の1画素に対応させてるので、出力画素の解像度を確保するためには、出力画像の画素数の数倍の受光素子から成る撮像素子が必要であり、ユニットセルサイズが大きくなる課題があった。

第4の従来方法としては、通常のダイナミックレンジを有する撮像素子に、出力画像の1画素に対応する1つの受光素子毎、その露出が異なるような仕組みを施して撮像し、得られた画像信号に所定の画像処理を施して広ダイナミックレンジの画像信号を生成する方法を挙げができる。受光素子毎の露出が異なるような仕組みは、受光素子毎に光の透過率や開口率を変えたりすることによって、空間的な感度のパターンをつくることにより実現する。この方法は、文献「S. K. Nayar and T. Mitsunaga, "High Dynamic Range Imaging:Spatially Varying Pixel Exposures", Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition 2000, Vol. 1, pp. 472-479, June, 2000」に開示されている。

第4の従来方法では、各受光素子は1種類の感度だけを有する。よって、撮像

された画像の各画素は本来の撮像素子が有するダイナミックレンジの情報しか取得することができないが、得られた画像信号に所定の画像処理を施し、全ての画素の感度が均一になるようにすることによって、結果的にダイナミックレンジが広い画像を生成することができる。また、全ての受光素子が同時に露光するので、
5 動きのある被写体を正しく撮像することができる。さらに、1つの受光素子が出力画像の1画素に対応しているので、ユニットセルサイズが大きくなる問題も生じない。

上述したように、第4の従来方法は、第1乃至第3の従来方法の問題を解決することが可能である。しかしながら、第4の従来方法は、モノクロ画像を生成することを前提としたものであり、カラー画像を生成することについては、その技術が確立されていない課題があった。具体的には、画素毎に色や感度が異なる画像から、全ての画素について、全ての色成分の画像信号を生成し、かつ、感度を均一化する技術は従来確立されていない課題があった。
10

15 発明の開示

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、画素毎に色や感度が異なる色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成できるようにすることを目的とする。

20 本発明の第1の画像処理装置は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、
25 各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする。

前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイク

パターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の
5 単色画像生成手段とを含むことができる。

前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。

10 前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

15 前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

25 本発明の第1の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイク

パターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補正する補正手段とを含むことができる。

前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するように

することができ、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成手段とを含むことができる。

本発明の第1の画像処理方法は各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非

線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイク
5 パターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている
10 感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第1の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

25 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成す

るようになることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ
5 うにすることができる。

前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で
10 補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

15 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
20 して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感
25 度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第1の記録媒体のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいず

れかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されて
5 おり、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する
10 輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ
15 ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

20 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単
25 色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている

感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

5 本発明の第1の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で

補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出
5 された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイ
10 クパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理
15 で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第1のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、
20 かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

25 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する

輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。
5

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非
10 線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。
15

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。
20

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第1のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

25 前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン

情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。
5

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成す
10

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ
うにすることができる。

15 前記感度均一化ステップは、度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを
20 含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイク
25 パターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイ

クパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、
5 全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第2の画像処理装置は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色
10 成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素
15 の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする。

前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段とを含むことができる。

前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。

前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出

し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

- 5 前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

- 前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 15 本発明の第2の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

- 前記復元手段は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことができる。

- 前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変

更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようになることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
5 して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようになることができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する
10 判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補正する補正手段とを含むことができる。

15 前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようになることができ、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成す
20 るようにすることができる。

前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成手段とを含むことができる。

本発明の第2の画像処理方法は、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、

かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度
5 が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する
10 輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ
15 ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

20 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単
25 色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている

感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

5 本発明の第2の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン10 情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の15 色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

20 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようによくすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理25

で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出
5 された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイ
10 クパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理
15 で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第2の記録媒体のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを含むことを特徴とする。
25

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイ

クパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

5 前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値
10 候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイク
15 パターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第2の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク
25 画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一

化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。
5

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分10の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ
15 うにすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理
20 で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成
25

するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画
5 素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、
全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理
で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感
度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含
むことができる。

10 本発明の第2のプログラムは、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成
分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、
かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとと
もに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置さ
れ、さらに、任意の画素と任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素
15 の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度
が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元
画像を復元する復元ステップをコンピュータに実行させることを特徴とする。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザ
イクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイ
クパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する
20 輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、
および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する
複数の単色画像生成ステップとを含むことができる。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成
25 分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ
ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応す
る輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。
5

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

10 前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・
15 感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第2のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

前記復元ステップは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことができる。
20

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。
25

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色

モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようになることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色
5 モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようになることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モ
ザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパ
10 ターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を
判別する判別ステップと、判別手段の判別結果に対応して、補償ステップの処理
で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モ
ザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出
15 された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイク
パターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を
変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成
20 するようになることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイ
クパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
して復元画像を生成するようになることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画
素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、
25 全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理
で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感
度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含

むことができる。

本発明の第3の画像処理装置は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパ
5 ターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段とを含むことを特徴とする。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパ
ターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間手段は、色モ
10 ザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパ
ターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変
更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにす
15 ることができる。

前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパ
ターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにするこ
とができる。

20 前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイ
ク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、感度モザイクパターン情
報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する
判別手段と、判別手段の判別結果に対応して、補償手段が補償した各画素が有す
る色成分を補間処理によって修正する修正手段とを含むことができる。

25 前記感度均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイ
ク画像の推定画素値を算出する算出手段と、算出手段が算出した推定画素値を補
正する補正手段とを含むことができる。

前記色補間手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するよう⁵することができ、前記感度特性均一化手段は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するよう¹⁰にすることができる。

前記色補間手段は、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、¹⁵同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成手段とを含むことができる。

本発明の第3の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことができる。

本発明の第3の画像処理方法は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとを含むことを特徴とする。¹⁵

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するよう²⁰にすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するよう²⁵することができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するよう³⁰にすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようにすることができる。

- 5 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。
- 10

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

- 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。
- 15

- 20 前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。
- 25

本発明の第3の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことができる。

本発明の第3の記録媒体のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと
5 を含むことを特徴とする。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の
10 色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができる。

15 前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するようによくすることができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

25 前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第3の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第3のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成するようにすることができ、前記色補間ステップの処理は、色モザイクパターン情報に基づき、色モザイク画像の各画素の色成分を補間して復元画像を生成するようにすることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して色モザイク画像を生成す

るようになることができる。

前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、色モザイクパターン情報を更新するよ
5 うにできる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、判別ステップの処理での判別結果に対応して、補償ス
10 テップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことができる。

前記感度均一化ステップは、感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、算出ステップの処理で算出された推定画素値を補正する補正ステップとを含むことができる。

15 前記色補間ステップの処理は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成するようにすることができ、前記感度特性均一化ステップの処理は、感度モザイクパターン情報に基づき、感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化
20 して復元画像を生成するようにすることができる。

前記色補間ステップは、色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感
25 度特性を有する画素を合成して感度モザイク画像を生成する合成ステップとを含むことができる。

本発明の第3のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成

する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第4の画像処理装置は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段とを含むことを特徴とする。

前記輝度画像生成手段は、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段とを含むことができる。

前記推定手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成手段は、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段をさらに含むことができる。

前記単色画像生成手段は、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成手段と、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正手段とを含むことができる。

前記単色画像候補生成手段は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の画像処理装置は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生

成する撮像手段をさらに含むことができる。

本発明の第4の画像処理方法は、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことを特徴とする。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の画像処理方法は、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生

成する撮像ステップをさらに含むことができる。

本発明の第4の記録媒体のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する

- 5 輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとを含むことを特徴とする。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれ

- 10 ぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

- 15 前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単

- 20 色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

- 25 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4の記録媒体のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク

画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第4のプログラムは、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を5生成する輝度画像生成ステップと、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

前記輝度画像生成ステップは、色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の推定値を用いて、色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップとを含むことができる。

前記推定ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、複数の推定値候補を加算して、その和に生じている感度特性の非15線形性を補償することによって推定値を算出するようにすることができる。

前記輝度画像生成ステップは、輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップをさらに含むことができる。

前記単色画像生成ステップは、感度モザイクパターン情報、および色モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、輝度画像に基づき、単色画像候補を修正して単色画像を生成する修正ステップとを含むことができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、複数の単色候補値を加算して、その和に生じている感度特性の非線形性を補償することにより、単色画像候補の画素値を算出して単色画像候補を生成するようにすることができる。

前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成するようにすることができる。

本発明の第4のプログラムは、被写体を撮像し、色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップをさらに含むことができる。

本発明の第1の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像が復元される。

10 本発明の第2の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と任意の画素
15 の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像が復元される。

本発明の第3の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、
20 各画素が有する感度特性が均一化され、色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分が補間される。

本発明の第4の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、
25 色・感度モザイク画像に対応する輝度画像が生成され、感度モザイクパターン情報、色モザイクパターン情報、および輝度画像に基づき、色・感度モザイク画像に対応する単色画像が生成される。

図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用したデジタルスチルカメラの構成例を示すブロック図である。

5 図2は、デジタルスチルカメラの動作の概要を説明する図である。

図3は、被写体の一例を示す図である。

図4は、図3に対応する色・感度モザイク画像の一例を示す図である。

図5は、色・感度モザイクパターンP1を示す図である。

図6は、色・感度モザイクパターンP2を示す図である。

10 図7は、色・感度モザイクパターンP3を示す図である。

図8は、色・感度モザイクパターンP4を示す図である。

図9は、色・感度モザイクパターンP5を示す図である。

図10は、色・感度モザイクパターンP6を示す図である。

図11は、色・感度モザイクパターンP7を示す図である。

15 図12は、色・感度モザイクパターンP8を示す図である。

図13は、色・感度モザイクパターンP9を示す図である。

図14は、色・感度モザイクパターンP10を示す図である。

図15は、色・感度モザイクパターンP11を示す図である。

図16は、色・感度モザイクパターンP12を示す図である。

20 図17は、色・感度モザイクパターンP13を示す図である。

図18は、色・感度モザイクパターンP14を示す図である。

図19は、CCDイメージセンサ4の受光素子の断面を示す図である。

図20は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

25 図21は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図である。

図22は、感度のモザイク配列を光学的に実現する方法を説明するための図で

ある。

図 2 3 は、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 の方法を説明するための図である。

図 2 4 は、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法を説明するため 5 の図である。

図 2 5 は、OR 型の電極構造を示す図である。

図 2 6 は、OR 型の電極構造の断面を示す図である。

図 2 7 は、AND 型の電極構造を示す図である。

図 2 8 は、色・感度モザイクパターン P 1 を実現する OR 型の電極構造と AND 10 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 2 9 は、色・感度モザイクパターン P 2 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 0 は、色・感度モザイクパターン P 3 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

15 図 3 1 は、色・感度モザイクパターン P 4 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 2 は、色・感度モザイクパターン P 5 を実現する OR 型の電極構造と AND 型の電極構造の組み合わせを示す図である。

図 3 3 は、画素の位置座標の定義を説明するための図である。

20 図 3 4 は、第 1 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

図 3 5 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図 3 6 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

25 図 3 7 は、第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図 3 8 は、第 1 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理の概要を説明

するための図である。

図39は、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図40は、第2のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

5 図41は、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図42は、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

10 図43は、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図44は、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要を説明するための図である。

図45は、画像処理部7の第1の構成例を示すブロック図である。

図46は、感度均一化部51の第1の構成例を示すブロック図である。

15 図47は、色補間部52の構成例を示すブロック図である。

図48は、色差画像生成部72の構成例を示すブロック図である。

図49は、輝度画像生成部74の構成例を示すブロック図である。

図50は、画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

20 図51は、感度均一化部51の第1の構成例による第1の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図52は、ステップS11の感度補償処理を説明するフローチャートである。

図53は、ステップS12の有効性判別処理を説明するフローチャートである。

図54は、ステップS13の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

25 図55は、ステップS2の色補間処理を説明するフローチャートである。

図56は、ステップS52の第1の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 5 7 は、ステップ S 5 3 の輝度画像生成処理を説明するローチャートである。

図 5 8 は、ステップ S 5 4 の色空間変換処理を説明するフローチャートである。

図 5 9 は、感度均一化部 5 1 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

図 6 0 は、感度均一化部 5 1 の第 2 の構成例による第 2 の感度均一化処理を説

5 明するフローチャートである。

図 6 1 は、ステップ S 1 0 3 の補間処理を説明するフローチャートである。

図 6 2 は、第 2 の色差画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 6 3 は、ステップ S 1 2 3 の画像勾配ベクトル演算処理を説明するフローチ
ヤートである。

10 図 6 4 は、画像処理部 7 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

図 6 5 は、感度均一化部 1 1 1 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

図 6 6 は、欠落補間部 1 2 4 の欠落補間処理を説明するフローチャートである。

図 6 7 は、感度均一化部 1 1 1 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

15 図 6 8 は、感度均一化部 1 1 1 の第 2 の構成例による第 2 のデモザイク処理に
おける第 2 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図 6 9 は、ステップ S 1 6 3 の補間色決定処理を説明するフローチャートであ
る。

図 7 0 は、第 3 のデモザイク処理の概要を説明するための図である。

20 図 7 1 は、第 3 のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明する
ための図である。

図 7 2 は、第 3 のデモザイク処理における感度別色補間処理の概要を説明する
ための図である。

図 7 3 は、画像処理部 7 の第 3 の構成例を示すブロック図である。

図 7 4 は、感度別色補間部 1 5 1 の構成例を示すブロック図である。

25 図 7 5 は、感度均一化部 1 5 2 の構成例を示すブロック図である。

図 7 6 は、画像処理部 7 の第 3 の構成例による第 3 のデモザイク処理を説明す
るフローチャートである。

図 7 7 は、ステップ S 1 8 1 の感度別色補間処理を説明するフローチャートである。

図 7 8 は、ステップ S 1 9 3 の抽出処理を説明するための図である。

図 7 9 は、ステップ S 1 9 3 の抽出処理を説明するための図である。

5 図 8 0 は、ステップ S 1 8 2 の感度均一化処理を説明するフローチャートである。

図 8 1 は、ステップ S 2 0 3 の局所和算出処理において用いるフィルタ係数の例を示す図である。

図 8 2 は、画像処理部 7 の打 1 4 の構成例を示すブロック図である。

10 図 8 3 は、輝度画像生成部 1 8 1 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

図 8 4 は、単色画像生成部 1 8 2 の構成例を示すブロック図である。

図 8 5 は、画像処理部 7 の第 4 の構成例による第 4 のデモザイク処理を説明するフローチャートである。

15 図 8 6 は、輝度画像生成部 1 8 1 の輝度画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 8 7 は、推定部 1 9 1 の R 成分推定処理を説明するフローチャートである。

図 8 8 は、R, B 成分用補間フィルタ係数の一例を示す図である。

図 8 9 は、G 成分用補間フィルタ係数の一例を示す図である。

図 9 0 は、合成感度補償 LUT について説明するための図である。

20 図 9 1 は、合成感度補償 LUT について説明するための図である。

図 9 2 は、合成感度補償 LUT について説明するための図である。

図 9 3 は、ノイズ除去部 1 9 8 のノイズ除去処理を説明するフローチャートである。

図 9 4 は、ノイズ除去部 1 9 8 の方向選択的平滑化処理を説明するフローチャ

25 ートである。

図 9 5 は、単色画像生成部 1 8 2 の単色画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 9 6 は、比率値算出部 2 0 2 の比率値算出処理を説明するフローチャートである。

図 9 7 は、平滑化フィルタ係数の一例を示す図である。

図 9 8 は、輝度画像生成部 1 8 1 の第 2 の構成例を示すブロック図である。

5 図 9 9 は、推定部 2 1 1 による R G B 成分の推定処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 0 は、推定画素値 C 0 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 1 は、推定画素値 C 0 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 2 は、推定画素値 C 1 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

10 図 1 0 3 は、推定画素値 C 1 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 4 A は、推定画素値 C 2 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 4 B は、推定画素値 C 2 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

図 1 0 5 は、推定画素値 C 2 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 6 は、推定画素値 C 3 補間処理に用いる画素の配置を示す図である。

15 図 1 0 7 は、推定画素値 C 3 補間処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 8 は、補間部 2 0 1 - R による R 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 1 0 9 は、補間部 2 0 1 - B による B 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

20 図 1 1 0 は、補間部 2 0 1 - G による G 候補画像生成処理を説明するフローチャートである。

図 1 1 1 は、画像処理部 7 の第 5 の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

25 図 1 は、本発明の一実施の形態であるディジタルスチルカメラの構成例を示している。当該ディジタルスチルカメラは、大別して光学系、信号処理系、記録系、表示系、および制御系から構成される。

光学系は、被写体の光画像を集光するレンズ1、光画像の光量を調整する絞り2、および、集光された光画像を光電変換して広ダイナミックレンジの電気信号に変換するCCDイメージセンサ4から構成される。

信号処理系は、CCDイメージセンサ4からの電気信号をサンプリングすることによってノイズを低減させる相関2重サンプリング回路(CDS)5、相関2重サンプリング回路5が outputするアナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ6、A/Dコンバータ6から入力されるデジタル信号に所定の画像処理を施す画像処理部7から構成される。なお、画像処理部7が実行する処理の詳細については後述する。

記録系は、画像処理部7が処理した画像信号を符号化してメモリ9に記録し、また、読み出して復号し、画像処理部7に供給するCODEC(Compression/Decompression)8、および、画像信号を記憶するメモリ9から構成される。

表示系は、画像処理部7が処理した画像信号をアナログ化するD/Aコンバータ10、アナログ化された画像信号を後段のディスプレイ12に適合する形式のビデオ信号にエンコードするビデオエンコーダ11、および、入力されるビデオ信号に対応する画像を表示することによりファインダとして機能するLCD(Liquid Crystal Display)等よりなるディスプレイ12から構成される。

制御系は、CCDイメージセンサ4乃至画像処理部7の動作タイミングを制御するタイミングジェネレータ(TG)3、ユーザがシャッタタイミングやその他のコマンドを入力する操作入力部13、および、ドライブ15を制御して磁気ディスク16、光ディスク17、光磁気ディスク18、または半導体メモリ19に記憶されている制御用プログラムを読み出し、読み出した制御用プログラム、操作入力部13から入力されるユーザからのコマンド等に基づいてデジタルスチルカメラの全体を制御するCPU(Central Processing Unit)などよりなる制御部14から構成される。

当該デジタルスチルカメラにおいて、被写体の光学画像(入射光)は、レンズ1および絞り2を介してCCDイメージセンサ4に入射され、CCDイメージセン

サ4によって光電変換され、得られた電気信号は、相関2重サンプリング回路5によってノイズが除去され、A/Dコンバータ6によってデジタル化された後、画像処理部7が内蔵する画像メモリに一時格納される。

なお、通常の状態では、タイミングジェネレータ3による信号処理系に対する制御により、画像処理部7が内蔵する画像メモリには、一定のフレームレートで絶えず画像信号が上書きされるようになされている。画像処理部7が内蔵する画像メモリの画像信号は、D/Aコンバータ10によってアナログ信号に変換され、ビデオエンコーダ11によってビデオ信号に変換されて対応する画像がディスプレイ12に表示される。

10 ディスプレイ12は、当該デジタルスチルカメラのファインダの役割も担っている。ユーザが操作入力部13に含まれるシャッタボタンを押下した場合、制御部14は、タイミングジェネレータ3に対し、シャッタボタンが押下された直後の画像信号を取り込み、その後は画像処理部7の画像メモリに画像信号が上書きされないように信号処理系を制御させる。その後、画像処理部7の画像メモリ15に書き込まれた画像データは、CODEC8によって符号化されてメモリ9に記録される。以上のようなデジタルスチルカメラの動作によって、1枚の画像データの取り込みが完了する。

次に、当該デジタルスチルカメラの動作の概要について、図2を参照して説明する。当該デジタルスチルカメラは、CCDイメージセンサ4を中心とする光学系の撮像処理によって、被写体を画素毎に異なる色と感度で撮像し、色と感度がモザイク状になった画像（以下、色・感度モザイク画像と記述し、その詳細は後述する）を得る。その後、画像処理部7を中心とする信号処理系により、撮像処理によって得られた画像が、各画素が全ての色成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換される。以下、色・感度モザイク画像を、各画素が全ての色25成分を有し、かつ、均一の感度を有する画像に変換させる画像処理部7を中心とする信号処理系の処理を、デモザイク処理とも記述する。

例えば、図3に示すような被写体を撮影した場合、撮像処理によって図4に示

すような色・感度モザイク画像が得られ、画像処理によって各画素が全ての色成分と均一の感度を有する画像に変換される。すなわち、図4に示す色・感度モザイク画像から図3に示す被写体の元の色を復元する。

次に、色・感度モザイク画像を構成する画素の色成分および感度の配列パターン（以下、色・感度モザイクパターンと記述する）P1乃至P14を図5乃至図18に示す。なお、色・感度モザイクパターンを構成する色の組み合わせとしては、R（赤）、G（緑）、およびB（青）からなる3色の組合せの他、Y（黄）、M（マゼンタ）、C（シアン）、およびG（緑）からなる4色の組合せがある。感度の段階としては、S0およびS1から成る2段階の他、感度S2を追加した3段階や、10さらに、感度S3を追加した4段階がある。なお、図5乃至図18においては、各正方形が1画素に対応しており、英文字がその色を示し、英文字の添え字として数字がその感度を示している。例えば、G₀と表示された画素は、色がG（緑）であって感度がS0であることを示している。また、感度については数字が大きいほど、より高感度であるとする。

15 色・感度モザイクパターンP1乃至P14は、以下に示す第1乃至第4の特徴によって分類することができる。

第1の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、感度に拘わらず同一の色を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されていることである。第1の特徴について、図5に示す色・感度モザイクパターンP1を参照して説明する。

図5の色・感度モザイクパターンP1において、感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、図面を右回りに45度だけ回転させた状態で見れば明らかのように、それらは、水平方向には $2^{1/2}$ の間隔で、垂直方向には $2^{3/2}$ の間隔で格子状の配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合、それらも同様に配置されている。感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは、水平方向および垂直方向に $2^{1/2}$ の間隔で格子状の配置されている。

第1の特徴は、図5に示す色・感度モザイクパターンP1の他、色・感度モザイクパターンP2, P4, P6, P8, P9, P10, P11, P13が有している。

第2の特徴は、同一の色および感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、色に拘わらず同一の感度を有する画素に注目した場合、それらが格子状に配列されており、かつ、任意の画素に注目した場合、その画素とその上下左右に位置する4画素の合計5画素が有する色の中に、当該色・感度モザイクパターンに含まれる全ての色が含まれることである。

第2の特徴は、図7に示す色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5, P7, P8, P9, P12, P14が有している。

第3の特徴は、第1の特徴を有しており、さらに、3種類の色が用いられていて、それらがベイヤ(Bayer)配列をなしていることである。第3の特徴について、図6に示す色・感度モザイクパターンP2を参照して説明する。

図6の色・感度モザイクパターンP2において、感度に拘わらず色がGである画素に注目した場合、それらは1画素おきに市松状に配置されている。感度に拘わらず色がRである画素に注目した場合、それらは1ラインおきに配置されている。また、感度に拘わらず色がBである画素に注目した場合も同様に、1ラインおきに配置されている。したがって、このパターンP2は、画素の色だけに注目すれば、ベイヤ配列であるといえる。

なお、第3の特徴は、図6の色・感度モザイクパターンP2の他、色・感度モザイクパターンP10, P11が有している。

第4の特徴は、第2の特徴を有しており、さらに、同一の感度を有する画素に注目した場合、それらの配列がベイヤ配列をなしていることである。第4の特徴について、図7に示す色・感度モザイクパターンP3を参照して説明する。

図7の色・感度モザイクパターンP3において、感度S0の画素だけに注目した場合、図面を斜め45度だけ傾けて見れば明らかのように、それらは $2^{1/2}$ の間隔を空けてベイヤ配列をなしている。また、感度S1の画素だけに注目した場

合も同様に、それらはベイヤ配列をなしている。

なお、第4の特徴は、図7の色・感度モザイクパターンP3の他、色・感度モザイクパターンP5, P12が有している。

ところで、以下、図5乃至図18に示した色・感度モザイクパターンP1乃至P14に関連し、画素の感度に拘わらず色だけに注目して「色のモザイク配列」と記述する。また、色に拘わらず感度だけに注目して「感度のモザイク配列」と記述する。

次に、CCDイメージセンサ4において上述した色・感度モザイクパターンを実現する方法について説明する。

10 色・感度モザイクパターンのうち、色のモザイク配列については、CCDイメージセンサ4の受光素子の上面に、画素毎に異なる色の光だけを透過させるオンチップカラーフィルタを配置することによって実現する。

色・感度モザイクパターンのうち、感度のモザイク配列については、光学的な方法、または電子的な方法によって実現する。

15 感度のモザイク配列を光学的に実現する方法について説明する。図19は、CCDイメージセンサ4の受光素子の断面を示している。受光素子の上部表面には、オンチップレンズ21が形成されている。オンチップレンズ21は、図面上方からの入射光がフォトダイオード(PD)23に集光されるようになされている。オンチップカラーフィルタ22は、入射光の波長帯域を制限する(特定の波長帯域だけを透過させる)。受光素子の下部には、ウェハ中にフォトダイオード23が形成されている。フォトダイオード23は、入力された光量に対応して電荷を生じる。フォトダイオード21の両脇には、垂直レジスタ26が形成されている。垂直レジスタ26の上部には、垂直レジスタ21を駆動する垂直レジスタ駆動電極25が配線されている。

25 垂直レジスタ26は、フォトダイオード23で生じた電荷を転送する領域であるので、そこで電荷が生じることがないように、垂直レジスタ26と垂直レジスタ駆動電極25はシールド24によって遮光されている。シールド24は、フォ

トダイオード 2 3 の上部だけが開口しており、その開口部分を入射光が通過して
フォトダイオード 2 3 に到達するようになされている。

以上説明したように構成される CCD イメージセンサ 4 を利用して、各受光素子
の感度を変えることができる（フォトダイオード 2 3 に対する入射光量を変化さ
5 せることができる）。

例えば、図 2 0 に示すように、オンチップレンズ 2 1 の設置の有無により、集
光される光量を変化させることができる。また、例えば図 2 1 に示すように、オ
ンチップカラーフィルタ 2 2 の上方（または下方）にニュートラルデンシティフ
ィルタ 3 1 を設置することにより、光の透過率を変えることができる。また、例
10 えば図 2 2 に示すように、シールド 2 4 の開口部分の面積を変化させることによ
り、フォトダイオード 2 3 に対する入射光量を変化させることができる。

次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する 2 種類の方法について説明する。

例えば、隣接する 2 つの受光素子（第 1 および第 2 の受光素子）に対し、制御
のタイミングを違えることにより、2 つの受光素子を異なる感度に設定する第 1
15 の方法について、図 2 3 を参照して説明する。

図 2 3 の第 1 段目は、CCD イメージセンサ 4 の露光期間を示している。同図の
第 2 段目は、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同
図の第 3 段目は、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミングを示して
いる。同図の第 4 段目は、第 1 の受光素子に対し、電荷読み出しを指令するパル
20 ス電圧のタイミングを示している。同図の第 5 段目は、電荷掃き出しパルス電圧
および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第 1 の受光素子に蓄
積される電荷量の変化を示している。同図の第 6 段目は、第 2 の受光素子に対し、
電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミングを示している。同図の第 7 段目
は、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに
25 対応して第 2 の受光素子に蓄積される電荷量の変化を示している。

感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 の方法において、電荷掃き出しパ
ルス電圧は、第 1 および第 2 の受光素子に対し共通して、露光期間以外において

は、フォトダイオード 23 から電荷を掃き出しさせる（リセットさせる）ように供給され、露光期間中においては、所定のタイミングで 1 回だけ電荷をリセットするために供給される。

電荷転送電圧は、露光期間以外においては、第 1 および第 2 の受光素子に対し共通して垂直レジスタ 26 に電荷を転送させるための波形電圧が供給され、露光期間中においては、垂直レジスタ 26 からの電荷の転送が停止されるように電荷転送電圧は供給されない。

電荷読み出しパルス電圧は、各受光素子に対して異なるタイミングで供給される。第 1 の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイミング（同図の第 2 段目）の直前に、1 回目の電荷読み出しパルス電圧が供給され、露光期間中の終了の直前に 2 回目の電荷読み出しパルス電圧が供給される。

その結果、第 1 の受光素子からは、1 回目および 2 回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングのそれぞれにおける第 1 の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ 26 に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ 26 の電荷の転送は停止されているので、それら 2 回の読み出し電荷量が垂直レジスタ 26 内で加算され、露光期間終了後に同じフレームのデータとして垂直レジスタ 26 から転送されるようになされている。

一方、第 2 の受光素子に対しては、露光期間中の電荷掃き出しパルス電圧の供給タイミングの直前に 1 回だけ電荷読み出しパルス電圧が供給される。その結果、第 2 の受光素子からは、1 回だけの電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第 2 の受光素子の蓄積電荷量が垂直レジスタ 26 に読み出される。なお、露光期間中は垂直レジスタ 23 の電荷の転送は停止されているので、第 2 の受光素子から読み出された蓄積電荷は、露光期間終了後に、第 1 の受光素子から読み出された蓄積電荷と同じフレームのデータとして垂直レジスタ 26 から転送されるようになされている。

以上のように、第 1 の受光素子と第 2 の受光素子とに対する制御タイミングをそれぞれ違えることにより、同じ露光期間中に第 1 の受光素子殻読み出される蓄

積電荷量と、第 2 の受光素子から読み出される蓄積電荷量、すなわち感度が異なるように設定することができる。

ところで、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 の方法では、受光素子によっては露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測できないという点が問

5 題である。

次に、感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法について、図 24 を参考して説明する。同図の第 1 乃至 6 段目はそれぞれ、図 23 の第 1 乃至 6 段目

と同様に、CCD イメージセンサ 4 の露光期間、電荷掃き出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷転送を指令する制御電圧が与えられるタイミング、第 1 の

10 受光素子に対して電荷読み出しを指令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が与えられることに対応して第 1 の

受光素子に蓄積される電荷量の変化、第 2 の受光素子に対する電荷読み出しを指

令するパルス電圧のタイミング、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパ

ルス電圧が与えられることに対応して第 2 の受光素子に蓄積される電荷量の変化

15 を示している。

感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法においては、露光期間中ににおいて、電荷掃き出しパルス電圧および電荷読み出しパルス電圧が複数回繰り返して供給される。

すなわち、電荷掃き出しパルス電圧については、第 1 および第 2 の受光素子に

20 対し共通して露光期間中において、1 回目の電荷掃き出しパルス電圧と 2 回目の電荷掃き出しパルス電圧の組が複数回供給される。電荷読み出しパルス電圧につ

いては、第 1 の受光素子に対しては、1 回目および 2 回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1 回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に 1 回目の電荷読み出し

パルス電圧が供給され、2 回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に 2 回目の電荷

25 読み出しパルス電圧が供給される。一方、第 2 の受光素子に対しては、電荷掃き

出しパルス電圧の組毎に、1 回目の電荷掃き出しパルス電圧の直前に 1 回だけ電

荷読み出しパルス電圧が供給される。

その結果、第 1 の受光素子からは、1 回目および 2 回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に、1 回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第 1 の受光素子の蓄積電荷量と、2 回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第 1 の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。なお、露光期間中は、垂直レジスタ 26 の電荷の転送が停止されているので、これら組ごとに 2 回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ 26 で加算される。第 2 の受光素子からは、1 回目および 2 回目の電荷掃き出しパルス電圧の組毎に 1 回だけ供給される電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおける第 2 の受光素子の蓄積電荷量が読み出される。これら組ごとに 1 回ずつ読み出された電荷量は、垂直レジスタ 26 で加算される。

以上説明したような感度のモザイク配列を電子的に実現する第 2 の方法では、露光期間において電荷の読み出しを複数回繰り返すので、露光期間中の全域にわたる被写体の情報を計測することが可能となる。

なお、上述した感度のモザイク配列を電子的に実現する第 1 および第 2 の方法に関連し、一般的に、CCD イメージセンサ 4 の読み出し制御は、水平ライン毎に配線される垂直レジスタ駆動電極 25 に印加される。例えば、図 5 に示した色・感度モザイクパターン P1 のように、水平ライン毎に感度が変わるように感度のモザイク配列を実現するためには、その電極構造を利用すればよいので、ラインごとに異なる読み出しパルス電圧がかけられるような若干の改良をおこなえばよい。さらに、3 相駆動の垂直レジスタを持つプログレッシブスキャンの CCD イメージセンサにおいては、その電極構造を工夫することによって、2 段階感度による任意のモザイク配列を電子的に実現できる。

図 25 は、2 段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第 1 の電極構造を示している。図 26 は、図 25 の図中の線分 a-a' における CCD イメージセンサの断面図を示している。第 1 相垂直レジスタ駆動電極 42 および第 2 相垂直レジスタ駆動電極 43 は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているので、同一水平ラ

イン上の電極は同期して駆動される。一方、第3相垂直レジスタ駆動電極44は、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているので、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。また、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44は、対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上にもかかるようになされている。

したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43、または第3相垂直レジスタ駆動電極44に読み出しパルスを印加した場合、読み出しゲート41のバリアを一時的に取り除き、対応するフォトダイオード23に蓄積されている電荷を垂直レジスタ26に転送することが可能である。以下、図25および図26に示した電極構造をOR型の電極構造と記述する。

図27は、2段階の感度を有する感度のモザイク配列を実現するために用いる電極配線による垂直転送用ポリシリコン電極の第2の電極構造を示している。図27の図中の線分aa'におけるCCDイメージセンサの断面も、図26に示した断面図と同様である。すなわち、第2の電極構造においても、第1の電極構造と同様に、第1相垂直レジスタ駆動電極42および第2相垂直レジスタ駆動電極43は、同じ水平ライン上で隣接する画素の電極と連結しているので、同一水平ライン上の電極は同期して駆動される。第3相垂直レジスタ駆動電極44は、第1の電極構造と同様に、同じ垂直ライン上で隣接する画素の電極と連結しているので、同一垂直ライン上の電極は同期して駆動される。

しかしながら、第3相垂直レジスタ駆動電極44が対応するフォトダイオード23に隣接する読み出しゲート41上において、当該フォトダイオード23の辺縁部分に沿って配置され、次いでそれに隣接するように第2相垂直レジスタ駆動電極43の細長く加工された部分が読み出しゲート41にかかるようになされていいる点が第1の電極構造と異なる。

したがって、第2相垂直レジスタ駆動電極43および第3相垂直レジスタ駆動電極44のうち、一方だけに読み出しパルスを印加した場合、読み出しゲート41のバリアを取り除くことができない。読み出しゲート41のバリアを取り除き、

フォトダイオード 23 に蓄積されている電荷を垂直レジスタ 26 に転送するためには、第 2 相垂直レジスタ駆動電極 43 と第 3 相垂直レジスタ駆動電極 44 に同時に読み出しパルスを印加する必要がある。以下、図 27 に示した電極構造を AND 型の電極構造と記述する。

5 以上説明した OR 型の電極構造と AND 型の電極構造を 1 つの CCD イメージセンサ内で組み合わせて使うことにより、2 段階感度による任意のモザイク配列をつくることができる。例えば、図 5 に示した色・感度モザイクパターン P1 のうち、感度のモザイク配列を実現するためには、図 28 に示すように OR 型の電極構造と AND 型の電極構造を組み合わせればよい。

10 図 5 と図 28 を比較すれば明らかのように、2 段階の感度 S0, S1 のうち、低感度 S0 の画素には AND 型の電極構造を採用し、高感度 S1 の画素には OR 型の電極構造を採用するようとする。このように OR 型と AND 型の電極構造を組み合わせて構成した CCD イメージセンサ 4 に対し、その第 2 相垂直レジスタ駆動電極 43 に読み出しパルス電圧を印加すれば、OR 型の画素だけで電荷読み出しがおこなわれ、第 2 相垂直レジスタ駆動電極 43 および第 3 相垂直レジスタ駆動電極 44 に同時に読みだしパルス電圧を印加すれば、OR 型と AND 型の両方、すなわち全ての画素で電荷読み出しがおこなわれるようになる。

なお、第 2 相垂直レジスタ駆動電極 43、および第 3 相垂直レジスタ駆動電極 44 に対するパルス電圧の供給タイミングは、図 23（または図 24）に示した制御タイミングのうち、同図(D)の 1 回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングと、同図(F)の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて、第 2 相および第 3 相の両方を駆動し、同図(D)の 2 回目の電荷読み出しパルス電圧の供給タイミングにおいて第 2 相だけを駆動するようにすれば、OR 型の電極構造の画素は高感度 S1 となり、AND 型の電極構造の画素は低感度 S0 となる。

25 同様の方法により、その他の 2 段階の感度を有する感度のモザイク配列をつくることができる。例えば、図 6 に示した色・感度モザイクパターン P2 のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR 型と AND 型を図 29 に示すよ

うに組み合わせる。図7に示した色・感度モザイクパターンP3のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図30に示すように組み合わせる。図8に示した色・感度モザイクパターンP4のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図31に示すように組み合わせる。図9に示した色・感度モザイクパターンP5のうち、感度のモザイクパターンを実現するためには、OR型とAND型を図32に示すように組み合わせる。

次に、画像処理部7を中心とする画像処理系のデモザイク処理について説明するが、その前に、以下の説明において用いる画素の位置座標の定義について、図33を参照して説明する。

図33は、画像上の画素の位置を示す座標系(x, y)を示している。すなわち、画像の左下端を(0, 0)とし、画像の右上端を(x_{max} , y_{max})とする。図中に□で表されている各画素は、長さ1の横幅と縦幅を有し、格子上に配列されている。従って、例えば、左下端の画素の中心の座標は(0.5, 0.5)であり、右上端の画素の中心の座標は($x_{max} - 0.5$, $y_{max} - 0.5$)である。

また、以下の説明において、□で表されている各画素に対して位相が縦横に半画素ずれた画像データ(図中に●で表される位置の画素データ)を利用する場合があるが、例えば、左下端の画素に対して縦横に半画素だけ位相がずれた画像データの座標は(1, 1)である。

次に、図34は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第1のデモザイク処理の概要を示している。

第1のデモザイク処理は、図34に示すように、撮像系の処理によって得られた色・感度モザイク画像の画素の色を変更することなく、感度を均一化して色モザイク画像を生成する感度均一化処理と、色・感度モザイク画像Mの各画素のRGB成分を復元する色補正処理から成る。

第1のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要について、図35乃至図37を参照して説明する。図35乃至図37は、処理される画像の所定の1ラインの画素配列を示している。X0は、色成分がX(例えば、R(赤))であ

り、感度が 2 段階 S 0, S 1 のうちの S 0 であることを示し、X 1 は、色成分が X であり、感度が 2 段階 S 0, S 1 のうちの S 1 であることを示し、Y 0 は、色成分が Y (例えば、G (緑)) であり、感度が 2 段階 S 0, S 1 のうちの S 0 であることを示し、Y 1 は、色成分が Y であり、感度が 2 段階 S 0, S 1 のうちの S 1 であることを示している。
5 感度 S 0 の画素は、入射光の強度を所定の割合で減衰させて測光し、感度 S 1 の画素は、入射光の強度を減衰させることなく測光する。また、同図の横軸は画素のライン上の位置を示しており、縦棒の長さは対応する画素の画素値を示している。

第 1 のデモザイク処理における第 1 の感度均一化処理は、2 段階の処理に分別
10 することができる。図 3 5 は、第 1 の感度均一化処理を施される前の色・感度モ
ザイク画像の所定の 1 ラインの画素の画素値を示している。なお、曲線 X は、入
射光の色 X の強度分布を示し、曲線 Y は、色 Y の強度分布を示している。

閾値 θ_H は、CCD イメージセンサ 4 の飽和レベルを示し、入射光の強度が閾値 θ_H
15 を越える場合、その強度を正確に測定することができず、その測定値は閾値 θ_H
と等しい値となる。閾値 θ_L は、CCD イメージセンサ 4 のノイズレベルを示してお
り、入射光の強度が閾値 θ_L よりも小さい場合も、その強度を正確に測定するこ
とができず、その測定値は閾値 θ_L と等しい値となる。

有効性判別結果は、各画素が入射光の強度を正確に測定できたか否かを示す情
報、すなわち、測定された各画素の画素値が有効 V (Valid) であるか、無効 I
20 (Invalid) であるかを示す情報である。

第 1 の感度均一化処理の 1 段階目の処理により、感度 S 0 の画素の画素値は、
感度 S 1 に対する感度 S 0 の相対的比率を用いてスケーリングされる。感度 S 1
の画素の画素値はスケーリングされない。図 3 6 は、第 1 の感度均一化処理の 1
段階目の処理を施した結果を示している。1 段階目の処理が施された状態では、
25 同図に示すように、有効性判別結果が有効である画素は、スケーリングによって
本来の光強度が復元されるが、無効である画素は、本来の光強度が復元されてい
ない。

そこで、第1の感度均一化処理の2段階目の処理では、無効である画素の画素値を、その近傍の同じ色の有効な画素の画素値を用いて補間する。図37は、第1の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。例えば、図37の中央の無効であって色Yの画素は、近傍の有効な色Yの画素の画素値を用いて生成される補間曲線Y'に従って補間される。

次に、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要について、図35、図38、および図39を参照して説明する。第2の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第2の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図35と同様であるとする。

第2の感度均一化処理の1段階目の処理により、各画素の色を変更することなく、感度S0での画素値と、感度S1での画素値が推定される。例えば、色Xであって感度S0の画素については、感度S0での画素値はそのまま用いられ、感度S1での推定値が近傍に存在する色Xであって感度S1の画素の画素値を用いて補間される。図38は、第2の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。同図に示すように、1段階目の処理が施されたことにより、各画素は、元の色の感度S0の画素値と、感度S1の画素値を有している。

第2の感度均一化処理の2段階目の処理では、画素毎に感度S0の画素値と、感度S1の画素値が合成されて感度が均一化される。図39は、第2の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。

次に、図40は、画像処理部7を中心とする画像処理系の第2のデモザイク処理の概要を示している。

第2のデモザイク処理は、図40に示すように、撮像系の処理によって得られた色・感度モザイク画像の画素の色を、感度均一化のために最適な色に変更して感度を均一化し、色モザイク画像を生成する感度均一化処理と、色・感度モザイク画像Mの各画素のRGB成分を復元する色補正処理から成る。

第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の概要について、図35、

図4 1および図4 2を参照して説明する。

第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第1の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図3 5と同様であるとする。

5 第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の1段階目の処理により、感度S 0の画素の画素値は、感度S 1に対する感度S 0の相対的比率を用いてスケーリングされる。感度S 1の画素の画素値はスケーリングされない。図4 1は、第1の感度均一化処理の1段階目の処理を施した結果を示している。1段階目の処理が施された状態では、同図に示すように、有効性判別結果が有効Vである画
10 素は、スケーリングによって本来の光強度が復元されるが、無効Iである画素は、本来の光強度が復元されていない。

そこで、第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理の2段階目の処理では、無効である画素の画素値を、その色に拘わらず近傍の有効な画素の画素値を用いて補間する。図4 2は、第1の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を示している。例えば、図4 1の中央の無効であって色Yの画素は、図4 2に示すように、当該画素に隣接する有効な色Xの画素の画素値を用いて生成される補間曲線X'に基づいて色Xの画素値が補間される。

次に、第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の概要について、図3 5、図4 3、および図4 4を参照して説明する。第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理も、2段階の処理に分別することができる。第2の感度均一化処理が施される前の色・感度モザイク画像の所定の1ラインの画素の画素値は、図3 5と同様であるとする。

第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の1段階目の処理では、各画素に対し、色に拘わらずより近くに位置する近傍の画素の画素値が用いられて感度S 0での画素値と、感度S 1での画素値が推定される。例えば、色Xの画素の推定値として、当該画素に隣接する画素が色Yである場合、色Yの感度S 1での推定値と、感度S 1での画素値が補間される。図4 3は、第2の感度均一化

処理の1段階目の処理を施した結果を示している。同図に示すように、1段階目の処理が施されたことにより、各画素は、元の色に拘わらず隣接した画素の色に変更されて、感度S0での画素値と、感度S1での画素値を有している。

第2のデモザイク処理における第2の感度均一化処理の2段階目の処理では、
5 画素毎に感度S0の画素値と、感度S1の画素値が合成されて感度が均一化される。図44は、第2の感度均一化処理の2段階目の処理を施した結果を図44に示す。

次に、第1のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第1の構成例について、図45を参照して説明する。以下、特に断りがある場合を除き、色・感度
10 モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2である、すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0, S1のうちの一方であるとする。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

15 画像処理部7の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度均一化部51に供給される。色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報は、感度均一化部51、および色補間部52に供給される。色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度均一化部51に供給される。

20 感度均一化部51は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施すことによって、各画素の色が変更されずに感度が均一化された色モザイク画像Mを生成し、色補間部52に出力する。

25 色補間部52は、感度均一化部51からの色モザイク画像Mに対し、色モザイクパターン情報を用いる色補間処理を施すことによって出力画像R, G, Bを生成する。

なお、色モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の色の種類

(いまの場合、R, G, Bのいずれかの色)を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素が有する色成分の情報を取得できるようになされている。

感度モザイクパターン情報は、色・感度モザイク画像の各画素の感度の種類(いまの場合、S 0またはS 1)を示す情報であり、画素位置をインデックスとして、その画素の感度の情報を取得できるようになされている。

図4 6は、感度均一化部5 1の第1の構成例を示している。当該第1の構成例は、図3 5乃至図3 7を参照して説明した第1の感度均一化処理を実行する感度均一化部5 1の構成例である。

感度均一化部5 1の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度補償部6 1および有効性判別部6 3に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部6 4に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部6 1および有効性判別部6 3に供給される。

感度補償部6 1は、相対感度値LUT6 2から得られる相対感度値Sに基づき、色・感度モザイク画像に感度補償を施して欠落補間部6 4に出力する。相対感度値LUT6 2は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値Sを出力するルックアップテーブルである。

有効性判別部6 3は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 θ_H およびノイズレベルの θ_L と比較することによって画素値の有効性を判別し、その結果を判別情報として欠落補間部6 4に供給する。判別情報には、各画素の画素値について、有効(Valid)、または無効(Invalid)を示す情報が記述されている。

欠落補間部6 4は、有効性判別部6 3からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像に欠落補間処理を施すことによって色モザイク画像Mを生成し、後段の色補間部5 2に出力する。

図4 7は、色補間部5 2の構成例を示している。色補間部5 2において、感度均一化部5 1からの色モザイク画像Mは、階調変換部7 1に供給される。色モザ

イクパターン情報は、色差画像生成部 7 2, 7 3、および輝度画像生成部 7 4 に供給される。

階調変換部 7 1 は、色モザイク画像 M に対して階調変換処理を施し、得られる変調色モザイク画像 M_g を色差画像生成部 7 2, 7 3、および輝度画像生成部 7 4 に供給する。階調変換処理としては、具体的には γ 乗のべき算関数による変換等を用いる。

