

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4324404号
(P4324404)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	9/04	(2006.01)	HO4N	9/04	B
HO4N	9/73	(2006.01)	HO4N	9/73	A

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-117136 (P2003-117136)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成15年4月22日(2003.4.22)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2004-328140 (P2004-328140A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成16年11月18日(2004.11.18)	(74) 代理人	100115107
審査請求日	平成18年3月3日(2006.3.3)		弁理士 高松 猛
		(74) 代理人	100132986
			弁理士 矢澤 清純
		(72) 発明者	青塚 康生
			宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
			富士フイルムマイクロデバイス株式会社内
		審査官	内田 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びデジタルカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備える固体撮像装置において、特定光源の放射エネルギーと他光源の放射エネルギーとの間に所定値以上の差が生じる波長域の光を検出する複数のセンサを前記固体撮像素子の前記画素のいずれかの代わりに該固体撮像素子の表面に均等に分散して且つ夫々の検出波長のピーク感度波長が100nm以内にある2種類の前記センサを隣接して設けると共に、該2種類の前記センサの検出信号を用いて前記特定光源の照明光と前記他光源の照明光との混合比を求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

前記混合比及び前記ゲイン量を前記画素毎に求めることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像装置。

【請求項3】

前記信号処理手段は前記撮像画像データから求めた色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正する手段と、該色差マトリクスの係数を前記混合比に応じて補正する色差マトリクス補正手段とを備えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の固体撮像装置。

10

20

【請求項 4】

前記信号処理手段は、前記撮像画像データから光源種別を判別する光源種別判定手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記センサを設けた位置の撮像画像データは周囲の前記画素の撮像画像データを補間演算して求めることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、特定光源の放射エネルギーと他光源の放射エネルギーとの間に所定値以上の差が生じる波長域の光を検出する複数のセンサを前記固体撮像素子の前記画素のいずれかの代わりに該固体撮像素子の表面に均等に分散して且つ夫々の検出波長のピーク感度波長が 100 nm 以内にある 2 種類の前記センサを隣接して設けると共に、該 2 種類の前記センサの検出信号を用いて前記特定光源の照明光と前記他光源の照明光との混合比を求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とするデジタルカメラ。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の固体撮像装置を搭載したことを特徴とするデジタルカメラ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像装置及びデジタルカメラに係り、特に、複数種類の光源下にある被写体を撮像したときのホワイトバランスを良好にとり色かぶりの少ない画像を得ることができる固体撮像装置及びデジタルカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルスチルカメラ（携帯電話機に搭載されているものを含む。）やデジタルビデオカメラ等のデジタルカメラでは、CCD や CMOS イメージセンサ等の固体撮像素子によって被写体を撮像し、得られた画像データのホワイトバランスを、被写体の照明光源種類に応じて補正し、出力している。

30

【0003】

光源としては、太陽光（D65 光源，D75 光源など）、普通型白色蛍光灯（F6 光源）、3 波長型蛍光灯（F10 光源，F11 光源，F12 光源その他）、フラッシュライトなど代表的な種々の光源が予め想定されており、デジタルカメラが自動的にホワイトバランス補正を行う場合、撮像画像データを解析して光源種別を識別し、この光源種類に応じた補正值を使用する様になっている。

【0004】

しかし、撮影を行う場合、1 種類の光源によってのみ被写体が照明される場合の他、複数種類の光源によって被写体が照明されるシーンを撮影する場合がある。例えば、蛍光灯で照明されている室内に窓から太陽光が射し込んでいる状態で、室内シーンを撮影する場合などである。

40

【0005】

複数種類の光源によって照明されている被写体を撮像して得た画像データをホワイトバランス補正する場合、従来は、メインとなる 1 種類の光源種類だけを判別し、画像全体をその光源種類に基づいて補正していた。このため、画像中のメインの被写体から外れた画像部分つまり他の種類の光源による照明が強い部分の画像が色かぶりを起こして黄色味や緑色味の強い画像になり、色の再現性（特にグレーや肌色の再現性）が低下するという問題があった。

50

【 0 0 0 6 】

そこで、例えば、特開平 8 3 4 0 5 4 2 号公報（特許文献 1）の段落番号〔 0 0 2 6 〕に記載された従来技術では、F 6 光源で照明されている室内でメインの被写体をフラッシュを焚いて撮影したとき、フラッシュ発光前に固体撮像素子から得られた画像データとフラッシュ発光後に固体撮像素子から得られた画像データとから、撮像画像の画像領域毎にフラッシュ光の影響量を求め、この影響量に応じて画像領域毎のホワイトバランス補正量を決め、画像全体でホワイトバランスのとれた画像を生成することを提案している。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】

特開平 8 3 4 0 5 4 2 号公報（段落番号〔 0 0 2 6 〕）

10

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した特許文献 1 の従来技術は、フラッシュ発光を行った場合のホワイトバランスだけを対象としており、フラッシュ発光前の画像データとフラッシュ発光後の画像データの 2 枚の画像データを用いなければならない構成となっている。

【 0 0 0 9 】

このため、この特許文献 1 の技術は、フラッシュ光以外の複数種類の光源下にある被写体を撮像した場合のホワイトバランス補正に適用することはできない。何故ならば、室内を蛍光灯で照明している室の窓から太陽光が射し込んでいる状態で室内シーンを撮影した場合、1 枚の画像データが得られるだけであり、太陽光照射前の画像データと太陽光照射後の画像データの 2 枚の画像データを得ることができないからである。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、蛍光灯による照明と他の光源による照明とが混合したときの撮影画像のホワイトバランス補正を良好に行い、色かぶりが少なく色再現性の高い固体撮像装置及びデジタルカメラを提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の固体撮像装置は、被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備える固体撮像装置において、特定光源の放射エネルギーと他光源の放射エネルギーとの間に所定値以上の差が生じる波長域の光を検出する複数のセンサを前記固体撮像素子の前記画素のいずれかの代わりに該固体撮像素子の表面に均等に分散して且つ夫々の検出波長のピーク感度波長が 1 0 0 n m 以内にある 2 種類の前記センサを隣接して設けると共に、該 2 種類の前記センサの検出信号を用いて前記特定光源の照明光と前記他光源の照明光との混合比を求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする。

