

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7373299号
(P7373299)

(45)発行日 令和5年11月2日(2023.11.2)

(24)登録日 令和5年10月25日(2023.10.25)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 23/63 (2023.01)

H 0 4 N 23/63 3 3 0

H 0 4 N 23/63 1 1 0

H 0 4 N 23/63 3 1 0

請求項の数 13 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-85797(P2019-85797)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成31年4月26日(2019.4.26)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2020-182179(P2020-182179		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	110003281
(43)公開日	令和2年11月5日(2020.11.5)		弁理士法人大塚国際特許事務所
審査請求日	令和4年4月26日(2022.4.26)	(72)発明者	松岡 成己
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		審査官	岡田 弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置およびその制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像処理装置であって、

H D R (ハイダイナミックレンジ)規格に従って生成されたH D R信号を取得する取得手段と、

前記H D R信号のピーク輝度を示す情報を特定する特定手段と、

前記H D R信号に対して閾値を適用して、ハイライト警告表示を行う領域を検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した前記領域について、ハイライト警告表示を行う表示制御手段と、を有し、

前記H D R規格は輝度を絶対値で扱う規格であり、

前記ピーク輝度を示す情報は、前記画像処理装置に予め設定された異なる複数の出力ダイナミックレンジのうち、前記H D R信号の撮影条件に応じた1つの出力ダイナミックレンジのピーク輝度を示す情報であり、

前記検出手段は、前記ピーク輝度を示す情報に基づく閾値を前記H D R信号に対して適用することで、前記ハイライト警告表示を行う領域を検出する、ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記画像処理装置が撮像装置であり、

前記閾値が、現在設定されている撮影条件に基づく、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記撮影条件が撮影感度を含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記閾値は、前記 H D R 信号のうち、S D R 信号に対してハイライト警告表示が行われる明るさと知覚的に同様の明るさを有する領域に対してハイライト警告表示が行われるように設定されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記閾値は、ハイライト警告表示が開始される明るさと信号の取り得る最大の明るさの差が前記 H D R 信号と S D R 信号とで知覚的に同様となるように設定されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 6】

前記閾値は、知覚均等色空間における輝度値を用いて設定されることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記閾値は、前記 H D R 信号の最大値に対して、S D R 信号に対してハイライト警告表示を行うために用いる S D R 信号用の閾値の、前記 S D R 信号が取り得る最大値に対する比率を乗じた値であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

20

前記閾値は、S D R 信号に対してハイライト警告表示を行うために用いる S D R 信号用の閾値に対応する入力値に対する、前記 H D R 信号の生成に用いられたガンマカーブの出力値であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記閾値が、

前記 H D R 信号のうち、S D R 信号に対してハイライト警告表示が行われる明るさと知覚的に同様の明るさを有する領域に対してハイライト警告表示が行われるように設定される値と、

ハイライト警告表示が開始される明るさと信号の取り得る最大の明るさとの差が、前記 H D R 信号と S D R 信号とで知覚的に同様となるように設定される値と、

30

前記 H D R 信号の最大値に対して、S D R 信号に対してハイライト警告表示を行うために用いる S D R 信号用の閾値の、前記 S D R 信号が取り得る最大値に対する比率を乗じた値である値と、

S D R 信号に対してハイライト警告表示を行うために用いる S D R 信号用の閾値に対応する入力値に対する、前記 H D R 信号の生成に用いられたガンマカーブの出力値である値とのうち、2 つ以上を所定の比率で合成して得られることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記検出手段が複数の閾値を適用し、

前記表示制御手段が、前記複数の閾値のそれぞれに応じたハイライト警告表示を行うことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

40

【請求項 11】

前記 H D R 信号を S D R 信号に変換し、

前記表示制御手段は、前記 S D R 信号のうち、前記検出手段が前記 H D R 信号を用いて検出した前記領域に対して前記ハイライト警告表示を行う、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

画像処理装置の制御方法であって、

取得手段が、H D R (ハイダイナミックレンジ) 規格に従って生成された H D R 信号を取得する取得工程と、

50

特定手段が、前記H D R信号のピーク輝度を示す情報を特定する特定工程と、

検出手段が、前記H D R信号に対して閾値を適用して、ハイライト警告表示を行う領域を検出する検出工程と、

表示制御手段が、前記検出工程で検出された前記領域について、ハイライト警告表示を行う表示制御工程と、を有し、

前記H D R規格は輝度を絶対値で扱う規格であり、
前記ピーク輝度を示す情報は、前記画像処理装置に予め設定された異なる複数の出力ダイナミックレンジのうち、前記H D R信号の撮影条件に応じた1つの出力ダイナミックレンジのピーク輝度を示す情報であり、

前記検出工程では、前記ピーク輝度を示す情報に基づく閾値を前記H D R信号に対して適用することで、前記ハイライト警告表示を行う領域を検出する、
ことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

10

【請求項13】

コンピュータを、請求項1から11のいずれか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置およびその制御方法に関し、特にハイダイナミックレンジ（H D R）信号の取り扱い技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

発光素子（例えばL E D）の性能向上などにより、従来よりも輝度のダイナミックレンジが広いハイダイナミックレンジ（H D R）画像をそのまま表示することができる表示装置が実現されている。このような表示装置では、H D R画像の輝度ダイナミックレンジ（Dレンジ）を生かした表示が可能のため、従来のDレンジ（S D R）では表現できなかった高輝度域の色やディテールを有する画像をより忠実に表示することができる。

【0003】

H D RではS D Rよりも白とびに対する耐性が高いとはいえ、白とびは発生しうる。白とびした領域は階調を復元することができないため、例えば撮影時にH D R表示においても白とびする領域が把握できることが望ましい。S D Rの撮像機器では、閾値を超える輝度を有する画素に縞模様（ゼブラパターン）を重畳表示する技術（ゼブラ表示）が知られている（特許文献1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-167609号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

しかしながら、絶対輝度方式のH D Rにおいては、ガンマカーブの形状によって出力可能な最大輝度が異なる場合がある。そのため、S D Rにおけるゼブラ表示のように、固定閾値を超える輝度の画素を白とびする画素として抽出する方法では、適切な警告表示が実現できない場合がある。

【0006】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、H D R画像において表示輝度が高くなる領域を適切に把握することを可能にする画像処理装置およびその制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

上述の目的は、画像処理装置であって、H D R（ハイダイナミックレンジ）規格に従って生成されたH D R信号を取得する取得手段と、H D R信号のピーク輝度を示す情報を特定する特定手段と、H D R信号に対して閾値を適用して、ハイライト警告表示を行う領域を検出する検出手段と、検出手段が検出した領域について、ハイライト警告表示を行う表示制御手段と、を有し、H D R規格は輝度を絶対値で扱う規格であり、ピーク輝度を示す情報は、画像処理装置に予め設定された異なる複数の出力ダイナミックレンジのうち、H D R信号の撮影条件に応じた1つの出力ダイナミックレンジのピーク輝度を示す情報であり、検出手段は、ピーク輝度を示す情報に基づく閾値をH D R信号に対して適用することで、ハイライト警告表示を行う領域を検出する、ことを特徴とする画像処理装置によって達成される。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、H D R画像において表示輝度が高くなる領域を適切に把握することを可能にする画像処理装置およびその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態に係る画像処理装置の一例としてのデジタルカメラの断面図