色差画像生成部 7 2 は、変調色モザイク画像 M_g を用い、全ての画素が色差 C (= R - G) 成分を有する色差画像 C を生成して輝度画像生成部 7 4 および色空間変換部 7 5 に供給する。色差画像生成部 7 3 は、変調色モザイク画像 M_g を用い、全ての画素が色差 D (= B - G) 成分を有する色差画像 D を生成して輝度画像生成部 7 4 および色空間変換部 7 5 に供給する。輝度画像生成部 7 4 は、変調モザイク画像 M_g、色差信号 C, D を用いて輝度画像 L を生成し、色空間変換部 7 5 に供給する。

色空間変換部 7 5 は、色差画像 C, D、および輝度画像 L に色空間変換処理を施し、得られる変調画像（各画素がそれぞれ R G B 成分を有する画像）を階調逆変換部 7 6 乃至 7 8 に供給する。

階調逆変換部 7 6 は、色空間変換部 7 5 からの R 成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部 7 1 における階調変換の逆変換を施して出力画像 R を得る。階調逆変換部 7 7 は、色空間変換部 7 5 からの G 成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部 7 1 における階調変換の逆変換を施して出力画像 G を得る。階調逆変換部 7 8 は、色空間変換部 7 5 からの B 成分の画素値を $(1/\gamma)$ 乗することにより、階調変換部 7 1 における階調変換の逆変換を施して出力画像 B を得る。

なお、感度均一化部 5 1 から供給される色モザイク画像 M がベイヤ配列を成している場合、色補間部 5 2 において、例えば、特開昭 61-501424 号公報等に開示されている従来の方法を用いて色補間処理を実行するようにしてもよい。

図 4 8 は、色差画像生成部 7 2 の構成例を示している。色差画像生成部 7 2 に

において、階調変換部 7 1 からの変調色モザイク画像 M_g は平滑化部 8 1, 8 2 に供給される。色モザイクパターン情報も平滑化部 8 1, 8 2 に供給される。

平滑化部 8 1 は、各画素に対し、R 成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素の R 成分を補間することにより、平滑化された R 成分の画像 R' を生成して減算器 8 3 に供給する。平滑化部 8 2 は、各画素に対し、G 成分を有する近傍の画素の画素値を用いて当該画素の G 成分を補間することにより、平滑化された G 成分の画像 G' を生成して減算器 8 3 に供給する。

減算器 8 3 は、平滑化部 8 1 からの平滑化される R 成分の画像 R' の画素値から、平滑化部 8 2 からの平滑化される G 成分の画像 G' の対応する画素の画素値を減算することにより、色差画像 C を生成して色空間変換部 7 5 に供給する。

なお、色差画像生成部 7 3 の同様に構成されている。

図 4 9 は、輝度画像生成部 7 4 の構成例を示している。輝度画像生成部 7 4 を構成する輝度算出部 9 1 は、階調変換部 7 1 からの変調色モザイク画像 M_g 、色差画像生成部 7 2 からの色差画像 C、色差画像生成部 7 3 からの色差画像 D、および色モザイクパターン情報に基づいて各画素の輝度候補値を算出し、各画素の輝度候補値からなる輝度候補値画像 L_c をノイズ除去部 9 2 に出力する。

ノイズ除去部 9 2 は、輝度候補値画像 L_c の各画素値（輝度候補値）に平滑化成分（後述）を合成することによってノイズを除去し、得られる輝度画像 L を色空間変換部 7 5 に出力する。

次に、図 4 5 に示した画像処理部 7 の第 1 の構成例による第 1 のデモザイク処理について、図 5 0 にフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 1 において、感度均一化部 5 1 は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施し、得られた色モザイク画像 M を色補間部 5 2 に出力する。

図 4 6 に示した感度均一化部 5 1 の第 1 の構成例による第 1 の感度均一化処理の詳細について、図 5 1 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 1 において、感度補償部 6 1 は、入力された色・感度モザイク画

像に感度補償処理を施し、感度補償された色・感度モザイク画像を欠落補間部 6 4 に供給する。

感度補償処理の詳細について、図 5 2 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 2 1において、感度補償部 6 1は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 2 2に進む。ステップ S 2 2において、感度補償部 6 1は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

ステップ S 2 3において、感度補償部 6 1は、感度モザイクパターン情報を参考することにより、注目画素の感度（S 0 または S 1）を取得し、さらに、相対感度値 LUT 6 2を参照することによって注目画素の感度に対応する相対感度値 S を取得する。

ステップ S 2 4において、感度補償部 6 1は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値を相対感度値 S で除算することにより、その画素値の感度を補償する。
感度が補償された画素値は、感度補償された色・感度モザイク画像の画素値とされる。

処理は、ステップ S 2 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 2 1乃至 S 2 4の処理が繰り返される。ステップ S 2 1において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 5 1のステップ S 1 2 にリターンする。

ステップ S 1 2において、有効性判別部 6 3は、色・感度モザイク画像に有効性判別処理を施すことにより、各画素の画素値の有効性を示す判別情報を生成して欠落補間部 6 4に供給する。なお、ステップ S 1 2の有効判別処理は、ステップ S 6 1の感度補償処理を平行して実行するようにしてもよい。

有効性判別処理の詳細について、図 5 3 のフローチャートを参照して説明する。
ステップ S 3 1において、有効性判別部 6 3は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判

定した場合、ステップ S 3 2 に進む。ステップ S 3 2において、有効性判別部 6 3 は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

ステップ S 3 3において、有効性判別部 6 3 は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、ノイズレベルの閾値 θ_L と飽和レベルの閾値 θ_H の範囲内であるか否かを判定し、閾値の範囲内であると判定した場合、ステップ S 3 4 に進む。

ステップ S 3 4において、有効性判別部 6 3 は、注目画素の判別情報を有効とする。処理はステップ S 3 1 に戻る。

ステップ S 3 3において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が閾値の範囲内ではないと判定した場合、ステップ S 3 5 に進む。ステップ S 3 5において、有効性判別部 6 3 は、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が、飽和レベルの閾値 θ_H 以上であるか否かを判定し、飽和レベルの閾値 θ_H 以上であると判定した場合、ステップ S 3 6 に進む。

ステップ S 3 6において、有効性判別部 6 3 は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度 S 0 であるか否かを判定し、感度 S 0 であると判定した場合、ステップ S 3 4 に進み、注目画素が感度 S 0 ではないと判定した場合、ステップ S 3 7 に進む。

ステップ S 3 7において、有効性判別部 6 3 は、注目画素の判別情報を無効とする。処理はステップ S 3 1 に戻る。

ステップ S 3 5において、色・感度モザイク画像の注目画素の画素値が飽和レベルの閾値 θ_H 以上ではないと判定した場合、ステップ S 3 8 に進む。ステップ S 3 8において、有効性判別部 6 3 は、感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素が感度 S 1 であるか否かを判定し、感度 S 1 であると判定した場合、ステップ S 3 4 に進み、注目画素が感度 S 1 ではないと判定した場合、ステップ S 3 7 に進む。

その後、ステップ S 3 1において、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 3 1 乃至 3 8 の処理が繰り返される。ステップ S 3 1において、

全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 5 1 のステップ S 1 3 にリターンする。

ステップ S 1 3において、欠落補間部 6 4は、有効性判別部 6 3からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像に欠落補間処理を施し、得られた色モザイク画像Mを色補間部 5 2に供給する。
5

欠落補間処理の詳細について、図 5 4 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 4 1において、欠落補間部 6 4は、感度補償された色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 4 2に進む。ステップ S 4 2において、欠落補間部 6 4は、感度補償された色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。
10

ステップ S 4 3において、欠落補間部 6 4は、注目画素の判別情報が無効であるか否かを判定し、注目画素の判別情報が無効であると判定した場合、ステップ S 4 4に進む。

15 ステップ S 4 4において、欠落補間部 6 4は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の色の種類（いまの場合、R G Bのうちのいずれかの色）を判別し、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 5×5 画素）のうち、注目画素と同じ色であって、かつ、判別情報が有効である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

20 ステップ S 4 5において、欠落補間部 6 4は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。ステップ S 4 6において、欠落補間部 6 4は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を色モザイク画像Mの注目画素の画素値とする。
25

処理は、ステップ S 4 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 4 1乃至 4 6 の処理が繰り返される。ステップ S 4 1において、

全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 5 0 のステップ S 2 にリターンする。

以上説明したステップ S 1 の感度均一化処理によって得られた色モザイク画像 M に対し、ステップ S 2において、色補間部 5 2 は、色モザイクパターン情報に基づいて色補間処理を施すことにより、出力画像 R, G, B を生成する。

色補間処理の詳細について、図 5 5 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 5 1において、階調変換部 7 1 は、色モザイク画像 M に対して階調変換処理を施す（具体的には、変調色モザイク画像 M g の各画素値を γ 乗する）ことにより、変調色モザイク画像 M g を生成して色差画像生成部 7 2, 7 3、および輝度画像生成部 7 4 に供給する。

ステップ S 5 2において、色差画像生成部 7 2 は、階調変換部 7 1 からの変調色モザイク画像 M g を用いて色差画像 C を生成し、輝度画像生成部 7 4 および色空間変換部 7 5 に供給する。一方、色差画像生成部 7 3 は、階調変換部 7 1 からの変調色モザイク画像 M g を用いて色差画像 D を生成し、輝度画像生成部 7 4 および色空間変換部 7 5 に供給する。

色差画像生成部 7 2 が色差画像 C を生成する第 1 の処理について、図 5 6 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 6 1において、平滑化部 8 1, 8 2 は、変調色モザイク画像 M g の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 6 2 に進む。ステップ S 6 2において、平滑化部 8 1, 8 2 は、変調色モザイク画像 M g の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

ステップ S 6 3において、平滑化部 8 1 は、色モザイクパターン情報を参考することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 5 × 5 画素）のうち、R 成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。一方、平滑化部 8 2 も同様に、色モザイクパターン情報を参考することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G 成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。

ステップ S 6 4において、平滑化部 8 1は、R成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。一方、平滑化部 8 2も同様に、G成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、
5 参照画素の数だけ取得する。

ステップ S 6 5において、平滑化部 8 1は、R成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を平滑化された R成分だけの画像 R' の注目画素に対応する画素値とする。一方、平滑化部 8 2
10 も同様に、G成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を平滑化された G成分だけの画像 G' の注目画素
に対応する画素値とする。

ステップ S 6 6において、減算器 8 3は、平滑化部 8 1からの平滑化された R
15 成分だけの画像 R' の注目画素に対応する画素値から、平滑化部 8 2からの平滑化された G成分だけの画像 G' の注目画素に対応する画素値を減算し、その差を色差画像 C の注目画素に対応する画素値とする。

処理は、ステップ S 6 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 6 1乃至 6 6 の処理が繰り返される。ステップ S 6 1において、
20 全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図 5 5 のステップ S 5 3
にリターンする。

なお、色差画像生成部 7 3が色差画像 D を生成する処理は、上述した色差画像
生成部 7 2が色差画像 C を生成する第 1 の処理と同様であるので、その説明は省略する。

25 ステップ S 5 3において、輝度画像生成部 7 4は、変調モザイク画像 M g 、色
差信号 C, D を用いて輝度画像 L を生成し、色空間変換部 7 5 に供給する。

輝度画像生成部 7 4の輝度画像生成処理の詳細について、図 5 7 のフローチャ

ートを参照して説明する。ステップ S 7 1において、輝度算出部 9 1は、変調色モザイク画像M g の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 7 2に進む。ステップ S 7 2において、輝度算出部 9 1は、変調色モザイク画像M g の左下の画素から右上の
5 画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

ステップ S 7 3において、輝度算出部 9 1は、色モザイクパターン情報を参照して、注目画素の色の種類（いまの場合、R G B のいずれかの色）を判定する。

ステップ S 7 3において、注目画素の色の種類が R であると判定された場合、
処理はステップ S 7 4に進む。ステップ S 7 4において、輝度算出部 9 1は、変
10 調色モザイク画像M g 、および色差信号 C , D の注目画素に対応する画素値を次
式(1)に適用して、輝度候補画像 L c の注目画素に対応する画素値を算出する。

$$L_c = 3Mg - 2C + D \quad \dots (1)$$

ステップ S 7 3において、注目画素の色の種類が G であると判定された場合、
処理はステップ S 7 5に進む。ステップ S 7 5において、輝度算出部 9 1は、変
15 調色モザイク画像M g 、および色差信号 C , D の注目画素に対応する画素値を次
式(2)に適用して輝度候補画像 L c の注目画素に対応する画素値を算出する。

$$L_c = 3Mg + C + D \quad \dots (2)$$

ステップ S 7 3において、注目画素の色の種類が B であると判定された場合、
処理はステップ S 7 6に進む。ステップ S 7 6において、輝度算出部 9 1は、変
20 調色モザイク画像M g 、および色差信号 C , D の注目画素に対応する画素値M g ,
C , D を次式(3)に適用して輝度候補画像 L c の注目画素に対応する画素値を
算出する。

$$L_c = 3Mg + C - 2D \quad \dots (3)$$

なお、式(1)乃至(3)において、L c , Mg , C , D は、それぞれ、注目
25 画素に対応する輝度候補画像 L c 、変調色モザイク画像M g 、色差信号 C 、色差
画像 D の画素値である。

処理はステップ S 7 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、

ステップS71乃至S76の処理が繰り返される。ステップS71において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理はステップS77に進む。

以上説明したステップS71乃至S76の処理によって生成された輝度候補画像Lcはノイズ除去部92に供給される。

- 5 ステップS77において、ノイズ除去部92は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS78に進む。ステップS78において、ノイズ除去部92は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。
- 10 ステップS79において、ノイズ除去部92は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を次式（4）に適用して、注目画素に対応する勾配▽（グラディエント）を算出する。なお、勾配▽は、画像の水平方向と垂直方向の1次微係数を要素とするベクトルである。また、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を、それぞれLc(U), Lc(D), Lc(L), Lc(R)とする。

$$\text{勾配} \nabla = (Lc(R) - Lc(L), Lc(U) - Lc(D)) \dots \quad (4)$$

ステップS80において、ノイズ除去部92は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を次式（5）、（6）に適用して、注目画素に対応する水平方向の平滑化成分Hhと垂直方向の平滑化成分Hvを算出する。

- 20 $Hh = (Lc(L) + Lc(R)) / 2 \dots \quad (5)$

$$Hv = (Lc(U) + Lc(D)) / 2 \dots \quad (6)$$

ステップS81において、ノイズ除去部92は、ステップS79で算出した注目画素に対応する勾配▽の絶対値 $\|\nabla\|$ に対応して、水平方向の平滑化寄与率whと垂直方向の平滑化寄与率wvを算出する。

- 25 具体的には、勾配▽の絶対値が0よりも大きい場合、次式（7）に示すように、正規化した勾配 $\nabla / \|\nabla\|$ とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を1から減算して水平方向の平滑化寄与率whを得る。また、次式（8）に示すように、正規

化した勾配 $\nabla / \| \nabla \|$ とベクトル(0, 1)との内積の絶対値を1から減算して垂直方向の平滑化寄与率w vを得る。

$$w h = 1 - | (\nabla / \| \nabla \|, (1, 0)) | \quad \dots \dots (7)$$

$$w v = 1 - | (\nabla / \| \nabla \|, (0, 1)) | \quad \dots \dots (8)$$

5 勾配 ∇ の絶対値が0である場合、水平方向の平滑化寄与率w hおよび垂直方向の平滑化寄与率w vを、それぞれ0.5とする。

ステップS 8 2において、ノイズ除去部9 2は、次式(9)を用いて注目画素に対応する輝度画像Lの画素値(輝度値)を算出する。

$$L = L_c + (w h \cdot H_h + w v \cdot H_v) / (w h + w v) \quad \dots \dots (9)$$

10 なお、式(9)において、L c, Lは、それぞれ、注目画素に対応する輝度候補画像L c、輝度画像Lの画素値である。

処理はステップS 7 7に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS 7 7乃至S 8 2の処理が繰り返される。ステップS 7 7において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図5 5のステップS 5 4に15 リターンする。

ステップS 5 4において、色空間変換部7 5は、色差画像C, D、および輝度画像Lに色空間変換処理を施すことにより、各画素がそれぞれRGB成分を有する変調画像を生成して階調逆変換部7 6乃至7 8に供給する。

色空間変換処理の詳細について、図5 8のフローチャートを参照して説明する。

20 ステップS 9 1において、色空間変換部7 5は、輝度画像L(色差画像C、または色差画像Dでもよい)の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS 9 2に進む。ステップS 9 2において、色空間変換部7 5は、輝度画像Lの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

25 ステップS 9 3において、色空間変換部7 5は、注目画素に対応する輝度画像L、色差画像C、および色差画像Dの画素値を次式(10), (11), (12)に適用して、注目画素に対応する変調画像のR成分の値R g、G成分の値G g、B

成分の値B g を算出する。

$$R g = (L + 2 C - D) / 3 \quad \cdots \cdots (10)$$

$$G g = (L - C - D) / 3 \quad \cdots \cdots (11)$$

$$B g = (L - C + 2 D) / 3 \quad \cdots \cdots (12)$$

5 なお、式(10)乃至(12)において、L, C, Dは、それぞれ、注目画素
に対応する輝度画像L、色差信号C、色差画像Dの画素値である。

処理はステップS 9 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、
ステップS 9 1乃至S 9 3の処理が繰り返される。ステップS 9 1において、全
ての画素を注目画素としたと判定された場合、処理は図5 5のステップS 5 5に
10 リターンする。

ステップS 5 5において、階調逆変換部7 6は、色空間変換部7 5から供給さ
れた変調画像の各画素のR成分に対し、ステップS 5 1の階調変換処理に対応す
る階調逆変換処理を施すこと（具体的には、画素値を $1/\gamma$ 乗すること）によっ
て出力画像Rを生成する。同様に、階調逆変換部7 7は、色空間変換部7 5から
15 供給された変調画像の各画素のG成分に対し、ステップS 5 1の階調変換処理に
対応する階調逆変換処理を施すことによって出力画像Gを生成する。階調逆変換
部7 8は、色空間変換部7 5から供給された変調画像の各画素のB成分に対し、
ステップS 5 1の階調変換処理に対応する階調逆変換処理を施すことによって出
力画像Bを生成する。以上説明したような色補間処理によって、出力画像R, G,
20 Bが生成される。

以上により、図4 5に示した画像処理部7の第1の構成例による第1のデモザ
イク処理についての説明を終了する。

次に、図4 6に示した感度均一化部5 1の第2の構成例の代わりに用いること
ができる感度均一化部5 1の第2の構成例について、図5 9を参照して説明する。

25 当該第2の構成例は、図3 5、図3 8、および図3 9を参照して説明した第1
のデモザイク処理における第2の感度均一化処理を感度均一化部5 1が実行する
ための構成例である。

以下、色・感度モザイク画像は、図14の色・感度モザイクパターンP10、図15の色・感度モザイクパターンP1等のように、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度は4段階S0, S1, S2, S3のうちのいずれかの感度であるとして説明する。ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。また、感度が2段階、または3段階である色・感度モザイクパターンに適用することが可能である。

感度均一化部51の第2の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部101-1乃至101-4に供給される。

補間部101-1は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S0の補間処理を施し、得られる感度S0に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-2は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S1の補間処理を施し、得られる感度S1に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-3は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S2の補間処理を施し、得られる感度S2に対応する補間値を加算器102に出力する。補間部101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに感度S3の補間処理を施し、得られる感度S3に対応する補間値を加算器102に出力する。

加算器102は、補間部101-1乃至101-4から入力される感度S0乃至S3の補間値を画素毎に加算し、その和を色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

合成感度補償部103は、加算器102から供給される色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られる値を画素値とする色モザイク画像Mを生成して色補間部52に供給する。合成感度補償LUT104は、色モザイク候補画像の画素値をインデックスとして、色モザイク画像Mの画素値を取得できるようになされている。

図59に示した感度均一化部51の第2の構成例による、第1のデモザイク処理における第2の感度均一化処理について、図60のフローチャートを参照して説明する。

5 ステップS101において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS102に進む。ステップS102において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

10 ステップS103において、補間部101-1乃至101-4は、色・感度モザイク画像の各画素の色を変更せずに補間処理を施すことにより、それぞれ感度S0, S1, S2、または感度S3に対応する補間値を生成して加算器102に出力する。

15 補間部101-1による感度S0の補間処理について、図61のフローチャートを参照して説明する。ステップS111において、補間部101-1は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする 5×5 画素）のうち、色が注目画素と同じであり、かつ、感度がS0である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

20 ステップS112において、補間部101-1は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。ステップS113において、補間部101-1は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度S0に対応する補間値とする。処理は図60のステップS60に戻る。

25 なお、補間部101-2乃至101-3による感度S1乃至S3の補間処理は、上述した補間部101-1による感度S0の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

ステップS104において、加算器102は、補間部101-1乃至101-

4から入力される注目画素に対応する感度S0乃至S3の補間値を加算し、その和を、注目画素に対応する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部103に供給する。

ステップS105は、合成感度補償部103は、加算器102から供給された5色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償LUT104に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対応する色モザイク画像Mの画素値とする。

処理は、ステップS101に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS101乃至105の処理が繰り返される。ステップS101において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第1のデモザイク処理10における第2の感度均一化処理は終了される。

なお、第2の感度均一化処理後においては、図55のフローチャートを参照して上述した色補間処理が実行される。

次に、上述した色差画像Cを生成する第1の処理（図56）の代わりに、色差画像生成部72が実行可能な色差画像Cを生成する第2の処理について、図6215のフローチャートを参照して説明する。

ステップS121において、平滑化部81, 82は、変調色モザイク画像Mgの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS122に進む。ステップS122において、平滑化部81, 82は、変調色モザイク画像Mgの左下の画素から右上の画素まで、20順次1画素ずつ注目画素に決定する。

ステップS123において、平滑化部81は、注目画素に対応する画像勾配ベクトル g を演算する。

画像勾配ベクトル演算処理の詳細について、図63のフローチャートを参照して説明する。当該画像勾配ベクトル演算処理においては、色モザイク画像Mgの25全ての画素のうち、所定の1種類の色の画素だけを用いて画像勾配ベクトル g を演算する。

なお、所定の1種類の色の選択は任意であるが、例えば、色モザイク画像Mg

の色モザイクパターンがベイヤ配列をなしている場合、G成分を有する画素は、R成分を有する画素やB成分を有する画素に比較して2倍存在するので、1種類の色をGとすることが理にかなっている。したがって、以下、色モザイク画像M_gの色モザイクパターンがベイヤ配列をなしており、かつ、所定の1種類の色を5 Gに選択したとして仮定して説明を継続する。

ステップS141において、平滑化部81は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS142に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色はGではなく、かつ、注目画素の斜め方向に隣接する4画素の色がGである。

10 ステップS142において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U), G(D), G(L), G(R)を、注目画素の左上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LU)、注目画素の左下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(LD)、注目画素の右上に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RU)、および、注目画素の右下に隣接するG成分を有する画素の画素値G(RD)を次式(13)乃至次式(16)に適用して補間する。

$$G(U) = (G(LU) + G(RU)) / 2 \quad \dots (13)$$

$$G(D) = (G(LD) + G(RD)) / 2 \quad \dots (14)$$

$$G(L) = (G(LU) + G(LD)) / 2 \quad \dots (15)$$

20 $G(R) = (G(RU) + G(RD)) / 2 \quad \dots (16)$

ステップS143において、平滑化部81は、注目画素の上下左右に位置する4画素にそれぞれ対応するG成分の値G(U), G(D), G(L), G(R)を、次式(17)乃至次式(19)に適用してベクトルg'を算出し、次式(20)のように正規化して勾配ベクトルgを算出する。

25 $g_h = G(R) - G(L) \quad \dots (17)$

$$g_v = G(U) - G(D) \quad \dots (18)$$

$$g' = (g_h, g_v) \quad \dots (19)$$

$$g = g' / \| g' \| \quad \dots (20)$$

なお、ステップ S 141において、注目画素の色が G ではないと判定された場合、処理はステップ S 144に進む。この場合、注目画素の上下左右に位置する4画素の色は G である。

- 5 ステップ S 144において、注目画素の上下左右に位置する4画素の画素値を取得して、それぞれを値 G (U), G (D), G (L), G (R) に代入する。

以上のように注目画素に対応する画像勾配ベクトル g を演算する。なお、色モザイク画像 M_g の色モザイクパターンがベイヤ配列をなしていない場合において
10 も、類似した処理によって画像勾配ベクトル g を演算することができる。

処理は図 62 のステップ S 124 にリターンする。

ステップ S 124において、平滑化部 81 は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 5×5 画素）のうち、R 成分を有する画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。一方、平滑化部 82 も同様に、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素のうち、G 成分を有する画素を検出し、検出した画素の画素値を抽出する。
15

ステップ S 125において、平滑化部 81 は、注目画素から R 成分を有する各参照画素までの位置ベクトル n をそれぞれ算出して正規化する。一方、平滑化部
20 82 も同様に、注目画素から G 成分を有する各参照画素までの位置ベクトル n をそれぞれ算出して正規化する。

ステップ S 126において、平滑化部 81 は、次式 (21) に示すように、R 成分を有する参照画素毎に、注目画素の勾配ベクトル g と位置ベクトル n との内積の絶対値を 1 から除算し、その差の ρ 乗を演算することにより、当該参照画素
25 に対する重要度 ω を算出する。一方、平滑化部 82 も同様に、G 成分を有する参照画素毎に重要度 ω を算出する。ここで、 ρ は、方向選択の先鋭度を調整するための定数であり、予め設定されている。

$$\omega = (1 - |(n, g)|)^{\rho} \quad \dots (21)$$

ステップ S 1 2 7において、平滑化部 8 1は、R成分を有する参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。一方、平滑化部 8 2も同様に、G成分を有する参照画素 5 の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。

ステップ S 1 2 8において、平滑化部 8 1は、R成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度 ω を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度 ω とを乗算し、それらの積の総和を演算する。一方、平滑化部 8 2も同様に、G成分を有する各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数および重要度 ω を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、各参照画素に対応するフィルタ係数と重要度 ω とを乗算し、それらの積の総和を演算する。

ステップ S 1 2 9において、平滑化部 8 1は、ステップ S 1 2 8で演算したR成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度 ω の積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数および重要度 ω の積の総和で除算して、その商を平滑化されたR成分だけの画像 R' の注目画素に対応する画素値とする。一方、平滑化部 8 2も同様に、平滑化部 8 2は、ステップ S 1 2 8で演算したG成分を有する各参照画素の画素値、対応するフィルタ係数、および重要度 ω の積の総和を、各参照画素に対応するフィルタ係数および重要度 ω の積の総和で除算して、その商を平滑化されたG成分だけの画像 G' の注目画素に対応する画素値とする。

ステップ S 1 3 0において、減算器 8 3は、平滑化部 8 1からの平滑化されたR成分だけの画像 R' の注目画素に対応する画素値から、平滑化部 8 2からの平滑化されたG成分だけの画像 G' の注目画素に対応する画素値を減算し、その差を色差画像 C の注目画素の画素値とする。

処理は、ステップ S 1 2 1に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定される

まで、ステップS121乃至130の処理が繰り返される。ステップS121において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、当該色差画像生成処理を終了して、図55のステップS53にリターンする。

なお、色差画像生成部73が色差画像Dを生成する処理は、上述した色差画像生成部72が色差画像Cを生成する第2の処理と同様であるので、その説明は省略する。

色差画像Cを生成する第2の処理では、画像内の物体の輪郭を検出し、輪郭に平行して平滑化を実行するようにしたので、色差画像Cを生成する第1の処理に比較して色モアレの発生を抑止することができる。

10 次に、第2のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第2の構成例について、図64を参照して説明する。画像処理部7の第2の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報、および色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度均一化部111に供給される。

15 感度均一化部111は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報に基づき、色・感度モザイク画像に感度均一化処理を施し、得られる感度が均一化された色モザイク画像Mを色補間部52に出力する。ただし、得られる色モザイク画像Mの色モザイク配列は、元の色・感度モザイク画像の色モザイク配列とは必ずしも同じではないので、感度均一化部111は、色モザイクパターン情報を更新して色補間部112に供給する。

色補間部112は、感度均一化部111からの色モザイク画像Mに対し、図45の色補間部52と同様に、色モザイクパターン情報を用いる色補間処理を施すことによって出力画像R、G、Bを生成する。

25 図65は、感度均一化部111の第1の構成例を示している。当該第1の構成例は、図35、図41および図42を参照して説明した第2のデモザイク処理における第1の感度均一化処理を実行する感度均一化部111の構成例である。

感度均一化部111の第1の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク

画像は、感度補償部 121 および有効性判別部 123 に供給される。色モザイクパターン情報は、欠落補間部 124 に供給される。感度モザイクパターン情報は、感度補償部 121 および有効性判別部 123 に供給される。

感度補償部 121 は、相対感度値 LUT122 から得られる相対感度値 S に基づき、色・感度モザイク画像に感度補償を施して欠落補間部 124 に出力する。相対感度値 LUT122 は、画素の感度をインデックスとして、相対感度値 S を出力するルックアップテーブルである。

有効性判別部 123 は、色・感度モザイク画像の各画素の画素値を、飽和レベルの閾値 θ_H およびノイズレベルの θ_L と比較することによって画素値の有効性を判別し、その結果を判別情報として欠落補間部 124 に供給する。判別情報には、各画素の画素値について有効または無効を示す情報が記述されている。

欠落補間部 124 は、有効性判別部 123 からの判別情報に基づき、感度補償された色・感度モザイク画像の全画素のうち、判別情報が有効である画素の画素値はそのまま用い、判別情報が無効である画素に対しては、感度補償された色・感度モザイク画像のなかに最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いて、その色成分の画素値を補間する。このように、最も多く存在する色を有する画素の画素値を用いることによって、より高周波成分が復元し易くなる。さらに、欠落補間部 124 は、生成した色モザイク画像 M の色モザイク配列に対応して色モザイクパターン情報を更新し、色補間部 112 に出力する。

次に、図 64 に示した画像処理部 7 の第 2 の構成例が主に実行する第 2 のデモザイク処理について説明するが、その大部分は、上述した第 1 のデモザイク処理と同様である。よって、上述した第 1 のデモザイク処理と異なる処理、すなわち、感度均一化部 111 を構成する欠落補間部 124 の欠落補間処理について、図 66 のフローチャートを参照して説明する。以下、色・感度モザイク画像のなかには G 成分を有する画素が最も多く存在すると仮定する。ただし、他の色成分を有する画素が最も多く存在する場合においても同様に処理することができる。

ステップ S151において、欠落補間部 124 は、感度補償された色・感度モ

ザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS152に進む。ステップS152において、欠落補間部124は、感度補償された色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

5 ステップS153において、欠落補間部124は、注目画素の判別情報が無効であるか否かを判定し、注目画素の判別情報が無効であると判定した場合、ステップS154に進む。

10 ステップS154において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報を参照し、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 5×5 画素）のうち、G成分を有する画素であって、かつ、判別情報が有効である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。また、欠落補間部124は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、欠落補間部124は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を色モザイク画像Mの注目画素の画素値とする。

15 ステップS155において、欠落補間部124は、色モザイクパターン情報における注目画素の色をGに更新する。

20 なお、ステップS153において、注目画素の判別情報が無効ではないと判定された場合、ステップS154、およびステップS155の処理はスキップされる。

25 処理は、ステップS151に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS151乃至155の処理が繰り返される。ステップS151において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、当該欠落補間処理は終了され、得られた色モザイク画像M、および更新された色モザイクパターン情報は、後段の色補間部112に供給される。

次に、図65に示した感度均一化部111の第1の構成例の代わりに用いるこ

とができる感度均一化部 111 の第 2 の構成例について、図 67 を参照して説明する。

当該第 2 の構成例は、図 35、図 43、および図 44 を参照して説明した第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理を感度均一化部 111 が実行するための構成例である。

以下、色・感度モザイク画像は、図 14 の色・感度モザイクパターン P10、図 15 の色・感度モザイクパターン P1 等のように、画素の色は 3 原色 R G B のうちのいずれかの色であり、感度は 4 段階 S0, S1, S2, S3 のうちのいずれかの感度であるとして説明する。ただし、以下に説明する構成や動作は、RG 10 B 以外の 3 色から成る色・感度モザイク画像や、4 色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。また、感度が 2 段階、または 3 段階である色・感度モザイクパターンに適用することが可能である。

感度均一化部 111 の第 2 の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部 15 132-1 乃至 132-4 に供給される。色モザイクパターン情報は、補間色決定部 131 にも供給される。

補間色決定部 131 は、色モザイクパターン情報に基づき、補間部 132-1 乃至 132-3 で補間する補間値の色（補間色）を指定する。また、補間色決定部 131 は、補間色の決定に対応して色モザイクパターン情報を更新する。

20 補間部 131-1 は、補間色決定部 131 からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度 S0 の補間処理を施し、得られる感度 S0 に対応する補間値を加算器 133 に出力する。補間部 131-2 は、補間色決定部 131 からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度 S1 の補間処理を施し、得られる感度 S1 に対応する補間値を加算器 133 に出力する。補間部 131-25 3 は、補間色決定部 131 からの補間色の指定に対応して、色・感度モザイク画像に感度 S2 の補間処理を施し、得られる感度 S2 に対応する補間値を加算器 133 に出力する。補間部 131-4 は、補間色決定部 131 からの補間色の指定

に対応して、色・感度モザイク画像に感度 S 3 の補間処理を施し、得られる感度 S 3 に対応する補間値を加算器 1 3 3 に出力する。

加算器 1 3 3 は、補間部 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 4 から入力される感度 S 0 乃至 S 3 の補間値を画素毎に加算し、その和を色モザイク候補画像の画素値として
5 合成感度補償部 1 3 4 に供給する。

合成感度補償部 1 3 4 は、加算器 1 3 3 から供給される色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償 LUT 1 3 5 に照らし合わせ、得られる値を画素値とする色モザイク画像を生成して色補間部 1 1 2 に供給する。合成感度補償 LUT 1 3 5 は、
10 色モザイク候補画像の画素値をインデックスとして、色・感度モザイク画像 M の画素値を取得できるようになされている。

図 6 7 に示した感度均一化部 1 1 1 の第 2 の構成例による、第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理について、図 6 8 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S 1 6 1 において、補間部 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 4 は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 1 6 2 に進む。ステップ S 1 6 2 において、補間部 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 4 は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。
15

ステップ S 1 6 3 において、補間色決定部 1 3 1 は、色モザイクパターン情報に基づく補間色決定処理を実行し、得られた注目画素の補間色を補間部 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 4 に通知する。
20

補間色決定部 1 3 1 の補間色決定処理の詳細について、図 6 9 のフローチャートを参照して説明する。なお、当該補間色決定処理は、注目画素により近傍の画素を用いて注目画素の画素値を補間することを目的とし、色・感度モザイク画像の色モザイク配列がベイヤ配列をなしていると仮定する。
25

ステップ S 1 7 1 において、補間色決定部 1 3 1 は、色モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の色を判定する。

ステップ S 171において、注目画素の色が G であると判定された場合、ステップ S 172 に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する 4 画素の色も G である。ステップ S 172 において、補間色決定部 131 は、注目画素の補間色を G に決定し、補間部 132-1 乃至 132-4 に通知する。さらに、補間色決定部 131 は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報を G に更新する。

ステップ S 171において、注目画素の色が R であると判定された場合、ステップ S 173 に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する 4 画素の色は B である。ステップ S 173 において、補間色決定部 131 は、注目画素の補間色を B に決定し、補間部 132-1 乃至 132-4 に通知する。さらに、補間色決定部 131 は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報を B に更新する。

ステップ S 171において、注目画素の色が B であると判定された場合、ステップ S 174 に進む。この場合、注目画素の斜め方向に隣接する 4 画素の色は R である。ステップ S 174 において、補間色決定部 131 は、注目画素の補間色を R に決定し、補間部 132-1 乃至 132-4 に通知する。さらに、補間色決定部 131 は、注目画素に対応する色モザイクパターン情報を R に更新する。

以上説明した補間色決定処理によれば、色モザイク配列がベイヤ配列をなす色・感度モザイク画像の R と B を入れ替えるように、注目画素の補間色を指定するので、更新された色モザイクパターン情報をベイヤ配列をなすことが維持される。

20 処理は図 68 のステップ S 164 にリターンする。ステップ S 164 において、補間部 132-1 乃至 132-4 は、補間色決定部 131 からの補間色の指定に対応し、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことにより、それぞれ感度 S 0, S 1, S 2、または感度 S 3 に対応する補間値を生成して加算器 133 に出力する。

25 具体的には、例えば、補間部 132-1 は、色・感度モザイク画像の注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする 5×5 画素）のうち、補間色指定部 131 から指定された色を有し、かつ、感度が S 0 である画素を検出

し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。また、補間部 132-1 は、検出した参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されているフィルタ係数を、参照画素の数だけ取得する。さらに、補間部 132-1 は、各参照画素の画素値と、対応するフィルタ係数とを乗算し、
5 それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いたフィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素の感度 S0 に対応する補間値とする。

なお、補間部 132-2 乃至 132-3 による感度 S1 乃至 S3 の補間処理は、上述した補間部 132-1 による感度 S0 の補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

10 ステップ S165において、加算器 133 は、補間部 132-1 乃至 132-4 から入力される注目画素に対する感度 S0 乃至 S3 の補間値を加算し、その和を注目画素に対する色モザイク候補画像の画素値として合成感度補償部 133 に供給する。

15 ステップ S166 は、合成感度補償部 134 は、加算器 133 から供給された色モザイク候補画像の画素値を合成感度補償 LUT 135 に照らし合わせ、得られた値を注目画素に対する色モザイク画像 M の画素値とする。

20 処理は、ステップ S161 に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S161 乃至 166 の処理が繰り返される。ステップ S161において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理は終了される。

なお、第 2 のデモザイク処理における第 2 の感度均一化処理により得られた色モザイク画像 M に対しては、色補間部 112 によって色補間処理が施されるが、その処理は図 55 のフローチャートを参照して上述した色補間処理と同様であるので説明は省略する。

25 次に、図 70 は、画像処理部 7 を中心とする画像処理系の第 3 のデモザイク処理の概要を示している。

第 3 のデモザイク処理は、図 70 に示すように、撮像部の処理によって得られ

た色・感度モザイク画像の画素の感度を変更することなく、各画素のR G B成分を補間してR成分の感度モザイク画像MsR、G成分の感度モザイク画像MsG、およびB成分の感度モザイク画像MsBを生成する感度別色補間処理と、R成分の感度モザイク画像、G成分の感度モザイク画像、およびB成分の感度モザイク画像の
5 それぞれの感度を均一化して出力画像R、G、Bを生成する感度均一化処理から成る。

第3のデモザイク処理における感度別色補間処理は、色・感度モザイク画像から同一の感度の画素だけを抽出する抽出処理と、抽出処理で抽出された画素のR G B成分の画素値を補間する色補間処理と、色補間処理で補間された画素値をR
10 G B成分毎に合成して感度モザイク画像を生成する挿入処理からなる。

例えば、抽出処理では、色・感度モザイク画像から、感度S1の画素だけが抽出されて、画素が市松状に配置された色モザイク画像McS1が生成される。色補間処理では、色モザイク画像McS1から、感度S1であってR成分を有する画素が市
15 松状に配置された画像Rs1、感度S1であってG成分を有する画素が市松状に配置された画像Gs1、および感度S1であってB成分を有する画素が市松状に配置された画像Bs1が生成される。

例えば、挿入処理では、色補間処理によって生成された画像RS0と、画像RS1が組み合わされて、感度モザイク画像MsRが生成される。

次に、第3のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第3の構成例について、図7-3を参照して説明する。
20

画像処理部7の第3の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像は、感度別色補間部151に供給される。色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報は、感度別色補間部151に供給される。色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、感度別色
25 補間部151、および感度均一化部152乃至154に供給される。

なお、以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図7の色・感度モザイクパターンP3であるとする。すなわち、画素の色は3原色RGBの

うちのいずれかの色であり、感度は S 0, S 1 のうちの一方であって、さらに、色に拘わらず感度 S 0 の画素だけに注目すれば、それらは格子状（市松状）に配置されている。同様に、感度 S 1 の画素の格子状（市松状）に配置されている。

ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB 以外の 3 色から成る色・感度モザイク画像や、4 色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

感度別色補間部 151 は、色・感度モザイク画像に感度別色補間処理を施し、得られる R 成分の感度モザイク画像 MsR、G 成分の感度モザイク画像 MsG、および B 成分の感度モザイク画像 MsB を、それぞれ対応する感度均一化部 152 乃至 154 に供給する。

感度均一化部 152 は、R 成分の感度モザイク画像 MsR に感度均一化処理を施すことによって出力画像 R を生成する。感度均一化部 153 は、G 成分の感度モザイク画像 MsG に感度均一化処理を施すことによって出力画像 G を生成する。感度均一化部 154 は、B 成分の感度モザイク画像 MsB に感度均一化処理を施すことによって出力画像 B を生成する。

図 74 は、感度別色補間部 151 の構成例を示している。感度別色補間部 151において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、抽出部 161 に供給される。

抽出部 161 は、色・感度モザイク画像に対して、感度 S_i（いまの場合、i = 0, 1）の抽出処理を施し、得られる感度 S_i の画素からなる色モザイク画像 McSi を色補間部 162 に供給する。なお、色モザイク画像 McSi は、元の色・感度モザイク画像の x y 座標系とは異なる s t 座標系を用いて表現されるで画像である（詳細は図 78 および図 79 を参照して後述する）。また、抽出部 161 は、色モザイク画像 McSi の色モザイク配列を示す感度 S_i の色モザイクパターン情報を作成し、色補間部 162 に供給する。さらに、抽出部 161 は、色モザイク画像 McSi と元の色・感度モザイク画像との位置関係を保持する感度 S_i の元位置情報を生成し、挿入部 163 乃至 165 に供給する。

色補間部 162 は、抽出部 161 からの色モザイク画像 McSi の全画素の RGB

成分を補間し、得られる画像 R_{si} , G_{si} , B_{si} をそれぞれ対応する挿入部 163 乃至 165 に供給する。画像 R_{si} は、色モザイク画像 $McSi$ の各画素に対応する R 成分の画素値からなる画像である。画像 G_{si} は、色モザイク画像 $McSi$ の各画素に対応する G 成分の画素値からなる画像である。画像 B_{si} は、色モザイク画像 $McSi$ の各画素に対応する B 成分の画素値からなる画像である。また、画像 R_{si} , G_{si} , B_{si} は、色モザイク画像 $McSi$ と同じ座標系によって表現される。なお、色補間部 162 は、図 47 に示した色補間部 52 の構成例と同様に構成される。

挿入部 163 は、抽出部 161 から供給される感度 S_i の元位置情報に基づき、色補間部 162 から感度の種類の数だけ供給される R 成分の画像 R_{si} を組み合わせて感度モザイク画像 MsR を生成し、感度均一化部 152 に供給する。挿入部 164 は、抽出部 161 から供給される感度 S_i の元位置情報に基づき、色補間部 162 から感度の種類の数だけ供給される G 成分の画像 G_{si} を組み合わせて感度モザイク画像 MsG を生成し、感度均一化部 153 に供給する。挿入部 165 は、抽出部 161 から供給される感度 S_i の元位置情報に基づき、色補間部 162 から感度の種類の数だけ供給される B 成分の画像 B_{si} を組み合わせて感度モザイク画像 MsB を生成し、感度均一化部 154 に供給する。

図 75 は、感度均一化部 152 の構成例を示している。感度均一化部 152において、感度別色補間部 151 の挿入部 163 から供給される感度モザイク画像 MsR は、局所和算出部 171 に供給される。局所和算出部 171 は、感度モザイク画像 MsR の各画素に対し、その近傍の画素を用いる局所和算出処理を施し、得られる各画素に対応する局所和を合成感度補償部 172 に供給する。合成感度補償部 172 は、合成感度補償 LUT 173 に局所和を照らし合わせて対応する補償値を取得し、補償値を画素値として出力画像 R を生成する。合成感度補償 LUT 173 は、局所和をインデックスとして、対応する補償値を供給するようになされている。

なお、感度均一化部 153, 154 の構成例は、図 75 に示した感度均一化部 152 の構成例と同様であるので、その説明は省略する。

次に、図73に示した画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理について、図76にフローチャートを参照して説明する。

ステップS181において、感度別色補間部151は、色・感度モザイク画像に感度別色補間処理を施すことにより、R成分の感度モザイク画像MsR、G成分5の感度モザイク画像MsG、およびB成分の感度モザイク画像MsBを生成し、それぞれ対応する感度均一化部152乃至154に供給する。

感度別色補間部151の感度別色補間処理の詳細について、図77のフローチャートを参照して説明する。ステップS191において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度（いまの場合、S0およびS1）を10指定したか否かを判定し、全ての感度を指定していないと判定した場合、ステップS192に進む。

ステップS192において、抽出部161は、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度のうちの1種類の感度を指定する。指定された感度をSiとする。

15 ステップS193において、抽出部161は、色・感度モザイク画像の全ての画素のうち、感度Siの画素だけを抽出し、感度Siの色モザイク画像McSiを生成して色補間部162に供給する。さらに、抽出部161は、色モザイク画像McSiと元の色・感度モザイク画像との位置関係を保持する感度Siの元位置情報を生成し、挿入部163乃至165に供給する。また、抽出部161は、色モザイク20画像McSiの色モザイク配列を示す感度Siの色モザイクパターン情報を生成し、色補間部162に供給する。

ステップS193の処理の詳細について、図78および図79を参照して説明する。

抽出される感度Siの画素は元の色・感度モザイク画像の画素間隔では抽出されないので、生成される感度Siの色モザイク画像McSiは、元の色・感度モザイク画像とは画素間隔、原点、向きが異なる格子に形成される。そこで、抽出部2561は、色モザイク画像McSiを生成すると同時に、元の色・感度モザイク画像の座

標系と、色モザイク画像 McSi の座標系との対応関係を元に、画素毎に元の位置の情報を参照できる元位置情報を生成する。

元の色・感度モザイク画像と生成する色モザイク画像 McSi の座標系の対応関係は、図 7 8 または図 7 9 に示すとおりである。同図において、元の色・感度モザイク画像は x y 座標系で表示され、色モザイク画像 McSi は s t 座標系で表示されている。また、色・感度モザイク画像の■は感度 S 0 の画素を示し、色・感度モザイク画像の□は感度 S 1 の画素を示している。このように x y 座標系に対して斜めに設定した s t 座標系を用いることにより、元の色・感度モザイク画像において市松状に配置された感度 S i の画素を、等間隔格子の画素配置として抽出できるようになされている。
10

図 7 8 を参照して、色・感度モザイク画像の■で示される感度 S 0 の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素 A は、元の色・感度モザイク画像を表現する x y 座標系では (x_A, y_A) であり、生成される色モザイク画像 McSi を表現する s t 座標系では (s_A, t_A) である。 (s_A, t_A) と (x_A, y_A) は、次式（2 2）に示すような対応関係がある。
15

$$s_A = \{(x_A - 1) + y_A\} / 2$$

$$t_A = \{(x_{max} - 1 - x_A) + y_A\} / 2 \quad \dots (2 2)$$

抽出部 161 は、元の色・感度モザイク画像の感度 S 0 の画素の座標 (x_A, y_A) を式（2 2）に適用して、色モザイク画像 McSi での座標 (s_A, t_A) を算出し、その座標に当該画素の値を用いて色モザイク画像 McSi を生成する。同時に、感度 S 0 の元位置情報には、座標 (s_A, t_A) に対応して座標 (x_A, y_A) を格納する。
20

