

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6425571号  
(P6425571)

(45) 発行日 平成30年11月21日 (2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日 (2018.11.2)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 4 N	9/73	(2006.01)	HO 4 N 9/73 A
HO 4 N	9/04	(2006.01)	HO 4 N 9/04 B

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-18688 (P2015-18688)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年2月2日 (2015.2.2)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-144042 (P2016-144042A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年8月8日 (2016.8.8)	(74) 代理人	100090273
審査請求日	平成30年1月25日 (2018.1.25)		弁理士 國分 孝悦
		(72) 発明者	植草 友貴
			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
		(72) 発明者	大輪 寧司
			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	西谷 憲人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを補正する画像処理装置であって、

環境光に対応したホワイトバランス補正值を取得する第1の取得手段と、

ストロボ光に対応したホワイトバランス補正值を取得する第2の取得手段と、

前記ストロボの発光時に撮影された被写体までの距離情報を取得する第3の取得手段と

、  
前記ストロボ光の配光特性と前記距離情報とに基づいて、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率を取得する第4の取得手段と、

前記環境光に対応したホワイトバランス補正值と、前記ストロボ光に対応したホワイトバランス補正值と、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率とに基づき、前記ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを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 2】

前記第4の取得手段は、前記ストロボの発光時に撮影された画像を複数の領域に分割したブロックごとに前記ストロボ光の成分を算出し、前記ブロックごとの前記ストロボ光の成分に基づいて、前記ブロックごとに前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率を算出する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】

10

20

前記第 3 の取得手段は、前記ブロックごとに被写体までの距離情報を取得し、前記ブロックごとの前記距離情報に基づいて、前記ブロックごとに前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 4 の取得手段は、前記ブロックごとに算出した前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率から、画素補間により、前記ストロボの発光時に撮影された画像の画素ごとに対応した合成比率を算出することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 4 の取得手段は、前記撮影された被写体の反射率に基づいて、前記ストロボ光の成分を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 6】

前記撮影された画像から顔の領域を検出する顔検出手段をさらに有し、

前記第 4 の取得手段は、前記顔検出された領域に対しては、顔の反射率を前記被写体の反射率として用いて前記ストロボ光の成分を算出することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 4 の取得手段は、前記距離情報に基づいて、前記撮影された被写体の表面の法線ベクトルを求め、前記法線ベクトルに基づいて、前記被写体の表面により反射する前記ストロボ光の成分を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記第 4 の取得手段は、前記顔検出された領域に対しては、前記距離情報と人の顔の 3 次元モデルとに基づいて、前記顔検出された領域に対応した被写体の表面の法線ベクトルを求め、前記法線ベクトルに基づいて、前記顔検出された領域に対応した被写体の表面により反射する前記ストロボ光の成分を算出することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

撮影された画像から移動領域を検出する移動検出手段をさらに有し、

前記第 4 の取得手段は、

30

前記移動領域として検出された領域に対しては、前記距離情報と前記ストロボ光の配光特性とに基づいてストロボ光の成分を算出し、

前記移動領域として検出されていない領域に対しては、ストロボの非発光時に撮影された画像とストロボの発光時に撮影された画像とに基づいてストロボ光の成分を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを補正する画像処理装置が実行する画像処理方法であって、

環境光に対応したホワイトバランス補正值を取得する第 1 の取得ステップと、

ストロボ光に対応したホワイトバランス補正值を取得する第 2 の取得ステップと、

40

前記ストロボの発光時に撮影された被写体までの距離情報を取得する第 3 の取得ステップと、

前記ストロボ光の配光特性と前記距離情報とに基づいて、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率を取得する第 4 の取得ステップと、

前記環境光に対応したホワイトバランス補正值と、前記ストロボ光に対応したホワイトバランス補正值と、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率とに基づき、前記ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを補正する補正ステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 11】

コンピュータを、請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機

50

能させるための、コンピュータが実行可能なプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、デジタルカメラ等の撮像装置は、撮影した画像の色調を自動で調整するオートホワイトバランス制御機能を備えている。但し、従来のオートホワイトバランス制御は、算出したホワイトバランス補正値を画像全体に適用するため、ストロボ発光撮影など複数の光源が存在する環境で撮影が行われた場合、それら各光源に対して適正な色味の画像を得ることが困難である。

10

【0003】

このようなことから、例えば特許文献1に記載の電子スチルカメラは、ストロボ発光時の画像とストロボ非発光時の画像とを、任意の被写体領域ごとに比較してデータの比を求め、求めた比の値によりストロボ光の寄与度を判定する。そして、特許文献1に記載の電子スチルカメラは、寄与度に応じてストロボ発光して露光させたときの画像データに対して、領域ごとにホワイトバランス補正値を選択して、ホワイトバランス制御を行っている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3540485号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術の場合、ストロボ発光時に撮影された画像データとストロボ非発光時に撮影された画像データとの取得タイミングには時間差がある。そのため、特許文献1の電子スチルカメラは、例えば被写体が動いている場合やカメラ側が移動している場合、ストロボ光の照射範囲及び照射量を誤検出してしまい、被写体等の物体の境界部分で色味ずれが生じてしまうという問題がある。また、特許文献1の電子スチルカメラは、ホワイトバランス補正値を各領域で可変させた後に現像処理を行うため、色の再現など、その他の制御がホワイトバランス補正値に対して適正にならなくなってしまう場合がある。このため、適正な色味が十分に再現されない。

30

【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、ストロボ発光時に撮影された画像に対して適正なホワイトバランス補正を可能とする画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム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】

【0007】

40

本発明の画像処理装置は、ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを補正する画像処理装置であって、環境光に対応したホワイトバランス補正値を取得する第1の取得手段と、ストロボ光に対応したホワイトバランス補正値を取得する第2の取得手段と、前記ストロボの発光時に撮影された被写体までの距離情報を取得する第3の取得手段と、前記ストロボ光の配光特性と前記距離情報とに基づいて、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率を取得する第4の取得手段と、前記環境光に対応したホワイトバランス補正値と、前記ストロボ光に対応したホワイトバランス補正値と、前記ストロボ光の成分と前記環境光の成分との比率とに基づき、前記ストロボの発光時に撮影された画像のホワイトバランスを補正する補正手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 0 8 】

本発明によれば、ストロボ発光時に撮影された画像に対して適正なホワイトバランス補正が可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 実施形態の撮像装置の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 実施形態のWB補正部の構成を示す図である。

【 図 3 】 撮像装置における撮影制御を時系列に並べた状態を示す図である。

【 図 4 】 ホワイトバランス補正処理のフローチャートである。

【 図 5 】 ホワイトバランス補正值決定処理のフローチャートである。

10

【 図 6 】 白検出を行うための色評価値の関係の一例を示す特性図である。

【 図 7 】 第 1 の実施形態におけるストロボ光成分算出処理のフローチャートである。

【 図 8 】 ストロボ光成分算出処理を説明するための図である。

【 図 9 】 顔検出処理を説明するための図である。

【 図 1 0 】 被写体表面の法線方向とストロボ光の反射光との関係を示す図である。

【 図 1 1 】 第 4 の実施形態のストロボ光成分算出処理のフローチャートである。

【 図 1 2 】 移動領域検出処理を説明するための図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 0 】

< 第 1 の実施形態 >

20

以下に、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。まず、図 1 から図 8 を参照して、第 1 の実施形態の画像処理装置について説明する。第 1 の実施形態の画像処理装置は、被写体までの距離情報からなる後述の距離マップを取得可能なデジタルカメラ等の撮像装置 1 0 0 である。

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、本実施形態の撮像装置 1 0 0 の概略構成を示す図である。図 1 において、撮像装置 1 0 0 は、撮像光学系 1 0 1、撮像素子 1 0 2、A / D 変換器 1 0 3、画像処理部 1 0 4、システム制御部 1 0 6、操作部 1 0 7、表示部 1 0 8、記録部 1 0 9、メモリ部 1 1 0、発光部 1 1 1 等を備えている。