【図2】図1のデジタルカメラの機能構成例を示すブロック図

【図3】図1の信号処理回路25の動作を説明するための機能ブロック図

【図4】P Q (Perceptual Quantization) のE O T F特性と、撮影感度ごとの入出力特性例を示した図

20

【図5】出力ピーク輝度の異なる撮影モードと、対応するガンマカーブの例を示す図

【図6】実施形態におけるH D R信号のハイライト警告表示動作に関する機能ブロック図

【図7】実施形態におけるmax D R Lの算出動作に関するフローチャート

【図8】H D R信号に対するハイライト警告表示に関する模式図

【図9】第3実施形態に係るハイライト警告閾値を算出するためのガンマカーブの例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

（第1実施形態）

以下、添付図面を参照して、本発明をその例示的な実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、説明する実施形態は単なる例示であり、本発明の範囲を限定するものではない。例えば、以下では本発明をデジタルカメラに適用した実施形態を説明する。しかし、デジタルカメラは本発明を適用可能な画像処理装置の一例にすぎない。本発明は任意の電子機器において実施可能である。このような電子機器には、デジタルカメラやデジタルビデオカメラといった撮像装置はもちろん、パーソナルコンピュータ、タブレット端末、携帯電話機、ゲーム機、ドライブレコーダ、ロボット、ドローンなどが含まれるが、これらに限定されない。

30

【0011】

図1は実施形態に係るデジタルカメラ（以下、カメラ）100の、主な光学部材やセンサ等の配置例を示す断面図である。カメラ100はカメラ本体1と交換レンズ2を有する。ただし、本発明は撮像素子を用いたカメラ全般に適用可能であり、レンズ交換が可能か否か、ミラーボックスを有するか否かといった構造の差異や、カメラの用途には依存しない。本発明はスマートフォンに内蔵されたカメラや、医療機器、産業機器、自動車などに用いられるカメラにも適用可能である。カメラ本体1において撮像素子10は例えばC M O SイメージセンサやC C Dイメージセンサであり、複数の画素（光電変換素子）が配列されている。撮像素子10にはまた、画素から得られる信号を処理する増幅回路などの周辺回路が設けられている。撮像素子10の前方近傍に設けられていたメカニカルシャッター11は、撮像素子10の露出タイミングおよび露出時間を制御する。

40

【0012】

50

主ミラー 3 と、主ミラー 3 の背面に配置された第 1 の反射ミラー 7 は、撮影時には交換レンズ 2 から撮像素子 10 に向かう光を遮らないように上方に移動する。主ミラー 3 の少なくとも一部はハーフミラーであり、第 1 の反射ミラー 7 は主ミラー 3 の透過光を反射する。第 2 の反射ミラー 8 は、第 1 の反射ミラー 7 が反射した光をさらに反射し、焦点検出用センサ (A F センサ) 9 に入射させる。A F センサ 9 は例えば画素数が撮像素子 10 よりも少ない撮像素子であってよい。

【 0 0 1 3 】

第 1 の反射ミラー 7、第 2 の反射ミラー 8 および A F センサ 9 は、撮影画面内の任意の位置での位相差検出方式での焦点検出を行うための構成である。測光用センサ (A E センサ) 6 はペンタプリズム 4 および第 3 の反射ミラー 5 で反射された撮影画面の像を受光する。A E センサ 6 は受光部を複数の領域に分割し、領域ごとに被写体の輝度情報を出力できる。受光部の分割数に制限はなく、分割数が動的に変更されてもよい。

10

【 0 0 1 4 】

ペンタプリズム 4 によってファインダー光学系が構成される。ペンタプリズム 4 で反射された被写体像はアイピースから観察可能である。A E センサ 6 には主ミラー 3 によって反射され、ピント板 12 によって拡散された光の一部が入射する。交換レンズ 2 はカメラ本体 1 に設けられたレンズマウントの接点を通じて電氣的に接続され、カメラ本体 1 から電源の供給を受けたり、カメラ本体 1 と通信したりする。なお、ライブビュー表示および動画記録時には主ミラー 3 が上方に移動した状態のため、A E センサ 6 や A F センサ 9 は使用できない。そのため、撮像素子 10 で撮像された画像から得られる情報を使用して露出制御や焦点調節制御を行う。

20

【 0 0 1 5 】

図 2 は、図 1 に示したカメラ本体 1 とその交換レンズ 2 の電気回路の構成例を示すブロック図である。カメラ本体 1 において制御部 21 は例えば内部に A L U (ARITHMETIC and Logic Unit)、R O M、R A M や A / D コンバータ、タイマー、シリアル通信ポート (S P I) 等を内蔵したワンチップマイクロコンピュータである。制御部 21 は、例えば R O M に記憶されたプログラムを R A M にロードして実行することにより、カメラ本体 1 および交換レンズ 2 の動作を制御する。制御部 21 の具体的な動作については後述する。

【 0 0 1 6 】

A F センサ 9 及び A E センサ 6 の出力信号は、制御部 21 の A / D コンバータ入力端子に接続される。信号処理回路 25 は制御部 21 の指示に従って撮像素子 10 を制御し、撮像素子 10 が出力する画素信号にノイズ低減処理や A / D 変換などの前処理を行って R A W 画像データを生成する。また、信号処理回路 25 は、R A W 画像データに対して、色補間やホワイトバランス処理といった現像処理を適用し、画像信号 (画像データ) を生成する。また信号処理回路 25 は、得られた画像信号を記録するにあたって、圧縮・合成等の必要な画像処理を行う。

30

【 0 0 1 7 】

メモリ 28 は D R A M 等であり、信号処理回路 25 が種々の信号処理を行う際のワークメモリとして使われたり、後述する表示器 27 に画像を表示する際の V R A M として使われたりする。表示器 27 はカメラ本体 1 の背面液晶ディスプレイや、外部ディスプレイであり、カメラ 100 の設定値などの情報やメッセージ、メニュー画面等の G U I、また撮像画像などを表示する。表示器 27 は H D R 表示可能であるものとする。表示器 27 は制御部 21 からの指示により制御される。記憶部 26 は例えば半導体メモリカードである。記憶部 26 には、信号処理回路 25 により記録用の画像信号 (動画または静止画データ) が、所定形式のデータファイルとして記録される。

40

【 0 0 1 8 】

モーター 22 は、制御部 21 の制御に従い、主ミラー 3 及び第 1 の反射ミラー 7 のアップ・ダウンやメカニカルシャッター 11 のチャージを行う。操作部 23 はユーザーがカメラ 100 を操作するために用いるスイッチなどの入力デバイス群である。操作部 23 には撮影準備動作の開始および撮影開始を指示するためのリリーススイッチや、撮影モードを選

