

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明は、被写体の輝度や色度の測定精度を確保しつつ、感度補正に伴う性能劣化を最小化するための撮像装置を提供する。撮像装置100は、少なくとも2つの撮像部11の感度特性が同一になるように補正する感度補正部5と、感度補正部5における補正パラメータを記憶する記憶部19と、記憶部19に記憶した補正パラメータと撮像部11のシャッタ値に基づいて被写体の輝度値を算出する輝度算出部22と、を備える。ここに感度補正部5は、少なくとも2つの撮像部11の感度特性を、感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正する。さらに感度補正部5は、各色に対する感度特性が所定の比になるように補正するとともに、輝度算出部22は、被写体の各色に対する輝度値を算出する。

明 細 書

発明の名称：撮像装置およびその調整方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の撮像部を有する撮像装置およびその調整方法に係り、特に複数の撮像部間の感度特性の補正に関する。

背景技術

[0002] 近年、車両に搭載したカメラやレーダを使って、道路や周辺の歩行者や車両を検出し、運転者にとって危険かどうかを判断するITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）技術の開発が進められている。また、高速道路や自動車専用道路での使用が前提のACC（Adaptive Cruise Control：定速走行・車間距離制御装置）や自動ブレーキなどの運転支援システムでは、車両検出に適し、耐候性に優れたミリ波レーダが用いられている。しかし、より高度な機能が要求される自動運転になると、周囲の道路構造や歩行者などの検出が必要となり、高い空間分解能を持った距離情報が得られるステレオカメラが有望となる。

[0003] ステレオカメラでは、視点の異なる2台のカメラで撮像した物体の2枚の画像上の位置の違い（視差）と2台のカメラの間隔（基線長）とカメラの焦点距離などから三角測量の原理を用いて距離が計測される。視差は、左右2台のカメラの左右画像の局所領域での一致の程度から求める。そのため、2台のカメラの特性は極力一致している必要があり、特性差が大きいと視差を求めるのが難しくなる。

[0004] このため、カメラ毎のゲイン補正量やオフセット補正量などの補正量を製造時に予め測定し、ルックアップテーブル（LUT）としてROMに格納し、出荷後はルックアップテーブル（LUT）を参照して補正する技術が開示されている（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平5－114099号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 自動運転では、交通信号機や路面マークも検出するため、カラー情報を利用する。交通信号機や尾灯・制動灯などの明るさや色は、交通法規や規格等で定められ、計測器で測定される輝度や色度などの物理量で規定されている。これを手掛かりに対象物を検出する場合、カメラの特性、特に感度特性は左右の特性一致だけでなく、製品間の個体差に依存せずに全ての出荷製品で同一の特性であること（絶対精度）が求められ、感度特性を補正する技術は重要となる。

[0007] ところが感度特性の補正では、補正量に応じて、ダイナミックレンジの低下や最大飽和出力（出力階調）の低下といった性能劣化を伴う。さらに、カラーCMOSセンサーやカラーCCDなどのカラー撮像素子の感度特性は、フォトダイオードの特性バラツキだけでなく、コンバージョン容量やアンプ回路などの半導体起因のバラツキや、カラーフィルタの膜厚分布や色素バラツキなどカラーフィルタ要因のバラツキの影響を受ける。また、撮像素子以外にレンズ、偏光フィルタや赤外カットフィルタなどの光学フィルタの透過率もばらつく。その結果、感度特性のバラツキが拡大してその補正が十分になされないと、要求性能を満足できないカメラが発生する。

[0008] さらに、色判定による検出を行うためにカメラの色毎の感度の比（カラーバランス）である赤と緑の比（ R/G ）や青と緑の比（ B/G ）が決まっているため、カラーバランスを満足するような補正が必要になる。

[0009] このようなカメラ毎の特性バラツキの増加傾向に対して、前記特許文献1をはじめ従来技術では、出荷するカメラ製品全ての感度特性を一律の特性に一致させるように補正するものであり、製造歩留りが上がらず製造コストを増大させるという課題があった。

[0010] 本発明の目的は、被写体の輝度や色度の絶対精度を確保しつつ、感度補正に伴う性能劣化を最小化するための撮像装置およびその調整方法を提供する

ことである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の撮像装置は、少なくとも2つの撮像部の感度特性が同一になるように補正する感度補正部と、感度補正部における補正パラメータを記憶する記憶部と、記憶部に記憶した補正パラメータと撮像部のシャッタ値に基づいて被写体の輝度値を算出する輝度算出部と、を備える。ここに感度補正部は、少なくとも2つの撮像部の感度特性を、感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正する。さらに感度補正部は、各色に対する感度特性が所定の比になるように補正するとともに、輝度算出部は、被写体の各色に対する輝度値を算出する。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、感度補正による性能劣化を大幅に抑制するとともに、被写体の輝度や色度の絶対精度を確保できる高性能の撮像装置およびその調整方法を実現できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施例1に係るステレオカメラシステムの全体構成を示す図。
[図2A]感度補正のフローチャートを示す図。
[図2B]輝度値算出のフローチャートを示す図。
[図3]本実施例の感度補正法および輝度値算出法をグラフで説明する図。
[図4]感度補正に伴う性能低下を説明する図（実施例2）。
[図5A]複数のカメラ間での感度補正を説明する図（比較例）。
[図5B]2台のカメラ間での感度補正を説明する図。
[図6]本実施例における感度補正のフローチャートを示す図。
[図7]実施例3に係るステレオカメラシステムの全体構成を示す図。
[図8A]カラーバランスの調整を含む感度補正を説明する図（G基準）。
[図8B]カラーバランスの調整を含む感度補正を説明する図（R基準）。
[図8C]カラーバランスの調整を含む感度補正を説明する図（B基準）。
[図9A]感度補正のフローチャートを示す図。

[図9B]輝度値算出のフローチャートを示す図。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。以下の実施例では、2台のカメラを有するステレオカメラシステムを例に説明するが、本発明は、2台以上の複数のカメラを有するシステムにも同様に適用できる。

実施例 1

[0015] 実施例1では、ステレオカメラにおいて、1台のカメラ毎に行う感度補正について説明する。

[0016] 図1は、実施例1に係るステレオカメラシステムの全体構成を示す図である。ステレオカメラシステムは、左右の2台のカメラ1a、1b、キャリブレーション回路部2、画像処理部3、認識アプリケーション部4、感度補正パラメータ計算部21、及び制御マイコン22を備えている。このうち、カメラ1a、1bと、キャリブレーション回路部2、感度補正パラメータ計算部21、及び制御マイコン22が撮像装置100を構成する。

[0017] 左右のカメラ1a、1bは、互いに光軸が平行になるように、また2台が所定の距離になるように筐体（図示せず）に固定されている。カメラ1a、1bからの出力画像データは、キャリブレーション回路部2の感度補正部5a、5bにて、撮像素子の感度バラツキやレンズの透過率バラツキに起因する感度バラツキを補正する。また幾何補正部6a、6bにて、レンズの歪などの幾何学的な補正を行う。さらに、画像処理部3の視差計算部7にてステレオマッチングによる距離画像を計算し、エッジ計算部8にてエッジ画像を生成する。画像処理部3で生成した距離画像データやエッジ画像データは、認識アプリケーション部4へ送られ、人物検出・車両検知・信号灯検知などの画像認識が行われる。以下、各部の動作を説明する。

[0018] 左右のカメラ1a、1bは、それぞれレンズ9a、9b、CMOSイメージセンサ10a、10bで構成されている。レンズ9a、9bは被写体からの光を集光し、CMOSイメージセンサ10a、10bの撮像部11a、11bの撮像面に像を結像する。CMOSイメージセンサ10は、フ

フォトダイオードアレイからなる撮像部 11 a, 11 b、ゲインアンプ 12 a, 12 b、AD変換器 13 a, 13 b、信号処理回路 14 a, 14 b、出力回路 15 a, 15 b、撮像部駆動回路 16 a, 16 b、タイミングコントローラ 17 a, 17 bなどが半導体チップ上に実装されている。

[0019] レンズ 9 a, 9 bにより撮像部 11 a, 11 bの撮像面に結像した光信号は、アナログ電気信号に変換され、ゲインアンプ 12 a, 12 bで所定な電圧に増幅され、AD変換器 13 a, 13 bによって、アナログ画像信号から所定の輝度階調（例えば 1024 階調のグレースケール）のデジタル信号に変換される。そして、信号処理回路 14 a, 14 bで処理された後、出力回路 15 a, 15 bから出力される。

