

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4191531号
(P4191531)

(45) 発行日 平成20年12月3日 (2008. 12. 3)

(24) 登録日 平成20年9月26日 (2008. 9. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232

Z

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

H O 4 N 9/04

B

請求項の数 15 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-134744 (P2003-134744)
 (22) 出願日 平成15年5月13日 (2003. 5. 13)
 (65) 公開番号 特開2004-147287 (P2004-147287A)
 (43) 公開日 平成16年5月20日 (2004. 5. 20)
 審査請求日 平成18年3月3日 (2006. 3. 3)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-252887 (P2002-252887)
 (32) 優先日 平成14年8月30日 (2002. 8. 30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100080159
 弁理士 渡辺 望穂
 (74) 代理人 100090217
 弁理士 三和 晴子
 (72) 発明者 礎 秀康
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写
 真フイルム株式会社内

審査官 金田 孝之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチバンド画像撮影方法及び装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影するマルチバンド画像の撮影の際、

本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第1の比率を前記各バンドごとに算出し、

前記第1の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第1の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第2の比率を算出し、

前記第1の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第1の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては前記第2の比率に基づいて撮影条件を決定し、

前記決定された撮影条件により本撮影を行うことを特徴とするマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 2】

被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影するマルチバンド画像の撮影の際、

本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第1の比率を前記各バンドごとに算出し、

10

20

前記第 1 の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第 1 の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第 2 の比率を算出し、

前記第 1 の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第 1 の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率に基づいて撮影条件を決定し、

前記決定された撮影条件により本撮影を行い、

得られた画像出力値を、予め用意された、撮影画像の画像出力値と撮影の際の有効露光量が比例関係を有するような変換テーブルにより有効露光量に変換して出力することを特徴とするマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 3】

前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率が所定値を超えるまで、前記所定値の逆数倍を繰り返すことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 4】

前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記予備撮影時の露光時間を前記所定値の逆数倍して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 5】

前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率が前記所定値を超えるまで、前記予備撮影時の露光時間に対して、前記所定値の逆数倍を繰り返して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 6】

前記各バンドの出力値が、画像中にある標準白色部における出力値、又は最明点の出力値に基づくものである、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 7】

前記各バンドの出力値が、画像全体における出力値の平均値に基づくものである、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のマルチバンド画像撮影方法。

【請求項 8】

被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影する撮影手段と、

前記撮影手段によって本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第 1 の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第 1 の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第 1 の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第 2 の比率を算出する検出手段と、

前記第 1 の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第 1 の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率に基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定手段と、

を備えたことを特徴とするマルチバンド画像撮影装置。

【請求項 9】

被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影する撮影手段と、

前記撮影手段による撮影画像の画像出力値と撮影の際の有効露光量が比例関係を有するように予め作成された変換テーブルを記憶する記憶手段と、

前記撮影手段によって本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第 1 の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第 1 の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第 1 の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第 2 の比率を算出する検出手段と、

10

20

30

40

50

前記第 1 の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第 1 の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率に基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定手段と、

前記決定された撮影条件により本撮影を行い、得られた画像出力値を前記変換テーブルにより有効露光量に変換する変換手段と、

を備えたことを特徴とするマルチバンド画像撮影装置。

【請求項 10】

前記第 1 の比率が前記所定値以下の場合、前記第 2 の比率が所定値を超えるまで、前記所定値の逆数倍を繰り返すことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のマルチバンド画像撮影装置。

10

【請求項 11】

前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記予備撮影時の露光時間を前記所定値の逆数倍して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のマルチバンド画像撮影装置。

【請求項 12】

前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率が前記所定値を超えるまで、前記予備撮影時の露光時間に対して、前記所定値の逆数倍を繰り返して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、

ことを特徴とする請求項 11 に記載のマルチバンド画像撮影装置。

20

【請求項 13】

前記各バンドの出力値が、画像中にある標準白色部における出力値、又は最明点の出力値に基づくものである、

ことを特徴とする請求項 8 ～ 12 のいずれかに記載のマルチバンド画像撮影装置。

【請求項 14】

前記各バンドの出力値が、画像全体における出力値の平均値に基づくものである、

ことを特徴とする請求項 8 ～ 12 のいずれかに記載のマルチバンド画像撮影装置。

【請求項 15】

コンピュータを、請求項 8 ～ 14 のいずれかに記載の検出手段及び撮影条件決定手段として動作させるためのプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチバンド画像撮影方法及び装置及びプログラムに係り、特に、再生画像のノイズバランスを均等にし、自然な画像を再現するマルチバンド画像を得るマルチバンド画像撮影技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、撮像技術の進歩により、多チャンネル撮影機（マルチバンドカメラ）、特に、撮影対象の分光波形を実用上十分な精度で復元できる程度のチャンネル（バンド）数を有する撮影機が実用化されつつある。これは、複数種類（多くは 4 種類以上）の光を透過する波長領域（マルチバンド）で、被写体を撮影して複数の画像データ（各バンド（チャンネル）毎のスペクトル画像データ（マルチバンド画像データ））を得るカメラであり、例えば、CCD と色分解フィルタを主とした構成となっている。

40

【0003】

マルチバンドカメラは、一定の分光強度分布を持つ照明光で被写体を照らして得られる反射光を、バンド毎に異なる一定の分光透過率分布を有する分光フィルタに通過させ、一定の分光透過率分布を有するカメラの光学系レンズを介して、撮像素子の受光面に結像させることでスペクトル画像を得る。