50

択するための撮影モード選択スイッチ、方向キー、決定キー等が含まれる。接点部 2 9 はレンズマウントに設けられ、交換レンズ 2 が装着されるとレンズ側の接点部 5 0 と接触する。接点部 2 9 は交換レンズ 2 に電源を供給したり交換レンズ 2 と通信したりするために用いられ、制御部 2 1 のシリアル通信ポートの入出力信号が接続される。シャッタ駆動部 2 4 は制御部 2 1 の出力端子に接続されてメカニカルシャッタ 1 1 を駆動する。

【 0 0 1 9 】

交換レンズ 2 には、接点部 2 9 と対をなす接点部 5 0 が設けられている。接点部 5 0 には、制御部 2 1 と同様のワンチップマイクロコンピュータであるレンズ制御部 5 1 が接続されている。レンズ制御部 5 1 は接点部 5 0 を通じてカメラ本体 1 の制御部 2 1 と通信することができる。レンズ制御部 5 1 は例えばマイクロプロセッサ、ROM、および RAM を有し、ROM に記憶されたプログラムを RAM にロードして実行することにより、制御部 2 1 からの指示に基づいて交換レンズ 2 の動作を制御する。ROM にはまた、カメラ 1 0 0 の設定値、GUI データなどが格納されている。また、レンズ制御部 5 1 は交換レンズ 2 の状態などの情報を、制御部 2 1 に通知する。フォーカスレンズ駆動部 5 2 はレンズ制御部 5 1 の出力端子に接続され、フォーカスレンズを駆動する。ズーム駆動部 5 3 は、レンズ制御部 5 1 の制御に従い、交換レンズ 2 の画角を変更する。絞り駆動部 5 4 は、レンズ制御部 5 1 の制御に従い、絞りの開口量を調整する。

【 0 0 2 0 】

交換レンズ 2 がカメラ本体 1 に装着されると接点部 2 9 および 5 0 が接触する。これによりレンズ制御部 5 1 とカメラ本体 1 の制御部 2 1 とが電氣的に接続され、データ通信可能となる。また、接点部 2 9 および 5 0 を通じ、交換レンズ 2 内のモーターやアクチュエータを駆動するための電力も本体 1 から供給される。制御部 2 1 が焦点検出や露出演算を行うために必要なレンズ固有の光学的な情報や、距離エンコーダに基づいた被写体距離に関する情報等がレンズ制御部 5 1 から制御部 2 1 へ、データ通信によって供給される。また、制御部 2 1 による焦点検出処理や露出演算処理で得られた焦点調節情報や絞り情報は制御部 2 1 からレンズ制御部 5 1 にデータ通信によって供給される。レンズ制御部 5 1 は、焦点調節情報に従ってフォーカスレンズを駆動したり、絞り情報に従って絞りの開口量を制御したりする。

【 0 0 2 1 】

以下、第 1 実施形態における撮影から現像までの具体的な動作について、説明する。図 2 の操作部 2 3 に含まれる電源スイッチがオンされるなどにより、制御部 2 1 が動作可能になると、制御部 2 1 は初期化処理を実行する。初期化処理において制御部 2 1 は、交換レンズ 2 のレンズ制御部 5 1 から、焦点検出や露出演算に必要なレンズ情報を取得する。初期化処理が完了すると制御部 2 1 は撮影スタンバイ状態における動作を実行する。撮影スタンバイ状態において制御部 2 1 は例えば動画の撮影と、撮影された動画の表示を継続的に実行し、ライブビュー表示を実現する。また、制御部 2 1 は操作部 2 3 を監視し、操作部 2 3 に対するユーザ操作に応じた処理を実行する。

【 0 0 2 2 】

例えば、操作部 2 3 に含まれるリリーススイッチの半押し操作が検出された場合、制御部 2 1 は静止画の撮影準備処理を実行する。撮影準備処理には、AF (オートフォーカス) 処理、AE (自動露出) 処理などが含まれる。また、リリーススイッチの全押し操作が検出された場合、制御部 2 1 は静止画の撮影処理を実行する。撮影処理では、撮影準備処理で得られた焦点検出処理や露出演算の結果に基づいてフォーカスレンズの位置を調整したり、メカニカルシャッタ 1 1 の動作を制御したりする。

【 0 0 2 3 】

撮像素子 1 0 の露光が終了し、画素信号が読み出されると、信号処理回路 2 5 において RAW 画像データに対する現像処理が行われる。本実施形態のカメラ 1 0 0 は、撮像で得られた画像を SDR 画像として記録するか、HDR 画像として記録するかを設定可能である。信号処理回路 2 5 は、SDR 画像の記録が設定されている場合は SDR 用のパラメータを用いて現像処理を実行し、8 ビットの SDR 画像データを生成する。また、信号処理

10

20

30

40

50

回路 25 は、H D R 画像の記録が設定されている場合は H D R 用のパラメータを用いて現像処理を実行し、10 ビットの H D R 画像データを生成する。ここで、8 ビット、10 ビットは色成分 (R 、 G 、 B) のビット深度である。なお、R A W 画像データを記録し、現像処理は後で適用してもよい。

【 0 0 2 4 】

H D R 画像における映像信号レベルと表示輝度との関係を表す信号特性は E O T F (Electro-Optical Transfer Function : 電気光伝達関数) で規定される。そして、E O T F には S M P T E S T 2 0 8 4 で規格化されている P Q (Perceptual Quantization) と、A R I B S T D - B 6 7 で規格化されている H L G (Hybrid Log Gamma) の 2 つがある。H L G は、S D R と同様に表示輝度を相対値として扱うため、最大表示輝度 (表示ピーク輝度) は表示装置によって変化する。一方、P Q は図 4 (a) に示すように、表示輝度を最大 1 0 0 0 0 n i t s (または $c d / m^2$) の絶対値として扱うため、表示ピーク輝度は表示装置に依存せず一定である。そのため、出力ダイナミックレンジが変化するような撮影モードで撮影を行うと、P Q に従って生成した H D R 画像では表示ピーク輝度が変化する場合がある。

10

【 0 0 2 5 】

図 5 は出力ダイナミックレンジが変化する 2 つの撮影モードの入出力特性 (ガンマカーブ) 4 1 、4 2 の例を示す。横軸は入力段数、縦軸は出力輝度である。各撮影モードのガンマカーブ 4 1 、4 2 を比較すると、入力段数の大きな高輝度域以外は共通の特性を有するが、ピーク輝度 4 3 、4 4 が異なる。なお、本実施形態では、特に記載が無い限り、H D R 画像の信号特性は輝度を絶対値として取り扱う E O T F (例えば P Q) に準拠しているものとする。したがって、信号処理回路 25 は、P Q に従った輝度値を有する H D R 画像データを生成する。

