

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5528139号
(P5528139)

(45) 発行日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)

(24) 登録日 平成26年4月25日 (2014. 4. 25)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 1/46 (2006. 01)

H O 4 N 1/46 Z

H O 4 N 9/04 (2006. 01)

H O 4 N 9/04 B

G O 6 T 1/00 (2006. 01)

G O 6 T 1/00 5 1 O

H O 4 N 1/60 (2006. 01)

H O 4 N 1/40 D

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-21015 (P2010-21015)
 (22) 出願日 平成22年2月2日 (2010. 2. 2)
 (65) 公開番号 特開2011-160255 (P2011-160255A)
 (43) 公開日 平成23年8月18日 (2011. 8. 18)
 審査請求日 平成25年1月28日 (2013. 1. 28)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (72) 発明者 井上 智暁
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 内田 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置および画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像系により生成された互いにフォーカス状態が異なる第1の画像および第2の画像における対応画素の色に関する情報の差から、前記第1の画像にデフォーカスによる色にじみが発生しているか否かを判定する判定手段と、

前記第1の画像に対して、前記判定手段によって判定された色にじみを補正する処理を行う補正手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記補正手段は、前記撮像系のフォーカス状態の変動に応じた色収差の変動を示す情報と前記第1および第2の画像における各画素の前記色に関する情報とを用いて前記色にじみの量を推定し、該推定量に基づいて前記色にじみを補正する処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

撮像により画像を生成する撮像系と、

請求項1又は2に記載の画像処理装置とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

コンピュータに、

撮像系により生成された互いにフォーカス状態が異なる第1の画像および第2の画像を取得するステップと、

前記第1および第2の画像における対応画素の色に関する情報の差から、前記第1の画

像にデフォーカスによる色にじみが発生しているか否かを判定する判定ステップと、

前記第 1 の画像に対して、前記判定ステップにて判定された前記色にじみを補正する処理を行う補正ステップとを含む画像処理を行わせることを特徴とする画像処理プログラム。

【請求項 5】

前記補正ステップは、前記コンピュータに、前記撮像系のフォーカス状態の変動に応じた色収差の変動を示す情報と、前記第 1 および第 2 の画像における各画素の前記色に関する情報とを用いて前記色にじみの量を推定させ、該推定量に基づいて前記色にじみを補正する処理を行わせることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像により生成された画像の色にじみを補正する画像処理に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置を用いた撮像によって生成された画像は、該撮像装置に設けられた撮影光学系の収差によって劣化していることが多い。特に、カラー画像において生じる色にじみの原因の 1 つとして、撮影光学系の軸上色収差の影響がある。

20

【0003】

光は波長によって屈折率が異なるため、撮影光学系に入射した互いに波長が異なる光は、撮影光学系の光軸方向における互いに異なる位置に結像する。一般に、撮像装置において撮影光学系により形成された被写体像（光学像）を電子的な画像情報に変換する撮像素子は、受光面が平面であり、該受光面上に形成された光学像のみが鮮明な画像情報に変換される。このため、軸上色収差の影響がある場合には、撮像素子により得られる画像情報は、ピントがぼけた色画像成分が重ね合わさることにより生じた色にじみを含む画像となる。

【0004】

軸上色収差による色にじみを補正する方法として、特許文献 1 にて開示された方法がある。この方法では、撮影光学系と撮像素子の相対距離を各波長の光が撮像素子上に結像するように変化させながら各波長の鮮明な画像を取得し、これら画像を合成することで軸上色収差が補正されたカラー画像を得る。

30

【0005】

また、一般にパープルフリンジ (Purple Fringe) と呼ばれる色にじみも画像を劣化させる原因である。パープルフリンジは、軸上色収差、色の球面収差および色のコマ収差により波長ごとの点像分布が異なっているために、画像中における高輝度領域の近傍等に紫系の色にじみが発生する現象である。このようなパープルフリンジを補正する方法としては、特許文献 2 にて開示された方法がある。この方法では、パープルフリンジの発生領域を輝度飽和領域からの距離と特定色の彩度および色相に対する近さとから判定し、該判定した領域に所定の空間演算処理を行うことで補正を行う。これは、パープルフリンジが輝度飽和領域の近傍で生じやすいことと、紫系の特定色となり易いことを利用した方法である。

40

【0006】

特許文献 1 にて開示された方法によれば、波長ごとの合焦画像を合成することで、軸上色収差を補正して画質を向上させることができる。また、特許文献 2 にて開示された方法によれば、パープルフリンジの発生領域を推測して、パープルフリンジをある程度補正することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 8 5 7 7 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 1 5 0 3 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、実際には、特許文献 1 , 2 にて開示された方法では色にじみを良好に補正できない場合がある。例えば、立体被写体を撮像して得られた画像に発生する色にじみである。撮像装置は、オートフォーカス機能やマニュアルフォーカスによって被写体空間の 1 つの面に焦点を合わせて撮像するが、被写体が立体物である場合には画角によって被写体距離が異なる。このとき、合焦点では比較的鮮鋭に撮像されるが、非合焦点はその被写体距離に応じたぼけ状態で撮像される。このとき、色にじみについては、軸上色収差、色の球面収差および色のコマ収差が被写体距離に応じて変動することから、合焦点からの距離に応じて異なる色にじみが生じる。このような被写体距離に応じて変動する色にじみを、本明細書では「デフォーカスによる色にじみ」と称する。

10

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 にて開示された方法では、特定距離に位置する合焦被写体についてのみ軸上色収差に起因する色にじみを補正することが可能であり、デフォーカスによる色にじみは補正できない。また、特許文献 2 にて開示された方法でも、合焦点における色にじみの発生傾向を利用した方法であるため、デフォーカスによる色にじみについては良好な補正効果は得られない。