## 【 0 0 1 2 】

30

撮像光学系 1 0 1 は、フォーカスレンズを含む複数のレンズ群及び絞りを有して構成される。撮像光学系 1 0 1 は、被写体からの光を受け、撮像素子 1 0 2 に光を導く。撮像光学系 1 0 1 に含まれるフォーカスレンズは、不図示のレンズ駆動制御部からの駆動命令に基づいて駆動し、ピント位置の調節を可能とする。なお、フォーカスレンズは、ピントリングの回転動作に応じて駆動されてもよい。撮像光学系 1 0 1 を通過した光束は、撮像素子 1 0 2 上に被写体の光学像を形成する。

## 【 0 0 1 3 】

発光部 1 1 1 は、いわゆるストロボ光を発光させるストロボ発光部や、点灯状態を続けて撮影時の照明補助を行うための補助光源部などを備えている。ストロボ発光部は、カメラの内蔵ストロボでもよいし、カメラに付属しないいわゆる外付けストロボ、或いは、ケーブルや無線を通じて接続される外部ストロボであってもよい。発光部 1 1 1 は、システム制御部 1 0 6 によりストロボ発光やストロボ非発光等のような発光動作が制御される。

40

## 【 0 0 1 4 】

撮像素子 1 0 2 は、CCD や CMOS 等からなる撮像素子であり、その表面は例えばベイヤー配列のような RGB カラーフィルタにより覆われ、カラー撮影が可能な構成となっている。撮像素子 1 0 2 は、受光した光束を電気信号に変換し、アナログ信号として A / D 変換器 1 0 3 に出力する。A / D 変換器 1 0 3 は、撮像素子 1 0 2 からのアナログ信号をデジタル信号に変換するための変換器である。A / D 変換器 1 0 3 は、変換したデジタル信号を画像処理部 1 0 4 に出力する。

## 【 0 0 1 5 】

50

操作部 107 は、撮像装置 100 に備えられた各種スイッチやダイヤル、シャッターボタンなどの操作デバイスである。撮影者は、操作部 107 を用いて撮影パラメータの設定や撮影動作などの操作指示を入力することが可能である。撮影者による操作部 107 を介した操作入力信号は、システム制御部 106 に出力される。なお、シャッターボタンは、いわゆる半押しと全押しが可能なスイッチにより構成されている。

#### 【0016】

表示部 108 は、液晶ディスプレイ (LCD) 等からなり、システム制御部 106 から転送される撮影時の画像や記録部 109 に記憶された画像の表示、或いは、各種の設定画面などの表示を行う。記録部 109 は、様々な規格のメモリカード等の着脱可能な記録媒体が装填され、システム制御部 106 を介して転送される画像データを記録媒体へ記録し、また、記録媒体から記録データの読み出しを行う。

10

#### 【0017】

画像処理部 104 は、ホワイトバランス補正処理や顔検出処理などを含む様々な画像処理を行う。画像処理部 104 におけるホワイトバランス補正は、ホワイトバランス補正部 105 などの回路構成により実現されてもよいし、システム制御部 106 が実行するプログラム群により実現されてもよい。以下、本実施形態では、ホワイトバランスを適宜「WB」と表記する。WB 補正部 105 の詳細な構成及びホワイトバランス補正值の決定方法については後述する。また、画像処理部 104 における顔検出処理は、顔検出部 112 などの回路構成により実現されてもよいし、システム制御部 106 が実行するプログラム群により実現されてもよい。顔検出処理については後述する第 2 の実施形態において説明する。画像処理部 104 は、システム制御部 106 からの制御命令に基づいて、A/D 変換器 103 から供給されるデジタル信号群に対して画像処理を行い、記録用及び表示用の画像データを生成する。画像処理部 104 で行われる画像処理は、WB 補正後の画像データに色ゲインをかけて色差信号に変換する処理や RGB 信号に変換する処理、ガンマ補正処理などの現像処理も含まれる。なお、画像処理部 104 は、画像処理を行う際に、適宜画像データをメモリ部 110 に記憶し、また、適宜画像データの読み出しを行う。

20

#### 【0018】

また、画像処理部 104 は、撮像素子 102 で撮像された信号を基に、被写体までの距離情報を保持する距離マップのデータを取得する。ここで、画像処理部 104 が距離マップデータを取得する際の取得方法について説明する。撮像素子 102 には、複数のマイクロレンズが格子状に並べられており、各マイクロレンズ下には複数の分割画素が備えられている。例えば、各マイクロレンズ下に水平方向の左右 2 つの分割画素がある場合、画像処理部 104 は、まず水平方向の同一のライン内に備えられた左の分割画素の値と右の分割画素の値の相関値演算を行う。次に、画像処理部 104 は、相関値が最も高くなる分割画素間の視差と撮像素子 102 の画素ピッチ等の情報に基づいて、実空間での距離、すなわち撮像素子 102 から被写体までの実空間内の奥行き方向の距離を算出する。画像処理部 104 は、上述のような処理を任意の領域ごとに繰り返し行うことで、それら領域ごとの距離情報からなる距離マップを生成する。本実施形態では、距離マップを取得する際の任意の領域は、一例として後述するように画像を分割したブロックごとの領域となされている。したがってこの場合、距離マップの解像度は、画像を分割したブロックごとの解像度と同じになる。

30

40

#### 【0019】

システム制御部 106 は CPU を含み、メモリ部 110 に格納されている制御プログラムに従って、撮像光学系 101 内のフォーカスレンズの駆動制御などのシステム全体の動作制御を行う。また、システム制御部 106 は、画像処理部 104 での画像処理によって得られたデータや、撮像光学系 101 のレンズ位置情報の取得等のように各構成要素間の信号の入出力も行う。

#### 【0020】

メモリ部 110 は、ROM と RAM を含む。メモリ部 110 の ROM は、システムプログラムである基本ソフトや、システム制御部 106 と画像処理部 104 が後述する各種制

50

御や信号処理を実行するためのプログラム、それらプログラムの実行に伴って使用される各種データを記憶している。メモリ部 110 の RAM は、システム制御部 106 や画像処理部 104 が実行するプログラムが展開され、またそのプログラムが使用するデータエリアとなされている。詳細については後述するが、本実施形態においてメモリ部 110 の ROM に記憶されている各種データは、例えば、ストロボ光の配光特性、一般的な物質の平均的な標準反射率、人の顔の反射率、顔の 3 次元モデル等の各データを挙げることができる。詳細については後述するが、メモリ部 110 の RAM に一時記憶されるデータは、例えば、撮像された画像データ、ストロボ非発光時の画像データ、ストロボ発光時の画像データ、ストロボ発光時の距離マップのデータ等を挙げることができる。

#### 【0021】

以上が、本実施形態の撮像装置 100 の概略構成である。次に、画像処理部 104 の WB 補正部 105 の構成及びホワイトバランス補正值の決定方法について詳細に述べる。図 2 は、WB 補正部 105 の構成を示す図である。図 2 において、WB 補正部 105 は、入力部 201、第 1 の WB 補正值決定部 206、第 1 の補正部 207、第 2 の WB 補正值決定部 208、第 2 の補正部 209、ストロボ光成分算出部 210、合成比率算出部 211、合成部 212、出力部 213 を有している。

#### 【0022】

入力部 201 は、ストロボ非発光時の画像データ 202、ストロボ光の配光特性 203 のデータ、ストロボ発光時の距離マップ 204 のデータ、ストロボ発光時の画像データ 205 を、メモリ部 110 から読み出し、それらデータを各部に出力する。これら各データがどのように取得されて使用されるかについての詳細は後述する。