20

【 0 0 2 6 】

R A W 画像の現像処理について図 3 を用いて説明する。図 3 において、4 0 2 ~ 4 0 5 、4 0 8 ~ 4 1 2 は、信号処理回路 25 が行う処理を機能ブロックとして記載したものであるが、機能ブロックの 1 つ以上が制御部 21 によって実施されてもよい。R A W 画像データ 4 0 1 を構成する画素データのそれぞれは、対応する画素に設けられたカラーフィルタの色の強度を表し、他の色の情報は有していない。ここでは撮像素子 10 の各画素には R (赤) 、G (緑) 、B (青) のいずれかのカラーフィルタが設けられているものとする。

30

【 0 0 2 7 】

ホワイトバランス部 4 0 2 では、光源による色かぶりを補正して白を再現するための処理がなされる。具体的にはホワイトバランス部 4 0 2 は、R A W 画像データ 4 0 1 を構成する各画素の R G B データを、例えば x y 色空間等の所定の色空間にプロットする。そして、ホワイトバランス部 4 0 2 は、その色空間において光源色の可能性が高い黒体輻射軌跡付近にプロットされたデータの R 、G 、B を積分し、その積分値から R 及び B 成分のホワイトバランス係数 G / R 及び G / B を求める。ホワイトバランス部 4 0 2 はホワイトバランス係数を画像データに適用することによりホワイトバランス処理を実施する。

【 0 0 2 8 】

色補間部 4 0 3 ではノイズリダクション処理や、色補間処理により、全ての画素において R 、G 、B の色情報が揃ったカラー画像を生成する。生成されたカラー画像は、マトリクス変換部 4 0 4 およびガンマ変換部 4 0 5 を経て基本的なカラー画像が生成される。ここでガンマ変換部 4 0 5 は、輝度取得部 4 0 9 が取得したガンマカーブ (コントラスト調整用カーブ 4 0 7) を用いる。H D R 画像を得る場合のガンマカーブは、E O T F の逆特性 (Inverse EOTF) であり、例えば図 4 (a) に示す P Q (Perceptual Quantization) の逆特性である。なお、Inverse EOTF と O O T F (Opto-Optical Transfer Function) 特性を組み合わせた O E T F (Optical-Electro Transfer Function) を用いてもよい。

40

【 0 0 2 9 】

< ピーク輝度 >

カメラ 100 には、図 5 に示したような、出力ダイナミックレンジが異なる複数の撮影

50

モードが用意されている。ユーザは例えば撮影するシーンのコントラストや明るさ、撮影した画像を表示するディスプレイが対応する出力輝度などに応じて、適切な撮影モードを選択することができる。

【0030】

ここで、本明細書におけるピーク輝度とは、画像データの輝度階調数（10ビットであれば信号値0～1023に相当）のうち、現像後の画像データが取り得る最大の輝度値である。また、ピーク輝度に対応する信号値を上限としたダイナミックレンジが出力ダイナミックレンジである。したがって、ピーク輝度が1023より低い場合、HDR信号でも出力ダイナミックレンジは0～1023の範囲より狭くなる。

【0031】

ピーク輝度は撮影モードごとに予め定められる。本実施形態のカメラ100はHDR撮影モードとして第1のモードと第2のモードを有し、第1のモードよりも第2のモードの方が、ピーク輝度が高いものとする。例えば図5の例であれば、ピーク輝度43を有するガンマカーブ41が第1のモード、ピーク輝度44を有するカーブ42が第2のモードの入出力特性である。本実施形態では、第1のモードのピーク輝度は288 nits（対応する信号値632）、第2のモードのピーク輝度は648 nits（対応する信号値721）に予め定められているものとする。

【0032】

本実施形態のように輝度を絶対値として扱う場合、表示輝度は表示装置に依存しないため、表示輝度と信号値との関係が特定可能である。したがって、撮影モード間のピーク輝度の差は、出力Dレンジの差となる。本実施形態では、ピーク輝度に対応する信号値（またはピーク輝度値[nits]）を、maxDRL(maximum Dynamic Range Level)と呼ぶ。第1のモードのmaxDRLは632、第2のモードのmaxDRLは721である。HDR画像の輝度値が10ビットの階調を有する場合、信号値のダイナミックレンジは0～1023である。しかし、第1のモード、第2のモードのいずれも、maxDRLは1023より小さい。

【0033】

ピーク輝度の差が出力ダイナミックレンジの差となる場合、撮影感度（ISO感度）によっても出力ダイナミックレンジが異なる場合がある。撮像素子10でゲインを適用しない（信号値を増幅しない）標準感度（例えばISO100）よりも、ゲインが適用される撮影感度（例えばISO200）で撮影する場合の方が、フォトダイオードの容積に対して電荷量が少ない。そのため、高感度で撮影する方がダイナミックレンジが広がる。なお、ここでいうゲインは、A/D変換前に適用されるアナログゲインであっても、A/D変換後に適用されるデジタルゲインであってもよい。

【0034】

また、ゲインを適用するために用いるアンプによっては、1段未満の刻みの撮影感度（中間ISO感度）を、代表感度からのゲインアップもしくはゲインダウンで実現する。このような構成において、ゲインダウンされた場合には飽和信号レベルが下がるため、ダイナミックレンジは狭くなる。

【0035】

このように、撮影条件、特に撮影感度に応じてピーク輝度が異なる場合がある。従って、撮影モードと撮影感度の組み合わせに応じたガンマカーブをコントラスト調整用カーブ407として制御部21のROMに予め格納しておく。図4(b)は、ある撮影モードについて3つの撮影感度に応じて格納されるガンマカーブの例を示す。ガンマ選択部408は、現在設定されている撮影条件（撮影モードおよびISO感度）406を、例えばメモリ28を参照して取得する。そして、ガンマ選択部408は、取得した撮影条件（撮影モードとISO感度の組み合わせ）に対応するコントラスト調整用カーブ407を、制御部21から取得し、輝度取得部409に出力する。

【0036】

輝度取得部409は、取得したコントラスト調整用カーブ407をガンマ変換部405

10

20

30

40

50

に供給する。また、輝度取得部 409 は、コントラスト調整用カーブ 407 の最大出力値を含む複数の出力値について、対応する絶対輝度を取得する。絶対輝度は、SMPTE ST 2084 で規格化されている PQ 方式の EOTF (図 4 (a)) から求めることができる。そして、輝度取得部 409 は、コントラスト調整用カーブ 407 の最大出力値または、最大出力値に対応する絶対輝度 [nits] (max DRL) を例えばメモリ 28 に格納する。絶対輝度は、図 4 (b) の out1 ~ out3 に相当する。

【0037】

色輝度調整部 410 は、ガンマ変換部 405 がガンマ変換して生成したカラー画像データに対して、画像の見栄えを改善するための画像処理を適用する。色輝度調整部 410 は例えば、カラー画像に対してシーン検出処理を適用し、予め定められたシーンであると判定された場合には、シーンに関連づけられた画像処理を適用する。例えば夕景シーンであると判定された場合、色輝度調整部 410 は、彩度を強調する画像処理をカラー画像データに対して適用する。

