

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7109898号

(P7109898)

(45)発行日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(24)登録日 令和4年7月22日(2022.7.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N	5/243(2006.01)	H 0 4 N	5/243	
H 0 4 N	5/232(2006.01)	H 0 4 N	5/232	2 9 0
H 0 4 N	5/225(2006.01)	H 0 4 N	5/225	3 0 0
H 0 4 N	5/3745(2011.01)	H 0 4 N	5/3745	
H 0 4 N	5/355(2011.01)	H 0 4 N	5/355	5 4 0

請求項の数 15 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-199665(P2017-199665)

(22)出願日 平成29年10月13日(2017.10.13)

(65)公開番号 特開2019-75658(P2019-75658A)

(43)公開日 令和1年5月16日(2019.5.16)

審査請求日 令和2年10月13日(2020.10.13)

(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 110001243弁理士法人谷・阿部特許事務所

(72)発明者 矢幡 和浩

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 高野 美帆子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、画像処理装置の制御方法、撮像装置の制御方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の領域毎に露出条件を設定できる撮像センサで撮像して得られた、領域毎に露出条件が設定された画像を取得する取得手段と、

前記画像における、着目領域と前記着目領域に隣接する少なくとも1つの隣接領域との境界について、前記着目領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値と、前記隣接領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値とに基づいて、前記着目領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記着目領域の露出条件の誤差を算出する算出手段と、

前記着目領域に設定された露出条件と前記算出された誤差とに基づいて、前記着目領域における画素の画素値を補正する補正手段と、を備え、

前記算出手段は、前記着目領域に対応する境界画素の平均値と前記隣接領域に対応する境界画素の平均値とに基づいて各領域の前記境界で生じる階調の段差を評価する評価値を導出し、前記評価値に基づいて前記誤差を算出する、

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記撮像センサが露出設定可能な領域間の境界を示す境界情報を取得する境界情報取得手段をさらに有し、

前記算出手段は、前記境界情報に基づいて前記誤差を算出する、

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

10

20

【請求項 3】

前記算出手段は、前記着目領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値の平均値と、前記隣接領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値の平均値とに基づいて、前記誤差を算出する、

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 4】

前記各領域は、第 1 の方向と該第 1 の方向とは異なる第 2 の方向とに複数画素が配置された形状を有する、

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 5】

前記算出手段は、前記各領域に対応する前記評価値を加算して得られる総合評価値に基づいて、前記誤差を算出する、

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 6】

前記算出手段は、

着目領域と該隣接領域との境界における、前記着目領域側の境界画素群の画素値の平均値及び微分値と前記隣接領域側の境界画素群の画素値の平均値及び微分値とを用いて、前記着目領域に対応する前記評価値を導出する、

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 7】

前記算出手段は、

前記境界に隣接する少なくとも 2 画素幅分の周辺画素を用いて、前記着目領域側の周辺画素の微分値と前記着目領域側ではない側の周辺画素の微分値とを算出する、

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 8】

前記算出手段は、

前記算出した誤差の値が、前記撮像センサがとり得る所定範囲を超えている場合に、前記算出した誤差の値が前記所定範囲に収まるように前記評価値を変更してから前記誤差を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記算出手段は、

予め前記撮像センサを測定して得られる、前記所定範囲を示す誤差特性情報に基づいて、前記算出した誤差の値が前記所定範囲を超えているか否かを判定する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記算出手段は、

予め前記撮像センサを測定して得られる、前記各領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記各領域の露出条件の誤差の分布特性から、正則化項を導出し、

前記導出した正則化項を加えた前記評価値に基づいて、前記各領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記各領域の露出条件の誤差を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記算出手段は、

前記評価値を導出する際に、飽和画素と欠陥画素とに対応する画素値を前記導出の対象から除外する、

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 12】

複数の領域毎に露出条件を設定できる撮像センサと、

前記撮像センサで撮像して得られた、領域毎に露出条件が設定された画像を取得する取

10

20

30

40

50

得手段と、

前記画像における、着目領域と前記着目領域に隣接する少なくとも1つの隣接領域との境界について、前記着目領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値と、前記隣接領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値とに基づいて、前記着目領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記着目領域の露出条件の誤差を算出する算出手段と、

前記着目領域に設定された露出条件と前記算出された誤差とに基づいて、前記着目領域における画素の画素値を補正する補正手段と、を備え、

前記算出手段は、前記着目領域に対応する境界画素の平均値と前記隣接領域に対応する境界画素の平均値とに基づいて各領域の前記境界で生じる階調の段差を評価する評価値を導出し、前記評価値に基づいて前記誤差を算出する、

10

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項13】

複数の領域毎に露出条件を設定できる撮像センサで撮像して得られた、領域毎に露出条件が設定された画像を取得する取得ステップと、

前記画像における、着目領域と前記着目領域に隣接する少なくとも1つの隣接領域との境界について、前記着目領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値と、前記隣接領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値とに基づいて、前記着目領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記着目領域の露出条件の誤差を算出する算出ステップと、

20

前記着目領域に設定された露出条件と前記算出された誤差とに基づいて、前記着目領域における画素の画素値を補正する補正ステップと、を含み、

前記算出ステップは、前記着目領域に対応する境界画素の平均値と前記隣接領域に対応する境界画素の平均値とに基づいて各領域の前記境界で生じる階調の段差を評価する評価値を導出し、前記評価値に基づいて前記誤差を算出する、

ことを特徴とする制御方法。

【請求項14】

複数の領域毎に露出条件を設定できる撮像センサを備える撮像装置の制御方法であって、

前記撮像センサにより領域毎に露出条件が設定された画像を取得する取得ステップと、

前記画像における、着目領域と前記着目領域に隣接する少なくとも1つの隣接領域との境界について、前記着目領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値と、前記隣接領域に含まれる前記境界に接する境界画素群の画素値とに基づいて、前記着目領域に設定された露出条件に対する前記画像における前記着目領域の露出条件の誤差を算出する算出ステップと、

30

前記着目領域に設定された露出条件と前記算出された誤差とに基づいて、前記着目領域における画素の画素値を補正する補正ステップと、を含み、

前記算出ステップは、前記着目領域に対応する境界画素の平均値と前記隣接領域に対応する境界画素の平均値とに基づいて各領域の前記境界で生じる階調の段差を評価する評価値を導出し、前記評価値に基づいて前記誤差を算出する、

ことを特徴とする制御方法。

40

【請求項15】

コンピュータを、請求項1から請求項11のうちのいずれか1項に記載の画像処理装置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、高ダイナミックレンジの画像の撮像を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラのダイナミックレンジは、撮像センサの飽和電子数とA/D変換後のビット精度

50

とによって制限される。カメラのダイナミックレンジを広げるために、撮像センサの露出を部分的に変更する方法が開示されている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2000 - 13690 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

撮像センサの露出を部分的に変更する方法では、撮像センサを複数の領域に分け、領域毎にそれぞれ露出（露光時間やアナログゲイン）を設定する。そして、撮像センサにより得られたデジタル信号に対して、領域毎の露出設定の違い（差）を補正するために、領域毎の補正ゲインを露出設定から算出してその補正ゲインを信号値に乘じる。しかし、撮像センサに起因して、露光時間やアナログゲインに設計値からの誤差が生じた場合、領域間で露出が合わず境界で階調の段差が生じる可能性がある。

【0005】

そこで、本発明は、撮像センサに起因して生じる領域毎の露出の設定誤差を適切に補正することができ、良好な画像を撮像するための画像処理装置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】