図 7 9 を参照して、色・感度モザイク画像の□で示される感度 S 1 の画素を抽出する場合について説明する。例えば、図中の画素 B は、元の色・感度モザイク画像を表現する x y 座標系では (x_B, y_B) であり、生成される色モザイク画像 McSi を表現する s t 座標系では (s_B, t_B) である。 (s_B, t_B) と (x_B, y_B) は、次式（2 3）に示すような対応関係がある。
25

$$s_B = (x_B + y_B) / 2$$

$$t_B = \{(x_{max} - 1 - x_B) + y_B\} / 2 \quad \dots (23)$$

抽出部 161 は、元の色・感度モザイク画像の感度 S1 の画素の座標 (x_B , y_B) を式 (22) に適用して、色モザイク画像 McSi での座標 (s_B , t_B) を算出 5 し、その座標に当該画素の値を用いて色モザイク画像 McSi を生成する。同時に、感度 S1 の元位置情報には、座標 (s_B , t_B) に対応して座標 (x_B , y_B) を格納する。

図 77 に戻り、ステップ S194において、色補間部 162 は、抽出部 161 から 10 の色モザイク画像 McSi の全画素の RGB 成分を補間して、画像 Rsi, Gsi, Bsi を生成し、それぞれ対応する挿入部 163 乃至 165 に供給する。なお、色補間部 162 の処理の詳細については、図 55 を参照して説明した色補間部 52 の色補間処理と同様であるので、その説明は省略する。

処理はステップ S191 に戻り、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度を指定したと判定されるまで、ステップ S191 乃至 S194 に処理が繰り返される。ステップ S191 において、感度モザイクパターン情報に含まれる全ての感度を指定したと判定された場合、処理はステップ S195 に進む。

ステップ S195 において、挿入部 163 は、抽出部 161 から供給された全ての元位置情報に基づき、色補間部 162 から感度の種類の数だけ供給された R 成分の画像 Rsi (いまの場合、画像 Rs0 と画像 Rs1) を組み合わせて感度モザイク画像 MsR を生成し、感度均一化部 152 に供給する。同様に、挿入部 164 は、感度モザイク画像 MsG を生成して感度均一化部 153 に供給し、挿入部 165 は、感度モザイク画像 MsB を生成して感度均一化部 154 に供給する。

処理は図 76 のステップ S182 にリターンする。ステップ S182 において、感度均一化部 152 は、R 成分の感度モザイク画像 MsR に感度均一化処理を施すことによって出力画像 R を生成する。感度均一化部 153 は、G 成分の感度モザイク画像 MsG に感度均一化処理を施すことによって出力画像 G を生成する。感度均一化部 154 は、B 成分の感度モザイク画像 MsB に感度均一化処理を施すこと

によって出力画像Bを生成する。

感度均一化部152の感度均一化処理について、図80のフローチャートを参照して説明する。ステップS201において、局所和算出部171は、R成分の感度モザイク画像MsRの全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画5素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS202に進む。ステップS202において、局所和算出部171は、感度モザイク画像MsRの左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

ステップS203において、局所和算出部171は、注目画素に対応する局所和を算出し、合成感度補償部172に供給する。具体的には、注目画素を中心とする 5×5 画素（以下、参照画素と記述する）の画素値が抽出され、それらの画素値と、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応して予め設定されている図81に示すようなフィルタ係数とがそれぞれ乗算され、それらの積の総和が演算される。さらに、その積の総和が、25個のフィルタ係数の総和で除算されて、その商が注目画素に対応する局所和とされる。

15 ステップS204において、合成感度補償部172は、合成感度補償LUT173に局所和を照らし合わせて対応する補償値を取得し、補償値を注目画素に対応する出力画像Rの画素値とする。

処理は、ステップS201に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップS201乃至204の処理が繰り返される。ステップS201において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、感度均一化処理は終了され、図76にリターンする。

なお、感度均一化部153、154も、感度均一化部152の感度均一化処理と平行して同様の感度均一化処理を実行するが、その詳細な説明は省略する。

以上、画像処理部7の第3の構成例による第3のデモザイク処理の説明を終了25する。

次に、画像処理部7を中心とする画像処理系の第4のデモザイク処理の概要について説明する。

第4のデモザイク処理は、撮像部の処理によって得られた色・感度モザイク画像から輝度画像を生成する輝度画像生成処理、および、色・感度モザイク画像と輝度画像を用いて出力画像R、G、Bを生成する単色画像処理から成る。

図82は、第4のデモザイク処理を主に実行する画像処理部7の第4の構成例
5 を示している。

画像処理部7の第4の構成例において、撮像系からの色・感度モザイク画像、色・感度モザイク画像の色モザイク配列を示す色モザイクパターン情報、および、色・感度モザイク画像の感度モザイク配列を示す感度モザイクパターン情報は、輝度画像生成部181、並びに単色画像生成部182乃至184に供給される。

10 なお、以下、特に断りがある場合を除き、色・感度モザイク画像は、図6の色・感度モザイクパターンP2であるとする。すなわち、画素の色は3原色RGBのうちのいずれかの色であり、感度はS0、S1のうちの一方であって、さらに、感度に拘わらず色だけに注目すれば、それらはベイヤ配列をなしている。

15 ただし、以下に説明する構成や動作は、RGB以外の3色から成る色・感度モザイク画像や、4色から成る色・感度モザイク画像に適用することも可能である。

輝度画像生成部181は、供給される色・感度モザイク画像に対して輝度画像生成処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部182乃至184に供給する。

20 単色画像生成部182は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Rを生成する。単色画像生成部183は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Gを生成する。単色画像生成部184は、供給される色・感度モザイク画像および輝度画像を用いて出力画像Bを生成する。

25 図83は、輝度画像生成部181の第1の構成例を示している。輝度画像生成部181の第1の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部191乃至193に供給される。

推定部 191 は、色・感度モザイク画像に対して R 成分推定処理を施し、得られる各画素に対する R 成分の推定値 R' を乗算器 194 に供給する。推定部 192 は、色・感度モザイク画像に対して G 成分推定処理を施し、得られる各画素に対する G 成分の推定値 G' を乗算器 195 に供給する。推定部 193 は、色・感度モザイク画像に対して B 成分推定処理を施し、得られる各画素に対する B 成分の推定値 B' を乗算器 196 に供給する。

乗算器 194 は、推定部 191 から供給される推定値 R' に、色バランス係数 k_R を乗算し、その積を加算器 197 に出力する。乗算器 195 は、推定部 192 から供給される推定値 G' に、色バランス係数 k_G を乗算し、その積を加算器 197 に出力する。乗算器 196 は、推定部 193 から供給される推定値 B' に、色バランス係数 k_B を乗算し、その積を加算器 197 に出力する。

加算器 197 は、乗算器 194 から入力される積 $R' \cdot k_R$ 、乗算器 195 から入力される積 $G' \cdot k_G$ 、および乗算器 196 から入力される積 $B' \cdot k_B$ を加算し、その和を画素値とする輝度候補画像を生成してノイズ除去部 198 に供給する。

ここで、色バランス係数 k_R 、 k_G 、 k_B は、予め設定されている値であり、例えば、 $k_R = 0.3$ 、 $k_G = 0.6$ 、 $k_B = 0.1$ である。なお、色バランス係数 k_R 、 k_G 、 k_B の値は、基本的には輝度候補値として輝度変化に相関がある値を算出することができればよい。したがって、例えば、 $k_R = k_G = k_B$ としてもよい。

ノイズ除去部 198 は、加算器 197 から供給される輝度候補画像に対してノイズ除去処理を施し、得られる輝度画像を単色画像生成部 182 乃至 184 に供給する。

図 84 は、単色画像生成部 182 の構成例を示している。単色画像生成部 182において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、補間部 201 に供給される。輝度画像は、比率算出部 202、および乗算器 203 に供給される。

補間部 201 は、色・感度モザイク画像に補間処理を施し、得られる全ての画

素がR成分の画素値を有するR候補画像を比率値算出部202に出力する。比率値算出部202は、R候補画像と輝度画像の対応する画素間の強度比率の低周波成分（以下、単に強度比率と記述する）を算出し、さらに、各画素に対応する強度比率を示す比率値情報を生成して乗算器203に供給する。

- 5 乘算器203は、輝度画像の各画素の画素値に、対応する強度比率を乗算し、その積を画素値とする出力画像Rを生成する。

なお、単色画像生成部183、184の構成例も同様であるので、その説明は省略する。

- 10 次に、画像処理部7の第4の構成例による第4のデモザイク処理について、図85のフローチャートを参照して説明する。

ステップS211において、輝度画像生成部181は、色・感度モザイク画像に輝度画像生成処理を施すことによって輝度画像を生成し、単色画像生成部182乃至184に供給する。

- 15 輝度画像生成部181の輝度画像生成処理について、図86のフローチャートを参照して説明する。

ステップS221において、推定部191乃至193は、色・感度モザイク画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップS222に進む。ステップS222において、推定部191乃至193は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ注目画素に決定する。

- 20 ステップS223において、推定部191は、色・感度モザイク画像に対してR成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値R'を推定し、乗算器194に供給する。推定部192は、色・感度モザイク画像に対してG成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値G'を推定し、乗算器194に供給する。推定部193は、色・感度モザイク画像に対してB成分推定処理を施すことにより、注目画素に対応する推定値B'を推定し、乗算器194に供給する。

推定部 191 の R 成分推定処理について、図 87 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S231において、推定部 191 は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 15×15 画素）のうち、R 成分を有し、かつ、感度 S0 である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

ステップ S232において、推定部 191 は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、図 88 に示すような予め設定されている R 成分用補間フィルタ係数を参照画素の数だけ取得し、各参照画素の画素値と対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いた R 成分用補間フィルタ係数の総和で除算して第 1 の商を取得する。

ステップ S233において、推定部 191 は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照することにより、注目画素の近傍の画素（例えば、注目画素を中心とする 15×15 画素）のうち、R 成分を有し、かつ、感度 S1 である画素を検出し、検出した画素（以下、参照画素と記述する）の画素値を抽出する。

ステップ S234において、推定部 191 は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、R 成分用補間フィルタ係数を参照画素の数だけ取得し、各参照画素の画素値と対応するフィルタ係数を乗算し、それらの積の総和を演算する。さらに、その積の総和を、用いた補間フィルタ係数の総和で除算して第 2 の商を取得する。

ステップ S235において、推定部 191 は、ステップ S232 で取得した第 1 の商と、ステップ S234 で取得した第 2 の商を加算する。ステップ S236 において、推定部 191 は、ステップ S235 で演算した第 1 の商と第 2 の商の和を、内蔵する合成感度補償 LUT（後述）に照らし合わせることにより、感度特性を補償した補償値を取得する。取得した補償値は、注目画素に対応する推定値 R' とされる。処理は図 86 のステップ S224 にリターンする。

なお、推定部 192 の G 成分推定処理、および推定部 193 の B 成分推定処理は、推定部 191 の R 成分推定処理と同様であるので、その説明は省略する。ただし、推定部 192 の G 成分推定処理においては、注目画素を中心とする 7×7 画素のなかから参照画素を検出するようにし、さらに、図 89 に示す G 成分用補間フィルタ係数を用いることにする。

ここで、推定部 191 が用いる合成感度補償 LUT について、図 90 乃至図 92 を参照して説明する。図 90 は、感度 S0 の画素の特性曲線 b と、感度 S1 の画素の特性曲線 a を示しており、横軸は入射光の強度、縦軸は画素値を示す。同図において、高感度の感度 S1 は、低簡素の感度 S0 に対して 4 倍の感度を有している。

当該推定処理では、図 90 の特性曲線 b に示すような特性で測定された感度 S0 の画素から算出された第 1 の商と、同図の特性曲線 a に示すような特性で測定された感度 S1 の画素を用いて算出された第 2 の商とが加算されている。従って、第 1 の商と第 2 の商の和は、図 91 の特性曲線 c に示すように、感度 S0 と感度 S1 の特性が合成された特性を有することになる。

この合成された特性曲線 c は、低輝度から高輝度にわたる広ダイナミックレンジの特性となるが、図 91 に示すように折れ線となっているので、感度特性曲線 c の逆特性曲線を用いることにより、元のリニアな特性を復元するようになる。具体的には、図 92 に示すように、第 1 の商と第 2 の商の和を、図 91 の感度特性曲線 c の逆特性曲線 d に適用して非線形性を補償するようになる。

すなわち、合成感度補償 LUT は、図 92 の逆特性曲線 d をルックアップテーブル化したものである。

図 86 の説明に戻る。ステップ S224において、乗算器 194 は、推定部 191 から供給された推定値 R' に色バランス係数 k_R を乗算し、その積を加算器 197 に出力する。乗算器 195 は、推定部 192 から供給された推定値 G' に色バランス係数 k_G を乗算し、その積を加算器 197 に出力する。乗算器 196 は、推定部 193 から供給された推定値 B' に色バランス係数 k_B を乗算し、そ

の積を加算器 197 に出力する。加算器 197 は、乗算器 194 から入力された積 $R' \cdot k_R$ 、乗算器 195 から入力された積 $G' \cdot k_G$ 、および乗算器 196 から入力された積 $B' \cdot k_B$ を加算し、その和を注目画素に対応する輝度候補画像の画素値（輝度候補値）とする。

- 5 処理は、ステップ S 221 に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 221 乃至 224 の処理が繰り返される。ステップ S 221において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ステップ S 225 にすすむ。なお、ステップ S 221 乃至 224 の処理によって生成された輝度候補画像はノイズ除去部 198 に供給される。
- 10 ステップ S 225において、ノイズ除去部 198 は、加算器 197 から供給される輝度候補画像にノイズ除去処理を施すことによって輝度画像を生成し、単色画像生成部 182 乃至 184 に供給する。

- 15 ノイズ除去部 198 のノイズ除去処理について、図 93 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 241において、ノイズ除去部 198 は、輝度候補画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 242 に進む。ステップ S 242 において、ノイズ除去部 198 は、輝度候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

- 20 ステップ S 243において、ノイズ除去部 198 は、注目画素の上下左右に位置する画素の画素値（輝度候補値）を取得し、取得した注目画素の上下左右に位置する画素輝度候補値を、それぞれ変数 a_3, a_0, a_1, a_2 に代入する。

ステップ S 244において、ノイズ除去部 198 は、方向選択的平滑化処理を実行することにより、注目画素に対応する平滑化値を取得する。

- 25 ノイズ除去部 198 の方向選択的平滑化処理について、図 94 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 251において、ノイズ除去部 198 は、式 (24) に適用して、注目画素に対応する輝度勾配ベクトル g を算出する。

$$\text{輝度勾配ベクトル } g = (a_2 - a_1, a_3 - a_0) \quad \dots (24)$$

ステップ S 252において、ノイズ除去部 198 は、輝度勾配ベクトル g の大きさ（絶対値） $\|\nabla\|$ を演算する。

ステップ S 253において、ノイズ除去部 198 は、変数 a_0 乃至 a_3 を次式 (25), (26) に適用して、注目画素に対応する水平方向の平滑化成分 H_h と
5 垂直方向の平滑化成分 H_v を演算する。

$$H_h = (a_1 + a_2) / 2 \quad \dots (25)$$

$$H_v = (a_3 + a_0) / 2 \quad \dots (26)$$

ステップ S 254において、ノイズ除去部 198 は、輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\|g\|$ に対応して、水平方向の重要度 w_h と垂直方向の重要度 w_v を演算す
10 る。

具体的には、輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\|g\|$ が 0 よりも大きい場合、次式 (27) に示すように、正規化した輝度勾配ベクトル $g / \|g\|$ とベクトル(1, 0)との内積の絶対値を 1 から減算して水平方向の重要度 w_h を得る。また、次式(28)に示すように、正規化した輝度勾配ベクトル $g / \|g\|$ とベクトル(0, 1)との内積の絶対値を 1 から減算して垂直方向の重要度 w_v を得る。
15

$$w_h = 1 - |(g / \|g\|, (1, 0))| \quad \dots (27)$$

$$w_v = 1 - |(g / \|g\|, (0, 1))| \quad \dots (28)$$

輝度勾配ベクトル g の絶対値 $\|g\|$ が 0 である場合、水平方向の平滑化寄与率 w_h および垂直方向の平滑化寄与率 w_v を、それぞれ 0.5 とする。

20 ステップ S 255において、ノイズ除去部 198 は、次式 (29) を用いて注目画素に対応する平滑化値 α を演算する。

$$\alpha = (w_h \cdot H_h + w_v \cdot H_v) / (w_h + w_v) \quad \dots (29)$$

処理は図 93 のステップ S 245 に戻る。ステップ S 245 において、ノイズ除去部 198 は、注目画素の画素値（輝度候補値）と、ステップ S 244 で演算
25 した注目画素に対応する平滑化値 α の平均値を演算し、当該平均値を注目画素に
対応する輝度画像の画素値（輝度値）とする。

処理はステップ S 241 に戻り、全ての画素を注目画素としたと判定されるま

で、ステップ S 241 乃至 S 245 の処理が繰り返される。ステップ S 241において、全ての画素を注目画素としたと判定された場合、ノイズ除去処理は終了されて、すなわち、輝度画像生成処理も終了されて、図 85 のステップ S 212 にリターンする。

- 5 ステップ S 212において、単色画像生成部 182 乃至 184 は、供給された色・感度モザイク画像および輝度画像を用い、それぞれ出力画像 R, G, B を生成する。

单色画像生成部 182 の第 1 の単色画像生成処理について、図 95 のフローチャートを参照して説明する。

- 10 ステップ S 261において、補間部 201 は、色・感度モザイク画像に補間処理を施すことによって、全ての画素が R 成分の画素値を有する R 候補画像を生成し、比率値算出部 202 に出力する。

なお、補間部 201 の補間処理は、図 87 のフローチャートを参照して上述した輝度画像生成部 181 を構成する推定部 191 の R 成分推定処理と同様である
15 ので、その説明は省略する。

ステップ S 262において、比率値算出部 202 は、比率値算出処理を施すことによって強度比率を算出し、さらに、各画素に対応する強度比率を示す比率値情報を生成して乗算器 203 に供給する。

比率値算出部 202 の比率値算出処理について、図 96 のフローチャートを参考して説明する。ステップ S 271において、比率値算出部 202 は、R 候補画像の全ての画素を注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 272 に進む。ステップ S 272 において、比率値算出部 202 は、R 候補画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ注目画素に決定する。

25 ステップ S 273において、比率値算出部 202 は、注目画素の近傍に位置する画素（例えば、注目画素を中心とする 7 × 7 画素）を参照画素し、それらの画素値（R 成分の単色候補値）を取得する。また、比率値算出部 202 は、参照画

素と同じ座標に位置する輝度画像の画素値（輝度値）を抽出する。

ステップ S 274において、比率値算出部 202 は、参照画素の注目画素に対する相対的な位置に対応し、図 97 に示すように予め設定されている平滑化フィルタ係数を参照画素の数だけ取得する。

5 ステップ S 275において、比率値算出部 202 は、各参照画素の R 成分の単色候補値に対応する平滑化フィルタ係数を乗算し、その積を対応する輝度値で除算して、それらの商の総和を演算する。さらに、その商の総和を、用いた平滑化フィルタ係数の総和で除算して、その商を注目画素に対応する強度比率として、比率値情報を生成する。

10 処理はステップ S 271 に戻り、R 候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 271 乃至 S 275 の処理が繰り返される。ステップ S 271 において、R 候補画像の全ての画素を注目画素としたと判定された場合、生成された比率値情報が乗算器 203 に供給されて、処理は図 95 のステップ S 263 にリターンする。

15 ステップ S 263 において、乗算器 203 は、輝度画像の各画素の画素値に、対応する強度比率を乗算し、その積を画素値とする出力画像 R を生成する。

なお、単色画像生成部 182 の第 1 の単色画像生成処理と同時に、単色画像生成部 183, 184 も、同様の処理を実行する。

以上、画像処理部 7 の第 4 の構成例による第 4 のデモザイク処理の説明を終了する。

次に、図 98 は、輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例を示している。輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例は、図 83 に示した輝度画像生成部 181 の第 1 の構成例における推定部 191 乃至 193 を、推定部 211 で置換したものである。

25 輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例において、色・感度モザイク画像、色モザイクパターン情報、および感度モザイクパターン情報は、推定部 211 に供給される。

推定部 211 は、色・感度モザイク画像に対して成分推定処理を施し、得られる各画素に対する R 成分の推定値 R' 、G 成分の推定値 G' 、および B 成分の推定値 B' を、対応する乗算器 194 乃至 196 に供給する。

なお、輝度画像生成部 181 の第 2 の構成例をなす乗算器 194 乃至 ノイズ除去部 198 は、同一の番号を附した図 83 に示した輝度画像生成部 181 の第 1 の構成例をなす乗算器 194 乃至 ノイズ除去部 198 と同様であるので、その説明は省略する。

次に、推定部 211 による RGB 成分の推定処理について、図 99 のフローチャートを参照して説明する。なお、当該 RGB 成分の推定処理は、図 86 のステップ S223 における処理として、図 87 を参照して上述した R 成分推定処理に代えて実行可能な処理である。したがって、既に色・感度モザイク画像の注目画素は推定部 211 によって決定されているとして、ステップ S281 以降の処理を説明する。

ステップ S281において、推定部 211 は、図 100 に示すような注目画素を中心とする 4 画素の画素値を用いる推定画素値 C0 補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値 C0 を算出する。推定画素値 C0 補間処理について、図 101 のフローチャートを参照して説明する。

ステップ S291において、推定部 211 は、図 100 に示すように、○で表される注目画素に対して 1 画素分の間隔を空けて上下左右に位置する 4 画素の画素値を、それぞれ変数 a_3, a_0, a_1, a_2 に代入して、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する。

このように、指定した画素の上下左右方向に位置する 4 画素の画素値を、それぞれ変数 a_3, a_0, a_1, a_2 に代入して、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する垂直方向選択的平滑化処理と定義する。

ステップ S292において、推定部 211 は、ステップ S291 で得た平滑化値 α を注目画素の画素値に加算して、その和を注目画素の推定画素値 C0 とする。

処理は図99のステップS282にリターンする。

ステップS282において、推定部211は、図102に示すような注目画素を中心とする12画素を用いる推定画素値C1補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C1を算出する。推定画素値C1補間処理について、図103のフローチャートを参照して説明する。

ステップS301において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS302に進む。

ステップS302において、推定部211は、図102に示すように、○で表される注目画素に対して左下、左上、右下、右上に隣接して位置する4画素の画素値を、それぞれ変数a0, a1, a2, a3に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する。

このように、指定した画素の左下、左上、右下、右上方向に位置する4画素の画素値を、それぞれ変数a0, a1, a2, a3に代入して、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用することによって平滑化値 α を演算する処理を、以下、指定した画素に対応する斜め方向選択的平滑化処理と定義する。

ステップS303において、推定部211は、ステップS302で得た平滑化値 α に2を乗算して、その積を注目画素の推定画素値C1とする。処理は図99のステップS283にリターンする。

なお、ステップS301において、注目画素の色がGではないと判定された場合、処理はステップS304に進む。

ステップS304において、推定部211は、注目画素の左上に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数a1に代入する。ステップS305において、推定部211は、注目画素の右下に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数a2に代入する。ステップS306において、推定部211は、注目画素の左下に隣接する画素の画素値を変数a0に代入し、注目

画素の右上に隣接する画素の画素値を変数 a_3 に代入する。

ステップ S 307において、推定部 211 は、ステップ S 304 乃至 S 306 で値を設定した変数 a_0, a_1, a_2, a_3 を、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α' とする。

- 5 ステップ S 308において、推定部 211 は、注目画素の左下に隣接する画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_0 に代入する。ステップ S 309において、推定部 211 は、注目画素の右上に隣接する画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_3 に代入する。ステップ S 310において、推定部 211 は、注目画素の左上に隣接する画素の画素値を変数 a_1 に代入し、注目画素の右下に隣接する画素の画素値を変数 a_2 に代入する。

- 10 ステップ S 311において、推定部 211 は、ステップ S 308 乃至 S 310 で値を設定した変数 a_0, a_1, a_2, a_3 を、図 94 を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α'' とする。

15 ステップ S 312において、推定部 211 は、ステップ S 307 で得た平滑化値 α' と、ステップ S 311 で得た平滑化値 α'' を加算し、その和を注目画素に対応する推定画素値 C1 とする。処理は図 99 のステップ S 283 にリターンする。

- 20 ステップ S 283において、推定部 211 は、図 104A に示すような注目画素を中心とする 4 画素、または図 104B に示すような注目画素を中心とする 8 画素を用いる推定画素値 C2 補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値 C2 を算出する。推定画素値 C2 補間処理について、図 105 のフローチャートを参照して説明する。

- 25 ステップ S 321において、推定部 211 は、注目画素の色が G であるか否かを判定し、注目画素の色が G であると判定した場合、ステップ S 322 に進む。

ステップ S 322において、推定部 211 は、注目画素の上に隣接する画素を

中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α' とする。

ステップ S 3 2 3において、推定部 2 1 1は、注目画素の下に隣接する画素を 5 中心として 1 画素分の間隔を空けて位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α'' とする。

ステップ S 3 2 4において、推定部 2 1 1は、注目画素の下に隣接する画素の 10 画素値と、ステップ S 3 2 2で得た平滑化値 α' の平均値と、注目画素の上に隣接する画素の画素値と、ステップ S 3 2 3で得た平滑化値 α'' の平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値 C 2 とする。処理は図 9 9 のステップ S 2 8 4 にリターンする。

なお、ステップ S 3 2 1において、注目画素の色が G ではないと判定された場合、処理はステップ S 3 2 5 に進む。

ステップ S 3 2 5において、推定部 2 1 1は、注目画素の左に隣接する画素を 15 中心として斜め方向に隣接して位置する 4 画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_1 に代入する。ステップ S 3 2 6において、推定部 2 1 1は、注目画素の右に隣接する画素を中心として斜め方向に隣接して位置する 4 画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_2 に代入する。ステップ S 3 2 7において、推定部 2 1 1は、注目画素の下に隣接する画素の画素値を変数 a_0 に代入し、注目画素の上に隣接 20 する画素の画素値を変数 a_3 に代入する。

ステップ S 3 2 8において、推定部 2 1 1は、ステップ S 3 2 5乃至 S 3 2 7 で値を設定した変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 を、図 9 4を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α' とする。

ステップ S 3 2 9において、推定部 2 1 1は、注目画素の下に隣接する画素を 25 中心として斜め方向に隣接して位置する 4 画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_0 に代入する。ステップ S 3 3 0において、推定部 2 1 1は、注目画素の上に隣接する画素を中心として斜め方向に隣

接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、変数 a_3 に代入する。ステップS331において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の画素値を変数 a_1 に代入し、注目画素の右に隣接する画素の画素値を変数 a_2 に代入する。

5 ステップS332において、推定部211は、ステップS329乃至S331で値を設定した変数 a_0 , a_1 , a_2 , a_3 を、図94を参照して上述した方向選択的平滑化処理に適用して平滑化値 α を演算し、その値を平滑化値 α'' とする。

10 ステップS333において、推定部211は、ステップS328で得た平滑化値 α' と、ステップS332で得た平滑化値 α'' を加算し、その和を注目画素に15 対応する推定画素値C2とする。処理は図99のステップS284にリターンする。

15 ステップS284において、推定部211は、図106に示すような注目画素を中心とする8画素を用いる推定画素値C3補間処理によって、注目画素に対応する推定画素値C3を算出する。推定画素値C3補間処理について、図107のフローチャートを参照して説明する。

20 ステップS341において、推定部211は、注目画素の色がGであるか否かを判定し、注目画素の色がGであると判定した場合、ステップS342に進む。

25 ステップS342において、推定部211は、注目画素の右に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α' とする。

30 ステップS343において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素を中心として1画素分の間隔を空けて位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出し、平滑化値 α'' とする。

35 ステップS344において、推定部211は、注目画素の左に隣接する画素の画素値と、ステップS342で得た平滑化値 α' との平均値と、注目画素の右に隣接する画素の画素値と、ステップS343で得た平滑化値 α'' との平均値とを加算して、その和を注目画素に対応する推定画素値C3とする。処理は図99の

ステップ S 285 にリターンする。

なお、ステップ S 341において、注目画素の色が G であると判定された場合、処理はステップ S 345 に進む。ステップ S 345において、推定部 211 は、注目画素に対応する推定画素値 C 3 を 0 とする。処理は図 99 のステップ S 285 にリターンする。

ステップ S 285において、推定部 211 は、色モザイクパターン情報および感度モザイクパターン情報を参照して、注目画素の色と感度を判別し、その判別結果に対応して、ステップ S 281 乃至 S 284 で得た注目画素に対応する推定画素値 C 0 乃至 C 3 を、内蔵する合成感度補償 LUT（図 90 乃至図 92 を参照して上述した合成感度補償 LUT と同様のもの）に適用して、推定値 R'，G'，B' を算出する。

すなわち、注目画素の色が G であって、かつ、感度 S 0 である場合、推定画素値 C 2 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 2) が推定値 R' とされ、推定画素値 C 0 + C 1 の平均値を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT((C 0 + C 1) / 2) が推定値 G' とされ、推定画素値 C 3 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 3) が推定値 B' とされる。

注目画素の色が G であって、かつ、感度 S 1 である場合、推定画素値 C 3 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 3) が推定値 R' とされ、推定画素値 C 0 + C 1 の平均値を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT((C 0 + C 1) / 2) が推定値 G' とされ、推定画素値 C 2 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 2) が推定値 B' とされる。

注目画素の色が R である場合、推定画素値 C 0 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 0) が推定値 R' とされ、推定画素値 C 2 の平均値を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 2) が推定値 G' とされ、推定画素値 C 1 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 1) が推定値 B' とされる。

注目画素の色が B である場合、推定画素値 C 1 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT(C 1) が推定値 R' とされ、推定画素値 C 2 の平均値を合成感度補償 LUT

に適用した値 LUT (C 2) が推定値 G' とされ、推定画素値 C 0 を合成感度補償 LUT に適用した値 LUT (C 0) が推定値 B' とされる。

以上のように、推定部 211 による R G B 成分の推定処理では、方向選択的平滑化処理を利用して生成された推定画素値 C 0 乃至 C 3 が用いられるので、画像
5 信号の解像度劣化が抑止される。

以上、推定部 211 による R G B 成分の推定処理の説明を終了する。

ところで上述した説明においては、画像処理部 7 の第 4 の構成例の単色画像生成部 183、184 は、図 84 に示した単色画像生成部 182 の構成例と同様に構成されており、図 95 を参照して説明した単色画像生成部 182 の単色画像生成処理（図 95）と同様の処理を実行するとしたが、単色画像生成部 182 乃至 184 は、単色画像生成処理に含まれる単色候補画像生成処理（図 95 のステップ S 261）に代えて、それぞれに最適化された独自の処理を実行することも可能である。
10

ステップ S 261 の単色候補画像生成処理に代えて単色画像生成部 182 が実行する R 候補画像生成処理について、図 108 のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色画像生成部 182 を構成する補間部 201 を補間部 201-R と記述する。
15

ステップ S 351において、補間部 201-R は、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を 1 回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 352 に進む。ステップ S 352 において、補間部 201-R は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次 1 画素ずつ 1 回目の注目画素に決定する。
20

ステップ S 353 において、補間部 201-R は、1 回目の注目画素の色が R であるか否かを判定し、R であると判定した場合、ステップ S 354 に進む。ステップ S 354 において、補間部 201-R は、1 回目の注目画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて上下左右に位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップ S 355 において、補間部 25

01-Rは、1回目の注目画素の画素値と、ステップS354で算出した平滑化値 α との和を、内蔵する合成感度補償LUT（図90乃至図92を参照して上述した合成感度補償LUTと同様のもの）に適用し、得られた値をR候補画像の1回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS351に戻る。

5 なお、ステップS353において、1回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS354およびステップS355はスキップされ、ステップS351に戻る。

その後、ステップS351において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS351乃至S355の処理
10 が繰り返され、ステップS351において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS356に進む。

ステップS356において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS357に進む。ステップS357において、補間部201-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

ステップS358において、補間部201-Rは、2回目の注目画素の色がBであるか否かを判定し、Bであると判定した場合、ステップS359に進む。ステップS359において、補間部201-Rは、2回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS360において、補間部201-Rは、ステップS359で算出した平滑化値 α をR候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS356に戻る。

なお、ステップS358において、2回目の注目画素の色がBではない判定された場合、ステップS359およびステップS360はスキップされ、ステップS356に戻る。

その後、ステップS356において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2

回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 3 5 6乃至S 3 6 0の処理が繰り返され、ステップS 3 5 6において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS 3 5 1に進む。

ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注
5 目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判
定した場合、ステップS 3 6 2に進む。ステップS 3 6 2において、補間部2 0
1-Rは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素
ずつ3回目の注目画素に決定する。

ステップS 3 6 3において、補間部2 0 1-Rは、3回目の注目画素の色がG
10 であるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS 3 6 4に進む。ス
テップS 3 6 4において、補間部2 0 1-Rは、3回目の注目画素を中心として
上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行し
て平滑化値 α を算出する。ステップS 3 6 5において、補間部2 0 1-Rは、ス
テップS 3 6 4で算出した平滑化値 α をR候補画像の3回目の注目画素に対応す
15 る画素値とする。処理はステップS 3 6 1に戻る。

なお、ステップS 3 6 3において、3回目の注目画素の色がGではない判定さ
れた場合、ステップS 3 6 4およびステップS 3 6 5はスキップされ、ステップ
S 3 5 1に戻る。

その後、ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3
20 回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 3 6 1乃至S 3 6 5の処理
が繰り返され、ステップS 3 6 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素
を3回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了さ
れる。

単色画像生成部1 8 4が実行するB候補画像生成処理について、図109のフ
25 ローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部1
8 2の補間部2 0 1に相当する単色画像生成部1 8 4の構成要素を補間部2 0 1
-Bと記述する。

ステップ S 371において、補間部 201-B は、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を 1 回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 372 に進む。ステップ S 372 において、補間部 201-B は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の
5 画素まで、順次 1 画素ずつ 1 回目の注目画素に決定する。

ステップ S 373 において、補間部 201-B は、1 回目の注目画素の色が B であるか否かを判定し、B であると判定した場合、ステップ S 374 に進む。ステップ S 374 において、補間部 201-B は、1 回目の注目画素を中心として 1 画素分の間隔を空けて上下左右に位置する 4 画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップ S 375 において、補間部 201-B は、1 回目の注目画素の画素値と、ステップ S 374 で算出した平滑化値 α との和を、内蔵する合成感度補償 LUT (図 90 乃至図 92 を参照して上述した合成感度補償 LUT と同様のもの) に適用し、得られた値を B 候補画像の 1 回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップ S 371 に戻る。

15 なお、ステップ S 373 において、1 回目の注目画素の色が B ではない判定された場合、ステップ S 374 およびステップ S 375 はスキップされ、ステップ S 371 に戻る。

その後、ステップ S 371 において、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 371 乃至 S 375 の処理
20 が繰り返され、ステップ S 371 において、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップ S 376 に進む。

ステップ S 376 において、補間部 201-B は、色・感度モザイク画像の全ての画素を 2 回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を 2 回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 377 に進む。ステップ S 377 において、補間部 201-B は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の
25 画素まで、順次 1 画素ずつ 2 回目の注目画素に決定する。

ステップ S 378 において、補間部 201-B は、2 回目の注目画素の色が R

であるか否かを判定し、Rであると判定した場合、ステップS 379に進む。ステップS 379において、補間部201-Bは、2回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する4画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS 380において、補間部201-Bは、ステップS 379で算出した平滑化値 α をB候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS 376に戻る。

なお、ステップS 378において、2回目の注目画素の色がRではない判定された場合、ステップS 379およびステップS 380はスキップされ、ステップS 376に戻る。

10 その後、ステップS 376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS 376乃至S 380の処理が繰り返され、ステップS 376において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS 381に進む。

15 ステップS 381において、色・感度モザイク画像の全ての画素を3回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を3回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS 382に進む。ステップS 382において、補間部201-Bは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ3回目の注目画素に決定する。

20 ステップS 383において、補間部201-Bは、3回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gであると判定した場合、ステップS 384に進む。ステップS 384において、補間部201-Bは、3回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS 385において、補間部201-Bは、ステップS 384で算出した平滑化値 α をB候補画像の3回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS 381に戻る。

なお、ステップS 383において、3回目の注目画素の色がGではない判定された場合、ステップS 384およびステップS 385はスキップされ、ステップ

S 3 8 1 に戻る。

その後、ステップ S 3 8 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素を 3 回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップ S 3 8 1 乃至 S 3 8 5 の処理が繰り返され、ステップ S 3 8 1において、色・感度モザイク画像の全ての画素 5 を 3 回目の注目画素としたと判定された場合、当該 B 候補画像生成処理は終了される。

単色画像生成部 1 8 3 が実行する G 候補画像生成処理について、図 1 1 0 のフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、単色候補画像生成部 1 8 2 の補間部 2 0 1 に相当する単色画像生成部 1 8 3 の構成要素を補間部 2 0 1 10 ー G と記述する。

ステップ S 3 9 1において、補間部 2 0 1 ー G は、色・感度モザイク画像の全ての画素を 1 回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を 1 回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップ S 3 9 2 に進む。ステップ S 3 9 2 において、補間部 2 0 1 ー G は、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の 15 画素まで、順次 1 画素ずつ 1 回目の注目画素に決定する。

ステップ S 3 9 3 において、補間部 2 0 1 ー G は、1 回目の注目画素の色が G であるか否かを判定し、G であると判定した場合、ステップ S 3 9 4 に進む。ステップ S 3 9 4 において、補間部 2 0 1 ー G は、1 回目の注目画素を中心として斜め方向に隣接して位置する 4 画素を用い、斜め方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップ S 3 9 5 において、補間部 2 0 1 ー G は、1 回目の注目画素の画素値と、ステップ S 3 9 4 で算出した平滑化値 α との和を、内蔵する合成感度補償 LUT (図 9 0 乃至 図 9 2 を参照して上述した合成感度補償 LUT と同様のもの) に適用し、得られた値を G 候補画像の 1 回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップ S 3 9 1 に戻る。

25 なお、ステップ S 3 9 3 において、1 回目の注目画素の色が G ではない判定された場合、ステップ S 3 9 4 およびステップ S 3 9 5 はスキップされ、ステップ S 3 9 1 に戻る。

その後、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS391乃至S395の処理が繰り返され、ステップS391において、色・感度モザイク画像の全ての画素を1回目の注目画素としたと判定された場合、処理はステップS396に進む。

5 ステップS396において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたか否かを判定し、全ての画素を2回目の注目画素としていないと判定した場合、ステップS397に進む。ステップS397において、補間部201-Gは、色・感度モザイク画像の左下の画素から右上の画素まで、順次1画素ずつ2回目の注目画素に決定する。

10 ステップS398において、補間部201-Gは、2回目の注目画素の色がGであるか否かを判定し、Gではないと判定した場合、ステップS399に進む。ステップS399において、補間部201-Gは、2回目の注目画素を中心として上下左右に隣接して位置する4画素を用い、垂直方向選択的平滑化処理を実行して平滑化値 α を算出する。ステップS400において、補間部201-Gは、
15 ステップS399で算出した平滑化値 α をG候補画像の2回目の注目画素に対応する画素値とする。処理はステップS396に戻る。

なお、ステップS398において、2回目の注目画素の色がRである判定された場合、ステップS399およびステップS400はスキップされ、ステップS396に戻る。

20 その後、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定されるまで、ステップS396乃至S400の処理が繰り返され、ステップS396において、色・感度モザイク画像の全ての画素を2回目の注目画素としたと判定された場合、当該R候補画像生成処理は終了される。

25 ところで、上述したように、第4のデモザイク処理では、色・感度モザイク画像から、輝度画像と単色画像を生成し、その後、輝度と色成分との相関性を利用して、全色を復元することにより、全ての画素が均一の感度で全ての色成分を

復元するようにしたが、最初に生成する輝度画像は、復元する色情報に相関があるって、高解像度で復元できる信号であれば、偏った分光特性をもっていてもかまわない。例えば、色・感度モザイク画像の色モザイク配列がベイヤ配列のように、Rの画素やBの画素に比較してGの画素が2倍存在する特性を利用して、輝度画像の代わりにG成分の画像を生成し、GとR、またはGとBの相関性を利用して、R成分の画像とB成分の画像を生成するようにしてもよい。

そのような処理を実行するために、図110に示すように、画像処理部7を構成してもよい。輝度画像生成部221は、画像処理部7の第4の構成例における単色画像生成部182の補間部201(図84)の処理と同様の処理を実行することによって出力画像Gを生成する。単色画像生成部222, 223は、それぞれ、画像処理部7の第4の構成例における単色画像生成部182, 184と同様の処理を実行することによって、出力画像Rまたは出力画像Bを生成する。

以上、第1乃至第4のデモザイク処理を実行する画像処理部7の構成例に関する説明を終了する。

なお、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

この記録媒体は、図1に示すように、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク16(フロッピディスクを含む)、光ディスク17(CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク18(MD(Mini Disc)を含む)、もしくは半導体メモリ19などによるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、コンピュータに予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROMやハードディスクなどで構成される。

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

5

産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成することが可能となる。

10

請求の範囲

1. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を含むことを特徴とする画像処理装置。
2. 前記復元手段は、
 - 10 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、
前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。
 3. 前記輝度画像生成手段は、
 - 20 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定手段と、
前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の画像処理装置。
 - 25 4. 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5. 前記輝度画像生成手段は、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段を
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の画像処理装置。

5 6. 前記単色画像生成手段は、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
10 修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の画像処理装置。

7. 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複
数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じてい
る前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を
15 算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の画像処理装置。

8. 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・
感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の画像処理装置。

20 9. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段を
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

10. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報
に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

25 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基
づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の画像処理装置。

1 1 . 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

5 前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の画像処理装置。

1 2 . 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク
10 画像を生成する

15 ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の画像処理装置。

1 3 . 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン
15 情報を更新する

20 ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の画像処理装置。

1 4 . 前記感度均一化手段は、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が
25 有する色成分を補償する補償手段と、

20 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素
が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する
25 色成分を補間処理によって修正する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の画像処理装置。

25 1 5 . 前記感度均一化手段は、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画
素値を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と
を含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の画像処理装置。

16. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感
5 度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感
度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の画像処理装置。

10 17. 前記色補間手段は、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手
段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間
手段と、

15 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を
有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生
成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の画像処理装置。

18. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対す
20 る複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分およ
び感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わ
らず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク
画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色
成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを
25 含むことを特徴とする画像処理方法。

19. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝
5 度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理方法。

20. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
10 の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候
補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第19項に記載の画像処理方法。

15 21. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複
数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じてい
る前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する
ことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の画像処理方法。

22. 前記輝度画像生成ステップは、

20 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ
を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の画像処理方法。

23. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
25 前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第19項に記載の画像処理方法。

24. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の画像処理方法。

25. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

10 ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載の画像処理方法。

26. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理方法。

27. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報
15 に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、
前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理方法。

28. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、
20 および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第27項に記載の画像処理方法。

29. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、
および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色

モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第28項に記載の画像処理方法。

30. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第28項に記載の画像処理方法。

31. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

15 を含むことを特徴とする請求の範囲第28項に記載の画像処理方法。

32. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ

20 と

を含むことを特徴とする請求の範囲第28項に記載の画像処理方法。

33. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像

を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の画像処理方法。

34. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ス

5 テップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザ
10 イク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第33項に記載の画像処理方法。

35. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わ
15 らず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されて
いる記録媒体。

20 36. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

25 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

37. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
5 の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録され
10 ている請求の範囲第36項に記載の記録媒体。

38. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている
15 請求の範囲第37項に記載の記録媒体。

39. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ
を

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録
20 されている請求の範囲第37項に記載の記録媒体。

40. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
ステップと、

25 前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録され

ている請求の範囲第36項に記載の記録媒体。

41. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

5 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第40項に記載の記録媒体。

42. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

10 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第40項に記載の記録媒体。

43. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録
15 されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

44. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

20 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第35項に記載の記録媒体。

45. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画
25 素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第44項に記載の記録媒体。

46. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

47. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

15 48. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

20 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

49. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、
前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ

と

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第45項に記載の記録媒体。

50. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および
5 前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像
10 を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第44項に記載の記録媒体。

51. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、
15

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと
20

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第50項に記載の記録媒体。

52. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ、同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、感度特性に拘わらず、同一の色成分を有する複数の画素が格子状に配置された色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色
25

成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを
コンピュータに実行させるプログラム。

5 3. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、
5 および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報
に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生
成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝
度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
10 の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 5 2 項に記載のプログラム。

5 4. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
の推定ステップと、

15 前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用い
て、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候
補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 5 3 項に記載のプログラム。

5 5. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複
数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じてい
る前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する
ことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載のプログラム。

5 6. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ
25 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 5 4 項に記載のプログラム。

5 7. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

5 前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第53項に記載のプログラム。

58. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第57項に記載のプログラム。

59. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第57項に記載のプログラム。

60. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する
撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第52項に記載のプログラム。

61. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報
に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、
前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基
づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第52項に記載のプログラム。

62. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、
および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画
素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、
前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色

モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第61項に記載のプログラム。

63. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

64. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

65. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

20 を含むことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

66. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ
25 と

を含むことを特徴とする請求の範囲第62項に記載のプログラム。

67. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および

前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第61項に記載のプログラム。

68. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第67項に記載のプログラム。

69. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元手段を

25 含むことを特徴とする画像処理装置。

70. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝
5 度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
の単色画像生成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第69項に記載の画像処理装置。

71. 前記輝度画像生成手段は、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
10 の推定手段と、

前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・
感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段
と

を含むことを特徴とする請求の範囲第70項に記載の画像処理装置。

15 72. 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値
候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度
特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する
ことを特徴とする請求の範囲第71項に記載の画像処理装置。

73. 前記輝度画像生成手段は、

20 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段を
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第71項に記載の画像処理装置。

74. 前記単色画像生成手段は、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
25 手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 70 項に記載の画像処理装置。

75. 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値
5 を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 74 項に記載の画像処理装置。

76. 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・
感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第 74 項に記載の画像処理装置。

10 77. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段を
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 69 項に記載の画像処理装置。

78. 前記復元手段は、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報
に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

15 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基
づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 69 項に記載の画像処理装置。

79. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前
記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有す
20 る感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画
像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 78 項に記載の画像処理装置。

80. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前
記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有す
25 る色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク
画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

8 1. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン
5 情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

8 2. 前記感度均一化手段は、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、

10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

15 8 3. 前記感度均一化手段は、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 7 9 項に記載の画像処理装置。

20 8 4. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感

25 度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第 7 8 項に記載の画像処理装置。

8 5. 前記色補間手段は、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、

- 5 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 8 4 項に記載の画像処理装置。

- 8 6. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する 4 画素の合計 5 画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、
15 かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とする画像処理方法。

- 8 7. 前記復元ステップは、

- 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、
20 および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

- 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
25 の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第 8 6 項に記載の画像処理方法。