10

【0038】

色輝度調整部 410 の出力する画像データは、圧縮部 411 でデータ量削減のために符号化される。符号化方法は例えば HVC 規格に準拠した方法であってよいが、他の方法でもよい。記録部 412 は、符号化された画像データを格納した所定形式のデータファイルを生成する。また、記録部 412 は、ガンマ選択部 408 で選択されたコントラスト調整用カーブ 407 について輝度取得部 409 が取得した max DRL を、データファイルのメタデータとして例えばヘッダに記載する。このようにして、記録部 412 は、HDR 信号 413 を生成し、出力する。なお、記録部 412 は、表示用の画像を生成する際には画像データをデータファイルに格納せずに、max DRL と関連づけてメモリ 28 に格納してもよい。

20

【0039】

<ハイライト警告表示>

次に、ハイライト警告表示動作について説明する。本実施形態におけるハイライト警告表示とは、画像のうち、現在の撮影条件では「白飛びしている領域」や「ほぼ白飛びしている領域」をユーザが把握することを可能にする機能である。なお、白飛びしている領域は、輝度が飽和した領域であるため、画像処理によって階調を復元することが困難である。そのため、白飛びしている領域や、ほぼ白飛びしている領域をユーザに報知することにより、ユーザはその白飛びが意図しないものであれば、白飛びする領域が減るように露出条件を変更することができる。また、意図的に白飛びさせる場合には、意図した領域が白飛びすることを確認したり、意図した領域が白飛びするように露出条件を変更したりすることができる。

30

【0040】

特に輝度を絶対値として扱う HDR 規格に準拠した HDR 画像については、ハイライト警告表示に関して特有の課題が存在する。SDR 画像や、輝度を相対値として取り扱う HDR 規格に準拠した HDR 画像の場合、表示ピーク輝度は出力デバイスの能力に応じた値になる。したがって、画像データの最大値 (ビット深度が 8 ビットであれば、255) に近い値 (例えば 248) を閾値として、閾値以上の値を有する画素についてハイライト警告を行えばよい。このようにすれば、常に画像全体のダイナミックレンジのうち所定の割合の高輝度域 (例えばダイナミックレンジの高輝度域側 2%) に対してハイライト警告表示を行うことができる。

40

【0041】

しかし、PQ 方式のように、輝度を絶対値として扱う HDR 規格に準拠した HDR 画像については、画像データの値が表示輝度に対応する。そのため、固定閾値によるハイライト警告は、所望の結果とならない場合がある。例えば、図 5 に示した例において、第 2 の撮影モードのピーク輝度 44 に対応した固定閾値でハイライト警告を行うケースを考える。この場合、第 2 の撮影モードで撮影された HDR 画像データについては、SDR 画像と同様に、固定閾値を用いたハイライト警告が可能である。しかし、第 1 の撮影モードで撮

50

影されたHDR画像データについては、固定閾値がピーク輝度43よりも大きいため、ハイライト警告が全くなされない。このような課題に対応するため、本実施形態では、maxDRLに基づく閾値を用いてハイライト警告を行う。

【0042】

以下、本実施形態のハイライト警告表示動作について、図6および図7を用いて説明する。図6は、HDR信号413に基づくハイライト警告表示に関する信号処理回路25の動作を、機能ブロックとして記載した図である。信号処理回路25は、図3を用いて説明した処理によって生成したHDR信号413に基づく表示を行う際、ハイライト警告表示がオンに設定されていると、以下の動作を実行する。なお、図6に示す機能ブロック601～604の1つ以上を、制御部21がROMに記憶されているプログラムを実行することにより実現してもよい。

10

【0043】

S701にて、輝度取得部409は、記憶部26に保存されている記録済みHDR信号を表示するのか、ライブビュー画像のように記録されていない（撮影中の）HDR信号を表示するのかを判定する。輝度取得部409は、記録済みHDR信号を表示すると判定されればS702に、記録されていないHDR信号を表示すると判定されればS703に、処理を進める。

【0044】

S702で閾値算出部602は、表示するHDR信号が記録されたデータファイルのメタデータに記載されているmaxDRLを取得する。また、S703で閾値算出部602は、ガンマ選択部408が現在の撮影条件（撮影モード、撮影感度）に応じて選択したコントラスト調整用カーブ407から輝度取得部409が取得したmaxDRLを、例えばメモリ28から取得する。そして、閾値算出部602は、maxDRLに応じたハイライト警告閾値を算出する。

20

【0045】

ハイライト警告閾値の算出方法の一例について説明する。本実施形態では、SDR信号に対するハイライト警告表示と同様に、知覚均等色空間の一つであり、ITU-R BT. 2100で規定されるICtCp色空間を用いるものとする。SDR信号が取り得る最大値をmaxSDRとし、SDR信号に対するハイライト警告に用いる閾値（SDR信号用閾値）をthrSとする。例えばSDR信号のビット深度が8ビットであり、maxSDRが255、thrSが248に予め設定されており、例えば制御部21のROMに記憶されているものとする。ここで、ある画素XのRGB値（Xr、Xg、Xb）を、ICtCp色空間の値に変換し、得られたI値（輝度値）をI(X)と表記する。このとき、maxSDRとthrSそれぞれに対応するI値の差分値をIとすると、Iは以下の式1で算出できる。

30

$$I = I(\max SDR) - I(thrS) \quad \text{式1}$$

【0046】

閾値算出部602は、HDR信号に対して用いるハイライト警告閾値thrH1に対応したI値、I(thrH1)を以下の式2により求める。

$$I(thrH1) = I(\max DRL) - I \quad \text{式2}$$

40

そして、I(thrH1)を、RGB色空間に逆変換することにより、RGB値に対する閾値thrH1を求めることができる。

【0047】

このように、HDR画像用の閾値とHDR画像の最大値との差Iを、SDR画像用の閾値とSDR画像の最大値との差Iと等しくする。これにより、SDR画像とHDR画像とで、ハイライト警告をされ始める明るさと、その画像の取り得る最大の明るさの差が同様となるようにハイライト警告が表示される。そのため、SDR画像であってもHDR画像であっても、ユーザが白飛びと感じる度合いが同様の明るさの領域にハイライト警告が表示されるようになる。

【0048】

50

次に、警告領域検出部 603（検出手段）は、表示する HDR 信号に対して閾値 t_{hrH1} を適用して閾値処理を行い、ハイライト警告の対象となる領域（画素）を検出する。例えば、警告領域検出部 603 は、閾値 t_{hrH1} 以上の値を有する画素を警告対象の画素とする。ここでは、警告領域検出部 603 が、ハイライト警告の対象となるかならないかにより HDR 画像を 2 値化した警告マップ $mapH$ を求めるものとする。例えば、図 8（a）に示す HDR 画像に対して得られた警告マップ $mapH$ の例を図 8（b）に示す。警告対象の画素を 1（白）、警告対象外の画素を 0（黒）とした警告マップ $mapH$ の例を示している。

