

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4469324号
(P4469324)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl.

H04N 1/40 (2006.01)

F I

H04N 1/40 I O I Z

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2005-318847 (P2005-318847)
 (22) 出願日 平成17年11月1日(2005.11.1)
 (65) 公開番号 特開2007-129361 (P2007-129361A)
 (43) 公開日 平成19年5月24日(2007.5.24)
 審査請求日 平成20年10月24日(2008.10.24)

(73) 特許権者 590000846
 イーストマン コダック カンパニー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
 スター ステート ストリート 343
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 桜井 順三
 長野県茅野市中大塩23-11 株式会社
 コダック デジタル プロダクト センタ
 ー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色収差抑圧回路及び色収差抑圧プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体画像の色収差を抑圧するためのプログラムであって、該プログラムはコンピュー
 タにインストールされ、コンピュータは、

検出回路により被写体画像のガンマ補正前の画像信号から色収差部分を検出するステッ
 プと、

前記画像信号をガンマ補正するステップと、

ガンマ補正された画像信号に対し、検出された前記色収差部分の色成分を抑圧して表示
 装置に表示するステップと、

を実行するものであり、

前記検出回路は、

ガンマ補正前の画像信号を所定レベルでスライスするスライス回路と、

前記スライス回路でスライスされた画像信号の高周波成分を抽出するハイパスフィルタ
 と、

前記ハイパスフィルタの出力信号を第2所定レベルでクリップするクリップ回路と、
 を備えることを特徴とする色収差抑圧プログラム。

【請求項2】

被写体像の高輝度部分に生じる色収差を抑圧する回路であって、

前記被写体像のガンマ補正前の画像信号から色収差部分を検出する検出手段と、

前記画像信号をガンマ補正するガンマ補正手段と、

10

20

前記ガンマ補正手段でガンマ補正された画像信号に対し、前記検出手段で検出された色収差部分の色成分を抑圧する抑圧手段と、

を有し、

前記検出手段は、

前記ガンマ補正前の画像信号を第 1 所定レベルでスライスするスライス回路と、

前記スライス回路でスライスされた画像信号の高周波成分を抽出するハイパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタからの信号を第 2 所定レベルでクリップするクリップ回路と、
を備えることを特徴とする色収差抑圧回路。

【請求項 3】

請求項 2 記載の回路において、

前記検出手段は、さらに、

前記ガンマ補正前の画像信号を前記第 1 所定レベルでクリップする第 2 クリップ回路と、

前記クリップ回路からの信号と、前記第 2 クリップ回路からの信号の乗算を演算する乗算回路と、

を備えることを特徴とする色収差抑圧回路。

【請求項 4】

請求項 2 記載の色収差抑圧回路において、

前記検出手段は、さらに、

前記ガンマ補正前の画像信号から高輝度部分のエッジを検出するエッジ検出手段を有することを特徴とする色収差抑圧回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は色収差抑圧回路等に関し、特に軸上色収差や倍率色収差等の色収差を抑圧して適正なカラー画像を生成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

光は波長により屈折率が異なり、短い波長の光は大きく屈折し長い波長の光は小さく屈折する。このため、色収差という光の波長により結像する位置が異なる現象が生じる。

【0003】

例えば、光軸上の一点からレンズに入射した光線は、波長により結像する位置が異なり、緑（G）が結像する位置を P とすると、緑よりも短い波長の青（B）は P よりレンズに近い位置に結像し、緑より長い波長の赤（R）は P よりレンズから遠い位置に結像する。このように、光軸上で波長により結像位置の異なる収差を軸上色収差という。G が結像する位置を結像面の基準とすると、B や R の画像は G の画像と比べてピントがあっておらずシャープネスの劣る画像となってしまう。G の光にピントが合うようにレンズのピント位置を調整すると、G の明るさはエッジ部分においてステップ状にシャープに変化するのに対し、R と B の明るさは滑らかに変化してしまう。このように R、G、B の明るさ分布が異なるのは、点像分布の重ね合わせの原理によるものであって、結像面でぼけた画像ほどエッジの境界部分が明瞭でないため滑らかな変化を示すことになる。従って、このような明るさ分布のエッジを有する被写体を撮影すると、エッジ周辺では正確に色が再現されないため偽色が発生してしまう。また、光軸外の斜光線がレンズに入射した場合は、波長により結像位置が異なるのみならず、像の大きさも異なってくる。このような収差を倍率色収差というが、結像面上でも同一位置に合焦せず、同様にシャープネスの劣る画像となってしまう。このような色収差を抑圧するためには、予めレンズの倍率色収差データを計測してメモリに格納しておき、撮影時にこれらのデータを用いて補正する方法がある。

【0004】

また、下記の特許文献 1 には、画像信号の高輝度部分が飽和している場合であってもレ

10

20

30

40

50

レンズの色収差を補正すべく、輝度が飽和している信号部分については補正対象となる画像信号とは異なる露光レベルで撮影された他の画像信号を用いて元の輝度を推定し、推定された輝度に基づいて色収差を補正することが開示されている。色収差の補正は、エッジ部分における色差信号 R - Y 信号及び B - Y 信号に対し、ハイパスフィルタを通過した G 信号の大きさ（絶対値）をゲインコントロールに利用し、G 信号の絶対値が大きいときに色差信号のゲインを小さくするように処理することで実行される。

【0005】

なお、下記の特許文献 2 には、回折光学素子におけるフレアを除去するために、非結像光の応じた画像成分の視認性を低減させる補正処理を行うことが開示されている。

【0006】

10

【特許文献 1】特開 2003 - 60983 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 136917 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、予めレンズの倍率色収差データをメモリに格納する方法ではメモリ容量が増大するとともに調整工程も増え、さらに軸上色収差の影響も考慮すると正確に補正することが困難である問題がある。

【0008】

また、上記の特許文献 1 記載の技術では、予めメモリに補正用のデータを格納しておく必要はないが、露光を 2 回行う必要が生じてしまう。

20

【0009】

本発明は、より簡易な構成で正確に色収差を抑圧でき、画質を向上させることができる装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、被写体像の高輝度部分に生じる色収差を抑圧する回路であって、前記被写体像のガンマ補正前の画像信号から色収差部分を検出する検出手段と、前記画像信号をガンマ補正するガンマ補正手段と、前記ガンマ補正手段でガンマ補正された画像信号に対し、前記検出手段で検出された色収差部分の色成分を抑圧する抑圧手段とを有することを特徴とする。

30

【0011】

また、本発明は、被写体像の高輝度部分に生じる色収差を抑圧する回路であって、前記被写体像のガンマ補正前の画像信号から色収差部分を検出する検出手段と、前記画像信号に対し、検出手段で検出された色収差部分の色成分及び輝度成分を抑圧する抑圧手段と、前記抑圧手段で抑圧された画像信号をガンマ補正するガンマ補正手段とを有することを特徴とする。

【0012】

本発明の 1 つの実施形態では、前記検出手段は、前記ガンマ補正前の画像信号を第 1 所定レベルでスライスするスライス回路と、前記スライス回路でスライスされた画像信号の高周波成分を抽出するハイパスフィルタと、前記ハイパスフィルタからの信号を第 2 所定レベルでクリップするクリップ回路とを有することで色収差部分を検出する。

40

【0013】

上記の色収差抑圧回路は、デジタルカメラ等の撮像装置に組み込んでもよい。また、上記の色収差抑圧処理は、ハードウェアではなくソフトウェアで実現してもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、予めメモリに補正用データを格納しておく必要がなく、簡易でありながら正確に色収差を抑圧することができる。また、ガンマ補正後の画像信号に対して色収差を抑圧するため、ガンマ補正に起因する輝度レベルの変動も抑制することができる。さ

50

らに、ガンマ補正前の画像信号に対して色収差を抑圧する場合においても、色収差と同時に輝度成分も同時に補正するので、その後のガンマ補正においても輝度レベルを適正値に維持することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について、デジタルカメラに適用する場合を例にとり説明する。