30

【 0 0 1 2 】

この構成により、被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像データを得ることができる。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の固体撮像装置は、前記混合比及び前記ゲイン量を前記画素毎に求めることを特徴とする。この構成により、画素単位に色再現性が向上する。

【 0 0 1 4 】

本発明の固体撮像装置の信号処理手段は、前記撮像画像データから求めた色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正する手段と、該色差マトリクスの係数を前記混合比に応じて補正する色差マトリクス補正手段とを備えることを特徴とする。この構成により、自動的に光源種類やその混合比に応じたホワイトバランス補正、色差マトリクス補正が可能となる。

50

【 0 0 1 5 】

本発明の固体撮像装置の信号処理手段は、前記撮像画像データから光源種類を判別する光源種別判定手段を備えることを特徴とする。この構成により、自動的に光源種類やその混合比に応じたホワイトバランス補正、色差マトリクス補正が可能となる。

【 0 0 1 6 】

本発明の固体撮像装置は、前記センサを設けた位置の撮像画像データは周囲の前記画素の撮像画像データを補間演算して求めることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明のデジタルカメラは、被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、特定光源の放射エネルギーと他光源の放射エネルギーとの間に所定値以上の差が生じる波長域の光を検出する複数のセンサを前記固体撮像素子の前記画素のいずれかの代わりに該固体撮像素子の表面に均等に分散して且つ夫々の検出波長のピーク感度波長が100nm以内にある2種類の前記センサを隣接して設けると共に、該2種類の前記センサの検出信号を用いて前記特定光源の照明光と前記他光源の照明光との混合比を求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この構成により、被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像データを得ることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明のデジタルカメラは、上記のいずれかに記載の固体撮像装置を搭載したことを特徴とする。この構成によっても、被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像データを得ることができる。

【 0 0 2 0 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 2 1 】

(第 1 の 実 施 形 態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタルスチルカメラの構成図である。このデジタルスチルカメラは、撮影レンズ10と、固体撮像素子11と、この両者の間に設けられた絞り12と、赤外線カットフィルタ13と、光学ローパスフィルタ14とを備える。デジタルスチルカメラの全体を制御するCPU15は、フラッシュ用の発光部16及び受光部17を制御し、また、レンズ駆動部18を制御して撮影レンズ10の位置をフォーカス位置に調整し、絞り駆動部19を介し絞り12の開口量を制御して露光量が適正露光量となるように調整する。

【 0 0 2 2 】

また、CPU15は、撮像素子駆動部20を介して固体撮像素子11を駆動し、撮影レンズ10を通して撮像した被写体画像を色信号として出力させる。また、CPU15には、操作部21を通してユーザの指示信号が入力され、CPU15はこの指示に従って各種制御を行う。固体撮像素子11は、八ニカム画素配置のCCDやベイヤー方式のCCD、あるいはCMOSセンサであるが、本実施形態では、八ニカム画素配置のCCD(図3参照)を用いる。

【 0 0 2 3 】

デジタルスチルカメラの電気制御系は、固体撮像素子11の出力に接続されたアナログ信号処理部22と、このアナログ信号処理部22から出力された色信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路23とを備え、これらはCPU15によって制御される。

【 0 0 2 4 】

更に、このデジタルスチルカメラの電気制御系は、メインメモリ24に接続されたメモリ

制御部 25 と、詳細は後述するデジタル信号処理部 26 と、撮像画像を J P E G 画像に圧縮したり圧縮画像を伸張したりする圧縮伸張処理部 27 と、固体撮像素子 11 から出力されデジタルデータに変換された画像データを色信号毎に積算し各積算値をデジタル信号処理部 26 に出力する積算部 28 と、着脱自在の記録媒体 29 が接続される外部メモリ制御部 30 と、カメラ背面等に搭載された液晶表示部 31 が接続される表示制御部 32 とを備え、これらは、制御バス 33 及びデータバス 34 によって相互に接続され、C P U 15 からの指令によって制御される。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すデジタル信号処理部 26 や、アナログ信号処理部 22 , A / D 変換回路 23 等は、これを夫々別回路としてデジタルスチルカメラに搭載することもできるが、これらを 10
固体撮像素子 11 と同一半導体基板上に L S I 製造技術を用いて製造し、1つの固体撮像装置とするのがよい。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、各種光源の相対放射エネルギー分布を照度を揃えて比較したグラフである。光源としては、D 5 5 (太陽光) , D 7 5 (太陽光) , A (タングステン光) , F 6 (普通型白色蛍光灯) , 3 波長型昼白色蛍光灯 , F 1 2 (3 波長型電球色蛍光灯) の 6 種類を 20
図示している。

【 0 0 2 7 】

この図 2 を見ると、以下のような波長の光を検出するセンサを設けることで、3 波長型昼白色蛍光灯や F 1 2 光源を、その他の光源 (太陽光 , A 光源 , F 6 光源) から高精度に識別 20
できることが分かる。

【 0 0 2 8 】

例えば、3 波長型蛍光灯の放射ピークがある 6 1 0 n m 付近、或いは 5 4 5 n m 付近を検出するセンサを設ける。別の例としては、蛍光灯の放射エネルギーが小さい 6 4 0 n m 以上の光を検出するセンサを設けたり、3 波長型蛍光灯の放射エネルギーが小さく且つ普通型蛍光灯 (F 6) の放射エネルギーが高い 5 7 0 n m ~ 5 8 0 n m 付近の光を検出するセンサを設ける。その他、5 2 0 n m 付近など、前述した各種光源の放射分布を照度一定の条件にて比較した場合に、3 波長型蛍光灯が他の光源光と異なる波長であればどこであっても有効である。

【 0 0 2 9 】

センサを 2 種類設ける場合、各センサの検出波長がなるべく近いことが好ましい。具体的には、夫々のピーク感度波長が 1 0 0 n m 以内にあることが望ましい。例えば、波長 5 4 5 n m を検出するセンサと、波長 6 1 0 n m を検出するセンサを設ける。この場合のピーク感度とはカメラ感度でのピークを意味する。2 種類のセンサのピーク感度波長が近いほど、被写体の色相に依存せずに、光源混合比を精度良く推定することができるからである。

