

(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
2017年11月2日(02.11.2017)

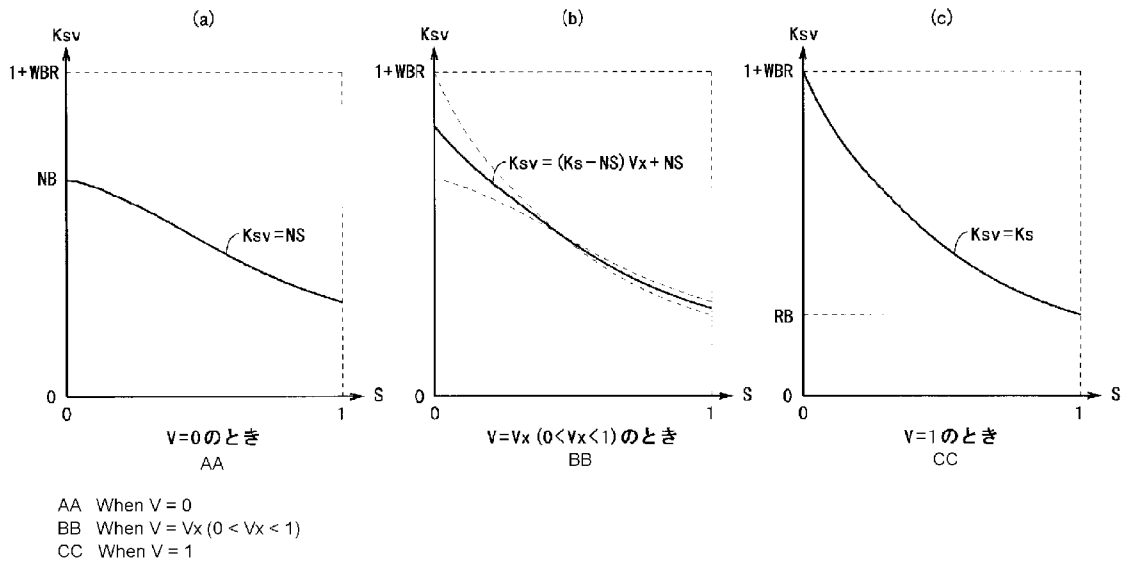


(10) 国際公開番号
WO 2017/188080 A1

- (51) 国際特許分類:
G09G 3/36 (2006.01) *G09G 5/02* (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01) *H04N 9/30* (2006.01)
G09G 5/00 (2006.01)
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小林 正益(KOBAYASHI, Masamitsu).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015683
- (74) 代理人: 島田 明宏, 外 (SHIMADA, Akihiro et al.); 〒6340078 奈良県橿原市八木町1丁目10番3号 萬盛庵ビル 島田特許事務所 Nara (JP).
- (22) 国際出願日: 2017年4月19日(19.04.2017)
- (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 2016-088211 2016年4月26日(26.04.2016) 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: FIELD-SEQUENTIAL IMAGE DISPLAY DEVICE AND IMAGE DISPLAY METHOD

(54) 発明の名称: フィールドシーケンシャル画像表示装置および画像表示方法



(57) Abstract: This image display device 1 comprises: an image data conversion unit 10 that performs, on each pixel, a conversion process that converts input image data D1 into driving image data D2; and a display unit 20 that displays a plurality of subframes during a single frame time period on the basis of driving image data D2. The conversion process in the image data conversion unit 10 maintains the hue and saturation in the HSV color space at the same values for the input image data D1 and driving image data D2 for each pixel. The image data conversion unit 10 calculates a coefficient K_s to be used in conversion, and performs the conversion process using the coefficient K_s . The coefficient K_s varies according to lightness V , and is a value such that if saturation S remains the same, post-conversion brightness is larger for greater values of brightness V . The smaller the value for brightness V , the smaller the difference between the minimum value and maximum value for the coefficient K_s . As a result of this configuration, the noise generated in low luminance parts



WO 2017/188080 A1

MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

of display images is minimized.

(57) 要約 : 画像表示装置 1 は、入力画像データを D 1 を駆動用画像データ D 2 に変換する変換処理を各画素について行う画像データ変換部 1 0 と、駆動用画像データ D 2 に基づき 1 フレーム期間に複数のサブフレームを表示する表示部 2 0 とを備える。画像データ変換部 1 0 における変換処理は、各画素について、入力画像データ D 1 と駆動用画像データ D 2 との間で H S V 色空間における色相と彩度を同じ値に保つ。画像データ変換部 1 0 は、変換処理で用いる係数 K s を演算し、係数 K s を用いて変換処理を行う。係数 K s は、明度 V に応じて異なり、彩度 S が同じであれば明度 V が大きいほど変換処理後の明度が大きくなるような値である。明度 V が小さいほど、係数 K s の最小値と最大値の差を小さくする。これにより、表示画像の低輝度部で発生するノイズを抑制する。

明 細 書

発明の名称：

フィールドシーケンシャル画像表示装置および画像表示方法

技術分野

[0001] 本発明は、画像表示装置に関し、より詳細には、フィールドシーケンシャル方式の画像表示装置および画像表示方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、1フレーム期間に複数のサブフレームを表示するフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置が知られている。例えば、典型的なフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置は、赤、緑、および、青の光源を含むバックライトを備え、1フレーム期間に赤、緑、および、青のサブフレームを表示する。赤サブフレームを表示するときには、表示パネルは赤画像データに基づき駆動され、赤色光源が発光する。続いて、緑サブフレームと青サブフレームが同様の方法で表示される。時分割で表示された3枚のサブフレームは、観測者の網膜上で残像現象によって合成され、観測者には1枚のカラー画像として認識される。

[0003] フィールドシーケンシャル方式の画像表示装置では、観測者の視線が表示画面内を移動したときに、観測者に各サブフレームの色が分離して見えることがある（この現象は、色割れと呼ばれる）。そこで、色割れを抑制するために、赤、緑、および、青のサブフレームに加えて、白のサブフレームを表示する画像表示装置が知られている。また、赤、緑、および、青の画像データを含む入力画像データに基づき赤、緑、青、および、白の画像データを含む駆動用画像データを求めるときに、入力画像データに1以上の係数を乗算する増幅処理を行う画像表示装置が知られている。

[0004] 従来技術として特許文献1および2には、赤、緑、青、および、白のサブ画素を有するフィールドシーケンシャル方式ではない画像表示装置において、赤、緑、および、青の画像データを含む入力画像データに基づき赤、緑、

青、および、白の画像データを含む駆動用画像データを求める方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：日本国特開2001-147666号公報
特許文献2：日本国特開2008-139809号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 以下、入力画像データに基づき分配割合と増幅処理で用いる係数を求め、求めた分配割合と係数を用いて駆動用画像データを求めるフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置を考える。このような画像表示装置では、例えば、入力画像データの彩度に基づき係数を求める関数を使用することが考えられる。
- [0007] しかしながら、彩度に基づき係数を求める関数として、彩度の変化量に対して係数の変化量が大きい関数を使用すると、画素の色が隣接画素間で大きく変化するために階調飛びが発生し、本来輝度差が小さく目立たなかった圧縮ノイズ成分などが、特に低輝度の表示階調で目立つようになる。階調飛びが発生する部分は低輝度部に限らないが、以下、このようなノイズを「低輝度部に発生するノイズ」または「低輝度部ノイズ」という。特許文献1および2に記載された方法を用いても、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができない。
- [0008] それ故に、表示画像の低輝度部で発生するノイズを抑制できるフィールドシーケンシャル画像表示装置および画像表示方法を提供することが課題として挙げられる。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記の課題は、例えば、以下のようなフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置によって解決することができる。画像表示装置は、複数の色成分

に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換部と、前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示部とを備え、前記画像データ変換部は、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち、前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であり、前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さい。

[0010] 上記の課題は、例えば、以下のようなフィールドシーケンシャル方式の画像表示方法によって解決することができる。画像表示方法は、複数の色成分に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換ステップと、前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示ステップとを備え、前記画像データ変換ステップは、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち、前記画像データ変換ステップは、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であり、前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さい。

発明の効果

[0011] このようなフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置または画像表示

方法によれば、明度に依じて異なり、彩度が同じであれば明度が大きいほど変換処理後の明度が大きくなるような係数を求めることにより、階調性を保持することができる。また、明度が小さいほど係数の最小値と最大値の差を小さくすることにより、明度が小さいときには彩度の変化量に対する係数の変化量を小さくして、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。したがって、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]第1の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]第1の実施形態に係る画像表示装置におけるパラメータを説明するための図である。
- [図3]第1の実施形態に係る画像表示装置の画像データ変換処理のフローチャートである。
- [図4]第1の実施形態に係る画像表示装置における彩度と分配割合の範囲を示す図である。
- [図5]第1の実施形態に係る画像表示装置の分配割合のグラフを示す図である。
- [図6]第1の実施形態に係る画像表示装置の係数 K_s のグラフを示す図である。
- [図7]第1の実施形態に係る画像表示装置の係数 K_{sv} のグラフを示す図である。
- [図8]第1の実施形態に係る画像表示装置における条件を満たす係数 K_{sv} の範囲を示す図である。
- [図9]第1の実施形態に係る画像表示装置における条件を満たす値 N_S の範囲を示す図である。
- [図10]第1の実施形態に係る画像表示装置の値 N_S のグラフを示す図である。
- [図11]第1の実施形態に係る画像表示装置の係数のグラフを示す図である。

[図12]第1の実施形態に係る画像表示装置において低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合の画像データ変換処理の例を示す図である。

[図13]第1の実施形態に係る画像表示装置において低輝度部ノイズ対策処理を行う場合の画像データ変換処理の例を示す図である。

[図14]第2の実施形態に係る画像表示装置の画像データ変換処理のフローチャートである。

[図15]第2の実施形態に係る画像表示装置の第2の計算式による値NSのグラフを示す図である。

[図16]第2の実施形態に係る画像表示装置の第3の計算式による値NSのグラフを示す図である。

[図17]第3の実施形態に係る画像表示装置の画像データ変換処理のフローチャートである。

[図18]第3の実施形態に係る画像表示装置の別の計算式による係数 K_{sv} のグラフを示す図である。

[図19]第4の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

[図20]第5の実施形態に係る画像表示装置の画像データ変換処理のフローチャートである。

[図21]第5の実施形態に係る画像表示装置の係数の中間結果のグラフを示す図である。

[図22]第6の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

[図23]第7の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

[図24]第1の実施形態の変形例に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して各実施形態に係る画像表示装置および画像表示方法について説明する。なお、以下の説明に含まれる「演算」には、「演算器を用いて演算結果を求める」ことに加えて、「演算結果を予めテーブルに記憶しておき、テーブルを引くことにより演算結果を求める」ことが含まれるこ

とを予め指摘しておく。

[0014] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。図1に示す画像表示装置1は、画像データ変換部10と表示部20を備えている。画像データ変換部10は、パラメータ記憶部11、統計値/彩度演算部12、分配割合/係数演算部13、および、駆動用画像データ演算部14を含んでいる。表示部20は、タイミング制御回路21、パネル駆動回路22、バックライト駆動回路23、液晶パネル24、および、バックライト25を含んでいる。画像表示装置1は、低輝度部ノイズ対策処理を行う機能を有する。

[0015] 画像表示装置1は、フィールドシーケンシャル方式の液晶表示装置である。画像表示装置1は、1フレーム期間を複数のサブフレーム期間に分割し、各サブフレーム期間において異なる色のサブフレームを表示する。以下、画像表示装置1は、1フレーム期間を4個のサブフレーム期間に分割し、第1～第4サブフレーム期間では白、青、緑、および、赤のサブフレームをそれぞれ表示するものとする。画像表示装置1では、白サブフレームが共通色サブフレームとなる。

[0016] 画像表示装置1には、赤、緑、および、青の画像データを含む入力画像データD1が入力される。画像データ変換部10は、入力画像データD1に基づき、白、青、緑、および、赤のサブフレームに対応した駆動用画像データD2を求める。以下、この処理を「画像データ変換処理」といい、白、青、緑、および、赤のサブフレームに対応した駆動用画像データD2を、それぞれ、「駆動用画像データD2に含まれる白、青、緑、および、赤の画像データ」という。表示部20は、駆動用画像データD2に基づき、1フレーム期間に白、青、緑、および、赤のサブフレームを表示する。

[0017] タイミング制御回路21は、パネル駆動回路22とバックライト駆動回路23に対してタイミング制御信号TCを出力する。パネル駆動回路22は、タイミング制御信号TCと駆動用画像データD2に基づき液晶パネル24を

駆動する。バックライト駆動回路23は、タイミング制御信号TCに基づきバックライト25を駆動する。液晶パネル24は、2次元状に配置された複数の画素26を含んでいる。バックライト25は、赤色光源27r、緑色光源27g、および、青色光源27bを含んでいる。バックライト25は、白色光源を含んでいてもよい。光源27には、例えば、LED (Light Emitting Diode : 発光ダイオード) が使用される。

[0018] 第1サブフレーム期間では、パネル駆動回路22は駆動用画像データD2に含まれる白画像データに基づき液晶パネル24を駆動し、バックライト駆動回路23は赤色光源27r、緑色光源27g、および、青色光源27bを発光させる。これにより、白サブフレームが表示される。なお、バックライト25が白色光源を含む場合には、バックライト駆動回路23は第1サブフレーム期間において白色光源を発光させてもよい。

[0019] 第2サブフレーム期間では、パネル駆動回路22は駆動用画像データD2に含まれる青画像データに基づき液晶パネル24を駆動し、バックライト駆動回路23は青色光源27bを発光させる。これにより、青サブフレームが表示される。第3サブフレーム期間では、パネル駆動回路22は駆動用画像データD2に含まれる緑画像データに基づき液晶パネル24を駆動し、バックライト駆動回路23は緑色光源27gを発光させる。これにより、緑サブフレームが表示される。第4サブフレーム期間では、パネル駆動回路22は駆動用画像データD2に含まれる赤画像データに基づき液晶パネル24を駆動し、バックライト駆動回路23は赤色光源27rを発光させる。これにより、赤サブフレームが表示される。

[0020] 以下、画像データ変換部10の詳細を説明する。入力画像データD1に含まれる赤、緑、および、青の画像データは、0以上1以下の値に正規化された輝度データである。3色の画像データが等しいときに、画素26は無彩色になる。駆動用画像データD2に含まれる白、青、緑、および、赤の画像データも、0以上1以下の値に正規化された輝度データである。

[0021] 画像データ変換処理では、駆動用画像データD2に含まれる白画像データ

(共通色サブフレームに分配される値)は、0以上、かつ、入力画像データD1に含まれる3色の画像データの最小値以下の範囲内で決定される。分配割合 WR_s は、各画素について求めた、白画像データが取り得る最大値(3色の画像データの最小値)に対する白画像データの割合である。例えば、入力画像データD1に含まれる赤画像データが0.5、緑および青の画像データが1のときに分配割合 WR_s を0.6に決定した場合、駆動用画像データD2に含まれる白画像データは0.3になる。

[0022] パラメータ記憶部11は、画像データ変換処理で用いるパラメータ WR_X 、 RA 、 RB 、 WBR 、 NR を記憶する。統計値/彩度演算部12は、入力画像データD1に基づき各画素について、最大値 D_{max} と最小値 D_{min} と彩度 S を求める。最大値 D_{max} はHSV色空間における明度 V に等しいので、以下の説明では最大値 D_{max} を明度 V と記載する。分配割合/係数演算部13は、明度 V と彩度 S とパラメータ WR_X 、 RA 、 RB 、 WBR 、 NR に基づき、分配割合 WR_s と増幅圧縮処理で用いる係数 K_s とを求める(詳細は後述)。駆動用画像データ演算部14は、入力画像データD1、最小値 D_{min} 、分配割合 WR_s 、係数 K_s 、および、パラメータ WBR に基づき、駆動用画像データD2を求める。

[0023] 以下、パラメータ記憶部11に記憶されるパラメータについて説明する。パラメータ NR は、低輝度部ノイズ対策処理を行うか否かを示し、0または1の値を取る。値0は低輝度部ノイズ対策処理を行わないことを示し、値1は低輝度部ノイズ対策処理を行うことを示す。パラメータ WR_X は、表示部20に含まれる画素26の応答特性に応じたパラメータである。パラメータ WR_X は、分配割合 WR_s を求める計算式に含まれる。

[0024] 駆動用画像データD2の1フレーム期間内の最小値を DD_{min} 、最大値を DD_{max} とする。低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合、分配割合/係数演算部13は、パラメータ記憶部11に記憶されたパラメータ RA 、 RB に応じて、次式(1)を満たすように係数 K_s を求める。

$$DD_{max} \leq RA \cdot DD_{min} + RB \quad \dots (1)$$

例えば、 $RB = 1 - RA$ の場合、式(1)を満たす範囲は、図2に示す斜線部になる。このようにパラメータRA、RBは、最小値 DD_{min} に応じて最大値 DD_{max} の範囲を指定する。

[0025] パラメータWBRは、白サブフレームを表示するときの、バックライト25に含まれる光源27の輝度を指定する。パラメータWBRは、 $0 \leq WBR \leq 1$ の範囲内の値を取る。表示部20は、白サブフレームを表示するとき、光源27の輝度をパラメータWBRに応じて制御する。より詳細には、表示部20内のバックライト駆動回路23は、パラメータWBRに従い、白サブフレームを表示するときの光源27の輝度を、他のサブフレームを表示するときの光源27の輝度のWBR倍に制御する。

[0026] 図3は、画像データ変換処理のフローチャートである。図3に示す処理は、入力画像データD1に含まれる各画素のデータについて行われる。以下、入力画像データD1に含まれるある画素の赤、緑、および、青の画像データをそれぞれ R_i 、 G_i 、 B_i 、駆動用画像データD2に含まれる当該画素の白、青、緑、および、赤の画像データをそれぞれ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d とし、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i に対する処理を説明する。

