

(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  
2012年6月7日(07.06.2012)



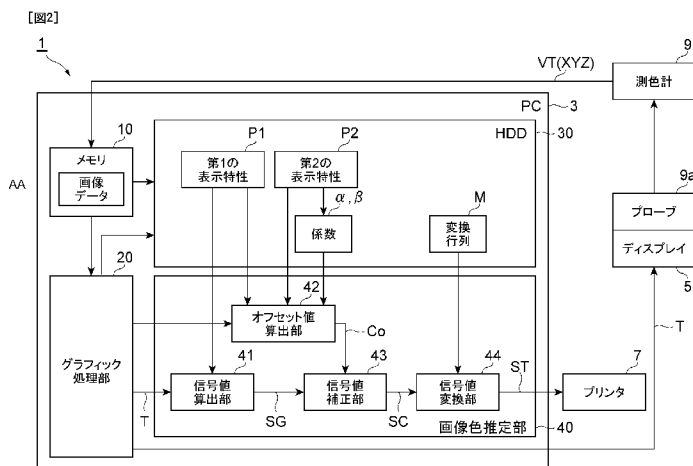
(10) 国際公開番号  
WO 2012/074014 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04N 9/64 (2006.01) H04N 1/407 (2006.01)  
G06T 1/00 (2006.01) H04N 1/46 (2006.01)  
G06T 5/00 (2006.01) H04N 1/60 (2006.01)  
G09G 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077687
- (22) 国際出願日: 2011年11月30日(30.11.2011)
- (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 2010-267389 2010年11月30日(30.11.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人静岡大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷836 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 下平 美文(SHIMODAIRA Yoshifumi) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学工学部内 Shizuoka (JP). 大野 勝也(ONO Katsuya) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市中区城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学工学部内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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),

[続葉有]

(54) Title: IMAGE COLOR ESTIMATION METHOD, IMAGE COLOR ESTIMATION DEVICE, AND IMAGE COLOR ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像色推定方法、画像色推定装置、及び画像色推定プログラム



- 5 DISPLAY
- 7 PRINTER
- 9 COLORIMETER
- 9a PROBE
- 10 MEMORY
- 20 GRAPHIC PROCESSING UNIT
- 40 IMAGE COLOR ESTIMATION UNIT
- 41 SIGNAL VALUE CALCULATION UNIT
- 42 OFFSET VALUE CALCULATION UNIT
- 43 SIGNAL VALUE CORRECTION UNIT
- 44 SIGNAL VALUE CONVERSION UNIT
- M CONVERSION MATRIX
- P1 FIRST DISPLAY CHARACTERISTIC
- P2 SECOND DISPLAY CHARACTERISTIC
- α, β COEFFICIENT
- AA IMAGE DATA

(57) Abstract: Provided is an image color estimation method that: calculates a signal value (SG) ( $R_s, G_s, B_s$ ) based on a first display characteristic and a gradation value (T) (S121); and calculates an offset value ( $C_o$ ) ( $R_o, G_o, B_o$ ) corresponding to each component ( $R_s, G_s, B_s$ ) of the signal value (SG), based on the first display characteristic (P1), a second display characteristic (P2), and the gradation value (T) ( $R, G, B$ ) (S122); then adds the offset value ( $C_o$ ) ( $R_o, G_o, B_o$ ) to the signal value (SG) ( $R_s, G_s, B_s$ ), and calculates the correction signal value (SC) ( $R_c, G_c, B_c$ ) (S123); and converts the correction signal value (SC) ( $R_c, G_c, B_c$ ) to a correction signal value (ST) ( $X_c, Y_c, Z_c$ ) using a conversion matrix (M) (S124).

(57) 要約: 画像色推定方法は、第1の表示特性、及び階調値Tに基づいて、信号値SG ( $R_s, G_s, B_s$ )を算出し(S121)、第1の表示特性P1、第2の表示特性P2、及び階調値T ( $R, G, B$ )に基づいて、信号値SGの成分( $R_s, G_s, B_s$ )のそれぞれに対応するオフセット値 $C_o$  ( $R_o, G_o, B_o$ )を算出する(S122)。そして信号値SG ( $R_s, G_s, B_s$ )にオフセット値 $C_o$  ( $R_o, G_o, B_o$ )を加

え、補正信号値SC ( $R_c, G_c, B_c$ )を算出する(S123)。補正信号値SC ( $R_c, G_c, B_c$ )を、変換行列Mを用いて、補正信号値ST ( $X_c, Y_c, Z_c$ )に変換する(S124)。

WO 2012/074014 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

## 明 細 書

発明の名称：

画像色推定方法、画像色推定装置、及び画像色推定プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、ディスプレイ等の画像表示装置に表示される画像色を推定する画像色推定方法、画像色を推定する画像色推定装置、及び画像色を推定する画像色推定プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] これまで、加法混色が成立しないディスプレイの表示特性を算出する方法が提案されている。特許文献1には、カラー表示装置の表示特性を較正する表示特性較正方法に関する技術が記載されている。また、特許文献2には、ディスプレイの表示特性を測定する測定方法に関する技術が記載されている。また、特許文献3には、モニタプロファイルを作成するシステムに関する技術が記載されている。この技術によれば、個々のモニタの表示特性に応じた高精度な補正を行うモニタプロファイルが容易に作成される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2005-128254号公報  
特許文献2：国際公開01/015129  
特許文献3：特開2005-208982号公報

#### 非特許文献

- [0004] 非特許文献1：Dawn Wallner, “Building ICC profiles—the Mechanics and Engineering”, [online], The sight of International Color Consortium, [平成22年11月22日検索], インターネット, <URL;http://www.color.org/icc-book1.pdf>