【 0 0 3 0 】

これらのセンサは、C C D や C M O S と別個にカメラに設けることもできるし、また、C C D や C M O S などの固体撮像素子に一体に組み込んで設けることもできる。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、図 1 に示す固体撮像素子 11 の一部表面を示す模式図である。この固体撮像素子は、所謂、ハニカム画素配置と呼ばれ、多数の緑の色フィルタを持つフォトダイオードが縦横に所定間隔で配置され、その各行、各列の各フォトダイオードに対して、1 / 2 ピッチづつずらした位置に、青 (B) と赤 (R) の各色フィルタを持つフォトダイオードが交互に配置される構造となっている。

【 0 0 3 2 】

図示する例では、「 R 」 「 G 」 「 B 」 と記載された 8 角形の枠が夫々赤 (R) , 緑 (G) , 青 (B) の色フィルタを示し、対応するフォトダイオードは、その下側 (紙面の下側) に配置される。より正確には、8 角形の枠がフォトダイオードの形を表し、赤、緑、青の色フィルタは、8 角形の枠より大きなサイズ (例えば 8 角形や 4 角形) で設けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

光が各色フィルタを通して入射することで各フォトダイオードに蓄積された信号電荷は、矢印 a に示す様に各フォトダイオードの脇に形成されている垂直転送路 6 0 に読み出され、この信号電荷は、矢印 b に示す様に垂直転送路 6 0 に沿って転送されて水平転送路 6 1 に至り、今度は矢印 c に示す様に水平転送路 6 1 に沿って転送され、固体撮像素子から読み出される。各画素（フォトダイオード）から読み出される信号電荷量は、各フォトダイオードの受光光量に応じた値となる。

【 0 0 3 4 】

固体撮像素子 1 1 の各フォトダイオードの表面には色フィルタが重ねて設けられるが、この R , G , B の色フィルタは、例えば顔料や染料を用いて製造される。この製造時に、本実施形態では、1 0 0 0 画素程度に 1 つの割合で且つ固体撮像素子 1 1 の表面に均等に分散するように、図 3 に示す様に、例えば G の色フィルタの代わりに波長 5 8 0 nm 付近の光を透過する色フィルタ (S 5 8 0) を設け、例えば R の色フィルタの代わりに波長 6 4 0 nm 以上の光を透過する色フィルタ (S L R) を設ける。S 5 8 0 と S L R とは、隣接したペアとして設けるのがよい。

【 0 0 3 5 】

画素 S 5 8 0 や画素 S L R の蓄積電荷は、画素 G や画素 R から信号電荷を読み出すときに一緒に読み出され、光源種別や混合比を求めるときに使用される。画素 S 5 8 0 , S L R 位置の R , G , B 信号成分は、周りの画素 R , G , B の各信号電荷を補間演算して求めることになる。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、上述した各色フィルタ (R , G , B , S 5 8 0 , S L R) を設けた固体撮像素子 1 1 を搭載したデジタルスチルカメラ (赤外線カットフィルタ 1 3 やカメラレンズ 1 0 を組み合わせた後) の分光感度を示すグラフである。

【 0 0 3 7 】

各色フィルタ R , G , B は夫々赤色、緑色、青色に相当する波長の光を透過し、それ以外の波長の光をカットする様になっている。例えば、青色フィルタ B は、波長約 4 6 0 nm 付近に透過光のピークを持ち、波長約 4 0 0 nm 以下の光と波長約 5 1 0 nm 以上の光をカットする様に製造される。

【 0 0 3 8 】

また、緑色フィルタ G は、波長約 4 8 0 nm 以下の光と波長約 6 0 0 nm 以上の光をカットし、両者間の光を透過する波形となっている。更に、赤色フィルタ R は、波長 5 8 0 nm 以下の光をカットし、波長 5 8 0 nm 以上の光を透過する。波長 6 6 0 nm 以上の光は、赤外線カットフィルタ 1 3 によってカットされる。

【 0 0 3 9 】

尚、本実施形態で用いることができる R , G , B の各色フィルタの分光特性に関する上記の記載は、厳密なものではない。例えば、R の「5 8 0 nm 以下の光をカットし」とは、例えば 5 5 0 nm から 6 1 0 nm にかけてのなだらかなカットであってもよく、あるいは、青色光波長域に洩れがあっても良い。これは G や B の色フィルタについても同様である。

【 0 0 4 0 】

本実施形態における色フィルタ S 5 8 0 は、図 2 に示す様に、普通型蛍光灯 (F 6 光源) の放射エネルギーが高く、3 波長型蛍光灯 (特に、3 波長型昼白色蛍光灯 , F 1 2 光源) の放射エネルギーが低い波長 5 7 0 nm ~ 5 8 0 nm の光を透過する様に製造され、色フィルタ S L R は、蛍光灯 (F 6 , 3 波長型昼白色蛍光灯 , F 1 2 光源) の放射エネルギーが小さい波長 6 4 0 nm 以上の光を透過する様に製造される。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、図 1 に示すデジタル信号処理部 2 6 の詳細構成図である。このデジタル信号処理部 2 6 は、ハードウェア回路で構成しても、デジタルシグナルプロセッサ上で動作するソフトウェアにて構成することも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

図示する例のデジタル信号処理部 2 6 は、A / D 変換回路 2 3 から出力される R , G , B の各色の画像信号を取り込んでオフセット処理を行うオフセット補正回路 4 1 と、オフセット補正回路 4 1 の出力信号を取り込んでホワイトバランス調整を後述のホワイトバランスゲイン量算出回路 5 3 で算出されたゲイン値を用いて行うゲイン補正回路 4 2 と、ゲイン補正回路 4 2 から出力される信号に対して所定の値を用いガンマ補正を行うガンマ補正回路 4 3 とを備える。

【 0 0 4 3 】

A / D 変換回路 2 3 から出力される色信号は、R , G , B の 3 色でなる画像信号であり、オフセット補正回路 4 1 は、これらの画像信号を取り込んでオフセット処理を行い、次のゲイン補正回路 4 2 は、取り込んだ画像信号 R , G , B に対して夫々ホワイトバランス補正処理を施す。

10

【 0 0 4 4 】

デジタル信号処理部 2 6 は更に、ガンマ補正回路 4 3 から出力される R , G , B の画像信号を補間演算して各画素位置における R G B 3 色の信号成分を求める R G B 補間演算部 4 4 と、R G B 補間演算後の R G B 信号から輝度信号 Y と色差信号 C r , C b とを求める R G B / Y C 変換回路 4 5 と、輝度信号 Y と色差信号 C r , C b からノイズを低減するノイズフィルタ 4 6 と、ノイズ低減後の輝度信号 Y に対して輪郭補正を行う輪郭補正回路 4 7 と、ノイズ低減後の色差信号 C r , C b に対して色差マトリクス (C M T X) を乗算して色調補正を行う色差マトリクス回路 4 8 とを備える。

