

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年6月28日(28.06.2018)



(10) 国際公開番号  
**WO 2018/116605 A1**

(51) 国際特許分類:  
H04N 19/126 (2014.01) H04N 19/14 (2014.01)  
G06T 3/00 (2006.01) H04N 19/167 (2014.01)  
H04N 1/40 (2006.01) H04N 19/186 (2014.01)  
H04N 9/04 (2006.01)

一株式会社内 Tokyo (JP). 広瀬 正樹(HIROSE, Masaki); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 矢田 敦雄(YADA, Atsuo); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037600

(22) 国際出願日: 2017年10月17日(17.10.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2016-245983 2016年12月19日(19.12.2016) JP

(71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

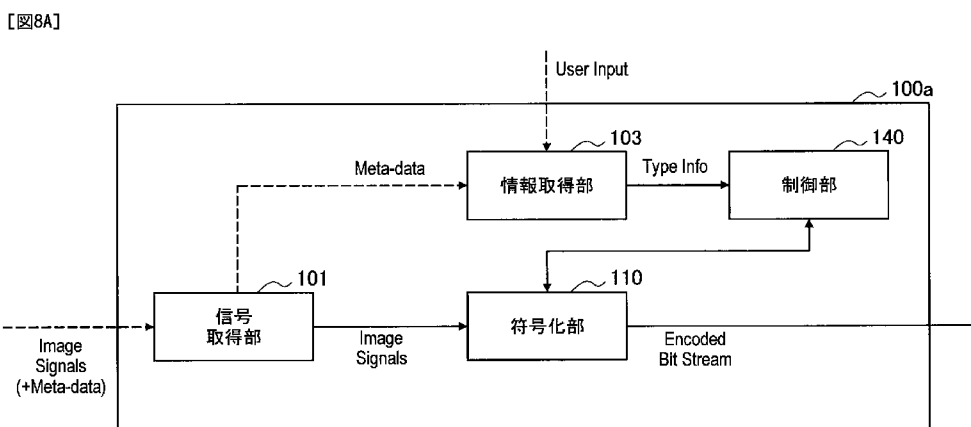
(72) 発明者: 渕江 孝明 (FUCHIE, Takaaki); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニ

(74) 代理人: 亀谷 美明, 外 (KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷 3 - 1 - 3 第一富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム



101... SIGNAL ACQUISITION UNIT  
103... INFORMATION ACQUISITION UNIT  
110... ENCODING UNIT  
140... CONTROL UNIT

(57) Abstract: [Problem] To prevent inappropriate processing parameters from being used when handling an image that can be expressed by a variety of expression methods. [Solution] Provided is an image processing device comprising: a control unit that determines processing parameters for image processing of an image, on the basis of at least either a color gamut applied to the image or a transfer function relating to conversion between light applied to the image and an image signal; and a processing unit that executes the image processing using the processing parameters determined by the control unit.



WO 2018/116605 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約 : 【課題】 多様な表現手法で表現され得る画像を扱う場合に不適切な処理パラメータが使用されることを防止すること。 【解決手段】 画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、を備える画像処理装置を提供する。

## 明 細 書

発明の名称：画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、画像処理装置、画像処理方法及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、実世界の様子をより忠実に再現し又はより豊富な明るさ及び色彩で映像を表示することを可能とするための、映像信号表現の拡張が進められている。HDR (High Dynamic Range) は、従来の標準的なダイナミックレンジであるSDR (Standard Dynamic Range) よりも広い輝度ダイナミックレンジで画像又は映像を表現しようとする概念である。例えば、HLG (Hybrid Log-Gamma)、ST2084又はS-Log3といった伝達関数(トーンカーブともいう)で光を画像信号へと変換(及び、画像信号を光へと変換)することにより、100nitよりも高い輝度を有する実世界の光をディスプレイ上で再現することが可能となることが知られている(非特許文献1参照)。他の例として、ITU-Rにより標準化されたBT.2020は、これまで多くのアプリケーションで使用されてきたBT.709と比較して、より鮮やかな色彩を表現することを可能とする色域を定義している。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1: Association of Radio Industries and Businesses, "ESSENTIAL PARAMETER VALUES FOR THE EXTENDED IMAGE DYNAMIC RANGE TELEVISION (EIDRTV) SYSTEM FOR PROGRAMME PRODUCTION ARIB STANDARD", ARIB STD-B67 Version 1.0, July 3, 2015, [online], [2016年11月24日検索], インターネット<URL: [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/2-STD-B67v1\\_0.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/2-STD-B67v1_0.pdf)>

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 映像（若しくは映像を構成する個々の画像）を符号化し若しくは復号し、又はそうした映像を利用する既存の装置は、多様化しつつある映像信号表現に必ずしも十分に適応できていない。特定の表現手法を前提として最適化された処理パラメータは、必ずしも他の表現手法で表現される画像信号の処理のために適していない。静止画の画像処理についても同様の状況が考えられる。

[0005] 従って、多様な表現手法で表現され得る画像を扱う場合に不適切な処理パラメータが使用されることを防止する仕組みが提供されることが望ましい。

### 課題を解決するための手段

[0006] 本開示によれば、画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、を備える画像処理装置が提供される。

[0007] また、本開示によれば、画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定することと、決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行することと、を含む画像処理方法が提供される。

[0008] また、本開示によれば、画像処理装置のプロセッサを、画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、として機能させるためのプログラムが提供される。

### 発明の効果

[0009] 本開示に係る技術によれば、多様な表現手法で表現され得る画像を扱う場合に不適切な処理パラメータが使用されることを防止することができる。

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果と共に、又は上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、又は本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

### 図面の簡単な説明

- [0010] [図1A] SDR映像の輝度ダイナミックレンジについて説明するための説明図である。
- [図1B] HDR映像の輝度ダイナミックレンジについて説明するための説明図である。
- [図2A] SDR映像の画像信号のコーデック歪みについて説明するための説明図である。
- [図2B] HDR映像の画像信号のコーデック歪みについて説明するための説明図である。
- [図2C] HDR - SDR変換を経て拡大されるコーデック歪みについて説明するための説明図である。
- [図3] SDR用の信号フォーマット及びHDR用の信号フォーマットのOETFの例を示す説明図である。
- [図4] SDR用のBT, 709に対してHDR用のS-Log3が画像情報をどの程度圧縮しているかを表すグラフを示している。
- [図5] BT, 709及びBT, 2020により定義されている色域について説明するための説明図である。
- [図6] 伝達関数の種別の違いが符号化難易度に与える影響について説明するための説明図である。
- [図7A] 一実施形態に係る画像処理システムの構成の第1の例を示す説明図である。
- [図7B] 一実施形態に係る画像処理システムの構成の第2の例を示す説明図である。
- [図8A] 第1の実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の第1の例を示すブロック図である。

[図8B]第1の実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の第2の例を示すブロック図である。

[図9]第1の実施形態に係る制御部及び符号化部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[図10]符号化難易度の高いブロック及び符号化難易度の低いブロックの例を示す説明図である。

[図11]SDRのケースでの量子化ステップの調整の一例について説明するための説明図である。

[図12]既存の手法に係るHDRのケースでの量子化ステップの調整の一例について説明するための説明図である。

[図13]第1の実施形態に係る量子化ステップの調整の一例について説明するための説明図である。

[図14]第1の実施形態に係る符号化制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図15A]SDRにおける画素分類処理への色域の影響の一例について説明するための説明図である。

[図15B]HDRにおける画素分類処理への伝達関数の影響の一例について説明するための第1の説明図である。

[図15C]HDRにおける画素分類処理への伝達関数の影響の一例について説明するための第2の説明図である。

[図15D]HDRにおける画素分類処理への色域の影響の一例について説明するための説明図である。

[図16]第2の実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図17]第2の実施形態に係る制御部及び符号化部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[図18]第2の実施形態に係る符号化制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図19]第2の実施形態の一変形例に係る画像処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図20]図19を用いて説明した変形例に係る画像処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図21]装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図22]手術室システムの全体構成を概略的に示す図である。

[図23]集中操作パネルにおける操作画面の表示例を示す図である。

[図24]手術室システムが適用された手術の様子の一例を示す図である。

[図25]図24に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

## 発明を実施するための形態

[0011] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] また、以下の順序で説明を行う。

1. 関連技術の説明
  - 1-1. SDR及びHDR
  - 1-2. コーデック歪み
  - 1-3. 伝達関数
  - 1-4. 色域
2. 第1の実施形態
  - 2-1. 導入
  - 2-2. システムの概要
  - 2-3. 画像処理装置の概略的な構成
  - 2-4. 符号化部及び制御部の詳細な構成
  - 2-5. 処理の流れ
  - 2-6. 第1の実施形態のまとめ

3. 第2の実施形態
  - 3-1. 導入
  - 3-2. システムの概要
  - 3-3. 画像処理装置の概略的な構成
  - 3-4. 符号化部及び制御部の詳細な構成
  - 3-5. 処理の流れ
  - 3-6. 変形例
  - 3-7. 第2の実施形態のまとめ
4. ハードウェア構成例
5. 応用例
6. 総括

[0013] <1. 関連技術の説明>

[1-1. SDR及びHDR]

近年、実世界の様子をより忠実に再現し又はより豊富な明るさ及び色彩で映像を再生することを可能とするための、映像信号表現の拡張が進められている。HDRは、従来の標準的なダイナミックレンジであるSDRよりも広い輝度ダイナミックレンジで画像又は映像を表現しようとする概念である。

[0014] 図1Aは、SDR映像の輝度ダイナミックレンジについて説明するための説明図である。図1Aの縦軸は輝度[nit]を表す。自然界の最大輝度は20000nitに達することがあり、一般的な被写体の輝度は例えば最大で12000nit程度である。イメージセンサのダイナミックレンジの上限は、自然界の最大輝度よりも低く、例えば4000nitであり得る。デジタルカメラ又はデジタルカムコーダといった撮像装置は、イメージセンサにおいて入射光を光電変換することにより生成される電気信号を、イメージセンサの後段の信号処理回路において例えば10ビットのデジタル画像信号へと変換する。旧来のSDR映像の信号フォーマットでは、こうした変換の際に100nitを上回る高輝度部分の階調が失われる。撮像装置により生成されたデジタル画像信号は、例えば伝送又は記録といったアプリケーション

ンの目的に応じて、所定の映像符号化方式（ビデオコーデックともいう）で符号化され、符号化ビットストリームへと変換される。そして、SDR映像を表示する際には、符号化ビットストリームを復号することにより取得されるデジタル画像信号が表示装置へと提供され、上限100nitの表示輝度で映像が再生される。

[0015] 図1Bは、HDR映像の輝度ダイナミックレンジについて説明するための説明図である。SDRのケースと同様に、撮像装置は、イメージセンサへの入射光をアナログ電気信号へと変換し、さらにアナログ電気信号を例えば10ビットのデジタル画像信号へと変換する。HDR映像の信号フォーマットは、こうした変換の際に、100nitを上回る高輝度部分の階調を維持し、数百又は数千nitという上限までの輝度で映像を再生することを可能とする。撮像装置により生成されたデジタル画像信号は、やはりアプリケーションの目的に応じて所定の映像符号化方式で符号化され、符号化ビットストリームへと変換される。HDR映像を表示する際には、符号化ビットストリームを復号することにより取得されるデジタル画像信号が表示装置へと提供され、100nitより高い表示輝度を含む輝度ダイナミックレンジで映像が再生される。

[0016] なお、SDRとHDRとを分類する基準として、ここでは輝度ダイナミックレンジの上限が100nitに等しいか又はそれを下回るケースをSDR、上限が100nitを上回るケースをHDRと仮定している。しかしながら、将来のある時点において、100nitではなくより高い基準値によって、その時点で普及している（即ち、標準的となった）ダイナミックレンジと、より新しい（より高い上限を有する）ダイナミックレンジとがそれぞれHDR及びSDRとして分類されることがあってもよい。本開示に係る技術は、概して、2種類のダイナミックレンジが互いに異なる上限を有するケースに広く適用可能であり、それらダイナミックレンジがどういった基準値によって分類されるかには限定されない。SDRは、HDRとの対比において、LDR（Low Dynamic Range）と呼ばれることもある。

[0017] [1-2. コーデック歪み]

SDR映像かHDR映像かに関わらず、画像信号を非可逆圧縮を含む映像符号化方式で符号化すると、復号される画像信号に基づいて再生される画像に、画質の劣化が生じる。こうした画質の劣化を、本明細書ではコーデック歪みという。コーデック歪みの度合いは、PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) という指標で評価され得る。概して、符号化効率を同等とした場合、H. 264/AVCで符号化/復号された画像の画質は、MPEG-2で符号化/復号された画像の画質よりも高く、H. 265/HEVCで符号化/復号された画像の画質はH. 264/AVCよりも高い。しかしながら、通常、コーデック歪みの評価は、エンコーダへ入力される原画像とデコーダから出力される復号画像とを比較することにより行われる。HDR映像の撮像若しくは表示の際に行われる信号変換、又はダイナミックレンジの縮減若しくは拡張がコーデック歪みにどのように作用するかは、あまり知られていない。

[0018] 発明者らは、多数のサンプル映像をHDR用の信号フォーマットで画像信号へと変換し、H. 264/AVCに準拠するエンコーダ及びデコーダによる符号化及び復号の後に、復号後の画像信号から再生されるHDR映像の画質を検証する実験を行った。その結果、同一のサンプルでSDR映像では感知されなかった画質の劣化が、ビデオコーデックを経たHDR映像において視認されるケースがあることが認識された。画質の劣化は、主にブロックノイズ又はモスキートノイズといった形で、画像内の一部分において顕著に生じていた。

[0019] 同じ10ビットの画像信号を同じ映像符号化方式で符号化する際に生じる劣化の度合いは、通常は同程度である。それでもSDR映像では感知されない(又は感知されにくい)歪みがHDR映像において検出されたのは、復号後の画像信号のダイナミックレンジを拡張する際にコーデック歪みが一緒に拡大されたからであると考えられる。

[0020] 図2Aには、SDR映像の画像信号に、符号化及び復号を経てコーデック

歪みが生じる様子が示されている。コーデック歪みはSDR映像を再生する際には拡大されないため、歪みが十分に小さければ主観的に歪みが感知されることはない。一方、図2Bには、HDR映像の画像信号にやはりコーデック歪みが生じる様子が示されている。HDR映像を再生する際には、ダイナミックレンジの拡張に伴ってコーデック歪みが拡大される結果、ブロックノイズ又はモスキートノイズといった画質の劣化が主観的に感知される可能性が高まる。

[0021] コーデック歪みは、HDR用の信号フォーマットで表現されている画像信号についてHDRからSDRへのフォーマット変換が実行される際にも拡大され得る。図2Cには、HDRからSDRへのフォーマット変換、即ちHDR-SDR変換を経てコーデック歪みが拡大される様子が示されている。HDR-SDR変換は、概して、HDR用の信号フォーマットに対応する伝達関数の逆関数で（例えば符号化ビットストリームを復号することにより得られる）画像信号をイメージセンサの出力に相当する原信号へと復元する処理と、復元された原信号をSDR用の信号フォーマットに対応する伝達関数でSDR用の画像信号へと再変換する処理とを含む。これら処理のうちの前者において拡大されたコーデック歪みは、SDR用の信号フォーマットへの再変換において縮小されない。そのため、HDR-SDR変換後の画像信号に基づいてSDR映像を再生すると、拡大されたコーデック歪みが主観的に感知される結果となり得る。

[0022] 上述したようなコーデック歪みが、映像符号化方式自体の性能に起因するのであれば、歪みは均一に生じるはずである。しかし、上述したサンプル映像の検証では、以下に例示するような特徴的な部分領域において歪みが顕著となっていることが確認された：

- －特定色領域（例えば、肌色領域）
- －平坦な領域（例えば、模様の無い建物の壁）

これらの部分領域において歪みが顕著となる原因は、HDR用の信号フォーマットの信号伝達関数及び色域の選択に依存して、色成分の個々の符号値が

意味する実世界における階調又は色に違いがあることである。

[0023] [1-3. 伝達関数]

一般に、撮像装置における光から画像信号への信号変換の特性は、OETF (Opto-Electronic Transfer Function; 光電気伝達関数) でモデル化される。図3は、典型的なSDR用の信号フォーマットのOETF及びHDR用の信号フォーマットのOETFのそれぞれの例を示している。図3において、横軸は、変換前の光の輝度ダイナミックレンジを表し、100%が1000nitの輝度に相当する。縦軸は、変換後の画像信号の符号値を表し、10bitの場合には符号値は0から1023までの値をとり得る。図中に破線で示したSDR用の信号フォーマット(例えば、BT. 709)のOETFと実線で示したHDR用のOETF(例えば、HLG、ST2084又はS-Log3)とを比較すると、特に符号値が相対的に大きい部分において伝達関数の傾きの違いが顕著である。これは、こうした部分において、HDRのケースではSDRと比較して画像情報がより高い圧縮比で圧縮されていること、即ち符号値の同程度の変化がHDRのケースではSDRのケースよりも大きい階調の変化を表すことを意味している。RGB表色系において赤色(R)成分、緑色(G)成分及び青色(B)成分の各々の伝達関数を解析した場合にも、図3に示したグラフに類似したHDRとSDRとの間の信号伝達特性の違いが確認された。

[0024] 図4は、SDR用のBT. 709に対してHDR用のS-Log3が画像情報をどの程度圧縮しているかを表すグラフを示している。図4の横軸は、10ビットの画像信号の符号値を表す。縦軸は、BT. 709の圧縮比に対するS-Log3の圧縮比の比率を表す。輝度ダイナミックレンジの100%に相当するS-Log3の符号値“600”付近において、S-Log3の圧縮比はBT. 709の圧縮比に対して約4倍であり、符号値が大きくなるほどS-Log3の圧縮比は相対的により高くなっている。このグラフからも、符号値が相対的に大きい部分において、HDRのケースではSDRのケースと比較して画像情報がより強く圧縮されることが理解される。

[0025] HDR映像を再生する際には、多くの場合、図3に実線で示したようなOETFの逆関数であるEOTF (Electro-Optical Transfer Function; 電気光伝達関数) を画像信号の符号値に適用することにより、表示素子へ供給すべき電圧レベルが決定され得る。そして、HDR映像を構成する個々の画像が、EOTFの適用によって拡張された輝度ダイナミックレンジで表示される。撮像から表示までを含むシステム全体の伝達関数をOOTFといい、OOTFはシステムガンマと呼ばれることもある。本明細書において、「伝達関数」とは、特段の言及の無い限り、OETF、EOTF及びOOTFのいずれか1つ又は2つ以上の組合せをいう。これら伝達関数は、トーンカーブと呼ばれることもある。

[0026] [1-4. 色域]

実世界の様子をより忠実に再現し又はよりリッチな映像表現を可能とする技術として、HDRと共に色域もまた重要な概念である。ITU-Rにより標準化されたBT. 2020は、これまで多くのアプリケーションで使用されてきたBT. 709の色域と比較して、より鮮やかな色彩を表現することを可能とする色域を定義している。図5は、BT. 709及びBT. 2020により定義されている色域について説明するための説明図である。図5を参照すると、所定の拘束条件を用いて3次元の色空間を2次元平面へマッピングした色域グラフが示されている。グラフ中の十字マークは、白色がマッピングされる位置を示す。グラフ中の破線は、BT. 709に従って表現することのできる色の範囲を示す。グラフ中の実線は、BT. 2020に従って表現することのできる色の範囲を示す。グラフ中の点線は、人間の視覚が識別することのできる色の範囲を示す。図5から理解されるように、BT. 2020は、BT. 709よりも多彩な色を表現することを可能とする。BT. 709が実世界に存在する色の約75%を表現可能であるのに対し、BT. 2020は99%以上の色を表現可能であると言われている。BT. 2020は、SDR映像の色域として利用されてもよく、又はHDR映像の色域として利用されてもよい。

[0027] <2. 第1の実施形態>

[2-1. 導入]

HDR用の信号フォーマットを用いた場合に画像内の部分領域において顕著となる上述したコーデック歪みは、それら部分領域において原信号の階調を表現するための割り当て符号量が不足することを原因としている。MPEG-2、H.264/AVC又はH.265/HEVCといった映像符号化方式に準拠するエンコーダは、所要の圧縮率を達成するために、画像信号を周波数ドメインにおいて量子化する。通常は、イントラ予測又はインター予測といった予測技術を適用した後の予測残差を直交変換することにより得られる変換係数が量子化される。しかし、SDR映像の符号化のために最適化されたそれらエンコーダにより使用される量子化ステップの決定方式は、HDR用の信号フォーマットが使用される場合にはしばしば非最適となる。

[0028] いくつかのエンコーダにおいて採用されている量子化ステップの決定方式は、次の式(1)のように表現され得る。

[0029] [数1]

$$Q'_i = F(Act_{Bi}) \cdot Q_i \quad (1)$$

[0030] ここで、 $Q_i$ は、画像の内容に関わらず、アプリケーションの目的に応じた所要の圧縮率が達成されるように決定される、画像内の*i*番目のブロックの暫定的な量子化ステップを表す。 $Q'_i$ は、ブロックごとの符号化難易度に基づいて調整される調整後の量子化ステップを表す。 $Act_{Bi}$ は、*i*番目のブロックについて統計的に算出されるアクティビティを表す。アクティビティとは、符号化難易度の指標の1つであり、例えばブロック内の複数のサブブロックについてそれぞれ算出される分散のうちの最小値に等しい。アクティビティの代わりに、最大符号値と最小符号値との差（これも「ダイナミックレンジ」と呼ばれる場合がある）又は調整前の量子化ステップ自体といった他のパラメータが、符号化難易度の指標として用いられてもよい。関数 $F(Act_{Bi})$ は、ブロックごとのアクティビティ（又は符号化難易度の他の指

標) を引き数とし、量子化ステップの調整係数を返す関数である。関数  $F(Act_{Bi})$  の2つの例を、 $F_1$  及び  $F_2$  として以下に示す：

[0031] [数2]

$$F_1(Act_{Bi}) = G \cdot \frac{2Act_{Bi} + Act_{PIC}}{Act_{Bi} + 2Act_{PIC}} \quad (2)$$

$$F_2(Act_{Bi}) = \frac{G \cdot Act_{Bi} + Act_{PIC}}{Act_{Bi} + G \cdot Act_{PIC}} \quad (3)$$

[0032]  $Act_{PIC}$  は、画像全体にわたるアクティビティの代表値（例えば、平均、中央値又は最大値など）を表す。式（2）によれば、 $G$  は、アクティビティ  $Act_{Bi}$  が画像全体のアクティビティ  $Act_{PIC}$  に等しい場合の、暫定量子化ステップ  $Q_i$  に対する調整後量子化ステップ  $Q'_i$  の比率に相当する。アクティビティ  $Act_{Bi}$  がゼロから無限大の間で変化すると、関数  $F_1(Act_{Bi})$  の返り値は  $G/2$  から  $2G$  の間で変化する。式（2）の右辺の  $G$  を除く残りの項は、アクティビティ  $Act_{Bi}$  を正規化する役割を有する。式（3）によれば、 $G$  は、アクティビティ  $Act_{Bi}$  がゼロに等しい場合（即ち、 $i$  番目のブロックが全く平坦である場合）の調整利得に相当する。アクティビティ  $Act_{Bi}$  がゼロから無限大の間で変化すると、関数  $F_2(Act_{Bi})$  の返り値は  $1/G$  から  $G$  の間で変化する。本明細書において、これら  $G$  を基本調整利得という。式（3）のケースでは、 $G$  は最大調整利得又は最大保護比率などと呼ばれてもよい。

[0033] 式（2）又は式（3）によれば、 $i$  番目のブロック  $B_i$  の画像が他のブロックに対して相対的に平坦である場合、調整後量子化ステップ  $Q'_i$  はより小さい値へと調整される。あるブロックについて使用される量子化ステップがより小さいほど、当該ブロックの変換係数は精細に量子化される。これは、より多くの符号量が当該ブロックに割り当てられること、即ち当該ブロックの画像の階調がより損なわれることなく維持されることを意味する。

[0034] しかしながら、HDRのケースでは、SDRのケースと比較すると信号変

換の際に階調情報がより強く圧縮される。そのため、実世界における見た目の複雑さ（又は、逆の意味で平坦度）が同程度であれば、HDRのケースで画像信号の符号値から算出される符号化難易度は、SDRのケースよりも小さくなる。図6の上段には、一例としての画像 $I_{m1}$ が示されている。ブロック $B_i$ は、画像 $I_{m1}$ に設定される $i$ 番目のブロックである。ブロック $B_i$ について、SDR用の伝達関数が適用された場合の画像信号から算出される符号化難易度（図左下の矢印D1）よりも、HDR用の伝達関数が適用された場合の画像信号から算出される符号化難易度（図右下の矢印D2）の方が小さい。このような情報圧縮の度合いの異なる2つの画像信号について同程度の主観的画質の保護を提供するためには、式（1）の関数 $F$ が包含する利得（例えば、式（2）又は式（3）の基本調整利得 $G$ ）は、情報の圧縮に伴う統計値の変動を打ち消すように可変的に設定されることが望ましい。

[0035] 図5を用いて説明したBT, 2020の色域のようにより広い色域が使用されるケースでも、例えばBT, 709のようにより狭い色域が使用されるケースと比較して、色情報がより強く圧縮される。従って、適用された伝達関数ではなく適用された色域が異なる2つの画像信号についても、同程度の主観的画質の保護を提供するためには、量子化ステップの決定の際に情報の圧縮分を補償するような柔軟な制御が行われることが望ましい。

[0036] そこで、本節では、こういった種別の伝達関数又は色域が画像に適用されるかに基づいて量子化ステップを柔軟に決定し、主観的な画質について改善された保護を提供するための実施形態について説明する。

[0037] [2-2. システムの概要]

図7Aは、本実施形態に係る画像処理システムの構成の第1の例を示す説明図である。図7Aに示した画像処理システム10aは、撮像装置11、信号処理装置14、及びサーバ装置15を含む。

[0038] 撮像装置11は、例えば、デジタルビデオカメラ若しくはデジタルスチルカメラ、又は映像撮影機能を有する任意の種類装置（例えば、監視カメラ、Webカメラ又は情報端末など）であってよい。撮像装置11は、イメー

ジセンサを用いて実世界の様子を撮影して、原始的な画像信号を生成する。信号処理装置 14 は、例えば B P U (Baseband Processing Unit) であってよく、撮像装置 11 と接続される。信号処理装置 14 は、撮像装置 11 により生成された原始的な画像信号について A D 変換及びデジタル信号処理を実行し、所定の信号フォーマットで画像信号を生成する。信号処理装置 14 により実行されるデジタル信号処理は、例えばガンマ補正及び色変換を含み得る。信号処理装置 14 は、撮像装置 11 と一体的に構成されてもよい。

[0039] 信号処理装置 14 は、何らかのユーザインタフェースを介してユーザにより複数の候補から選択される伝達関数及び色域で画像信号を生成してもよい。一例として、伝達関数の候補は、SDR 用として B T , 7 0 9、HDR 用として H L G、S T 2 0 8 4 及び S - L o g 3 を含み得る。また、色域の候補は、B T , 7 0 9、B T , 2 0 2 0 及び S - G a m u t を含み得る。