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 従来から、ディスプレイに表示された画像を印刷した場合に両方の画像の色を一致させたいという強い要請がある。この要請に応えるため、異なったデバイス間で色再現を行う方法としてカラーマネジメントシステム (color management system (CMS)) がある。このCMSではデバイス依存の色空間とデバイス非依存の色空間 (XYZ色空間やLab色空間) とを用いて色再現を行う。ディスプレイではRGB色空間とXYZ色空間との間で色変換を行う。そして、この色変換ではICCプロファイル (Shaper matrix Model (SMM)) (非特許文献1参照。) を用いて実施することが一般的である。しかし、SMMでは、加法混色が成立し、カラートラッキング現象が生じないディスプレイを想定している。この想定のため、一般的なディスプレイでは正確な色変換が行えていない。よって、上記の要請を満たすことができない。

[0006] そこで、本発明では、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイに表示される画像の画像色を精度良く推定できる画像色推定方法、画像色を推定する画像色推定装置、及び画像色を推定する画像色推定プログラムを提供する。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る画像色推定方法は、ディスプレイに入力されるRGB表色系の階調値 (R, G, B) から、ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値 (XYZ) を推定する画像色推定方法であって、第1の表示特性、及び階調値 (R, G, B) に基づいて、RGB表色系の信号値 (R<sub>s</sub>, G<sub>s</sub>, B<sub>s</sub>) を算出する第1の算出ステップと、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値 (R, G, B) に基づいて、信号値の成分 (R<sub>s</sub>, G<sub>s</sub>, B<sub>s</sub>) のそれぞれに対応するオフセット値 (R<sub>o</sub>, G<sub>o</sub>, B<sub>o</sub>) を算出する第2の算出ステップと、信号値 (R<sub>s</sub>, G<sub>s</sub>, B<sub>s</sub>) にオフセット値 (R<sub>o</sub>, G<sub>o</sub>, B<sub>o</sub>) を加えることにより、RGB表色系の補正信号値 (R<sub>c</sub>, G<sub>c</sub>, B<sub>c</sub>) を算出する第3の算出ステップ

プと、補正信号値（ $R_c, G_c, B_c$ ）を、変換行列を用いて、信号値（ $X_c, Y_c, Z_c$ ）に変換する第4の算出ステップと、を含み、第1の表示特性は、階調値（ $R, G, B$ ）うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、階調値（ $R, G, B$ ）の可変成分と、信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）の可変成分に対応する成分との関係であり、第2の表示特性は、階調値（ $R, G, B$ ）うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、階調値（ $R, G, B$ ）の可変成分と、信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）の不変成分に対応する成分との関係である。

[0008] この画像色推定方法によれば、画像色の各成分を、出力画像信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）と、オフセット値（ $R_o, G_o, B_o$ ）との和として表現している。加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイでは、RGBの各成分を同時に点灯させた場合の出力画像信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）と、RGBの各成分を個々に点灯させた場合の出力画像信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）を合成した値とは、相違する。この画像推定方法では、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値（ $R, G, B$ ）に基づいてオフセット値を算出する。そして、このオフセット値を用いて出力画像信号値（ $R_s, G_s, B_s$ ）を補正することが可能である。従って、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイであっても、ディスプレイに入力される階調値（ $R, G, B$ ）を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

[0009] 上述した画像色推定方法において、オフセット値（ $R_o, G_o, B_o$ ）は、階調値（ $R, G, B$ ）の関数であり、下記式（1）；

[数1]

$$C_o = \Delta C_s \cdot \left( \frac{C_2}{C_1} \right)^\alpha + \Delta C'_s \cdot \left( \frac{C_3}{C_1} \right)^\beta \cdots \quad (1)$$

に示す関数であってもよい。

[0010] 上記式（1）において、 $C_1$ は階調値（ $R, G, B$ ）の成分から選択される第1の成分を示す。 $C_2$ は階調値（ $R, G, B$ ）の成分から選択される第

1の成分とは別の第2の成分を示す。C3は階調値(R, G, B)の成分から選択される第1の成分及び第2の成分とは別の第3の成分を示す。更に、 $\Delta C_s$ は第1の成分を不変成分とし、第2の成分を可変成分としたときの一の第1の表示特性に基づいて算出される数値を示す。 $\Delta C'_s$ は第1の成分を不変成分とし、第3の成分を可変成分としたときの他の第1の表示特性に基づいて算出される数値を示す。そして、係数 $\alpha$ は一の第2の表示特性を近似する近似関数の係数を示す。係数 $\beta$ は他の第2の表示特性を近似する近似関数の係数を示す。

[0011] この上記式(1)によれば、第1の成分のみを点灯させた場合の出力画像信号値( $R_s, G_s, B_s$ )の第1の成分に相当する成分と、第1の成分と第2の成分とを点灯させた場合の出力画像信号値( $R_s, G_s, B_s$ )の第1の成分に相当する成分と、の差異を、上記式(1)の第1項により算出することができる。更に、第1の成分のみを点灯させた場合の出力画像信号値( $R_s, G_s, B_s$ )の第1の成分に相当する成分と、第1の成分と第3の成分とを点灯させた場合の出力画像信号値( $R_s, G_s, B_s$ )の第1の成分に相当する成分と、の差異を、上記式(1)の第2項により算出することができる。そして、2つの差異を加味した第1の成分のオフセット値を算出することができる。従って、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイであっても、ディスプレイに入力される階調値(R, G, B)を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