【0006】

本発明による画像処理装置は、複数の領域毎に露出条件を設定できる撮像センサで撮像して得られた、領域毎に露出条件が設定された画像を取得する取得手段と、画像における、着目領域と着目領域に隣接する少なくとも 1 つの隣接領域との境界について、着目領域に含まれる境界に接する境界画素群の画素値と、隣接領域に含まれる境界に接する境界画素群の画素値とに基づいて、着目領域に設定された露出条件に対する画像における着目領域の露出条件の誤差を算出する算出手段と、着目領域に設定された露出条件と算出された誤差とに基づいて、着目領域における画素の画素値を補正する補正手段と、を備え、算出手段は、着目領域に対応する境界画素の平均値と隣接領域に対応する境界画素の平均値とに基づいて各領域の境界で生じる階調の段差を評価する評価値を導出し、評価値に基づいて誤差を算出する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、撮像センサに起因して生じる領域毎の露出設定の誤差を適切に補正することができ、良好な画像を撮像することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】第 1 実施形態における撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 実施形態における境界周辺画素値評価部の内部構成を示すブロック図である。

【図 3】第 1 実施形態における補正值算出部の内部構成を示すブロック図である。

【図 4】撮像センサの各領域に対する露出設定の一例を示す図である。

【図 5】撮像センサの領域毎に設定される、露出設定の違いによる比例係数の逆数を示す図である。

【図 6】露出設定の誤差を説明するための図である。

【図 7】領域と領域の境界とを説明するための図である。

【図 8】領域の境界周辺の画素値の平均値を算出する際に用いられる画素を示す図である。

【図 9】第 1 実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図 10】第 2 実施形態における境界周辺画素値評価部の内部構成を示すブロック図である。

【図 11】第 2 実施形態における補正值算出部の内部構成を示すブロック図である。

【図 12】領域の境界周辺の画素値の平均値と微分値とを算出する際に用いられる画素を

10

20

30

40

50

示す図である。

【図 1 3】第 2 実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 4】第 2 実施形態における補正值算出部の内部構成を示すブロック図である。

【図 1 5】第 3 実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

[実施形態 1]

第 1 実施形態における撮像装置の構成について、図 1 を参照して説明する。撮像装置は光学系 1 0 1、測光センサ 1 0 2、撮像センサ 1 0 3、撮像センサ制御部 1 0 4、露出設定算出部 1 0 5、光学系制御部 1 0 6、設定露出差補正処理部 1 0 7、境界周辺画素値評価部 1 0 8、補正值算出部 1 0 9、及び信号処理部 1 1 0 を備える。また、R A M 1 1 1、R O M 1 1 2、C P U 1 1 3、操作部 1 1 4、外部インターフェース (I / F) 1 1 5、及びメインバス 1 1 6 を備える。

10

【 0 0 1 0 】

C P U 1 1 3 は、R O M 1 1 2 に記録されたプログラムを読み出して実行することで、各種動作を実行する。ユーザは、操作部 1 1 4 を介して撮像装置の状態を設定したり、撮像装置 (より具体的には撮像装置の C P U 1 1 3) に各種動作を実行させるための指示を出したりする。撮像装置が実行する動作の例としては、予備露光や本撮像などがある。

【 0 0 1 1 】

ユーザが撮像装置を被写体に向け、操作部 1 1 4 を操作して予備露光の指示を出すと、C P U 1 1 3 はその指示を検知して、予めプログラムされた通りに予備露光を開始する。予備露光では、撮像センサ 1 0 3 にて被写体からの光を検出し、被写体に対するフォーカスを評価し、ピントを合わせるために光学系制御部 1 0 6 を通じて光学系 1 0 1 を駆動する。また、測光センサ 1 0 2 にて被写体の光量を検知して、撮像センサ 1 0 3 の基本露出設定 (以下、単に基本露出と呼ぶ) を決定する。さらに、その基本露出に基づいて撮像センサ 1 0 3 で予備露光を行う。なお、本実施形態における撮像センサ 1 0 3 は、高ダイナミックレンジの撮像を実現可能とするために、後述するように 2 次元の複数の領域に予め分割されていて、領域毎に動的に露出設定が可能のように構成されている。したがって、本実施形態における予備露光では、各領域のそれぞれに対して、上記決定された基本露出が設定される。C P U 1 1 3 は露出設定算出部 1 0 5 を駆動して、R A M 1 1 1 に記録された予備露光データ (予備露光により得られた画素値) から、撮像センサ 1 0 3 の領域毎に本撮像のための露出設定を算出する。例えば、予備露光データの画素値が飽和している領域に対しては、基本露出よりも露光時間を短くしたり、ゲインを下げたりする。逆に、予備露光データの画素値が小さすぎる領域に対しては、基本露出よりも露光時間を長くしたり、ゲインを上げたりする。このようにして、領域毎に、本撮像のための露出設定 (露光時間とゲイン) が算出される。そして、算出された露出設定を示す情報 (以下、露出設定情報と呼ぶ) が R A M 1 1 1 に記録される。

20

30

【 0 0 1 2 】

ユーザが操作部 1 1 4 を介して本撮像を指示すると、C P U 1 1 3 は、その指示を検知して撮像動作を開始する。本撮像では、まず、予備露光で R A M 1 1 1 に記録された各領域の露出設定情報を読み込み、撮像センサ制御部 1 0 4 に渡す。そして、撮像センサ制御部 1 0 4 は、受け取った露出設定情報に基づいて撮像センサ 1 0 3 を制御して露光を行う。それにより、撮像センサ 1 0 3 によって受光された光の量がデジタル信号に変換され、該デジタル信号が設定露出差補正処理部 1 0 7 に入力される。以下、このデジタル信号を画像データと表現する場合がある。画像データは、設定露出差補正処理部 1 0 7 で処理 (設定露出差補正処理と呼ぶ) されたのち、R A M 1 1 1 にいったん記録される。そして、設定露出差補正処理が施された画像データは、境界周辺画素値評価部 1 0 8 と信号処理部 1 1 0 とに入力される。信号処理部 1 1 0 は、受け取った画像データに対して後述する補正処理を行う。さらに、信号処理部 1 1 0 は、デモザイクや色補正などの現像処理と符号化処理とを行い、符号化された画像データを、外部 I / F 1 1 5 に接続された記録メデ

40

50

アに記録する。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、第 1 実施形態における境界周辺画素値評価部 1 0 8 の内部構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、境界周辺画素値評価部 1 0 8 は、境界周辺画素値取得部 2 0 1 と、境界周辺画素平均値算出部 2 0 2 とを有する。境界周辺画素値取得部 2 0 1 は、設定露出差補正処理が施された画像データと、境界の位置情報を示す 2 次元領域境界情報（以下、単に境界情報と呼ぶ）とに基づいて、各領域の境界周辺にある画素の画素値を取得する。境界周辺画素平均値算出部 2 0 2 は、各領域の境界周辺の画素値の平均値（以下、境界周辺画素平均値と呼ぶ場合がある）を算出し、算出した平均値を補正值算出部 1 0 9 に送る。境界周辺画素平均値の算出については後述する。

10

【 0 0 1 4 】

図 3 は、第 1 実施形態における補正值算出部 1 0 9 の内部構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、補正值算出部 1 0 9 は、境界周辺画素平均値取得部 3 0 1 と補正值推定部 3 0 2 とを有する。境界周辺画素平均値取得部 3 0 1 は、境界周辺画素平均値を受け取る。補正值推定部 3 0 2 は、境界周辺画素平均値に基づいてデジタル信号（設定露出差補正処理が施された画像データ）を補正するための補正值を推定（算出）し、R A M 1 1 1 に記録する。補正值算出部 1 0 9 における補正值の算出については後述する。