[0020] カメラ 1 a, 1 bのシャッタ値やゲインアンプ 12 a, 12 bなどの設定は、レジスタ 18 a, 18 bを介して、制御マイコン 22から設定する。また左右のカメラ 1 a, 1 bは、レジスタ 18 a, 18 bとタイミングコントローラ 17 a, 17 bにより同期して動作する。

[0021] キャリブレーション回路部 2で使用する補正用パラメータは、制御マイコン 22からレジスタ 19を経由して送られる。レジスタ（記憶部） 19には、補正用パラメータが登録されている。キャリブレーション回路部 2で補正された画像データは、画像処理部 3と感度補正パラメータ計算部 21に出力される。制御マイコン 22は、キャリブレーション回路部 2で補正された画像データに基づき、輝度値の算出を行う輝度算出部の機能を有している。

[0022] 画像処理部 3に送られた左右 2系統の画像データは、視差計算部 7にて、視差を算出するマッチング処理が行われ、マッチング処理された画像上の対象物の距離は、三角法の原理で計算される。ここで、正確な距離を計算するためには、キャリブレーション回路部 2で精度の高い補正を実施する必要がある。補正が十分でないとミスマッチが発生し、正確な距離が算出できなくなる。また左右いずれか 1系統の画像データは、エッジ計算部 8でエッジ計算が実施され、エッジ画像が出力される。

[0023] 画像処理部 3と感度補正パラメータ計算部 21との間で必要な情報のやり

取りは、レジスタ20経由で制御マイコン22により行われる。以下、感度補正パラメータ計算部21による、感度補正処理および正確な輝度値算出におけるパラメータ設定について説明する。

[0024] 図2Aと図2Bは、感度補正および輝度値算出のフローチャートを示す図である。まず図2Aは感度補正ルーチンを示す。このルーチンでは、左右のカメラ1a, 1bに対し、既知の位置に固定され、常に分光特性が一定な基準被写体（例えば分光特性が一定なハロゲン光源など）を用いて感度補正を行う。感度補正は製造時だけでなく、カーディーラーなどにおいても、所定の光源を用いて実施可能である。また、正確な輝度を出す電光表示板やボンネット上のエンブレムにLED光源を組み込むなどにより輝度が保証可能であれば、走行時でも実施可能である。計算に必要な画像データは、感度補正パラメータ計算部21に取り込まれて計算される。一連の動作は制御マイコン22によって制御される。ステップ順に処理内容を説明する。

[0025] S101：左右のカメラ1a, 1bにより基準被写体を撮影し、撮像画像データ内の特定画素の出力値を取得する。この値をYL, YRとする。出力値YL, YRは、撮像画像データ内の複数の画素の平均値などであってもよい。また、画像処理部3からの情報を利用し、画像データ内の特定の画素領域を選び出し、その領域から計算してもよい。

[0026] S102：撮影時のシャッタ値をシャッタ参照値T0としてレジスタ19に登録する。S103：基準被写体の輝度値を輝度参照値L0としてレジスタ19に登録する。このルーチンでは、基準被写体としてハロゲン光源などの基準となる特定の被写体を用いているので、被写体の輝度は既知である。

[0027] S104：輝度値L0の基準被写体をシャッタ値T0で撮像した場合、出力したい値を目標出力値Y0としてレジスタ19に登録する。S105：左右のカメラ1a, 1bの出力値YL, YRが目標出力値Y0となるための感度補正係数 $(Y0/YL)$, $(Y0/YR)$ を算出し、レジスタ19に登録する。

[0028] S106：実際の被写体撮影時は、感度補正部5a, 5bは、カメラ1a

， 1 b から得られた出力にレジスタ 19 に登録された感度補正係数 (Y_0 / Y_L) ， (Y_0 / Y_R) を乗じて、感度補正された画像データを出力する。

[0029] 図 2 B は輝度値算出ルーチンを示す。このルーチンでは、制御マイコン（輝度算出部） 22 により、補正された出力画像データから対象物の検知などに使用する正確な輝度値を算出する。

[0030] S 1 1 1 : 前記 S 1 0 2 でレジスタ 19 に登録したシャッタ参照値 T_0 を読み出す。S 1 1 2 : 前記 S 1 0 3 でレジスタ 19 に登録した輝度参照値 L_0 を読み出す。S 1 1 3 : 前記 S 1 0 4 でレジスタ 19 に登録した目標出力値 Y_0 を読み出す。

[0031] S 1 1 4 : 補正後の画像出力値の分布 $Y_1(i, j)$ と撮影時のシャッタ値 T_1 を取得する。S 1 1 5 : パラメータ L_0 , Y_0 , T_0 , T_1 を用いて、次式により画像の輝度分布 $L_1(i, j)$ を計算する。

$$L_1(i, j) = Y_1(i, j) * (L_0 / Y_0) * (T_0 / T_1)$$

これにより、被写体の輝度を高精度に求めることができる。

[0032] 図 3 は、本実施例の感度補正法および輝度値算出法をグラフで説明する図である。縦軸にカメラの出力階調（出力値） Y 、横軸に被写体の輝度値 L とシャッタ値 T との積を示している。横軸は被写体からの光量の総和を表しており、グラフの傾きはカメラの感度特性を表す。例えば、カメラ 1 a , 1 b の感度特性が実線 30 a , 30 b で示されるものだったとする。感度補正では、輝度値 L_0 の基準被写体をシャッタ値 T_0 で撮影したときの出力値 Y_L , Y_R が、目標出力値 Y_0 になるよう補正を行う。補正後の感度特性を破線 31 で示す。

[0033] 補正後の感度特性 31 の直線部の傾き $k = Y_0 / (L_0 * T_0)$ は、補正後の感度を表す。この関係を使って、任意の被写体をシャッタ値 T_1 で撮影したときの出力階調が Y_1 であったときの輝度値は、 $L_1 = Y_1 / (k * T_1)$ で求められる。すなわち、シャッタ参照値 T_0 と輝度参照値 L_0 における目標出力値 Y_0 を登録しておけば、任意の輝度を持つ被写体における出力値 Y_1 から正確な輝度値 L_1 を算出することができる。

[0034] このように実施例 1 によれば、ステレオカメラにおける左右のカメラの感度をそれぞれ補正し、補正後のカメラ出力値は、パラメータ T_0 , L_0 , Y_0 を用いた共通の輝度計算式により、正確な輝度値に変換することができる。その場合、パラメータ T_0 , L_0 , Y_0 は、左右のカメラの組毎に設定し、登録すればよい。これにより、算出する被写体の輝度値に関し絶対精度を確保することができる。

実施例 2

[0035] 実施例 2 では、ステレオカメラにおける左右のカメラ間の感度補正について説明する。感度補正によりダイナミックレンジや最大飽和出力が低下する現象が伴うが、本実施例ではこれらの性能劣化を最小化させるようにした。

[0036] 図 4 は、感度補正に伴う性能低下を説明する図である。横軸は被写体輝度値とシャッタ値との積であり、被写体からの光量の総和を表す。縦軸はカメラの出力階調を示し、グラフの傾きはカメラの感度特性を表す。ここでは 1 台のカメラについて、補正前の感度特性を実線 40 で示す。補正の仕方として、感度が高い方に補正する場合（補正 1）の目標特性を破線 41 で示し、感度の低い方に補正する場合（補正 2）の目標特性を破線 42 で示す。以下、これらを比較する。

[0037] まず、感度の高い方に補正する場合（補正 1）では、補正前の特性の最大飽和出力 43 が決まっているので（AD 変換器 13a, 13b の最大階調値）、カメラにより明るさを識別できる範囲であるダイナミックレンジは、符号 45 の位置から符号 46 の位置まで低下する。ダイナミックレンジの低下量は補正量に依存する。補正前のカメラ特性はばらついているので、感度補正に伴い、ダイナミックレンジの異なるカメラが混在することになる。

[0038] 一方、感度の低い方に補正する場合（補正 2）では、補正前の特性の最大飽和出力 43 が決まっているので、補正後の最大飽和出力は符号 44 のレベルまで低下する。最大飽和出力の低下は補正量に依存する。補正前のカメラ特性はばらついているので、感度補正に伴い、最大飽和出力の異なるカメラが混在することになる。