- 8 8. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候
5 補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第87項に記載の画像処理方法。

89. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

10 ことを特徴とする請求の範囲第88項に記載の画像処理方法。

90. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第88項に記載の画像処理方法。

15 91. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
20 修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第87項に記載の画像処理方法。

92. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候
25 補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第91項に記載の画像処理方法。

93. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用い

て、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成することを特徴とする請求の範囲第91項に記載の画像処理方法。

94. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第86項に記載の画像処理方法。

5 95. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

10 を含むことを特徴とする請求の範囲第86項に記載の画像処理方法。

96. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第95項に記載の画像処理方法。

97. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

98. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイク

20 パターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

99. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

- 5 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

100. 前記感度均一化ステップは、

- 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画
10 素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ
と

を含むことを特徴とする請求の範囲第96項に記載の画像処理方法。

101. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、およ
び前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に
15 対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感
度モザイク画像を生成し、

- 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づ
き、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像
20 を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第95項に記載の画像処理方法。

102. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ス
テップと、

- 25 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する
全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同

一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第101項に記載の画像処理方法。

103. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

104. 前記復元ステップは、

15 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

20 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第103項に記載の記録媒体。

105. 前記輝度画像生成ステップは、

25 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用い

て、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第104項に記載の記録媒体。

- 5 106. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出することを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第105項に記載の記録媒体。

- 10 107. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第105項に記載の記録媒体。

- 15 108. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

- 前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
20 修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第104項に記載の記録媒体。

109. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている

請求の範囲第 108 項に記載の記録媒体。

110. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成することを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている

5 請求の範囲第 108 項に記載の記録媒体。

111. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第 103 項に記載の記録媒体。

10 112. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第 103 項に記載の記録媒体。

113. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

20 前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第 112 項に記載の記録媒体。

114. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

115. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

116. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

117. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第113項に記載の記録媒体。

118. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感

度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

- 5 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第112項に記載の記録媒体。

119. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

- 10 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

- 15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第118項に記載の記録媒体。

120. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分、および光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有し、かつ同一の色成分および感度特性を有する複数の画素が格子状に配置されるとともに、色成分に拘わらず、同一の感度特性を有する複数の画素が格子状に配置され、さらに、任意の画素と前記任意の画素の上下左右に隣接する4画素の合計5画素の中には全ての色成分が存在する色・感度モザイク画像に基づき、各画素の感度が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を復元する復元ステップを

- 25 コンピュータに実行させるプログラム。

121. 前記復元ステップは、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

5 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第120項に記載のプログラム。

122. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
10 の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第121項に記載のプログラム。

15 123. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出することを特徴とする請求の範囲第122項に記載のプログラム。

124. 前記輝度画像生成ステップは、

20 前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第122項に記載のプログラム。

125. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
25 前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第121項に記載のプログラム。

126. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第125項に記載のプログラム。

127. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

10 ことを特徴とする請求の範囲第125項に記載のプログラム。

128. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第120項に記載のプログラム。

129. 前記復元ステップは、

15 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第120項に記載のプログラム。

20 130. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

25 ことを特徴とする請求の範囲第129項に記載のプログラム。

131. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の

各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

132. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

133. 前記感度均一化ステップは、
10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

15 前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

134. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、
20 前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと
を含むことを特徴とする請求の範囲第130項に記載のプログラム。

135. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づ

き、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第129項に記載のプログラム。

136. 前記色補間ステップは、

5 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

10 前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第135項に記載のプログラム。

137. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置において、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化手段と、

20 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間手段と
を含むことを特徴とする画像処理装置。

138. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

25 前記色補間手段は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第137に記載の画像処理装置。

139. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

5 ことを特徴とする請求の範囲第138項に記載の画像処理装置。

140. 前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

10 ことを特徴とする請求の範囲第138項に記載の画像処理装置。

141. 前記感度均一化手段は、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償手段と、

15 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別手段と、

前記判別手段の判別結果に対応して、前記補償手段が補償した各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第138項に記載の画像処理装置。

142. 前記感度均一化手段は、

20 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出した前記推定画素値を補正する補正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第138項に記載の画像処理装置。

143. 前記色補間手段は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化手段は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第137項に記載の画像処理装置。

144. 前記色補間手段は、

5 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段が抽出した各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間手段と、

10 前記全色成分補間手段が全ての色成分を補間した画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第143項に記載の画像処理装置。

145. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第137項に記載の画像処理装置。

146. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

20 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

25 147. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第146に記載の画像処理方法。

148. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第147項に記載の画像処理方法。

149. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第147項に記載の画像処理方法。

150. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第147項に記載の画像処理方法。

151. 前記感度均一化ステップは、
前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、
前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第147項に記載の画像処理方法。

152. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

5 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第146項に記載の画像処理方法。

153. 前記色補間ステップは、

10 前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

15 前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第152項に記載の画像処理方法。

154. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップを

20 さらに含むことを特徴とする請求の範囲第146項に記載の画像処理方法。

155. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するためのプログラムであつて、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと
を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

5 156. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成する

10 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第155に記載の記録媒体。

157. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

158. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

159. 前記感度均一化ステップは、
25 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素

が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップと
を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録され
ている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

160. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画
素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップ

10 と

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録され
ている請求の範囲第156項に記載の記録媒体。

161. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、およ
び前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に
15 対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感
度モザイク画像を生成し、

前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づ
き、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像
を生成する

20 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている
請求の範囲第155項に記載の記録媒体。

162. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ス
テップと、

25 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する
全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同

一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第161項に記載の記録媒体。

5 163. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第155項に記載の記録媒体。

164. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するコンピュータに、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報に基づき、各画素が有する感度特性を均一化する感度特性均一化ステップと、

15 前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、各画素の色成分を補間する色補間ステップと
を実行させるプログラム。

165. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して色モザイク画像を生成し、

前記色補間ステップの処理は、前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色モザイク画像の各画素の色成分を補間して前記復元画像を生成することを特徴とする請求の範囲第164に記載のプログラム。

166. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の種類を変更することなく、その感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

167. 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記色モザイク画像を生成し、前記色モザイクパターン情報を更新する

ことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

168. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分を補償する補償ステップと、

10 前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素が有する色成分の有効性を判別する判別ステップと、

前記判別ステップの処理での判別結果に対応して、前記補償ステップの処理で補償された各画素が有する色成分を補間処理によって修正する修正ステップとを含むことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

15 169. 前記感度均一化ステップは、

前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の推定画素値を算出する算出ステップと、

前記算出ステップの処理で算出された前記推定画素値を補正する補正ステップと

20 を含むことを特徴とする請求の範囲第165項に記載のプログラム。

170. 前記色補間ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像の各画素に対し、その感度特性を変更することなく、全ての色成分を補間して各色成分の感度モザイク画像を生成し、

25 前記感度特性均一化ステップの処理は、前記感度モザイクパターン情報に基づき、前記感度モザイク画像の各画素が有する感度特性を均一化して前記復元画像を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第164項に記載のプログラム。

171. 前記色補間ステップは、

前記色・感度モザイク画像から同一の感度特性を有する画素を抽出する抽出ステップと、

5 前記抽出ステップの処理で抽出された各画素に対し、全ての色成分を補間する全色成分補間ステップと、

前記全色成分補間ステップの処理で全ての色成分が補間された画素のうち、同一の色成分を有し、かつ、異なる感度特性を有する画素を合成して前記感度モザイク画像を生成する合成ステップと

10 を含むことを特徴とする請求の範囲第170項に記載のプログラム。

172. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第164項に記載のプログラム。

173. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置において、

20 前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成手段と、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成手段と

25 を含むことを特徴とする画像処理装置。

174. 前記輝度画像生成手段は、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数

の推定手段と、

前記複数の推定手段がそれぞれ算出した複数の前記推定値を用いて、前記色・
感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出手段
と

5 を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 3 項に記載の画像処理装置。

1 7 5 . 前記推定手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定
値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感
度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する
ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 4 項に記載の画像処理装置。

10 1 7 6 . 前記輝度画像生成手段は、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去手段を
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 4 項に記載の画像処理装置。

1 7 7 . 前記単色画像生成手段は、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
15 前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
手段と、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
修正手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 7 3 項に記載の画像処理装置。

20 1 7 8 . 前記単色画像候補生成手段は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応す
る複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じ
ている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素
値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 7 項に記載の画像処理装置。

25 1 7 9 . 前記単色画像候補生成手段は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記
色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 7 項に記載の画像処理装置。

180. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像手段をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第173項に記載の画像処理装置。

181. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

15 を含むことを特徴とする画像処理方法。

182. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

183. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出することを特徴とする請求の範囲第182項に記載の画像処理方法。

184. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第182項に記載の画像処理方法。

185. 前記単色画像生成ステップは、

5 前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する修正ステップと

10 を含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

186. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

15 ことを特徴とする請求の範囲第185項に記載の画像処理方法。

187. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成することを特徴とする請求の範囲第185項に記載の画像処理方法。

188. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する撮像ステップ
20 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第181項に記載の画像処理方法。

189. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するためのプログラムであつて、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、

および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

5 前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数の単色画像生成ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている記録媒体。

190. 前記輝度画像生成ステップは、

10 前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数の推定ステップと、

前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用いて、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候補値算出ステップと

15 を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189項に記載の記録媒体。

191. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する

20 ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第190項に記載の記録媒体。

192. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップを

25 さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第190項に記載の記録媒体。

193. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する

5 修正ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189項に記載の記録媒体。

194. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第193項に記載の記録媒体。

195. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する

ことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第193項に記載の記録媒体。

196. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

20 さらに含むことを特徴とするコンピュータが読み出し可能なプログラムが記録されている請求の範囲第189に記載の記録媒体。

197. 各画素が複数の色成分のうちのいずれかの色成分を有し、かつ、光強度に対する複数の感度特性のうちのいずれかの感度特性を有する色・感度モザイク画像を用いて、各画素の感度特性が均一化されており、かつ、各画素が前記複数の色成分の全ての色成分を有する復元画像を生成するコンピュータに、

前記色・感度モザイク画像の感度特性の配列を示す感度モザイクパターン情報、および前記色・感度モザイク画像の色成分の配列を示す色モザイクパターン情報

に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する輝度画像を生成する輝度画像生成ステップと、

前記感度モザイクパターン情報、前記色モザイクパターン情報、および前記輝度画像に基づき、前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像を生成する複数
5 の単色画像生成ステップと

を実行させるプログラム。

198. 前記輝度画像生成ステップは、

前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する色成分の推定値を算出する複数
の推定ステップと、

10 前記複数の推定ステップの処理でそれぞれ算出された複数の前記推定値を用い
て、前記色・感度モザイク画像の各画素に対応する輝度候補値を算出する輝度候
補値算出ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

199. 前記推定ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する
15 複数の推定値候補を算出し、前記複数の推定値候補を加算して、その和に生じて
いる前記感度特性の非線形性を補償することによって前記推定値を算出する
ことを特徴とする請求の範囲第198項に記載のプログラム。

200. 前記輝度画像生成ステップは、

前記輝度候補値のノイズ成分を除去して輝度値を生成するノイズ除去ステップ
20 を

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第198項に記載のプログラム。

201. 前記単色画像生成ステップは、

前記感度モザイクパターン情報、および前記色モザイクパターン情報に基づき、
前記色・感度モザイク画像に対応する単色画像候補を生成する単色画像候補生成
25 ステップと、

前記輝度画像に基づき、前記単色画像候補を修正して前記単色画像を生成する
修正ステップと

を含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

202. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、前記複数の感度特性にそれぞれ対応する複数の単色候補値を算出し、前記複数の単色候補値を加算して、その和に生じている前記感度特性の非線形性を補償することにより、前記単色画像候補の画素値を算出して前記単色画像候補を生成する

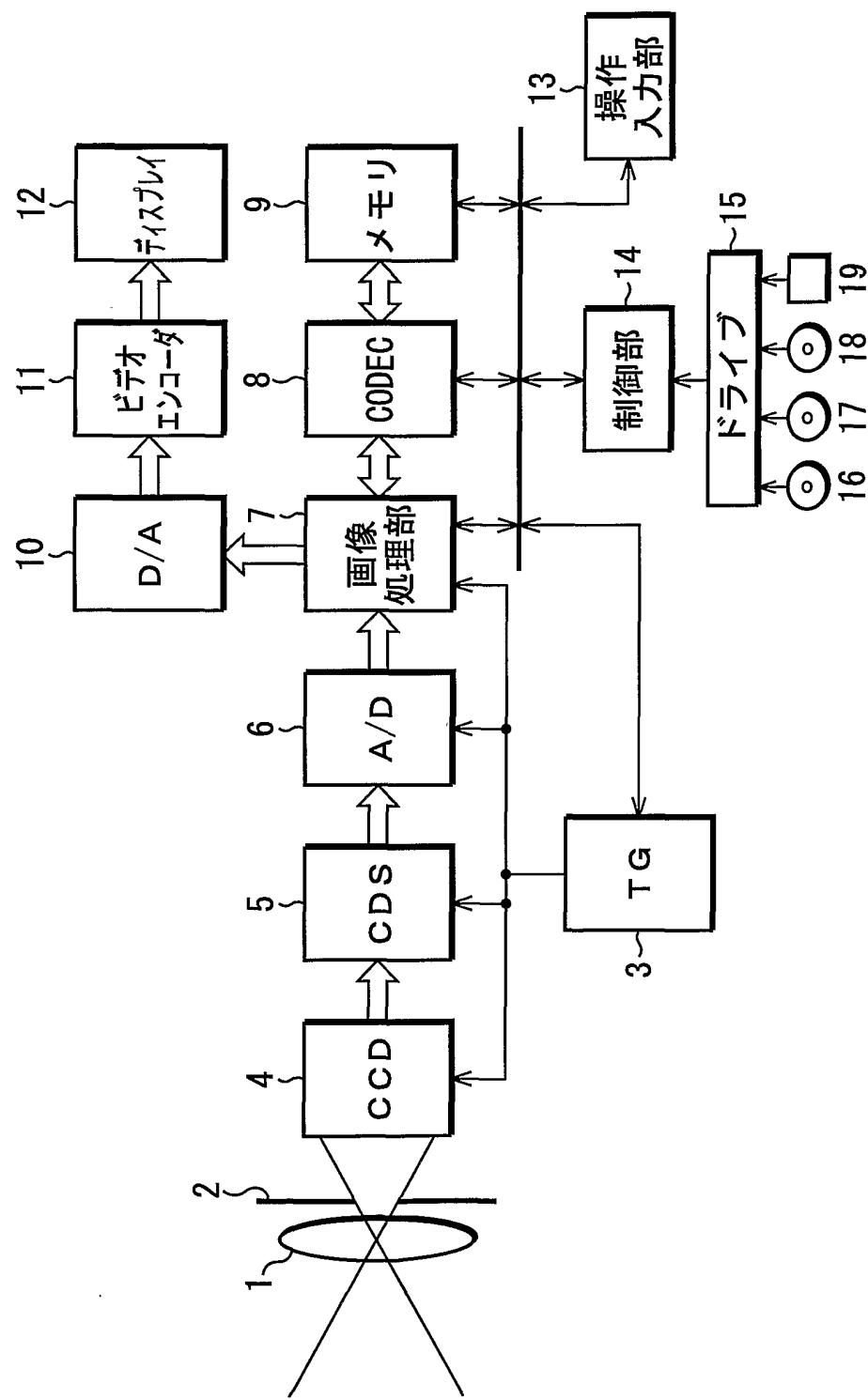
ことを特徴とする請求の範囲第201項に記載のプログラム。

203. 前記単色画像候補生成ステップの処理は、方向選択的平滑化処理を用いて、前記色・感度モザイク画像に対応する前記単色画像候補を生成する
ことを特徴とする請求の範囲第201項に記載のプログラム。

10 204. 被写体を撮像し、前記色・感度モザイク画像を生成する処理を制御する撮像制御ステップを

さらに含むことを特徴とする請求の範囲第197項に記載のプログラム。

図1



2/90

図2

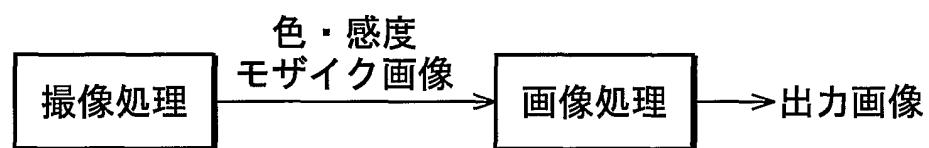
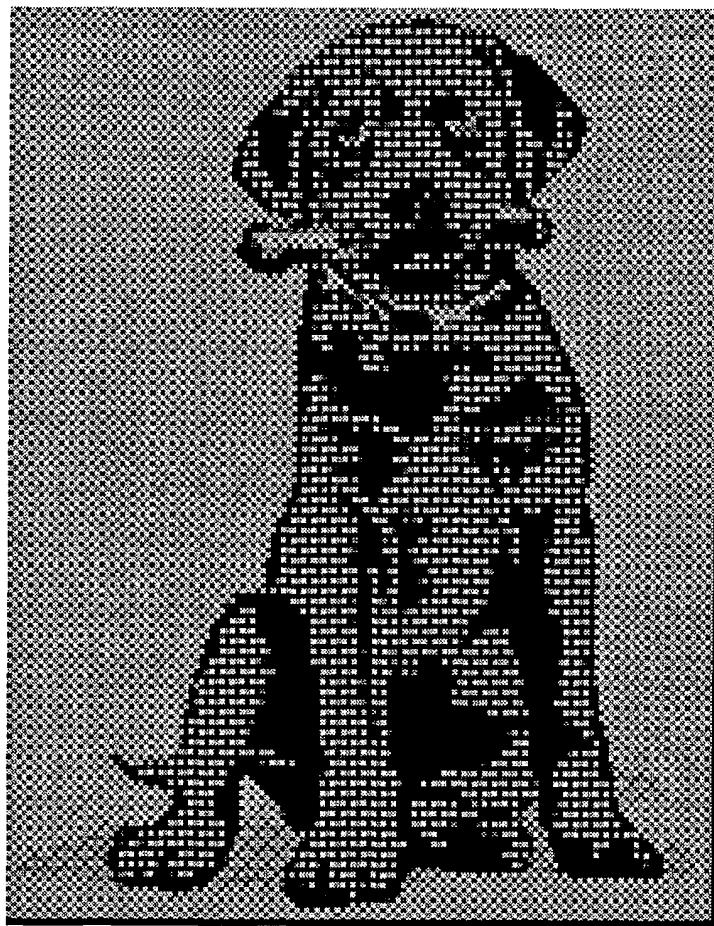


図3



3/90

図4



4/90

図5

R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀
R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀

図6

R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁
R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀
R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁
G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁
R ₀	G ₁	R ₁	G ₁	R ₀	G ₁	R ₁	G ₁
G ₀	B ₁	G ₀	B ₀	G ₀	B ₁	G ₀	B ₀

5/90

図7

G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀
G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁
G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀
G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁
G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀
G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁
G ₁	R ₀	G ₁	B ₀	G ₁	R ₀	G ₁	B ₀
G ₀	B ₁	G ₀	R ₁	G ₀	B ₁	G ₀	R ₁

図8

G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀
G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀
G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁
G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀
G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀
G ₁	B ₀	G ₁	B ₁	G ₁	B ₀	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	R ₁	G ₀	R ₀	G ₀	R ₁

6/90

図9

G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀
G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁
G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀
G ₁	R ₁	G ₁	B ₁	G ₁	R ₁	G ₁	B ₁
G ₀	R ₀	G ₀	B ₀	G ₀	R ₀	G ₀	B ₀

図10

M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀
G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀
M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁
G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁
M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀
G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀
M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁	M ₀	Y ₀	M ₁	Y ₁
G ₀	C ₀	G ₁	C ₁	G ₀	C ₀	G ₁	C ₁

7/90

図11

Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀
Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁
G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀
G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁
Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀
Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁
G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀	G ₁	C ₀	Y ₁	M ₀
G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁	G ₀	M ₁	Y ₀	C ₁

図12

G ₂	R ₂	B ₂	G ₂	R ₂	B ₂
G ₁	R ₁	B ₁	G ₁	R ₁	B ₁
G ₀	R ₀	B ₀	G ₀	R ₀	B ₀
G ₂	R ₂	B ₂	G ₂	R ₂	B ₂
G ₁	R ₁	B ₁	G ₁	R ₁	B ₁
G ₀	R ₀	B ₀	G ₀	R ₀	B ₀

8/90

図13

B ₂	R ₀	G ₁	B ₂	R ₀	G ₁
R ₁	G ₂	B ₀	R ₁	G ₂	B ₀
G ₀	B ₁	R ₂	G ₀	B ₁	R ₂
B ₂	R ₀	G ₁	B ₂	R ₀	G ₁
R ₁	G ₂	B ₀	R ₁	G ₂	B ₀
G ₀	B ₁	R ₂	G ₀	B ₁	R ₂

図14

B ₃	G ₂	B ₀	G ₃	B ₃	G ₂	B ₀	G ₃
G ₁	R ₂	G ₀	R ₁	G ₁	R ₂	G ₀	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₂	B ₁	G ₃	B ₂	G ₂
G ₀	R ₀	G ₁	R ₃	G ₀	R ₀	G ₁	R ₃
B ₃	G ₂	B ₀	G ₃	B ₃	G ₂	B ₀	G ₃
G ₁	R ₂	G ₀	R ₁	G ₁	R ₂	G ₀	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₂	B ₁	G ₃	B ₂	G ₂
G ₀	R ₀	G ₁	R ₃	G ₀	R ₀	G ₁	R ₃

9/90

図15

B ₃	G ₁	B ₀	G ₂	B ₃	G ₁	B ₀	G ₂
G ₂	R ₂	G ₁	R ₁	G ₂	R ₂	G ₁	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₀	B ₁	G ₃	B ₂	G ₀
G ₀	R ₀	G ₃	R ₃	G ₀	R ₀	G ₃	R ₃
B ₃	G ₁	B ₀	G ₂	B ₃	G ₁	B ₀	G ₂
G ₂	R ₂	G ₁	R ₁	G ₂	R ₂	G ₁	R ₁
B ₁	G ₃	B ₂	G ₀	B ₁	G ₃	B ₂	G ₀
G ₀	R ₀	G ₃	R ₃	G ₀	R ₀	G ₃	R ₃

図16

G ₃	G ₁	R ₃	B ₁	G ₃	G ₁	R ₃	B ₁
R ₀	B ₂	G ₀	G ₂	R ₀	B ₂	G ₀	G ₂
B ₃	R ₁	G ₃	G ₁	B ₃	R ₁	G ₃	G ₁
G ₀	G ₂	B ₀	R ₂	G ₀	G ₂	B ₀	R ₂
G ₃	G ₁	R ₃	B ₁	G ₃	G ₁	R ₃	B ₁
R ₀	B ₂	G ₀	G ₂	R ₀	B ₂	G ₀	G ₂
B ₃	R ₁	G ₃	G ₁	B ₃	R ₁	G ₃	G ₁
G ₀	G ₂	B ₀	R ₂	G ₀	G ₂	B ₀	R ₂

10/90

図17

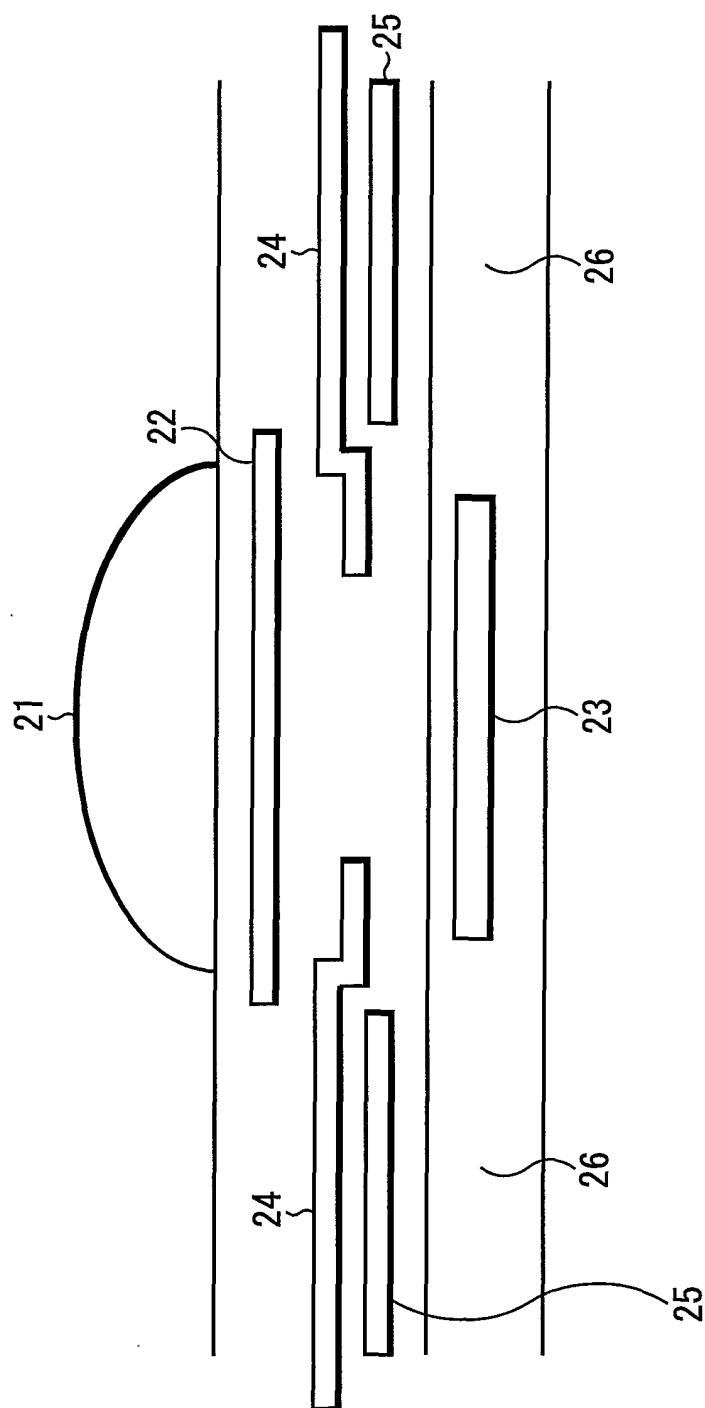
M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀	M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀
G ₂	C ₁	G ₃	C ₀	G ₂	C ₁	G ₃	C ₀
M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂	M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂
G ₀	C ₃	G ₁	C ₂	G ₀	C ₃	G ₁	C ₂
M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀	M ₂	Y ₁	M ₃	Y ₀
G ₂	C ₁	G ₃	C ₀	G ₂	C ₁	G ₃	C ₀
M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂	M ₀	Y ₃	M ₁	Y ₂
G ₀	C ₃	G ₁	C ₂	G ₀	C ₃	G ₁	C ₂

図18

C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁	C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁
M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃	M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃
Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁	Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁
G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃	G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃
C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁	C ₂	M ₁	G ₂	Y ₁
M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃	M ₀	C ₃	Y ₀	G ₃
Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁	Y ₂	G ₁	M ₂	C ₁
G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃	G ₀	Y ₃	C ₀	M ₃

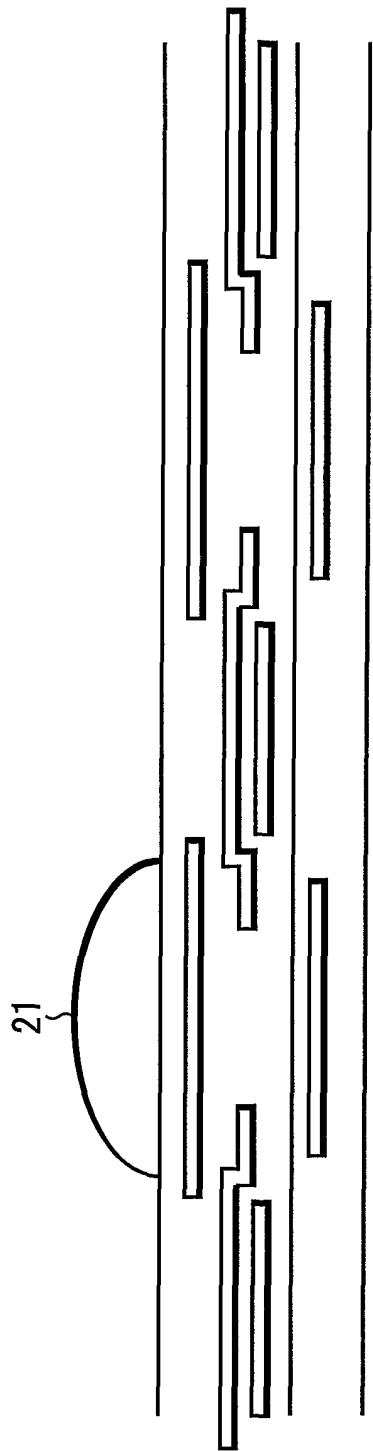
11/90

図19



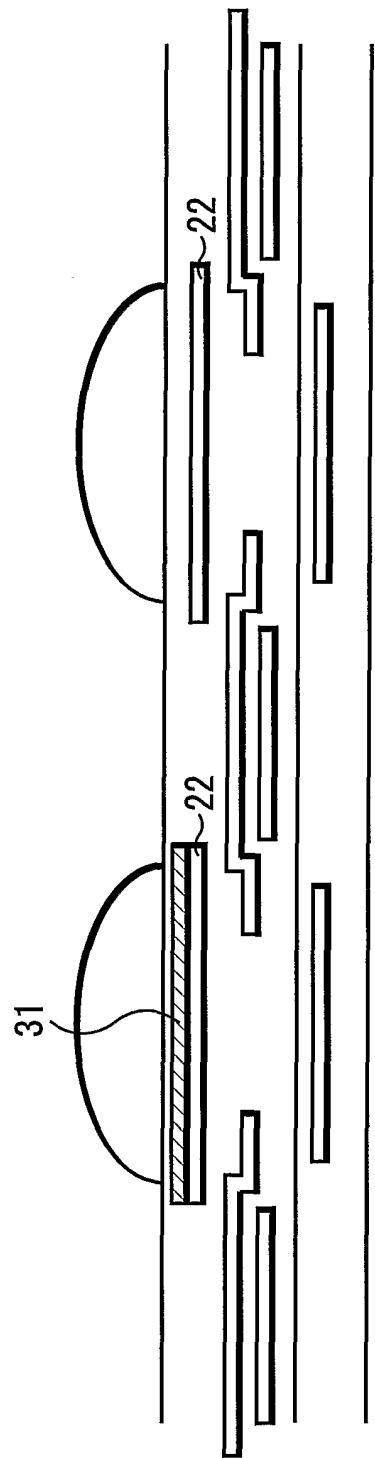
12/90

図20



13/90

图21



14/90

図22

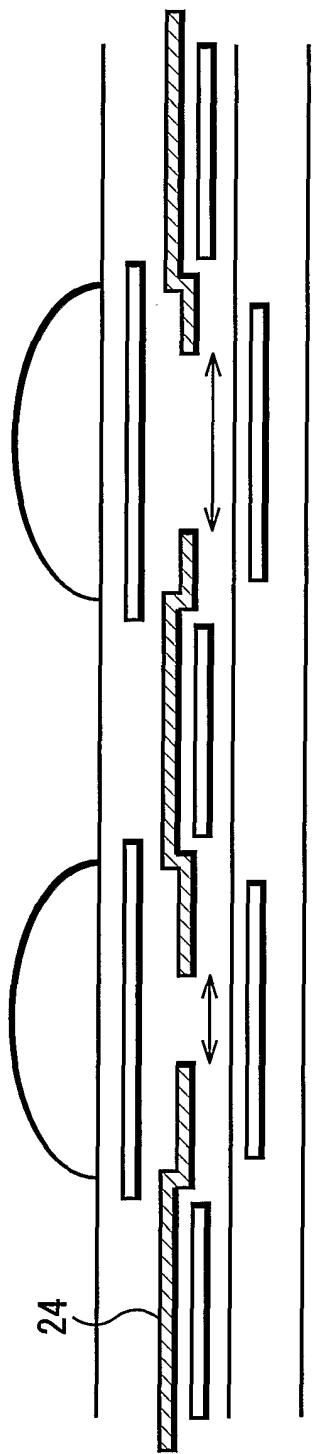


図23

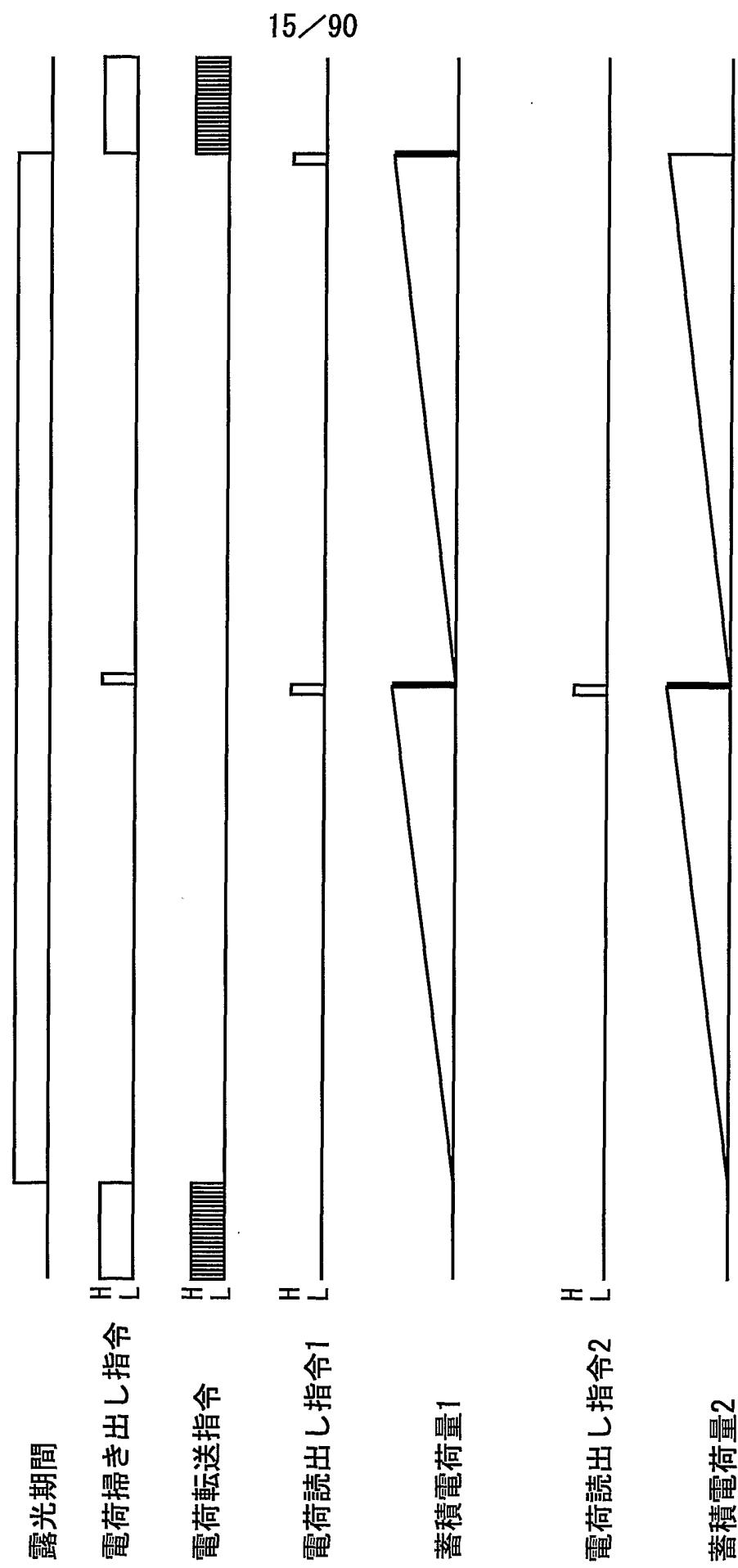
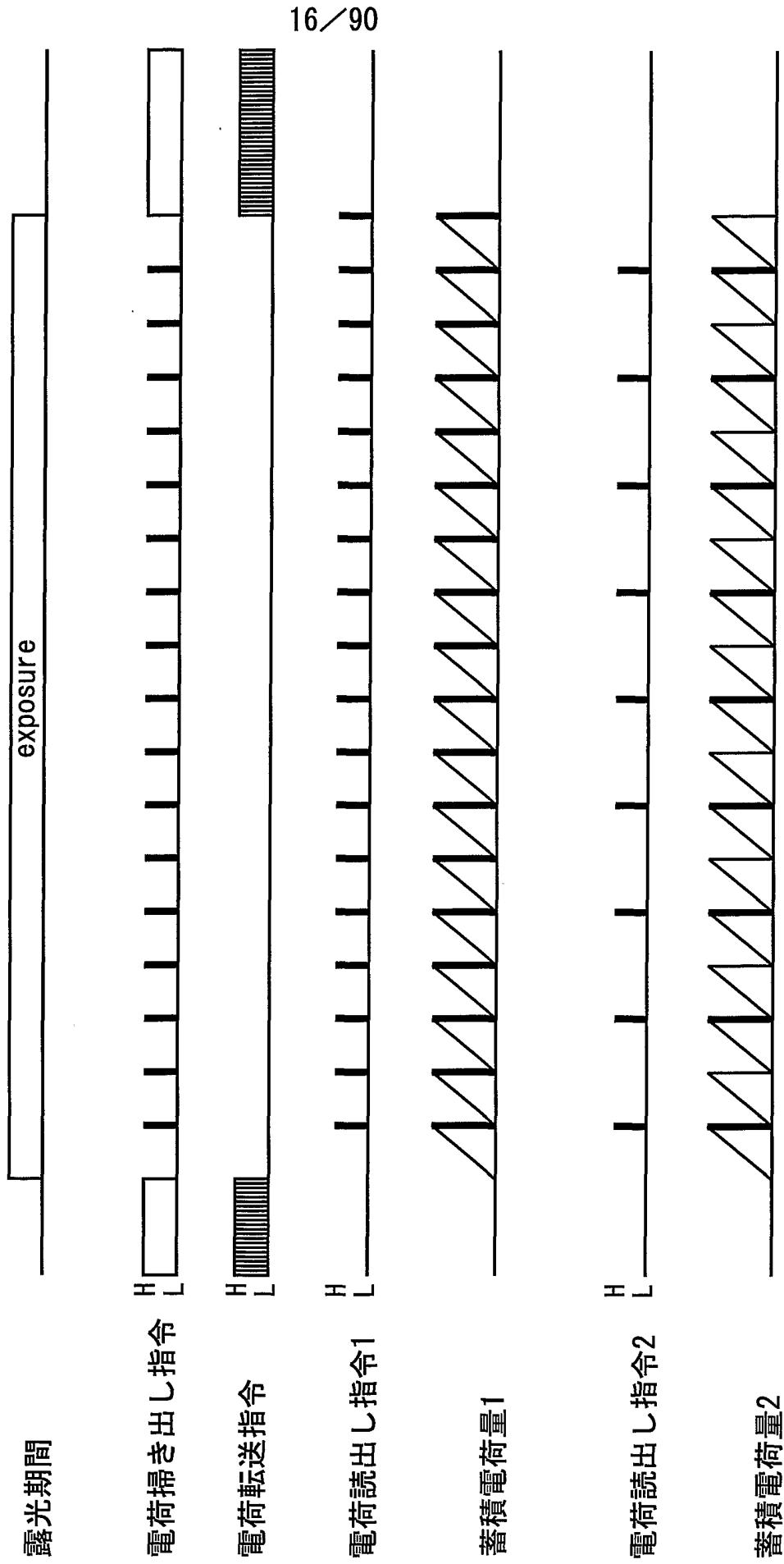
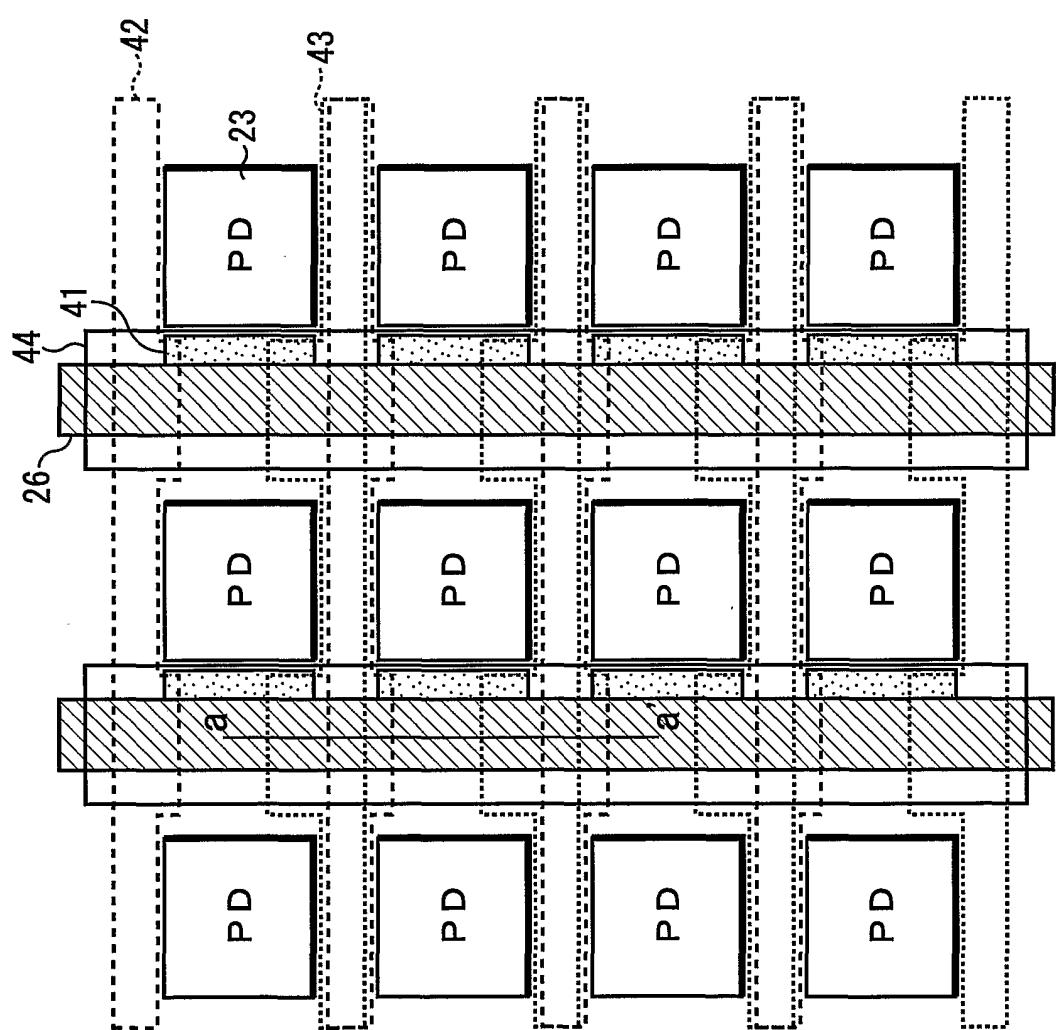


図24



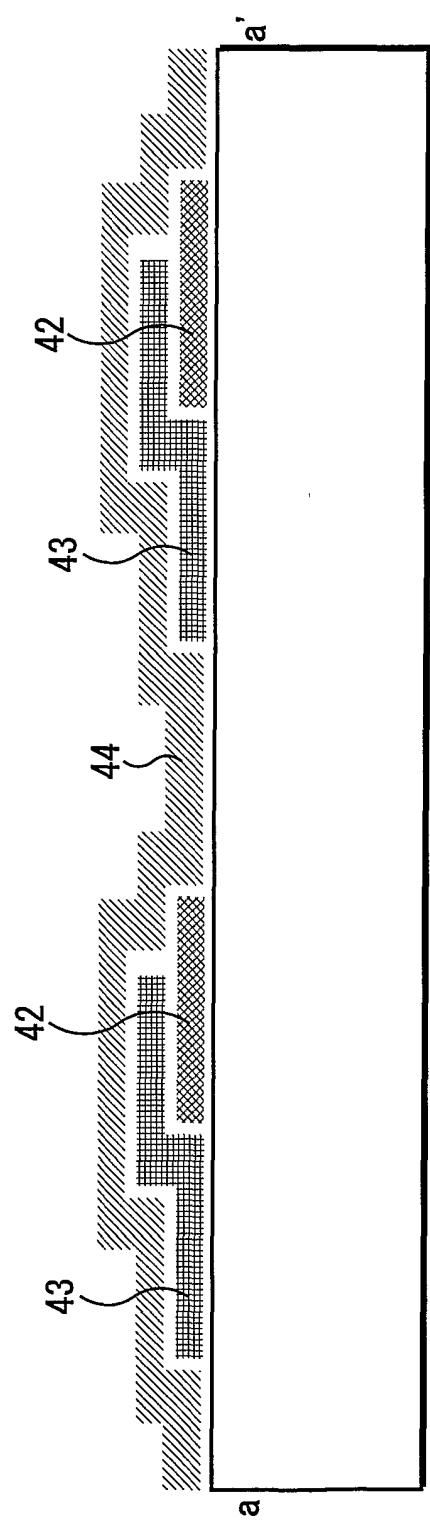
17/90

图25



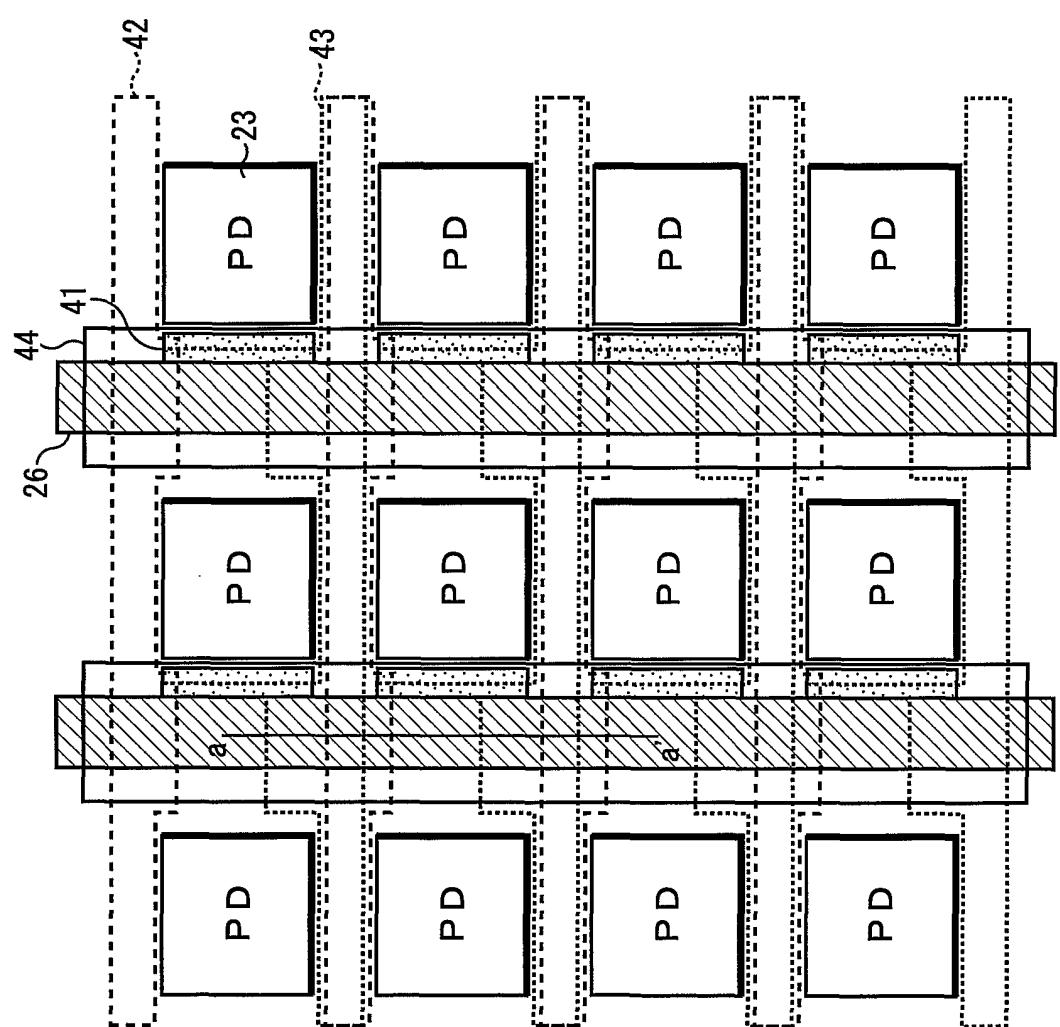
18/90

图26



19/90

図27



20/90

図28

OR							
AND							
OR							
AND							
OR							
AND							
OR							
AND							

図29

OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND

21/90

図30

OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR
OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND
AND	OR	AND	OR	AND	OR	AND	OR

