

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-5927

(P2015-5927A)

(43) 公開日 平成27年1月8日(2015.1.8)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>HO 4 N</b>	<b>9/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 4 N</b>	<b>9/04</b>	<b>B</b>	<b>5 C 0 6 5</b>
<b>HO 4 N</b>	<b>9/73</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 4 N</b>	<b>9/73</b>	<b>A</b>	<b>5 C 0 6 6</b>

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2013-131051 (P2013-131051)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成25年6月21日 (2013. 6. 21)		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	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

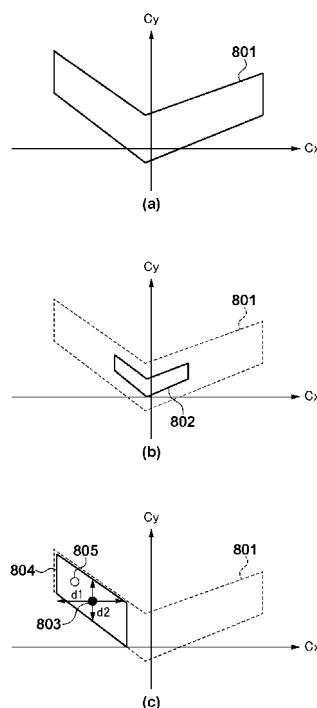
(54) 【発明の名称】 画像処理装置およびその制御方法

## (57) 【要約】

【課題】 入力画像から精度良くホワイトバランスゲインを得ることが可能な画像処理装置およびその制御方法を提供する。

【解決手段】 入力画像から、鏡面反射成分を抽出する。そして、抽出された鏡面反射成分に基づいて、白抽出の方法やホワイトバランスゲインの値などを補正する。例えば、白抽出範囲を鏡面反射成分を考慮した範囲に補正したり、白抽出範囲内の画素値に対して、鏡面反射成分との関係に応じた重み付けしたり、ホワイトバランスゲインのとりうる範囲を鏡面反射成分の色温度に応じて補正したりする。

【選択図】 図 8



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定の色空間における白抽出範囲を設定する設定手段と、  
入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 1 の抽出手段と、  
前記抽出された鏡面反射成分に基づいて、前記白抽出範囲を補正する補正手段と、  
前記入力画像から、前記補正された前記白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 2 の抽出手段と、  
前記抽出された画素の値に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出手段と、  
を有することを特徴とする画像処理装置。

10

**【請求項 2】**

前記補正手段は、前記鏡面反射成分の前記色空間における座標に基づいて、前記設定手段が設定した範囲より小さくなるように前記白抽出範囲を補正することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

**【請求項 3】**

前記補正手段は、前記鏡面反射成分の前記色空間における座標を含む領域と、前記設定手段が設定した前記白抽出範囲とが重複する領域に、前記白抽出範囲を補正することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置。

**【請求項 4】**

前記補正手段は、前記入力画像に前記鏡面反射成分が含まれると判定される場合に前記補正を行い、前記入力画像に前記鏡面反射成分が含まれないと判定された場合には前記補正を行わないことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

**【請求項 5】**

所定の色空間における白抽出範囲を設定する設定手段と、  
入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 1 の抽出手段と、  
前記入力画像から、前記白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 2 の抽出手段と、  
前記第 2 の抽出手段によって抽出された画素の色に、前記抽出された鏡面反射成分との関係に基づく重み付けを行う補正手段と、  
前記重み付けされた画素の色に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出手段と、  
を有し、

30

前記補正手段は、前記色空間において前記鏡面反射成分との距離が小さい画素の色ほど大きな重み付けを行うことを特徴とする画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記第 1 の抽出手段が、前記入力画像の部分領域ごとに前記鏡面反射成分を抽出し、  
前記第 2 の抽出手段が、前記部分領域ごとに前記画素の抽出を行い、  
前記補正手段が、前記部分領域ごとに前記重み付けを行う、  
ことを特徴とする請求項 5 記載の画像処理装置。

40

**【請求項 7】**

前記補正手段は、前記部分領域のうち、平均色が前記白抽出範囲に含まれ、かつ鏡面反射成分が含まれる部分領域に対して、前記抽出された鏡面反射成分との関係に基づく重み付けを行うことを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記補正手段は、前記部分領域のうち、平均色が前記白抽出範囲に含まれるが、鏡面反射成分が含まれない部分領域に対しては、前記抽出された鏡面反射成分との関係に基づく重み付けによる重みの範囲の中間値で一律に重み付けを行うことを特徴とする請求項 7 記載の画像処理装置。

**【請求項 9】**

50

前記補正手段は、前記部分領域のうち、平均色が前記白抽出範囲に含まれない部分領域に対しては前記重み付けを行わないことを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

入力画像から、所定の色空間における白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 1 の抽出手段と、

前記抽出された画素の値に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出手段と、

前記入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 2 の抽出手段と、

前記入力画像の明るさと、前記抽出された鏡面反射成分とに基づいて、ホワイトバランスゲインの限界値を決定する決定手段と、

前記算出手段が算出したホワイトバランスゲインを、前記限界値の範囲内となるように補正する補正手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、前記入力画像が明るいほど前記限界値の範囲が狭くなるように前記限界値を決定することを特徴とする請求項 10 記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記決定手段は、前記鏡面反射成分の色温度が高いほど高色温度側の限界値が小さく、前記鏡面反射成分の色温度が低いほど低色温度側の限界値が大きくなるように、前記入力画像の明るさに基づく限界値を補正し、

前記補正手段は、前記補正された限界値の範囲内となるように前記算出手段が算出したホワイトバランスゲインを補正することを特徴とする請求項 11 記載の画像処理装置。

【請求項 13】

設定手段が、所定の色空間における白抽出範囲を設定する設定工程と、

第 1 の抽出手段が、入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 1 の抽出工程と、

補正手段が、前記抽出された鏡面反射成分に基づいて、前記白抽出範囲を補正する補正工程と、

第 2 の抽出手段が、前記入力画像から、前記補正された前記白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 2 の抽出工程と、

算出手段が、前記抽出された画素の値に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出工程と、

を有することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 14】

設定手段が、所定の色空間における白抽出範囲を設定する設定工程と、

第 1 の抽出手段が、入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 1 の抽出工程と、

第 2 の抽出手段が、前記入力画像から、前記白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 2 の抽出工程と、

補正手段が、前記第 2 の抽出手段によって抽出された画素の色に、前記抽出された鏡面反射成分との関係に基づく重み付けを行う補正工程と、

算出手段が、前記重み付けされた画素の色に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出工程と、

を有し、

前記補正工程において前記補正手段は、前記色空間において前記鏡面反射成分との距離が小さい画素の色ほど大きな重み付けを行うことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 15】

第 1 の抽出手段が、入力画像から、所定の色空間における白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第 1 の抽出工程と、

算出手段が、前記抽出された画素の値に基づいて、前記入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出工程と、

第 2 の抽出手段が、前記入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第 2 の抽出工程と、

決定手段が、前記入力画像の明るさと、前記抽出された鏡面反射成分とに基づいて、ホワイトバランスゲインの限界値を決定する決定工程と、

補正手段が、前記算出手段が算出したホワイトバランスゲインを、前記限界値の範囲内となるように補正する補正工程と、

を有することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 16】

コンピュータを、請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置およびその制御方法に関し、特に画像のホワイトバランスを調節する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、デジタルカメラに用いられるオートホワイトバランス制御機能は、外部センサを使用せず、撮像素子の出力を用いてホワイトバランスを調整するものが主流となっている。例えば特許文献 1 には、撮像素子の出力を用いてホワイトバランスを調整する手法として、入力画像中から白（無彩色）であると思われる色を抽出し、抽出した色が白になるようなホワイトバランスゲインを算出する方法（白抽出方式）が開示されている。

【0003】

また、被写体物体光を鏡面反射成分と拡散反射成分に分離する二色性反射モデルを利用したものが知られている。

【0004】

また、特許文献 2 には、明るさの異なる近接画素間の差分を算出することで、被写体を照射する光源色を特定する方法が開示されている。この方法は、高輝度な第 1 の画素（物体色を反映する拡散反射成分と光源色を反映する鏡面反射成分の両方を含む）から第 1 の画素よりも低輝度な画素（物体色のみを含む拡散反射成分）の差分を算出することで、光源色の成分を抽出する原理に基づいている。

【0005】

具体的には、高輝度の第 1 の画素の RGB 値と、第 1 の画素よりも低輝度な第 2 の画素の RGB 値の差分を算出する。この差分 RGB 値は光源色と同じベクトル成分を持つ RGB 値であるから、差分 RGB 値の成分比からホワイトバランスゲインを算出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 83728 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 13415 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 に記載される方法では、特に被写体が暗い場合など、条件によっては誤った色を白として抽出してしまい、ホワイトバランスの精度が低下するという課題があった。また、特許文献 2 の技術では、大まかな光源色は推定可能であるが、高精度で光源の色温度を推定することが困難であるという課題があった。

【0008】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みなされたものであり、入力画像から精度良く

10

20

30

40

50

ホワイトバランスゲインを得ることが可能な画像処理装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の目的は、所定の色空間における白抽出範囲を設定する設定手段と、入力画像に含まれる鏡面反射成分を抽出する第1の抽出手段と、抽出された鏡面反射成分に基づいて、白抽出範囲を補正する補正手段と、入力画像から、補正された白抽出範囲に含まれる色を有する画素を抽出する第2の抽出手段と、抽出された画素の値に基づいて、入力画像に対するホワイトバランスゲインを算出する算出手段と、を有することを特徴とする画像処理装置によって達成される。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、入力画像から精度良くホワイトバランスゲインを得ることが可能な画像処理装置およびその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの構成例を示すブロック図

【図2】図1の画像処理部の構成例を示すブロック図

【図3】第1の実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャート

20

【図4】図3のS301における鏡面反射成分抽出処理を説明するためのフローチャート

【図5】第1の実施形態における入力画像の例を示す図

【図6】第1の実施形態における差分およびカウント値の格納方法を模式的に示す図

【図7】第1の実施形態における光源色の推定方法を説明するための図

【図8】第1の実施形態における白抽出範囲の設定および補正の例を示す図

【図9】第2の実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャート

【図10】図9のS904およびS905において決定される重みの例を示す図

【図11】第3の実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャート

30

【図12】第3の実施形態における鏡面反射成分のブロック平均色と、画素のブロック平均色との関係例と重みの例を示す図

【図13】第4の実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャート

【図14】第4の実施形態におけるホワイトバランスゲインの限界値の例を示す図

【図15】第4の実施形態における、鏡面反射成分の色温度に応じたホワイトバランスゲインの限界値の制御例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0012】