そのため、従来のマルチバンドカメラは、分光フィルタの特性と撮像デバイスの分光感度

50

分布の積により、各バンドの感度が決定される。

【 0 0 0 4 】

すなわち、マルチバンドカメラで撮影した時の有効露光量は、分光フィルタのフィルタ特性、すなわち分光透過率分布と撮影時の照明光の分光強度分布との積によって規定される。精密には、撮像素子の分光感度分布を積に含め、さらにカメラの光学系レンズの分光透過率分布の積を含めて規定される。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの分光特性に偏りがあると、バンド毎の有効露光量バランスに偏りが生じ、あるバンドのダイナミックレンジが他に比して狭く、その結果そのバンドの S / N 比が低下し、ノイズを含んだ画像データとして獲得されてしまうという問題がある。

他方、蛍光灯に例示されるように光源の分光分布に偏りがある場合には、各バンドでの照明光源強度に偏りが生じる。その結果、照明光源強度が低いバンドでの撮影画像データは他のバンドでの撮影画像データに比べ S / N 比が低い画像となる。マルチバンドカメラ撮影において各バンドで得られる有効露光量は、各バンドに対応する「マルチバンドカメラの分光感度」と「光源の分光エネルギー分布」の関数で与えられると考えることができる。各バンドで得られる光量と S / N 比の関係では、光量の増加に伴い S / N 比が向上する関数関係にある。

【 0 0 0 6 】

このような場合、各バンド毎の画像を合成して得られた再現画像は、ある色のノイズやムラが目立つという画質低下が生じる。

このようなノイズを除去する方法として、後段の画像処理により、ノイズレベルに応じてノイズ抑制のパラメータを変化させるという方法等が考えられるが、このような方法では、ノイズレベルに差がありすぎると、ノイズ抑制のアーティファクトに差が生じ、やはり結果的に不自然な再現画像となってしまうという問題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、前記従来の問題に鑑みてなされたものであり、マルチバンド画像撮影時に撮影バンド間での S / N 比を一定範囲に収め、再現画像のノイズバランスを均等にし、自然な画像再現のためのマルチバンド画像を得ることのできるマルチバンド画像撮影方法及び装置及びプログラムを提供することを課題とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の第 1 の態様は、被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影するマルチバンド画像の撮影の際、本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第 1 の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第 1 の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第 1 の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第 2 の比率を算出し、前記第 1 の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第 1 の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては前記第 2 の比率に基づいて撮影条件を決定し、前記決定された撮影条件により本撮影を行うことを特徴とするマルチバンド画像撮影方法を提供する。

【 0 0 0 9 】

また同様に前記課題を解決するために、本発明の第 2 の態様は、被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影するマルチバンド画像の撮影の際、本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第 1 の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第 1 の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第 1 の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第 2 の比率を算出し、前記第 1 の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第 1 の比率に基づい

10

20

30

40

50

て撮影条件を決定し、また、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第2の比率に基づいて撮影条件を決定し、前記決定された撮影条件により本撮影を行い、得られた画像出力値を、予め用意された、撮影画像の画像出力値と撮影の際の有効露光量が比例関係を有するような変換テーブルにより有効露光量に変換して出力することを特徴とするマルチバンド画像撮影方法を提供する。

マルチバンド画像撮影方法を提供する。

【0010】

また、マルチバンド画像撮影方法において、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第2の比率が所定値を超えるまで、前記所定値の逆数倍を繰り返すことが好ましい。

10

【0011】

また、マルチバンド画像撮影方法において、前記撮影条件が露光時間であり、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記予備撮影時の露光時間を前記所定値の逆数倍して、前記露光量調整のための露光時間を決定することが好ましい。

また、マルチバンド画像撮影方法において、前記撮影条件が露光時間であり、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第2の比率が前記所定値を超えるまで、前記予備撮影時の露光時間に対して、前記所定値の逆数倍を繰り返して、前記露光量調整のための露光時間を決定することが好ましい。

また、マルチバンド画像撮影方法において、前記各バンドの出力値が、画像中にある標準白色部における出力値、又は最明点の出力値に基づくものであることが好ましい。

20

また、マルチバンド画像撮影方法において、前記各バンドの出力値が、画像全体における出力値の平均値に基づくものであることが好ましい。

【0012】

また同様に前記課題を解決するために、本発明の第3の態様は、被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影する撮影手段と、前記撮影手段によって本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第1の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第1の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第1の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第2の比率を算出する検出手段と、前記第1の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第1の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第2の比率に基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定手段と、を備えたことを特徴とするマルチバンド画像撮影装置を提供する。

30

【0013】

また同様に前記課題を解決するために、本発明の第4の態様は、被写体を撮影する際、撮影波長領域を複数バンドに分割し、分割された各バンドに対応した被写体のスペクトル画像を撮影する撮影手段と、前記撮影手段による撮影画像の画像出力値と撮影の際の有効露光量が比例関係を有するように予め作成された変換テーブルを記憶する記憶手段と、

前記撮影手段によって本撮影に先立って行われる予備撮影により得られる撮影データから前記各バンドの出力値とこれら出力値のうちの最大の出力値との比率である第1の比率を前記各バンドごとに算出し、前記第1の比率が所定値以下の前記バンドについては、前記第1の比率を前記所定値の逆数倍して新たに第2の比率を算出する検出手段と、前記第1の比率が前記所定値を超えた前記バンドについては、前記第1の比率に基づいて撮影条件を決定し、また、前記第1の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第2の比率に基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定手段と、前記決定された撮影条件により本撮影を行い、得られた画像出力値を前記変換テーブルにより有効露光量に変換する変換手段と、を備えたことを特徴とするマルチバンド画像撮影装置を提供する。