[0027] 図3に示すように、画像データ変換部10には、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i が入力される(ステップS101)。次に、統計値/彩度演算部12は、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i について明度Vと最小値 D_{min} を求める(ステップS102)。次に、統計値/彩度演算部12は、明度Vと最小値 D_{min} に基づき、次式(2)に従い彩度Sを求める(ステップS103)。

$$S = (V - D_{min}) / V \quad \dots (2)$$

ただし、式(2)において、 $V = 0$ のときには $S = 0$ とする。

[0028] 次に、分配割合/係数演算部13は、彩度SとパラメータWRX、WBRに基づき、後述する計算式に従い分配割合 WR_s を求める(ステップS104)。次に、分配割合/係数演算部13は、彩度SとパラメータWRX、RA、RB、WBRに基づき、後述する計算式に従い係数 K_s を求める(ステ

ップS105)。分配割合／係数演算部13は、ステップS104で分配割合 WR_s を求めた後にステップS105で係数 K_s を求めるときには、分配割合 WR_s を用い、かつ、入力画像データD1の明度Vを入力画像データD1が取り得る最大値1とする条件下で係数 K_s が取り得る最大値を求める。

[0029] 次に、分配割合／係数演算部13は、パラメータNRに応じて条件分岐を行う（ステップS106）。分配割合／係数演算部13は、 $NR=0$ のときにはステップS110へ進み、 $NR=1$ のときにはステップS107へ進む。後者の場合、分配割合／係数演算部13は、係数 K_s とパラメータWBRに基づき値 NS を求め（ステップS107）、明度Vと係数 K_s と値 NS に基づき係数 K_{sv} を求め（ステップS108）、係数 K_{sv} を係数 K_s とする（ステップS109）。

[0030] 次に、駆動用画像データ演算部14は、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i 、最小値 D_{min} 、分配割合 WR_s 、係数 K_s 、および、パラメータWBRに基づき、次式(3a)～(3d)に従い、4色の画像データ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d を求める（ステップS110）。

$$W_d = WR_s \cdot D_{min} \cdot K_s \cdot PP / WBR \quad \dots (3a)$$

$$B_d = (B_i - WR_s \cdot D_{min}) K_s \cdot PP \quad \dots (3b)$$

$$G_d = (G_i - WR_s \cdot D_{min}) K_s \cdot PP \quad \dots (3c)$$

$$R_d = (R_i - WR_s \cdot D_{min}) K_s \cdot PP \quad \dots (3d)$$

ただし、式(3a)～(3d)において、PPは画像データ制限用の最大値Pを画像データの設定可能最大値 P_{max} (=1)で割った値(= P / P_{max})である。PPは、彩度Sを考慮しない階調圧縮方法でも使用される。以下の説明では、 $PP=1$ とする。 $PP \neq 1$ の場合には、 $S=0$ のときに最大輝度を出力することができない。

[0031] 駆動用画像データ演算部14は、 $NR=0$ のときにはステップS105で求めた係数 K_s を用いて4色の画像データ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d を求め、 $NR=1$ のときにはステップS108で求めた係数 K_{sv} を用いて4色の画像データ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d を求める。このように画像データ変換部1

0は、NR=0のときには低輝度部ノイズ対策処理を行わず、NR=1のときには低輝度部ノイズ対策処理を行う。

[0032] 以下、ステップS104とS105の詳細を説明する。彩度Sと分配割合WRsは、0以上1以下の値を取る。駆動用画像データD2に含まれる青、緑、および、赤の画像データBd、Gd、Rdの最大値をDdmax、最小値をDdminとする。PP=1のとき、Wd、Ddmax、および、Ddminは、それぞれ、次式(4a)~(4c)で与えられる。

$$Wd = WRs \cdot Dmin \cdot Ks / WBR \quad \dots (4a)$$

$$Ddmax = (V - WRs \cdot Dmin) Ks \quad \dots (4b)$$

$$Ddmin = (Dmin - WRs \cdot Dmin) Ks \quad \dots (4c)$$

V=Dmin/(1-S)を考慮して、Wd>Ddmaxを解くと、次式(5a)が導かれる。Wd<Ddminを解くと、次式(5b)が導かれる。

$$WRs > WBRo / (1 - S) \quad \dots (5a)$$

$$WRs < WBRo \quad \dots (5b)$$

ただし、式(5a)と(5b)において、WBRo=WBR/(1+WBR)である。

[0033] 図4は、彩度Sと分配割合WRsの範囲を示す図である。図4に示す(S, WRs)の範囲は、Ddmin<Wd<Ddmaxとなる第1エリア、Ddmax<Wdとなる第2エリア、および、Wd<Ddminとなる第3エリアに分割される。

[0034] (S, WRs)が第1エリア内にある場合には、DDmin=Ddmin、DDmax=Ddmaxとなる。式(1)にDmin=V(1-S)を代入して式(1)を解くと、次式(6)が導かれる。

$$Ks \leq RB / (V \times [1 - \{WRs(1 - RA) + RA\} (1 - S)]) \quad \dots (6)$$

明度Vが1(入力画像データD1が取り得る最大値)のときでも式(6)が成立するように、係数Ksを次式(7)のように決定する。式(7)は、

(S, WR_s) が第 1 エリア内にある場合に、 $V = 1$ とする条件下で係数 K_s が取り得る最大値を示す。

$$K_s = RB / [1 - \{WR_s (1 - RA) + RA\} (1 - S)] \quad \dots (7)$$

[0035] (S, WR_s) が第 1 エリア内に入るように分配割合 WR_s を決定した場合には、 $D_{dmin} < W_d < D_{dmax}$ が成立し、駆動用画像データ D_2 に含まれる 4 色の画像データ W_d, B_d, G_d, R_d 間の差は最小になる（最大でも $(D_{dmax} - D_{dmin})$ になる）。この場合、分配割合 WR_s を用い、かつ、 $V = 1$ とする条件下で係数 K_s が取り得る最大値は式 (7) で与えられる。また、(S, WR_s) が第 1 および第 2 エリアの境界線に近いほど、白画像データ W_d は最大値 D_{dmax} に近づき、(S, WR_s) が第 1 および第 3 エリアの境界線に近いほど、白画像データ W_d は最小値 D_{dmin} に近づく。

[0036] 画素 26 の応答速度は、画素 26 が表示する階調（以下、表示階調という）に応じて変化する。画像表示装置 1 では、表示階調が高いほど画素 26 の応答速度が遅い場合と、表示階調が低いほど画素 26 の応答速度が遅い場合とがある。前者の場合には、(S, WR_s) が第 1 および第 2 エリアの境界線に近づくように分配割合 WR_s を決定し、白画像データ W_d を最大値 D_{dmax} に近づける。後者の場合には、(S, WR_s) が第 1 および第 3 エリアの境界線に近づくように分配割合 WR_s を決定し、白画像データ W_d を最小値 D_{dmin} に近づける。このように画素 26 の応答特性に応じて白画像データ W_d を最大値 D_{dmax} または最小値 D_{dmin} に近づけることにより、応答速度がより速い階調を表示する。これにより、画素 26 の変換後の画像データを各サブフレーム期間内で高速に変化させて、画像表示装置 1 の色再現性を高くすることができる。

[0037] 分配割合／係数演算部 13 は、彩度 S に基づき分配割合 WR_s を求める関数と、 $NR = 0$ のときに彩度 S に基づき係数 K_s を求める関数とを有する。これらの関数は、パラメータ記憶部 11 に記憶されたパラメータ WR_X, R

A、R B、W B R に応じて変化する。分配割合／係数演算部 1 3 は、次式（8）に従い分配割合 $W R_s$ を求め、式（7）に従い係数 K_s を求める。

[数1]

$$W R_s = \begin{cases} \frac{W B R_o}{1-S} & (W R X \geq T_s \text{ かつ } 1-S \geq W B R_x \text{ のとき}) \\ W R X - \frac{W R X (1-S)^2}{3 \cdot W B R_x^2} & (W R X \geq T_s \text{ かつ } 1-S < W B R_x \text{ のとき}) \dots (8) \\ (W B R_o - W R X) (1-S)^2 + W R X & (W R X < T_s \text{ のとき}) \end{cases}$$

ただし、式（7）において、 $W B R_o = W B R / (1 + W B R)$ 、 $T_s = 3 W B R_o / 2$ 、 $W B R_x = 3 W B R / \{2 W R X (1 + W B R)\}$ である。パラメータ $R A$ 、 $R B$ 、 $W B R$ は、 $0 \leq R A \leq 1$ 、 $0 \leq R B \leq 1$ 、 $0 \leq W B R \leq 1$ の範囲内の値を取る。パラメータ $W R X$ は、 $W B R_o \leq W R X \leq 1$ の範囲内の値を取る。以下の説明では、 $R B = 1 - R A$ であるとする。なお、ここでは係数 K_s を求める関数を分配割合 $W R_s$ を用いて表すが、分配割合 $W R_s$ は彩度 S に基づき求められるので、係数 K_s を求める関数は彩度 S に基づく関数である。

[0038] 図5は、分配割合 $W R_s$ のグラフを示す図である。図6は、 $N R = 0$ のときの係数 K_s のグラフを示す図である。ここでは、 $R A = 0.25$ 、 $R B = 0.75$ 、 $W B R = 0.5$ に設定されている。 $W R X < T_s$ のときに分配割合 $W R_s$ を求める関数は、 $S = 0$ のときに値 $W B R_o$ を取り、 $S = 1$ のときに最大値 $W R X$ を取る2次関数である。 $W R X \geq T_s$ のときに分配割合 $W R_s$ を求める関数は、 $1 - S \geq W B R_x$ では分数関数 $W R_s = W B R_o / (1 - S)$ であり、 $1 - S < W B R_x$ では $S = 1$ のときに最大値 $W R X$ を取る2次関数である。後者の関数は、前者の関数のグラフと後者の関数のグラフが点 $(1 - W B R_x, 2 W R X / 3)$ で接するように決定される。図5に示すグラフは、常に第1エリア内にある。そこで、分配割合 $W R_s$ を用い、かつ、 $V = 1$ とする条件下で係数 K_s が取り得る最大値を求めるために、式（7）に従い係数 K_s を求める。このような方法で分配割合 $W R_s$ と係数 K_s を求めることにより、4色の画像データ $W d$ 、 $B d$ 、 $G d$ 、 $R d$ 間の差を最小にしながら、許容される最大の係数 K_s を求めることができる。

[0039] また、表示階調が高いほど画素 26 の応答速度が遅い場合には、パラメータ WRX を 1 に近い値に設定し、白画像データ Wd を最大値 $Ddmax$ に近づける。一方、表示階調が低いほど画素 26 の応答速度が遅い場合には、パラメータ WRX を $WBRo$ に近い値に設定し、白画像データ Wd を最小値 $Ddmin$ に近づける。このように画素 26 の応答特性に応じてパラメータ WRX を設定することにより、応答速度がより速い階調を表示して、画像表示装置 1 の色再現性を高くすることができる。

[0040] また、分配割合 WRs を求める関数と係数 Ks を求める関数は、 $0 \leq S \leq 1$ の範囲で滑らかに変化する。したがって、グラデーション画像を表示するときの画像の乱れを防止することができる。

[0041] 次に、ステップ S107 と S108 の詳細を説明する。分配割合／係数演算部 13 は、 $NR = 1$ のときには、ステップ S107 において次式 (9) に従い値 NS を求め、ステップ S108 において次式 (10) に従い係数 Ksv を求める。

[数2]

$$NS = NB - \frac{NB \{Ks - (1 + WBR)\}^2}{(1 + WBR)^2} \quad \dots (9)$$

$$Ksv = (Ks - NS) V + NS \quad \dots (10)$$

ただし、式 (9) において、 $NB = (1 + WBR)^2 / \{2(1 + WBR) - 1\}$ である。

[0042] 式 (9) を式 (10) に代入すると、明度 V と係数 Ks とパラメータ WBR に基づき係数 Ksv を求める計算式 (以下、式 E という) が導かれる。式 E において $V = 0$ に設定すると、 $V = 0$ のときに係数 Ksv を求める関数が導かれる。同様に、式 E において $V = 1$ に設定すると、 $V = 1$ のときに係数 Ksv を求める関数が導かれ、式 E において $V = Vx$ (ただし、 $0 < Vx < 1$) に設定すると、 $V = Vx$ のときに係数 Ksv を求める関数が導かれる。 $V = 0$ のときの係数 Ksv は値 NS に等しく ($Ksv = NS$)、 $V = 1$ のときの係数 Ksv は係数 Ks に等しい ($Ksv = Ks$)。 $V = Vx$ のときの係

数 K_{sv} は、係数 K_s と値 N_S を $(1 - V_x) : V_x$ の比で按分した値になる。

[0043] 図7は、係数 K_{sv} のグラフを示す図である。図7(a)～(c)は、それぞれ、 $V=0$ のとき、 $V=V_x$ のとき、および、 $V=1$ のときのグラフを示す。図7に示すように、明度 V をある値に設定したとき、明度 V の値にかかわらず、彩度 S が大きいほど、係数 K_{sv} は小さくなる。このため、係数 K_{sv} は、 $S=0$ のときに最大になり、 $S=1$ のときに最小になる。また、 $V=0$ のときの係数 K_{sv} の最小値と最大値の差は、 $V=1$ のときの係数 K_{sv} の最小値と最大値の差よりも小さい。また、明度 V が小さいほど、係数 K_{sv} の最小値と最大値の差は小さくなる。

[0044] このように明度 V が小さいほど係数 K_{sv} の最小値と最大値の差が小さいので、明度 V が小さいときには彩度 S の変化量に対する係数 K_{sv} の変化量が小さくなる。したがって、低輝度部ノイズ対策処理を行うことにより、輝度が低いときに画素の色が隣接画素間で大きく変化することを防止して、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0045] 画像表示装置1では、彩度 S と色相 H が同じであれば、入力画像データ D_1 が大きいほど画素26の輝度が高くなる（すなわち、階調性を保持する）必要がある。階調性を保持するためには、彩度 S が同じであれば入力画像データ D_1 の明度 V が大きいほど、明度 V に増幅圧縮処理を行った結果が大きくなる必要がある。したがって、少なくとも、 $0 < V < 1$ のときに明度 V に係数 K_{sv} を乗算した結果が、 $V=1$ のときに明度 $V (=1)$ に係数 $K_{sv} (=K_s)$ を乗算した結果よりも小さくなる必要がある。 $K_{sv} \cdot V \leq K_s$ より、次式(11)が導かれる。

$$K_{sv} \leq K_s / V \quad \dots (11)$$

[0046] 式(11)を満たす範囲は、図8に示す斜線部になる。関数のグラフが図8に示す斜線部の内部にあるように、明度 V に基づき係数 K_{sv} を求める関数を決定する。上述したように、分配割合／係数演算部13は、式(10)に従い係数 K_{sv} を求める。図8に示すように、係数 K_{sv} のグラフは、2

点 $(0, NS)$ と $(1, K_s)$ を通る。

[0047] 式 (10) を式 (11) に代入して導かれる不等式が $0 < V < 1$ の範囲内で成立するためには、式 (10) に示す直線の傾きが関数 $K_{sv} = K_s / V$ の点 $(1, K_s)$ における接線の傾き以上であればよい。したがって、 $K_s - NS \geq -K_s$ より、次式 (12) が導かれる。式 (12) を満たす範囲は、図9に示す点模様部になる。

$$NS \leq 2K_s \quad \dots (12)$$

[0048] 図10は、値 NS のグラフを示す図である。図10に示すグラフは、3点 $(0, 0)$ 、 $(1, 1)$ 、 $(1 + WBR, NB)$ を通る。値 NS を求める関数の点 $(0, 0)$ における接線の傾きは、 $2NB / (1 + WBR) = (2 + 2WBR) / (1 + 2WBR)$ であり、 $0 \leq WBR \leq 1$ の範囲内では2以下である。したがって、図10に示すグラフは、図9に示す範囲内にある。よって、式 (10) に従い値 NS を求めることにより、彩度 S と色相 H が同じであれば入力画像データ D_1 の明度 V が大きいほど、明度 V に増幅圧縮処理を行った結果が大きくなる。したがって、低輝度部ノイズ対策処理を行う場合に、入力画像データ D_1 が大きいほど画素 26 の輝度が高くなり、階調性を保持することができる。

[0049] 図11～図13を参照して、低輝度部ノイズ対策処理の効果を説明する。図11は、画像表示装置1における係数のグラフを示す図である。図11には、 $NR = 0$ のときにステップ $S105$ で求めた係数 K_s のグラフと、 $NR = 1$ のときにステップ $S108$ で求めた係数 K_{sv} のグラフとが記載されている。ここでは、 $WRX = WBR = 1$ 、 $RA = RB = 0.5$ に設定されている。図12は、画像表示装置1において低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合 ($NR = 0$ のとき) の画像データ変換処理の例を示す図である。図13は、画像表示装置1において低輝度部ノイズ対策処理を行う場合 ($NR = 1$ のとき) の画像データ変換処理の例を示す図である。

[0050] ここでは例として、入力画像データ D_1 に含まれる赤、緑、および、青の画像データが $(0.25, 0.25, 0.25)$ である場合と、 $(0.25$

, 0.25, 0.2)である場合を考える(以下、前者をデータD_a、後者をデータD_bという)。データD_aについては、S=0、V=0.25である。データD_bについては、S=0.2、V=0.25である。

[0051] NR=0かつS=0のときにはK_s=2であり、NR=0かつS=0.2のときにはK_s=1.428である(図11を参照)。したがって、低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合(図12)、データD_aに対してはK_s=2を乗算する増幅圧縮処理が行われ、増幅圧縮処理後の画像データは(0.5, 0.5, 0.5)となる。また、データD_bに対してはK_s=1.428を乗算する増幅圧縮処理が行われ、増幅圧縮処理後の画像データは(0.357, 0.357, 0.286)となる。データD_a、D_b間の差は小さいが、低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合、データD_aに対して増幅圧縮処理を行った結果とデータD_bに対して増幅圧縮処理を行った結果との間には大きな差が生じる。

[0052] NR=1かつS=0のときにはK_s=1.333であり、NR=1かつS=0.2のときにはK_s=1.224である(図11を参照)。したがって、低輝度部ノイズ対策処理を行う場合(図13)、データD_aに対してK_s=1.333を乗算する増幅圧縮処理が行われ、増幅圧縮処理後の画像データは(0.333, 0.333, 0.333)となる。また、データD_bに対してはK_s=1.224を乗算する増幅圧縮処理が行われ、増幅圧縮処理後の画像データは(0.306, 0.306, 0.245)となる。低輝度部ノイズ対策処理を行う場合、データD_aに対して増幅圧縮処理を行った結果とデータD_bに対して増幅圧縮処理を行った結果との間の差は、低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合と比べて小さくなる。