[0040] 信号処理装置 14 は、信号変換の結果として生成される画像信号に、必要に応じて音声信号及びメタデータを含む補助信号を多重化し、多重化されたそれら信号をサーバ装置 15 へと出力する。サーバ装置 15 は、例えば S D I (Serial Digital Interface) 又は H D - S D I などの伝送プロトコルに準拠する信号線を介して信号処理装置 14 と接続される画像処理装置である。サーバ装置 15 は、信号処理装置 14 から送信される画像信号を取得し、所定の映像符号化方式で画像を符号化して符号化ビットストリーム 17 a を生成する。符号化ビットストリーム 17 a は、サーバ装置 15 の内部若しくは外部の記憶装置に記憶されてもよく、又はサーバ装置 15 へ接続される他の装置（例えば、表示装置）へ伝送されてもよい。

[0041] 図 7 B は、本実施形態に係る画像処理システムの構成の第 2 の例を示す説明図である。図 7 B に示した画像処理システム 10 b は、撮像装置 12、記憶装置 13、及び端末装置 16 を含む。

[0042] 撮像装置 12 は、例えば、デジタルビデオカメラ、デジタルカムコーダ若しくはデジタルスチルカメラ、又は映像撮影機能を有する任意の種類装置であってよい。撮像装置 12 は、イメージセンサを用いて実世界の様子を撮

影して、原始的な画像信号を生成する。また、撮像装置 1 2 は、A D 変換と、信号処理装置 1 4 に関連して上で説明したようなデジタル信号処理とを実行し、所定の信号フォーマットで画像信号を生成する。撮像装置 1 2 は、信号処理装置 1 4 と同様に、何らかのユーザインタフェースを介してユーザにより複数の候補から選択される伝達関数及び色域で画像信号を生成してよい。

[0043] 撮像装置 1 2 は、信号変換の結果として生成される画像信号に基づき、所定の映像符号化方式で画像を符号化して、符号化ビットストリーム 1 7 b を生成する。符号化ビットストリーム 1 7 b は、例えば、映像ファイルとして記憶されてもよく、又はネットワークを介して記憶装置 1 3 若しくは端末装置 1 6 へ提供されてもよい。

[0044] 記憶装置 1 3 は、様々な映像データを記憶するデータストレージである。記憶装置 1 3 は、例えば、所定の映像符号化方式で画像を符号化することにより生成された映像ファイル 1 7 c を記憶してもよい。映像ファイルのヘッダ領域には、例えば、映像ファイルに含まれる映像コンテンツに適用された光と画像信号との間の変換に関する伝達関数の種別、色域の種別、及び映像符号化方式をそれぞれ識別するパラメータが含まれ得る。記憶装置 1 3 は、符号化前（又は信号変換前）の画像信号を R A W データとして記録する R A W 映像ファイル 1 8 を記憶してもよい。記憶装置 1 3 は、例えば端末装置 1 6 からのリクエストに応じて、ユーザが再生し又は編集することを望むファイルをネットワークを介して端末装置 1 6 へと提供する。

[0045] 端末装置 1 6 は、撮像装置 1 2 により生成され又は記憶装置 1 3 により記憶されている映像ファイルを再生し又は編集する機能を有する画像処理装置である。端末装置 1 6 は、例えば、撮像装置 1 2 又は記憶装置 1 3 から取得される映像ファイル 1 7 b 又は 1 7 c に含まれる符号化ビットストリームを復号して復号画像信号を生成してもよい。また、端末装置 1 6 は、そのように生成される復号画像についてダイナミックレンジ変換（例えば、H D R - S D R 変換又は S D R - H D R 変換）を実行してもよい。さらに、端末装置

16は、RAW映像ファイル18に含まれる画像信号、又はダイナミックレンジ変換後の復号画像信号を所定の映像符号化方式で符号化して、符号化ビットストリーム17dを生成してもよい。

[0046] 図7Aの例におけるサーバ装置15、並びに図7Bの例における撮像装置12及び端末装置16は、いずれも画像を符号化する画像処理装置（即ち、エンコーダ）としての機能を有する。本実施形態では、これら画像処理装置が画像を符号化する際に、当該画像に適用される伝達関数及び色域の少なくとも一方に基づいて（例えば、それらの種別又は他の属性に基づいて）量子化処理に関するパラメータが制御され、それにより画質の劣化が軽減される。次項より、そうした画像処理装置の具体的かつ例示的な構成について詳しく説明する。

[0047] [2-3. 画像処理装置の概略的な構成]

図8Aは、本実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の第1の例を示すブロック図である。図8Aに示した画像処理装置100aは、例えば、図7Aの例におけるサーバ装置15、又は図7Bの例における撮像装置12若しくは端末装置16（又は、それら装置のいずれかに搭載される画像処理モジュール）であってよい。画像処理装置100aは、信号取得部101、情報取得部103、符号化部110及び制御部140を備える。

[0048] 信号取得部101は、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数に基づいて生成された入力画像信号を取得する。信号取得部101は、伝送インタフェースを介して外部の装置から入力画像信号を取得してもよく、又は画像処理装置100aと一体的に構成される撮像モジュール及び信号処理モジュール（図示せず）から入力画像信号を取得してもよい。

[0049] 情報取得部103は、符号化部110へと入力される画像に適用された伝達関数及び色域に関する入力情報を取得する。一例として、情報取得部103は、画像処理装置100aが有するユーザインタフェースを介して入力情報を取得してもよい。ユーザインタフェースは、画像処理装置100aの筐体に設けられる例えばタッチパネル、ボタン又はスイッチのような物理的な

入力デバイスにより提供されてもよい。その代わりに、ユーザインタフェースは、通信インタフェースを介して遠隔的に接続される端末装置上でGUI (Graphical User Interface) として提供されてもよい。本実施形態において、入力情報は、少なくとも符号化すべき画像に適用された伝達関数の種別を示す伝達関数種別と、当該画像に適用された色域の種別を示す色域種別とを含む。ユーザインタフェースは、例えば、SDR用としてBT. 709、HDR用としてHLG、ST2084及びS-Log3を含み得る複数の伝達関数種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。また、ユーザインタフェースは、BT. 709、BT. 2020及びS-Gamutを含み得る複数の色域種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。

[0050] 他の例として、情報取得部103は、入力画像信号と多重化される補助信号から入力情報を取得してもよい。例えば、補助信号は、信号線上で画像信号が伝送されていない期間（例えば、ブランキング期間）において信号取得部101により受信される。そして、情報取得部103は、信号取得部101において分離される補助信号から、伝達関数種別及び色域種別を含む入力情報を取得し得る。また、情報取得部103は、外部のデータソースへアクセスして必要とされる入力情報を取得してもよい。

[0051] 符号化部110は、信号取得部101により取得される画像信号により表現される画像を符号化して、符号化ビットストリームを生成する。符号化部110は、例えばMPEG-2、H. 264/AVC又はH. 265/HEVCなどのいかなる映像符号化方式に従って符号化処理を実行してもよい。符号化部110により実行される符号化処理は、典型的には、予測、直交変換、量子化及びエントロピー符号化といった様々な演算処理を含み、中でも量子化は所要の圧縮率を達成するための非可逆圧縮を含む処理である。

[0052] 制御部140は、情報取得部103により取得される入力情報により示される伝達関数種別及び色域種別の少なくとも一方に基づいて、符号化部110において実行される量子化処理を制御する。例えば、制御部140は、こういった種別の伝達関数が画像に適用されるかに依存して異なる調整利得で

、符号化部 110 に量子化処理における量子化ステップを調整させてもよい。また、制御部 140 は、こういった種別の色域が画像に適用されるかに依存して異なる調整利得で、符号化部 110 に量子化処理における量子化ステップを調整させてもよい。なお、ここでは主に伝達関数及び色域の種別に基づいて量子化ステップなどの処理パラメータが決定される例を説明するが、他の属性に基づいて処理パラメータが決定されてもよい。後述する第 2 の実施形態においても同様である。

[0053] 図 8 B は、本実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の第 2 の例を示すブロック図である。図 8 B に示した画像処理装置 100 b もまた、例えば、図 7 A の例におけるサーバ装置 15、又は図 7 B の例における撮像装置 12 若しくは端末装置 16（又は、それら装置のいずれかに搭載される画像処理モジュール）であってよい。画像処理装置 100 b は、信号処理部 102、情報取得部 104、記憶部 107、符号化部 110 及び制御部 140 を備える。

[0054] 信号処理部 102 は、何らかの伝送インタフェース若しくは装置内部の信号線を介して撮像装置から入力される原始的な画像信号を取得し、又は記憶部 107 により記憶されている映像ファイルから画像信号を取得する。そして、信号処理部 102 は、原始的な画像信号について例えばガンマ補正及び色変換を含み得るデジタル信号処理を実行し、所定の信号フォーマットで符号化の対象とされる画像信号を生成する。信号処理部 102 により画像に適用される伝達関数及び色域は、情報取得部 104 により取得される入力情報に基づいて決定される。そして、信号処理部 102 は、生成した画像信号を符号化部 110 へ出力する。

[0055] 情報取得部 104 は、符号化部 110 により符号化される画像に適用される伝達関数及び色域に関する入力情報を取得する。例えば、情報取得部 104 は、画像処理装置 100 b が有する（物理的な入力デバイスにより提供され又は GUI として提供される）ユーザインタフェースを介して入力情報を取得してよい。上述したように、入力情報は、少なくとも伝達関数種別と色

域種別とを含む。ユーザインタフェースは、例えば、SDR用としてBT. 709、HDR用としてHLG、ST2084及びS-Log3を含み得る複数の伝達関数種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。また、ユーザインタフェースは、BT. 709、BT. 2020及びS-Gamutを含み得る複数の色域種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。

[0056] 記憶部107は、様々な映像データを記憶するための記憶デバイスである。記憶部107は、例えば、信号変換前のデジタル画像信号を記録する映像ファイルを記憶してもよい。ユーザは、画像処理装置100bが有する入出力インタフェース（図示せず）を介して、外部記憶媒体から取得される映像ファイルを記憶部107に記憶させてもよい。また、記憶部107は、符号化部110により実行される符号化処理の結果として生成される符号化ビットストリームを含む映像ファイルを記憶してもよい。映像ファイルは、リクエストに応じて外部の装置へと出力されてもよい。

[0057] 図8Aを用いて説明した第1の例と同様に、符号化部110は、信号処理部102から入力される画像信号により表現される画像を符号化して、符号化ビットストリームを生成する。制御部140は、情報取得部104により取得される入力情報により示される伝達関数種別及び色域種別の少なくとも一方に基づいて、符号化部110において実行される量子化処理を制御する。符号化部110により生成される符号化ビットストリームは、画像処理装置100bの外部の装置へと伝送されてもよく、又は記憶部107により映像ファイルとして記憶されてもよい。

[0058] [2-4. 符号化部及び制御部の詳細な構成]

本項では、図8A及び図8Bに示した符号化部110及び制御部140のより具体的な構成について詳しく説明する。図9は、第1の実施形態に係る符号化部及び制御部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[0059] (1) 符号化部

図9を参照すると、符号化部110は、並び替えバッファ111、ブロッ

ク設定部 112、減算部 113、直交変換部 114、量子化部 115、可逆符号化部 116、逆量子化部 121、逆直交変換部 122、加算部 123、ループフィルタ 124、フレームメモリ 126、スイッチ 127、モード選択部 128、イントラ予測部 130 及びインター予測部 135 を備える。

[0060] 並び替えバッファ 111 は、信号取得部 101 又は信号処理部 102 により取得される画像信号により表現される一連の画像の画像データを、GOP (Group of Pictures) 構造に応じて並び替える。並び替えバッファ 111 は、並び替え後の画像データをブロック設定部 112、イントラ予測部 130 及びインター予測部 135 へ出力する。

[0061] ブロック設定部 112 は、ピクチャに相当する画像の各々を複数のブロックへと分割する。MPEG-2 及び H.264/AVC では、ピクチャは固定的なサイズを有する複数のマクロブロックへと格子状に分割され、各マクロブロックを処理単位として符号化処理が実行される。量子化処理は、各マクロブロックに設定されるより小さいサブブロックを処理単位として実行され得る。H.265/HEVC では、ピクチャは可変的なサイズを有する複数の符号化単位 (Coding Unit) へと四分木状に分割され、各 CU を処理単位として符号化処理が実行される。量子化処理は、各 CU に設定されるより小さい変換単位 (Transform Unit) を処理単位として実行され得る。

[0062] 減算部 113 は、ブロック設定部 112 から入力される画像データと予測画像データとの差分である予測残差データを算出し、予測残差データを直交変換部 114 へ出力する。

[0063] 直交変換部 114 は、減算部 113 から入力される予測残差データを、空間領域の画像データから周波数領域の変換係数データへと変換する。直交変換部 114 により実行される直交変換は、例えば離散コサイン変換又は離散サイン変換などであってよい。そして、直交変換部 114 は、変換係数データを量子化部 115 へ出力する。

[0064] 量子化部 115 は、直交変換部 114 から入力される変換係数データを量子化する。例えば、出力される符号化ビットストリームのサイズに対してバ

ッファ又は伝送路の空き容量が多い場合には量子化ステップは小さく設定され、逆に空き容量が少ない場合には量子化ステップは大きく設定され得る。より具体的には、量子化部 115 は、所要の圧縮率が達成されるようにブロックごとに暫定的に量子化ステップを決定し、さらにブロックごとの符号化難易度に応じて量子化ステップを調整する。そして、量子化部 115 は、調整後の量子化ステップで変換係数データを量子化する。量子化後の変換係数データ（以下、量子化データという）は、可逆符号化部 116 及び逆量子化部 121 へ出力される。

[0065] 量子化部 115 における量子化ステップの調整は、上で説明した式 (1) に従って行われてよい。式 (1) の関数  $F(Ac t_{B_i})$  は、量子化ステップの調整利得を表す処理パラメータを含む。調整利得が大きいほど量子化ステップはより小さい値へと調整され、結果的に当該ブロックへの符号量の割り当てが増加する。調整利得を表すパラメータの一例は、式 (2) 及び式 (3) に含まれる基本調整利得  $G$  である。この場合、量子化部 115 は、基本調整利得  $G$  と各ブロックの符号化難易度  $Ac t_{B_i}$  とに基づいて調整される調整後の量子化ステップで、各ブロックについて量子化処理を実行する。量子化部 115 において、色成分ごとに異なる量子化ステップが使用されてもよい。また、量子化ステップの調整が色成分ごとに異なる処理パラメータを用いて行われてもよい。

[0066] 可逆符号化部 116 は、量子化部 115 から入力される量子化データを符号化することにより、符号化ビットストリームを生成する。また、可逆符号化部 116 は、デコーダにより参照される様々なパラメータを符号化して、符号化されたパラメータを符号化ビットストリームへ挿入する。可逆符号化部 116 により符号化されるパラメータは、伝達関数に関する情報、色域に関する情報、及び量子化パラメータに関する情報を含み得る。可逆符号化部 116 は、生成した符号化ビットストリームを、アプリケーションの目的に応じた出力先へと出力する。

[0067] 逆量子化部 121、逆直交変換部 122 及び加算部 123 は、ローカルデ

コーダを構成する。ローカルデコーダは、符号化されたデータから原画像を再構築する役割を有する。

[0068] 逆量子化部 1 2 1 は、量子化部 1 1 5 により使用されたものと同じ量子化ステップで量子化データを逆量子化し、変換係数データを復元する。そして、逆量子化部 1 2 1 は、復元した変換係数データを逆直交変換部 1 2 2 へ出力する。

[0069] 逆直交変換部 1 2 2 は、逆量子化部 1 2 1 から入力される変換係数データについて逆直交変換処理を実行することにより、予測残差データを復元する。そして、逆直交変換部 1 2 2 は、復元した予測残差データを加算部 1 2 3 へ出力する。

[0070] 加算部 1 2 3 は、逆直交変換部 1 2 2 から入力される復元された予測残差データとイントラ予測部 1 3 0 又はインター予測部 1 3 5 により生成される予測画像データとを加算することにより、復号画像データを生成する。そして、加算部 1 2 3 は、生成した復号画像データをループフィルタ 1 2 4 及びフレームメモリ 1 2 6 へ出力する。

[0071] ループフィルタ 1 2 4 は、復号画像の画質の向上を目的とするインループフィルタである。ループフィルタ 1 2 4 は、例えば、復号画像に現れるブロック歪みを軽減するためのデブロックフィルタを含んでもよい。また、ループフィルタ 1 2 4 は、復号画像にエッジオフセット又はバンドオフセットを加えるための適応オフセットフィルタを含んでもよい。ループフィルタ 1 2 4 は、フィルタリング後の復号画像データをフレームメモリ 1 2 6 へ出力する。

[0072] フレームメモリ 1 2 6 は、加算部 1 2 3 から入力されるフィルタリング前の復号画像データ、及びループフィルタ 1 2 4 から入力されるインループフィルタの適用後の復号画像データを記憶する。

[0073] スイッチ 1 2 7 は、イントラ予測のために使用されるフィルタリング前の復号画像データをフレームメモリ 1 2 6 から読み出し、読み出した復号画像データを参照画像データとしてイントラ予測部 1 3 0 に供給する。また、ス

イッチ 127 は、インター予測のために使用されるフィルタリング後の復号画像データをフレームメモリ 126 から読み出し、読み出した復号画像データを参照画像データとしてインター予測部 135 に供給する。

[0074] モード選択部 128 は、イントラ予測部 130 及びインター予測部 135 から入力されるコストの比較に基づいて、ブロックごとに予測手法を選択する。モード選択部 128 は、イントラ予測を選択したブロックについては、イントラ予測部 130 により生成される予測画像データを減算部 113 へ出力すると共に、イントラ予測に関する情報を可逆符号化部 116 へ出力する。また、モード選択部 128 は、インター予測を選択したブロックについては、インター予測部 135 により生成される予測画像データを減算部 113 へ出力すると共に、インター予測に関する情報を可逆符号化部 116 へ出力する。

[0075] イントラ予測部 130 は、原画像データ及び復号画像データに基づいて、イントラ予測処理を実行する。例えば、イントラ予測部 130 は、探索範囲に含まれる複数の候補モードの各々について、発生すると推定されるコストを評価する。次に、イントラ予測部 130 は、コストが最小となる予測モードを最良の予測モードとして選択する。また、イントラ予測部 130 は、選択した最良の予測モードに従って予測画像データを生成する。そして、イントラ予測部 130 は、最良の予測モードを示す予測モード情報を含むイントラ予測に関する情報、対応するコスト、及び予測画像データを、モード選択部 128 へ出力する。

[0076] インター予測部 135 は、原画像データ及び復号画像データに基づいて、インター予測処理（動き補償）を実行する。例えば、インター予測部 135 は、探索範囲に含まれる複数の候補モードの各々について、発生すると推定されるコストを評価する。次に、インター予測部 135 は、コストが最小となる予測モードを最良の予測モードとして選択する。また、インター予測部 135 は、選択した最良の予測モードに従って予測画像データを生成する。そして、インター予測部 135 は、インター予測に関する情報、対応するコ

スト、及び予測画像データを、モード選択部128へ出力する。

[0077] (2) 制御部

図9を参照すると、制御部140は、統計演算部141及び量子化制御部143を備える。

[0078] 統計演算部141は、画像全体にわたる符号化難易度、及び画像に設定されるブロックの各々についての符号化難易度を算出する。例えば、統計演算部141は、符号化難易度として、上で説明したアクティビティ $Act_{Bi}$ 及び $Act_{Pic}$ を算出し得る。そして、統計演算部141は、算出したこれら統計値を量子化制御部143へ出力する。

[0079] 量子化制御部143は、符号化される画像に適用される伝達関数及び色域を、情報取得部103又は104から入力される入力情報に基づいて判定する。そして、量子化制御部143は、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに基づいて、量子化ステップの調整のために使用すべき基本調整利得を決定する。より具体的には、量子化制御部143は、伝達関数及び色域の一方又は双方の相違に起因する画像信号の符号値の変化が量子化処理に与える影響を打ち消すように、基本調整利得を決定し得る。ここでの影響は、典型的には量子化の結果として生じるコーデック歪みの程度の変動として現れ、主観的な画質の劣化としても感知され得る。コーデック歪みの程度は、上述したPSNRという指標を用いて評価されることができ、例えば、事前のチューニングにおいて調整利得を変化させながらPSNRの変化を評価し又は主観的な画質を検証することにより、伝達関数ごと若しくは色域ごと又はそれらの組合せごとに、上述した影響を打ち消すための基本調整利得の値を決定することができ、そのように決定された基本調整利得の値が記憶部107に記憶され得る。そして、量子化制御部143は、例えば、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに対応する、それら予め決定された値のうちの1つを記憶部107から読み出して、量子化ステップの調整のために使用すべき基本調整利得の値として決定し得る。

[0080] 以下、図10～図13を用いて、基本調整利得の動的な決定の意義を説明

する。図10には、図6に例示したものと同様の画像  $I_{m1}$  が示されている。ブロック  $B_1$  は、画像  $I_{m1}$  の中で相対的に複雑な画像内容を有する領域に位置し、ブロック  $B_2$  は、画像  $I_{m1}$  の中で相対的に平坦な画像内容を有する領域に位置する。図11は、SDRのケース（例えば、伝達関数がBT.709である）での量子化ステップの調整の一例を示している。ここでは、仮にブロック  $B_1$  及び  $B_2$  について暫定的に決定される量子化ステップが共に  $Q$  に等しいものとする。符号化難易度のより高い（アクティビティのより大きい）ブロック  $B_1$  の量子化ステップは、 $Q'_{B_1}$  へと調整される。一方、符号化難易度のより低い（アクティビティのより小さい）ブロック  $B_2$  の量子化ステップは、 $Q'_{B_1}$  よりもより小さい  $Q'_{B_2}$  へと調整される。これら調整の幅は、SDRのケースについて良好に設計された基本調整利得  $G_{SDR}$  により左右される。

[0081] 図12は、既存の手法に係るHDRのケース（例えば、伝達関数がHLGである）での量子化ステップの調整の一例を示している。既存の手法によれば、画像に適用される伝達関数及び色域に関わらず固定的な基本調整利得が使用される。一方、同じ被写体を映した画像について算出される符号化難易度は、信号変換の際に画像情報がより強く圧縮されていけばより小さい値となり、それに応じて量子化ステップの調整式(1)における調整幅もまたより小さくなる。結果的に、図12のケースにおいて、ブロック  $B_1$  の量子化ステップは  $Q'_{B_1}$  よりも大きい  $Q''_{B_1}$  へと調整され、ブロック  $B_2$  の量子化ステップは  $Q'_{B_2}$  よりも大きい  $Q''_{B_2}$  へと調整され得る。特に符号化難易度の低い平坦なブロック  $B_2$  については、図11のSDRのケースでの  $Q'_{B_2}$  に対して図12のHDRのケースにおいて  $Q''_{B_2}$  は格段に大きい。これが、HDRのケースで平坦な領域において割り当て符号量が不足し、画像の劣化が顕著となっていた原因である。

[0082] 図13は、本実施形態に係る量子化ステップの調整の一例を示している。本実施形態においては、上述したように、量子化制御部143が、画像に適用される伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて、量子化ステ

ップの調整の際に使用される基本調整利得を切り替える。図13の例では、HDRのケースで画像情報の圧縮の度合いに応じてそれぞれ設計されたSDR用の基本調整利得 $G_{SDR}$ 及びHDR用の基本調整利得 $G_{HDR}$ のうちの基本調整利得 $G_{HDR}$ が使用される。その結果、ブロックB1の量子化ステップは $Q'_{B1}$ へと調整され、ブロックB2の量子化ステップは $Q'_{B2}$ へと調整され得る。このような処理パラメータの切り替えによって、画像情報の圧縮に伴う符号化難易度の統計値上の変動が補償され、割り当て符号量の不足に起因する画質の劣化が軽減される。

[0083] 量子化制御部143は、このように決定される基本調整利得と、統計演算部141により算出される（画像全体の及び各ブロックの）符号化難易度とを用いて調整係数を算出し、算出した調整係数を量子化部115へ提供してもよい。その代わりに、量子化制御部143により決定される基本調整利得及び統計演算部141により算出される符号化難易度が量子化部115へ提供され、量子化部115において式(2)又は式(3)に従って調整係数が算出されてもよい。記憶部107は、伝達関数及び色域のうち的一方又は双方に関連付けられる基本調整利得の値を記憶していてもよい。基本調整利得の値は、伝達関数ごとに定義され、色域ごとに定義され、又は伝達関数と色域との組合せごとに定義され得る。

[0084] こうした量子化ステップの制御は、典型的には、MPEG-2若しくはH.264/AVCにおけるマクロブロック若しくはサブブロック、又はH.265/HEVCにおけるCU若しくはTUといった矩形のブロックごとに行われる。しかしながら、本実施形態のアイデアは、矩形ではない形状を有する部分領域ごとに量子化制御処理が実行されるケースにも適用可能である。

[0085] [2-5. 処理の流れ]

図14は、本実施形態に係る符号化制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。ここで説明する符号化制御処理は、映像を構成する個々の画像について繰り返されてよい。複数の画像にわたって変化しないパラメータ

を取得し又は設定するための処理ステップは、2回目以降の繰り返しにおいてスキップされてもよい。なお、ここでは、説明の簡明さのために、量子化処理の制御に直接的に関連しない処理ステップについての説明は省略される。

[0086] 図14を参照すると、まず、信号取得部101又は信号処理部102は、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数に基づいて生成された画像信号を取得する(ステップS110)。ここで取得される画像信号は、符号化部110へ出力される。

[0087] 次に、情報取得部103又は104は、符号化部110へと入力される画像に適用された伝達関数及び色域を示す入力情報を、ユーザインタフェースを介して又は入力画像信号と多重化される補助信号から取得する(ステップS112)。ここで取得される入力情報は、制御部140へ出力される。

[0088] 次に、量子化制御部143は、上述した入力情報により示される伝達関数及び色域のうち少なくとも一方に基づいて、基本調整利得を決定する(ステップS114)。また、統計演算部141は、ピクチャ全体の符号化難易度を算出し、算出した符号化難易度を量子化制御部143へ出力する(ステップS116)。

[0089] その後の処理は、処理対象の画像に設定される複数のブロックのうちの各々について繰り返される。各繰り返しにおける処理対象のブロックを、ここでは注目ブロックという。

[0090] まず、符号化部110の量子化部115は、どのような伝達関数及び色域が適用されたかに関わらず、所要の圧縮率が達成されるように注目ブロックの暫定量子化ステップを決定する(ステップS120)。

[0091] また、統計演算部141は、注目ブロックの符号化難易度を算出し、算出した符号化難易度を量子化制御部143へ出力する(ステップS130)。量子化制御部143は、ステップS114において決定した基本調整利得及び統計演算部141により算出された符号化難易度を用いて、注目ブロックについての調整係数を決定する(ステップS140)。