【 0 0 1 5 】

< 領域毎の露出設定と誤差 >

図 4 は、撮像センサ 1 0 3 の各領域に対する露出設定の一例を示す図である。図 4 に示されるように、本実施形態における撮像センサ 1 0 3 は縦横それぞれ 8 個ずつの長方形の領域に分割されている。そして、分割された領域毎に露光時間 T とゲイン G が設定可能である。なお、撮像センサ 1 0 3 における領域分割については、他の態様であってもよい。例えば、縦 6 個、横 1 0 個の長方形に分割してもよい。また領域の形状は長方形以外の形状であってもよい。図 4 において、 $T = 1 / 1 0 0$ と記載されている領域は、露光時間が $1 / 1 0 0$ 秒に設定されていることを示している。 $T = 1 / 2 0 0$ と記載されている領域は、露光時間が $1 / 2 0 0$ 秒に設定されていることを示している。 $G = 6 \text{ dB}$ と記載されている領域は、 $G = 0 \text{ dB}$ と記載されている領域に比べて 2 倍のアナログゲイン（デジタルゲインを含んでもよい）が設定されていることを示している。撮像センサ 1 0 3 が出力する画素値は、以下の式 1 で表すことができる。

20

30

【 0 0 1 6 】

【 数 1 】

$$I(x, y) = B + kS(x, y)T_n \cdot 10^{G_n/20} \quad (\text{式 1})$$

【 0 0 1 7 】

ここで、 x, y は撮像センサ 1 0 3 上の画素位置を示す座標である。 $I(x, y)$ は画素位置 (x, y) における画素値（デジタル信号の値）である。 B は黒レベル（遮光して撮像した場合の画素値の平均）である。 k は比例定数である。 $S(x, y)$ は、撮像センサ 1 0 3 上の位置 (x, y) において、光学系 1 0 1 によって形成される被写体の像の照度である。 T_n は n 番目の領域の露光時間であり、 G_n は n 番目の領域のゲインである。仮に、ある 2 点で $S(x, y)$ が同じであった場合、 $T_n = 1 / 1 0 0$ 、 $G_n = 0 \text{ dB}$ に設定された領域 n と、 $T_m = 1 / 2 0 0$ 、 $G_m = 0 \text{ dB}$ に設定された領域 m とでは、黒レベルを除いた場合、領域 m は、領域 n よりも 2 倍の画素値を有することになる。したがって、露光時間 T_n とゲイン G_n とに誤差が全くない場合に、画像全体において $S(x, y)$ に対して線形性を有する信号 $O(x, y)$ を得るためには、撮像して得られた画素値 $I(x, y)$ に対して以下の式に表される設定露出差補正処理を行う。

40

【 0 0 1 8 】

【 数 2 】

50

$$O(x, y) = q[I(x, y) - B] \cdot (1/T_n) 10^{-G_n/20} + B_1 \quad (\text{式 } 2)$$

【 0 0 1 9 】

ここで、 q は定数であり、 B_1 は任意の黒レベルである。式 2 は、露出設定の違いによる比例係数 $T_n 10^{-(G_n/20)}$ を打ち消すように、該比例係数の逆数を乗算する処理である。図 5 には、各領域に対応する逆数の例が示されている。式 2 に式 1 を代入すると、以下の式 3 が得られる。

【 0 0 2 0 】

【数 3】

$$O(x, y) = qkS(x, y) + B_1 \quad (\text{式 } 3)$$

【 0 0 2 1 】

式 3 では、 $O(x, y)$ と $S(x, y)$ は、領域によらず線形な関係となっている。このとき、定数 q は $O(x, y)$ の画素値の範囲が適正になるように決定される。

【 0 0 2 2 】

しかし、撮像センサ 103 に起因して、 T_n 、 G_n にそれぞれ誤差 ΔT_n 、 ΔG_n が生じている場合がある。すなわち、目標値である露出設定 T_n 、 G_n に対して、実際にセンサで露光した時間や増幅のゲインがそれぞれ $T_n + \Delta T_n$ 、 $G_n + \Delta G_n$ になる場合がある。このような場合には、同様の処理を行っても以下の式 4 に示すように線形な関係が成立しなくなる。以下、「実際の露出」または単に「露出」と表現した場合には、 $T_n + \Delta T_n$ や $G_n + \Delta G_n$ を指すものとする。

【 0 0 2 3 】

【数 4】

$$O(x, y) = qkS(x, y)(1 + \Delta T_n/T_n) \cdot 10^{\Delta G_n/20} + B_1 \quad (\text{式 } 4)$$

【 0 0 2 4 】

また、黒レベル B にも領域毎に誤差 ΔB_n がある場合には、式 5 に示すようにさらに誤差が生じる。

【 0 0 2 5 】

【数 5】

$$O(x, y) = qkS(x, y)(1 + \Delta T_n/T_n) \cdot 10^{\Delta G_n/20} + q\Delta B_n(1/T_n) \cdot 10^{-G_n/20} + B_1 \quad (\text{式 } 5)$$

【 0 0 2 6 】

ここで、

【 0 0 2 7 】

【数 6】

$$\Delta F_n = 1 / \left[(1 + \Delta T/T_n) \cdot 10^{\Delta G_n/20} \right]$$

$$\Delta O_n = -q\Delta B(1/T_n) 10^{-G_n/20}$$

【 0 0 2 8 】

として式 5 を簡略化すると、以下の式 6 が得られる。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

【数 7】

$$O(x, y) = qkS(x, y) / \Delta F_n + B_1 - \Delta O_n \quad (\text{式 6})$$

【0030】

式 6 に示すように、誤差は、ゲイン性の誤差 ΔF_n とオフセット性の誤差 ΔO_n とに分類できる。本実施形態における信号処理部 110 は、後述する補正処理においてこれらの誤差を補正する。図 6 (a) には、各領域におけるゲイン G の誤差の例が示されている。図 6 (b) には、図 6 (a) に示すゲイン G の誤差によって信号 $O(x, y)$ に生じるゲイン性の誤差の例が示されている。図 6 (b) において、“× 1” や “× 1.014”、“× 0.10986” といった値は、各領域における信号 $O(x, y)$ のゲイン性の誤差の程度を示して、 “× 1” は、ゲイン性の誤差が生じていないことを示している。

【0031】

< 補正処理の原理 >

誤差 ΔF_n と誤差 ΔO_n とが存在する場合、領域間の境界（以下、領域境界と呼ぶ）において、本来被写体上に存在しない画素値（階調）の段差（以下、偽の段差と表現する）が生じる。本実施形態では、このような画素値の段差がなくなるように領域毎に誤差 ΔF_n と誤差 ΔO_n とを推定し、デジタル信号（設定露出差補正処理が施された画像データ）を補正する。図 7 に示すように、領域の形状が長方形である場合、着目領域については、4 つの隣接した領域が存在し、偽の段差が生じうる領域境界が 4 つ存在する。偽の段差は 4 つの領域境界毎に異なり、補正処理後においてはこれらの偽の段差が同時に解消されなければならない。また、偽の段差は、隣接した領域の誤差 ΔF_m 、 ΔO_m とにも依存し、その隣接した領域の誤差は、その隣接した領域にさらに隣接した領域の偽の段差に影響する。したがって、本実施形態では、画像全体に存在する全ての領域境界に発生する偽の段差が解消されるように、すべての領域の誤差 ΔF_n 、 ΔO_n を推定する。そして推定した誤差に基づいて、誤差を打ち消すように補正処理を行う。なお、図 7 において、白抜きの四角は、領域境界における画素のうち着目領域側の画素を表し、斜線付きの白抜きの四角は、領域境界における画素のうち着目領域側ではない側の画素を表している。