40

【0014】

また、マルチバンド画像撮影装置において、前記第1の比率が前記所定値以下の場合、前記第2の比率が所定値を超えるまで、前記所定値の逆数倍を繰り返すことが好ましい。

50

【 0 0 1 5 】

また、マルチバンド画像撮影装置において、前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記予備撮影時の露光時間を前記所定値の逆数倍して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、ことが好ましい。

また、マルチバンド画像撮影装置方法において、前記撮影条件が露光時間であり、前記第 1 の比率が前記所定値以下の前記バンドについては、前記第 2 の比率が前記所定値を超えるまで、前記予備撮影時の露光時間に対して、前記所定値の逆数倍を繰り返して、前記露光量調整のための露光時間を決定する、ことが好ましい。

また、前記各バンドの出力値が、画像中にある標準白色部における出力値、又は最明点の出力値に基づくものである、ことが好ましい。

10

また、前記各バンドの出力値が、画像全体における出力値の平均値に基づくものである、ことが好ましい。

【 0 0 1 6 】

また同様に前記課題を解決するために、本発明の第 5 の態様は、コンピュータを、請求項 8 ~ 1 4 のいずれかに記載の検出手段及び撮影条件決定手段として動作させるためのプログラムを提供する。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のマルチバンド画像撮影方法及び装置及びプログラムについて、添付の図面に示される好適実施形態を基に詳細に説明する。

20

【 0 0 1 8 】

図 1 は、本発明に係るマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の第 1 実施形態の概略を示すブロック図である。

本実施形態のマルチバンド画像撮影装置は、まず被写体を予備撮影し、予備撮影によって得られた各バンド間の感度バランス（出力値バランスと同じ意味で使用）に基づいて撮影条件を決定し、この撮影条件により本撮影を行うものである。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、本実施形態のマルチバンド画像撮影装置 1 は、被写体 1 0 を撮影してマルチバンド画像データとして取り込むマルチバンドカメラ 1 2、予備撮影によって得られた撮影データから各バンド間の感度バランスを検出するバンド間感度バランス検出装置 1 4 および検出された各バンド間の感度バランスに基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定装置 1 6 を有して構成される。

30

【 0 0 2 0 】

マルチバンドカメラ 1 2 としては、特に限定されるものではなく、複数種類（多くは 4 種類以上）の各光を透過する複数の波長領域（マルチバンド）で、被写体を撮影して、各バンド毎の複数の画像（マルチバンド画像）を得ることができるものであればよい。

例えば、撮影用レンズ及び結像した光の像を光電的に読み取る CCD センサを有し、前記撮影用レンズの前に複数個（少なくとも 4 個以上）のバンドパスフィルタを配置し、この複数個のバンドパスフィルタを順次取り替えながら、被写体を撮影するようにしたものが例示される。また、このように複数のバンドパスフィルタを順次取り替える代わりに、電

40

【 0 0 2 1 】

バンド間感度バランス検出装置 1 4 及び撮影条件決定装置 1 6 は、具体的にはコンピュータで構成され、マルチバンドカメラ 1 2 から被写体 1 0 を撮影したマルチバンド画像データを受け取り、それぞれ、以下述べるような所定の処理を行うものである。

バンド間感度バランス検出装置 1 4 は、被写体 1 0 を撮影して得られた各バンド（チャンネル）の出力値（得られている強度）の、最大のものに対する比率を、各バンド間の感度バランスとして検出（算出）するものである。

撮影条件決定装置 1 6 は、各バンド間の感度バランスに基づいて、この感度バランス（上

50

計算出された比率)が一定値以内になるように撮影条件を決定するものである。撮影条件としては、特に限定されるものではないが、例えば、各バンド間の感度バランスが一定値以内になるように、低感度バンドの撮影時間(露光時間)を調整する方法が考えられる。

【0022】

図2に、本実施形態のマルチバンド画像撮影方法の処理の流れをフローチャートで示す。以下、図2のフローチャートに沿って本実施形態の作用を説明する。

まず、ステップ100において、マルチバンドカメラ12により被写体10を各バンドについて予備撮影(プレ撮影)を行う。これにより、例えば被写体画像中にある標準白色部の各バンドの出力値を得る。予備撮影によって得られた撮影データ(各バンドの出力値)は、マルチバンドカメラ12からバンド間感度バランス検出装置14に送られる。

10

【0023】

次に、ステップ110において、バンド間感度バランス検出装置14において、各バンド間の感度バランスを検出(算出)する。

すなわち、バンド間感度バランス検出装置14は、予備撮影によって得られたマルチバンド画像データを受け取ると、まず、各バンド毎の出力値を比較して、その最大値を求め、次に、各バンド毎の出力値とこの最大値との比率(各バンド出力値/最大値)を算出する。

【0024】

この比率(各バンド出力値/最大値)がすべて1に近い値であれば、各バンド間の感度バランスは略均等であるといえるが、この比率が小さい値のものが存在すると、そのバンドの感度が低いことになる。

20

本実施形態は、この各バンド間の感度バランスをなるべく均等になるように、撮影条件を決定して、その撮影条件で本撮影を行うようにしようというものである。

算出された最大値及び各バンドの(最大値との)比率は、撮影条件決定装置16に送られる。

【0025】

次に、ステップ120において、撮影条件決定装置16において、上で検出された各バンド間の感度バランスに基づいて本撮影のための撮影条件を決定する。

撮影条件決定装置16では、上で算出された各バンド間の感度バランスが一定値以内となるように撮影条件を決定する。すなわち、各バンド出力値の最大値に対する比率が、すべて所定値以上(1に近い値)となるように撮影条件を決定する。