【0049】

なお、警告マップ $mapH$ を求める際には、閾値 t_{hrH1} を RGB 空間の値に変換し、HDR 画像データの R、G、B 値それぞれに対して閾値処理を行ってもよい。この場合、R、G、B の全成分について、閾値以上の画素を警告対象の画素とする。また、HDR 画像データに RGB 色空間から YCbCr 色空間への変換を適用した後、輝度信号 Y に対して閾値 t_{hrH1} を適用してもよい。また、他の方法で閾値処理を行ってもよい。

【0050】

警告表示部 604（表示制御手段）は、警告領域検出部 603 が生成した警告マップ $mapH$ に基づいて、HDR 画像に警告表示を追加する。警告表示の方法に特に制限はなく、視覚的に領域が判別可能な任意の方法を用いることができる。例えば対象領域に対してゼブラパターンのような特定のパターンを（常時あるいは周期的に）重畳表示したり、対象領域内の画素値を（常時あるいは周期的に）特定の値に変更したり、対象領域内の画素を点滅表示したりすることができる。これらは単なる例示であり、対象領域と非対象領域とが視覚的に判別可能な任意の方法を用いることができる。警告表示部 604 は、メモリ 28 のうち、VRAM として用いられている領域に対してパターンデータを書き込んだり、画素値を変更するなどしてハイライト警告表示を実現することができる。図 8（c）に、図 8（b）の警告マップ $mapH$ に基づくハイライト警告表示が行われた状態の例を示す。

【0051】

以上説明したように、本実施形態によれば、輝度値を絶対値として扱う HDR 規格に準じた HDR 画像データに対してハイライト警告表示を行う場合、画像データの最大値に応じた閾値を用いるようにした。そのため、撮影モードによってピーク輝度が異なる場合であっても、適切なハイライト警告表示を行うことができる。

【0052】

（第 2 実施形態）

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、閾値算出部 602 の動作が第 1 実施形態と異なる。したがって、以下では、本実施形態におけるハイライト警告閾値 t_{hrH2} の求め方について説明する。

【0053】

本実施形態において閾値算出部 602 は、SDR 信号の出力最大値 $maxSDR$ とハイライト警告閾値 t_{hrS} の比率と同じになるように、HDR 信号用のハイライト警告閾値を算出する。

閾値算出部 602 は制御部 21 の ROM から $maxSDR$ および t_{hrS} を取得し、比率 r を以下の式 3 に従って算出する。

$$r = t_{hrS} / maxSDR \quad \text{式 3}$$

そして、閾値算出部 602 は、HDR 信号用のハイライト警告閾値 t_{hrH2} を、以下の式 4 にしたがって算出する。

$$t_{hrH2} = r \times maxDRL \quad \text{式 4}$$

【0054】

ハイライト警告閾値 t_{hrH2} を用いることにより、SDR 信号と HDR 信号とで、それぞれの出力最大値に対して同じ比率以上の値を有する画素についてハイライト警告表示を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。本実施形態は、閾値算出部 6 0 2 の動作が第 1 および第 2 実施形態と異なる。したがって、以下では、本実施形態におけるハイライト警告閾値 t_{hrH3} の求め方について説明する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態において閾値算出部 6 0 2 は、ガンマ変換処理前の信号値、つまり撮像素子 1 0 の信号値を用いる。

図 9 に、SDR 画像および HDR 画像に対してガンマ変換部 4 0 5 が適用するコントラスト調整用カーブ 4 0 7 (ガンマカーブ) の入出力特性の例を示す。図 9 において、 V_{a12} は撮像素子 1 0 の飽和時の信号値を表す。 V_{a11} は SDR 信号に対するハイライト警告閾値 t_{hrS} に対応する撮像素子 1 0 の信号値を表す。

10

【 0 0 5 7 】

閾値算出部 6 0 2 は、入力値 V_{a11} が HDR 画像に適用するコントラスト調整用カーブ 4 0 7 によって変換される出力値を、HDR 信号用のハイライト警告閾値 t_{hrH3} として求める。

【 0 0 5 8 】

このようなハイライト警告閾値 t_{hrH3} を用いることで、SDR 信号と HDR 信号とで、ガンマ変換前の信号値が同一範囲である画素についてハイライト警告表示を行うことができる。そのため、SDR 信号と HDR 信号とで同じ領域に対してハイライト警告を行うことができる。

20

【 0 0 5 9 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態は、閾値算出部 6 0 2 の動作が第 1 ~ 第 3 実施形態と異なる。したがって、以下では、本実施形態におけるハイライト警告閾値 t_{hrH4} の求め方について説明する。

【 0 0 6 0 】

第 1 ~ 第 3 実施形態では、それぞれ異なる算出方法により得られたハイライト警告閾値を用いた。しかし、これら複数のハイライト警告閾値を組み合わせる用いてもよい。本実施形態において閾値算出部 6 0 2 は、第 1 ~ 第 3 実施形態で算出される閾値の 2 つ以上を用いてハイライト警告閾値を算出する。

30

【 0 0 6 1 】

ここでは、第 1 ~ 第 3 実施形態で算出される閾値を加重加算し、さらに定数を加算することでハイライト警告閾値を算出する場合について説明する。定数を 1、2、3 および 1 とすると、閾値算出部 6 0 2 は、ハイライト警告閾値 t_{hrH4} を以下の式 5 により算出する。

$$t_{hrH4} = 1 \times t_{hrH1} + 2 \times t_{hrH2} + 3 \times t_{hrH3} + 1 \quad \text{式 5}$$

【 0 0 6 2 】

各閾値の重みである定数 1、2、3 と、他の定数 1 を調整することにより、ガンマ変換後の出力ダイナミックレンジと、ガンマ変換前の撮像素子 1 0 のダイナミックレンジとをバランスよく考慮したハイライト警告表示を実現できる。定数は例えば試行錯誤的に定めることができる。

40

【 0 0 6 3 】

(第 5 実施形態)

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。第 1 ~ 第 4 実施形態では、HDR 信号に対してハイライト警告表示を行う方法について説明した。生成した HDR 信号を表示するディスプレイが SDR 信号にしか対応していないこともある。本実施形態では、HDR 信号の表示環境に応じたハイライト警告表示を実現する。

【 0 0 6 4 】

表示する HDR 信号に対するハイライト警告閾値を、第 1 ~ 第 4 実施形態のいずれかに

50

従って閾値算出部 602 によって求め、さらに、警告領域検出部 603 により対応する警告マップ $mapH$ を求めておく。警告表示部 604 は、HDR 信号の表示先が SDR 信号にのみ対応している場合、HDR 信号を SDR 信号にトーンマッピングする。なお、トーンマッピング方法の一例として、HDR 信号を、現像時のガンマ変換の逆特性を用いてリニア信号にし、さらに SDR 信号現像用のガンマ変換を行う方法などが考えられるが、他の方法を用いても良い。

【0065】

そして、警告表示部 604 は、作成された SDR 信号のうち、警告マップ $mapH$ で示されるハイライト領域に対してハイライト警告表示を行う。なお、表示先の能力については、例えば表示器 27 が外部装置であれば接続時に制御部 21 との通信によって取得することができ、また、ユーザ設定により SDR 表示が選択されている場合にはトーンマッピングを行うように構成してもよい。