[0039] このように、感度補正によりダイナミックレンジ又は最大飽和出力が低下する現象が伴う。実用上の観点から言えば、左右のカメラによるステレオマッチング処理を行う場合、左右のカメラの飽和出力が異なると飽和点近傍でのマッチング処理を正常に行うことができなくなる。その結果、画像処理部3において被写体までの正確な距離を算出できなくなり、自動運転用のステレオカメラとしては不適格となる。よって、感度補正に伴うダイナミックレンジの低下よりも最大飽和出力の低下を抑えることを優先させ、感度の高い方に補正する方法（補正1）を選択する。以下では、感度の高い方に補正する方法（補正1）に基づき説明する。

[0040] 図5Aと図5Bは、複数のカメラ間での感度補正を説明する図であり、性能劣化を最小限に抑える感度補正方法を示す。ステレオカメラで用いる左右のカメラ1a, 1bの補正前の感度特性50a, 50b、および全てのカメラの感度バラツキの範囲50cを示している。なお、ここではカメラ1aの補正前感度50aがカメラ1bの補正前感度50bよりも高いものとする。

[0041] 図5Aは、全てのカメラの特性を同一の特性に補正する場合（比較例）を示す。補正後の目標特性51は、感度バラツキの範囲50cで最大感度の特性に設定する。目標特性51に一致させるため、カメラのダイナミックレンジの低下量は大幅に増大する。例えば、補正前感度50b（カメラ1b）のダイナミックレンジは、符号52から符号54の位置まで低下する。

[0042] 図5Bは、左右のカメラ1a, 1b内で感度の高い方の特性に補正する場合（本実施例）である。この例では、カメラ1aの感度50aが高いので、補正後の目標特性51'は感度50aに設定する。よって、カメラ1bの感度50bをカメラ1aの感度50aに一致させればよい。この場合の補正量は、組となる左右のカメラ1a, 1bの感度差分だけで済む。補正前感度50b（カメラ1b）のダイナミックレンジは、符号52から符号53の位置に低下するだけで、ダイナミックレンジの低下を最小限に抑制することができる。

[0043] なお、上記した感度補正の違いに伴い、輝度値算出で用いるパラメータの

登録方法が異なる。図5 Aの場合は、シャッタ参照値T Oと輝度参照値L Oと目標出力値Y Oを全てのカメラで同じ値を登録する。これに対し図5 Bの場合には、シャッタ参照値T Oと輝度参照値L Oは全てのカメラで同じ値を、目標出力値Y Oは組となるカメラ毎に個別に登録する。

[0044] 図6は、本実施例における感度補正のフローチャートを示す図である。図5 Bで説明したように、左右のカメラ1 a, 1 bで感度の高い方の特性に補正する。

[0045] S 2 0 1 ~ S 2 0 3 : 基準被写体の撮像画像データ内の特定画素の出力値Y L、Y Rを取得し、撮影時のシャッタ値をシャッタ参照値T Oとし、基準被写体の輝度を輝度参照値L Oとしてレジスタ1 9に登録する。これらは、図2 AのS 1 0 1 ~ S 1 0 3と同じである。

[0046] S 2 0 4 : 左右のカメラの出力値Y L, Y Rのうち大きい値の方を、目標出力値Y Oとしてレジスタ1 9に登録する。この目標出力値Y Oは、組となるカメラ毎に個別の値として登録する。

[0047] S 2 0 5 : 左右のカメラ1 a, 1 bの出力値Y L, Y Rが目標出力値Y Oとなるための感度補正係数 $(Y O / Y L)$, $(Y O / Y R)$ を算出し、レジスタ1 9に登録する。出力値Y L, Y Rのいずれか一方はY Oと一致しているので、その補正係数は1になり、他方の補正係数は1より大きい値（感度を高くする補正）になる。

[0048] S 2 0 6 : 実際の被写体撮影時は、感度補正部5 a, 5 bは、カメラ1 a, 1 bからの出力にレジスタ1 9に登録された感度補正係数 $(Y O / Y L)$, $(Y O / Y R)$ を乗じて、感度補正された画像データを出力する。

[0049] 輝度値算出のルーチンは、図2 Bと同様であり説明を省略する。ただし、S 1 1 3で読み出す目標出力値Y Oの値は、カメラ個別に登録されている点で異なっている。

[0050] 実施例2によれば、ステレオカメラにおける左右のカメラの感度を、感度の高い方に合わせて補正するようにしたので、感度補正によるダイナミックレンジの低下を最小限に抑制することができる。

実施例 3

- [0051] 実施例3では、ステレオカメラにおける左右のカメラ間の感度補正において、さらにカラーバランスの調整を行う場合について説明する。
- [0052] 図7は、実施例3に係るステレオカメラシステムの全体構成を示す図である。実施例1（図1）と同一部分については同一符号を付して説明を省略する。図1の構成において、撮像部11a, 11bにはカラーイメージセンサを使用している。また、キャリブレーション回路部2にはカラー処理部23a, 23bを、画像処理部3には、カラーラベリング計算部24を追加している。
- [0053] 左右のカメラ1a, 1bから出力されるカラー画像データに対し、キャリブレーション回路部2の感度補正部5a, 5bは、赤（R）、緑（G）、青（B）の各色データに対して感度補正を実施する。カラー画像の出力では、規定された所定の光源を撮影したときのカメラの各色出力の比、すなわちカラーバランスが所定の値になるよう定められている。具体的には、赤と緑の比（ R/G ）と、青と緑の比（ B/G ）が所定の値になるように、感度補正を実施する。カラー処理部23a, 23bでは、ベイヤー配列をした撮像素子に対し、デモザイキング（隣接画素値を用いた補完処理）などの処理を実施する。
- [0054] 画像処理部3に送られた左右2系統の画像データは、視差計算部7にて視差が計算され、また左右いずれか1系統の画像データは、エッジ計算部8にてエッジ計算が実施される。さらにカラーラベリング計算部24では、各座標位置を色空間上でラベリングされた数値に割り付けられる。
- [0055] 図8A～図8Cは、カラーバランスの調整を含む感度補正を説明する図である。カメラの感度を最も感度の高い特性に補正することを前提に、さらにカラーバランスの調整を実施する。その際、感度補正による性能低下がさらに大きくなるケース、あるいは感度補正ができないケースが発生することを示す。いずれのケースになるかは、補正対象となる全てのカメラについて、赤（R）、緑（G）、青（B）の各色の感度バラツキの状態と、所望するカ

ラーバランス R/G 、 B/G の値の関係で異なってくる。図 8 A～図 8 C において、各色 (R , G , B) の感度バラツキ範囲が、それぞれ符号 80R, 80G, 80B で示す状態であると仮定する。

[0056] 図 8 A は、緑 (G) の最大感度品を基準にカラーバランス調整を行う場合を示す。すなわち、 G の目標感度特性 81G は、 G の感度バラツキ範囲 80G の最大感度とする。これに対しカラーバランスの調整を行うため、 R と B の目標感度特性 81R, 81B は、 G の目標感度特性 81G に所定のカラーバランス値 (R/G , B/G) を掛けたものとする。その際、 R と B の最大感度品 (感度バラツキ範囲 80R, 80B の最大感度) が、 R と B の目標感度特性 81R, 81B よりも小さい場合、 R と B の感度補正については、バラツキ幅を越えての過剰な補正をすることになる。すなわち、ダイナミックレンジの低下が増大することになる。

[0057] 一方図 8 B は、赤 (R) の最大感度品を基準にカラーバランス調整を行う場合を示す。すなわち、 R の目標感度特性 82R は、 R の感度バラツキ範囲 80G の最大感度とする。これに対してカラーバランスの調整を行うと、 G の目標感度特性 82G は G の感度バラツキ範囲 80G に含まれる。その際、 G の目標感度特性 82G よりも感度が大きいカメラについては、感度の高い方に補正することができない。従って、感度の低い方に補正せざるを得ず、図 4 で述べたように、最大飽和出力の低下を招くことになる。

[0058] 図 8 C は、青 (B) の最大感度品を基準にカラーバランス調整を行う場合を示す。この場合も同様で、カラーバランスの調整により、 G の目標感度特性 83G は G の感度バラツキ範囲 80G に含まれるが、 G の目標感度特性 83G よりも感度が大きいカメラについては、感度の高い方に補正することができない。従って、感度の低い方に補正する結果、最大飽和出力の低下を招くことになる。