30

【0026】

撮影条件としては、さまざまな条件が考えられるが、例えば、露光量調整を撮影時間(露光時間)によって行う場合を例にとって説明する。

図3に、撮影条件として、露光時間を設定する方法のフローチャートを示す。

まず、ステップ200において、撮影条件決定装置16は、各バンド毎の出力値の最大値に対する比率(各バンド出力値/最大値)が、予め与えられた所定値 $1/R$ (R は、適当な整数、例えば $R=10$)以下となるようなバンドを検出する。

【0027】

この比率が所定値 $1/R$ 以下となるバンドは、その出力値が最大値に比べて小さく、出力値が最大値となるバンドに対し、感度が低いことになる。そこで、比率が所定値 $1/R$ 以下となるような低感度のバンドについては、露光時間を長くして、低感度を補うようにする。

40

すなわち、ステップ210において、比率が所定値 $1/R$ 以下となることが検出されたバンドについては、その露光時間を R 倍する。

【0028】

次に、ステップ220において、この検出されたバンドの出力値を R 倍して、再度前記最大値と比較し、その比率を算出し、この新しい比率(バンド出力値の R 倍/最大値)を前記所定値 $1/R$ と比較する。

その結果、出力値を R 倍してもまだ比率が小さく、まだ露光時間が不足する場合には、ス

50

ステップ 2 1 0 にもどり、そのバンドの露光時間（既に R 倍されている）を再度 R 倍する。

【 0 0 2 9 】

そして、比率が前記所定値 $1 / R$ を超え、バンド間感度バランスが均等になるまで、この操作を反復する。

その結果、比率が前記所定値を超えたら、ステップ 2 3 0 へ進み、そのときの（何度か R 倍された）露光時間を、そのバンドの露光時間として設定する。

【 0 0 3 0 】

再び、図 2 のフローチャートにもどり、ステップ 1 2 0 において、撮影条件が決定されたら、ステップ 1 3 0 へ進み、上で決定された撮影条件（露光時間）をマルチバンドカメラ 1 2 に設定して、この撮影条件で各バンド毎に撮影を行い、マルチバンド画像を取得する

10

。なお、露光時間の設定は、画像全体における各バンドの平均値を判断して、バンド一様に露光時間を調節するようにしてもよい。このようにすれば、マルチバンド画像撮影における自動露光調整（A E）ということになる。

このように本実施形態によれば、マルチバンド画像撮影において、各バンド間で S / N バランスのよい、自然な画像撮影が可能となる。

【 0 0 3 1 】

以下、より具体的な実施例について説明する。

（実施例 1）

マルチバンドカメラ 1 2 として、分光フィルタ部、C C D カメラ部及びこれらを制御するソフトウェアの組み込まれたコンピュータから構成されるマルチバンドカメラを用いた。

20

【 0 0 3 2 】

ここに、分光フィルタ部は、C R I 社製の液晶チューナブルフィルタ、Varispec Tunable Filter R S 2 3 2 C I / F であり、これは、波長範囲 4 0 0 ~ 7 2 0 nm、で中心波長を任意に選択可能であり、波長半値幅 3 0 nm、透過率 6 ~ 6 0 %（波長に依存）である。また、C C D カメラは、D A L S A 社製 C A - D 4 - 1 0 2 4 A P C I I / F、モノクロで、ピクセル数 1 0 2 4 × 1 0 2 4（pixel）、ピクセルサイズ 1 2 × 1 2（μ）である。また、パーソナルコンピュータは、P R O S I D E 社製のブック型 P C（Windows（登録商標）9 5）C ++ であり、C P U は 1 6 6 M H z、R A M は 1 2 8 Mbyte である。

【 0 0 3 3 】

撮影条件は、光源としては、被写体照度 9 6 0 0 lux のメタルハライドランプを用い、レンズは Nikomart（ $f = 5 0 \text{ mm}$ 、 $F 1.4$ ）で、 $F 2.8$ を使用した。また、紫外及び赤外カットフィルタを用いて、4 0 0 nm 以下、及び 7 3 0 nm 以上をそれぞれカットした。また、マルチバンド画像数は、波長範囲 4 1 0 ~ 7 1 0 nm を波長間隔 2 0 nm で分割した、1 6 バンドである。

30

また、被写体 1 0 は、マクベスチャートを用いた。

【 0 0 3 4 】

このような条件で、まず予備撮影（プレ撮影）を、各バンド 2 5 msec の露出で撮影を行った。そして、画像中にある標準白色部（マクベスチャートグレイ 6 段中の白色部）の各バンドの出力値を得た。

40

なお、これは、一般的には、標準白色チャート（分光反射率既知）のものを得られないので、最明点（最も各バンドの出力値の総和の大きい点）の出力値、L A T D 的に画像の平均値を参照してもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、上で得られた標準白色部の各バンドの出力値（得られている強度）の最大値に対する比率が所定値 $1 / R$ （ここで $R = 1 0$ ）となるバンドを検出した。

そして、検出されたバンドに対し、露光時間を R 倍して設定した。この場合、R 倍した出力値の前記最大値に対する比率が、なお所定値 $1 / R$ 以下であればこの操作を反復するようにした。

【 0 0 3 6 】

50

このようにして、露光時間を設定し、この条件で本撮影を行った。このように各バンドの露光時間比率を設定することは、マルチバンド画像撮影におけるオートホワイトバランス (AWB) であるといえる。

なお、露光時間の設定において、より好ましくは、上で各バンドに対し、露光時間を設定する際、画像全体における各バンドの平均値を判断して、バンド一様に露光時間を調節してもよい。

【0037】

以上のように、 $R = 10$ として設定した撮影においては、本手法によるものは 410 nm のバンドにおいて、 10 倍の露光時間が設定される。

撮影したマルチバンド画像から推定した $CIE\ L a b$ 値の画像を、富士写真フイルム社製 PICTROGRAPHY 3000 によりハードコピー画像として再現した。