10

【0066】

本実施形態によれば、HDR 信号を表示する装置が HDR 信号に対応しておらず、HDR 信号を SDR 信号としてしか表示できない場合であっても、HDR 信号に対応した表示装置で表示した場合と同じ領域にハイライト警告表示を実現できる。

【0067】

(第 6 実施形態)

第 1 ~ 第 4 実施形態では、1 つのハイライト警告閾値に基づいて、1 種類のハイライト警告表示を実施するものであった。本実施形態では、複数の閾値を用いて、段階的なハイライト警告表示を行う。

20

【0068】

段階的な関係を満たしさえすれば、複数の閾値を求める方法に特に制限はない。例えば、第 1 ~ 第 4 実施形態で得られる閾値を組み合わせてもよい。ここでは、1 つの方法（例えば第 1 実施形態で説明した方法）を用いて段階的に閾値を求める方法について説明する。

【0069】

例えば、閾値算出部 602 は、式 6 や式 7 のように、第 1 実施形態において I を減じる回数を増加させることにより、段階的なハイライト警告閾値 $thrH6_1$ 、 $thrH6_2$ を求めることができる。ここで、 $I(thrH6_1)$ は、第 1 実施形態で用いた $I(thrH1)$ に等しい。

30

$$I(thrH6_1) = I(maxDRL) - I \quad \text{式 6}$$

$$I(thrH6_2) = I(thrH6_1) - I \quad \text{式 7}$$

【0070】

$I(thrH6_1)$ 、 $I(thrH6_2)$ を RGB 色空間に逆変換することにより、RGB 値に対する閾値 $thrH6_1$ 、 $thrH6_2$ を求めることができる。

【0071】

警告領域検出部 603 は、閾値ごとに警告マップを作成する。なお、最も大きな閾値から順に警告マップを生成し、既に警告対象と判定された画素については警告対象外として次の閾値に対する警告マップを生成することができる。

警告表示部 604 は、個々の警告マップに基づいて、段階に応じて視覚的に異なるハイライト警告表示を実行する。

40

【0072】

本実施形態では、一例として第 1 実施形態の方法を用いて 2 つの閾値を決定して用いる構成について説明した。しかし、閾値は 3 つ以上であってもよく、また段階的な閾値を決定する方法も第 1 実施形態の方法に限定されない。例えば、第 1 ~ 第 4 実施形態で説明した方法を適宜組み合わせて用いてもよい。さらに、第 5 実施形態のように HDR 信号を SDR 信号にトーンマッピングしてから複数の閾値を適用して、段階的なハイライト警告表示を行うように構成してもよい。

【0073】

本実施形態によれば、ハイライト部分について段階的な警告表示が可能になるため、ユ

50

ーザは画像中のハイライトの分布をより細かく把握することが可能になる。

【 0 0 7 4 】

(その他の実施形態)

上述したハイライト警告表示動作には撮影に係る機能は必須でない。したがって、上述した実施形態は、カメラで撮影された画像を表示するディスプレイなどの表示装置や、表示装置での画像の表示を制御するパーソナルコンピュータ等の制御装置で実施することもできる。

【 0 0 7 5 】

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

【 0 0 7 6 】

本発明は上述した実施形態の内容に制限されず、発明の精神および範囲から離脱することなく様々な変更及び変形が可能である。したがって、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

1 ... カメラ本体、 2 ... 交換レンズ、 1 0 ... 撮像素子、 2 1 ... 制御部、 2 5 ... 信号処理回路、 5 1 ... レンズ制御部、 4 0 5 ... ガンマ変換部、 4 0 7 ... コントラスト調整用カーブ、 4 0 8 ... ガンマ選択部、 4 0 9 ... 輝度取得部