20

【 0 0 1 0 】

本発明は、デフォーカスによる色にじみを良好に補正できるようにした画像処理装置、撮像装置および画像処理プログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の一側面としての画像処理装置は、撮像系により生成された互いにフォーカス状態が異なる第 1 の画像および第 2 の画像における対応画素の色に関する情報の差から、第 1 の画像にデフォーカスによる色にじみが発生しているか否かを判定する判定手段と、第 1 の画像に対して、該判定手段によって判定された色にじみを補正する処理を行う補正手段とを有することを特徴とする。

30

【 0 0 1 2 】

なお、上記画像処理装置を有する撮像装置も本発明の他の一側面を構成する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明のさらに他の一側面としての画像処理プログラムは、コンピュータに、撮像系により生成された互いにフォーカス状態が異なる第 1 の画像および第 2 の画像を取得するステップと、第 1 および第 2 の画像における対応画素の色に関する情報の差から、第 1 の画像にデフォーカスによる色にじみが発生しているか否かを判定する判定ステップと、第 1 の画像に対して、判定ステップにて判定された色にじみを補正する処理を行う補正ステップとを含む画像処理を行わせることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、撮像により生成されたカラー画像に含まれるデフォーカスによる色にじみを低減（補正）することができ、高画質な出力画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の実施例 1 である撮像装置の構成を示すブロック図。

【図 2】実施例 1 における撮像処理を示すフローチャート。

【図 3】実施例 1 における撮像の様子を示す図。

【図 4】実施例 1 における撮影画像を示す図。

50

【図５】実施例１における撮影画像中の色情報を示す図。
【図６】実施例１における色収差を説明する図。
【図７】実施例１における色情報を説明する図。
【図８】実施例１における色にじみ領域の判定を説明する図。
【図９】実施例１における色にじみ量の判定を説明する図。
【図１０】本発明の実施例３である画像処理装置の構成を示す概略図。
【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例１】

10

【００１７】

図１には、本発明の実施例１である撮像装置の構成を示している。撮影光学系１０１は、開口径を変化させて光量（Ｆナンバー）を調節する絞り１０１ａと、ピント調整を行うために光軸方向に移動するフォーカスレンズ１０１ｂとを含む。フォーカスレンズ１０１ｂの位置は、オートフォーカス（ＡＦ）によって制御されたり、マニュアルフォーカスによって変更されたりする。撮影光学系１０１は、不図示の被写体からの光に光学像である被写体像を形成させる。該被写体像は、ＣＣＤセンサやＣＭＳＯセンサ等の光電変換素子より構成された撮像素子１０２によって電気信号に変換される。

【００１８】

撮像素子１０２から出力された電気信号（アナログ信号）は、Ａ／Ｄコンバータ１０３によってデジタル信号に変換され、画像処理部１０４に入力される。画像処理部１０４は、入力されたデジタル信号に対して種々の信号処理を行って画像データ（撮影画像）を生成する。撮影光学系１０１、撮像素子１０２および画像処理部１０４は、撮像系を構成する。

20

【００１９】

また、画像処理部（画像処理装置）１０４は、生成した撮影画像に対して、後述するデフォーカスによる色にじみの補正処理（以下、単に色にじみ補正という）を行う。具体的には、画像処理部１０４は、状態検知部１０７から撮影光学系１０１の状態（撮影条件）に関する情報を取得する。そして、画像処理部１０４は、撮像条件に応じた色変動情報を記憶部１０８から選択し、画像処理部１０４に入力された画像に対して色にじみ補正を行う。画像処理部１０４は、補正手段に相当する。

30

【００２０】

次に、図２のフローチャートを用いて、本実施例の撮像装置における上述した色にじみ補正を含む撮像処理の流れを説明する。撮像処理は、図１に示したマイクロコンピュータとしてのシステムコントローラ１１０がコンピュータプログラムに従って実行する。ここでは、撮影光学系１０１を、焦点距離が可変であるズームレンズとする。

【００２１】

ユーザ操作による撮像開始信号が入力されると、システムコントローラ１１０は、そのときの撮影光学系１０１のズーム位置において被写体に対して合焦する位置にフォーカスレンズ１０１ｂを移動させる（ステップＳ１）。このフォーカス制御は、撮影光学系制御部１０６を通じて行う。これにより、撮像の主たる対象である主被写体の光学像（以下、主被写体像という）が、撮像素子１０２の受光面上に鮮明に形成される。このときのフォーカスレンズ１０１ｂの位置を第１フォーカス位置という。

40

【００２２】

次に、システムコントローラ１１０は、状態検知部１０７から撮影条件に関する情報を取得する（ステップＳ２）。ここにいう撮影条件とは、撮影光学系１０１のズーム位置、絞り値（Ｆ値）およびフォーカスレンズ１０１ｂの位置である。

【００２３】

次に、システムコントローラ１１０は、取得した撮影条件に関する情報を用いてデフォーカスによる色にじみが発生し得る被写体距離範囲を算出する。そして、該被写体距離範

50

圈内において、第1フォーカス位置とは異なるフォーカスレンズ101bの位置である第2フォーカス位置を決定する(ステップS3)。

【0024】

次に、システムコントローラ110は、フォーカスレンズ101bが第1フォーカス位置にある状態で1回目の撮像を行い、画像処理部104に色にじみ補正前の第1の撮影画像(第1の画像)を生成させる(ステップS4)。この第1の撮影画像を、本実施例における色にじみ補正における基準画像とする。システムコントローラ110は、基準画像を画像処理部104に一時的に格納する。

【0025】

こうして1回目の撮像が完了すると、システムコントローラ110は、撮影光学系制御部106を介してフォーカスレンズ101bを第2フォーカス位置に移動させる(ステップS5)。

【0026】

そして、システムコントローラ110は、フォーカスレンズ101bが第2フォーカス位置にある状態で2回目の撮像を行い、画像処理部104に色にじみ補正前の第2の撮影画像(第2の画像)を生成させる(ステップS6)。この第2の撮影画像を、本実施例における色にじみ補正における比較画像とする。システムコントローラ110は、比較画像を画像処理部104に一時的に格納する。

