

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-188391

(P2011-188391A)

(43) 公開日 平成23年9月22日 (2011.9.22)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>HO4N</b>	<b>1/407</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	1/40	101E	5B057
<b>G06T</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	5/00	100	5C077

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2010-53864 (P2010-53864)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成22年3月10日 (2010.3.10)	(74) 代理人	100082131 弁理士 稲本 義雄
		(74) 代理人	100121131 弁理士 西川 孝
		(72) 発明者	光永 知生 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE11 CE18 DC06 DC23 5C077 LL17 PP15 PP48 PQ19 TT09

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、並びにプログラム

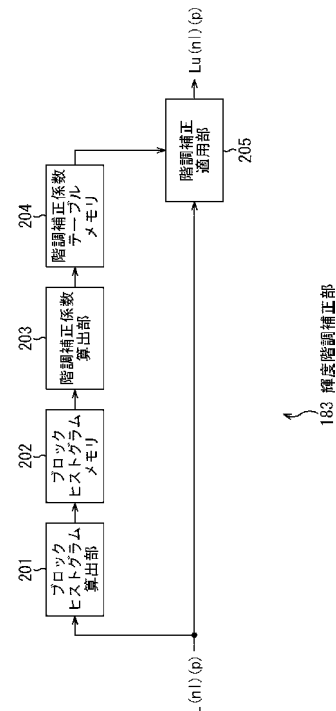
(57) 【要約】

【課題】より少ないメモリ量および演算量で階調補正処理を行う。

【解決手段】ブロックヒストグラム算出部201は、輝度値 $L(n)(p)$ からなる輝度画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムであるブロックヒストグラムを算出する。階調補正係数算出部203は、輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を各ブロックヒストグラムのピン毎に算出する。階調補正適用部205は、輝度画像の注目画素が属するピンの階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において注目画素が属するピンの近傍のピンの階調補正係数に基づいて、注目画素の輝度値の階調補正を行う。本発明は、例えば、デジタルビデオカメラに適用することができる。

【選択図】 図6

図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出するヒストグラム算出手段と、

輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのビン毎に算出する階調補正係数算出手段と、

前記入力画像の注目画素が属する前記ビンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ビンの近傍の前記ビンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行う階調補正手段と

を含む画像処理装置。

10

## 【請求項 2】

前記階調補正係数算出手段は、

前記ビンの輝度値の代表値を当該ビンから見て前記ヒストグラムの頻度数が増える方向に補正した輝度値を参照輝度値として前記ビン毎に算出する参照輝度値算出手段と、

入力輝度値に対して階調補正された出力輝度値を出力する所定の階調補正特性関数における前記参照輝度値に対する前記出力輝度値、および、前記参照輝度値に基づいて、前記階調補正係数を前記ビン毎に算出する係数算出手段と

を含む請求項 1 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 3】

前記参照輝度値算出手段は、当該ビンの頻度値、並びに、空間方向および輝度方向において当該ビンの近傍の前記ビンの頻度値に基づいて、当該ビンにおける輝度値の重心を前記参照輝度値として算出する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 4】

前記参照輝度値算出手段は、前記ヒストグラムの輝度方向の 1 次微係数を算出し、前記 1 次微係数に基づいて、当該ビンの輝度値の代表値を当該ビンから見て前記ヒストグラムの頻度数が増える方向に補正した輝度値を前記参照輝度値として算出する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記参照輝度値算出手段は、

前記ヒストグラムに対する累積ヒストグラム関数および前記累積ヒストグラム関数の逆関数を前記空間ブロック毎に算出し、

輝度値の最小値および最大値、並びに、前記ヒストグラムが極大となる輝度値に対する前記累積ヒストグラム関数上の座標の近傍を通過する単調増加関数を輝度変調関数として前記空間ブロック毎に算出し、

前記輝度変調関数および前記累積ヒストグラム関数の逆関数に基づいて、当該ビンの輝度値の代表値を補正することにより前記参照輝度値を算出する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

30

## 【請求項 6】

前記係数算出手段は、輝度値の最小値および最大値、並びに、前記ヒストグラムの累積度数が所定の値になる輝度値に対して、それぞれ所定の出力輝度値を割り当てた座標を通過する前記階調補正特性関数を前記空間ブロック毎に算出する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

40

## 【請求項 7】

前記階調補正手段は、前記注目画素が属する前記ビン、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ビンの近傍の前記ビンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値および位置における前記階調補正係数を補間し、補間した前記階調補正係数に基づいて前記注目画素の輝度値の階調補正を行う

請求項 1 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 8】

50

入力画像の輝度値の階調補正を行う画像処理装置が、  
前記入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出し、

輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのビン毎に算出し、  
前記入力画像の注目画素が属する前記ビンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ビンの近傍の前記ビンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行う

ステップを含む画像処理方法。

【請求項 9】

入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出し、

輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのビン毎に算出し、  
前記入力画像の注目画素が属する前記ビンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ビンの近傍の前記ビンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行う

ステップを含む処理をコンピュータに実行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、画像処理装置および方法、並びにプログラムに関し、特に、画像の階調補正を行う場合に用いて好適な画像処理装置および方法、並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、画像処理技術の1つとして、テクスチャに代表されるディテール成分を変化させることなく、それ以外の成分の輝度差を圧縮する階調補正処理が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

ここで、図1を参照して、特許文献1の階調補正処理の概要について説明する。

【0004】

輝度域情報算出部11は、入力画像の輝度値 $L(nl)(p)$ のヒストグラムにおける暗輝度側および明輝度側の裾野の輝度値である裾野値を求め、それらの裾野値を輝度域情報として輝度域情報メモリ112に格納する。ブロックヒストグラム算出部13は、入力画像を空間方向および輝度方向に複数のブロックに分割し、各ブロックに属する画素の数（頻度値）を示すブロックヒストグラムをフレーム毎に算出し、ブロックヒストグラムメモリ14に格納する。ブロック積分値算出部15は、上述した入力画像の各ブロックに属する画素の輝度値の積分値（総和）をフレーム毎に算出し、ブロック積分値メモリ16に格納する。

【0005】

加重積和部17は、入力画像の輝度値 $L(nl)(p)$ 、ブロックヒストグラム、およびブロック積分値に基づいて、入力画像の各画素が属する被写体のおおよその明るさを示す大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ を算出する。トーンカーブ算出部18は、輝度域情報および大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ に基づいて、トーンカーブを画素ごとに算出し、トーンカーブメモリ19に格納する。マッピング部20は、トーンカーブに基づいて大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ の階調を圧縮（補正）し、得られた大局輝度値 $Lcl(nl)(p)$ をコントラスト補正部22に供給する。マッピング部21は、トーンカーブに基づいて、入力画像の輝度値 $L(nl)(p)$ の階調を圧縮（補正）し、得られた輝度値 $Lc(nl)(p)$ をコントラスト補正部22に供給する。コントラスト補正部22は、大局輝度値 $Lcl(nl)(p)$ 、輝度値 $Lc(nl)(p)$ 、およびトーンカーブに基づいて、輝度値 $Lc(nl)(p)$ からなる輝度画像のコントラストを補正し、その結果得られた輝度値 $Lu(nl)(p)$ を出力する。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-177558号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1の階調補正処理では、大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ を算出するために、1フレーム分のブロックヒストグラムおよびブロック積分値を保持する必要があるため、必要なメモリ量が大きくなっていった。

【0008】

また、特許文献1の階調補正処理では、各画素の大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ を算出するために、ブロックヒストグラムの加重積和演算、ブロック積分値の加重積和演算、および、それらの結果の除算を行う必要がある。さらに、画素毎に大局輝度値 $Ll(nl)(p)$ に基づいてトーンカーブを算出する必要がある。その結果、演算量が大きくなっていった。

【0009】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、より少ないメモリ量および演算量で階調補正処理を行うことができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一側面の画像処理装置は、入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出するヒストグラム算出手段と、輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのビン毎に算出する階調補正係数算出手段と、前記入力画像の注目画素が属する前記ビンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ビンの近傍の前記ビンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行う階調補正手段とを含む。

【0011】

前記階調補正係数算出手段には、前記ビンの輝度値の代表値を当該ビンから見て前記ヒストグラムの頻度数が増える方向に補正した輝度値を参照輝度値として前記ビン毎に算出する参照輝度値算出手段と、入力輝度値に対して階調補正された出力輝度値を出力する所定の階調補正特性関数における前記参照輝度値に対する前記出力輝度値、および、前記参照輝度値に基づいて、前記階調補正係数を前記ビン毎に算出する係数算出手段とを設けることができる。

【0012】

前記参照輝度値算出手段には、当該ビンの頻度値、並びに、空間方向および輝度方向において当該ビンの近傍の前記ビンの頻度値に基づいて、当該ビンにおける輝度値の重心を前記参照輝度値として算出させることができる。

【0013】

前記参照輝度値算出手段には、前記ヒストグラムの輝度方向の1次微係数を算出させ、前記1次微係数に基づいて、当該ビンの輝度値の代表値を当該ビンから見て前記ヒストグラムの頻度数が増える方向に補正した輝度値を前記参照輝度値として算出させることができる。

【0014】

前記参照輝度値算出手段には、前記ヒストグラムに対する累積ヒストグラム関数および前記累積ヒストグラム関数の逆関数を前記空間ブロック毎に算出させ、輝度値の最小値および最大値、並びに、前記ヒストグラムが極大となる輝度値に対する前記累積ヒストグラム関数上の座標の近傍を通過する単調増加関数を輝度変調関数として前記空間ブロック毎に算出させ、前記輝度変調関数および前記累積ヒストグラム関数の逆関数に基づいて、当該ビンの輝度値の代表値を補正することにより前記参照輝度値を算出させることができる。

【0015】

10

20

30

40

50

前記係数算出手段には、輝度値の最小値および最大値、並びに、前記ヒストグラムの累積度数が所定の値になる輝度値に対して、それぞれ所定の出力輝度値を割り当てた座標を通過する前記階調補正特性関数を前記空間ブロック毎に算出させることができる。

【0016】

前記階調補正手段には、前記注目画素が属する前記ピン、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ピンの近傍の前記ピンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値および位置における前記階調補正係数を補間し、補間した前記階調補正係数に基づいて前記注目画素の輝度値の階調補正を行わせることができる。

【0017】

本発明の一側面の画像処理方法は、入力画像の輝度値の階調補正を行う画像処理装置が、前記入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出し、輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのピン毎に算出し、前記入力画像の注目画素が属する前記ピンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ピンの近傍の前記ピンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行うステップを含む。

10

【0018】

本発明の一側面のプログラムは、入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムを算出し、輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数を前記ヒストグラムのピン毎に算出し、前記入力画像の注目画素が属する前記ピンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ピンの近傍の前記ピンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正を行うステップを含む処理をコンピュータに実行させる。

20

【0019】

本発明の一側面においては、入力画像を空間方向に分割して得られる空間ブロック毎の輝度値のヒストグラムが算出され、輝度値の階調の補正に用いる階調補正係数が前記ヒストグラムのピン毎に算出され、前記入力画像の注目画素が属する前記ピンの前記階調補正係数、および、空間方向および輝度方向において前記注目画素が属する前記ピンの近傍の前記ピンの前記階調補正係数に基づいて、前記注目画素の輝度値の階調補正が行われる。

【発明の効果】

【0020】

本発明の一側面によれば、より少ないメモリ量および演算量で階調補正処理を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】従来の階調補正処理の概要を説明するための図である。

【図2】本発明を適用したデジタルビデオカメラの第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図3】DSPブロックの構成例を示すブロック図である。

【図4】モザイク画像の画素の配列例を示す図である。

【図5】階調補正処理部の構成例を示すブロック図である。

40

【図6】輝度階調補正部の構成例を示すブロック図である。

【図7】ブロックヒストグラム算出部の構成例を示すブロック図である。

【図8】階調補正係数算出部の構成例を示すブロック図である。

【図9】階調補正特性決定部の構成例を示すブロック図である。

【図10】参照輝度値算出部の構成例を示すブロック図である。

【図11】階調補正適用部の構成例を示すブロック図である。

【図12】画像処理を説明するフローチャートである。

【図13】階調補正処理を説明するフローチャートである。

【図14】ブロックヒストグラム算出のための画素処理を説明するフローチャートである。

50

- 【図 1 5】輝度階調補正処理を説明するフローチャートである。
- 【図 1 6】階調補正係数テーブル作成処理を説明するフローチャートである。
- 【図 1 7】階調補正特性関数の例を示すグラフである。
- 【図 1 8】階調補正特性決定処理を説明するフローチャートである。
- 【図 1 9】ブロックヒストグラムおよび累積ヒストグラム関数の例を示すグラフである。
- 【図 2 0】参照輝度値算出処理を説明するフローチャートである。
- 【図 2 1】参照輝度値算出部の第 2 の構成例を示すブロック図である。
- 【図 2 2】参照輝度値算出処理を説明するフローチャートである。
- 【図 2 3】1 次微係数関数の例を示すグラフである。
- 【図 2 4】輝度補正量関数の例を示すグラフである。
- 【図 2 5】参照輝度値算出部の第 3 の構成例を示すブロック図である。
- 【図 2 6】参照輝度値算出処理を説明するフローチャートである。
- 【図 2 7】累積ヒストグラム関数のピーク位置の検出方法を説明するための図である。
- 【図 2 8】輝度変調関数の例を示すグラフである。
- 【図 2 9】参照輝度値の算出方法について説明するための図である。
- 【図 3 0】DSPブロックの第 2 の構成例を示す図である。
- 【図 3 1】階調補正処理部の第 2 の構成例を示す図である。
- 【図 3 2】DSPブロックの第 3 の構成例を示す図である。
- 【図 3 3】階調補正処理部の第 3 の構成例を示す図である。
- 【図 3 4】求められる輝度値の位置について説明する図である。
- 【図 3 5】コンピュータの構成例を示すブロック図である。

10

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

- 1．第 1 の実施の形態（各空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンの輝度値の重心により階調補正係数を算出する例）
- 2．第 2 の実施の形態（各空間ブロックのブロックヒストグラムの 1 次微係数関数を用いて階調補正係数を算出する例）
- 3．第 3 の実施の形態（各空間ブロックの輝度変調関数および累積ヒストグラム関数の逆関数を用いて階調補正係数を算出する例）

30

4．変形例

【0023】

< 1．第 1 の実施の形態 >

[ デジタルビデオカメラの構成例 ]

図 2 は、本発明を適用したデジタルビデオカメラの第 1 の実施の形態を示すブロック図である。デジタルビデオカメラは、レンズ 1 1 1、絞り 1 1 2、画像センサ 1 1 3、相関 2 重サンプリング回路（CDS）1 1 4、A/D（Analog/Digital）コンバータ 1 1 5、DSP（Digital Signal Processor）ブロック 1 1 6、タイミングジェネレータ（TG）1 1 7、LCD（Liquid Crystal Display）ドライバ 1 1 8、LCD 1 1 9、CODEC（Compression/Decompression）1 2 0、メモリ 1 2 1、CPU（Central Processing Unit）1 2 2、入力デバイス 1 2 3、およびバス 1 2 4 から構成される。なお、DSP ブロック 1 1 6 は、信号処理用のプロセッサ（例えば、DSP）と画像データを保持する R A M（Random Access Memory）などのメモリなどにより構成されるブロックであり、プロセッサが所定のプログラムを実行することにより、後述する画像処理を行う。また、以下、DSP ブロック 1 1 6 を、単に DSP 1 1 6 と呼ぶ。

40

【0024】

レンズ 1 1 1 および絞り 1 1 2 などからなる光学系を通過した被写体からの入射光は、まず画像センサ 1 1 3 の撮像面上の各受光素子に到達し、受光素子による光電変換により電気信号に変換される。画像センサ 1 1 3 から出力された電気信号は、相関 2 重サンプリ

50

ング回路 1 1 4 によってノイズが除去され、A/Dコンバータ 1 1 5 によってデジタル化された後、デジタル化された画像データがDSP 1 1 6 内のメモリに一時的に格納される。タイミングジェネレータ 1 1 7 は、一定のフレームレートにより画像データが取り込まれるように、相関 2 重サンプリング回路 1 1 4、A/Dコンバータ 1 1 5、および、DSP 1 1 6 により構成される信号処理系を制御する。すなわち、DSP 1 1 6 には、一定のフレームレートで画像データのストリームが供給される。

【 0 0 2 5 】

なお、画像センサ 1 1 3 は、一般的な CCD (Charge Coupled Device) などの画像センサよりダイナミックレンジが広く、飽和したり、ノイズを発生させたりすることなく、被写体の暗い部分から明るい部分までを撮像することができる。従って、A/Dコンバータ 1 1 5 は、入力される電気信号を、通常のデジタルビデオカメラの階調数 (例えば、10乃至12ビット程度のデータにより表現できる階調数) よりも多い階調数 (例えば、14乃至16ビット程度のデータにより表現できる階調数) の画像データに変換する。