[0012] 上記画像色推定方法において、第4のステップでは、更にゼロバイアス値を用いた補正を含み、ゼロバイアス値は、各成分がゼロである階調値(R, G, B)をディスプレイに入力した場合に、ディスプレイに表示されるXYZ表色系の測定値( $X_k, Y_k, Z_k$ )であってもよい。これによれば、ディスプレイにおいて階調値(R, G, B)がゼロに対して、画像色の成分のオフセットが存在する部分のディスプレイに表示される画像色を更に精度良く推定することができる。

[0013] 本発明の別の側面に係る画像色推定装置は、ディスプレイに入力されるRGB表色系の階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）から、ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値（ $XYZ$ ）を推定する画像色推定装置であって、第1の表示特性、及び階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）に基づいて、RGB表色系の信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）を算出する信号値算出部と、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）に基づいて、信号値の成分（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）のそれぞれに対応するオフセット値（ $R_o$ 、 $G_o$ 、 $B_o$ ）を算出するオフセット値算出部と、信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）にオフセット値（ $R_o$ 、 $G_o$ 、 $B_o$ ）を加えることにより、RGB表色系の補正信号値（ $R_c$ 、 $G_c$ 、 $B_c$ ）を算出する信号値補正部と、補正信号値（ $R_c$ 、 $G_c$ 、 $B_c$ ）を、変換行列を用いて、信号値（ $X_c$ 、 $Y_c$ 、 $Z_c$ ）に変換する信号値変換部と、を含み、第1の表示特性は、階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）の可変成分と、信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）の可変成分に対応する成分との関係であり、第2の表示特性は、階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）の可変成分と、信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）の不変成分に対応する成分との関係である。

[0014] この画像色推定装置によれば、画像色の各成分を、出力画像信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）と、オフセット値（ $R_o$ 、 $G_o$ 、 $B_o$ ）との和として表現している。加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイでは、RGBの各成分を同時に点灯させた場合の出力画像信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）と、RGBの各成分を個々に点灯させた場合の出力画像信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）を合成した値とは、相違する。この画像推定装方法では、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値（ $R$ 、 $G$ 、 $B$ ）に基づいてオフセット値を算出する。そして、このオフセット値を用いて出力画像信号値（ $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ ）を補正することが可能である。従って、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイであっても、ディス

プレイに入力される階調値 (R, G, B) を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

[0015] 本発明の別の側面に係る画像色推定プログラムは、ディスプレイに入力されるRGB表色系の階調値 (R, G, B) から、ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値 (XYZ) を推定する画像色推定プログラムであって、コンピュータを、第1の表示特性、及び階調値 (R, G, B) に基づいて、RGB表色系の信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) を算出する信号値算出部と、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値 (R, G, B) に基づいて、信号値の成分 ( $R_s, G_s, B_s$ ) のそれぞれに対応するオフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を算出するオフセット値算出部と、信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) にオフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を加えることにより、RGB表色系の補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を算出する信号値補正部と、補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を、変換行列を用いて、信号値 ( $X_c, Y_c, Z_c$ ) に変換する信号値変換部として機能させ、第1の表示特性は、階調値 (R, G, B) うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、階調値 (R, G, B) の可変成分と、信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の可変成分に対応する成分との関係であり、第2の表示特性は、階調値 (R, G, B) うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、階調値 (R, G, B) の可変成分と、信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の不変成分に対応する成分との関係である。

[0016] この画像色推定プログラムによれば、画像色の各成分を、出力画像信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) と、オフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) との和として表現している。加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイでは、RGBの各成分を同時に点灯させた場合の出力画像信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) と、RGBの各成分を個々に点灯させた場合の出力画像信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) を合成した値とは、相違する。この画像推定方法では、第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値 (R, G, B) に基づいてオフセット値を算出する。そして、このオフセット値を用いて出力画



像信号値 ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ ) を補正することが可能である。従って、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイであっても、ディスプレイに入力される階調値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

### 発明の効果

[0017] 本発明による画像色推定方法、画像色推定装置、及び画像色推定プログラムによれば、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイに表示される画像の画像色を精度良く推定できる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明に係る画像色推定方法を実行するための画像色推定装置の一実施形態を示す図である。

[図2]第1実施形態の画像色推定方法を実行するための画像処理装置の機能的な構成を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態の画像色推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図4]第1の表示特性を説明するための図である。

[図5]第1の表示特性を説明するための図である。

[図6]第1の表示特性を説明するための図である。

[図7]第2の表示特性を説明するための図である。

[図8]第2の表示特性を説明するための図である。

[図9]第2の表示特性を説明するための図である。

[図10]第1実施形態の画像色推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図11]第2実施形態の画像色推定方法を実行するための画像処理装置の機能的な構成を示すブロック図である。

[図12]実施例1を説明するための図表である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付図面を参照しながら本発明による画像色推定方法、画像色推定

装置、及び画像色推定プログラムの実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0020] <第1実施形態>

まず、第1の実施形態について説明する。図1は、第1実施形態の画像色推定方法を実現する画像色推定プログラムを実行する情報処理装置（画像色推定装置）1の構成を示す図である。この情報処理装置1は、パーソナルコンピュータ3（以下「PC」という）、ディスプレイ5、プリンタ7、及び測色計9を備えている。この情報処理装置1は、ディスプレイ5に表示される画像色を精度良く推定する機能を有している。推定した画像色のデータは、測色的な印刷が可能なプリンタ7に出力される。これにより、情報処理装置1は、ディスプレイ5に表示された画像の画像色と、プリンタ7により印刷された印刷物の色とを精度良く一致させることができる。