【0027】

以下、システムコントローラ110は、上記コンピュータプログラムの一部(または別のコンピュータプログラムであってもよい)である画像処理プログラムに従って色にじみ補正を行う。

【0028】

システムコントローラ110は、画像処理部104に格納された基準画像と比較画像の対応画素ごとに色に関する情報を検出する(ステップS7)。色に関する情報は、色差、彩度および色相のうち少なくとも1つを含めばよいが、本実施例では、彩度および色相を用いる。なお、以下の説明では、色に関する情報を色情報と略記する。

【0029】

彩度および色相を検出するため、RGB成分により構成される基準画像と比較画像を、輝度成分と色成分を別々に持つ色空間に変換する。変換データの色空間としては、例えば、YCbCrやCIE $L^*a^*b^*$ などが適用可能である。本実施例ではCIE $L^*a^*b^*$ 色空間の場合について説明する。

【0030】

CIE $L^*a^*b^*$ 色空間における色情報である彩度Cと色相は、色度 a^* 、 b^* によって決まる量である。基準画像の任意の座標である (x, y) における色情報を彩度 $C1(x, y)$ 、色相 $1(x, y)$ と表記する。また、比較画像の座標 (x, y) における色情報を彩度 $C2(x, y)$ 、色相 $2(x, y)$ と表記する。基準画像中の座標 (x, y) の画素と比較画像中の座標 (x, y) の画素とは、互いに座標が同じ対応画素である。

【0031】

次に、システムコントローラ110は、判定手段として、色にじみ補正における第1の処理である色にじみ判定(色にじみ領域判定)を行う(ステップS8)。

【0032】

ここでは、撮像時のフォーカスレンズ101bの位置が異なるためにフォーカス状態が異なる基準画像と比較画像における対応画素の色情報の変動量(つまりは色情報の差)を判定することで、デフォーカスによる色にじみが発生しているか否かを判定する。そして、この判定により、色にじみが発生している領域(色にじみ領域)を判定することができる。色にじみが発生しているか否かおよび色にじみ領域の判定は、以下の式を用いて行うことができる。 J_c 、 J はそれぞれ、以下の式で定義される色情報、すなわち彩度および色相の変化量である。

10

20

30

40

50

$$J_c = C_1(x, y) - C_2(x, y)$$

$$J = I_1(x, y) - I_2(x, y)$$

彩度および色相の変化量 J_c 、 J が 0 となる場合は、フォーカス状態の違いによって色情報の変動（差）が生じていない、つまりデフォーカスによる色にじみが発生していないことを意味する。一方、彩度および色相の変化量 J_c 、 J が 0 以外の値である場合は、デフォーカスによる色にじみが発生していることを意味する。これにより、色にじみが発生していることおよび色にじみ領域を判定することが可能となる。

【0033】

ここで、彩度および色相の変化量が 0 となる場合と 0 以外の値となる場合の例を図 3 ~ 8 を用いて説明する。図 3 は、近点から遠点に向かって斜めに配置された被写体である黒い棒 611 ~ 615 を撮像装置 601 で撮像している状態を示している。撮像装置 601 のピントは被写体 613 に合っている。この状態で撮像された画像を図 4 に示す。また、図 4 中の被写体 613、614 を含む領域（図中に矢印で示す部分）の色情報を図 5 に断面図として示す。

【0034】

図 5 中の被写体 613 は、撮像装置 601 が合焦する被写体距離（合焦距離）に位置し、被写体 614 は合焦距離よりも遠距離に位置している。図 5 中の上段には、基準画像における被写体 613、614 を含む領域の色情報を示している。また、中段は被写体 613 と被写体 612 との間の距離を合焦距離として取得された比較画像における被写体 613、614 を含む領域の色情報を示している。

【0035】

基準画像では、合焦距離に位置する被写体 613 に対して G 成分が合焦している。このため、G 成分のエッジのぼけが最も少なくなっている。R 成分および B 成分はほぼ同じ量だけ G 成分に比べてぼけている。このときの結像状態を、図 6 を用いて説明する。

【0036】

図 6 は合焦距離（中段）、合焦距離よりも近距離（上段）および合焦距離よりも遠距離（下段）に位置する被写体から撮像素子 102 に入射する、互いに波長が異なる R、G、B の光線を示している。合焦距離では、G 光線は撮像素子 102 上にて結像して鮮明な G 成分の被写体像を形成しているが、R 光線および B 光線は撮像素子 102 上では広がりを有し、R および B 成分の被写体像はぼけている。

【0037】

また、遠距離では、R 光線および B 光線は撮像素子 102 上にて結像して鮮明な R、B 成分の被写体像を形成しているが、G 光線は撮像素子 102 上で広がりを有し、G 成分の被写体像はぼけている。さらに、近距離では、R、G、B 光線のいずれも広がりを有し、特に R および B 光線の広がりが G 光線の広がりよりも大きい。

【0038】

なお、図 6 は、撮像装置 601 の撮影光学系の軸上色収差を示しているが、撮影画角のうち撮影光学系の光軸から離れた位置においても撮影光学系の基本の結像特性に非対称性が発生するものの、色情報の変動については同様の現象が発生する。

【0039】

さらに、図 5 の中段に示す比較画像では、被写体 613 の結像状態は、該被写体 613 が合焦距離に位置する場合（基準画像の場合）に比べて、合焦距離よりも遠距離に位置する場合の結像状態に近づき、G 成分の被写体像のぼけが主に増大する。また、比較画像では、被写体 614 の結像状態は、該被写体 614 がさらに遠距離に位置する場合の結像状態になり、R、G 成分のぼけが主に増大する。