40

本発明の例示的な実施形態を、添付図面に基づいて詳細に説明する。以下の実施形態では、本発明に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラを説明するが、本発明において撮影に係る構成は必須ではなく、画像データを取得可能な任意の装置で本発明を実施可能である。

【0013】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタルカメラ100の構成例を示すブロック図である。

図1において、レンズ群101は、フォーカスレンズを含むズームレンズである。絞り機能を備えるシャッタ102が、レンズ群101と撮像部103との間に設けられている

50

。撮像部 103 は、レンズ群 101 によって撮像面に形成される光学像を画素単位の電気信号に変換する CCD / CMOS イメージセンサを代表とする撮像素子を有する。A / D 変換器 104 は、撮像部 103 が出力するアナログ信号をデジタル信号（画像データ）に変換する。

#### 【0014】

画像処理部 105 は、A / D 変換器 104 から出力される画像データに対し、色補間（デモザイク）、ホワイトバランス調整、補正、輪郭強調、ノイズリダクション、色補正などの各種画像処理を行う。画像メモリ 106 は画像データを一時的に記憶する。メモリ制御部 107 は、画像メモリ 106 の読み書きを制御する。D / A 変換器 108 は、画像データをアナログ信号に変換する。表示部 109 は LCD や有機 EL ディスプレイ等の表示装置を有し、各種 GUI やライブビュー画像、記録媒体 112 から読み出して再生した画像などを表示する。コーデック部 110 は、画像メモリ 106 に記憶されている画像データを記録媒体に記録するために予め定められた方法で符号化したり、画像ファイルに含まれる符号化画像データを例えば表示のために復号したりする。

#### 【0015】

インタフェース（I / F）111 は、例えば半導体メモリカードやカード型ハードディスクなどの着脱可能な記録媒体 112 を、デジタルカメラ 100 と機械的および電氣的に接続する。システム制御部 50 は例えば CPU や MPU などのプログラマブルなプロセッサであってよい。システム制御部 50 は、例えば不揮発性メモリ 124 や内蔵する不揮発性メモリに記録されたプログラムを実行して必要なブロックや回路を制御することにより、後述する光源推定処理を始めとしたデジタルカメラ 100 の機能を実現する。

#### 【0016】

操作部 120 は、ユーザがデジタルカメラ 100 に各種の指示を入力するためのボタンやスイッチなどをまとめて記載したものである。電源スイッチ 121 は操作部 120 に含まれるスイッチ群の 1 つであるが、便宜上異なるブロックで記載している。電源制御部 122 は、電池検出回路、DC - DC コンバータ、通電するブロックを切り替えるスイッチ回路等により構成され、例えば充電電池である電源部 123 について、装着の有無、種類、電池残量等の情報を検出する。また、電源制御部 122 は、電源部 123 に関する検出結果及びシステム制御部 50 の指示に基づいて DC - DC コンバータを制御し、必要な電圧を必要な期間、記録媒体 112 を含むデジタルカメラ 100 の各部へ供給する。

#### 【0017】

不揮発性メモリ 124 は電氣的に消去・記録可能な、例えば EEPROM 等であってよい。不揮発性メモリ 124 は、各種の設定値、GUI データをはじめ、システム制御部 50 が MPU や CPU である場合にはプログラムが記録される。

#### 【0018】

システムタイマ 125 は各種制御に用いる時間や、内蔵時計の時刻を計測する。システムメモリ 126 は、システム制御部 50 の動作の定数や変数を保存したり、不揮発性メモリ 124 から読みだしたプログラム等を展開するために用いられる、例えば揮発性メモリである。

#### 【0019】

次に、デジタルカメラ 100 における撮影時の動作について説明する。

例えば撮像部 103 は、シャッタ 102 が開いている際にレンズ群 101 が撮像面に形成する被写体像を撮像素子によって光電変換し、アナログ画像信号として A / D 変換器 104 へ出力する。A / D 変換器 104 は撮像部 103 から出力されるアナログ画像信号をデジタル画像信号（画像データ）に変換し画像処理部 105 に出力する。

#### 【0020】

画像処理部 105 は、A / D 変換器 104 からの画像データ、又は、メモリ制御部 107 からの画像データに対し、色補間（デモザイク）、補正、輪郭強調、ノイズリダクション、色補正などの各種画像処理を行う。

#### 【0021】

10

20

30

40

50

また、画像処理部 105 では、撮影で得られた画像データを用いて輝度やコントラストなどに関する所定の演算処理を行い、得られた演算結果に基づいてシステム制御部 50 が測距制御、露光制御を行う。このように、本実施形態のデジタルカメラ 100 では、TTL（スルー・ザ・レンズ）方式の AF（オートフォーカス）処理、AE（自動露出）処理を行う。画像処理部 105 ではさらに、撮影で得られた画像データを用いて、撮影時に被写体を照明した光源色を推定し、推定した光源色に基づくオートホワイトバランス（AWB）調整も行う。

#### 【0022】

画像処理部 105 から出力された画像データは、メモリ制御部 107 を介して画像メモリ 106 に書き込まれる。画像メモリ 106 は、撮像部 103 から出力された画像データや、表示部 109 に表示するための画像データを格納する。

10

#### 【0023】

また、D/A変換器 108 は、画像メモリ 106 に格納されている画像表示用のデータをアナログ信号に変換して表示部 109 に供給する。表示部 109 は、LCD等の表示装置に、D/A変換器 108 からアナログ信号に応じた表示を行う。

#### 【0024】

コーデック部 110 は、画像メモリ 106 に記録された画像データを JPEG や MPEG などの規格に基づき符号化する。システム制御部 50 は符号化した画像データに対して予め定められたヘッダなどを付与して画像ファイルを形成し、インタフェース 111 を介して記録媒体 112 に記録する。

20

#### 【0025】

なお、現在のデジタルカメラでは、撮影スタンバイ状態においては動画撮影を行い、撮影された動画を表示部 109 に表示し続けることにより表示部 109 を電子ビューファインダ（EVF）として機能させるのが一般的である。この場合、シャッタ 102 は開いた状態とし、撮像部 103 のいわゆる電子シャッタを用いて例えば 30 フレーム / 秒の撮影を行う。

#### 【0026】

そして、操作部 120 に含まれるシャッタボタンが半押しされると上述の AF, AE 制御が行われ、全押しされると本撮影により記録用の静止画撮影が実行され、記録媒体 112 に記録される。また、動画撮影ボタンなどにより動画撮影が指示された場合は、記録媒体 112 への動画記録を開始する。

30

#### 【0027】

図 2 は、画像処理部 105 の機能構成例を示すブロック図である。

図 1 の A/D 変換器 104 から出力された画像データは、輝度・色信号生成部 200 に入力される。画像データは、撮像素子に設けられたカラーフィルタを構成する色成分の 1 つに対応した値を有する。一般的に用いられるベイヤー配列の原色カラーフィルタが用いられる場合、画像データは、R 画素、G 画素、B 画素のデータから構成される。

#### 【0028】

輝度・色信号生成部 200 はこのような画像データに対してデモザイク処理を行い、各画素について輝度信号 Y および色信号 R, G, B を生成する。輝度・色信号生成部 200 は、生成した色信号 R, G, B をホワイトバランス（WB）増幅部 201 へ、輝度信号 Y を輝度処理部 205 へ出力する。また、輝度・色信号生成部 200 は、色信号 R, G, B を、画像データ (R, G, B) として、メモリ制御部 107 を介して画像メモリ 106 に出力する。

40

#### 【0029】

また、輝度・色信号生成部 200 で生成した色信号 R, G, B は色空間変換処理部 207 にも入力される。色空間変換処理部 207 では、以下の式を用いて、色信号 R, G, B を色度 Cx, Cy に変換し、画像データ (Cx, Cy) としてメモリ制御部 107 を介して画像メモリ 106 に出力する。

$$Cx = (R - B) / Y$$

50

$$C_y = (R + B - 2G) / Y$$

$$Y = (R + G + B) / 2$$

#### 【 0 0 3 0 】

WB増幅部201は、後述する処理によりシステム制御部50が算出するホワイトバランスゲイン値に基づき、色信号R、G、Bにゲインを適用し、ホワイトバランスを調整する。色処理部202では、色信号R、G、Bにガンマ補正を行う。色差信号生成部203では、色信号R、G、Bから色差信号R-Y、B-Y信号を生成し色補正部204に出力する。色補正部204では色差信号R-Y、B-Yにゲインを適用するなどにより、色相や彩度を調整する。色補正部204は、補正後の色差信号R-Y、B-Yをメモリ制御部107を介して画像メモリ106に出力する。

10

#### 【 0 0 3 1 】

一方、輝度処理部205では輝度信号Yに対してガンマ補正を行い、輪郭強調処理部206へ出力する。輪郭強調処理部206は輝度信号Yに対して輪郭強調処理を行い、メモリ制御部107を介して画像メモリ106に出力する。輪郭強調処理部206の出力する輝度信号Yと、色補正部204が出力する色差信号R-Y、B-Yが、コーデック部110によって符号化され、最終的に記録媒体112に記録される。

#### 【 0 0 3 2 】

システム制御部50は、画像処理部105から画像メモリ106に出力された画像データ(RGB)および画像データ(Cx Cy)を読み出してシステムメモリ126に展開する。そして、システム制御部50はこれらの画像データを解析して光源色の成分を推定し、推定した光源色に応じたホワイトバランスゲインを算出する。

20

#### 【 0 0 3 3 】

このホワイトバランスゲインの算出処理について図3のフローチャートを用いて詳細に説明する。まず、S301で第1の抽出手段としてのシステム制御部50は、鏡面反射成分の抽出を行う。S301における処理の詳細を、図4に示すフローチャートを用いて説明する。

#### 【 0 0 3 4 】

図4において、S401およびS407は、S402～S406の処理が、対象画素をラスタスキャンしながら全画素に対して実施されることを示している。

#### 【 0 0 3 5 】

S402でシステム制御部50は、処理対象画素が飽和していないか確認する。具体的には、システム制御部50は、RGB成分のそれぞれを所定の閾値と比較し、閾値より大きい成分があれば画素が飽和していると判断し、現在の処理対象画素の処理をスキップして、次の画素について飽和の確認を行う。一方、RGB成分がいずれも閾値以下であれば画素は飽和していないと判断してシステム制御部50は処理をS403に進める。

30

#### 【 0 0 3 6 】

S403でシステム制御部50は、処理対象画素と比較画素の差分を算出する。処理対象画素および比較画素について、図5(a)を用いて説明する。図5(a)において500は入力画像を示しており、501は入力画像500の一部を拡大した状態を模式的に示している。501におけるメッシュは画素の境界を示している。502は現在の処理における処理対象画素を示し、図4の処理は、処理対象画素502の位置を順次ラスタスキャンしながら各画素について実施される。503、504、505は処理対象画素502に対する比較画素を示しており、本実施形態では処理対象画素502から所定の方向に所定の距離(画素数)離れた位置の複数の画素を比較画素とする。