その結果得られた画像は、未設定のものに比べて、短波領域に起因すると考えられる黄 / 青系の雑音感が低下し、画質の向上が図れた。

【0038】

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

以下説明する実施形態は、プレ撮影において、各バンドで得られる有効露光量を検出し、撮影バンド間で得られる有効露光量が一定値以内になるように、各バンドの撮影時間を調整することにより撮影条件を決定し、本撮影を行うものである。

【0039】

まず、有効露光量について説明する。

マルチバンドカメラでの撮影において、各バンドで得られる有効な露光量は、次のように表すことができる。すなわち、波長を λ 、 i 番目のバンドの分光感度を $S_i(\lambda)$ 、被写体の分光反射率を $R(\lambda)$ 、光源の分光分布を $E(\lambda)$ とし、 K を比例定数とすると、 i 番目のバンドの有効露光量 EEV_i は、次の式 (1) のように表現される。

$$EEV_i = K \cdot E(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot S_i(\lambda) d \cdots (1)$$

なお、ここでは単位時間での表記を行った。

【0040】

また、被写体の分光反射率が波長に依存しない無彩色の場合には、 $R(\lambda) = R$ より、上記式 (1) は、次の式 (2) のようになる。

$$EEV_i = K \cdot E(\lambda) \cdot S_i(\lambda) d \cdots (2)$$

さらに、白色のチャートのように被写体の反射率が 1 に近い場合には、 $R = 1$ であり、式 (2) は次の式 (3) のようになる。

$$EEV_i = K \cdot E(\lambda) \cdot S_i(\lambda) d \cdots (3)$$

【0041】

また、一般には、カメラの出力信号 (O) は、カメラの受ける有効露光量 (EEV) と関数関係があり、この関数はべき乗の関数で表現されることが多い。すなわち、有効露光量 EEV の関数 $f(EEV)$ である出力信号 $O = f(EEV)$ は、 EEV の n 乗に比例する。

特に、カメラの出力信号をテーブル変換処理することにより、べき指数 n を 1 とすることにより、次の式 (4) に示すように、取得される画像信号 (出力信号 O) が有効露光量 EEV と直接比例関係を有するようになることができる。

$$O = f(EEV) = EEV \cdots (4)$$

【0042】

この式 (4) からわかるように、カメラの出力信号 O に対して、 f の逆変換であるテーブル変換処理 f^{-1} を施すことにより有効露光量 EEV としての画像信号を得ることができる。すなわち、模式的に書けば、

カメラの出力信号 O テーブル変換処理 f^{-1} 画像信号

となる。以下説明する本実施形態では、このような手段を設け、マルチバンドカメラの各バンドでの取得画像データが有効露光量に比例するようになっているものとする。

また、べき乗指数 n の調整機能を有するカメラを使用すれば、 $n = 1$ と調整することによ

10

20

30

40

50

り上記式(4)の関係を得ることができる。

【0043】

また一般に、撮像系の S/N 比は、撮影で得られる光量(ここでの有効露光量)の関数となり、有効露光量の増加に伴い増加する関数となる(有効露光量の平方関数でモデル化することもできる。)。

以上のことから、マルチバンドカメラ撮影において、各バンドでの S/N 比が揃った画像取得を行うためには、基準白色板等分光反射率が略一定の被写体を撮影した際に、各バンドで得られる有効露光量を一定範囲内に制御すれば良いことになる。また、マルチバンドカメラから得られる信号値を一定範囲内に制御すれば良いことになる。

【0044】

この制御は、エネルギーの分光分布において波長方向の特性が略一様な光源下においては、結果としてカメラのバンド間の感度バランスを揃える制御であると言い換えることもできる。また、蛍光灯光源等エネルギーの分光分布において波長方向の特性変化が大きい光源下においては、バンド間の有効露光量全体に対するバランスを制御することになる。

以上の説明は、単位時間に対してのものであったが、時間次元を含めて考えると、各バンドの撮影時に得られる有効露光量は、上記式(1)、(2)、(3)の $EEVi$ を撮影時間 T に渡って積分して、あるいは $EEVi$ と撮影時間 T の積として表せる。よって、各バンドの撮影時間 Ti を調整することで有効露光量を調整することができる。

【0045】

図4は、本実施形態のマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の概略を示すブロック図である。

図4に示すように、本実施形態のマルチバンド画像撮影装置101は、被写体110を撮影してマルチバンド画像データとして取り込むマルチバンドカメラ112、予備撮影によって得られた撮影データから各バンド間の出力値バランスを検出するバンド間出力値バランス検出装置114、検出された各バンド間の出力値バランスに基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定装置116、予め作成された、画像出力値と有効露光量が比例関係を有するような変換テーブルを記憶しておく記憶装置118及び本撮影によって得られた画像出力値を上記変換テーブルを用いて有効露光量に変換する変換装置120を有して構成される。

【0046】

マルチバンドカメラ112は、上記第1実施形態におけるものと同様であり、特に限定されるものではない。

バンド間出力値バランス検出装置114、撮影条件決定装置116、記憶装置118及び変換装置120は具体的にはコンピュータにより構成される。

バンド間出力値バランス検出装置114は、被写体110に含まれる標準白色を撮影して得られた各バンド(チャンネル)の出力値が最大値になるようなバンドに対する各バンドの出力値の比率 $1/Ri$ を求めるものである。

撮影条件決定装置116は、検出された比率 $1/Ri$ の各チャンネルの露光時間を、最大値となるチャンネルの露光時間を Ri 倍して設定するものである。

また、記憶装置118は、予め作成された画像出力値と有効露光量との関係が比例関係となるような変換テーブルを記憶しておくものであり、変換装置120は、上で決定された撮影条件で本撮影を行って得られた画像出力値をこの変換テーブルを用いて有効露光量に変換するものである。