20

【 0 0 4 5 】

更に、デジタル信号処理部 2 6 は、積算部 2 8 から出力される信号 R , G , B , S 5 8 0 , S L R 毎の積算値 R , G , B , S 5 8 0 , S L R を取り込んで光源種別を判定する光源種別判定回路 5 1 と、画素 S 5 8 0 と画素 S L R の検出信号及び赤色信号 R とを取り込んで光源混合比を推定する光源混合比推定回路 5 2 と、ホワイトバランスゲイン量算出回路 5 3 とを備える。

【 0 0 4 6 】

ホワイトバランスゲイン量算出回路 5 3 は、光源種別判定回路 5 1 と、光源混合比推定回路 5 2 の出力信号を受け、被写体照明光源が 1 種類の場合にはその光源種類に応じたホワイトバランスのゲイン量をゲイン補正回路 4 2 に出力し、被写体照明光源が特定光源と他光源との混合であった場合には夫々の光源種類の光源混合比に応じたホワイトバランスゲイン量を算出し、ゲイン補正回路 4 2 に出力する。

30

【 0 0 4 7 】

色差マトリクス回路 4 8 には、光源対応の色差マトリクスが複数種類設けられており、光源種別判定回路 5 1 が求めた光源種類に応じて使用する色差マトリクスを切り替え、この切り替え後の色差マトリクス [C M T X] を、入力してくる色差信号 C r , C b に、次の数 1 に示す様に乗算し、色調補正された色差信号 C r ' , C b ' を出力する。

【 0 0 4 8 】

【 数 1 】

$$[C-MTX] = \begin{pmatrix} a, & b \\ c, & d \end{pmatrix} \text{ のとき}$$

40

$$\begin{pmatrix} Cr' \\ Cb' \end{pmatrix} = [C-MTX] \times \begin{pmatrix} Cr \\ Cb \end{pmatrix}$$

Cr, Cr', Cb, Cb' は -128 ~ +127 の値 (8bit の場合) をとる。

【 0 0 4 9 】

この色差マトリクス回路 4 8 は、光源種別判定回路 5 1 と、光源混合比推定回路 5 2 の出

50

力信号を受け、光源種類が複数種類ある場合には、光源種類毎の照明光混合比に応じて、色差マトリクスの係数を次の様に補正する。

【 0 0 5 0 】

今、光源 L 1 の照明光が 1 0 0 % のときの色差マトリクス [C 1 M T X] と、光源 L 2 の照明光が 1 0 0 % のときの色差マトリクス [C 2 M T X] の係数が夫々次の数 2 で、

【 0 0 5 1 】

【 数 2 】

$$[C_1-MTX]= \begin{pmatrix} a_1, b_1 \\ c_1, d_1 \end{pmatrix}$$

10

$$[C_2-MTX]= \begin{pmatrix} a_2, b_2 \\ c_2, d_2 \end{pmatrix}$$

と表される。

【 0 0 5 2 】

そして、光源 L 1 と光源 L 2 の混合比が $m : (1 - m)$ のとき、色差マトリクス回路 4 8 で使用する色差マトリクスの係数 a, b, c, d を、

20

$$a = m \times a_1 + (1 - m) \times a_2$$

$$b = m \times b_1 + (1 - m) \times b_2$$

$$c = m \times c_1 + (1 - m) \times c_2$$

$$d = m \times d_1 + (1 - m) \times d_2$$

として求める。

【 0 0 5 3 】

あるいは、上式以外の任意の式やルックアップテーブルによって C 1 M T X から C 2 M T X へ m に依存して連続的に変化させることもできる。

【 0 0 5 4 】

尚、光源 L 1, L 2 に対応する夫々の色差マトリクスは、ホワイトバランスの補正込みで最適な値に決めたものを使用するのがよい。特に、肌色の色相が良好で、かつ光源種にかかわらず同じであるように決めるのが好ましい。同時に、一般色の再現性も、基準光源で撮影した時の状態になるべく近づけて決めるのが良い。

30

【 0 0 5 5 】

積算部 2 8 は、固体撮像素子 1 1 で撮像した一画面を例えば $8 \times 8 = 64$ の領域に分割し、各分割領域における信号電荷の R, G, B の値を積算して出力するため、光源種別判定回路 5 1 は各種算値 R, G, B を取り込んで、 R / G のデータと B / G のデータの組を求め、これら 64 組のデータを R / G 軸と B / G 軸で張る二次元空間にプロットし、その分布の形状から撮影光源種を検出する。

【 0 0 5 6 】

40

この分布の形状が、ある種類の光源による分布の形状と、別の種類の光源による分布の形状の両方にまたがる分布を示す場合、光源種類が 2 つあると判断し、光源種類を判別する。また、ユーザが、図 1 に示す操作部 2 1 から光源種別を入力した場合には、その光源種別を使用する。

【 0 0 5 7 】

以下、光源混合比推定回路 5 2 で行う混合比推定処理について説明する。同一照度にて光源 L 1, 光源 L 2 の放射エネルギーを比較すると、波長 5 7 0 nm から 5 8 0 nm の波長域と、波長 6 4 0 nm 以上の波長域で、いずれも光源 L 1 の方が低い。そこで、センサ用の画素 S 5 8 0, S L R の各検出信号を「 S 5 8 0 », 「 S L R 」とし、画素 R からの出力値を「 R 」と表したとき、

50

【 0 0 5 8 】

【 数 3 】

$$X = (S580 + k \times SLR) / R$$

なる比 X の値を算出する。

【 0 0 5 9 】

この比の値 X は、どんな色の被写体であっても、光源 L 1 が 3 波長型蛍光灯であり光源 L 2 が太陽光ないし A 光源であるとする、光源 L 1 の比率 1 0 0 % から光源 L 2 の比率 1 0 0 % に向かって単調に増大する。しかも、X の絶対値は、光源 L 1 と光源 L 2 の混合比率が同じとき被写体の色（自然色）に関わらずかなり近い値となる。即ち、自然色が被写体である限り、光源の混合比を良い精度で推定できる。