[0059] このように、カラーバランスの調整を含む感度補正を行うと、調整時に基準とする色以外の色に関して、ダイナミックレンジの低下が増大する、あるいは、最大飽和出力の低下を招く、のいずれかのケースが発生する。前述し

たように、実用的には最大飽和出力の低下を抑えることが有利であることから、図 8 B や図 8 C のように感度の高い方に補正できないケースを避けるようにする。つまり、図 8 A のように、どの色に関しても感度の高い方に補正できる方法を採用する。以下、このような感度補正を、補正量を最小化させるという意味で「最小補正」と呼ぶことにする。最小補正を実現するには、R、G、B の感度バラツキ状況に応じて、どの色を基準に感度補正を行えばよいかを判定する必要がある。次に、カラーバランスと最小補正を両立する補正方法を説明する。

[0060] 図 9 A と図 9 B は、本実施例における感度補正と輝度値算出のフローチャートを示す図である。なお、カラーバランスの値は、 $R/G = \alpha$ 、 $B/G = \beta$ となるように、予め定められているものとする。

[0061] まず図 9 A は感度補正ルーチンを示す。S 3 0 1 : 左右のカメラ 1 a, 1 b による、基準被写体の撮像画像データ内の特定画素の RGB 色毎の出力値を取得する。この値を (R 1, G 1, B 1), (R 2, G 2, B 2) とする。この出力値として、撮像画像データ内の複数の画素をそれぞれの色毎に平均値などをとってもよい。また画像処理部 3 からの情報を利用し、画像データ内の特定の画素領域を選び出し、その領域から色毎に計算してもよい。

[0062] S 3 0 2 : 撮影時のシャッタ値をシャッタ参照値 T 0 としてレジスタ 1 9 に登録する。S 3 0 3 : 基準被写体の輝度値を輝度参照値 L 0 としてレジスタ 1 9 に登録する。S 3 0 4 : 左右のカメラの各色についての出力値を比較し、大きい方の値を (R max, G max, B max) とする。

[0063] S 3 0 5 ~ S 3 1 1 では、どの色を基準にカラーバランスを取れば良いかを判定する。ここで用いる判定式は、図 8 A のように、基準色以外の色に関して、感度の高い方に補正すること（最小補正）を実現するための条件である。

[0064] S 3 0 5 : G max を基準として R と B を補正するのが最小補正かどうかを (1) 式により判定する。(1) 式を満足すれば S 3 0 6 へ進み、満足しなければ S 3 0 7 へ進む。S 3 0 6 : 目標出力値 (R 0, G 0, B 0) を (2)

式で算出する。

$$R_{\max}/G_{\max} < \alpha、かつ、B_{\max}/G_{\max} < \beta \quad (1)$$

$$R_0 = \alpha * G_{\max}, G_0 = G_{\max}, B_0 = \beta * G_{\max} \quad (2)。$$

[0065] S 3 0 7 : $B_{\max}$ を基準としてRとGを補正するのが最小補正かどうかを(3)式により判定する。(3)式を満足すればS 3 0 8へ進み、満足しなければS 3 0 9へ進む。S 3 0 8 : 目標出力値(R_0, G_0, B_0)を(4)式で算出する。

$$R_{\max}/B_{\max} < \alpha/\beta、かつ、G_{\max}/B_{\max} < 1/\beta \quad (3)$$

$$R_0 = (\alpha/\beta) B_{\max}, G_0 = (1/\beta) B_{\max}, B_0 = B_{\max} \quad (4)$$

。

[0066] S 3 0 9 : $R_{\max}$ を基準としてBとGを補正するのが最小補正かどうかを(5)式により判定する。(5)式を満足すればS 3 1 0へ進み、満足しなければS 3 1 1にてエラー発生として処理を終了する。S 3 1 0 : 目標出力値(R_0, G_0, B_0)を(6)式で算出する。

$$G_{\max}/R_{\max} < 1/\alpha、かつ、B_{\max}/R_{\max} < \beta/\alpha \quad (5)$$

$$R_0 = R_{\max}, G_0 = (1/\alpha) R_{\max}, B_0 = (\beta/\alpha) R_{\max} \quad (6)$$

。

[0067] S 3 1 2 : 算出した目標出力値(R_0, G_0, B_0)をレジスタに登録する。S 3 1 3 : 左右のカメラ1 a, 1 bの出力値(R_1, G_1, B_1), (R_2, G_2, B_2)が目標出力値(R_0, G_0, B_0)となるための感度補正係数($R_0/R_1, G_0/G_1, B_0/B_1$), ($R_0/R_2, G_0/G_2, B_0/B_2$)を算出し、レジスタ19に登録する。

[0068] S 3 1 4 : 実際の被写体撮影時は、感度補正部5 a, 5 bは、カメラ1 a, 1 bからの出力にレジスタ19に登録された感度補正係数($R_0/R_1, G_0/G_1, B_0/B_1$), ($R_0/R_2, G_0/G_2, B_0/B_2$)を乗じて、感度補正された画像データを出力する。

[0069] 図9 Bは輝度値算出ルーチンを示す。S 3 2 1 : 前記S 3 0 2でレジスタ19に登録したシャッタ参照値 T_0 を読み出す。S 3 2 2 : 前記S 3 0 3で

レジスタ 19 に登録した輝度参照値 L_0 を読み出す。S323：前記 S312 でレジスタ 19 に登録した目標出力値 (R_0 , G_0 , B_0) を読み出す。

[0070] S324：補正後の画像出力値 ($R(i, j)$, $G(i, j)$, $B(i, j)$) と撮影時のシャッタ値 T を取得する。S325：パラメータ L_0 , R_0 , G_0 , B_0 , T_0 , T を用いて、次式により R , G , B に関する正確な輝度分布 $L(R)$, $L(G)$, $L(B)$ を計算する。これより、色度値を求めることができる。

$$L(R) = R(i, j) * (L_0 / R_0) * (T_0 / T)$$

$$L(G) = G(i, j) * (L_0 / G_0) * (T_0 / T)$$

$$L(B) = B(i, j) * (L_0 / B_0) * (T_0 / T)。$$

[0071] 以上より、左右のカメラの感度特性を、 R , G , B のカラーバランスを所定の値に保持しながら、どの色に関しても感度の高い方に補正し、被写体の正確な輝度分布とともに色度値を計算することができる。

[0072] 実施例 3 によれば、ステレオカメラにおける左右のカメラの感度補正において、カラーバランスを所定の値に保持しながら、感度補正によるダイナミックレンジの低下を最小限に抑制することができる。また、算出する被写体の各色の輝度値（色度値）に関し絶対精度を確保することができる。

[0073] 上記した各実施例によれば、製造するステレオカメラにしようする撮像素子の感度に大きなバラツキがあったとしても、組となる 2 台の感度ズレ分の補正しか行わないため、感度補正によるダイナミックレンジ低下などの性能劣化を大幅に抑制することができる。さらにステレオカメラ製造番号毎に固有の補正後の感度特性を記憶して、記憶した感度特性とシャッタ値とから輝度値算出を実施するので、ステレオカメラ製造番号毎の個体差に依存せずに、絶対精度を確保しつつ被写体の輝度値を測定することができる。

[0074] 上記した各実施例では、2 台のカメラを有するステレオカメラシステムを例に説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、2 台以上の複数のカメラを用いる多眼カメラや多視点カメラについても同様に適用できる。

符号の説明

[0075] 1 a, 1 b : カメラ、
2 : キャリブレーション回路部、
3 : 画像処理部、
4 : 認識アプリケーション部、
5 a, 5 b : 感度補正部、
6 a, 6 b : 幾何補正部、
7 : 視差計算部、
8 : エッジ計算部、
11 a, 11 b : 撮像部、
13 a, 13 b : A/D変換器、
19, 20 : レジスタ（記憶部）、
21 : 感度補正パラメータ計算部、
22 : 制御マイコン（輝度算出部）、
23 a, 23 b : カラー処理部、
24 : カラーラベリング計算部、
100 : 撮像装置。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の撮像部を一組にして被写体を撮影する撮像装置において、
少なくとも2つの撮像部の感度特性が同一になるように補正する感度補正部と、
前記感度補正部における補正パラメータを記憶する記憶部と、
前記記憶部に記憶した補正パラメータと前記撮像部のシャッタ値に基づいて前記被写体の輝度値を算出する輝度算出部と、
を備えることを特徴とする撮像装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の撮像装置であって、
前記感度補正部は、前記少なくとも2つの撮像部の感度特性を、感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正することを特徴とする撮像装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の撮像装置であって、
前記感度補正部は、さらに、各色に対する感度特性が所定の比になるように補正するとともに、前記輝度算出部は、前記被写体の各色に対する輝度値を算出することを特徴とする撮像装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の撮像装置であって、
前記感度補正部は、前記少なくとも2つの撮像部の各色の中の1つの色（以下、基準色）の感度特性を、該基準色の感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正するとともに、前記基準色以外の全ての色の感度特性を感度が高い方へ補正することを特徴とする撮像装置。
- [請求項5] 複数の撮像部を一組にして被写体を撮影する撮像装置の調整方法において、
少なくとも2つの撮像部の感度特性が同一になるように補正する感度補正ステップと、
前記感度補正ステップにおける補正パラメータを算出するパラメータ算出ステップと、

