

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 16 日 (16.12.2004)

PCT

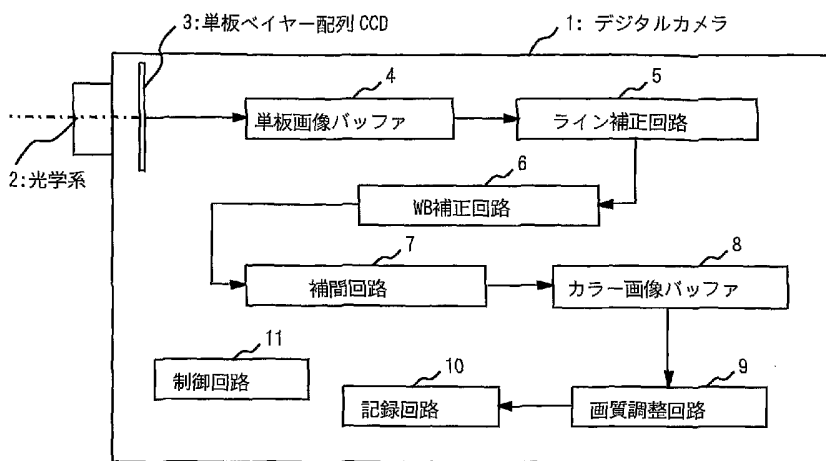
(10) 国際公開番号
WO 2004/110071 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 9/07 千 151-0072 東京都 渋谷区 幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008144
- (22) 国際出願日: 2004 年 6 月 4 日 (04.06.2004)
- (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2003-161185 2003 年 6 月 5 日 (05.06.2003) JP
特願2004-155244 2004 年 5 月 25 日 (25.05.2004) JP
特願2004-158924 2004 年 5 月 28 日 (28.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP];
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 月岡 健人 (TSUKIOKA, Taketo) [JP/JP]; 千 151-0072 東京都 渋谷区 幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊藤 進 (ITO, Susumu); 千 160-0023 東京都 新宿区 西新宿七丁目 4 番 4 号 武蔵ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

/ 続葉有 /

(54) Title: IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理プログラム



2...OPTICAL SYSTEM

3...SINGLE-CHIP BAYER ARRAY CCD

1...DIGITAL CAMERA

4...SINGLE-CHIP IMAGE BUFFER

5...LINE CORRECTION CIRCUIT

6...WB CORRECTION CIRCUIT

7...INTERPOLATION CIRCUIT

8...COLOR IMAGE BUFFER

11...CONTROL CIRCUIT

10...RECORDING CIRCUIT

9...IMAGE QUALITY ADJUSTING CIRCUIT

(57) Abstract: An image processor applied to a digital camera (1) comprises a Bayer array CCD (3) for capturing an optical image formed by an optical system and creating and outputting an image lacking one or more color components for each pixel, a line correction circuit (5) for correcting the variation of the gain varying for the lines of the image outputted through a single-chip image buffer (4) from the CCD (3), and an interpolation circuit (7) for interpolating, by using information on neighboring pixels, the color components which each pixel lacks and which are included in the single-chip image data outputted through a WB correction circuit (6) from the line correction circuit (5) and thereby creating color image data.

(57) 要約: 光学系により結像される光学像を撮像することにより、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像を生成して出力するベイヤー配列CCD(3)

/ 続葉有 /



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

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ダンスノート」を参照。

と、このCCD(3)から単板画像バッファ(4)を介して出力される画像に対してライン間でのゲインの違いを補正するライン補正回路(5)と、このライン補正回路(5)からWB補正回路(6)を介して出力される単板画像データの各画素で欠落している色成分を近傍画素の情報から補間することによりカラー画像データを生成する補間回路(7)と、を備えるデジタルカメラ(1)に適用された画像処理装置。

明 細 書

画像処理装置、画像処理プログラム

技術分野

この発明は、単板撮像素系、二板撮像素系、または三板画素ずらし撮像素系から出力された画像を処理して、画素毎に３色成分値をもつカラーデジタル画像を生成する画像処理装置、画像処理プログラムに関する。

背景技術

デジタルカメラ等において多く使用されている単板撮像素系は、画素毎に異なる色フィルタを装着した単板撮像素子を用いたものであり、撮像素子からの出力画像は、各画素について一色成分値しかもっていない。従って、カラーデジタル画像を生成するためには、各画素において欠落している色成分値を補う補間処理を行うことが必要となる。このような欠落している色成分値を補う補間処理が必要となるのは、二板撮像素系や三板画素ずらし撮像素系を用いた装置の場合にも同様である。

この補間処理は、工夫しないと、最終的に得られるカラー画像にぼけや偽色などの劣化が生じることがある。そのために、従来より種々の方法による補間処理が提案されており、大別すると、エッジ検出の方法に基づくものと、色相関の方法に基づくものと、に分類される。

エッジ検出に基づく技術としては、例えば特開平８－２９８６６９号公報に記載のものが挙げられる。該公報に記載の技術について、図３２を参照して説明する。図３２は、エッジ検出に基づく従来の補間処理を説明するための図である。

単板撮像素子が、例えば図３２（Ａ）に示すような３原色ベイヤー（Bayer）配列の色フィルタを備えた単板ベイヤー配列撮像素子であるとする。このとき、図３２（Ｂ）に示すように、注目画素であるＢ５の周囲に縦方向および横方向に沿った十字状の近傍をとって、該注目画素に対する水平方向のＧに対する補間値 G_h と、垂直方向のＧに対する補間値 G_v と、を次の数式１に示すように推定する。

[数式１]

$$G_h = (G_4 + G_6) / 2 + (2 \times B_5 - B_3 - B_7) / 4$$

$$G_v = (G_2 + G_8) / 2 + (2 \times B_5 - B_1 - B_9) / 4$$

次に、水平方向と垂直方向との何れかの方向に段差が多いかを示す評価値 dH 、 dV を、次の数式 2 に示すように、

[数式 2]

$$dH = |G_4 - G_6| + |B_3 - 2 \times B_5 + B_7|$$

$$dV = |G_2 - G_8| + |B_1 - 2 \times B_5 + B_9|$$

と計算する。ここに、記号 $|x|$ は、 x の絶対値を表している。こうして計算した評価値 dH 、 dV の内の、値が小さくより平坦であると判断された方向の補間値 G_h または補間値 G_v を用いるようになっている。

一方、色相関に基づく技術としては、例えば特開平 11-215512 号公報に記載のものが挙げられる。この公報に記載の技術について、図 33 を参照して説明する。図 33 は、色相関に基づく従来の補間処理を説明するための図である。

図 33 に示すように、まず、注目画素 X の付近で、撮像素子に構成された色フィルタの色成分（例えば、原色系の色フィルタである場合には r 、 g 、 b ）の内の何れか 2 種類の色成分 p 、 q の各成分値 V_p 、 V_q 同士の間、係数 α_{qp} 、 β_{qp} を用いて表現される次の数式 3、

[数式 3]

$$V_q = \alpha_{qp} \times V_p + \beta_{qp}$$

のような直線的な相関関係が成立すると仮定する。ここに、撮像素子に構成された色フィルタが例えば原色系の色フィルタである場合には、 p 、 q は r 、 g 、 b の何れかである。また、色成分 p 、 q に各々対応する成分値 V_p 、 V_q は、注目画素 X の近傍の画素における値である。

そして、注目画素 X の周囲に設定した近傍 U において、該近傍 U 内の画素を、得られている色成分 r 、 g 、 b の種類により分類して 3 つの部分集合 U_r 、 U_g 、 U_b を形成し、上記係数 α_{qp} 、 β_{qp} を、各部分集合における画素値の平均 A_c （ここに、 c は r 、 g 、 b の何れか）と標準偏差 S_c （ここに、 c は r 、 g 、 b の何れか）とに基づいて、次の数式 4 により推定する。

[数式 4]

$$\alpha_{qp} = S_q / S_p, \quad \beta_{qp} = A_q - \alpha_{qp} A_p$$

これは、色成分 p の分布幅（標準偏差 S_p ）に対する色成分 q の分布幅（標準偏差 S_q ）

) の比が、上記数式 3 に示した直線的な相関関係の傾き α_{qp} を与え、さらに求められた傾き α_{qp} の直線は、色成分 p の平均値 A_p と色成分 q の平均値 A_q とでプロットされる点を通るという考えに基づくものである。

そして、推定した α_{qp} , β_{qp} に基づき、注目画素 X において欠落している色成分 m の値 X_m を、該注目画素 X において得られている色成分 e の値 X_e から、次の数式 5 に示すようにして求める。

[数式 5]

$$X_m = \alpha_{me} \times X_e + \beta_{me}$$

ここに、m, e は、それぞれ r, g, b の何れかをとる。

このように、色相関に基づく従来技術は、注目画素の近傍における異なる色成分間の画素値の相関を推定することを特徴としている。

ところで、実際の撮像系では、ライン間でゲインの差が生じたり、同じ色フィルタを有する画素同士であってもフィルタの分光特性が微妙に異なっていたりすることがあるために、同じ色成分が得られるはずの画素間に感度ばらつきが生じることがある。

しかし、上述した従来技術は、何れも、注目画素で得られている色成分自体を特に補正することなくそのまま補間処理の結果として用いているために、注目画素において欠落する色成分を求める際にも、注目画素自体の情報が結果にそのまま反映される特性となっている。通常は、各画素で元々得られている色成分の情報を、変更することなくそのまま補間処理の結果に使う方が効率が良いのであるが、同じ色成分が得られる画素で感度が異なっている場合には、このような処理を行うと、画素間の感度ばらつきがそのまま補間処理の結果に反映されてしまうことになり、うっすらと格子縞が見えるなどの副作用が生じていた。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、画素間の感度にばらつきがあったとしてもその影響を低減して高精度な補間処理を行い得る画像処理装置、画像処理プログラムを提供することを目的としている。

発明の開示

本発明による画像処理装置は、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素につき 1 種類以上の色成分が欠落している画像を処理する画像処理装置であって、同じ色成分が得られている画素の間の感度

差を補正する感度補正手段と、上記感度補正手段により補正された後の画像に対して各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、を具備したものである。

また、本発明による画像処理装置は、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像を処理する画像処理装置であって、注目画素の所定の近傍において指定された種類の色成分に対し当該色成分が得られている画素の間の感度差の大小を判定する判定手段と、上記注目画素において欠落する色成分を補う処理を行うものであって該処理を行う際に上記判定手段による判定結果に応じて処理内容を変更可能な補間手段と、を具備したものである。

さらに、本発明による画像処理装置は、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像を処理する画像処理装置であって、各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、上記補間手段による結果に対して補正を行う補間後補正手段と、を具備したものである。

そして、本発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像を処理させるための画像処理プログラムであって、該コンピュータを、同じ色成分が得られている画素の間の感度差を補正する感度補正手段、上記感度補正手段により補正された後の画像に対して各画素において欠落する色成分を補う補間手段、として機能させるための画像処理プログラムである。

また、本発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像を処理させるための画像処理プログラムであって、該コンピュータを、注目画素の所定の近傍において指定された種類の色成分に対し当該色成分が得られている画素の間の感度差の大小を判定する判定手段、上記注目画素において欠落する色成分を補う処理を行うものであって該処理を行う際に上記判定手段による判定結果に応じて処理内容を変更可能な補間手段、として機能させるための画像処理プログラムである。

さらに、本発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた各画素に

つき 1 種類以上の色成分が欠落している画像を処理させるための画像処理プログラムであって、該コンピュータを、各画素において欠落する色成分を補う補間手段、上記補間手段による結果に対して補正を行う補間後補正手段、として機能させるための画像処理プログラムである。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施例 1 におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。

図 2 は、本発明の実施例 2 におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。

図 3 は、上記実施例 2 における G 段差検出回路の処理を示すフローチャート。

図 4 は、上記実施例 2 における G 段差検出回路および G 補間回路における画素の分類を示す図。

図 5 は、上記実施例 2 における G 補間回路の処理を示すフローチャート。

図 6 は、上記図 5 に示した G 補間回路の処理におけるステップ S 1 6 の処理を説明するための図。

図 7 は、上記実施例 2 における重み計算回路による重み計算の方向を示す図。

図 8 は、上記実施例 2 における R B 補間回路の処理を示すフローチャート。

図 9 は、上記図 8 に示した R B 補間回路の処理におけるステップ S 3 1 の画素選択を説明するための図。

図 1 0 は、上記実施例 2 において、コンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャート。

図 1 1 は、上記実施例 2 において、コンピュータにより行われる G 補間ソフト処理を示すフローチャート。

図 1 2 は、上記実施例 2 において、コンピュータにより行われる R B 補間ソフト処理を示すフローチャート。

図 1 3 は、本発明の実施例 3 におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。

図 1 4 は、上記実施例 3 における補正回路により処理を行う際に用いる画素の番号を示す図。

図 1 5 は、上記実施例 3 における補正回路の処理を示すフローチャート。

図 1 6 は、上記実施例 3 において、コンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャート。

- 図 1 7 は、本発明の実施例 4 におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。
- 図 1 8 は、上記実施例 4 における段差補正回路の一構成例を示すブロック図。
- 図 1 9 は、上記実施例 4 における G 段差を説明するための図。
- 図 2 0 は、上記実施例 4 における段差補正回路の処理を示すフローチャート。
- 図 2 1 は、上記実施例 4 の段差補正回路における処理を行う際の近傍の例を示す図。
- 図 2 2 は、上記実施例 4 において、補正量 Δ を求めるための関数の例を示す線図。
- 図 2 3 は、上記実施例 4 における段差補正回路の他の構成例を示すブロック図。
- 図 2 4 は、上記実施例 4 において、組み合わせ平均計算回路により計算される組み合わせ平均を説明するための図。
- 図 2 5 は、上記実施例 4 において、コンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャート。
- 図 2 6 は、本発明の実施例 5 におけるデジタルカメラの構成を示すブロック図。
- 図 2 7 は、上記実施例 5 における段差平滑化回路の一構成例を示すブロック図。
- 図 2 8 は、上記実施例 5 における段差平滑化回路の処理を示すフローチャート。
- 図 2 9 は、上記実施例 5 において、係数混合比 α を算出するための関数の例を示す線図。
- 図 3 0 は、上記実施例 5 の係数設定回路により設定されるフィルタ係数の周波数特性を説明するための図。
- 図 3 1 は、上記実施例 5 における段差平滑化回路の他の構成例を示すブロック図。
- 図 3 2 は、エッジ検出に基づく従来の補間処理を説明するための図。
- 図 3 3 は、色相関に基づく従来の補間処理を説明するための図。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施例 1】

図 1 は本発明の実施例 1 を示したものであり、デジタルカメラの構成を示すブロック図である。

この実施例 1 は、本発明の画像処理装置をデジタルカメラに適用したものである。

デジタルカメラ 1 は、図 1 に示すように、光学系 2 と、単板ベイヤー配列 CCD 3 と、単板画像バッファ 4 と、ライン補正回路 5 と、WB 補正回路 6 と、補間回路 7 と、カラー

画像バッファ 8 と、画質調整回路 9 と、記録回路 10 と、制御回路 11 と、を有して構成されている。

上記光学系 2 は、被写体光束を集光するためのものである。

上記単板ベイヤー配列 CCD 3 は、この光学系 2 により結像される被写体像を光電変換して撮像信号を出力するものである。

上記単板画像バッファ 4 は、この単板ベイヤー配列 CCD 3 から出力され図示しない A/D 変換回路等によりデジタル化された画像データを一旦記憶するものである。

上記ライン補正回路 5 は、この単板画像バッファ 4 内に記憶されている画像に対して、ライン間でのゲインの違いを補正する感度補正手段である。

上記 WB 補正回路 6 は、このライン補正回路 5 から出力される画像データに、ホワイトバランス処理を行うものである。

上記補間回路 7 は、この WB 補正回路 6 から出力される単板画像データにおいて各画素で欠落している色成分を、近傍画素の情報から補間することにより、カラー画像データを生成する補間手段である。

上記カラー画像バッファ 8 は、この補間回路 7 により補間された三板のカラー画像データを一旦記憶するためのものである。

上記画質調整回路 9 は、このカラー画像バッファ 8 に記憶されているカラー画像に対して、色変換やエッジ強調などの画質調整処理を行うものである。

上記記録回路 10 は、この画質調整回路 9 により画質を調整された三板のカラー画像データを記録するものである。

上記制御回路 11 は、上述したような各回路を含むこのデジタルカメラ 1 を統括的に制御するための制御手段である。

このようなデジタルカメラ 1 の作用は、以下のようになっている。

このデジタルカメラ 1 に設けられている図示しないシャッターボタンがユーザーにより押下されると、まず、光学系 2 による光学像が単板ベイヤー配列 CCD 3 により撮像されて、各画素当たり一種類の色成分しかない単板状態の画像が単板画像バッファ 4 に記憶される。

次に、WB 補正回路 6 が動作して、白色の被写体に対する R 成分と G 成分との比 C_{rg} 、および B 成分と G 成分との比 C_{bg} 、をそれぞれ計算してホワイトバランス係数とする。本実施例では、上記単板画像バッファ 4 から所定サイズのブロック毎に画素値を読み出して

、このブロック内において、各画素で得られている色成分の種類別に画素値の平均をとる処理を行う。

その結果、各ブロックの平均色のRGB値が得られるが、さらにR成分とG成分との比、およびB成分とG成分との比を計算して、これらの比が所定の関係を満たしているブロックのみを選ぶ。そして、選んだブロックのR成分とG成分との比、およびB成分とG成分との比、をさらに平均して、最終的なホワイトバランス係数CrgおよびCbgを求める。この手法自体は公知のものである。ただし、この計算中、単板画像バッファ4から画素値を読み出す際に、ライン補正回路5が作用して、画素値の補正を行う。

すなわち、上記ライン補正回路5は、単板ペイヤー配列CCD3からの信号読み出し時に生じる偶数ラインと奇数ラインとの間のゲイン段差を補正するものであり、回路にはその補正のための係数(a, b)が保持されている。この係数は、均一なグレー被写体を撮影した際の単板画像バッファ4内の画素値に対して、奇数ラインでG成分が得られている画素の画素値の平均をV1、偶数ラインでG成分が得られている画素の画素値の平均をV2として、

[数式6]

$$V2 = a \times V1 + b$$

となるように予め算出されている。この係数を用いて、ライン補正回路5では奇数ラインでG成分が得られている画素の画素値vを、偶数ラインの感度に合わせて次の数式7に示すように補正して、

[数式7]

$$v' = a \times v + b$$

この補正後の画素値(補正值)v'をWB補正回路6に出力する。

上述したようなWB補正回路6の処理が終了すると、上記ホワイトバランス係数Crg, Cbgは、該WB補正回路6内に保持される。

次に、補間回路7が単板画像バッファ4内の各画素に対して補間処理を行う。この補間回路7が行う補間処理のアルゴリズムは、上述した特開平8-298669号公報に記載されているものと同様であるが、本実施例においては、単板画像バッファ4から5ラインずつ画素を読み出して補間回路7内の図示しない内部バッファに記憶させ、該バッファ内のデータに対して補間処理を行うようにしている。