【0016】

<第1実施形態>

図1に、本実施形態におけるデジタルカメラの構成ブロック図を示す。レンズ10は、被写体からの光を撮像素子としてのCCD12に結像する。CCD12は、Bayer配列のカラーフィルタを有し、被写体光を光電変換して画像信号を生成してCDS14に供給する。CDS14は、CCD12からの画像信号を相関二重サンプリングしてアナログデジタル変換器A/D16に供給する。A/D16は、画像信号をデジタル信号に変換し、画像メモリ18に格納する。CCD12、CDS14及びA/D16はタイミングジェネレータ(TG)50から供給されるクロック信号に同期して動作し、画像メモリ18はメモリコントローラ12で読み出し及び書き込みが制御される。画像メモリ18から読み出された画像信号はRGB分離回路20にてR信号、G信号及びB信号に分離され、輝度色差信号生成回路22に供給される。輝度色差信号生成回路22は、R信号、G信号、B信号から輝度信号Y及び色差信号CR、CBを生成し、RGB信号生成回路24に供給する。RGB信号生成回路24は、輝度信号Y及び色差信号CR、CBから再びR信号、G信号、B信号を生成する。一度輝度信号及び色差信号に変換した後、再びRGB信号に戻す理由は、画像信号のエッジを検出するための輝度信号Yが必要となるからである。すなわち、輝度色差信号生成回路22で生成された輝度信号Yは、エッジ処理回路34に供給されてエッジが検出される。RGB信号生成回路24は、生成したR信号、G信号、B信号をホワイトバランス(WB)調整回路26に供給する。ホワイトバランス(WB)調整回路26は、R信号、G信号、B信号のホワイトバランスを調整して色補正回路28に供給する。また、ホワイトバランス調整回路26から出力されたR信号、G信号、B信号の少なくともいずれかは色にじみ検出回路(色収差検出回路)36に供給される。色補正回路28はR信号、G信号、B信号の色を補正して補正回路30に供給する。補正回路30はR信号、G信号、B信号にガンマ補正を施してR信号、G信号、B信号として輝度色差信号生成回路32に供給する。輝度色差信号生成回路32はガンマ補正された信号から輝度信号YL及び色差信号CR、CBを生成して出力する。輝度信号YLは加算回路35に供給され、色差信号CR、CBは色にじみ抑圧回路(色収差抑圧回路)38に供給される。加算回路35は、エッジ処理回路34でエッジ処理された輝度信号とガンマ補正された輝度信号とを加算し、画像メモリ40に格納する。また、色にじみ抑圧回路38は、後述するように色にじみ検出回路36で検出された色にじみ検出信号に基づいて色差信号に含まれる色収差を抑圧して画像メモリ40に格納する。画像メモリ40に格納された輝度信号及び色差信号は圧縮伸長回路42でJPEG等のフォーマットに圧縮され、あるいはRAWデータのままフラッシュメモリ等の記録媒体48に格納される。また、記録媒体48に格納された画像データは圧縮伸長回路42で伸長され、NTSC等の表示フォーマットに変換されてLCD46に表示される。画像メモリ40はメモリコントローラ12で読み出し及び書き込みが制御される。タイミングジェネレータ(TG)50、メモリコントローラ12、色にじみ検出回路36、圧縮伸長回路42はCPU44により制御され、CPU55はユーザ操作可能な操作部54からの操作信号に基づき制御する。

【0017】

本実施形態の特徴の一つは、補正回路30でガンマ補正される前のR信号、G信号、B信号の少なくともいずれか、特にG信号をメイン信号として用いR信号及びB信号をサブ信号として用いて色にじみ(色収差)の発生を検出し、ガンマ補正された後の色差信号に対して色にじみを抑圧する処理を実行していることである。すなわち、色にじみを検出

10

20

30

40

50

する回路を 補正回路 30 の前段に配置するとともに、色にじみを抑圧する回路を 補正回路 30 の後段に配置している。その理由は、 補正回路 30 の前段において色にじみを抑圧してしまうと、その後のガンマ補正において色にじみを抑圧した部分がグレー化してしまい（色にじみを抑圧することで黒レベルとなるが、ガンマ補正によりこの黒レベルの輝度を補正してしまう）画質が変化して色にじみの抑圧効果が低減してしまうからである。

【 0 0 1 8 】

以下、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）36 と色にじみ抑圧回路（色収差抑圧回路）38 について説明する。

【 0 0 1 9 】

10

図 2 に、色にじみ検出回路 36 の構成を示す。色にじみ検出回路 36 は、上記のとおり、 補正回路 30 でガンマ補正する前の R 信号、G 信号、B 信号を用いて色にじみの発生を検出し、その検出信号を 補正回路 30 の後段に配置された色にじみ抑圧回路 38 に供給する。色にじみ検出回路 36 は 補正回路 30 と並列に設けられ、ホワイトバランス調整回路 26 からの G 信号を入力する。G 信号を基準として色にじみを検出するのは、高輝度部分（ハイライト部分）における G 信号に対する R 信号あるいは B 信号の分布が色にじみの主な原因だからである。なお、ハイライト以外の部分においても分布は生じるもののそのレベルは小さいため画質の点でほとんど問題とならない。

【 0 0 2 0 】

20

色にじみ検出回路 36 は、ロースライス回路（Low Slice）36a、ハイパスフィルタ（HPF）36b、及びハイクリップ回路（Hi Clip）36c を有する。ロースライス回路 36a は、ホワイトバランス調整回路 26 からの G 信号のレベルを一定レベルでスライスし、ハイパスフィルタ 36b に供給する。ハイパスフィルタ 36b はロースライスされた G 信号の高周波成分のみを抽出することで、G 信号のハイライトのエッジを抽出する。ハイクリップ回路 36c はハイパスフィルタ 36b で抽出されたハイライトのエッジ信号から、上側の信号をクリップして（切り取って）下側の信号のみを抽出する。ハイクリップ回路 36c で生成された信号はハイライトのエッジ部分を特定する信号であり、色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 38 に供給される。

【 0 0 2 1 】

30

図 3 に、色にじみ検出回路 36 で生成される信号の信号波形を示す。図 3（a）は被写体であるチャート 100 のライン a b 上の G 信号と B 信号のレベルを示す。上記のとおり、軸上収差及び倍率色収差により R、G、B 各信号には分布の差が生じ、例えば G 信号と B 信号で大きな分布の差が生じる。この G 信号と B 信号の分布の差が色にじみ 200 となって現れる。図の場合、偽の紫色がエッジ部分に出現する。図 3（b）はロースライス回路 36b で G 信号をスライスする際のスライスレベルを示す。ハイライトのエッジ部分を抽出するために、スライスレベルは一定値以上に設定される。図 3（c）はハイパスフィルタ 36b を通過した後の信号であり、上側ピーク信号と下側ピーク信号が出現する。上側ピークは色にじみ 200 の発生部分を正確に反映しておらず、下側ピークが色にじみ 200 の発生部分を正確に反映する。そこで、図 3（d）に示すようにハイクリップ回路 36c で上側ピークを切り取り（図中破線はクリップされたことを示す）、下側ピークのみを出力する。図 3（d）の信号が色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 38 に供給される。

40

【 0 0 2 2 】

一方、色にじみ抑圧回路 38 は、図 2 に示すように、乗算回路 38a 及び 38b を有する。乗算回路 38a は、輝度色差信号生成回路 32 からの色差信号 CR と色にじみ検出回路 36 からの色にじみ検出信号との乗算を演算し、色にじみが発生している部分の色差信号 CR を抑圧する。また、乗算回路 38b は、輝度色差信号生成回路 32 からの色差信号 CB と色にじみ検出回路 36 からの色にじみ検出信号との乗算を演算し、色にじみが発生している部分の色差信号 CB を抑圧する。したがって、色にじみ検出回路 36 で検出された色にじみ部分では輝度信号のみが存在することとなり偽色が抑圧される。

50

【 0 0 2 3 】

< 第 2 実施形態 >

図 4 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）3 6 の構成を示す。図 2 に示された色にじみ検出回路 3 6 に対し、ハイクリップ回路 3 6 d 及び乗算回路 3 6 e が付加された構成である。また、ホワイトバランス調整回路 2 6 からの G 信号は図 2 と同様にロースライス回路 3 6 a に供給されるが、G 信号はハイクリップ回路 3 6 d にも供給される。

【 0 0 2 4 】

ハイクリップ回路 3 6 d は、G 信号のハイレベルをクリップして乗算回路 3 6 e に供給する。ハイクリップ回路 3 6 d でのクリップレベルはロースライス回路 3 6 a でのスライスレベルと同一である。乗算回路 3 6 e は、ハイクリップ回路 3 6 d でクリップされた G 信号と、ハイクリップ回路 3 6 c からの信号（図 3（d）参照）の乗算を演算する。

【 0 0 2 5 】

ハイライトのエッジ部分の色にじみを抑圧する際に、エッジであるものの G 信号のレベルが十分低下しない場合がある。すなわち、ハイライト部分において G 信号は不連続的に低下するものの、低下後のレベルが未だ大きな値を維持する場合である。このような場合には色を抑圧することは好ましくないため、乗算回路 3 6 e でハイクリップ回路 3 6 d からの信号と乗算を演算することで色にじみ検出信号を出力させないようにする。本実施形態では、G 信号のレベルが高いレベルから十分低いレベルまで低下するエッジ部分においてのみ色にじみ抑圧を実行すると云うことができる。