【0032】

< 境界周辺画素平均値の算出 >

上記誤差を打ち消す補正処理を実現するために、本実施形態では、境界周辺画素値評価部 108 にて、上述した境界周辺画素平均値を算出する。ここで、図 7 において、画像の左上から数えて右に i 番目、下に j 番目の領域を、領域 i, j と記す。また、着目領域である領域 i, j と、着目領域の右側に隣接する領域 i + 1, j との境界における、着目領域側の画素の平均値を $A(i, j), (i+1, j)$ と記す。そして、該境界における着目領域側ではない側の画素の平均値を $A(i+1, j), (i, j)$ と記す。図 8 は、境界周辺画素平均値を算出する際に用いられる画素を示す図である。図 8 に示されるように、本実施形態では、各領域境界に隣接した 1 画素幅分の画素を用いて境界周辺画素平均値を算出する。なお、境界周辺画素平均値を算出する際、欠陥画素を検出して省いたり、飽和画素を省いたりして算出するほうが好ましい。このように、境界周辺画素平均値の算出対象から欠陥画素や飽和画素を除外することで、より正確な境界周辺画素平均値を求めることが可能となる。

【0033】

< 補正值算出処理 >

次に、境界周辺画素平均値から補正值を算出する処理を説明する。補正值算出処理（補正值導出処理とも呼ぶ）では、まず、以下のように、境界周辺画素平均値から評価値を導出する評価値導出処理が行われる。ここで、領域 i, j のゲイン性の誤差及びオフセット性の誤差を、 $\Delta F_{i,j}$ 及び $\Delta O_{i,j}$ とする。すると、誤差補正後の領域 i, j と、該領域 i, j の右側及び下側に隣接する領域との段差の評価値 $E_{i,j}$ は、以下の式 7 で定義される。

【0034】

【数 8】

20

30

40

50

$$E_{i,j} = \left(\Delta F_{i,j} \left[A_{(i,j),(i+1,j)} + \Delta O_{i,j} \right] - \Delta F_{i+1,j} \left[A_{(i+1,j),(i,j)} + \Delta O_{i+1,j} \right] \right)^2 \\ + \left(\Delta F_{i,j} \left[A_{(i,j),(i,j+1)} + \Delta O_{i,j} \right] - \Delta F_{i,j+1} \left[A_{(i,j+1),(i,j)} + \Delta O_{i,j+1} \right] \right)^2 \quad (\text{式 } 7)$$

【 0 0 3 5 】

式 7 の右辺第一項は、右側に隣接する領域との段差に対応する項である。第二項は、下側に隣接する領域との段差に対応する項である。なお、領域が画像の端に位置していて、該領域の右側あるいは下側に隣接する領域が存在しない場合は、該当する項を 0 とする。補正值算出部 1 0 9 の補正值推定部 3 0 2 は、この評価値 $E_{i,j}$ をすべての領域で加算して、総合評価値 E を導出する。総合評価値 E は、以下の式 8 で示される。

10

【 0 0 3 6 】

【 数 9 】

$$E = \sum_i \sum_j E_{i,j} \quad (\text{式 } 8)$$

【 0 0 3 7 】

次いで、補正值算出部 1 0 9 の補正值推定部 3 0 2 は、導出した総合評価値 E が最小となるように、 $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを決定（推定）する。なお、オフセット性の誤差 $\Delta O_{i,j}$ が無視できる撮像センサ 1 0 3 については、総合評価値 E を最小化は、平均値 A の二次式を係数に有する誤差 $\Delta F_{i,j}$ についての連立一次方程式となる。そのため、その連立一次方程式を解くことで、 $\Delta F_{i,j}$ を推定することができる。オフセット性の誤差 $\Delta O_{i,j}$ が無視できない場合は、収束演算によって $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを推定すればよい。例えば、まず $\Delta O_{i,j}$ を 0 と過程して $\Delta F_{i,j}$ を求め、次に $\Delta F_{i,j}$ を固定して $\Delta O_{i,j}$ を求め、次に $\Delta O_{i,j}$ を固定して $\Delta F_{i,j}$ を求め、というように、 $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを交互に固定して収束するまで計算すればよい。それにより、 $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを推定することができる。または、一般的な最小化問題と同様にして、総合評価値 E を最小化する $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを推定してもよい。本実施形態では、このようにして得られた $\Delta F_{i,j}$, $\Delta O_{i,j}$ を補正值として用いて、後述する補正処理を行う。

20

30

【 0 0 3 8 】

< 補正処理の詳細 >

補正值算出処理で得られた補正值 $\Delta F_{i,j}$, $\Delta O_{i,j}$ を用いて、式 2 に従って生成された信号 $O(x, y)$ に対して、信号処理部 1 1 0 にて以下の補正処理を適用し、補正画像 $C(x, y)$ を生成する。

【 0 0 3 9 】

【 数 1 0 】

$$C(x, y) = \left(O(x, y) + \Delta O_{i,j} - B_1 \right) \Delta F_{i,j} + B_2 \quad (\text{式 } 9)$$

40

【 0 0 4 0 】

ここで、 B_2 は任意の黒レベルであり、画像全体で同じ値である。このとき、領域 i, j は画素座標 (x, y) に対応している必要がある。つまり、領域 i, j は、画素座標 (x, y) が属する領域である必要がある。

【 0 0 4 1 】

なお、撮像センサ 1 0 3 がベイア配列などであって複数の色（たとえば赤、緑 1、緑 2、青）に分かれている場合には、色毎にこれらの処理を行えばよい。

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態では、撮像センサ 1 0 3 から得られたデジタル信号に対して、設定露出差補正処理を行ってから補正值を算出した。しかし、ゲイン性の誤差 $\Delta F_{i,j}$ と露出設定

50

差に起因するゲインの違いとは区別が付きにくい。例えば、ある領域における実際のゲインが2.2倍であるときに、2倍のゲイン設定に対して1.1倍の誤差が生じて2.2倍になったのか、1倍のゲイン設定（つまり、ゲインをかけない設定）に対して2.2倍の誤差が生じたのかは区別しにくい。このため、設定露出差補正処理を行わずに、撮像センサ103から受け取ったデジタル信号を境界周辺画素値評価部108に直接入力してもよい。それにより、精度はいくらか落ちるものの、設定露出差補正のためのゲインとゲイン性の誤差とを同時に考慮した補正値を算出することが可能となる。また、設定露出差補正処理を行う必要がなくなるため、設定露出差補正処理部107を省略することができる。つまり、本実施形態においては、設定露出差補正処理部107は必須の構成要素ではない。

【0043】

10

< 撮像装置の処理フロー >

図9は、第1実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。図9には、本撮像が実行された後における撮像装置の動作が示されている。

【0044】

まず、設定露出差補正処理部107は、各領域の露出設定情報を取得する（ステップS901）。次いで、設定露出差補正処理部107は、露出設定情報に基づいて、撮像センサ103から入力されるデジタル信号に対して設定露出差補正処理を行う（ステップS902）。この時点では、デジタル信号（設定露出差補正処理が施された画像データ）に誤差があり、領域境界に段差が生じている。

【0045】

20

次いで、境界周辺画素値評価部108は、各領域の境界情報を取得し、該境界情報をもとに、設定露出差補正処理が施された画像データに対して、領域境界の周辺画素の画素値を取得する（ステップS903）。そして、境界周辺画素値評価部108は、領域境界の周辺画素の画素値の平均値を算出する（ステップS904）。次いで、補正値算出部109は、ステップS904で算出した平均値に基づいて、補正値を算出する（ステップS905）。最後に、信号処理部110は、設定露出差補正処理が施された画像データに対して、ステップS905で算出された補正値に基づいて補正処理を行う（ステップS906）。その後、信号処理部110は、補正処理を行った画像データに対して、現像処理や符号化処理などを行う。