#### 【0023】

図 3 は、システム制御部 106 により行われる撮影制御を、時系列に並べた状態を示す図である。図 3 において、シャッターボタンが半押しされる状態 301 (以下、SW1 と表記する。)の前には、システム制御部 106 は、撮像光学系 101 及び撮像素子 102 を制御して、いわゆるライブビュー表示用の画像 310 をフレーム周期ごとに撮影させる。シャッターボタンが半押しされた SW1 の状態では、システム制御部 106 は、撮像光学系 101 を制御して、AF ロック 311 と AE ロック 312 とを行う。なお、AF ロック 311 は、撮像光学系 101 内のフォーカスレンズを駆動するオートフォーカスの制御において焦点距離をロックする制御である。AE ロック 312 は、自動露出制御において露出値をロックする制御である。SW1 の状態が保持された保持期間 302 の後、シャッターボタンが全押しされる状態 303 (以下、SW2 と表記する。)になると、システム制御部 106 は、発光部 111 に対してテスト発光 314 を行わせる。その後、システム制御部 106 は、撮像光学系 101 及び撮像素子 102、発光部 111 を制御して、実際に被写体等の画像を撮影させる本露光 315 を行わせる。

#### 【0024】

ここで、テスト発光 314 がなされる前に、システム制御部 106 は、撮像光学系 101 及び撮像素子 102 を制御して、環境光露光 313 として図 3 に示されている時間にも露光を行わせる。本実施形態では、環境光露光 313 の時間に露光した画像データが、図 2 のストロボ非発光時の画像データ 202 であり、本露光 315 の時間に露光した画像データが、図 2 のストロボ発光時に撮影された画像データ 205 である。ストロボ非発光時の画像データ 202 は、発光部 111 のストロボを発光させず、環境光により撮像素子 102 による撮像がなされて取得される画像データである。ストロボ発光時の画像データ 205 は、発光部 111 のストロボ発光時に撮像素子 102 で撮像がなされて取得された画像データである。なお、ストロボ非発光時の画像データ 202 は、本露光 315 の後に、環境光で露光した撮影画像データを用いてもよい。

#### 【0025】

図 2 の説明に戻り、第 1 の WB 補正值決定部 206 は、ストロボ非発光時の画像データ 202 に基づいて環境光に対する WB 補正值を決定し、その WB 補正值のデータを第 1 の補正部 207 に出力する。第 2 の WB 補正值決定部 208 は、ストロボ発光時の画像デー

10

20

30

40

50

タ 2 0 5 に基づいてストロボ光に対する W B 補正值を決定し、その W B 補正值のデータを第 2 の補正部 2 0 9 に出力する。

【 0 0 2 6 】

第 1 の補正部 2 0 7 は、環境光に対する W B 補正值に基づいて、ストロボ発光時の画像データ 2 0 5 の W B 補正を行う。第 2 の補正部 2 0 9 は、ストロボ光に対する W B 補正值に基づいて、ストロボ発光時の画像データ 2 0 5 の W B 補正を行う。第 1 の補正部 2 0 7 で W B 補正された画像データと第 2 の補正部 2 0 9 で W B 補正された画像データは、合成部 2 1 2 に出力される。

【 0 0 2 7 】

ストロボ光成分算出部 2 1 0 は、ストロボ発光時の画像データ 2 0 5 の後述する領域ごとのストロボ光成分を、ストロボ光の配光特性 2 0 3 のデータ及びストロボ発光時に取得された距離マップ 2 0 4 のデータから算出し、合成比率算出部 2 1 1 に出力する。ストロボ光の配光特性 2 0 3 の詳細については後述する。

【 0 0 2 8 】

合成比率算出部 2 1 1 は、ストロボ発光時の画像データ 2 0 5 とストロボ光成分に基づいて、画像合成のための合成比率を算出し、合成部 2 1 2 に出力する。合成部 2 1 2 は、合成比率算出部 2 1 1 が出力する合成比率に基づいて、第 1 の補正部 2 0 7 で W B 補正された画像データと第 2 の補正部 2 0 9 で W B 補正された画像データとを合成する。合成部 2 1 2 にて合成された画像データは、最終的なホワイトバランス補正画像データとして出力部 2 1 3 へ送られる。出力部 2 1 3 は、後段の処理部に対してホワイトバランス補正画像データを出力する。

【 0 0 2 9 】

以上が第 1 の実施形態の撮像装置 1 0 0 内部の W B 補正部 1 0 5 の構成である。次に、本実施形態における W B 補正部 1 0 5 の W B 補正動作を説明する。図 4 は、W B 補正部 1 0 5 において行われる補正処理のフローチャートである。

【 0 0 3 0 】

まず、ステップ S 4 0 1 において、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、ストロボ非発光時の画像データ 2 0 2 に基づいて、環境光に対する第 1 の W B 補正值を決定する。ステップ S 4 0 1 のストロボ非発光時の W B 補正值決定処理を図 5 と図 6 を用いて詳細に説明する。図 5 は、W B 補正值決定処理のフローチャートである。図 6 は、白検出を行うための色評価値の関係を示す特性図であり、図 6 ( a ) はストロボ非発光時の白検出範囲を、図 6 ( b ) はストロボ発光時の白検出範囲を示す。

【 0 0 3 1 】

図 5 のフローチャートのステップ S 5 0 1 において、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、入力されたストロボ非発光時の画像データ 2 0 2 の画像を任意の  $n$  個のブロック ( 1 ~  $n$  ) に分割する。本実施形態の場合、ストロボ非発光時の画像データ 2 0 2 のブロック分割数の「 $n$ 」は、後述するストロボ発光時の画像データ 2 0 5 のブロック分割数の「 $m$ 」と同じにする。ステップ S 5 0 1 の後、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、処理をステップ S 5 0 2 へ進める。ステップ S 5 0 2 に進むと、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、ブロックごとに、画素値を各色で加算平均して、R G B の各色平均値 (  $R [ i ]$  ,  $G [ i ]$  ,  $B [ i ]$  ) を算出する。なお、 $[ i ]$  はブロック ( 1 ~  $n$  ) のうちの  $i$  番目のブロックを示している。さらに、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、以下の式 ( 1 ) を用いて、色評価値 (  $C x [ i ]$  ,  $C y [ i ]$  ) を算出する。

【 0 0 3 2 】

$$C x [ i ] = ( R [ i ] - B [ i ] ) / Y [ i ] \times 1 0 2 4$$

$$C y [ i ] = ( R [ i ] + B [ i ] - 2 G [ i ] ) / Y [ i ] \times 1 0 2 4 \quad \dots \text{式 ( 1 )}$$

$$\text{但し、} Y [ i ] = ( R [ i ] + 2 G [ i ] + B [ i ] ) / 4$$

【 0 0 3 3 】

ステップ S 5 0 2 の後、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、処理をステップ S 5 0 3 へ進める。ステップ S 5 0 3 に進むと、第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 は、図 6 に示すよう

な座標軸を持つグラフを用いて白検出を行う。図6は、x座標(Cx)の負方向が高色温度被写体の色を撮影したときの色評価値を表し、正方向が低色温度被写体の色を撮影したときの色評価値を表している。また、y座標(Cy)は光源の緑成分の度合いを意味しており、負方向になるにつれてG成分が大きくなり、つまり蛍光灯であることを示している。

#### 【0034】

また、ステップS503において、第1のWB補正值決定部206は、ステップS502で算出したi番目のブロックの色評価値(Cx[i], Cy[i])が、図6(a)に示す予め設定した白検出範囲601に含まれるか否かを判定する。白検出範囲601は、環境光が未知の光源であるため、予め異なる光源下で白い被写体が撮影された画像から算出した色評価値を基準に定めたものである。そして、第1のWB補正值決定部206は、ステップS503において、i番目のブロックの色評価値(Cx[i], Cy[i])が予め設定される白検出範囲601に含まれると判定した場合には、処理をステップS504へ進める。一方、第1のWB補正值決定部206は、ステップS503において、i番目のブロックの色評価値(Cx[i], Cy[i])が予め設定される白検出範囲601に含まれないと判定した場合には、処理をステップS505へ進める。