【 0 0 2 6 】

< 第 3 実施形態 >

図 5 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）3 6 の構成を示す。図 2 に示された色にじみ検出回路 3 6 に対し、B 信号を処理対象とするロースライス回路 3 6 f、ハイパスフィルタ 3 6 g、ロークリップ回路 3 6 h、反転回路 3 6 i 及び乗算回路 3 6 e が付加された構成である。ホワイトバランス調整回路 2 6 からの G 信号は図 2 と同様にロースライス回路 3 6 a に供給され、B 信号はロースライス回路 3 6 f に供給される。

【 0 0 2 7 】

ロースライス回路 3 6 f、ハイパスフィルタ 3 6 g はロースライス回路 3 6 a 及びハイパスフィルタ 3 6 b と同様の機能を有し、入力した信号のハイライトのエッジ部分を抽出する。但し、ロースライス回路 3 6 f 及びハイパスフィルタ 3 6 g は G 信号ではなく B 信号のハイライトのエッジ部分を抽出する。ハイパスフィルタ 3 6 g は、抽出した信号をロークリップ回路 3 6 h に供給する。ロークリップ回路 3 6 h は、入力信号の下側ピークをクリップして（切り取って）反転回路 3 6 i に供給する。ロークリップ回路 3 6 h は、ハイクリップ回路 3 6 c のクリップ極性（ハイレベル側）とは異なる極性（ローレベル側）でクリップする。反転回路 3 6 i は入力信号を反転して乗算回路 3 6 e に供給する。乗算回路 3 6 e は、ハイクリップ回路 3 6 c からの信号と反転回路 3 6 i からの信号の乗算を演算し、色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 3 8 に供給する。

【 0 0 2 8 】

図 6 に、色にじみ検出回路の各部の信号波形を示す。図 6（a）、（b）は図 3（a）、（b）と同一の信号波形であり、G 信号と B 信号の波形である。G 信号と B 信号の分布差が色にじみ 2 0 0 となって現れる。ロースライス回路 3 6 a は G 信号を所定のスライスレベルでロースライスする。また、ロースライス回路 3 6 f も B 信号を同一のスライスレベルでロースライスする。図 6（c）はハイパスフィルタ 3 6 b からの信号波形であり、ハイクリップ回路 3 6 c ではこの信号の上側ピークを所定のクリップレベルでクリップし、下側のピークだけを抽出する。

【 0 0 2 9 】

一方、図 6（d）はハイパスフィルタ 3 6 g からの信号波形であり、ロークリップ回路 3 6 h ではこの信号の下側ピークを所定のクリップレベルでクリップし、上側のピークだ

10

20

30

40

50

けを抽出する。反転回路 36 i は、図 6 (d) に示す信号波形を反転し、乗算回路 36 e はこれら 2 つの信号の乗算を演算する。図 6 (e) は乗算回路 36 e からの信号波形であり、色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 38 に供給される信号波形である。図 6 から明らかなように、本実施形態では G 信号から生成されたハイライトのエッジ部分と、B 信号から生成されたハイライトのエッジ部分との重複部分を色にじみの発生部分として検出している。いわば、G 信号のハイライトエッジと B 信号のハイライトエッジとでサンドイッチされた部分を色にじみ発生部分として検出している。色にじみは G 信号と B 信号の分布差により生じるから、G 信号と B 信号とで色にじみ検出信号を生成することで、より正確に色にじみを抑圧することができる。

【 0 0 3 0 】

10

< 第 4 実施形態 >

図 7 に、本実施形態における色にじみ検出回路 (色収差検出回路) 36 の構成を示す。図 5 に示す色にじみ検出回路 36 に対し、ハイパスフィルタ 36 b、36 g のカットオフ周波数特性が変更され、絶対値回路 (A B S) 回路 36 j、ローパスフィルタ 36 k が付加された構成である。

【 0 0 3 1 】

ハイパスフィルタ 36 b と 36 g はカットオフ周波数が異なり、ハイパスフィルタ 36 g はハイパスフィルタ 36 b よりも一層高周波成分のみを抽出する。ハイパスフィルタ 36 g は B 信号のより急峻な信号部分を抽出することから、ハイパスフィルタ 36 b に比べて「細い」信号を抽出すると云うことができる。絶対値回路 36 j はハイパスフィルタ 36 g で抽出された信号の絶対値を検出するため、高周波信号のうち下側ピークが反転した信号波形が得られる。ローパスフィルタ 36 k は絶対値回路 36 j からの信号波形を滑らかに整形して反転回路 36 i に供給する。

20

【 0 0 3 2 】

図 8 に、本実施形態における色にじみ検出回路 36 の各部の信号波形を示す。図 8 (a)、(b)、(c) は図 6 (a)、(b)、(c) と同一である。図 8 (d) はハイパスフィルタ 36 g からの信号波形である。G 信号のハイライトのエッジよりも狭いエッジを抽出している。絶対値回路 36 j は、この信号の下側ピークを上側ピークに反転させる機能を有する、図では、破線で反転の様子を示す。図 8 (e) はローパスフィルタ 36 k からの信号波形である。絶対値回路 36 j からの信号を滑らかにした波形となる。乗算回路 36 e は、ハイクリップ回路 36 c からの信号と、図 8 (e) の信号の反転信号との乗算を演算して色にじみ検出信号として出力する。

30

【 0 0 3 3 】

本実施形態においても、第 3 実施形態と同様に G 信号のハイライトのエッジと B 信号のハイライトのエッジの重複部分を色にじみ発生部分として検出しているが、本実施形態では B 信号のハイライトのエッジをより正確に検出することができる。

【 0 0 3 4 】

< 第 5 実施形態 >

図 9 に、本実施形態における色にじみ検出回路 (色収差検出回路) 36 の構成を示す。上記の各実施形態では、基本的にハイライトのエッジ部分を色にじみ発生部分として検出しているが、本実施形態では、ハイライトのエッジ部分であって特定の色域のみを色にじみ (色収差) として検出する構成を示す。

40

【 0 0 3 5 】

図 9 において、色にじみ検出回路 36 は、図 2 と同様にロースライス回路 36 a、ハイパスフィルタ 36 b、ハイクリップ回路 36 c を有し、さらに、色差信号生成回路 36 m、演算回路 36 n、36 q、ロークリップ回路 36 p、36 r、乗算回路 36 s、36 e を有する。ロースライス回路 36 a 等は図 2 と同様に G 信号のハイライトのエッジ部分を抽出する。

【 0 0 3 6 】

色差信号生成回路 36 m は、ホワイトバランス調整回路 26 からの R 信号、G 信号、B

50

信号から色差信号 C_R 、 C_B を生成し、演算回路 36 n、36 q に供給する。演算回路 36 n は、 $C_B' = C_B - k \cdot C_R$ の演算を行い、演算結果 C_B' をロークリップ回路 36 p に供給する。ロークリップ回路 36 p は入力信号 C_B' のローレベルをクリップし、 C_B' が正となる信号を出力する。すなわち、 $C_B' > 0$ を満たす信号である。一方、演算回路 36 q は、 $C_R' = C_R - m \cdot C_B$ の演算を行い、演算結果 C_R' をロークリップ回路 36 r に供給する。ロークリップ回路 36 r もロークリップ回路 36 p と同様に入力信号 C_R' のローレベルをクリップし、 C_R' が正となる信号を出力する。すなわち、 $C_R' > 0$ を満たす信号である。ここに、 k 及び m は所定のパラメータである。乗算回路 36 s は、2 つの信号の乗算を演算して乗算回路 36 e に供給する。したがって、乗算回路 36 s からは、 $C_B' > 0$ であり、かつ、 $C_R' > 0$ である信号が出力され、反転回路 36
10
で反転されて乗算回路 36 e に供給される。乗算回路 36 e ではハイクリップ回路 36 c からの信号のうち、上記の条件を満たす信号のみが色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 38 に供給される。

【0037】

図 10 に、本実施形態における色にじみ検出信号として出力される色域を示す。 C_B 及び C_R からなる色差空間において、 $C_B - k \cdot C_R > 0$ で規定される色域と、 $C_R - m \cdot C_B > 0$ で規定される色域との重複領域（図中斜線で示す領域）が色にじみとして抑圧される対象の色域である。図 10 の色域はマゼンタ領域に相当する。パラメータ k 、 m を調整することで当該色域を種々変化させることができる。パラメータ k 、 m は、予めデジタルカメラに用いられる撮影光学系の特性に応じて決定してシステムメモリに格納しておく
20
ことができる。また、撮影光学系の特性を計測し、システムメモリに予め格納されたデフォルトの値を計測値に応じて変更することで自動調整してもよい。さらに、ユーザが操作部 54 を操作することでパラメータ k 、 m の値を手動調整してもよい。この場合、色にじみとして抑圧すべき特定の色域をユーザが選択できることになる。