10

【 0 0 6 0 】

この現象は、次のように説明できる。R の分光感度は、図 4 から分かるように、S 5 8 0 や S L R を含む形になっている。このため、(S 5 8 0 + k × S L R) を R で割った値 X は、赤色波長域において 5 8 0 n m 付近の入射光の割合 A と 6 4 0 n m 以上の入射光の割合 B の合計を意味している。蛍光灯の比率が多いほど、A も B も小さな値となるが、その絶対値は、被写体の色に依存して様々である。

【 0 0 6 1 】

しかし、自然色の分光反射率特性は、狭い波長域（およそ 1 0 0 n m 程度の範囲）においては、概略、平坦になるか、右上がりになるか、右下がりになるかの 3 通りしかないので、A と B を合計し、R で除すれば、どんな色の場合でも近い値になる。

20

【 0 0 6 2 】

比 X の値を用い、本実施形態では、次の数 4 により、混合比 m の値を算出する。

【 0 0 6 3 】

【 数 4 】

$$m = k_1 X^2 + k_2 X + k_3$$

【 0 0 6 4 】

ここで、 k_1 、 k_2 、 k_3 は夫々係数であり、各係数 k_1 、 k_2 、 k_3 は、光源 L 1、L 2 の色温度で表した式で求める。これらの式は、予めカメラに記憶させておく。あるいは、予め計算した値をテーブルデータとして記憶させておく。

【 0 0 6 5 】

次に、具体例について述べる。今、F 1 2 光源と太陽光 D 6 5 との混合光源下で被写体を撮影したとする。この場合には、

$$m = -0.0794 X^2 + 0.786 X - 0.494$$

$$X = (S580 + 1.564 \times SLR) / R$$

但し、 $m > 1$ の時は、 $m = 1$ とし、

$m < 1$ の時は、 $m = 0$ とし、

$R = 0$ の時は、 $m = 0$ とする。

と計算する。ここで、 $m = 1$ は、D 6 5 が 1 0 0 % を意味する。

【 0 0 6 6 】

上記の場合、R、S 5 8 0、S L R の値は、固体撮像素子 1 1 の出力値に、D 6 5 用のホワイトバランス (WB) 係数（これはデフォルト値としてカメラに予め設定されている。）を掛けた値である。

40

【 0 0 6 7 】

図 6 は、この具体例における補正効果を示す図であり、図 6 (a) に補正前の状態、図 6 (b) にホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正後の状態を示す。図 6 (a) の各印は D 6 5 光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、D 6 5 光源に F 1 2 光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【 0 0 6 8 】

補正前の図 6 (a) では、ほとんど全ての色で、再現色の軌跡が縦軸の上方向すなわち b * 方向に延びている。この方向は黄色方向を示し、F 1 2 光源の照明光が太陽光 (D 6 5

50

光源)に混じると、全ての色が黄色に色かぶりしてしまうことを示している。

【0069】

これに対し、推定混合比 m を用いてホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うと、図6(b)に示す様に、特にグレイや肌色において、F12光源の照明光が太陽光(D65光源)に混じっても、黄色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0070】

このような推定混合比 m を用いた補正効果は、図示は省略するが、3波長型蛍光灯(F12, F11, F10光源や昼光色等の各種光源)と、太陽光(D75, D65, D50)やフラッシュライトとの組み合わせでも、同様に得られる。

【0071】

図7はF12光源とA光源とを混合した場合の補正効果を示す図であり、図7(a)は補正前、図7(b)は補正後を示す図である。推定混合比 m は、

$$m = 0.0383X^2 + 0.356 - 0.258$$

($m = 1$ はA光源が100%)

で求め、 X は、上記と同様に、係数 $k = 1.564$ としている。

【0072】

図7(a)の各印はA光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、A光源にF12光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0073】

補正前の図7(a)では、かなりの色で、再現色の軌跡が北西方向に延び、緑色に色かぶりしてしまっている。これに対し、推定混合比 m を用いてホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うと、図7(b)に示す様に、特にグレイにおいて、F12光源の照明光がA光源に混じっても、緑色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0074】

図8は、F6光源とD65光源(太陽光)とが混合した場合における補正効果を示す図である。推定混合比 m は

$$m = 0.177X^2 + 1.115X - 1.068$$

($m = 1$ はD65が100%)

で求め、 X の値は、

$$X = (SLR + 0.499G) / R$$

但し、 $m > 1$ の時は、 $m = 1$ とし、

$m < 0$ の時は、 $m = 0$ とし、

$R = 0$ の時は、 $m = 1$ とする。

で求めている。

【0075】

図8(a)の各印はD65光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、D65光源にF6光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0076】

補正前の図8(a)では、ほとんど全ての色で、再現色の軌跡が縦軸の上方向すなわち b^* 方向に延び、殆ど全ての色が黄色に色かぶりしてしまっている。これに対し、推定混合比 m を用いてホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うと、図8(b)に示す様に、殆ど全ての色において、D65光源の照明光がF6光源が混じっても、黄色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0077】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態に係るデジタルスチルカメラについて説明する。尚、この第2の実施形態は、本願請求項記載の発明には含まれない。本実施形態に係るデジタルスチルカメラの構成は、第1の実施形態における図1と同じであり、デジタル信号処理部26の構成も図5と同様である。

【0078】

10

20

30

40

50

上述した第1の実施形態では、580nm付近の波長域の光を検出するセンサS580と、640nm以上の波長域の光を検出するセンサSLRとを固体撮像素子11に設けているため、これらのセンサ位置においては画素抜けが生じ、このため、センサ位置における色信号成分は周りの画素の色信号成分を用いて補間演算する必要が生じる。

【0079】

そこで、本実施形態のデジタルスチルカメラに搭載する固体撮像素子11では、画素抜けが生じないように、R、G、Bの分光感度を工夫し、実質的にセンサを設けたのと同等の効果を得ることができるようにしている。