図31

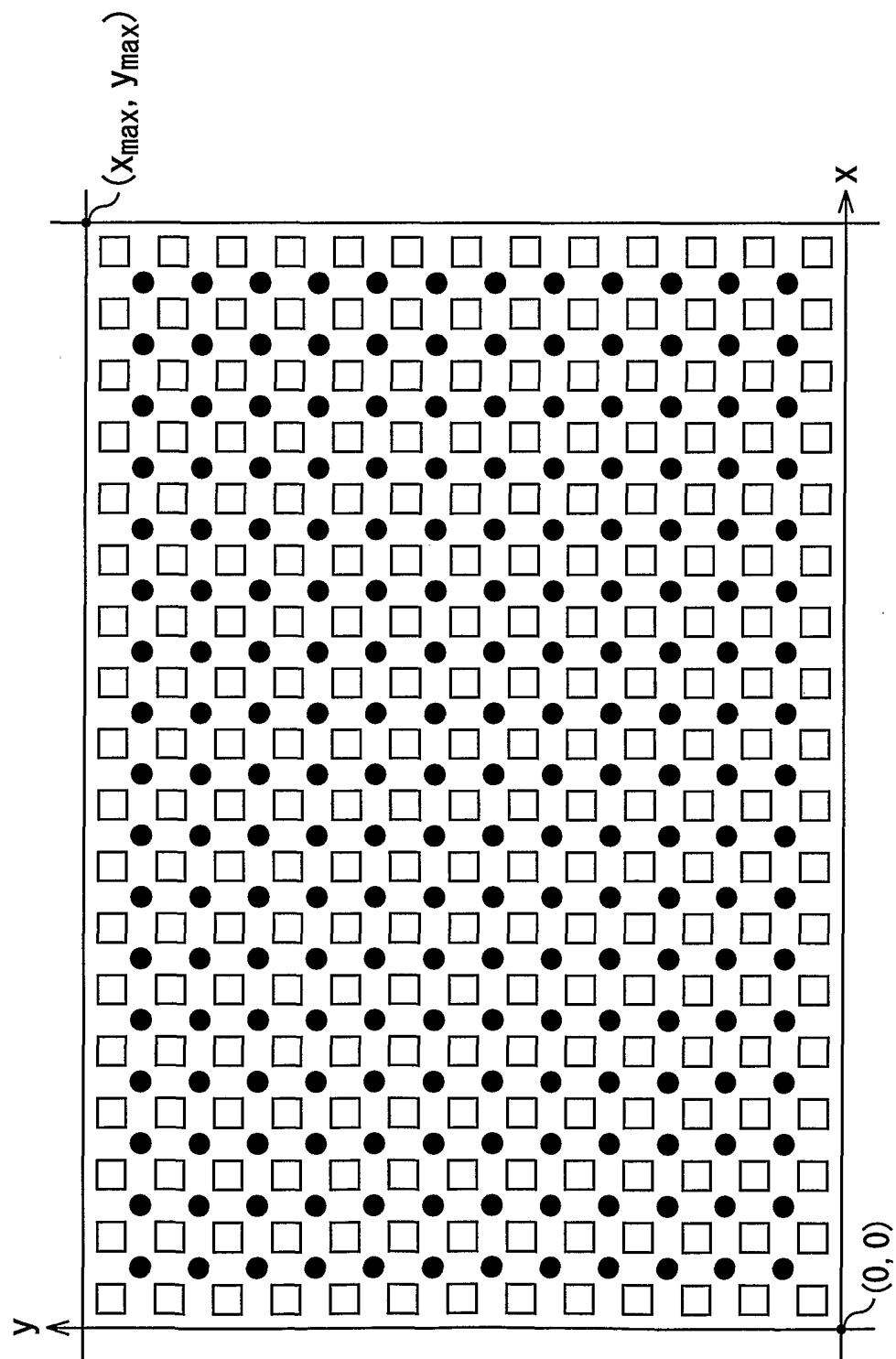
OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR
OR	OR	OR	AND	OR	OR	OR	AND
AND	OR	AND	AND	AND	OR	AND	AND
OR	AND	OR	OR	OR	AND	OR	OR
AND	AND	AND	OR	AND	AND	AND	OR

22 / 90

32

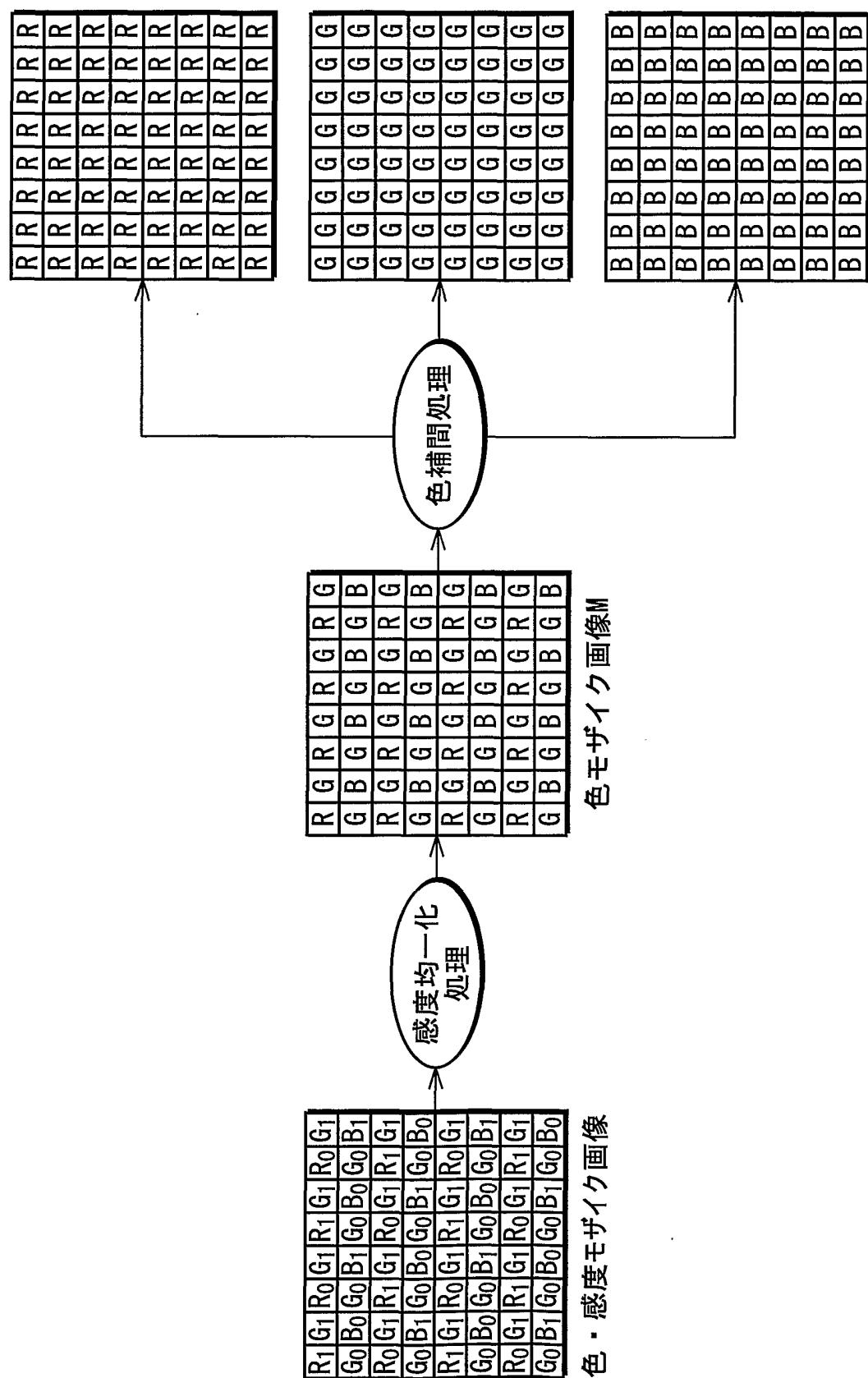
23/90

図33



24/90

図34



25/90

図35

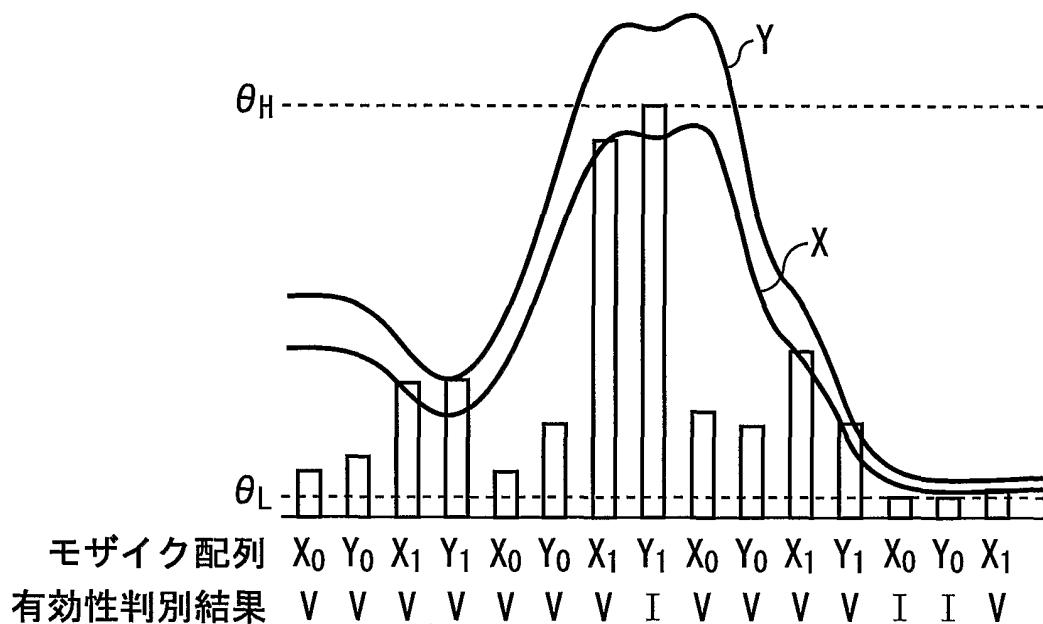
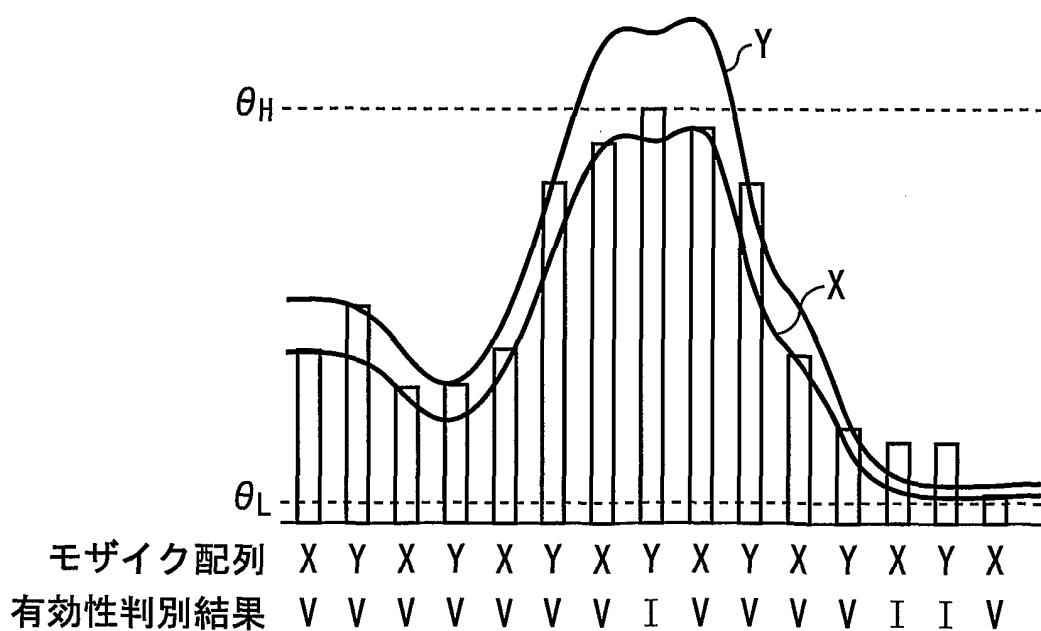


図36



26 / 90

图37

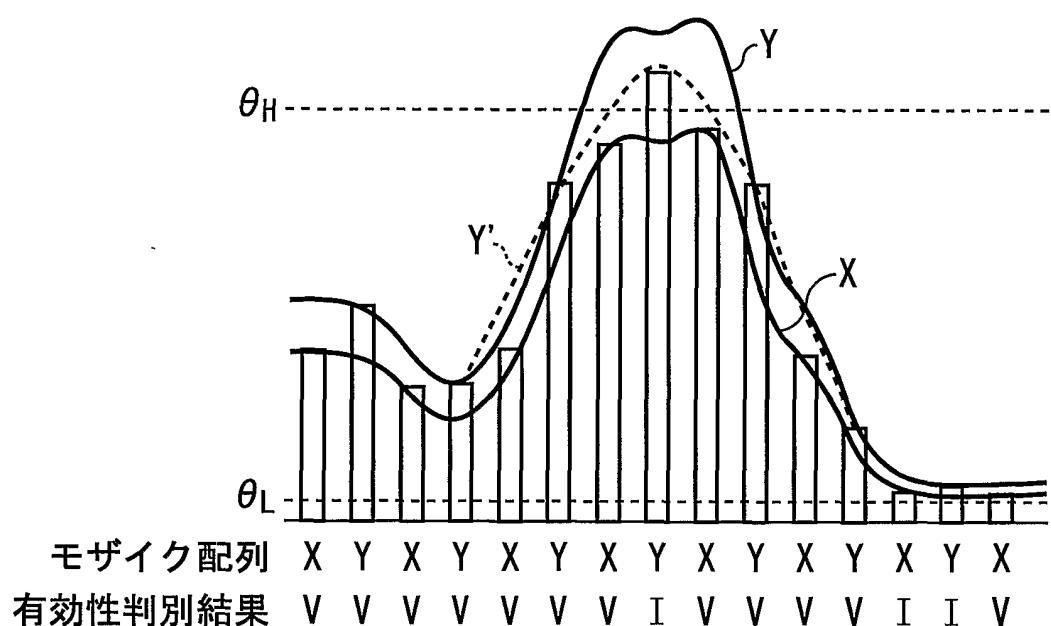
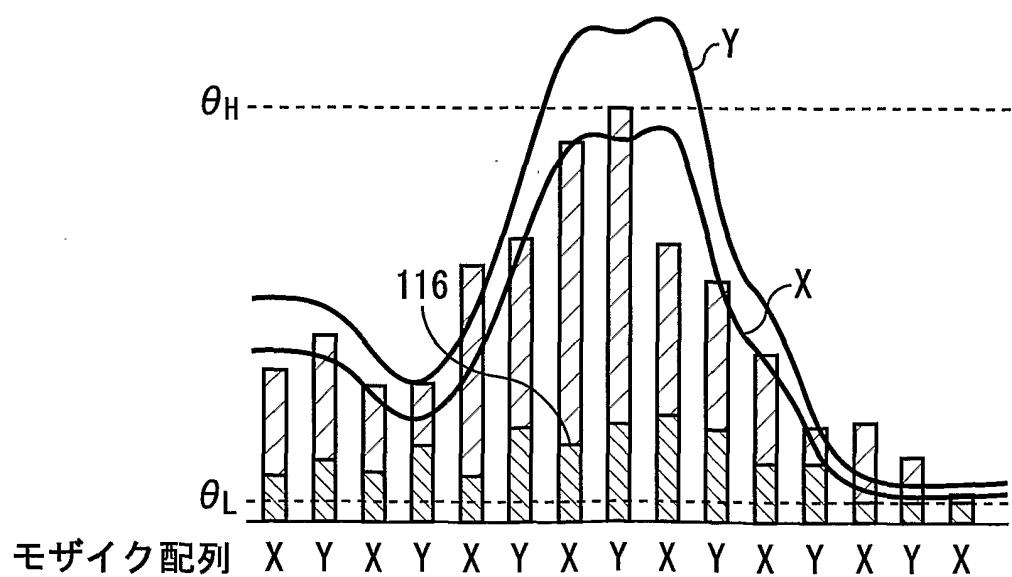
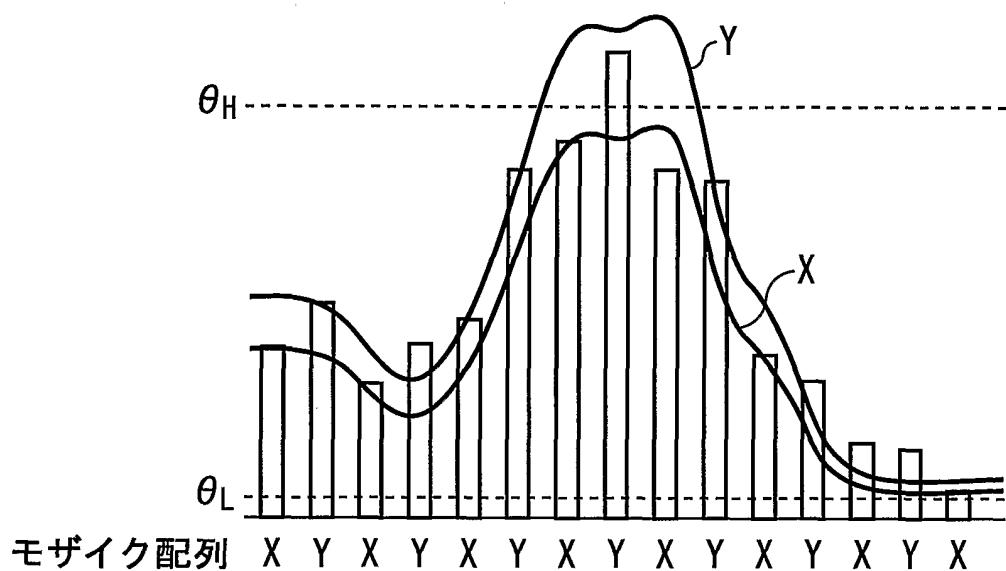


図38



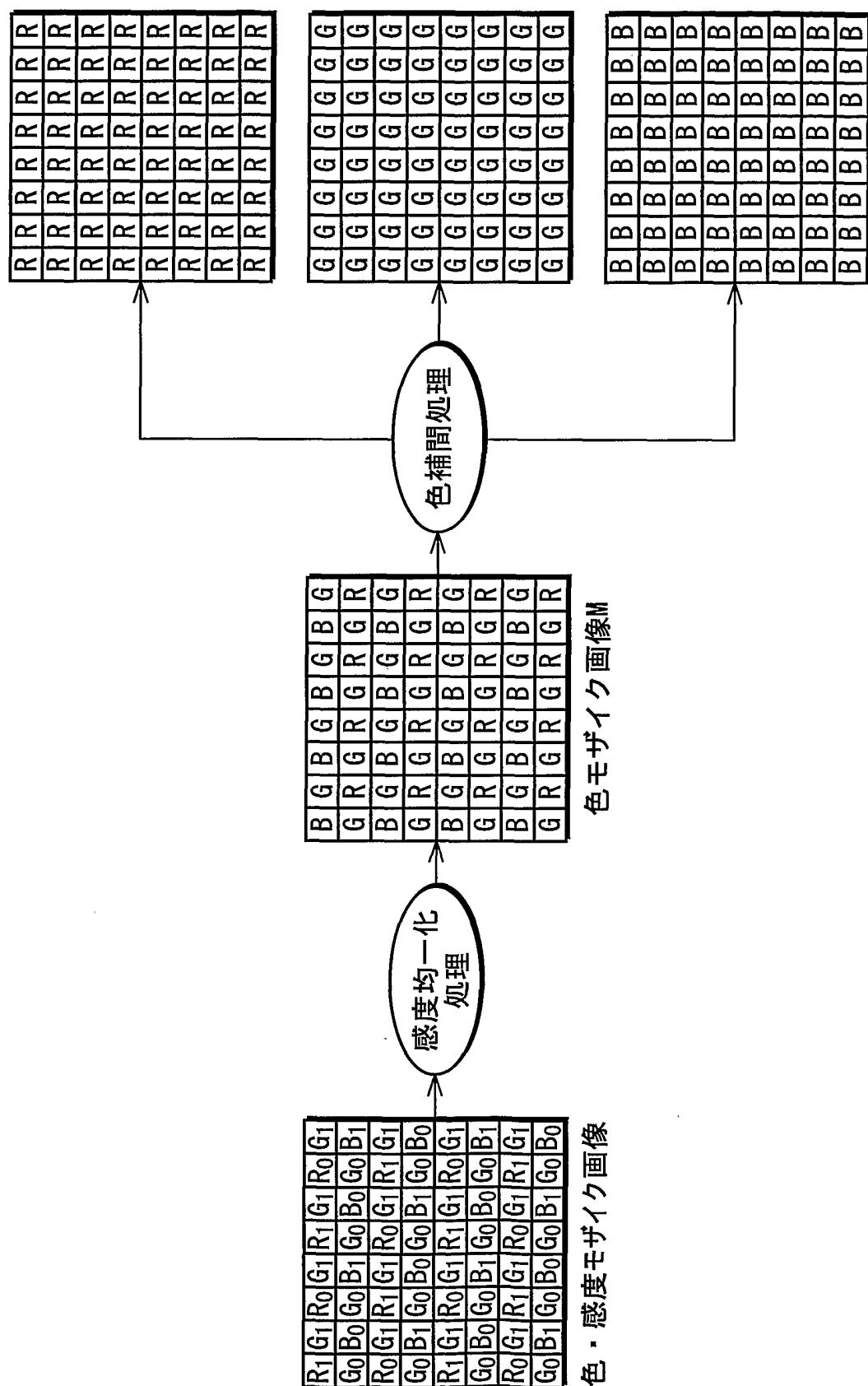
27/90

図39



28 / 90

図40



29 / 90

図41

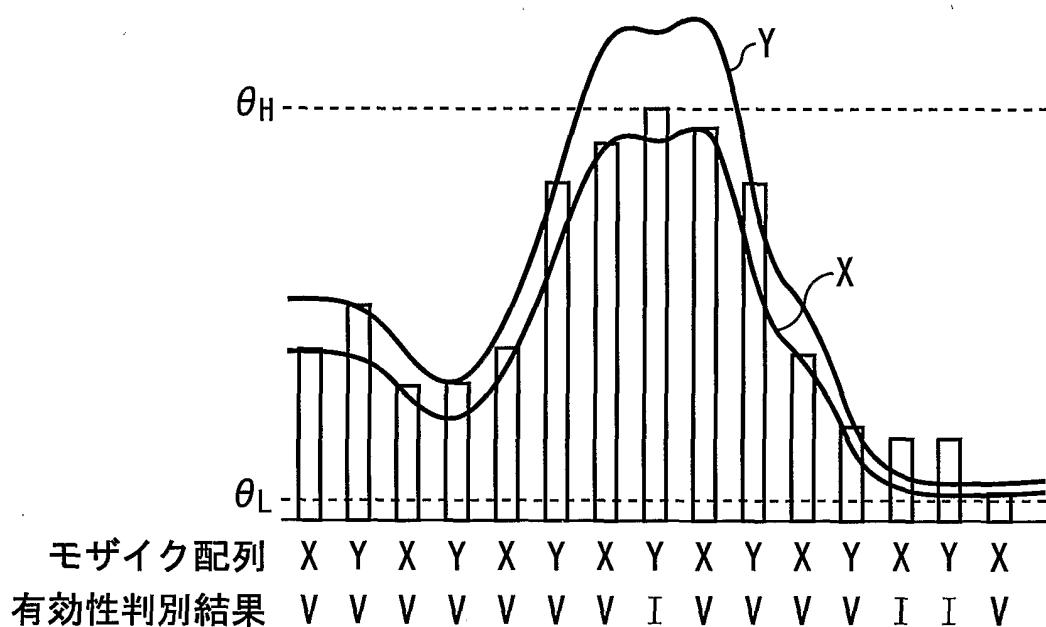
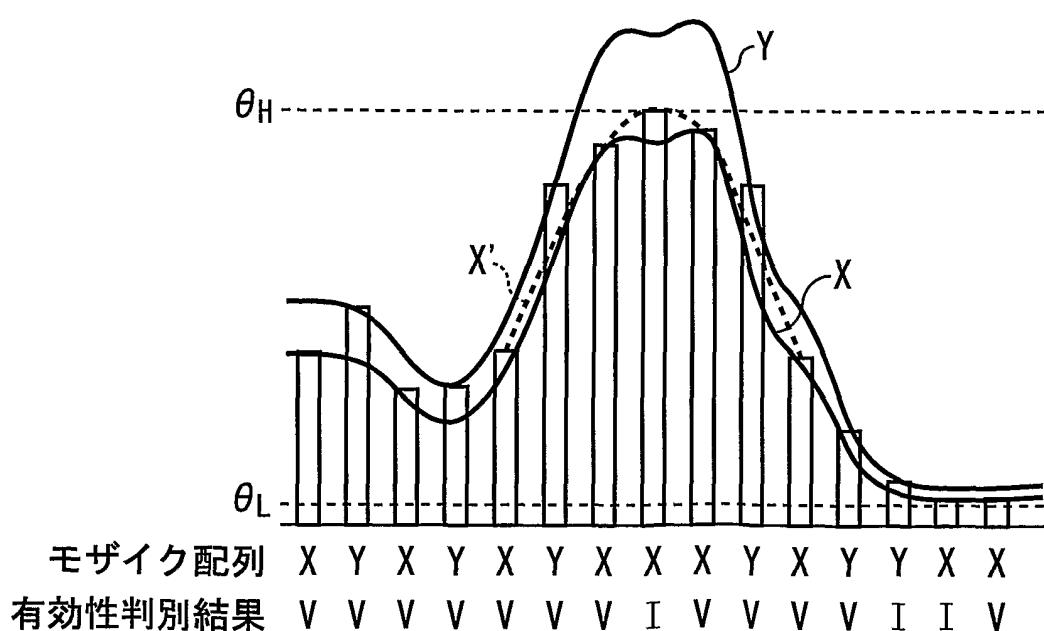


図42



30 / 90

図43

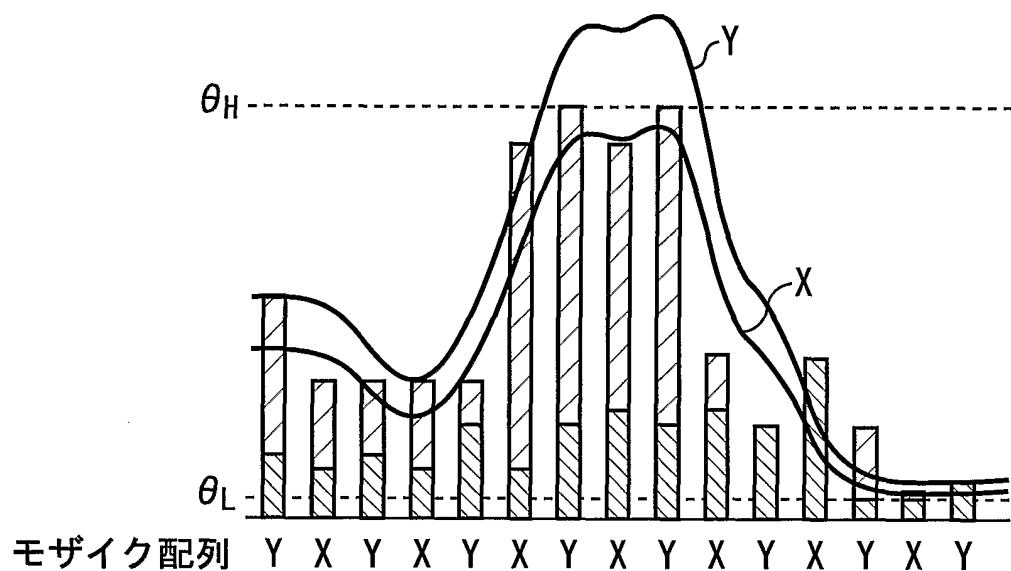


図44

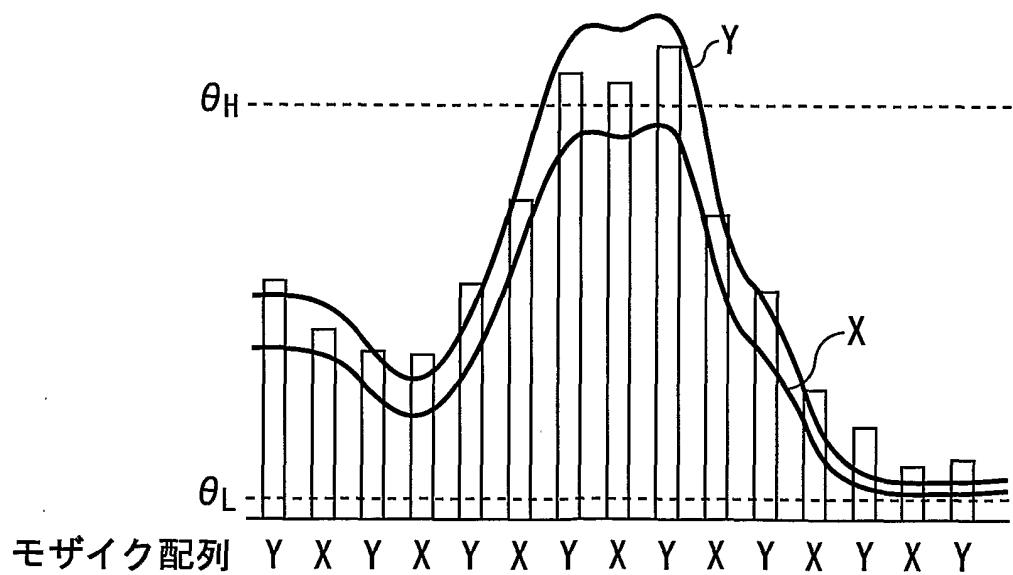
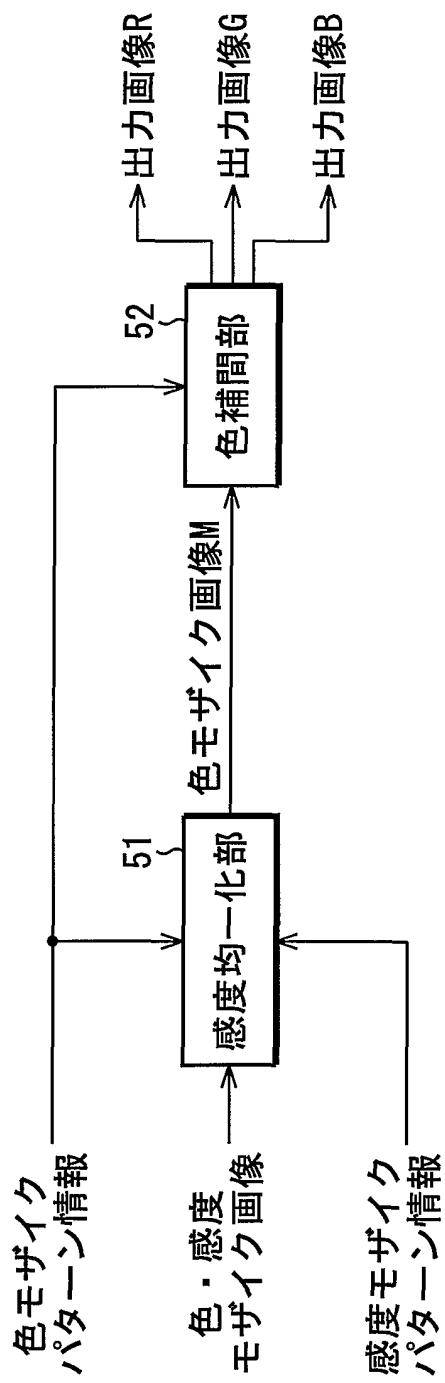
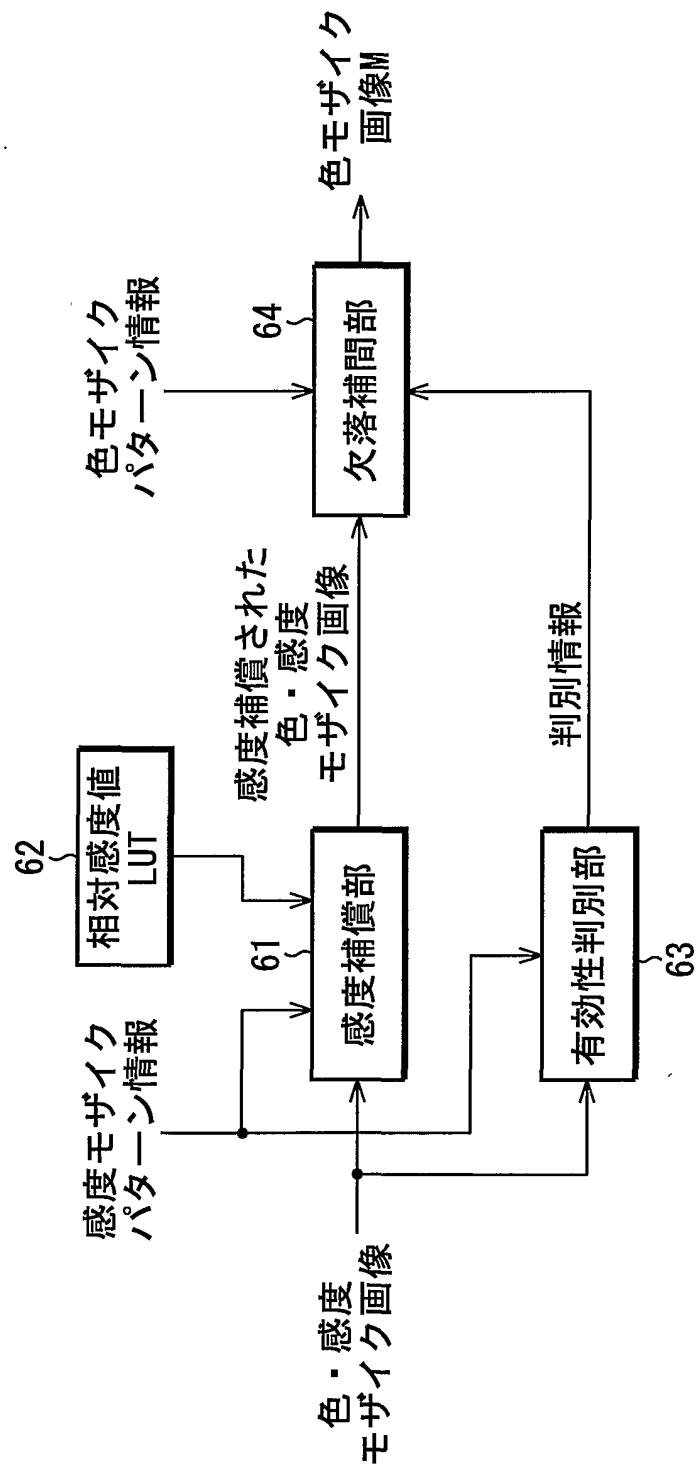


図45



32/90

図46



33/90

図47

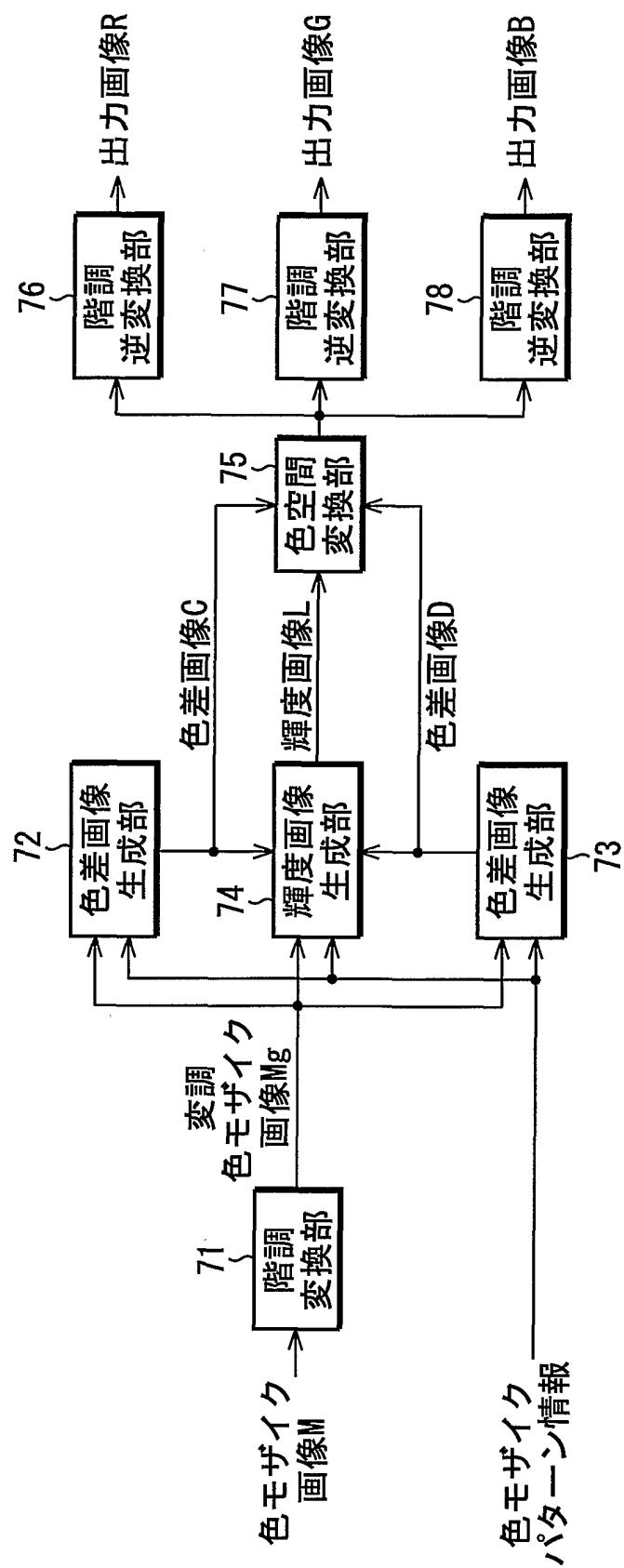


図48

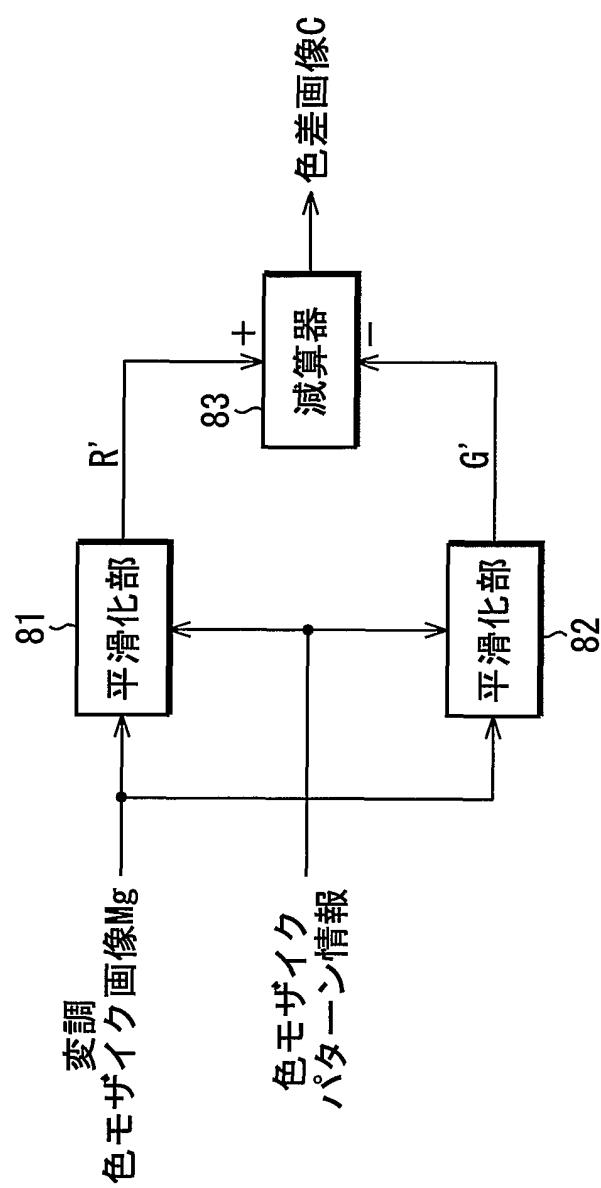
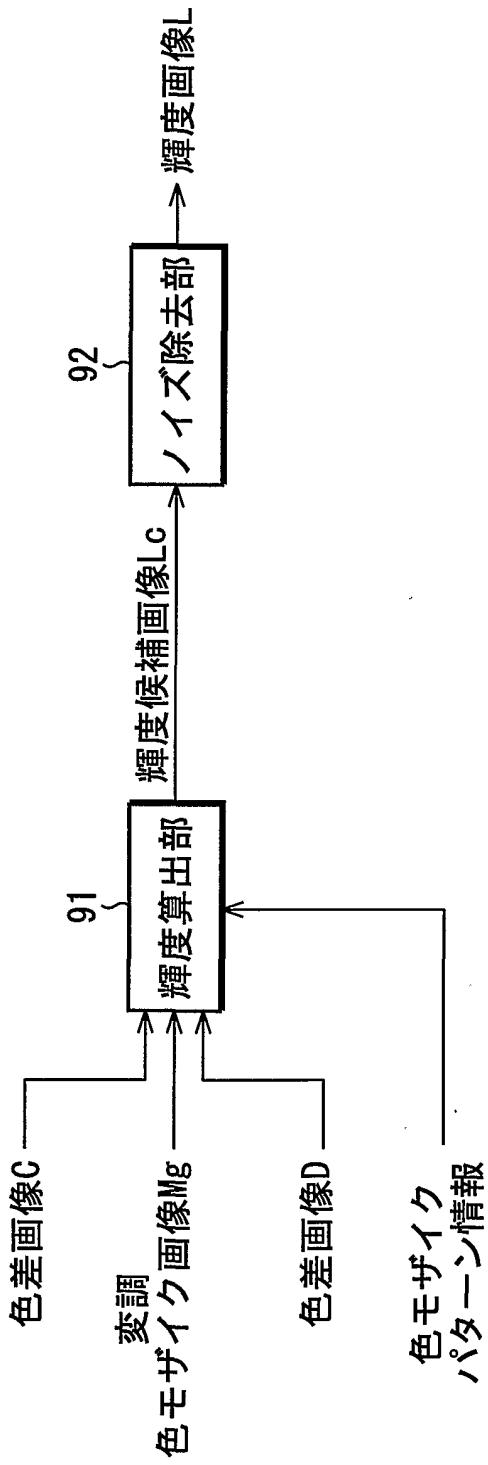


図49



36/90

図50

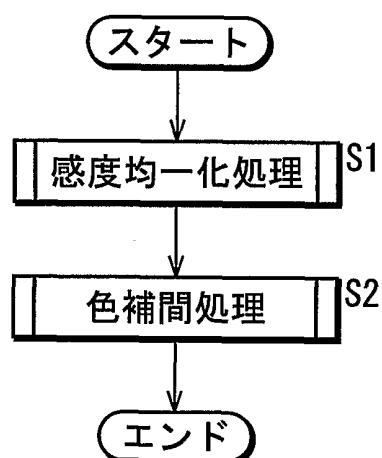
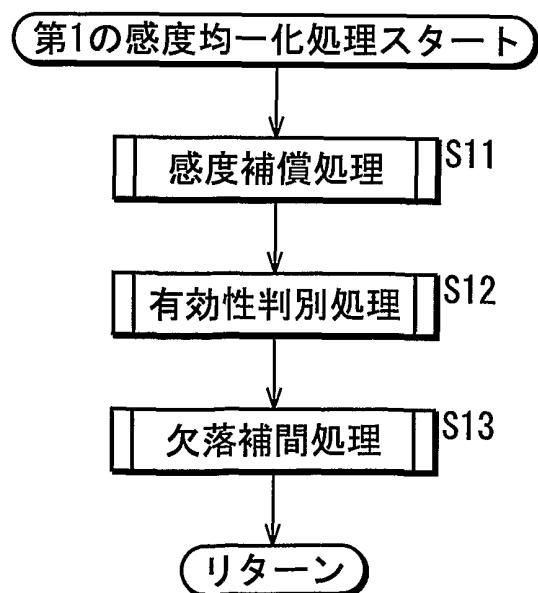