[0053] データD_aに基づき駆動される画素と、データD_bに基づき駆動される画素が隣接しているとする。低輝度部ノイズ対策処理を行わない場合には、2個の画素の色の差が大きくなり、表示画像の低輝度部にノイズが発生する。低輝度部ノイズ対策処理を行うことにより、2個の画素の色の差を小さくし、表示画像の低輝度部にノイズが発生するノイズを抑制することができる。

[0054] 上述したように、駆動用画像データ演算部14は、ステップS110において、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i 、最小値 D_{min} 、分配割合 WR_s 、係数 K_s 、および、パラメータ WBR に基づき、式(3a)～(3d)に従い、4色の画像データ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d を求める。ここで、3色の画像データ R_i 、 G_i 、 B_i が表す色を変換前の色、4色の画像データ W_d 、 B_d 、 G_d 、 R_d が表す色を変換後の色という。これら2個の色をHSV色空間内で表現したとき、2個の色の間で明度 V は異なるが、色相 H と彩度 S は同じである。このように画像データ変換部10における画像データ変換処理は、各画素について、入力画像データ D_1 と駆動用画像データ D_2 との間でHSV色空間における色相 H と彩度 S を同じ値に保つ。

[0055] 以上に示すように、本実施形態に係る画像表示装置1は、複数の色成分（赤、緑、および、青）に対応した入力画像データ D_1 に基づき、共通色サブフレーム（白サブフレーム）を含む複数のサブフレーム（白、青、緑、および、赤のサブフレーム）に対応した駆動用画像データ D_2 を求める画像データ変換部10と、駆動用画像データ D_2 に基づき1フレーム期間に複数のサブフレームを表示する表示部20とを備えたフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置である。画像データ変換部10は、複数の色成分に対応した第1画像データ（入力画像データ D_1 ）を複数のサブフレームに対応した第2画像データ（駆動用画像データ D_2 ）に変換する変換処理（画像データ変換処理）を各画素26について行う。変換処理は、各画素26について、第1画像データと第2画像データとの間でHSV色空間における色相 H と彩度 S を同じ値に保つ。画像データ変換部10は、変換処理で用いる係数 K_s を演算し、係数 K_s を用いて変換処理を行う。係数 K_s は、明度 V に応じて異なり、彩度 S が同じであれば明度 V が大きいほど変換処理後の明度が大きくなるような値である。明度 V が小さいほど、係数の最小値（ $S=1$ のときの係数 K_s ）と最大値（ $S=0$ のときの係数 K_s ）の差が小さい。

[0056] このように明度 V に応じて異なり、彩度 S が同じであれば明度 V が大きいほど増幅圧縮処理後の明度が大きくなるような係数 K_s を求めることにより

、階調性を保持することができる。また、明度 V が小さいときには彩度 S の変化量に対する係数 K_s の変化量を小さくして、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。したがって、本実施形態に係る画像表示装置1によれば、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0057] また、画像データ変換部10は、共通色サブフレームに分配する値を示す分配割合 WR_s と増幅圧縮処理で用いる係数 K_s とを求め、分配割合 WR_s と係数 K_s とを用いて変換処理を行い、各画素について、彩度 S に基づき、共通色サブフレームに対応した第2画像データが他のサブフレームに対応した第2画像データの最小値から最大値までの範囲内に入るように分配割合 WR_s を求める。これにより、1フレーム期間内の変換後の画像データの変化を抑制し、色再現性を高くすることができる。また、画像データ変換部10は、彩度 S に応じて滑らかに変化する関数に従い分配割合 WR_s と係数 K_s とを求め、これにより、グラデーション画像を表示するときの画像の乱れを防止することができる。

[0058] また、画像データ変換部10における変換処理では、第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲が決定されている。これにより、1フレーム期間内の変換後の画像データの変化を抑制し、色再現性を高くすることができる。また、画像データ変換部10は、各画素について、彩度 S が大きいほど大きい分配割合 WR_s を求める。これにより、彩度 S が大きいほど共通色サブフレームに分配する値の割合を大きくして、色割れを抑制することができる。また、表示部20は光源27を含み、共通色サブフレームを表示するとき光源27の輝度を制御する。したがって、画像表示装置1によれば、光源27で発生する熱を削減することができる。

[0059] また、画像データ変換部10は、変換処理で用いるパラメータを記憶するパラメータ記憶部11を含み、パラメータ記憶部11は、表示部60に含まれる画素26の応答特性に応じた第1パラメータ（パラメータ WR_X ）を記

憶する。これにより、表示部20の応答特性に応じて好適な第1パラメータを設定して、色再現性を高くすることができる。

[0060] また、パラメータ記憶部11は、第1パラメータ（パラメータWRX）に加えて、第2画像データの1フレーム期間内の最小値DDminに応じて第2画像データの1フレーム期間内の最大値DDmaxの範囲を指定する第2パラメータ（パラメータRA、RB）を記憶する。表示部20の応答特性に応じて好適な第1パラメータを設定し、第2パラメータを用いて駆動用画像データD2の1フレーム期間内の最小値DDminに応じて駆動用画像データD2の1フレーム期間内の最大値DDmaxを制限することにより、色再現性を高くすることができる。

[0061] また、パラメータ記憶部11は、第1パラメータ（パラメータWRX）と第2パラメータ（パラメータRA、RB）に加えて、共通色サブフレーム（白サブフレーム）を表示するときの表示部20に含まれる光源27の輝度を指定する第3パラメータ（パラメータWBR）を記憶する。表示部20は、共通色サブフレームを表示するときに、光源27の輝度を第3パラメータに応じて制御する。したがって、画像表示装置1によれば、第1および第2パラメータを用いて色再現性を高くすると共に、第3パラメータを用いて共通色サブフレームを表示するときの光源27の輝度を制御して、光源27で発生する熱を削減することができる。

[0062] また、画像データ変換部10は、正規化された輝度データ（入力画像データD1）に対して変換処理を行う。これにより、変換処理を正しく行うことができる。また、入力画像データD1は赤、緑、および、青に対応し、駆動用画像データD2は赤、緑、青、および、白のサブフレームに対応し、共通色サブフレームは白サブフレームである。したがって、3原色に対応した入力画像データに基づき、3原色と白のサブフレームを表示する画像表示装置において、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0063] （第2の実施形態）

第2の実施形態に係る画像表示装置は、第1の実施形態に係る画像表示装置1と同じ構成を有する（図1を参照）。本実施形態に係る画像表示装置は、低輝度部ノイズ対策処理を行うときに式（9）以外の計算式に従い値NSを求める機能を有する。以下、第1の実施形態との相違点を説明する。

[0064] 本実施形態では、パラメータNRは、0、1、2または3のいずれかの値を取る。値0は低輝度部ノイズ対策処理を行わないことを示し、値1～3はそれぞれ第1～第3の方法で低輝度部ノイズ対策処理を行うことを示す。

[0065] 図14は、本実施形態に係る画像データ変換処理のフローチャートである。図14に示すフローチャートは、図3に示すフローチャートにおいて、ステップS106とS107をそれぞれステップS201とS202に置換したものである。

[0066] 画像データ変換部10は、ステップS101～S105において、第1の実施形態と同様に動作する。次に、分配割合／係数演算部13は、パラメータNRに応じて条件分岐を行う（ステップS201）。分配割合／係数演算部13は、NR=0のときにはステップS110へ進み、NR=1、2または3のときにはステップS201へ進む。後者の場合、分配割合／係数演算部13は、係数KsとパラメータWBR、NRに基づき、第NRの計算式に従い値NSを求める（ステップS202）。具体的には、分配割合／係数演算部13は、NR=1のときには式（9）に従い値NSを求め、NR=2のときには次式（13）に従い値NSを求め、NR=3のときには次式（14）に従い値NSを求める。

[数3]

$$NS = \begin{cases} 1 - (K_s - 1)^2 & (K_s \leq 1 \text{ のとき}) \\ 1 & (K_s > 1 \text{ のとき}) \end{cases} \dots (13)$$

$$NS = \begin{cases} 0.75 - \frac{(K_s - 0.75)^2}{0.75} & (K_s \leq 0.75 \text{ のとき}) \\ 0.75 & (K_s > 0.75 \text{ のとき}) \end{cases} \dots (14)$$

[0067] NR=1のときの値NSのグラフは、図10に示すとおりである。図15は、NR=2のときの値NSのグラフを示す図である。図16は、NR=3

のときの値 NS のグラフを示す図である。図 15 に示すグラフは 2 点 $(0, 0)$ と $(1, 1)$ を通り、図 16 に示すグラフは 2 点 $(0, 0)$ 、 $(0.75, 0.75)$ を通る。図 15 および図 16 に示すグラフは、いずれも、点 $(0, 0)$ において関数 $NS = 2K_s$ のグラフと接する。したがって、図 15 および図 16 に示すグラフは、いずれも、図 9 に示す範囲内にある。

[0068] ここで、係数 K_s に基づき値 NS を求める計算式として、次式 (15) を考える。

[数4]

$$NS = \begin{cases} NB - \frac{NB(K_s - NC)^2}{NC^2} & (K_s \leq NC \text{ のとき}) \\ NB & (K_s > NC \text{ のとき}) \end{cases} \quad \dots (15)$$

式 (15) において $NB = (1 + WBR)^2 / \{2(1 + WBR) - 1\}$ 、 $NC = 1 + WBR$ に設定すると、式 (9) が導かれる。式 (15) において $NB = NC = 1$ に設定すると、式 (13) が導かれる。式 (15) において $NB = NC = 0.75$ に設定すると、式 (14) が導かれる。

[0069] 本実施形態に係る画像表示装置によれば、第 1 の実施形態と同様に、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。なお、第 2 の実施形態では、パラメータ記憶部 11 はパラメータ NR を記憶し、パラメータ NR の値に応じて値 NS を求める式に含まれる値が変化することとした。これに代えて、パラメータ記憶部は値 NB 、 NC をパラメータとして記憶し、分配割合／係数演算部は式 (15) に従い値 K_s を求めてよい。

[0070] (第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態に係る画像表示装置は、第 1 の実施形態に係る画像表示装置 1 と同じ構成を有する (図 1 を参照)。本実施形態に係る画像表示装置は、低輝度部ノイズ対策処理を行うときに式 (10) 以外の計算式に従い係数 K_{sv} を求める機能を有する。以下、第 1 および第 2 の実施形態との相違点を説明する。

[0071] 本実施形態では、パラメータ NR は、0、1、2、3 または 4 のいずれか

の値を取る。値0は低輝度部ノイズ対策処理を行わないことを示し、値1～4はそれぞれ第1～第4の方法で低輝度部ノイズ対策処理を行うことを示す。パラメータ記憶部11は、パラメータWRX、RA、RB、WBR、NRに加えて、パラメータNEを記憶する。パラメータNEは、NR=4のときに係数Ksvを求める計算式に含まれる。

[0072] 図17は、本実施形態に係る画像データ変換処理のフローチャートである。図17に示すフローチャートは、図14に示すフローチャートにおいて、ステップS201をステップS301に置換し、ステップS302とS303を追加したものである。

[0073] 画像データ変換部10は、ステップS101～S105において、第1および第2の実施形態と同様に動作する。次に、分配割合／係数演算部13は、パラメータNRに応じて条件分岐を行う（ステップS301）。分配割合／係数演算部13は、NR=0のときにはステップS110へ進み、NR=1、2または3のときにはステップS201へ進み、NR=4のときにはステップS302へ進む。NR=4のときには、分配割合／係数演算部13は、値NSを固定値NScに設定し（ステップS302）、ステップS108とは別の計算式に従い係数Ksvを求め（ステップS303）、ステップS109へ進む。ステップS302では、分配割合／係数演算部13は、値NSを1に設定することが好ましい。ステップS303では、分配割合／係数演算部13は、次式(16)に従い係数Ksvを求める。

[数5]

$$K_{sv} = \begin{cases} \frac{(K_s - NS)V^2}{NE^2(3 - 2NE)} + NS & (V < NE \text{ のとき}) \\ \frac{2NE(NS - K_s)}{3 - 2NE} \left(\frac{1}{V} - 1 \right) + K_s & (V \geq NE \text{ のとき}) \end{cases} \quad \dots (16)$$

[0074] 図18は、NR=4のときの係数Ksvのグラフである。ここでは、2次関数と分数関数を用いて、V=0のときに値NSを取り、V=1のときに値Ksを取る関数を定義する。V≤NEのときに係数Ksvを求める関数は、V=0のときに最大値NSを取る2次関数である。V>NEのときに係数K

s_v を求める関数は、 $V = 1$ のときに値 K_s を取る分数関数である。 $V = N_E$ のときに2個の関数のグラフが接するように2個の関数を決定することにより、式(16)が導かれる。

[0075] 本実施形態に係る画像表示装置によれば、第1および第2の実施形態と同様に、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。本実施形態に係る画像表示装置において、分配割合／係数演算部13は、 $N_R = 4$ のときにステップS302において、値 N_S を固定値 N_{Sc} に設定する処理に代えて、彩度 S とパラメータ記憶部11に記憶されたパラメータとに基づき値 N_S を求める処理を行ってもよい。

[0076] (第4の実施形態)

図19は、第4の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。図19に示す画像表示装置3は、画像データ変換部30と表示部40を備えている。画像データ変換部30は、パラメータ記憶部31、統計値／彩度演算部12、分配割合／係数演算部32、および、駆動用画像データ演算部33を含んでいる。表示部40は、第1の実施形態に係る表示部20において、バックライト駆動回路23をバックライト駆動回路41に置換したものである。

[0077] 画像表示装置3は、第1の実施形態に係る画像表示装置1において $WBR = 1$ に設定したときと同様に動作する。画像表示装置3では、バックライト25に含まれる光源27の輝度は固定されている。パラメータ記憶部31は、画像データ変換処理で用いるパラメータ WRX 、 RA 、 RB 、 NR を記憶し、パラメータ WBR を記憶しない。分配割合／係数演算部32は、第1の実施形態に係る分配割合／係数演算部13において $WBR = 1$ に設定したときと同様に動作する。駆動用画像データ演算部33は、第1の実施形態に係る駆動用画像データ演算部14において $WBR = 1$ に設定したときと同様に動作する。

[0078] 本実施形態に係る画像表示装置3によれば、バックライト25に含まれる光源27の輝度を制御しない場合について、第1の実施形態と同様に、階調

性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0079] (第5の実施形態)

第5の実施形態に係る画像表示装置は、第1の実施形態に係る画像表示装置1と同じ構成を有する(図1を参照)。本実施形態に係る画像表示装置は、低輝度部ノイズ対策処理に加えて、高輝度部ノイズ対策処理を選択的に行う。本実施形態に係る画像表示装置では、パラメータ記憶部11は、パラメータWRX、RA、RB、WBR、NRに加えて、パラメータGL、RCを記憶する。分配割合/係数演算部13は、高輝度部ノイズ対策処理を行うときには第1の実施形態とは異なる計算式に従い係数Ksを求める。以下、第1の実施形態との相違点を説明する。

[0080] パラメータGLは、高輝度部ノイズ対策処理の種類を示し、0、1、または、2の値を取る。値0は高輝度部ノイズ対策処理を行わないことを示し、値1または2は高輝度部ノイズ対策処理を行うことを示す。パラメータRCは、高輝度部ノイズ対策処理を行うときに係数Ksを求める計算式に含まれる。パラメータRCは、 $0 \leq RC < 1$ の範囲内の値を取る。

[0081] 図20は、本実施形態に係る画像データ変換処理のフローチャートである。図20に示すフローチャートは、図3に示すフローチャートにステップS301~S304を追加したものである。画像データ変換部10は、ステップS101~S104において、第1の実施形態と同様に動作する。

[0082] 次に、分配割合/係数演算部13は、パラメータGLに応じて条件分岐を行う(ステップS301)。分配割合/係数演算部13は、 $GL = 0$ のときにはステップS105へ進み、 $GL > 0$ のときにはステップS302へ進む。前者の場合、分配割合/係数演算部32は、式(7)に従い係数Ksを求める(ステップS105)。

[0083] 後者の場合、分配割合/係数演算部13は、次式(17a)に従い係数Ks'を求める。次に、分配割合/係数演算部13は、 $GL = 1$ のときには次式(17b)に従い、 $GL = 2$ のときには次式(17c)に従い補正係数K

hを求める（ステップS303）。補正係数 K_h は、彩度 S が小さいほど大きい。次に、分配割合／係数演算部13は、係数 K_s' に補正係数 K_h を乗算した結果を係数 K_s として出力する（ステップS304）。

$$K_s' = 1 / \{1 - WR_s (1 - S)\} \quad \dots (17a)$$

$$K_h = 1 - RC \cdot S \quad \dots (17b)$$

$$K_h = 1 - RC \cdot S^2 \quad \dots (17c)$$

次に、画像データ変換部10は、ステップS106～S110において、第1の実施形態と同様に動作する。

[0084] 図21は、ステップS106までの処理で求めた係数 K_s のグラフを示す図である。ここでは、 $RA = RC = 0.65$ 、 $RB = 0.35$ 、 $WBR = 0.5$ に設定されている。図21には、関数 $K_s = RB / [1 - \{WR_s (1 - RA) + RA\} (1 - S)]$ のグラフと、関数 $K_s = (1 - RC \cdot S^2) / \{1 - WR_s (1 - S)\}$ のグラフとが記載されている（以下、前者の関数を第1関数、後者の関数を第2関数という）。分配割合／係数演算部13は、 $GL = 0$ のときには第1関数を用いて係数 K_s を求め、 $GL = 2$ のときには第2関数を用いて係数 K_s を求める。第2関数は、関数 $K_s = 1 / \{1 - WR_s (1 - S)\}$ を補助的に用いて定義される。第2関数は、 $K_s = K_h / \{1 - WR_s (1 - S)\}$ （ K_h は彩度 S に基づく関数）と表現され、 $S = 0$ のと第1関数と同じ値を取る。第2関数は、 $S = 1$ のときに第1関数と同じ値 RB を取ることが好ましい。