10

【 0 0 2 6 】

DSP 1 1 6 は、画像データのダイナミックレンジが、例えばLCD 1 1 9 が表示可能なダイナミックレンジになるように、後述する画像処理を画像データに施した後、画像処理を施した画像データを、必要に応じて、LCDドライバ 1 1 8 またはCODEC 1 2 0 に供給する。

【 0 0 2 7 】

LCDドライバ 1 1 8 は、DSP 1 1 6 から供給される画像データをアナログの画像信号に変換する。LCDドライバ 1 1 8 は、デジタルビデオカメラのファインダであるLCD 1 1 9 にアナログの画像信号を供給し、画像信号に基づく画像を表示させる。

20

【 0 0 2 8 】

CODEC 1 2 0 は、DSP 1 1 6 から供給される画像データを所定の方式により符号化し、符号化した画像データを、半導体、磁気記録媒体、光磁気記録媒体、光記録媒体などよりなるメモリ 1 2 1 に記録させる。

【 0 0 2 9 】

CPU 1 2 2 は、例えば、ユーザがシャッターボタン等の操作ボタンなどにより構成される入力デバイス 1 2 3 を操作することにより入力された指令などに基づいて、デジタルビデオカメラの全体の処理を制御する。また、DSP 1 1 6、タイミングジェネレータ 1 1 7、CODEC 1 2 0、メモリ 1 2 1、LCD 1 1 9、CPU 1 2 2、および入力デバイス 1 2 3 は、バス 1 2 4 を介して相互に接続されている。

30

【 0 0 3 0 】

[ デジタルカメラのDSPブロックにより実現される機能の構成例 ]

図 3 は、DSP 1 1 6 の内部のプロセッサ (演算ユニット) が、所定のプログラムを実行することにより実現される機能の構成の例を示すブロック図である。DSP 1 1 6 の内部のプロセッサが所定のプログラムを実行することにより、ホワイトバランス処理部 1 5 1、デモザイク処理部 1 5 2、階調補正処理部 1 5 3、ガンマ補正処理部 1 5 4、および Y C 変換処理部 1 5 5 を含む機能が実現される。

【 0 0 3 1 】

ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、A/Dコンバータ 1 1 5 によりA/D変換された、動画像などの画像データであるモザイク画像を取得する。モザイク画像は、R、G、Bのうちのいずれかの色成分に対応するデータが1つの画素に格納され、例えば図 4 に示す、ベイヤー配列と呼ばれる色配列に従って各画素が配置されている画像であり、RAWデータとも呼ばれている。

40

【 0 0 3 2 】

図 4 では、1つの正方形が1つの画素を表しており、正方形内の文字 R、G、B は、それぞれ R の画素、G の画素、および B の画素を示している。そして、G の画素が市松状に配置され、残りの部分に R の画素および B の画素が一行ごとに交互に配置されている。

【 0 0 3 3 】

図 3 の説明に戻り、ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、取得したモザイク画像の各画素

50

の画素値に適切な係数をかけることにより、被写体の無彩色の部分の色バランスが実際に無彩色となるように、モザイク画像のホワイトバランスを調整する。ホワイトバランス処理部 151 は、ホワイトバランスを調整したモザイク画像をデモザイク処理部 152 に供給する。なお、以下、ホワイトバランスが調整されたモザイク画像を  $M_w$  とする。

【0034】

デモザイク処理部 152 は、ホワイトバランス処理部 151 から供給されたモザイク画像  $M_w$  に対して、1つの画素が  $R, G, B$  成分を全て有するようにするデモザイク処理を施す。これにより、 $R, G, B$  の3つの色成分にそれぞれ対応する  $R$  画像、 $G$  画像、 $B$  画像の3つの画像データが生成される。デモザイク処理部 152 は、生成した  $R$  画像、 $G$  画像、 $B$  画像の3つの画像データを階調補正処理部 153 に供給する。

10

【0035】

なお、以下、 $R$  画像、 $G$  画像、 $B$  画像の3つの画像データをまとめて  $RGB$  画像とも称する。また、以下、モザイク画像の画素位置  $p$  における画素値を  $M(p)$  とする。さらに、以下、デモザイク処理が施された画像データの画素位置  $p$  における画素値を  $[R_w(p), G_w(p), B_w(p)]$  とする。ここで、 $R_w(p)$  は  $R$  成分の画素値であり、 $G_w(p)$  は  $G$  成分の画素値であり、 $B_w(p)$  は  $B$  成分の画素値である。

【0036】

階調補正処理部 153 は、 $RGB$  画像に階調補正処理を施し、階調補正処理を施した  $RGB$  画像をガンマ補正処理部 154 に供給する。なお、以下、階調補正処理が施された画像データの画素位置  $p$  における画素値を  $[R_u(p), G_u(p), B_u(p)]$  とする。ここで、 $R_u(p)$  は  $R$  成分の画素値であり、 $G_u(p)$  は  $G$  成分の画素値であり、 $B_u(p)$  は  $B$  成分の画素値である。

20

【0037】

ガンマ補正処理部 154 は、階調変換された  $RGB$  画像にガンマ補正を施す。ガンマ補正処理部 154 は、ガンマ補正を施した  $RGB$  画像を  $YC$  変換処理部 155 に供給する。なお、以下、ガンマ補正が施された画像データの画素位置  $p$  における画素値を  $[R_u(p), G_u(p), B_u(p)]$  とする。ここで、 $R_u(p)$  は  $R$  成分の画素値であり、 $G_u(p)$  は  $G$  成分の画素値であり、 $B_u(p)$  は  $B$  成分の画素値である。

【0038】

$YC$  変換処理部 155 は、ガンマ補正が施された  $RGB$  画像に対して、 $YC$  マトリックス処理およびクロマ成分に対する帯域制限を行うことにより、輝度成分 ( $Y$  成分) により構成される  $Y$  画像、および、色差成分 ( $C_b$  または  $C_r$  成分) により構成される  $C$  画像を生成する。 $YC$  変換処理部 155 は、生成した  $Y$  画像および  $C$  画像を、必要に応じて、 $LCD$  ドライバ 118 または  $CODEC$  120 に供給する。なお、以下、 $YC$  変換処理部 155 から出力される画像データの画素位置  $p$  における画素値を  $[Y(p), C(p)]$  とする。ここで、 $Y(p)$  は  $Y$  画像における輝度成分の値であり、 $C(p)$  は  $C$  画像における色差成分の値である。また、以下、 $C$  画像の  $C_b$  成分を  $C_b(p)$  と称し、 $C$  画像の  $C_r$  成分を  $C_r(p)$  と称する。

30

【0039】

[階調補正処理部の機能の構成例]

図5は、階調補正処理部 153 の機能の構成例を示すブロック図である。階調補正処理部 153 は、輝度算出部 181、非線形変換部 182、輝度階調補正部 183、非線形変換部 184 - 1 乃至非線形変換部 184 - 3、階調補正部 185 - 1 乃至階調補正部 185 - 3、および非線形逆変換部 186 - 1 乃至非線形逆変換部 186 - 3 から構成される。

40

【0040】

輝度算出部 181 は、デモザイク処理部 152 から供給された  $RGB$  画像の画素値  $R_w(p), G_w(p), B_w(p)$  から、その画素位置に対応する輝度成分の値 (輝度値  $L(p)$ ) を算出し、非線形変換部 182 に供給する。非線形変換部 182 は、輝度算出部 181 からの輝度値  $L(p)$  を非線形変換し、その結果として得られた輝度値  $L(nl)(p)$  およびその画素位置  $p$  を、輝度階調補正部 183 および階調補正部 185 - 1 乃至階調補正部 185 - 3 に供給する

50



。

## 【 0 0 4 1 】

輝度階調補正部 1 8 3 は、非線形変換部 1 8 2 からの輝度値 $L(nl)(p)$ の階調を圧縮することで、輝度値 $L(nl)(p)$ の階調補正を行い、階調補正により得られた輝度値 $Lu(nl)(p)$ を階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 に供給する。

## 【 0 0 4 2 】

非線形変換部 1 8 4 - 1 乃至非線形変換部 1 8 4 - 3 のそれぞれは、デモザイク処理部 1 5 2 から供給された RGB 画像の画素値 $Rw(p)$ 、 $Gw(p)$ 、および $Bw(p)$ のそれぞれを非線形変換する。また、非線形変換部 1 8 4 - 1 乃至非線形変換部 1 8 4 - 3 のそれぞれは、非線形変換により得られた画素値 $R(nl)(p)$ 、 $G(nl)(p)$ 、および $B(nl)(p)$ のそれぞれを、階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 に供給する。なお、以下、非線形変換部 1 8 4 - 1 乃至非線形変換部 1 8 4 - 3 のそれぞれを個々に区別する必要のない場合、単に非線形変換部 1 8 4 と称する。

10

## 【 0 0 4 3 】

階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 のそれぞれは、非線形変換部 1 8 2 からの輝度値 $L(nl)(p)$ と、輝度階調補正部 1 8 3 からの輝度値 $Lu(nl)(p)$ とを用いて、非線形変換部 1 8 4 - 1 乃至非線形変換部 1 8 4 - 3 からの画素値 $R(nl)(p)$ 、 $G(nl)(p)$ 、および $B(nl)(p)$ のそれぞれを階調補正する。階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 のそれぞれは、階調補正により得られた画素値 $Ru(nl)(p)$ 、 $Gu(nl)(p)$ 、および $Bu(nl)(p)$ のそれぞれを、非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 のそれぞれに供給する。

20

## 【 0 0 4 4 】

非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 のそれぞれは、階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 からの画素値 $Ru(nl)(p)$ 、 $Gu(nl)(p)$ 、および $Bu(nl)(p)$ のそれぞれに、非線形変換部 1 8 4 による非線形変換の逆変換となる非線形逆変換を施す。非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 のそれぞれは、非線形逆変換により得られた画素値 $Ru(p)$ 、 $Gu(p)$ 、および $Bu(p)$ のそれぞれを、ガンマ補正処理部 1 5 4 に供給する。

## 【 0 0 4 5 】

なお、以下、階調補正部 1 8 5 - 1 乃至階調補正部 1 8 5 - 3 のそれぞれを個々に区別する必要のない場合、単に階調補正部 1 8 5 と称する。また、以下、非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 のそれぞれを個々に区別する必要のない場合、単に非線形逆変換部 1 8 6 と称する。

30

## 【 0 0 4 6 】

[ 輝度階調補正部の機能の構成例 ]

図 6 は、図 5 の輝度階調補正部 1 8 3 の機能の構成の例を示すブロック図である。輝度階調補正部 1 8 3 は、ブロックヒストグラム算出部 2 0 1、ブロックヒストグラムメモリ 2 0 2、階調補正係数算出部 2 0 3、階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4、および、階調補正適用部 2 0 5 から構成される。

## 【 0 0 4 7 】

ブロックヒストグラム算出部 2 0 1 は、非線形変換部 1 8 2 から供給された輝度値 $L(nl)(p)$ からなる 1 フレーム分の輝度画像を縦 H 個 × 横 W 個の空間ブロックに分割する。そして、ブロックヒストグラム算出部 2 0 1 は、輝度画像が取り得る輝度値の最小値から最大値までの輝度範囲を D 個のビン（輝度範囲）に分割し、各ビンに属する画素の数（頻度値）を空間ブロック毎にカウントする。これにより、D 個のビンを有する輝度値のヒストグラムであるブロックヒストグラムが、空間ブロックごとに算出される。ブロックヒストグラム算出部 2 0 1 は、算出したブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 に格納する。

40

## 【 0 0 4 8 】

階調補正係数算出部 2 0 3 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒス

50

トグラムメモリ 202 から読み込み、ブロックヒストグラムに基づいて、輝度値  $L(nl)(p)$  の階調補正に用いる階調補正係数を、各ブロックヒストグラムのピン毎に算出する。階調補正係数算出部 203 は、各ブロックヒストグラムの各ピンに対する階調補正係数の一覧である階調補正係数テーブルを階調補正係数テーブルメモリ 204 に格納する。

【0049】

階調補正適用部 205 は、階調補正係数テーブルを階調補正係数テーブルメモリ 204 から読み込み、階調補正係数テーブルに示される階調補正係数に基づいて、非線形変換部 182 から供給された輝度値  $L(nl)(p)$  の階調を補正する。階調補正適用部 205 は、階調補正により得られた輝度値  $Lu(nl)(p)$  を階調補正部 185 に供給する。

【0050】

なお、以下、処理の対象となっている画素、例えば、輝度階調補正部 183 に供給された輝度値  $L(nl)(p)$  の画素を、注目画素とも称する。

【0051】

[ ブロックヒストグラム算出部の機能の構成例 ]

図 7 は、図 6 のブロックヒストグラム算出部 201 の機能の構成例を示すブロック図である。ブロックヒストグラム算出部 201 は、ピン選択部 221、および、カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N から構成される。

【0052】

ピン選択部 221 は、非線形変換部 182 から供給された注目画素の位置  $p$  から、注目画素が属する空間ブロックを特定する。また、ピン選択部 221 は、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  から、特定した空間ブロックのブロックヒストグラムにおいて注目画素が属するピンを特定する。カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N ( $N = H \times W \times D$ ) は、各ブロックヒストグラムの各ピンに対して 1 つずつ設けられている。そして、ピン選択部 221 は、各ピンに対応するカウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のうち、特定したピンに対応するカウンタの値を 1 だけ増加させる。

【0053】

カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のそれぞれは、対応するブロックヒストグラムのピンに属する画素の頻度値を保持する。すなわち、カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のそれぞれは、対応する空間ブロック内の画素のうち、輝度が対応する輝度範囲内である画素の数を保持する。そして、カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のそれぞれは、ピン選択部 221 の指示に応じて保持している値をインクリメントする。また、カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のそれぞれは、1 フレーム分の輝度画像の画素のカウンタが終了すると、保持している値を、各ブロックヒストグラムの各ピンの頻度値としてブロックヒストグラムメモリ 202 に格納する。なお、以下、カウンタ 222 - 1 乃至カウンタ 222 - N のそれぞれを個々に区別する必要のない場合、単にカウンタ 222 と称する。

【0054】

[ 階調補正係数算出部の機能の構成例 ]

図 8 は、図 6 の階調補正係数算出部 203 の機能の構成例を示すブロック図である。階調補正係数算出部 203 は、階調補正特性決定部 241、階調補正特性メモリ 242、参照輝度値算出部 243、および係数算出部 244 から構成される。

【0055】

階調補正特性決定部 241 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 202 から読み込む。そして、階調補正特性決定部 241 は、輝度値の階調補正に用いる階調補正特性関数を算出するためのスプライン制御点を、ブロックヒストグラムに基づいて空間ブロック毎に設定する。なお、階調補正特性関数は、図 17 を参照して後述するように、階調補正の特性を規定する関数であり、入力輝度値に対して階調補正された出力輝度値を出力する。階調補正特性決定部 241 は、設定した空間ブロック毎のスプライン制御点を階調補正特性メモリ 242 に格納する。

【0056】

10

20

30

40

50

参照輝度値算出部 2 4 3 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込む。そして、参照輝度値算出部 2 4 3 は、階調補正特性関数を参照するための参照輝度値を、各空間ブロックのブロックヒストグラムのピン毎に算出し、係数算出部 2 4 4 に供給する。

【 0 0 5 7 】

係数算出部 2 4 4 は、各空間ブロックのスプライン制御点を階調補正特性メモリ 2 4 2 から読み込み、読み込んだスプライン制御点に基づいて、各空間ブロックの階調補正特性関数を算出する。そして、係数算出部 2 4 4 は、各空間ブロックの階調補正特性関数および参照輝度値に基づいて、各空間ブロックのブロックヒストグラムのピン毎に階調補正係数を算出する。係数算出部 2 4 4 は、算出した階調補正係数の一覧である階調補正係数テーブルを階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納する。

10

【 0 0 5 8 】

[ 階調補正特性決定部の機能の構成例 ]

図 9 は、図 8 の階調補正特性決定部 2 4 1 の機能の構成例を示すブロック図である。階調補正特性決定部 2 4 1 は、累積ヒストグラム算出部 2 6 1、明部裾野レベル算出部 2 6 2、中間レベル算出部 2 6 3、暗部裾野レベル算出部 2 6 4、およびスプライン制御点設定部 2 6 5 から構成される。