【0047】

以下、本実施形態の作用を図5のフローチャートに沿って説明する。

まず、ステップ300において、予め画像出力値と有効露光量との関係が比例関係となるような、画像出力値と有効露光量の変換テーブルを作成し、これを記憶装置118に記憶しておく。

次に、ステップ310において、マルチバンドカメラ112により被写体110を各バンドについて予備撮影を行う。これにより、例えば被写体110中にある標準白色部の各バ

10

20

30

40

50

ンドの出力値を得る。予備撮影によって得られた撮影データ（各バンドの出力値）は、マルチバンドカメラ 1 1 2 からバンド間出力値バランス検出装置 1 1 4 に送られる。

【 0 0 4 8 】

次に、ステップ 3 2 0 において、バンド間出力値バランス検出装置 1 1 4 において各バンド間出力値バランスを検出する。バンド間出力値バランス検出装置 1 1 4 は、予備撮影によって得られたマルチバンド画像を受け取ると、被写体 1 1 0 中の標準白色部の各バンドの出力値が最大値となるようなバンドを求め、これに対する各バンドの出力値の比率 $1 / R_i$ を算出する。

【 0 0 4 9 】

次に、ステップ 3 3 0 において、撮影条件決定装置 1 1 6 において、本撮影の撮影条件を決定する。撮影条件決定装置 1 1 6 は、最大値となるバンドに対する各バンドの出力値の比率が $1 / R_i$ であるとき、このバンド（チャンネル）の露光時間を、最大値となるバンドの露光時間の R_i 倍として決定する。

決定した露光時間はマルチバンドカメラ 1 1 2 に設定され、これにより次のステップ 3 4 0 において本撮影が行われる。

【 0 0 5 0 】

本撮影により得られた画像出力値は、次のステップ 3 5 0 において、変換装置 1 2 0 に送られ、記憶装置 1 1 8 に記憶されている画像出力値と有効露光量の変換テーブルを用いて有効露光量に変換される。

本実施形態のように、画像出力値と有効露光量の変換テーブルを含む処理系においては、画像出力値の制御が直接的に有効露光量の制御となり、直接的な制御が可能となる。

【 0 0 5 1 】

以下、より具体的な実施例について説明する。

（実施例 2）

実際に実施するに当たり、図 6 に示すような実験用照明ブース 2 0 を作成した。図 6（a）は、ブース 2 0 の正面図であり、図 6（b）は、ブース 2 0 の側面図である。図に示すように、ブース 2 0 の上方に蛍光灯 2 2 を平行に並べて配置し、その下に拡散板 2 4 を配置した。ブース 2 0 内下部には、被写体 2 6 を斜めに配置して、上から拡散板 2 4 を通した蛍光灯 2 2 による照明を受けた被写体 2 6 を正面から撮影するようにした。

【 0 0 5 2 】

マルチバンドカメラ 1 1 2 としては、分光フィルタ部、CCD カメラ部及びこれらを制御するソフトウェアの組み込まれたコンピュータから構成される前述した実施例 1 と同様のマルチバンドカメラを用いた。

撮影条件は、光源としては、本実施例 2 では東芝演色改良型 N - D S L、この蛍光灯を図 6（b）に示すように照明ブース 2 0 に 8 本設置した。被写体照度は 3 0 0 0 Lux であった。

その他の撮影条件は、前述した実施例 1 と同様であり、マルチバンド画像数は 1 6 バンド、被写体はマクベスチャートである。

【 0 0 5 3 】

図 5 に示したフローチャートに沿って撮影を行った。

すなわち、予め画像出力値と有効露光量の変換テーブルを用意し、各バンド撮影時間 1 0 0 msec の露出でプレ撮影を行った。これにより、画像中にある標準白色（マクベスチェッカ、グレイ 6 段中の白色部）の各バンドの出力値を得た。

なお、このとき、一般的には標準白色チャート（分光反射率既知）のものを得られないので、最明点（最も各チャンネルの出力値の総和の大きい点）の出力値、L A T D 的に画像の平均値を参照してもよい。

【 0 0 5 4 】

プレ撮影によって得られた標準白色部の各チャンネルの出力値（得られている強度）が最大値になるようなバンドに対する各バンドの出力値の比率 $1 / R_i$ を算出した。各チャンネルに対し、各チャンネルの最大値に対する露光時間を R_i 倍してこれを各チャンネルの

撮影時間（露光時間）として設定し、これによって本撮影を行った。

本撮影によって得られた画像出力値に対し、予め用意しておいた変換テーブルを用いて変換を行い、有効露光量に変換した。

これによりマルチバンド画像撮影において、各バンド間でS / Nバランスの用自然な画像撮影を行うことができた。

【 0 0 5 5 】

次に本発明の第3実施形態について説明する。

本実施形態は、前述した第2実施形態のように画像出力値と有効露光量の変換テーブルをもたない場合、画像出力値と有効露光量という両物理量間是非線型になるが、バンド間の出力値の大小関係を用いた反復制御によって有効露光量を一定範囲内に調整するものである。

10

通常のカメラの α_i は、モニタの β_i の2乗の逆数になるように設定されている場合がある。例えば、出力値 O_i と有効露光量 E_i とは次の式(5)のような関係がある。

$$O_i = 255 \cdot ((E_i - 0.001) / 0.999)^{0.45} \cdots (4)$$

このため、バンド間の値を直接反映させる場合には、過補正になることはない（アンダー気味の補正）。

【 0 0 5 6 】

図7に、本実施形態のマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の概略を示すブロック図である。

図4に示すように、本実施形態のマルチバンド画像撮影装置201は、被写体210を撮影してマルチバンド画像データとして取り込むマルチバンドカメラ212、予備撮影によって得られた撮影データから各バンド間の出力値バランスを検出するバンド間出力値バランス検出装置214及び検出された各バンド間の出力値バランスに基づいて撮影条件を決定する撮影条件決定装置216を有して構成される。