【0038】

< 第 6 実施形態 >

図 11 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）36 の構成を示す。図 9 に示された色にじみ検出回路 36 に対し、ハイクリップ回路 36 c の後段にローパスフィルタ 36 t 及び乗算回路 36 v が付加されるとともに、ロースライス回路 36 a と並列にハイクリップ回路 36 u が付加された構成である。ハイクリップ回路 36 u 及び乗
30
算回路 36 v は、図 4 に示された第 2 実施形態の構成と同様の機能を有し、ハイライトのエッジで G 信号レベルが十分低下した場合にのみ色にじみ検出信号を生成する。ローパスフィルタ 36 t はハイクリップ回路 36 c からの信号を滑らかにするためのもので、図 4 と同様になくてもよい。

【0039】

< 第 7 実施形態 >

図 12 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）36 の構成を示す。図 9 に示された色にじみ検出回路 36 に対し、ローパスフィルタ 36 w、ロークリップ回路 36 x、反転回路 36 y、36 、及び乗算回路 36 z が付加された構成である。図 9 に示された色にじみ検出回路 36 では、特定の色域を検出対象としているが、本実施形
40
態では、特定の色域であり、かつ、当該色域の幅が所定値以下の細い領域のみを検出対象とする。これは、当該色域の幅が所定値以上と太い、つまり連続して存在する場合には本来的に撮影画像に存在する色域であって偽色ではないとみなせるからであり、これを色にじみ抑圧の対象から除外するためである。

【0040】

乗算回路 36 s からの信号は 2 つに分岐され、一方は乗算回路 36 z に供給され、他方はローパスフィルタ 36 w、ロークリップ回路 36 x 及び反転回路 36 y に供給される。反転回路 36 y からの信号は乗算回路 36 z に供給され、2 つの信号の乗算が演算される。乗算回路 36 z からの信号は反転回路 36 で反転されて乗算回路 36 e に供給される。すなわち、乗算回路 36 s からの信号のうち、ローパスフィルタ 36 w 等で処理された
50

信号成分を含む信号のみが色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路 3 8 に供給されることになる。

【 0 0 4 1 】

図 1 3 に、特定色域信号の幅（細い場合と太い連続した場合）が異なる場合の、ローパスフィルタ 3 6 w、ロークリップ回路 3 6 x、反転回路 3 6 y 及び乗算回路 3 6 z の各部の信号波形を示す。図 1 3 (a) は乗算回路 3 6 s からの信号波形であり、信号幅が細い場合と太い連続した場合とを対比して示す。特定色域をマゼンタとした場合、マゼンタの信号波形とみなすことができる。図 1 3 (b) はローパスフィルタ 3 6 w からの信号波形である。図 1 3 (c) はロークリップ回路 3 6 x のクリップレベルを示す。細い場合にはクリップレベルよりも入力信号レベルは低くなる。また、太く連続した場合にはクリップレベルよりも上の部分がクリップされる。図 1 3 (d) は反転回路 3 6 y からの信号波形を示す。細い場合には一定のレベルとなり（ゼロレベル信号を反転した信号）、太い連続した信号はクリップした信号の反転波形となる。図 1 3 (e) は乗算回路 3 6 z からの信号波形を示す。図 1 3 (a) の信号と図 1 3 (d) の信号の乗算で得られる信号波形である。細い場合にはピークレベル信号が得られるが、太く連続した場合にはレベルの小さい信号となる。図 1 3 (e) に示す信号は反転回路 2 6 で反転されて乗算回路 3 6 e に供給されるから、結果として細い場合には色にじみ検出信号として出力され、太い連続した場合には色にじみ検出信号が出力されず（色にじみを示す値が出力されない）、色にじみ抑圧回路 3 8 で色差信号の抑圧は実行されないことになる。

【 0 0 4 2 】

このように、本実施形態では特定色域信号の信号幅が所定値以下となる場合のみ色にじみを抑圧することで、不必要に色を除去してしまう事態を防止することができる。検出対象とする信号幅は、ロークリップ回路 3 6 x のクリップレベルで増減調整できる。

【 0 0 4 3 】

< 第 8 実施形態 >

図 1 4 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）3 6 の構成を示す。図 1 2 と同様に特定の色域信号のうち信号幅が所定値以下の信号のみを検出する場合である。図 1 2 の色にじみ検出回路 3 6 に対し、ローパスフィルタ 3 6 w をロークリップ回路 3 6 で置き換え、ロークリップ回路 3 6 x をフィルタ 3 6 で置き換えた構成である。ロークリップ回路 3 6 は、乗算回路 3 6 s からの信号のローレベルをクリップし、フィルタ 3 6 に供給する。フィルタ 3 6 はローパスフィルタであり、高周波成分を除去して反転回路 3 6 y に供給する。

【 0 0 4 4 】

図 1 5 に、図 1 4 の各部の信号波形を示す。信号幅が細い場合と太い連続した場合とを対比して示す。図 1 5 (a) はロークリップ回路 3 6 のクリップレベルを示す。クリップレベルよりも下のレベルがクリップされる（切り取られる）。図 1 5 (b) はフィルタ 3 6 からの信号波形であり、細い場合はロークリップ回路 3 6 の処理により残存した信号が除去される。図 1 5 (c) は反転回路 3 6 y からの信号波形であり、図 1 5 (d) は乗算回路 3 6 z からの信号波形、すなわち図 1 5 (a) の信号波形と図 1 5 (c) の信号波形の乗算である。細い場合にはピーク信号が得られるが、太い連続した場合にはレベルの小さい信号となり、太い連続した場合には色にじみ検出信号が出力されず（色にじみを示す値が出力されない）、色にじみ抑圧回路 3 8 で色差信号の抑圧は実行されない。

【 0 0 4 5 】

< 第 9 実施形態 >

図 1 6 に、本実施形態における色にじみ検出回路（色収差検出回路）3 6 の構成を示す。図 1 1 に示す色にじみ検出回路 3 6 における構成を多重化したものである。より特定部には、図 1 1 ではマゼンタの色域を抑圧しているが、本実施形態ではマゼンタの色域とシアンの色域を抑圧する。すなわち、ロースライス回路 3 6 a 1、ハイパスフィルタ 3 6 b 1、ハイクリップ回路 3 6 c 1、ローパスフィルタ 3 6 t 1、ハイクリップ回路 3 6 u 1、色差信号生成回路 3 6 m、演算回路 3 6 n 1、3 6 q 1、ロークリップ回路 3 6 p 1、

36r1、乗算回路36s1、36e1、36v1は図11の構成と同一であり、さらに、ローパスフィルタ36a2、ハイパスフィルタ36b2、ハイクリップ回路36c2、ローパスフィルタ36t2、ロークリップ回路36u2、演算回路36n2、36q2、ロークリップ回路36p2、36r2、乗算回路36s2、36e2、36v2及び最大値回路(MAX)36が付加された構成である。

【0046】

ローパスフィルタ36a2、ハイパスフィルタ36b2、ハイクリップ回路36c2、ローパスフィルタ36t2、ロークリップ回路36u2、ロークリップ回路36p2、36r2、乗算回路36s2、36e2、36v2はそれぞれローパスフィルタ36a1、ハイパスフィルタ36b1、ハイクリップ回路36c1、ローパスフィルタ36t1、ハイクリップ回路36u1、ロークリップ回路36p1、36r1、乗算回路36s1、36e1、36v1と基本的に同一の機能を有する。但し、ロークリップ回路36u2はハイクリップ回路36u1と異なり、G信号のハイレベルをクリップする。その理由は、演算回路36n2等はシアンの色域を特定するが、図17の被写体チャート及びこれを撮影したときのR信号、G信号、B信号のレベル分布から分かるように、シアンはハイライトのエッジ部分における高輝度側に生じるからである。これに対し、マゼンタはハイライトのエッジ部分における低輝度側に生じるからハイクリップ回路36u1ではハイレベルをクリップしている。また、ローパスフィルタ36a2にはG信号ではなくR信号が供給され、R信号のハイライトのエッジ部分を抽出する。G信号ではなくR信号を用いるのは、図17に示されるようにシアンはB信号とR信号の分布差により生じるからであり、R信号のハイライトのエッジ部分に生じるからである。