図51



37/90

図52

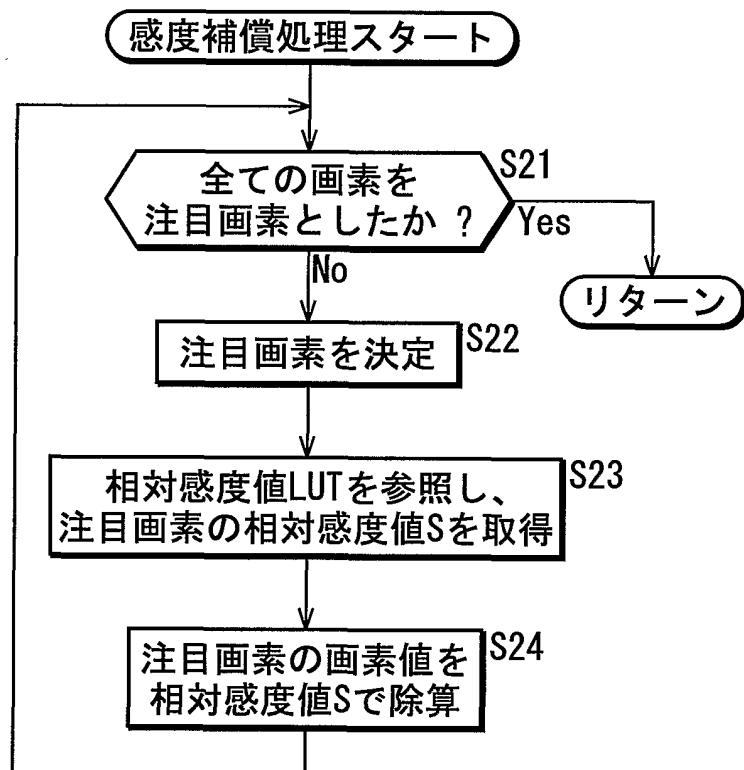


図53

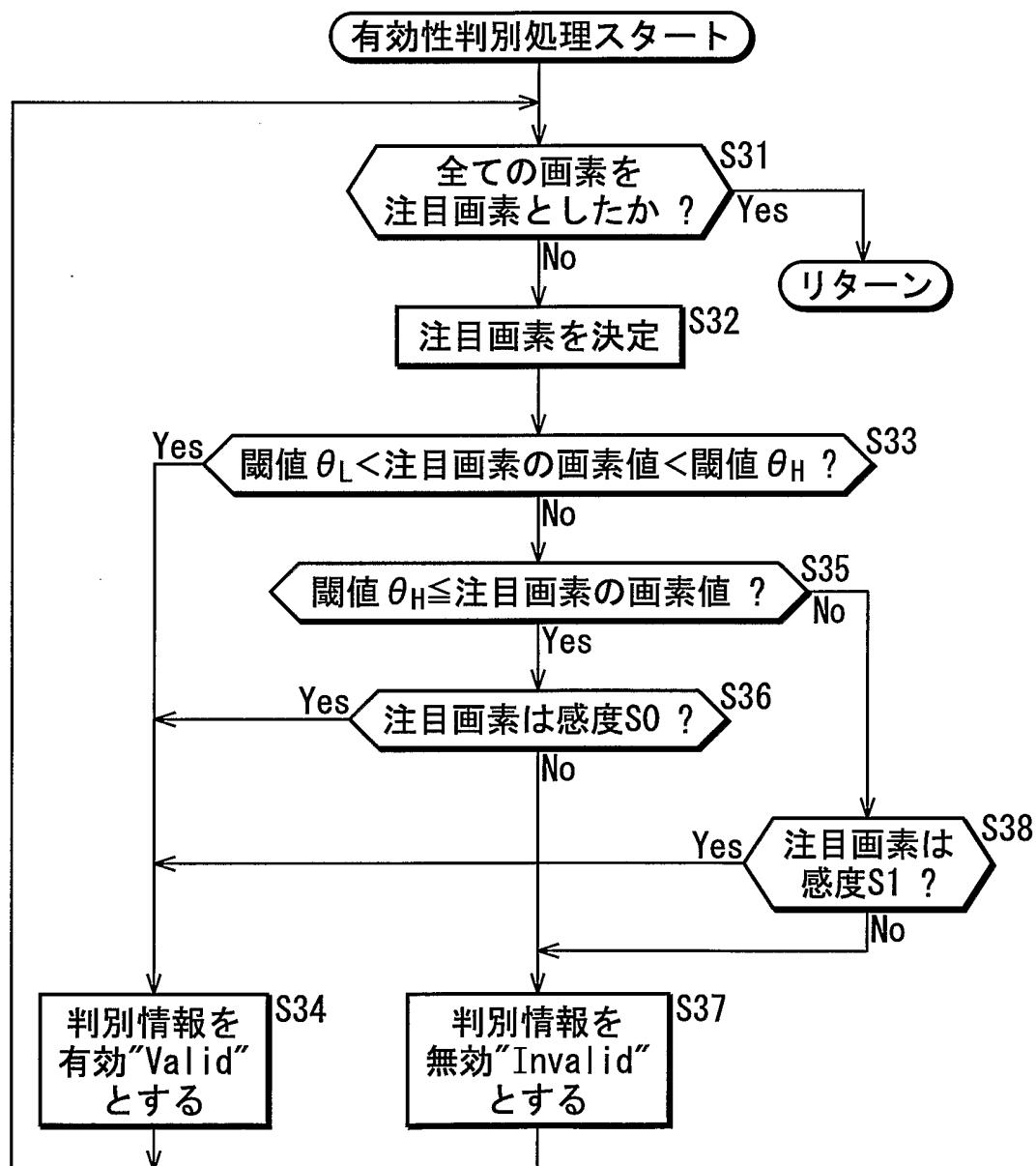
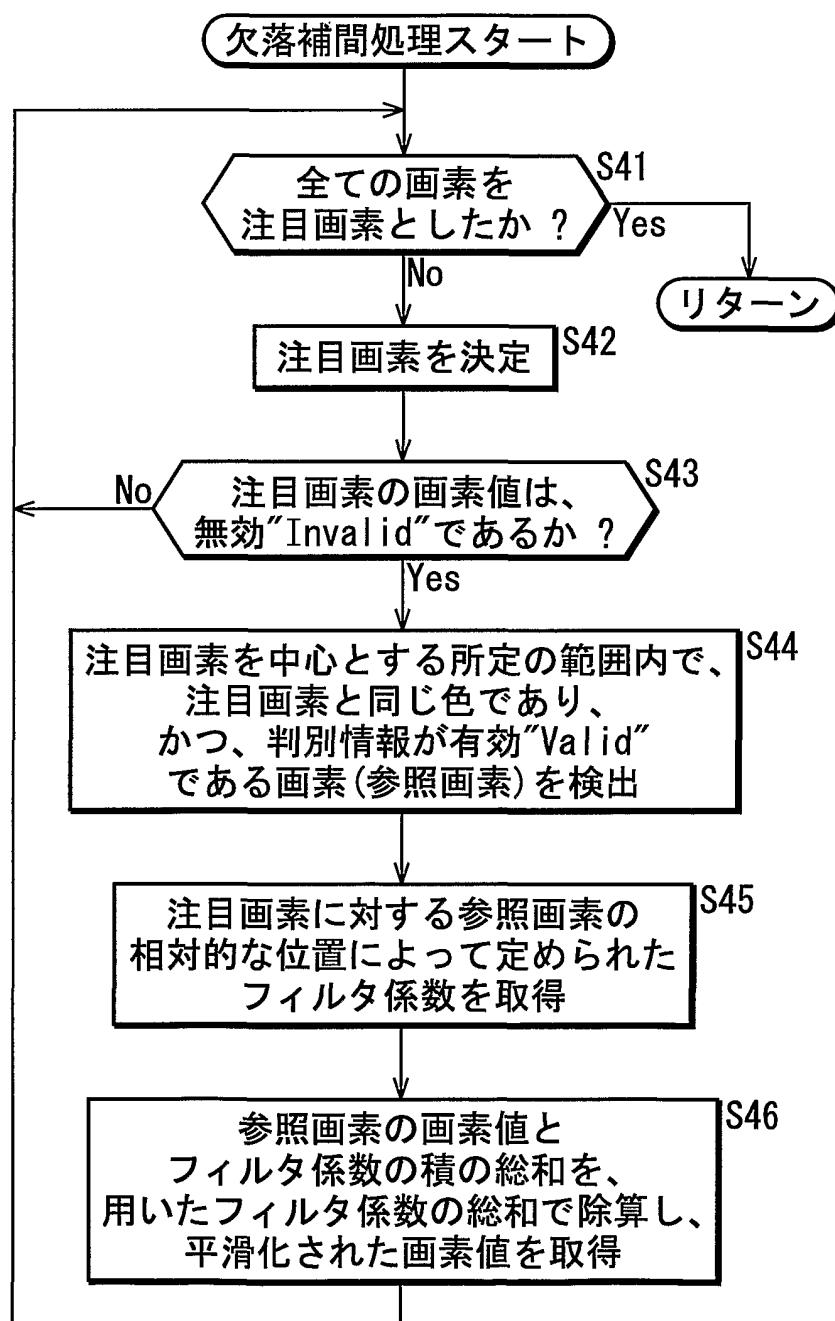


図54



40/90

図55

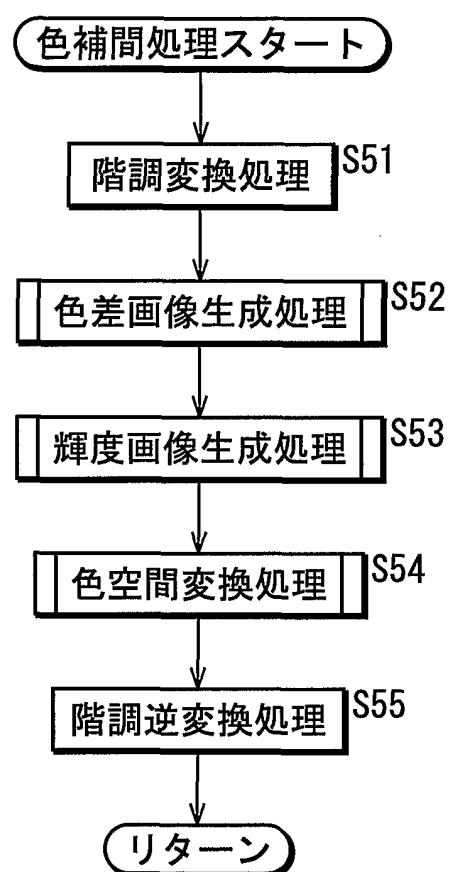


図56

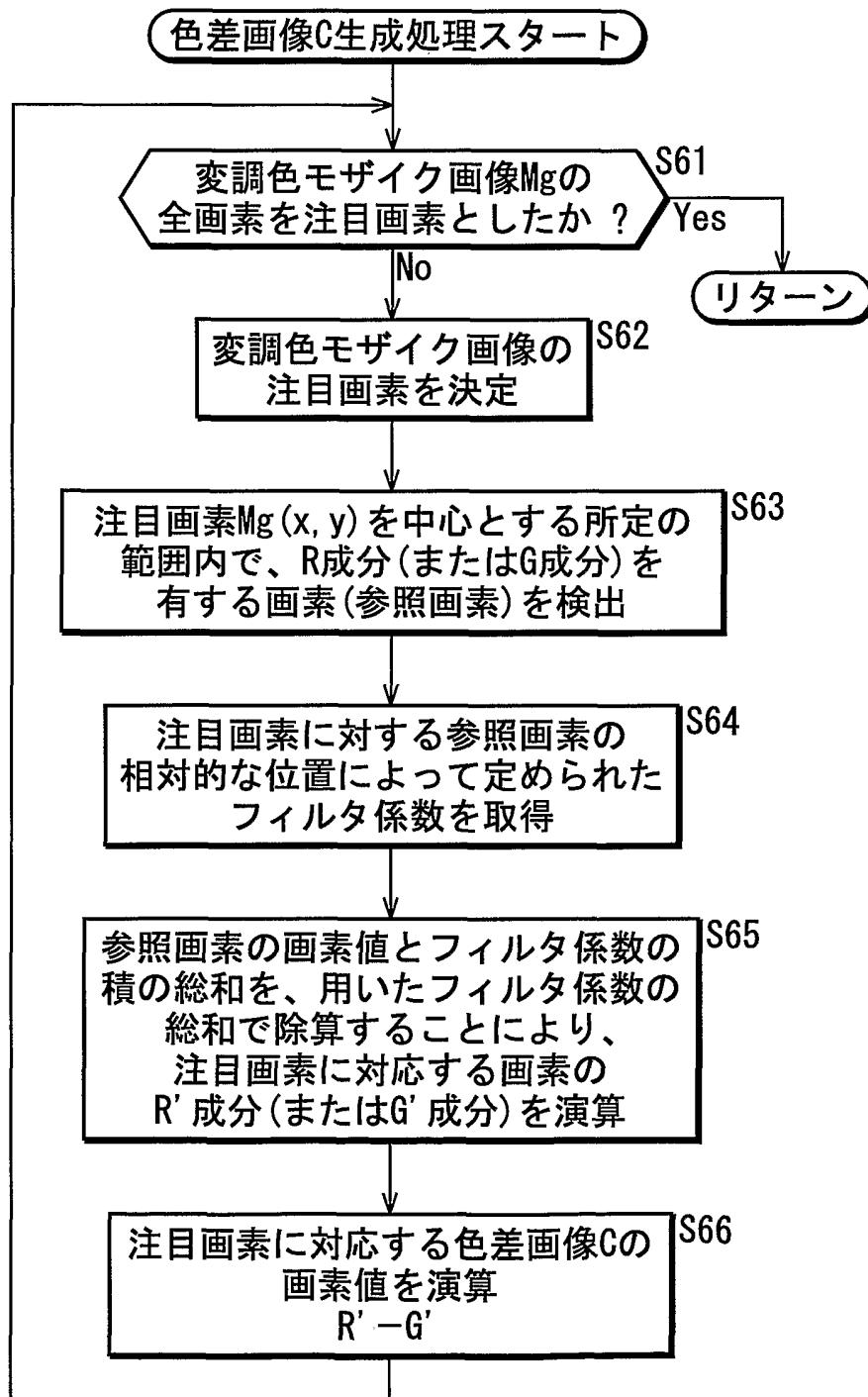
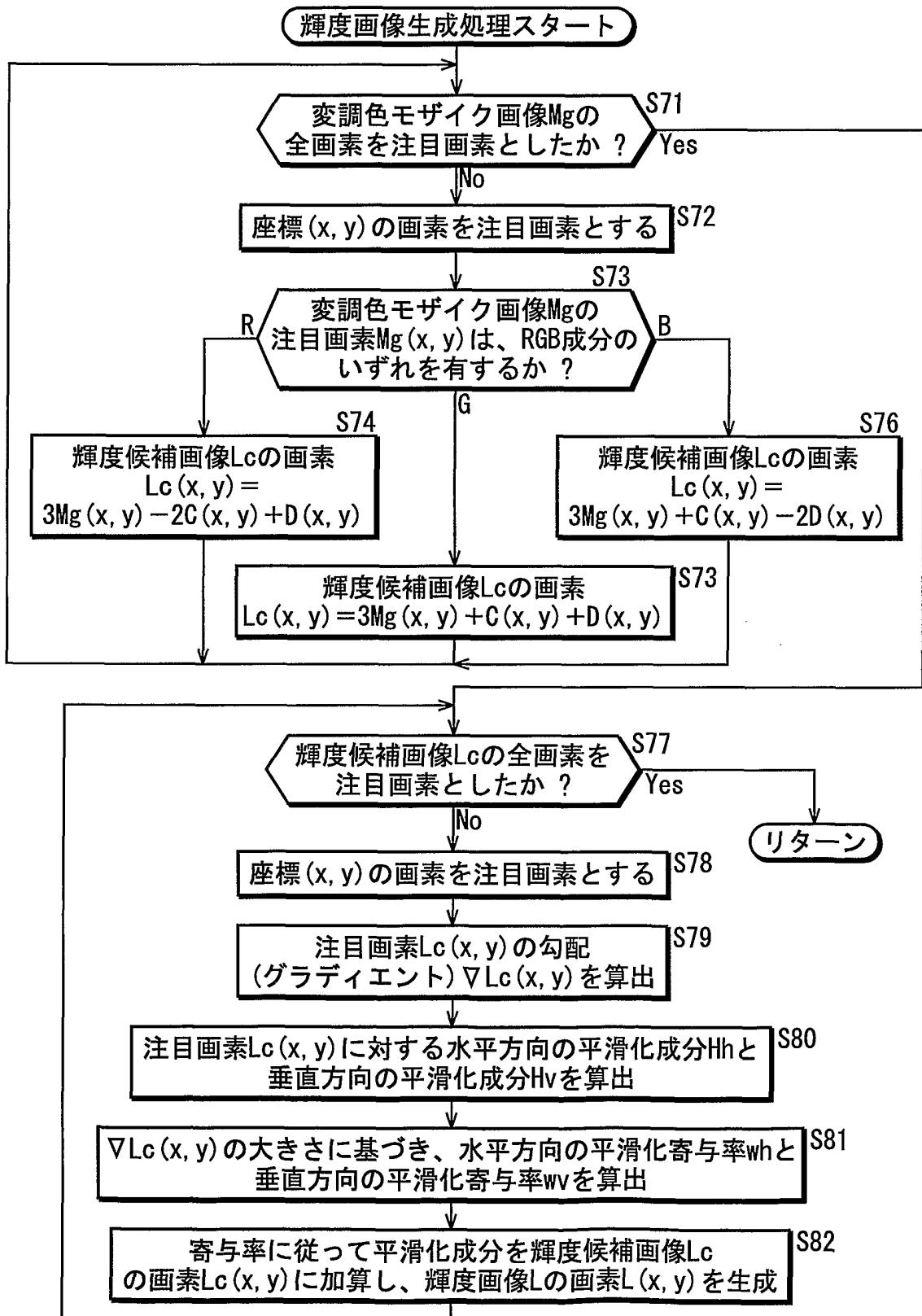
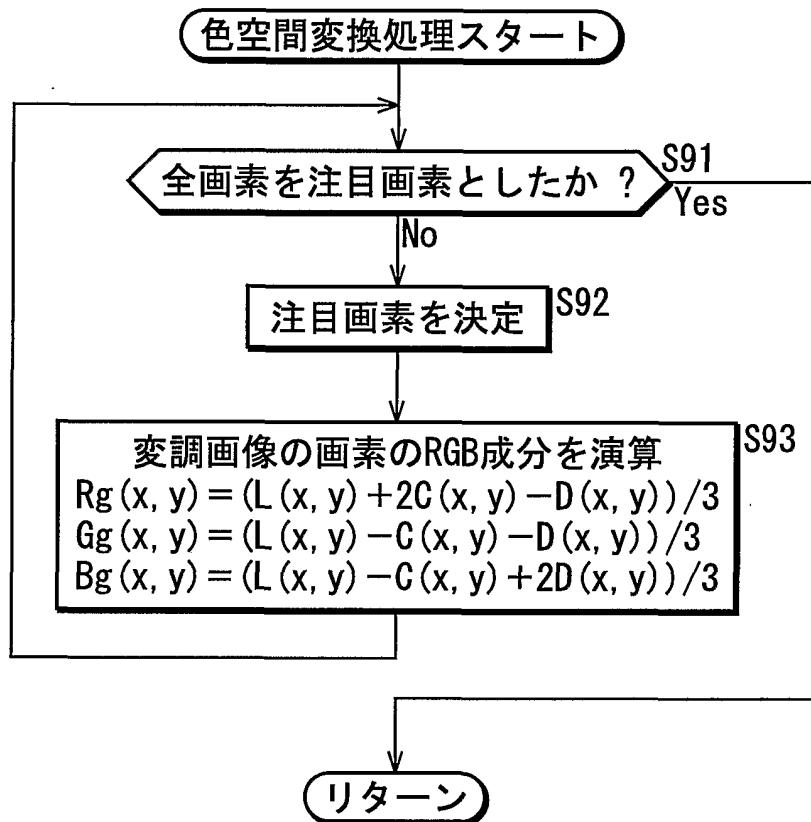


図57



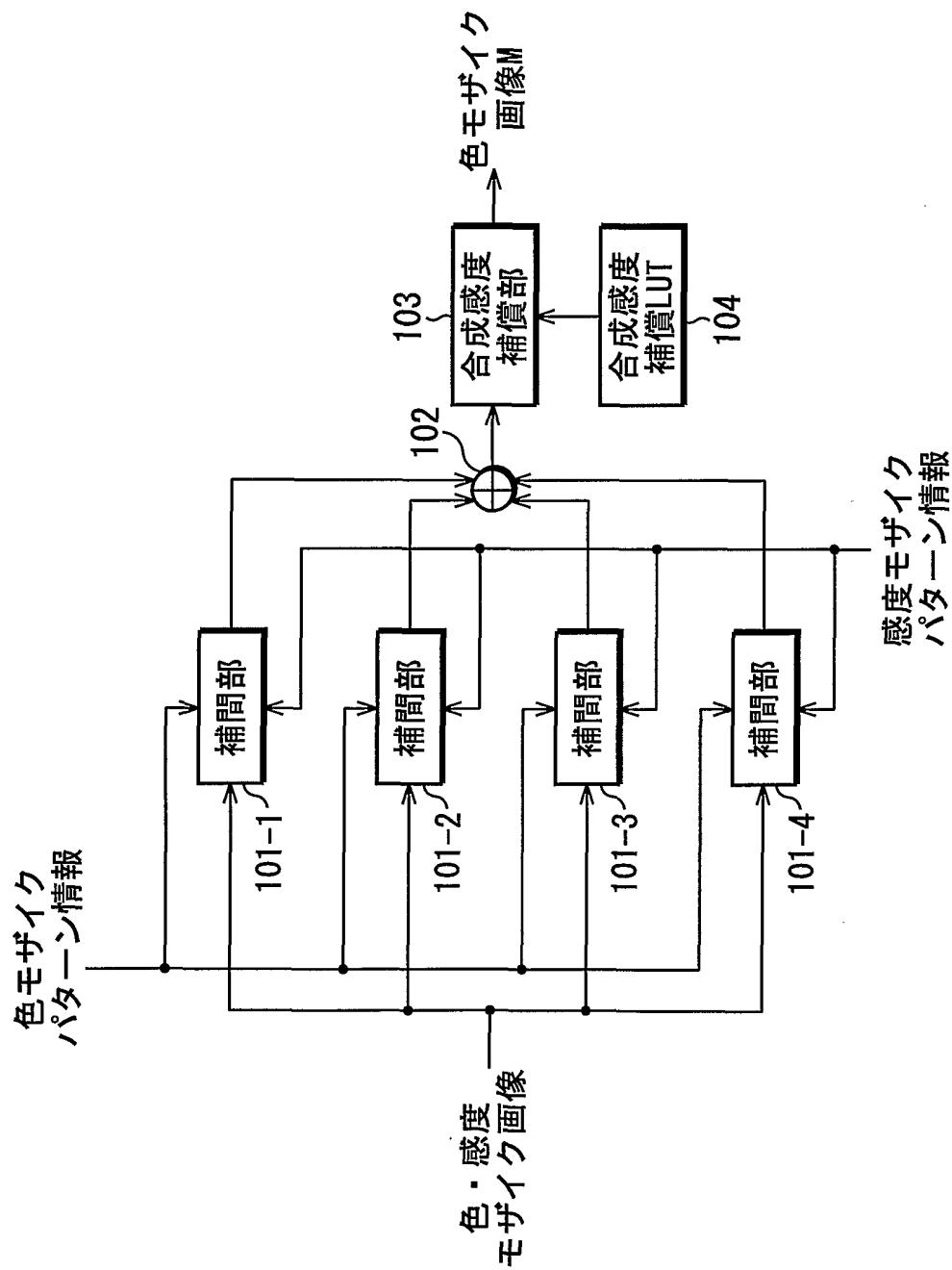
43/90

図58



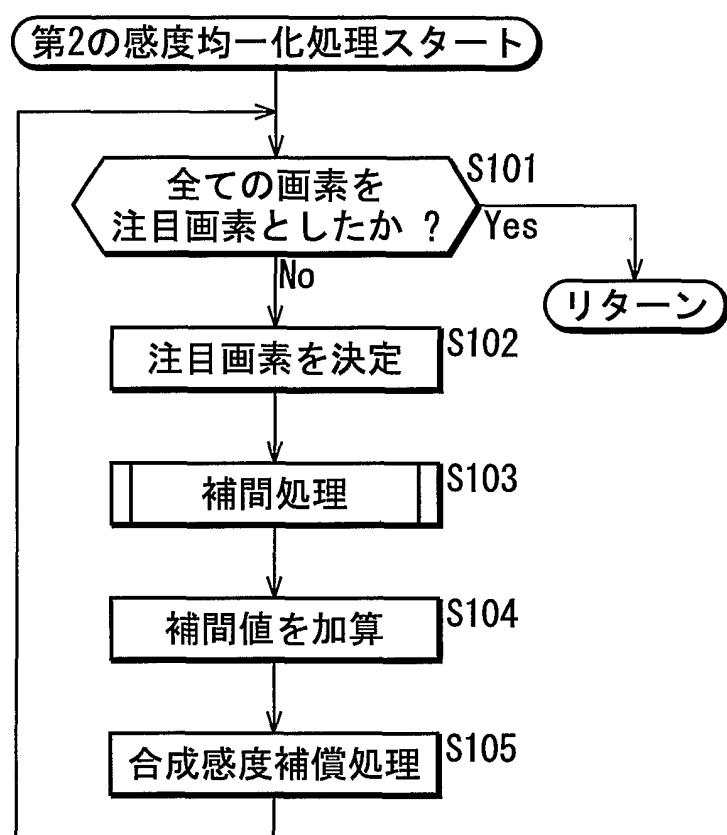
44/90

図59



45/90

図60



46/90

図61

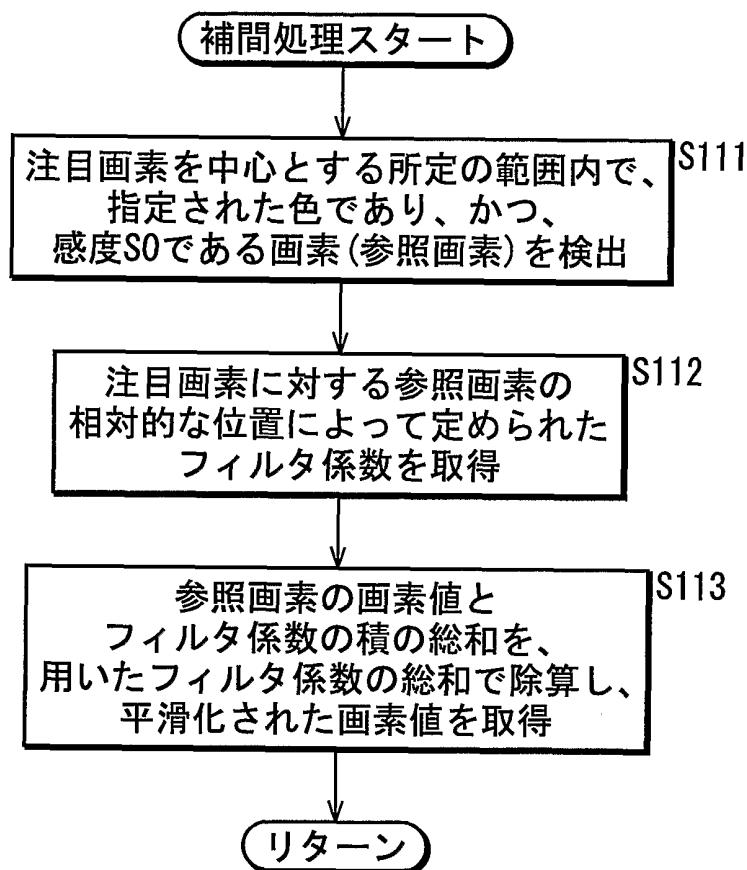
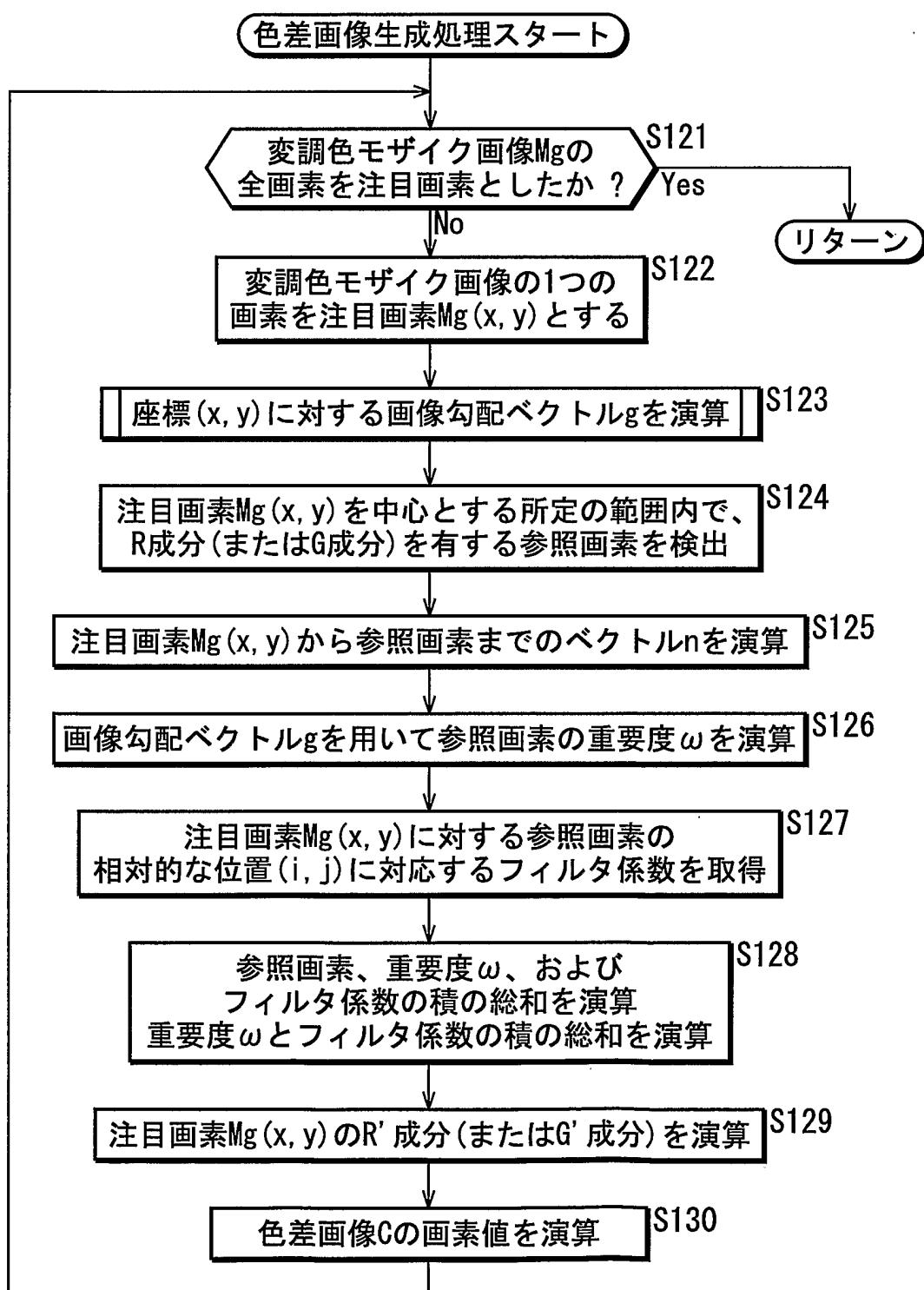
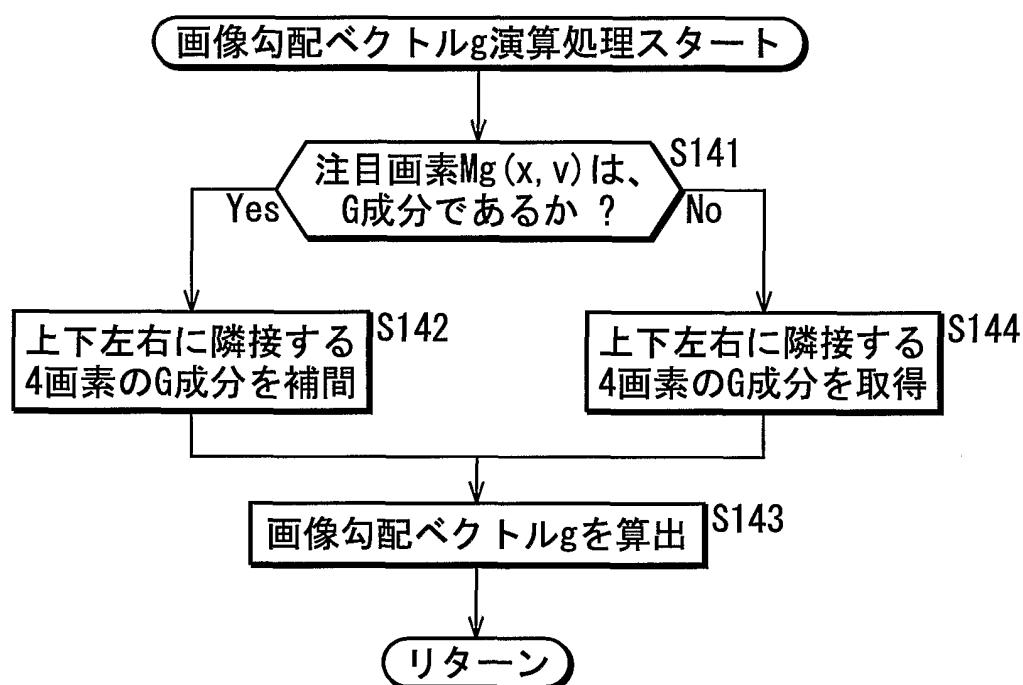


図62



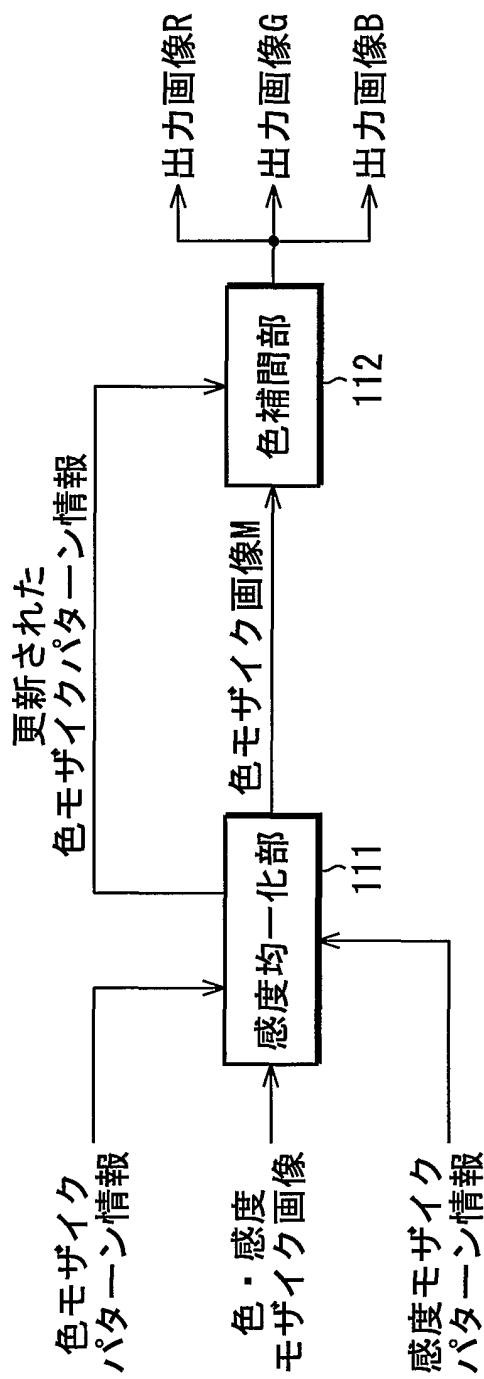
48/90

図63



49/90

図64



50/90

図65

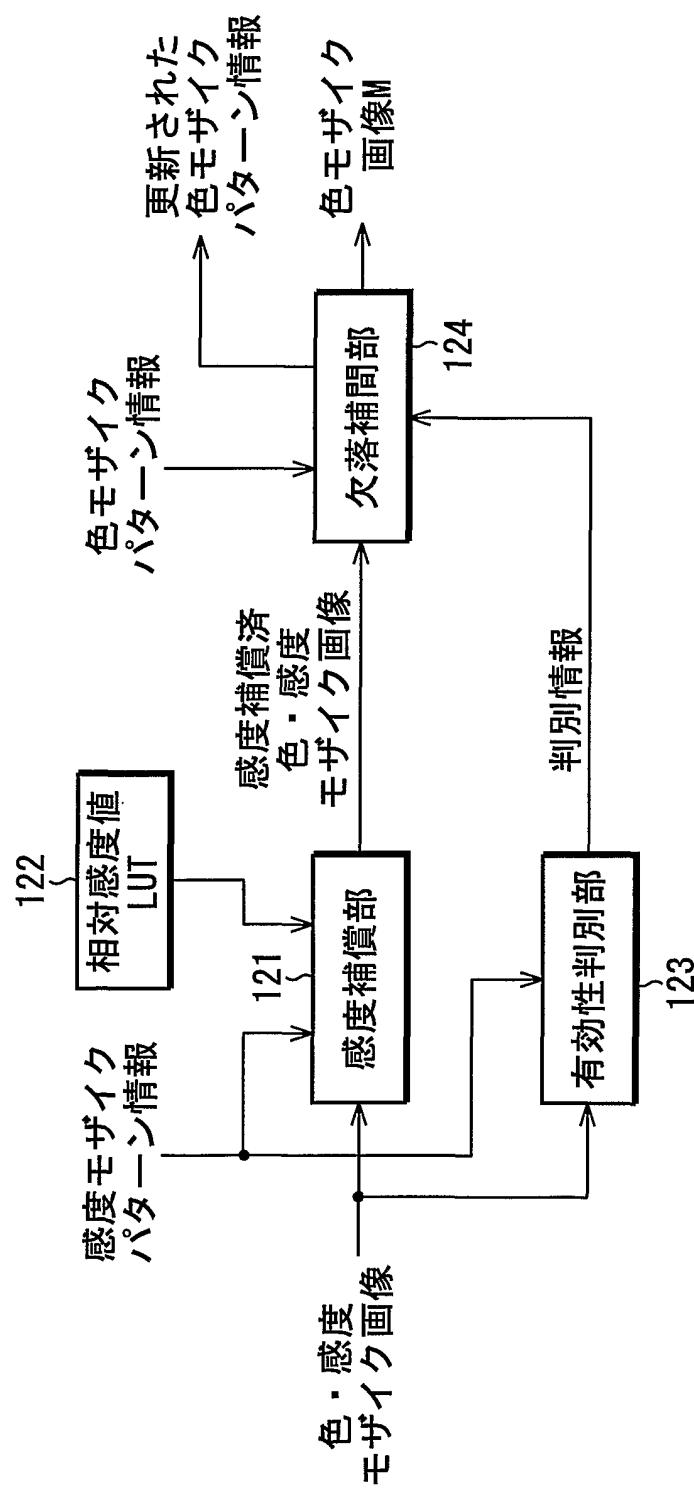


図66

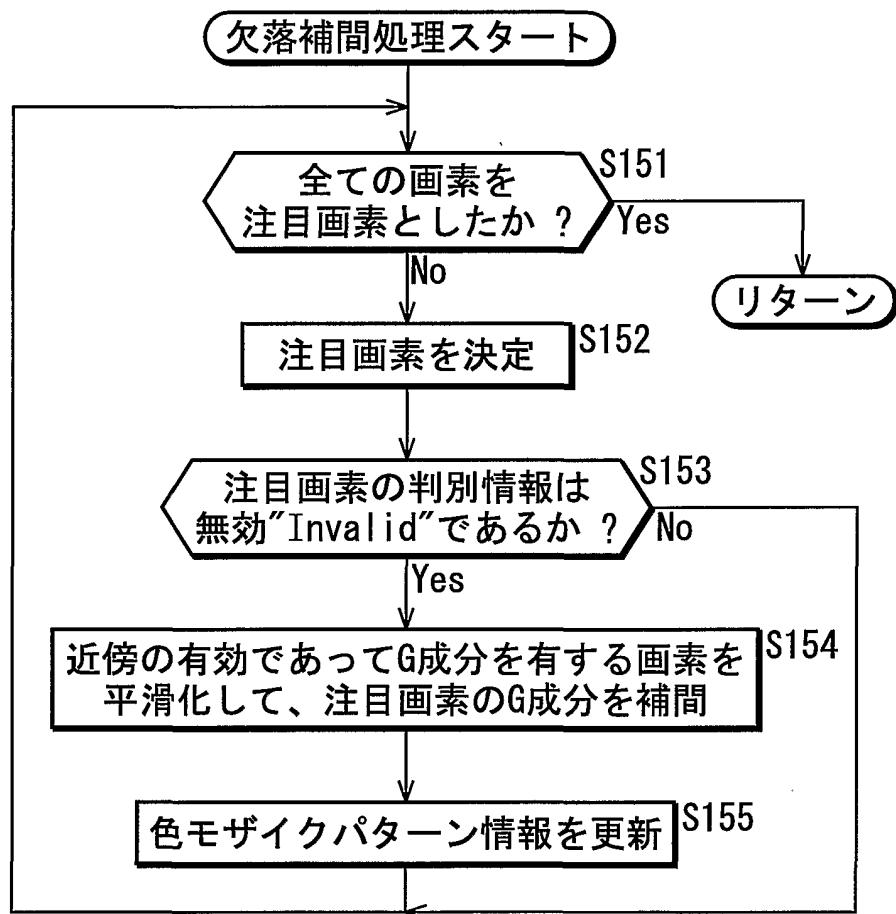


図67

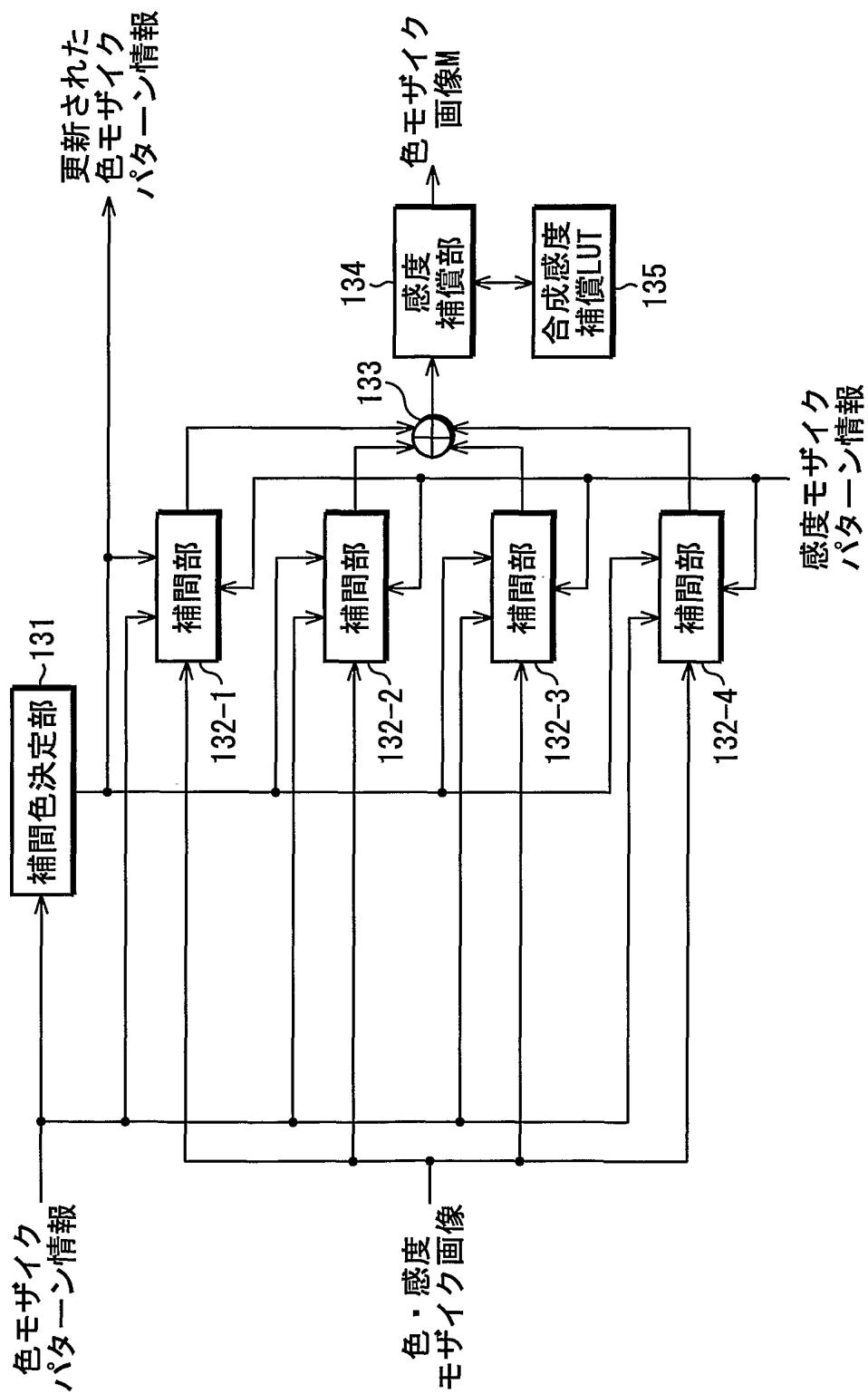
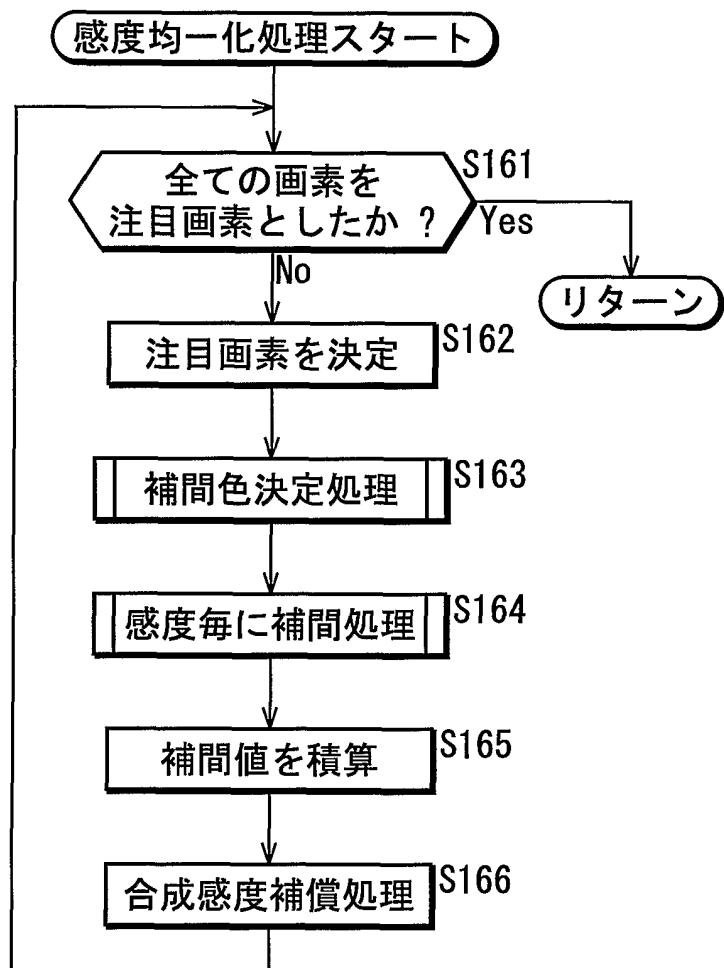