そして、単板画像バッファ4から内部バッファにデータを移す際に、ライン補正回路5

およびWB補正回路6が動作して、単板画像バッファ4から読み出した画素値が変更される。

その際は、まず、ライン補正回路5が単板画像バッファ4から読み出した画素値 v に対する補正結果（補正值） v' として

[数式8]

$$v' = a \times v + b \quad (\text{読出画素が奇数ラインでG成分が得られている場合})$$

$$v' = v \quad (\text{その他の場合})$$

を計算し、さらに、WB補正回路6が、このライン補正回路5の補正結果（補正值） v' に対して出力 v'' を、

[数式9]

$$v'' = v' \quad (\text{読出画素でG成分が得られている場合})$$

$$v'' = Crg \times v' \quad (\text{読出画素でR成分が得られている場合})$$

$$v'' = Cbg \times v' \quad (\text{読出画素でB成分が得られている場合})$$

と計算して、補間回路7の内部バッファに v'' を書き込む処理を行う。

その後に、補間回路7によりカラー画像バッファ8に出力されたカラー画像は、画質調整回路9により色変換、エッジ強調、階調変換などの処理が施されて、上記記録回路10により図示しない記録媒体に記録される。このようにして、デジタルカメラ1の撮像動作が完了する。

なお、この実施例1は、基本的な構成や処理を述べたものであり、本実施例には多くの変形例が考えられる。上記補間回路7による処理は、色成分Gが得られている画素において、画素値をそのまま補間処理後のG成分の値として用いるものであれば何でも良い。

また、本実施例では単板撮像系を例に挙げたが、二板撮像系や三板画素ずらし撮像系に対しても同様の処理を適用することが可能である。

例えば二板撮像系の場合には、二枚の撮像素子の一方からは全画素でG成分が得られ、他方からは市松状にR成分とB成分とが得られる。例えばR成分に対する感度差の補正は、単板ベイヤー配列CCD3において市松状に得られるG成分に対して本実施例で述べた感度補正と同様の技術を適用することができる。

さらに、三板画素ずらし撮像系の場合には、3枚の撮像素子の内の2枚でG成分を取得し、残りの1枚で市松状にR、B成分を取得して、これらの情報から高精細な輝度成分を生成するタイプのものがある。この場合にも、市松状に得られるR、B成分の感度補正を

、上述と同様に行うことができる。

このような実施例 1 によれば、同じ色成分が得られる画素の間で、特にライン間において感度が異なっている、感度補正手段たるライン補正回路で補正してから補間手段たる補間回路の処理を行うようにしているために、補間後の画像に感度の相異が影響を及ぼすのを防いで、より高品質な画像を得ることができる。

【実施例 2】

図 2 から図 12 は本発明の実施例 2 を示したものであり、図 2 はデジタルカメラの構成を示すブロック図、図 3 は G 段差検出回路の処理を示すフローチャート、図 4 は G 段差検出回路および G 補間回路における画素の分類を示す図、図 5 は G 補間回路の処理を示すフローチャート、図 6 は上記図 5 に示した G 補間回路の処理におけるステップ S 16 の処理を説明するための図、図 7 は重み計算回路による重み計算の方向を示す図、図 8 は R B 補間回路の処理を示すフローチャート、図 9 は上記図 8 に示した R B 補間回路の処理におけるステップ S 31 の画素選択を説明するための図、図 10 はコンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャート、図 11 はコンピュータにより行われる G 補間ソフト処理を示すフローチャート、図 12 はコンピュータにより行われる R B 補間ソフト処理を示すフローチャートである。

この実施例 2 において、上述の実施例 1 と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

この実施例 2 は、上述した実施例 1 と同様に、画像処理装置をデジタルカメラに適用したものである。

この実施例 2 のデジタルカメラ 21 は、該実施例 1 のデジタルカメラ 1 に対して、判定手段であり特徴量計算手段たる G 段差検出回路 22 が付加されており、補間回路 7 に代えて補間手段たる G 補間回路 23、G 画像バッファ 26、および補間手段たる R B 補間回路 27 を設けた点が異なっている。

また、上記 G 補間回路 23 は、上記 G 段差検出回路 22 からの出力に基づき補間対象の画素に関する重みを計算するための重付平均手段たる重み計算回路 24 と、この重み計算回路 24 により算出された重みに基づき重み付きの平均値を計算して補間対象の画素の画素値とし G 画像バッファ 26 へ出力する重付平均手段たる平均回路 25 と、を有して構成されている。

次に、このようなデジタルカメラ 21 の作用を、上述した実施例 1 と異なる点を主とし

て説明する。

シャッターボタンがユーザーにより押下されると、上記実施例 1 と同様に、光学系 2 による光学像が単板ベイヤ配列 CCD 3 により撮像されて、各画素当たり一種類の色成分しかない単板状態の画像が単板画像バッファ 4 に記憶される。

次に、ライン補正回路 5 および WB 補正回路 6 が上記実施例 1 と同様に動作して、ホワイトバランス係数 C_{rg} , C_{bg} が算出される。

次に、G 補間回路 23 が動作する。このときには、まず、単板画像バッファ 4 に記憶されている画像データに係る各画素の、周囲 5×5 画素でなるブロックがこの G 補間回路 23 に設けられている内部バッファに読み込まれる。その際に、上述した実施例 1 と同様に、ライン補正回路 5 と WB 補正回路 6 とが作動して、画素値の補正がなされ、さらに G 段差検出回路 22 が作動して、G 成分が得られる画素の偶数ラインと奇数ラインとの間の段差の推定値が計算される。

この G 段差検出回路 22 による段差推定について、図 3 のフローチャートに沿って説明する。

G 段差検出回路 22 は、内部バッファに読み込まれた 5×5 画素でなるブロック内の各画素を、得られている色成分毎に分類して、分類毎に画素値の平均値を計算する。その際に、G 成分については、図 4 に示すように、水平方向に隣接する画素から得られる色成分が R である場合を G1、水平方向に隣接する画素から得られる色成分が B である場合を G2、として、さらに 2 種類に分類する。従って、計算される平均値は 4 種類となり、R 成分の平均値が A_r 、B 成分の平均値が A_b 、G1 成分の平均値が A_{g1} 、G2 成分の平均値が A_{g2} 、である。そして、G1 または G2 に分類された画素については、各分類内の画素値の分散 V_{g1} , V_{g2} もそれぞれ計算する（ステップ S1）。

次に、上記分散 V_{g1} , V_{g2} が、両方ともある閾値 T 以下であるか否かを判断する（ステップ S2）。

ここで両方とも閾値 T 以下であって、ブロックが比較的平坦であると判断された場合には、段差推定値 d を分類 G1 と G2 の平均値の差 $A_{g1} - A_{g2}$ として、終了する（ステップ S3）。

また、上記ステップ S2 において、分散 V_{g1} , V_{g2} の少なくとも一方が閾値 T を越える場合には、ブロックが平坦であるかどうか不明である。そこでさらに、ブロック内において R 成分と B 成分とがおおよそどれだけ違っているかを、R 成分が得られている画素の平

均値 A_r と、B成分が得られている画素の平均値 A_b と、の差分 $|A_r - A_b|$ が、所定の閾値 T_{rb} よりも大きいかな否かにより評価する（ステップS4）。

ここで、上記差分 $|A_r - A_b|$ が閾値 T_{rb} よりも大きい場合には、以下のような処理を行う。

まず、本実施例においては、上記G段差検出回路22が、種々の色の被写体を撮影して各画像でライン間のG成分に段差 d がどれだけ生じるかを測定することにより得られたテーブル T_d を、予め保持している。これは、上記WB補正回路6で処理する前にライン補正回路5によって画像データに係るライン間の感度補正がなされていても、ラインの偶奇に応じて、G成分が得られている画素の画素値に段差が生じることがあるためである。

そして、R成分が得られている画素の平均値 A_r とB成分が得られている画素の平均値 A_b との差 p_1 （特徴量）と、 G_1 、 G_2 の両方を含むG成分の平均的な大きさ p_2 （特徴量）と、の2つのインデックスに対して、生じ得るG段差量 d を、 $d = T_d(p_1, p_2)$ のようにテーブル参照して、取得する。ここでは、このテーブル参照を行ってG段差量のおよその推定値 d を求めたら、このG段差検出の処理を終了する（ステップS5）。

また、上記ステップS4において、上記差分 $|A_r - A_b|$ が閾値 T_{rb} 以下である場合には、G段差が生じているとしても、それがどの程度あるのかをブロック内のデータからは推定することができないために、G段差量 d を、推定不能を表す-255に設定して、終了する（ステップS6）。

このようにして、 5×5 画素でなるブロックの読み出しと、ライン間のG成分の段差量の推定値 d と、が得られると、G補間回路23が、ブロックの中心画素のG成分を計算して、G画像バッファ26に書きこむ。このような処理について、図5のフローチャートを参照して説明する。

処理を開始すると、ブロックの中心画素の分類 m が、上記図4に示した分類における G_1 であるか否かを判断する（ステップS11）。この分類 m は、該図4に例示したように、得られている色成分の種類と水平隣接画素の種類とに応じて、R、 G_1 、 G_2 、Bの4種類の何れかになる。

ここで分類 m が G_1 である場合には、中心画素のG成分の値 V を、ブロックの中心画素の画素値 U_0 そのものとして（ステップS12）、終了する。

また、上記ステップS11において、ブロックの中心画素の分類 m が G_1 でない場合には、該分類 m が図4に示した分類における G_2 であるか否かをさらに判断する（ステップ

S 1 3)。

ここでブロックの中心画素の分類 m がG 2である場合には、G 段差推定値 d が- 2 5 5であるか否か、つまり推定不能に設定されているか否かを判断する(ステップS 1 4)。

G 段差推定値 d が- 2 5 5でない場合には、中心画素のG成分の値 V を、ブロック中心画素の画素値 U_0 とG 段差推定値 d とに基づいて $V = U_0 + d$ と推定し(ステップS 1 5)、終了する。

一方、上記ステップS 1 4において、G 段差推定値 d が- 2 5 5である場合には、中心画素(画素値が U_0 となっている画素)に対する 3×3 画素の近傍を図6に示すようにとり、この近傍の四隅にあるG成分が得られている画素の画素値 $U_1 \sim U_4$ と、該中心画素の画素値 U_0 との差分 d_{uj} を、以下のように計算する。

$$d_{uj} = |U_0 - U_j|$$

ここに j は、1から4の整数である。これらの差分の内の、最小の差分を与える j について、 $V = (U_0 + U_j) / 2$ を中心画素のG成分の値とし(ステップS 1 6)、終了する。

上記ステップS 1 3において、ブロックの中心画素の分類 m がG 2でない場合には、G 段差推定値 d が- 2 5 5であるか否か、つまり推定不能に設定されているか否かを判断する(ステップS 1 7)。

ここでG 段差推定値 d が- 2 5 5でない場合には、ブロック内のG 2に分類された画素 k の画素値 U_k を、 $U_k = U_k + d$ と補正する(ステップS 1 8)。

また、上記ステップS 1 7においてG 段差推定値 d が- 2 5 5である場合には、後述するステップS 2 0の計算で用いるパラメータ α を、予め設定された値に対して $1/2$ 倍するとともに、該ステップS 2 0の計算で用いるパラメータ β を、予め設定された値に対して2倍する(ステップS 1 9)。

上記ステップS 1 8またはステップS 1 9が終了したら、重み計算回路2 4が、図7 (A) ~ 図7 (D)に示すような中心画素の上下左右の各方向の重み W_j (j は1から4の整数)を以下の数式1 0に示すように計算する。

[数式1 0]

$$\begin{aligned} E 1 = & |B 5 - B 7| \\ & + \alpha \times (|G 4 - G 6| - \min(|G 4 - G 6|, |G 2 - G 8|)) \\ & + \beta \end{aligned}$$

$$E2 = |B5 - B9| \\ + \alpha \times (|G2 - G8| - \min(|G4 - G6|, |G2 - G8|)) \\ + \beta$$

$$E3 = |B5 - B3| \\ + \alpha \times (|G4 - G6| - \min(|G4 - G6|, |G2 - G8|)) \\ + \beta$$

$$E4 = |B5 - B1| \\ + \alpha \times (|G2 - G8| - \min(|G4 - G6|, |G2 - G8|)) \\ + \beta$$

$$Wj = (1/Ej) / (\sum (1/Ek))$$

この数式10における α 、 β は定数であり、予め定められた値、または上記ステップS19において変更された値をとる。また、Wの計算におけるjは上述したように1から4の整数、分母の和は1から4の整数kに対してとっている。なお、この計算式は、図7(A)～図7(D)の配置に対するものであり、中心画素の分類がBであるときの例であるが、中心画素の分類がRである場合には、BとRとを置き換えて計算をすれば良い(ステップS20)。

次に、平均回路25が、上記ステップS20において計算した重み Wj を用いて、各方向にある画素の画素値を重み付けして、以下の数式11により最終的な中心画素のG成分を計算する(ステップS21)。

[数式11]

$$Vg = W1 \times G6 + W2 \times G8 + W3 \times G4 + W4 \times G2$$

$$Vb = W1 \times B7 + W2 \times B9 + W3 \times B3 + W4 \times B1$$

$$V = Vg + (Vb - B5) / 2$$

このような一連の処理が単板画像バッファ4内の画像の全画素に対して終了すると、G画像バッファ26にはG成分の欠落が補われた画像が得られる。すると、次にRB補間回路27が動作して、全ての画素で欠落色成分のないカラー画像を生成しカラー画像バッファ8に記憶させる。

すなわち、RB補間回路27は、G補間回路23と同様に、単板画像バッファ4内の各画素に対して、まず、該画素を中心とする5×5画素でなるブロックを読み出す。この読み出し時には、G補間回路23と同様に、ライン補正回路5、WB補正回路6、およびG

段差検出回路 22 が作動して、5×5画素でなるブロックの変更後の画素値が該 R B 補間回路 27 の図示しない内部バッファに得られるとともに、ブロック内の G 段差推定値 d も得られる。

次に、R B 補間回路 27 は、読み出したブロックに対応する画素位置の G 成分の値を G 画像バッファ 26 から読み出して、同様に図示しない内部バッファに記憶する。

その後、R B 補間回路 27 は、図 8 に示すような処理により、中央画素の欠落色成分を求める。この図 8 に示す処理は、ブロックの中央画素に対する指定された色成分 c の値を、内部バッファのデータから重み付け平均により計算するものである。

このとき、画素位置によって欠落する色成分が異なるために、R B 補間回路 27 は、ブロックの中央画素の分類が、R の場合には $c = B$ として、B の場合には $c = R$ として、G 1 または G 2 の場合には $c = R$ および $c = B$ の各々の指定に対して、図 8 に示す処理を実行するようになっている。

以下では、図 8 に示す処理を順に説明する。

処理を開始すると、ブロック内において、指定された色成分 c が得られている画素 P1 ~ Pn (n は整数) を求める (ステップ S 31)。図 9 (B) は、図 9 (A) に示すような配置のブロックにおける $c = R$ に対する結果を示したものである。この場合には、画素 P1 ~ P6 が得られるために、n は 6 となる。

次に、ブロック内の G 段差推定値 d が -255、つまり推定不能に設定されているか否かを判断する (ステップ S 32)。

ここで、G 段差推定値 d が -255 である場合には、後述するステップ S 34 の計算で用いるパラメータ γ を予め設定された値の 2 倍にするとともに、後述するステップ S 35 の計算で用いるパラメータ δ を予め設定された値の半分にする (ステップ S 33)。

このステップ S 33 の処理が終了するか、または、上記ステップ S 32 において G 段差推定値 d が -255 でない場合には、画素 P j に割り当てる重み W j を、以下の数式 12 に示すように計算する (ステップ S 34)。

[数式 12]

$$E_j = |G_j - G_0| + \gamma$$

$$W_j = (1/E_j) / (\sum (1/E_k))$$

ここに、W の計算における j は 1 から 4 の整数、分母の和は 1 から 4 の整数 k に対してとっている。また、 γ は定数であり、予め定められた値、または上記ステップ S 33 で変

更された値をとる。

次に、中央画素における欠落色成分 c の値 V を、以下の数式 13 に示すように計算する。この数式 13 において、 C_j および G_j は、画素 P_j において得られている色成分 c および G の値である（ステップ S35）。

[数式 13]

$$V_c = \sum W_j \times C_j \quad (j \text{ は } 1 \text{ から } n \text{ の整数})$$

$$V_g = G_0 - \sum W_j \times G_j \quad (j \text{ は } 1 \text{ から } n \text{ の整数})$$

$$V = V_c + \delta \times V_g$$

ここに δ は定数であり、予め定められた値、または上記ステップ S33 で変更された値をとる。

ここまでの処理が単板画像バッファ 4 内の画像の全ての画素に対して終了すると、カラー画像バッファ 8 には全画素で欠落色成分が復元されたカラー画像、すなわち、いわゆる三板のカラー画像が得られる。

その後の作用は上述した実施例 1 と同様であり、得られたカラー画像が画質調整回路 9 により色変換、エッジ強調、階調変換などの処理を施され、記録回路 10 により図示しない記録媒体に記録されて、このデジタルカメラ 21 の撮像動作が完了する。

なお、上述では、画像処理装置であるデジタルカメラ 21 の内部のハードウェア（回路等）により処理を行うようにしているが、このような処理を、PC（パーソナルコンピュータ）等のコンピュータ上で画像処理プログラムにより行うようにすることも可能である。図 10～図 12 はコンピュータにより行われるソフト処理の例を示すフローチャートである。

このソフトウェア処理は、メモリ $InImg$ に記憶されている画像、つまり、単板ベイヤー配列 CCD 3 により得られた直後の、各画素で一種類の色成分しか得られていない画像、を処理して、メモリ $OutImg$ に 3 色カラー画像を出力するものである。ただし、ホワイトバランス係数 C_r 、 C_b およびライン間のゲイン補正係数 a 、 b は、パラメータとして与えられるものとする。

以下では、図 10～図 12 のフローチャートの各ステップについて説明する。

まず、図 10 は、ソフト処理の流れの概要を示している。

すなわち、処理を開始すると、この処理の途中で全画素に対する G 成分をまず計算することになるために、該計算結果を記憶するためのメモリ $Gimg$ を確保する（ステップ S

41)。

次に、後で図11を参照して説明するようなG補間ソフト処理を実行する(ステップS42)。

さらに、後で図12を参照して説明するようなRB補間ソフト処理を実行する(ステップS43)。

その後、確保したメモリGimgを開放してから(ステップS44)、このソフト処理を終了する。

次に、図11を参照して、上記ステップS42におけるG補間ソフト処理の詳細について説明する。

処理を開始すると、メモリInImg内に未処理の画素が存在するか否かを判断する(ステップS51)。

ここで、メモリInImg内に未処理の画素が存在している場合には、該未処理の画素の内の1つを処理対象画素として決定し、この処理対象画素を中心とした5×5画素でなるブロックの画像データを読み出す(ステップS52)。

そして、上記数式8を計算することによりライン間補正を行うとともに上記数式9を計算することによりWB補正を行う(ステップS53)。

さらに、上記図3に示したようなG段差推定処理を行うことにより、段差推定値dを計算する(ステップS54)。

このG段差推定結果に基づいて図5に示したようなG補間処理を行い(ステップS55)、処理後のG補間結果VをメモリGimg中の処理対象画素に対応する位置の画素値として記録してから(ステップS56)、上記ステップS51に戻る。

また、上記ステップS51において、メモリInImg内の画像の処理が全て終了している場合には、この処理を終了する。

続いて、図12を参照して、上記ステップS43におけるRB補間ソフト処理の詳細について説明する。

処理を開始すると、メモリInImg内に未処理の画素が存在するか否かを判断する(ステップS61)。

ここで、メモリInImg内に未処理の画素が存在している場合には、該未処理の画素の内の1つを処理対象画素として決定し、この処理対象画素を中心とした5×5画素でなるブロックの画像データをメモリInImgおよびメモリGimgからそれぞれ読み出す