[0092] 量子化部 115 は、量子化制御部 143 から提供される調整係数を用いて、ステップ S120 において決定した量子化ステップを調整する（ステップ S150）。そして、量子化部 115 は、直交変換部 114 から入力される注目ブロックの変換係数データを、調整後の量子化ステップで量子化する（ステップ S160）。なお、ここでは、所要の圧縮率が達成されるように暫定的に決定された量子化ステップを調整係数を用いて調整する例を説明しているが、所要の圧縮率及び調整係数の双方を同時に考慮して量子化ステップが決定されてもよい。

[0093] 次に、可逆符号化部 116 は、量子化部 115 から入力される量子化データと量子化パラメータとを符号化して、符号化ビットストリームを生成する（ステップ S170）。

[0094] ステップ S120～ステップ S170 は、ピクチャ内の全てのブロックについて処理が終了するまで繰り返される（ステップ S180）。そして、全てのピクチャについて処理が終了すると、図 14 に示した符号化制御処理は終了する（ステップ S190）。

[0095] [2-6. 第 1 の実施形態のまとめ]

ここまで、図 6～図 14 を用いて、本開示に係る技術の第 1 の実施形態について説明した。上述した実施形態では、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて、画像を符号化する際の量子化処理に関する処理パラメータが決定される。かかる構成によれば、伝達関数の相違、又は色域の相違に起因して不適切な量子化ステップが使用されることを防止することができる。それにより、画像を符号化する際に原信号の階調を表現するために十分な割り当て符号量を確保して、画質の劣化を防止することができる。

[0096] また、上述した実施形態では、画像の部分領域ごとの符号化難易度に応じて量子化ステップを調整する際に使用される基本調整利得が、伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて決定される。かかる構成によれば、伝達関数又は色域の選択に依存して符号化難易度が統計値上で小さくなるケ

ースでは相対的に大きい基本調整利得を使用し、逆に符号化難易度が統計値上で大きくなるケースでは相対的に小さい基本調整利得を使用することができる。それにより、画像信号の表現手法に影響されない一貫した量子化ステップの調整が実現される。

[0097] また、上述した実施形態では、伝達関数及び色域に関する入力情報に基づいて、伝達関数及び色域が判定され得る。上記入力情報がユーザインタフェースを介して取得される場合には、入力信号からこれら種別を判別できない場合にもユーザが望む通りの制御を実行することができる。上記入力情報が入力画像信号と多重化される補助信号から取得される場合には、ユーザ入力を要することなく自動的に適切な種別を判定することができる。

[0098] <3. 第2の実施形態>

[3-1. 導入]

前節で説明したように、HDRのケースではSDRと比較して画像情報がより高い圧縮比で圧縮されている。色域が異なる場合にも、画像情報の圧縮比は相違する。画像情報の圧縮比が相違すれば、画像信号の同一の符号値は、実世界における異なる明るさ又は色を表す。前節においては、従来画一的に決定されていた量子化ステップをこうした符号値の意味の相違を考慮に入れて柔軟に決定することを提案した。しかし、量子化ステップの調整に関するパラメータ以外にも、符号値の意味の相違を考慮に入れて決定されるべき処理パラメータは存在する。画像処理の様々な場面で実行される画素分類処理に関するパラメータもまた、そうした処理パラメータに該当する。

[0099] ここでは、画素分類処理の一例として、図15A~図15Dを用いて、ある画素が肌色領域に属するか否かを分類する処理について検討する。これら図において、横軸は2つの色差成分のうち的一方であるCb成分の符号値を表し、縦軸は2つの色差成分のうち他方であるCr成分の符号値を表す。

[0100] 図15Aの矩形領域R11は、人間により主観的に肌色であると認識される実世界の色の集合を、SDR用の伝達関数及びBT.709の色域でCb-Cr平面上にマッピングした結果としての、マッピング後の肌色の集合を

含む領域である。矩形領域 R 1 1 の左辺及び右辺は、画素が肌色領域に属するか否かを分類する際に C b 成分の符号値と比較される閾値に対応し、下辺及び上辺は、画素が肌色領域に属するか否かを分類する際に C r 成分の符号値と比較される閾値に対応する。実世界の同じ肌色の集合を S D R 用の伝達関数及び B T, 2 0 2 0 の色域で C b - C r 平面上にマッピングすると、マッピング後のそれら肌色の集合は、矩形領域 R 1 2 内に位置する。これら 2 つの矩形領域 R 1 1 及び R 1 2 を比較すると、S D R のケースにおいて、種別の異なる色域が画像に適用されている場合には、画素を肌色か否かに分類する画素分類処理において異なる閾値を使用すべきであることが理解される。

[0101] 図 1 5 B の矩形領域 R 2 は、実世界の同じ肌色の集合を、H D R 用の伝達関数である S - L o g 3 及び B T, 2 0 2 0 の色域で C b - C r 平面上にマッピングした結果としての、マッピング後の肌色の集合を含む領域である。図 1 5 C の矩形領域 R 3 は、実世界の同じ肌色の集合を、H D R 用の伝達関数である H L G 及び B T, 2 0 2 0 の色域で C b - C r 平面上にマッピングした結果としての、マッピング後の肌色の集合を含む領域である。矩形領域 R 3 は、C b - C r 平面上で矩形領域 R 2 とは異なる領域を占める。これは、色域が同じであっても種別の異なる伝達関数が画像に適用されている場合には、画素を肌色か否かに分類する画素分類処理において異なる閾値を使用すべきであることを意味している。

[0102] 図 1 5 D の矩形領域 R 4 は、実世界の同じ肌色の集合を、H D R 用の伝達関数である S - L o g 3 及び S - G a m u t という色域で C b - C r 平面上にマッピングした結果としての、マッピング後の肌色の集合を含む領域である。矩形領域 R 4 は、C b - C r 平面上で矩形領域 R 2 とは異なる領域を占める。これは、H D R のケースにおいて、伝達関数が同じであっても種別の異なる色域が画像に適用されている場合には、画素を肌色か否かに分類する画素分類処理において異なる閾値を使用すべきであることを意味している。

[0103] これら考察は、肌色に限らず他の色にも当てはまる。概して、色成分の符

号値を何らかの閾値と比較することにより画素を分類する画素分類処理を実装しようとする場合、ある伝達関数及び色域の組合せについて適切な閾値は、必ずしも伝達関数及び色域の他の組合せについて適切ではない。そこで、本節において、第2の実施形態として、画素分類のために画一的な閾値を用いる代わりに、伝達関数及び色域の一方又は双方に基づいて柔軟に閾値を切り替える手法を提案する。

[0104] [3-2. システムの概要]

本実施形態に係る画像処理システムは、第1の実施形態における画像処理システム10a又は10bと同様に構成されてもよい。一例として、システム内のいずれかの装置が画像を符号化するエンコーダとしての機能を有し、エンコーダにおいて特定の領域（例えば、肌色領域）の画質の保護を強化するために領域検出処理が実行されてもよい。他の例として、本実施形態に係る画像処理システムは画像信号を取得する任意の種類装置を含み、その装置において顔認識、ジェスチャ認識、生体認証又は拡張現実などの様々な目的のために画素分類処理が実行されてもよい。本実施形態では、そうした画素分類処理において伝達関数及び色域の少なくとも一方に基づいて画素分類のための処理パラメータが制御される。それにより、画一的な処理パラメータが使用される例と比較して、より正確な画素分類結果を得ることが可能とされる。

[0105] [3-3. 画像処理装置の概略的な構成]

図16は、第2の実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の一例を示すブロック図である。図16に示した画像処理装置200aは、信号取得部201、情報取得部203、符号化部210及び制御部240を備える。

[0106] 信号取得部201は、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数に基づいて生成された入力画像信号を取得する。信号取得部201は、伝送インターフェースを介して外部の装置から入力画像信号を取得してもよく、又は画像処理装置200aと一体的に構成される撮像モジュール及び信号処理モジュール（図示せず）から入力画像信号を取得してもよい。

- [0107] 情報取得部203は、符号化部210へと入力される画像に適用された伝達関数及び色域に関する入力情報を取得する。一例として、情報取得部203は、画像処理装置200aが有するユーザインタフェースを介して入力情報を取得してもよい。ユーザインタフェースは、画像処理装置200aの筐体に設けられる例えばタッチパネル、ボタン又はスイッチのような物理的な入力デバイスにより提供されてもよい。その代わりに、ユーザインタフェースは、通信インタフェースを介して遠隔的に接続される端末装置上でGUIとして提供されてもよい。本実施形態において、入力情報は、少なくとも符号化すべき画像に適用された伝達関数の種別を示す伝達関数種別と、当該画像に適用された色域の種別を示す色域種別とを含む。ユーザインタフェースは、例えば、SDR用としてBT. 709、HDR用としてHLG、ST2084及びS-Log3を含み得る複数の伝達関数種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。また、ユーザインタフェースは、BT. 709、BT. 2020及びS-Gamutを含み得る複数の色域種別の候補のうちの1つをユーザに選択させてもよい。
- [0108] 他の例として、情報取得部203は、入力画像信号と多重化される補助信号から入力情報を取得してもよい。例えば、補助信号は、信号線上で画像信号が伝送されていない期間において信号取得部201により受信される。そして、情報取得部203は、信号取得部201において分離される補助信号から、伝達関数種別及び色域種別を含む入力情報を取得し得る。
- [0109] 符号化部210は、信号取得部201により取得される画像信号により表現される画像を符号化して、符号化ビットストリームを生成する。符号化部210は、例えばMPEG-2、H. 264/AVC又はH. 265/HEVCなどのいかなる映像符号化方式に従って符号化処理を実行してもよい。符号化部210により実行される符号化処理は、所要の圧縮率を達成するための非可逆圧縮を含む量子化処理を包含する。
- [0110] 制御部240は、情報取得部203により取得される入力情報により示される伝達関数種別及び色域種別の少なくとも一方に基づいて画素分類処理を

実行し、画素分類の結果に依存して符号化部 210 における量子化処理を制御する。例えば、制御部 240 は、こういった伝達関数及び色域の組合せが画像に適用されるかに依存して異なる閾値を用いて画像内の特定領域を検出する。そして、制御部 240 は、検出した特定領域に適用される量子化ステップをスケーリングすることにより、特定領域の画質の保護を強化する。

[0111] [3-4. 符号化部及び制御部の詳細な構成]

本項では、図 16 に示した符号化部 210 及び制御部 240 のより具体的な構成について詳しく説明する。図 17 は、第 2 の実施形態に係る符号化部及び制御部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[0112] (1) 符号化部

図 17 を参照すると、符号化部 210 は、並び替えバッファ 111、ブロック設定部 112、減算部 113、直交変換部 114、量子化部 215、可逆符号化部 116、逆量子化部 221、逆直交変換部 122、加算部 123、ループフィルタ 124、フレームメモリ 126、スイッチ 127、モード選択部 128、イントラ予測部 130 及びインター予測部 135 を備える。

[0113] 量子化部 215 は、直交変換部 114 から入力される変換係数データを量子化する。より具体的には、量子化部 215 は、所要の圧縮率が達成されるようにブロックごとに暫定的に量子化ステップを決定し、さらに画素分類の結果に応じて量子化ステップを調整する。そして、量子化部 215 は、調整後の量子化ステップで変換係数データを量子化し、量子化データを可逆符号化部 116 及び逆量子化部 221 へ出力する。

[0114] 量子化部 215 における量子化ステップの調整は、制御部 240 により提供される調整利得を暫定量子化ステップに適用する（例えば、調整係数を暫定量子化ステップに乗算する）ことにより行われてよい。調整利得が大きいほど量子化ステップはより小さい値へと調整され、結果的に対象ブロックへの符号量の割り当てが増加する。例えば、肌色領域に属するブロックについて符号量の割り当てを増加させることで、人間の顔や手などが映る領域の画質の保護が強化され得る。量子化部 215 は、色成分ごとに異なる量子化ス

テップを使用してもよい。

[0115] 逆量子化部 2 2 1 は、量子化部 2 1 5 により使用されたものと同じ量子化ステップで量子化データを逆量子化し、変換係数データを復元する。そして、逆量子化部 2 2 1 は、復元した変換係数データを逆直交変換部 1 2 2 へ出力する。

[0116] (2) 制御部

図 1 7 を参照すると、制御部 2 4 0 は、閾値制御部 2 4 1、画素分類部 2 4 3 及び量子化制御部 2 4 5 を備える。

[0117] 閾値制御部 2 4 1 は、符号化される画像に適用される伝達関数及び色域を、情報取得部 2 0 3 から入力される入力情報に基づいて判定する。そして、閾値制御部 2 4 1 は、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに基づいて、画素分類処理において使用されるべき、色成分の符号値と比較される閾値を決定する。例えば、画素分類処理は、各画素が特定の色を表すか否かを分類して特定の色領域を検出するための領域検出処理であってもよい。また、画素分類処理は、各画素が特定の明るさを表すか否かを分類して特定の明るさ領域を検出するための領域検出処理であってもよい。これらの例に限定されず、画素を何らかのカテゴリへと分類する任意の画素分類処理が採用されてよい。閾値制御部 2 4 1 は、例えば、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに関連付けられる閾値を記憶するメモリ（図示せず）を参照し、入力情報により示される種別に関連付けられている閾値を、使用すべき閾値として決定してもよい。典型的には、伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方の相違に起因する画像信号の符号値の変化が画素分類処理に与える影響を打ち消すように、伝達関数ごと、色域ごと、又はそれらの組合せごとに異なる閾値が使用され得る。

[0118] 画素分類部 2 4 3 は、閾値制御部 2 4 1 により決定される閾値を用いて、入力画像信号により表現される画像について画素分類処理を実行する。例えば、画素分類処理が肌色領域検出処理である場合、閾値制御部 2 4 1 により決定される閾値は、肌色判定閾値を含む。肌色判定閾値は、図 1 5 A ~ 図 1

5 Dに例示した矩形領域 R 1 1、R 1 2、R 2、R 3 又は R 4 の境界に対応し、左辺及び右辺が C b 成分と比較される 2 つの閾値に、下辺及び上辺が C r 成分と比較される 2 つの閾値にそれぞれ対応する。例えば、SDR 用の伝達関数及び B T、7 0 9 の色域が適用されるケースでは、画素分類部 2 4 3 は、閾値判定の結果として各画素が C b - C r 平面上で矩形領域 R 1 1 内に位置すると判定される場合に、当該画素が肌色を表すと判定し得る。SDR 用の伝達関数及び B T、2 0 2 0 の色域が適用されるケースでは、画素分類部 2 4 3 は、閾値判定の結果として各画素が C b - C r 平面上で矩形領域 R 1 2 内に位置すると判定される場合に、当該画素が肌色を表すと判定し得る。他の伝達関数及び色域が適用されるケースでも、対応する領域検出閾値を用いて同様の判定が行われ得る。画素分類部 2 4 3 は、こうした画素分類の結果を量子化制御部 2 4 5 へ出力する。なお、ここでは単純な閾値判定での画素分類の例を主に説明しているが、画素分類の手法はかかる例に限定されない。例えば、矩形ではない形状の領域に各画素が位置するかを判定するために、1 つ以上の色成分の符号値を引き数とする領域判定用関数が利用されてもよい。そして、領域判定用関数に含まれる係数又は定数などのパラメータが、伝達関数及び色域のうち的一方又は双方の組合せに依存して切り替えられてもよい。代替的に、異なる識別情報が付与された複数の領域判定用関数が予め定義され、伝達関数及び色域のうち的一方又は双方の組合せに依存して選択される識別情報により識別される領域判定用関数が利用されてもよい。

[0119] 量子化制御部 2 4 5 は、画素分類部 2 4 3 から入力される画素分類の結果に基づいて、量子化部 2 1 5 において実行される量子化処理を制御する。例えば、量子化制御部 2 4 5 は、制御対象の画素又はブロックが画質の保護を強化することが望まれる特定の領域に属すると分類された場合には、その画素又はブロックについて、暫定量子化ステップよりも小さい値へと調整した量子化ステップを量子化部 2 1 5 に使用させてよい。また、量子化制御部 2 4 5 は、ある程度の画質の劣化が許容される領域に属する画素又はブロック

について、暫定量子化ステップよりも大きい値へと調整した量子化ステップを量子化部215に使用させてもよい。上述したように柔軟に設定される処理パラメータを用いて行われた画素分類の結果に基づいて調整される量子化ステップで量子化部215が量子化処理を実行することで、画像信号の表現手法に影響されない一貫した画質の保護が実現される。

[0120] [3-5. 処理の流れ]

図18は、本実施形態に係る符号化制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。ここで説明する符号化制御処理は、映像を構成する個々の画像について繰り返されてよい。複数の画像にわたって変化しないパラメータを取得し又は設定するための処理ステップは、2回目以降の繰り返しにおいてスキップされてもよい。なお、ここでは、説明の簡明さのために、画素分類に関連しない処理ステップについての説明は省略される。

[0121] 図18を参照すると、まず、信号取得部201は、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数に基づいて生成された画像信号を取得する（ステップS210）。ここで取得される画像信号は、符号化部210へ出力される。

[0122] 次に、情報取得部203は、符号化部210へと入力される画像に適用された伝達関数及び色域を示す入力情報を、ユーザインタフェースを介して又は入力画像信号と多重化される補助信号から取得する（ステップS212）。ここで取得される入力情報は、制御部240へ出力される。

[0123] 次に、閾値制御部241は、上述した入力情報により示される伝達関数及び色域のうち少なくとも一方に基づいて、画素分類のための閾値を決定する（ステップS214）。

[0124] その後の処理は、処理対象の画像に設定される複数のブロックのうちの各々について繰り返される。各繰り返しにおける処理対象のブロックを、ここでは注目ブロックという。

[0125] まず、画素分類部243は、閾値制御部241により決定された閾値を用いて、注目ブロックについて画素分類を実行する（ステップS220）。例えば、特定領域検出のケースにおいて、画素分類部243は、ブロック内の

各画素がCb-Cr平面上で閾値に囲まれた特定領域内に位置するか否かを分類する。画素分類部243は、ブロック内の全画素数に対する特定領域内に位置する画素数の割合を算出する。そして、画素分類部243は、算出した割合が所定の閾値を上回る場合に、注目ブロックが特定領域に属すると判定し得る。

[0126] 量子化部215は、どのような伝達関数及び色域が適用されたかに関わらず、所要の圧縮率が達成されるように注目ブロックの暫定量子化ステップを決定する(ステップS230)。次に、量子化部215は、画素分類の結果に基づいて量子化制御部245により決定される調整係数を用いて、ステップS230において決定した量子化ステップを調整する(ステップS240)。そして、量子化部215は、直交変換部214から入力される注目ブロックの変換係数データを、調整後の量子化ステップで量子化する(ステップS250)。

[0127] 次に、可逆符号化部216は、量子化部215から入力される量子化データと量子化パラメータとを符号化して、符号化ビットストリームを生成する(ステップS260)。

[0128] ステップS220～ステップS260は、ピクチャ内の全てのブロックについて処理が終了するまで繰り返される(ステップS280)。そして、全てのピクチャについて処理が終了すると、図18に示した符号化制御処理は終了する(ステップS290)。

[0129] [3-6. 変形例]

ここまで、画素分類の結果をエンコーダにおいて割り当て符号量の制御のために利用する例について主に説明した。しかしながら、本実施形態のアイデアは、画素分類の結果を他の用途に利用するケースにも適用可能である。本項では、そうした一変形例について説明する。

[0130] (1) 画像処理装置の構成

図19は、第2の実施形態に係る画像処理装置の構成の一変形例を示すブロック図である。図19に示した画像処理装置200bは、信号取得部20

1、情報取得部203、閾値制御部250、画素分類部260及び出力信号生成部270を備える。

[0131] 閾値制御部250は、画像に適用される伝達関数及び色域を、情報取得部203から入力される入力情報に基づいて判定する。そして、閾値制御部250は、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに基づいて、画素分類処理において使用されるべき、色成分の符号値と比較される閾値を決定する。閾値制御部250は、例えば、伝達関数若しくは色域、又はそれらの組合せに関連付けられる閾値を記憶するメモリ（図示せず）を参照し、入力情報により示される種別に関連付けられている閾値を、使用すべき閾値として決定してもよい。閾値制御部250は、決定した閾値を画素分類部260へ出力する。

[0132] 画素分類部260は、閾値制御部250により決定される閾値を用いて、入力画像信号により表現される画像について画素分類処理を実行する。例えば、画素分類処理が肌色領域検出処理である場合、閾値制御部250により決定される閾値は、肌色判定閾値を含む。例えば、SDR用の伝達関数及びBT. 709の色域が適用されるケースでは、画素分類部260は、閾値判定の結果として各画素がCb-Cr平面上で矩形領域R11内に位置すると判定される場合に、当該画素が肌色を表すと判定し得る。SDR用の伝達関数及びBT. 2020の色域が適用されるケースでは、画素分類部260は、閾値判定の結果として各画素がCb-Cr平面上で矩形領域R12内に位置すると判定される場合に、当該画素が肌色を表すと判定し得る。他の伝達関数及び色域が適用されるケースでも、対応する肌色判定閾値を用いて同様の判定が行われ得る。画素分類部260は、こうした画素分類の結果を出力信号生成部270へ出力する。

[0133] 出力信号生成部270は、画素分類部260から入力される画素分類の結果に基づいて出力信号を生成する。例えば、出力信号生成部270は、画素分類の結果として検出される特定領域の位置を画像上で指し示す標識（例えば、領域を囲む枠）を表示するための出力信号を生成してもよい。また、出

力信号生成部270は、肌色領域検出の結果を用いて顔認識を実行し、顔認識の結果を示す出力信号を生成してもよい。出力信号生成部270は、ジェスチャ認識の結果、生体認証の結果、又は拡張現実において出力画像に重畳される表示オブジェクトなどを表示するための出力信号を生成してもよい。

[0134] (2) 処理の流れ

図20は、図19を用いて説明した変形例に係る画像処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0135] 図20を参照すると、まず、信号取得部201は、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数に基づいて生成された画像信号を取得する（ステップS210）。ここで取得される画像信号は、画素分類部260へ出力される。

[0136] 次に、情報取得部203は、画素分類部260により処理される画像に適用された伝達関数及び色域を示す入力情報を、ユーザインタフェースを介して又は入力画像信号と多重化される補助信号から取得する（ステップS212）。ここで取得される入力情報は、閾値制御部250へ出力される。

[0137] 次に、閾値制御部250は、上述した入力情報により示される伝達関数及び色域のうち少なくとも一方に基づいて、画素分類のための閾値を決定する（ステップS214）。

[0138] 次に、画素分類部260は、閾値制御部250により決定された閾値を用いて、画像内の各画素について画素分類を実行する（ステップS225）。画素分類は、画像内で処理すべき画素が無くなるまで繰り返される（ステップS270）。

[0139] 次に、出力信号生成部270は、ステップS225において実行された画素分類の結果に基づいて、出力信号を生成する（ステップS285）。

[0140] 上述した処理は、一連の画像の各々について繰り返される（ステップS290）。次の画像が無い場合、図20に示した符号化制御処理は終了する。

[0141] [3-7. 第2の実施形態のまとめ]

ここまで、図15A～図20を用いて、本開示に係る技術の第2の実施形

態について説明した。上述した実施形態では、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて、多様な目的で行われ得る画素分類処理に関する処理パラメータが決定される。かかる構成によれば、伝達関数の相違、又は色域の相違に起因して不適切な基準で画素が分類されることを防止し、画素分類の結果に基づく処理の適正な実行を保證することができる。

[0142] また、上述した実施形態では、画素分類処理において色成分の符号値と比較される閾値が、伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて決定される。かかる構成によれば、実世界における同一の明るさ又は色が伝達関数又は色域の選択に依存して異なる符号値で表現される場合にも、それら画像信号の表現手法に影響されない一貫した閾値判定を提供することができる。

[0143] 例えば、画素分類処理は画像内の特定領域を検出するための領域検出処理であってよく、上記閾値は領域検出閾値であってよい。この場合、伝達関数又は色域の選択に依存して本来検出されるべきではない領域が特定領域として誤って検出されるといった事態が防止され得る。ある実施例によれば、上述した領域検出処理の結果に基づいて調整される量子化ステップで、画像の符号化の際の量子化処理が実行される。この場合、画質の保護を強化することが望まれる特定領域を正確に検出し、その特定領域の割り当て符号量を増加させることができる。

[0144] 上述した実施形態においても、伝達関数及び色域に関する入力情報に基づいて、伝達関数及び色域が判定され得る。上記入力情報がユーザインタフェースを介して取得される場合には、入力信号から伝達関数又は色域を判別できない場合にもユーザが望む通りの制御を実行することができる。上記入力情報が入力画像信号と多重化される補助信号から取得される場合には、ユーザ入力を要することなく自動的に適切な種別を判定することができる。

[0145] <4. ハードウェア構成例>

前節までに説明した実施形態は、ソフトウェア、ハードウェア、及びソフ

トウェアとハードウェアとの組合せのいずれを用いて実現されてもよい。画像処理装置100a、100b、200a又は200bがソフトウェアを使用する場合、ソフトウェアを構成するプログラムは、例えば、装置の内部又は外部に設けられる記憶媒体（非一時的な媒体：non-transitory media）に予め格納される。そして、各プログラムは、例えば、実行時にRAM（Random Access Memory）に読み込まれ、CPU（Central Processing Unit）などのプロセッサにより実行される。

[0146] 図21は、上述した実施形態のうちの1つ以上を適用可能な装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図21を参照すると、画像処理装置900は、システムバス910、画像処理チップ920及びオフチップメモリ990を備える。画像処理チップ920は、 $n$ 個（ $n$ は1以上）の処理回路930-1、930-2、…、930- $n$ 、参照バッファ940、システムバスインタフェース950及びローカルバスインタフェース960を含む。

[0147] システムバス910は、画像処理チップ920と外部モジュール（例えば、中央制御機能、アプリケーション機能、通信インタフェース又はユーザインタフェースなど）との間の通信路を提供する。処理回路930-1、930-2、…、930- $n$ は、システムバスインタフェース950を介してシステムバス910と接続され、及びローカルバスインタフェース960を介してオフチップメモリ990と接続される。処理回路930-1、930-2、…、930- $n$ は、オンチップメモリ（例えば、SRAM）に相当し得る参照バッファ940にもアクセスすることができる。オフチップメモリ990は、例えば、画像処理チップ920により処理される画像データを記憶するフレームメモリであってよい。一例として、処理回路930-1は画像信号の変換のために利用されてもよい。処理回路930-2は画像信号の符号化のために利用されてもよい。他の処理回路は画素の分類のために利用されてもよい。なお、これら処理回路は、同一の画像処理チップ920ではなく、別個のチップ上に形成されてもよい。

[0148] <5. 応用例>

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、本節で説明されるような手術室システムに適用されてもよい。

[0149] 図22は、本開示に係る技術が適用され得る手術室システム5100の全体構成を概略的に示す図である。図22を参照すると、手術室システム5100は、手術室内に設置される装置群が視聴覚コントローラ (AV Controller) 5107及び手術室制御装置5109を介して互いに連携可能に接続されることにより構成される。

[0150] 手術室には、様々な装置が設置され得る。図22では、一例として、内視鏡下手術のための各種の装置群5101と、手術室の天井に設けられ術者の手元を撮像するシーリングカメラ5187と、手術室の天井に設けられ手術室全体の様子を撮像する術場カメラ5189と、複数の表示装置5103A～5103Dと、レコーダ5105と、患者ベッド5183と、照明5191と、を図示している。