【0047】

乗算回路36e1は、図11と同様にハイクリップ回路36c1からの信号のうち、 $CB' > 0$ であり、かつ、 $CR' > 0$ である信号が最大値回路36に供給される。一方、演算回路36n2、36q2は、 $CB'' = c \cdot CB - CR$ の演算を行い、演算結果 CB'' をロークリップ回路36p2に供給する。ロークリップ回路36p2は入力信号 CB'' のローレベルをクリップし、 CB'' が正となる信号を出力する。すなわち、 $CB'' > 0$ を満たす信号である。また、演算回路36q2は、 $CR'' = d \cdot CR - CB$ の演算を行い、演算結果 CR'' をロークリップ回路36r2に供給する。ロークリップ回路36r2もロークリップ回路36p2と同様に入力信号 CR'' のローレベルをクリップし、 CR'' が正となる信号を出力する。すなわち、 $CR'' > 0$ を満たす信号である。ここに、c及びdは所定のパラメータである。乗算回路36s2は、2つの信号の乗算を演算して乗算回路36e2に供給する。したがって、乗算回路36s2からは、 $CB'' < 0$ であり、かつ、 $CR'' > 0$ となる信号が出力され、乗算回路36e2ではハイクリップ回路36c2からの信号のうち、上記の条件を満たす信号のみが最大値回路36に供給される。最大値回路36は、いずれ大きい方の信号を選択して色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路38に供給する。

【0048】

図18A及び図18Bに、本実施形態の演算回路36n1、36q1、36n2、36q2で特定される色域を示す。図18Aは演算回路36n1、36q1で特定される色域でありマゼンタに相当する、図18Bは演算回路36n2、36q2で特定される色域でありシアンに相当する。本実施形態では、ハイライトのエッジ部分の低輝度側に生じるマゼンタ、及びハイライトのエッジ部分の高輝度側に生じるシアンのうち、いずれかレベルの大きい方を抑圧することができる。もちろん、最大値回路36を加算回路で置き換えてマゼンタ及びシアンをともに抑圧することもできる。

【0049】

なお、図16の構成において、色差信号生成回路36m、演算回路36n2、36q2、ロークリップ回路36p2、36r2、乗算回路36s2、36e2、36v2、ローパスフィルタ36a2、ハイパスフィルタ36b2、ハイクリップ回路36c2、ローパスフィルタ36t2のみを有し、R信号、G信号、B信号から色差信号CB、CRを生成

するとともに、R信号のハイライトのエッジを検出して、シアンに相当する色にじみを検出する構成とすることもできる。図11においてマゼンタの代わりにシアンを検出する構成に対応するものである。要するに、マゼンタの色にじみのみを検出する構成、シアンの色にじみのみを検出する構成、マゼンタ及びシアンの色にじみを検出する構成のいずれでもよい。

【0050】

<第10実施形態>

図19に、本実施形態におけるデジタルカメラの構成を示す。図1に対し、色抑圧回路38がガンマ補正後ではなくガンマ補正前に配置されている点が異なる。第1実施形態で述べたように、ガンマ補正前で色にじみ（色収差）を抑圧してしまうと、ガンマ補正により色にじみを抑圧した部分がグレー化してしまう問題がある。そこで、本実施形態では、ガンマ補正前で色にじみを抑圧する際に、輝度信号も同時に補正することで、ガンマ補正によるグレー化を抑制する。

【0051】

図19において、色抑圧回路38は、ホワイトバランス調整回路26と色補正回路28との間に配置される。色抑圧回路38は、乗算回路38a、38b、38c、輝度色差信号生成回路38d及びRGB信号生成回路38eを有する。輝度色差信号生成回路38dは、ホワイトバランス調整回路26からのR信号、G信号、B信号から輝度信号Y及び色差信号CB、CRを生成して乗算回路38a、38b、38cに供給する。乗算回路38a、38bは図3における色抑圧回路38の乗算回路38a、38bと同様にそれぞれ色差信号CR、CBと色にじみ検出信号との乗算を演算して色差信号をゼロとする（つまり、R、G、Bのレベルを同一とする）。一方、乗算回路38cは、輝度信号と色にじみ検出信号との乗算を演算することで輝度信号を抑圧する。乗算回路38a、38b、38cはそれぞれ演算結果をRGB信号生成回路38eに供給する。RGB生成回路38eは輝度信号Y及び色差信号CB、CRから再びR信号、G信号、B信号を生成して色補正回路28に供給する。

【0052】

なお、色にじみ検出回路36の構成は図3に示された色にじみ検出回路36と同一である。

【0053】

このように、本実施形態では、色差信号CB、CRを補正して色にじみを抑圧すると同時に、輝度信号Yのレベルも補正するため、その後の補正回路30でガンマ補正された場合でも輝度は大きく増大せずグレー化することがない。

【0054】

図20に本実施形態の比較例を示す。図19と同様にガンマ補正の前に色にじみを抑圧する場合である。但し、色にじみ抑圧回路37は図19における色にじみ抑圧回路38と異なり、乗算回路38cを有しておらず、輝度信号Yを補正しない。この場合、色差信号CB、CRを補正することで色にじみを抑圧することが可能であるが、輝度信号YはそのままなのでR、G、Bのレベル自体はそのまま残存し、その後のガンマ補正でさらにそのレベルが増大するためグレー化してしまうことになる。

【0055】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、他の形態も可能である。例えば、図2の構成では色にじみ検出回路36はハイクリップ回路36cを有しているが、他の回路で置換することも可能である。図21には、他の色にじみ検出回路36の構成を示す。図2の構成に対し、ハイクリップ回路36cをハイクリップ及び反転回路36c'及び演算回路36d'で置換した構成である。ハイクリップ及び反転回路36c'は、ハイパスフィルタ36bからの信号をハイクリップし、さらに所定の変換テーブルを用いてハイクリップした信号を反転して出力する。演算回路36d'は、ハイクリップ及び反転回路36c'からの信号Sに対し、 $1 - S$ の演算を実行して色にじみ検出信号として色にじみ抑圧回路38に供給する。

【 0 0 5 6 】

図 2 2 に、図 2 1 の構成の信号波形を示す。図 3 に対応するものである。図 2 2 (d) はハイクリップ及び反転回路 3 6 c ' からの信号波形である。ハイクリップ及び反転回路 3 6 c ' は、図 2 2 (c) に示すように 2 つのクリップレベルでそれぞれハイクリップ及びロークリップを実行した後、反転する。クリップと反転とを所定の重み関数を用いて同時に実行することも可能である。図 2 3 に、クリップと反転とを同時に実行するための重み関数を示す。図 2 3 において、横軸は入力レベル、縦軸は出力レベルである。入力レベルが負の一定レベルまでは重み「 1 」を出力し、入力レベル 0 までは徐々に出力レベルは小さくなり、入力レベルが 0 のときに出力レベルは 0 となり、入力レベルが正であれば出力レベルは 0 となるような関数である。図 2 3 から、ハイクリップ、ロークリップ及び反転が同時に実行されることが理解されよう。図 2 2 (e) は演算回路 3 6 d ' からの信号波形であり、図 2 2 (d) の信号波形 (この信号を S とする) に対し、 $1 - S$ の信号波形である。図 2 2 (e) の信号が色にじみ抑圧回路 3 8 に供給されて色差信号に含まれる色にじみを抑圧する。すなわち、図 2 2 (e) の信号におけるレベル 0 の部分で色差が除去されて偽色が除去される。図 4、図 5、図 7、図 9、図 1 1、図 1 2、図 1 4、図 1 9 におけるハイクリップ回路 3 6 c、及び図 1 6 におけるハイクリップ回路 3 6 c 1、3 6 c 2 についても同様にハイクリップ及び反転回路 3 6 c ' と演算回路 3 6 d ' に置換することができる。

10

【 0 0 5 7 】

また、図 1 1 の構成では、ハイクリップ回路 3 6 u には G 信号が供給されるものとしたが、図 2 4 に示すように、色差信号生成回路 3 6 m を輝度色差信号生成回路 3 6 m ' に置換し、生成した輝度信号 Y をハイクリップ回路 3 6 u に供給してもよい。ハイクリップ回路 3 6 u は輝度信号 Y をハイクリップして乗算回路 3 6 v に供給する。

20

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施形態について、デジタルカメラを例にとり説明した。しかしながら、本発明はデジタルカメラ等の撮像装置のみに適用されるものではなく、例えばコンピュータにインストールされる画像処理プログラムに組み込むことも可能である。画像処理プログラムに上記の各実施形態で実行される処理をサブルーチンプログラムとして組み込む。一方、被写体画像は入力装置から入力されてメモリに記憶される。コンピュータの CPU は該プログラムを補助記憶装置から主記憶装置にロードし、被写体画像をメモリから読み出し、該プログラムを順次実行することで被写体画像のハイライトのエッジ部分に生じている色にじみ (色収差) を検出し、その部分の色にじみを抑圧して液晶ディスプレイなどの表示装置に表示する。入力画像信号に対して図 3 におけるロースライス処理、ハイパスフィルタ処理、ハイクリップ処理、乗算演算処理等の各処理をコンピュータ上で実行する技術は周知である。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 9 】