前記補正パラメータと前記撮像部のシャッタ値に基づいて前記被写体の輝度値を算出する輝度算出ステップと、

を備えることを特徴とする撮像装置の調整方法。

[請求項6]

請求項5に記載の撮像装置の調整方法であって、

前記感度補正ステップでは、少なくとも2つの撮像部の感度特性を、感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正することを特徴とする撮像装置の調整方法。

[請求項7]

請求項5に記載の撮像装置の調整方法であって、

前記感度補正ステップでは、さらに、各色に対する感度特性が所定の比になるように補正するとともに、

前記輝度算出ステップでは、前記被写体の各色に対する輝度値を算出することを特徴とする撮像装置の調整方法。

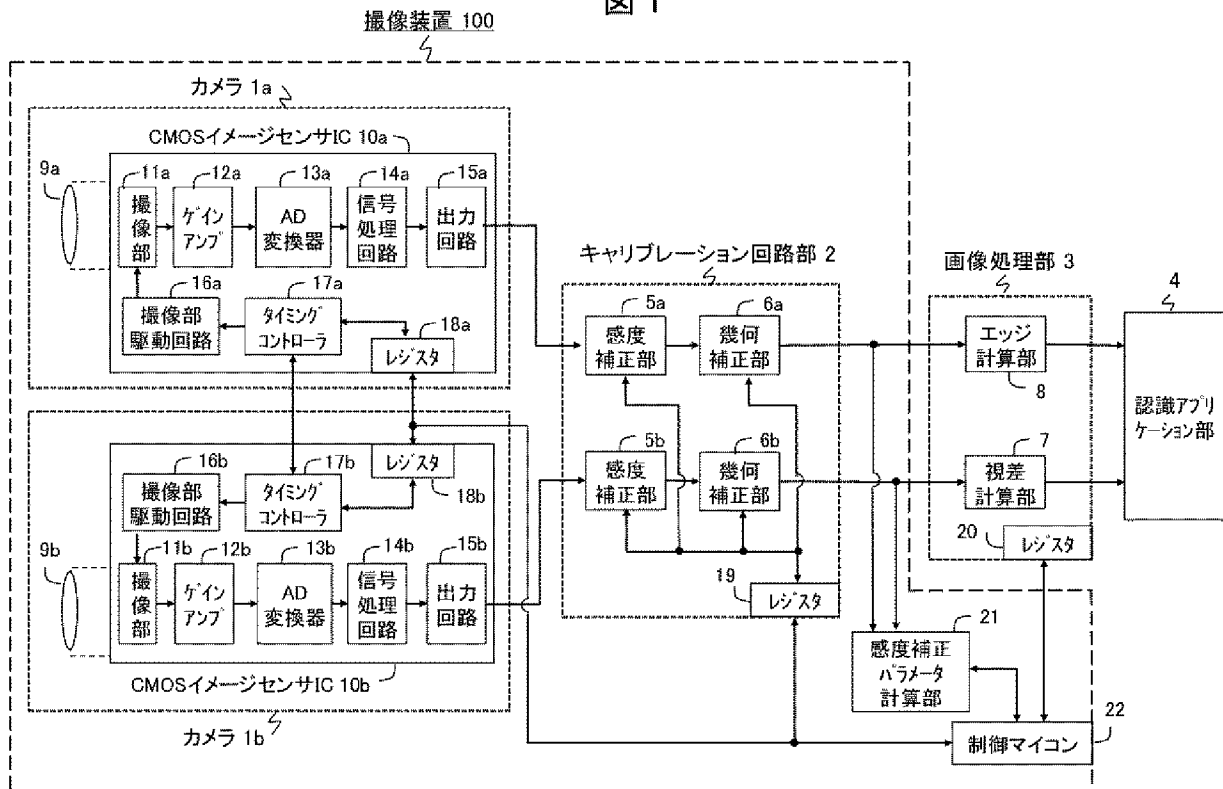
[請求項8]

請求項7に記載の撮像装置の調整方法であって、

前記感度補正ステップでは、前記少なくとも2つの撮像部の各色の中の1つの色（以下、基準色）の感度特性を、該基準色の感度が最も高い撮像部の感度特性に一致するように補正するとともに、前記基準色以外の全ての色の感度特性を感度が高い方へ補正することを特徴とする撮像装置の調整方法。

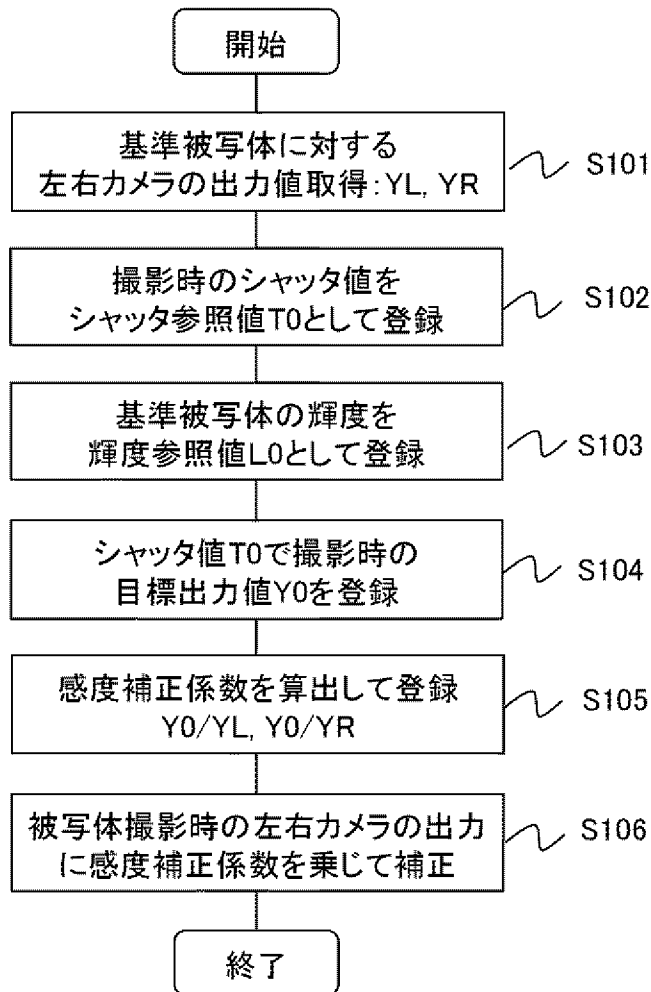
[図1]

図 1



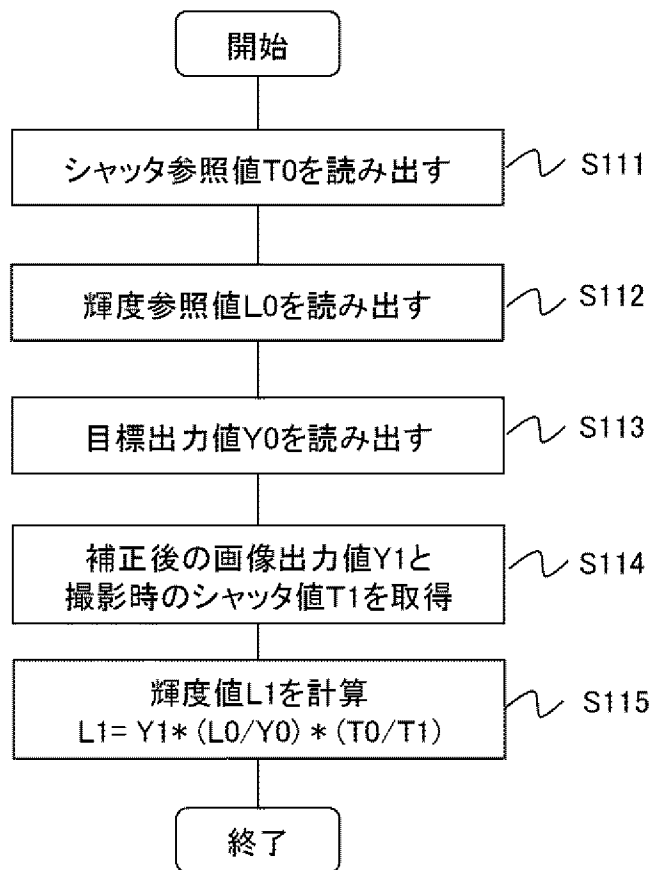
[図2A]