【0080】

図9は、本実施形態に係る固体撮像素子11の表面を示す一部模式図である。本実施形態では、赤色Rを検出する画素の分光感度として、R1、R2の二種類を設けている。図10は、本実施形態に係る分光感度(カメラの分光感度)を示すグラフである。分光感度R1と分光感度R2とを、

$$R1 - R2 = S580 + SLR$$

となるように設計している。見方を変えると、分光感度R2は、ピークが3波長型蛍光灯の放射ピーク610nm近傍となるようにしている。

【0081】

尚、この実施形態では、R1、R2を設けているが、G1、G2を設けたり、B1、B2を設けることで、波長520nmやその他の波長域の光を検出できるようにすることも可能である。

【0082】

本実施形態では、R1、R2、G、Bの色信号が検出されるため、これらの色信号を用い、画素抜け無く、画像データを生成することが可能になると共に、S580やSLRのセンサ検出信号も同時に得られる。R1、R2からRの色信号を求める方法は種々あり、単にR1とR2の色信号を加算平均するだけでもよい。

【0083】

以下、本実施形態で、3波長型蛍光灯の照明光と太陽光(色温度5000K(D50))から7500K(D75))とが混合した場合の補正について説明する。

【0084】

本実施形態では、混合比mを、

$$m = -28.84X^2 + 63.81X - 33.97$$

(m=1はD65が100%)

として求め、

$$X = R1 / R2$$

但し、m>1の時は、m=1とし、

m<1の時は、m=0とし、

R2=0の時は、m=0とする。

としている。

【0085】

図11は、F12光源とD65光源(太陽光)とが混合した場合における補正効果を示す図であり、図11(a)の各印はD65光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、D65光源にF12光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0086】

図12は、F12光源とD75光源(太陽光)とが混合した場合における補正効果を示す図であり、図12(a)の各印はD75光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、D75光源にF12光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0087】

図13は、F12光源とD50光源(太陽光)とが混合した場合における補正効果を示す

10

20

30

40

50

図であり、図13(a)の各印はD50光源下での各色の測色点を示し、各印付近から延びる線は、D50光源にF12光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0088】

いずれの場合にも、補正前には殆ど全ての色で再現色の軌跡が縦軸の上方向すなわち b^* 方向に延び、F12光源が混じることによって殆ど全ての色が黄色に色かぶりしてしまっているが、推定混合比 m を用いてホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うことで、殆ど全ての色において、黄色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0089】

上記の混合比推定式は、グレーを被写体としたときのF12光源とD65光源の混合比を精度良く推定する式であり、F12光源以外の3波長型蛍光灯の場合は、夫々、別の混合比推定式を用いれば、高精度のグレー補正が可能となる。しかし、このF12光源用の混合比推定式を他の3波長型蛍光灯の場合に適用しても、十分な補正効果が得られる。F12光源以外の3波長型蛍光灯は、D65光源に対してより色味(色温度)が近いので、ホワイトバランスの補正量が小さく、その分だけ、誤差も小さくなるためと考えられる。

【0090】

図14は、3波長型昼光色蛍光灯とA光源とが混合した場合における本実施形態の補正効果を示す図であり、図15は、3波長型蛍光灯のうちF10光源とA光源とが混合した場合の補正効果を示す図であり、図16は、同様にF12光源とA光源とが混合した場合の補正効果を示す図である。

【0091】

3波長型蛍光灯とA光源とが混合した場合における混合比 m は、

$$m = 38.37X^2 - 64.5X + 26.96$$

($m = 1$ はA光源が100%)

$$X = R1 / R2$$

但し、 $m > 1$ の時は、 $m = 1$ とし、

$m < 1$ の時は、 $m = 0$ とし、

$R2 = 0$ の時は、 $m = 1$ とする。

として求める。

【0092】

各図14(b)、図15(b)、図16(b)に示される通り、3波長型蛍光灯とA光源とが混合した場合、上記の混合比推定式で求めた混合比 m を用いてホワイトバランスや色差マトリクスを補正することで、グレーや肌色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0093】

尚、上述した3波長型蛍光灯とA光源とが混合した場合における混合比推定式は、3波長型昼光色蛍光灯とA光源とが混合したときにグレーを高精度に補正する式である。昼光色以外の3波長型蛍光灯(F10、F11、F12光源)の場合には、夫々、別の式を用いれば、完璧なグレー補正ができるが、上記の混合比推定式をそのまま使用しても十分な補正効果が得られる。昼光色以外の3波長型蛍光灯はA光源により色味(色温度)が近いので、その分だけ誤差が小さくなるためと考えられる。

【0094】

尚、光源混合比に応じたホワイトバランスや色差マトリクスの補正量は、画素毎に求めるのが良いが、第1実施形態の様にセンサを固体撮像素子表面に離散的に均等配置した場合には各センサ配置箇所を中心とした所定領域毎にこれらの補正量を求め、所定領域内の画素に対しては同一補正量を用いることでもよい。

【0095】

あるいは、離散的に配置された補正量のうち、近隣の補正量からの内挿にて画素毎の補正量を決めても良い。画素毎の補正量に含まれるノイズを減らす目的で、周辺画素の補正量との平均値をその画素の補正量とすることもできる。

【0096】

10

20

30

40

50

上述した実施形態ではデジタルスチルカメラを例にしたが、動画撮影用のデジタルビデオカメラ等の他のデジタルカメラ一般に本発明を適用可能である。

【0097】

【発明の効果】

本発明によれば、蛍光灯と他の光源とが混合した状態で撮影した画像のホワイトバランス補正を良好に行うことができ、更に色かぶりが少なく色再現性が高い撮像画像を得ることができる。また、この効果により、カメラに付属させるフラッシュ装置の発光パワーを必要最小限にとどめることができる。即ち、フラッシュ光量が小さいと、アベイラブルライトの光量が相対的に上がることになり色カブリが顕著となるが、本発明の効果によりその色カブリを補正できる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るデジタルスチルカメラの構成図である。

【図2】各種撮影光源の分光放射分布を示すグラフである。

【図3】図1に示す固体撮像素子の表面模式図である。

【図4】図1に示すデジタルスチルカメラの分光感度を示すグラフである。

【図5】図1に示すデジタル信号処理部の詳細構成図である。

【図6】(a) D65光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第1の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

20

【図7】(a) A光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第1の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図8】(a) D65光源にF6光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第1の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図9】本発明の第2の実施形態に係る固体撮像素子の表面模式図である。

【図10】本発明の第2の実施形態に係るデジタルカメラの分光感度を示すグラフである。

30

【図11】(a) D65光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図12】(a) D75光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図13】(a) D50光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