[0021] 図2は、情報処理装置1の機能的な構成を示すブロック図である。情報処理装置1は、第1実施形態の画像色推定方法を実行する。PC3は、画像データが記憶されるメモリ10、グラフィック処理部20、ハードディスクドライブ30（以下「HDD」という）、及び画像色推定部40を備えている。メモリ10は、画像データを格納する機能を有する。この画像データの色は、RGB表色系の階調データとして表される。この画像データの階調値Tを、(R, G, B)とする。Rは赤色の階調値Tの成分を示す。Gは緑色の階調値Tの成分を示す。Bは青色の階調値Tの成分を示す。

[0022] グラフィック処理部20は、メモリ10及び画像色推定部40に接続されている。また、グラフィック処理部20は、ディスプレイ5と接続されている。このグラフィック処理部20は、操作者による入力装置の操作に対応して、メモリ10上の画像データを編集する。また、グラフィック処理部20は、上記画像データをディスプレイ5に出力し、画像を表示させる。また、グラフィック処理部20は、画像色推定部40を通じてメモリ10上の画像データをプリンタ7に出力し、画像を印刷させる機能を有する。また、グラ

グラフィック処理部20は、基準画像データを出力する機能を有する。基準画像データは、後述する第1の表示特性P1、及び第2の表示特性P2を取得する際に、ディスプレイ5に表示される。また、グラフィック処理部20は、後述する係数 $\alpha$ 及び係数 $\beta$ を算出する機能を有する。なお、このグラフィック処理部20は、一部又は全部がソフトウェア的に実現される機能的な構成要素である。

[0023] HDD30は、画像色推定部40から参照可能に構成されている。このHDD30には、第1の表示特性P1、第2の表示特性P2、係数 $\alpha$ 、係数 $\beta$ 、及び変換行列Mが格納されている。第1の表示特性P1及び第2の表示特性P2は、画像データの階調値T(R, G, B)と、信号値SG(Rs, Gs, Bs)との相関関係を表したものである。階調値T(R, G, B)は、グラフィック処理部20からディスプレイ5に入力される画像データである。信号値SG(Rs, Gs, Bs)は、入力された画像データに基づいて、ディスプレイ5に画面表示される実際の画像の信号値である。係数 $\alpha$ 及び係数 $\beta$ は、第2の表示特性P2の近似曲線を算出するための係数である。変換行列Mは、RGB表色系のRGB値をXYZ表色系の三刺激値(XYZ)に変換するための行列である。

[0024] 画像色推定部40は、HDD30、グラフィック処理部20及びプリンタ7と接続されている。この画像色推定部40は、信号値算出部41、オフセット値算出部42、信号値補正部43、及び信号値変換部44を備えている。画像色推定部40は、ディスプレイ5に表示される画像色を推定する機能を有する。この画像色は、グラフィック処理部20からディスプレイ5に入力された画像データを基に推定される。更に、画像色推定部40は、推定した色に相当する信号値(XYZ)をプリンタ7へ出力する機能を有する。なお、この画像色推定部40は、一部又は全部がソフトウェア的に実現される機能的な構成要素である。

[0025] 信号値算出部41は、グラフィック処理部20、信号値補正部43、及びHDD30に接続されている。この信号値算出部41は、信号値SG(Rs

,  $G_s$ ,  $B_s$ ) を算出する機能を有する。この信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  は、画像データである階調値  $T(R, G, B)$  と、第1の表示特性  $P_1$  とに基づいて算出される。更に、信号値算出部41は、信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  を信号値補正部43に出力する機能を有する。

[0026] オフセット値算出部42は、グラフィック処理部20、HDD30、及び信号値補正部43に接続されている。このオフセット値算出部42は、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  を算出する機能を有する。このオフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  は、画像データである階調値  $T(R, G, B)$  と、第1の表示特性  $P_1$  と、第2の表示特性  $P_2$  と、係数  $\alpha$  と、係数  $\beta$  とに基づいて算出される。更に、オフセット値算出部42は、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  を信号値補正部43に出力する機能を有する。

[0027] 信号値補正部43は、信号値算出部41、オフセット値算出部42、及び信号値変換部44に接続されている。この信号値補正部43は、補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  を算出する機能を有する。この補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  は、信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  と、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  とに基づいて算出される。更に、信号値補正部43は、補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  を信号値変換部44に出力する機能を有する。

[0028] 信号値変換部44は、信号値補正部43、HDD30、及びプリンタ7に接続されている。この信号値変換部44は、XYZ表色系の補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  を、補正信号値  $ST(X_c, Y_c, Z_c)$  に変換する機能を有する。補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  は、変換行列  $M$  を用いて補正信号値  $ST(X_c, Y_c, Z_c)$  に変換される。更に、信号値変換部44は、補正信号値  $ST(X_c, Y_c, Z_c)$  をプリンタ7に出力する機能を有する。

[0029] ディスプレイ5は、PC3のグラフィック処理部20に接続されている。このディスプレイ5は、画像データを表示する装置である。プリンタ7は、PC3の画像色推定部40に接続されている。このプリンタ7は、画像デー

タを印刷物として出力する装置である。プリンタ 7 は、測色的な色再現を実現できる機能を有する。測色的な色再現とは、印刷された画像の信号値 ( $X_p, Y_p, Z_p$ ) と、ディスプレイ 5 に表示された画像の信号値  $V_T (X_s, Y_s, Z_s)$  とが同一となるような色再現である。測色計 9 は、PC 3 に接続されている。測色計 9 は、ディスプレイ 5 の表示画面に当てるプローブ 9 a を備えている。この測色計 9 は、プローブ 9 a をディスプレイ 5 に当てて、画面上に表示された画像の XYZ 表色系の測定値 (測定信号値  $V_T$ ) を取得する装置である。測色計 9 としては、例えば、ディスプレイ測色計など光源用の測色計を好適に用いることができる。