(ステップS 6 2)。

そして、上記数式8を計算することによりライン間補正を行うとともに上記数式9を計算することによりWB補正を行う(ステップS 6 3)。

さらに、上記図3に示したようなG段差推定処理を行うことにより、段差推定値dを計算する(ステップS 6 4)。

その後、ブロックの中央画素の種類がRであるか否かを判断し(ステップS 6 5)、Rでない場合には、 $c=R$ としてから上記図8に示したようなRB補間処理を行い、その補間結果をメモリOutImgの対応する画素のR成分として記録する(ステップS 6 6)。

このステップS 6 6が終了するか、または上記ステップS 6 5において中央画素の種類がRである場合には、ブロックの中央画素の種類がBであるか否かを判断する(ステップS 6 7)。

ここで、中央画素の種類がBである場合には、そのまま上記ステップS 6 1へ戻り、一方、中央画素の種類がBでない場合には、 $c=B$ としてから上記図8に示したようなRB補間処理を行い、その補間結果をメモリOutImgの対応する画素のB成分として記録してから(ステップS 6 8)上記ステップS 6 1へ戻る。

そして、上記ステップS 6 1において、メモリInImg内の画像の処理が全て終了している場合には、この処理を終了する。

なお、この実施例は幾つかの変形が可能である。好ましい変形例の一つは、G補間回路23およびRB補間回路27が単板画像バッファ4に保持される画像よりも画素数の少ない画像を生成する機能を有するものであって、該機能を働かせる場合に、G段差検出回路22の処理をスキップすることである。画素数を少なくして出力するモードは、デジタルカメラにおいては標準的に備えられたものであり、この場合には、G補間回路23およびRB補間回路27が単板画像バッファ4から画素を間引いて読み出しながら処理することになる。すると、G画素に感度差があっても処理結果への影響が少なくなるために、間引き率に応じて(つまり、縮小率が所定の閾値以下である場合に)G段差検出回路の処理を中止し、段差推定値として $d=-255$ を出力するようにすることにより、処理効率を向上し消費電力を低減することが可能となる。

また、本実施例では単板撮像系を例に挙げたが、二板撮像系や三板画素ずらし撮像系に対しても同様の処理を適用することが可能である。

例えば二板撮像系の場合には、二枚の撮像素子の一方からは全画素でG成分が得られ、他方からは市松状にR成分とB成分とが得られる。このときには、図3のステップS1からステップS3の処理を変更して、偶数ラインのR画素と奇数ラインのR画素との間の平均値の差を検出して、その検出量に応じて感度差補正を行うようにすれば良い。

さらに、三板画素ずらし撮像系の場合には、3枚の撮像素子の内の2枚でG成分を取得し、残りの1枚で市松状にR、B成分を取得して、これらの情報から高精細な輝度成分を生成するタイプのものがある。この場合にも、市松状に得られるR、B成分の感度補正を、上記二板撮像系の場合と同様に行うことができる。

そして、感度補正をG成分以外のこうしたR成分やB成分について行うときには、上記テーブルは、指定された色成分に対する特徴量と感度差の量とを対応付けたテーブルとなるのは勿論である。

また、重付平均手段たる重み計算回路24および平均回路25における重みの計算法は、重みが、判定手段である上記G段差検出回路22において感度差が大きいと判定された種類の色成分が得られている画素に対して小さくなるようなものであれば他の方法に変更しても良い。例えば、重みの計算式は、数式10以外に、上記近傍内で同種の色成分が得られている画素間の画素値差分に対する他の形の関数式でも良い。但し、上記G段差検出回路22により特定の色成分に対して感度差が大きいと判定された場合には、該関数式は、当該色成分に関する上記画素値差分の影響が小さくなるように変更することが望ましい。さらに、上記G段差検出回路22において感度差があると判定された種類の色成分が得られている画素に対する重みの計算は、最終的にG画素間の重みが均等に近づくように計算されることが望ましく、それは数式10では β の調整で実現できているが、もちろん他の計算式を用いても良い。

このような実施例2によれば、上述した実施例1と同様に、同じ色成分が得られる画素で感度が異なっても、感度補正手段で補正してから補間手段の処理を行うようにしているために、補間後の画像に感度の相異が影響を及ぼすのを防いで、より高品質な画像を得ることができる。

その上、この実施例2によれば、補間手段による処理を行う前に、判定手段により同じ色成分が得られる画素に大きな感度差があるか否かを判定して、大きな感度差があると判断された場合に、補間手段の処理を、該感度差の影響を受け難い処理に変更しているために、つまり、元々得られている色成分の値を注目画素の感度が所定の基準感度である場合

にとるはずの値に補正して補間結果に用いるような処理に変更しているために、処理効率をあまり落とすことなく、最終的に得られる画像の画質を向上することができる。

さらに、感度差の有無に応じて補間処理の際の重みを変更するようにしているために、感度差があると判断された部分とそうでない部分との画質が大きく切り替わらない自然な処理を、簡単な処理回路で行うことが可能となる。

その際、感度の異なる画素の重みが互いに等しくなるような計算を行っているために、結果として副作用を少なくすることができる。

また、この補間処理では、複数の色成分の情報を用いて欠落する色成分の値を推定しているが、その際に感度の異なる画素を含む色成分に対する情報の利用の割合を小さくするようにしているために、格子縞が見えるなどの副作用を起き難くすることができる。

さらに、重み計算を同色画素の差分に基づいて行っているが、その計算においても、データとして信頼性が低い、感度差のある同色画素の差分の影響を小さくするようにしているために、結果的に生じる副作用を抑制することができる。

加えて、感度差を生じる原因には種々のものがあるが、注目画素の近傍における画素値のパターンが特定の条件を満たす場合に感度差が生じ易いことがあるために、該近傍がこうしたパターンとなっているかどうかを特徴量を使って判定して、該パターンであると判断される率が高いほど感度差も大きいと判断することにより、局所的に生じる感度差に対しても副作用が生じないように処理することを可能にしている。

その際、感度差を生じ易い近傍の画素値パターンに関して、該パターンに対して生じる感度差とパターンの特徴量とを関連付けてテーブルとして保持しておくことにより、感度差の大小をより確実に判断することができる。

また、感度差を生じる画素の位置関係が分かっていることを利用して、位置毎に別々に統計を取って、その結果同士を比較しているので、感度差が生じているか否かを確実に判断することができる。例えばベイヤ配列の場合には、隣接するR、Bからの電荷の漏れに影響されて、ライン間のGに感度差を生じることがあるが、このような段差を検出することが可能となる。

さらに、画素数を減らして結果を記録する場合には、最終的に感度差に起因する副作用が目立たなくなることを利用して、感度差判定処理をスキップしているために、処理の効率を向上させている。

【実施例 3】

図13から図16は本発明の実施例3を示したものであり、図13はデジタルカメラの構成を示すブロック図、図14は補正回路により処理を行う際に用いる画素の番号を示す図、図15は補正回路の処理を示すフローチャート、図16はコンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャートである。

この実施例3において、上述の実施例1、2と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

この実施例3は、上述した実施例1と同様に、画像処理装置をデジタルカメラに適用したものである。

この実施例3のデジタルカメラ31は、該実施例1のデジタルカメラ1に対して、補間後補正手段たる補正回路32を、カラー画像バッファ8と画質調整回路9との間に付加したもとなっている。

次に、このようなデジタルカメラ31の作用を、上述した実施例1と異なる点を主として説明する。

シャッターボタンがユーザーにより押下されると、上記実施例1と同様に、光学系2による光学像が単板ベイヤー配列CCD3により撮像されて、各画素当たり一種類の色成分しかない単板状態の画像が単板画像バッファ4に記憶される。

次に、ライン補正回路5およびWB補正回路6が動作するが、その作用は上記実施例1と同様であり、ライン間の感度補正を行いながらホワイトバランス係数Crg, Cbgを算出して保持する。

続いて、補間回路7が、単板画像バッファ4内の各画素に対して補間処理を行うが、これも実施例1と同様であり、各画素の欠落色成分が補われたカラー画像が、カラー画像バッファ8に得られる。

その後に、補正回路32が処理を行う。この補正回路32は、カラー画像バッファ8中の各画素を順にスキャンして、各画素の3×3画素でなる近傍を読み出し、図15に示すような処理を行うことにより、中央画素の補正RGB値を画質調整回路9に出力するものである。

以下では、図15のフローチャートの各ステップについて説明する。

処理を開始すると、3×3画素でなる近傍内の各画素に対して、RGB成分から輝度値Yを計算する（ステップS71）。この輝度値の計算には、次のような標準的な定義式、

$$Y_j = 0.3 \times R_j + 0.6 \times G_j + 0.1 \times B_j$$

を用いる。なお、各画素に対しては、図14に示すような番号が割り振られる。以下では、各画素に関する値を、その画素番号の沿え字を用いて $j = 0 \sim 8$ などと表すことにする。

次に、中央画素と周辺画素との輝度差（これは、注目画素の画素値と近傍画素の画素値との相関を示している。）を

$$dY_j = |Y_0 - Y_j|$$

として計算する（ステップS72）。ここに j は、1から8の整数である。

そして、以下の条件（1）、（2）、

（1） dY_{k1} は dY_0 から dY_8 の内で一番小さい

（2） dY_{k2} は dY_0 から dY_8 の内で2番目に小さい

を満たすような整数 k_1 、 k_2 を探す（ステップS73）。

次に、所定の閾値 T_1 、 T_2 に対して、 dY_{k1} が T_1 よりも大きく、かつ $dY_{k2} - dY_{k1}$ が T_2 よりも小さくなるか否かを調べる（ステップS74）。この条件は、満たされた場合に、中央画素が孤立点であると知覚される確率が高いことを示す条件となっている。

ここで、条件が満たされて孤立点と判断された場合には、中央画素に対する補正值（ R_0' 、 G_0' 、 B_0' ）を、以下の数式14によって計算して、

[数式14]

$$R_0' = (R_{k1} + R_{k2}) / 2$$

$$G_0' = (G_{k1} + G_{k2}) / 2$$

$$B_0' = (B_{k1} + B_{k2}) / 2$$

この計算結果を出力し終了する（ステップS75）。

一方、上記ステップS74において、条件が満たされていない場合には、中央画素のRGB画素値を無補正のまま出力して（ステップS76）、終了する。

こうして画質調整回路9に出力された補正RGB値は、上述した実施例1と同様に、画質調整回路9で調整された後に記録回路10により記録され、全ての処理が終了する。

なお、上述では、画像処理装置であるデジタルカメラ31の内部のハードウェア（回路等）により処理を行うようにしているが、このような処理を、PC（パーソナルコンピュータ）等のコンピュータ上で画像処理プログラムにより行うようにすることも可能である。

このソフトウェアは、上述した実施例2において図10～図12を参照して説明したも

のと同様に、メモリ *In Img* に記憶されている画像、つまり、単板ベイヤー配列 CCD 3 により得られた直後の、各画素で一種類の色成分しか得られていない画像、を処理して、メモリ *Out Img* に 3 色カラー画像を出力するものである。ただし、ホワイトバランス係数 C_r 、 C_b およびライン間のゲイン補正係数 a 、 b は、パラメータとして与えられるものとする。

以下では、図 16 のフローチャートの各ステップについて説明する。この図 16 は、ソフト処理の流れを示したものである。

この処理を開始すると、まず、補間処理における中間結果を保持しておくためのメモリ *tmp img* を確保する（ステップ S 8 1）。

次に、メモリ *In Img* 内に未処理の画素が存在するか否かを判断する（ステップ S 8 2）。

ここで、未処理の画素が存在する場合には、該未処理の画素の内の 1 つを処理対象画素として決定し、この処理対象画素を中心とした 5×5 画素でなるブロックを上記メモリ *In Img* から読み出す（ステップ S 8 3）。

そして、メモリ *In Img* から読み出したブロック内の画素に対して、上記数式 8 による計算を行うことによりライン間補正を行うとともに、上記数式 9 による計算を行うことにより WB 補正を行う（ステップ S 8 4）。

続いて、公知の方法により補間処理を行って、各画素について RGB の 3 色成分を生成する（ステップ S 8 5）。

その後、補間処理の結果を *tmp img* 内の対応画素位置に記録して（ステップ S 8 6）、上記ステップ S 8 2 に戻り他の画素の処理に移行する。

一方、上記ステップ S 8 2 において、メモリ *In Img* 内に未処理の画素が存在しない場合には、さらに、メモリ *tmp img* 内に補正処理を受けていない画素が存在するか否かを判断する（ステップ S 8 7）。

ここで、補正処理が行われていない画素が存在する場合には、この未補正処理の画素を中心とした 3×3 画素でなる近傍のデータをメモリ *tmp img* から読み出して（ステップ S 8 8）、上記図 15 に示したような補正処理を行い（ステップ S 8 9）、この補正処理の結果をメモリ *Out Img* の対応画素位置に記録してから（ステップ S 9 0）、上記ステップ S 8 7 へ戻って次の未処理の画素の処理へ移行する。

また、上記ステップ S 8 7 において、メモリ *tmp img* 内に補正処理を受けていない

画素が存在しない場合には、`tmpimg`として確保していたメモリ領域を開放してから（ステップS91）、終了する。

なお、この実施例は幾つかの変形が可能である。好ましい変形例の一つは、補間回路7が単板画像バッファ4に保持される画像よりも画素数の少ない画像を生成する機能を有するものであって、該機能を働かせる場合に、補正回路32の処理をスキップすることである。画素数を少なくして出力するモードは、上述したように、デジタルカメラにおいては標準的に備えられたものであり、この場合には、補間回路7が単板画像バッファ4から画素を間引いて読み出しながら処理することになる。すると、G画素に感度差があっても処理結果への影響が少なくなるために、間引き率に応じて（つまり、縮小率が所定の閾値以下である場合に）補正回路32の処理を中止するようにすることで、画質に影響を及ぼすことなく、処理効率を向上し消費電力を低減することが可能となる。

また、本実施例では単板撮像系を例に挙げたが、二板撮像系や三板画素ずらし撮像系に対しても、各方式に応じた補間処理でカラー画像を得た後に、同様の補正処理を行うことが可能である。

このような実施例3によれば、上述した実施例1、2とほぼ同様の効果を奏するとともに、画素間の感度差によって生じる可能性がある副作用を、補間処理を感度差に応じて変更して防ぐのではなく、補間処理後に生じる可能性のありそうな副作用のパターンを直接補正するようにしたために、画質の改善をより簡易的に行うことができる。

また、近傍画素と注目画素とが調和しているか否かを、相関により調べて、調和度の高い近傍画素の画素値を注目画素の画素値に混合するようにしているために、副作用を良好に減らすことができる。

さらに、画素数を減らして結果を記録する場合には、最終的に感度差に起因する副作用が目立たなくなることを利用して、補間後の補正処理をスキップしているために、処理の効率を向上することができる。

【実施例4】

図17から図25は本発明の実施例4を示したものであり、図17はデジタルカメラの構成を示すブロック図、図18は段差補正回路の一構成例を示すブロック図、図19はG段差を説明するための図、図20は段差補正回路の処理を示すフローチャート、図21は段差補正回路における処理を行う際の近傍の例を示す図、図22は補正量 Δ を求めるための関数の例を示す線図、図23は段差補正回路の他の構成例を示すブロック図、図24は

組み合わせ平均計算回路により計算される組み合わせ平均を説明するための図、図 25 はコンピュータにより行われるソフト処理を示すフローチャートである。

この実施例 4 において、上述の実施例 1～3 と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

この実施例 4 は、上述した実施例 1 と同様に、画像処理装置をデジタルカメラに適用したものである。

この実施例 4 のデジタルカメラ 41 は、図 17 に示すように、該実施例 1 のデジタルカメラ 1 に対して、ライン補正回路 5 に代えて段差補正回路 43 とノイズ低減回路 44 とを設けたものとなっている。また、単板ベイヤー配列 CCD 3 と単板画像バッファ 4 との間には、該単板ベイヤー配列 CCD 3 から出力されるアナログの映像信号をゲイン調整してからデジタルの映像信号に変換するための A/D 変換回路 42 が明示して設けられているが、これは上述した第 1 から第 3 の実施例のデジタルカメラにおいても同様に設けられていて、ただ単に図示を省略していただけたものである。そして、これら A/D 変換回路 42、段差補正回路 43、およびノイズ低減回路 44 は、上記制御回路 11 により制御されるようになっている。

上記段差補正回路 43 は、単板画像バッファ 4 内に記憶されている画像に対して、G 成分の感度差補正を行うためのものである。

上記ノイズ低減回路 44 は、この段差補正回路 43 から出力される信号にノイズ低減処理を行うためのものである。

上記段差補正回路 43 は、より詳しくは図 18 に示すように、補正回路 51 と、平均計算回路 52 と、段差量推定回路 53 と、補正量算出回路 54 と、を有して構成されている。

上記平均計算回路 52 は、上記単板画像バッファ 4 から所定サイズのブロック単位で画像データを読み出して、注目画素以外の G 成分の平均値を算出するものである。

上記段差量推定回路 53 は、上記平均計算回路 52 により算出された平均値と、注目画素の G 成分値と、の差を算出することにより、感度差の量を推定するものである。

上記補正量算出回路 54 は、上記単板画像バッファ 4 から読み出したブロック単位の画像データから特徴量を算出し、該特徴量に基づいて閾値を求め、この閾値と、上記段差量推定回路 53 により推定された G 成分の感度差の量と、に基づいて、上記単板画像バッファ 4 からブロック単位で読み出した画像データの感度差補正量を計算するものである。

上記補正回路 5 1 は、上記補正量算出回路 5 4 により計算された感度差補正量に基づいて、注目画素の G 成分値を感度差補正し、上記ノイズ低減回路 4 4 へ出力するものである。

このようなデジタルカメラ 4 1 の作用について、上述した各実施例と異なる部分を説明する。

段差補正回路 4 3 は、単板画像バッファ 4 の各画素毎に、近傍 3×3 サイズのブロック領域を読み出す。そして、読み出した 3×3 サイズのブロック領域の中心に位置する画素を注目画素とする。該段差補正回路 4 3 は、注目画素の色成分が G 成分である場合にのみ、以下に示すように段差補正処理を行うようになっている。

また、ここで、図 1 9 を参照して、G 段差について説明する。単板ベイヤー配列 CCD 3 は、図 1 9 (A) に示すような色フィルタ配列を有しているが、センサの特性上、ある撮影条件下では、図中の奇数行目の G 画素 (G_r と記載している) と、偶数行目の G 画素 (G_b と記載している) と、の間に、同じ G 成分取得用であるにも関わらず、感度差が付いてしまうことがある。すなわち、例えば全ての画素について「1 2 8」の出力値が得られるような平坦な被写体を撮影した場合でも、図 1 9 (B) に示すように、 G_r からは「1 8 0」の画素値が得られ、 G_b からは「1 0 0」の画素値が得られて、 G_r と G_b との画素値に差が生じてしまうことがある。このような差のことを、以下では G 段差と呼ぶことにする。

段差補正回路 4 3 は、図 2 0 に示したような流れに沿って、この G 段差を補正して、補正された画素値を出力するようになっている。

すなわち、段差補正回路 4 3 は、図 2 0 に示す処理を開始すると、まず、読み出した近傍ブロックの中心画素が G_r または G_b の何れかであるか否かを判断する (ステップ S 1 0 1)。

ここで、中心画素が G_r または G_b の何れかである場合には、平均計算回路 5 2 が、次の数式 1 5 に示すように、図 2 1 に示すような画素配列の 4 隅に位置する G 画素 $G_0 \sim G_3$ の平均値 A_g (特徴量) を算出して、段差量推定回路 5 3 へ出力する。