図 2A

感度補正

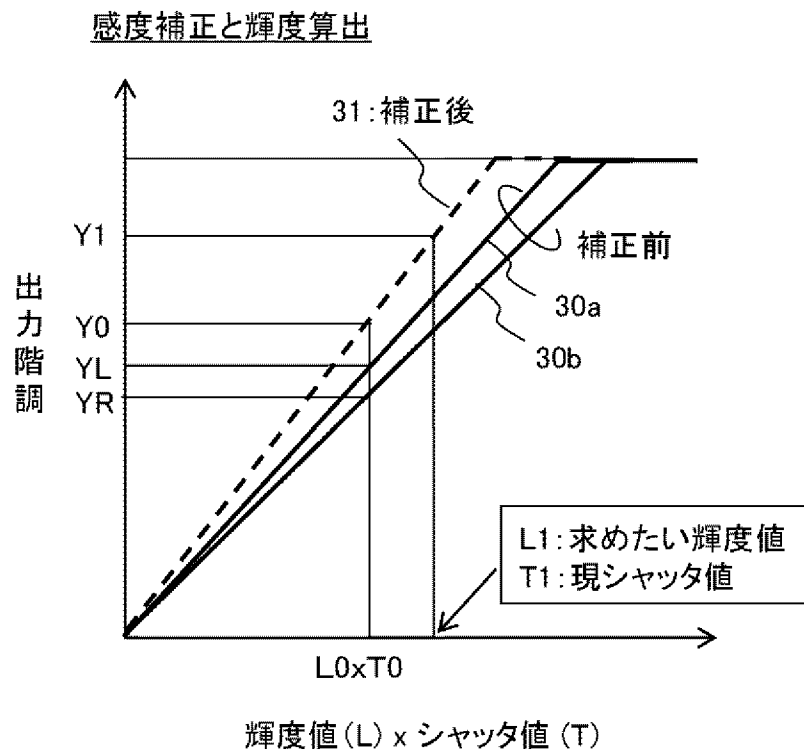
[図2B]

図 2 B

輝度値算出

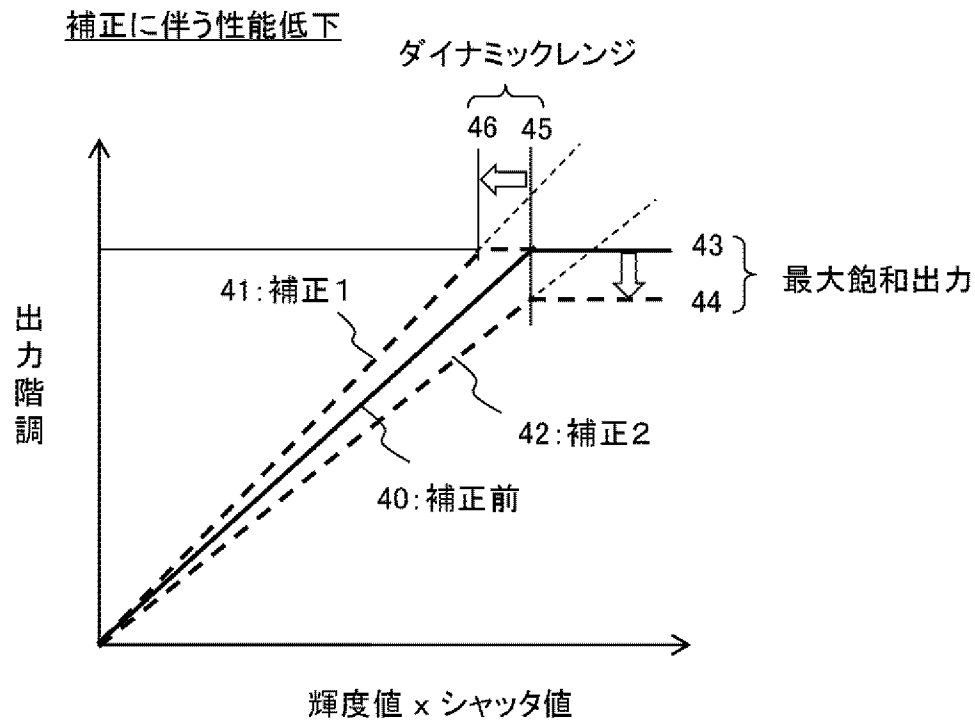
[図3]

図 3



[図4]

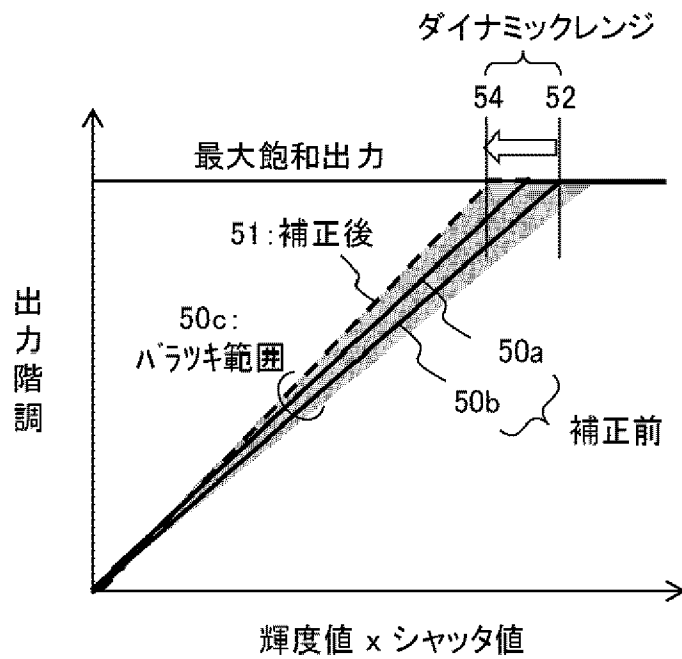
図 4



[図5A]

図 5 A

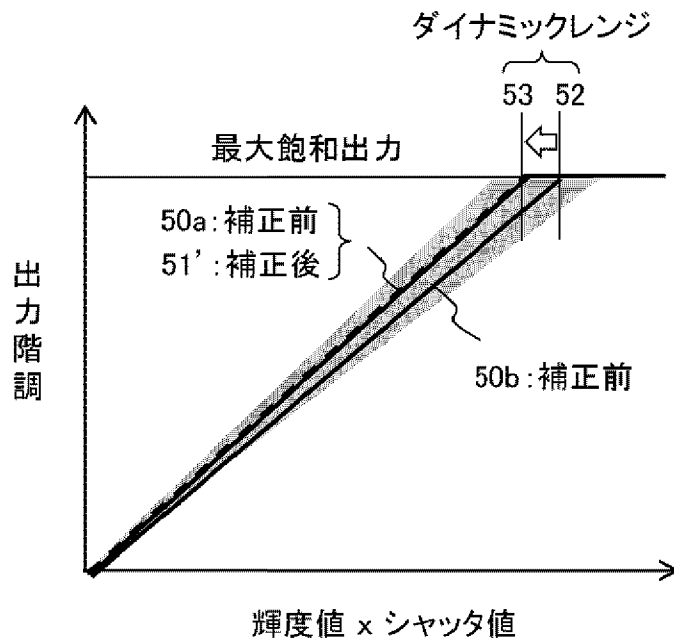
全カメラを同一特性に補正（比較例）



[図5B]