#### 【0035】

ステップS504では、第1のWB補正值決定部206は、i番目のブロックが白色であると判定して、当該ブロックの色平均値(R[i], G[i], B[i])を積分して、色平均値の積分値(SumR, SumG, SumB)を求める。なお、ステップS503及び504の処理は、次の式(2)によって表すことができる。

#### 【0036】

##### 【数1】

$$\begin{aligned} SumR &= \sum_{i=1}^n Sw[i] \times R[i] \\ SumG &= \sum_{i=1}^n Sw[i] \times G[i] \quad \cdots \text{式(2)} \\ SumB &= \sum_{i=1}^n Sw[i] \times B[i] \end{aligned}$$

#### 【0037】

ここで、式(2)において、色評価値(Cx[i], Cy[i])が白検出範囲601に含まれる場合、第1のWB補正值決定部206は、式(2)中のSw[i]を「1」とする。一方、色評価値(Cx[i], Cy[i])が白検出範囲601に含まれない場合、第1のWB補正值決定部206は、式(2)中のSw[i]を「0」とする。すなわち、Sw[i]が「1」になされた場合、第1のWB補正值決定部206は、色平均値(R[i], G[i], B[i])を積分することになる。一方、Sw[i]が「0」になされた場合、第1のWB補正值決定部206は、色平均値(R[i], G[i], B[i])を積分しないことになる。ステップS504の後、第1のWB補正值決定部206は、処理をステップS505へ進める。

#### 【0038】

ステップS505では、第1のWB補正值決定部206は、全てのブロックについて前述したステップS502～S504の処理を行ったか否かを判定する。ステップS505で未処理のブロックが存在すると判定した場合、第1のWB補正值決定部206は、ステップS502へ処理を戻して前述同様の処理を繰り返す。一方、ステップS505で全てのブロックについて処理を行ったと判定した場合、第1のWB補正值決定部206は、処理をステップS506へ進める。

#### 【0039】

10

20

30

40

50

ステップS506では、第1のWB補正值決定部206は、全てのブロックで得られた色平均値の積分値（SumR1、SumG1、SumB1）から、式（3）を用い、第1のWB補正值（WBCol\_\_R1、WBCol\_\_G1、WBCol\_\_B1）を算出する。なお、積分値（SumR1、SumG1、SumB1）は、前述した各ブロックの色平均値の積分値（SumR、SumG、SumB）を全てのブロックについて積分して得られた値である。

【0040】

$$WBCol\_R1 = SumY1 \times 1024 / SumR1$$

$$WBCol\_G1 = SumY1 \times 1024 / SumG1 \quad \dots \text{式(3)}$$

$$WBCol\_B1 = SumY1 \times 1024 / SumB1$$

$$\text{但し、} SumY1 = (SumR1 + 2 \times SumG1 + SumB1) / 4$$

【0041】

なお、ここではストロボ非発光時の画像データ202から第1のWB補正值を算出する例を説明したが、スタジオでの撮影などで環境光が既知の場合は、第1のWB補正值を予め設定しておいてもよい。

【0042】

図4の説明に戻り、ステップS401の後、処理はステップS402へ進むが、このステップS402の処理は、第2のWB補正值決定部208で行われる。ステップS402では、第2のWB補正值決定部208は、ストロボ発光時の画像データ205に基づいてストロボ光に対する第2のWB補正值を決定する。第2のWB補正值の決定処理は、前述した第1のWB補正值の決定処理と同様の方法によって行われる。但し、第2のWB補正值の決定処理は、第1のWB補正值の決定処理とは異なり、図6（b）に示すようにストロボ光用の白検出範囲602を用いた処理が行われる。これは環境光が基本的には未知の光源であるのに対して、ストロボ光は既知の光源であるため、図6（b）の白検出範囲602のように範囲を限定することができるためである。なお、第2のWB補正值としてのストロボ光のWB補正值は、既知のものとして予め設定しておいてもよい。

【0043】

ステップS402の後、処理はステップS403へ進むが、このステップS403の処理は、ストロボ光成分算出部210にて行われる。ステップS403では、ストロボ光成分算出部210は、ストロボ発光時の画像データ205のブロックごとのストロボ光成分を、ストロボ光の配光特性203及びストロボ発光時に取得された距離マップ204の各データから算出する。

【0044】

ここで、ステップS403のストロボ光成分算出処理を図7と図8を用いて詳細に説明する。図7は、ストロボ光成分算出処理のフローチャートである。図8（a）は、ストロボ発光時の画像（画像データ205）、及び、ストロボ光成分を算出するブロックの一例（ブロックP）を示す図である。図8（b）は、ストロボ光成分算出処理の処理単位であるブロックの分割の一例を示す図である。図8（c）は、ストロボ光の配光特性の一例を示す図である。

【0045】

先ず、図7のフローチャートにおいて、ストロボ光成分算出部210は、ステップS701の処理として、ストロボ発光撮影時のレンズの焦点距離情報をシステム制御部106から取得する。すなわち、システム制御部106は、撮像光学系101内のフォーカスレンズを駆動するオートフォーカスの制御を行っているため焦点距離情報を保持しており、ストロボ光成分算出部210はその焦点距離情報を取得する。ステップS701の後、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS702へ進める。

【0046】

ステップS702に進むと、ストロボ光成分算出部210は、ストロボ発光時の画像データ205を、距離マップ204の作成時と同数のm個のブロックに分割する。これにより、距離マップ204の解像度は、ストロボ発光時の画像データ205をブロック分割し

10

20

30

40

50

た解像度と同じになる。図8(b)は、複数の画素803からなるストロボ発光時の画像データ205が、距離マップ204の各ブロックに対応する図中太線で示した範囲804のブロックごとに分割された状態を模式的に示した図である。なお、図8(a)の画像801のようなストロボ発光時の画像データ205において、例えば被写体802の画像の一部であるブロックPは、前述のように分割された各ブロックのうちの一つのブロックを示している。ステップS702の後、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS703へ進める。

#### 【0047】

ステップS703に進むと、ストロボ光成分算出部210は、ステップS702で分割したブロックごとに対応する距離マップ204の距離情報(ストロボ光源からの奥行き方向の距離情報)をメモリ部110から読み出す。ステップS703の後、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS704へ進める。

#### 【0048】

ステップS704に進むと、ストロボ光成分算出部210は、ストロボ光成分を算出する。具体的には、距離マップ204の(x, y)座標に相当するブロックの座標、ステップS701で取得された焦点距離情報、ステップS703で取得された距離マップ204の奥行き距離情報、及びストロボ光の配光特性203からストロボ光成分を算出する。