【0040】

ここで、図 5 中の被写体 614 の近傍の画素の座標 $1(x_1, y_1)$ と、被写体 614 の中心近傍の画素の座標 $2(x_2, y_2)$ と、被写体 613 の近傍の画素の座標 $3(x_3, y_3)$ における色情報について説明する。図 7 には、例として、 $a * b$ 空間における基準画像および比較画像の座標 $1(x_1, y_1)$ での色情報を示す。図 5 から明らかなよ

10

20

30

40

50

うに、座標 1 (x_1, y_1) では、RGB 各色のフォーカス状態の変動によるぼけ量の違いが生じている。このため、図 7 に示すように、彩度および色相はともに変動する。この変動は、撮影光学系 101 のデフォーカス特性に対応するものであり、特定距離の被写体に対してフォーカス状態の異なる 2 つの画像間では同様の変動が必ず生じる。同様に、座標 3 (x_3, y_3) においても彩度および色相がともに変動する。また、座標 2 (x_2, y_2) では、図 5 から明らかなように、フォーカス変動によるぼけ量の違いが生じていないため、彩度および色相はともに変動しない。

【0041】

それぞれの座標における彩度および色相の変化量は、以下の式により、基準画像と比較画像の対応画素間の色情報の差を算出することで求められる。

$$J_c(x_1, y_1) = C_1(x_1, y_1) - C_2(x_1, y_1)$$

$$J_h(x_1, y_1) = H_1(x_1, y_1) - H_2(x_1, y_1)$$

$$J_c(x_2, y_2) = C_1(x_2, y_2) - C_2(x_2, y_2)$$

$$J_h(x_2, y_2) = H_1(x_2, y_2) - H_2(x_2, y_2)$$

図 5 および図 7 より明らかなように、彩度および色相の変化量は以下になる。

$$J_c(x_1, y_1) > 0$$

$$J_h(x_1, y_1) > 0$$

$$J_c(x_2, y_2) = 0$$

$$J_h(x_2, y_2) = 0$$

つまり、彩度の変化量 J_c と色相の変化量 J_h が 0 以外の値となる場合は、その座標でデフォーカスによる色にじみが発生していることを示し、 J_c と J_h がいずれも 0 となる座標では色にじみが発生していないことを示す。このような判定を、画像全体に対して行うことで、図 8 に示すように、基準画像におけるデフォーカスによる色にじみが発生している領域（色にじみ領域）を判定することが可能となる。

【0042】

色にじみ領域が存在する場合には、システムコントローラ 110 は、色にじみ補正における第 2 の処理としての色にじみ量推定を行う（ステップ S9）。基準画像中に色にじみ領域が存在しない場合は、デフォーカスによる色にじみが生じていないとして、色にじみ補正を終了する。

【0043】

次に、色にじみ量推定について説明する。上述したように、フォーカス状態が異なる基準画像と比較画像との間でのデフォーカスによる色にじみによる色情報の変動は、撮影光学系 101 のデフォーカス特性に対応する。つまり、ある撮影条件下において、軸上色収差、色のコマ収差および色の球面収差が、ピントが合っている被写体距離位置（合焦基準位置）からの被写体距離のずれ量（デフォーカス量） d に応じて変動することに対応する。

【0044】

図 9 には、本実施例の撮影光学系 101 における第 1 フォーカス位置を合焦基準位置としたときのデフォーカス量と彩度 C および色相 H との関係を示す。これらの関係から分かるように、デフォーカスによる色にじみが発生している領域内での色情報の変動は、デフォーカス量を変数とした関数として考えることができる。

【0045】

ここで、彩度 C および色相 H のデフォーカス量を変数とした関数として、彩度変動関数 $f_c(d)$ および色相変動関数 $f_h(d)$ を定義する。これらの 2 つの関数を特定することができれば、基準画像における色にじみを容易に補正できる。

【0046】

彩度変動関数 $f_c(d)$ および色相変動関数 $f_h(d)$ を特定するためには、原理的に被写体距離の情報、被写体色の情報および撮影条件に応じたフォーカス状態の変動に伴う撮影光学系 101 の光学性能の変動に関する情報（光学性能変動情報）が必要である。被写体距離に関しては、従来様々な測定手法が提案されているが、そのほとんどが撮影光学

10

20

30

40

50

系以外に特殊な装置が必要である等、実施することが容易でないものであった。

【0047】

そこで、本実施例では、既知のデフォーカス量だけフォーカス状態を異ならせた基準画像と比較画像との間での色情報の変動量から、被写体距離情報および被写体色情報と同等の情報を得る。

【0048】

具体的には、システムコントローラ110は、まず基準画像の取得時（生成時）の撮影条件下におけるフォーカス状態の変動に伴う撮影光学系101の光学性能の変動に関する情報である光学性能変動情報を、予めこれら情報が記憶された記憶部108から取得する。光学性能変動情報は、軸上色収差、色のコマ収差および色の球面収差といった色収差の変動を示す情報である。この光学性能変動情報から、彩度変動関数 $f_c(d)$ および色相変動関数 $f_p(d)$ のデフォーカス量に対する変動率が求められる。

10

【0049】

そして、システムコントローラ110は、光学性能変動情報、基準画像と比較画像の各画素の色情報、 C_1 , C_2 , θ_1 , θ_2 、被写体距離および被写体色をパラメータとして彩度変動関数 $f_c(d)$ と色相変動関数 $f_p(d)$ を推定する演算を行う。すなわち、図9に示す $f_c(d)$ と $f_p(d)$ グラフが C_1 , C_2 , θ_1 , θ_2 を通るように彩度変動関数と色相変動関数を推定する。

【0050】

なお、本実施例では、基準画像と比較画像の2つの画像を用いて彩度変動関数 $f_c(d)$ および色相変動関数 $f_p(d)$ を推定する場合について説明しているが、比較画像の数を増加させてより推定精度を向上させることもできる。