40

#### 【 0 0 3 7 】

処理対象画素と比較画素とが満たすべき位置関係は予め定めておくことができるが、基本的には処理対象画素に近接した複数の位置にある画素を比較画素とする。ここでは、一例として処理対象画素を左上角の画素として有する4×4画素のブロックにおける残り3つの角の画素を比較画素としている。処理対象画素と比較画素との距離が短すぎると画素間の差が少なくなる可能性が高くなり、また距離が長すぎると同一物体に対応しない可能

50



性が高くなる。従って、例えば数～10画素程度の範囲で実験的に距離を定める。なお、処理対象画素と比較画素との位置関係は、処理対象画素の位置が入力画像の端部となる場合などにおいて適宜変更されてよい。

#### 【0038】

S403でシステム制御部50は、処理対象画素502と比較画素503との差分を算出する。即ち、システム制御部50は、処理対象画素502のRGB値(R1, G1, B1)と比較画素503のRGB値(R2, G2, B2)との色成分ごとの差分(subR, subG, subB)を算出する。

#### 【0039】

S404でシステム制御部50は、S403で算出した差分(subR, subG, subB)の大きさSが所定の閾値T1よりも大きい(T1 < S)か否かを判定する。差分(subR, subG, subB)の大きさSは次の式から算出する。 10

$$S = \{(subR)^2 + (subG)^2 + (subB)^2\}$$

システム制御部50は、差分の大きさSが閾値T1よりも大きい場合にはS405に、閾値T1以下の場合にはS406に、それぞれ処理を進める。

#### 【0040】

S405で、システム制御部50は、処理対象画素と比較画素の差分(subR, subG, subB)を、システムメモリ126に保存(加算)し、差分合計値sumSを算出する。差分(subR, subG, subB)の保存形式の例を図6に示す。本実施形態では、差分の大きさSが閾値T1より大きい場合に、図6に示すように、差分(subR, subG, subB)を処理対象画素が 20

#### 【0041】

なお、ここでのブロックとは入力画像の分割領域を指し、図5(a)は、入力画像500を水平方向8×垂直方向8に64分割した例を示している。このように、入力画像の部分領域ごとに、その部分領域に含まれる画素に対して算出された差分(subR, subG, subB)を、各ブロックで合計し、ブロックを代表する差分値(ブロック差分値)とする。また、差分(subR, subG, subB)を加算するごとに、差分合計値sumSに対応付けられたカウント値CountSを1加算する。従って、カウント値CountSはブロック差分値の算出に用いられた差分値の数を示す。

#### 【0042】

なお、S404、S405において、差分の大きさSが閾値T1より大きい場合だけ、差分(subR, subG, subB)を合計する理由は、光源色の特徴を示す度合いが大きいと思われる差分値だけを抽出するためである。これについて図5(b)、図7を用いてより具体的に説明する。 30

#### 【0043】

図5(b)は鏡面反射を含む被写体の画像と、処理対象画素506および比較画素507～509とを示している。ここで、輝度の高い比較画素507、509は鏡面反射成分を比較的多く含み、処理対象画素506および比較画素508は、ほぼ拡散反射成分のみからなる画素であるとする。

#### 【0044】

図7(a)は、画素が含む鏡面反射成分と拡散反射成分との関係の例をRGB色空間で模式的に示している。RGB空間において、ある画素のRGB値は原点からRGB値に対応する座標へのベクトルで表すことができる。ベクトル701はRGB値が物体色(拡散反射成分)のみからなる場合を、ベクトル702は、RGB値が物体色(拡散反射成分)と光源色(鏡面反射成分)とからなる場合を示すものとする。この場合、得たい光源色(鏡面反射成分)のRGB値を示すベクトル703は、ベクトル702と701との差分ベクトルとして求めることができる。なお、ベクトルの始点はいずれも座標原点であるため、実際には座標間の差として求まるRGB値が光源のRGB値となる。従って、物体色のみからなる画素のRGB値と、物体色と光源色からなる画素のRGB値との差分を、光源色のRGB値として得ることができる。図5(b)の例では、処理対象画素506と、比 40 50

較画素 507 または 509 との RGB 値の差分が、光源色の RGB 値の推定値として求められる。

【0045】

一方、図 5 (b) における処理対象画素 506 と比較画素 508 はどちらも拡散反射成分が支配的であるため、これら画素の RGB 値は図 7 (a) の例ではベクトル 701 に近い。例えば、図 7 (b) において、処理対象画素 506 と比較画素 508 の RGB 値がそれぞれベクトル 711、712 であるとする、RGB 値の差分は非常に小さい値となる。図示しないが、同様に比較画素 509 と 509 とはどちらも拡散反射成分と鏡面反射成分を持っており、RGB 値はいずれもベクトル 702 と似たベクトルで表されるため、やはり RGB 値の差分は非常に小さい値となる。

10

【0046】

比較画素 507 の RGB 値が図 7 (b) のベクトル 713 で表されるとすると、処理対象画素 506 の RGB 値に対応するベクトル 711 と、比較画素 507 の RGB 値に対応するベクトル 713 の差分は大きくなる。この差分は光源色の RGB 値に近いベクトルであるため、抽出したい差分である。

【0047】

このように、画素の RGB 値の差分の大きさ  $S$  が小さい場合は、両者が類似した反射成分を持つ場合が多いと考えられ、差分値における光源の特性の寄与は少ないと考えられるため、本実施形態では光源色の推定には使用しない。このため前述のように閾値  $T_1$  を設け、差分の大きさ  $S$  が閾値  $T_1$  より大きい場合だけ、差分 (subR, subG, subB) をシステムメモリ 126 で合計し、差分合計値  $\text{sumS}(R, G, B)$  を求めている。

20

【0048】

システム制御部 50 は、差分合計値  $\text{sumS}$  を 64 個のブロックのそれぞれについて算出する。また、ブロック 1 の差分合計値を  $\text{sumS1}(R1, G1, B1)$ 、ブロック 2 の差分合計値を  $\text{sumS2}(R2, G2, B2)$ 、・・・、ブロック 64 の差分合計値を  $\text{sumS64}(R64, G64, B64)$  とする。また、差分合計値  $\text{sumS}$  に差分を加算した際、システム制御部 50 は差分カウント値  $\text{countS}$  に 1 を加算する。ブロックごとの差分合計値  $\text{sumS1} \sim \text{sumS64}$  と差分カウント値  $\text{countS}$  を図 6 に示す。

【0049】

図 4 に戻り、S406 でシステム制御部 50 は、全ての比較画素 503 ~ 505 について S402 ~ S405 の処理を行ったか確認する。図 5 に示した通り、本実施形態では 1 つの処理対象画素 502 に対して比較画素は 503、504、505 の 3 つある。そのため全ての処理対象画素に対して、差分算出 (S403) を行い、差分の大きさ  $S$  が所定の閾値  $T_1$  よりも大きい場合に、差分 (subR, subG, subB) をシステムメモリ 126 で加算して、差分カウント値に 1 を加える。

30

【0050】

以上説明した S402 ~ S406 の処理を、処理対象画素をラスタスキャンしながら入力画像の全画素に対して行う。

【0051】

S407 までの処理により、入力画像の全画素について差分値の集計が完了すると、システム制御部 50 は、S408 ~ S413 で  $8 \times 8 = 64$  個のブロックのそれぞれについて平均差分値を算出する。

40

【0052】

まず S409 でシステム制御部 50 は、処理対象のブロックの差分カウント値  $\text{countS}$  を参照し、差分カウント値  $\text{countS}$  が所定の閾値  $T_2$  より大きいか判定する。システム制御部 50 は、差分カウント値  $\text{countS}$  が閾値  $T_2$  より大きいブロックは鏡面反射成分を含んでいると判断して処理を S410 に進める。またシステム制御部 50 は、差分カウント値  $\text{countS}$  が閾値  $T_2$  以下のブロックについては鏡面反射成分を含んでいないと判断して次のブロックの処理に移る。

【0053】

50

S 4 1 0 でシステム制御部 5 0 は、平均差分値(blkR, blkG, blkB)を算出する。具体的には、差分合計値sumSの値を R G B 成分ごとに差分カウント値countSで除算する。その結果、処理対象ブロックについての平均差分値(blkR, blkG, blkB)が得られる。

【 0 0 5 4 】

S 4 1 1 でシステム制御部 5 0 は、S 4 1 0 で算出した処理対象ブロックの平均差分値(blkR, blkG, blkB)を、システムメモリ 1 2 6 内のブロック合計値(sumBlkR, sumBlkG, sumBlkB)に加算する。ブロック合計値は、後述する画像全体の平均差分値を算出するために利用される。

【 0 0 5 5 】

S 4 1 2 でシステム制御部 5 0 は、鏡面反射ブロック数blkCountSに 1 を加算する。鏡面反射ブロック数blkCountSは入力画像を分割した 6 4 個のブロックのうち、鏡面反射成分を持つと判断されたブロックの数を示している。

【 0 0 5 6 】

システム制御部 5 0 は、 $8 \times 8 = 64$  個の全ブロックに対して、前述の S 4 0 9 ~ 6 1 2 の処理を行うと、S 4 1 4 で入力画像全体の平均差分値(aveR, aveG, aveB)を算出する。具体的には、システム制御部 5 0 は、ブロック合計値(sumBlkR, sumBlkG, sumBlkB)の各成分を鏡面反射ブロック数blkCountSで除算することによって入力画像全体の平均差分値(aveR, aveG, aveB)を算出する。この、入力画像全体の平均差分値(aveR, aveG, aveB)は、図 5 を用いて説明したとおり、鏡面反射成分の平均値を示している。

【 0 0 5 7 】

図 3 に戻り、S 3 0 2 でシステム制御部 5 0 は、被写体の明るさ(EV 値)に基づき白抽出範囲(白(無彩色)と見なす範囲)を決定する。図 8 は C x C y 平面における白抽出範囲の例を示した図であり、図 8 (a) 及び (b) は被写体の明るさに応じて変化する白抽出範囲の例を示している。

【 0 0 5 8 】

図 8 (a) は被写体が暗い場合に設定される白抽出範囲 8 0 1 の例を示している。被写体が暗い場合は、白熱灯や蛍光灯などの人工照明、あるいは日陰など、様々な色温度の光源が想定されるため白抽出範囲を広く設定する。一方、図 8 (b) は被写体が明るい場合に設定される白抽出範囲 8 0 2 の例を示している。被写体が明るい場合、光源は日中の太陽光の可能性が高いため、日中太陽光の色温度に対応した狭い白検出範囲を設定する。なお、本実施形態では被写体の明るさが閾値以下か閾値より高いかに基づいて、白抽出範囲 8 0 1 と 8 0 2 を切り替えるものとするが、被写体の明るさの範囲を 3 つ以上に分割して 3 つ以上の白検出範囲を切り替えてもよい。