【 図 1 】 実施形態におけるデジタルカメラの全体構成図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 3 】 図 2 の構成における処理を示す説明図である。

40

【 図 4 】 第 2 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 5 】 第 3 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 6 】 図 5 の構成における処理を示す説明図である。

【 図 7 】 第 4 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 8 】 図 7 の構成における処理を示す説明図である。

【 図 9 】 第 5 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 1 0 】 図 9 の構成における色域を示す説明図である。

【 図 1 1 】 第 6 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 1 2 】 第 7 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。

【 図 1 3 】 図 1 2 の構成における処理を示す説明図である。

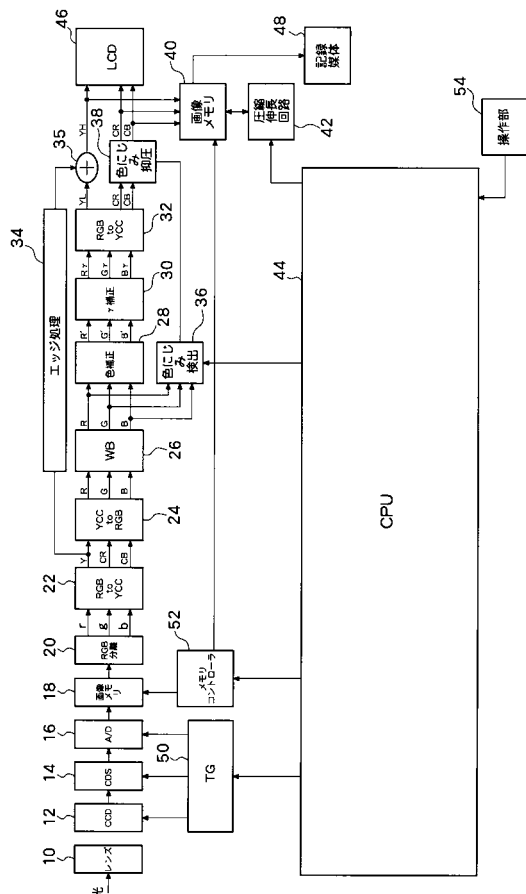
50

- 【図 1 4】第 8 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。
 【図 1 5】図 1 4 の構成における処理を示す説明図である。
 【図 1 6】第 9 実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。
 【図 1 7】ハイライトのエッジにおける色にじみの発生を示す説明図である。
 【図 1 8 A】図 1 6 の構成における色域（マゼンタ）を示す説明図である。
 【図 1 8 B】図 1 6 の構成における色域（シアン）を示す説明図である。
 【図 1 9】第 1 0 実施形態におけるデジタルカメラの全体構成図である。
 【図 2 0】第 1 0 実施形態の比較例を示すデジタルカメラの全体構成図である。
 【図 2 1】さらに他の実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。
 【図 2 2】図 2 1 の構成における処理を示す説明図である。
 【図 2 3】クリップ及び反転回路で用いられる重み関数説明図である。
 【図 2 4】さらに他の実施形態における色にじみ検出回路の構成図である。
 【符号の説明】

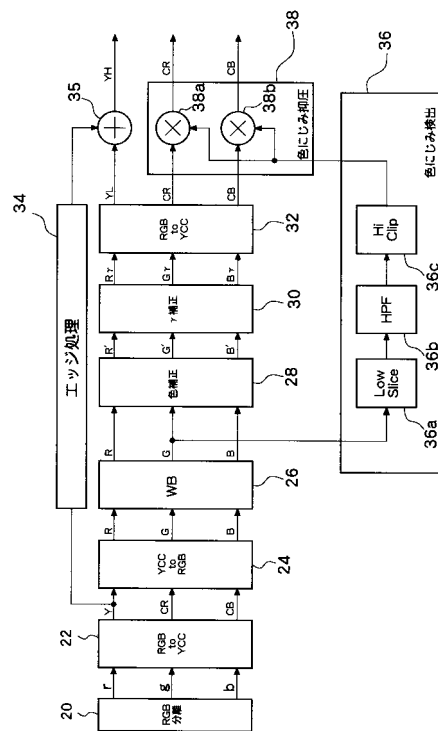
【 0 0 6 0 】

1 0 レンズ、1 2 C C D、1 4 C D S、1 6 A / D、1 8 画像メモリ、2 0 R G B 分離回路、2 2 輝度色差信号生成回路、2 4 R G B 信号生成回路、2 6 ホワイトバランス調整回路、2 8 色補正回路、3 0 補正回路、3 2 輝度色差信号生成回路、3 4 エッジ処理回路、3 5 加算回路、3 6 色にじみ検出回路（色収差検出回路）、3 8 色にじみ抑圧回路（色収差抑圧回路）、4 0 画像メモリ、4 2 圧縮伸長回路、4 4 C P U、4 6 L C D、4 8 記憶媒体、5 0 タイミングジェネレータ、5 2 メモリコントローラ、5 4 操作部。