【 0 0 5 9 】

累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込み、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数を算出する。累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、算出した累積ヒストグラム関数を明部裾野レベル算出部 2 6 2、中間レベル算出部 2 6 3、および、暗部裾野レベル算出部 2 6 4 に供給する。

20

【 0 0 6 0 】

明部裾野レベル算出部 2 6 2 は、累積ヒストグラム関数に基づいて、各空間ブロックのブロックヒストグラムの明輝度側の裾野の輝度値である明部裾野レベルを算出する。明部裾野レベル算出部 2 6 2 は、算出した明部裾野レベルをスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。

【 0 0 6 1 】

中間レベル算出部 2 6 3 は、累積ヒストグラム関数に基づいて、各空間ブロックのブロックヒストグラムの中央値に対する輝度値である中間レベルを算出する。中間レベル算出部 2 6 3 は、算出した中間レベルをスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。

30

【 0 0 6 2 】

暗部裾野レベル算出部 2 6 4 は、累積ヒストグラム関数に基づいて、各空間ブロックのブロックヒストグラムの暗輝度側の裾野の輝度値である暗部裾野レベルを算出する。暗部裾野レベル算出部 2 6 4 は、算出した暗部裾野レベルをスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。

【 0 0 6 3 】

スプライン制御点設定部 2 6 5 は、明部裾野レベル、中間レベル、および暗部裾野レベルに基づいて、各空間ブロックの階調補正特性関数の算出に用いるスプライン制御点を設定し、階調補正特性メモリ 2 4 2 に格納する。

40

【 0 0 6 4 】

[ 参照輝度値算出部の機能の構成例 ]

図 10 は、図 8 の参照輝度値算出部 2 4 3 の機能の構成例を示すブロック図である。参照輝度値算出部 2 4 3 は、重心算出部 2 8 1 から構成される。

【 0 0 6 5 】

重心算出部 2 8 1 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込む。重心算出部 2 8 1 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンにおける輝度値の重心を、各ピンに対する参照輝度値  $Lg(nI)(p)$  として算出し、係数算出部 2 4 4 に供給する。

50

## 【 0 0 6 6 】

[ 階調補正適用部の機能の構成例 ]

図 1 1 は、図 6 の階調補正適用部 2 0 5 の機能の構成例を示すブロック図である。階調補正適用部 2 0 5 は、係数補間部 3 0 1、および係数適用部 3 0 2 から構成される。

## 【 0 0 6 7 】

係数補間部 3 0 1 は、階調補正係数テーブルを階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 から読み込む。係数補間部 3 0 1 は、非線形変換部 1 8 2 から供給された注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  および位置  $p$  における階調補正係数を補間処理により算出し、係数適用部 3 0 2 に供給する。

## 【 0 0 6 8 】

係数適用部 3 0 2 は、非線形変換部 1 8 2 から供給された輝度値  $L(nl)(p)$  に対して、係数補間部 3 0 1 により算出された階調補正係数を適用し、階調補正された輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出する。係数適用部 3 0 2 は、算出した輝度値  $Lu(nl)(p)$  を階調補正部 1 8 5 に供給する。

10

## 【 0 0 6 9 】

[ デジタルカメラのDSPブロックの画像処理の説明 ]

次に、図 1 2 のフローチャートを参照して、DSP 1 1 6 により実行される画像処理について説明する。なお、この処理は、例えば、図 2 のデジタルビデオカメラによる撮影が開始され、A/Dコンバータ 1 1 5 からDSP 1 1 6 への画像データ（モザイク画像）のストリームの供給が開始されたときに開始される。また、DSP 1 1 6 に供給された画像データは、

20

## 【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 1 において、ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、モザイク画像を読み込む。具体的には、ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、DSP 1 1 6 の図示せぬ内部のメモリに格納されている先頭のフレームのモザイク画像を読み込む。

## 【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 2 において、ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、取得したモザイク画像のホワイトバランスを調整し、デモザイク処理部 1 5 2 に供給する。

## 【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 3 において、デモザイク処理部 1 5 2 は、デモザイク処理を行う。すなわち、デモザイク処理部 1 5 2 は、ホワイトバランス処理部 1 5 1 からのモザイク画像にデモザイク処理を施して R G B 画像を生成する。

30

## 【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 4 において、階調補正処理部 1 5 3 は、階調補正処理を行い、デモザイク処理部 1 5 2 からの R G B 画像の階調を補正する。そして、階調補正処理部 1 5 3 は、階調の補正された R G B 画像をガンマ補正処理部 1 5 4 に供給する。なお、階調補正処理の詳細は後述する。

## 【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 5 において、ガンマ補正処理部 1 5 4 は、階調補正処理部 1 5 3 からの R G B 画像にガンマ補正を施して Y C 変換処理部 1 5 5 に供給する。

40

## 【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 6 において、Y C 変換処理部 1 5 5 は、Y C 変換処理を行う。例えば、Y C 変換処理部 1 5 5 は、ガンマ補正処理部 1 5 4 からの R G B 画像に対して Y C マトリックス処理およびクロマ成分に対する帯域制限を行うことにより、R G B 画像から Y 画像および C 画像を生成する。そして、ステップ S 1 7 において、Y C 変換処理部 1 5 5 は、Y 画像および C 画像を出力する。例えば、Y C 変換処理部 1 5 5 は、必要に応じて Y 画像および C 画像を LCD ドライバ 1 1 8 または CODEC 1 2 0 に出力する。

## 【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 8 において、ホワイトバランス処理部 1 5 1 は、後続するフレームが存在するか否かを判定する。例えば、DSP 1 1 6 の図示せぬ内部のメモリに後続するフレーム

50

のモザイク画像が蓄積されている場合、後続フレームが存在すると判定される。

【0077】

ステップS18において、後続するフレームが存在すると判定された場合、処理はステップS11に戻り、処理対象となる次のフレームのモザイク画像が読み込まれる。これに対して、ステップS18において、後続するフレームが存在しないと判定された場合、画像処理は終了する。

【0078】

[階調補正処理の説明]

次に、図13のフローチャートを参照して、図12のステップS14の処理に対応する階調補正処理について説明する。

【0079】

ステップS41において、階調補正適用部205の係数補間部301(図11)は、階調補正係数テーブルメモリ204から階調補正係数テーブルを読み込む。なお、階調補正係数テーブルの詳細については後述する。

【0080】

ステップS42において、階調補正処理部153は、デモザイク処理部152から、RGB画像の注目画素の画素値および画素位置を読み込む。すなわち、階調補正処理部153は、RGB画像のまだ処理していない画素の中から1つを注目画素に選択する。そして、階調補正処理部153の輝度算出部181、および非線形変換部184-1乃至非線形変換部184-3は、選択した注目画素のR成分の画素値 $R_w(p)$ 、G成分の画素値 $G_w(p)$ 、およびB成分の画素値 $B_w(p)$ 、およびその画素位置 $p$ を、デモザイク処理部152から読み込む。

【0081】

ステップS43において、輝度算出部181は、読み込んだ画素値に基づいて、注目画素の輝度値 $L(p)$ を算出し、非線形変換部182に供給する。例えば、輝度算出部181は、読み込んだ画素値 $R_w(p)$ 乃至画素値 $B_w(p)$ に所定の係数を乗算して線形和を求めて輝度値としたり、画素値 $R_w(p)$ 乃至画素値 $B_w(p)$ のうちの最大値を輝度値としたりする。

【0082】

ステップS44において、非線形変換部182は、輝度算出部181からの輝度値 $L(p)$ を非線形変換する。例えば、非線形変換部182は、1より小さい指数によるべき乗特性や対数特性など、上に凸の単調増加特性を有する関数を用いて輝度値 $L(p)$ を非線形変換する。非線形変換部182は、変換により得られた輝度値 $L(nl)(p)$ および画素位置 $p$ を、ブロックヒストグラム算出部201のピン選択部221(図7)、並びに、階調補正適用部205の係数補間部301および係数適用部302(図11)に供給する。

【0083】

ステップS45において、ブロックヒストグラム算出部201は、ブロックヒストグラム算出のための画素処理を行う。なお、ブロックヒストグラム算出のための画素処理については後述するが、この処理により、各空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンに属する画素の数がカウントされる。

【0084】

ステップS46において、輝度階調補正部183は、輝度階調補正処理を行う。なお、輝度階調補正処理の詳細は後述するが、この処理により、注目画素の輝度値 $L(nl)(p)$ の階調が補正された輝度値 $L_u(nl)(p)$ が算出され、階調補正部85に供給される。

【0085】

ステップS47において、非線形変換部184は、注目画素の画素値を非線形変換し、階調補正部185に供給する。すなわち、非線形変換部184-1乃至非線形変換部184-3は、RGB画像の画素値 $R_w(p)$ 、 $G_w(p)$ 、および $B_w(p)$ のそれぞれに対して、ステップS44の処理においてなされる非線形変換と同じ非線形変換を行う。

【0086】

ステップS48において、階調補正部185-1乃至階調補正部185-3は、非線形

10

20

30

40

50

変換部 1 8 2 からの輝度値 $L(nl)(p)$ と、輝度階調補正部 1 8 3 からの輝度値 $Lu(nl)(p)$ とを用いて、非線形変換部 1 8 4 からの画素値を階調補正する。そして、階調補正部 1 8 5 は、階調補正された画素値を、非線形逆変換部 1 8 6 に供給する。

【 0 0 8 7 】

例えば、階調補正部 1 8 5 は、輝度値 $L(nl)(p)$ と、階調補正された輝度値 $Lu(nl)(p)$ との比を各色の成分の画素値に乗算する。より具体的には、例えば、階調補正部 1 8 5 - 1 は、次式 ( 1 ) を計算することにより、階調補正された画素値 $Ru(nl)(p)$ を求める。

【 0 0 8 8 】

【 数 1 】

$$Ru(nl)(p) = \left( \frac{R(nl)(p)}{L(nl)(p)} \right) \cdot Lu(nl)(p) \quad \dots (1)$$

10

【 0 0 8 9 】

式 ( 1 ) では、階調補正前後の輝度値の比率、つまり階調補正された輝度値 $Lu(nl)(p)$ を階調補正前の輝度値 $L(nl)(p)$ で除算した値が、非線形変換された画素値 $R(nl)(p)$ に対して乗算されている。階調補正部 1 8 5 - 2 および階調補正部 1 8 5 - 3 においても、上述した式 ( 1 ) と同様の計算が行われ、画素値が階調補正される。

【 0 0 9 0 】

なお、非線形変換部 1 8 2 および非線形変換部 1 8 4 において行われる非線形変換が対数特性である場合には、式 ( 2 ) に示す計算を行うことにより、画素値が階調補正されてもよい。

20

【 0 0 9 1 】

【 数 2 】

$$Ru(nl)(p) = (R(nl)(p) - L(nl)(p)) + Lu(nl)(p) \quad \dots (2)$$

【 0 0 9 2 】

式 ( 2 ) では、階調補正された輝度値 $Lu(nl)(p)$ と、階調補正前の輝度値 $L(nl)(p)$ との差分値が、画素値 $R(nl)(p)$ に加算されて、階調補正された画素値 $Ru(nl)(p)$ とされている。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 4 9 において、非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 は、階調補正部 1 8 5 からの画素値に、非線形変換部 1 8 4 による非線形変換の逆変換となる非線形逆変換を施す。

30

【 0 0 9 4 】

ステップ S 5 0 において、非線形逆変換部 1 8 6 - 1 乃至非線形逆変換部 1 8 6 - 3 は、非線形逆変換により得られた画素値 $Ru(p)$ 、 $Gu(p)$ 、および $Bu(p)$ を、ガンマ補正処理部 1 5 4 に出力する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 5 1 において、階調補正処理部 1 5 3 は、処理対象となっているフレームの RGB 画像上の全ての画素を処理したか否かを判定する。ステップ S 5 1 において、まだ全ての画素を処理していないと判定された場合、処理はステップ S 4 2 に戻り、上述した処理が繰り返される。

40

【 0 0 9 6 】

一方、ステップ S 5 1 において、全ての画素が処理されたと判定された場合、処理はステップ S 5 2 に進む。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 5 2 において、階調補正係数算出部 2 0 3 ( 図 6 ) は、階調補正係数テーブル作成処理を実行する。なお、階調補正係数テーブル作成処理の詳細については後述するが、この処理により、階調補正係数テーブルが作成され、階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納される。

50

## 【 0 0 9 8 】

その後、階調補正処理は終了し、処理は図 1 2 のステップ S 1 5 に進む。

## 【 0 0 9 9 】

このように、階調補正処理においては、1 フレーム分の輝度画像に基づいて、階調補正係数テーブルが作成され、階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納される。そして、輝度階調補正部 1 8 3 では、現在処理しているフレームよりも時間的に1つ前のフレームから作成された階調補正係数テーブルを用いて階調補正処理が行われる。従って、処理対象の画像が動画画像であっても、画像の全画素を2回スキャンすることなく、少ない演算量および少ないワーキングメモリで、大きいオペレータサイズの階調補正処理を行うことができる。

10

## 【 0 1 0 0 】

[ ブロックヒストグラム算出のための画素処理の説明 ]

次に、図 1 4 のフローチャートを参照して、図 1 3 のステップ S 4 5 の処理に対応するブロックヒストグラム算出のための画素処理について説明する。

## 【 0 1 0 1 】

ステップ S 1 0 1 において、ピン選択部 2 2 1 ( 図 7 ) は、注目画素が属するピンを特定する。具体的には、ピン選択部 2 2 1 は、注目画素の位置  $p$  から、注目画素が属する空間ブロックを特定する。さらに、ピン選択部 2 2 1 は、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  から、注目画素が属する空間ブロックのブロックヒストグラムにおいて、注目画素が属するピンを特定する。

20

## 【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 0 2 において、ピン選択部 2 2 1 は、特定したピンに対応するカウンタ 2 2 2 の値を1つインクリメントする。

## 【 0 1 0 3 】

その後、ブロックヒストグラム算出のための画素処理は終了し、処理は図 1 3 のステップ S 4 6 に進む。

## 【 0 1 0 4 】

このように、輝度値  $L(nl)(p)$  からなる輝度画像の各画素を空間方向および輝度方向に分類して、その数をカウントすることにより、空間ブロック毎のブロックヒストグラムが生成される。

30

## 【 0 1 0 5 】

[ 輝度階調補正処理の説明 ]

次に、図 1 5 のフローチャートを参照して、図 1 3 のステップ S 4 6 の輝度階調補正処理について説明する。

## 【 0 1 0 6 】

ステップ S 1 2 1 において、係数補間部 3 0 1 ( 図 1 1 ) は、注目画素が属するピンおよび近傍のピンに対する階調補正係数を読み込む。例えば、係数補間部 3 0 1 は、注目画素が属する空間ブロックのブロックヒストグラムのピン、および、注目画素が属する空間ブロックから所定の範囲内の空間ブロックのブロックヒストグラムのピンのうち、注目画素が属するピンから所定の輝度の範囲内のピンを近傍ピンとして選択する。すなわち、係数補間部 3 0 1 は、空間方向および輝度方向の両方において注目画素が属するピンからの距離が所定の範囲内のピンを近傍ピンに選択する。そして、係数補間部 3 0 1 は、階調補正係数テーブルの中から、注目画素が属するピンおよび近傍ピンに対する階調補正係数を読み込む。

40

## 【 0 1 0 7 】

ステップ S 1 2 2 において、係数補間部 3 0 1 は、補間処理により注目画素に対する階調補正係数を算出する。すなわち、係数補間部 3 0 1 は、注目画素が属するピンと近傍ピンに対する階調補正係数に基づいて、適切な補間処理により空間方向および輝度方向の階調補正係数の補間を行い、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  および位置  $p$  における階調補正係数を補間する。このとき、例えば、線形補間や3次スプライン補間など、等間隔データの補

50

間に用いられる補間処理が行われる。係数補間部 301 は、算出した階調補正係数を係数適用部 302 に供給する。

【0108】

ステップ S123 において、係数適用部 302 は、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  に、係数補間部 301 により算出された階調補正係数を適用する。例えば、係数適用部 302 は、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  に、係数補間部 301 により算出された階調補正係数を乗じることにより、階調補正された輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出する。あるいは、非線形変換部 182 において行われる非線形変換が対数特性である場合、係数適用部 302 は、注目画素の輝度値  $L(nl)(p)$  に、係数補間部 301 により算出された階調補正係数を加算することにより、階調補正された輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出する。

10

【0109】

ステップ S124 において、係数適用部 302 は、階調補正後の輝度値  $Lu(nl)(p)$  を図 5 の階調補正部 185 に出力する。

【0110】

その後、輝度階調補正処理は終了し、処理は図 13 のステップ S47 に進む。

【0111】

[階調補正係数テーブル作成処理の説明]