図 5 B

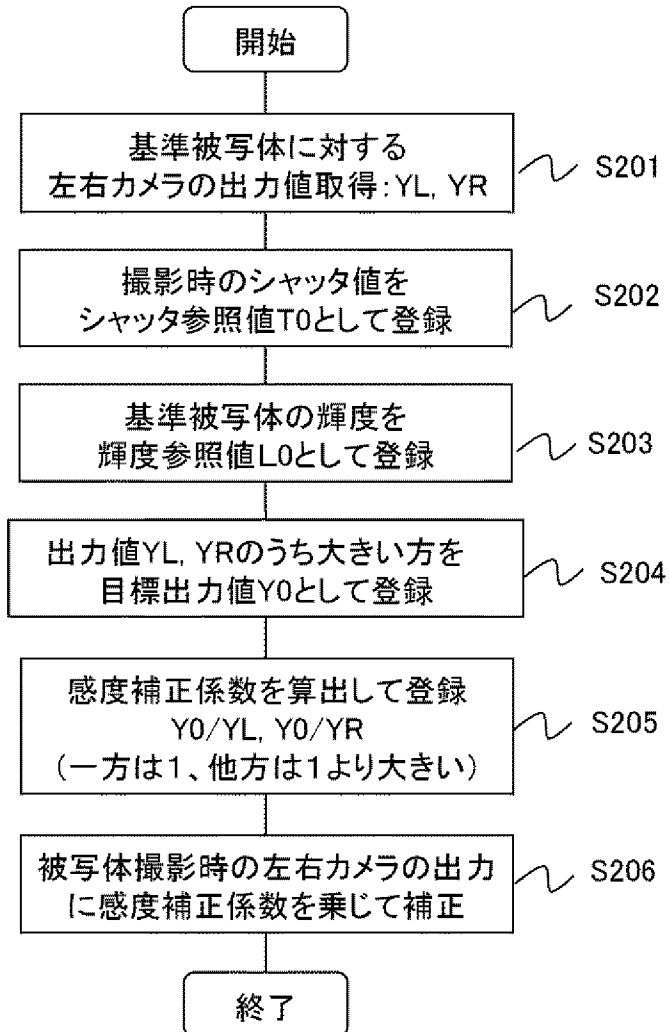
2台のカメラ間で補正（本実施例）



[図6]

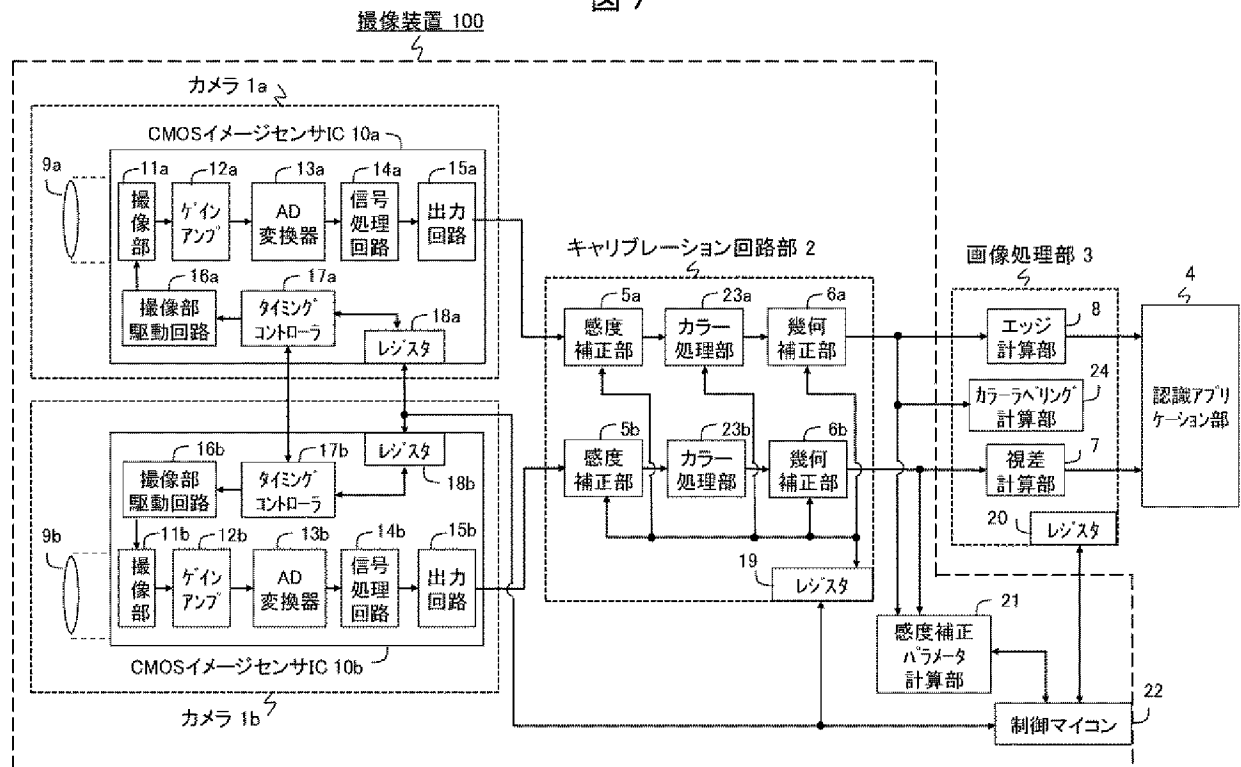
図6

感度補正



[図7]

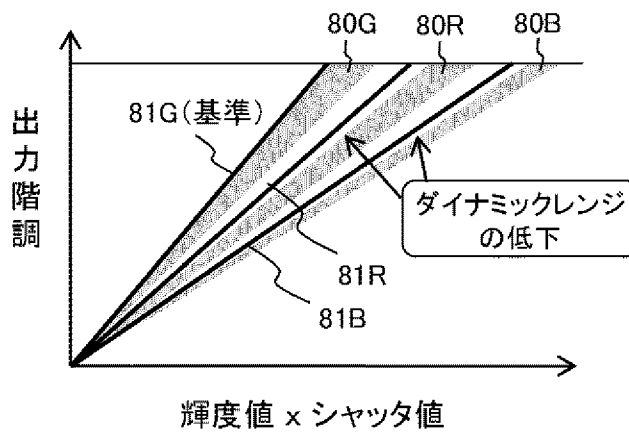
図 7



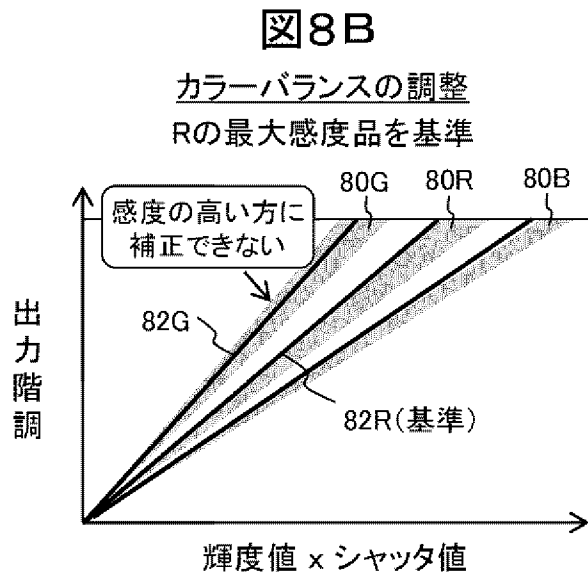
[図8A]