[数式 1 5]

$$A_g = (G_0 + G_1 + G_2 + G_3) / 4$$

段差量推定回路 5 3 は、上記平均計算回路 5 2 により算出された平均値 A_g と、近傍ブロックの中心画素 G_4 の値との差を、次の数式 1 6 に示すように感度差の量たる段差量 d

として算出し、算出した段差量 d を補正量算出回路 54 へ出力する（ステップ S102）。

[数式 16]

$$d = A_g - G_4$$

補正量算出回路 54 は、まず、近傍ブロックに含まれる R 画素の平均値 R' （特徴量）と B 画素の平均値 B' （特徴量）とを算出する。そして、補正量算出回路 54 は、これらの平均値 R' 、 B' をインデックスにして、該補正量算出回路 54 の内部 ROM に記憶されている予測テーブル（ルックアップテーブル：LUT）を参照することにより、適切な段差補正を行うための補正量の閾値 F （感度差の量）を求める（ステップ S103）。なお、上記予測テーブルは、種々の照明条件で種々の被写体を撮影した際の、 G_r 画素と G_b 画素との間に生じた段差量の上限值と、周囲の R 画素値および B 画素値と、の関係を予め整理して作成されたものである。

次に、補正量算出回路 54 は、上述したように算出した補正量の閾値 F と、上記段差量推定回路 53 により推定された段差量 d と、に基づいて、 G 段差を実際に補正するために適切な補正量 Δ （感度差補正量）を算出する（ステップ S104）。この算出も、該補正量算出回路 54 の内部 ROM に記憶されているテーブルを参照することにより、行うようになっている。この内部 ROM に記憶されているテーブルは、例えば、図 22 に示すような関数 f （所定の関数）を離散近似して作成されたテーブルとなっている。この関数 $f(x; p)$ は、 p をパラメータとする独立変数 x の関数であり、 $|x|$ が p 以下のときに $f(x; p) = x$ 、 $|x|$ が αp （閾値）以上のときに 0 となるような関数である。なお、 $|x|$ が p よりも大きく、 αp （閾値）よりも小さいときには、これらを連続に結ぶ（例えば直線で結ぶ）ような関数形状となっている。ここに、 $|x|$ は x の絶対値を示し、 α は予め定められた 1 以上の定数となっている。補正量算出回路 54 は、このような関数 f に対応するテーブルを $x = d$ 、 $p = F$ として参照することにより、実質的に $\Delta = f(d; F)$ として補正量 Δ を求め、求めた補正量 Δ を上記補正回路 51 へ出力する。

続いて、補正回路 51 は、次の数式 17 に示すように、上記補正量算出回路 54 から得られた補正量 Δ の半分を、中央画素値 G_4 から減算して最終的な段差補正值 G_4' を算出し、

[数式 17]

$$G_4' = G_4 - \Delta / 2$$

その後、この値 G_4' を中央画素値として、上記ノイズ低減回路44へ出力する（ステップS105）。

仮に、被写体が平坦な場合で、図21に示したブロックにおける近傍 $G_0 \sim G_3$ が同じ値 V_1 をとるものとし、中央画素 G_4 が値 V_2 をとるとすると、上記ステップS102により算出される段差量 d は $V_2 - V_1$ となる。この $V_2 - V_1$ の絶対値がステップS103で計算される閾値 F 以下である場合には、上記ステップS105により算出される補正量 Δ は $V_2 - V_1$ に一致する。従って、ステップS105で算出される G_4' の値は、 $V_2 - (V_2 - V_1) / 2 = (V_1 + V_2) / 2$ となる。このように、段差量が閾値 F よりも小さい場合には、補正結果は G_r 画素の画素値と G_b 画素の画素値との平均値に近付くように補正されるのが、本実施例における G 段差補正処理の特徴となっている。

また、上記ステップS101において、中心画素が G_r と G_b との何れでもないと判断された場合には、中央画素の画素値をそのままノイズ低減回路44へ出力する（ステップS106）。

こうして、上記ステップS105またはステップS106の処理が行われたところで、この G 段差補正の処理を終了する。

段差補正回路43により上述したような処理が行われると、ノイズ低減回路44には、単板画像バッファ4の各画素に対して G 段差補正を行った後の画素値が順次入力される。ノイズ低減回路44は、単板ベイヤー配列CCD3の特性に起因するノイズ低減処理を行って、結果をWB補正回路6へ出力する。

その後の処理は、上述した実施例1と同様である。

なお、本実施例は、多くの変形例が考えられる。例えば、WB補正回路6やノイズ低減回路44と段差補正回路43の処理の順番は、上述したものに限られるものではなく、任意の順番となるように変更することが可能である。

また、回路を単純化するための変形例としては、段差補正回路43による処理ステップS103において、閾値 F を、近傍画素の特徴量に基づいて予測する代わりに、固定値にすることが考えられる。この場合には、補正量算出回路54の内部ROMには、テーブルの代わりに、固定値が記憶されることになる。単板ベイヤー配列CCD3の特性によっては、このような手段を用いても実用可能範囲内となる。

あるいは、段差補正回路43を、図23に示すように構成しても良い。この図23に示す構成例では、段差補正回路43は、補正回路51と、組み合わせ平均計算回路56と、

差分選択回路 57 と、補正量算出回路 54 と、を有して構成されている。つまり、この図 23 に示す構成は、上記図 18 に示した構成における平均計算回路 52 および段差量推定回路 53 に代えて、組み合わせ平均計算回路 56 および差分選択回路 57 を設けた構成になっている。

上記組み合わせ平均計算回路 56 は、 3×3 近傍に含まれる G 画素のペアの特定の組み合わせを選択するセクタと、このセクタにより順次選択される各ペアの平均を算出する回路と、を備えて構成されている。この組み合わせ平均計算回路 56 により選択される組み合わせペアとその平均値とは、例えば図 24 に示すような $A_0 \sim A_5$ (特徴量)、つまり、次の数式 18 に示すような $A_0 \sim A_5$ 、

[数式 18]

$$A_0 = (G_0 + G_1) / 2$$

$$A_1 = (G_0 + G_2) / 2$$

$$A_2 = (G_1 + G_3) / 2$$

$$A_3 = (G_2 + G_3) / 2$$

$$A_4 = (G_1 + G_2) / 2$$

$$A_5 = (G_0 + G_3) / 2$$

となる。こうして組み合わせ平均計算回路 56 により算出された各平均値 $A_0 \sim A_5$ は、差分選択回路 57 へ出力される。

差分選択回路 57 は、組み合わせ平均計算回路 56 から受け取った各平均値 $A_0 \sim A_5$ と中心画素値 G_4 との差 $D_i = G_4 - A_i$ (i は 0 から 5 までの整数) をそれぞれ計算して、これらの中から絶対値が最小となる D_i を、上記図 20 のステップ S102 における段差量 d に相当する量として、補正量算出回路 54 へ出力する。その後の補正量算出回路 54 の処理および補正回路 51 の処理は、上述と同様である。

なお、上述では、画像処理装置であるデジタルカメラ 41 の内部のハードウェア (回路等) により処理を行うようにしているが、このような処理を、PC (パーソナルコンピュータ) 等のコンピュータ上で画像処理プログラムにより行うようにすることも可能である。

このソフトウェアは、単板ベイヤー配列 CCD 3 からのアナログ出力をデジタル信号に変換して得られた RAW データファイルに対して、現像処理を行うものとなっている。

以下では、図 25 のフローチャートの各ステップについて説明する。この図 25 は、ソ

フト処理の流れを示したものである。

なお、この処理を行うに当たって、例えばPCのメモリ領域に、作業用の記憶領域として、第1バッファと第2バッファとが確保されているものとする。

この処理を開始すると、まず、RAWデータファイルから、単板状態の画像データを読み込んで、第1バッファに2次元配列として格納する（ステップS111）。

次に、第1バッファをまず行方向にスキャンし、次に列方向にスキャンすることにより、画像データ内に未処理画素が存在するか否かを判断する（ステップS112）。

ここで、未処理画素がある場合には、選択した未処理画素の近傍3×3ブロックを第1バッファから読み出して（ステップS113）、上記図20に示したような段差補正処理を行う（ステップS114）。

そして、段差補正結果を、第1バッファとは別に確保された第2バッファ内の未処理画素に対応するアドレスに書き込んでから（ステップS115）、上記ステップS112へ戻って次の未処理画素に対する判断を行う。

一方、上記ステップS112において、第1バッファ内に未処理画素がないと判断された場合には、第2バッファの画像に対してノイズ低減処理を行い、その処理結果を第1バッファへ出力する（ステップS116）。

次に、この第1バッファの画像に対して、ホワイトバランス（WB）を補正する処理を行って、その結果を再び第1バッファへ出力する（ステップS117）。

さらに、第1バッファの画像に対して、欠落色成分の補間処理を行い、その結果を第2バッファへ出力する（ステップS118）。

続いて、第2バッファの画像に対して、エッジ強調などの画質調整処理を行って、その結果を第1バッファへ出力する（ステップS119）。

そして、第1バッファの画像を、指定されたファイルへ出力して（ステップS120）、この処理を終了する。

このような実施例4によれば、上述した実施例1～3とほぼ同様に、同種の色成分が得られる画素間の感度の相違を、欠落画素の補間処理を行う前に、補正するようにしたために、欠落画素の補間を感度の相違の影響を低減した状態で良好に行うことができる。

また、注目画素と、該注目画素と同種の色成分の画素と、の感度差がどの程度あるのかを推定するようにしたために、感度差に応じた最適な感度補正を行うことができる。このとき、感度差がどの程度あるのかを、注目画素近傍のデータから抽出した特徴量に基づい

て推定するようにしたために、感度差に応じた最適な感度補正を行うことができる。

そして、特徴量と感度差の量との対応関係を予め調査してテーブル化しておくようにしたために、高精度な感度補正を高速に行うことが可能となる。

さらに、感度差の量から所定の関数により感度差補正量を算出して、算出した感度差補正量を注目画素の画素値に加算して感度補正を行うようにしたために、回路構成が簡単になり、かつボケをあまり生じることなく感度補正を行うことができる。

このとき、感度差の量の絶対値がある閾値以上の場合に0となるような関数を用いて感度差補正量を算出するようにしているために、非常に大きな感度差の推定値が得られた場合に、補正を中止することができる。これにより、そのまま補正してエッジがぼけてしまうのを適切に防止することができる。

また、特徴量を、注目画素と異なる種類の色成分の画素の画素値から計算するようにしたために、注目している色成分以外の色成分の要因で感度差が生じる場合にも対応することが可能となる。

さらに、注目画素と同種の色成分の画素の画素値のN個の平均値を計算して特徴量とし、N個の特徴量と注目画素の画素値との差の絶対値が最小となる差を感度差の量とするようにしたために、より高精度に感度差の量を推定することができる。

【実施例5】

図26から図31は本発明の実施例5を示したものであり、図26はデジタルカメラの構成を示すブロック図、図27は段差平滑化回路の一構成例を示すブロック図、図28は段差平滑化回路の処理を示すフローチャート、図29は係数混合比 α を算出するための関数の例を示す線図、図30は係数設定回路により設定されるフィルタ係数の周波数特性を説明するための図、図31は段差平滑化回路の他の構成例を示すブロック図である。

この実施例5において、上述の実施例1～4と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

この実施例5は、上述した実施例1と同様に、画像処理装置をデジタルカメラに適用したものである。

この実施例5のデジタルカメラ61は、図26に示すように、上記実施例4のデジタルカメラ41に対して、段差補正回路43に代えて段差平滑化回路62を設けたものとなっている。そして、この段差平滑化回路62は、上記制御回路11により制御されるようになっている。

上記段差平滑化回路 6 2 は、より詳しくは図 2 7 に示すように、フィルタ回路 7 1 と、補正量算出回路 7 2 と、係数設定回路 7 3 と、を有して構成されている。

上記補正量算出回路 7 2 は、上記単板画像バッファ 4 から 7×7 画素のブロック単位で読み出した画像データの中心 3×3 画素に対して、R 画素の平均値 R' （特徴量）と B 画素の平均値 B' （特徴量）とを算出し、さらに、これらの特徴量から該補正量算出回路 7 2 の内部 ROM に記憶されたテーブルを参照して適切な段差補正量の閾値 F （感度差の量）を求め、この閾値 F の関数として係数混合比 α を算出するものである。

上記係数設定回路 7 3 は、上記補正量算出回路 7 2 により算出された係数混合比 α に基づいて、上記フィルタ回路 7 1 で行う計算に用いるフィルタ係数を算出するものである。

上記フィルタ回路 7 1 は、上記係数設定回路 7 3 により算出されたフィルタ係数を用いて、上記単板画像バッファ 4 から読み出した画像データに所定の演算を行い、G 段差の平滑化を行うものである。

このような段差平滑化回路 6 2 の処理について、図 2 8 を参照して説明する。なお、この図 2 8 において、上記実施例 4 の図 2 0 と同様の処理を行う部分については、同一の符号を付している。また、この段差平滑化回路 6 2 は、上述したように、単板画像バッファ 4 の各画素毎に、近傍 7×7 サイズのブロック領域を読み出して、以下に示すような処理を行うようになっている。

この処理を開始すると、まず、上記ステップ S 1 0 1 の処理を行って、中心画素が G_r または G_b であるか否かを確認する。

ここで、中心画素が G_r または G_b である場合には、補正量算出回路 7 2 は、まず、近傍ブロック内の中心 3×3 画素に含まれる R 画素の平均値 R' と B 画素の平均値 B' とを算出する。そして、補正量算出回路 7 2 は、算出した平均値 R' 、 B' をインデックスにして、内部 ROM に記憶している予測テーブルを参照し、適切な段差補正量の閾値 F を求める（ステップ S 1 3 1）。この予測テーブルは、上記実施例 4 の図 2 0 のステップ S 1 0 3 において説明した予測テーブルと同一である。

次に、補正量算出回路 7 2 は、後段のフィルタ回路 7 1 で適用されるフィルタを決定するための係数混合比 α を、段差補正量の閾値 F の関数として算出する（ステップ S 1 3 2）。好ましい関数の一例としては、 F が 0 のときに α が 1、 F がある値 T 以上で α が 0 となる図 2 9 に示すようなものを挙げることができる。なお、係数混合比の意味については、後で説明する。

続いて、係数設定回路 7 3 は、補正量算出回路 7 2 により算出された係数混合比 α に基づいて、フィルタ回路 7 1 により行う計算に用いるフィルタ係数を算出する。つまり、フィルタ回路 7 1 は、単板画像バッファ 4 から読み出した 7×7 近傍ブロックに対して、まず G 成分の得られていない位置のデータを 0 にセットした上で線形フィルタリングを行うが、このときのフィルタ係数として、該係数設定回路 7 3 から出力された値を用いるようになっている。

係数設定回路 7 3 は、フィルタ回路 7 1 で用いるフィルタ係数を設定するために、予め内部に、2 種類の 7×7 フィルタの係数を保持している。2 種類のフィルタ係数の内の 1 つは、係数 $P_{i,j}$ (i, j は各々 1 から 7 までの整数) である。この係数 $P_{i,j}$ は、フィルタの中心に当たる $P_{4,4}$ のみが 1 であり、その他は 0 の値をとる係数となっている。また、2 種類のフィルタ係数の内の他の 1 つは、係数 $Q_{i,j}$ (i, j は各々 1 から 7 までの整数) である。この係数 $Q_{i,j}$ は、総和が 2 であって、かつ、その水平方向または垂直方向の特性が、図 30 において実線で示す曲線 L0 のように、ナイキスト周波数で 0 となるように設定された係数となっている。

従って、係数 $P_{i,j}$ を用いて、単板画像バッファ 4 から読み出した 7×7 近傍をフィルタリングした場合には、フィルタ回路 7 1 から出力されるのは、何の補正もされない中央画素の値である。

一方、係数 $Q_{i,j}$ を用いて、単板画像バッファ 4 から読み出した 7×7 近傍をフィルタリングした場合には、ナイキスト周波数付近の周波数成分だけを急に落とし、その他の周波数成分にはあまり影響を与えないような平滑化がなされる。G r 画素と G b 画素とに段差が生じている場合は、その影響が主にナイキスト周波数付近に現れる。そのために、フィルタリングを行った結果、段差の影響は平滑化されて取り除かれるが、エッジ部のボケはあまり生じていないような中央画素の G 成分値が得られる。

係数設定回路 7 3 は、上述したような係数 $P_{i,j}$ と係数 $Q_{i,j}$ とを、上記補正量算出回路 7 2 から取得した係数混合比 α を用いて数式 19 に示すように混合することにより、新たなフィルタ係数 $C_{i,j}$ を生成して、フィルタ回路 7 1 へ出力する (ステップ S 133)。

[数式 19]

$$C_{i,j} = \alpha \times P_{i,j} + (1 - \alpha) \times Q_{i,j}$$

この数式 19 と、図 29 に示したような係数混合比 α と、によれば、近傍ブロック内で

大きな段差が発生している場合には、この段差が取り除かれる係数 $Q_{i,j}$ に近い特性の図30の点線に示す曲線L1のようなフィルタ係数がフィルタ回路71へ出力される。一方、近傍ブロック内で段差がほとんど発生していない場合は、係数 $P_{i,j}$ に近い特性の図30の一点鎖線に示す曲線L2のようなフィルタ係数がフィルタ回路71へ出力される。このようなフィルタ係数の混合を行うことにより、帯域劣化と段差補正とが最適にバランスされた処理を常に行うことが可能となる。

フィルタ回路71は、上述したように、係数設定回路73から出力されたフィルタ係数 $C_{i,j}$ に基づいて、近傍ブロックに対して線形フィルタリングを行う。具体的には、次のような処理を行う。ここに、 7×7 近傍ブロックの左上隅の座標を(1, 1)としたときの位置(i, j) (i, jは1から7までの整数)における画素値を $x_{i,j}$ とする。まず、G成分が得られていない位置における画素値 $x_{i,j}$ を0にセットする。その後、次のような数式20を用いて、フィルタリング結果 v を計算する。

[数式20]

$$V = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^7 C_{ij} \times x_{ij}$$

こうしてフィルタ回路71により計算されたフィルタリング結果 v が、ノイズ低減回路44へ出力される。

なお、この実施例においても種々の変形を行うことが可能である。例えば、係数を混合した後に、混合された係数を用いてフィルタリングするのではなく、2種類の係数を用いてそれぞれフィルタリングを行い、フィルタリングされた結果を混合するようにして構わない。図31は、このような処理を行うための回路の構成例を示している。

すなわち、図31に示す段差平滑化回路62は、上記図27に示した段差平滑化回路62に対して、フィルタ回路71および係数設定回路73の代わりに、2つのフィルタ回路71a, 71bおよび混合回路75を設けたものであり、また、補正量算出回路72の出力は該混合回路75へ接続されている。

上記フィルタ回路71aは、上記係数 $P_{i,j}$ によるフィルタリングを行って、結果 $V1$ を出力するものである。

上記フィルタ回路71bは、上記係数 $Q_{i,j}$ によるフィルタリングを行って、結果 $V2$ を出力するものである。

混合回路75は、上記補正量算出回路72から係数混合比 α を受けて、上記フィルタ回

路 7 1 a からの出力 V 1 と上記フィルタ回路 7 1 b からの出力 V 2 とを用いて、以下のような数式 2 1 により最終結果 V 3 を算出し、算出した結果 V 3 を上記ノイズ低減回路 4 4 へ出力するものである。

[数式 2 1]

$$V 3 = \alpha \times V 1 + (1 - \alpha) \times V 2$$

また、図 2 7 に示した構成と、図 3 1 に示した構成と、の何れにおいても、混合するフィルタの数は 2 つに限るものではなく、3 つ以上であっても構わない。この場合には、補正量算出回路 7 2 は、複数の混合比を段差補正量の閾値 F の関数として算出する。