[0030] 次に、図 3～図 10 を参照し、第 1 実施形態における画像色推定方法について説明する。図 3 は、表示特性 P を取得する工程を示すフローチャートである。表示特性 P は、以下のような工程により作成される。まず、グラフィック処理部 20 は、画像データを生成する。次に、グラフィック処理部 20 は、生成した画像データである階調値  $T_1 (R, G, B)$  をディスプレイ 5 に入力し、ディスプレイ 5 において 1 色からなる画像を表示させる (S101)。

[0031] この階調値  $T_1 (R, G, B)$  としては、例えば階調値  $T_1 (R=255, G=0, B=0)$  がある。階調値は 0～255 (8ビット) の数値範囲で表されるが、0～1023 (10ビット) 等の他の数値範囲で表されてもよい。この画像が表示された状態において、ディスプレイ 5 の画面に測色計 9 のプローブ 9 a を当てて、画面上に表示された画像の測定信号値  $V_{T1} (X_s, Y_s, Z_s)$  を取得する (S102)。この測定信号値  $V_{T1} (X_s, Y_s, Z_s)$  は、測色計 9 から PC 3 に入力される。なお、プローブ 9 a を画面の複数個所に当てて測定信号値  $V_{T1} (X_s, Y_s, Z_s)$  の平均を算出してもよい。この測定信号値  $V_{T1} (X_s, Y_s, Z_s)$  は、下記式 (2) を用いて出力画像信号値  $SG_1 (R_s, G_s, B_s)$  に変換される (S103)。

[数2]

$$\begin{pmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{R255} & X_{G255} & X_{B255} \\ Y_{R255} & Y_{G255} & Y_{B255} \\ Z_{R255} & Z_{G255} & Z_{B255} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

[0032] 次に、グラフィック処理部20は、階調値T1(R, G, B)と、出力画像信号値SG1(Rs, Gs, Bs)とを関連付けてメモリ10に記憶させる(S104)。続いて、グラフィック処理部20は、ディスプレイ5に入力する画像データを変更して、S101からの処理を繰り返す。すなわち、グラフィック処理部20は、次の階調値T2(R, G, B)の画像データをディスプレイ5に出力し、ディスプレイ5に画像を表示させる(S101)。そして、上述した処理により、測定信号値VT2(Xs, Ys, Zs)を取得する(S102)。取得した測定信号値VT2(Xs, Ys, Zs)を出力画像信号値SG2(Rs, Gs, Bs)に変換する(S103)。そして、グラフィック処理部20は、階調値T2(R, G, B)と出力画像信号値SG2(Rs, Gs, Bs)とを関連付けてメモリ10に記憶させる(S104)。

[0033] 上述した処理を、階調値T1(R, G, B)～階調値Tn(R, G, B)について所定の回数であるn回繰り返す(S105)。上述した処理の繰り返しにより、ディスプレイ5における階調値Ti(R, G, B)(i=1～n)と、出力画像信号値SGi(Rs, Gs, Bs)との相関関係を示すカーブが得られる。そして、グラフィック処理部20は、得られた上記n組の相関関係を、表示特性PとしてHDD20に入力し、データベースファイルとして保存させる(S106)。

[0034] ここで、表示特性Pについて詳細に説明する。取得される表示特性Pには、第1の表示特性と、第2の表示特性がある。第1の表示特性は、階調値T(R, G, B)の可変成分と、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)の可変成分に対応する成分との関係を示す特性である。階調値T(R, G, B)の可変成分は、階調値T(R, G, B)うち、少なくとも1つの成分である。

[0035] この第1の表示特性には、階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $R_s$ との関係を示す第1の表示特性 $P1R$  (図4参照)がある。階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ は可変成分である。また、第1の表示特性には、階調値 $T(R, G, B)$ の $G$ と、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $G_s$ との関係を示す第1の表示特性 $P1G$  (図5参照)がある。階調値 $T(R, G, B)$ の $G$ は可変成分である。更に、第1の表示特性には、階調値 $T(R, G, B)$ の $B$ と、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $B_s$ との関係を示す第1の表示特性 $P1B$  (図6参照)がある。階調値 $T(R, G, B)$ の $B$ は可変成分である。

[0036] 第1の表示特性 $P1R$ は、図4に示されるように、階調値 $T(R, G, B)$ の成分 $R$ と、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $R_s$ との関係を表す。

階調値 $T(R, G, B)$ は、ディスプレイ5に入力される階調値である。出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ は、ディスプレイ5に表示される出力画像信号値である。この第1の表示特性 $P1R$ には、階調値 $T(R, G, B)$ と出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ との関係を示す、4つの入力条件下における特性が含まれている。すなわち、第1の表示特性 $P1R$ には、階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ を可変成分とし、 $G$ と $B$ とを不変成分とした場合の特性が含まれている(図4のD1参照)。階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ は0~255の範囲で変化される。また、第1の表示特性 $P1R$ には、階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と $G$ とを可変成分とし、 $B$ を不変成分とした場合の特性が含まれている(図4のD2参照)。

階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と $G$ とは0~255の範囲で変化される。また、第1の表示特性 $P1R$ には、階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と $B$ とを可変成分とし、 $G$ を不変成分とした場合の特性が含まれている(図4のD3参照)。階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と $B$ とは0~255の範囲で変化される。更に、第1の表示特性 $P1R$ には、階調値 $T(R, G, B)$ の $R$ と $G$ と $B$ とを可変成分とした場合の特性が含まれている(図4のD4参照)。階調値 $T$  (