[0151] ここで、これらの装置のうち、装置群5101は、後述する内視鏡手術システム5113に属するものであり、内視鏡や当該内視鏡によって撮像された画像を表示する表示装置等からなる。内視鏡手術システム5113に属する各装置は医療用機器とも呼称される。一方、表示装置5103A～5103D、レコーダ5105、患者ベッド5183及び照明5191は、内視鏡手術システム5113とは別個に、例えば手術室に備え付けられている装置である。これらの内視鏡手術システム5113に属さない各装置は非医療用機器とも呼称される。視聴覚コントローラ5107及び／又は手術室制御装置5109は、これら医療機器及び非医療機器の動作を互いに連携して制御する。

[0152] 視聴覚コントローラ5107は、医療機器及び非医療機器における画像表示に関する処理を、統括的に制御する。具体的には、手術室システム5100が備える装置のうち、装置群5101、シーリングカメラ5187及び術

場カメラ5189は、手術中に表示すべき情報（以下、表示情報ともいう）を発信する機能を有する装置（以下、発信元の装置とも呼称する）であり得る。また、表示装置5103A～5103Dは、表示情報が出力される装置（以下、出力先の装置とも呼称する）であり得る。また、レコーダ5105は、発信元の装置及び出力先の装置の双方に該当する装置であり得る。視聴覚コントローラ5107は、発信元の装置及び出力先の装置の動作を制御し、発信元の装置から表示情報を取得するとともに、当該表示情報を出力先の装置に送信し、表示又は記録させる機能を有する。なお、表示情報とは、手術中に撮像された各種の画像や、手術に関する各種の情報（例えば、患者の身体情報や、過去の検査結果、術式についての情報等）等である。

[0153] 具体的には、視聴覚コントローラ5107には、装置群5101から、表示情報として、内視鏡によって撮像された患者の体腔内の術部の画像についての情報が送信され得る。また、シーリングカメラ5187から、表示情報として、当該シーリングカメラ5187によって撮像された術者の手元の画像についての情報が送信され得る。また、術場カメラ5189から、表示情報として、当該術場カメラ5189によって撮像された手術室全体の様子を示す画像についての情報が送信され得る。なお、手術室システム5100に撮像機能を有する他の装置が存在する場合には、視聴覚コントローラ5107は、表示情報として、当該他の装置からも当該他の装置によって撮像された画像についての情報を取得してもよい。

[0154] あるいは、例えば、レコーダ5105には、過去に撮像されたこれらの画像についての情報が視聴覚コントローラ5107によって記録されている。視聴覚コントローラ5107は、表示情報として、レコーダ5105から当該過去に撮像された画像についての情報を取得することができる。なお、レコーダ5105には、手術に関する各種の情報も事前に記録されていてもよい。

[0155] 視聴覚コントローラ5107は、出力先の装置である表示装置5103A～5103Dの少なくともいずれかに、取得した表示情報（すなわち、手術

中に撮影された画像や、手術に関する各種の情報)を表示させる。図示する例では、表示装置5103Aは手術室の天井から吊り下げられて設置される表示装置であり、表示装置5103Bは手術室の壁面に設置される表示装置であり、表示装置5103Cは手術室内の机上に設置される表示装置であり、表示装置5103Dは表示機能を有するモバイル機器(例えば、タブレットPC(Personal Computer))である。

[0156] また、図22では図示を省略しているが、手術室システム5100には、手術室の外部の装置が含まれてもよい。手術室の外部の装置は、例えば、病院内外に構築されたネットワークに接続されるサーバや、医療スタッフが用いるPC、病院の会議室に設置されるプロジェクタ等であり得る。このような外部装置が病院外にある場合には、視聴覚コントローラ5107は、遠隔医療のために、テレビ会議システム等を介して、他の病院の表示装置に表示情報を表示させることもできる。

[0157] 手術室制御装置5109は、非医療機器における画像表示に関する処理以外の処理を、統括的に制御する。例えば、手術室制御装置5109は、患者ベッド5183、シーリングカメラ5187、術場カメラ5189及び照明5191の駆動を制御する。

[0158] 手術室システム5100には、集中操作パネル5111が設けられており、ユーザは、当該集中操作パネル5111を介して、視聴覚コントローラ5107に対して画像表示についての指示を与えたり、手術室制御装置5109に対して非医療機器の動作についての指示を与えることができる。集中操作パネル5111は、表示装置の表示面上にタッチパネルが設けられて構成される。

[0159] 図23は、集中操作パネル5111における操作画面の表示例を示す図である。図23では、一例として、手術室システム5100に、出力先の装置として、2つの表示装置が設けられている場合に対応する操作画面を示している。図23を参照すると、操作画面5193には、発信元選択領域5195と、プレビュー領域5197と、コントロール領域5201と、が設けら

れる。

[0160] 発信元選択領域 5 1 9 5 には、手術室システム 5 1 0 0 に備えられる発信元装置と、当該発信元装置が有する表示情報を表すサムネイル画面と、が紐付けられて表示される。ユーザは、表示装置に表示させたい表示情報を、発信元選択領域 5 1 9 5 に表示されているいずれかの発信元装置から選択することができる。

[0161] プレビュー領域 5 1 9 7 には、出力先の装置である 2 つの表示装置 (Monitor1、Monitor2) に表示される画面のプレビューが表示される。図示する例では、1 つの表示装置において 4 つの画像が P i n P 表示されている。当該 4 つの画像は、発信元選択領域 5 1 9 5 において選択された発信元装置から発信された表示情報に対応するものである。4 つの画像のうち、1 つはメイン画像として比較的大きく表示され、残りの 3 つはサブ画像として比較的小さく表示される。ユーザは、4 つの画像が表示された領域を適宜選択することにより、メイン画像とサブ画像を入れ替えることができる。また、4 つの画像が表示される領域の下部には、ステータス表示領域 5 1 9 9 が設けられており、当該領域に手術に関するステータス (例えば、手術の経過時間や、患者の身体情報等) が適宜表示され得る。

[0162] コントロール領域 5 2 0 1 には、発信元の装置に対して操作を行うための G U I (Graphical User Interface) 部品が表示される発信元操作領域 5 2 0 3 と、出力先の装置に対して操作を行うための G U I 部品が表示される出力先操作領域 5 2 0 5 と、が設けられる。図示する例では、発信元操作領域 5 2 0 3 には、撮像機能を有する発信元の装置におけるカメラに対して各種の操作 (パン、チルト及びズーム) を行うための G U I 部品が設けられている。ユーザは、これらの G U I 部品を適宜選択することにより、発信元の装置におけるカメラの動作を操作することができる。なお、図示は省略しているが、発信元選択領域 5 1 9 5 において選択されている発信元の装置がレコーダである場合 (すなわち、プレビュー領域 5 1 9 7 において、レコーダに過去に記録された画像が表示されている場合) には、発信元操作領域 5 2

03には、当該画像の再生、再生停止、巻き戻し、早送り等の操作を行うためのGUI部品が設けられ得る。

[0163] また、出力先操作領域5205には、出力先の装置である表示装置における表示に対する各種の操作（スワップ、フリップ、色調整、コントラスト調整、2D表示と3D表示の切り替え）を行うためのGUI部品が設けられている。ユーザは、これらのGUI部品を適宜選択することにより、表示装置における表示を操作することができる。

[0164] なお、集中操作パネル5111に表示される操作画面は図示する例に限定されず、ユーザは、集中操作パネル5111を介して、手術室システム5100に備えられる、視聴覚コントローラ5107及び手術室制御装置5109によって制御され得る各装置に対する操作入力が可能であってよい。

[0165] 図24は、以上説明した手術室システムが適用された手術の様子の一例を示す図である。シーリングカメラ5187及び術場カメラ5189は、手術室の天井に設けられ、患者ベッド5183上の患者5185の患部に対して処置を行う術者（医者）5181の手元及び手術室全体の様子を撮影可能である。シーリングカメラ5187及び術場カメラ5189には、倍率調整機能、焦点距離調整機能、撮影方向調整機能等が設けられ得る。照明5191は、手術室の天井に設けられ、少なくとも術者5181の手元を照射する。照明5191は、その照射光量、照射光の波長（色）及び光の照射方向等を適宜調整可能であってよい。

[0166] 内視鏡手術システム5113、患者ベッド5183、シーリングカメラ5187、術場カメラ5189及び照明5191は、図22に示すように、視聴覚コントローラ5107及び手術室制御装置5109（図24では図示せず）を介して互いに連携可能に接続されている。手術室内には、集中操作パネル5111が設けられており、上述したように、ユーザは、当該集中操作パネル5111を介して、手術室内に存在するこれらの装置を適宜操作することが可能である。

[0167] 以下、内視鏡手術システム5113の構成について詳細に説明する。図示

するように、内視鏡手術システム5113は、内視鏡5115と、その他の術具5131と、内視鏡5115を支持する支持アーム装置5141と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート5151と、から構成される。

[0168] 内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ5139a～5139dと呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ5139a～5139dから、内視鏡5115の鏡筒5117や、その他の術具5131が患者5185の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具5131として、気腹チューブ5133、エネルギー処置具5135及び鉗子5137が、患者5185の体腔内に挿入されている。また、エネルギー処置具5135は、高周波電流や超音波振動により、組織の切開及び剥離、又は血管の封止等を行う処置具である。ただし、図示する術具5131はあくまで一例であり、術具5131としては、例えば撮子、レトラクタ等、一般的に内視鏡下手術において用いられる各種の術具が用いられてよい。

[0169] 内視鏡5115によって撮影された患者5185の体腔内の術部の画像が、表示装置5155に表示される。術者5181は、表示装置5155に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具5135や鉗子5137を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ5133、エネルギー処置具5135及び鉗子5137は、手術中に、術者5181又は助手等によって支持される。

[0170] (支持アーム装置)

支持アーム装置5141は、ベース部5143から延伸するアーム部5145を備える。図示する例では、アーム部5145は、関節部5147a、5147b、5147c、及びリンク5149a、5149bから構成されており、アーム制御装置5159からの制御により駆動される。アーム部5145によって内視鏡5115が支持され、その位置及び姿勢が制御される

。これにより、内視鏡 5 1 1 5 の安定的な位置の固定が実現され得る。

[0171] (内視鏡)

内視鏡 5 1 1 5 は、先端から所定の長さの領域が患者 5 1 8 5 の体腔内に挿入される鏡筒 5 1 1 7 と、鏡筒 5 1 1 7 の基端に接続されるカメラヘッド 5 1 1 9 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 5 1 1 7 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡 5 1 1 5 を図示しているが、内視鏡 5 1 1 5 は、軟性の鏡筒 5 1 1 7 を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0172] 鏡筒 5 1 1 7 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 5 1 1 5 には光源装置 5 1 5 7 が接続されており、当該光源装置 5 1 5 7 によって生成された光が、鏡筒 5 1 1 7 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 5 1 8 5 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 5 1 1 5 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0173] カメラヘッド 5 1 1 9 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）5 1 5 3 に送信される。なお、カメラヘッド 5 1 1 9 には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

[0174] なお、例えば立体視（3D表示）等に対応するために、カメラヘッド 5 1 1 9 には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒 5 1 1 7 の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光学系が複数系統設けられる。

[0175] (カートに搭載される各種の装置)

CCU 5 1 5 3 は、CPU (Central Processing Unit) やGPU (Grap

hics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡 5 1 1 5 及び表示装置 5 1 5 5 の動作を統括的に制御する。具体的には、CCU 5 1 5 3 は、カメラヘッド 5 1 1 9 から受け取った画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。CCU 5 1 5 3 は、当該画像処理を施した画像信号を表示装置 5 1 5 5 に提供する。また、CCU 5 1 5 3 には、図 2 2 に示す視聴覚コントローラ 5 1 0 7 が接続される。CCU 5 1 5 3 は、画像処理を施した画像信号を視聴覚コントローラ 5 1 0 7 にも提供する。また、CCU 5 1 5 3 は、カメラヘッド 5 1 1 9 に対して制御信号を送信し、その駆動を制御する。当該制御信号には、倍率や焦点距離等、撮像条件に関する情報が含まれ得る。当該撮像条件に関する情報は、入力装置 5 1 6 1 を介して入力されてもよいし、上述した集中操作パネル 5 1 1 1 を介して入力されてもよい。

[0176] 表示装置 5 1 5 5 は、CCU 5 1 5 3 からの制御により、当該 CCU 5 1 5 3 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡 5 1 1 5 が例えば 4 K（水平画素数 3 8 4 0 × 垂直画素数 2 1 6 0）又は 8 K（水平画素数 7 6 8 0 × 垂直画素数 4 3 2 0）等の高解像度の撮影に対応したものである場合、及び／又は 3 D 表示に対応したものである場合には、表示装置 5 1 5 5 としては、それぞれに対応して、高解像度の表示が可能なもの、及び／又は 3 D 表示可能なものが用いられ得る。4 K 又は 8 K 等の高解像度の撮影に対応したものである場合、表示装置 5 1 5 5 として 5 5 インチ以上のサイズのものをを用いることで一層の没入感が得られる。また、用途に応じて、解像度、サイズが異なる複数の表示装置 5 1 5 5 が設けられてもよい。

[0177] 光源装置 5 1 5 7 は、例えば LED (light emitting diode) 等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡 5 1 1 5 に供給する。

[0178] アーム制御装置 5 1 5 9 は、例えば CPU 等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置 5 1 4 1 のアーム部 5 1 4 5 の駆動を制御する。

- [0179] 入力装置 5 1 6 1 は、内視鏡手術システム 5 1 1 3 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 5 1 6 1 を介して、内視鏡手術システム 5 1 1 3 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置 5 1 6 1 を介して、患者の身体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置 5 1 6 1 を介して、アーム部 5 1 4 5 を駆動させる旨の指示や、内視鏡 5 1 1 5 による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具 5 1 3 5 を駆動させる旨の指示等を入力する。
- [0180] 入力装置 5 1 6 1 の種類は限定されず、入力装置 5 1 6 1 は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置 5 1 6 1 としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ 5 1 7 1 及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置 5 1 6 1 としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置 5 1 5 5 の表示面上に設けられてもよい。
- [0181] あるいは、入力装置 5 1 6 1 は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスや HMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置 5 1 6 1 は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置 5 1 6 1 は、ユーザの声を収音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置 5 1 6 1 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者 5 1 8 1）が、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0182] 処置具制御装置 5 1 6 3 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 5 1 3 5 の駆動を制御する。気腹装置 5 1 6 5 は、内視鏡 5 1 1 5 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 5 1 8 5 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 5 1 3 3 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 5 1 6 7 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 5 1 6 9 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0183] 以下、内視鏡手術システム 5 1 1 3 において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

[0184] (支持アーム装置)

支持アーム装置 5 1 4 1 は、基台であるベース部 5 1 4 3 と、ベース部 5 1 4 3 から延伸するアーム部 5 1 4 5 と、を備える。図示する例では、アーム部 5 1 4 5 は、複数の関節部 5 1 4 7 a、5 1 4 7 b、5 1 4 7 c と、関節部 5 1 4 7 b によって連結される複数のリンク 5 1 4 9 a、5 1 4 9 b と、から構成されているが、図 2 4 では、簡単のため、アーム部 5 1 4 5 の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部 5 1 4 5 が所望の自由度を有するように、関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c 及びリンク 5 1 4 9 a、5 1 4 9 b の形状、数及び配置、並びに関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c の回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部 5 1 4 5 は、好適に、6 自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部 5 1 4 5 の可動範囲内において内視鏡 5 1 1 5 を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡 5 1 1 5 の鏡筒 5 1 1 7 を患者 5 1 8 5 の体腔内に挿入することが可能になる。

[0185] 関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c にはアクチュエータが設けられており、関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c は当該アクチュエータの駆動により所定の回転軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置 5 1 5 9 によって制御されることにより、各関節部 5 1 4 7 a～5 1 4 7 c の回転角度が制御され、アーム部 5 1 4 5 の駆動が制御される。こ

れにより、内視鏡5115の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御装置5159は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部5145の駆動を制御することができる。

[0186] 例えば、術者5181が、入力装置5161（フットスイッチ5171を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置5159によってアーム部5145の駆動が適宜制御され、内視鏡5115の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部5145の先端の内視鏡5115を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部5145は、いわゆるマスタースレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部5145は、手術室から離れた場所に設置される入力装置5161を介してユーザによって遠隔操作され得る。

[0187] また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置5159は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部5145が移動するように、各関節部5147a～5147cのアクチュエータを駆動させる、いわゆるパワーアシスト制御を行ってもよい。これにより、ユーザが直接アーム部5145に触れながらアーム部5145を移動させる際に、比較的軽い力で当該アーム部5145を移動させることができる。従って、より直感的に、より簡易な操作で内視鏡5115を移動させることが可能となり、ユーザの利便性を向上させることができる。

[0188] ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡5115が支持されていた。これに対して、支持アーム装置5141を用いることにより、人手によらずに内視鏡5115の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

[0189] なお、アーム制御装置5159は必ずしもカート5151に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置5159は必ずしも1つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置5159は、支持アーム装置5141のアー

ム部 5 1 4 5 の各関節部 5 1 4 7 a ~ 5 1 4 7 c にそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置 5 1 5 9 が互いに協働することにより、アーム部 5 1 4 5 の駆動制御が実現されてもよい。

[0190] (光源装置)

光源装置 5 1 5 7 は、内視鏡 5 1 1 5 に術部を撮影する際の照射光を供給する。光源装置 5 1 5 7 は、例えば LED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成される。このとき、RGBレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 5 1 5 7 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGBレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 5 1 1 9 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0191] また、光源装置 5 1 5 7 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 5 1 1 9 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0192] また、光源装置 5 1 5 7 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の見察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自

家蛍光観察)、又はインドシアニンググリーン (ICG) 等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置 5 1 5 7 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0193] (カメラヘッド及びCCU)

図 2 5 を参照して、内視鏡 5 1 1 5 のカメラヘッド 5 1 1 9 及び CCU 5 1 5 3 の機能についてより詳細に説明する。図 2 5 は、図 2 4 に示すカメラヘッド 5 1 1 9 及び CCU 5 1 5 3 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0194] 図 2 5 を参照すると、カメラヘッド 5 1 1 9 は、その機能として、レンズユニット 5 1 2 1 と、撮像部 5 1 2 3 と、駆動部 5 1 2 5 と、通信部 5 1 2 7 と、カメラヘッド制御部 5 1 2 9 と、を有する。また、CCU 5 1 5 3 は、その機能として、通信部 5 1 7 3 と、画像処理部 5 1 7 5 と、制御部 5 1 7 7 と、を有する。カメラヘッド 5 1 1 9 と CCU 5 1 5 3 とは、伝送ケーブル 5 1 7 9 によって双方向に通信可能に接続されている。

[0195] まず、カメラヘッド 5 1 1 9 の機能構成について説明する。レンズユニット 5 1 2 1 は、鏡筒 5 1 1 7 との接続部に設けられる光学系である。鏡筒 5 1 1 7 の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド 5 1 1 9 まで導光され、当該レンズユニット 5 1 2 1 に入射する。レンズユニット 5 1 2 1 は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット 5 1 2 1 は、撮像部 5 1 2 3 の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

[0196] 撮像部 5 1 2 3 は撮像素子によって構成され、レンズユニット 5 1 2 1 の後段に配置される。レンズユニット 5 1 2 1 を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部 5 1 2 3 によって生成された画像信号は、通信部 5 1 2

7に提供される。

[0197] 撮像部5123を構成する撮像素子としては、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者5181は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

[0198] また、撮像部5123を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者5181は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部5123が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット5121も複数系統設けられる。

[0199] また、撮像部5123は、必ずしもカメラヘッド5119に設けられなくてもよい。例えば、撮像部5123は、鏡筒5117の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0200] 駆動部5125は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部5129からの制御により、レンズユニット5121のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部5123による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0201] 通信部5127は、CCU5153との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5127は、撮像部5123から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル5179を介してCCU5153に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者5181が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタ

イムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部5127には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル5179を介してCCU5153に送信される。

[0202] また、通信部5127は、CCU5153から、カメラヘッド5119の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部5127は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部5129に提供する。なお、CCU5153からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部5127には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部5129に提供される。

[0203] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいてCCU5153の制御部5177によって自動的に設定される。つまり、いわゆるAE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及びAWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡5115に搭載される。

[0204] カメラヘッド制御部5129は、通信部5127を介して受信したCCU5153からの制御信号に基づいて、カメラヘッド5119の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部5129は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部5123の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部5129は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて、駆動部5125を介してレンズユニット5121のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部5129は、更に、鏡筒5117やカメラヘッド5119を識別するための情報を記憶する機能を

備えてもよい。

- [0205] なお、レンズユニット5121や撮像部5123等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド5119について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。
- [0206] 次に、CCU5153の機能構成について説明する。通信部5173は、カメラヘッド5119との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5173は、カメラヘッド5119から、伝送ケーブル5179を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部5173には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部5173は、電気信号に変換した画像信号を画像処理部5175に提供する。
- [0207] また、通信部5173は、カメラヘッド5119に対して、カメラヘッド5119の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通信によって送信されてよい。
- [0208] 画像処理部5175は、カメラヘッド5119から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部5175は、AE、AF及びAWBを行うための、画像信号に対する検波処理を行う。
- [0209] 画像処理部5175は、CPUやGPU等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部5175が複数のGPUによって構成される場合には、画像処理部5175は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数のGPUによって並列的に画像処理を行う。
- [0210] 制御部5177は、内視鏡5115による術部の撮像、及びその撮像画像

の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部5177は、カメラヘッド5119の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部5177は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡5115にAE機能、AF機能及びAWB機能が搭載されている場合には、制御部5177は、画像処理部5175による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

[0211] また、制御部5177は、画像処理部5175によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置5155に表示させる。この際、制御部5177は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部5177は、術部画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具5135使用時のミスト等を認識することができる。制御部5177は、表示装置5155に術部の画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させる。手術支援情報が重畳表示され、術者5181に提示されることにより、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

[0212] カメラヘッド5119及びCCU5153を接続する伝送ケーブル5179は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0213] ここで、図示する例では、伝送ケーブル5179を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド5119とCCU5153との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル5179を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル5179によって妨げられる事態が解消され得る。

[0214] 以上、本開示に係る技術が適用され得る手術室システム5100の一例について説明した。なお、ここでは、一例として手術室システム5100が適

用される医療用システムが内視鏡手術システム 5 1 1 3 である場合について説明したが、手術室システム 5 1 0 0 の構成はかかる例に限定されない。例えば、手術室システム 5 1 0 0 は、内視鏡手術システム 5 1 1 3 に代えて、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

[0215] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、レコーダ 5 1 0 5 に好適に適用され得る。一例として、レコーダ 5 1 0 5 は、いずれかのカメラ（例えば、シーリングカメラ 5 1 8 7、術場カメラ 5 1 8 9 又はカメラヘッド 5 1 1 9）により撮像された画像を符号化する際に、本開示に係る技術に従って、量子化処理に関する処理パラメータを、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて決定してもよい。それにより、伝達関数又は色域の相違に起因して不適切な量子化ステップが使用されることを防止し、原信号の階調を表現するために十分な割り当て符号量を確保することができる。他の例として、レコーダ 5 1 0 5 は、いずれかのカメラにより撮像された画像を符号化する際に、本開示に係る技術に従って、多様な目的で行われ得る画素分類処理に関する処理パラメータを、光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び色域のうちの少なくとも一方に基づいて決定してもよい。それにより、伝達関数又は色域の相違に起因して不適切な基準で画素が分類されることを防止し、その分類に基づく処理の適正な実行を保証することができる。結果的に、いずれの例においても、画像を用いた診断又は治療の正確性を高めることができる。

[0216] < 6. 総括 >

本開示に係る技術は、ここまでに詳しく説明した仕組みに従って、多様化しつつある映像信号表現に必ずしも十分に適応できていない例えばデジタルビデオカメラ、デジタルカムコーダ、ビデオエンコーダ、又はエンコード機能若しくは画素分類機能を有する任意の種類既存の装置に対する改善を提供する。本開示に係る技術によれば、HDR映像を扱う場合に不適切な処理パラメータが使用されることが防止され得る。

[0217] 本明細書では、説明の簡明さのために、特定の映像符号化方式に固有の専

門用語を一部で使用しているが、本開示に係る技術は、そうした用語によっては限定されない。例えば、輝度 (luminance/luma) 及び色差 (chrominance/chroma) との語は、利用される表色系に依存して、明度 (brightness) 及び彩度 (saturation) などの他の語にそれぞれ置き換えられてもよい。

[0218] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0219] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的又は例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果と共に、又は上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏し得る。

[0220] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、

前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、

を備える画像処理装置。

(2)

前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域の組合せに基づいて、前記処理パラメータを決定する、前記(1)に記載の画像処理装置。

(3)

前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方の相違に起因する画像信号の符号値の変化が前記画像処理に与える影響を打ち

消すように、前記処理パラメータを決定する、前記（１）又は前記（２）に記載の画像処理装置。

（４）

前記処理部は、前記画像の部分領域ごとの符号化難易度に応じて調整される量子化ステップで各部分領域について量子化処理を実行し、

前記処理パラメータは、前記量子化処理に関するパラメータである、

前記（１）～（３）のいずれか１項に記載の画像処理装置。

（５）

前記量子化処理に関するパラメータは、前記画像についての前記量子化ステップの調整利得を含む、前記（４）に記載の画像処理装置。

（６）

前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方に基づいて、前記画像についての前記量子化ステップの基本調整利得を決定する、前記（５）に記載の画像処理装置。

（７）

前記処理部は、前記基本調整利得と各部分領域の符号化難易度とに基づいて調整される調整後の量子化ステップで、各部分領域について前記量子化処理を実行する、前記（６）に記載の画像処理装置。

（８）

前記処理部は、前記処理パラメータを用いて前記画像について画素分類処理を実行する、前記（１）又は前記（２）に記載の画像処理装置。

（９）

前記処理パラメータは、前記画素分類処理において色成分の符号値と比較される閾値を含む、前記（８）に記載の画像処理装置。

（１０）

前記画素分類処理は、前記画像内の特定の領域を検出するための領域検出処理を含み、

前記閾値は、領域検出閾値を含む、

前記（９）に記載の画像処理装置。

（１１）

前記特定の領域は、特定の色の領域であり、  
前記領域検出閾値は、色判定閾値を含む、  
前記（１０）に記載の画像処理装置。

（１２）

前記特定の色は、肌色であり、  
前記色判定閾値は、肌色判定閾値を含む、  
前記（１１）に記載の画像処理装置。

（１３）

前記画像処理装置は、前記領域検出処理の結果に基づいて調整される量子化ステップで前記画像について量子化処理を実行する量子化部、をさらに備える、前記（１２）に記載の画像処理装置。

（１４）

前記画像処理装置は、前記伝達関数及び前記色域のうち的一方又は双方に関連付けられる前記処理パラメータの値を記憶する記憶部、をさらに備える、前記（１）～（１３）のいずれか１項に記載の画像処理装置。