#### 【0049】

ここで、ストロボ光の配光特性203とは、図8(c)に示すような、ストロボ光源からの距離と方向に応じて、被写体に届く光量 $Y_s$ がどのように変化するかを示す特性である。なお、図8(c)は、ストロボ光の照射方向を変更せずに被写体方向側にして撮影する場合、及び、ストロボ光源の発光光量とストロボ光の広がり角度についてもそれぞれ一定で変化させないで撮影する場合を想定して説明している。図8(c)からわかるように、ストロボ光が被写体に届く光量 $Y_s$ は、ストロボ光源から被写体までの距離が近いほど大きくなり、反対に被写体までの距離が遠いほど小さくなる。また、ストロボ光源からの方向は、ストロボ光源が備えているレンズ光学系や反射光学系の光軸(ストロボ光源の光軸とする。)と、ストロボ光源の発光点から被写体までを結ぶ線分(光源から被写体までの線分とする。)とが成す角度で言い表すことができる。ストロボ光源の光軸と光源から被写体までの線分との成す角度が小さくなる(ストロボ光源の光軸に対して被写体の位置が近い)ほど、被写体に届く光量 $Y_s$ は大きくなっていく。反対に、ストロボ光源の光軸と光源から被写体までの線分との成す角度が大きくなる(ストロボ光源の光軸に対して被写体の位置が遠くなる)につれて、被写体に届く光量 $Y_s$ は小さくなっていく。また、撮影時の焦点距離は撮影時の画角と対応しており、焦点距離が長く(大きく)なればなるほど画角は狭まり、逆に焦点距離が短く(小さく)なればなるほど画角は広がる。すなわち、焦点距離が長く(画角が狭く)なればなるほど、撮影画像内に占める被写体等の画像は大きくなり、逆に、焦点距離が短く(画角が広く)なればなるほど、撮影画像内に占める被写体等の画像は小さくなる。また、焦点距離が長ければ(画角が狭ければ)、ストロボ光の広がり角度に対して狭い範囲の撮影画像が得られるようになり、逆に、焦点距離が短ければ(画角が広ければ)、ストロボ光の広がり角度に対して広い範囲の撮影画像が得られることになる。さらに、本実施形態において、距離マップのサイズは撮像素子102のセンサ面のサイズと対応しており、距離マップの解像度は前述したブロック分割数による解像度と同じになされている。したがって、焦点距離が変われば、距離マップの(x, y)座標に対する被写体画像の(x, y)座標は変化することになり、また、ストロボ光源の光軸に対する被写体の方向も変化することになる。一例として、或る焦点距離において、図8(a)に示すブロックPのストロボ光成分が図8(c)の $Y_{sp}$ であったとしても、焦点距離が変われば、ストロボ光源の光軸に対するブロックPの方向も変わり、ストロボ光成分も異なるようになる。なお、図8(c)ではx軸方向における配光特性とy軸方向における配光特性は同一である場合について示しているが、ストロボの形状などによってはx軸方向の配光特性とy軸方向の配光特性は異なる場合もある。

#### 【0050】

そして、ストロボ光成分算出部 210 は、分割したブロック (1 ~ m) ごとのストロボ光成分  $Y_s[i]$  を、以下の四つの引数を用いた式 (4) の関数  $g$  により算出する。式 (4) において、四つの引数は、各ブロックに対応する距離マップの座標 ( $x[i]$ ,  $y[i]$ )、距離マップの奥行き距離情報  $z(x[i], y[i])$ 、焦点距離  $f$  である。すなわち、ストロボ光成分算出部 210 は、これら四つの引数に基づいて実空間での被写体位置を算出した上で、配光特性の情報を適用してストロボ光成分  $Y_s[i]$  を求める。

【0051】

$$Y_s[i] = g(x[i], y[i], z(x[i], y[i]), f) \quad \dots \text{式(4)}$$

【0052】

なお、ここではストロボ光成分の算出に上記の 4 つの引数を用いる例を説明したが、他のストロボ光成分に関係する引数を用いてもよい。一方、ストロボ光成分の算出精度は低くなるが、全ての被写体は光源の正面に位置すると仮定して、奥行き距離情報のみを引数として用いてもよい。また、ここではストロボ光成分を複数の引数を用いて関数により算出する例を説明したが、ストロボ光成分をテーブルとして保持し、条件により参照することで決定してもよい。ステップ S704 の後、ストロボ光成分算出部 210 は、処理をステップ S705 へ進める。

【0053】

ステップ S705 に進むと、ストロボ光成分算出部 210 は、全てのブロックについて前述したステップ S703、S704 の処理を行ったか否かを判定する。ストロボ光成分算出部 210 は、ステップ S705 において未処理のブロックが存在すると判定した場合にはステップ S703 へ処理を戻して前述同様の処理を繰り返す。一方、ストロボ光成分算出部 210 は、ステップ S705 において全てのブロックについて処理を行ったと判定した場合には、この図 7 のフローチャートに示したストロボ光成分算出処理を終了する。

【0054】

図 7 のフローチャートのストロボ光成分算出処理が終了すると、画像処理部 104 における処理は、図 4 のステップ S404 の画像合成比率算出処理へ進むが、このステップ S404 の処理は合成比率算出部 211 にて行われる。ステップ S404 の処理に進むと、合成比率算出部 211 は、画像合成に用いる合成比率を算出する。ここで、合成比率算出部 211 は、ステップ S403 で算出されたブロックごとのストロボ光成分  $Y_s[i]$  とストロボ発光時の画像データ 205 とを用いて、合成比率を算出する。まず、合成比率算出部 211 は、ストロボ発光時の画像データ 205 をストロボ光成分算出処理と同様の  $m$  個のブロックに分割し、ブロックごとに画素値を RGB 各色で加算平均して色平均値 ( $R_t[i]$ ,  $G_t[i]$ ,  $B_t[i]$ ) を算出する。そして、合成比率算出部 211 は、以下の式 (5) を用いて各ブロックの輝度値  $Y_t[i]$  を算出する。

【0055】

$$Y_t[i] = 0.3 \times R_t[i] + 0.6 \times G_t[i] + 0.1 \times B_t[i] \quad \dots \text{式(5)}$$

【0056】

ここで、このように算出した各ブロックの輝度値  $Y_t[i]$  を、各ブロックのストロボ光成分と環境光成分の総和とする。合成比率算出部 211 は、さらに、前述の式 (4) のストロボ光成分  $Y_s[i]$  と、ストロボ光成分と環境光成分の総和  $Y_t[i]$  との比率を、以下の式 (6) を用いて算出することで、各ブロックの合成比率  $[i]$  を求める。

【0057】

$$[i] = Y_s[i] / Y_t[i] \quad \dots \text{式(6)}$$

【0058】

次に、ステップ S404 の合成比率算出処理が終了すると、画像処理部 104 における処理は、ステップ S405 の補正画像データ生成処理へ進むが、このステップ S405 の処理は、第 1 の補正部 207 と第 2 の補正部 209 にて行われる。ステップ S405 の処理に進むと、第 1 の補正部 207 は、ステップ S401 で決定された環境光に対応する第 1 の WB 補正值を用いて、ストロボ発光時の画像データ 205 から第 1 の補正画像データ  $Y_{uv1}$  を生成する。また、ステップ S405 において、第 2 の補正部 209 は、ステッ

プ S 4 0 2 で決定されたストロボ光に対応する第 2 の W B 補正值を用いて、ストロボ発光時の画像データ 2 0 5 から第 2 の補正画像データ Y u v 2 を生成する。なお、第 1 の補正部 2 0 7、第 2 の補正部 2 0 9 では、R G B から Y U V への現像処理も行われる。

#### 【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 4 0 5 の補正画像データ生成処理が終了すると、画像処理部 1 0 4 における処理はステップ S 4 0 6 の画像合成処理へ進むが、このステップ S 4 0 6 の処理は合成部 2 1 2 にて行われる。ステップ S 4 0 6 に進むと、合成部 2 1 2 は、ステップ S 4 0 4 で算出されたブロックごとの合成比率  $[i]$  を用いて、補正画像データ Y u v 1 と補正画像データ Y u v 2 とを合成し、合成画像データ Y u v 3 を生成する。具体的には、合成部 2 1 2 は、合成画像データ Y u v 3 における色評価値  $(Y 3 [i], u 3 [i], v 3 [i])$  を次の式 (7) のようにして算出する。式 (7) 中の  $(Y 1 [i], u 1 [i], v 1 [i])$  は補正画像データ Y u v 1 における色評価値であり、 $(Y 2 [i], u 2 [i], v 2 [i])$  は補正画像データ Y u v 2 における色評価値である。

#### 【 0 0 6 0 】

$$\begin{aligned} Y 3 [i] &= Y 1 [i] \times (1 - [i]) + Y 2 [i] \times [i] \\ u 3 [i] &= u 1 [i] \times (1 - [i]) + u 2 [i] \times [i] \\ v 3 [i] &= v 1 [i] \times (1 - [i]) + v 2 [i] \times [i] \end{aligned} \quad \dots \text{式 (7)}$$