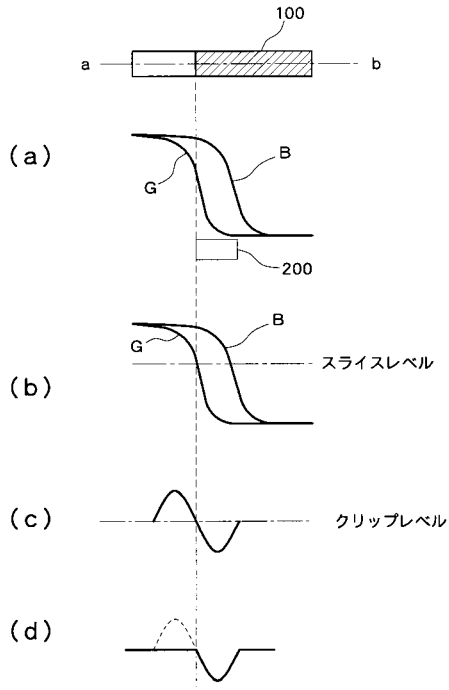
【 図 1 】



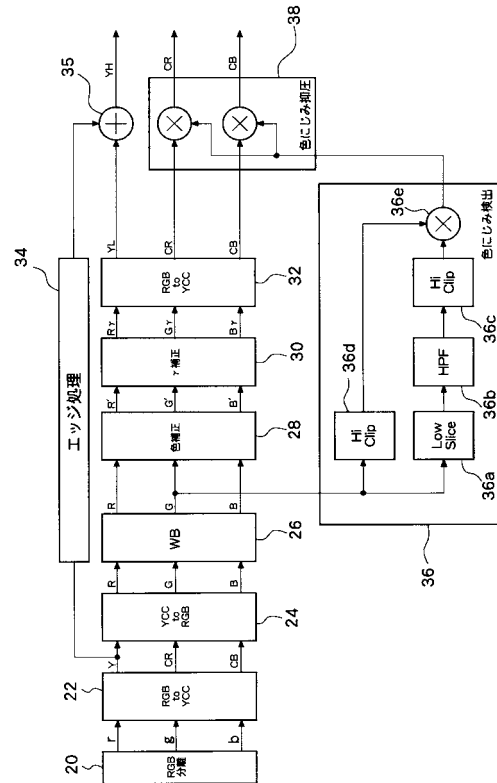
【 図 2 】



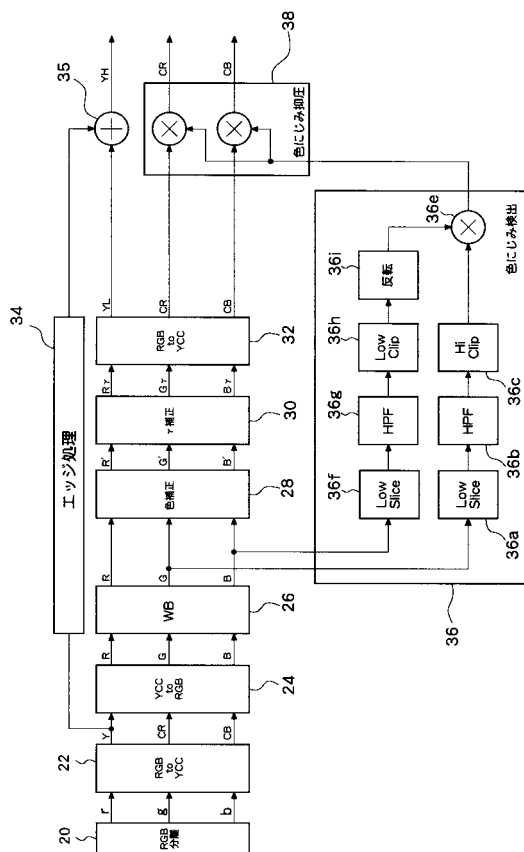
【図 3】



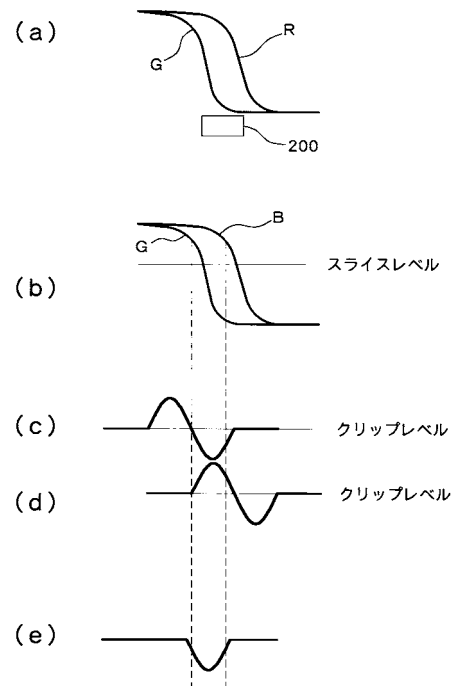
【図 4】



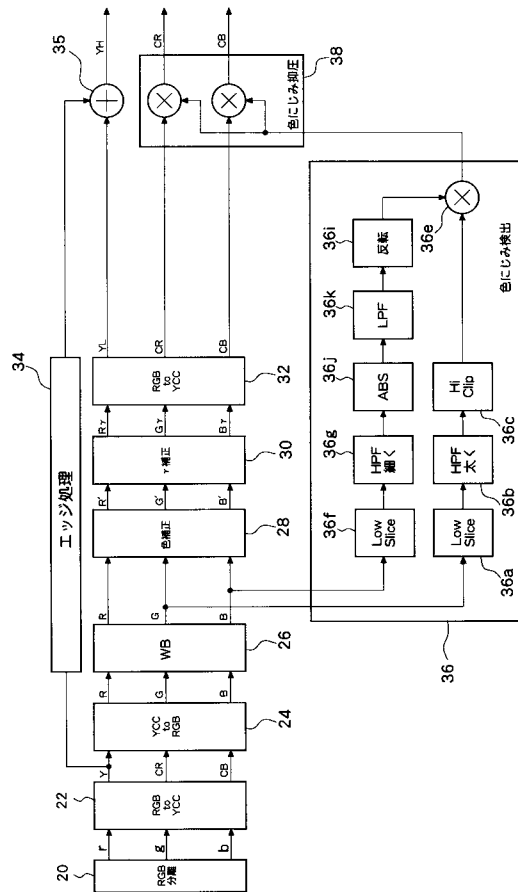
【図 5】



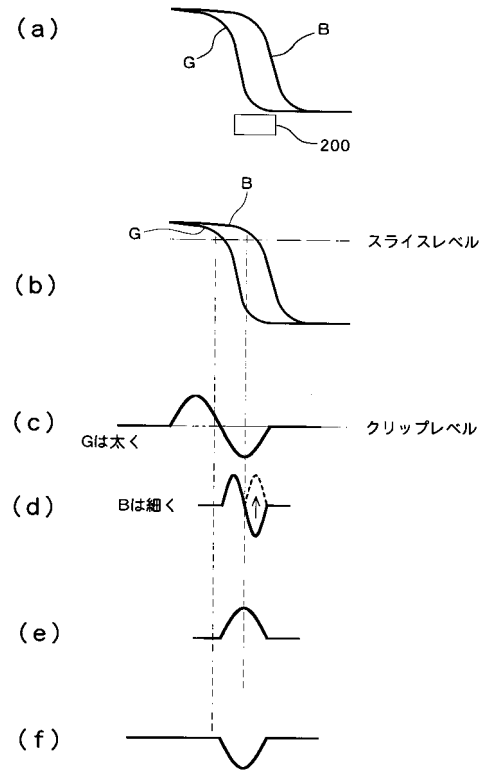
【図 6】



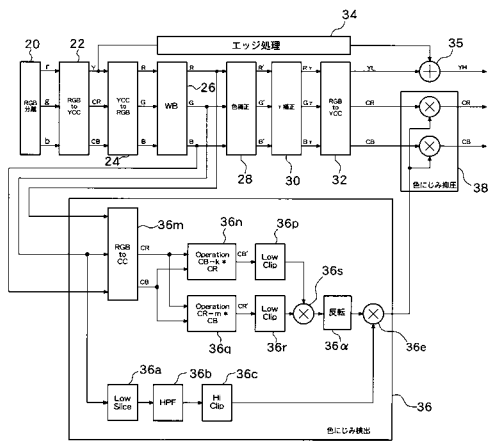
【図 7】



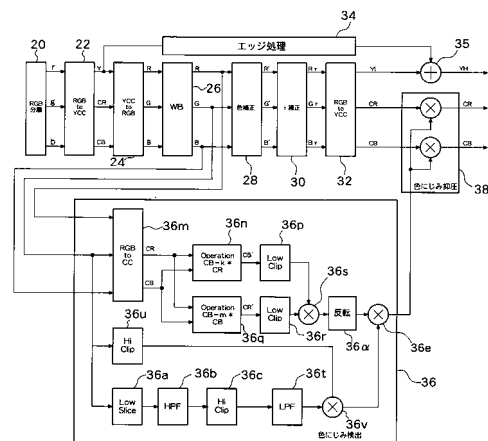
【図 8】



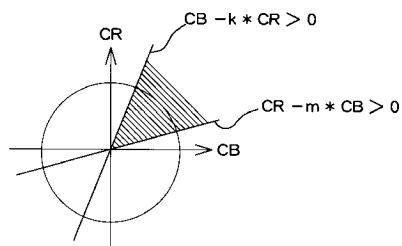
【図 9】



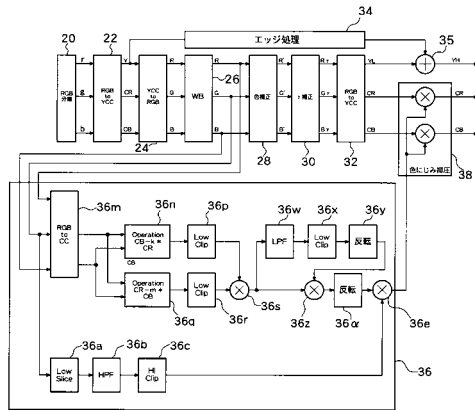
【図 11】



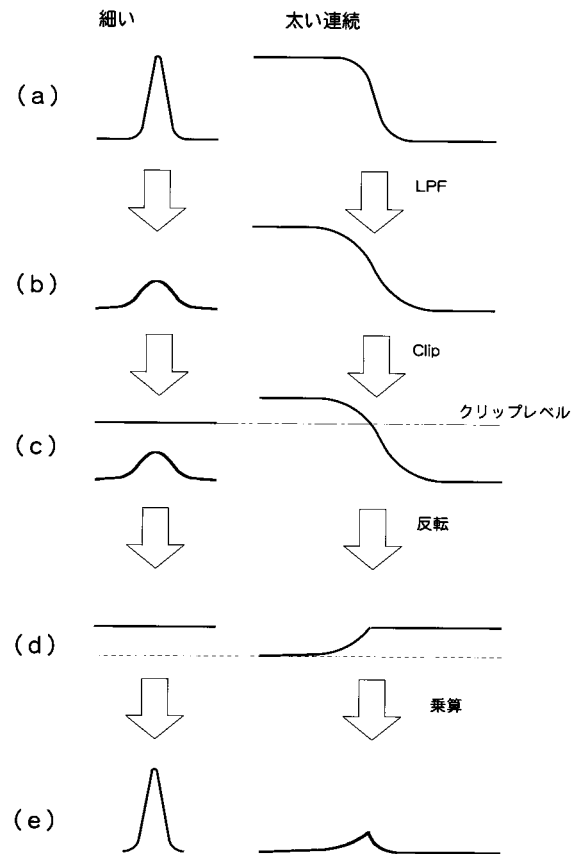
【図 10】



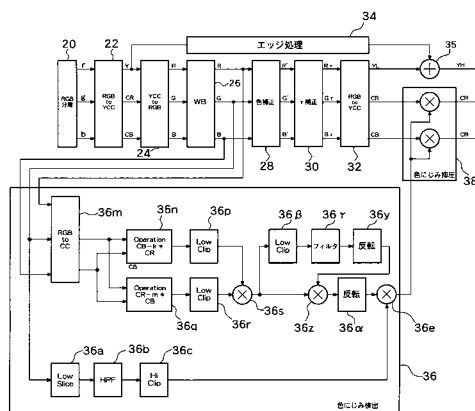
【図 12】



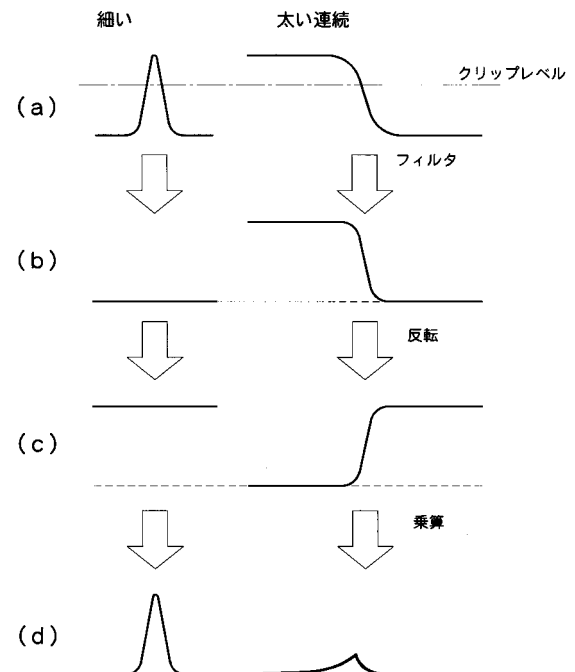
【図 13】



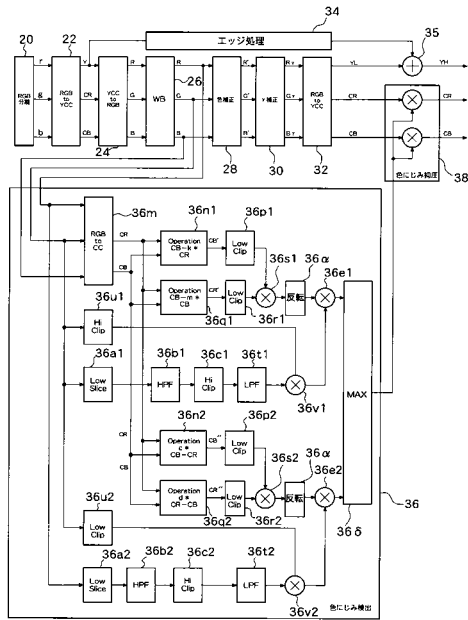