【 0 0 5 9 】

なお、被写体の明るさを示す値の種類や算出方法に特に制限はなく、公知の任意の方法を用いることができる。例えば、画像全体の輝度平均値や、焦点検出領域の輝度平均値、人間の顔など特定の被写体に対応した領域の輝度平均値を用いてもよい。また、入力画像から被写体の明るさを求める方法ではなく、測光センサを用いて被写体の明るさを求めてもよい。また、輝度平均値を求める際に特定の領域に重みを付与するなど様々な算出方法を用いることができる。また、被写体の明るさの閾値については、予め実験的に定めておくことができる。

【 0 0 6 0 】

S 3 0 3 でシステム制御部 5 0 は、入力画像が鏡面反射成分を含むか否かを判定する。具体的にはシステム制御部 5 0 は、S 3 0 1 で算出した鏡面反射成分の鏡面反射ブロック数blkCountSが閾値 T 3 よりも大きいかどうか判定する。そして、鏡面反射ブロック数blkCountSが閾値 T 3 よりも大きい場合は入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含むと判定して処理を S 3 0 4 に進める。鏡面反射ブロック数blkCountSが閾値 T 3 以下であればシステム制御部 5 0 は入力画像が鏡面反射成分の含有量が少ないと判定し、S 3 0 4 をスキップして処理を S 3 0 5 へ進める。

【 0 0 6 1 】

S 3 0 4 でシステム制御部 5 0 は、鏡面反射成分に基づき、S 3 0 2 で設定した白抽出範囲を補正する。この処理について図 8 ( c ) に基づいて説明する。図 8 ( c ) は白抽出範囲と鏡面反射色との関係例を示した図である。

ここでは、被写体が暗い場合を例に説明する。前述したように、被写体が暗い場合には広い白抽出範囲 8 0 1 ( 図 8 ( a ) ) が設定されている。本実施形態においてシステム制御部 5 0 は、S 3 0 1 で算出した、鏡面反射成分の平均値を示す平均差分値 ( aveR, aveG, aveB ) に基づき白抽出範囲 8 0 1 を補正する。

#### 【 0 0 6 2 】

まずシステム制御部 5 0 は、R G B 形式の平均差分値 ( aveR, aveG, aveB ) を、C x C y 平面の値 ( 色度座標 ) に変換する。図 8 ( c ) において、座標 8 0 3 が変換後の平均差分値を示している。そして、システム制御部 5 0 は、座標 8 0 3 を基準として C y 方向に  $\pm d 2$  の範囲を黒体放射軸に沿って C x 方向に  $\pm d 1$  の範囲移動した範囲を、鏡面反射成分に基づく白抽出範囲 8 0 4 とする。そして、システム制御部 5 0 は、明るさに基づき算出した白抽出範囲 8 0 1 と鏡面反射成分に基づく白抽出範囲と重複する領域を補正後の白抽出範囲とする。図 8 ( c ) の例では、鏡面反射に基づく白抽出範囲 8 0 4 が、明るさに基づく白抽出範囲 8 0 1 に全て含まれるため、鏡面反射に基づく白抽出範囲 8 0 4 がそのまま補正後の白抽出範囲となる。白抽出範囲の補正が終わると、システム制御部 5 0 は処理を S 3 0 5 に進める。

#### 【 0 0 6 3 】

なお、d 1 および d 2 の値は、例えば、鏡面反射成分の分布範囲に基づいて決定することができる。例えば、差分カウント値 countS が閾値 T 2 より大きいブロックについての平均差分値 ( blkR, blkG, blkB ) が所定割合 ( 例えば 8 0 % ) 以上含まれる範囲となるような値として設定することができる。

#### 【 0 0 6 4 】

S 3 0 5 で第 2 の抽出手段としてのシステム制御部 5 0 は、入力画像の全ての画素に対して、白抽出範囲 8 0 4 に含まれる色を有するか否かを判定する。白抽出範囲に含まれる画素値 ( Cx, Cy ) は、例えばシステムメモリ 1 2 6 であってよいバッファに加算される。

また、システム制御部 5 0 は、白抽出範囲に含まれる画素値 ( Cx, Cy ) を有する画素数を変数である白画素カウントに加算する。

#### 【 0 0 6 5 】

S 3 0 6 でシステムは、S 3 0 5 における白抽出処理の結果に基づきホワイトバランスゲインを算出する。まずシステム制御部 5 0 は、抽出した画素値 ( Cx, Cy ) の合計値を、白画素カウント値で除算し、ホワイトバランスゲインを算出する。この演算は、白抽出範囲 4 0 1 に含まれる色を有する画素値の平均の算出である。図 8 ( c ) の座標 8 0 5 は、算出された平均値の例を示す。

次にシステム制御部 5 0 は、算出した平均値 ( Cx, Cy ) の色空間を変換し、RGB 色空間の値に変換する。この RGB 値を白抽出平均 RGB 値 ( wR, wG, wB ) とよぶ。

#### 【 0 0 6 6 】

そして、システム制御部 5 0 は、白抽出平均 RGB 値 ( wR, wG, wB ) からホワイトバランスゲインを算出する。G のホワイトバランスゲイン wG-Gain を固定とした場合、システム制御部 5 0 は、R と B のホワイトバランスゲイン ( wR-Gain, wB-Gain ) を、以下の式によって算出する。

$$wR-Gain = (wG / wR) \times wG-Gain$$

$$wB-Gain = (wG / wB) \times wG-Gain$$

このように、wR-Gain, wB-Gain は白抽出に基づくホワイトバランスゲイン ( 第 1 のホワイトバランスゲイン ) を示している。

#### 【 0 0 6 7 】

S 3 0 7 でシステム制御部 5 0 は、算出したホワイトバランスゲインを、WB 増幅部 2 0 1 ( 図 2 ) に設定する。WB 増幅部 2 0 1 は設定されたホワイトバランスゲインに基づき入力 R G B 値の増幅処理を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 8 】

以上説明したように、本実施形態は、被写体の明るさに応じて設定される白抽出範囲を、入力画像から抽出した鏡面反射成分に基づいて補正することにより、特に被写体が暗い場合における白抽出の精度を向上させることができる。その結果、ホワイトバランス調整の精度を向上させることができる。

## 【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態では、鏡面反射成分の平均値（平均色）に基づいて白抽出範囲を補正したが、平均値以外の鏡面反射成分の情報を用いて白抽出範囲を補正してもよい。例えば、鏡面反射成分（ $C_x$ ， $C_y$ ）の分布から標準偏差を算出し標準偏差の定数倍の範囲を鏡面反射成分に基づく白抽出範囲としてもよい。また、鏡面反射成分の $C_x$ 最大値、 $C_x$ 最小値、 $C_y$ 最大値、 $C_y$ 最小値を求め、（ $C_x$ 最大値， $C_y$ 最大値）と（ $C_x$ 最小値， $C_y$ 最小値）と黒体放射軸によって定まる範囲を鏡面反射成分に基づく白抽出範囲としてもよい。

10

## 【 0 0 7 0 】

また、本実施形態では、入力画像がある程度の鏡面反射成分を有する場合は常に鏡面反射成分に基づく白抽出範囲の補正を行う構成を説明した。しかし、被写体の明るさに応じた白抽出範囲に基づくホワイトバランス調整の信頼度が低下する条件を満たした場合にのみ、鏡面反射成分に基づく白抽出範囲の補正を行ってもよい。例えば、被写体の明るさが所定値未満の場合のみ鏡面反射成分に基づく白抽出範囲の補正を行う構成としてもよい。

## 【 0 0 7 1 】

20

また、本実施形態では、鏡面反射成分を処理対象画素と比較画素の差分から算出する方法について述べたが、他のいかなる方法を用いて鏡面反射成分を抽出してもよい。

## 【 0 0 7 2 】

また、本実施形態では、入力画像を水平，垂直の両方向に8分割して64個のブロックに分割する例について説明したが、ブロックの分割方法や分割数に制限はない。例えば64以上のブロックに分割しても、画像全体を1つのブロックとして扱ってもよい。また、ブロックの大きさも同一としなくてもよい。

## 【 0 0 7 3 】

また、本実施形態は、 $C_x C_y$ 平面の値（色度）を用いて白抽出を行ったが、他の色空間（表色系）、例えば $L^*a^*b^*$ 色空間など別の色空間での値を用いてもよい。

30

## 【 0 0 7 4 】

## （第2の実施形態）

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態は、鏡面反射成分の色情報に基づき白抽出の範囲を制御する構成について述べた。第2の実施形態では、白抽出範囲の補正は行わずに、抽出した白色（無彩色）画素値に鏡面反射成分の色に基づく重み付けを行うことを特徴とする。

## 【 0 0 7 5 】

本実施形態においても第1の実施形態で説明したデジタルカメラ100において実施可能であるため、デジタルカメラ100の構成についての説明は省略し、本実施形態に特有なホワイトバランスゲインの算出処理について、図9～図10を用いて説明する。

40

## 【 0 0 7 6 】

図9は、本実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャートであり、第1の実施形態と同様の動作ステップについては図3と同じ参照数字を付して説明は省略する。

S303において入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含むと判定された場合、S904でシステム制御部50は、鏡面反射成分に基づいて白抽出重みを決定する。図10（a）は $C_x C_y$ 平面における白抽出範囲1001と、差分平均値（aveR，aveG，aveB）の $C_x C_y$ 平面座標1002の例を、図10（b）は $C_x$ 座標値と重みとの関係例を、それぞれ示している。

## 【 0 0 7 7 】

50

システム制御部 50 は、鏡面反射成分の平均値である差分平均値 (aveR, aveG, aveB) を  $C \times C y$  色空間の値 ( $Cx, Cy$ ) に変換し、その  $C \times$  座標値に基づき重みを決定する。具体的には図 10 (b) に示すように、差分平均値の  $C \times C y$  平面座標 ( $Cx, Cy$ ) 1002 の  $C \times$  座標値付近は大きな重み (3.0) を、一定値以上離れた座標値については小さな重み (1.0) を決定する。なお、1.0 は元の値を変更しない重みであるため、重み付けしないことと等価である。

一方、S303において入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含むと判定されなかった場合、S905でシステム制御部 50 は、図 10 (c) に示すように一定かつ小さな重み (1.0) を設定する。