R, G, B) のRとGとBとは0~255の範囲で変化される。

[0037] また、可変成分には、全て同じ値が入力される。例えば、図4のカーブD2は、階調値T(R, G, B)のRと、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)のRsとの関係を示す。階調値T(R, G, B)のRは、階調値T(R, G, B)がR=a、G=a、B=0(a=0~255)である画像データをディスプレイ5に入力した場合におけるaの値である。

[0038] 第1の表示特性P1Gは、図5に示されるように、階調値T(R, G, B)の成分Gと、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)の成分Gsとの関係を表す。階調値T(R, G, B)は、ディスプレイ5に入力される階調値である。出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)は、ディスプレイ5に表示される出力画像信号値である。この第1の表示特性P1Gには、階調値T(R, G, B)と出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)との関係を示す、4つの入力条件下における特性が含まれている。すなわち、第1の表示特性P1Gには、階調値T(R, G, B)のGを可変成分とし、RとBとを不変成分とした場合の特性が含まれている(図5のD5参照)。階調値T(R, G, B)のGは0~255の範囲で変化される。また、第1の表示特性P1Gには、階調値T(R, G, B)のGとBとを可変成分とし、Rを不変成分とした場合の特性が含まれている(図5のD6参照)。階調値T(R, G, B)のGとBとは0~255の範囲で変化される。また、第1の表示特性P1Gには、階調値T(R, G, B)のRとGとを可変成分とし、Bを不変成分とした場合の特性が含まれている(図5のD7参照)。階調値T(R, G, B)のRとGとは0~255の範囲で変化される。更に、第1の表示特性P1Gには、階調値T(R, G, B)のRとGとBとを可変成分とした場合の特性が含まれている(図5のD8参照)。階調値T(R, G, B)のRとGとBとは0~255の範囲で変化される。

[0039] また、可変成分には、全て同じ値が入力される。例えば、図5のカーブD6は、階調値T(R, G, B)のGと、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)のGsとの関係を示す。階調値T(R, G, B)のGは、階調値T(R, G, B)のGと、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)のGsとの関係を示す。階調値T(R, G, B)のGは、階調値T(R, G, B)のGと、出力画像信号値SG(Rs, Gs, Bs)のGsとの関係を示す。



R, G, B) が  $R=0$ 、 $G=a$ 、 $B=a$  ( $a=0\sim 255$ ) である画像データをディスプレイ 5 に入力した場合における  $a$  の値である。

[0040] 第 1 の表示特性 P 1 B は、図 6 に示されるように、階調値  $T(R, G, B)$  の成分 B と、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の成分  $B_s$  との関係を表す。階調値  $T(R, G, B)$  は、ディスプレイ 5 に入力される階調値である。出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  は、ディスプレイ 5 に表示される出力画像信号値である。この第 1 の表示特性 P 1 B には、階調値  $T(R, G, B)$  と出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  との関係を示す、4 つの入力条件下における特性が含まれている。すなわち、第 1 の表示特性 P 1 B には、階調値  $T(R, G, B)$  の B を可変成分とし、R と G とを不変成分とした場合の特性が含まれている (図 6 の D 9 参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の B は  $0\sim 255$  の範囲で変化される。また、第 1 の表示特性 P 1 B には、階調値  $T(R, G, B)$  の R と B とを可変成分とし、G を不変成分とした場合の特性が含まれている (図 6 の D 10 参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の R と B とは  $0\sim 255$  の範囲で変化される。また、第 1 の表示特性 P 1 B には、階調値  $T(R, G, B)$  の G と B とを可変成分とし、R を不変成分とした場合の特性が含まれている (図 6 の D 11 参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の G と B とは  $0\sim 255$  の範囲で変化される。更に、第 1 の表示特性 P 1 B には、階調値  $T(R, G, B)$  の R と G と B とを可変成分とした場合の特性が含まれている (図 6 の D 12 参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の R と G と B とは  $0\sim 255$  の範囲で変化される。

[0041] また、可変成分には、全て同じ値が入力される。例えば、図 6 のカーブ D 10 は、階調値  $T(R, G, B)$  の B と、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の  $B_s$  との関係を示す。階調値  $T(R, G, B)$  の B は、階調値  $T(R, G, B)$  が  $R=a$ 、 $G=0$ 、 $B=a$  ( $a=0\sim 255$ ) である画像データをディスプレイ 5 に入力した場合における  $a$  の値である。

[0042] なお、第 1 の表示特性 P 1 R, P 1 G, P 1 B を取得する場合の可変成分の範囲は、 $0\sim 255$  に設定しているが、この範囲は例示である。この可変

成分の範囲は、上述した0～255の範囲に限られず、他の範囲であっても良い。例えば、可変成分の範囲は、0～1023の範囲であってもよい。

[0043] また、第2の表示特性は、階調値 $T(R, G, B)$ の可変成分と、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の不変成分に対応する成分との関係を示す特性である。この特性は、階調値 $T(R, G, B)$ うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させて取得される。

[0044] この第2の表示特性には、例えば、階調値 $T(R, G, B)$ のGと出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $R_s$ との関係を示す第2の表示特性 $P2R$ がある(図7参照)。階調値 $T(R, G, B)$ のGは可変成分である。また、第2の表示特性には、階調値 $T(R, G, B)$ のBと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $G_s$ との関係を示す第2の表示特性 $P2G$ がある(図8参照)。階調値 $T(R, G, B)$ のBは可変成分である。更に、第2の表示特性には、階調値 $T(R, G, B)$ のRと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $B_s$ との関係を示す第2の表示特性 $P2B$ (図9参照)等がある。階調値 $T(R, G, B)$ のRは可変成分である。