【図 14】



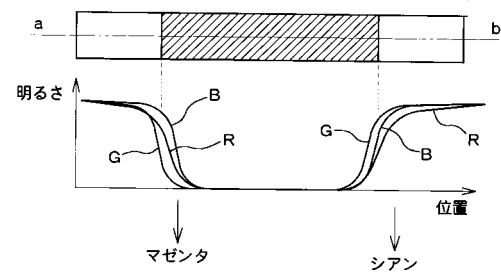
【図 15】



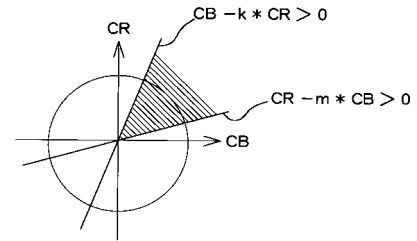
【図 16】



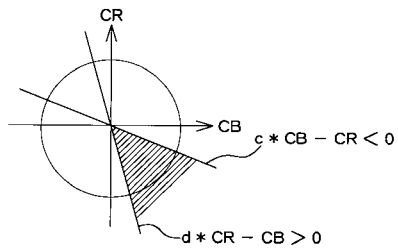
【図 17】



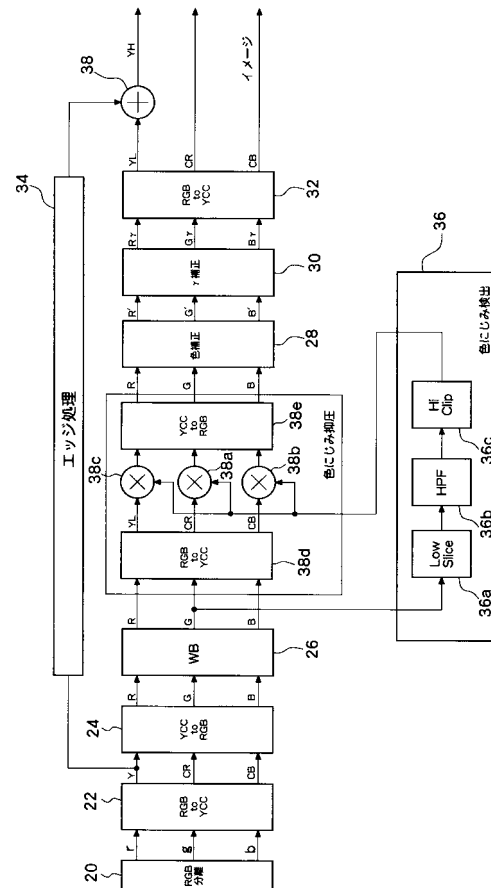
【図 18 A】



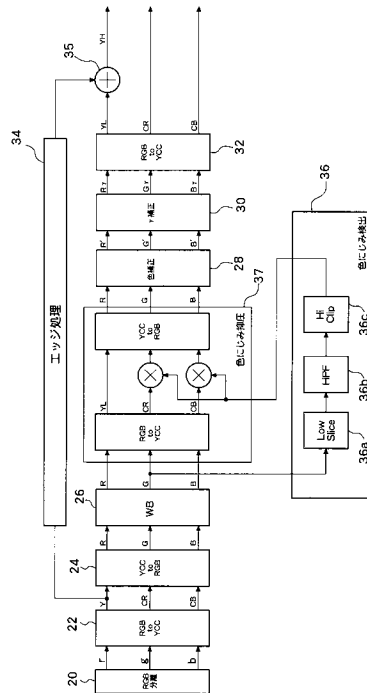
【図 18 B】



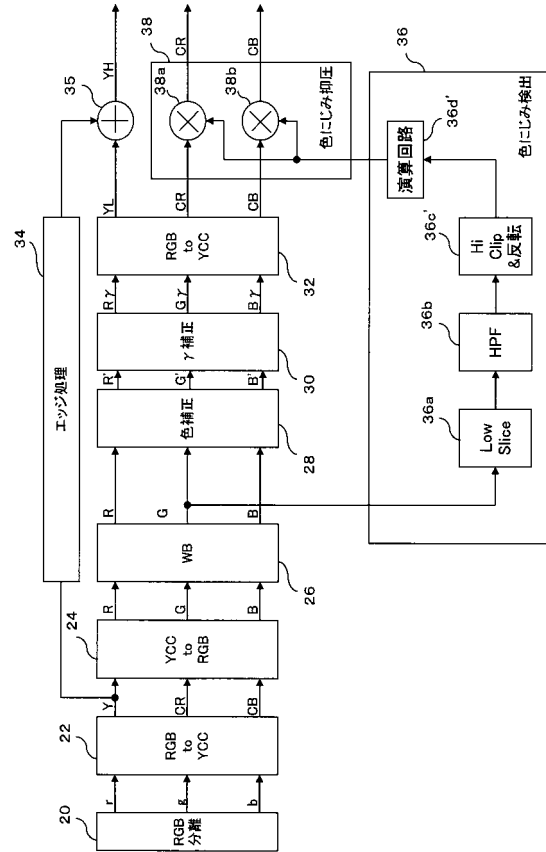
【図 19】



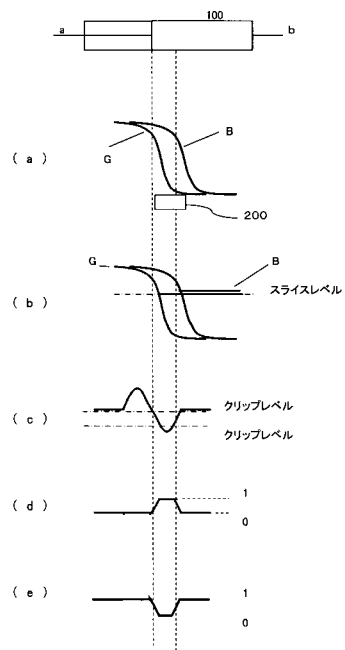
【 図 2 0 】



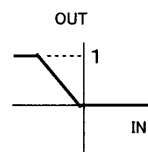
【 図 2 1 】



【 圖 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 三木 隆永

長野県茅野市中大塩 2 3 - 1 1 株式会社コダック デジタル プロダクト センター内

審査官 松永 隆志

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

特開 2 0 0 3 - 2 2 4 8 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 1 / 4 0