40

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図14】(a) A光源に3波長型昼光色蛍光灯を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

【図15】(a) A光源にF10光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図で

50

ある。

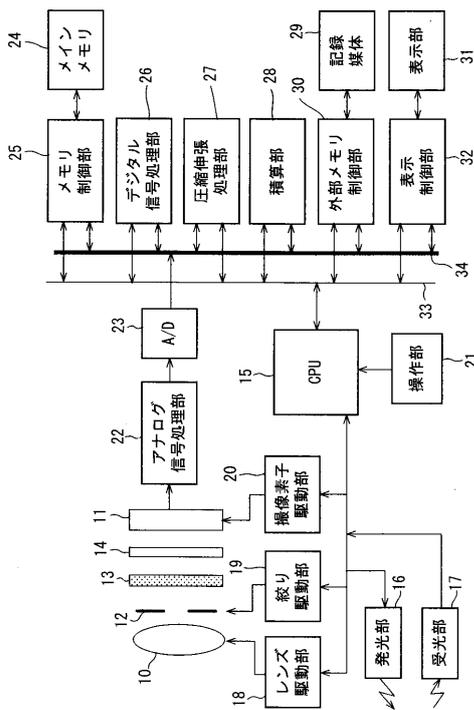
【図16】(a) A光源にF12光源を混合していった場合における再現色の軌跡を示す図である。

(b) 第2の実施形態における推定混合比を用いて補正した後の再現色の軌跡を示す図である。

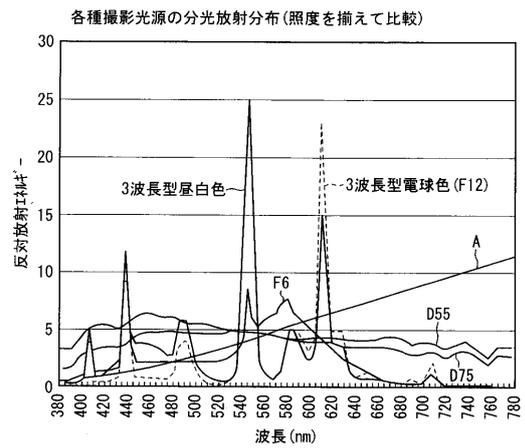
【符号の説明】

- 10 撮影レンズ
- 11 固体撮像素子
- 15 CPU
- 26 デジタル信号処理部
- 28 積算部
- 48 色差マトリクス回路
- 51 光源種別判定回路
- 52 光源混合比推定回路
- 53 ホワイトバランスゲイン量算出回路