[0085] 第1関数を用いて係数 K_s を求めた場合、彩度 S が小さく、輝度が高いときには、彩度 S の変化に対する係数 K_s の変化量が大きい（図21のH1部を参照）。このため、第1関数を用いて係数 K_s を求めた場合、表示画像に階調飛びが発生し、本来輝度差が小さく目立たなかった圧縮ノイズ成分などが目立つようになるため、表示画像に含まれる高輝度部にノイズが発生することがある。これに対して、第2関数を用いて係数 K_s を求めた場合、彩度 S が小さく、輝度が高いときでも、彩度 S の変化に対する係数 K_s の変化量は小さい（図21のH2部を参照）。したがって、第2関数を用いて係数 K

sを求めることにより、表示画像に発生する階調飛びを抑制し、表示画像に含まれる高輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0086] 以上に示すように、本実施形態に係る画像表示装置では、画像データ変換部10は、 $GL > 0$ のときには、各画素について、彩度Sに基づき分配割合 WR_s と仮の係数 K_s' と彩度Sが大きいほど小さい補正係数 K_h とを求め、仮の係数 K_s' に補正係数 K_h を乗算した結果を係数 K_s として出力する。したがって、本実施形態に係る画像表示装置によれば、表示画像の低輝度部で発生するノイズと共に、表示画像の高輝度部で発生するノイズを抑制することができる。

[0087] (第6の実施形態)

図22は、第6の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。図22に示す画像表示装置5は、画像データ変換部50と表示部60を備えている。画像データ変換部50は、第5の実施形態に係る画像データ変換部10にパラメータ選択部52を追加し、パラメータ記憶部11をパラメータ記憶部51に置換したものである。表示部60は、第5の実施形態に係る表示部20に温度センサ61を追加したものである。以下、第5の実施形態との相違点を説明する。

[0088] 温度センサ61は、表示部60に含まれ、表示部60の温度Tを測定する。温度センサ61は、例えば、液晶パネル24の近傍に設けられる。温度センサ61で測定された温度Tは、パラメータ選択部52に入力される。

[0089] パラメータ記憶部51は、パラメータ WR_X 、 RA 、 RB 、 WBR 、 NR 、 GL について温度に応じて複数の値を記憶している。パラメータ選択部52は、パラメータ記憶部51に記憶された複数の値の中から温度センサ61で測定された温度Tに応じた値を選択し、選択した値をパラメータ WR_X 、 RA 、 RB 、 WBR 、 NR 、 GL として出力する。パラメータ選択部52から出力されたパラメータ WR_X 、 RA 、 RB 、 WBR 、 NR 、 GL は、分配割合／係数演算部13とバックライト駆動回路23に入力される。

[0090] 以上に示すように、本実施形態に係る画像表示装置5では、画像データ変

換部50は、変換処理（画像データ変換処理）で用いるパラメータWRX、RA、RB、WBR、NRを記憶するパラメータ記憶部51を含み、表示部60は温度センサ61を含んでいる。パラメータ記憶部51はパラメータWRX、RA、RB、WBR、NR、GLについて温度に応じて複数の値を記憶し、画像データ変換部50はパラメータ記憶部51に記憶された複数の値の中から温度センサ61で測定された温度Tに応じた値を選択して変換処理で用いる。したがって、画像表示装置5によれば、表示部60の温度Tに応じたパラメータWRX、RA、RB、WBR、NR、GLに基づき変換処理を行うことにより、表示部60の応答特性が温度に応じて変化する場合でも色再現性を高くすることができる。

[0091] （第7の実施形態）

図23は、第7の実施形態に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。図23に示す画像表示装置7は、画像データ変換部70と表示部60を備えている。画像データ変換部70は、第6の実施形態に係る画像データ変換部50にフレームメモリ71を追加し、統計値／彩度演算部12を統計値／彩度演算部72に置換したものである。以下、第6の実施形態との相違点を説明する。

[0092] 画像表示装置7には、赤、緑、および、青の画像データを含む入力画像データD1が入力される。フレームメモリ71は、1フレーム分または複数フレーム分の入力画像データD1を記憶する。

[0093] 統計値／彩度演算部12と同様に、統計値／彩度演算部72は、入力画像データD1に基づき各画素について、最小値Dminと明度Vと彩度Sを求める。このとき、統計値／彩度演算部72は、各画素について、フレームメモリ71に記憶された複数の画素に対応した入力画像データD1に基づき、最小値Dminと明度Vと彩度Sを求める。

[0094] 例えば、統計値／彩度演算部72は、ある画素について彩度Sを求めるときに、近傍の複数の画素について彩度を求め、求めた複数の彩度の平均値、最大値、または、最小値を求めてもよい。また、統計値／彩度演算部72は

、近傍の画素の彩度に対して、近傍の画素との間の距離などに応じた重み付けを行って計算してもよい。これにより、彩度 S を空間方向に滑らかに変化させたり、彩度 S に応じた係数 K_s の大きさを抑制したりすることにより、彩度 S に応じた輝度差による画像の違和感を低減することができる。また、統計値／彩度演算部72は、過去のフレームについて求めた彩度と現フレームについて求めた彩度に対してフィルタ演算を適用することにより、彩度 S を求めてもよい。また、統計値／彩度演算部72は、過去のフレームの彩度に対して、現フレームとの時間差などに応じた重み付けを行って計算してもよい。これにより、彩度 S を時間方向に滑らかに変化させたり、彩度 S に応じた係数 K_s の大きさを抑制したりすることにより、彩度 S に応じた時間方向の輝度差による画像の違和感を低減することができる。統計値／彩度演算部72は、同様の方法で最小値 D_{min} と明度 V を求める。

[0095] 以上に示すように、本実施形態に係る画像表示装置7では、画像データ変換部70は第1画像データ（入力画像データ D_1 ）を記憶するフレームメモリ71を含み、各画素について、フレームメモリ71に記憶された複数の画素に対応した第1画像データに基づき変換処理を行う。したがって、画像表示装置7によれば、分配割合 WR_s と係数 K_s の急激な変化を防止し、画素26の色が空間方向または時間方向に急激に変化することを防止することができる。

[0096] なお、上記各実施形態に係る画像表示装置については、以下の変形例を構成することができる。図24は、第1の実施形態の変形例に係る画像表示装置の構成を示すブロック図である。図24に示す画像表示装置8において、画像データ変換部80は、第1の実施形態に係る画像データ変換部10に対して、逆ガンマ変換部81、ガンマ変換部82、および、応答補償処理部83を追加したものである。

[0097] 画像表示装置8に入力される入力画像データ D_1 は、逆ガンマ変換を行う前の階調データである。逆ガンマ変換部81は、入力画像データ D_1 に対して逆ガンマ変換を行い、逆ガンマ変換後の画像データ D_3 を求める。パラメ

ータ記憶部 1 1、統計値／彩度演算部 1 2、分配割合／係数演算部 1 3、および、駆動用画像データ演算部 1 4 は、逆ガンマ変換後の画像データ D 3 に対して第 1 の実施形態と同様の処理を行う。これにより、ガンマ変換前の画像データ D 4 が得られる。ガンマ変換部 8 2 は、ガンマ変換前の画像データ D 4 に対してガンマ変換を行うにことにより、画像データ D 5 を求める。応答補償処理部 8 3 は、画像データ D 5 に対して応答補償処理を行うことにより、駆動用画像データ D 2 を求める。応答補償処理部 8 3 では、画素 2 6 の応答速度の不足を補うオーバードライブ処理（オーバーシュート処理とも呼ばれる）が行われる。

[0098] 本変形例に係る画像表示装置 8 では、画像データ変換部 8 0 は、複数の色成分に対応した第 1 画像データ（逆ガンマ変換後の画像データ D 3）を複数のサブフレームに対応した第 2 画像データ（ガンマ変換前の画像データ D 4）に変換する変換処理（画像データ変換処理）を各画素について行い、変換処理を行った後の画像データ D 5 に対して応答補償処理を行うことにより、駆動用画像データ D 2 を求める。したがって、画像表示装置 8 によれば、表示部 6 0 の応答速度が遅い場合でも所望の画像を表示することができる。

[0099] なお、画像データ変換部 8 0 は、逆ガンマ変換部 8 1、ガンマ変換部 8 2、および、応答補償処理部 8 3 を含むこととした。これに代えて、画像データ変換部は、逆ガンマ変換部 8 1 とガンマ変換部 8 2 を含み、応答補償処理部 8 3 を含んでいなくてもよく、応答補償処理部 8 3 を含み、逆ガンマ変換部 8 1 とガンマ変換部 8 2 を含んでいなくてもよい。また、第 2～第 5 の実施形態に係る画像データ変換部に対して、逆ガンマ変換部 8 1 とガンマ変換部 8 2、および、応答補償処理部 8 3 の少なくとも一方を追加してもよい。また、応答補償処理の後にガンマ変換を行うこととしてもよい。この場合、駆動用画像データ演算部から出力された画像データに対して応答補償処理が行われ、応答補償処理後の画像データに対してガンマ変換が行われる。

[0100] なお、第 1～第 4、第 6 および第 7 の実施形態では、分配割合／係数演算部は式（1）を満たすように係数 K_s を求め、かつ、 $R_B = 1 - R_A$ である

こととした（図2を参照）。これに代えて、分配割合／係数演算部は、最小値 DD_{min} と最大値 DD_{max} が $0 \leq DD_{min} \leq 1$ 、 $0 \leq DD_{max} \leq 1$ を満たす範囲内に設定された任意の制限範囲内に入るように係数 K_s を求めてもよい。例えば、図2に示す制限範囲の境界は直線であるが、制限範囲の境界は、第5～第7の実施形態において高輝度ノイズ対策を実施した場合に結果的に制限範囲として実現される曲線でもよいし、屈曲点を有する折れ線でもよい。ただし、制限範囲の境界は直線または曲線であることが好ましい。

[0101] また、第1～第7の実施形態では、特定の計算式に従い分配割合 WR_s と係数 K_s 、 K_{sv} を求める画像表示装置について説明してきたが、分配割合 WR_s と係数 K_s 、 K_{sv} を求める計算式は各実施形態で説明したもの以外でもよい。例えば、分配割合 WR_s を求める計算式として、従来から知られた計算式を用いてもよく、係数 K_{sv} を求める計算式として、式(11)を満たす任意の計算式を用いてもよい。同様の画像表示装置として、液晶表示装置以外のフィールドシーケンシャル方式の画像表示装置や、表示パネルの後方を透けて見せる機能を有するシースルー画像表示装置などを構成することもできる。

[0102] 以上に示すように、フィールドシーケンシャル方式の画像表示装置は、複数の色成分に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換部と、前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示部とを備えていてもよい。前記画像データ変換部は、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち、前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度

が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であり、前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さくてもよい（第11の局面）。

[0103] 前記画像データ変換部は、前記共通色サブフレームに分配する値を示す分配割合と増幅圧縮処理で用いる前記係数とを求め、前記分配割合と前記係数とを用いて前記変換処理を行い、各画素について、前記彩度に基づき、前記共通色サブフレームに対応した前記第2画像データが他のサブフレームに対応した前記第2画像データの最小値から最大値までの範囲内に入るように前記分配割合を求めてもよい（第2の局面）。前記画像データ変換部は、彩度に応じて滑らかに変化する関数に従い前記分配割合と前記係数とを求めてもよい（第3の局面）。前記変換処理では、前記第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて前記第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲が決定されていてもよい（第4の局面）。前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御してもよい（第5の局面）。

[0104] 前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度に基づき前記分配割合と仮の係数と前記彩度が大きいほど小さい補正係数とを求め、前記仮の係数に前記補正係数を乗算した結果を前記係数として求めてもよい（第6の局面）。前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御してもよい（第7の局面）。

[0105] 前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度が大きいほど大きい分配割合を求めてもよい（第8の局面）。前記変換処理では、前記第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて前記第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲が決定されていてもよい（第9の局面）。前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御してもよい（第10の局面）。前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度に基づき前記分配割合と仮の係数と前記彩度が大きいほど小さい補正係数とを求め、前記仮の係数に前記補正係数を乗算した結果を前

記係数として求めてもよい（第11の局面）。前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御してもよい（第12の局面）。

[0106] 前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いるパラメータを記憶するパラメータ記憶部を含み、前記パラメータ記憶部は、前記表示部に含まれる画素の応答特性に応じた第1パラメータを記憶してもよい（第13の局面）。前記パラメータ記憶部は、前記第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて前記第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲を指定する第2パラメータをさらに記憶してもよい（第14の局面）。前記パラメータ記憶部は、前記共通色サブフレームを表示するときの、前記表示部に含まれる光源の輝度を指定する第3パラメータをさらに記憶し、前記表示部は、前記共通色サブフレームを表示するときに、前記光源の輝度を前記第3パラメータに応じて制御してもよい（第15の局面）。

[0107] 前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いるパラメータを記憶するパラメータ記憶部を含み、前記表示部は温度センサを含み、前記パラメータ記憶部は、前記パラメータについて温度に応じて複数の値を記憶し、前記画像データ変換部は、前記パラメータ記憶部に記憶された複数の値の中から前記温度センサで測定された温度に応じた値を選択して前記変換処理で用いてもよい（第16の局面）。前記画像データ変換部は、前記第1画像データを記憶するフレームメモリを含み、各画素について、前記フレームメモリに記憶された複数の画素に対応した第1画像データに基づき前記変換処理を行ってもよい（第17の局面）。

[0108] 前記画像データ変換部は、正規化された輝度データに対して前記変換処理を行ってもよい（第18の局面）。前記画像データ変換部は、前記変換処理を行った後の画像データに対して応答補償処理を行うことにより、前記駆動用画像データを求めてもよい（第19の局面）。前記入力画像データは赤、緑、および、青に対応し、前記駆動用画像データは赤、緑、青、および、白のサブフレームに対応し、前記共通色サブフレームは白サブフレームであっ

てもよい（第20の局面）。

[0109] また、フィールドシーケンシャル方式の画像表示方法は、複数の色成分に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換ステップと、前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示ステップとを備え、前記画像データ変換ステップは、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち、前記画像データ変換ステップは、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であり、前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さくてもよい（第21の局面）。

[0110] 第1または第21の局面によれば、明度に応じて異なり、彩度が同じであれば明度が大きいほど変換処理後の明度が大きくなるような係数を求めることにより、階調性を保持することができる。また、明度が小さいほど係数の最小値と最大値の差を小さくすることにより、明度が小さいときには彩度の変化量に対する係数の変化量を小さくして、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。したがって、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0111] 第2の局面によれば、共通色サブフレームに対応した第2画像データが他のサブフレームに対応した第2画像データの最小値から最大値までの範囲内に入るように分配割合を求めることにより、1フレーム期間内の変換後の画像データの変化を抑制し、色再現性を高くすることができる。第3の局面によれば、彩度に応じて滑らかに変化する関数に従い分配割合と係数を求めることにより、グラデーション画像を表示するときの画像の乱れを防止するこ

とができる。

- [0112] 第4または第9の局面によれば、第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲を決定することにより、1フレーム期間内の変換後の画像データの変化を抑制し、色再現性を高くすることができる。第5、第7、第10または第12の局面によれば、共通色サブフレームを表示するときの光源の輝度を制御することにより、光源で発生する熱を削減することができる。
- [0113] 第6または第11の局面によれば、分配割合と仮の係数と彩度が大きいほど小さい補正係数を求め、仮の係数に補正係数を乗算した結果を係数として求めることにより、表示画像の低輝度部に発生するノイズと共に、表示画像の高輝度部で発生するノイズを抑制することができる。第8の局面によれば、彩度が大きいほど大きい分配割合を求めることにより、彩度が大きいほど共通色サブフレームに分配する値の割合を大きくして、色割れを抑制することができる。
- [0114] 第13の局面によれば、表示部の応答特性に応じて好適な第1パラメータを設定して、色再現性を高くすることができる。第14の局面によれば、第2パラメータを用いて駆動用画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて駆動用画像データの1フレーム期間内の最大値を制限することにより、色再現性を高くすることができる。第15の局面によれば、第3パラメータを用いて共通色サブフレームを表示するときの光源の輝度を制御して、光源で発生する熱を削減することができる。
- [0115] 第16の局面によれば、表示部の温度に応じたパラメータに基づき変換処理を行うことにより、表示部の応答特性が温度に応じて変化する場合でも色再現性を高くすることができる。第17の局面によれば、複数の画素に対応した第1画像データに基づき変換処理を行うことにより、画素の色が空間方向または時間方向に急激に変化することを防止することができる。
- [0116] 第18の局面によれば、正規化された輝度データに対して変換処理を行うことにより、変換処理を正しく行うことができる。第19の局面によれば、

変換処理を行った後の画像データに対して応答補償処理を行うことにより、表示部の応答速度が遅い場合でも所望の画像を表示することができる。第20の局面によれば、3原色に対応した入力画像データに基づき、3原色と白のサブフレームを表示する画像表示装置において、階調性を保持しながら、表示画像の低輝度部に発生するノイズを抑制することができる。

[0117] 本願は、2016年4月26日に出願された「フィールドシーケンシャル画像表示装置および画像表示方法」という名称の日本国特願2016-88211号に基づく優先権を主張する出願であり、この出願の内容は引用することによって本願の中に含まれる。

符号の説明

- [0118] 1、3、5、7、8…画像表示装置
10、30、50、70、80…画像データ変換部
20、40、60…表示部
11、31、51…パラメータ記憶部
12、72…統計値／彩度演算部
13、32…分配割合／係数演算部
14、33…駆動用画像データ演算部
21…タイミング制御回路
22…パネル駆動回路
23、41…バックライト駆動回路
24…液晶パネル
25…バックライト
26…画素
27…光源
52…パラメータ選択部
61…温度センサ
71…フレームメモリ
81…逆ガンマ変換部

8 2 …ガンマ変換部

8 3 …応答補償処理部

請求の範囲

[請求項1]

フィールドシーケンシャル方式の画像表示装置であって、

複数の色成分に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換部と、

前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示部とを備え、

前記画像データ変換部は、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、

前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち

前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、

前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であり、

前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さいことを特徴とする、画像表示装置。

[請求項2]

前記画像データ変換部は、前記共通色サブフレームに分配する値を示す分配割合と増幅圧縮処理で用いる前記係数とを求め、前記分配割合と前記係数とを用いて前記変換処理を行い、各画素について、前記彩度に基づき、前記共通色サブフレームに対応した前記第2画像データが他のサブフレームに対応した前記第2画像データの最小値から最大値までの範囲内に入るように前記分配割合を求めることを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。