#### 【0078】

このように、本実施形態では、入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含む場合は、差分平均値の  $C \times C y$  平面座標 1002 の  $C \times$  座標値付近に 1 より大きな重みを決定する。また、入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含まない場合と、入力画像が鏡面反射成分を所定量以上含む場合の差分平均値の  $C \times C y$  平面座標 1002 の  $C \times$  座標値付近でない部分については、いずれも 1 の重みを決定する。これにより、鏡面反射成分から推定される光源色近辺の画素値に対して 1 より大きな重み付けを行う。

#### 【0079】

S906でシステム制御部 50 は、S904、S905で算出した重みを用いた白抽出を行う。具体的には、入力画像の全ての画素に対して、その画素の色が白抽出範囲 1001 の範囲に入るか否かを判定する。白抽出範囲 1001 は、S302で被写体の明るさに応じて設定されたものである。システム制御部 50 は、白抽出範囲 1001 に入ると判定した画素値 ( $Cx, Cy$ ) の  $C \times$  座標値に対応する重み  $w(Cx)$  を取得し、重み付き画素値を算出する。具体的には、

$$\text{重み付き}Cx = w(Cx) \times Cx$$

$$\text{重み付き}Cy = w(Cx) \times Cy$$

を算出する。システム制御部 50 は、重み付き画素値 ( $w(Cx)Cx, w(Cx)Cy$ ) を例えばシステムメモリ 126 であってよいバッファに加算する。また、システム制御部 50 は、画素ごとに算出した重み  $w(Cx)$  を変数である白画素カウントに加算する。例えば重みが 3.0 の場合は 3 を白画素カウントに加算する。

#### 【0080】

S306でシステム制御部 50 は、重み付け白抽出の結果に基づきホワイトバランスゲインを算出する。具体的には、バッファに記憶された、重み付け画素値の合計値を、 $Cx$  成分、 $Cy$  成分ごとに白画素カウントの値で除算する。この処理は、白抽出範囲 1001 に含まれる画素の重み付き平均値の算出に相当する。重み付け平均値 ( $Cx, Cy$ ) の例を図 10 (a) の 1003 に示す。システム制御部 50 は、算出した重み付け平均値 ( $Cx, Cy$ ) を RGB 色空間の値に変換した値を第 1 の実施形態における白抽出平均 RGB 値 ( $wR, wG, wB$ ) と同様に用いてホワイトバランスゲインを算出する。

#### 【0081】

本実施形態では、入力画像から抽出した鏡面反射成分と近い画素値に 1 より大きな重みを付与して白抽出を行うことにより、光源色に近い可能性が高い色に重みを付けしたホワイトバランスゲインが得られる。そのため、第 1 の実施形態と同様、特に被写体が暗い場合など、白抽出の精度が低下する状況におけるホワイトバランスゲインの精度を向上させることができる。

#### 【0082】

なお、本実施形態では、鏡面反射成分の平均値付近の画素値に 1 より大きな重み付けを行ったが、他の方法で重み付けしてもよい。例えば、鏡面反射成分の  $C \times$  座標値の度数分布を生成し、度数分布が大きい  $C \times$  座標値ほど大きな重みを付与してもよい。また、平均値の  $C \times$  座標値から離れるにつれてより細かく段階的に重みを減らすようにしてもよい。

また、本実施形態では  $C \times$  座標値のみに基づいて  $C \times$  成分と  $C y$  成分の両方の重みを決定したが、 $C y$  座標値についても独立した重みを決定して  $C y$  成分に適用することも可能

10

20

30

40

50

である。

【0083】

なお、図10(b)において重みを3.0にする範囲や、重み3.0から重み1.0に遷移する範囲の大きさの設定方法や重みの最大値の設定方法に制限はない。例えば暗い状況で撮影した様々な被写体の画像を用いて得られるホワイトバランスゲインの精度に基づいて実験的に定めることができる。

【0084】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第2の実施形態では、画像全体で抽出した鏡面反射成分に基づいて重みを決定したが、第3の実施形態では、入力画像の局所領域ごとに重みを決定、適用することの特徴とする。

【0085】

本実施形態においても第1の実施形態で説明したデジタルカメラ100において実施可能であるため、デジタルカメラ100の構成についての説明は省略し、本実施形態に特有なホワイトバランスゲインの算出処理について、図11を用いて説明する。

【0086】

図11は、本実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャートであり、第1の実施形態と同様の動作ステップについては図3と同じ参照数字を付して説明は省略する。

【0087】

S1103でシステム制御部50は、ブロック単位の平均色 $block\_C(R, G, B)$ を算出する。ここで、ブロックは第1および第2の実施形態と同様、図5(a)に示すような $8 \times 8$ のメッシュブロックの1つである。システム制御部50は、画像メモリ106に蓄積された入力画像のRGBデータをブロック単位で平均化して平均色 $block\_C(R, G, B)$ を算出し、全ブロックについて算出した平均色 $block\_C(R, G, B)$ をシステムメモリ126に格納する。

【0088】

S1104およびS1110は、S1105～S1109の処理がブロック単位で全ブロックに対して実施されることを示している。

S1105でシステム制御部50は、ブロックの平均色を $C \times C_y$ 色空間の値に変換し、白抽出範囲に含まれるか否かを判定する。図12(a)に、白抽出範囲1210の例を示す。システム制御部50は、ブロックの平均色が白抽出範囲に含まれると判定されれば処理をS1106に進める。一方、ブロックの平均色が白抽出範囲に含まれると判定されなければ、システム制御部50はこのブロックに対する処理を終了し、次の未処理ブロックについてS1105からの処理を行う。未処理ブロックがなければS1111へ処理を進める。

【0089】

S1106～S1109の処理は平均色が白抽出範囲に含まれるブロック(白色ブロック)に対して実行される。S1106でシステム制御部50は、処理対象のブロックが鏡面反射成分を含むブロックかどうか判定する。第1の実施形態と同様、処理対象のブロックの差分カウント値 $countS$ が所定の閾値 $T2$ よりも大きければ鏡面反射成分を含むブロックであると判定することができる。システム制御部50は、処理対象のブロックが鏡面反射成分を含むと判定した場合はS1107に、鏡面反射成分を含まないと判定した場合はS1108に、それぞれ処理を進める。

【0090】

S1107でシステム制御部50は、鏡面反射成分とブロック平均色と関係に基づく重みとして、鏡面反射成分とブロック平均色の差分に基づく重みを算出する。

具体的には、システム制御部50は、処理対象ブロックの差分合計値 $sumS(R, G, B)$ を、対応づけられたカウント値 $countS$ で除算した結果を鏡面反射成分のブロック平均色 $block\_S(R, G, B)$ とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 1 】

システム制御部 5 0 は、鏡面反射成分のブロック平均色block\_S(R, G, B)およびブロック平均色Block\_C(R, G, B)を  $C \times C \times y$  平面の値 (色度座標) に変換し、block\_S(Cx, Cy), block\_C(Cx, Cy)を算出する。block\_S(Cx, Cy)とblock\_C(Cx, Cy)と関係を図 1 2 ( a ) に示す。図 1 2 ( a ) において入力画像 1 2 0 0 は  $8 \times 8$  のブロックに分割されている。ここで、ブロック 1 2 0 1 の鏡面反射成分の平均色(block\_S)およびブロック平均値 (block\_C) が 1 2 0 3 , 1 2 0 4 である。また、ブロック 1 2 0 2 の鏡面反射成分の平均色(block\_S)およびブロック平均値 (block\_C) が 1 2 0 5 , 1 2 0 6 である。

## 【 0 0 9 2 】

システム制御部 5 0 は、同一ブロックについて算出されたblock\_S(Cx,Cy)とblock\_C(Cx,Cy)との距離 D を以下の式から算出し、算出した距離に基づくブロック単位の重みを決定する。

$$D = |\text{block\_S}(Cx) - \text{block\_C}(Cx)| + |\text{block\_S}(Cy) - \text{block\_C}(Cy)|$$

## 【 0 0 9 3 】

本実施形態において、ブロック単位の重みは、図 1 2 ( b ) に示すように距離 D が 0 から所定値までは大きな重み (ここでは 3 . 0 ) とし、その後は距離が大きくなるほど重みが小さくなり、最終的には 1 . 0 になるように制御する。距離 D が大きい、すなわち同一ブロックにおける鏡面反射成分の平均色と画素値の平均色との差異が大きい場合、そのブロック内の画素の平均色は白抽出範囲内であってもホワイトバランスゲインの算出時に重視しない方がよい。一方、距離 D が小さければ、鏡面反射成分の平均色と画素値の平均色が近い色であり、ブロック平均色が実際に白である可能性が高いため、重みを大きくしてホワイトバランスゲインの算出時に重視するようにする。

## 【 0 0 9 4 】

一方、S 1 1 0 8 でシステム制御部 5 0 は鏡面反射成分を含またはブロックと判定されたブロックに対する重みを決定する。本実施形態でシステム制御部 5 0 は、鏡面反射成分を含まないと判定されたブロックについては、一律に 1 . 5 の重みを決定する。なお、この重みの値は一例であり、中程度の信頼性に対応する値として、鏡面反射成分とブロック平均色と関係に基づく重みの範囲 (ここでは 1 . 0 ~ 3 . 0 ) の中間値を適宜定めることができる。

## 【 0 0 9 5 】

S 1 1 0 9 でシステム制御部 5 0 は、ブロック平均色block\_C(R,G,B)に対して S 1 1 0 7 または S 1 1 0 8 で決定した重みを乗算し、バッファに加算する。また、重みの値を変数であるブロック合計カウント値に加算する。これらの値は画像に含まれる白色ブロック全体の重み付き平均値を算出する際に利用する。

## 【 0 0 9 6 】

全ブロックについて S 1 1 0 5 ~ S 1 1 0 9 の処理を行った後、システム制御部 5 0 は処理を S 1 1 1 1 に進める。S 1 1 1 1 でシステム制御部 5 0 は、S 1 1 0 9 で加算したブロック平均色の重み付け加算値をブロック合計カウント値で除算し、入力画像に含まれる白色ブロック全体の重み付き平均値(R, G, B)を算出する。以降は、この重み付け平均値(R, G, B)を第 1 の実施形態の白抽出平均RGB値(wR,wG,wB)として用いて S 3 0 6 でホワイトバランスゲインを算出し、S 3 0 7 でホワイトバランスゲインを適用する。

## 【 0 0 9 7 】

本実施形態では、入力画像の部分領域であるブロックのうち、平均色が白抽出範囲内の白色ブロックごとに、平均色と鏡面反射成分の平均色を算出し、その差が小さいブロックの平均色ほど大きな重みを付与して入力画像の白抽出平均を算出するようにした。そのため、鏡面反射成分に近い平均色に大きな重み付けをしてホワイトバランスゲインを算出することができ、ホワイトバランスゲインの精度を向上させることができる。本実施形態もまた、被写体が暗い場合など、白抽出の精度が低下する条件下で効果が大きい。