[0045] 第2の表示特性 $P2R$ は、図7に示されるように、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Gと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $R_s$ との関係を表す(図7のD13参照)。階調値 $T(R, G, B)$ の成分Gは、階調値 $T(R, G, B)$ のRを128に固定し、Gを0～255に変化させ、Bを0に固定した場合における、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Gの値である。上述した入力条件では、階調値 $T(R, G, B)$ のRが128に固定されているために出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $R_s$ は、理想的には一定のはずである(図7のD15参照)。しかし、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値 $T(R, G, B)$ のRが一定であっても、Gの成分を変化させると、図7のD13に示されるように出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の $R_s$ が変化する。この理想的な特性を示すD15と、実際の特性を示すD13との差異は、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $R_s$ のオフセット値 $C_o$ (

$R_o, G_o, B_o$ ) の成分  $R_o$  に対応する。

[0046] 第2の表示特性  $P2G$  は、図8に示されるように、階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $B$  と、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の成分  $G_s$  との関係を表す(図8のD16参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $B$  は、階調値  $T(R, G, B)$  の  $R$  を0に固定し、 $G$  を128に固定し、 $B$  を0~255に変化させた場合における、階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $B$  の値である。加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値  $T(R, G, B)$  の  $G$  が一定であっても、 $B$  の成分を変化させると、図8のD16に示されるように出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の  $G_s$  が変化する。理想的な特性を示すD18と、実際の特性を示すD16との差異は、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の成分  $G_s$  のオフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  の成分  $G_o$  に対応する。

[0047] 第2の表示特性  $P2B$  は、図9に示されるように、階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $R$  と、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の成分  $B_s$  との関係を表す(図9のD19参照)。階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $R$  は、階調値  $T(R, G, B)$  の  $R$  を0~255に変化させ、 $G$  を0に固定し、 $B$  を128に固定した場合における階調値  $T(R, G, B)$  の成分  $R$  の値である。加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値  $T(R, G, B)$  の  $B$  が一定であっても、 $R$  の成分を変化させると、図9のD19に示されるように出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の  $B_s$  が変化する。理想的な特性を示すD21と、実際の特性を示すD19との差異は、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の成分  $B_s$  のオフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  の成分  $B_o$  に対応する。

[0048] なお、上述した第2の表示特性  $P2R, P2G, P2B$  は、第2の表示特性  $P2$  の一例である。階調値  $T(R, G, B)$  から選択される不変成分及び可変成分の組み合わせは、第2の表示特性  $P2R, P2G, P2B$  において示した組み合わせと異なる組み合わせであってもよい。また、上述した第2の表示特性  $P2R, P2G, P2B$  において固定値は128及び0であるが

、128及び0と異なる固定値であってもよい。

[0049] また、グラフィック処理部20は、第2の表示特性P2をHDD30に保存する際に、第2の表示特性P2に基づいて、係数 $\alpha$ 及び係数 $\beta$ を算出する。この係数 $\alpha$ 、 $\beta$ は、例えば、図7～図9に示されるような第2の表示特性P2の近似曲線を決定するための定数である。

[0050] 係数 $\alpha_1$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Gと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $R_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である(図7のD14参照)。係数 $\alpha_1$ は、近似曲線(D14)と、実際の表示特性(D13)との差異が小さくなるように設定される。係数 $\alpha_2$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Bと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $G_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である(図8のD17参照)。係数 $\alpha_2$ は、近似曲線(D17)と、実際の表示特性(D16)との差異が小さくなるように設定される。係数 $\alpha_3$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Rと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $B_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である(図9のD20参照)。係数 $\alpha_3$ は、近似曲線(D20)と、実際の表示特性(D19)との差異が小さくなるように設定される。また、係数 $\beta_1$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Bと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $R_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である。係数 $\beta_2$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Rと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $G_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である。係数 $\beta_3$ は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Gと、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の成分 $B_s$ との関係の近似曲線を設定するための定数である。

[0051] なお、このような第1の表示特性P1、第2の表示特性P2、係数 $\alpha$ 、及び係数 $\beta$ は、ディスプレイ5の導入直後に操作者が画像色推定装置1を用いて取得してもよいし、定期的を取得してもよい。また、作業を開始する前に毎回取得してもよい。また、上述した手法では、階調値 $T_1(R, G, B) \sim T_n(R, G, B)$ の1色から成る画像データを1つずつ順次ディスプレ

イ5に表示させている。他の方法として、例えば、階調値 $T_1(R, G, B) \sim T_n(R, G, B)$ の画像データを組み合わせたカラーチャートを1画面で表示させ、そのカラーチャート毎に測定信号値 $V_T(X_s, Y_s, Z_s)$ を測定し、表示特性 $P$ を取得してもよい。更に、第1の表示特性 $P_1$ 及び第2の表示特性 $P_2$ は、 $0 \sim 255$ の入力値により取得される測定値で表されてもよい。また、第1の表示特性 $P_1$ 及び第2の表示特性 $P_2$ は、 $0 \sim 255$ の入力値のうち所定の条件のみ入力して取得した測定値を基に作成した近似関数で表されてもよい。

[0052] 次に、メモリ10に保存された画像データがディスプレイ5に表示された場合の画像色を推定する方法を説明する。ここでは、ディスプレイ5に入力される画像データの階調値 $T(R, G, B)$ を $(R_t, G_t, B_t)$ とする。図10は、画像色の推定方法の工程を示すフローチャートである。