20

【0051】

最後に、システムコントローラ110は、色にじみ補正の第3の処理として、彩度変動関数 $f_c(d)$ および色相変動関数 $f_p(d)$ から、被写体色と色にじみ推定量とを算出する。そして、画像処理部104に、これら被写体色と色にじみ推定量とを用いて、基準画像に対してデフォーカスによる色にじみを低減するための色補正処理を行わせる（ステップS10）。

【0052】

図5の下段に、色にじみ補正後の画像を示す。ここでは、G成分を基準として色にじみ補正を行っているが、R成分やB成分を基準とした色にじみ補正を行うことも可能である。

30

【0053】

また、上述した各処理は、1画素ごとに行ってもよいし、高速化等の目的に応じて複数の画素を含む領域ごとに行ってもよい。

【0054】

以上のようにして基準画像中の各画素に対する色にじみ補正が完了し、色にじみ補正後の出力画像を、図1に示す表示部105に表示したり、半導体メモリ等の記録媒体109に記録したりすることで、撮像処理が終了する。

【0055】

本実施例では、撮影光学系101を撮像装置に一体的に設けた場合について説明したが、撮影光学系を含む交換レンズと該交換レンズが着脱される撮像装置本体とにより撮像装置を構成してもよい。

40

【実施例2】

【0056】

次に、本発明の実施例2について説明する。本実施例では、撮像素子102として、RGBのカラーフィルタがベイヤー配列形式で並べられた撮像素子（ベイヤー型撮像素子）を用いて撮影画像を生成する撮像装置について説明する。

【0057】

ベイヤー型撮像素子の各画素から得られる信号は、RGBのいずれか1つの色成分の信

50

号値を有している。このような信号によって形成される画像データをRAW画像データと称する。RAW画像データの各画素は、1つの色成分の信号値しか有していないため、出力画像として各画素にRGB値を持たせるために色合成処理（デモザイキング処理）を行う。色合成処理は、対象とする画素の周辺の複数の画素の信号値を用いて補間処理を行うことで、各画素にRGB値を持たせることができる。

【0058】

しかし、RAW画像データは各画素に1つの信号値しか持たないため、色情報を抽出することができない。本実施例では、基準画像および比較画像がともにRAW画像である場合の色にじみ補正について説明する。本実施例の撮像装置の構成は、図1に示したものと基本的に同じであるので、共通する構成要素には図1と同符号を付す。

10

【0059】

まず、システムコントローラ110は、各画素の色情報を得るため、色情報の取得対象画素の周辺の画素の信号値を用いて、取得対象画素の色に関する特徴量を抽出する。これは、上述した色合成処理によって行ってもよいし、色合成処理を必要最小限に簡易化した処理によって行ってもよい。また、色情報として、実施例1で説明した彩度や色相を用いてもよい。これ以外にも、YCbCr、XYZ、YuvおよびJChで表現される色空間のいずれかを選択して用いることができる。

【0060】

このように、色に関する特徴量の表現方法は様々存在し、任意の表現方法で画素の色情報を表現することができる。このように本実施例にいう「色情報」は、色に関する特徴量であれば、どのような表現方法によって表される情報であってもよい。このことは、先に説明した実施例1のように、もともとの1画素がRGB値を有する場合も同じである。

20

【0061】

システムコントローラ110は、このようにして取得した各画素の色情報を一旦保存しておく。そして、実施例1と同様に、フォーカス状態の異なる基準画像と比較画像の対応画素の色情報の変動量を判定することで、色にじみ領域を判定する。

【0062】

なお、色にじみ領域の判定については、YCbCr等の色空間に対応した比較方法を用いて行ってもよい。その他、YuvのuvやLuvのuvを用いてもよい。

【0063】

次に、システムコントローラ110は、色にじみ領域について、実施例1と同様の手法により、色にじみ量を推定して色にじみを補正する。

30

【0064】

なお、色にじみ補正として、補正対象画素の近隣の画素を用いた補完による空間演算等の手法を用いることも可能である。また、色にじみ補正量に関しては、得ようとする出力画像の画質レベルや処理の負荷量の許容値等に応じて決定すればよい。

【0065】

さらに、上記各実施例にて説明した色にじみ補正をより正確に行うために、基準画像と比較画像のエッジ部を抽出し、該エッジ部を参照してこれら画像の座標合わせを行ってもよい。

40

【実施例3】

【0066】

上記各実施例では、撮像装置に、画像処理装置としての画像処理部104を内蔵した場合について説明したが、本発明はこれに限らない。

【0067】

例えば図10に示すように、撮像装置1401による撮像によって生成された画像をパーソナルコンピュータ1402に送信する。送信方法は、ケーブル方式、無線方式のいずれでもよく、インターネットやLANを介して送信してもよい。