[請求項3]

前記画像データ変換部は、彩度に応じて滑らかに変化する関数に従

い前記分配割合と前記係数とを求めることを特徴とする、請求項 2 に記載の画像表示装置。

[請求項4] 前記変換処理では、前記第 2 画像データの 1 フレーム期間内の最小値に応じて前記第 2 画像データの 1 フレーム期間内の最大値の範囲が決定されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の画像表示装置。

[請求項5] 前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御することを特徴とする、請求項 4 に記載の画像表示装置。

[請求項6] 前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度に基づき前記分配割合と仮の係数と前記彩度が大きいほど小さい補正係数とを求め前記仮の係数に前記補正係数を乗算した結果を前記係数として求めることを特徴とする、請求項 3 に記載の画像表示装置。

[請求項7] 前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御することを特徴とする、請求項 6 に記載の画像表示装置。

[請求項8] 前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度が大きいほど大きい分配割合を求めることを特徴とする、請求項 2 に記載の画像表示装置。

[請求項9] 前記変換処理では、前記第 2 画像データの 1 フレーム期間内の最小値に応じて前記第 2 画像データの 1 フレーム期間内の最大値の範囲が決定されていることを特徴とする、請求項 8 に記載の画像表示装置。

[請求項10] 前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御することを特徴とする、請求項 9 に記載の画像表示装置。

[請求項11] 前記画像データ変換部は、各画素について、前記彩度に基づき前記分配割合と仮の係数と前記彩度が大きいほど小さい補正係数とを求め、前記仮の係数に前記補正係数を乗算した結果を前記係数として求めることを特徴とする、請求項 8 に記載の画像表示装置。

- [請求項12] 前記表示部は、光源を含み、前記共通色サブフレームを表示するときに前記光源の輝度を制御することを特徴とする、請求項11に記載の画像表示装置。
- [請求項13] 前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いるパラメータを記憶するパラメータ記憶部を含み、
前記パラメータ記憶部は、前記表示部に含まれる画素の応答特性に応じた第1パラメータを記憶することを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。
- [請求項14] 前記パラメータ記憶部は、前記第2画像データの1フレーム期間内の最小値に応じて前記第2画像データの1フレーム期間内の最大値の範囲を指定する第2パラメータをさらに記憶することを特徴とする、請求項13に記載の画像表示装置。
- [請求項15] 前記パラメータ記憶部は、前記共通色サブフレームを表示するときの、前記表示部に含まれる光源の輝度を指定する第3パラメータをさらに記憶し、
前記表示部は、前記共通色サブフレームを表示するときに、前記光源の輝度を前記第3パラメータに応じて制御することを特徴とする、請求項14に記載の画像表示装置。
- [請求項16] 前記画像データ変換部は、前記変換処理で用いるパラメータを記憶するパラメータ記憶部を含み、
前記表示部は温度センサを含み、
前記パラメータ記憶部は、前記パラメータについて温度に応じて複数の値を記憶し、
前記画像データ変換部は、前記パラメータ記憶部に記憶された複数の値の中から前記温度センサで測定された温度に応じた値を選択して前記変換処理で用いることを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。
- [請求項17] 前記画像データ変換部は、前記第1画像データを記憶するフレーム

メモリを含み、各画素について、前記フレームメモリに記憶された複数の画素に対応した第1画像データに基づき前記変換処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。

[請求項18] 前記画像データ変換部は、正規化された輝度データに対して前記変換処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。

[請求項19] 前記画像データ変換部は、前記変換処理を行った後の画像データに対して応答補償処理を行うことにより、前記駆動用画像データを求めることを特徴とする、請求項18に記載の画像表示装置。

[請求項20] 前記入力画像データは赤、緑、および、青に対応し、前記駆動用画像データは赤、緑、青、および、白のサブフレームに対応し、前記共通色サブフレームは白サブフレームであることを特徴とする、請求項1に記載の画像表示装置。

[請求項21] フィールドシーケンシャル方式の画像表示方法であって、
複数の色成分に対応した入力画像データに基づき、共通色サブフレームを含む複数のサブフレームに対応した駆動用画像データを求める画像データ変換ステップと、

前記駆動用画像データに基づき1フレーム期間に前記複数のサブフレームを表示する表示ステップとを備え、

前記画像データ変換ステップは、前記複数の色成分に対応した第1画像データを前記複数のサブフレームに対応した第2画像データに変換する変換処理を各画素について行い、

前記変換処理は、各画素について、前記第1画像データと前記第2画像データとの間でHSV色空間における色相と彩度を同じ値に保ち、

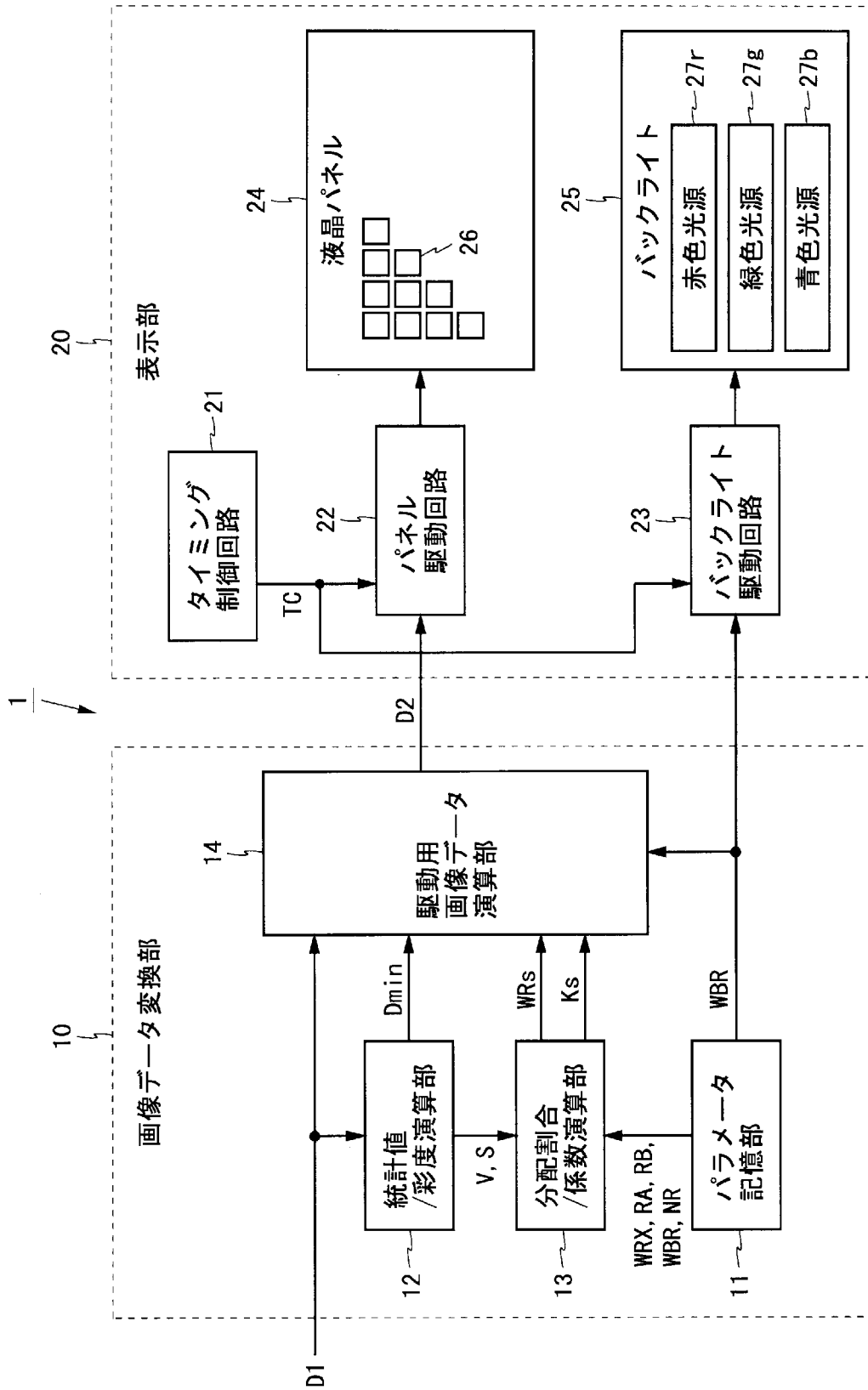
前記画像データ変換ステップは、前記変換処理で用いる係数を演算し、前記係数を用いて前記変換処理を行い、

前記係数は、前記明度に応じて異なり、前記彩度が同じであれば前記明度が大きいほど前記変換処理後の明度が大きくなるような値であ

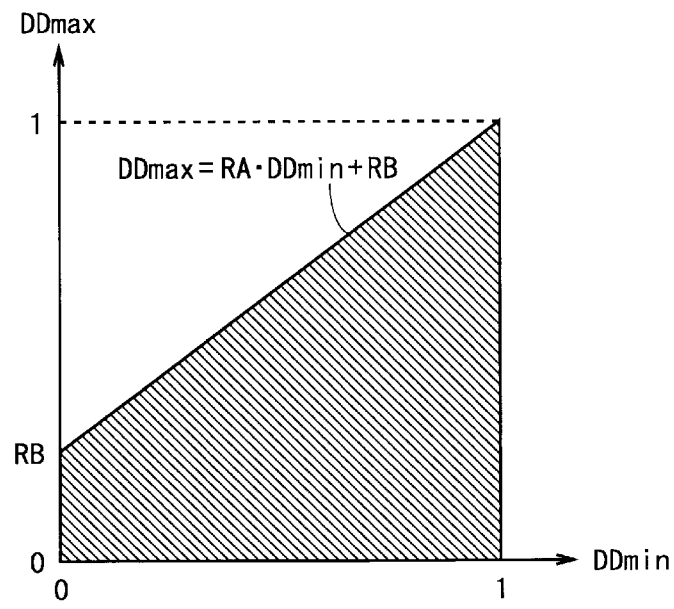
り、

前記明度が小さいほど、前記係数の最小値と最大値の差が小さいことを特徴とする、画像表示方法。

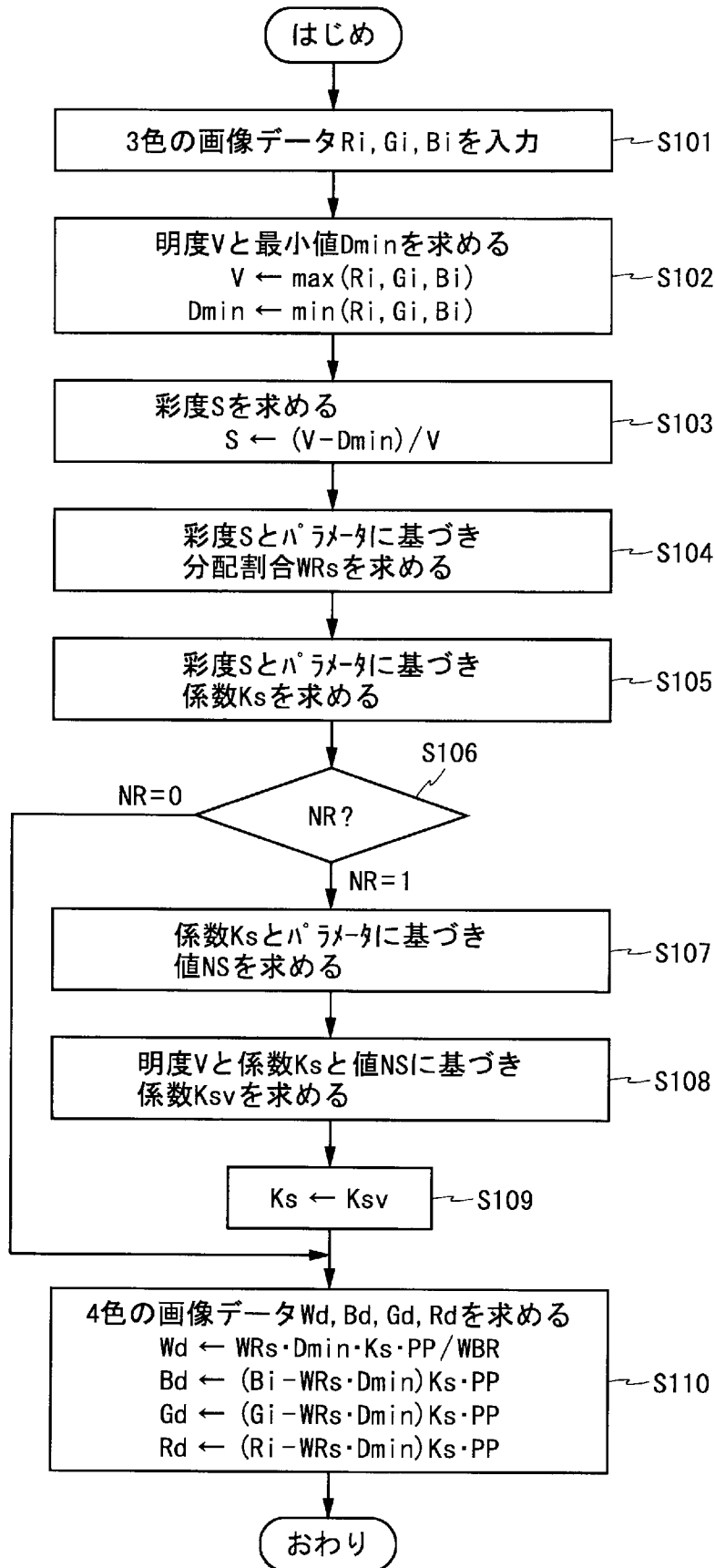
[図1]



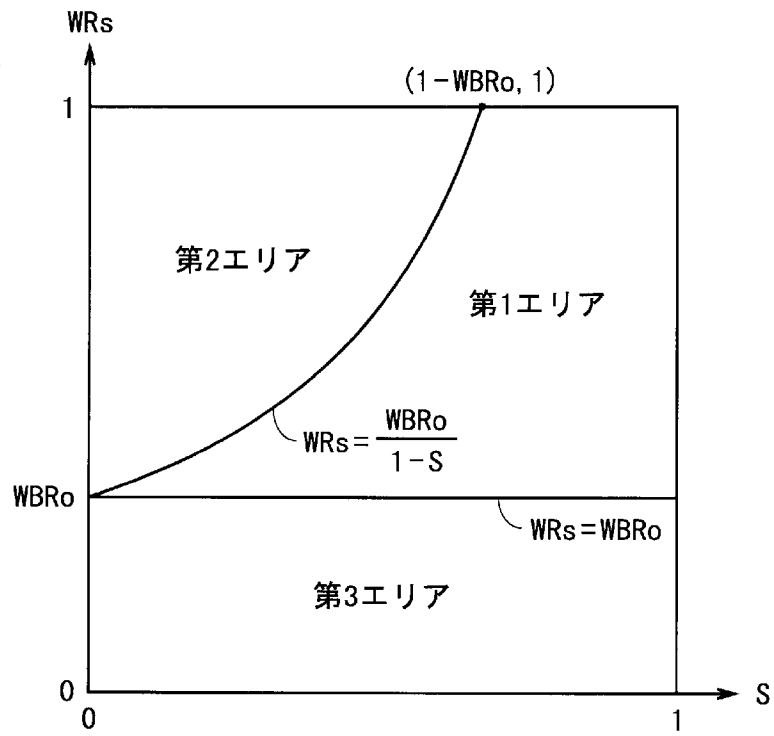
[図2]



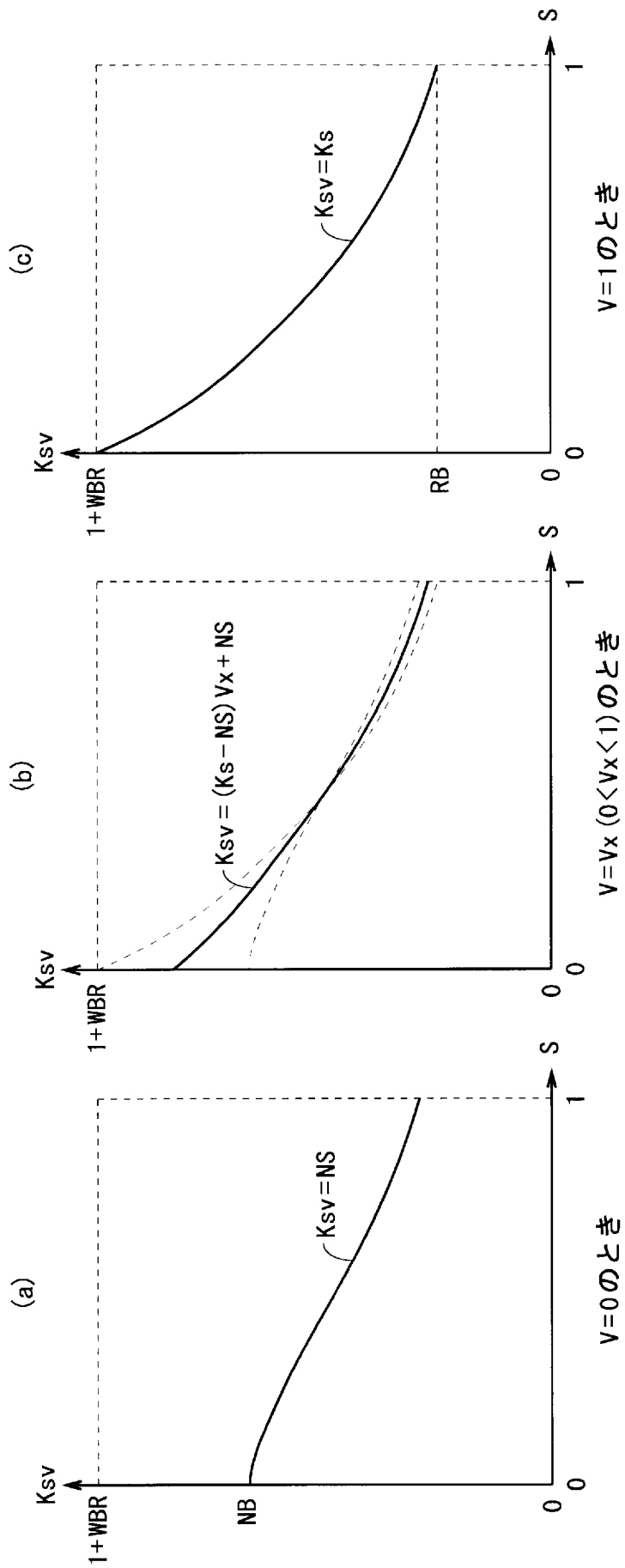
[図3]