20

【 0 0 5 7 】

マルチバンドカメラ212は、上記第1実施形態におけるものと同様であり、特に限定されるものではない。

バンド間出力値バランス検出装置214、撮影条件決定装置216は具体的にはコンピュータにより構成される。

バンド間出力値バランス検出装置214は、被写体210に含まれる標準白色を撮影して得られた各バンド（チャンネル）の出力値が最大値になるようなバンドに対する各バンドの出力値の比率 $1 / R_i$ を求めるものである。

30

撮影条件決定装置216は、検出された比率 $1 / R_i$ の各チャンネルの露光時間を、最大値となるチャンネルの露光時間を R_i 倍して設定するものである。

【 0 0 5 8 】

以下、本実施形態の作用を図8のフローチャートに沿って説明する。

まず、ステップ500において、マルチバンドカメラ212により被写体210を各バンドについて予備撮影を行う。これにより、例えば被写体210中にある標準白色部の各バンドの出力値を得る。予備撮影によって得られた撮影データ（各バンドの出力値）は、マルチバンドカメラ212からバンド間出力値バランス検出装置214に送られる。

40

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ510において、バンド間出力値バランス検出装置214において各バンド間出力値バランスを検出する。バンド間出力値バランス検出装置214は、予備撮影によって得られたマルチバンド画像を受け取ると、被写体210中の標準白色部の各バンドの出力値が最大値となるようなバンドを求め、これに対する各バンドの出力値の比率 $1 / R_i$ を算出する。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ520において、撮影条件決定装置216において、本撮影の撮影条件を決定する。上述したように本実施形態では画像出力値と有効露光量の変換テーブルをもたないため、この撮影条件の決定は反復制御によって行われる。反復制御は、前述した第1

50

実施形態における図 3 に示すフローチャートと同様の流れに沿って行われる。

すなわち、プレ撮影によって得られた被写体中の標準白色部の各チャンネルの出力値（得られている強度）が最大値に対してある比率 $1/R_i$ 以下のチャンネルを検出し、検出されたチャンネルに対して、露光時間を R_i 倍して設定する。そして R_i 倍された露光時間で再度プレ撮影を行い、出力値の比率が $1/R_i$ より大となるまで、繰り返し露光時間を R_i 倍しプレ撮影を繰り返し、各チャンネルがこれを満たすまでこの操作を行う。このようにして露光時間が決定される。

【0061】

決定した露光時間はマルチバンドカメラ 212 に設定され、これにより本撮影が行われる。

露光時間の設定においては、画像全体における各バンドの平均値を判断して、バンド一様に露光時間を調節するようにしてもよい。

【0062】

以下、より具体的な実施例について説明する。

（実施例 3）

実際に実施するに当たり、本実施例においても図 6 に示す実験用照明ブース 20 を用いた。

マルチバンドカメラ 212 としては、分光フィルタ部、CCD カメラ部及びこれらを制御するソフトウェアの組み込まれたコンピュータから構成される前述した実施例 1 と同様のマルチバンドカメラを用いた。

撮影条件は、光源としては、上記実施例 2 と同様であり、東芝演色改良型 N-D5L、この蛍光灯を図 6（b）に示すように実験用照明ブース 20 に 8 本設置した。被写体照度は 3000 Lux であった。

その他の撮影条件は、前述した実施例 1 と同様であり、マルチバンド画像数は 16 バンド、被写体はマクベスチャートである。

【0063】

上で図 8 のフローチャートを用いて説明したのと同様の方法で撮影を行った。

すなわち、まず各バンド 100 msec の撮影時間でプレ撮影を行い、画像中にある標準白色部（マクベスチェッカ、グレイ 6 段中の白色部）の各バンドの出力値を得た。

そして、上で得られた標準白色部の各バンド（チャンネル）の出力値（得られている強度）が最大値に対して、ある比率 $1/R$ 以下となるバンドを検出する。この検出されたバンドに対し、露光時間を R 倍して設定し、再度プレ撮影を行い、得られた出力値が最大値に対して、ある比率 $1/R$ より大になるまでこの操作を繰り返す。

【0064】

このようにして設定された撮影時間により本撮影を行った。

本実施例の場合には、画像出力値と有効露光量の変換テーブルは存在しないが、このようにバンド間の出力値の大小関係を用いて反復的制御を行うことにより、有効露光量を一定範囲内に調整することが可能となった。

また、上記各実施例において得られた画像は、露光時間を上のように設定しない未設定のものに比べ、短波長領域起因と考えられる黄/青系の雑音感が低下し、画質の向上が図られた。さらに、長波長領域起因に相当する赤色系の雑音感の向上も図られた。

【0065】

また、以上説明したようなマルチバンド画像撮影方法をコンピュータ等に行わせるソフトウェアをプログラムに組んでおけば、このプログラムを任意のコンピュータ等にインストールすることにより、マルチバンドカメラとこのコンピュータを組み合わせ、本発明のマルチバンド画像撮影方法を簡単に実行することができる。

【0066】

以上、本発明のマルチバンド画像撮影方法及び装置及びプログラムについて、詳細に説明したが、本発明は、以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのはもちろんである。