（１５）

前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方に関する入力情報に基づいて前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方の種別を判定し、判定した前記種別に基づいて前記画像処理のための前記処理パラメータを決定する、前記（１）～（１４）のいずれか１項に記載の画像処理装置。

（１６）

前記入力情報は、ユーザインタフェースを介して取得された情報である、前記（１５）に記載の画像処理装置。

（１７）

前記入力情報は、前記画像を表現する入力画像信号と多重化される補助信

号から取得された情報である、前記（15）に記載の画像処理装置。

（18）

画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定することと、

決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行することと

、

を含む画像処理方法。

（19）

画像処理装置のプロセッサを、

画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、

前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、

として機能させるためのプログラム。

## 符号の説明

[0221]	100 a, 100 b	画像処理装置
	101	信号取得部
	102	信号処理部
	103, 104	情報取得部
	107	記憶部
	110	符号化部
	115	量子化部（処理部）
	140	制御部
	200 a, 200 b	画像処理装置
	201	信号取得部
	203	情報取得部

2 1 0	符号化部
2 4 0	制御部
2 4 1, 2 5 0	閾値制御部
2 4 3, 2 6 0	画素分類部 (処理部)
2 7 0	出力信号生成部

## 請求の範囲

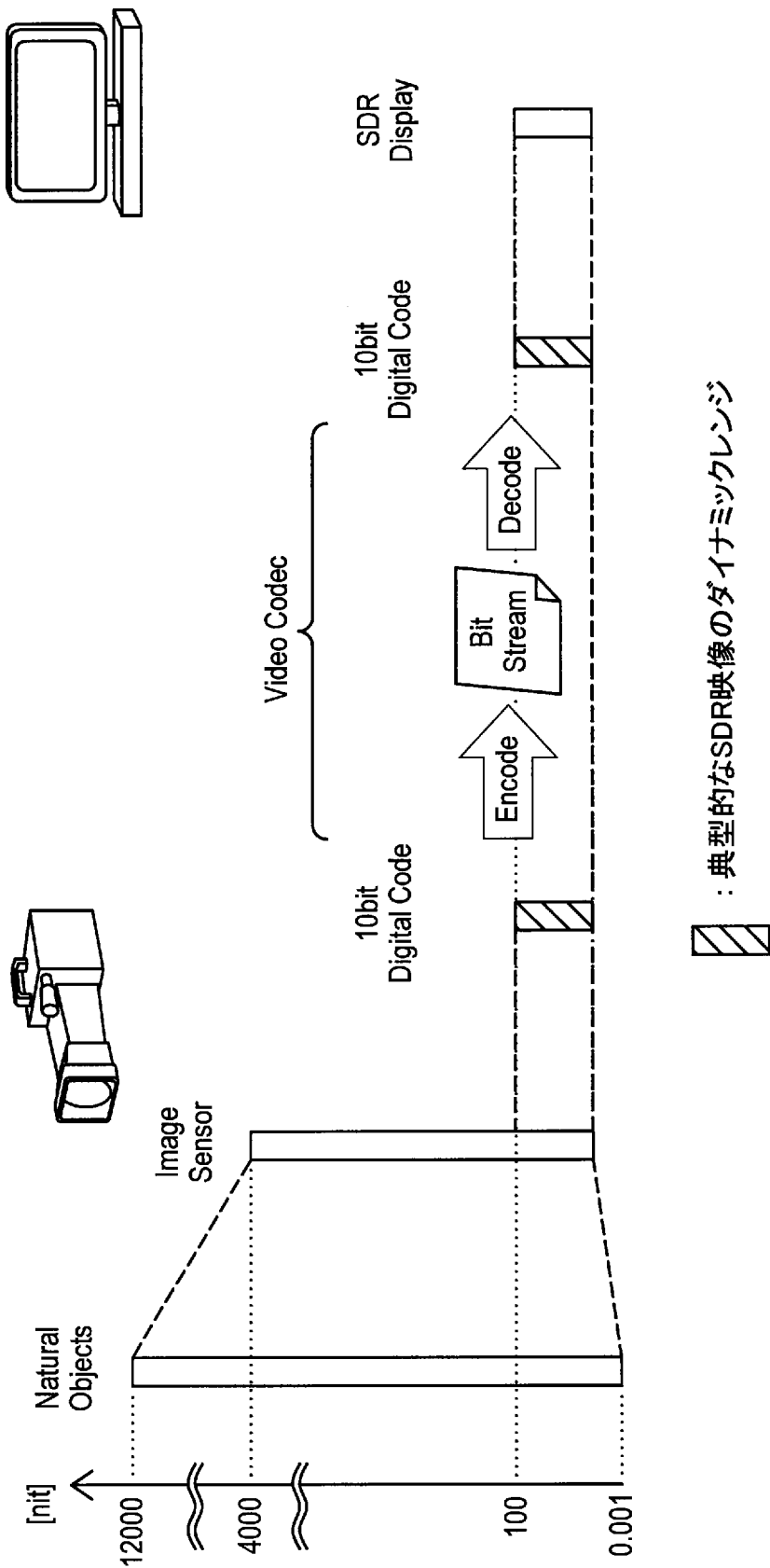
- [請求項1] 画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、  
前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、  
を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域の組合せに基づいて、前記処理パラメータを決定する、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方の相違に起因する画像信号の符号値の変化が前記画像処理に与える影響を打ち消すように、前記処理パラメータを決定する、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記処理部は、前記画像の部分領域ごとの符号化難易度に応じて調整される量子化ステップで各部分領域について量子化処理を実行し、  
前記処理パラメータは、前記量子化処理に関するパラメータである、  
請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記量子化処理に関するパラメータは、前記画像についての前記量子化ステップの調整利得を含む、請求項4に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方に基づいて、前記画像についての前記量子化ステップの基本調整利得を決定する、請求項5に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記処理部は、前記基本調整利得と各部分領域の符号化難易度とに基づいて調整される調整後の量子化ステップで、各部分領域について前記量子化処理を実行する、請求項6に記載の画像処理装置。
- [請求項8] 前記処理部は、前記処理パラメータを用いて前記画像について画素分類処理を実行する、請求項1に記載の画像処理装置。

- [請求項9] 前記処理パラメータは、前記画素分類処理において色成分の符号値と比較される閾値を含む、請求項8に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 前記画素分類処理は、前記画像内の特定の領域を検出するための領域検出処理を含み、  
前記閾値は、領域検出閾値を含む、  
請求項9に記載の画像処理装置。
- [請求項11] 前記特定の領域は、特定の色の領域であり、  
前記領域検出閾値は、色判定閾値を含む、  
請求項10に記載の画像処理装置。
- [請求項12] 前記特定の色は、肌色であり、  
前記色判定閾値は、肌色判定閾値を含む、  
請求項11に記載の画像処理装置。
- [請求項13] 前記画像処理装置は、前記領域検出処理の結果に基づいて調整される量子化ステップで前記画像について量子化処理を実行する量子化部、をさらに備える、請求項12に記載の画像処理装置。
- [請求項14] 前記画像処理装置は、前記伝達関数及び前記色域のうち的一方又は双方に関連付けられる前記処理パラメータの値を記憶する記憶部、をさらに備える、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項15] 前記制御部は、前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方に関する入力情報に基づいて前記伝達関数及び前記色域のうちの前記少なくとも一方の種別を判定し、判定した前記種別に基づいて前記画像処理のための前記処理パラメータを決定する、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項16] 前記入力情報は、ユーザインタフェースを介して取得された情報である、請求項15に記載の画像処理装置。
- [請求項17] 前記入力情報は、前記画像を表現する入力画像信号と多重化される補助信号から取得された情報である、請求項15に記載の画像処理装置。

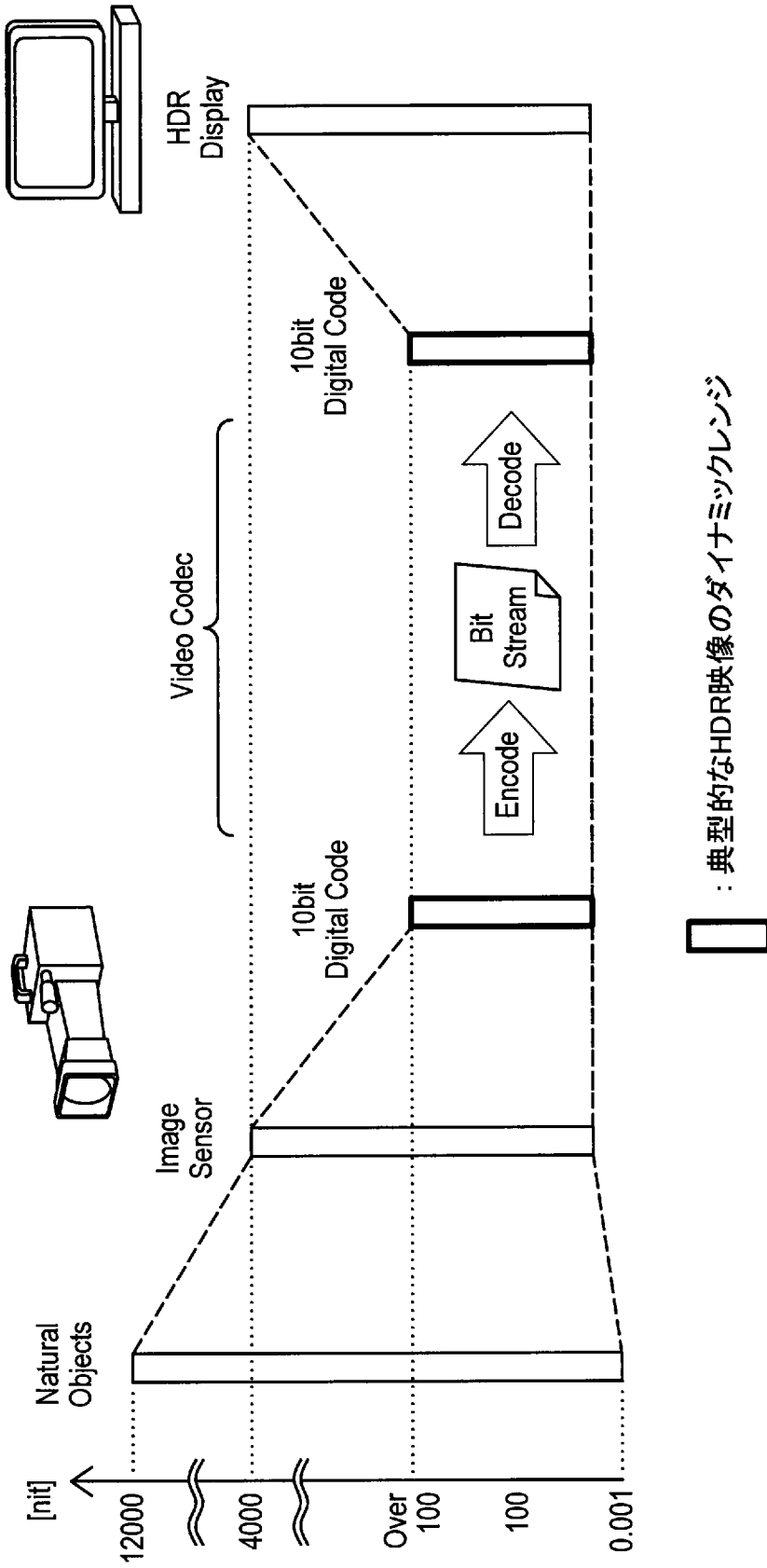
[請求項18] 画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定することと、  
決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行することと、  
を含む画像処理方法。

[請求項19] 画像処理装置のプロセッサを、  
画像に適用される光と画像信号との間の変換に関する伝達関数及び前記画像に適用される色域のうちの少なくとも一方に基づいて、前記画像に対する画像処理のための処理パラメータを決定する制御部と、  
前記制御部により決定される前記処理パラメータを用いて、前記画像処理を実行する処理部と、  
として機能させるためのプログラム。

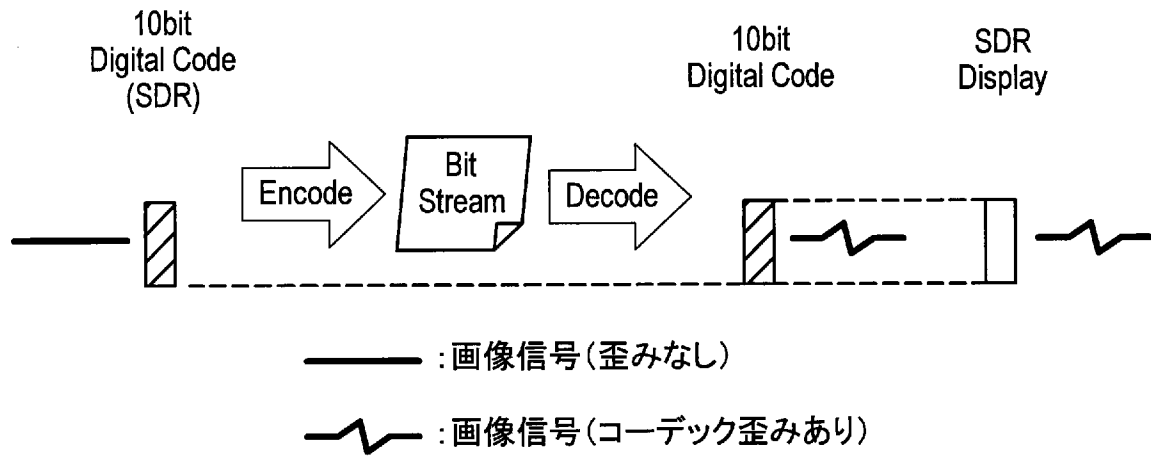
[図1A]



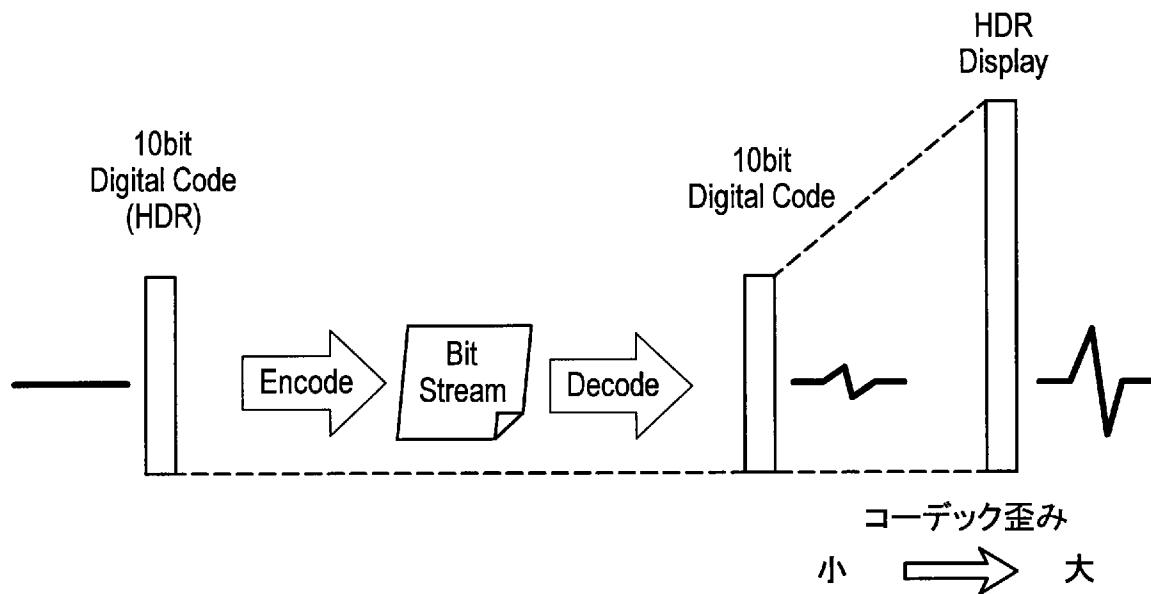
[図1B]



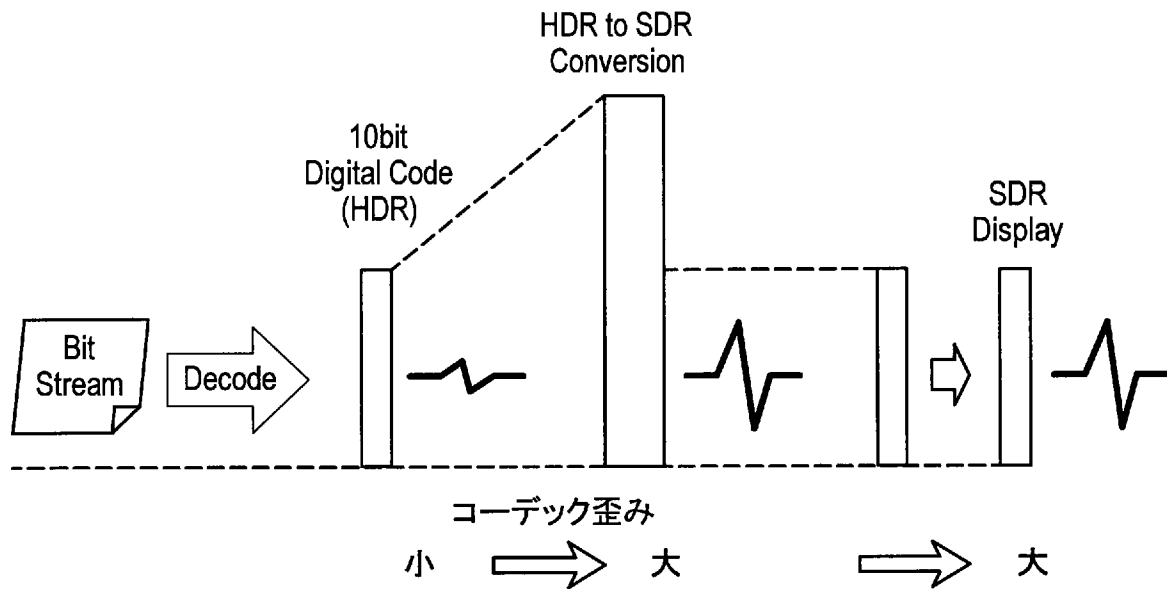
[図2A]



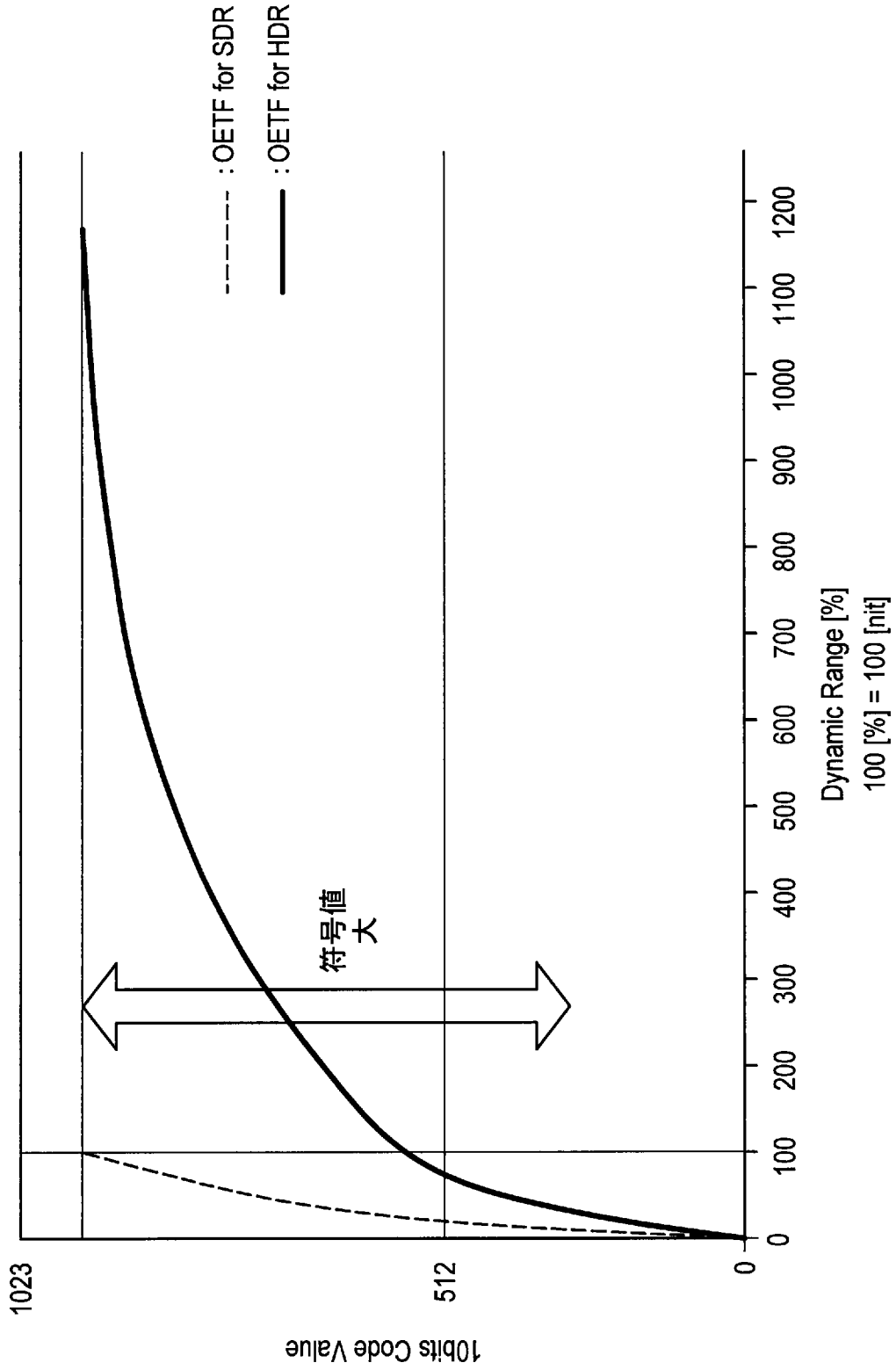
[図2B]



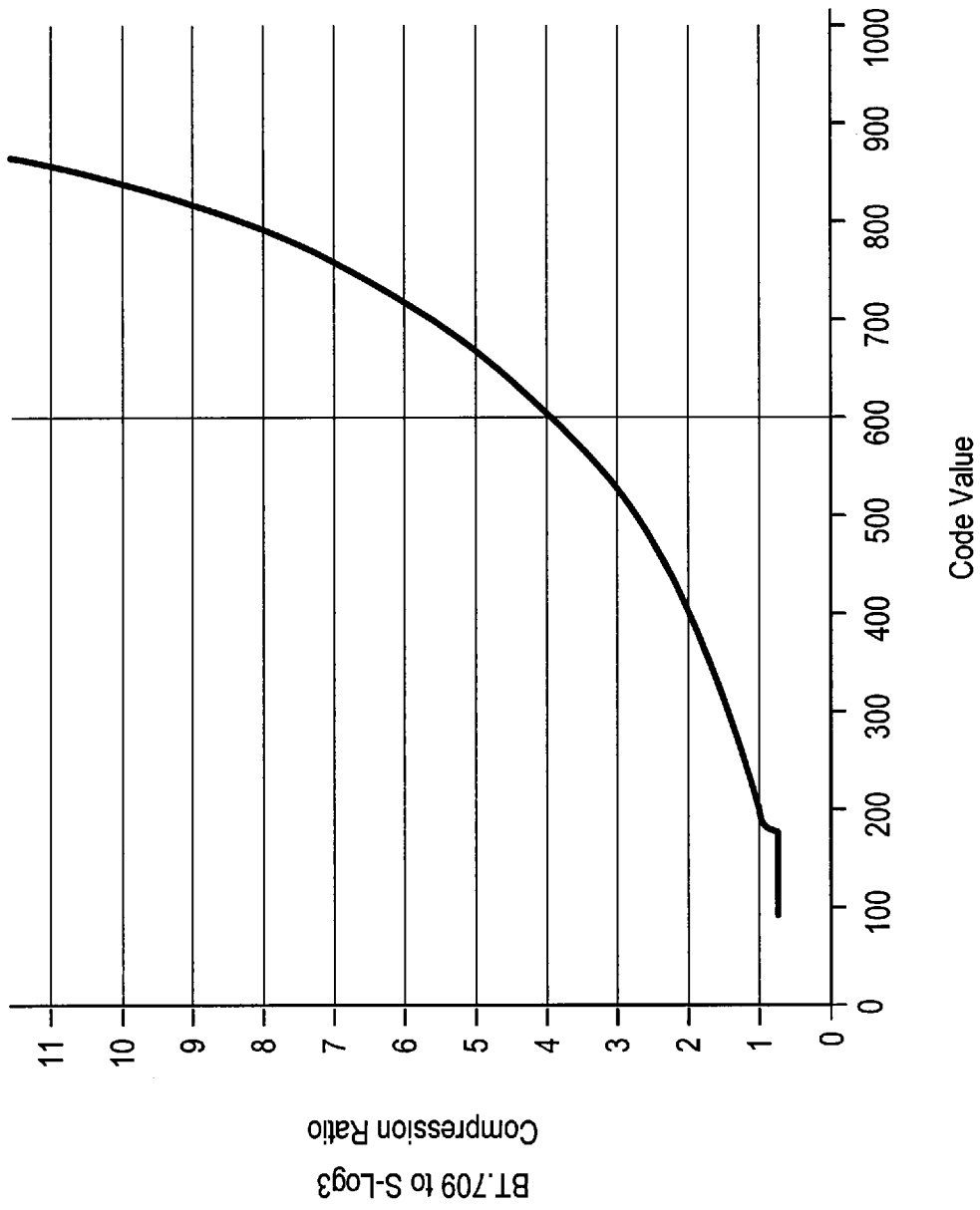
[図2C]