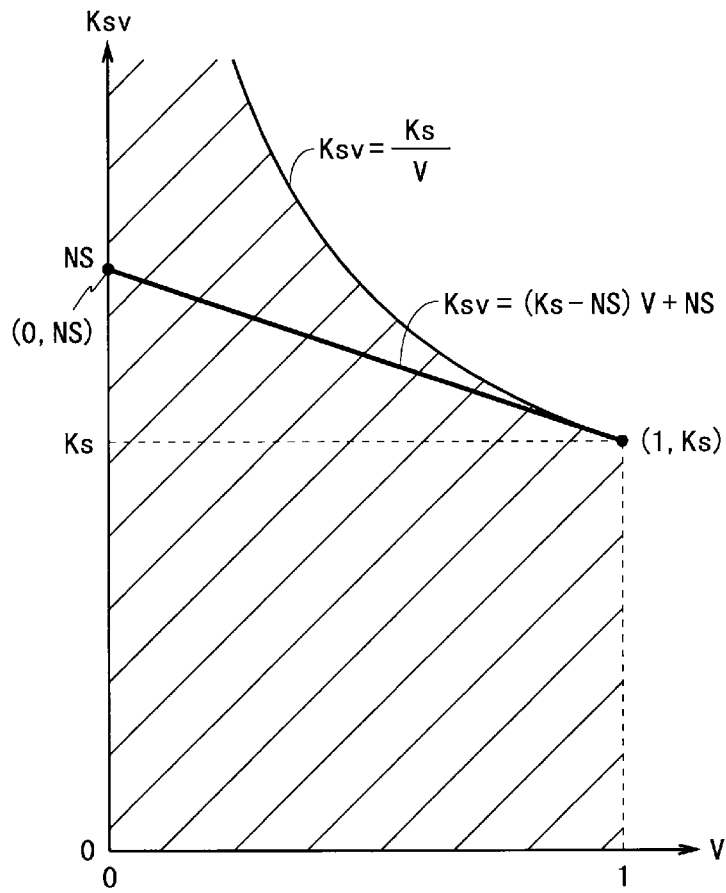
[図4]



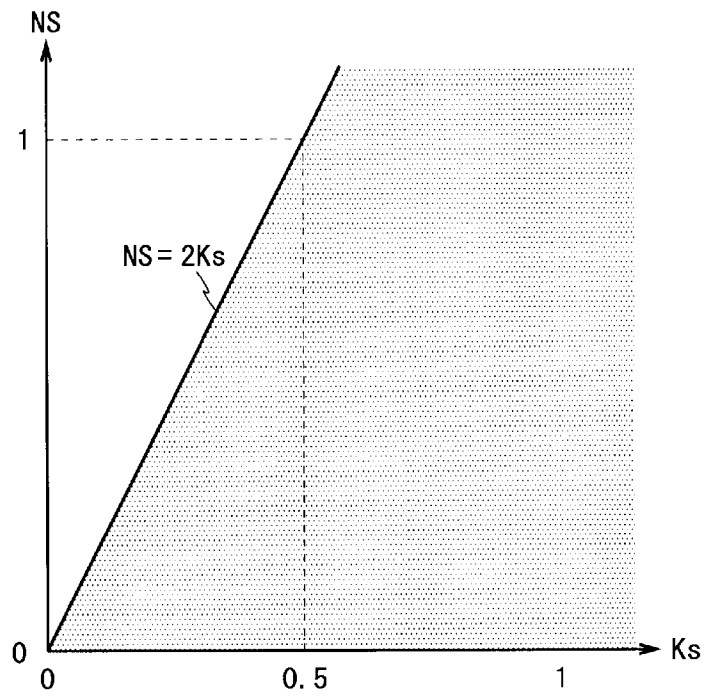
[図7]



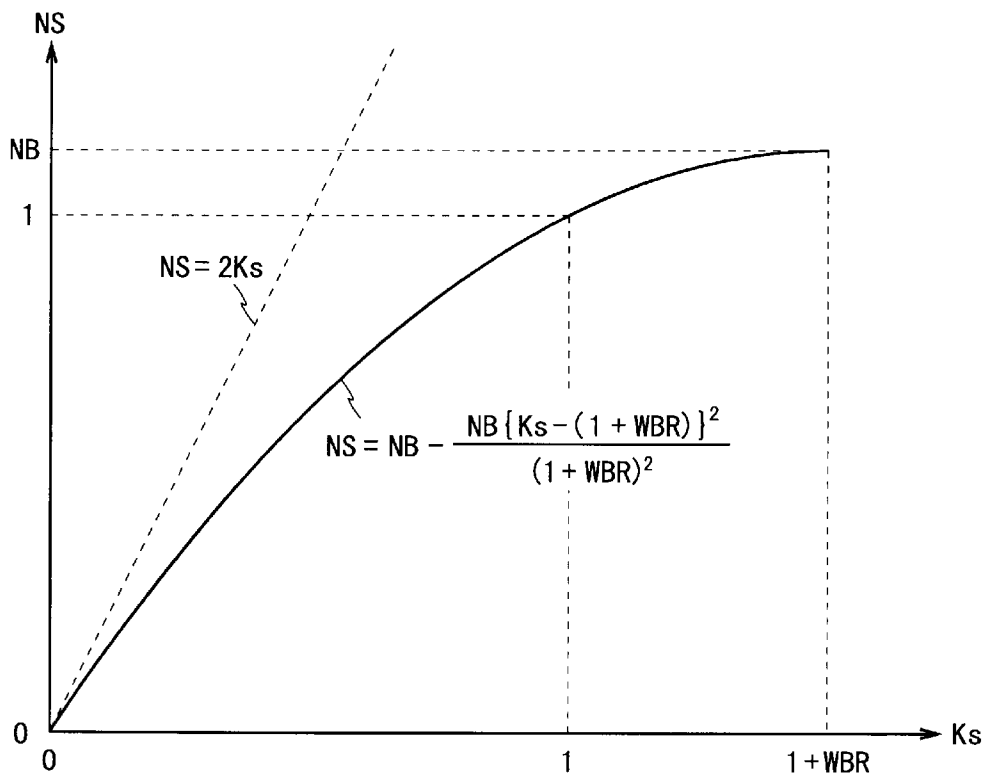
[図8]



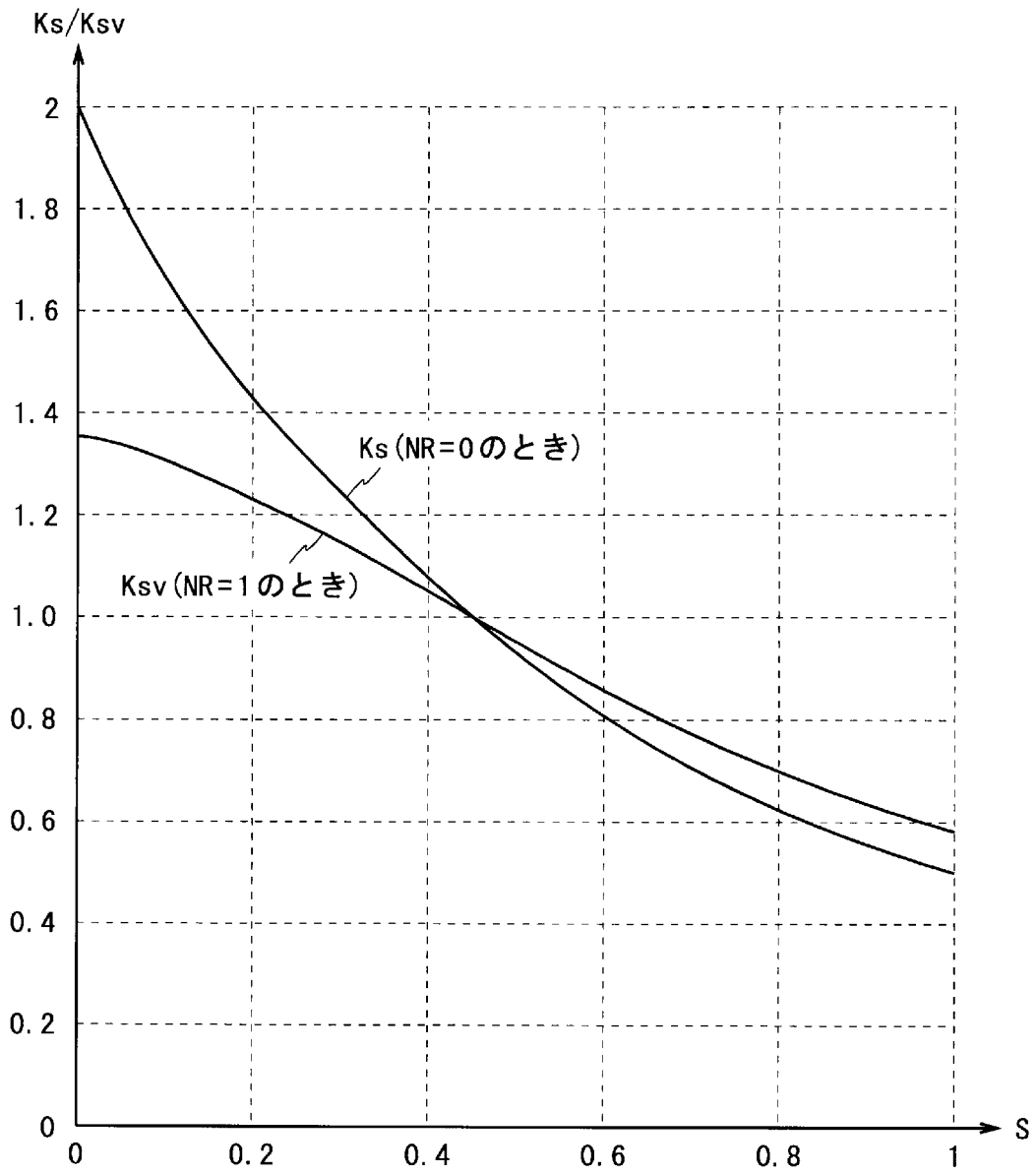
[図9]



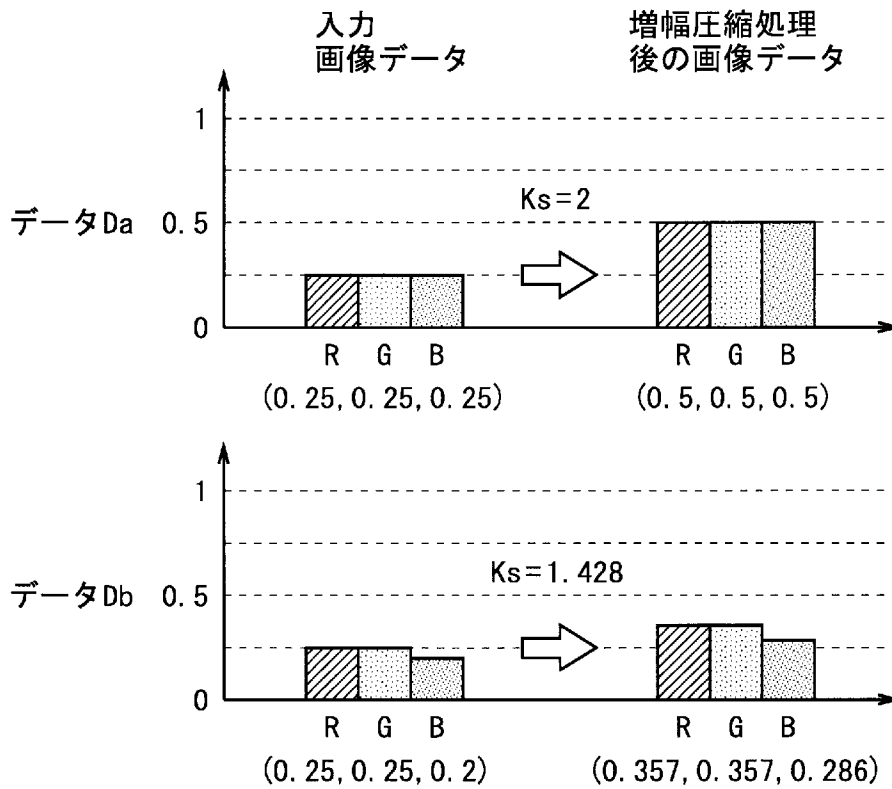
[図10]



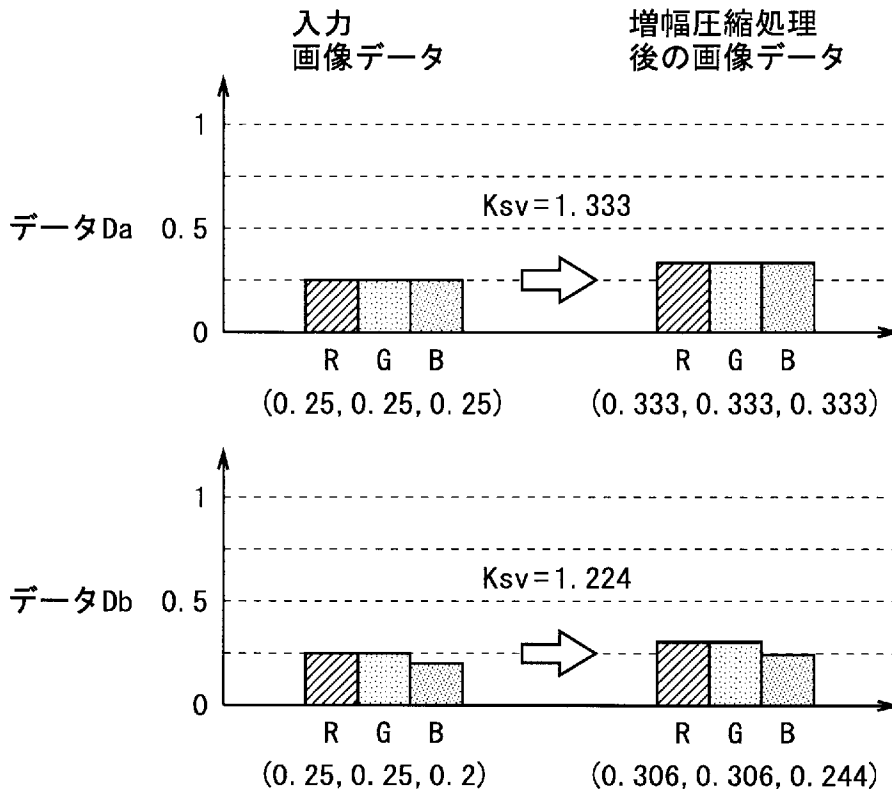
[図11]



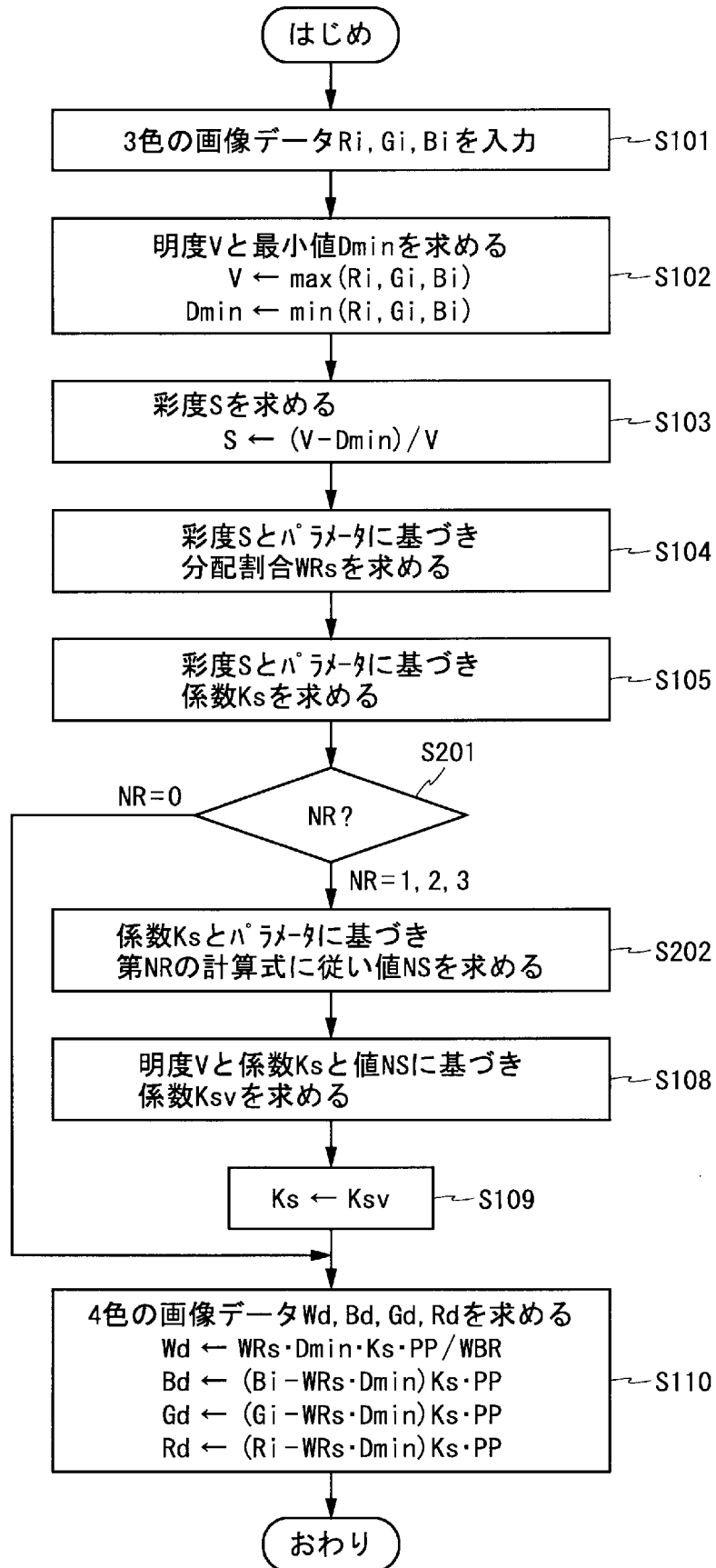
[図12]