【0046】

30

以上のように、本実施形態では、領域境界の周辺画素の画素値の平均値を用いて評価値を求め、その評価値から算出した補正値を用いて画像データを補正する。したがって、本実施形態によれば、撮像センサに起因して各領域の露出設定に誤差が生じた場合でも、領域境界において階調の段差を生じにくくすることができ、良好な画像を生成することが可能となる。

【0047】

なお、ノイズによる影響を避けるためには、領域境界の平均値 $A(i,j), (i+1,j), A(i+1,j), (i,j)$ は複数画素から求められる必要がある。したがって、領域の形状は、2つの方向、例えば縦方向（図7における上下方向）及び横方向（図7における左右方向）に、複数画素が配置された2次元的に広がった形状であることが望ましい。また、撮像センサ103がベイア配列などであり複数の色に分かれている場合であって、かつ色毎に信号処理が行われる場合には、各色（各色に対応する画素）のそれぞれが2次元的に広がった形状であることが望ましい。

40

【0048】

[実施形態2]

第1実施形態では、領域境界における段差を無くすように誤差 $\Delta F_n, \Delta O_n$ を算出する撮像装置を例にした。第2実施形態では、画像における被写体にもともと存在する画素値の勾配を考慮して、より精度の高い補正を行う撮像装置について説明する。

【0049】

第2実施形態の撮像装置の構成は、第1実施形態と同様である。ただし、境界周辺画素

50

値評価部 108 と補正值算出部 109 の内部構成が異なる。以下では、第 1 実施形態と異なる部分について説明する。

【0050】

図 10 は、第 2 実施形態における境界周辺画素値評価部 108 の内部構成を示すブロック図である。図 11 は、第 2 実施形態における補正值算出部 109 の内部構成を示すブロック図である。第 1 実施形態では、領域境界の周辺画素の画素値の平均値を用いて評価値を求め、その評価値に基づいて補正值を算出した。本実施形態では、領域境界の周辺画素の画素値の平均値だけでなく微分値も用いて評価値を求める。したがって、図 10 に示すように、本実施形態の境界周辺画素値評価部 108 は、第 1 実施形態の構成要素に加えて、境界周辺画素微分値算出部 1001 を有する。さらに、図 11 に示すように、本実施形態の補正值算出部 109 は、第 1 の実施形態の構成要素に加えて、境界周辺画素微分値取得部 1101 を有する。

10

【0051】

境界周辺画素微分値算出部 1001 は、領域境界の周辺画素の画素値の微分値（以下、境界周辺画素微分値と呼ぶ場合がある）を算出する。境界周辺画素微分値取得部 1101 は、境界周辺画素微分値算出部 1001 が算出した境界周辺画素微分値を取得し、補正值推定部 302 に渡す。補正值推定部 302 は、境界周辺画素平均値取得部 301 から受け取った境界周辺画素平均値と、境界周辺画素微分値取得部 1101 から受け取った境界周辺画素微分値とから、補正值を推定（算出）する。

【0052】

図 12 は、境界周辺画素平均値と境界周辺画素微分値とを算出する際に用いられる画素を示す図である。図 12 に示すように、本実施形態の境界周辺画素値評価部 108 の境界周辺画素値取得部 201 は、領域境界の周辺画素の画素値として、2 画素幅分の画素の画素値を取得する。そして、境界周辺画素値評価部 108 の境界周辺画素微分値算出部 1001 は、2 画素幅分の範囲にある画素の画素値から微分値 $D(i,j),(i+1,j)$ 、 $D(i,j),(i,j+1)$ を算出する。このように、本実施形態では、領域境界の周辺画素の画素値の平均値だけでなく微分値を算出する。微分値を算出する理由は、境界領域に微分値と同程度の勾配を存在させるためである。なお、平均値については、第 1 実施形態と同様に、1 画素幅の範囲にある画素の画素値から求めればよい。また、境界周辺画素微分値を算出する際、境界周辺画素平均値を算出するときと同様に、欠陥画素や飽和画素を省いて算出することが好ましい。

20

【0053】

以上のような考え方によると、式 6 に対応する評価値 $E_{i,j}$ は以下の式のように表すことができる。

【0054】

【数 11】

$$E_{i,j} = (\Delta F_{i,j} [A_{(i,j),(i+1,j)} + \Delta O_{i,j}] - \Delta F_{i+1,j} [A_{(i+1,j),(i,j)} + \Delta O_{i+1,j}] + (D_{(i,j),(i+1,j)} + D_{(i+1,j),(i,j)})/2)^2 + (\Delta F_{i,j} [A_{(i,j),(i,j+1)} + \Delta O_{i,j}] - \Delta F_{i,j+1} [A_{(i,j+1),(i,j)} + \Delta O_{i,j+1}] + (D_{(i,j),(i,j+1)} + D_{(i,j+1),(i,j)})/2)^2$$

40

式 (10)

【0055】

本実施形態における総合評価値 E は、式 10 を式 8 に代入して得られる。つまり、すべての領域について式 10 で得られる $E_{i,j}$ を加算したものが、本実施形態における総合評価値 E となる。そして、本実施形態における補正值は、このようにして得られる総合評価値 E を最小化する $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを算出することで得られる。なお、第 1 実施形態と同様に、誤差 $\Delta O_{i,j}$ が 0 とみなせるような撮像センサ 103 においては、総合評価値 E の最小

50

化は、平均値 A や微分値 D によって得られる値を係数として有する誤差 $\Delta F_{i,j}$ に対する連立一次方程式となる。したがって、その場合には、その方程式を解くことで誤差 $\Delta F_{i,j}$ を推定できる。同様に、 $\Delta O_{i,j}$ が 0 とみなせない場合でも、第 1 実施形態において説明した収束演算によって $\Delta F_{i,j}$ と $\Delta O_{i,j}$ とを算出できる。

【 0 0 5 6 】

< 撮像装置の処理フロー >

図 1 3 は、第 2 実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。図 1 3 には、図 9 と同様に、本撮像が実行された後における撮像装置の動作が示されている。なお、ステップ $S 1 3 0 1$, $S 1 3 0 2$ の処理は、ステップ $S 9 0 1$, $S 9 0 2$ の処理と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

ステップ $S 1 3 0 2$ の後、境界周辺画素値評価部 1 0 8 は、各領域の境界情報を取得する処理（境界情報取得処理）を行う。そして、境界周辺画素値評価部 1 0 8 は、取得した該境界情報をもとに、設定露出差補正処理が施された画像データに対して、領域境界の周辺画素の画素値を取得する処理を行う（ステップ $S 1 3 0 3$ ）。このとき、境界周辺画素値評価部 1 0 8 は、上述したように、領域境界の周辺画素の画素値として、2 ピクセル幅の範囲にある画素の画素値を取得する。そして、境界周辺画素値評価部 1 0 8 は、領域境界の周辺画素の画素値の平均値と微分値とを算出する（ステップ $S 1 3 0 4$ ）。次いで、補正值算出部 1 0 9 は、ステップ $S 1 3 0 4$ で算出した平均値と微分値とに基づいて、補正值を算出する（ステップ $S 1 3 0 5$ ）。最後に、信号処理部 1 1 0 は、設定露出差補正処理が施された画像データに対して、ステップ $S 1 3 0 5$ で算出された補正值に基づいて補正処理を行う（ステップ $S 1 3 0 6$ ）。その後、信号処理部 1 1 0 は、補正処理を行った画像データに対して、現像処理や符号化処理などを行う。