図68



54/90

図69

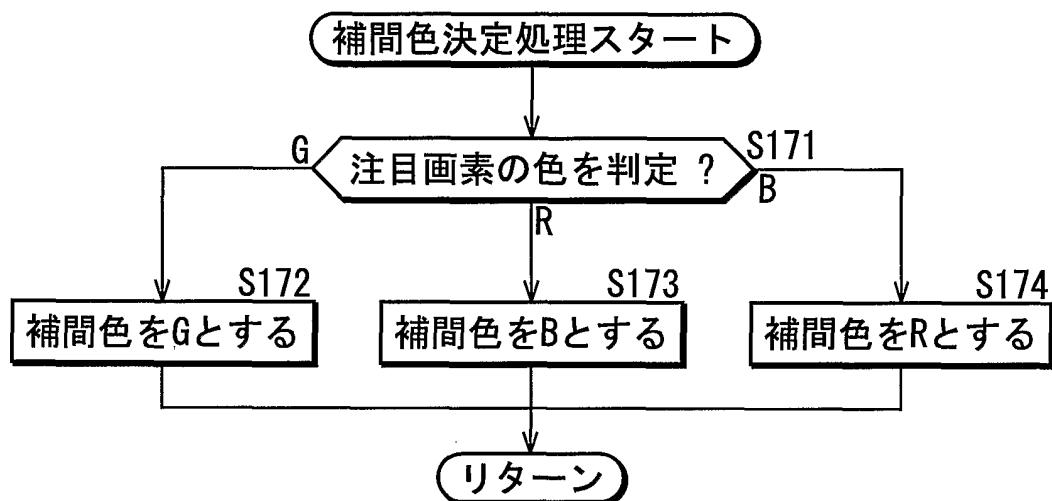
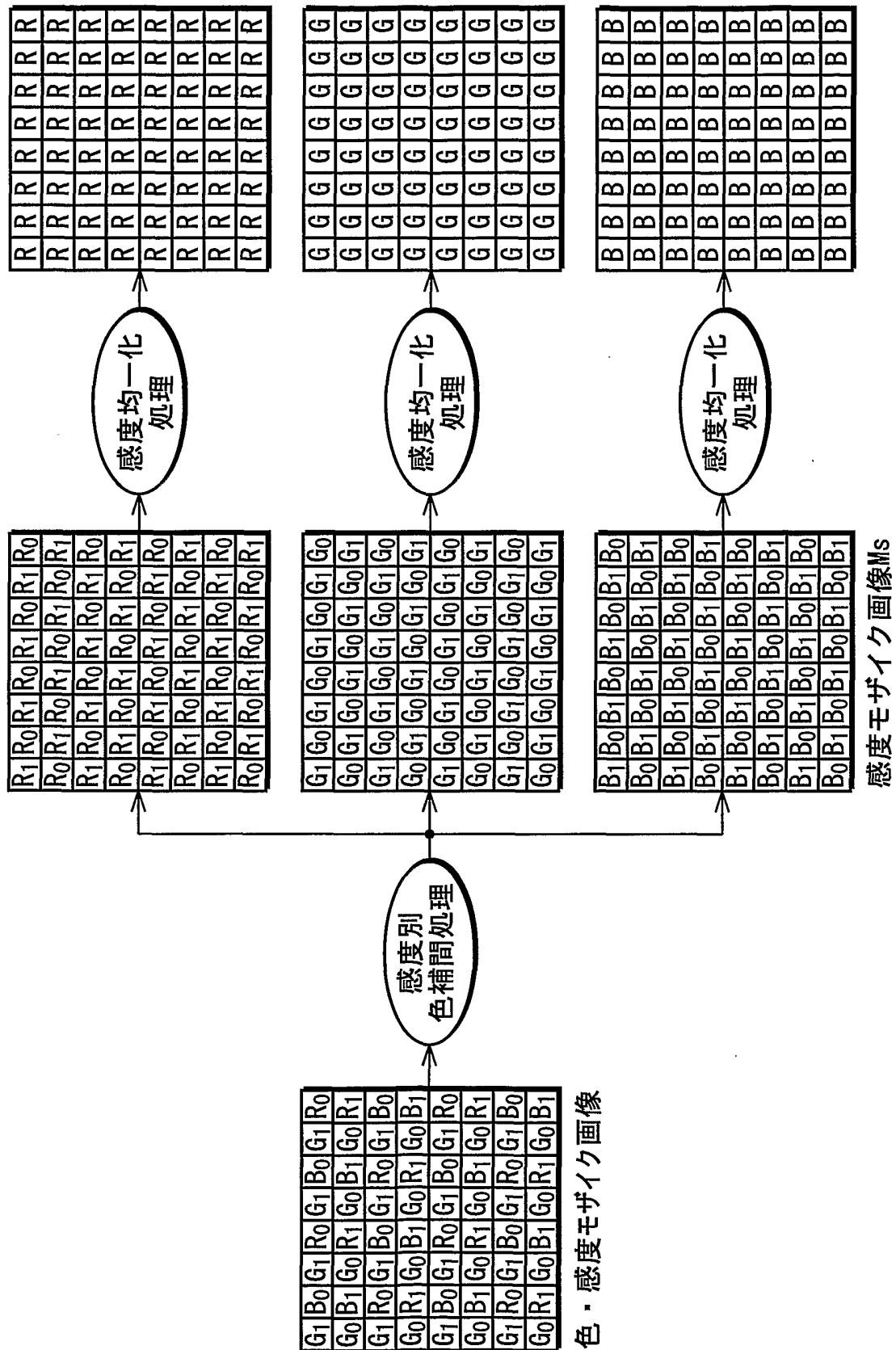
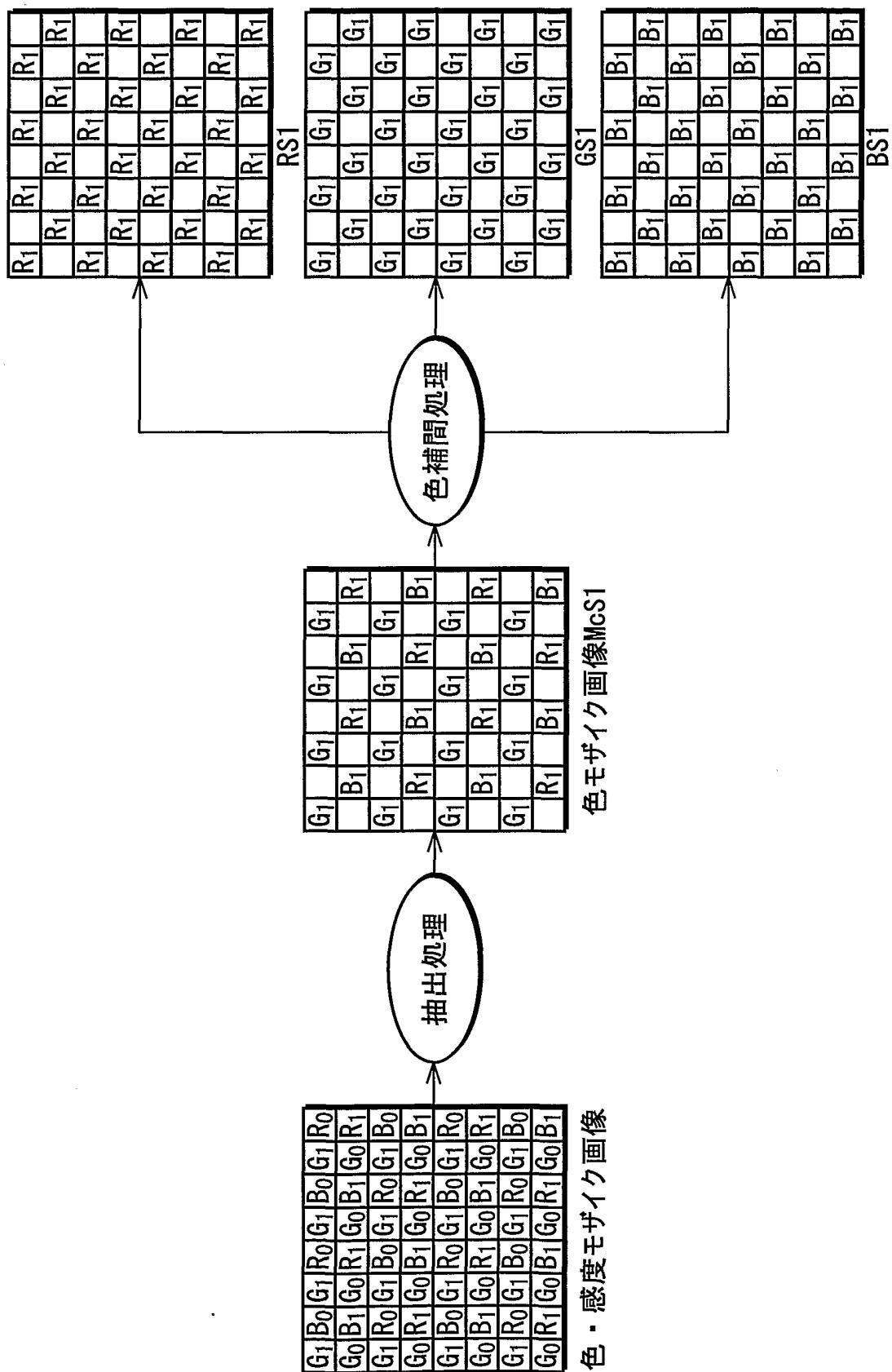


図70



56 / 90

図71



57 / 90

図 72

R ₀				
R ₀				
R ₀				
R ₀				
R ₀				
R ₀				
R ₀				
R ₀				

RS0

The diagram illustrates a processing flow. On the left, a 7x5 grid labeled "RS0" contains only R0 values. An arrow points from this grid to an oval labeled "挿入処理" (Insert Processing). Another arrow points from this oval to a second 7x5 grid labeled "RS1" on the right. In RS1, the first two columns are filled with R1 values, while the last three columns remain R0.

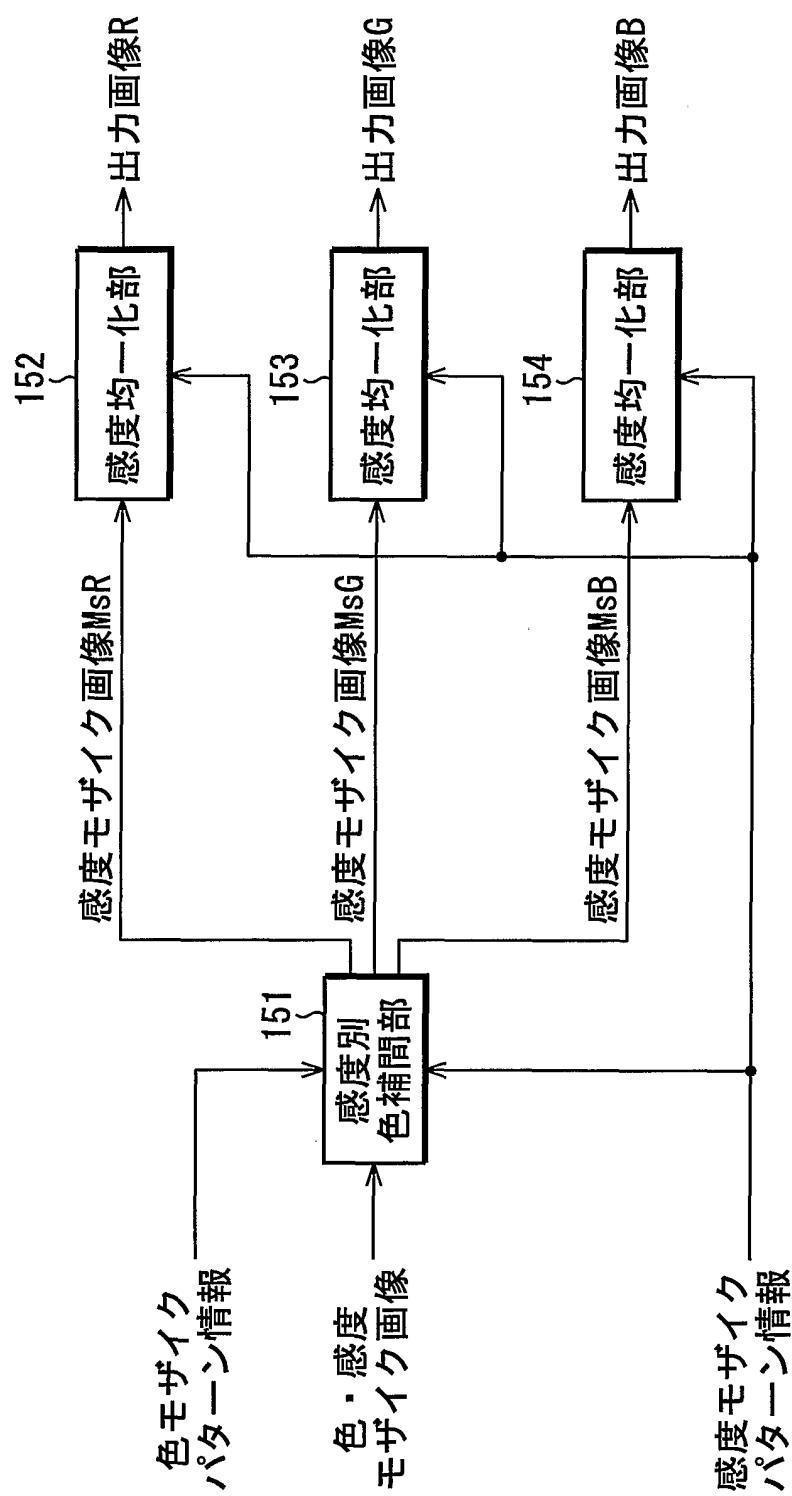
R ₁	R ₀	R ₁	R ₀	R ₁	R ₀	R ₁
R ₁	R ₀	R ₁				
R ₁	R ₀	R ₁				
R ₁	R ₀	R ₁				
R ₁	R ₀	R ₁				
R ₁	R ₀	R ₁				
R ₁	R ₀	R ₁				

RS1

感度モザイク画像MSR

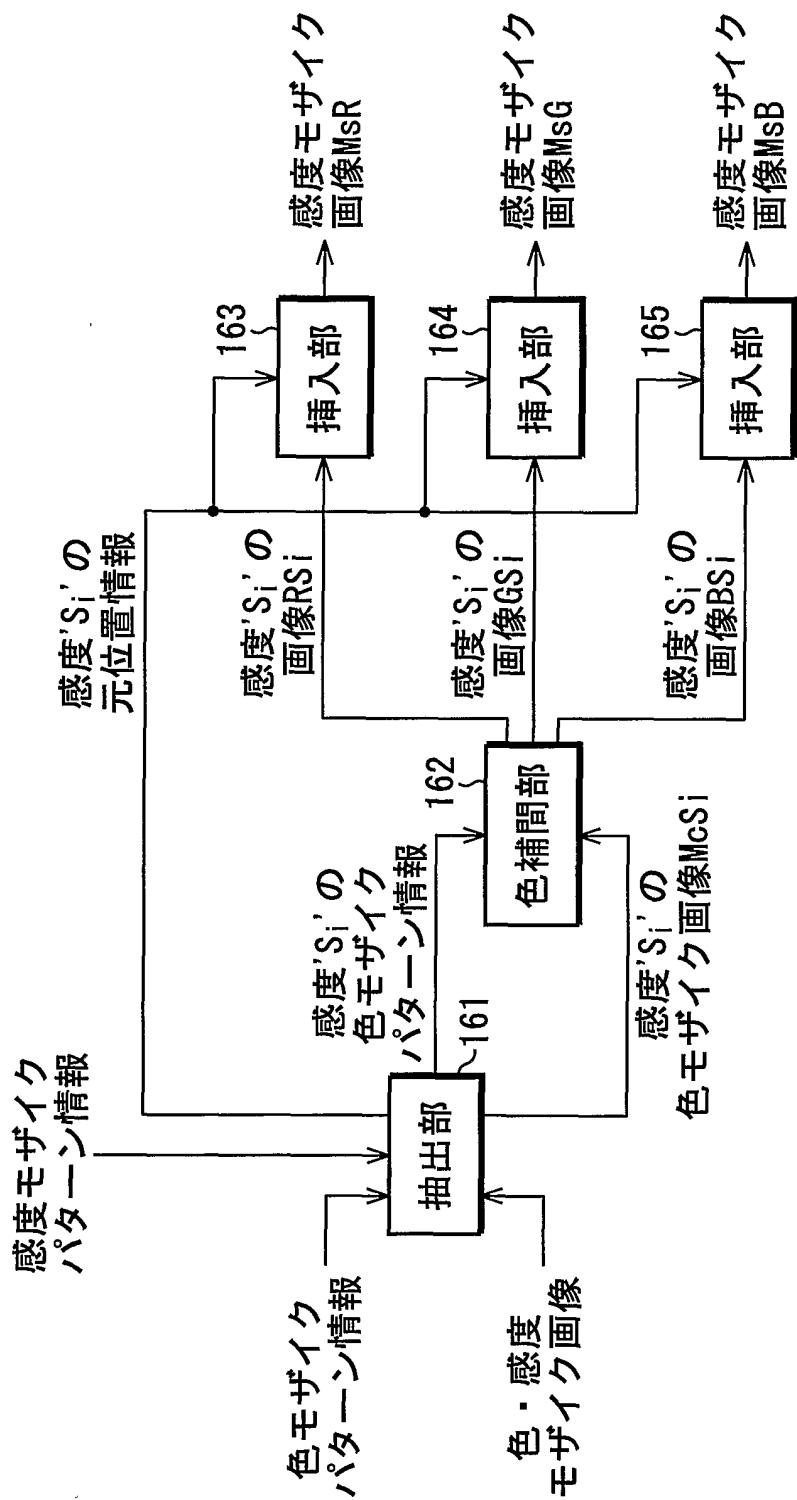
58/90

図73



59/90

図74



60/90

図75

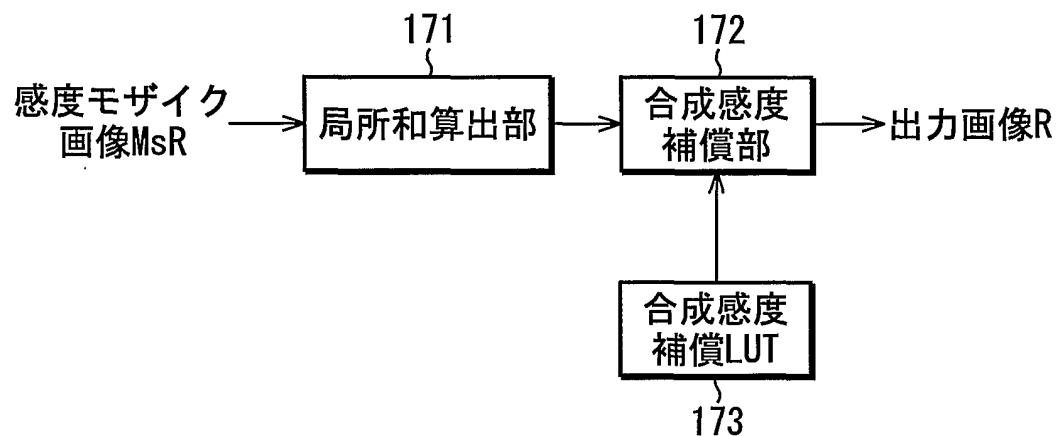
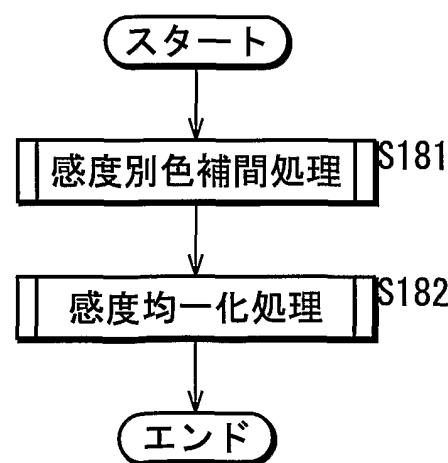
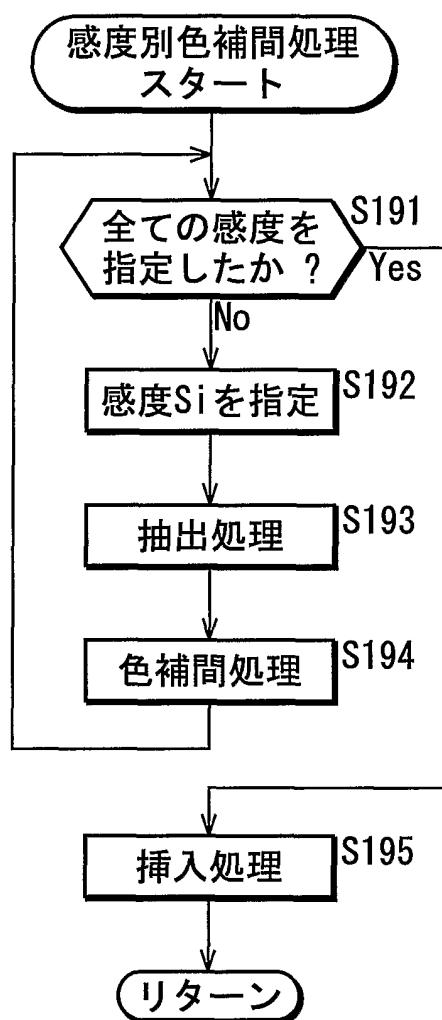


図76



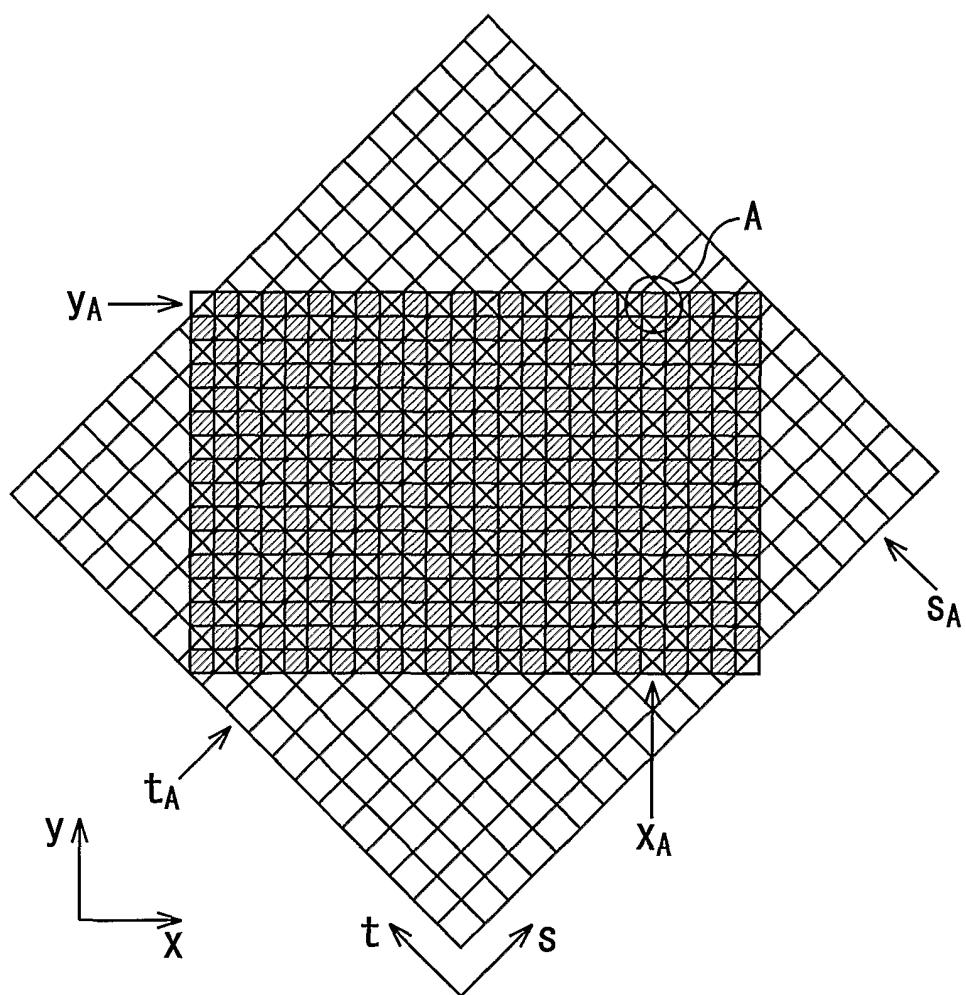
61/90

図77



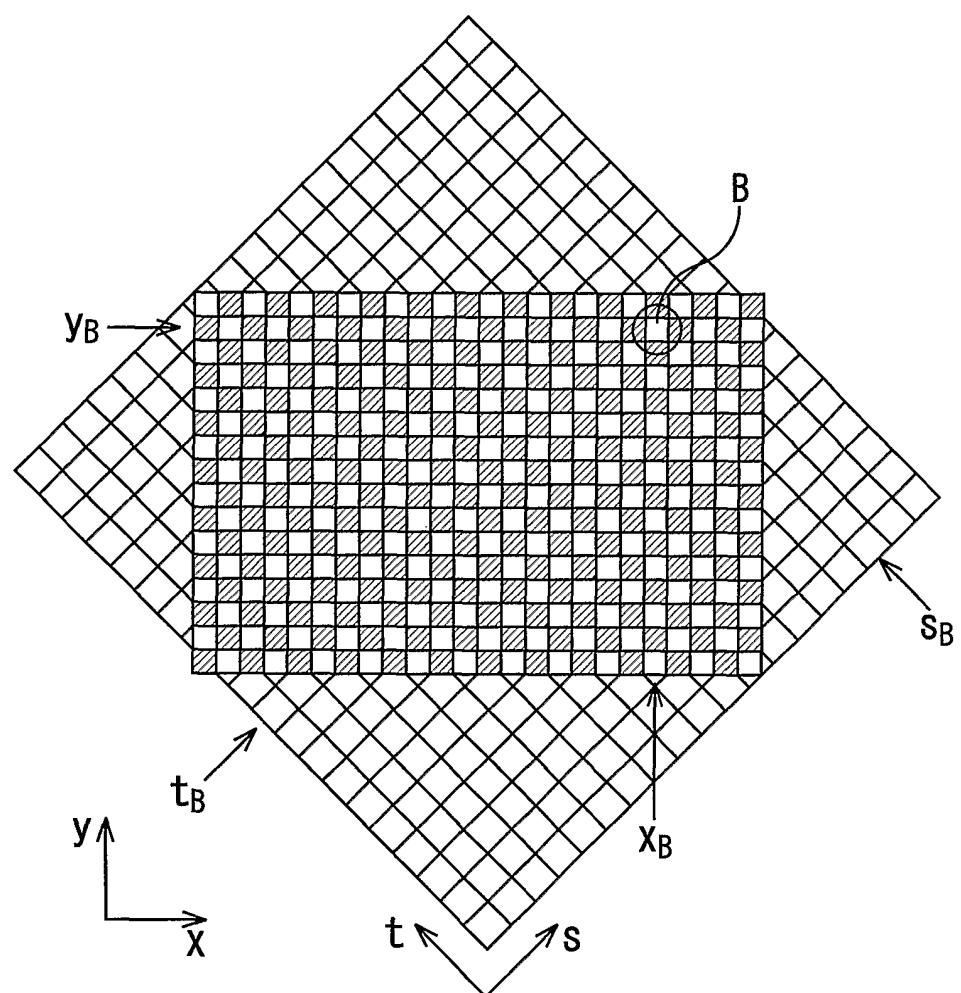
62/90

図78



63/90

図79



64/90

図80

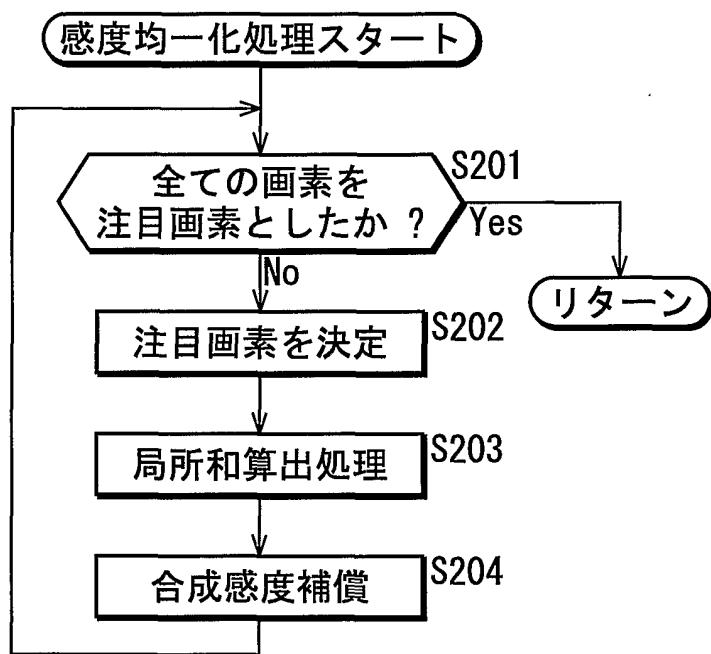


図81

0.043	-0.618	-1.322	-0.618	0.043
-0.618	9.001	19.238	9.001	-0.618
-1.322	19.238	41.12	19.238	-1.322
-0.618	9.001	19.238	9.001	-0.618
0.043	-0.618	-1.322	-0.618	0.043

65/90

図82

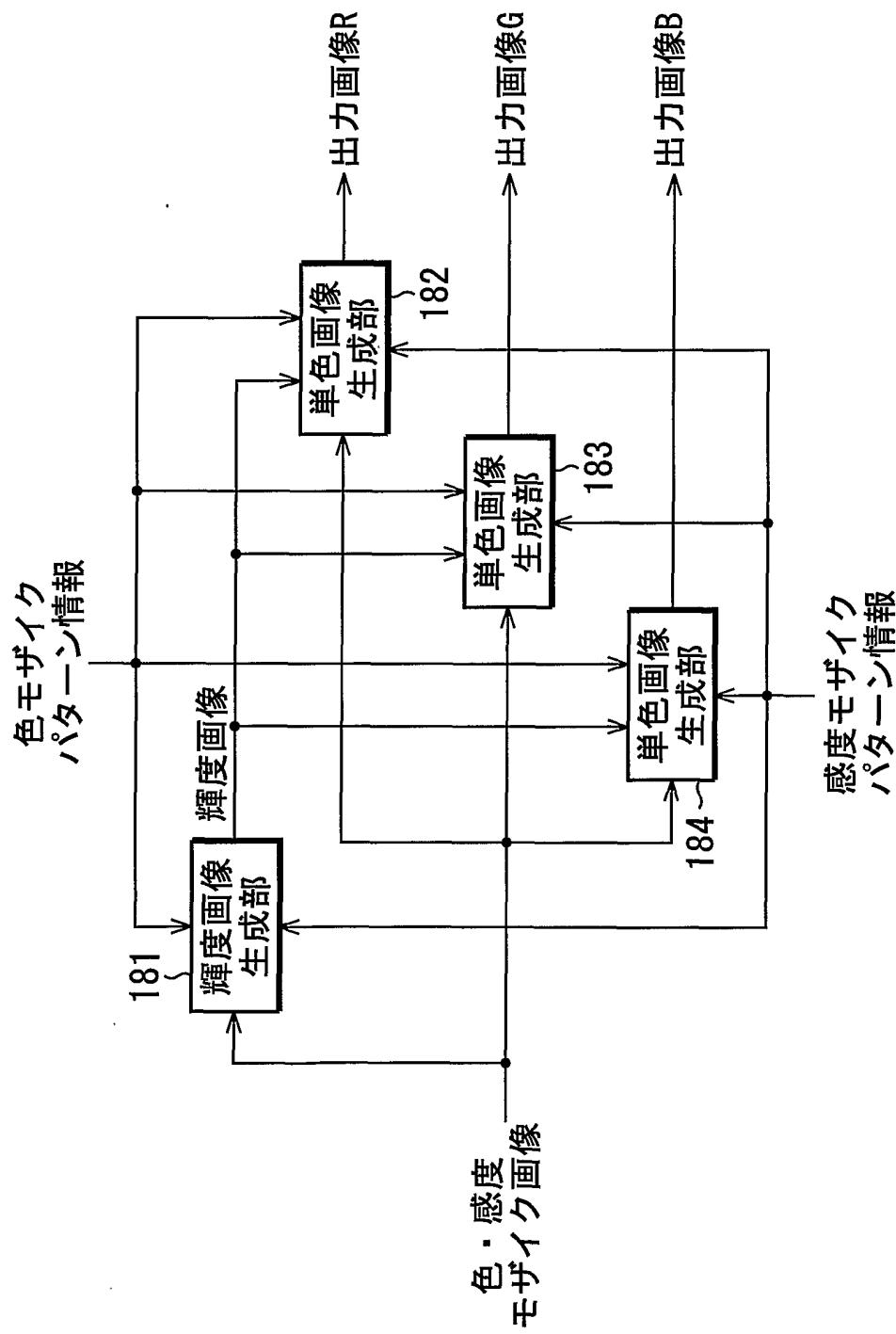
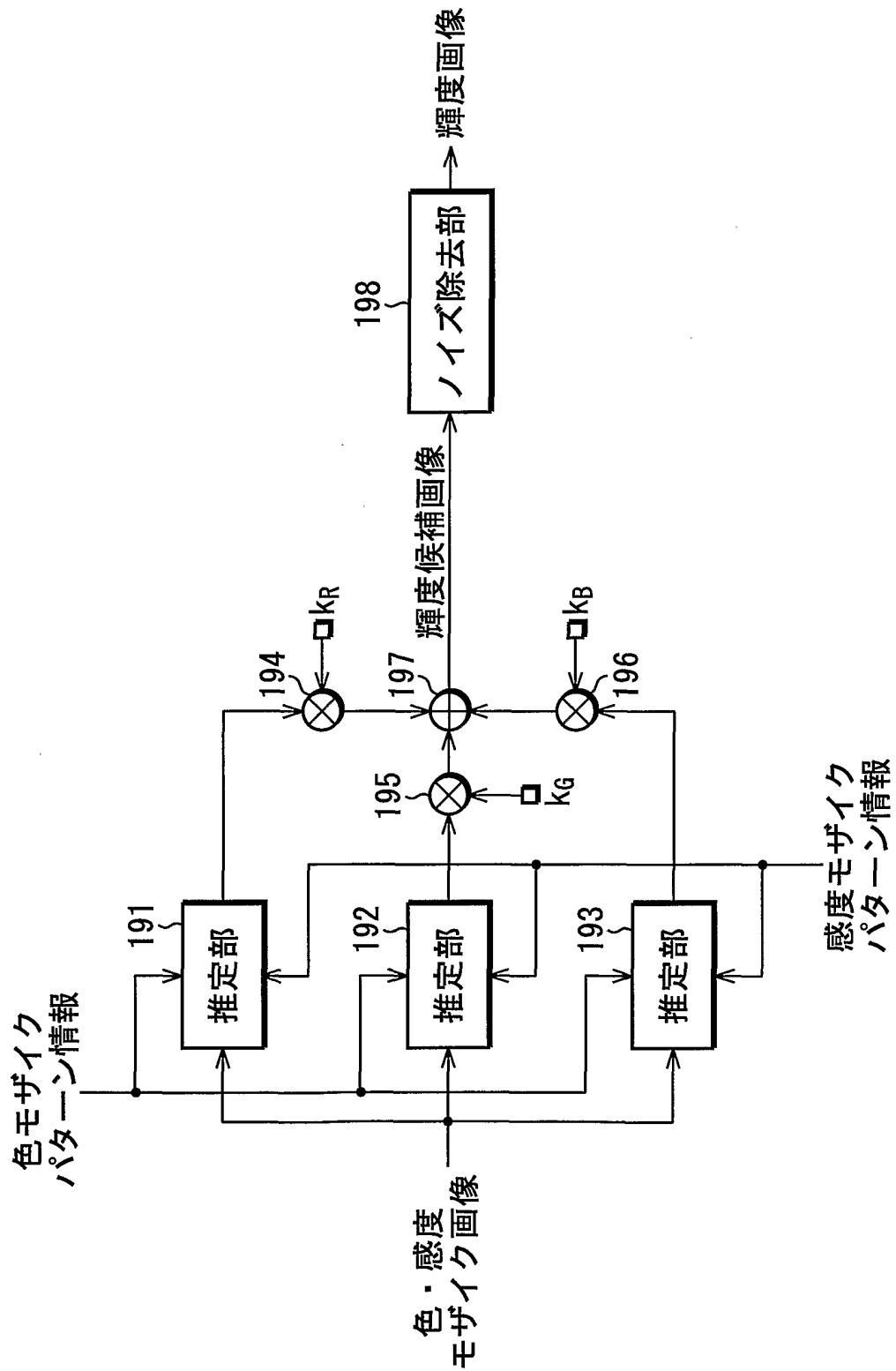
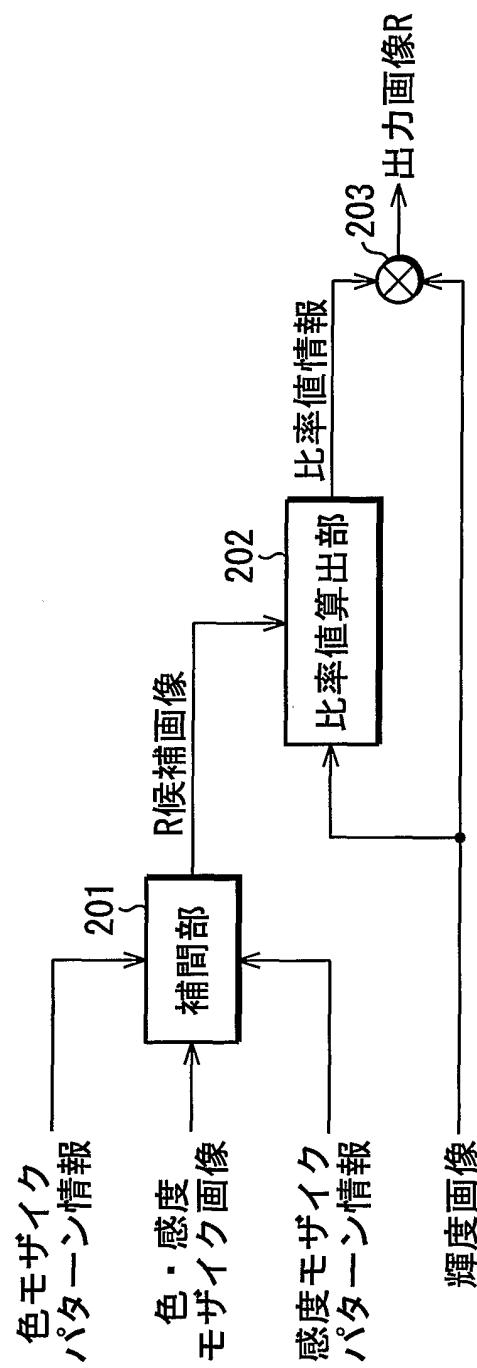


図83



67/90

図84



68 / 90

図85

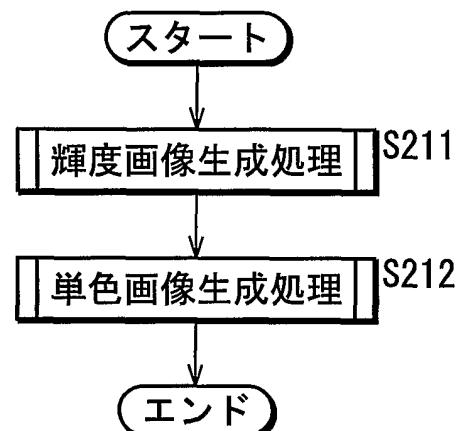


図86

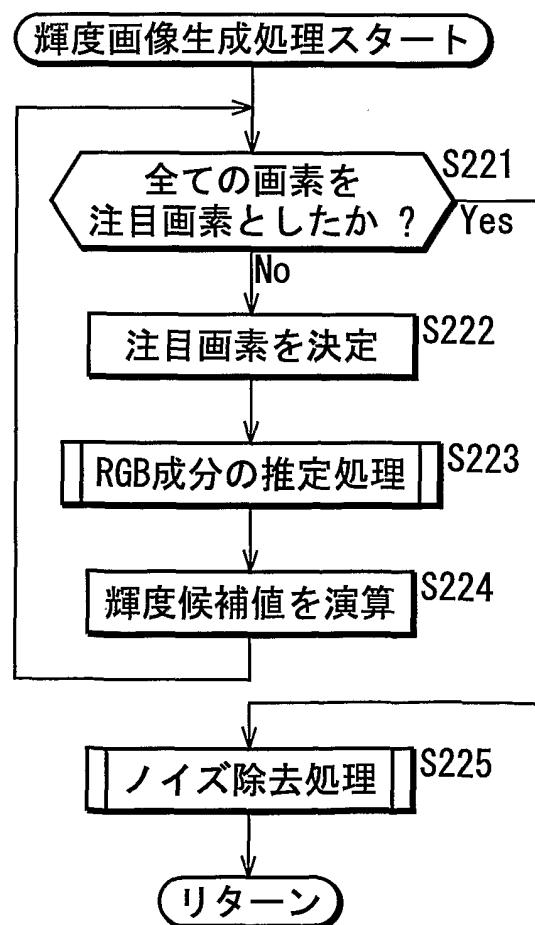
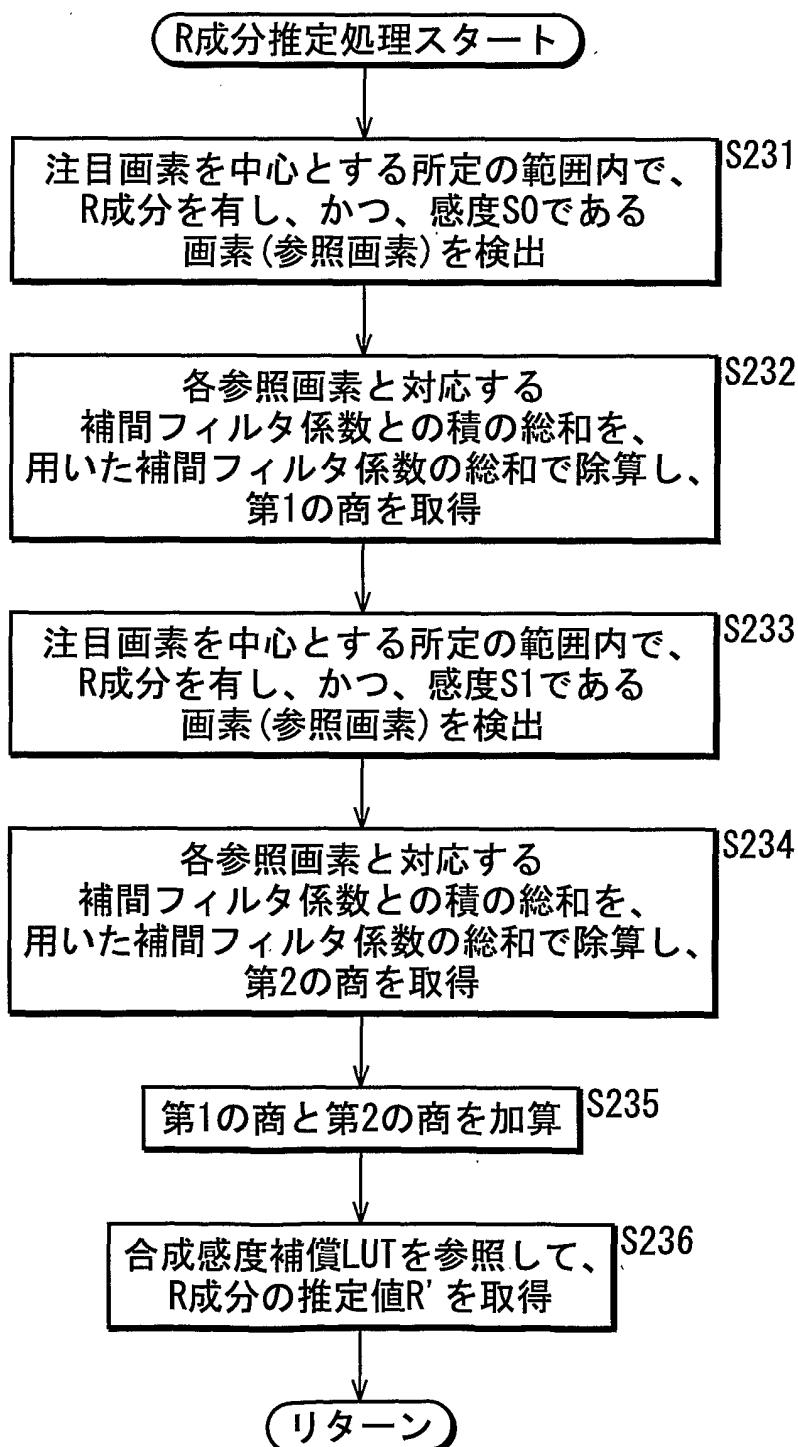


図87



70 / 90

88

71/90

図89

0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.063	0.000	0.563	1.000	0.563	0.000	-0.063
0.035	0.000	0.316	0.563	0.316	0.000	-0.035
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.004	0.000	-0.035	-0.063	-0.035	0.000	0.004

72/90

図90

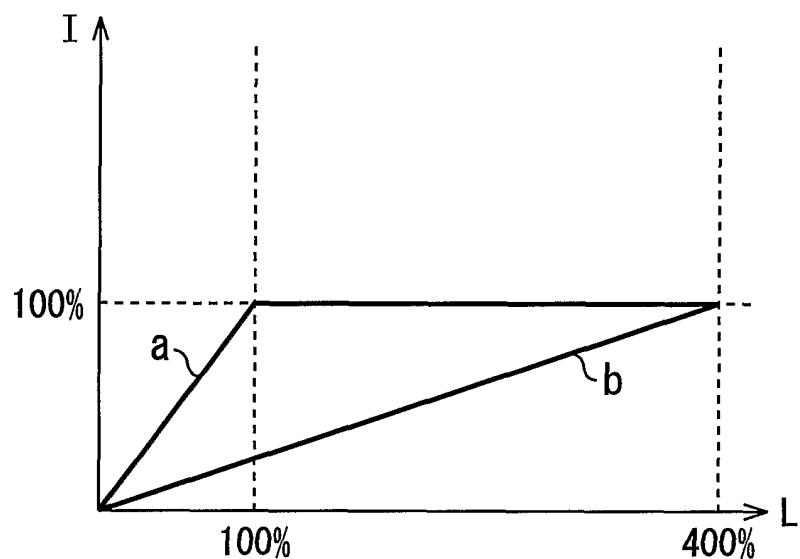
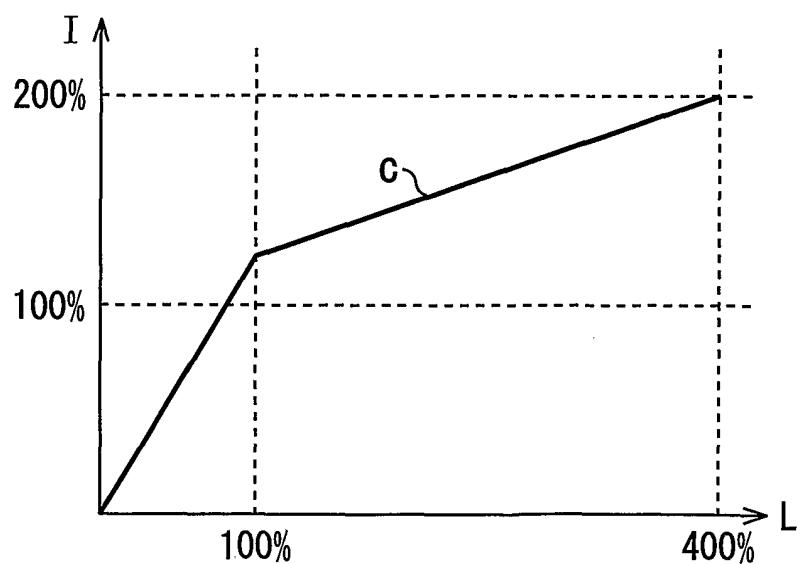
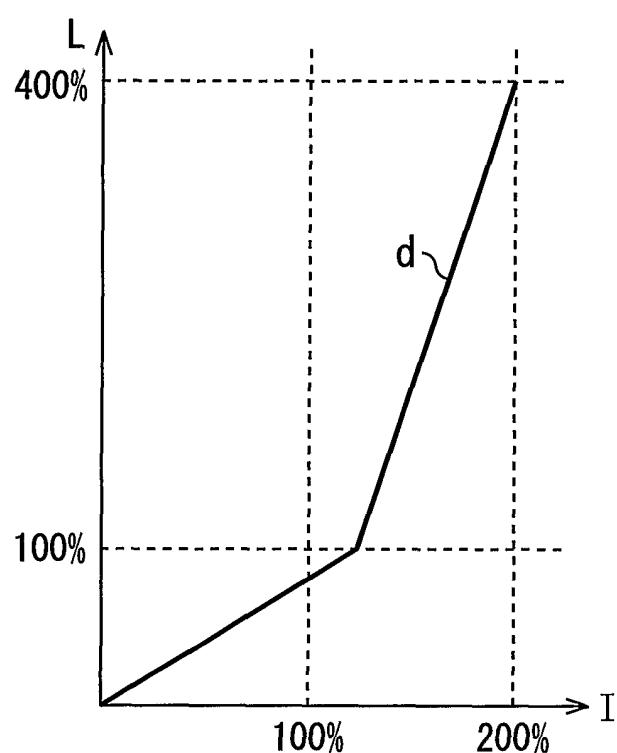