#### 【 0 0 6 1 】

ここで、ブロックの境界部分に生じる色味ずれを緩和するために、合成比率算出部 2 1 1 は、ステップ S 4 0 4 でさらに画素補間処理を行うことにより、ブロックごとの合成比率  $[i]$  から画素ごとの合成比率  $[j]$  を算出してもよい。なお、 $[j]$  はブロック内の各画素のうちの  $j$  番目の画素を示している。具体的には合成比率算出部 2 1 1 は、画素補間処理としてバイリニア補間を用い、ブロックごとの合成比率  $[i]$  から画素ごとの合成比率  $[j]$  を算出する。またこの場合、合成部 2 1 2 は、ステップ S 4 0 6 において、画素ごとの合成比率  $[j]$  を用いて、補正画像データ Y u v 1 と補正画像データ Y u v 2 を合成し、合成画像データ Y u v 3 を生成する。合成画像データ Y u v 3 の色評価値  $(Y 3 [j], u 3 [j], v 3 [j])$  は、補正画像データ Y u v 1 の色評価値  $(Y 1 [j], u 1 [j], v 1 [j])$  と補正画像データ Y u v 2 の色評価値  $(Y 2 [j], u 2 [j], v 2 [j])$  とから算出される。すなわち、合成部 2 1 2 は、以下の式 (8) により合成画像データ Y u v 3 の色評価値  $(Y 3 [j], u 3 [j], v 3 [j])$  を算出する。

#### 【 0 0 6 2 】

$$\begin{aligned} Y 3 [j] &= Y 1 [j] \times (1 - [j]) + Y 2 [j] \times [j] \\ u 3 [j] &= u 1 [j] \times (1 - [j]) + u 2 [j] \times [j] \\ v 3 [j] &= v 1 [j] \times (1 - [j]) + v 2 [j] \times [j] \end{aligned} \quad \dots \text{式 (8)}$$

#### 【 0 0 6 3 】

以上説明したように、本実施形態の画像処理部 1 0 4 は、ストロボ光成分を距離マップとストロボ光の配光特性から算出している。これにより、本実施形態によれば、撮影の際に例えば被写体が動いたり撮像装置側が移動したりしたとしても、被写体の境界部分の色味ずれを軽減でき、主被写体と背景とを共に適正な色味とすることが可能となる。なお、図 2 では、画像処理部 1 0 4 が第 1、第 2 の W B 補正值決定部 2 0 6、2 0 8 と第 1、第 2 の補正部 2 0 7、2 0 9 を備えた構成例を挙げたが、これに限られるものではなく、一つの W B 補正值決定部と一つの補正部とを備えた構成としてもよい。一つの W B 補正值決定部及び補正部を用いる場合、先ず前述の第 1 の W B 補正值決定部 2 0 6 及び補正部 2 0 7 と同様の処理の後、次に前述の第 2 の W B 補正值決定部 2 0 6 及び補正部 2 0 7 と同様の処理が行われるような時間でわけた順次処理とする。また、本実施形態では、複数のブロックに分割し、ブロック単位で処理を行う例を説明したが、これに限られるものではなく、処理時間と画質を考慮した上で、画素単位の処理を行うようにしてもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

< 第 2 の実施形態 >

10

20

30

40

50

次に、第２の実施形態の画像処理装置について説明する。第２の実施形態の画像処理装置は、第１の実施形態で説明したストロボ光成分算出部２１０の処理に、さらに被写体の反射率を適用する。以下、第２の実施形態の画像処理装置において、第１の実施形態と異なる処理のみ説明し、第１の実施形態と同じ処理についての説明は省略する。

#### 【００６５】

第２の実施形態の画像処理装置では、図７のフローチャートのステップＳ７０４の処理として、ストロボ光成分算出部２１０は、ブロックごとのストロボ光成分 $Y_s[i]$ を式（４）に被写体の反射率 $r$ を適用した以下の式（９）により算出する。なお、被写体の反射率 $r$ は、予めメモリ部１１０に記憶しておいた一般的な物質の平均値である標準反射率とする。

#### 【００６６】

$Y_s[i] = g(x[i], y[i], z(x[i], y[i]), f) \times r \dots$  式（９）

#### 【００６７】

また、第２の実施形態において、ストロボ光成分算出部２１０は、標準反射率以外にも、例えば人の顔の反射率を考慮して、ストロボ光成分を算出することも可能となされている。図９（ａ）は、撮影画像から顔が検出された場合の例を示す模式的な図である。画像処理部１０４に含まれる顔検出部１１２は、ストロボ発光撮影時の画像データから被写体である人物画像領域９０１を検出し、さらに顔画像を検出して顔画像領域９０２を特定する。ＷＢ補正部１０５のストロボ光成分算出部２１０は、顔検出部１１２により検出された顔画像領域９０２に該当するブロックに関しては、予めメモリ部１１０に記憶されている人の顔の反射率を用いてストロボ光成分 $Y_s[i]$ を算出する。

#### 【００６８】

以上説明したように、第２の実施形態によれば、ストロボ光成分の算出の際に被写体の反射率を考慮することで、ストロボ光成分の算出精度が向上し、より適正なホワイトバランス補正が可能となる。また、第２の実施形態の画像処理装置は、撮影画像から人の顔画像領域を検出し、その顔画像領域については人の顔の反射率を考慮してストロボ光成分を算出することにより、特に人の顔に対してより適正なＷＢ補正が可能となる。

#### 【００６９】

#### < 第３の実施形態 >

次に、第３の実施形態の画像処理装置について説明する。第３の実施形態の画像処理装置は、第２の実施形態で説明したストロボ光成分算出部２１０の処理に、さらに被写体表面でのストロボ光の反射方向を適用する。以下、第３の実施形態の画像処理装置において、第２の実施形態と異なる処理のみ説明し、第２の実施形態と同じ処理についての説明は省略する。

#### 【００７０】

図１０は、被写体表面の法線方向とストロボ光の反射光の関係を示す図である。まず、被写体表面におけるストロボ光の反射角度の算出方法について説明する。図１０に示すように被写体表面１００１の点１００２に対して、ストロボ光１００３が入射した場合、ストロボ光は被写体表面１００１の点１００２で反射して反射光１００４となる。反射光１００４の被写体表面１００１に対する反射角度は、点１００２における法線ベクトル１００５を被写体の表面形状から推定し、ストロボ光と法線とのなす角を求めることで算出できる。したがって、反射光１００４の反射光成分のうち、実際に撮像装置から観測できるストロボ光の反射光成分は、図１０に示すような反射光成分１００６となる。図１０では説明を簡略化するために、被写体表面１００１によるストロボ光１００３の入射と反射を、ストロボ光１００３と反射光１００４及び法線を含む２次元平面により説明したが、ストロボ光１００３の入射と反射は、本来は３次元空間での現象である。したがって、法線ベクトル１００５や反射光成分１００６は、実際には３次元空間に対応して求められる。

#### 【００７１】

ここで、被写体の表面形状は、距離マップに対して補間処理を行うことで算出すること

10

20

30

40

50

ができる。すなわち、ストロボ光成分算出部 210 は、図 7 のフローチャートのステップ S704 において、ブロックごとのストロボ光成分  $Ys[i]$  を、式 (9) にストロボ光の反射角度  $\theta$  を適用した、以下の式 (10) で算出する。

【0072】

$$Ys[i] = \frac{g(x[i], y[i], z(x[i], y[i]), f])}{x \cos^2 \theta \times r} \quad \dots \text{式 (10)}$$

【0073】

また、第 3 の実施形態において、画像処理部 104 に含まれる顔検出部 112 は、ストロボ発光撮影時の画像データから顔画像を検出すると、さらに顔画像領域から目や口などの器官位置を検出する。この場合、ストロボ光成分算出部 210 は、顔検出部 112 が検出した目や口などの器官位置情報に基づいて、図 9 (b) に示すような顔の 3 次元モデルを当てはめることで法線ベクトルを算出する。なお、顔の 3 次元モデルのデータは、予めメモリ部 110 に記憶されている。そしてストロボ光成分算出部 210 は、その法線ベクトルを、反射光成分とする。