次に、図 16 のフローチャートを参照して、図 13 のステップ S52 の階調補正係数テーブル作成処理について説明する。

【0112】

ステップ S141 において、階調補正係数算出部 203 (図 8) は、注目空間ブロックを選択する。すなわち、階調補正係数算出部 203 は、まだ階調補正係数の算出を行っていない空間ブロックのうちの 1 つを注目空間ブロックに選択する。

20

【0113】

ステップ S142 において、階調補正特性決定部 241 は、階調補正特性決定処理を行う。なお、階調補正特性決定処理の詳細は後述するが、この処理により、例えば、図 17 に示される階調補正特性関数 351 のスプライン制御点 P1 乃至 P5 が設定される。なお、図 17 の横軸は入力輝度を示し、縦軸は出力輝度を示している。

【0114】

ステップ S143 において、参照輝度値算出部 243 は、注目ピンを選択する。すなわち、参照輝度値算出部 243 は、注目空間ブロックのブロックヒストグラムのパインのうち、まだ階調補正係数を算出していないパインの 1 つを注目ピンに選択する。

30

【0115】

ステップ S144 において、参照輝度値算出部 243 は、参照輝度値算出処理を行う。なお、参照輝度値算出処理の詳細は後述するが、この処理により、注目ピンに対する階調補正係数を算出するために、階調補正特性関数を参照するとき用いられる参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  が算出され、係数算出部 244 に供給される。

【0116】

ステップ S145 において、係数算出部 244 は、階調補正特性関数の参照結果を算出する。具体的には、係数算出部 244 は、注目ピンに対する階調補正特性関数のスプライン制御点 P1 乃至 P5 (図 17) を、階調補正特性メモリ 242 から読み込む。係数算出部 244 は、例えば、3 次スプライン補間などの所定の補間処理により、スプライン制御点 P1 乃至 P5 を通る階調補正特性関数を算出する。そして、係数算出部 244 は、参照輝度値算出部 243 により算出された参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  を入力輝度値として階調補正特性関数に与えたときの出力輝度値を、階調補正特性関数の参照結果として算出する。

40

【0117】

ステップ S146 において、係数算出部 244 は、階調補正係数を算出する。例えば、係数算出部 244 は、階調補正特性関数の参照結果と参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  の比率 (参照結果 ÷ 参照輝度値  $Lg(nl)(p)$ ) を、注目ピンに対する階調補正係数として算出する。あるいは、非線形変換部 182 において行われる非線形変換が対数特性である場合、係数算出

50



部 2 4 4 は、階調補正特性関数の参照結果と参照輝度値  $Lg(nI)(p)$  の差分を、注目ピンに対する階調補正係数として算出する。

【 0 1 1 8 】

ステップ S 1 4 7 において、係数算出部 2 4 4 は、階調補正係数をメモリに格納する。すなわち、係数算出部 2 4 4 は、算出した階調補正係数を、注目ピンの空間方向および輝度方向の位置と対応付けて階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納する。

【 0 1 1 9 】

ステップ S 1 4 8 において、参照輝度値算出部 2 4 3 は、注目空間ブロックのブロックヒストグラム全てのピンについて処理したか否かを判定する。参照輝度値算出部 2 4 3 は、まだ階調補正係数を算出していないピンが残っている場合、まだ注目空間ブロックのブロックヒストグラム全てのピンについて処理していないと判定し、処理はステップ S 1 4 3 に戻る。

10

【 0 1 2 0 】

その後、ステップ S 1 4 8 において、注目空間ブロックのブロックヒストグラム全てのピンについて処理したと判定されるまで、ステップ S 1 4 3 乃至 S 1 4 8 の処理が繰り返し実行される。これにより、注目空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンに対する階調補正係数が算出され、階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納される。

【 0 1 2 1 】

一方、ステップ S 1 4 8 において、注目空間ブロックのブロックヒストグラム全てのピンについて処理したと判定された場合、処理はステップ S 1 4 9 に進む。

20

【 0 1 2 2 】

ステップ S 1 4 9 において、階調補正係数算出部 2 0 3 は、全ての空間ブロックについて処理したか否かを判定する。階調補正係数算出部 2 0 3 は、まだ階調補正係数を算出していない空間ブロックが残っている場合、まだ全ての空間ブロックについて処理していないと判定し、処理はステップ S 1 4 1 に戻る。

【 0 1 2 3 】

その後、ステップ S 1 4 9 において、全ての空間ブロックについて処理したと判定されるまで、ステップ S 1 4 1 乃至 S 1 4 9 の処理が繰り返し実行される。これにより、各空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンに対する階調補正係数が算出され、各ブロックヒストグラムの各ピンと階調補正係数を対応づけた階調補正係数テーブルが、階調補正係数テーブルメモリ 2 0 4 に格納される。

30

【 0 1 2 4 】

一方、ステップ S 1 4 9 において、全ての空間ブロックについて処理したと判定された場合、階調補正係数テーブル作成処理は終了し、処理は図 1 2 のステップ S 1 5 に進む。

【 0 1 2 5 】

[ 階調補正特性決定処理の説明 ]

次に、図 1 8 のフローチャートを参照して、図 1 6 のステップ S 1 4 2 の階調補正特性決定処理について説明する。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 1 6 1 において、累積ヒストグラム算出部 2 6 1 ( 図 9 ) は、注目空間ブロックの累積ヒストグラム関数を算出する。具体的には、累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、注目空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込む。そして、累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、読み込んだブロックヒストグラムの各ピンの頻度数を、輝度の小さい方から順に加算していくことにより、累積ヒストグラム関数を算出する。累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、算出した累積ヒストグラム関数を明部裾野レベル算出部 2 6 2、中間レベル算出部 2 6 3、および暗部裾野レベル算出部 2 6 4 に供給する。

40

【 0 1 2 7 】

図 1 9 は、累積ヒストグラム関数の具体例を示している。図 1 9 の横軸は輝度を示し、縦軸は頻度数または累積度数を示している。そして、複数の棒グラフにより示されるプロ

50

ックヒストグラム 3 6 1 に対する累積ヒストグラム関数 3 6 2 が示されている。

【 0 1 2 8 】

まず、輝度方向の値が輝度画像の輝度値の最小値（以下、最小レベルとも称する）と等しく、累積度数方向の値が 0 となる点が、累積ヒストグラム関数 3 6 2 の始点となる。そして、ビン毎に、輝度方向の値が各ビンの輝度範囲の最大値となり、累積度数方向の値が、輝度範囲が最小のビンから当該ビンまでの頻度数の累積値（累積度数）となる点が設定される。従って、輝度方向の値が輝度画像の輝度値の最大値（以下、最大レベルとも称する）と等しく、累積度数方向の値が空間ブロック内の画素数と等しくなる（100%レベルとなる）点が、累積ヒストグラム関数 3 6 2 の終点となる。そして、始点とビン毎に設定された点を順に結ぶことにより、累積ヒストグラム関数 3 6 2 が生成される。

10

【 0 1 2 9 】

ステップ S 1 6 2 において、明部裾野レベル算出部 2 6 2、中間レベル算出部 2 6 3、および暗部裾野レベル算出部 2 6 4 は、それぞれ明部裾野レベル、中間レベル、および暗部裾野レベルを算出する。具体的には、明部裾野レベル算出部 2 6 2 は、例えば、累積ヒストグラム関数の累積度数が空間ブロック内の画素数の 95% となる輝度値を算出し、算出した輝度値を明部裾野レベルとしてスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。また、中間レベル算出部 2 6 3 は、例えば、累積ヒストグラム関数の累積度数が空間ブロック内の画素数の 50% となる輝度値を算出し、算出した輝度値を中間レベルとしてスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。さらに、暗部裾野レベル算出部 2 6 4 は、例えば、累積ヒストグラム関数の累積度数が空間ブロック内の画素数の 5% となる輝度値を算出し、算出した輝度値を暗部裾野レベルとしてスプライン制御点設定部 2 6 5 に供給する。

20

【 0 1 3 0 】

ステップ S 1 6 3 において、スプライン制御点設定部 2 6 5 は、階調補正特性関数のスプライン制御点を設定する。ここで、図 1 7 を参照して、スプライン制御点の設定方法の例について説明する。

【 0 1 3 1 】

上述したように、図 1 7 では、スプライン制御点 P 1 乃至 P 5 の 5 つのスプライン制御点が設定されている。スプライン制御点 P 1 は、入力輝度方向の値が輝度画像の輝度値の最小値（最小レベル）となり、出力輝度方向の値が階調変換後の輝度画像の輝度値の最小値（以下、既定最小レベルとも称する）となる点である。スプライン制御点 P 2 は、入力輝度方向の値が、暗部裾野レベル算出部 2 6 4 により算出される暗部裾野レベルとなり、出力輝度方向の値が予め設定されている既定暗部裾野レベルとなる点である。スプライン制御点 P 3 は、入力輝度方向の値が、中間レベル算出部 2 6 3 により算出される中間レベルとなり、出力輝度方向の値が予め設定されている既定中間レベルとなる点である。スプライン制御点 P 4 は、入力輝度方向の値が、明部裾野レベル算出部 2 6 2 により算出される明部裾野レベルとなり、出力輝度方向の値が予め設定されている既定明部裾野レベルとなる点である。スプライン制御点 P 5 は、入力輝度方向の値が輝度画像の輝度値の最大値（最大レベル）となり、出力輝度方向の値が階調変換後の輝度画像の輝度値の最大値（以下、既定最大レベルとも称する）となる点である。

30

【 0 1 3 2 】

なお、既定最小レベル、既定暗部裾野レベル、既定中間レベル、既定明部裾野レベル、および既定最大レベルは、最小レベル、暗部裾野レベル、中間レベル、明部裾野レベル、および、最大レベルの 5 つの輝度レベルを、階調補正後にどの輝度レベルに割り当てるかという観点で予め設定されている値である。

40

【 0 1 3 3 】

ステップ S 1 6 4 において、スプライン制御点設定部 2 6 5 は、スプライン制御点をメモリに格納する。すなわち、スプライン制御点設定部 2 6 5 は、設定した注目空間ブロックのスプライン制御点 P 1 乃至 P 5 の座標を階調補正特性メモリ 2 4 2 に格納する。

【 0 1 3 4 】

その後、階調補正特性決定処理は終了し、処理は図 1 6 のステップ S 1 4 3 に進む。

50

## 【 0 1 3 5 】

## [ 参照輝度値算出処理の説明 ]

次に、図 20 のフローチャートを参照して、図 16 のステップ S 1 4 4 の参照輝度値算出処理の詳細について説明する。

## 【 0 1 3 6 】

ステップ S 1 8 1 において、重心算出部 2 8 1 ( 図 1 0 ) は、注目ピンおよび近傍のピンの頻度値を読み込む。具体的には、重心算出部 2 8 1 は、例えば、注目空間ブロックのブロックヒストグラムの中の注目ピン以外のピン、および、注目空間ブロックから所定の範囲内の空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピンを、注目ピンの近傍のピン ( 以下、近傍ピンと称する ) として選択する。すなわち、係数補間部 3 0 1 は、注目空間ブロックおよびその近傍の空間ブロックのブロックヒストグラムの各ピン ( ただし、注目ピンを除く ) を近傍ピンとして選択する。そして、係数補間部 3 0 1 は、注目ピンおよび近傍ピンの頻度値をブロックヒストグラムメモリ 1 0 2 から読み込む。

10

## 【 0 1 3 7 】

ステップ S 1 8 2 において、重心算出部 2 8 1 は、注目ピンにおける輝度値の重心を算出する。具体的には、重心算出部 2 8 1 は、注目ピンにおける輝度値の重心として、注目ピンおよび近傍ピンの輝度値の代表値、並びに、注目ピンおよび近傍ピンの頻度値に基づいて、注目ピンおよび近傍ピンに属する画素の輝度値の加重平均を算出する。

## 【 0 1 3 8 】

なお、注目ピンおよび近傍ピンの輝度値の代表値として、例えば、各ピンの輝度範囲の中央値が用いられる。また、加重平均の算出に用いる重みは、注目ピンからの空間方向の距離が近いピン、および、注目ピンからの輝度方向の距離が近いピンに対してより大きくなるように設定することが望ましい。

20

## 【 0 1 3 9 】

ステップ S 1 8 3 において、重心算出部 2 8 1 は、算出した重心を注目ピンの参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  として係数算出部 2 4 4 に出力する。

## 【 0 1 4 0 】

その後、参照輝度値算出処理は終了し、処理は図 16 のステップ S 1 4 5 に進む。

## 【 0 1 4 1 】

## [ 第 1 の実施の形態の効果など ]

注目ピンの参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  を注目ピンにおける輝度値の重心とすることで、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  は、注目ピンの輝度値の代表値を、注目ピンから見て注目空間ブロックのブロックヒストグラムの頻度値が増える方向に補正した値となる。従って、ブロックヒストグラムの各ピンの参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  は、各ピンの輝度値の代表値と比較して、ブロックヒストグラムの山に対応する輝度レベルに近づく。その結果、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  は、上述した特許文献 1 の大局輝度値  $Ll(nl)(p)$  と同様の特性を持つようになる。従って、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  と階調補正特性関数に基づいて階調補正係数を決定する演算は、特許文献 1 の大局輝度値にトーンカーブを適用する演算に相当し、特許文献 1 と同等の階調圧縮効果を奏することができる。すなわち、テクスチャに代表されるディテール成分を変化させることなく、それ以外の成分の輝度差を圧縮することができる。

40

## 【 0 1 4 2 】

また、本発明の第 1 の実施の形態では、各ブロックヒストグラムのピン毎に階調補正係数を算出し、ピン毎の階調補正係数から各画素の階調補正係数を補間演算により求め、各画素に適用するだけで各画素の輝度値の階調補正を行うことができる。従って、特許文献 1 の階調補正処理で必要とされる画素毎の大局輝度値およびトーンカーブの算出処理が不要となる。また、特許文献 1 の階調補正処理では、大局輝度値を算出するために 2 回の補間演算と 1 回の除算が必要であるのに対し、本発明の第 1 の実施の形態では、各画素の階調補正係数を求める際に補間演算が 1 回必要となるだけである。従って、本発明の第 1 の実施の形態によれば、特許文献 1 の階調補正処理と比較して、演算量を小さくすることができ、その結果、階調補正処理を行う回路やソフトウェアの規模を縮小することができる。

50

。

## 【 0 1 4 3 】

さらに、本発明の第 1 の実施の形態では、各画素の輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出するために、ブロックヒストグラムおよびスプライン制御点を空間ブロック毎に保持し、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  および階調補正係数を各ブロックヒストグラムのピン毎に保持しておけばよい。これに対して、特許文献 1 の階調補正処理では、各画素の輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出するために、ブロックヒストグラムおよびブロック積分値を空間ブロック毎に保持し、トーンカーブを画素毎に保持する必要がある。従って、本発明の第 1 の実施の形態によれば、特許文献 1 の階調補正処理と比較して、必要なメモリ量を小さくすることができる。

## 【 0 1 4 4 】

また、本発明の第 1 の実施の形態では、各画素の輝度値  $Lu(nl)(p)$  を算出するために、ステップ S 4 1 において階調補正係数テーブルを読み込むだけでよい。これに対して、特許文献 1 の階調補正処理では、各画素の大局輝度値  $Li(nl)(p)$  を算出するために、当該画素に対応するブロックおよびその近傍のブロックのブロックヒストグラムとブロック積分値を同時に読み込む必要がある。従って、本発明の第 1 の実施の形態によれば、特許文献 1 の階調補正処理と比較し、メモリにアクセスする回数を減らすことができ、処理時間を短縮することができる。

## 【 0 1 4 5 】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

## [ 第 2 の実施の形態の概要 ]

次に、図 2 1 乃至図 2 4 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

## 【 0 1 4 6 】

本発明の第 2 の実施の形態は、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  の算出方法を変えることにより、演算量の削減を可能にするものである。

## 【 0 1 4 7 】

[ 参照輝度値算出部の構成例 ]

本発明を適用したデジタルビデオカメラの第 2 の実施の形態では、図 1 0 の参照輝度値算出部 2 4 3 の代わりに、図 2 1 の参照輝度値算出部 2 4 3 が設けられる。なお、図 2 1 において、図 1 0 と対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

## 【 0 1 4 8 】

図 2 1 の参照輝度値算出部 2 4 3 は、1 次微係数算出部 4 0 1、輝度補正量算出部 4 0 2、および輝度補正部 4 0 3 から構成される。

## 【 0 1 4 9 】

1 次微係数算出部 4 0 1 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込み、各ブロックヒストグラムの 1 次微係数関数を算出し、輝度補正量算出部 4 0 2 に供給する。