図91



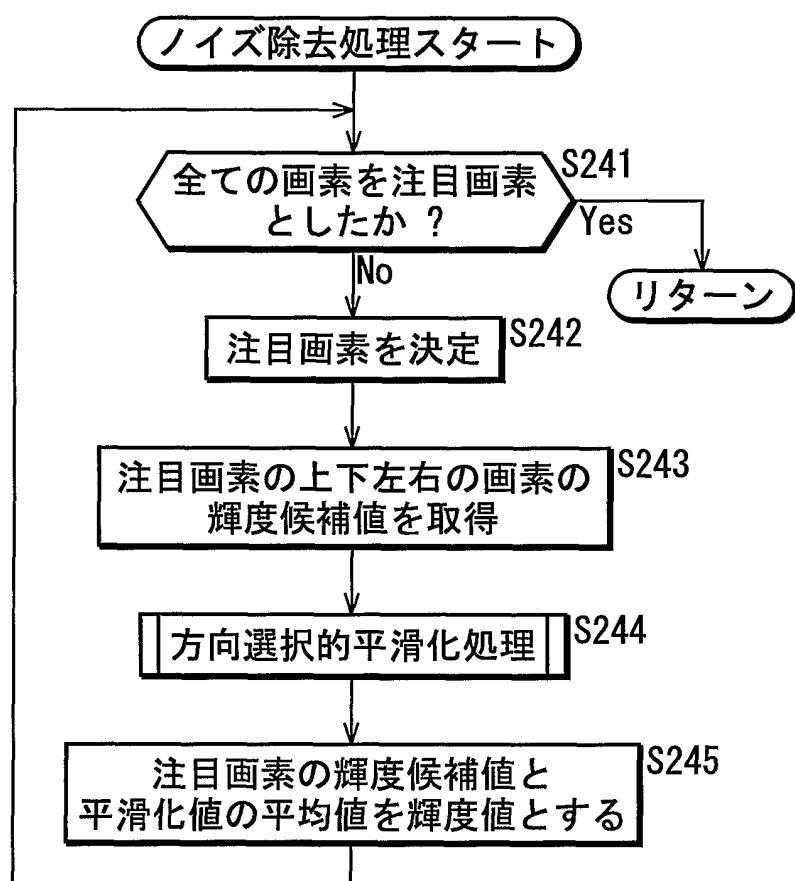
73/90

図92



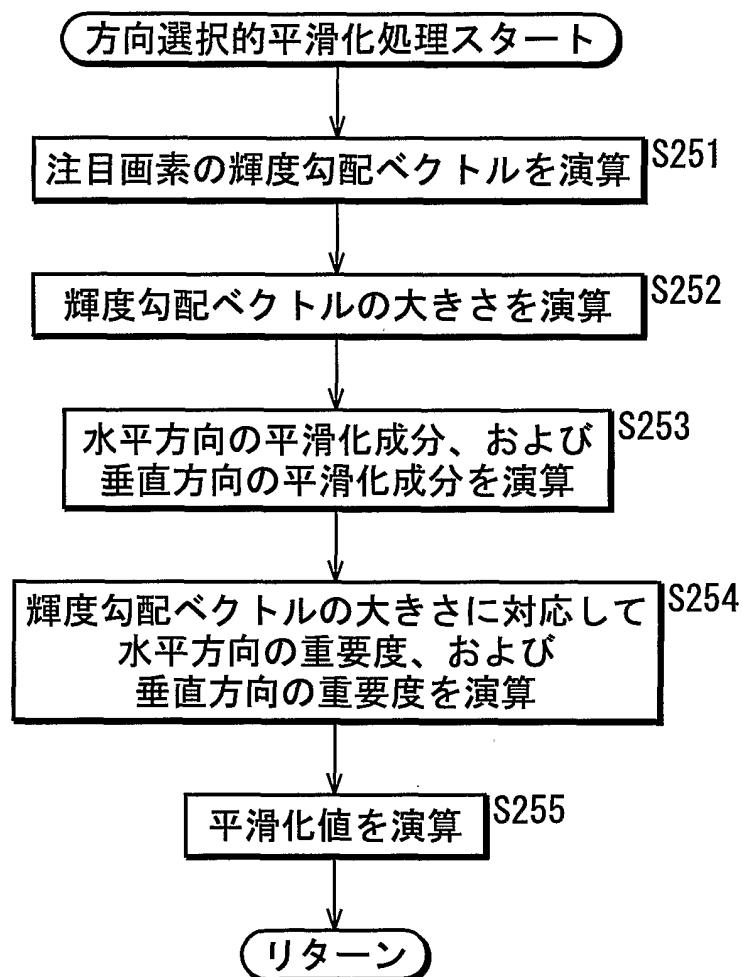
74/90

図93



75/90

図94



76/90

図95

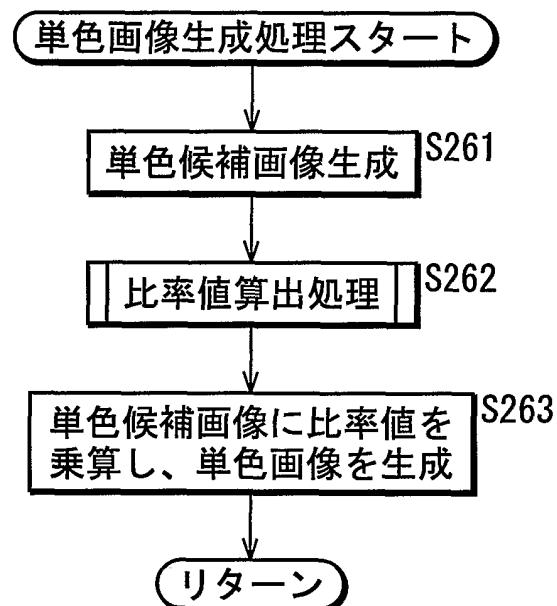
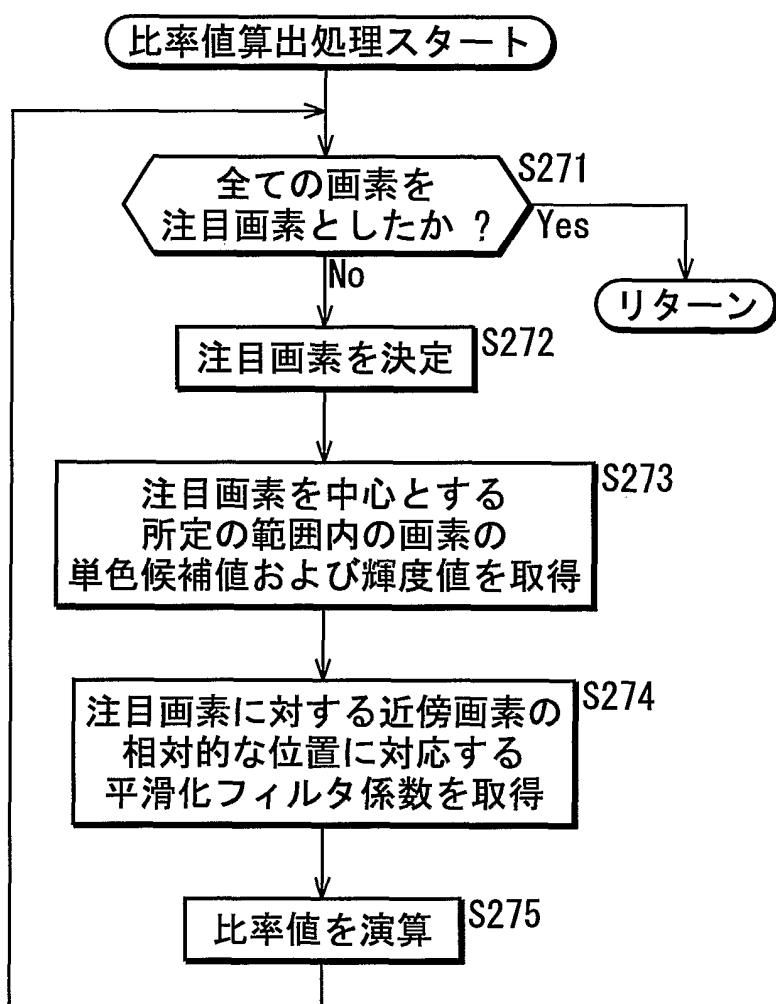


図96



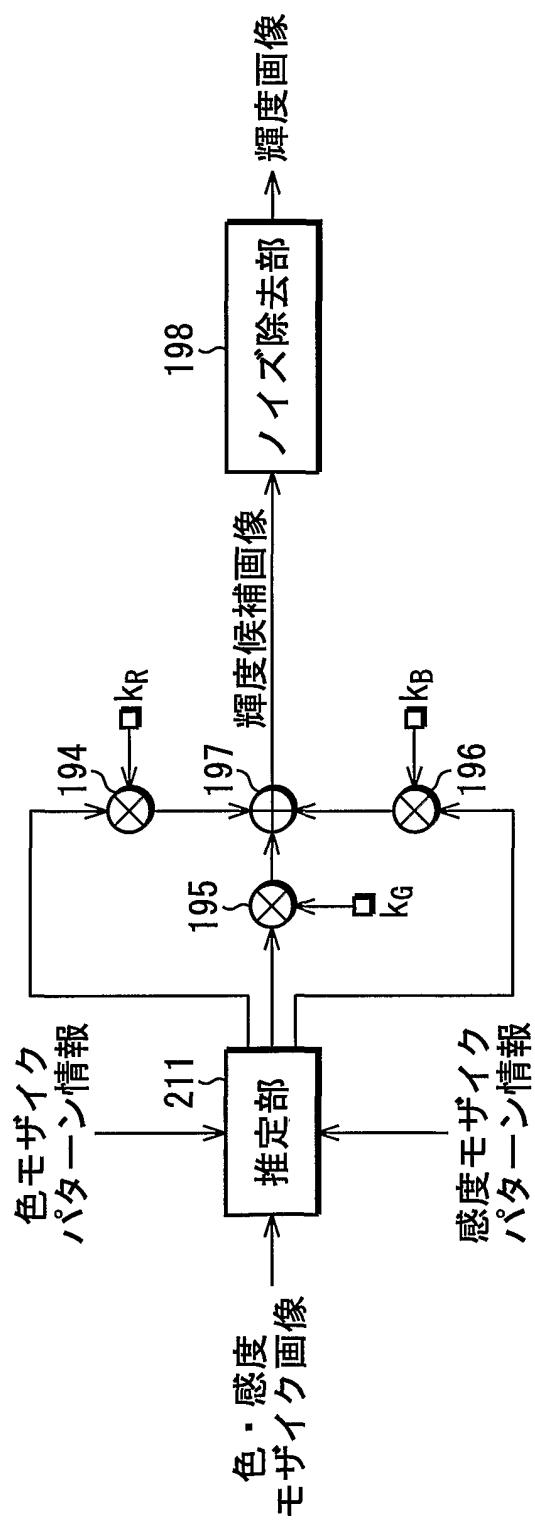
78/90

図97

0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.014	0.111	0.319	0.444	0.319	0.111	0.014
0.010	0.080	0.230	0.319	0.230	0.080	0.010
0.003	0.028	0.080	0.111	0.080	0.028	0.003
0.000	0.003	0.010	0.014	0.010	0.003	0.000

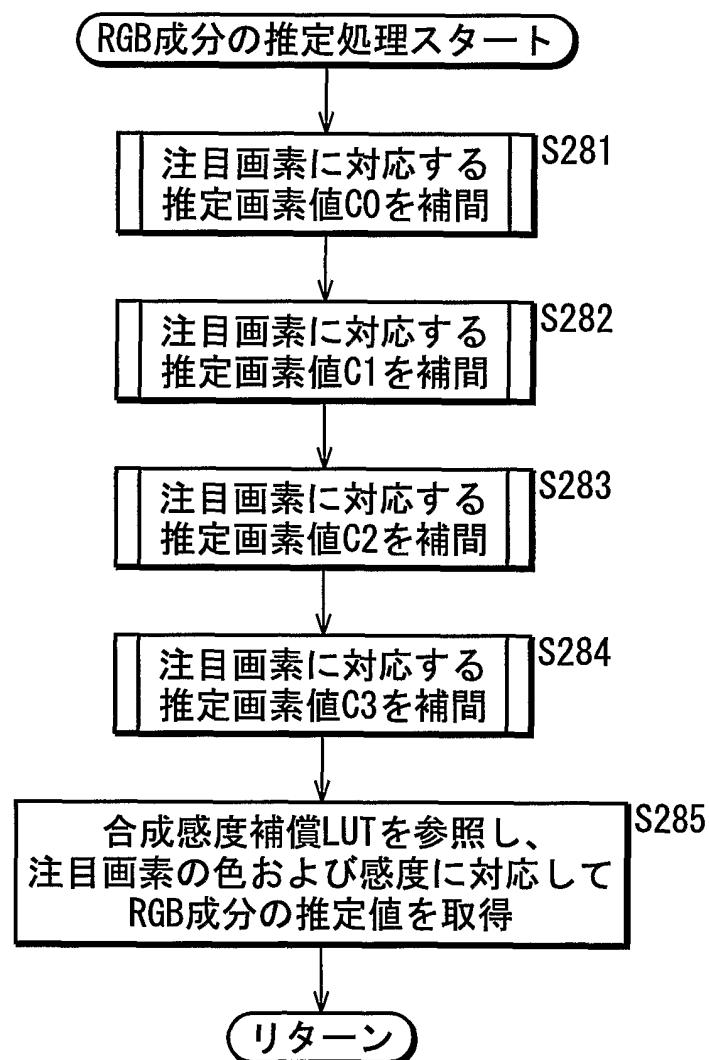
79 / 90

図98



80/90

図99



81 / 90

図100

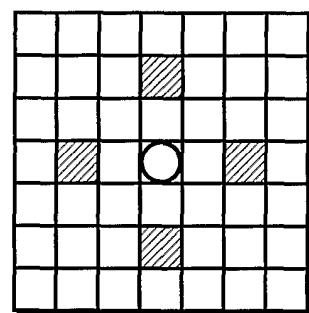


図101

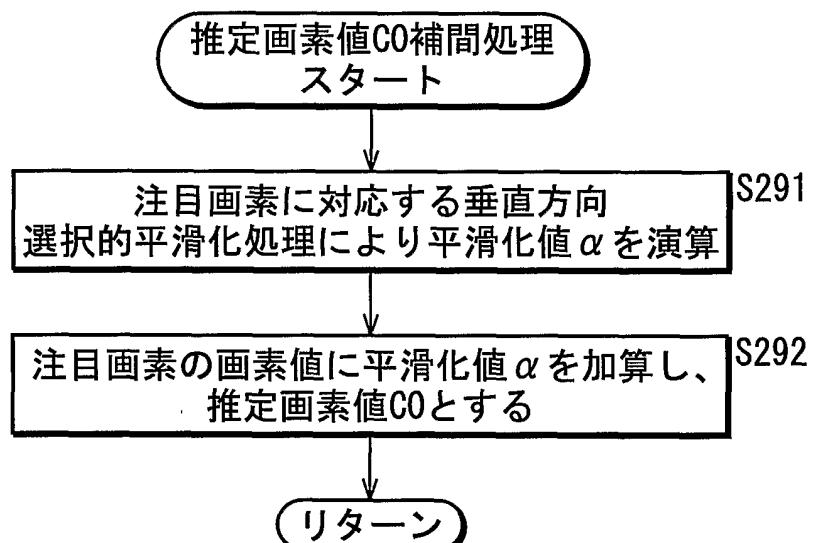


図102

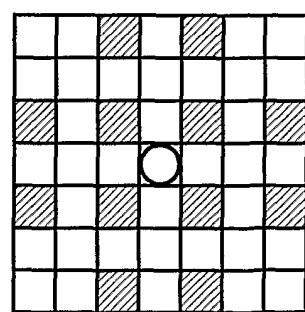
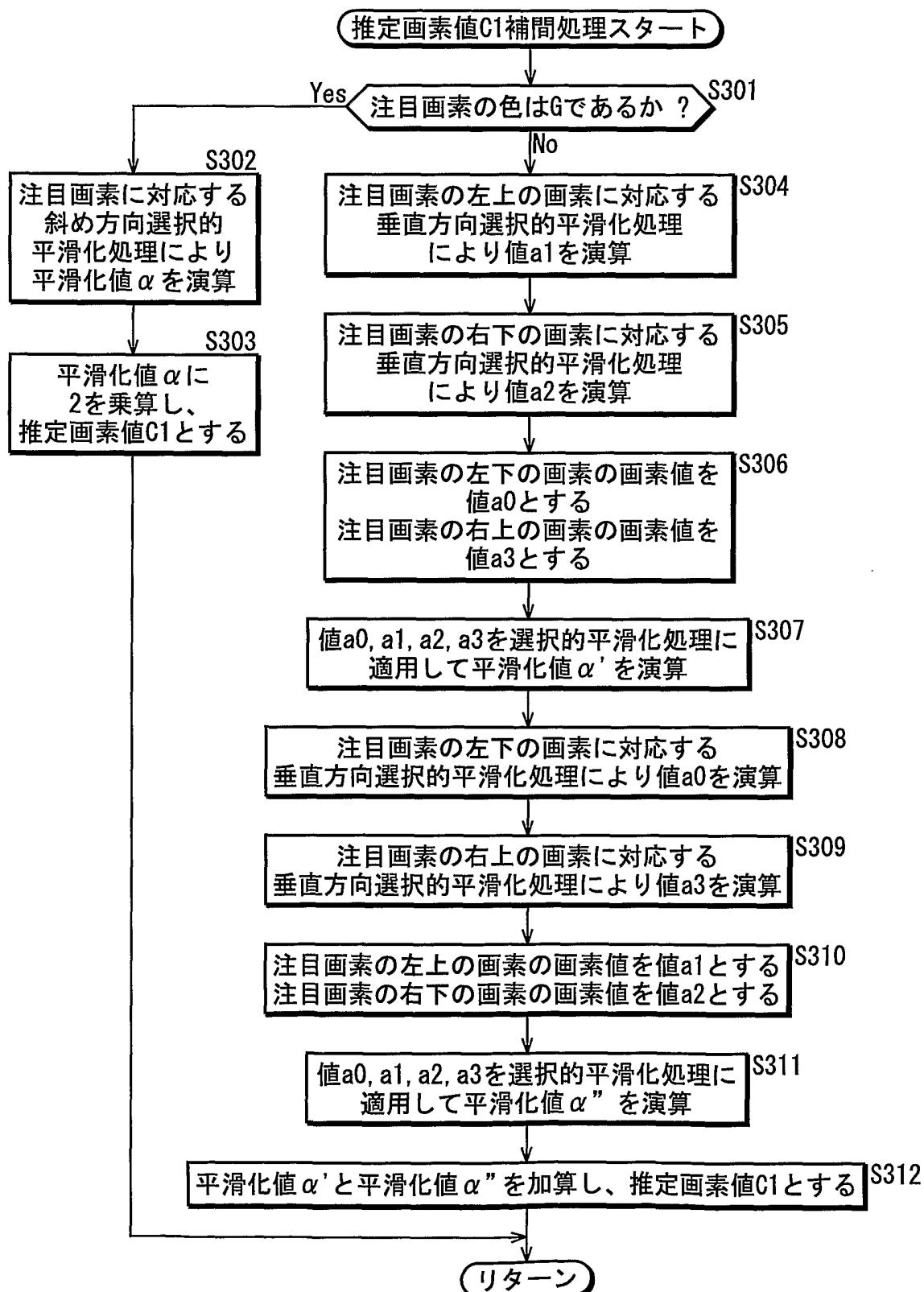


図103



83/90

図104A

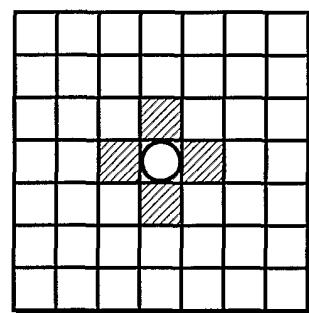


図104B

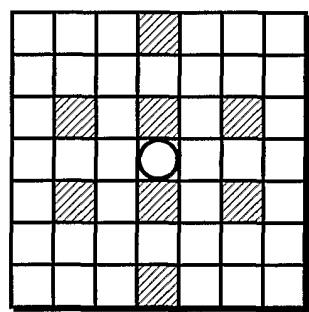
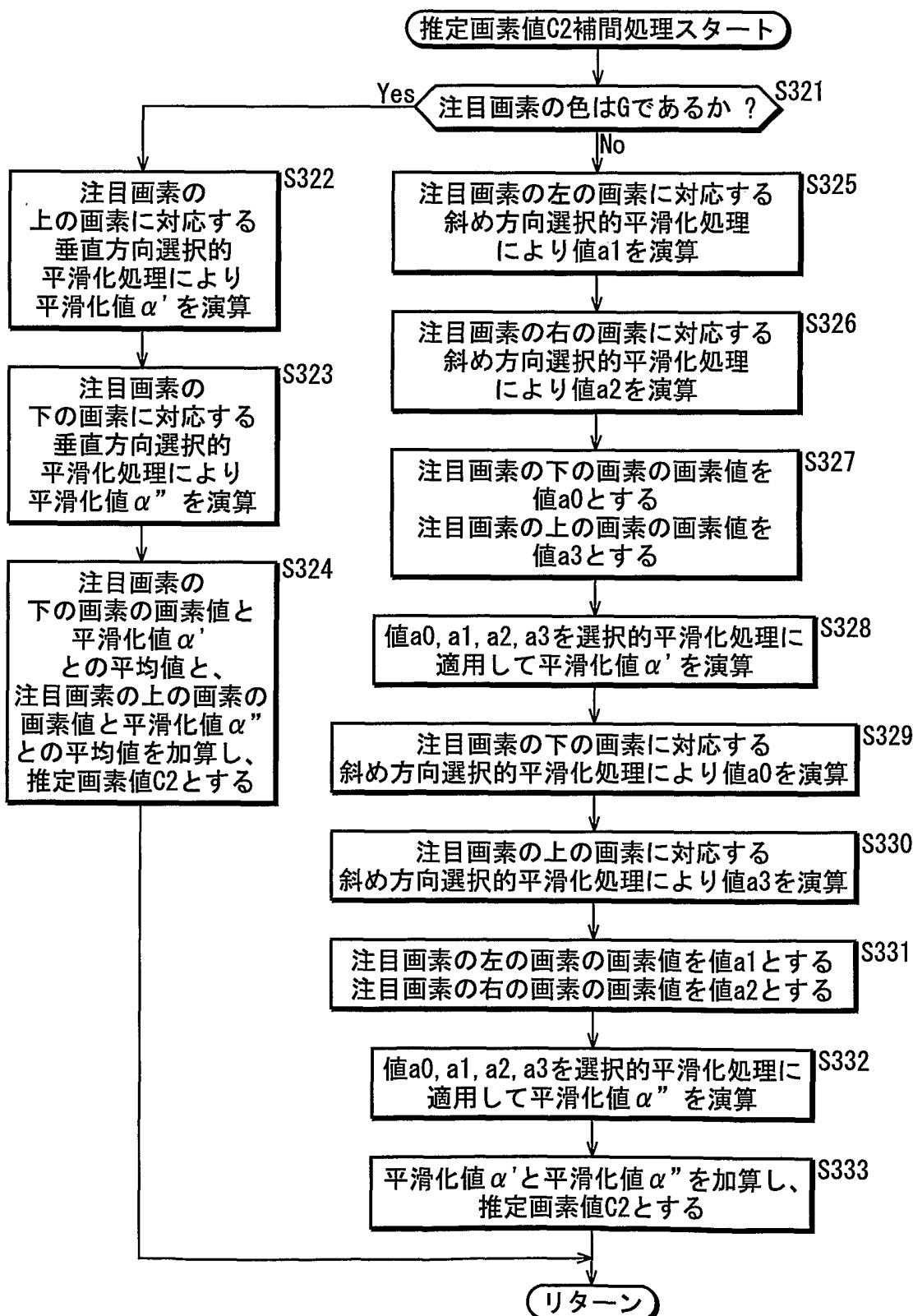


図105



85/90

図106

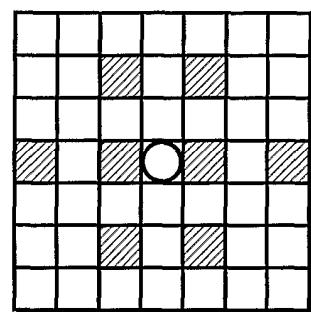


図107

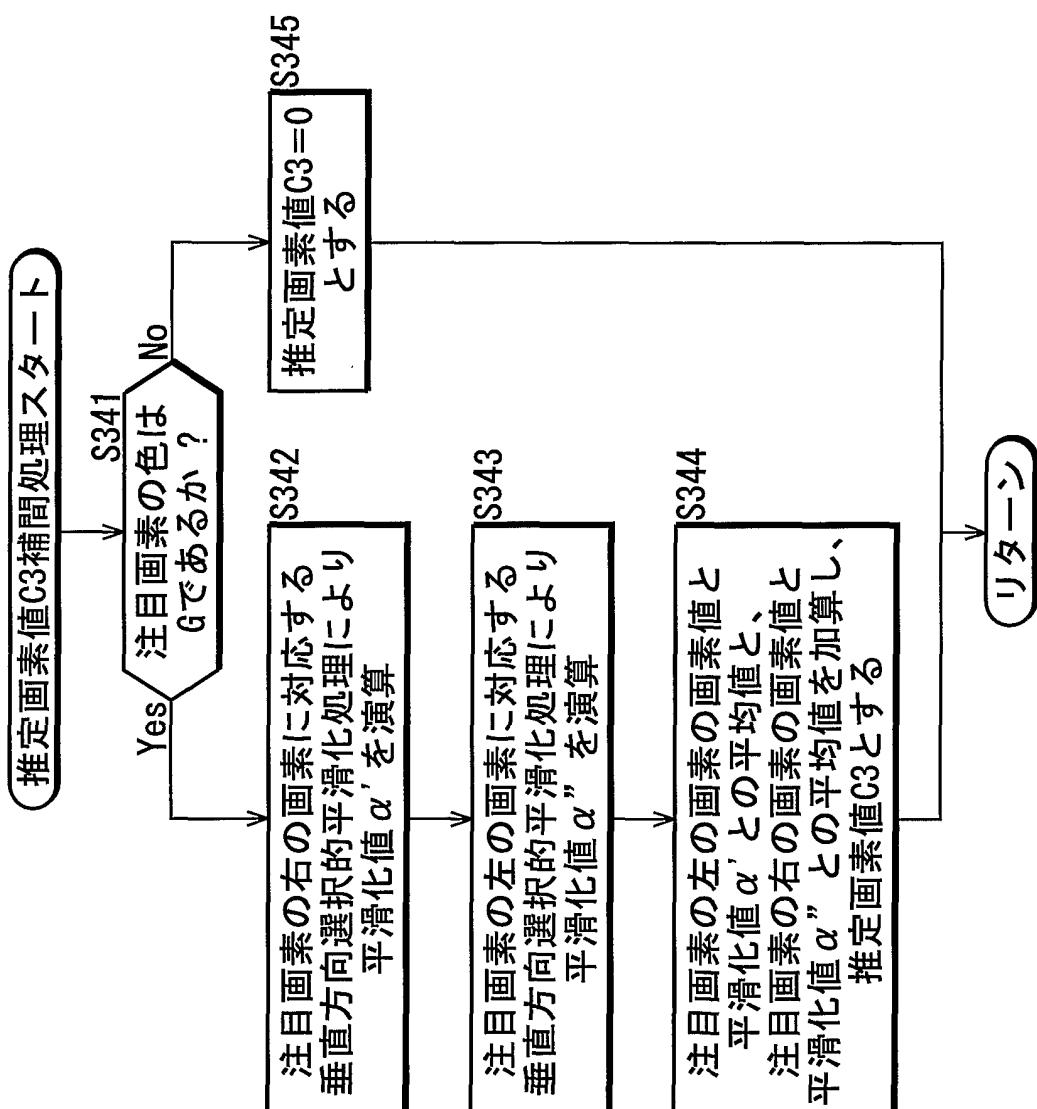
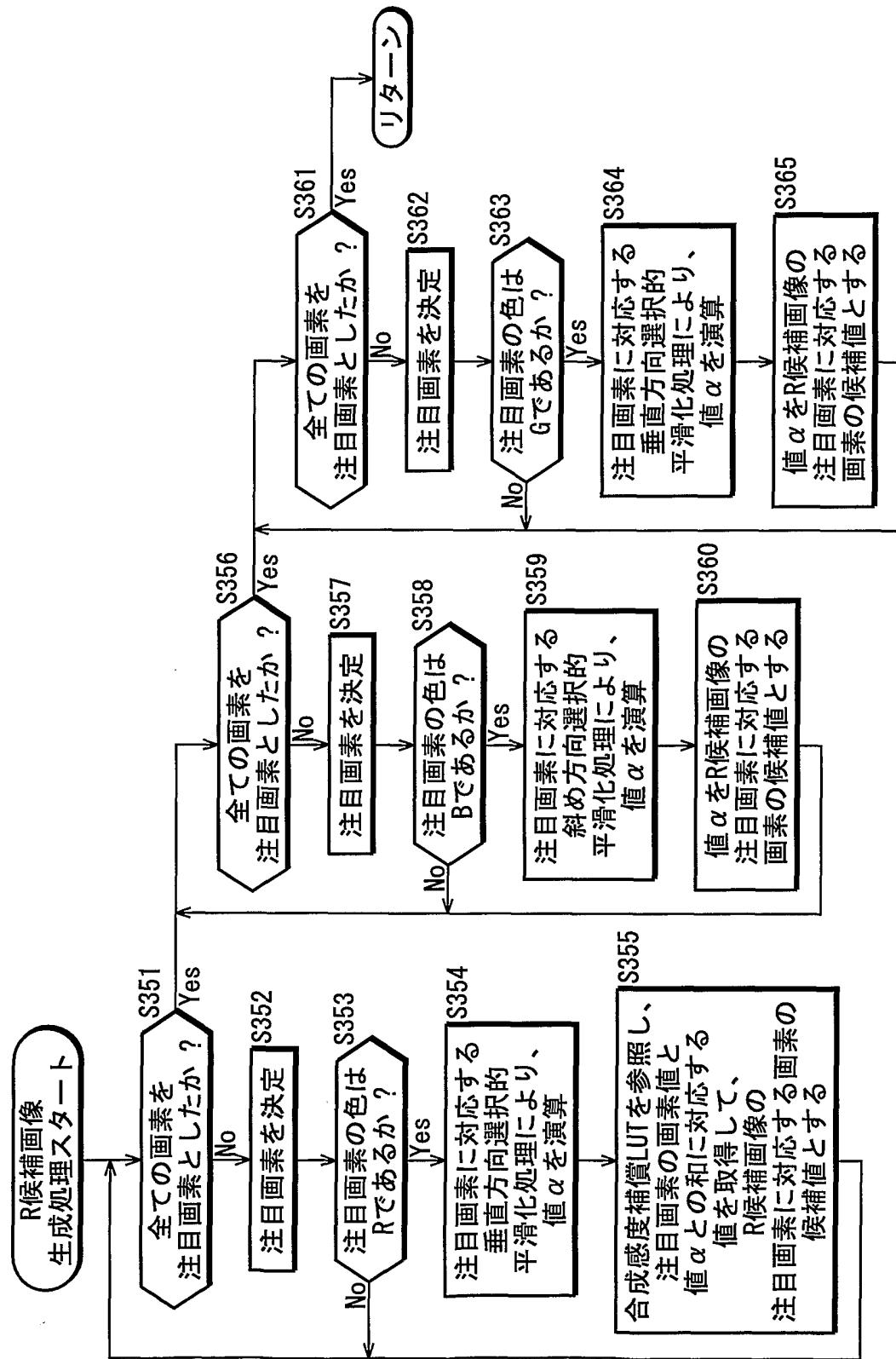
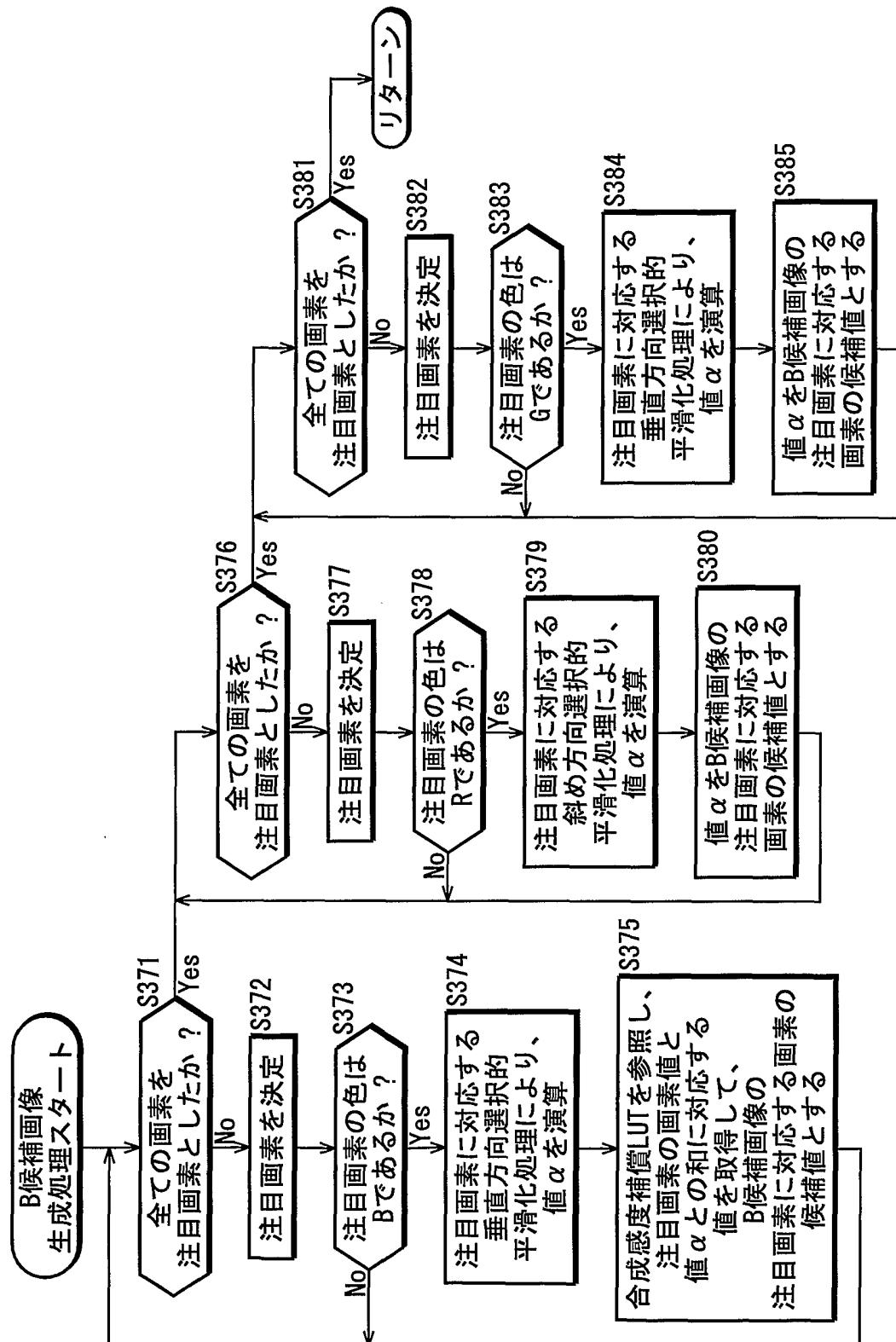


図108



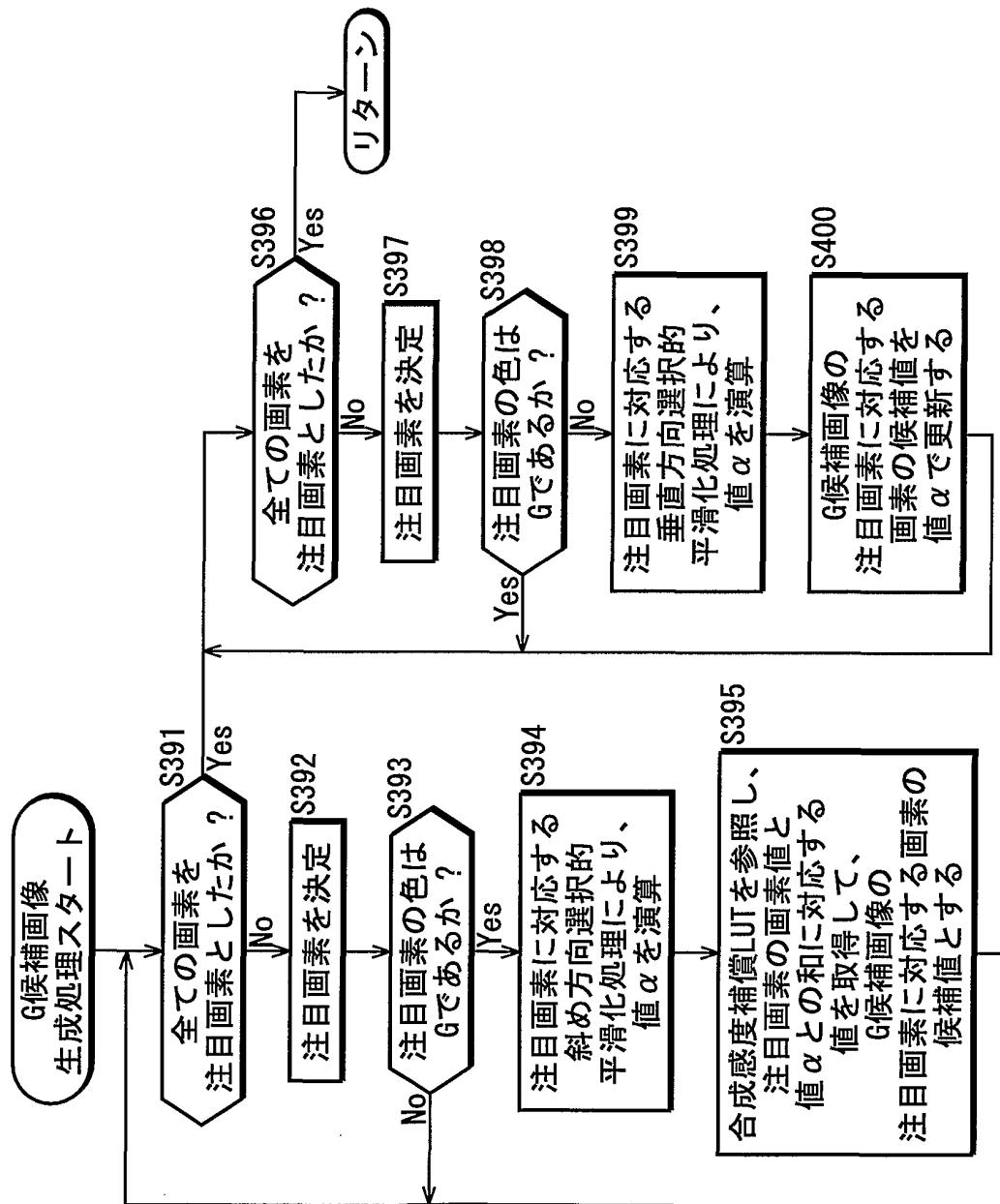
88/90

図109



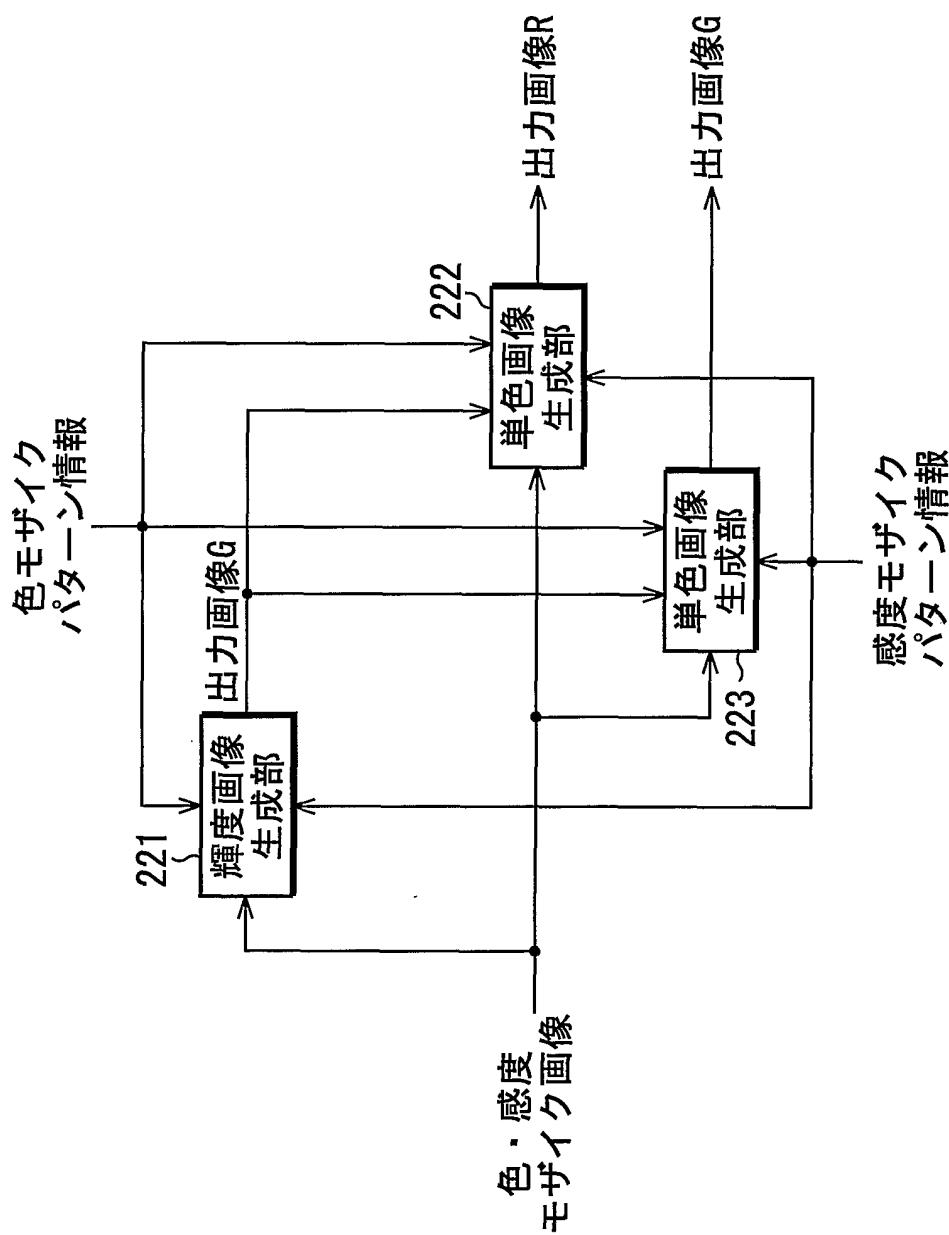
89 / 90

図110



90/90

図111



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04N9/07

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)
Int.Cl⁷ H04N9/04-9/11, 5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

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 10-164602 A (Minolta Co., Ltd.), 19 June, 1998 (19.06.98), Full text; all drawings & US 6091862 A1	1-204
P,A	JP 2001-61157 A (Nikon Corp.), 06 March, 2001 (06.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-204
A	JP 2-166987 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 27 June, 1990 (27.06.90), Full text; all drawings & US 5119180 A1	1-204
A	JP 5-64083 A (Fuji Photo Film Co., Ltd., Fujifilm Microdevices Co., Ltd.), 12 March, 1993 (12.03.93), Full text; all drawings & JP 5-64075 A & US 5420635 A1	1-204

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 document 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
08 April, 2002 (08.04.02)

Date of mailing of the international search report
30 April, 2002 (30.04.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00036

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 10-294949 A (Sony Corp.), 04 November, 1998 (04.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-204
A	JP 2000-69491 A (Nikon Corp.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-204

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C17 H04N 9/07

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. C17 H04N 9/04-9/11, 5/335

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 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002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 請求の範囲の番号
A	JP 10-164602 A (ミノルタ株式会社) 1998. 06. 19, 全文, 全図 & US 6091862 A1	1-204
P, A	JP 2001-61157 A (株式会社ニコン) 2001. 03. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204
A	JP 2-166987 A (富士写真フィルム株式会社) 1990. 06. 27, 全文, 全図 & US 5119180 A1	1-204

 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 08. 04. 02	国際調査報告の発送日 30.04.02
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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） 井上 健一 5 P 9373  電話番号 03-3581-1101 内線 3502

C(続き) .	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
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	
A	J P 5-64083 A (富士写真フィルム株式会社, 富士フィルムマイクロデバイス株式会社) 1993. 03. 12, 全文, 全図 & J P 5-64075 A. & US 5420635 A1	1-204
A	J P 10-294949 A (ソニー株式会社) 1998. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204
A	J P 2000-69491 A (株式会社ニコン) 2000. 03. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-204