【0074】

以上説明したように、第 3 の実施形態によれば、ストロボ光成分の算出の際に被写体表面によるストロボ光の反射方向を考慮することで、ストロボ光成分の算出精度が向上し、より適正なホワイトバランス補正が可能となる。また、第 3 の実施形態の画像処理装置は、撮影画像から検出された人の顔画像領域により、人の顔によるストロボ光の反射方向を考慮してストロボ光成分を算出することにより、特に人の顔に対してより適正な WB 補正が可能となる。

【0075】

< 第 4 の実施形態 >

次に、第 4 の実施形態の画像処理装置について説明する。第 4 の実施形態の画像処理装置は、第 1 の実施形態で説明したストロボ光成分算出部 210 の際に、被写体や撮像装置の移動を検出して、その移動検出結果に応じてストロボ光成分算出方法を切り替える。

【0076】

以下、第 4 の実施形態の画像処理装置について、図 11 及び図 12 を参照しながら説明する。図 11 は第 4 の実施形態の場合のストロボ光成分算出部 210 における処理のフローチャートを示している。なお、図 11 のフローチャートにおいて、第 1 の実施形態の説明で使った図 7 のフローチャートと同じ処理については、図 7 と同じ参照番号を付して、それらの処理の説明は適宜省略する。また、図 12 は、撮像画像から被写体や撮像装置の移動を検出するための移動領域検出処理について説明するための模式的な図である。

【0077】

図 11 のフローチャートにおいて、ストロボ光成分算出部 210 は、ステップ S701 において焦点距離情報の取得が完了すると、処理をステップ S1101 へ進める。ステップ S1101 に進むと、ストロボ光成分算出部 210 は、図 12 (a) に示すようにストロボ非発光時の被写体領域 1201 とストロボ発光時の被写体領域 1202 を特定する。そして、ストロボ光成分算出部 210 は、ストロボ非発光時の被写体領域 1201 とストロボ発光時の被写体領域 1202 から、図 12 (b) に示すような移動領域 1203 の検出を行う。このとき、移動領域 1203 の検出については、例えばストロボ非発光撮影時の画像データ 202 とストロボ発光撮影時の画像データ 205 とを比較し、それら画像データ 202 と画像データ 205 に所定量以上の差があるか否かにより判断する。なお、このとき、ストロボ光成分算出部 210 は、ストロボ光による影響を考慮して、ストロボ発光撮影時の画像データ 205 からストロボ光成分を差し引いた上で比較を行う。そして、ストロボ光成分算出部 210 は、画像データ 202 と画像データ 205 に所定量以上の差がある領域を、移動領域 1203 として検出する。ステップ S1101 において移動領域の検出が完了すると、ストロボ光成分算出部 210 は、処理をステップ S702 へ進める。

【0078】

10

20

30

40

50

ステップS702では、ストロボ光成分算出部210は、第1の実施形態の場合と同様にして、ストロボ発光時の画像データ205に加えて、ストロボ非発光時の画像データ202を複数のブロックに分割する。ステップS702で画像データの分割が完了すると、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS1102へ進める。

【0079】

ステップS1102に進むと、ストロボ光成分算出部210は、処理対象となっているブロックに、ステップS1101で検出した移動領域が含まれているか否かを判定する。処理対象のブロックに移動領域が含まれる場合、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS703へ進める。そして、ストロボ光成分算出部210は、ステップS703以降は第1の実施形態で説明したステップS705までの処理を行う。一方、ステップS1101において、処理対象のブロックに移動領域が含まれないと判定した場合、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS1103へ進める。

10

【0080】

ステップS1103に進むと、ストロボ光成分算出部210は、ストロボ非発光時の画像データ202とストロボ発光時の画像データ205の差分からストロボ光成分を算出する。具体的には、ストロボ光成分算出部210は、先ず、ストロボ非発光時の画像データ202の各ブロックの輝度値 $Y_e[i]$ と、ストロボ発光時の画像データ205の各ブロックの輝度値 $Y_t[i]$ からストロボ光成分 $Y_s[i]$ を算出する。輝度値 $Y_e[i]$ 、輝度値 $Y_t[i]$ の算出方法は、第1の実施形態における図4のステップS404で説明した通りである。次に、ストロボ光成分算出部210は、以下の式(11)を用いて、ストロボ光成分 $Y_s[i]$ を、ストロボ光成分と環境光成分の総和( $Y_t[i]$ )から環境光成分( $Y_e[i]$ )を引くことにより算出する。

20

【0081】

$$Y_s[i] = Y_t[i] - Y_e[i] \quad \dots \text{式(11)}$$

【0082】

ストロボ光成分算出部210は、ステップ1103でストロボ光成分 $Y_s[i]$ の算出が完了すると、処理をステップS705へ進める。そして、ストロボ光成分算出部210は、ステップS705において全ブロックの処理が完了したか否かを判定する。ステップS705で全ブロックの処理が完了したと判定した場合、ストロボ光成分算出部210は、ストロボ光成分算出処理を終了する。一方、ステップS705で全ブロックの処理が完了していないと判定(未処理のブロックが残っていると判定)した場合、ストロボ光成分算出部210は、処理をステップS1102へ戻し、上述した処理を行う。

30

【0083】

以上説明したように、第4の実施形態においては、移動領域の検出結果に応じてストロボ光成分の算出方法を切り替えることで、距離マップの精度が低くなる背景領域のストロボ光成分の算出精度を向上させることが可能となる。そして、その結果として、第4の実施形態によれば、被写体や撮像装置が移動する状態でのストロボ発光撮影であっても、被写体の境界部分の色味ずれを軽減し、主被写体と背景とを共に適正な色味とすることが可能となる。このように、第4の実施形態によれば、距離マップの精度が低い距離の遠い領域、すなわち背景領域におけるストロボ光成分の算出精度が向上し、より適正なホワイトバランス補正が可能となる。

40

【0084】

なお、第4の実施形態では、ストロボ非発光時の画像データとストロボ発光時の画像データとの差分による移動領域の検出例を説明したが、これに限られるものではない。例えば、ストロボ非発光時の距離マップとストロボ発光時の距離マップの差から、移動領域を検出してもよい。すなわち、ストロボ非発光時の距離マップとストロボ発光時の距離マップとの差が例えば予め決めた値より大きくなったときには、被写体等が移動したと検出することができる。

【0085】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限

50

定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

#### 【0086】

<その他の実施形態>

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

#### 【0087】

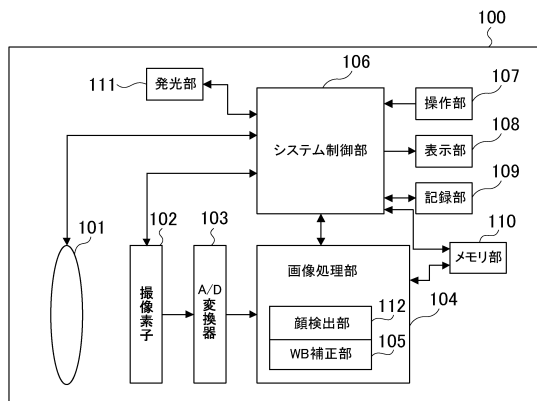
上述の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。即ち、本発明は、その技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