【 0 0 5 8 】

以上のように、本実施形態では、領域境界の周辺画素の画素値の平均値だけでなく微分値も用いて評価値を求め、その評価値に基づいて補正值を算出するようにしている。それにより、被写体画像にもともと存在する画素値の勾配を考慮した、より精度の高い補正を行うことが可能となる。したがって、例えば、被写体画像におけるグラデーションが領域境界を跨いで存在している場合でも、該グラデーションをより忠実に再現することができる。

【 0 0 5 9 】

[実施形態 3]

撮像センサ 1 0 3 に起因する露出の設定値からの誤差 ΔT_n , ΔG_n は、どのような値でもとるわけではない。例えば、露出設定 $T_n = 1 / 1 0 0$ に対して実際の露出 $T_n + \Delta T_n$ が $1 / 2 0 0$ と推定されるような、本来撮像センサ 1 0 3 で生じ得ない誤差が推定された場合には、その推定結果をある範囲（誤差 ΔT_n , ΔG_n としてとり得る値の範囲）に抑える必要がある。その理由は、そのような推定結果を補正值の算出にそのまま用いてしまうと、適切な補正值が得られなくなる可能性があるためである。そこで、本実施形態では、そのような範囲を事前情報として用いることで、さらに精度の高い補正を行う撮像装置について説明する。

【 0 0 6 0 】

第 3 実施形態の撮像装置の構成は、第 2 実施形態と同様である。ただし、補正值算出部 1 0 9 の内部構成が異なる。以下では、第 2 実施形態と異なる部分について説明を行う。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 は、第 3 実施形態における補正值算出部 1 0 9 の内部構成を示すブロック図である。本実施形態の補正值算出部 1 0 9 は、第 2 実施形態の構成要素に加えて、露出誤差特性取得部 1 4 0 1 を有する。本実施形態では、予め測定して得られた、露出設定の誤差の範囲を示す露出誤差特性情報が ROM 1 1 2 に記録されていて、露出誤差特性取得部 1 4 0 1 は、ROM 1 1 2 から露出誤差特性情報を読み出す。補正值推定部 3 0 2 は、露出誤差特性取得部 1 4 0 1 から受け取った露出誤差特性情報を、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ との

推定に用いる。具体的には、補正值推定部 302 は、誤差 $\Delta F_{i,j}$ や誤差 $\Delta O_{i,j}$ の推定結果が露出誤差特性情報によって示される露出設定の誤差の範囲を超えているかを判定する。そして、 $\Delta F_{i,j}$ や $\Delta O_{i,j}$ が露出誤差特性情報によって示される露出設定の誤差の範囲を超えている場合には、補正值推定部 302 は、それらの値が露出設定の誤差の範囲に収まるようにそれらの値を変更する。

【0062】

あるいは、より精度の高い補正を行う方法として、式 10 に示す評価値 $E_{i,j}$ に対して以下の正則化項 R を加えた上で、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ とを推定する方法がある。

【0063】

【数 12】

$$R = Z \left[(\Delta F_{i,j})^2 / \sigma_F^2 + (\Delta O_{i,j})^2 / \sigma_O^2 \right]$$

10

【0064】

ここで、 σ_F と σ_O はそれぞれ、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ の標準偏差であり、予め測定され ROM 112 に記録されている。また、 Z は、正則化項 R の効果の強さを決めるパラメータであり、予め決定され ROM 112 に記録されている。この正則化項 R は、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ がその標準偏差を超えると急激に大きくなる。そのため、この正則化項 R を加えた総合評価値 E を最小化することで、そのような大きな推定結果が導出されることを避けることができ、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ とを精度よく算出することが可能となる。このように、正則化項 R を用いた方法によっても、誤差 $\Delta F_{i,j}$ と誤差 $\Delta O_{i,j}$ とを所定範囲に抑えることが可能となる。

20

【0065】

なお、総合評価値 E の最小化は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同様にして行えばよい。また、本実施形態では、露出設定の誤差の性質を活用するため、設定露出差補正処理部 107 を省略せずに、必須の構成要素とすることが望ましい。また、本実施形態では、正則化項 R の算出に標準偏差 σ_F 、 σ_O を用いる例を説明したが、分散など標準偏差以外の分布特性を用いるようにしてもよい。さらに、上述した正則化項 R を加える方法を、第 1 実施形態に適用するようにしてもよい。すなわち、第 1 実施形態における式 7 に正則化項 R を加えるようにしてもよい。

30

【0066】

< 撮像装置の処理フロー >

図 15 は、第 3 実施形態における撮像装置の動作を示すフローチャートである。図 15 には、図 9 及び図 13 と同様に、本撮像が実行された後における撮像装置の動作が示されている。なお、ステップ S1501 ~ S1504、S1507 の処理は、ステップ S1301 ~ S1304、S1306 の処理と同様であるため説明を省略する。

【0067】

ステップ S1504 の後、補正值算出部 109 は、ROM 112 から露出誤差特性情報を取得する（ステップ S1505）。次いで、補正值算出部 109 は、露出誤差特性取得部 1401 から受け取った露出誤差特性情報と、ステップ S1504 で算出した平均値及び微分値とに基づいて、補正值を算出する（ステップ S1506）。

40

【0068】

以上のように、本実施形態では、誤差 $\Delta F_{i,j}$ 、 $\Delta O_{i,j}$ を推定する際に、それらの値が所定範囲を超えないようにしている。それにより、例えば、露出設定 $T_n = 1/100$ に対して実際の露出 $T_n + \Delta T_n$ が $1/200$ と推定されてしまうようなことを抑制できる。したがって、本実施形態によれば、より精度の高い補正值を得ることができ、領域境界における偽の段差をより発生しづらくさせることが可能となる。

【0069】

（その他の実施形態）

上述の実施形態では、撮像装置の内部に境界周辺画素値評価部、補正值算出部、信号処

50

理部が搭載された形態として説明した。しかしながら、撮像装置とは別の装置としてもよい。例えば、撮像装置に接続されたパーソナルコンピュータ（画像処理装置）でもよい。この場合、画像処理装置が、撮像装置が撮像センサ（領域毎に露出設定可能な撮像センサ）を用いて撮像した画像データや露出設定を行う領域の単位などを示す情報を取得する。そして、画像処理装置が、画像データが表す画像における領域の境界情報に基づいて、露出設定の誤差を推定し導出した補正值を用いて画像データを補正してもよい。

【 0 0 7 0 】

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。

10

【 0 0 7 1 】

また、撮像画像に対して演算を施すことが可能な積層型撮像センサを用いれば、上述の実施形態における撮像センサ 103 と撮像センサ 103 以外の構成要素とを容易に一体化することができる。例えば、撮像センサ 103 と境界周辺画素値評価部 108 とを一体化した積層型撮像センサを用いれば、画像データと評価値とを同時に取得することができるようになる。図 1 に示すように、境界周辺画素値評価部 108 が撮像センサ 103 とは別のチップに設けられた構成では、補正值が決定されるまで画像データを RAM 111 に記録させておく必要がある。しかし、上記のように撮像センサ 103 と境界周辺画素値評価部 108 とを一体化した積層型撮像センサを用いれば、その必要がなくなる。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