## 【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態では、ブロック単位で色平均値と鏡面反射成分の平均値とを比較した



が、部分領域単位であれば、部分領域の大きさや形状には制限がない。

【0099】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。第1～第3の実施形態では、鏡面反射成分に基づいて白抽出範囲や白抽出結果の重みを制御したが、第4の実施形態では、ホワイトバランスゲインの範囲を鏡面反射成分に基づいて制御することを特徴とする。

【0100】

本実施形態においても第1の実施形態で説明したデジタルカメラ100において実施可能であるため、デジタルカメラ100の構成についての説明は省略し、本実施形態に特有なホワイトバランスゲインの算出処理について、図13～図15を用いて説明する。

10

【0101】

図13は、本実施形態におけるホワイトバランスゲイン算出処理を説明するためのフローチャートであり、第1の実施形態と同様の動作ステップについては図3と同じ参照数字を付して説明は省略する。

【0102】

S1405でシステム制御部50は、被写体の明るさに基づきホワイトバランスゲインの限界値を決定する。ホワイトバランスゲインの限界値について図14を用いて説明する。図14(a)はRとBのホワイトバランスゲイン(wR-Gain, wB-Gain)の関係例を示す図である。本実施形態では、RとBのホワイトバランスゲイン(wR-Gain, wB-Gain)を、黒体放射軸1501上の値を取るようにより制御するものとする。なお、光源が蛍光灯の場合など、実際にはホワイトバランスゲインが黒体放射軸から外れた値となることもあるが、ここでは説明および理解を容易にするため、ホワイトバランスゲインがすべて黒体放射軸1501上の値を有する場合について説明する。図14(a)において、Lo\_limは低色温度側の限界値、Hi\_limは高色温度側の限界値である。

20

【0103】

S1405においてシステム制御部50は、被写体の明るさ(たとえばEV値)が所定の閾値以下の暗い場合は、ホワイトバランスゲインの限界値をLo\_lim1およびHi\_lim1に設定する。また、システム制御部50は、被写体の明るさが所定の閾値より大きい場合は、ホワイトバランスゲインの限界値をLo\_lim2およびHi\_lim2に設定する。このように設定する理由は、被写体が明るい場合は光源が日中の太陽光の可能性が高く、ホワイトバランスゲインが取り得る範囲を日中の太陽光に対応した狭い範囲に制限する。一方、被写体が暗い場合は、様々な光源が存在する可能性があるため、ホワイトバランスゲインが取り得る範囲が日中の太陽光に対応する範囲より広くなるように限界値を設定する。

30

【0104】

S1406でシステム制御部50は、第1の実施形態のS303と同様にして入力画像が鏡面反射成分を含むか否かを判定し、鏡面反射成分を含むと判定した場合はS1407へ、鏡面反射成分を含まないと判定した場合はS1409へ、処理を進める。

【0105】

S1407でシステム制御部50は、鏡面反射成分の基準値からの差分を算出する。具体的には、システム制御部50は、鏡面反射成分の平均Cx値とCxの基準値Cx\_baseとの差分を距離d\_baseとして算出する。すなわち、 $d\_base = Cx - Cx\_base$ である。

40

【0106】

図14(b)に距離d\_baseの例を示す。図14(b)はCx×Cy平面における白抽出範囲1502と、鏡面反射成分の平均値1503、1504の例を示している。図14(b)では、基準値Cx\_base=0にした場合の例を示している。鏡面反射成分の平均値1503についての距離をd\_base1、鏡面反射成分の平均値1504についての距離をd\_base2で示している。基準値Cx\_baseは、鏡面反射成分の色温度が高いか低いかを判定するための閾値であり、他の値を用いてもよい。例えば、基準値は、Cx\_base=0以外に太陽光(D50光源)のCx値を基準として用いてもよい。鏡面反射成分の色温度が高いと判定されればホワイトバランスゲインの高色温度側の限界値を制御し、鏡面反射成分の色温度が低いと判定され

50

ればホワイトバランスゲインの低色温度側の限界値を制御する。

【0107】

S 1 4 0 8 でシステム制御部 5 0 は、S 1 4 0 7 で算出した距離 $d_{base}$ に基づき、S 1 4 0 5 で算出したホワイトバランスゲイン限界値を補正する。この処理について図 1 4 ( c ) および図 1 5 を用いて説明する。

【0108】

図 1 4 ( c ) は図 1 4 ( a ) と同様に R と B のホワイトバランスゲイン (wR-Gain, wB-Gain) の関係例を示す図であるが、低色温度の限界値 $Lo\_lim3$ および、高色温度の限界値 $Hi\_lim3$ が追加されている。システム制御部 5 0 は、S 1 4 0 7 で算出した距離 $d_{base}$ と図 1 5 に示す特性に基づき、ホワイトバランスゲインの限界値を補正する。

10

【0109】

図 1 5 ( a ) は距離 $d_{base}$ がプラスの場合 ( 鏡面反射成分が低色温度である場合 ) 、図 1 5 ( b ) は距離 $d_{base}$ がマイナスの場合 ( 鏡面反射成分が高色温度である場合 ) の限界値の制御特性を示している。距離 $d_{base}$ がプラスの場合は、鏡面反射成分の色温度が低い場合であるため、システム制御部 5 0 は図 1 5 ( a ) の特性に従って距離 $d_{base}$ が大きくなるほど高色温度側の限界値を小さくするように制御する。すなわち、鏡面反射成分により光源が低色温度である可能性が高いため、より高色温度側の色を取り込みにくくなるように高色温度側の限界値を小さくするように制御する。そして、システム制御部 5 0 は、距離 $d_{base}$ に応じた高色温度側の限界値と、S 1 4 0 5 で決定した明るさに基づく高色温度側の限界値 $Hi\_lim$ と比較し、小さい方を最終的な高色温度側の限界値として決定する。

20

【0110】

一方、距離 $d_{base}$ がマイナスの場合は、鏡面反射成分の色温度が高い場合であるため、システム制御部 5 0 は図 1 5 ( b ) の特性に従って距離 $d_{base}$ の絶対値が大きくなるほど低色温度側の限界値を大きくするように制御する。すなわち、鏡面反射成分により光源が高色温度である可能性が高いため、より低色温度側の色を取り込みにくくなるように低色温度側の限界値を大きくするように制御する。そして、システム制御部 5 0 は、距離 $d_{base}$ に応じた低色温度側の限界値と、S 1 4 0 5 で決定した明るさに基づく低色温度側の限界値 $Lo\_lim$ と比較し、大きい方を最終的な高色温度側の限界値として決定する。

【0111】

S 1 4 0 9 でシステム制御部 5 0 は、算出したホワイトバランスゲインが補正後の限界値で定まる範囲内に収まるよう必要に応じて補正するリミット処理を行う。例えば図 1 4 ( a ) において、S 3 0 6 で算出したホワイトバランスゲインが 1 5 0 5 で示される場合のリミット処理について説明する。ホワイトバランスゲイン 1 5 0 5 は黒体放射軸 1 5 0 1 上の値でないため、システム制御部 5 0 はまず B のホワイトバランスゲイン ( B ゲイン ) のみを補正し、黒体放射軸 1 5 0 1 上の値 1 5 0 6 に補正する。次にシステム制御部 5 0 は、補正後のホワイトバランスゲイン 1 5 0 6 が限界値で定まる範囲内に含まれるかどうか判定する。ここでは、ホワイトバランスゲインの限界値が $Lo\_lim2$ と $Hi\_lim2$ であるとする。この場合、黒体放射軸 1 5 0 1 上の値に補正されたホワイトバランスゲイン 1 5 0 6 は $Lo\_lim2$ 以下であるため、黒体放射軸 1 5 0 1 上で $Lo\_lim2$ に対応するホワイトバランスゲイン 1 5 0 7 に補正する。一方、S 3 0 6 で算出したホワイトバランスゲインが黒体放射軸 1 5 0 1 上で $Hi\_lim2$ 以上である場合、システム制御部 5 0 は、黒体放射軸 1 5 0 1 上で $Hi\_lim2$ に対応するホワイトバランスゲイン 1 5 0 8 になるように補正する。

30

40

【0112】

S 3 0 6 で算出したホワイトバランスゲインが黒体放射軸 1 5 0 1 上の値であり、かつ限界値で定まる範囲に含まれている場合、システム制御部 5 0 は S 3 0 6 で算出したホワイトバランスゲインを補正せずにそのまま用いる。

【0113】

S 3 0 7 でシステム制御部 5 0 は、S 3 0 6 で算出したホワイトバランスゲインもしくは S 1 4 0 9 で補正されたホワイトバランスゲインを WB 増幅部 2 0 1 ( 図 2 ) に設定する。

50

## 【 0 1 1 4 】

本実施形態では、白抽出に基づいて算出したホワイトバランスゲインを、入力画像の鏡面反射成分の情報に基づき補正する構成とした。具体的には、鏡面反射成分の色を考慮して、ホワイトバランスゲインの範囲を制御する構成とした。

光源色を示す鏡面反射成分の情報を利用して、白抽出に基づくホワイトバランスゲインの範囲を制御することにより、ホワイトバランスゲインが適切でない値となることを抑制することができ、ホワイトバランスゲインの精度を向上することができる。

## 【 0 1 1 5 】

なお、本実施形態では、鏡面反射成分の色温度の高低に応じてホワイトバランスゲインの範囲を制御する構成について述べたが、範囲を規定する限界値を、鏡面反射成分の色情報を利用する他の方法で設定してもよい。

## 【 0 1 1 6 】

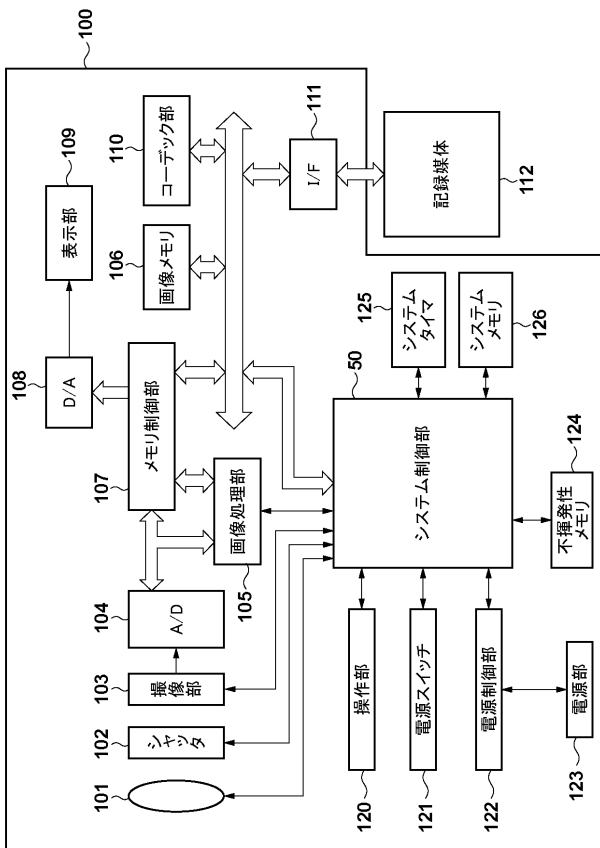
また、本実施形態では、ホワイトバランスゲインの値を黒体放射軸上の値としながら限界値を設定する構成としたが、黒体放射軸に沿った方向の範囲を制御する構成には限定されない。例えば、鏡面反射成分の色情報を利用して黒体放射軸に直交する方向に対するホワイトバランスゲインの範囲を制御する構成とすることも可能である。