## 【 0 1 5 0 】

輝度補正量算出部 4 0 2 は、各ブロックヒストグラムの 1 次微係数関数に基づいて、輝度補正量関数を空間ブロック毎に算出し、輝度補正部 4 0 3 に供給する。

## 【 0 1 5 1 】

輝度補正部 4 0 3 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込む。そして、輝度補正部 4 0 3 は、輝度補正量関数に基づいて、各ブロックヒストグラムの各ピンの輝度値の代表値を補正することにより、各ピンに対する参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  を算出し、係数算出部 2 4 4 に供給する。

## 【 0 1 5 2 】

[ 参照輝度値算出処理の説明 ]

次に、図 2 2 のフローチャートを参照して、参照輝度値算出部 2 4 3 が図 2 1 に示す構成とされる場合における参照輝度値算出処理について説明する。なお、この参照輝度値算出処理は、図 1 6 のステップ S 1 4 4 の処理に対応する。

10

20

30

40

50

## 【0153】

ステップS201において、1次微係数算出部401は、注目空間ブロックの輝度補正量関数が未算出であるか否かを判定する。注目空間ブロックの輝度補正量関数が未算出であると判定された場合、処理はステップS202に進む。

## 【0154】

ステップS202において、1次微係数算出部401は、注目空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ202から読み込む。

## 【0155】

ステップS203において、1次微係数算出部401は、注目空間ブロックのブロックヒストグラムの1次微係数関数を算出する。例えば、1次微係数算出部401は、Sobelオペレータ([ -1 0 1 ])などの離散的な微分オペレータを用いて、離散データである注目空間ブロックのブロックヒストグラムに対して1次微分演算を行うことにより、1次微係数関数を算出する。1次微係数算出部401は、算出した1次微係数関数を輝度補正量算出部402に供給する。

## 【0156】

図23は、図19に示したブロックヒストグラム361に対して1次部微分演算を行うことにより算出される1次微係数関数451の例を示している。なお、図23の横軸は輝度を示し、縦軸は頻度数を示している。

## 【0157】

ステップS204において、輝度補正量算出部402は、1次微係数関数の頻度数方向の振幅を適切な大きさにスケールリングして、輝度補正量関数を算出する。例えば、輝度補正量算出部402は、1次微係数関数451の傾きが最小(右下がりの勾配が最大)となる位置を検出する。そして、輝度補正量算出部402は、検出した位置における傾きが-1となるように1次微係数関数の振幅をスケールリング(正規化)することにより、輝度補正量関数を算出する。例えば、図24に示されるように、1次微係数関数451の傾きが最小となる位置Aの傾きが-1となるように1次微係数関数451の振幅がスケールリングされ、輝度補正量関数461が算出される。輝度補正量算出部402は、算出した輝度補正量関数を輝度補正部403に供給する。その後、処理はステップS205に進む。

## 【0158】

一方、ステップS201において、注目空間ブロックの輝度補正量関数が算出済みであると判定された場合、ステップS202乃至S204の処理はスキップされ、処理はステップS205に進む。

## 【0159】

ステップS205において、輝度補正部403は、注目ピンの輝度値の代表値を輝度補正量によって補正する。例えば、輝度補正部403は、注目ピンの輝度範囲の中央値を注目ピンの輝度値の代表値とし、その代表値に対する輝度補正量関数の値を輝度補正量として求める。そして、輝度補正部403は、注目ピンの輝度値の代表値に輝度補正量を加算することにより、注目ピンの輝度値の代表値を補正する。

## 【0160】

ステップS206において、輝度補正部403は、補正した輝度値を注目ピンの参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ として係数算出部244に出力する。

## 【0161】

その後、参照輝度値算出処理は終了し、処理は図16のステップS145に進む。

## 【0162】

なお、本発明の第2の実施の形態において、上述した参照輝度値算出処理以外の処理は、第1の実施の形態の処理と同様であり、その説明は繰返しになるので省略する。

## 【0163】

[第2の実施の形態の効果など]

本発明の第2の実施の形態では、第1の実施の形態と同様に、注目ピンの参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ は、注目ピンの輝度値の代表値を、注目ピンから見て注目空間ブロックのブロッ

10

20

30

40

50

クヒストグラム of 頻度値が増える方向に補正した値となる。また、ステップ S 2 0 4 の処理により輝度補正量の大きさを適正化することにより、ブロックヒストグラムの山に対応する輝度レベルを越えるような過度な補正が行われることが防止される。

【 0 1 6 4 】

さらに、本発明の第 1 の実施の形態では、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  の算出に際し、輝度値の加重平均を算出するために、各ブロックヒストグラムのピン毎に 1 回除算を行う必要がある。一方、本発明の第 2 の実施の形態では、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  の算出に際し、1 次微係数関数のスケールリングを行うために、空間ブロック毎に除算を 1 回行うだけでよい。従って、本発明の第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と比較して、演算量を削減することができる。

10

【 0 1 6 5 】

< 3 . 第 3 の実施の形態 >

[ 第 3 の実施の形態の概要 ]

次に、図 2 5 乃至図 2 9 を参照して、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。

【 0 1 6 6 】

本発明の第 3 の実施の形態は、参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  の算出方法を変えることにより、演算量の削減を可能にするものである。

【 0 1 6 7 】

[ 参照輝度値算出部の構成例 ]

本発明を適用したデジタルビデオカメラの第 3 の実施の形態では、図 1 0 の参照輝度値算出部 2 4 3 の代わりに、図 2 5 の参照輝度値算出部 2 4 3 が設けられる。なお、図 2 5 において、図 1 0 と対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

20

【 0 1 6 8 】

図 2 5 の参照輝度値算出部 2 4 3 は、累積ヒストグラム算出部 5 0 1、累積ヒストグラムメモリ 5 0 2、逆関数算出部 5 0 3、累積ヒストグラム逆関数メモリ 5 0 4、ピーク検出部 5 0 5、ピーク位置リストメモリ 5 0 6、輝度変調関数算出部 5 0 7、輝度変調関数メモリ 5 0 8、マッピング部 5 0 9、および、マッピング部 5 1 0 から構成される。

【 0 1 6 9 】

累積ヒストグラム算出部 5 0 1 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 2 0 2 から読み込み、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数を算出する。累積ヒストグラム算出部 2 6 1 は、算出した各空間ブロックの累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 5 0 2 に格納する。

30

【 0 1 7 0 】

逆関数算出部 5 0 3 は、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 5 0 2 から読み込み、各累積ヒストグラム関数の逆関数（以下、累積ヒストグラム逆関数と称する）を算出し、累積ヒストグラム逆関数メモリ 5 0 4 に格納する。

【 0 1 7 1 】

ピーク検出部 5 0 5 は、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 5 0 2 から読み込む。そして、ピーク検出部 5 0 5 は、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数において、対応するブロックヒストグラムが極大となる輝度値に対応する位置（以下、ピーク位置と称する）を検出する。ピーク検出部 5 0 5 は、検出した各累積ヒストグラム関数のピーク位置の座標を示すピーク位置リストをピーク位置リストメモリ 5 0 6 に格納する。

40

【 0 1 7 2 】

輝度変調関数算出部 5 0 7 は、各空間ブロックの累積ヒストグラム関数のピーク位置リストをピーク位置リストメモリ 5 0 6 から読み込む。そして、輝度変調関数算出部 5 0 7 は、ピーク位置リストに基づいて、各空間ブロックに対する輝度変調関数を算出し、輝度変調関数メモリ 5 0 8 に格納する。

【 0 1 7 3 】

50

マッピング部 509 は、各空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 202 から読み込み、各空間ブロックの輝度変調関数を輝度変調関数メモリ 508 から読み込む。そして、マッピング部 509 は、輝度変調関数に基づいて、各ブロックヒストグラムの各ピンの輝度値の代表値に対応する頻度値を算出し、マッピング部 510 に供給する。

【0174】

マッピング部 510 は、各空間ブロックの累積ヒストグラム逆関数を累積ヒストグラム逆関数メモリ 504 から読み込む。マッピング部 510 は、各累積ヒストグラム逆関数、および、各ブロックヒストグラムの各ピンの輝度値の代表値に対応する頻度値に基づいて、各ブロックヒストグラムの各ピンに対する参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  を算出する。マッピング部 510 は、算出した各ブロックヒストグラムの各ピンに対する参照輝度値  $Lg(nl)(p)$  を係数算出部 244 に供給する。

10

【0175】

[参照輝度値算出処理の説明]

次に、図 26 のフローチャートを参照して、参照輝度値算出部 243 が図 25 に示す構成とされる場合における参照輝度値算出処理について説明する。なお、この参照輝度値算出処理は、図 16 のステップ S144 の処理に対応する。

【0176】

ステップ S301 において、累積ヒストグラム算出部 501 は、注目空間ブロックの輝度変調関数および累積ヒストグラム逆関数が未算出であるか否かを判定する。注目空間ブロックの輝度変調関数および累積ヒストグラム逆関数が未算出であると判定された場合、処理はステップ S302 に進む。

20

【0177】

ステップ S302 において、累積ヒストグラム算出部 501 は、注目空間ブロックのブロックヒストグラムをブロックヒストグラムメモリ 202 から読み込む。

【0178】

ステップ S303 において、累積ヒストグラム算出部 501 は、図 18 のステップ S161 の処理と同様に、注目空間ブロックの累積ヒストグラム関数を算出する。累積ヒストグラム算出部 501 は、算出した累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 502 に格納する。

30

【0179】

なお、以下、累積ヒストグラム関数を  $y = f(x)$  と表す。x は輝度を表し、y は累積度数を表す。

【0180】

ステップ S304 において、ピーク検出部 505 は、累積ヒストグラム関数のピーク位置を検出する。具体的には、ピーク検出部 505 は、注目空間ブロックの累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 502 から読み込む。ピーク検出部 505 は、累積ヒストグラム関数の勾配が極大となり、かつ、その勾配が予め定められた閾値よりも大きくなる位置をピーク位置として検出する。

【0181】

例えば、図 27 は、図 19 と同じブロックヒストグラム 361 および累積ヒストグラム関数 362 を示している。この場合、例えば、累積ヒストグラム関数 362 の勾配が極大となり、かつ、その勾配が所定の閾値よりも大きくなるピーク位置 P11 およびピーク位置 P12 が検出される。ピーク位置 P11 およびピーク位置 P12 に対応するピンは、ブロックヒストグラム 361 において頻度数が極大となり、かつ、その頻度数が所定の閾値よりも大きくなるピンである。従って、ピーク位置 P11 およびピーク位置 P12 は、ブロックヒストグラム 361 が極大となる輝度値に対応する累積ヒストグラム関数 362 上の座標となる

40

【0182】

なお、以下、図 27 に示されるように、ピーク位置 P11 の輝度値および累積度数を、

50

それぞれピークレベル 1 および出力ピークレベル 1 と称し、ピーク位置 P 1 2 の輝度値および累積度数を、それぞれピークレベル 2 および出力ピークレベル 2 と称する。

【 0 1 8 3 】

ピーク検出部 5 0 5 は、検出したピーク位置の座標を示すピーク位置リストをピーク位置リストメモリ 5 0 6 に格納する。

【 0 1 8 4 】

ステップ S 3 0 5 において、輝度変調関数算出部 5 0 7 は、検出されたピーク位置に基づいて、輝度変調関数を算出する。具体的には、輝度変調関数算出部 5 0 7 は、ピーク位置リストをピーク位置リストメモリ 5 0 6 から読み込む。輝度変調関数算出部 5 0 7 は、累積ヒストグラム関数の始点、ピーク検出部 5 0 5 により検出されたピーク位置、および、累積ヒストグラム関数の終点を通り、単調増加する関数を輝度変調関数として算出する。例えば、累積ヒストグラム関数の始点、ピーク位置、および、累積ヒストグラム関数の終点を通り、かつ、単調増加するスプライン関数が、輝度変調関数として算出される。輝度変調関数算出部 5 0 7 は、算出した輝度変調関数を輝度変調関数メモリ 5 0 8 に格納する。

10

【 0 1 8 5 】

図 2 8 は、図 2 7 の累積ヒストグラム関数 3 6 2 に対する輝度変調関数 5 5 1 の例を示している。なお、図 2 8 の横軸は輝度を示し、縦軸は累積度数を示している。輝度変調関数 5 5 1 は、累積ヒストグラム関数の始点および終点、ピーク位置 P 1 1 およびピーク位置 P 1 2 を通り、滑らかに単調増加する関数である。

20

【 0 1 8 6 】

なお、輝度変調関数は、ピーク位置の近傍を通過すればよく、必ずしもピーク位置の座標上を通過する必要はない。また、輝度変調関数は、単調増加する連続関数であれば、微分が連続するという意味において必ずしも滑らかな曲線である必要はない。ただし、ピーク位置の近傍を通過するため以外に必要以上に蛇行をしないような滑らかな曲線である方が、より望ましい。なお、スプライン関数を用いれば、そのような性質の曲線を簡単に得ることが可能である。

【 0 1 8 7 】

ステップ S 3 0 6 において、逆関数算出部 5 0 3 は、累積ヒストグラム逆関数を算出する。具体的には、逆関数算出部 5 0 3 は、注目空間ブロックの累積ヒストグラム関数を累積ヒストグラムメモリ 5 0 2 から読み込む。そして、逆関数算出部 5 0 3 は、累積ヒストグラム関数  $y = f(x)$  の逆関数  $x = f^{-1}(y)$  を算出する。逆関数算出部 5 0 3 は、算出した累積ヒストグラム逆関数を累積ヒストグラム逆関数メモリ 5 0 4 に格納する。その後、処理はステップ S 3 0 7 に進む。

30

【 0 1 8 8 】

一方、ステップ S 3 0 1 において、注目空間ブロックの輝度変調関数および累積ヒストグラム逆関数を算出済みであると判定された場合、ステップ S 3 0 2 乃至 S 3 0 6 の処理はスキップされ、処理はステップ S 3 0 7 に進む。

【 0 1 8 9 】

ステップ S 3 0 7 において、マッピング部 5 0 9 は、輝度変調関数を用いて、注目ピンの輝度値の代表値に対する累積度数を求める。具体的には、マッピング部 5 0 9 は、注目空間ブロックの輝度変調関数を輝度変調関数メモリ 5 0 8 から読み込む。そして、マッピング部 5 0 9 は、例えば、注目ピンの輝度範囲の中央値を注目ピンの輝度値の代表値とし、その代表値を輝度変調関数に代入し、当該代表値に対する累積度数を求める。マッピング部 5 0 9 は、求めた累積度数をマッピング部 5 1 0 に供給する。

40

【 0 1 9 0 】

ステップ S 3 0 8 において、マッピング部 5 1 0 は、累積ヒストグラム逆関数を用いて、輝度変調関数から求められた累積度数に対する輝度値を求める。具体的には、マッピング部 5 1 0 は、注目空間ブロックの累積ヒストグラム逆関数を累積ヒストグラム逆関数メモリ 5 0 4 から読み込む。そして、マッピング部 5 1 0 は、マッピング部 5 0 9 により求

50



められた累積度数を累積ヒストグラム逆関数に代入し、当該累積度数に対する輝度値を求める。

【0191】

ここで、図29を参照して、ステップS307およびS308の処理の具体例を説明する。

【0192】

図29は、2つのグラフを連結した図であり、横軸は輝度を示し、縦軸は累積度数を示している。左側は、図28と同じ輝度変調関数551のグラフであり、右側は、図27の累積ヒストグラム関数362を左右反転したグラフである。従って、左側のグラフの横軸と右側のグラフの横軸の向きが逆になっている。

10

【0193】

上述したように、ステップS307において、輝度変調関数551に基づいて、注目空間ブロックの各ピンの輝度値の代表値に対して累積度数が割り当てられる。例えば、図29の右側のグラフにおいて、輝度方向に等間隔に配置されている上向きの矢印の始点が注目空間ブロックの各ピンの輝度値の代表値を示している。また、上向きの矢印が輝度変調関数551とぶつかる点を始点とする左向きの矢印と累積度数方向の軸との交点が、各ピンの輝度値の代表値に対して割り当てられる累積度数を示している。

【0194】

さらに、上述したように、ステップS308において、累積ヒストグラム逆関数に基づいて、輝度階調関数551により割り当てられた累積度数に対して参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ が割り当てられる。例えば、図29の左側のグラフにおいて、左向きの矢印が累積ヒストグラム関数362とぶつかる点を始点とする下向きの矢印と輝度方向の軸との交点が、各累積度数に対して割り当てられる参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ を示している。