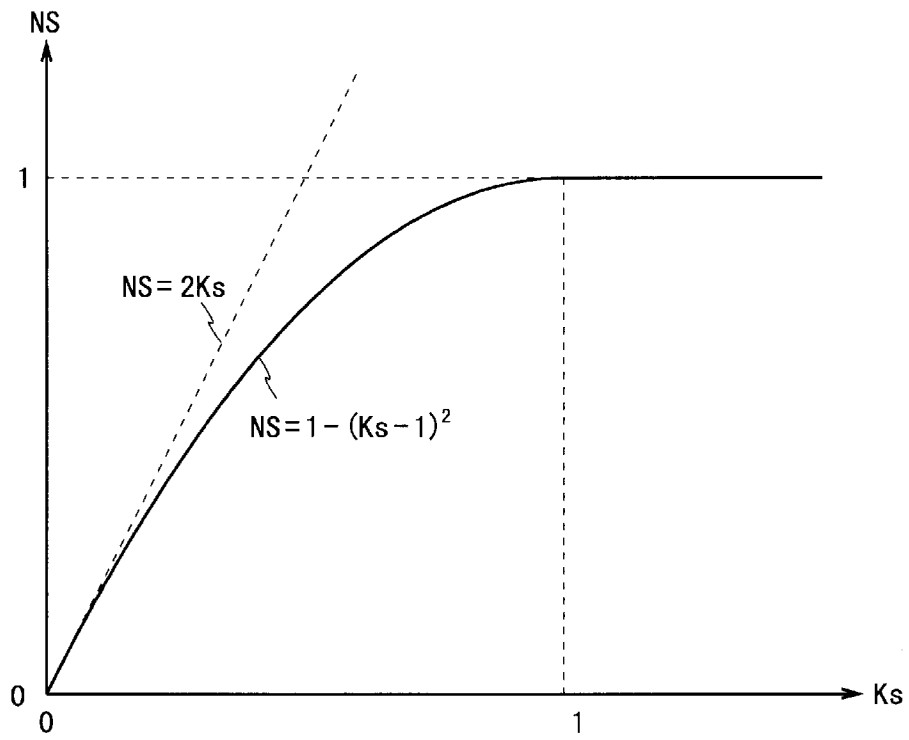
[図13]



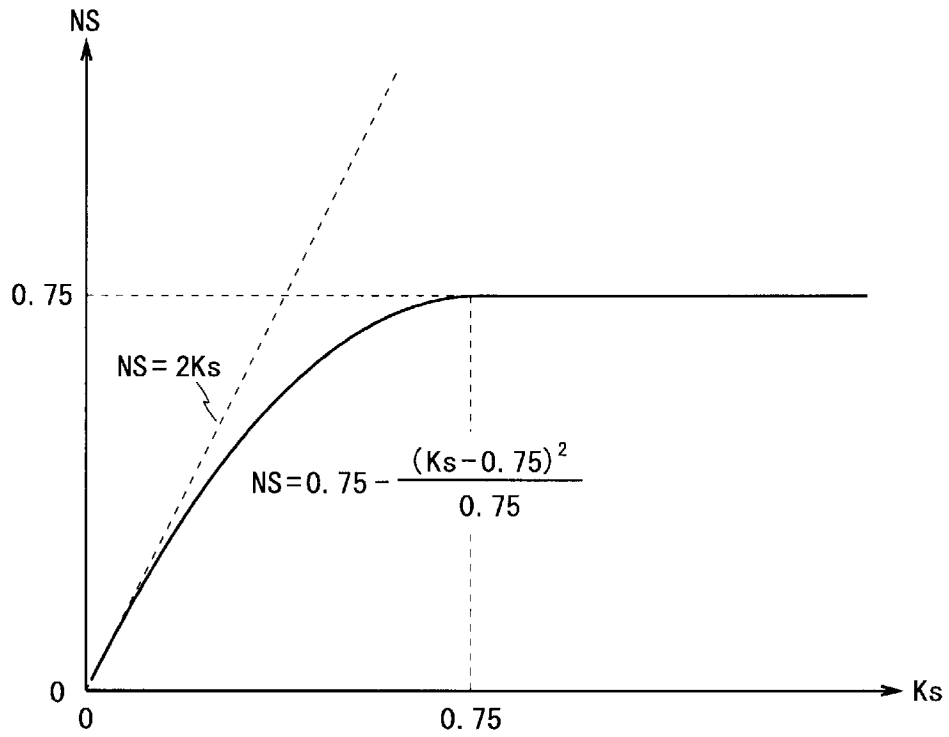
[図14]



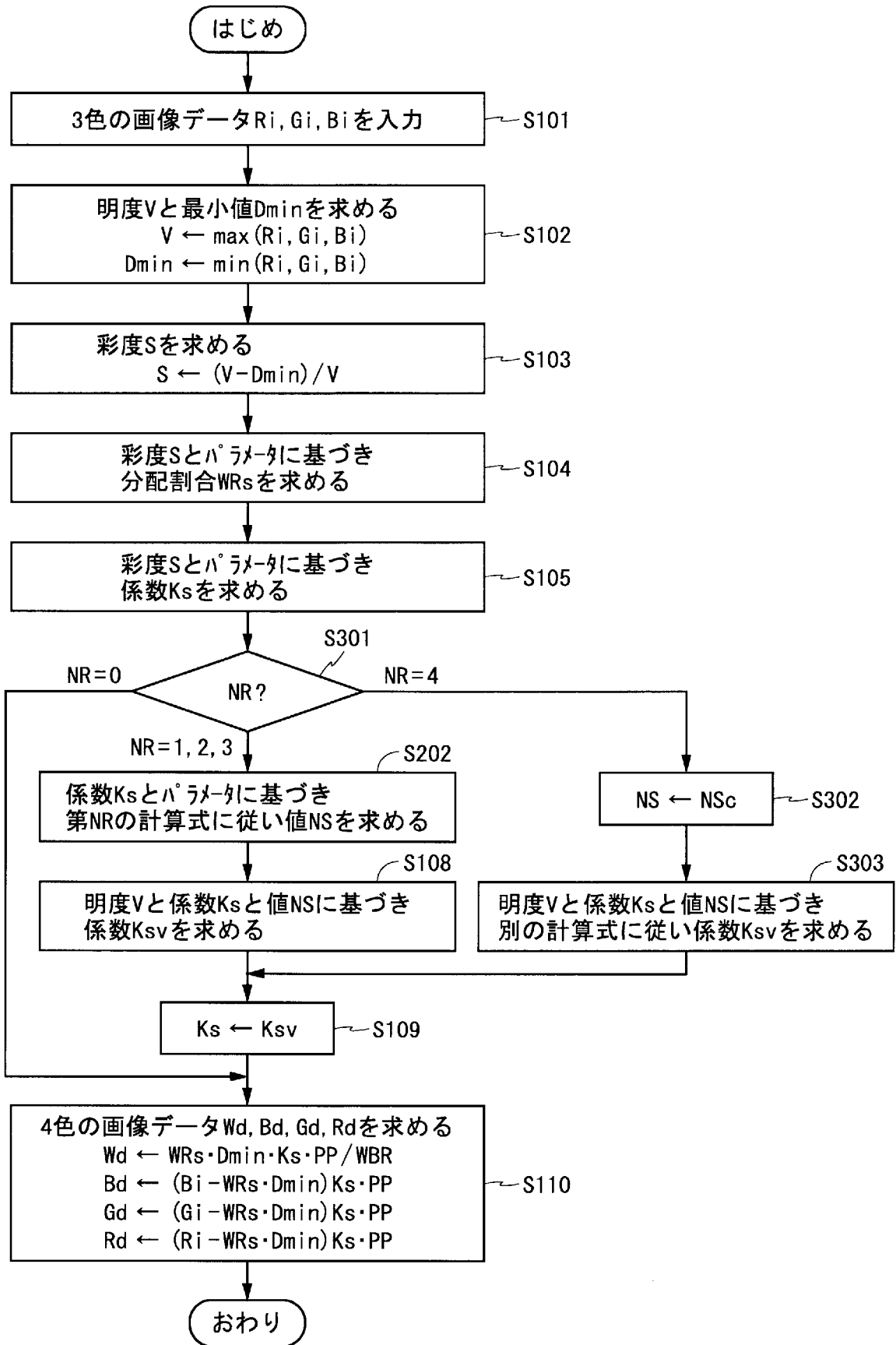
[図15]



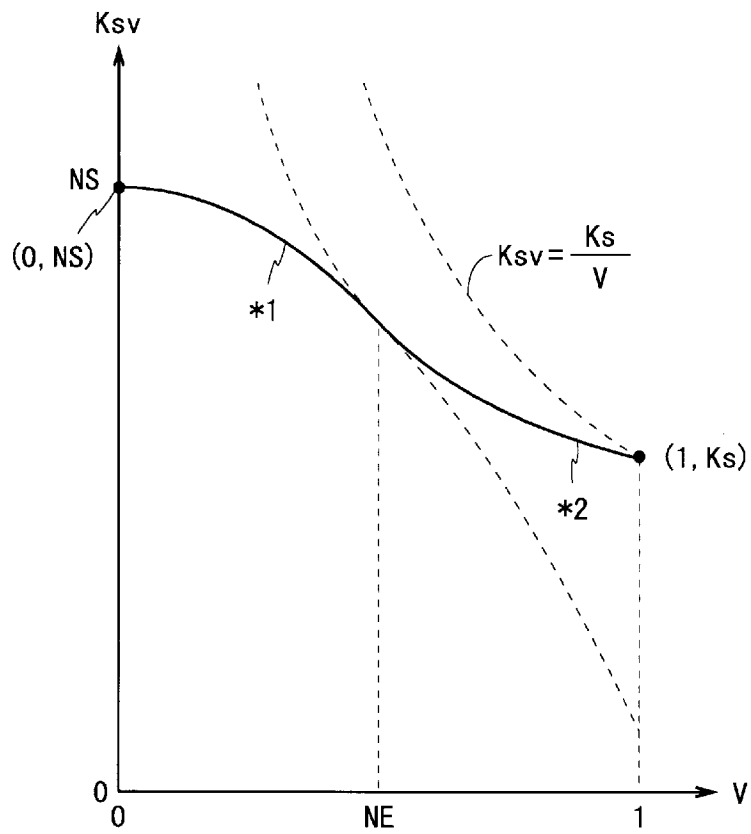
[図16]



[図17]



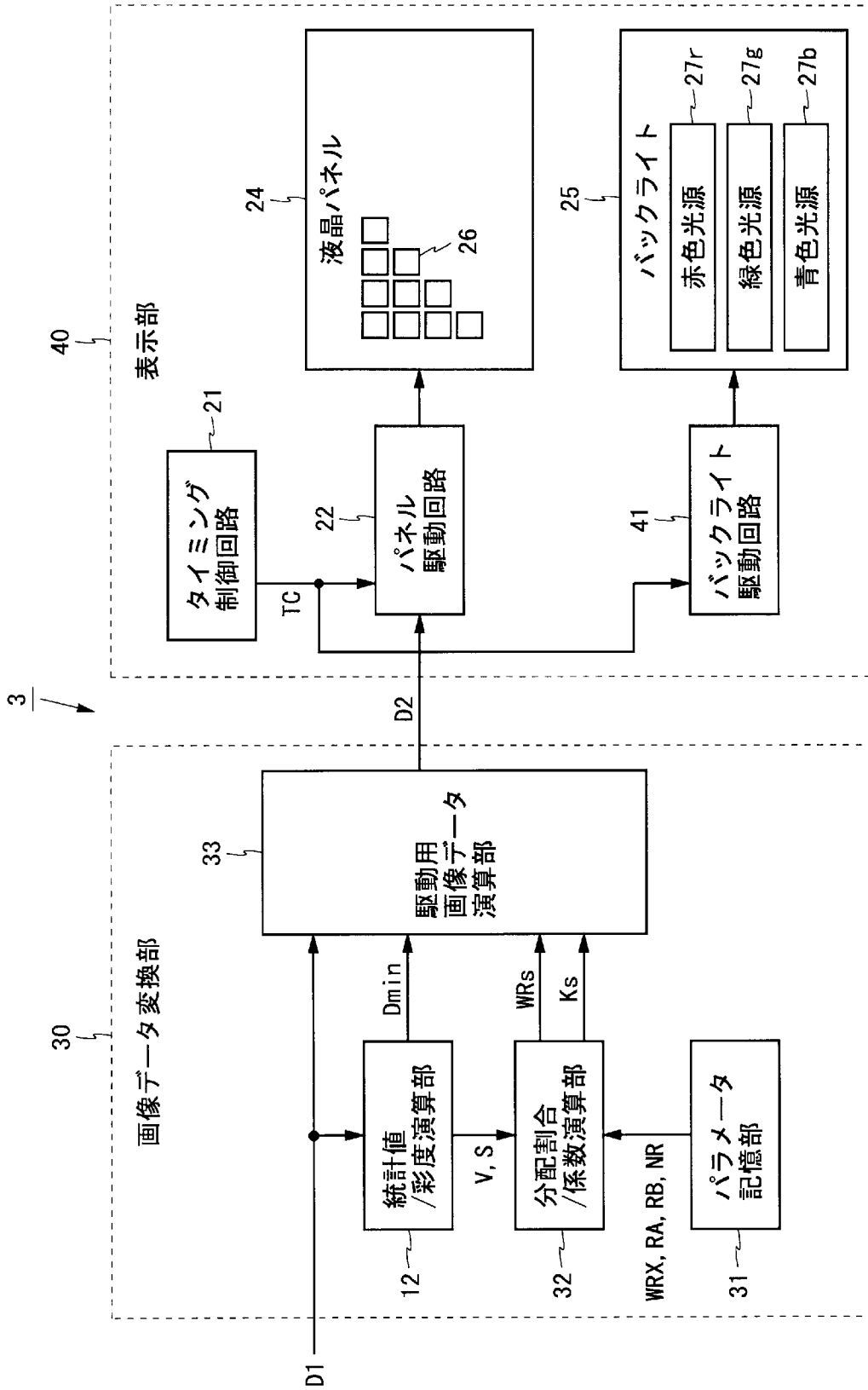
[図18]



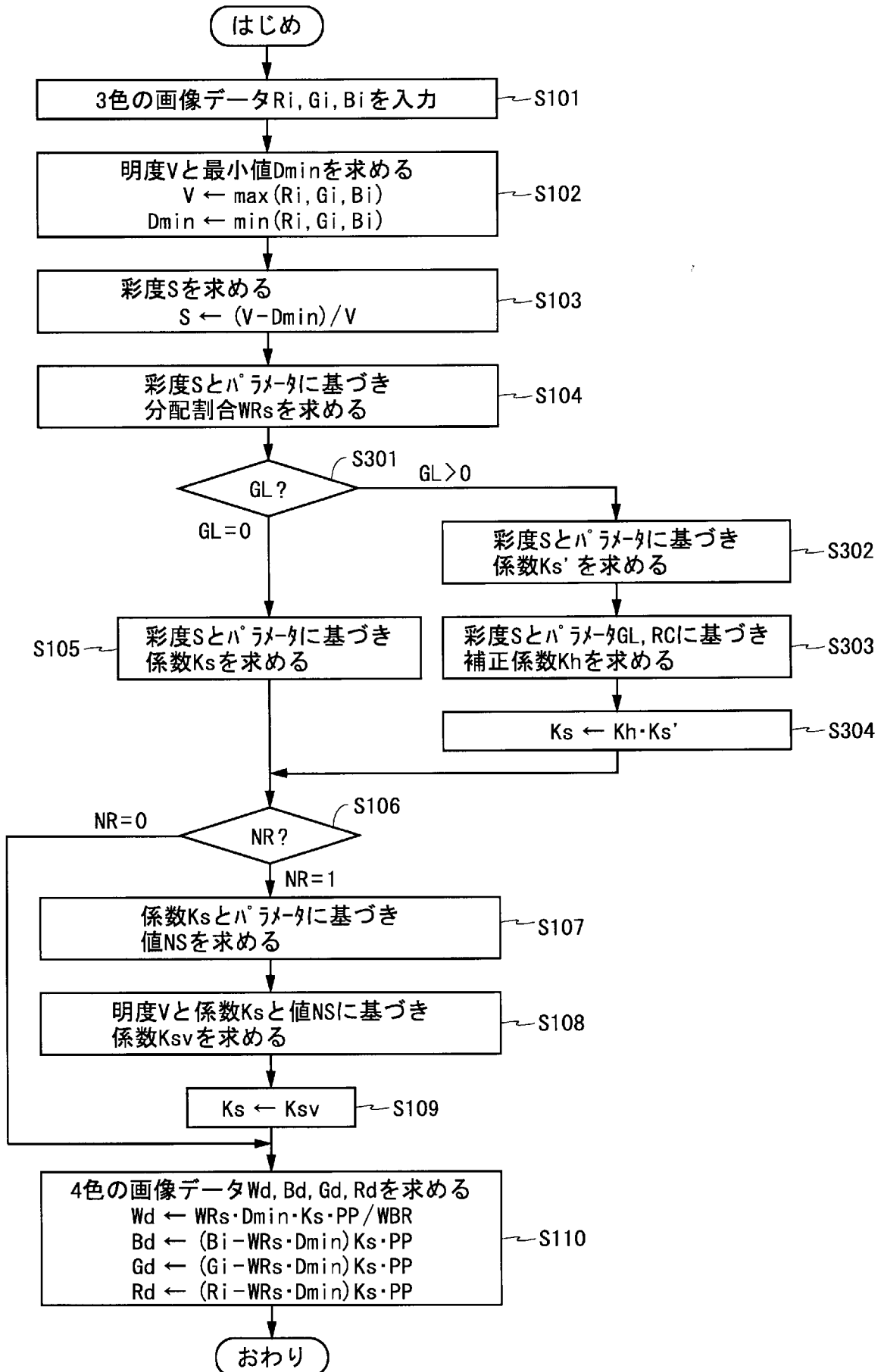
$$*1: K_{sv} = \frac{(K_s - NS) V^2}{NE^2 (3 - 2NE)} + NS$$

$$*2: K_{sv} = \frac{2NE (NS - K_s)}{3 - 2NE} \left(\frac{1}{V} - 1 \right) + K_s$$