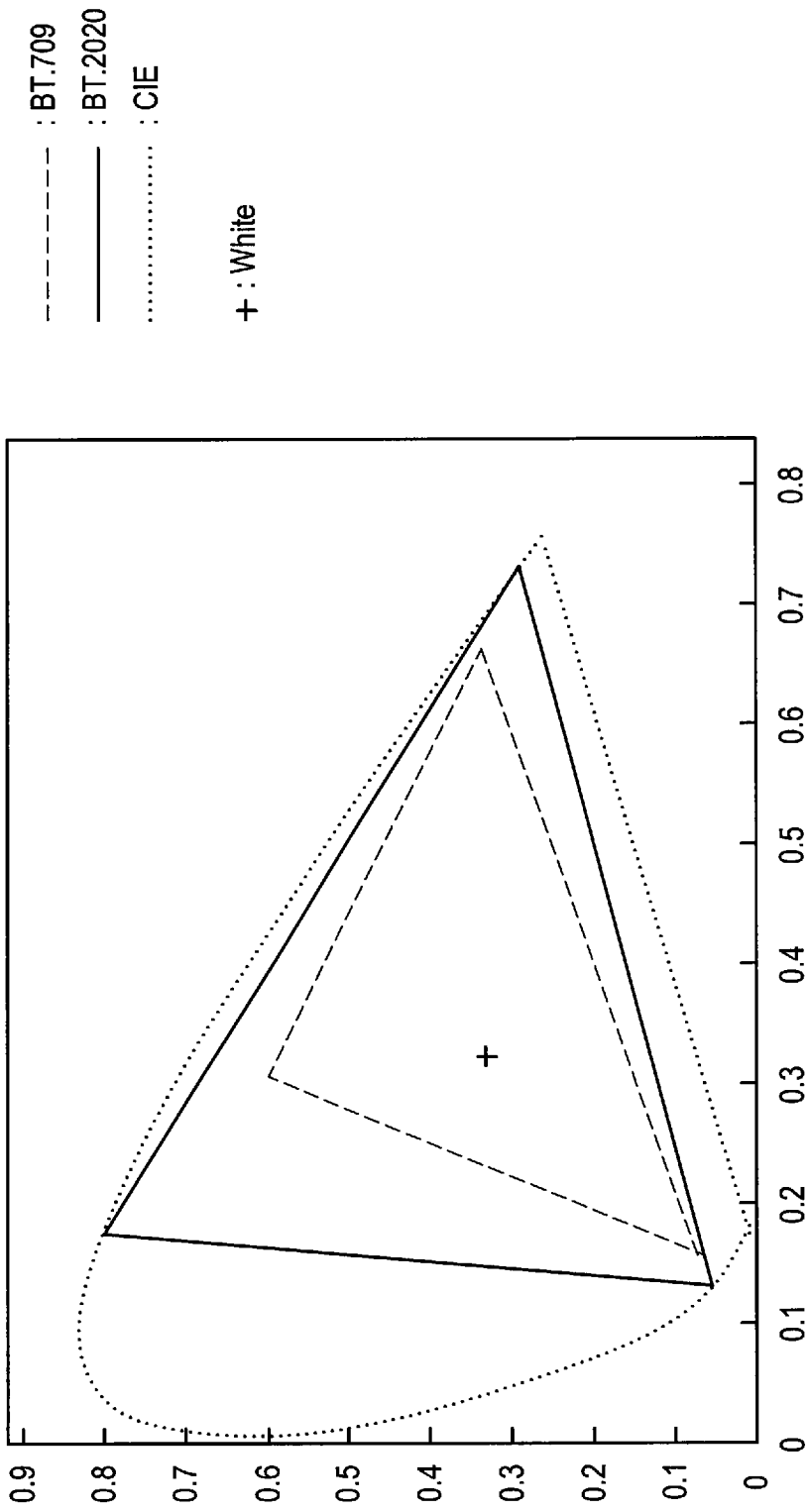
[図3]



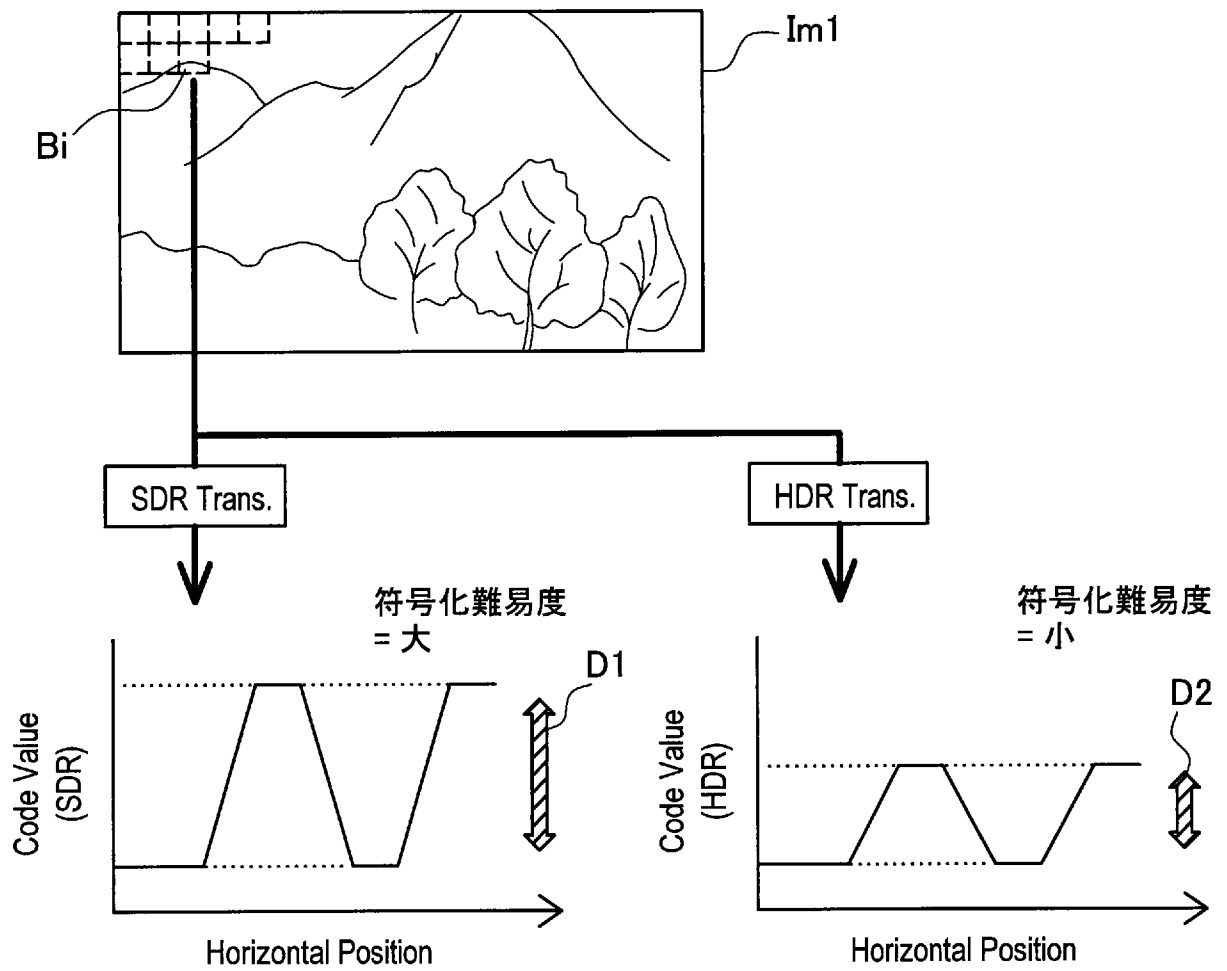
[図4]



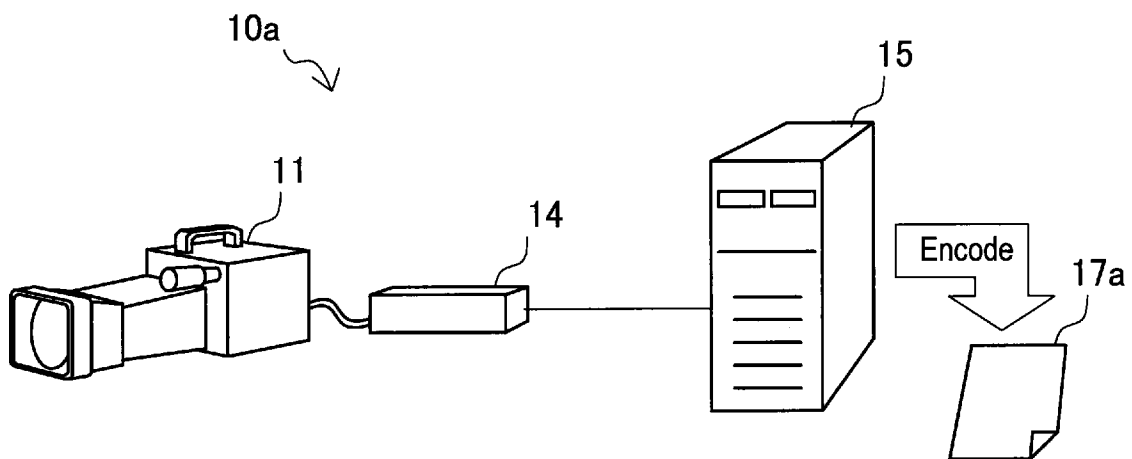
[図5]



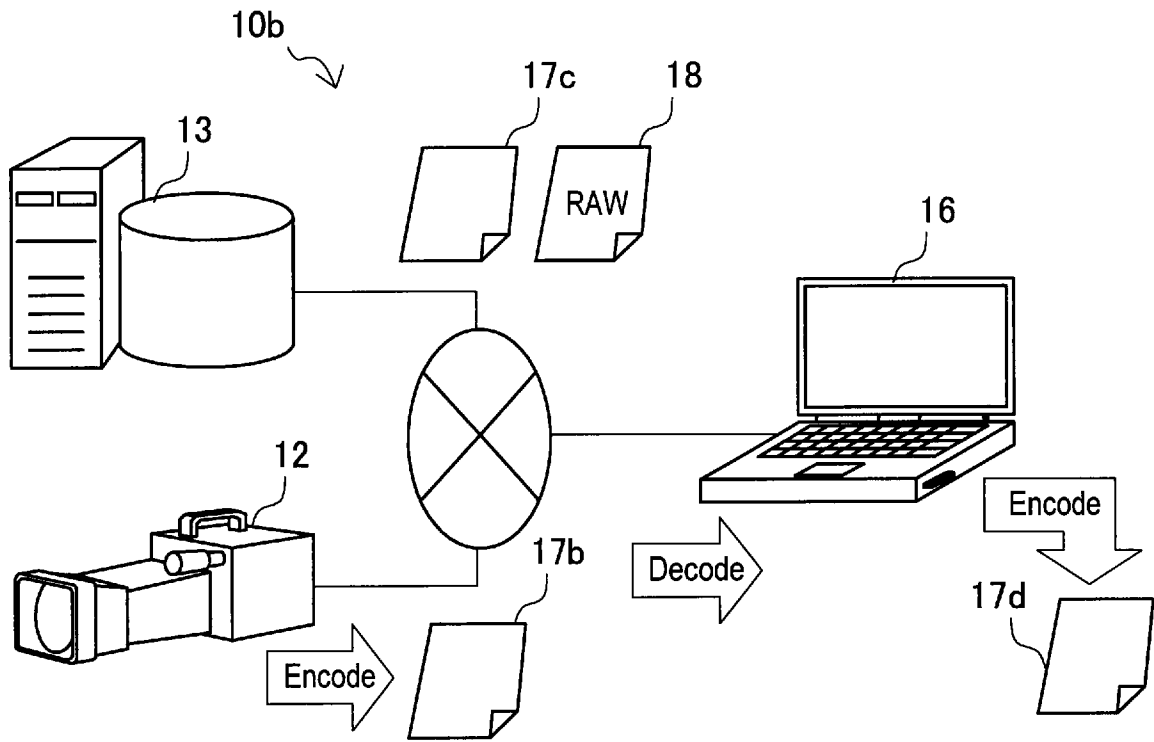
[図6]



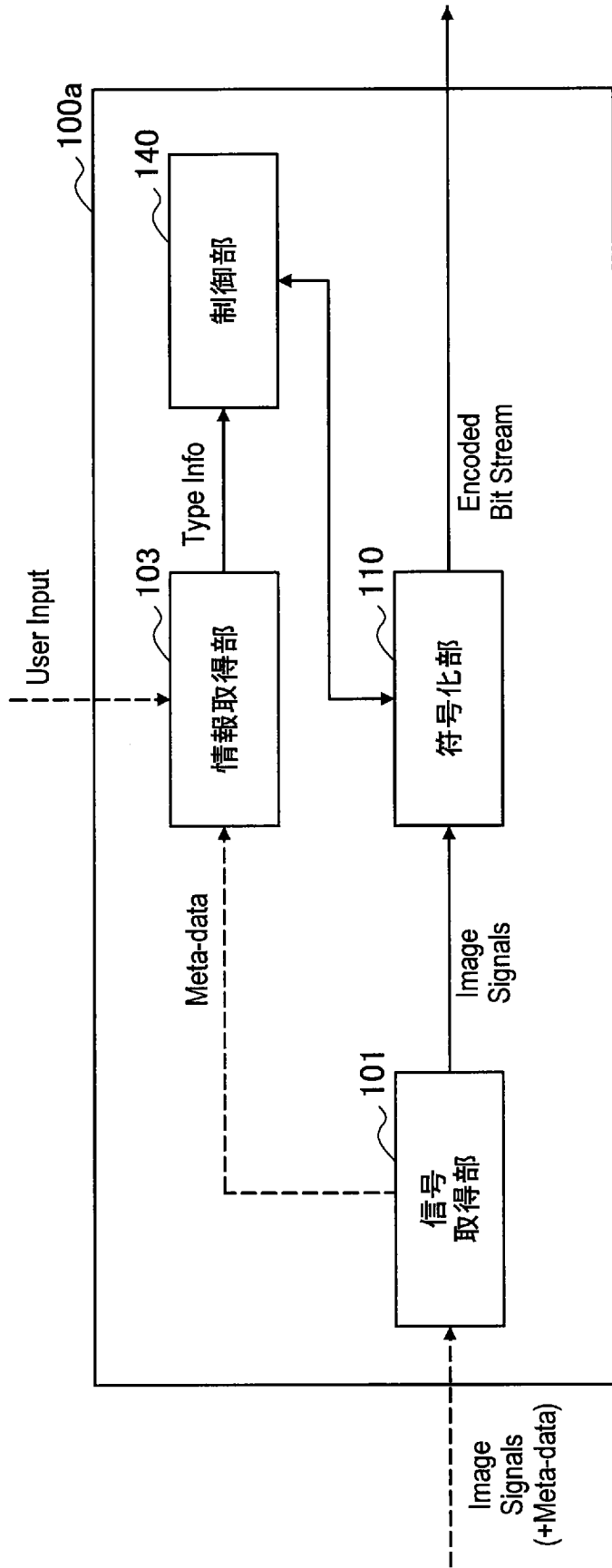
[図7A]



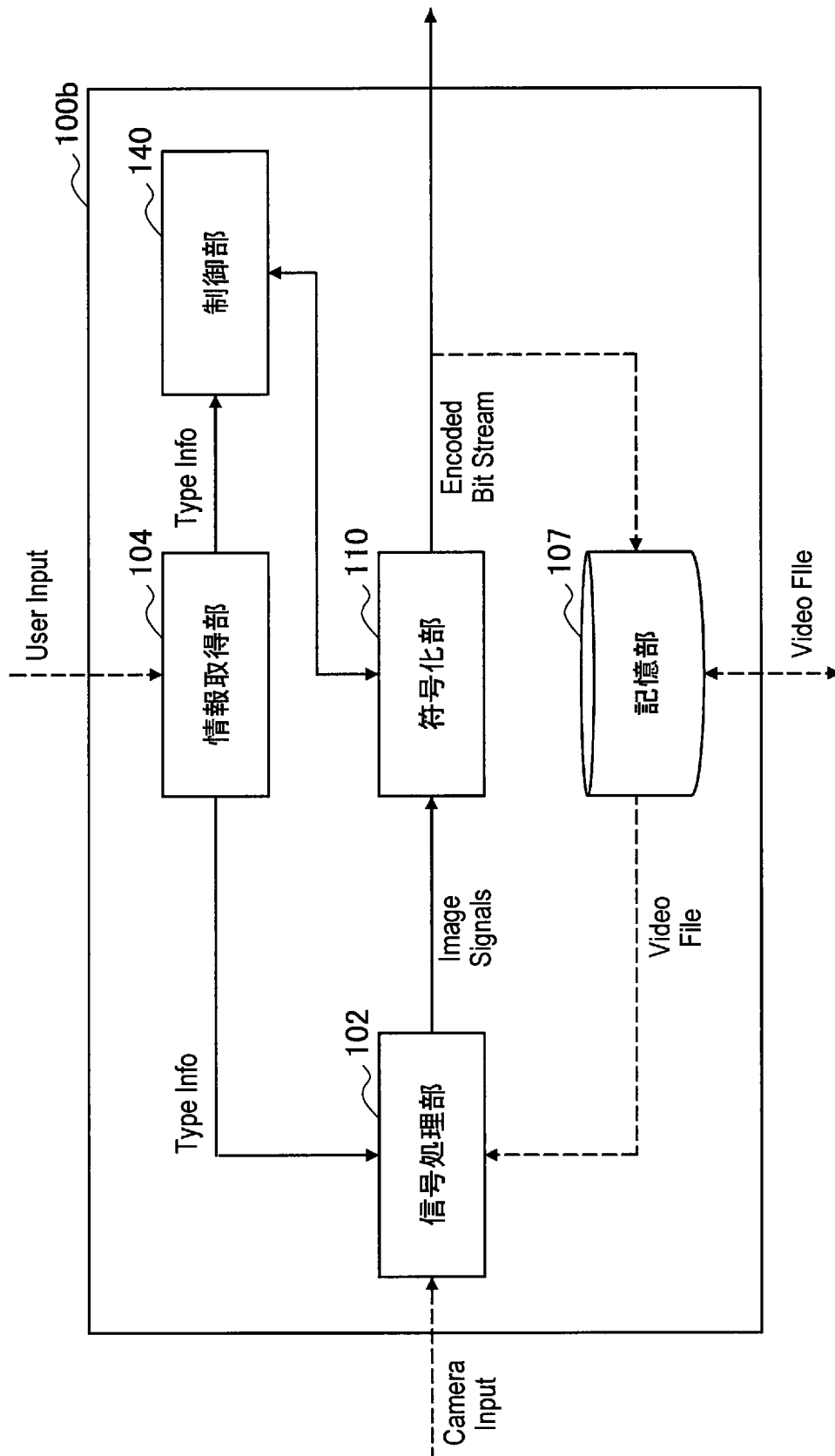
[図7B]



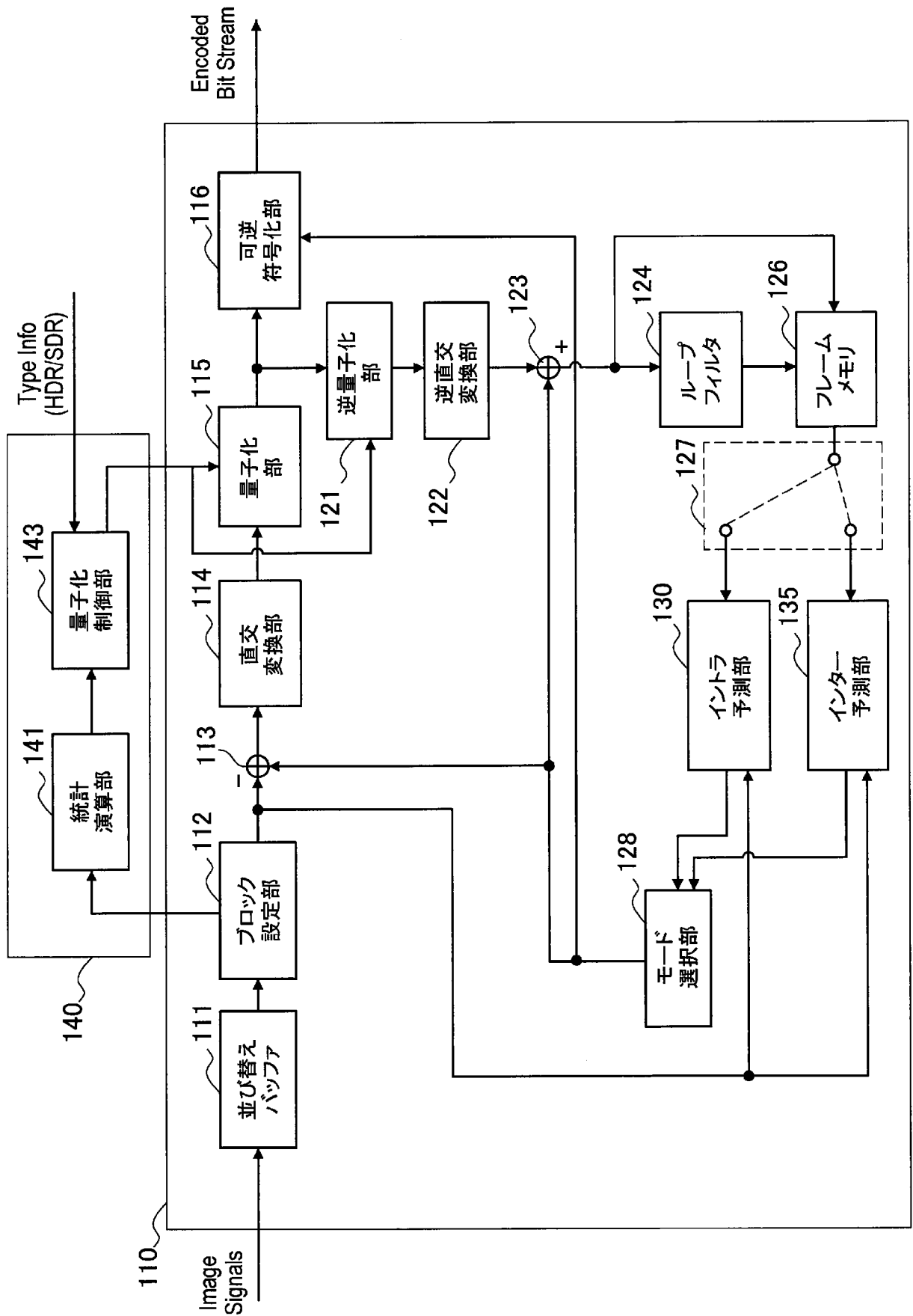
[図8A]



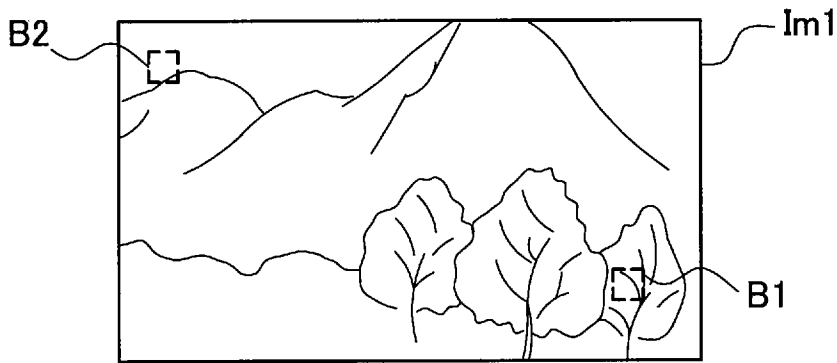
[図8B]



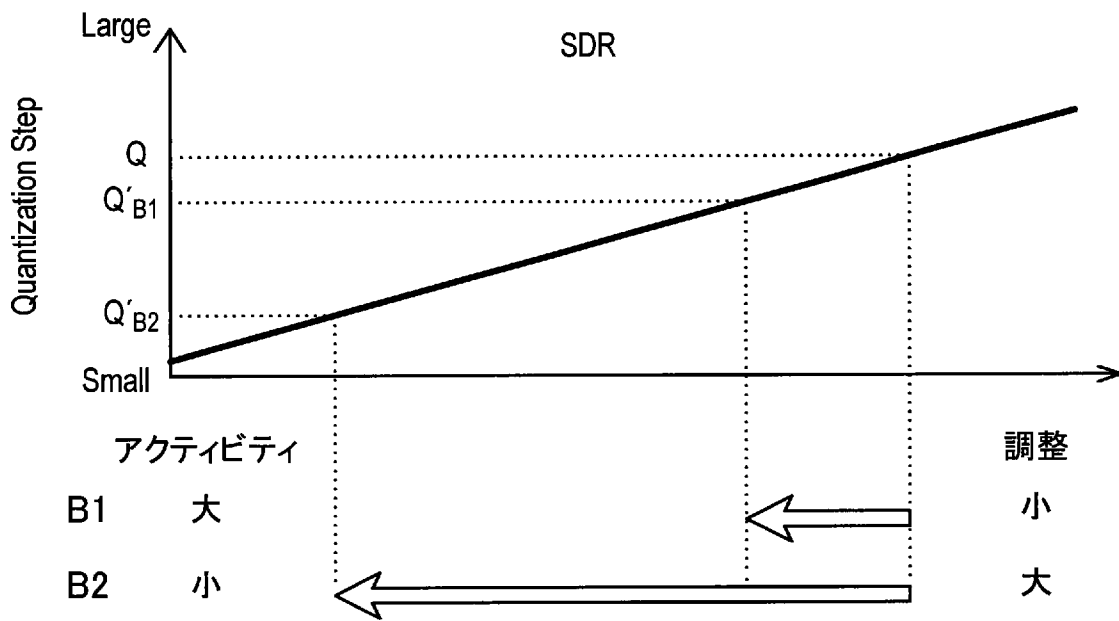
[図9]



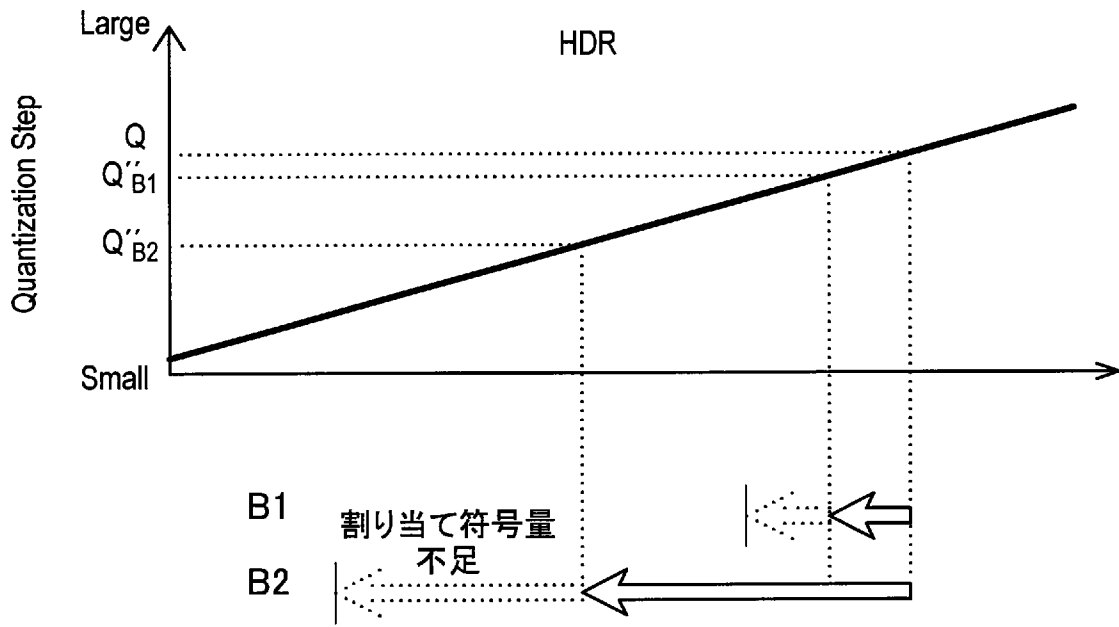
[図10]