20

【0195】

そして、図29に示されるように、右側のグラフでは、上向きの矢印が等間隔であるのに対し、左側のグラフでは、下向きの矢印がピークレベル1およびピークレベル2付近で密になる。すなわち、補正前の輝度値（各ピンの輝度値の代表値）がピークレベル1またはピークレベル2に近い場合、ほぼ同じ値の参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ が割り当てられる。一方、補正前の輝度値がピークレベル1およびピークレベル2から遠い場合、ピークレベル1またはピークレベル2に近づくように参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ が割り当てられる。そして、参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ は、ピークレベル1およびピークレベル2付近に集中するようになる。

30

【0196】

ステップS309において、マッピング部510は、求めた輝度値を注目ピンの参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ として係数算出部244に出力する。

【0197】

その後、参照輝度値算出処理は終了し、処理は図16のステップS145に進む。

【0198】

なお、本発明の第3の実施の形態において、上述した参照輝度値算出処理以外の処理は、第1の実施の形態の処理と同様であり、その説明は繰返しになるので省略する。

40

【0199】

[第3の実施の形態の効果など]

本発明の第3の実施の形態では、本発明の第1の実施の形態および第2の実施の形態と同様に、注目ピンの参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ は、注目ピンの輝度値の代表値を、注目ピンから見て注目空間ブロックのブロックヒストグラムの頻度値が増える方向に補正した値となる。

【0200】

また、本発明の第1の実施の形態では、参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ の算出に際し、輝度値の加重平均を算出するために、各ブロックヒストグラムのピン毎に1回除算を行う必要がある。一方、本発明の第3の実施の形態では、参照輝度値 $Lg(nl)(p)$ の算出に際し、除算を

50

行う必要がない。従って、本発明の第 3 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と比較して、演算量を削減することができる。

【 0 2 0 1 】

< 4 . 変形例 >

[ 階調補正特性関数の変形例 ]

以上の説明では、空間ブロック毎に、当該空間ブロックのブロックヒストグラムのみを用いて、階調補正特性関数を算出する例を示したが、さらに近傍の空間ブロックのブロックヒストグラムも用いるようにしてもよい。例えば、当該空間ブロックのブロックヒストグラムと、近傍の空間ブロックのブロックヒストグラムを合成したブロックヒストグラムを用いて、当該空間ブロックの階調補正特性関数を算出するようにしてもよい。これにより、当該空間ブロックと近傍の空間ブロックとの間における階調補正特性の連続性を高めることができる。

10

【 0 2 0 2 】

あるいは、全てまたは一部の空間ブロックで同じ階調補正特性関数を用いるようにしてもよい。例えば、全ての空間ブロックのブロックヒストグラムを合成したブロックヒストグラムを用いて、全ての空間ブロックに共通な階調補正特性関数を算出するようにしてもよい。あるいは、ブロックヒストグラムを参照せずに、予め用意されている固定の階調補正特性関数を用いるようにしてもよい。

【 0 2 0 3 】

[ 1 次微係数関数の算出方法の変形例 ]

また、本発明の第 2 の実施の形態において、空間ブロック毎に、当該空間ブロックのブロックヒストグラムのみを用いて、輝度方向の 1 次微係数関数を算出する例を示したが、1 次微係数関数の演算は輝度方向に限定するものではない。例えば、当該空間ブロックと近傍の空間ブロックとの参照輝度値の連続性を高めるために、空間方向にも 1 次微係数関数を算出するようにしてもよい。この場合、例えば、1 次微係数算出部 4 0 1 が、輝度方向と空間方向を合わせた 3 次元の 1 次微係数ベクトルを算出した後、そのベクトルを輝度方向に射影したものを輝度補正量算出部 4 0 2 に供給するようにすればよい。

20

【 0 2 0 4 】

また、3 次元の 1 次微係数を用いる方法は、当該空間ブロックと近傍の空間ブロックのブロックヒストグラムを空間方向の平滑化フィルタを用いて合成した後に、輝度方向の 1 次微係数を算出するのと等価である。従って、先に空間方向にブロックヒストグラムの平滑化を行った後、図 2 2 を参照して上述した参照輝度値算出処理を行うようにしてもよい。

30

【 0 2 0 5 】

さらに、以上の説明では、1 次微係数関数の算出に用いるオペレータの具体例として Sobel オペレータを示したが、他の微分オペレータを採用することも可能である。例えば、Sobel オペレータに平滑化フィルタをコンボリューションしたフィルタを用いるようにして、ブロックヒストグラムを輝度方向に平滑化しながら、1 次微係数関数を算出するようにしてもよい。

【 0 2 0 6 】

[ Y C 変換処理後の画像信号に対して階調補正処理を行う場合 ]

さらに、以上においては、R G B 画像に対して階調補正処理が行われると説明したが、Y C 変換処理後の画像信号に対して階調補正処理が行われるようにしてもよい。そのような場合、DSP 1 1 6 は、例えば図 3 0 に示すように構成される。なお、図 3 0 において、図 3 における場合と対応する部分には、同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

40

【 0 2 0 7 】

図 3 0 に示す DSP 1 1 6 は、図 3 の DSP 1 1 6 に対して、デモザイク処理部 1 5 2 とガンマ補正処理部 1 5 4 との間には階調補正処理部 1 5 3 が設けられておらず、Y C 変換処理部 1 5 5 に階調補正処理部 6 0 1 が接続されている点で異なる。階調補正処理部 6 0 1 は、

50

Y C 変換処理部 1 5 5 から供給された Y 画像および C 画像 (Cb 成分および Cr 成分) に階調補正処理を施し、階調補正処理を施した Y 画像および C 画像を、必要に応じて LCD ドライバ 1 1 8 または CODEC 1 2 0 に供給する。

【 0 2 0 8 】

なお、以下、階調補正処理が施された画像データの画素位置  $p$  における画素値を  $[Yu(p), Cu(p)]$  とする。ここで、 $Yu(p)$  は、Y 画像における輝度成分の値であり、 $Cu(p)$  は C 画像における色差成分の値である。また、以下、特に C 画像の画素値  $Cu(p)$  の Cb 成分を  $Cbu(p)$  と称し、Cr 成分を  $Cru(p)$  と称する。

【 0 2 0 9 】

図 3 0 の階調補正処理部 6 0 1 は、例えば図 3 1 に示すように構成される。すなわち、階調補正処理部 6 0 1 は、輝度階調補正部 6 3 1、Cb 階調補正部 6 3 2、および Cr 階調補正部 6 3 3 から構成される。

10

【 0 2 1 0 】

輝度階調補正部 6 3 1 は、図 5 の輝度階調補正部 1 8 3 と同様の処理を行って、Y C 変換処理部 1 5 5 からの Y 画像の画素値  $Y(p)$  の階調を補正 (圧縮) する。そして、輝度階調補正部 6 3 1 は、階調補正により得られた画素値  $Yu(p)$  を、必要に応じて LCD ドライバ 1 1 8 または CODEC 1 2 0 に供給するとともに、画素値  $Yu(p)$  を Cb 階調補正部 6 3 2 および Cr 階調補正部 6 3 3 に供給する。

【 0 2 1 1 】

Cb 階調補正部 6 3 2 は、Y C 変換処理部 1 5 5 からの Y 画像の画素値  $Y(p)$  と、輝度階調補正部 6 3 1 からの Y 画像の画素値  $Yu(p)$  とを用いて、図 5 の階調補正部 1 8 5 と同様の処理を行い、Y C 変換処理部 1 5 5 からの C 画像の画素値  $Cb(p)$  を階調補正して、階調補正された画素値  $Cbu(p)$  を、必要に応じて LCD ドライバ 1 1 8 または CODEC 1 2 0 に供給する。

20

【 0 2 1 2 】

また、Cr 階調補正部 6 3 3 は、Y C 変換処理部 1 5 5 からの Y 画像の画素値  $Y(p)$  と、輝度階調補正部 6 3 1 からの Y 画像の画素値  $Yu(p)$  とを用いて、図 5 の階調補正部 1 8 5 と同様の処理を行い、Y C 変換処理部 1 5 5 からの C 画像の画素値  $Cr(p)$  を階調補正して、階調補正された画素値  $Cru(p)$  を、必要に応じて LCD ドライバ 1 1 8 または CODEC 1 2 0 に供給する。

30

【 0 2 1 3 】

例えば、Cb 階調補正部 6 3 2 および Cr 階調補正部 6 3 3 が行う階調補正は、上述した式 (1) に示される演算と同様に、階調補正された Y 画像の画素値  $Yu(p)$  と、Y 画像の画素値  $Y(p)$  との比を、C 画像の画素値 (画素値  $Cr(p)$  または画素値  $Cb(p)$ ) に乗算することにより行われる。つまり、画素値  $Yu(p)$  を画素値  $Y(p)$  で除算して得られる値が、C 画像の画素値に乘算される。

【 0 2 1 4 】

階調補正処理部 6 0 1 には、Y 画像および C 画像、つまり輝度信号と色差信号とが入力されるため、階調補正処理部 6 0 1 において輝度画像を生成する必要はない。また、階調補正処理部 6 0 1 に供給される Y 画像および C 画像は、既にガンマ補正されているので、Y 画像および C 画像を非線形変換する必要もない。したがって、階調補正処理部 6 0 1 には、図 5 の階調補正処理部 1 5 3 における輝度算出部 1 8 1、非線形変換部 1 8 2、非線形変換部 1 8 4、および非線形逆変換部 1 8 6 に対応するブロックは設けられていない。

40

【 0 2 1 5 】

このように、Y 画像および C 画像に対して階調補正処理を行うことで、より簡単に階調の補正を行うことができる。

【 0 2 1 6 】

[ R A W データに対して階調補正処理を行う場合 ]

さらに、R A W データ、つまりモザイク画像に対して階調補正処理が行われるようにしてもよい。そのような場合、DSP 1 1 6 は、例えば図 3 2 に示すように構成される。なお

50

、図32において、図3における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜、省略する。

【0217】

図32のDSP116と、図3のDSP116とは、図32のDSP116において階調補正処理部681が、ホワイトバランス処理部151とデモザイク処理部152との間に設けられている点で異なる。すなわち、図3のDSP116では、階調補正処理部153が、ホワイトバランス処理部151とガンマ補正処理部154との間に設けられているのに対して、図32のDSP116では、図3の階調補正処理部153に対応する階調補正処理部681が、ホワイトバランス処理部151とデモザイク処理部152との間に設けられている。

10

【0218】

階調補正処理部681は、ホワイトバランス処理部151からのモザイク画像 $M_w$ に階調補正処理を施し、階調補正処理が施されたモザイク画像 $M_u$ をデモザイク処理部152に供給する。この階調補正処理部681は、例えば図33に示すように構成される。

【0219】

具体的には、階調補正処理部681は、輝度算出部711、非線形変換部712、輝度階調補正部713、位相合わせ部714、位相合わせ部715、非線形変換部716、モザイク階調補正部717、および非線形逆変換部718から構成される。

【0220】

輝度算出部711は、図5の輝度算出部181と同様の処理を行い、モザイク画像 $M_w$ から輝度画像を生成する。すなわち、輝度算出部711は、ホワイトバランス処理部151からのモザイク画像 $M_w$ の画素位置 $p$ の画素値を、注目画素の画素値 $M_w(p)$ として、モザイク画像 $M_w$ のいくつかの画素値から輝度値 $L(p)$ を算出し、非線形変換部712に供給する。

20

【0221】

モザイク画像 $M_w$ は、例えば図34に示すように、各画素が $R$ 、 $G$  ( $G_r$ または $G_b$ )、 $B$ の何れかの成分の画素値しか有していないため、輝度算出部711は、供給された1つの画素の画素値 $M_w(p)$ だけでなく、その画素の周囲の画素の画素値も参照して、輝度値を算出する。

【0222】

図34では、 $R$ 成分、 $G$ 成分、または $B$ 成分を有する画素が、ペイヤー配列で並んでおり、1つの四角形はモザイク画像の1つの画素を示している。また、図中、四角形内の文字「 $R$ 」、「 $G$ 」、および「 $B$ 」は、その四角形が $R$ 成分、 $G$ 成分、および $B$ 成分の画素値を有する画素であることを示している。

30

【0223】

輝度算出部711は、互いに隣接する縦2画素×横2画素の合計4画素を処理の単位とすると、 $R$ 成分、 $G$ 成分 ( $G_r$ 成分および $G_b$ 成分)、および $B$ 成分の各成分の画素値が得られることを利用して、それらの4つの画素の画素値に基づいて、図中、円により示される位置の輝度値を求める。つまり、図中、円の位置近傍の4つの画素の $RGB$ 信号の和として輝度信号が生成される。

40

【0224】

図34の例では、図中の円は、 $R$ の画素、 $B$ の画素、および2つの $G$ の画素からなる領域の中心に位置している。なお、輝度値が求められる位置は、モザイク画像の画素の位置から半画素分だけずれた位置となっており、また、輝度値が求められる位置の間隔も1画素単位ではないが、これらの位置(位相)のずれは、輝度値の階調を補正するうえでは問題とはならない。

【0225】

図33の説明に戻り、非線形変換部712は、図5の非線形変換部182と同様の処理を行って、輝度算出部711からの輝度値 $L(p)$ を非線形変換し、非線形変換により得られた輝度値 $L(nl)(p)$ を輝度階調補正部713および位相合わせ部714に供給する。

50

## 【 0 2 2 6 】

輝度階調補正部 7 1 3 は、図 5 の輝度階調補正部 1 8 3 と同様の処理を行い、非線形変換部 7 1 2 からの輝度値  $L(nl)(p)$  の階調を圧縮することで、輝度値  $L(nl)(p)$  の階調補正を行い、階調補正により得られた輝度値  $Lu(nl)(p)$  を位相合わせ部 7 1 5 に供給する。

## 【 0 2 2 7 】

位相合わせ部 7 1 4 は、非線形変換部 7 1 2 からの輝度値のうち、注目画素近傍の位置の輝度値のいくつかを用いて補間処理を行い、注目画素の位置の輝度値を算出する。ここで、位相合わせ部 7 1 4 により行われる補間処理は、例えば注目画素近傍の  $2 \times 2$  の位置の合計 4 箇所の輝度値を用いたバイリニア補間処理などとされる。

## 【 0 2 2 8 】

位相合わせ部 7 1 4 は、注目画素の輝度値を求めると、求めた輝度値をモザイク階調補正部 7 1 7 に供給する。

## 【 0 2 2 9 】

位相合わせ部 7 1 5 は、輝度階調補正部 7 1 3 からの輝度値のうち、注目画素近傍の位置の輝度値のいくつかを用いて補間処理を行い、注目画素の位置の階調補正された輝度値を算出する。ここで、位相合わせ部 7 1 5 により行われる補間処理は、位相合わせ部 7 1 4 により行われる補間処理と同じ処理とされ、例えばバイリニア補間処理などとされる。

## 【 0 2 3 0 】

非線形変換部 7 1 6 は、図 5 の非線形変換部 1 8 4 と同様の処理を行って、ホワイトバランス処理部 1 5 1 からの注目画素の画素値  $Mw(p)$  を非線形変換し、非線形変換された画素値をモザイク階調補正部 7 1 7 に供給する。

## 【 0 2 3 1 】

モザイク階調補正部 7 1 7 は、位相合わせ部 7 1 4 からの輝度値と、位相合わせ部 7 1 5 からの階調補正された輝度値とを用いて、図 5 の階調補正部 1 8 5 と同様の処理を行い、非線形変換部 7 1 6 からの画素値を階調補正して、階調補正された画素値を非線形逆変換部 7 1 8 に供給する。例えば、モザイク階調補正部 7 1 7 は、上述した式 ( 1 ) に示される演算と同様に、位相合わせ部 7 1 4 からの輝度値で、位相合わせ部 7 1 5 からの階調補正された輝度値を除算して得られる値を、非線形変換部 7 1 6 からの画素値に乗算することで、画素値を階調補正する。これにより、注目画素の画素値、つまり R、G、または B の成分の画素値が階調補正されることになる。

## 【 0 2 3 2 】

非線形逆変換部 7 1 8 は、モザイク階調補正部 7 1 7 からの画素値に、非線形変換部 7 1 6 による非線形変換の逆変換となる非線形逆変換を施す。非線形逆変換部 7 1 8 は、非線形逆変換により得られた画素値  $Mu(p)$  を、デモザイク処理部 1 5 2 に供給する。

## 【 0 2 3 3 】

このように、モザイク画像を対象として階調補正処理を行う場合には、輝度算出部 7 1 1 により算出される輝度値の位置は、モザイク画像上の注目画素の位置とは異なるが、位相合わせ部 7 1 4 および位相合わせ部 7 1 5 により位相合わせを行うことで、注目画素の位置の輝度値を求めることができる。

## 【 0 2 3 4 】

[ 本発明の適用範囲の例 ]