#### 【符号の説明】

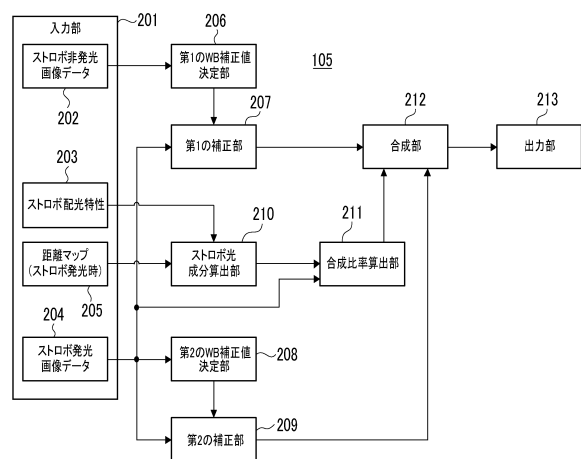
#### 【0088】

100 撮像装置、101 撮像光学系、102 撮像素子、103 A/D変換器、104 画像処理部、105 WB補正部、106 システム制御部、107 操作部、108 表示部、109 記録部、110 メモリ部、111 発光部、112 顔検出部、201 入力部、202 ストロボ非発光画像データ、203 ストロボ光の配光特性、204 距離マップ、205 ストロボ発光画像データ、206 WB補正值決定部1、207 第1の補正部、208 第2のWB補正值決定部、209 第2の補正部、210 ストロボ光成分算出部、211 合成比率算出部、212 合成部、213 出力部

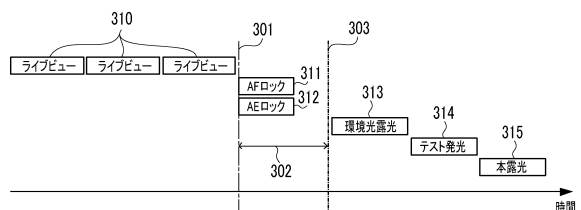
【図1】



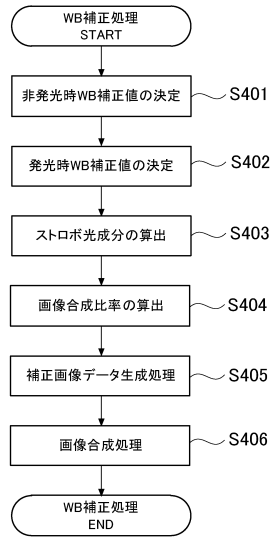
【図2】



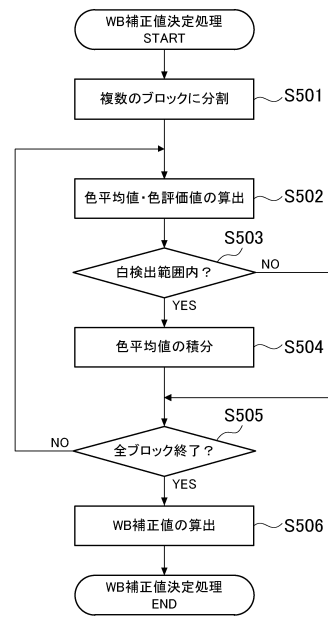
【図3】



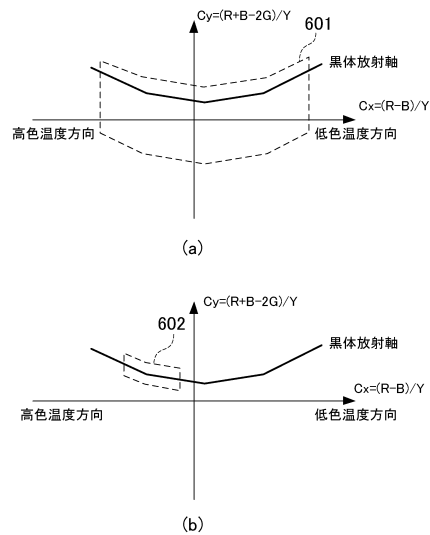
【図 4】



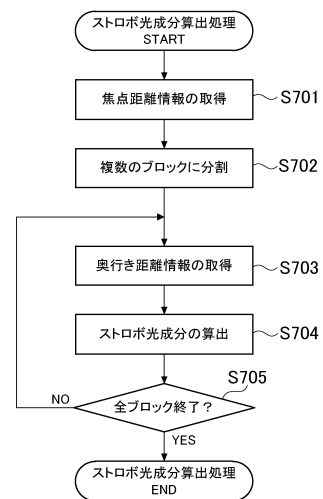
【図 5】



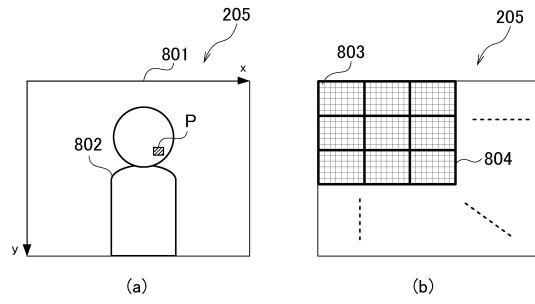
【図 6】



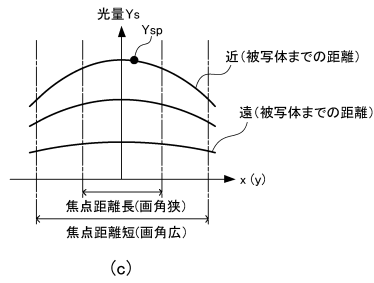
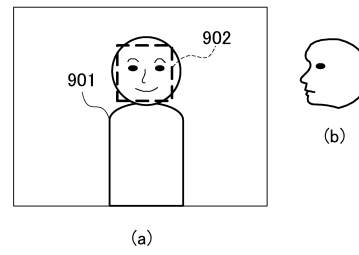
【図 7】



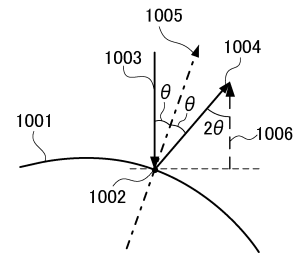
【図 8】



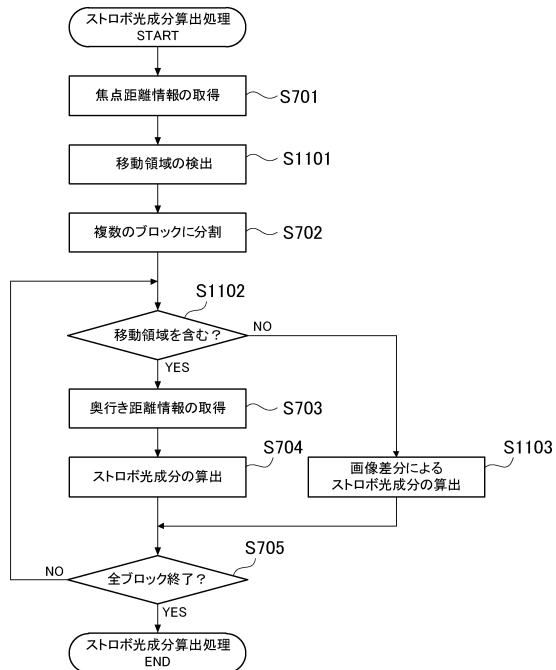
【図 9】



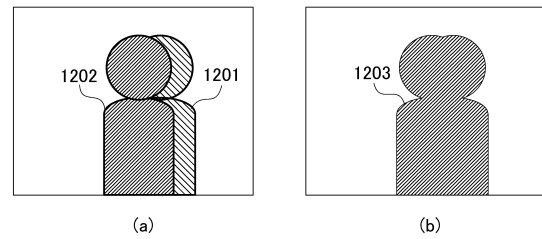
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-222052(JP,A)  
特開平09-322191(JP,A)  
特開2010-219606(JP,A)  
特開2014-014044(JP,A)  
特開2012-054811(JP,A)  
特開2009-060586(JP,A)  
特開2014-033276(JP,A)  
特開平07-301842(JP,A)  
国際公開第2007/007788(WO,A1)  
特開2008-131579(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	9/73
H04N	9/04
H04N	5/232
H04N	1/60
G06T	1/00