さらに簡単な回路としては、図 3 1 に示す構成において、混合回路の代わりに切換回路を設けて、係数混合比 α に応じてフィルタ回路 7 1 a とフィルタ回路 7 1 b との出力を切り換えるようにすることも可能である。

加えて、図 2 5 の処理において、ステップ S 1 1 4 の段差補正処理として、上記図 2 0 に示したような処理を行う代わりに、図 2 8 に示したような処理を行うことにより、本実施例に対応するソフトウェア処理を実現することが可能となる。

このような実施例 5 によれば、上述した実施例 4 とほぼ同様の効果を奏するとともに、感度差の量に基づいて設定したフィルタ係数により、注目画素と同種の色成分の画素に線形フィルタを適用するようにしたために、感度差補正量を画素値に加算する場合に比べて、感度差の推定を間違った場合であっても、より確実に感度差を補正することが可能となる。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明の画像処理装置、画像処理プログラムによれば、画素間の感度にばらつきがあったとしてもその影響を低減して高精度な補間処理を行うことが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理する画像処理装置であって、

同じ色成分が得られている画素の間の感度差を補正する感度補正手段と、

上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、

を具備したことを特徴とする画像処理装置。

2. 単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理する画像処理装置であって、

注目画素の所定の近傍において、指定された種類の色成分に対し、当該色成分が得られている画素の間の感度差の大小を判定する判定手段と、

上記注目画素において欠落する色成分を補う処理を行うものであって、該処理を行う際に、上記判定手段による判定結果に応じて処理内容を変更可能な補間手段と、

を具備したことを特徴とする画像処理装置。

3. 上記補間手段は、上記注目画素で得られている色成分に対して、上記近傍内で当該色成分が得られている画素の中から基準画素を定め、上記注目画素の当該色成分に対する感度を上記基準画素の当該色成分に対する感度に合わせた場合に上記注目画素がとるはずの当該色成分の画素値を補正值として計算し、上記判定手段により判定された感度差の大小に応じて、上記注目画素の当該色成分の画素値を、上記補正值に変更するものである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。

4. 上記補間手段は、上記所定の近傍内の画素値を重み付け平均する重付平均手段を有して構成されており、該重付平均手段は、上記判定手段の判定結果に応じて重みを変更し重み付け平均により注目画素の画素値を算出するものである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。

5. 上記重付平均手段は、上記重みを、上記判定手段において感度差が大きいと判定された種類の色成分が得られている画素に対して小さくなるように変更するものであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の画像処理装置。

6. 上記重付平均手段は、上記重みを、上記近傍内で同種の色成分が得られている画素間の画素値差分の関数式として計算するものであって、上記判定手段により特定の色成分に対して感度差が大きいと判定された場合には、該関数式を、当該色成分に関する上記画素値差分の影響が小さくなるように変更するものであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の画像処理装置。

7. 上記重付平均手段は、上記判定手段において感度差があると判定された種類の色成分が得られている画素に対して、上記重みが当該画素間で均等に近付くように変更するものであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の画像処理装置。

8. 上記判定手段は、上記注目画素の所定の近傍内の画素値から所定の特徴量を計算する特徴量計算手段を有して構成されており、該特徴量の大小に基づいて上記感度差の大小を判定するものである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。

9. 上記判定手段は、指定された色成分に関する上記特徴量と上記感度差の量とを対応付けたテーブルをさらに有して構成されており、該特徴量から該テーブルを参照することにより上記感度差の大小を判定するものであることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の画像処理装置。

10. 上記判定手段は、上記近傍内において、指定された色成分が得られている画素を所定の方法で分類し、各分類における画素値の平均値と変動量とに基づき、上記特徴量を計算するものであることを特徴とする請求の範囲第8項または請求の範囲第9項に記載の画像処理装置。

11. 上記判定手段は、上記近傍内において、指定された色成分が得られている画素の画素値の平均値と、指定された色成分と異なる所定の色成分が得られている画素の画素値の平均値と、に基づいて、上記特徴量を計算するものであることを特徴とする請求の範囲第8項または請求の範囲第9項に記載の画像処理装置。

12. 上記補間手段は、上記撮像系により得られる画像サイズを所定の縮小率で縮小したカラー画像を生成し得るように構成されたものであり、

上記判定手段は、該補間手段が縮小したカラー画像を生成する際には、該縮小率が所定の閾値以下である場合に、感度差の判定を行わないものである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。

13. 単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理す

る画像処理装置であって、

各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、

上記補間手段による結果に対して補正を行う補間後補正手段と、

を具備したことを特徴とする画像処理装置。

14. 上記補間後補正手段は、注目画素の画素値と該注目画素に係る所定の近傍画素の画素値との相関を計算して、相関の高い近傍画素の平均値に基づいて上記注目画素の画素値を補正するものであることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の画像処理装置。

15. 上記補間手段は、上記撮像系により得られる画像サイズを所定の縮小率で縮小したカラー画像を生成し得るように構成されたものであり、

上記補正後補正手段は、該補間手段が縮小したカラー画像を生成する際には、該縮小率が所定の閾値以下である場合に、補正を行わないものであることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の画像処理装置。

16. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

同じ色成分が得られている画素の間の感度差を補正する感度補正手段、

上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

17. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

注目画素の所定の近傍において、指定された種類の色成分に対し、当該色成分が得られている画素の間の感度差の大小を判定する判定手段、

上記注目画素において欠落する色成分を補う処理を行うものであって、該処理を行う際に、上記判定手段による判定結果に応じて処理内容を変更可能な補間手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

18. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によっ

て光学像を撮像することにより得られた、各画素につき 1 種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

各画素において欠落する色成分を補う補間手段、

上記補間手段による結果に対して補正を行う補間後補正手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

19. 上記感度補正手段は、注目画素の所定の近傍において、注目画素と、該注目画素で得られている色成分と同種の色成分が得られている画素と、の間の感度差の量を推定する推定手段を有して構成され、上記感度差の量に応じて感度補正を行うものである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。

20. 上記推定手段は、上記注目画素の所定の近傍内の画素値から所定の特徴量を計算する特徴計算手段を有して構成され、該特徴量に基づいて上記感度差の量を推定するものであることを特徴とする請求の範囲第 19 項に記載の画像処理装置。

21. 上記推定手段は、上記特徴量と上記感度差の量とを対応付けたテーブルをさらに有して構成され、上記特徴量から上記テーブルを参照することにより、上記感度差の量を推定するものであ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装置。

22. 上記特徴計算手段は、上記所定の近傍内で、上記注目画素で得られる色成分と異なる種類の色成分が得られている画素の画素値から、上記特徴量を計算するものであ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装置。

23. 上記特徴計算手段は、上記所定の近傍内で、上記注目画素で得られる色成分と同種の色成分が得られている画素の N 通り (N は 1 以上の整数) の組み合わせに対する N 個の平均値を計算して、これらの計算結果を上記特徴量とするものであ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装置。

24. 上記感度補正手段は、上記 N 個の平均値と上記注目画素の画素値との差 D_i (i は 1 から N までの整数) を求めて、これら N 個の差 D_i の内の絶対値が最小となる D_i を上記感度差の量とするものであ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装置。

25. 上記感度補正手段は、上記感度差の量から所定の関数により感度差補正量を算出して、算出した感度差補正量を上記注目画素の画素値に加算することにより、感度補正を行うものであることを特徴とする請求の範囲第 19 項に記載の画像処理装置。

26. 上記所定の関数は、上記感度差の量の絶対値がある閾値以上の場合に0となるような関数であることを特徴とする請求の範囲第25項に記載の画像処理装置。

27. 上記感度補正手段は、

上記感度差の量に基づいてフィルタ係数を設定する係数設定手段と、

上記近傍内で、上記注目画素で得られる色成分と同種の色成分が得られている画素に対して、上記フィルタ係数を用いた線形フィルタを適用することにより感度補正を行うフィルタ手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求の範囲第19項に記載の画像処理装置。

28. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

注目画素の所定の近傍において、注目画素と、該注目画素で得られている色成分と同種の色成分が得られている画素と、の間の感度差の量を推定する推定手段を有し、上記感度差の量に応じて感度補正を行う感度補正手段、

上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

29. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

注目画素の所定の近傍において、注目画素と、該注目画素で得られている色成分と同種の色成分が得られている画素と、の間の感度差の量を推定する推定手段を有し、上記感度差の量から所定の関数により感度差補正量を算出して、算出した感度差補正量を上記注目画素の画素値に加算することにより、感度補正を行う感度補正手段、

上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

30. コンピュータに、単板撮像系、二板撮像系、または三板画素ずらし撮像系によって光学像を撮像することにより得られた、各画素につき1種類以上の色成分が欠落している画像、を処理させるための画像処理プログラムであって、

該コンピュータを、

注目画素の所定の近傍において、注目画素と、該注目画素で得られている色成分と同種の色成分が得られている画素と、の間の感度差の量を推定する推定手段と、上記感度差の量に基づいてフィルタ係数を設定する係数設定手段と、上記近傍内で、上記注目画素で得られる色成分と同種の色成分が得られている画素に対して、上記フィルタ係数を用いた線形フィルタを適用することにより感度補正を行うフィルタ手段と、を有する感度補正手段