- 108 境界周辺画素値評価部
- 109 補正值算出部
- 110 信号処理部

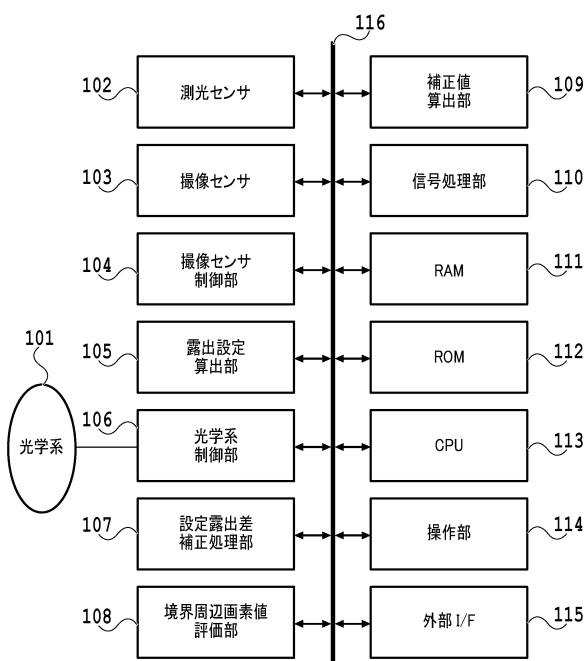
30

40

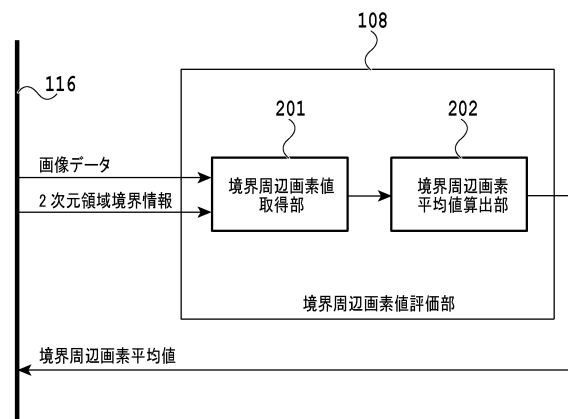
50

【図面】

【圖 1】



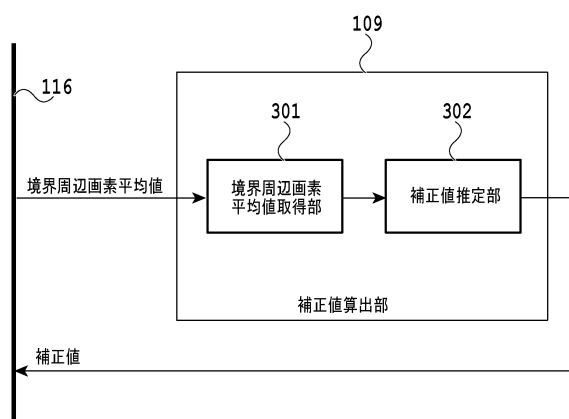
【圖 2】



10

20

【图 3】



【圖 4】

T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/320 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB
T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/320 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB
T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/100 G=12dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=6dB	T=1/100 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB

30

40

【図 5】

x0.25	x0.5	x0.5	x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.25
x0.5	x0.5	x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25
x0.5	x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25	x0.25
x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25	x0.25	x0.25
x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25	x0.25	x0.25	x0.25
x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25	x0.25	x0.25
x0.5	x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25	x0.25
x0.5	x0.5	x1	x1.25	x1.6	x2.0	x2.0	x1.6	x1.25	x0.5	x0.5	x0.25

【図 6】

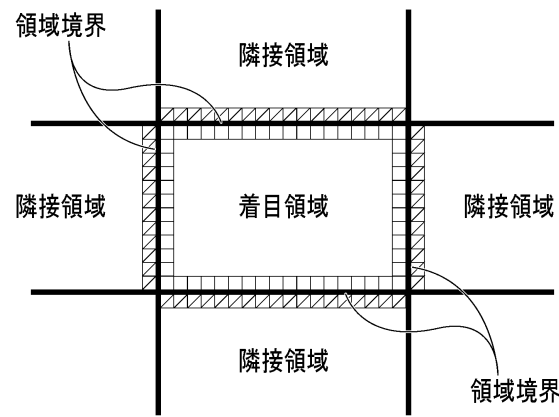
T=1/100 G=5.9dB	T=1/100 G=6.1dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12dB
T=1/100 G=5.9dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/100 G=5.9dB	T=1/100 G=6dB
T=1/100 G=-0.1dB	T=1/125 G=0.1dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/100 G=6dB
T=1/125 G=-0.1dB	T=1/160 G=0.1dB	T=1/200 G=0.1dB	T=1/320 G=-0.1dB	T=1/200 G=0dB	T=1/160 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0dB
T=1/125 G=0.1dB	T=1/160 G=0.1dB	T=1/200 G=0dB	T=1/320 G=0dB	T=1/200 G=0dB	T=1/160 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0.1dB
T=1/100 G=6.1dB	T=1/125 G=0.1dB	T=1/160 G=0dB	T=1/200 G=-0.1dB	T=1/160 G=0dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=6dB
T=1/100 G=6.1dB	T=1/100 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/160 G=0.1dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=-0.1dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=6dB
T=1/100 G=12.1dB	T=1/100 G=6.1dB	T=1/100 G=6dB	T=1/125 G=0dB	T=1/100 G=0dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=6dB	T=1/100 G=12.1dB

(a)

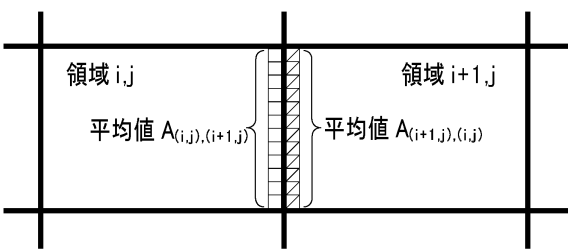
x0.986	x1.014	x1.014	x1	x1.014	x1	x1	x1
x0.986	x1.014	x1	x1.014	x1	x1.014	x0.986	x1
x0.986	x1.014	x1	x1	x1	x1	x1.014	x1
x0.986	x1.014	x1.014	x0.986	x1	x1.014	x1	x1
x1.014	x1.014	x1	x1	x1	x1	x1	x1.014
x1.014	x1.014	x1	x0.986	x1	x1	x1	x1
x1.014	x1.014	x1	x1.014	x1	x0.986	x1	x1
x1.014	x1.014	x1	x1	x1	x1	x1	x1.014

(b)