## 【 0 1 1 7 】

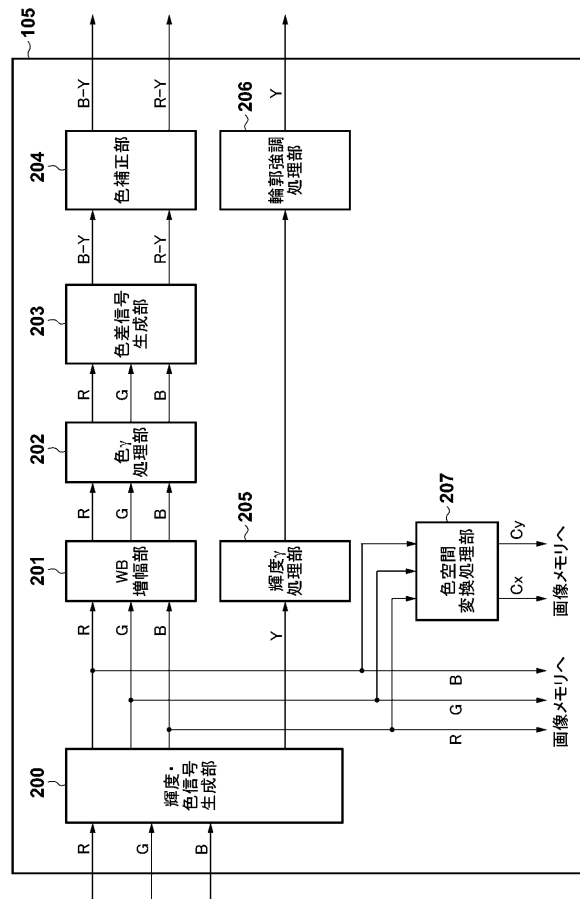
(その他の実施形態)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

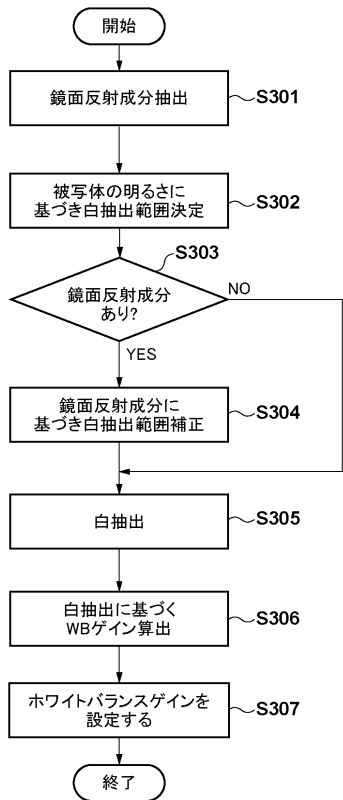
【 図 1 】



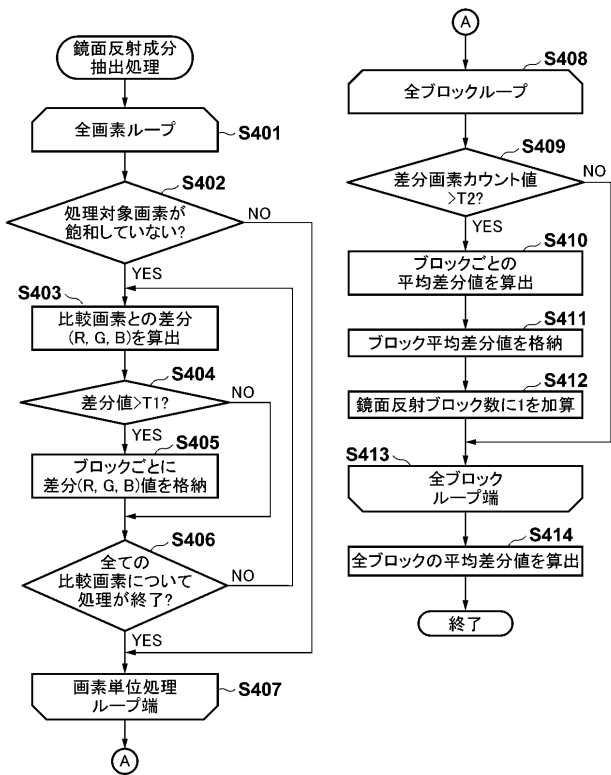
【 図 2 】



【 図 3 】



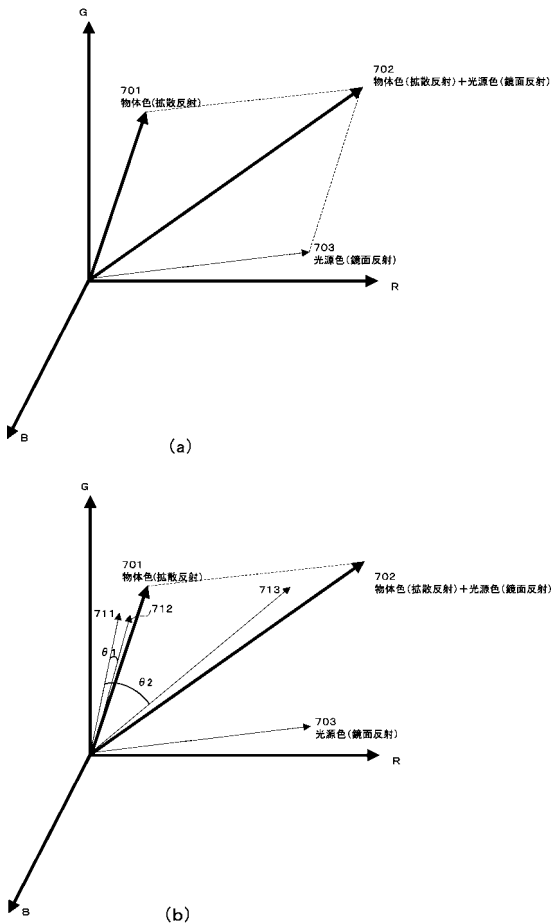
【 図 4 】



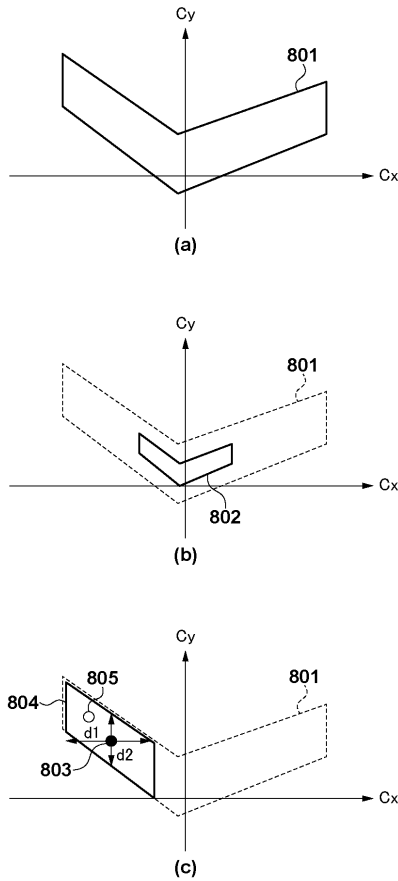
【 図 6 】

	ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	...	ブロック64
差分合計値 sumS	R1= XXX G1= XXX B1= XXX	R2= XXX G2= XXX B2= XXX	R3= XXX G3= XXX B3= XXX	R4= XXX G4= XXX B4= XXX	...	R64= XXX G64= XXX B64= XXX
カウント値 countS	countS1 = 2312	countS2 = 981	countS3 = 53	countS4 = 387	...	countS64 = 17