10

20

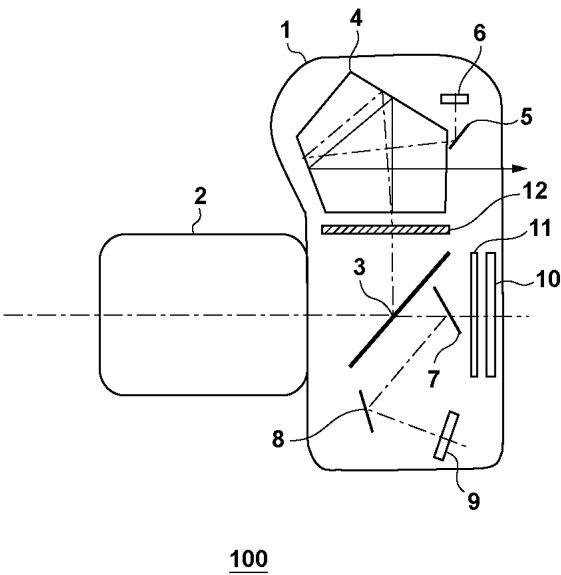
30

40

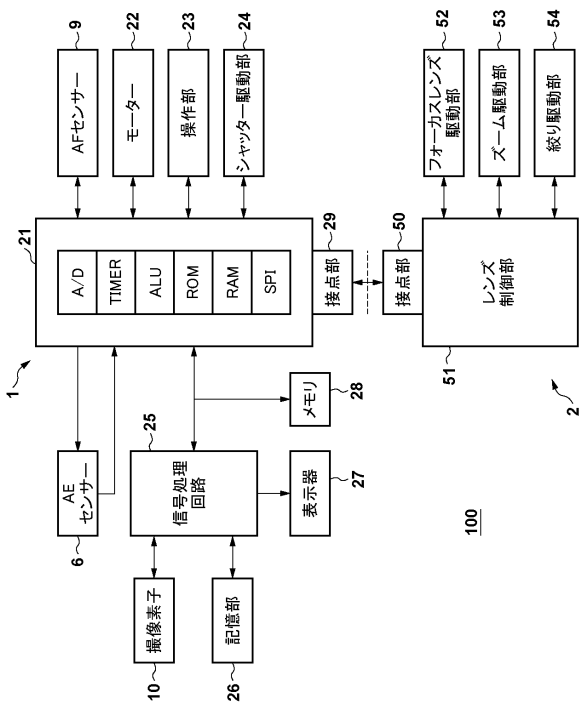
50

【図面】

【図 1】



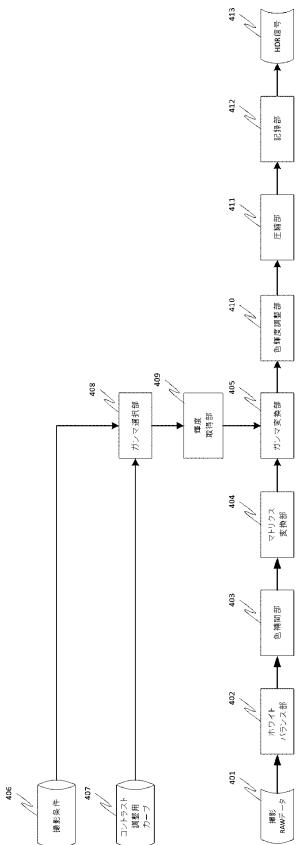
【図 2】



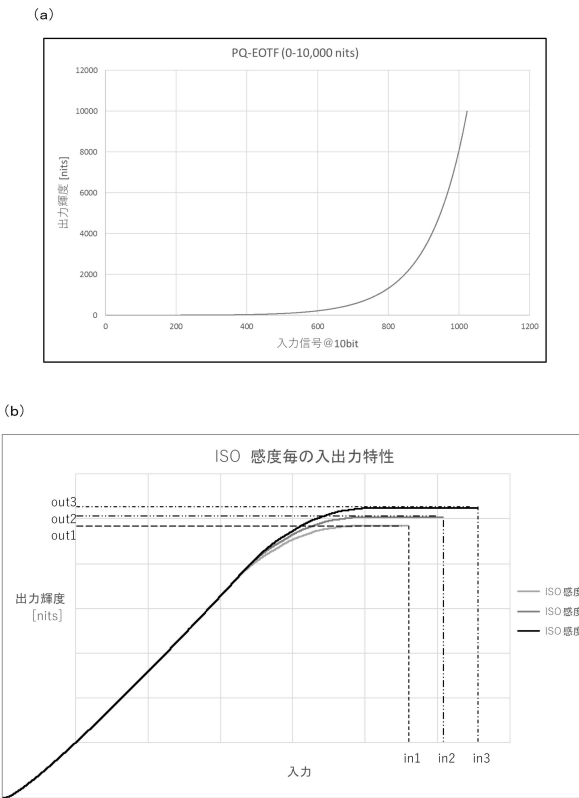
10

20

【図 3】



【図 4】

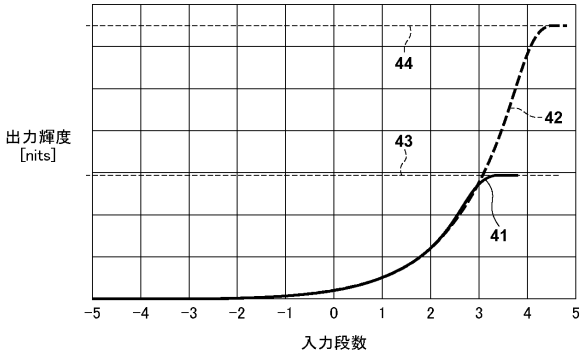


30

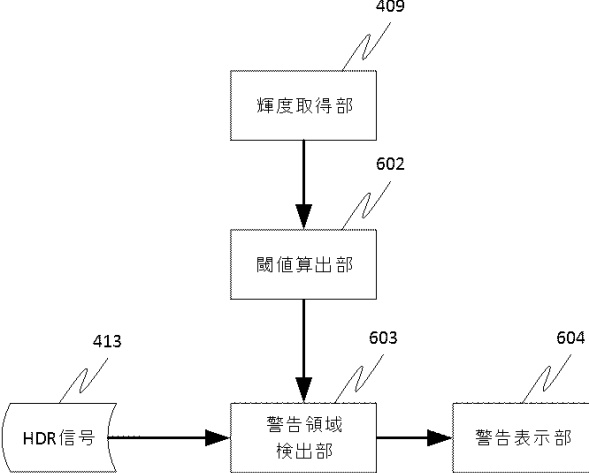
40

50

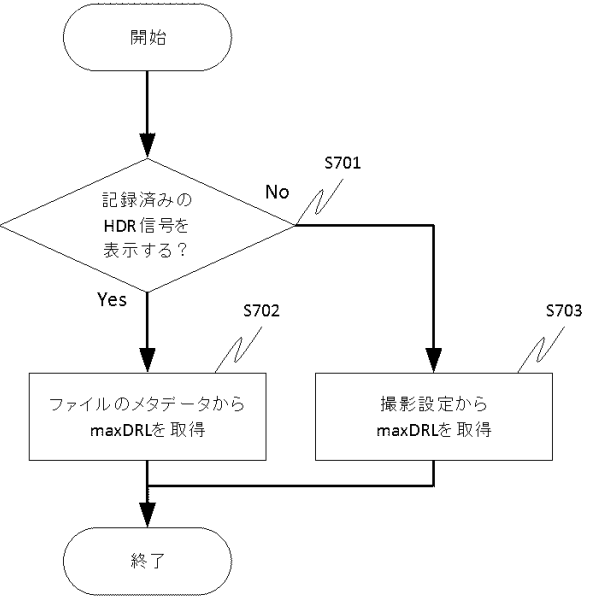
【図 5】



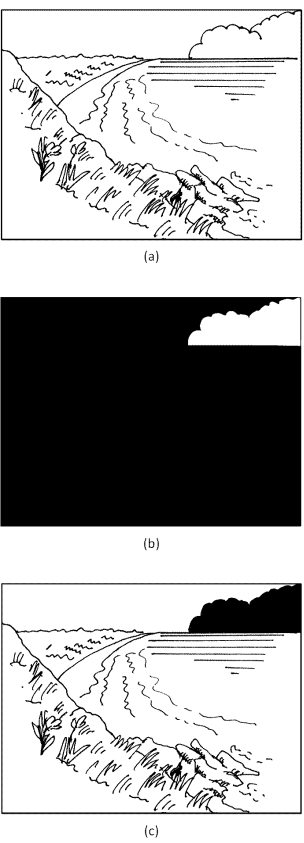
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

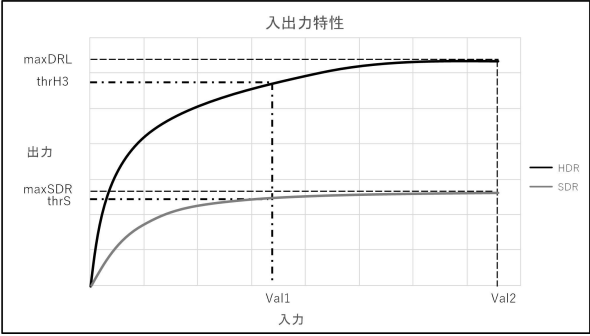
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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

特開 2 0 1 7 - 1 3 9 6 1 3 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7

H 0 4 N 2 3 / 0 0

H 0 4 N 2 3 / 4 0 - 2 3 / 7 6

H 0 4 N 2 3 / 9 0 - 2 3 / 9 5 9

H 0 4 N 5 / 1 4 - 5 / 2 1 3

H 0 4 N 2 3 / 0 8 - 2 3 / 8 2

H 0 4 N 7 / 1 8

H 0 4 N 5 / 6 6 - 5 / 7 4

H 0 4 N 7 / 1 0

H 0 4 N 7 / 1 4 - 7 / 1 7 3

H 0 4 N 7 / 2 0 - 7 / 5 6

H 0 4 N 2 1 / 0 0 - 2 1 / 8 5 8

G 0 3 B 1 7 / 1 8 - 1 7 / 2 0

G 0 3 B 1 7 / 3 6

G 0 9 G 5 / 0 0 - 5 / 4 2