【0068】

そして、パーソナルコンピュータ1402において、図2のフローチャートのうちステ

50

ップS7～S10の色にじみ補正処理を行ってもよい。この場合、パーソナルコンピュータが本発明にいう画像処理装置として機能する。

【0069】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0070】

デフォーカスによる色にじみを良好に補正可能な画像処理装置や撮像装置を提供できる。

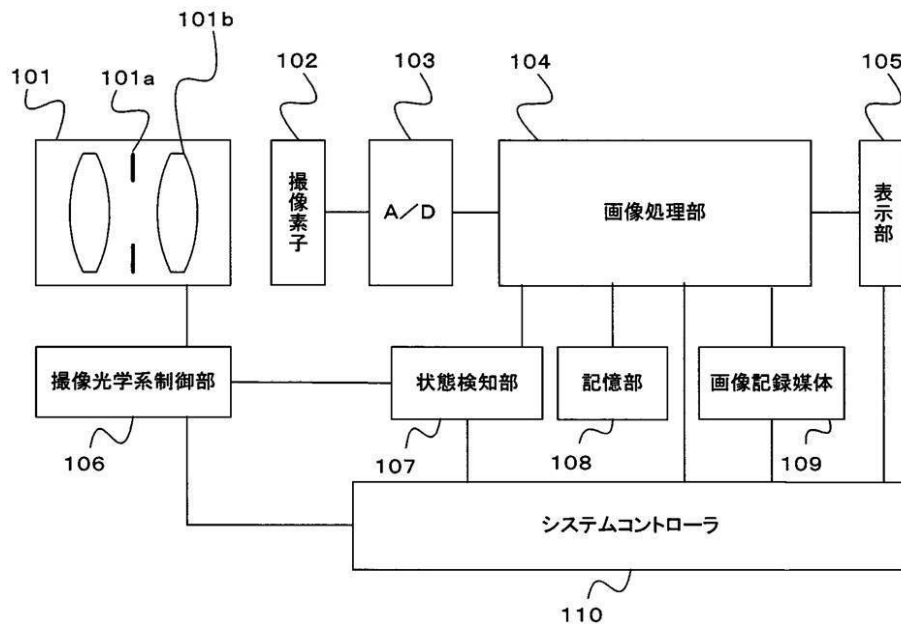
【符号の説明】

10

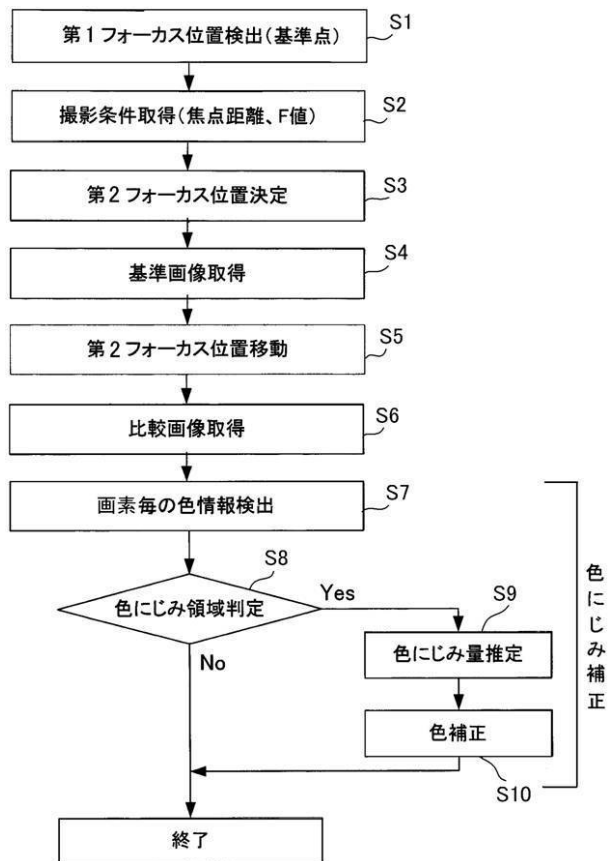
【0071】

- 101 撮影光学系
- 102 撮像素子
- 104 画像処理部
- 110 システムコントローラ