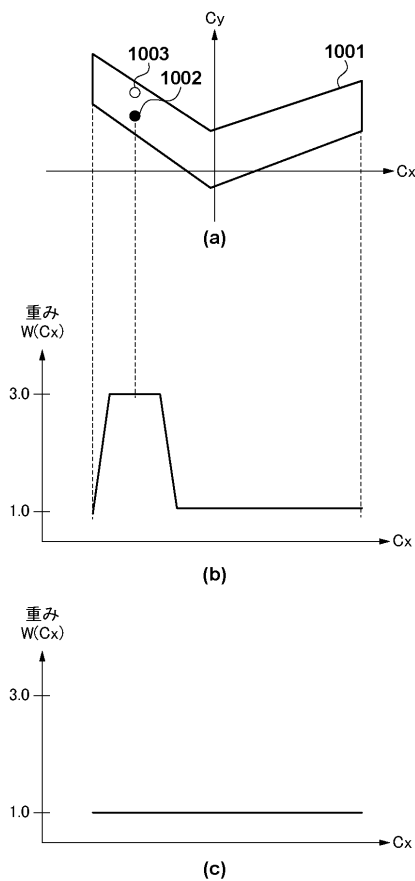
【 図 7 】



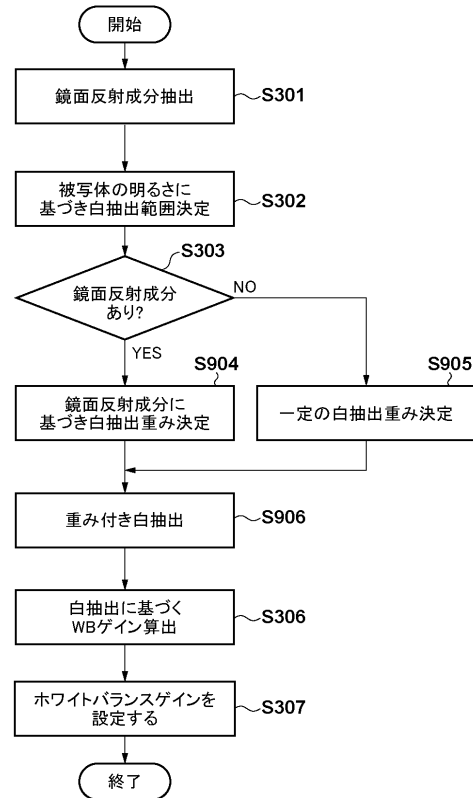
【図 8】



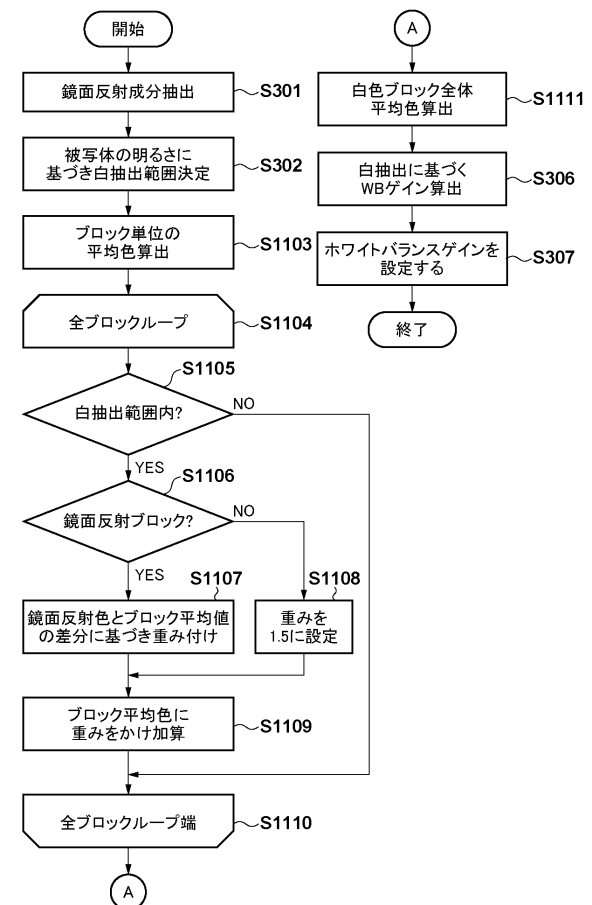
【図 10】



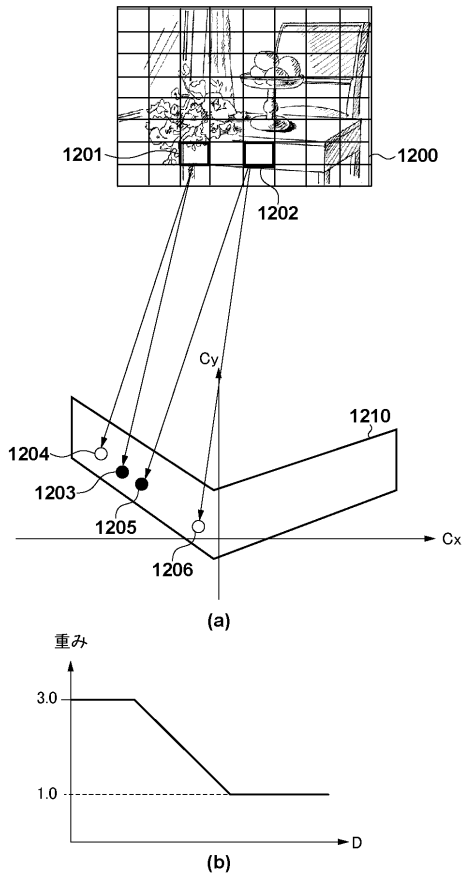
【図 9】



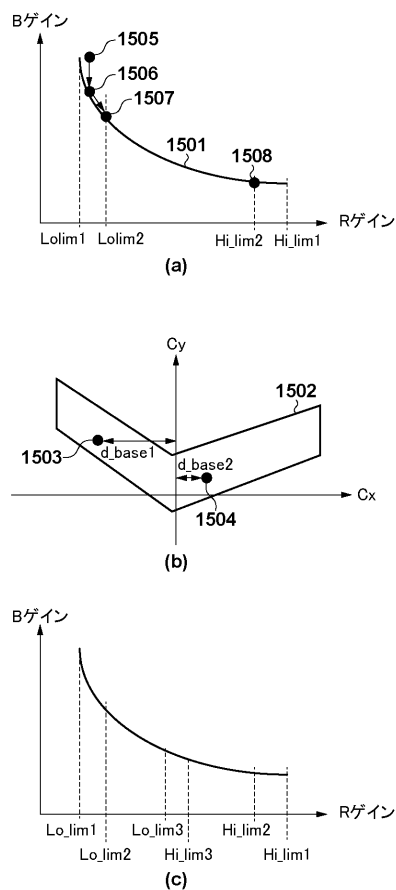
【図 11】



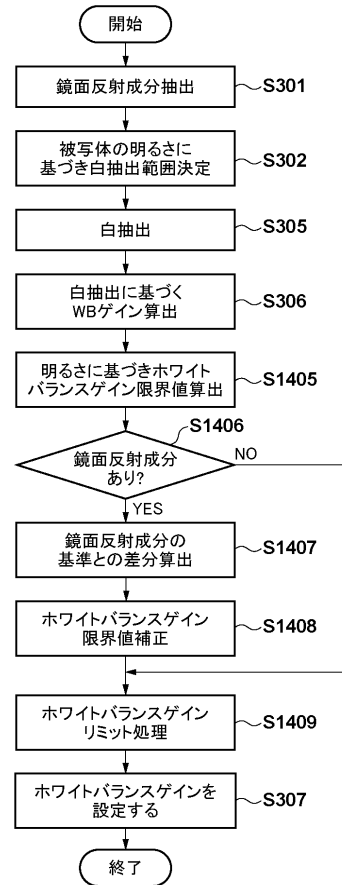
【図 1 2】



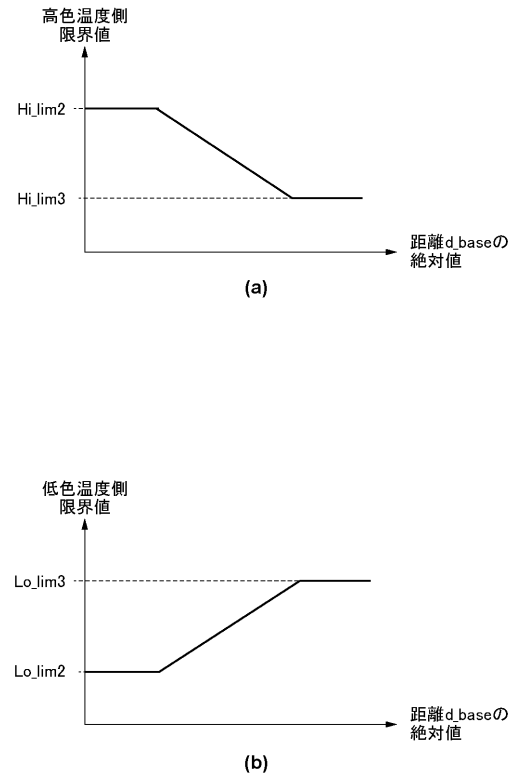
【図 1 4】



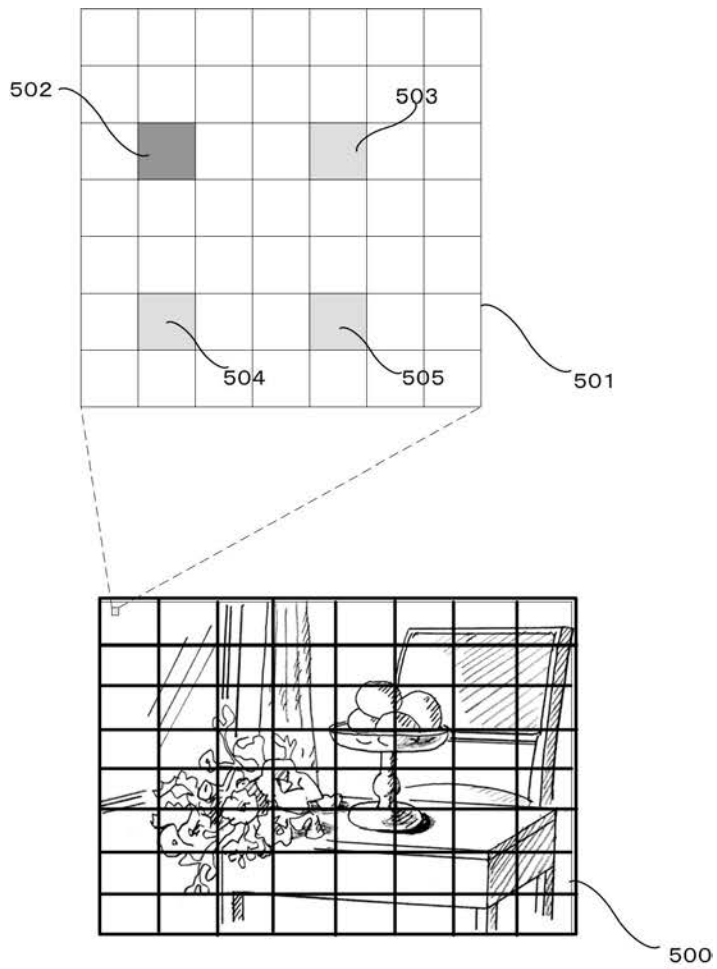
【図 1 3】



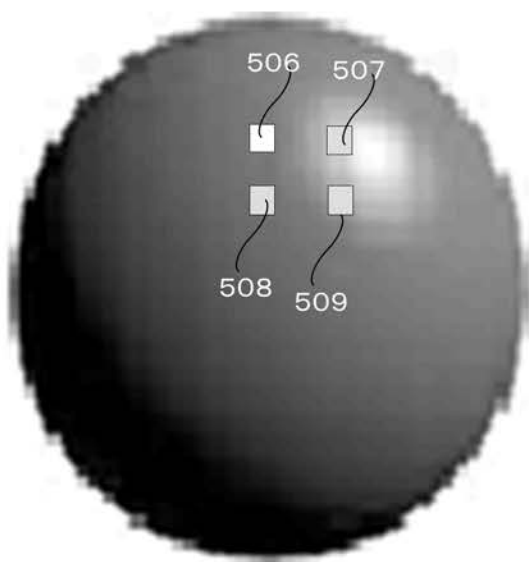
【図 1 5】



【 図 5 】



(a)



(b)

---

フロントページの続き

(72)発明者 北島 光太郎

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

Fターム(参考) 5C065 AA03 BB02 BB04 BB11 CC01 DD02 DD15 DD17 EE06 EE10

5C066 AA01 CA08 GA01 GA02 HA02 KA12 KE02 KE03 KE04 KE17

KE19 KM02