【図 7】



【図 8】



10

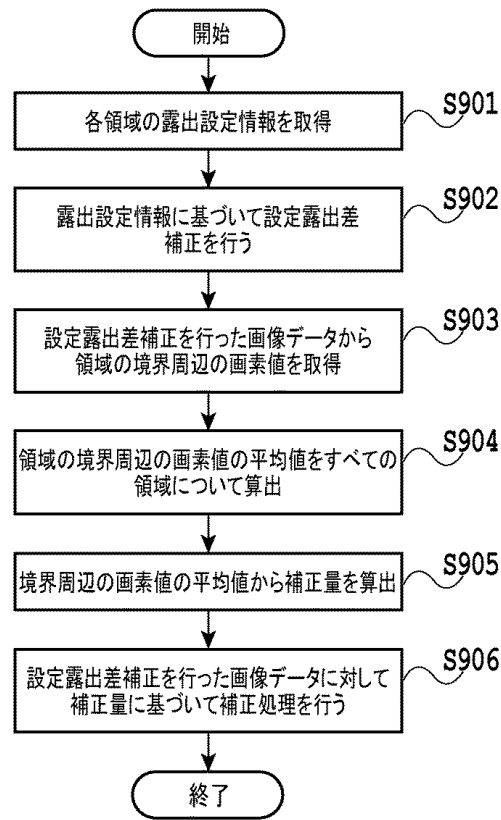
20

30

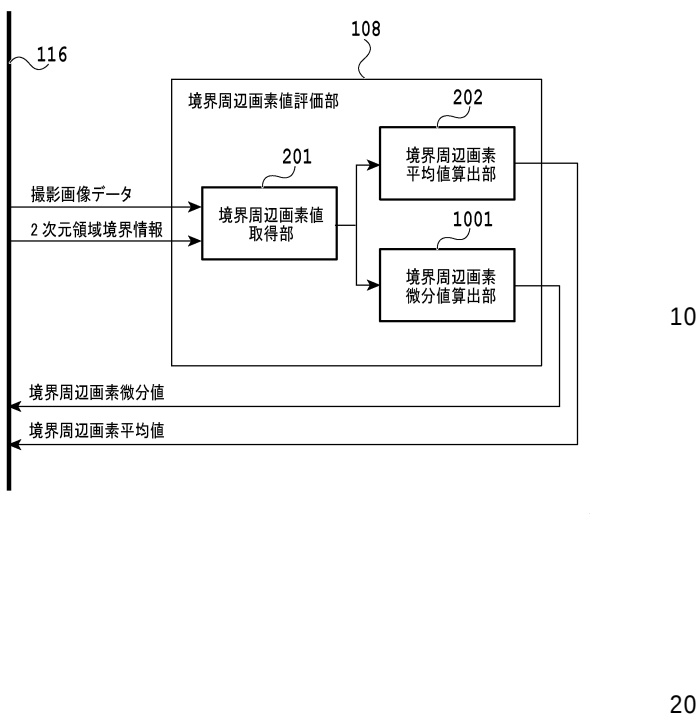
40

50

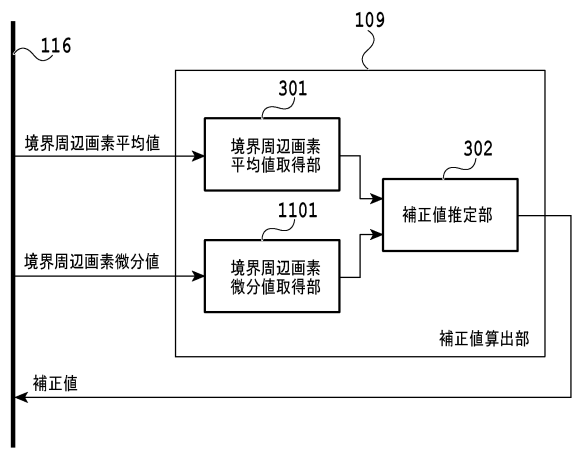
【 図 9 】



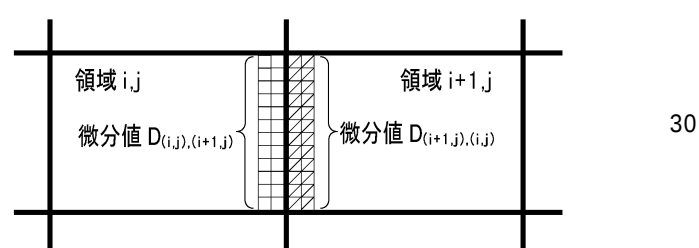
【 図 1 0 】



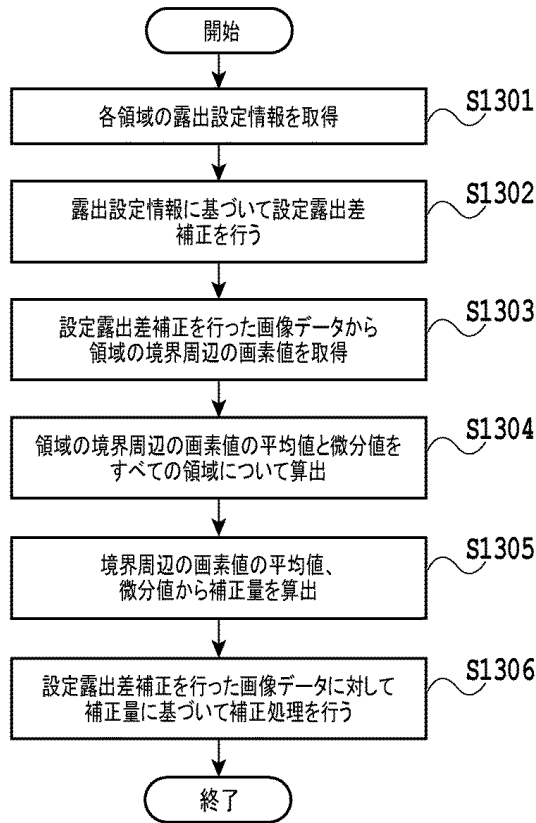
【 図 1 1 】



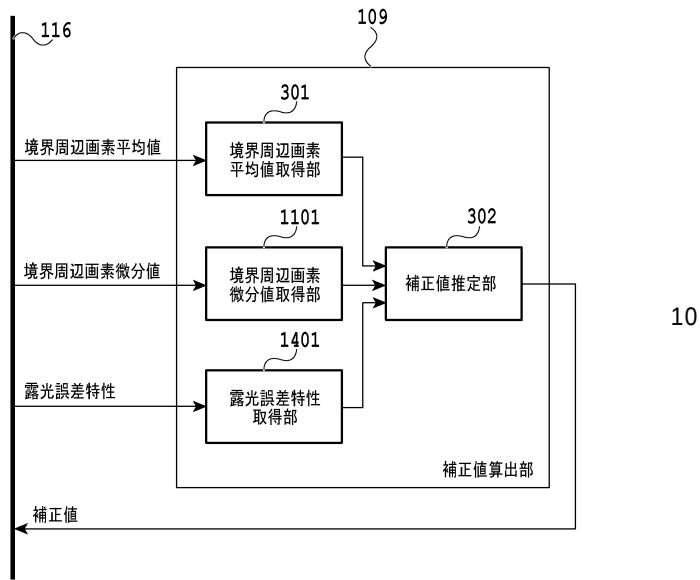
【 図 1 2 】



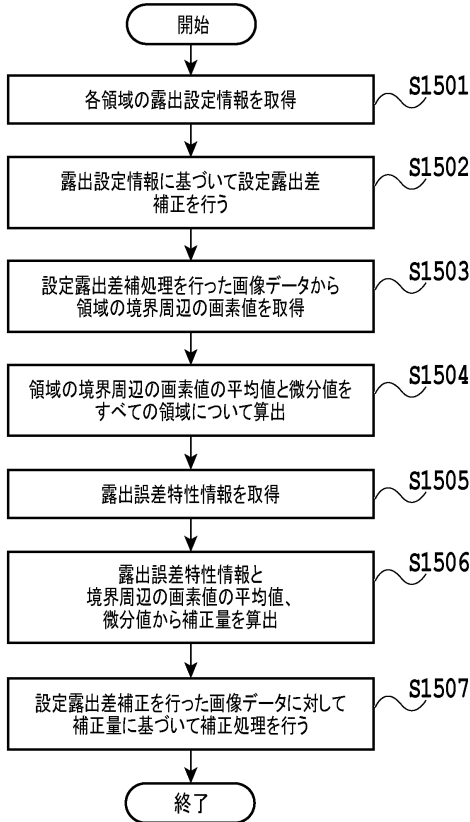
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

20

30

40

50

 フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
H 0 4 N	5/357(2011.01)	H 0 4 N	5/355	6 3 0
G 0 6 T	5/00 (2006.01)	H 0 4 N	5/357	
H 0 4 N	1/407(2006.01)	G 0 6 T	5/00	7 4 0
		H 0 4 N	1/407	

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

- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| H 0 4 N | 5 / 2 4 3 |
| H 0 4 N | 5 / 2 3 2 |
| H 0 4 N | 5 / 2 2 5 |
| H 0 4 N | 5 / 3 7 4 5 |
| H 0 4 N | 5 / 3 5 5 |
| H 0 4 N | 5 / 3 5 7 |
| G 0 6 T | 5 / 0 0 |
| H 0 4 N | 1 / 4 0 7 |