【 0 0 6 7 】

【 発明の効果 】

以上、説明した通り、本発明によれば、マルチバンド画像撮影においても、各バンド間で S / N バランスのよい、自然な画像撮影を行うことが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係るマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の第 1 実施形態の概略を示すブロック図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態のマルチバンド画像撮影方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 3 】 撮影条件として、露光時間の設定方法を示すフローチャートである。

10

【 図 4 】 本発明の第 2 実施形態のマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の概略を示すブロック図である。

【 図 5 】 第 2 実施形態のマルチバンド画像撮影方法の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 6 】 実施例 2 及び 3 で用いる実験用照明ブースの (a) は正面図、(b) は側面図である。

【 図 7 】 本発明の第 3 実施形態のマルチバンド画像撮影方法を実行するマルチバンド画像撮影装置の概略を示すブロック図である。

【 図 8 】 第 3 実施形態のマルチバンド画像撮影方法の処理の流れを示すフローチャートである。

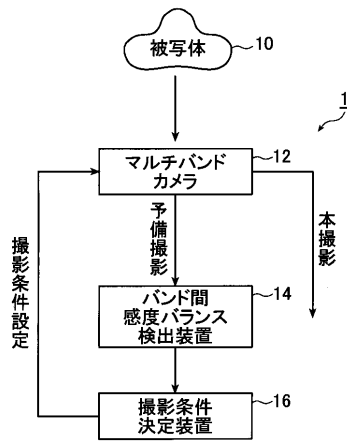
20

【 符号の説明 】

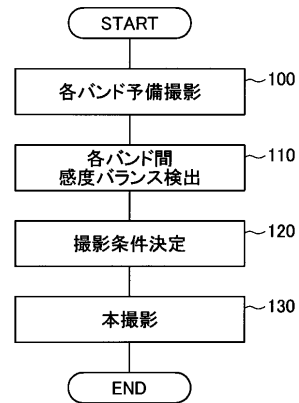
- 1、1 0 1、2 0 1 マルチバンド画像撮影装置
- 1 0、2 6、1 1 0、2 1 0 被写体
- 1 2、1 1 2、2 1 2 マルチバンドカメラ
- 1 4、1 1 4、2 1 4 バンド間感度バランス検出装置
- 1 6、1 1 6、2 1 6 撮影条件決定装置
- 2 0 実験用照明ブース
- 2 2 蛍光灯
- 2 4 拡散板
- 1 1 8 記憶装置
- 1 2 0 変換装置

30

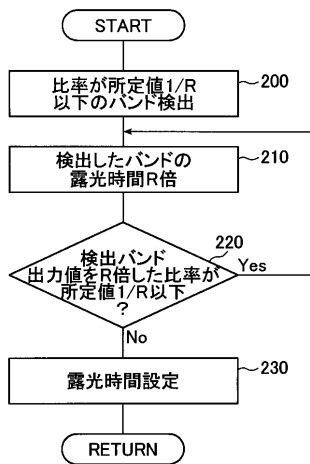
【図 1】



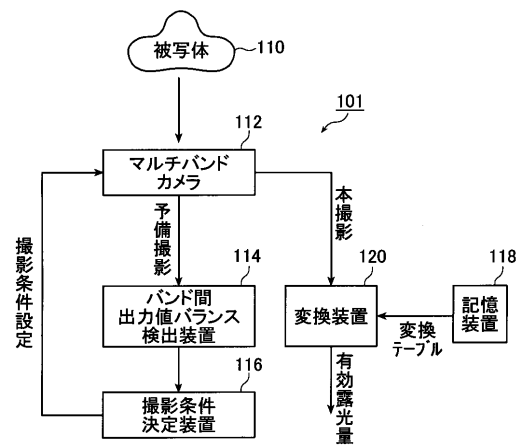
【図 2】



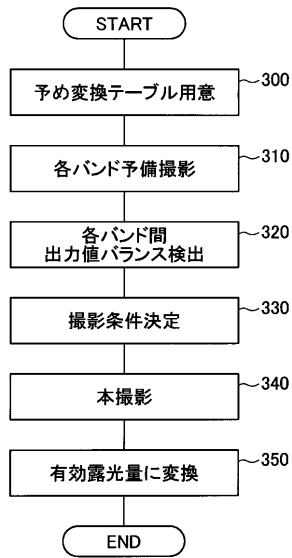
【図 3】



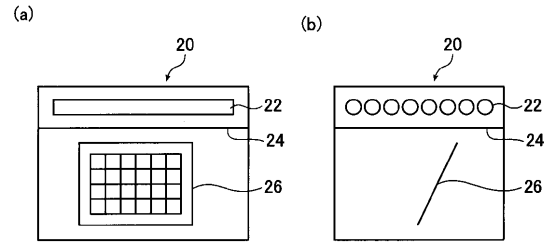
【図 4】



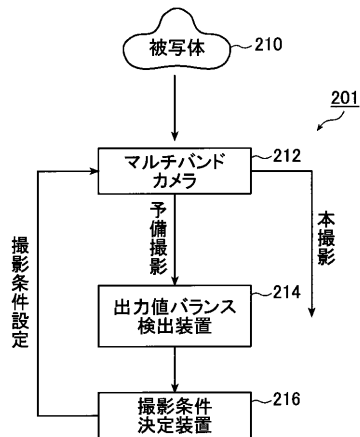
【図 5】



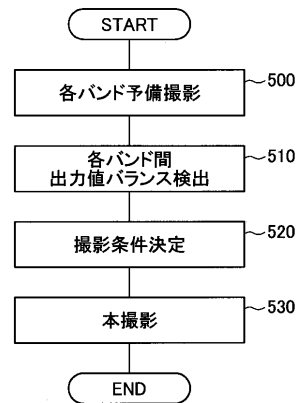
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H04N 9/04