、
上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段、

として機能させることを特徴とする画像処理プログラム。

図 1

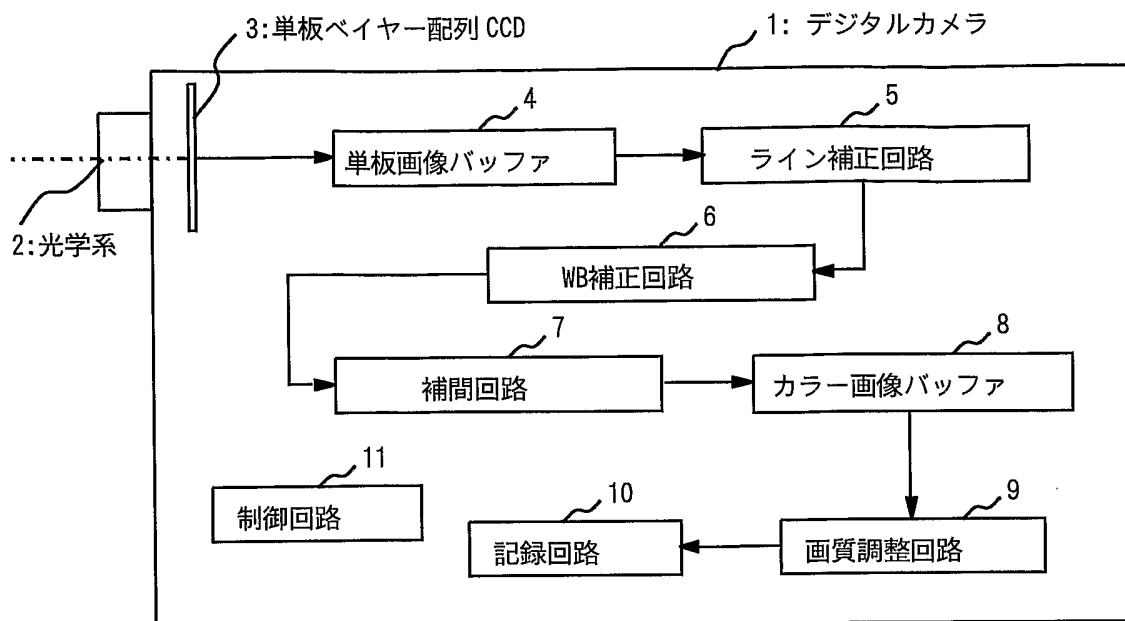


図 2

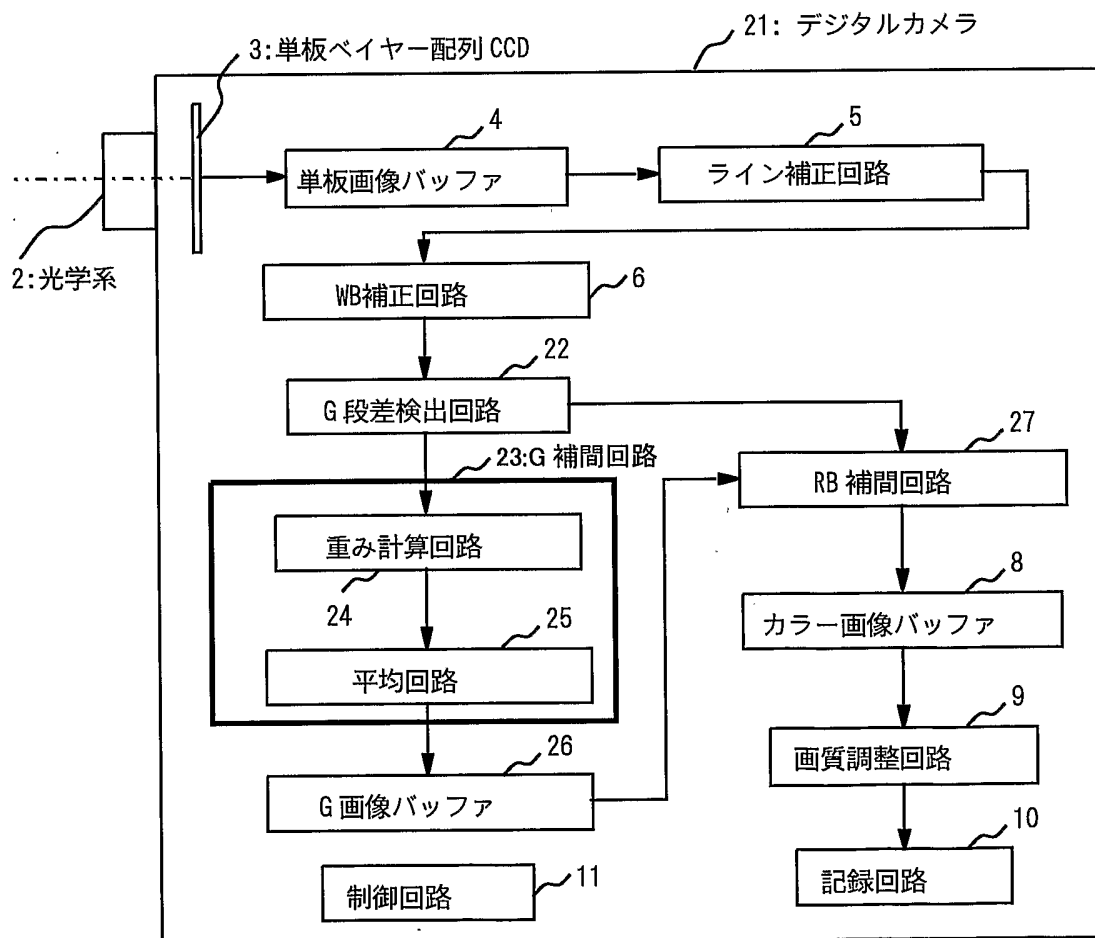


図 3

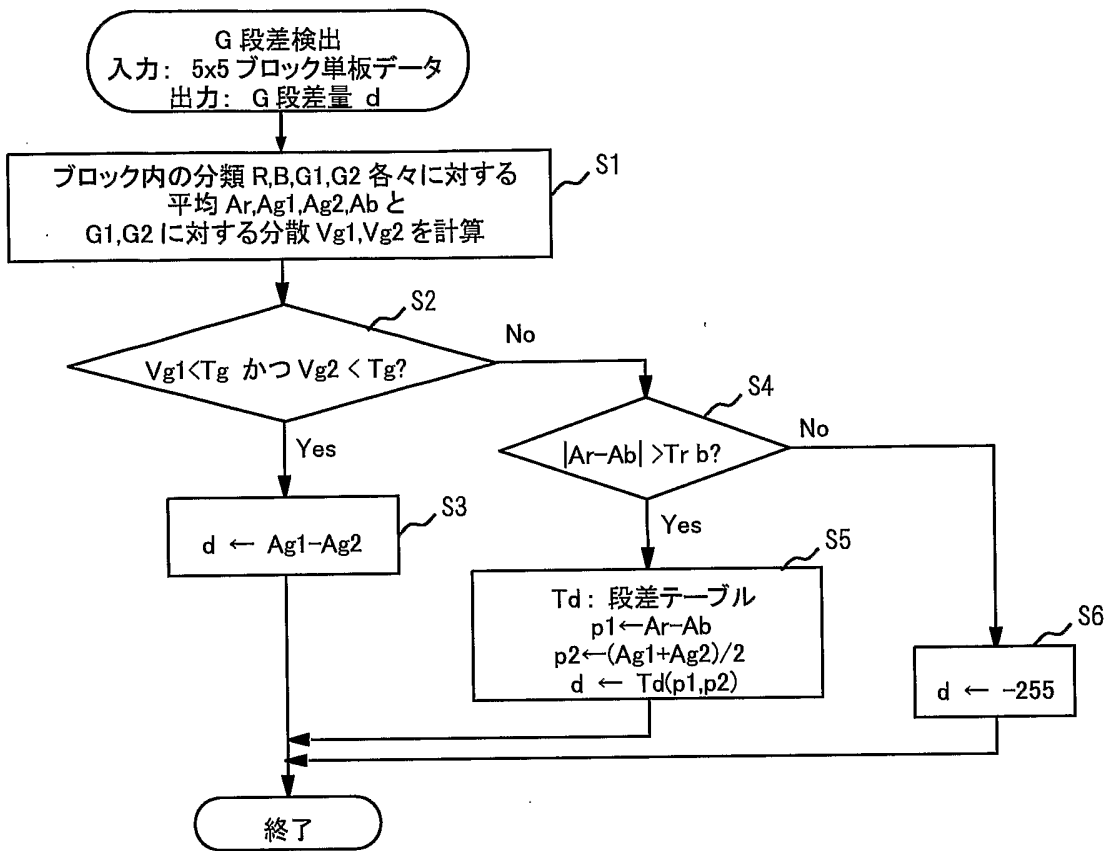


図 4

R	G1	R	G1	R
G2	B	G2	B	G2
R	G1	R	G1	R
G2	B	G2	B	G2
R	G1	R	G1	R

図 5

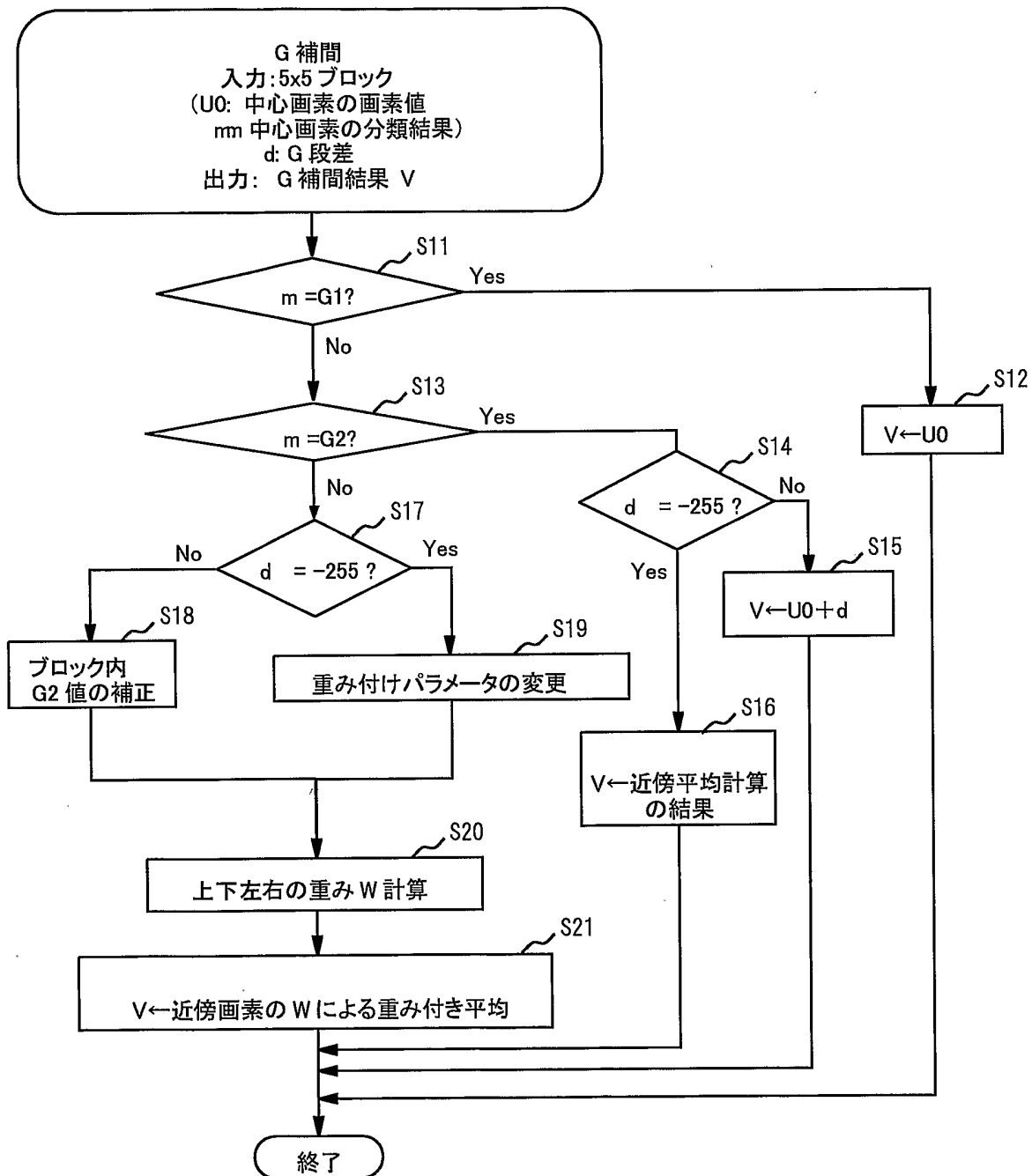


図 6

U1		U2
	U0	
U3		U4

図 7

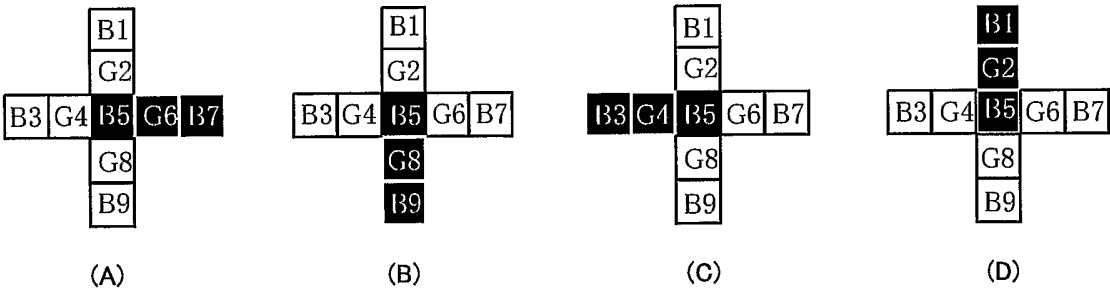


図 8

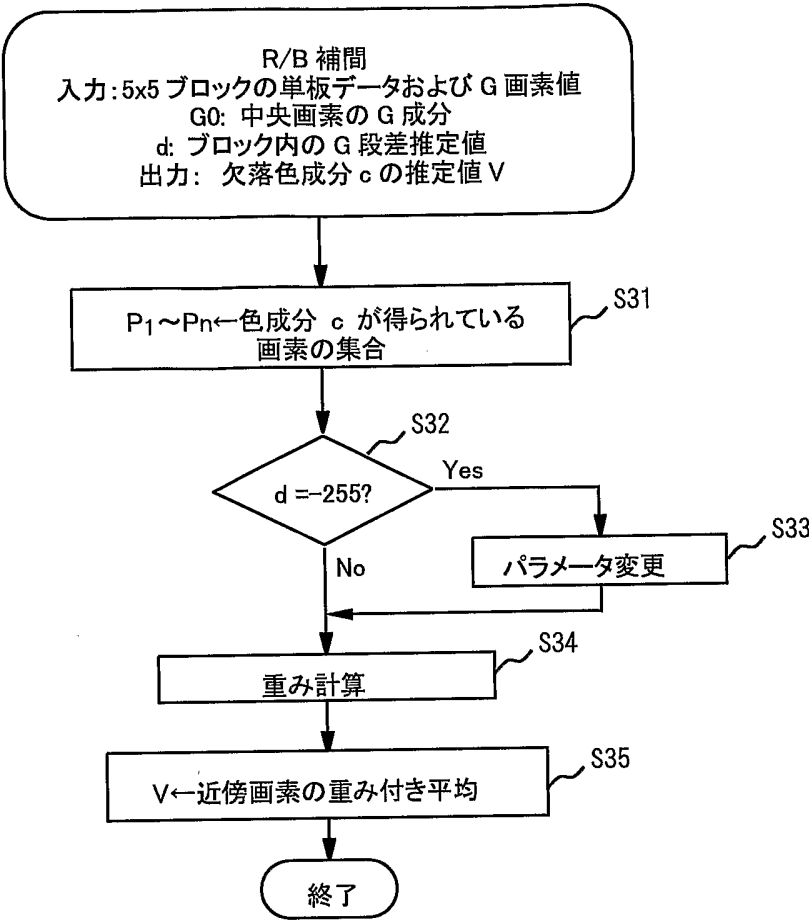


図 9

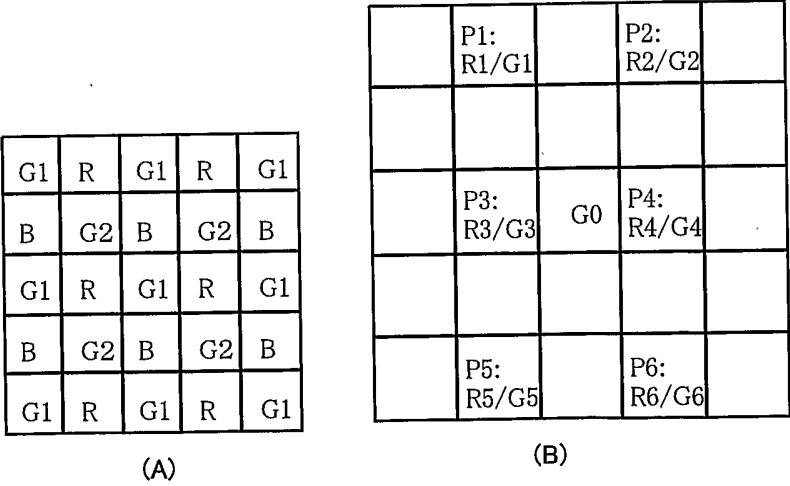


図 1 0

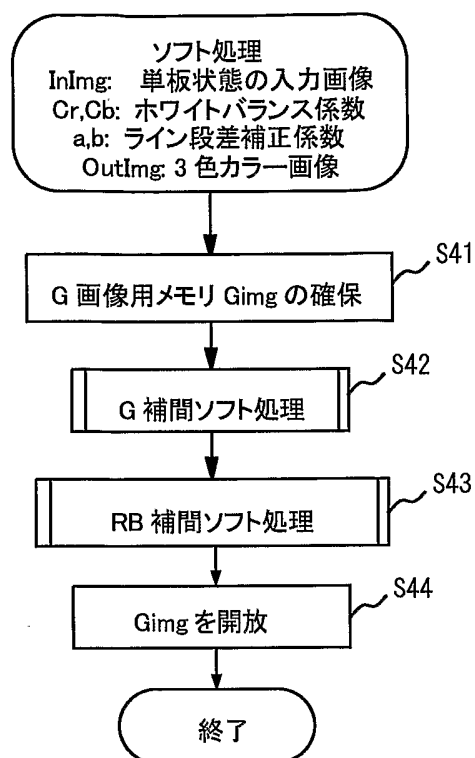


図 1 1

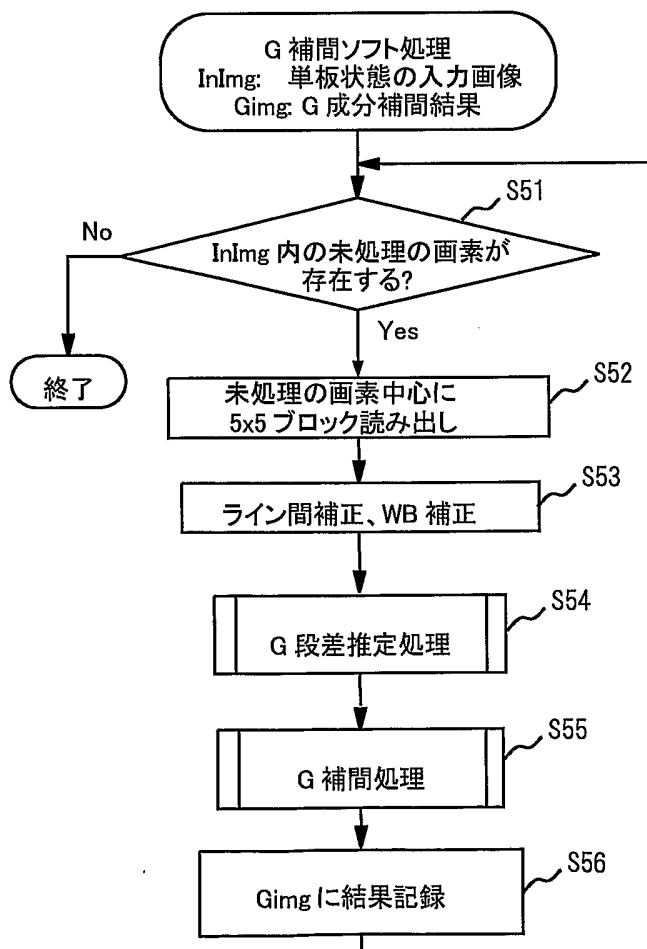


図 1 2

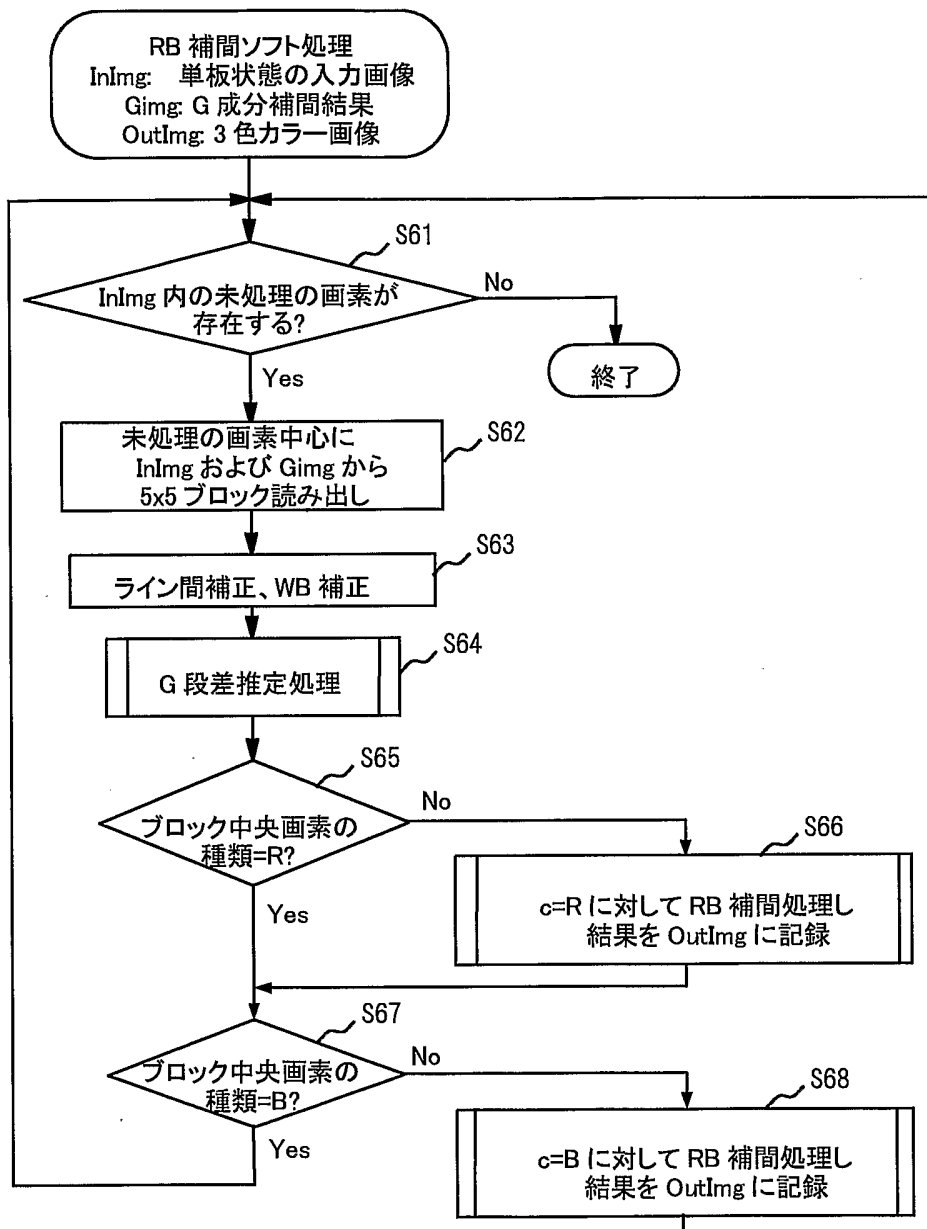


図 1 3

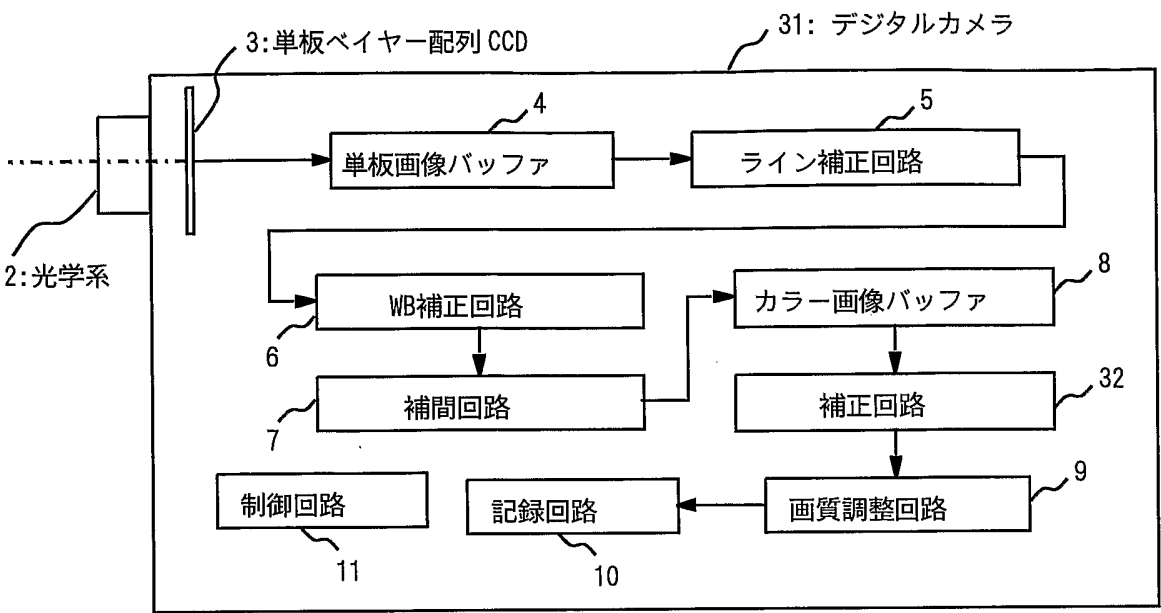