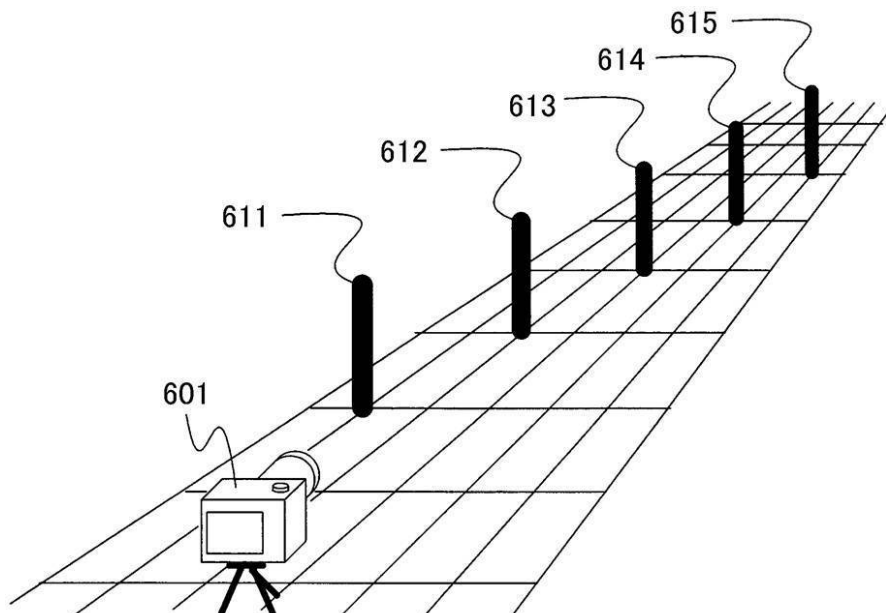
【図1】



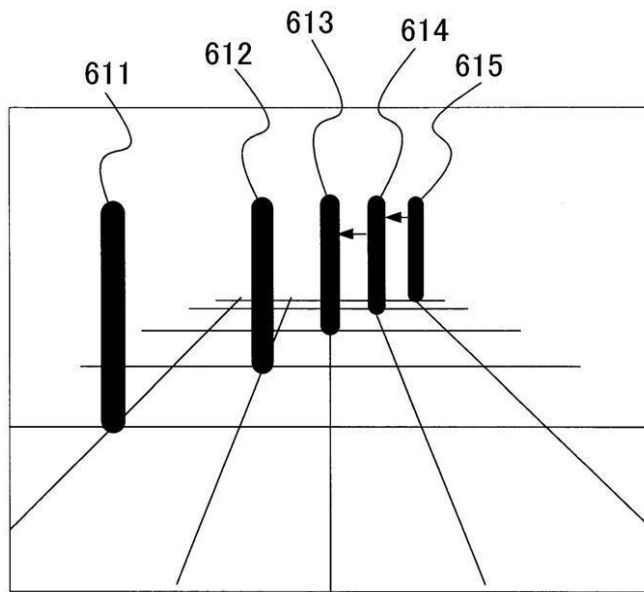
【図 2】



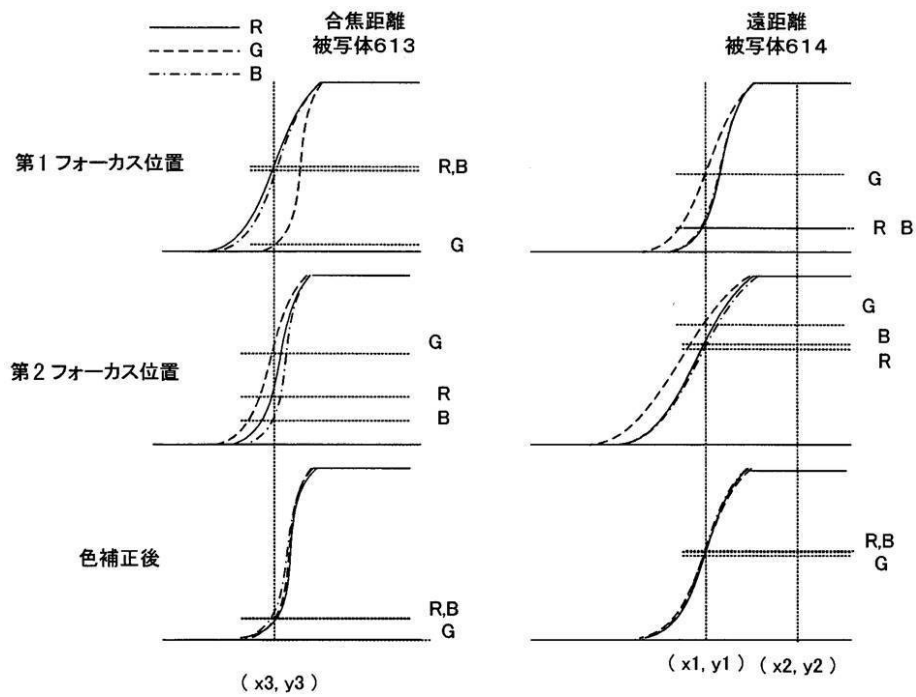
【図 3】



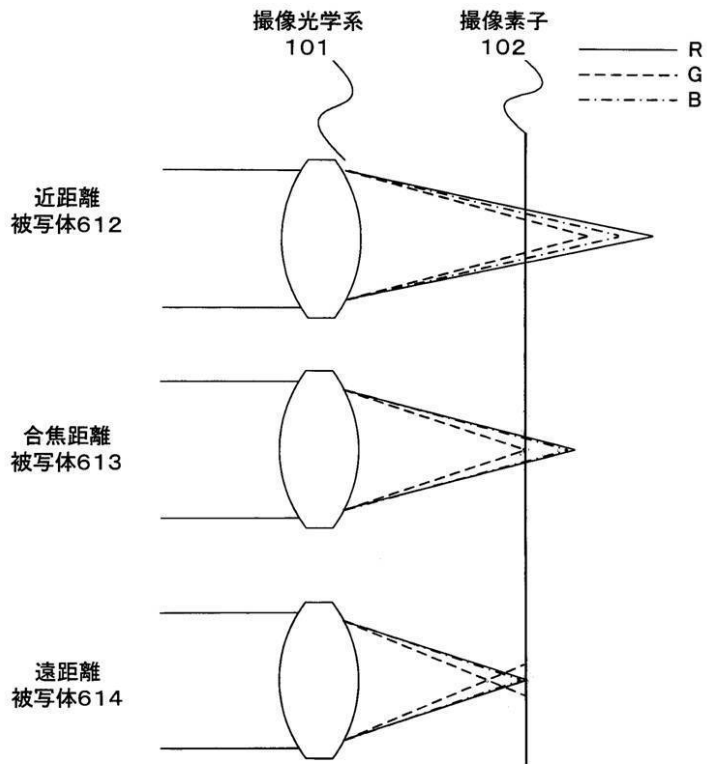
【図4】



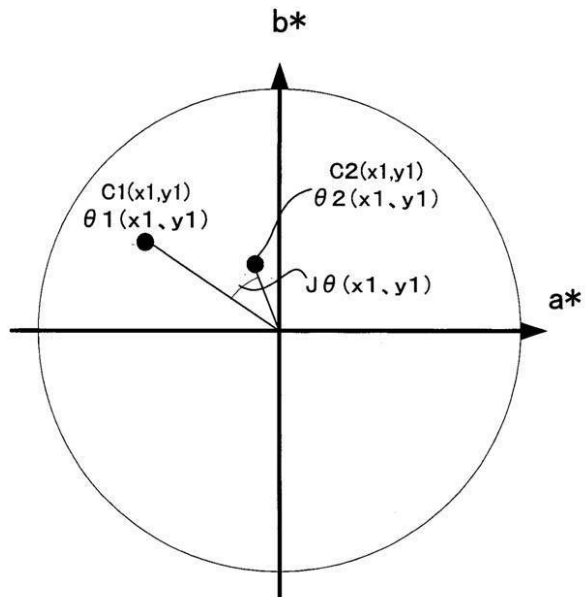
【図5】



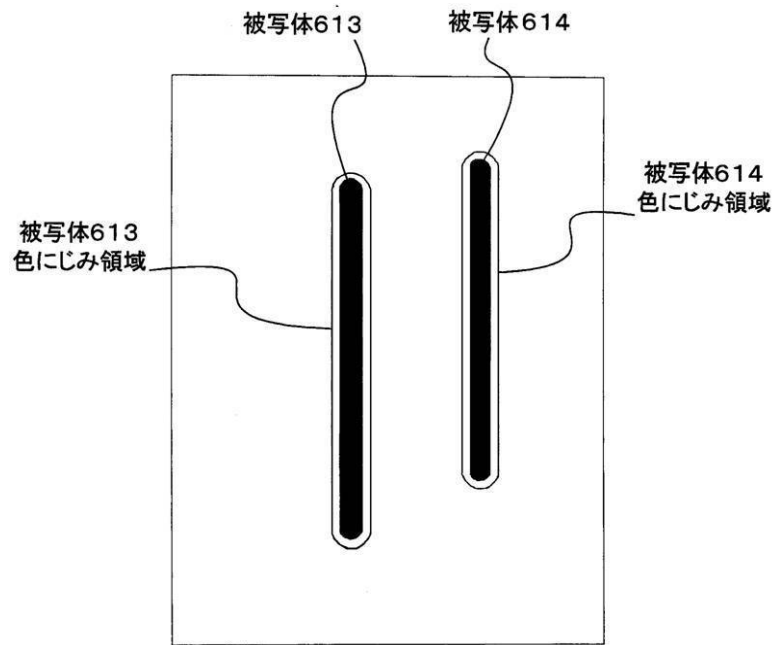
【図 6】



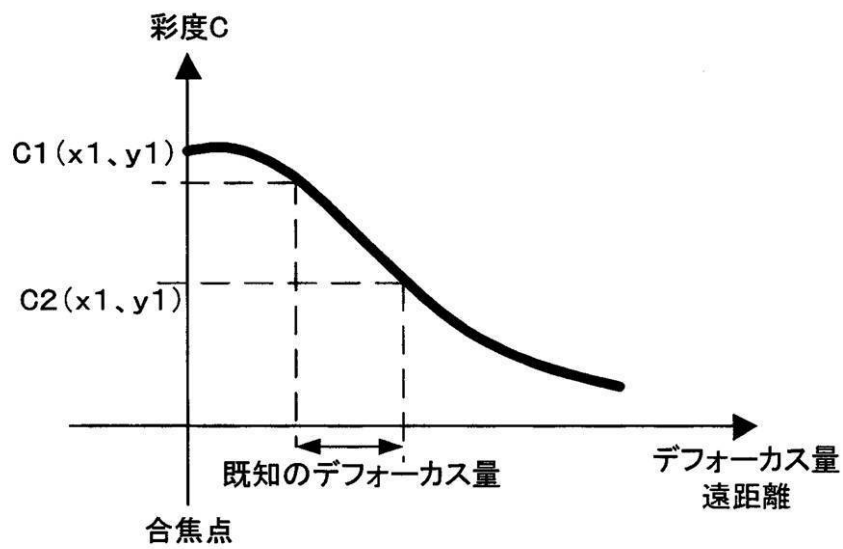
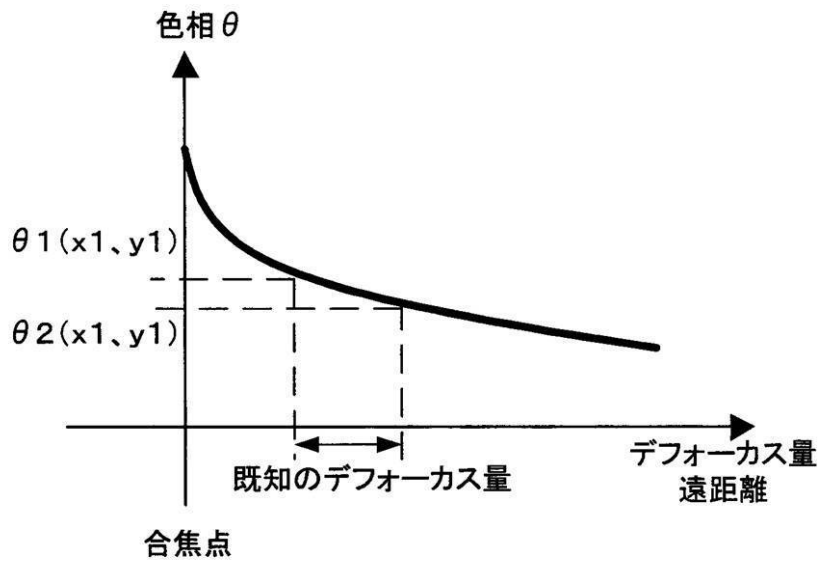