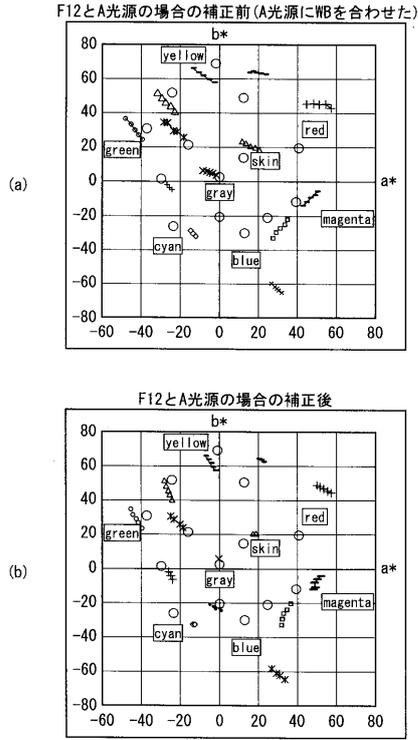
【図1】



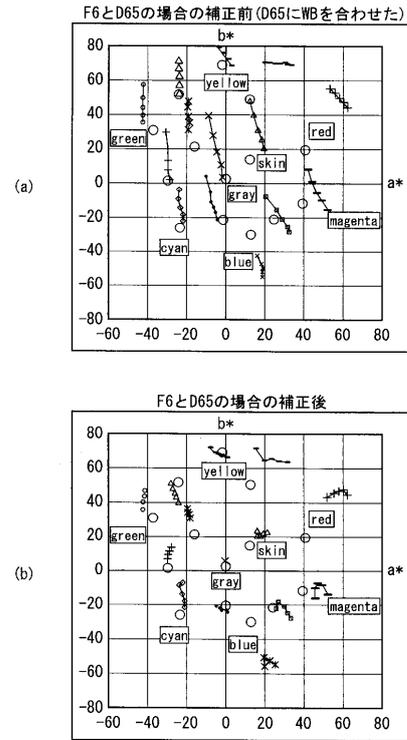
【図2】



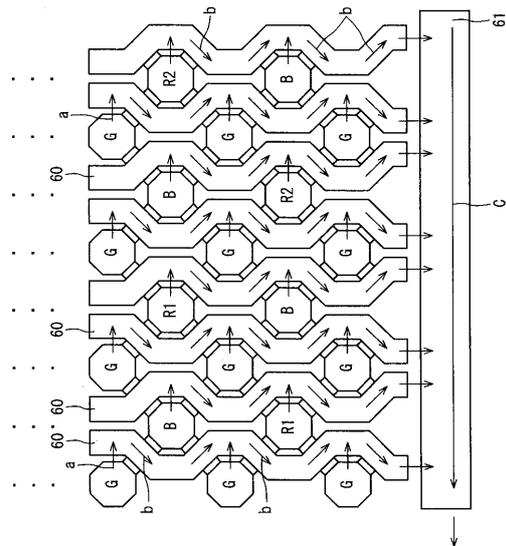
【 図 7 】



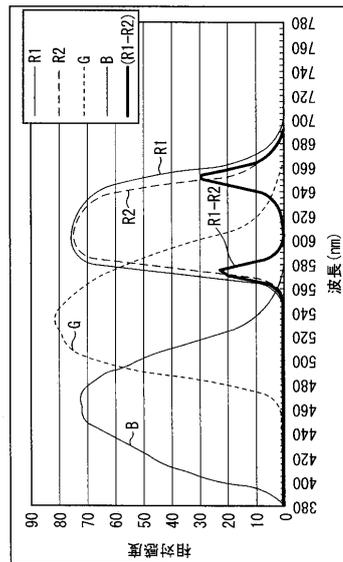
【 図 8 】



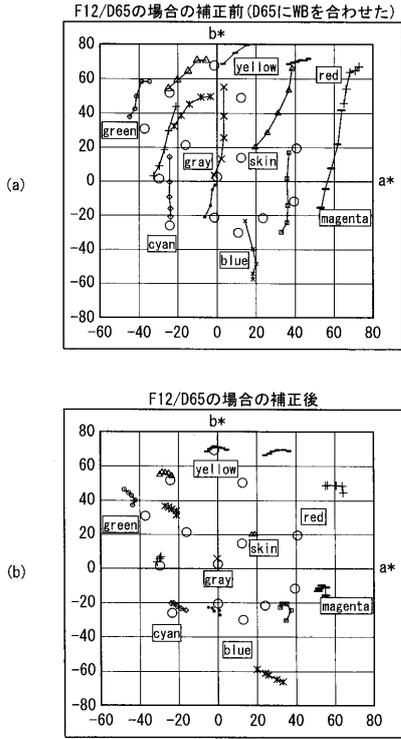
【 図 9 】



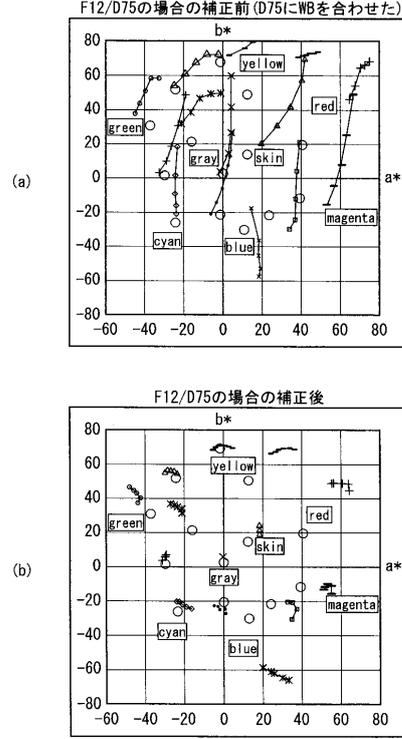
【 図 10 】



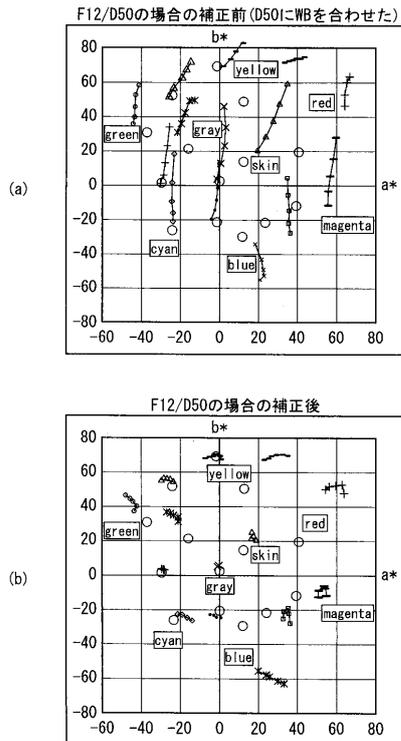
【 図 1 1 】



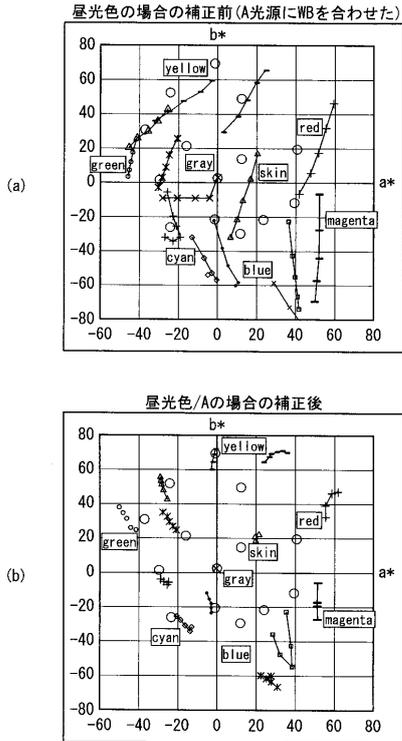
【 図 1 2 】



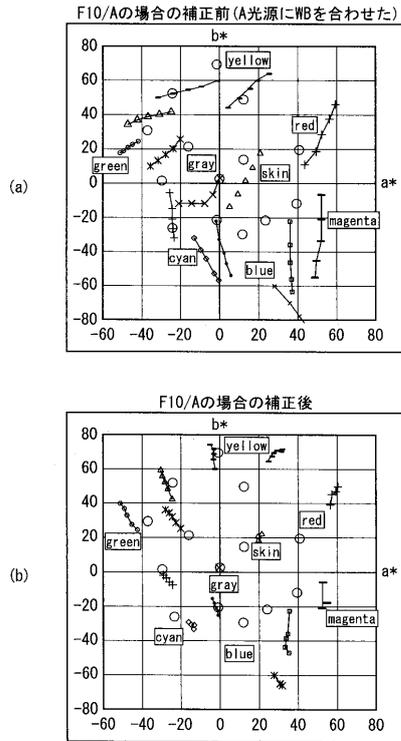
【 図 1 3 】



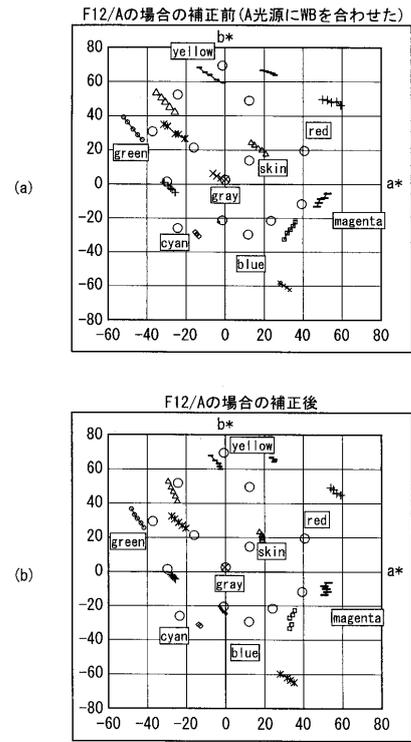
【 図 1 4 】



【 図 15 】



【 図 16 】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

- H04N 9/04 ~ 9/11
H04N 9/44 ~ 9/78