図 1 4

P1	P2	P3
P4	P0	P5
P6	P7	P8

図 1 5

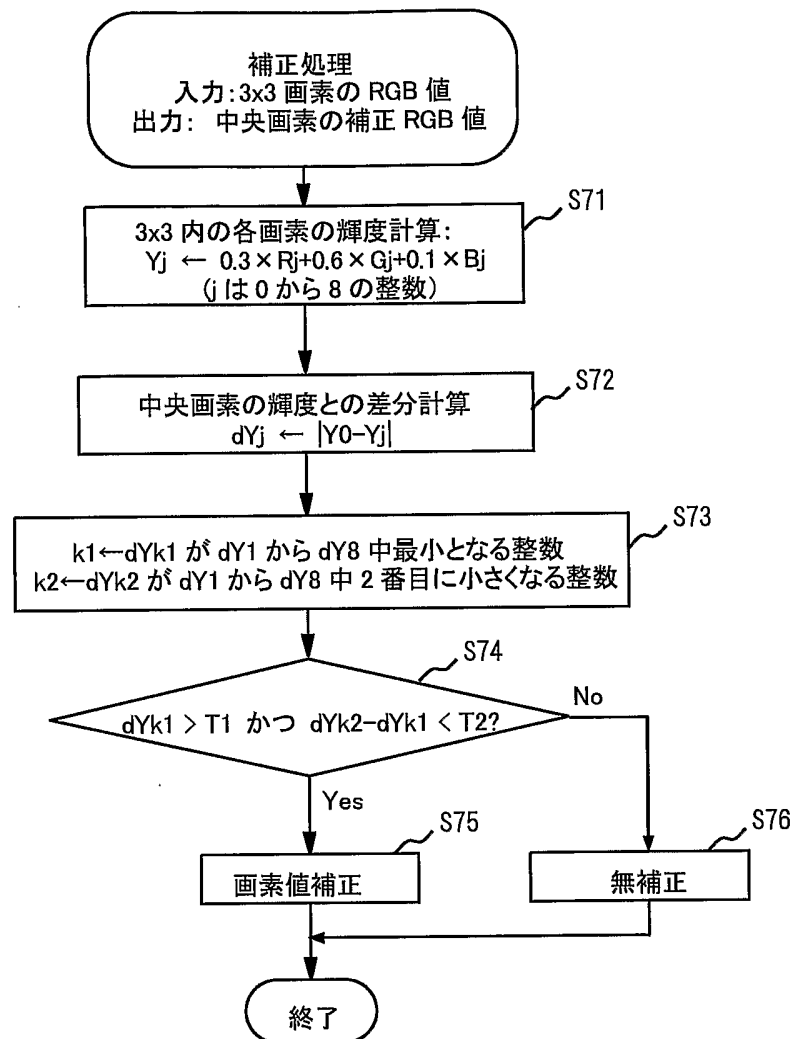


図 16

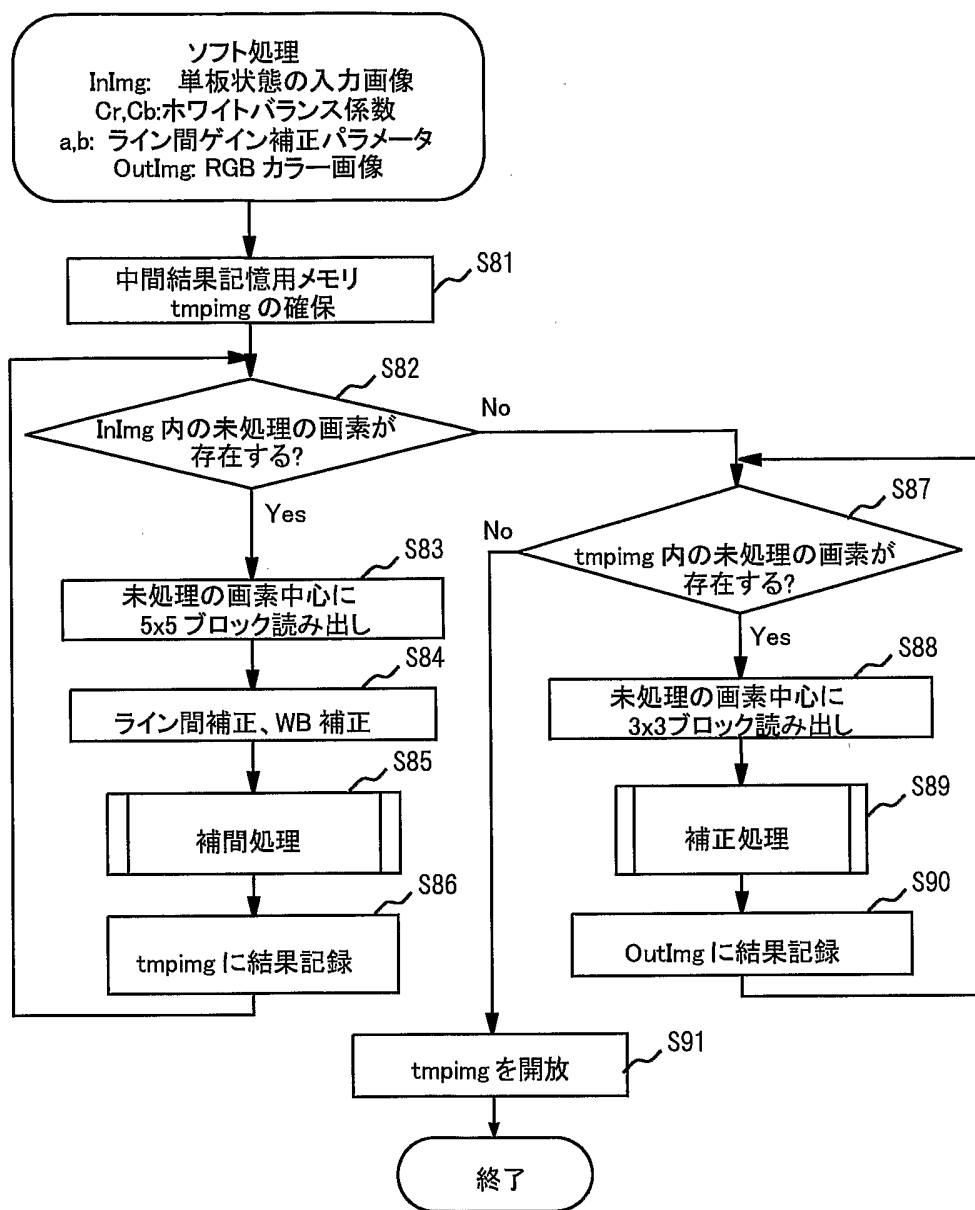


図 1 7

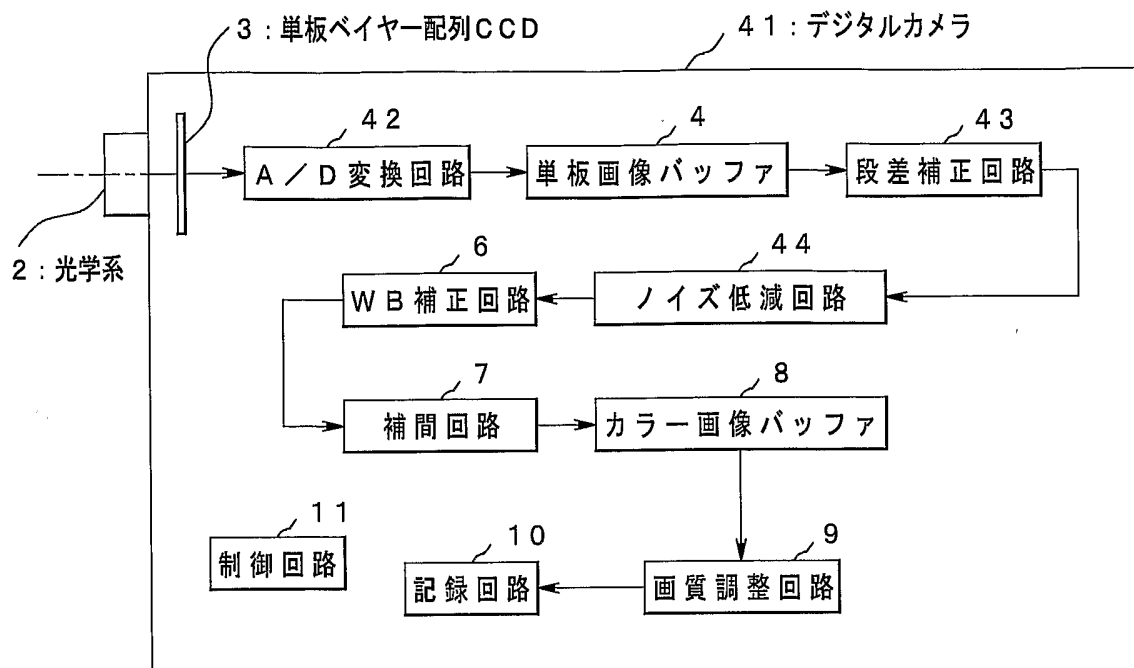


図 1 8

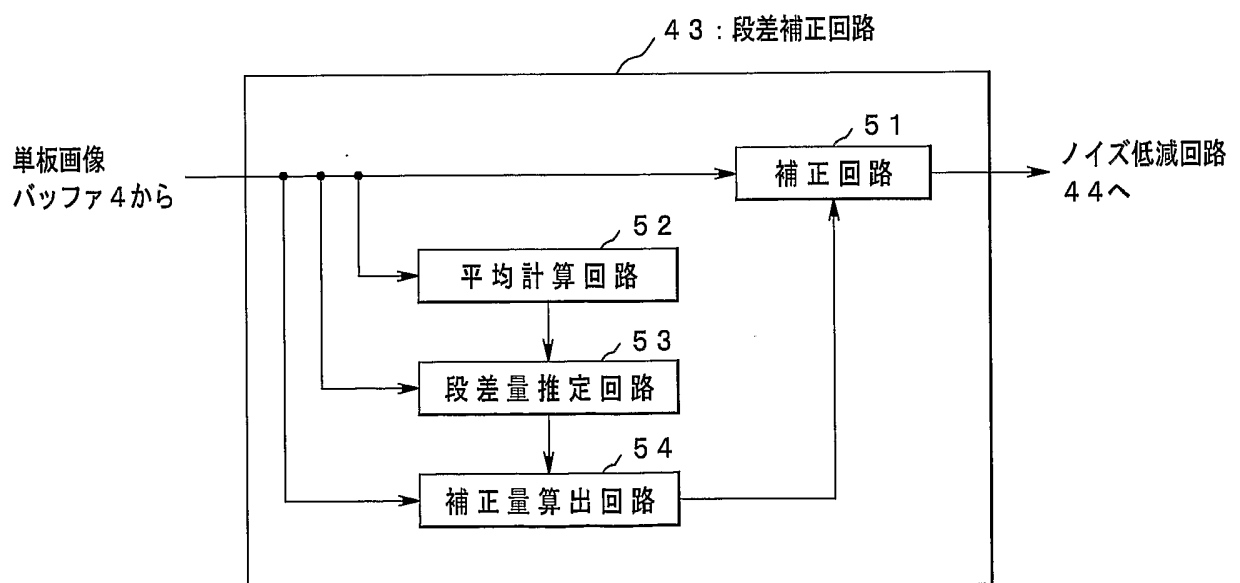


図 1 9

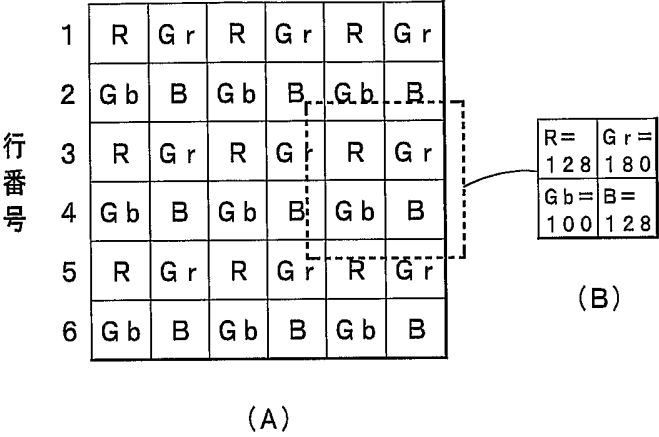


図 20

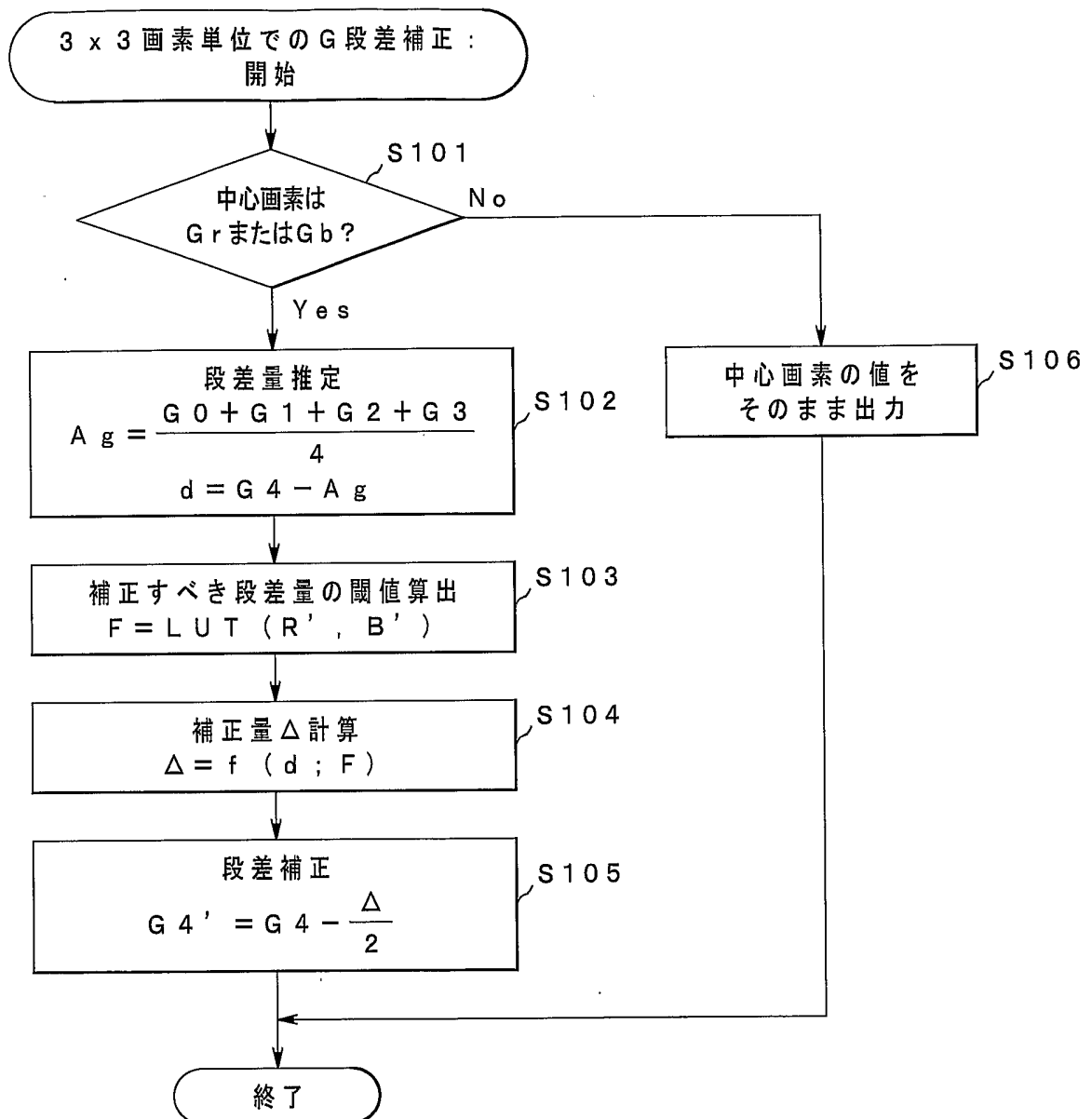


図 2 1

G 0	R	G 1
B	G 4	B
G 2	R	G 3

図 2 2

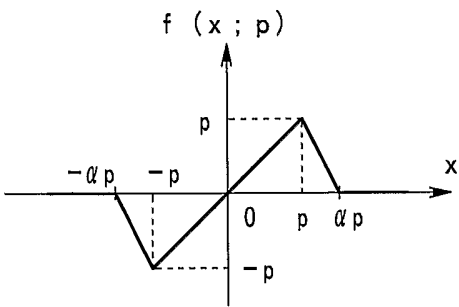


図 2 3

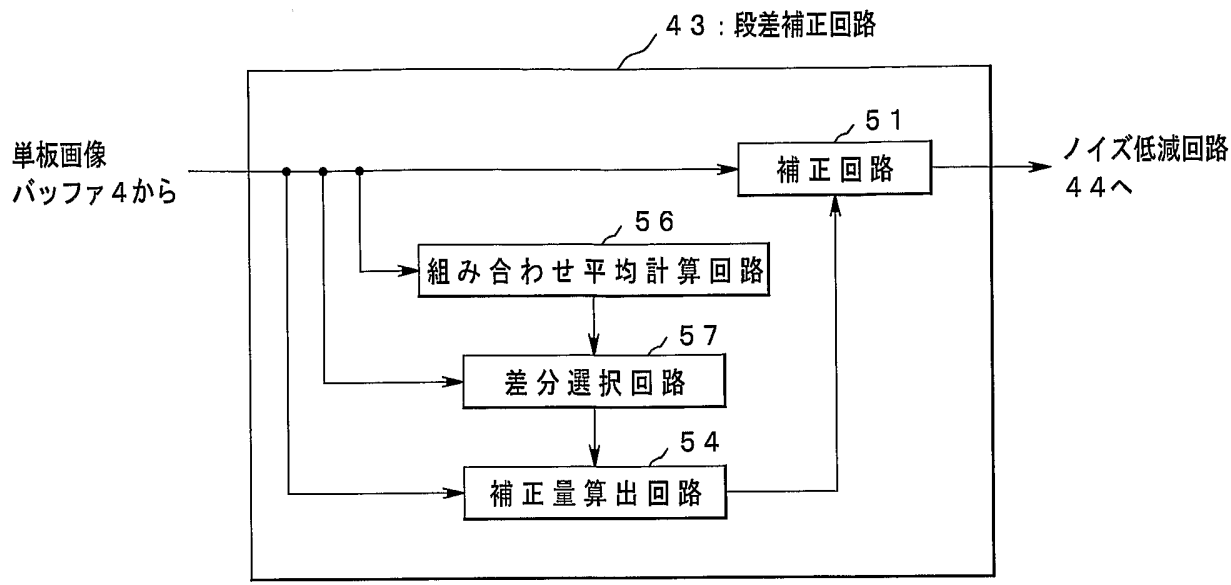


図 2 4

G 0	R	G 1
B	G 4	B
G 2	R	G 3

$$A 0 = \frac{(G 0 + G 1)}{2}$$
$$A 1 = \frac{(G 0 + G 2)}{2}$$
$$A 2 = \frac{(G 1 + G 3)}{2}$$
$$A 3 = \frac{(G 2 + G 3)}{2}$$
$$A 4 = \frac{(G 1 + G 2)}{2}$$
$$A 5 = \frac{(G 0 + G 3)}{2}$$