【図 7】



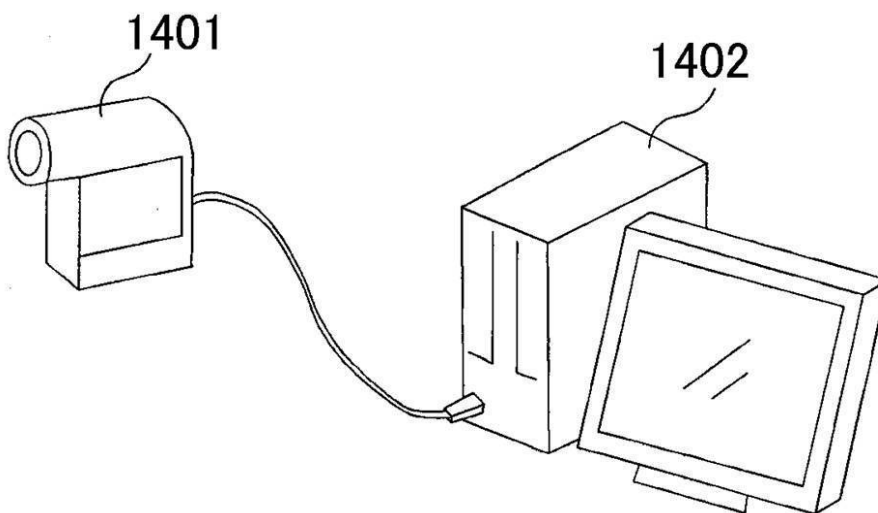
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 0 4 5 5 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 5 8 9 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 8 4 0 0 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N	9 / 0 4	~	9 / 1 1
H 0 4 N	1 / 4 0		
H 0 4 N	1 / 4 6		
H 0 4 N	1 / 6 0		
G 0 6 T	1 / 0 0	~	1 / 4 0