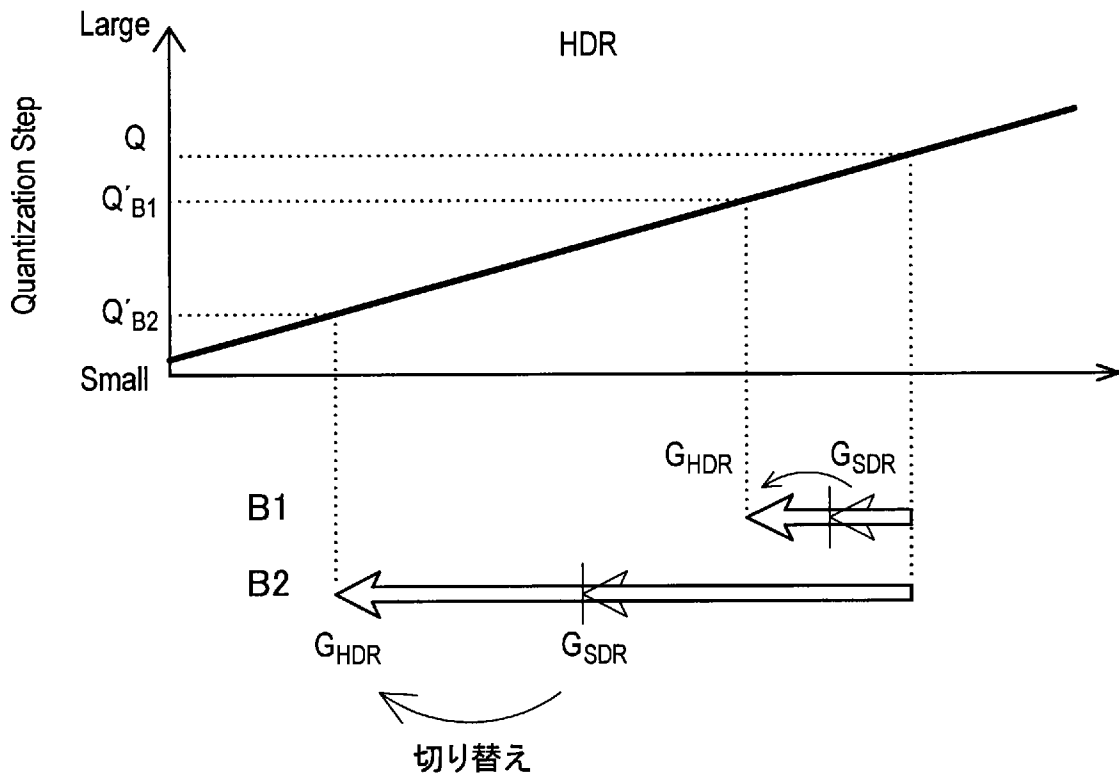
[図11]



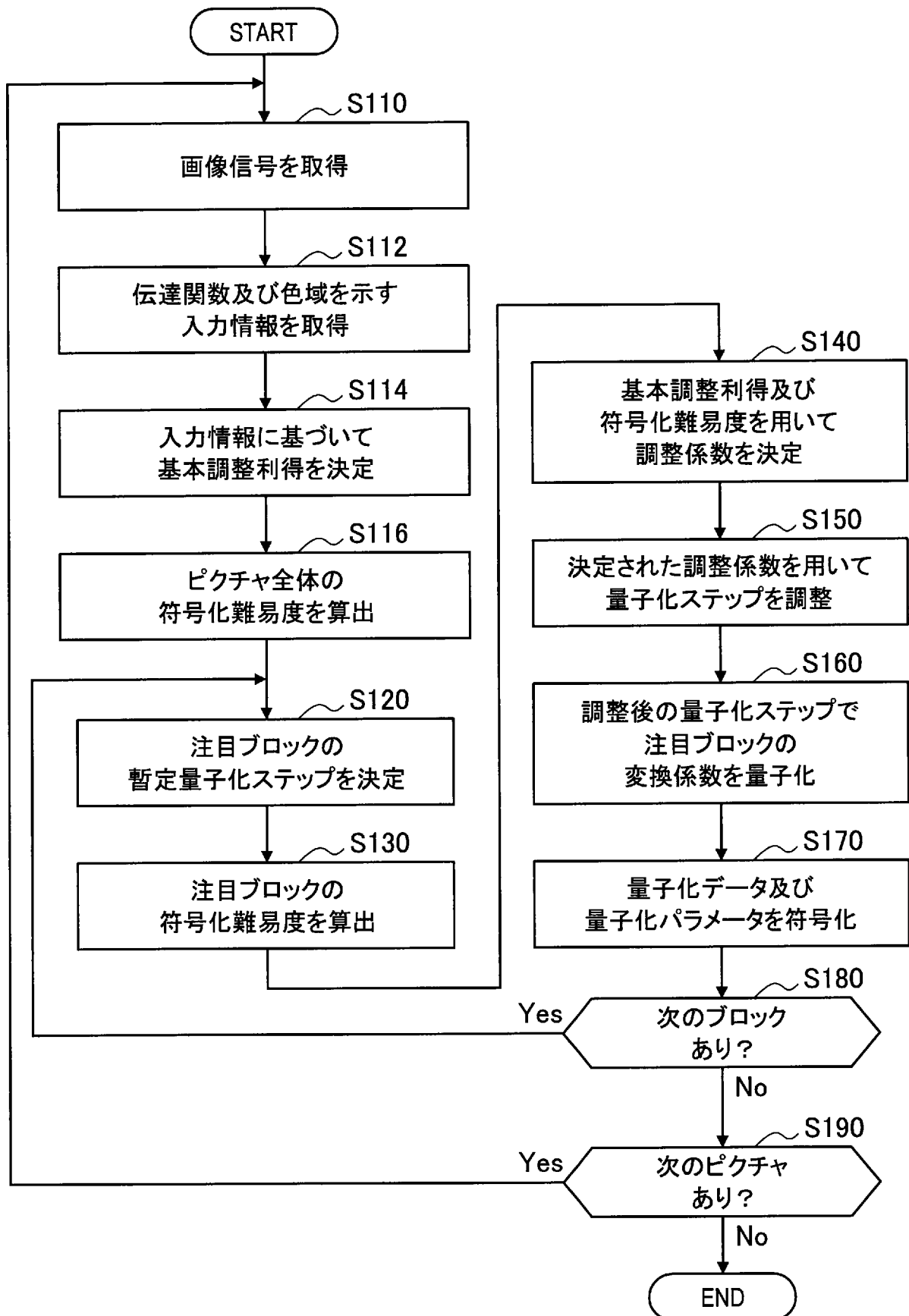
[図12]



[図13]

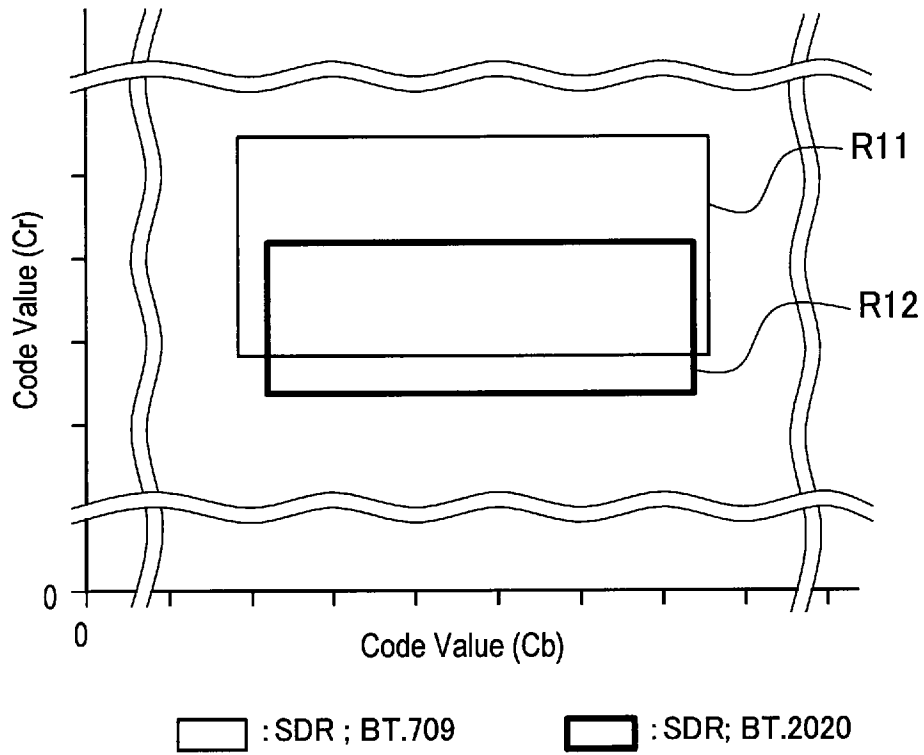


[図14]



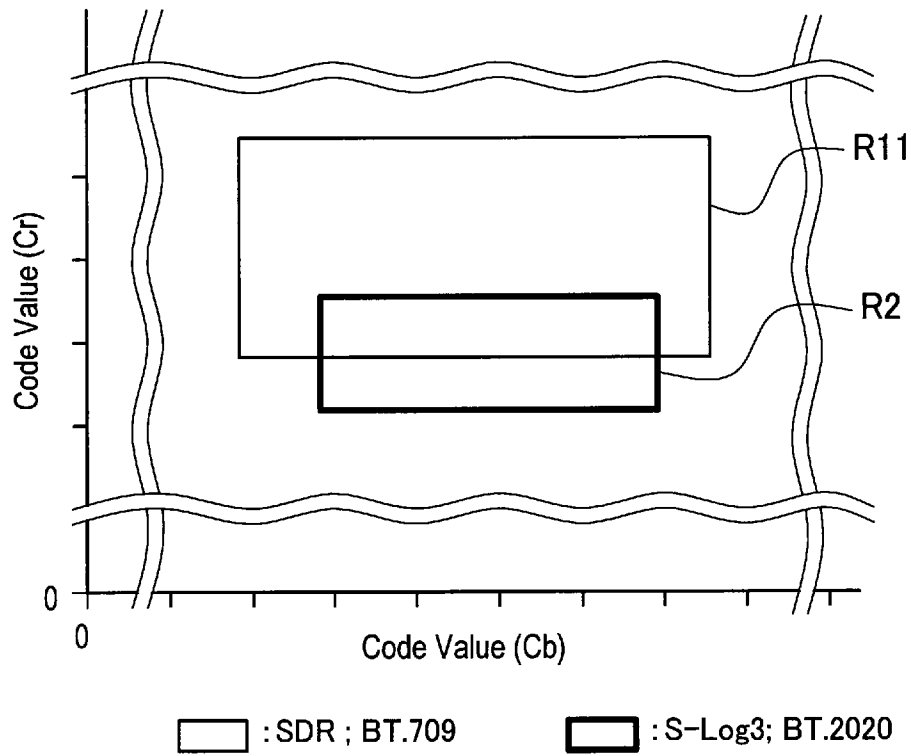
[図15A]

Flesh Color Domain <SDR; BT.709 / BT.2020>



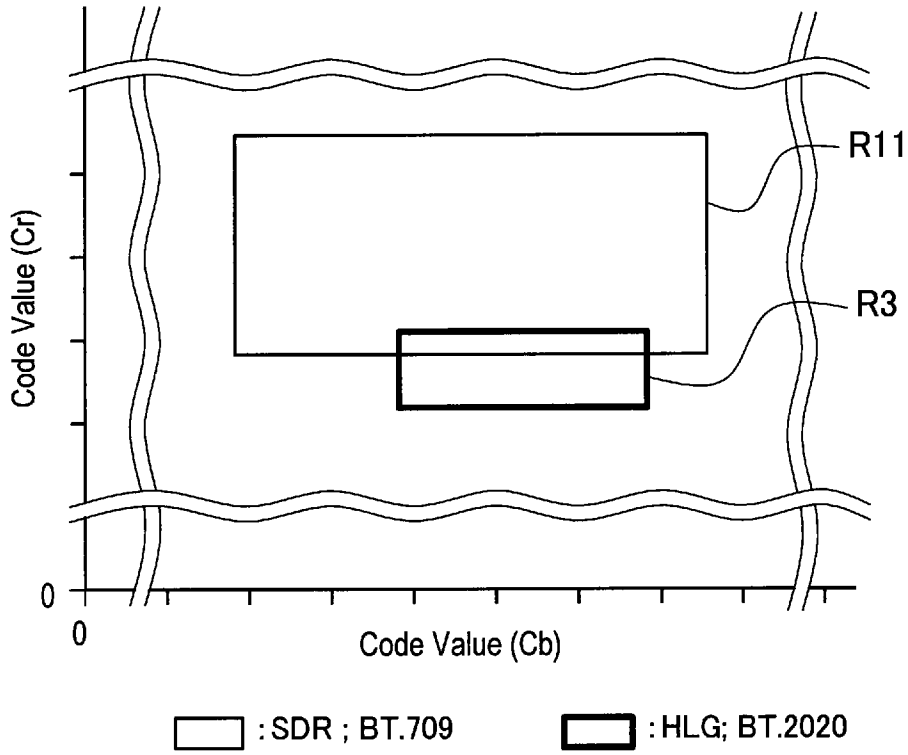
[図15B]

Flesh Color Domain <HDR (S-Log3) ; BT.2020>



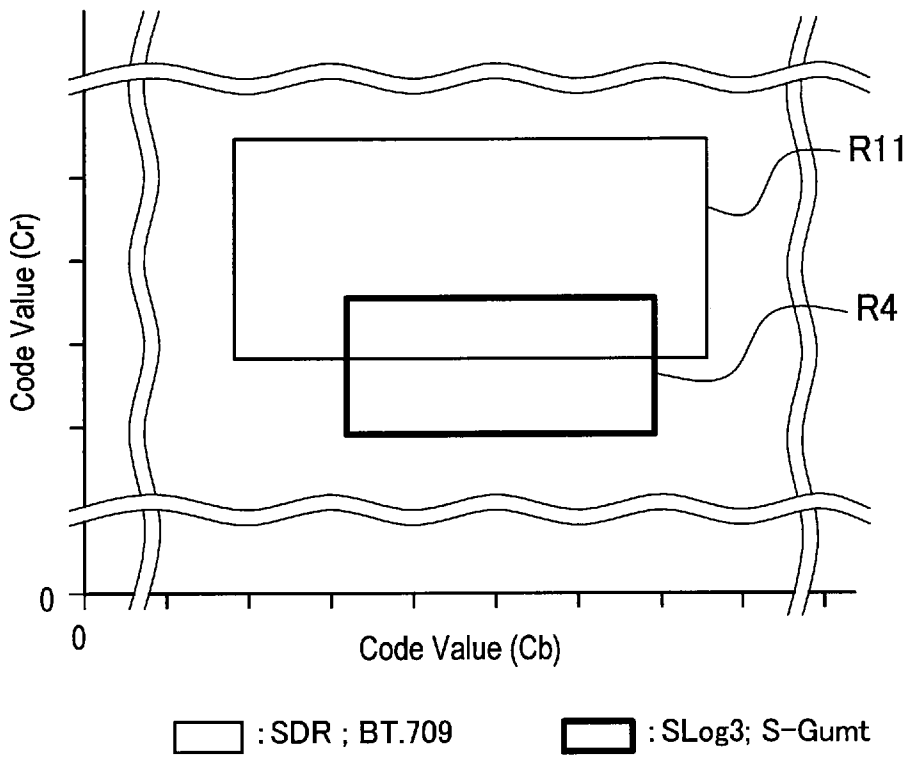
[図15C]

Flesh Color Domain <HDR (HLG) ; BT.2020>

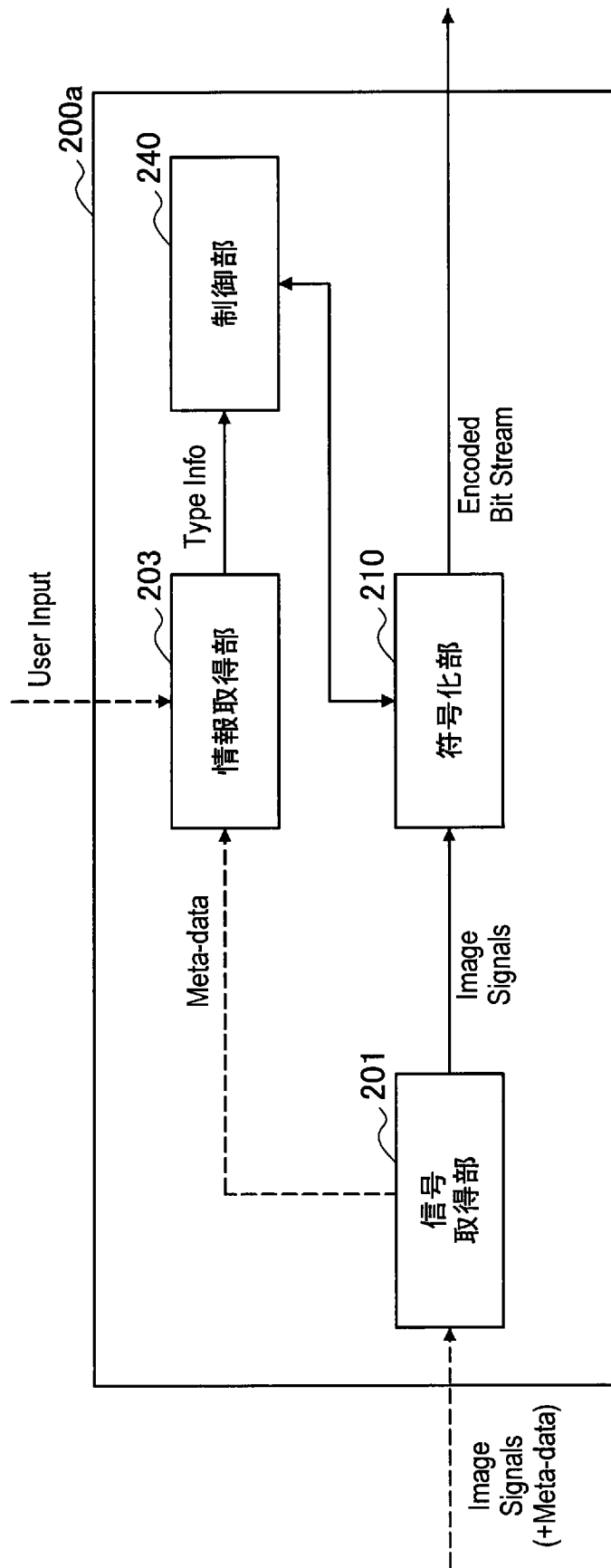


[図15D]

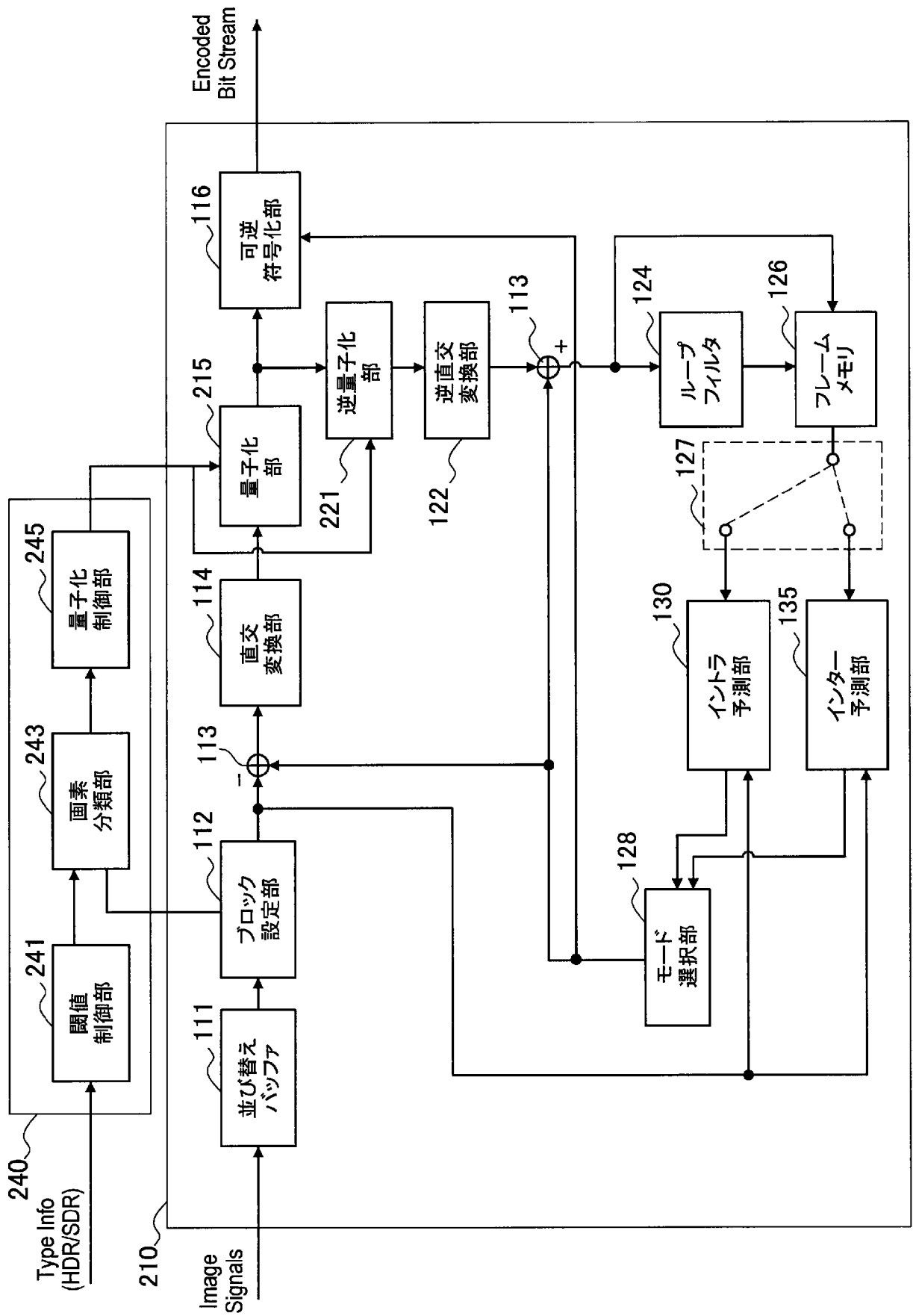
Flesh Color Domain <HDR (S-Log3) ; S-Gamut>



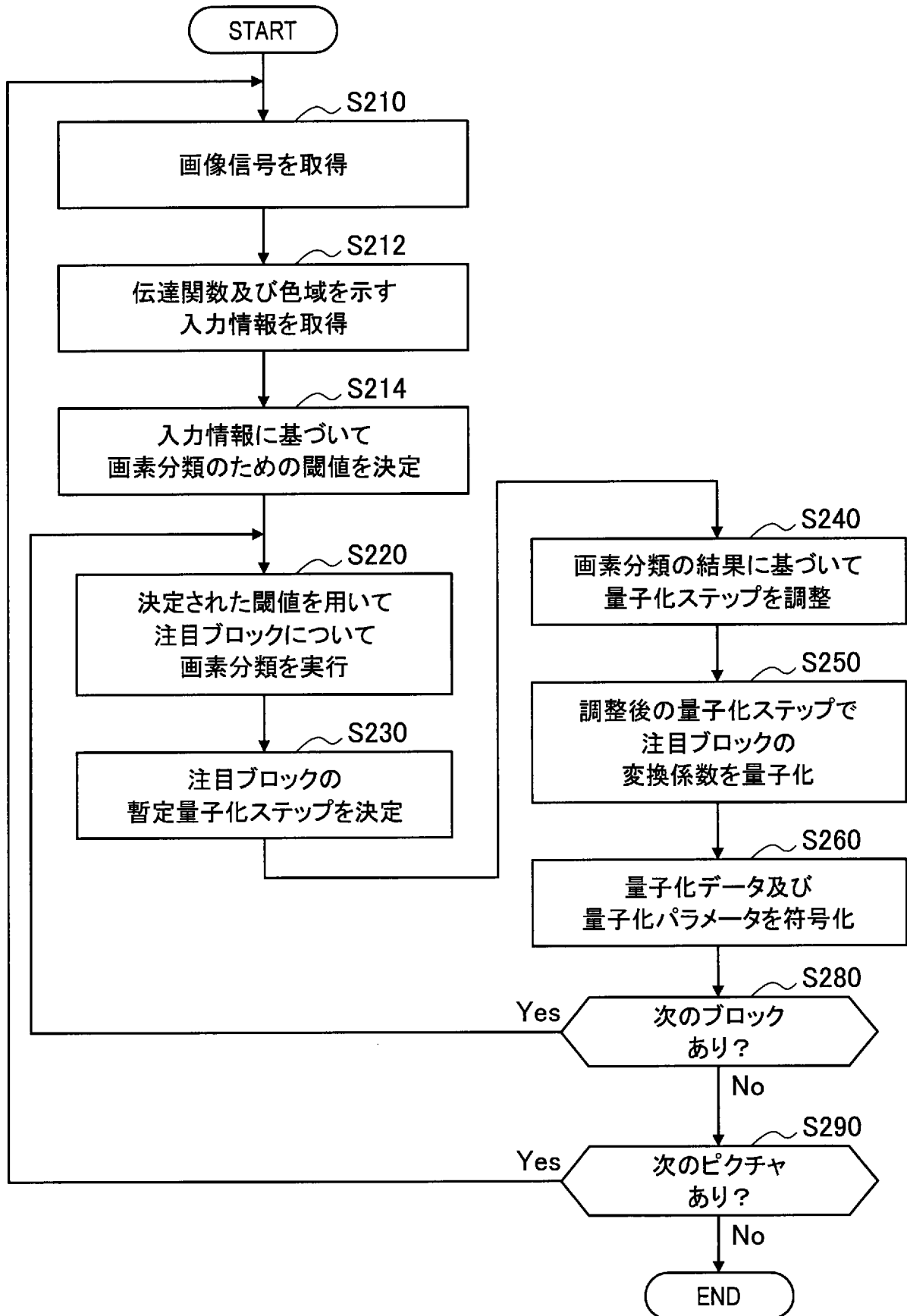
[図16]



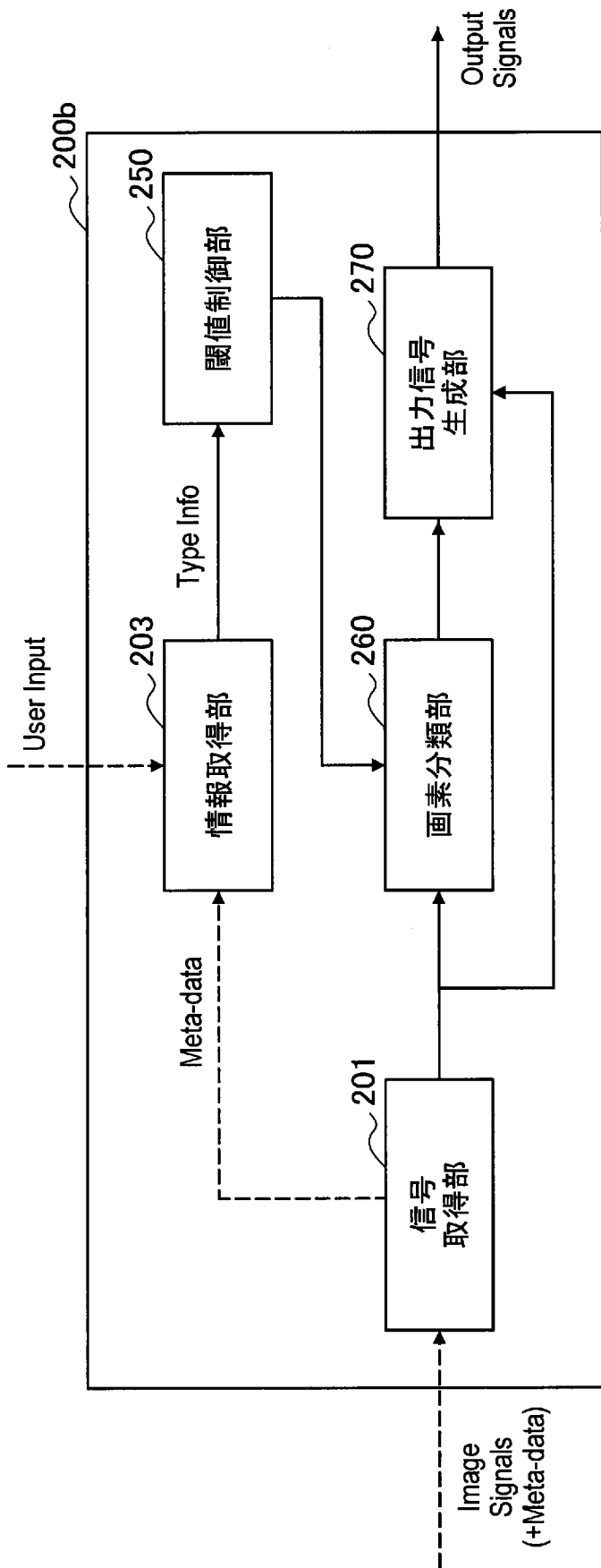
[図17]