図 2 5

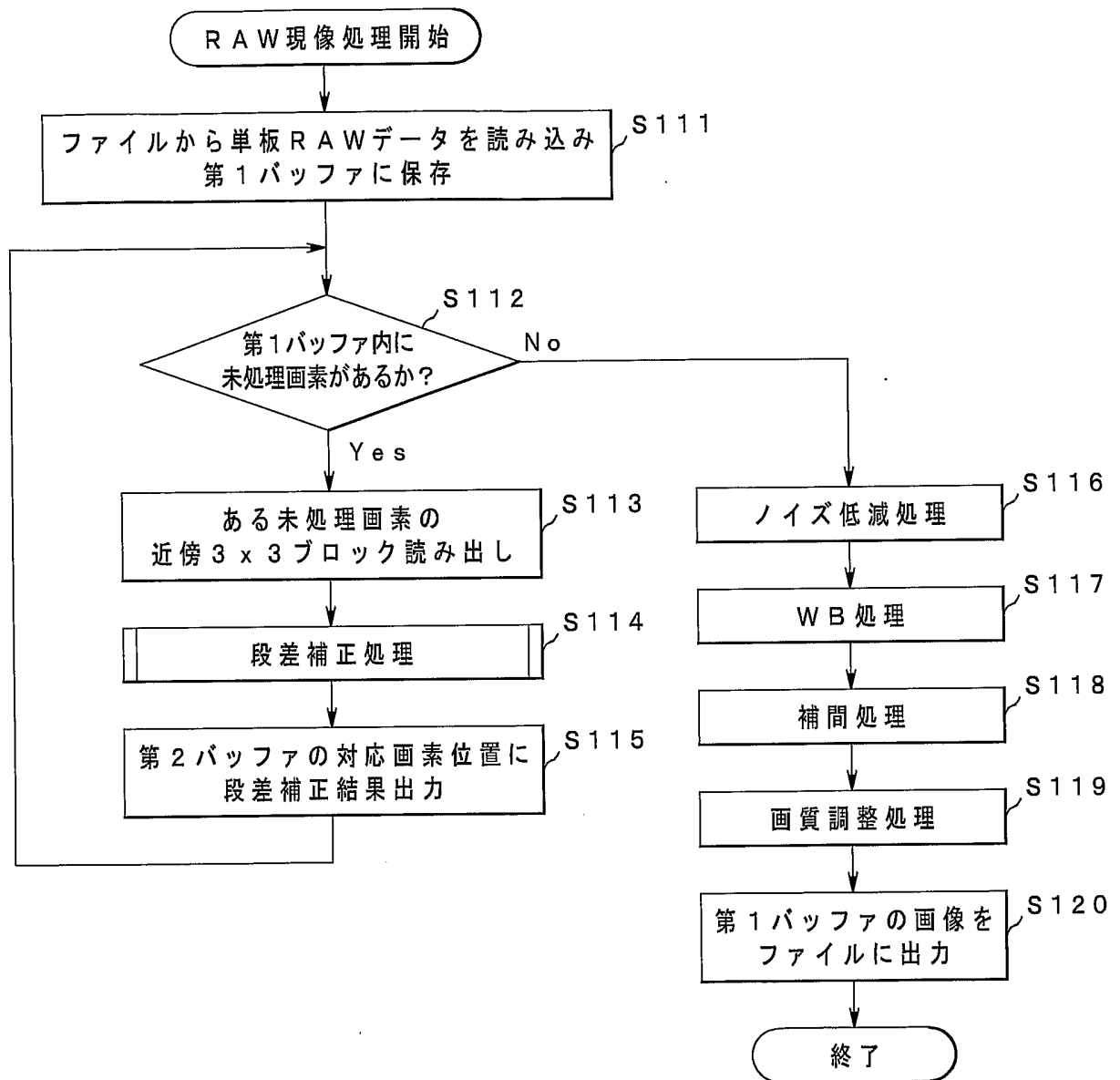


図 2 6

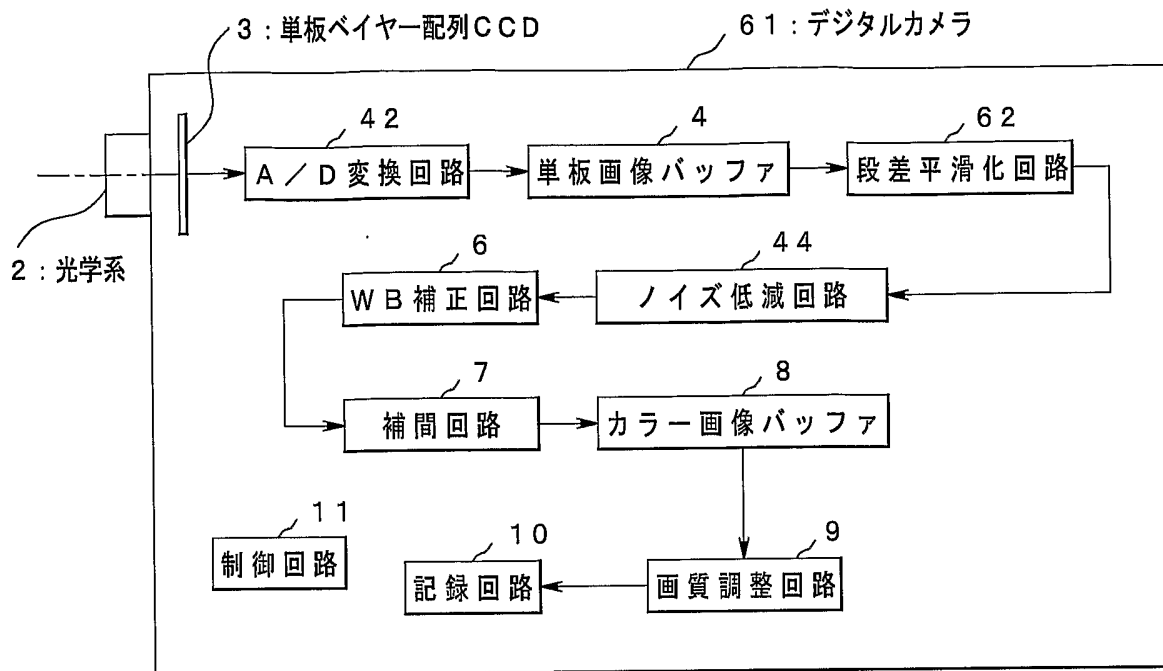


図 2 7

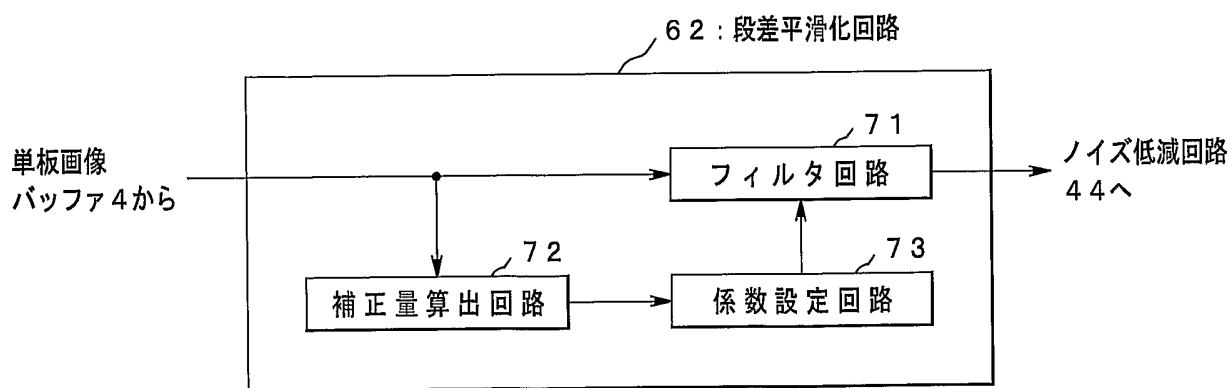


図 2 8

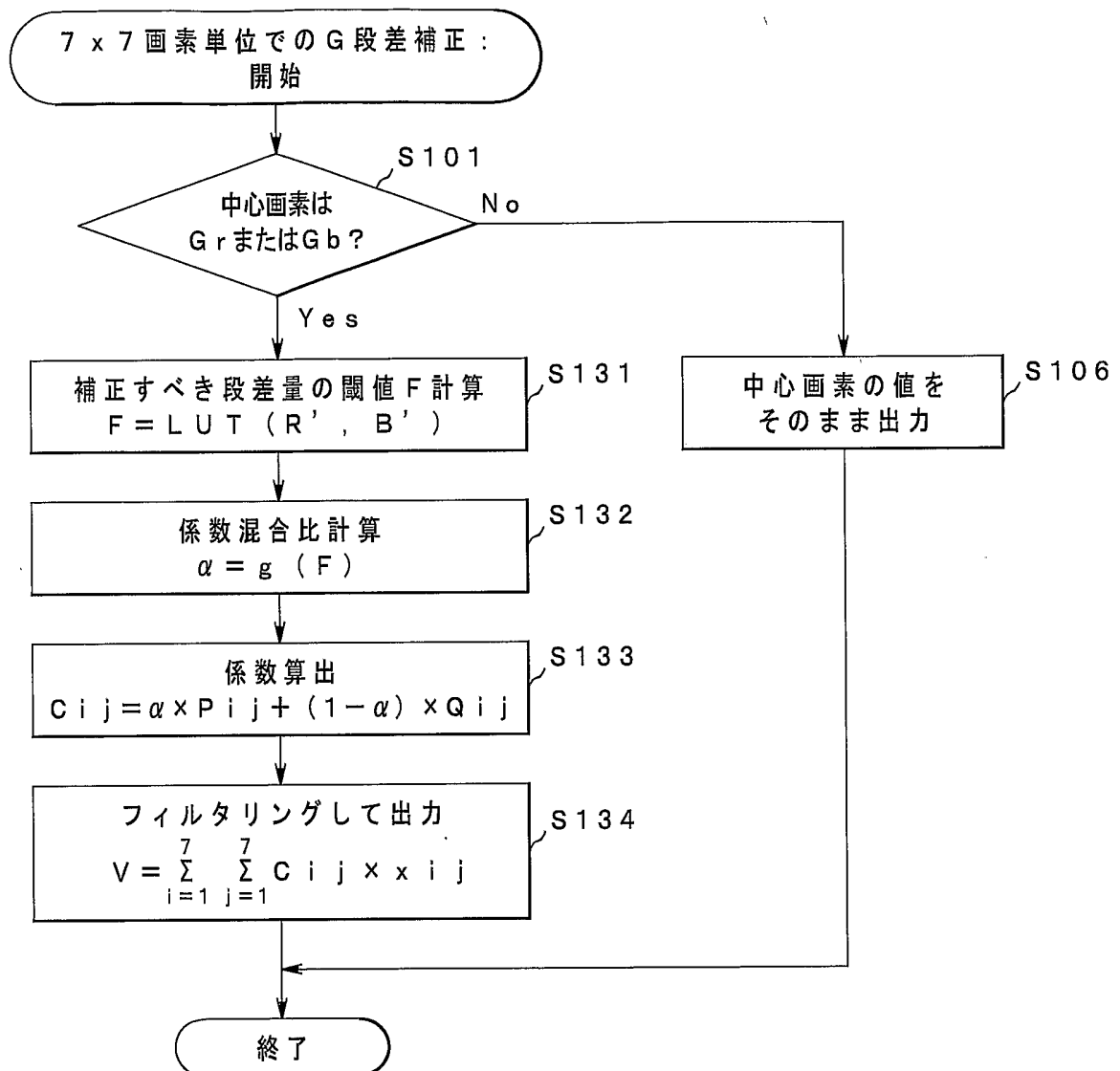


図 2 9

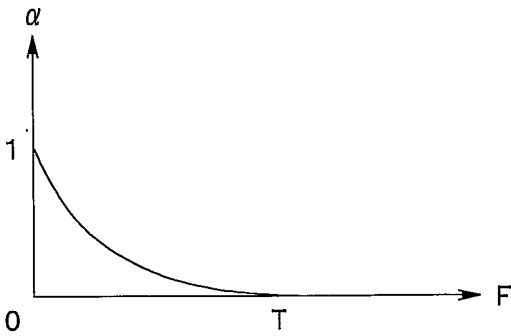


図 3 0

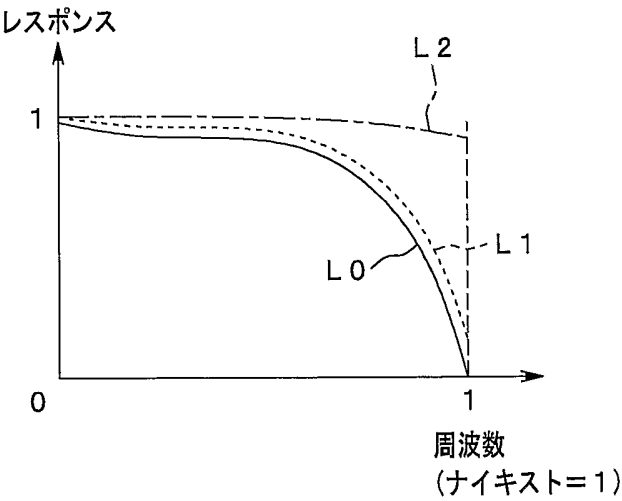


図 3 1

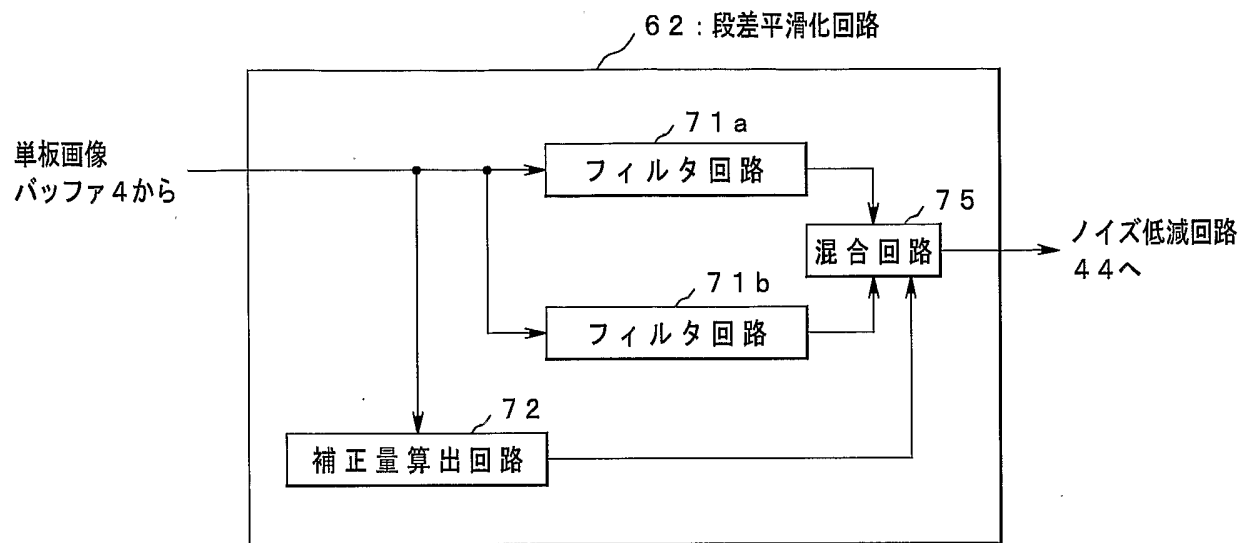


図 3 2

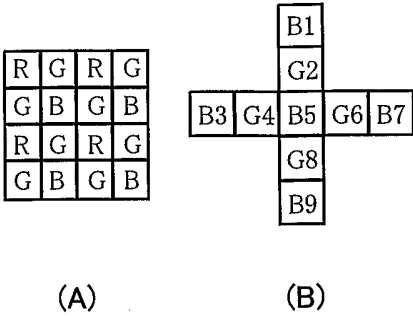
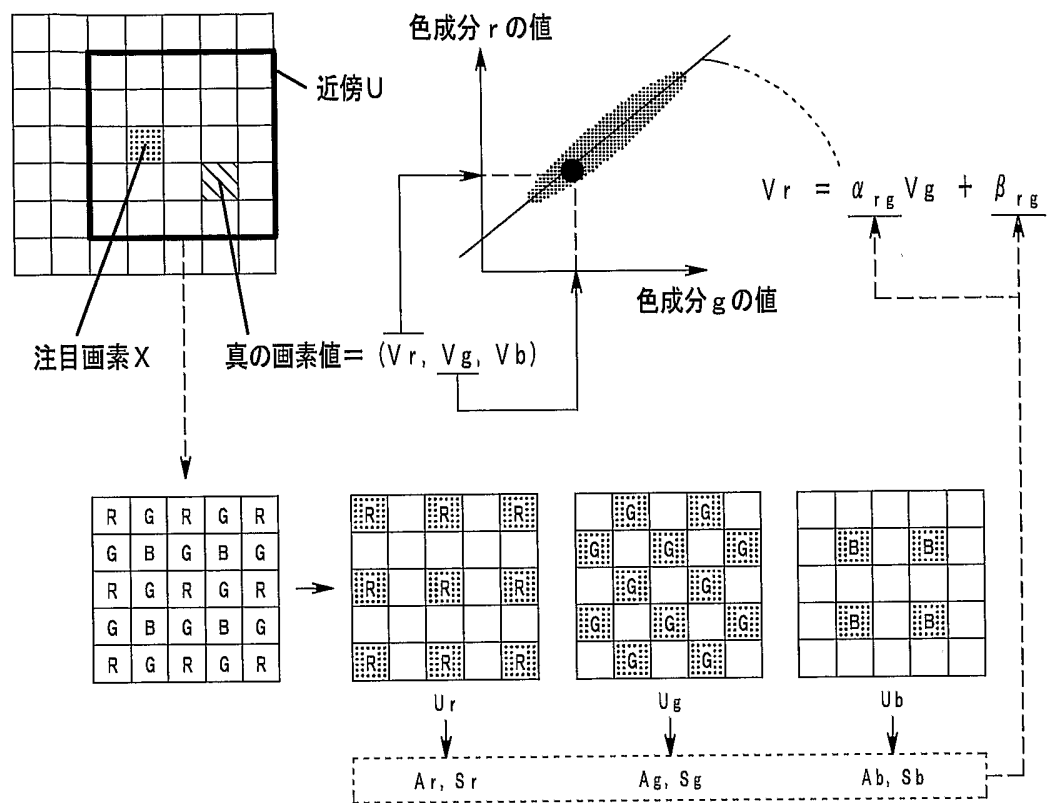


図 3 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ 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.Cl.⁷ H04N9/07

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

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.
X A	JP 2002-84547 A (Nikon Corp.), 22 March, 2002 (22.03.02), Full text; all drawings & EP 1187455 A2 & EP 1187455 A3 & US 2002/44778 A1	1, 16 2-12, 17, 19-30
X A	JP 11-55682 A (Minolta Co., Ltd.), 26 February, 1999 (26.02.99), Par. Nos. [0030] to [0070]; Figs. 9 to 25 & JP 11-55558 A & JP 11-122525 A & US 2001/33701 A1	1, 16 2-12, 17, 19-30
X Y A	JP 61-218290 A (Hitachi, Ltd.), 27 September, 1986 (27.09.86), Full text; all drawings & EP 199129 A2 & US 4716455 A1 & DE 3687850 T	2, 17 4, 5 1, 3, 6-12, 16, 19-30

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 September, 2004 (07.09.04)

Date of mailing of the international search report
28 September, 2004 (28.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008144

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-298669 A (Eastman Kodak Co.), 12 November, 1996 (12.11.96), Full text; all drawings & EP 732859 A2 & US 5629734 A1 & DE 69628867 D	4, 5 1-3, 6-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2001-36917 A (Nikon Corp.), 09 February, 2001 (09.02.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2000-324505 A (Nikon Corp.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2000-341700 A (Sony Corp.), 08 December, 2000 (08.12.00), Full text; all drawings & CN 1275870 A & TW 472492 B	1-12, 16, 17, 19-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008144

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a):

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1, 16, 19-30 is characterized by comprising sensitivity correction means for correcting the difference in sensitivity between pixels from which the same color component is obtained and interpolation means for interpolating the color component which each pixel of the image corrected by the sensitivity correction means lacks.

The inventions of claims 2-12, 17 is characterized by comprising judging means for judging the magnitude of the difference in sensitivity between pixels from which a specified color component is obtained in a predetermined area near the pixels of interest and interpolating means for altering the interpolation (Continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 1-12, 16, 17, 19-30
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008144

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

according to the result of the judgment by the judging means and interpolating the color component which the pixel of interest lacks.

The inventions of claims 13-15, 18 is characterized by comprising interpolating means for interpolating the color component which each pixel lacks and correction-after-interpolation means for correcting the result of the interpolation by the interpolating means.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N9/07

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. Cl⁷ H04N9/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004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
X A	J P 2002-84547 A (株式会社ニコン) 2002.03.22, 全文, 全図 &EP 1187455 A2 &EP 1187455 A3 &US 2002/44778 A1	1, 16 2-12, 17, 19-30
X A	J P 11-55682 A (ミノルタ株式会社) 1999.02.26, 段落【0030】-【0070】, 第9- 25図 &J P 11-55558 A &J P 11-122525 A &US 2001/33701 A1	1, 16 2-12, 17, 19-30

☒ 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

07.09.2004

国際調査報告の発送日

28.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

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		
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
X Y A	JP 61-218290 A (株式会社日立製作所) 1986. 09. 27, 全文, 全図 &EP 199129 A2 &US 4716455 A1 &DE 3687850 T	2, 17 4, 5 1, 3, 6-12, 16, 19-30
Y A	JP 8-298669 A (イーストマン コダック カンパニー) 1996. 11. 12, 全文, 全図 &EP 732859 A2 &US 5629734 A1 &DE 69628867 D	4, 5 1-3, 6-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2001-36917 A (株式会社ニコン) 2001. 02. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2000-324505 A (株式会社ニコン) 2000. 11. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12, 16, 17, 19-30
A	JP 2000-341700 A (ソニー株式会社) 2000. 12. 08, 全文, 全図 &CN 1275870 A &TW 472492 B	1-12, 16, 17, 19-30

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1, 16, 19-30に係る発明は、同じ色成分が得られている画素の間の感度差を補正する感度補正手段と、上記感度補正手段により補正された後の画像に対して、各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、を具備したことを特徴とするものである。

請求の範囲2-12, 17に係る発明は、注目画素の所定の近傍において、指定された種類の色成分に対し、当該色成分が得られている画素の間の感度差の大小を判定する判定手段と、上記注目画素において欠落する色成分を補う処理を行うものであって、該処理を行う際に、上記判定手段による判定結果に応じて処理内容を変更可能な補間手段と、を具備したことを特徴とするものである。

請求の範囲13-15, 18に係る発明は、各画素において欠落する色成分を補う補間手段と、上記補間手段による結果に対して補正を行う補間後補正手段と、を具備したことを特徴とするものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
請求の範囲1-12, 16, 17, 19-30
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。