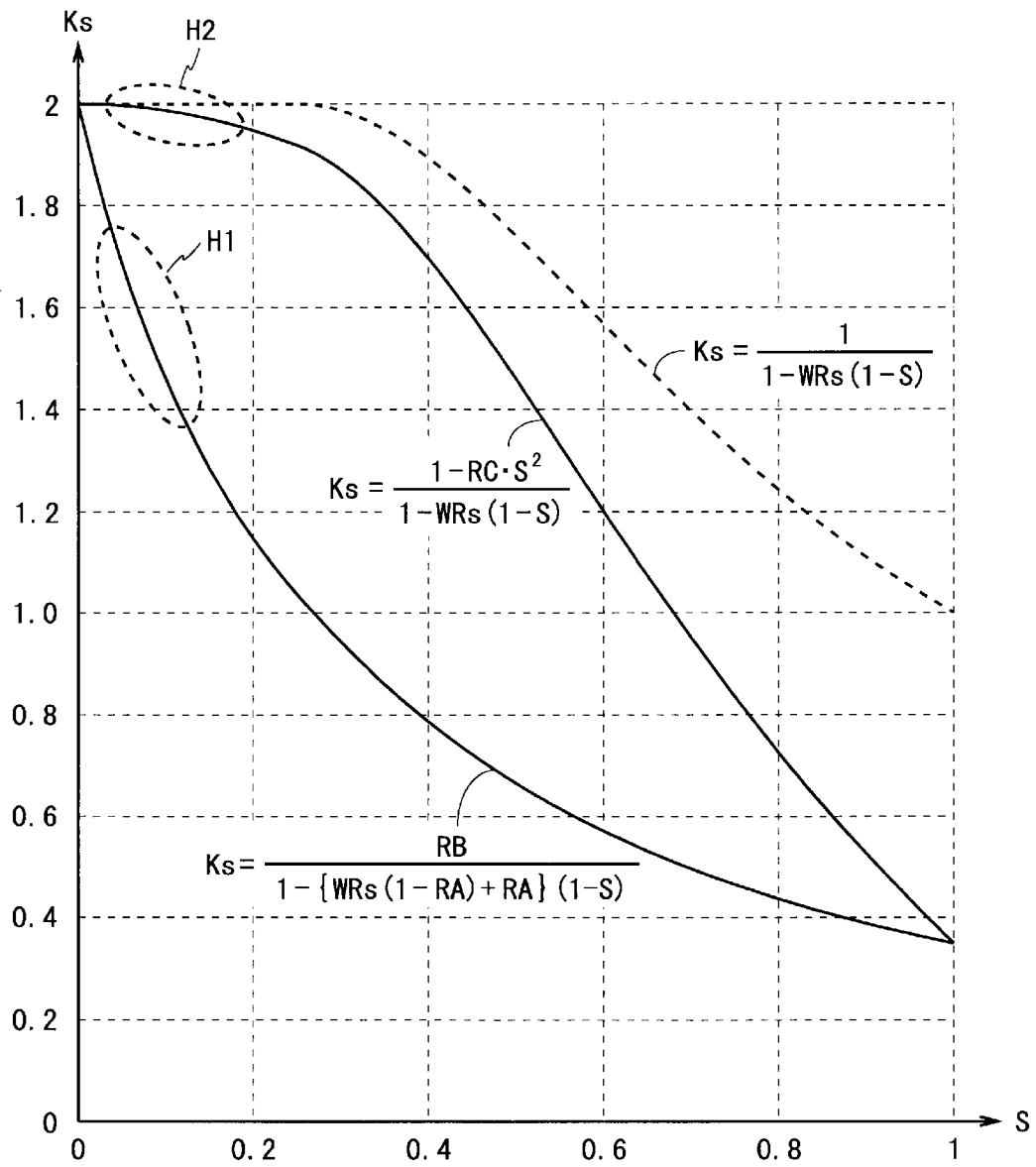
[図19]



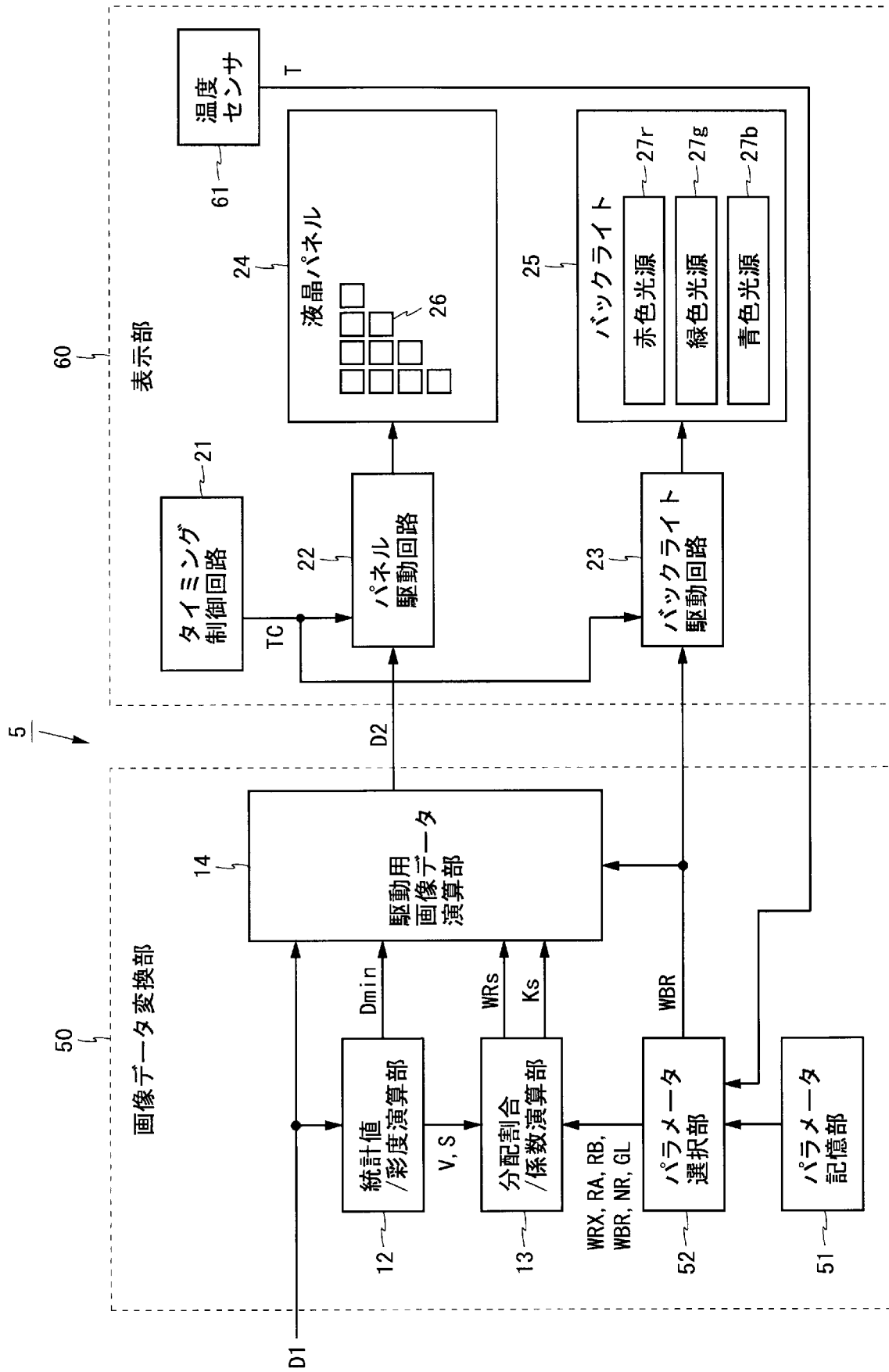
[図20]



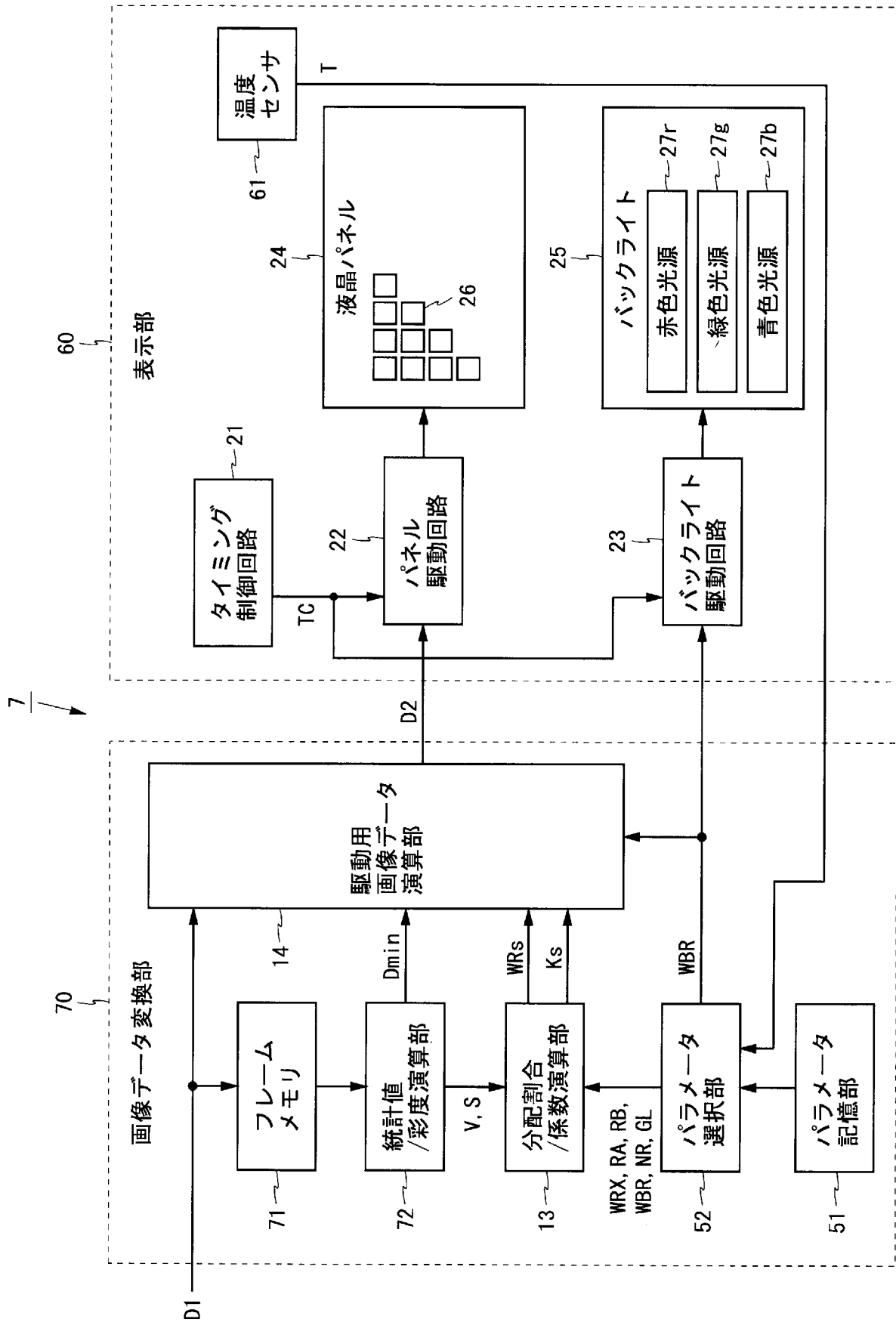
[図21]



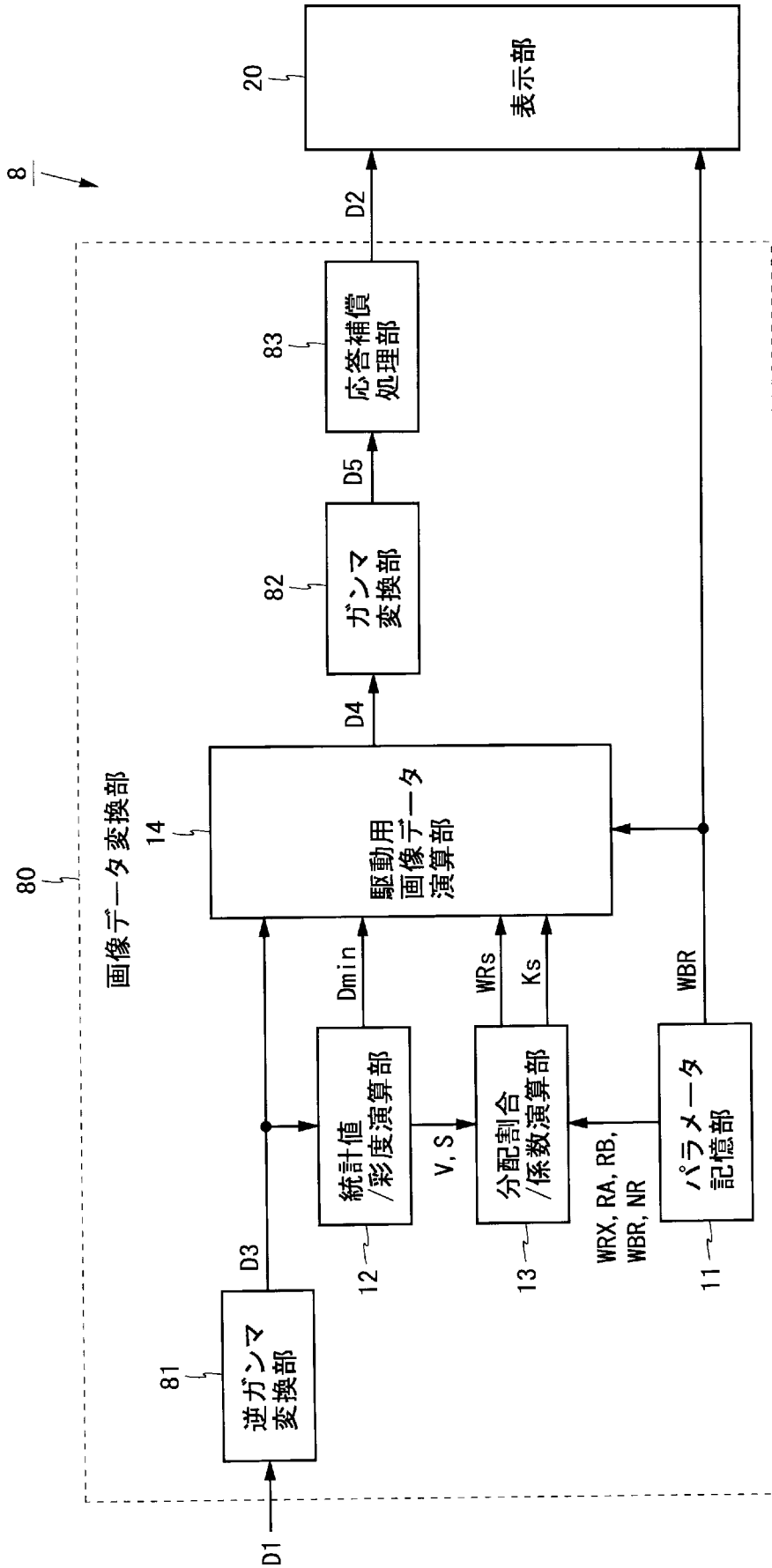
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015683

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G09G3/36(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/02(2006.01)i, H04N9/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G09G3/36, G09G3/20, G09G5/00, G09G5/02, H04N9/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/185109 A1 (Sharp Corp.), 20 November 2014 (20.11.2014), entire text; all drawings & US 2016/0071449 A1	1-21
A	JP 2012-505432 A (Ostendo Technologies, Inc.), 01 March 2012 (01.03.2012), entire text; all drawings & US 2010/0091050 A1 & WO 2010/042771 A1	1-21
A	JP 2010-157900 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), entire text; all drawings & US 2009/0290068 A1	1-21

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 July 2017 (14.07.17)	Date of mailing of the international search report 25 July 2017 (25.07.17)
--	---

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/JP2017/015683

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 2010-33009 A (Sony Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), entire text; all drawings & US 2009/0315921 A1	1-21
A	US 2010/0225238 A1 (SPATIAL PHOTONICS, INC.), 09 September 2010 (09.09.2010), entire text; all drawings & CN 101833934 A	1-21
A	JP 2005-234552 A (Sharp Corp.), 02 September 2005 (02.09.2005), paragraphs [0162] to [0166]; fig. 8 & US 2005/0184944 A1 paragraphs [0209] to [0213]; fig. 8	16
A	JP 2007-195015 A (Seiko Epson Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
A	WO 2003/034710 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 24 April 2003 (24.04.2003), entire text; all drawings & US 2004/0109604 A1	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G09G3/36(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/02(2006.01)i, H04N9/30(2006.01)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. G09G3/36, G09G3/20, G09G5/00, G09G5/02, H04N9/30

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	WO 2014/185109 A1 (シャープ株式会社) 2014.11.20, 全文全図 & US 2016/0071449 A1	1-21
A	JP 2012-505432 A (オステンド・テクノロジーズ・インコーポレーテッド) 2012.03.01, 全文全図 & US 2010/0091050 A1 & WO 2010/042771 A1	1-21
A	JP 2010-157900 A (三洋電機株式会社) 2010.07.15, 全文全図 & US 2009/0290068 A1	1-21

☑ 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

14.07.2017

国際調査報告の発送日

25.07.2017

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)

橋本 直明

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

21

9707

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	JP 2010-33009 A (ソニー株式会社) 2010. 02. 12, 全文全図 & US 2009/0315921 A1	1-21
A	US 2010/0225238 A1 (SPATIAL PHOTONICS, INC.) 2010. 09. 09, 全文全図 & CN 101833934 A	1-21
A	JP 2005-234552 A (シャープ株式会社) 2005. 09. 02, [0162]-[0166], 図 8 & US 2005/0184944 A1, [0209]-[0213], FIG. 8	16
A	JP 2007-195015 A (セイコーエプソン株式会社) 2007. 08. 02, 全文全図 (ファミリーなし)	1-21
A	WO 2003/034710 A1 (三菱電機株式会社) 2003. 04. 24, 全文全図 & US 2004/0109604 A1	1-21