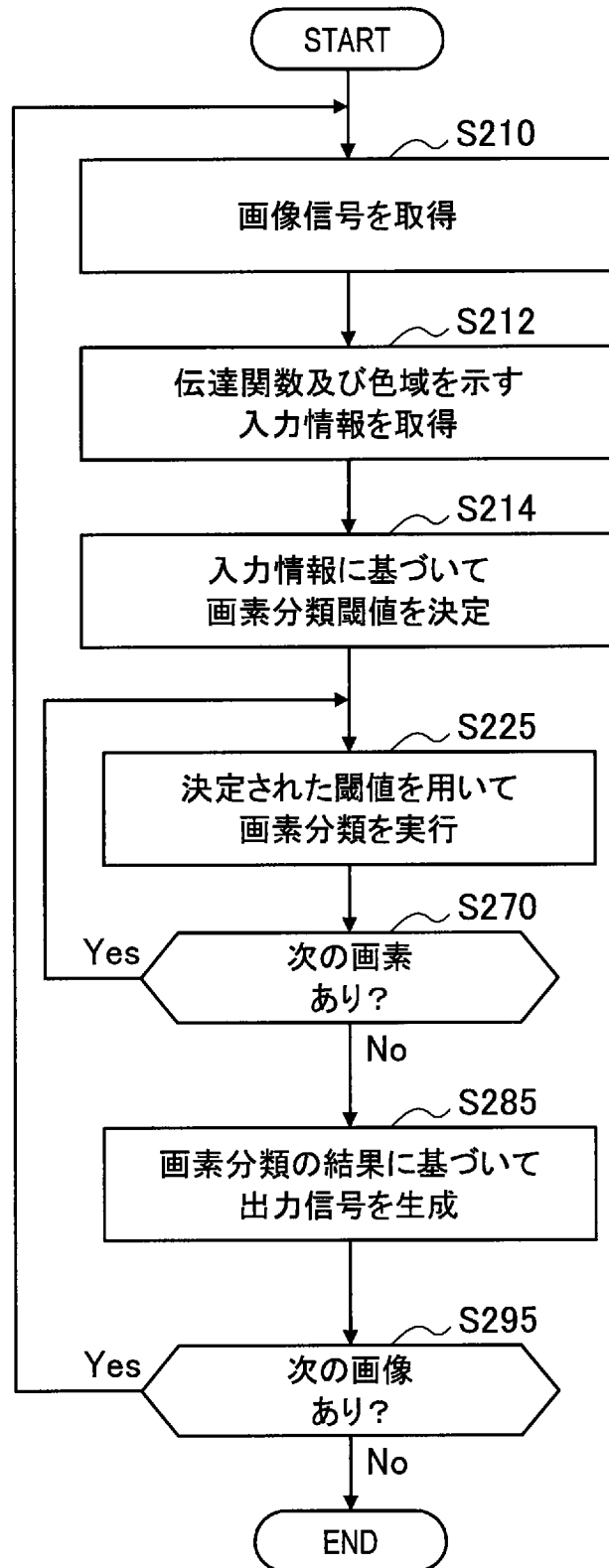
[図18]



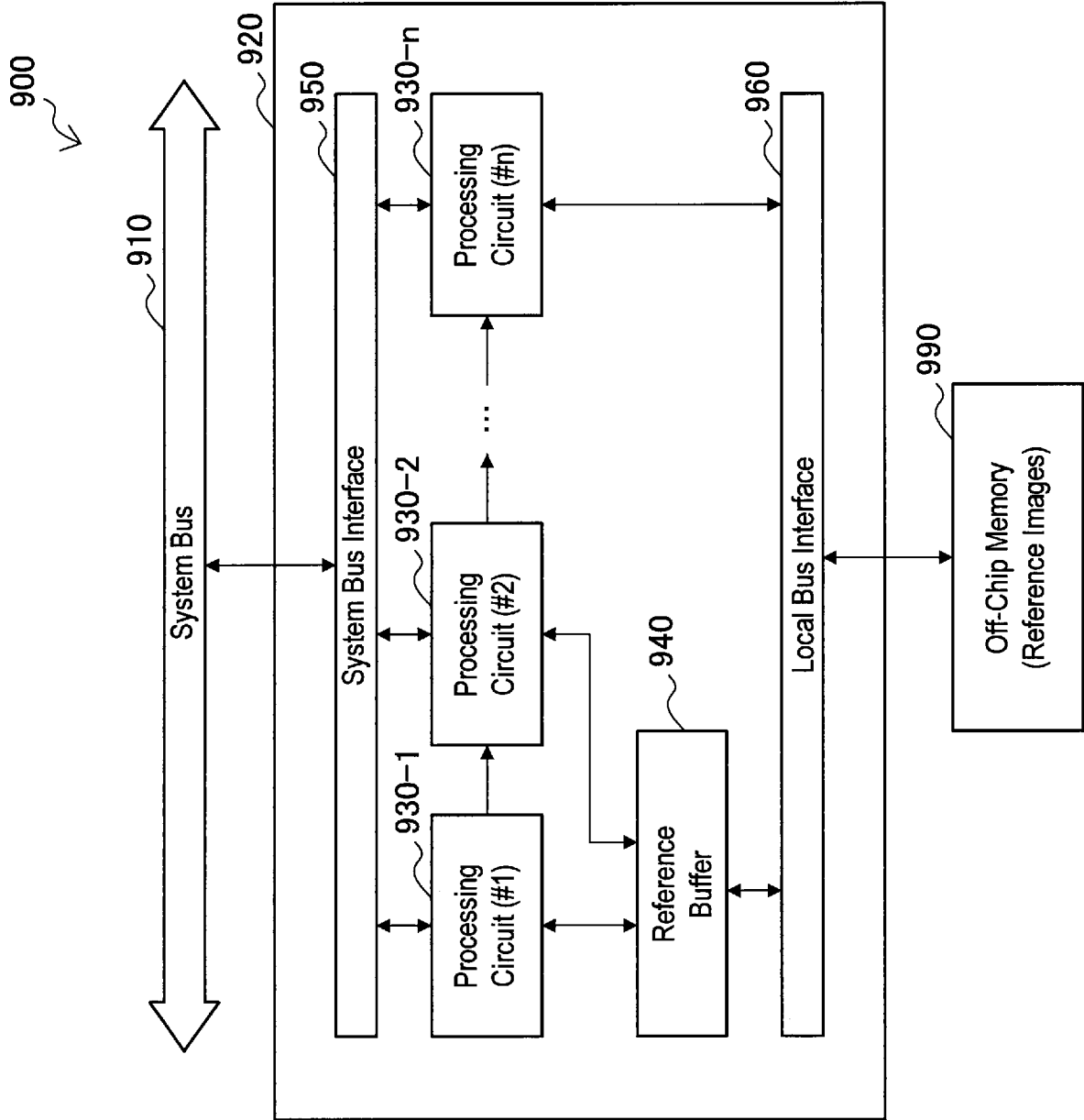
[図19]



[図20]

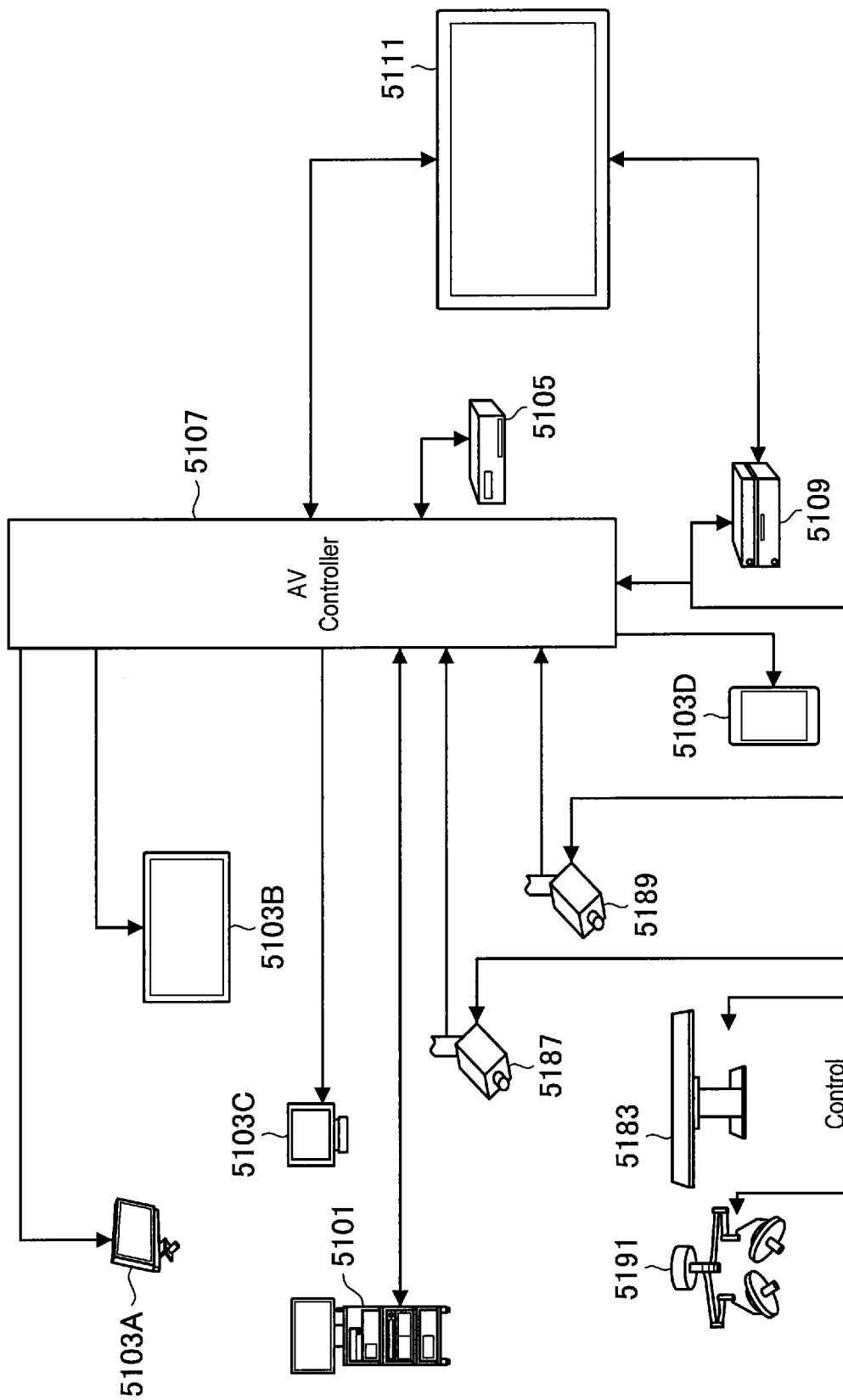


[図21]

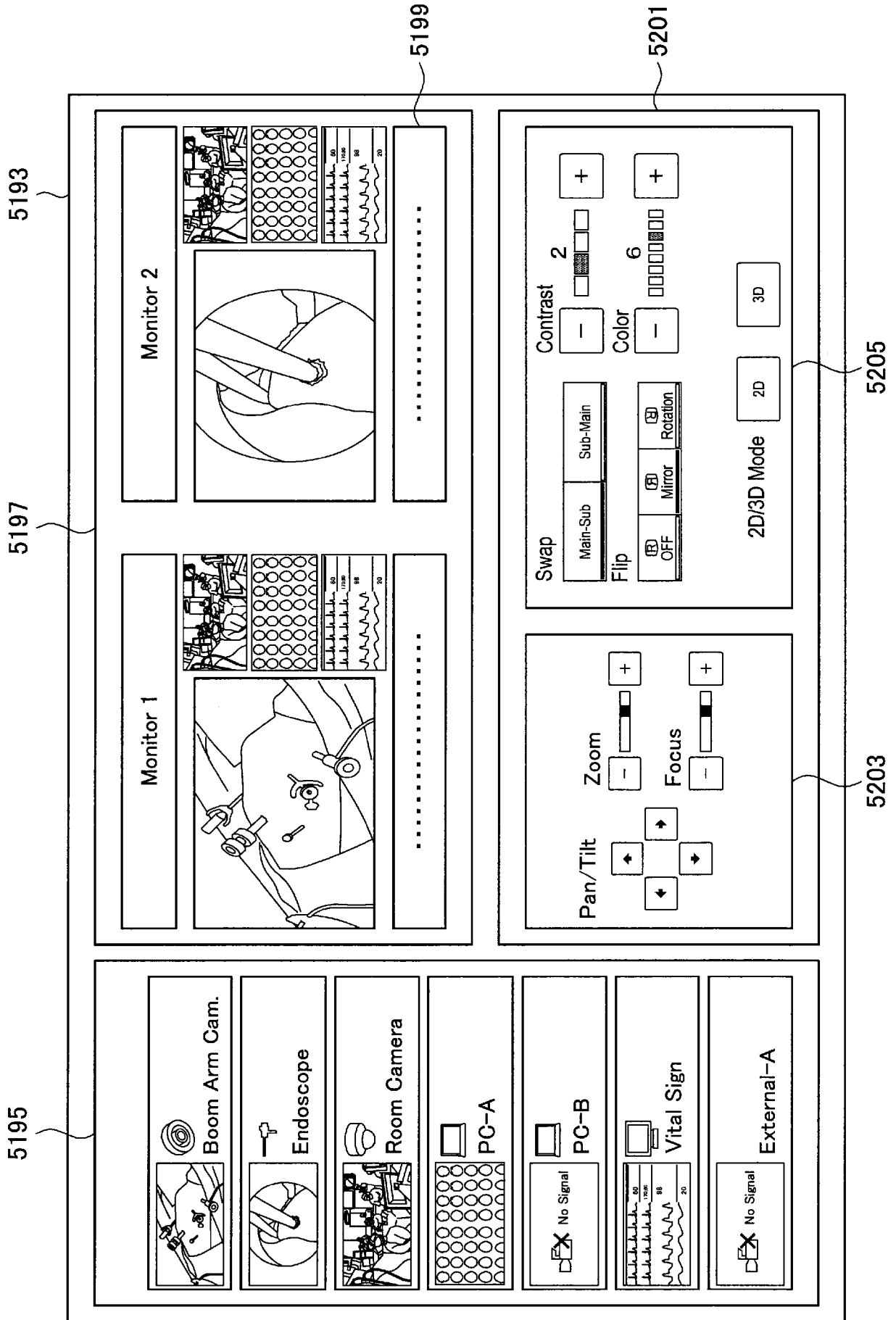


[図22]

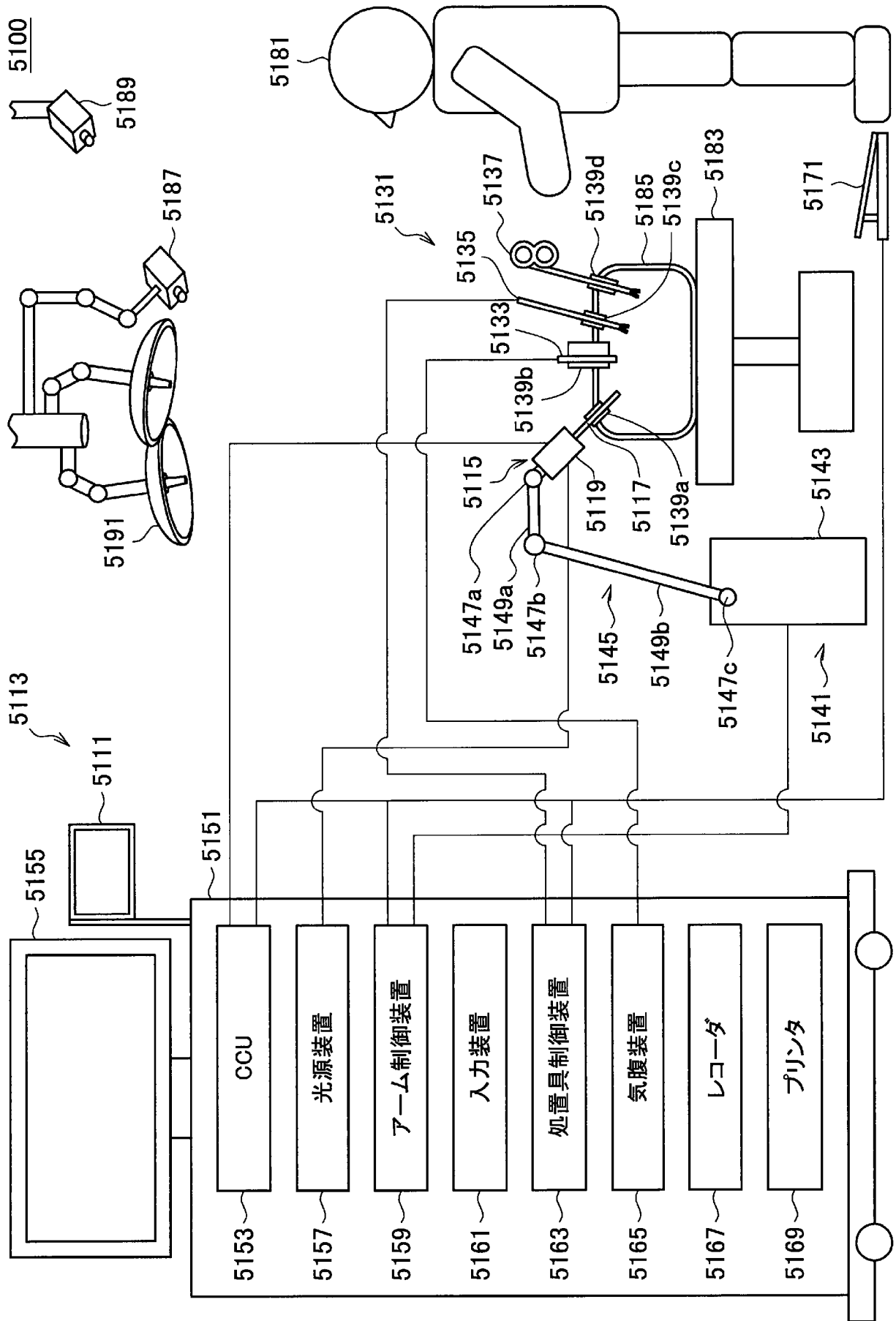
5100



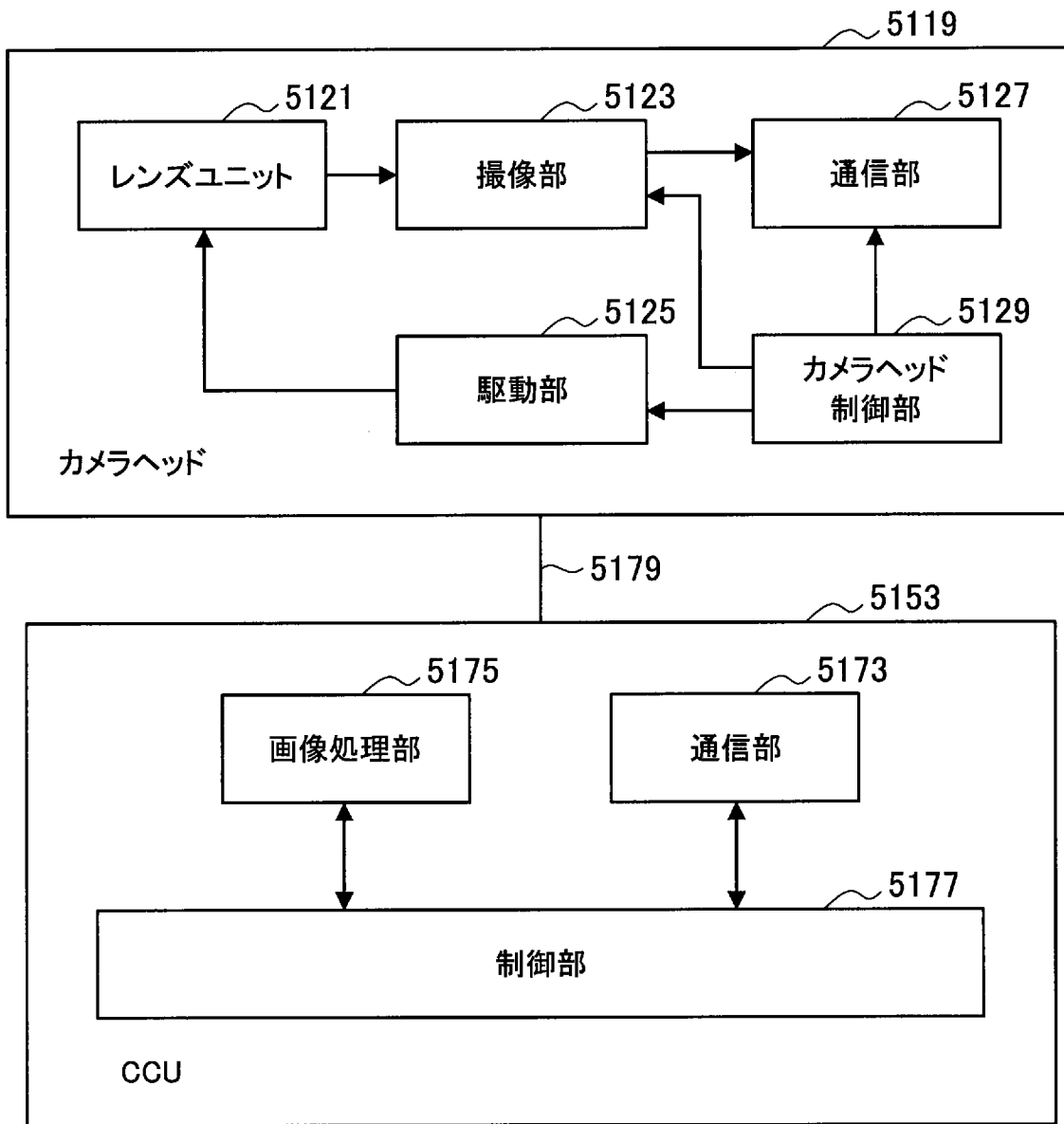
[23]



[図24]



[図25]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/037600

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. H04N19/126(2014.01) i, G06T3/00(2006.01) i, H04N1/40(2006.01) i, H04N9/04(2006.01) i, H04N19/14(2014.01) i, H04N19/167(2014.01) i, H04N19/186(2014.01) i										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. H04N19/126, G06T3/00, H04N1/40, H04N9/04, H04N19/14, H04N19/167, H04N19/186										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">1971-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">1996-2018</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">1994-2018</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018	Registered utility model specifications of Japan	1996-2018	Published registered utility model applications of Japan	1994-2018
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996									
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018									
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018									
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018									
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
X A	WO 2015/130797 A1 (APPLE INC.) 03 September 2015, paragraphs [0007]-[0010], [0027]-[0080], fig. 1-9 & JP 2017-513257 A & US 2015/0245050 A1 & US 2015/0243200 A1 & US 2015/0243243 A1 & US 2015/0245043 A1 & US 2015/0245044 A1 & WO 2015/130793 A1 & WO 2015/130796 A1 & EP 3111644 A1 & DE 112015000959 T5 & DE 112015000950 T5 & AU 2015223123 A1 & CN 106031172 A	1, 14-19 2-13								
A	JP 2011-509536 A (SHARP CORPORATION) 24 March 2011, paragraphs [0010]-[0084], fig. 1-17 & US 2009/0175338 A1, paragraphs [0030]-[0085], fig. 1-17 & WO 2009/087952 A1	1-19								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> See patent family annex.</span>										
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 2px;">                     * Special categories of cited documents:                      "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                      "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                      "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                      "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                      "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 2px;">                     "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                      "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                      "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                      "&amp;" document member of the same patent family                 </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family						
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family									
Date of the actual completion of the international search 15 January 2018	Date of mailing of the international search report 23 January 2018									
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.									

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/037600

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-518030 A (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 24 July 2014, entire text, all drawings & JP 2014-519730 A & US 2014/0044372 A1 & US 2014/0247870 A1 & WO 2012/147022 A2 & WO 2012/147018 A2 & EP 2702766 A2 & EP 2702767 A2 & CN 103493487 A & MX 2013012395 A & CN 103891294 A & RU 2013152737 A & RU 2013152811 A	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N19/126(2014.01)i, G06T3/00(2006.01)i, H04N1/40(2006.01)i, H04N9/04(2006.01)i, H04N19/14(2014.01)i, H04N19/167(2014.01)i, H04N19/186(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N19/126, G06T3/00, H04N1/40, H04N9/04, H04N19/14, H04N19/167, H04N19/186

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2015/130797 A1 (APPLE INC.) 2015.09.03, [0007]-[0010], [0027]-[0080], FIGs. 1-9 & JP 2017-513257 A&US	1, 14-19
A	2015/0245050 A1&US 2015/0243200 A1&US 2015/0243243 A1&US 2015/0245043 A1&US 2015/0245044 A1&WO 2015/130793 A1&WO 2015/130796 A1&EP 3111644 A1&DE 112015000959 T5&DE 112015000950 T5&AU 2015223123 A1&CN 106031172 A	2-13
A	JP 2011-509536 A (シャープ株式会社) 2011.03.24, 段落 [0010]-[0084], 図 1-17 & US 2009/0175338	1-19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.01.2018

国際調査報告の発送日

23.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁（ISA/J P）  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀井 啓明

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C

9245

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	A1, [0030]-[0085], FIGs. 1-17& WO 2009/087952 A1 JP 2014-518030 A (コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ) 2014.07.24, 全文&全図 & JP 2014-519730 A& US 2014/0044372 A1& US 2014/0247870 A1& WO 2012/147022 A2& WO 2012/147018 A2& EP 2702766 A2& EP 2702767 A2& CN 103493487 A& MX 2013012395 A& CN 103891294 A& RU 2013152737 A& RU 2013152811 A	1-19