なお、以上において説明したように、図 2 のデジタルビデオカメラは、画像の大局的な構造を抽出する画像処理を行う。このような画像処理により抽出された情報は、画質を向上させる処理などに利用することが可能であるため、画像の大局的な構造を抽出するブロックを実装する装置として、デジタルビデオカメラだけでなく他の装置にも適用することが可能である。例えば、そのような装置として、デジタルスチルカメラなどの撮像装置や、プリンタ、ディスプレイなどの表示装置等が考えられる。さらに、画像を加工したり、編集したりする装置やコンピュータプログラムにも応用することができる。

## 【 0 2 3 5 】

[ コンピュータのハードウェアの構成例 ]

10

20

30

40

50

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、プログラム記録媒体からインストールされる。

【0236】

図35は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【0237】

コンピュータにおいて、CPU901、ROM(Read Only Memory)902、RAM903は、バス904により相互に接続されている。

【0238】

バス904には、さらに、入出力インターフェース905が接続されている。入出力インターフェース905には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部906、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部907、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる記録部908、ネットワークインターフェースなどよりなる通信部909、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア911を駆動するドライブ910が接続されている。

【0239】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU901が、例えば、記録部908に記録されているプログラムを、入出力インターフェース905及びバス904を介して、RAM903にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

【0240】

コンピュータ(CPU901)が実行するプログラムは、例えば、磁気ディスク(フレキシブルディスクを含む)、光ディスク(CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)等)、光磁気ディスク、もしくは半導体メモリなどよりなるパッケージメディアであるリムーバブルメディア911に記録して、あるいは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供される。

【0241】

そして、プログラムは、リムーバブルメディア911をドライブ910に装着することにより、入出力インターフェース905を介して、記録部908にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部909で受信し、記録部908にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM902や記録部908に、あらかじめインストールしておくことができる。

【0242】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

【0243】

なお、本発明の実施の形態は、上述した実施の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種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0244】

116 DSP, 153 階調補正処理部, 181 輝度算出部, 183 輝度階調補正部, 185-1乃至185-3 階調補正部, 201 ブロックヒストグラム算出部, 203 階調補正係数算出部, 205 階調補正適用部, 241 階調補正特性決定部, 243 参照輝度値算出部, 244 係数算出部, 261 累積ヒストグラム算出部, 262 明部裾野レベル算出部, 263 中間レベル算出部,

10

20

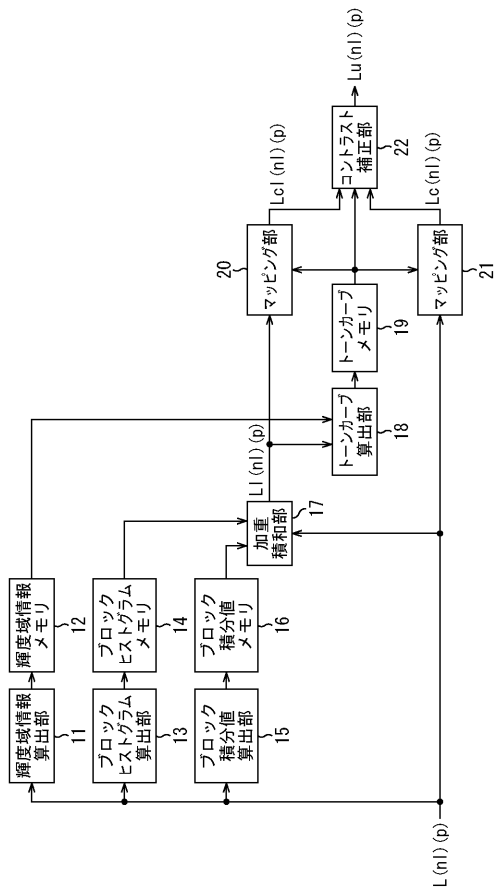
30

40

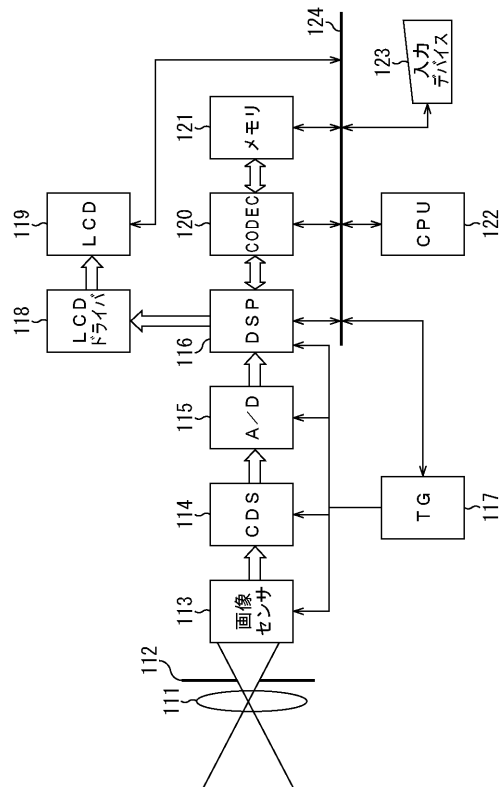
50

264 暗部裾野レベル算出部, 265 スプライン制御点設定部, 281 重心算出部, 301 係数補間部, 302 係数適用部, 401 1次微係数算出部, 402 輝度補正量算出部, 403 輝度補正部, 501 累積ヒストグラム算出部, 503 逆関数算出部, 505 ピーク検出部, 507 輝度変調関数算出部, 509, 510 マッピング部, 601 階調補正処理部, 681 階調補正処理部