図8A

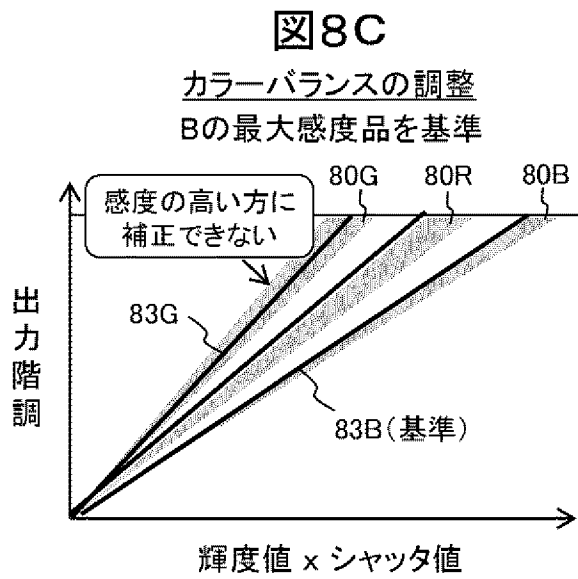
カラーバランスの調整
Gの最大感度品を基準



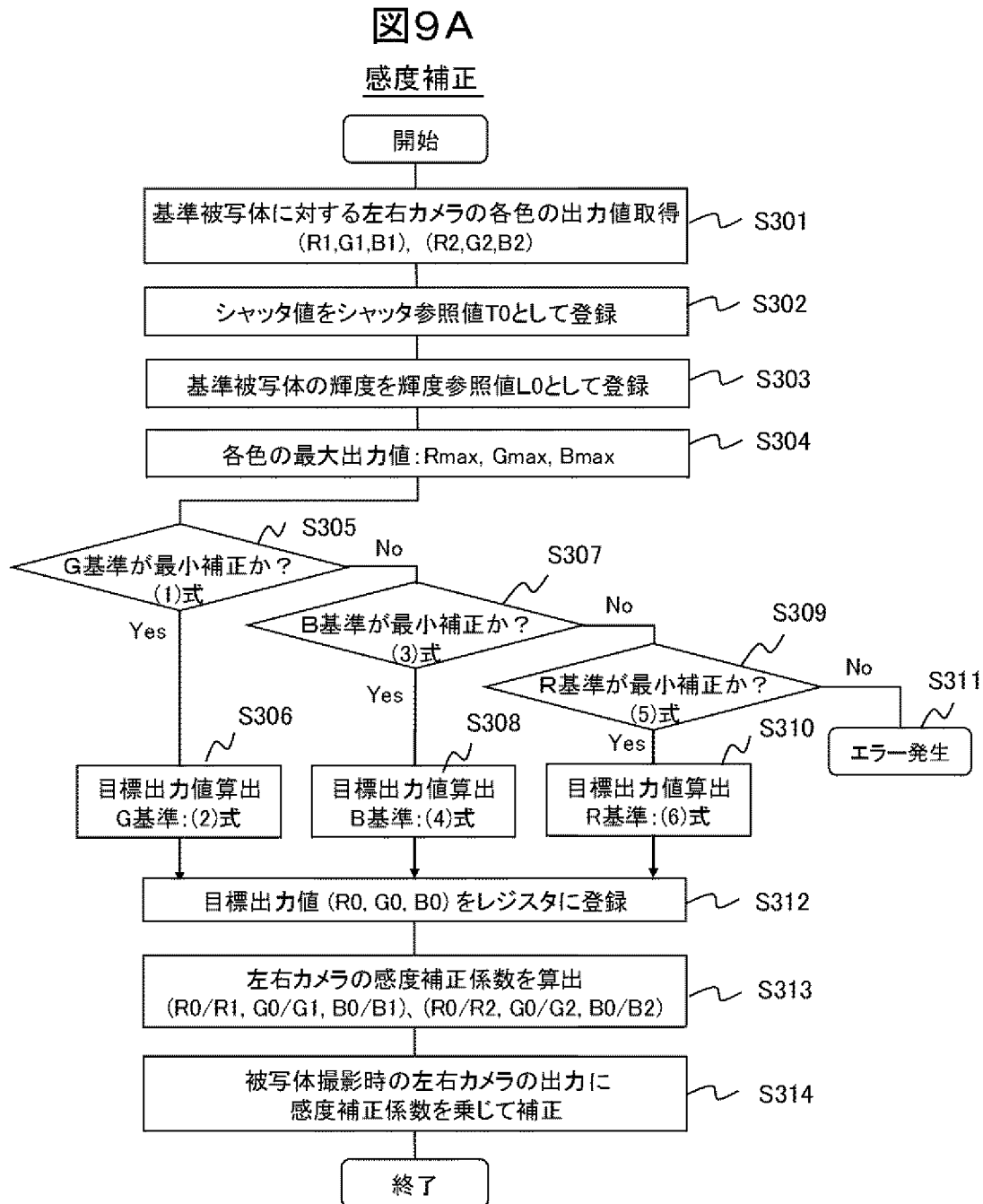
[図8B]



[図8C]



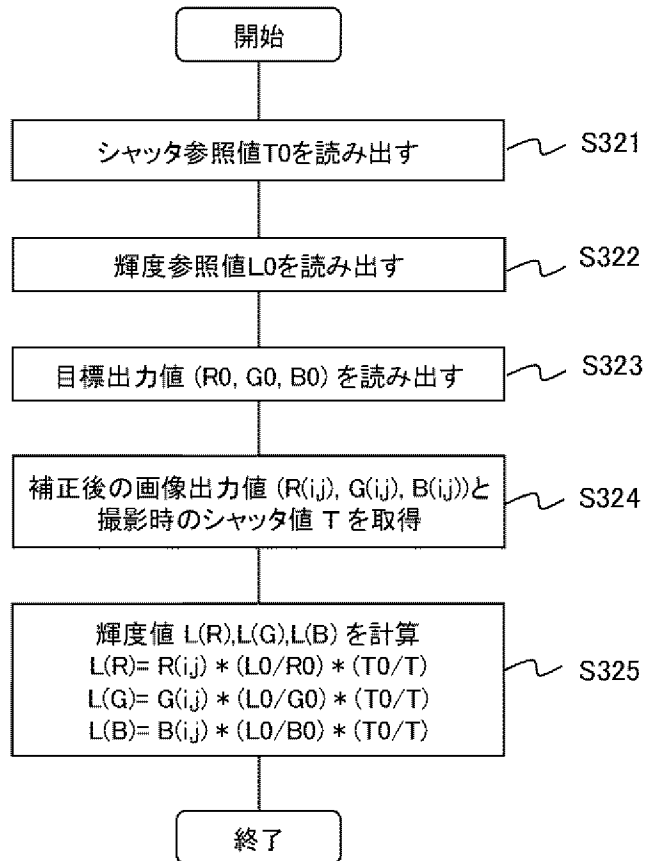
[図9A]



[図9B]

図9B

輝度値算出



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/015682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04N5/243(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N9/09(2006.01)i, H04N9/73(2006.01)i, H04N13/246(2018.01)i

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. H04N5/243, G01C3/06, H04N5/225, H04N9/09, H04N9/73, H04N13/246

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-57156 A (RICOH KK) 27 March 2014, paragraphs [0013], [0028]-[0062], fig. 1, 4-7 & US 2015/0222816 A1, paragraphs [0020], [0035]-[0062], fig. 1, 4-7 & WO 2014/042104 A1 & EP 2896201 A & CN 104620569 A	1-8
A	JP 2007-81806 A (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) 29 March 2007, paragraphs [0006], [0007], [0052]-[0062], fig. 7 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
18.06.2018

Date of mailing of the international search report
26.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/015682

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-147786 A (FUJIFILM CORPORATION) 01 July 2010, paragraphs [0002]-[0010], [0029]-[0035], fig. 4 (Family: none)	2, 6
A	JP 2002-44370 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 08 February 2002, paragraphs [0021]-[0029], fig. 1, 2 & US 2002/0051257 A1, paragraphs [0035]-[0042], fig. 1, 2 & EP 1176813 A2 & CN 1340958 A	2, 6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N5/243(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N9/09(2006.01)i, H04N9/73(2006.01)i, H04N13/246(2018.01)i

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.Cl. H04N5/243, G01C3/06, H04N5/225, H04N9/09, H04N9/73, H04N13/246

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 請求項の番号
A	JP 2014-57156 A（株式会社リコー） 2014. 03. 27, 段落[0013], [0028]-[0062], 図 1, 4-7 & US 2015/0222816 A1 Paragraphs [0020], [0035]-[0062], Figures 1, 4-7 & WO 2014/042104 A1 & EP 2896201 A & CN 104620569 A	1-8
A	JP 2007-81806 A（コニカミノルタホールディングス株式会社） 2007. 03. 29, 段落[0006]-[0007], [0052]-[0062], 図 7（ファミリーなし）	1-8

☑ 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

18. 06. 2018

国際調査報告の発送日

26. 06. 2018

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）

佐藤 直樹

5 P

1161

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

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 請求項の番号
A	JP 2010-147786 A (富士フイルム株式会社) 2010.07.01, 段落[0002]-[0010], [0029]-[0035], 図4 (ファミリーなし)	2, 6
A	JP 2002-44370 A (三菱電機株式会社) 2002.02.08, 段落[0021]-[0029], 図1-2 & US 2002/0051257 A1 Paragraphs [0035]-[0042], Figures1-2 & EP 1176813 A2 & CN 1340958 A	2, 6