【図1】  
図1

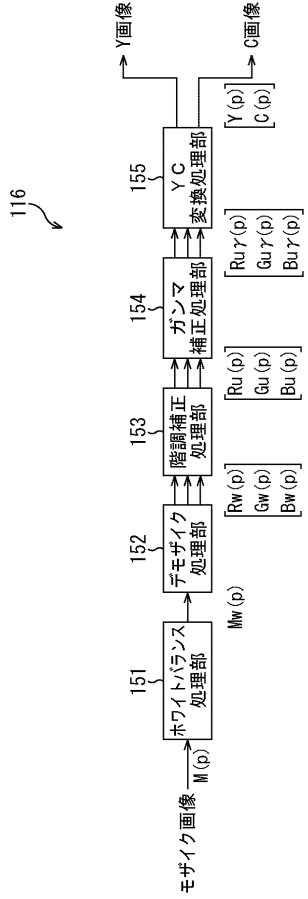


【図2】  
図2



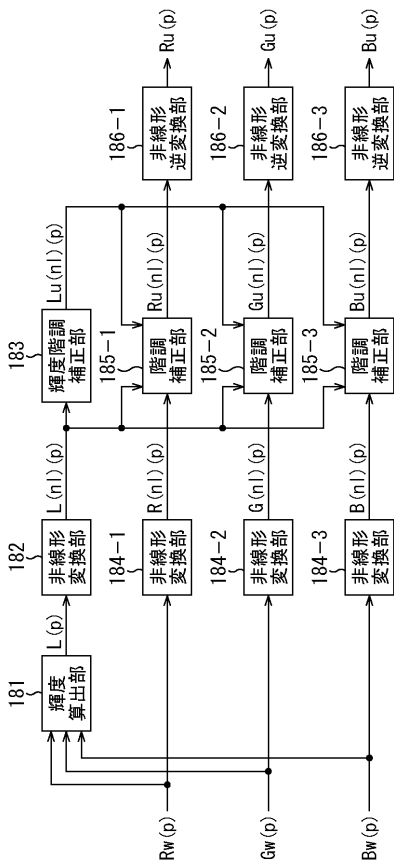
【 図 3 】

図3



【 図 5 】

図5



153 階調補正処理部

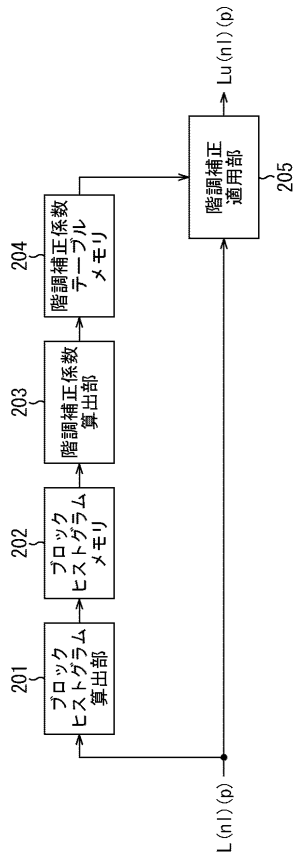
【 図 4 】

図4

G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G

【 図 6 】

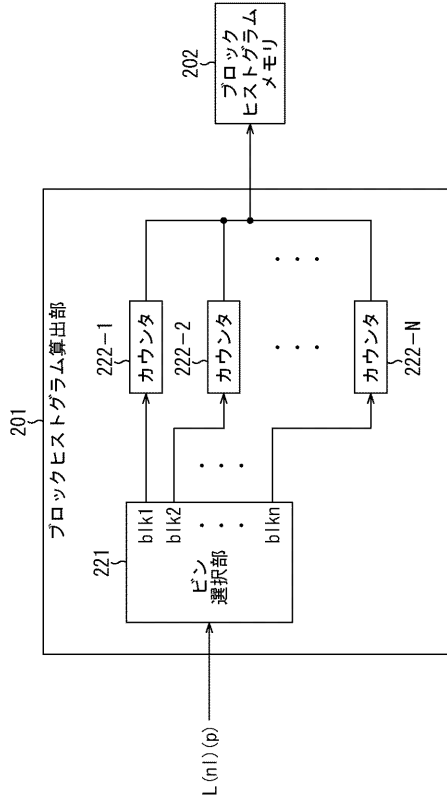
図6



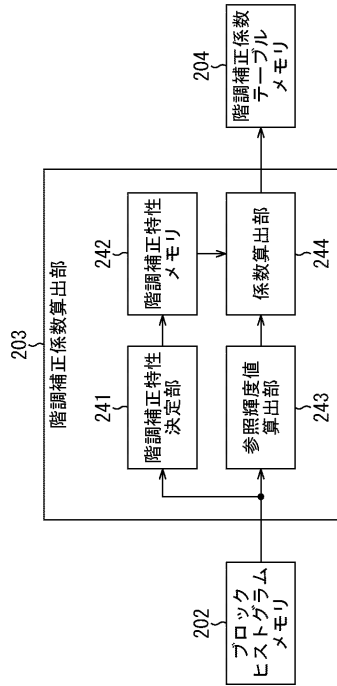
183 輝度階調補正部



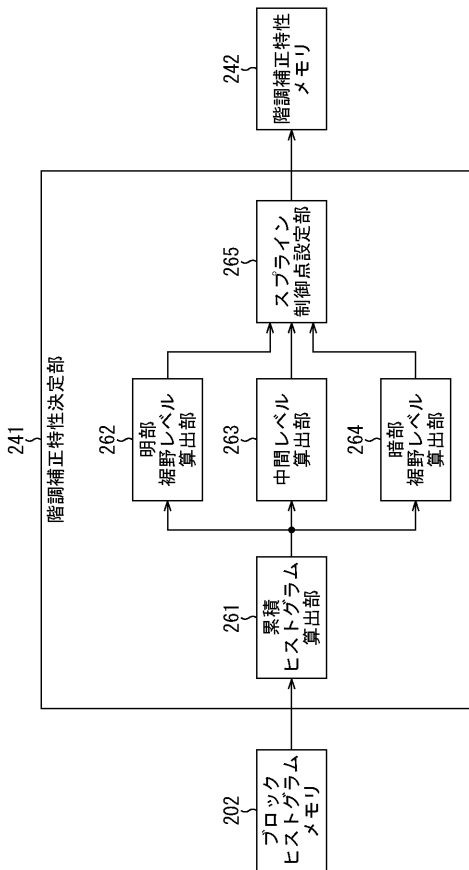
【図7】  
図7



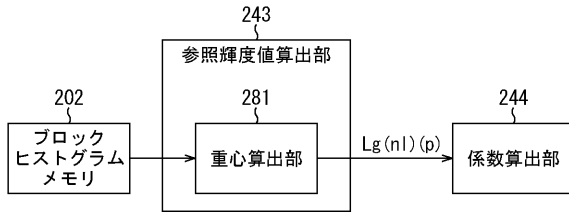
【図8】  
図8



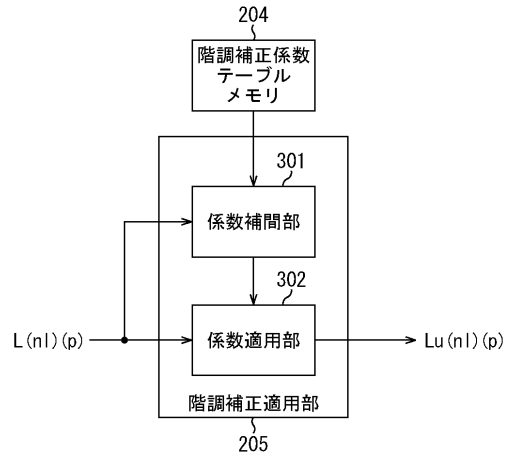
【図9】  
図9



【図10】  
図10

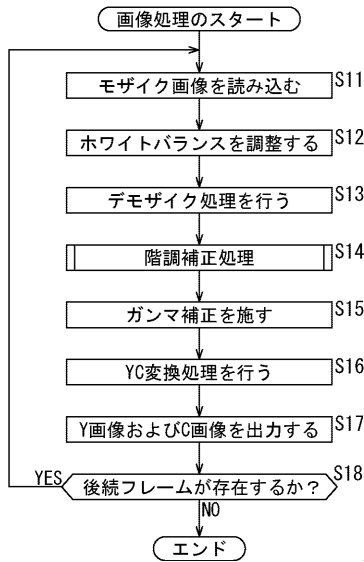


【図11】  
図11



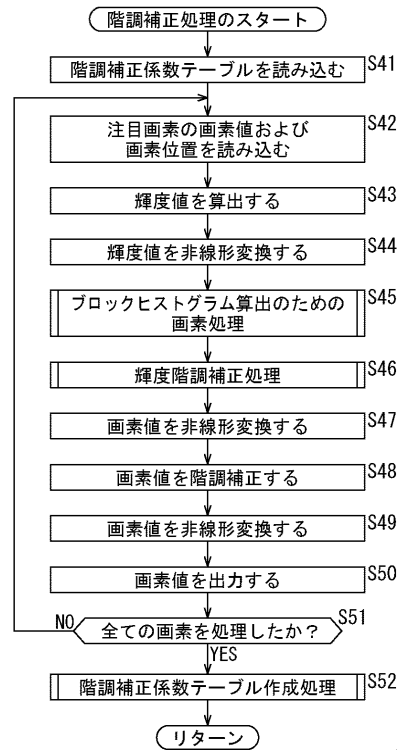
【 図 1 2 】

図12



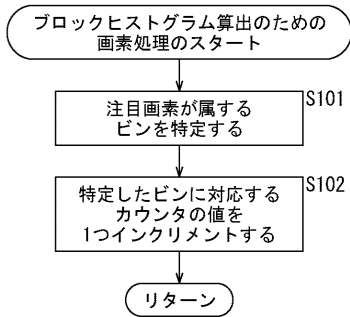
【 図 1 3 】

図13



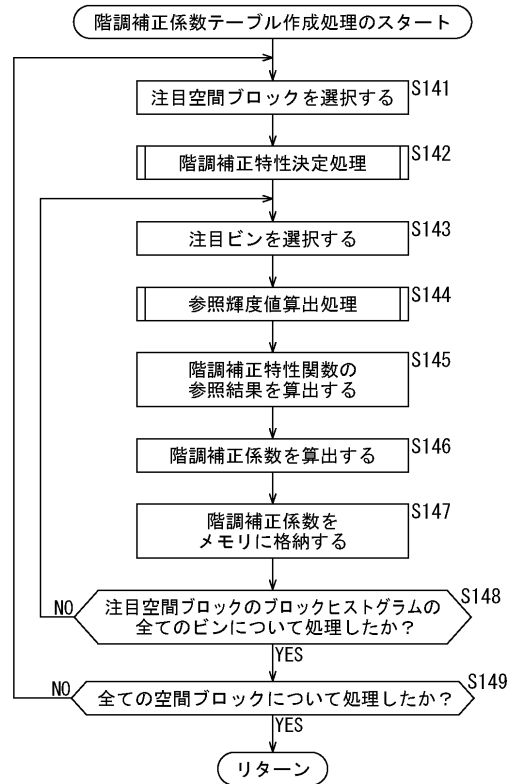
【 図 1 4 】

図14



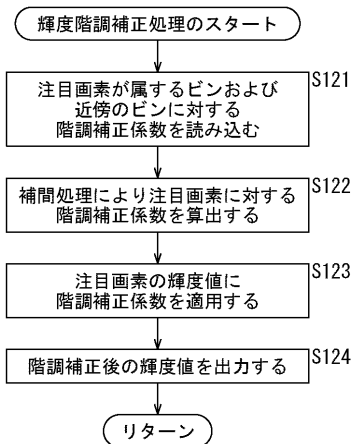
【 図 1 6 】

図16



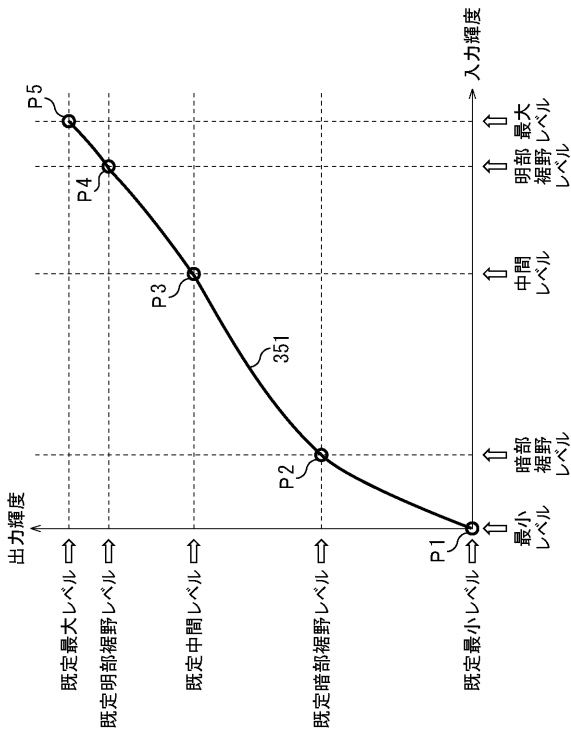
【 図 1 5 】

図15



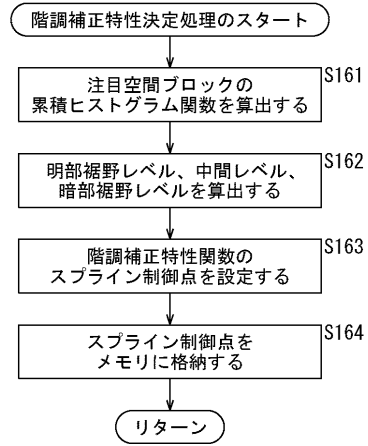
【図 17】

図17



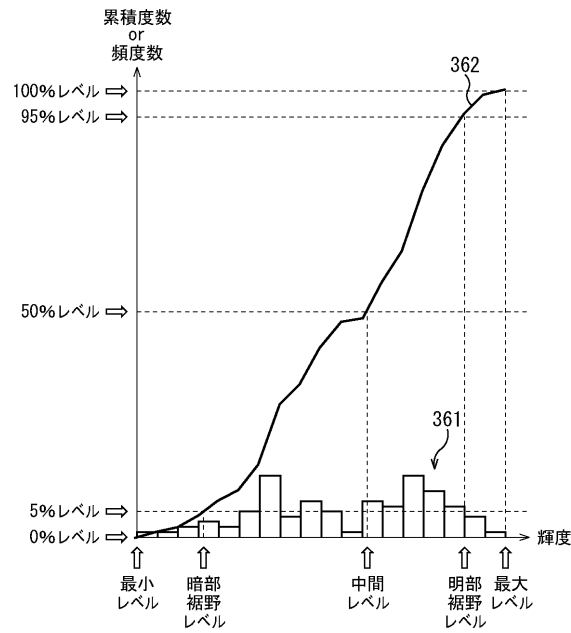
【図 18】

図18



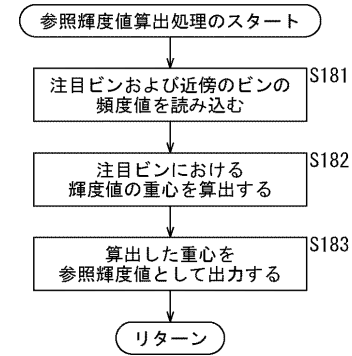
【図 19】

図19



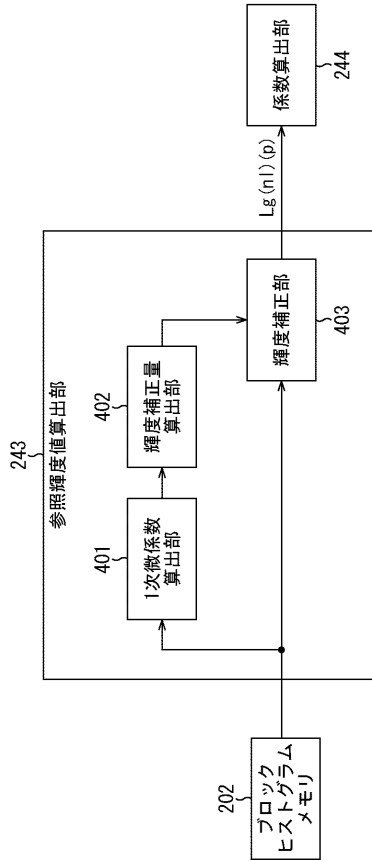
【図 20】

図20



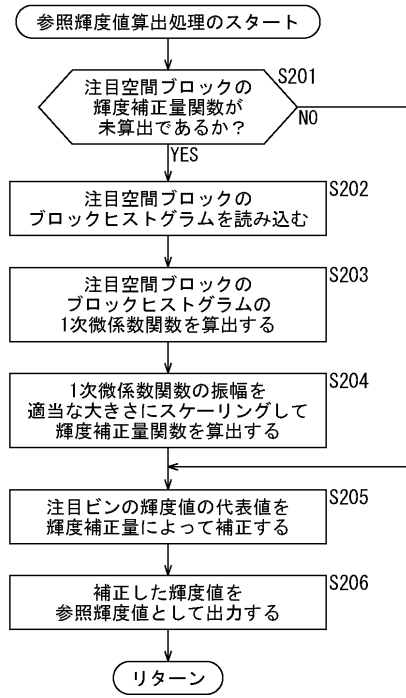
【図 2 1】

図21



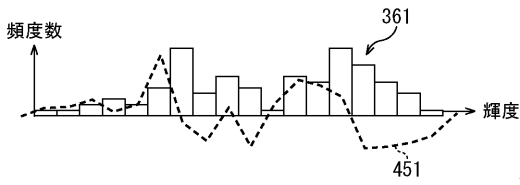
【図 2 2】

図22



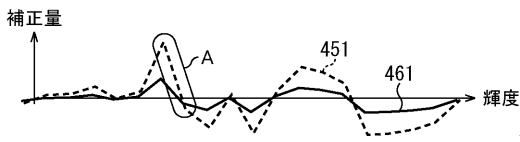
【図 2 3】

図23



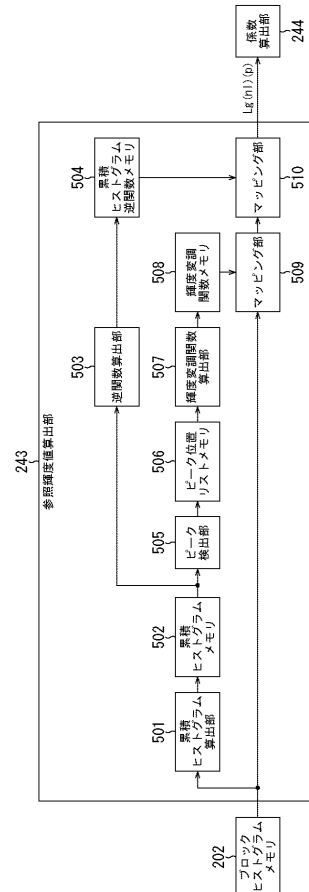
【図 2 4】

図24



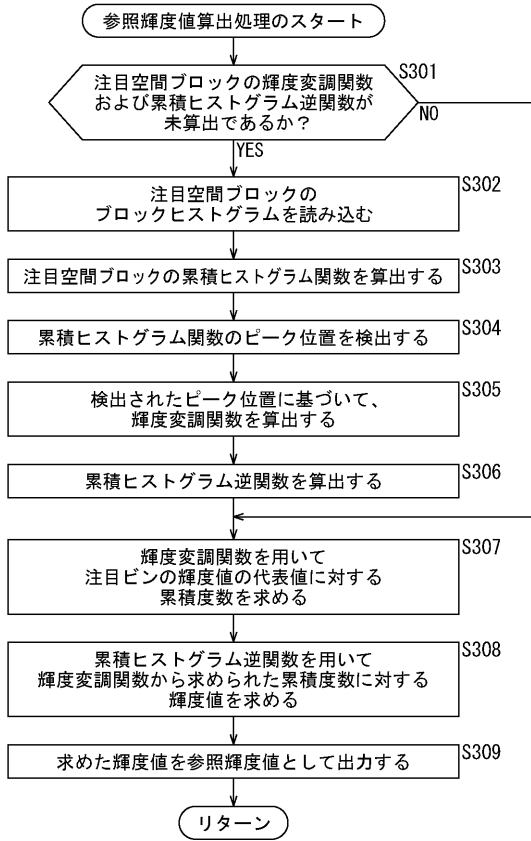
【図 2 5】

図25



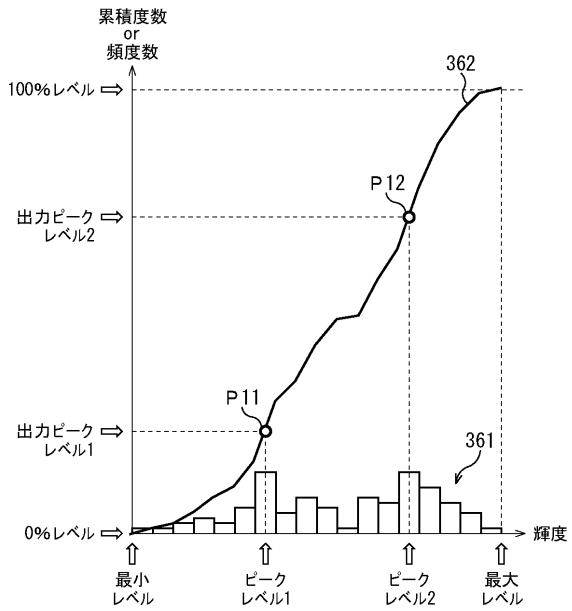
【図26】

図26



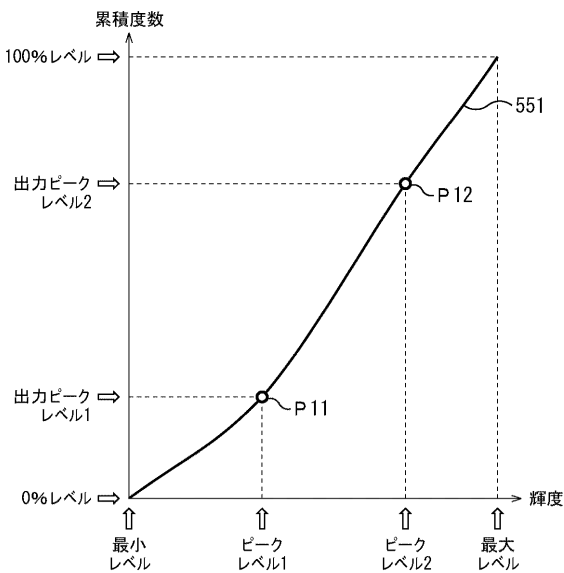
【図27】

図27



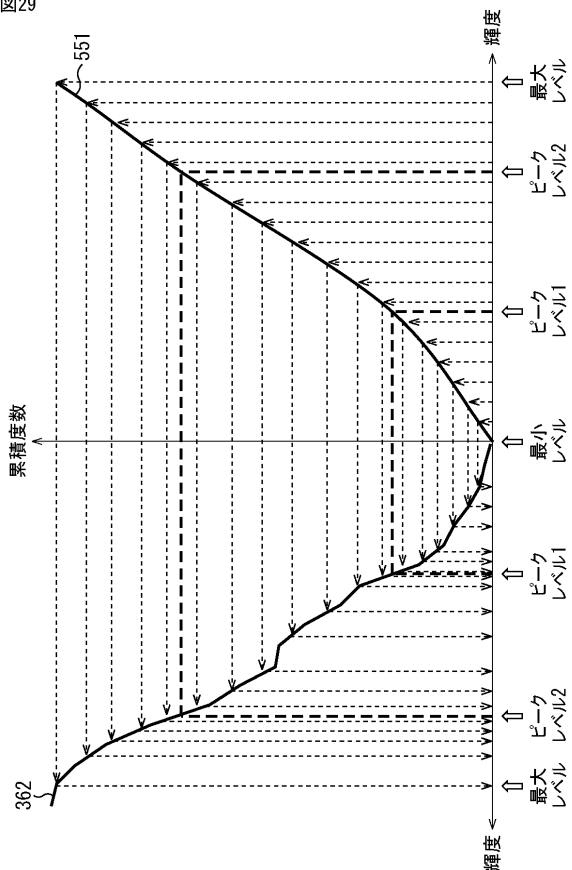
【図28】

図28



【図29】

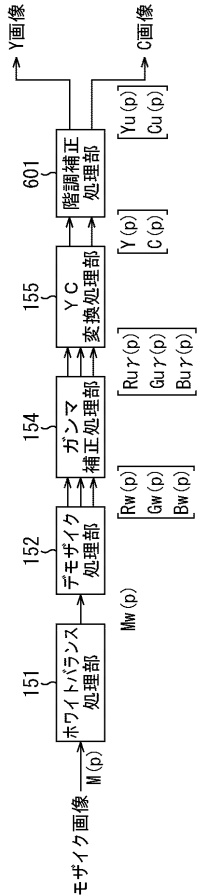
図29



【図30】

図30

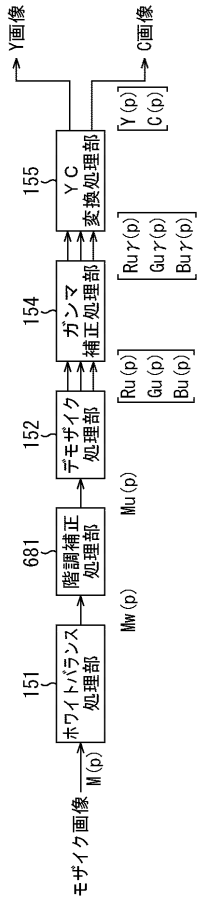
116



【図32】

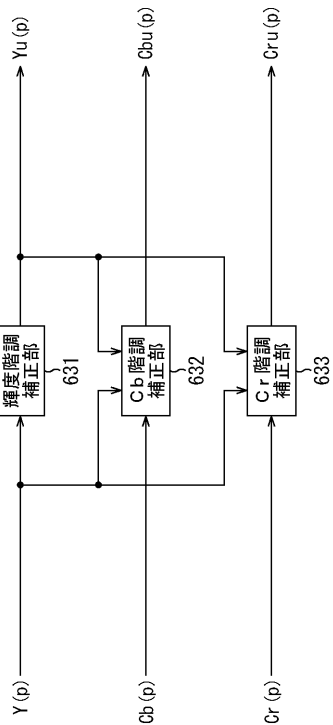
図32

116



【図31】

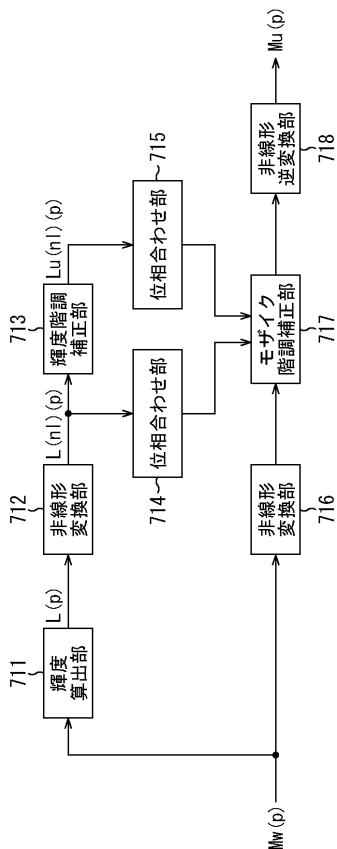
図31



601 階調補正処理部

【図33】

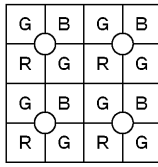
図33



681 階調補正処理部

【 図 3 4 】

図34



【 図 3 5 】

図35