[0053] <第1の算出ステップ>

まず、出力画像信号値 $S_G(R_s, G_s, B_s)$ を算出する(S121)。出力画像信号値 $S_G(R_s, G_s, B_s)$ は、階調値 $T(R_t, G_t, B_t)$ に対応する。この処理は、信号値算出部41(図2参照)により実行される。まず、 $R_t$ に対応する $R_s$ を算出する。ここで、 $R_s$ は赤色のみを $R_t$ の値で点灯させた場合の出力画像信号値 $S_G$ の成分である。赤色に関する第1の表示特性 $P_{1R}$ であるカーブD1が参照される。次に、カーブD1上で、 $R_t$ の値に関連付けられた $R_s$ が検索される。

[0054] 次に、 $G_t$ に対応する $G_s$ を算出する。ここで、 $G_s$ は緑色のみを $G_t$ の値で点灯させた場合の出力画像信号値 $S_G$ の成分である。緑色に関する第1の表示特性 $P_{1G}$ であるカーブD5が参照される。次に、カーブD5上で、 $G_t$ の値に関連付けられた $G_s$ が検索される。

[0055] 次に、 $B_t$ に対応する $B_s$ を算出する。ここで、 $B_s$ は青色のみを $B_t$ の値で点灯させた場合の出力画像信号値 $S_G$ の成分である。青色に関する第1の表示特性 $P_{1B}$ であるカーブD7が参照される。次に、カーブD9上で、 $B_t$ の値に関連付けられた $B_s$ が検索される。

## [0056] &lt;第2の算出ステップ&gt;

続いて、階調値  $T(R_t, G_t, B_t)$  を基に、オフセット値算出部42は、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  を算出する(S122)。この処理は、オフセット値算出部42(図2参照)により実行される。このオフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  は下記式(3)により算出される。ここで、 $\Delta C_s$ 、 $\Delta C'_s$  は、階調値  $T(R_t, G_t, B_t)$  の関数である。 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  は階調値  $T(R_t, G_t, B_t)$  から選択される階調値  $T$  の成分である。すなわち、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  は、階調値  $T(R_t, G_t, B_t)$  の関数で表現される値として算出される。

[数3]

$$C_o = \Delta C_s \cdot \left(\frac{C_2}{C_1}\right)^\alpha + \Delta C'_s \cdot \left(\frac{C_3}{C_1}\right)^\beta \quad \dots (3)$$

[0057] 詳細には、オフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  を算出する場合、上記式(3)は、下記式(4)のように表される。また、式(4)中の  $\Delta R_s$ 、 $\Delta R'_s$  は下記式(5)より表される。下記式(5)の  $\Delta R_s$  は、 $R$  を不変成分である第1の成分とし、 $G$  を可変成分である第2の成分とした場合の値である。また、下記式(5)の  $\Delta R'_s$  は、 $R$  を不変成分である第1の成分とし、 $B$  を可変成分である第3の成分とした場合の数値である。

[数4]

$$R_o(R_t, G_t, B_t) = \Delta R_s(R_t) \cdot \left(\frac{G_t}{R_t}\right)^{\alpha_1} + \Delta R'_s(R_t) \cdot \left(\frac{B_t}{R_t}\right)^{\beta_1} \quad \dots (4)$$

[数5]

$$\begin{aligned} \Delta R_s(R_t) &= R_s.rg0(R_t) - R_s.r00(R_t) \quad \dots (5) \\ \Delta R'_s(R_t) &= R_s.rgb(R_t) - R_s.rg0(R_t) \end{aligned}$$

[0058] 上記式(5)における  $R_s.rg0(R_t)$  は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値  $S_G$  の成分  $R_s$  である。この画像データは、 $R$  と  $G$  とが  $R_t$  の値であり、 $B$  がゼロである。ここでは、赤色に関する表示特性  $P$  のうち、 $R$  と  $G$  とを可変成分とした表示特性を示すカーブ  $D_2$  (図4参照) が参照される。次に、カーブ  $D_2$  上において

、 $R_t$ の値に関連付けられた $R_s, r_{g0}(R_t)$ が検索される。

[0059] また、 $R_s, r_{00}(R_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値SGの成分である。この画像データは、 $R$ が $R_t$ の値である。ここでは、赤色に関する表示特性Pのうち、 $R$ を可変成分とした表示特性を示すカーブD1（図4参照）が参照される。次に、カーブD1上において、 $R_t$ の値に関連付けられた $R_s, r_{00}(R_t)$ が検索される。そして、 $R_s, r_{g0}(R_t)$ から $R_s, r_{00}(R_t)$ を減算することにより、 $\Delta R_s(R_t)$ が算出される。上述したように、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値 $T(R, G, B)$ の成分 $R$ が一定であっても、他の色の成分 $G$ を点灯させることにより、出力画像信号値SG( $R_s, G_s, B_s$ )の成分 $R_s$ は変化する。すなわち、 $\Delta R_s(R_t)$ は、赤成分と緑成分とを同時に、同じ $R_t$ の値で点灯させたことにより発生する赤成分の信号値 $R_s$ のずれを示す（図4のW1参照）。

[0060] 上記式(5)における $R_s, r_{gb}(R_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値SGの成分である。この画像データは、 $R$ と $G$ と $B$ とが $R_t$ の値である。赤色に関する表示特性Pのうち、 $R$ と $G$ と $B$ とを可変成分とした表示特性を示すカーブD4（図4参照）が参照される。次に、カーブD4上において、 $R_t$ の値に関連付けられた $R_s, r_{gb}(R_t)$ が検索される。

[0061] 次に、 $R_s, r_{g0}(R_t)$ は、上述した処理と同様の処理により得られる。そして、 $R_s, r_{gb}(R_t)$ から $R_s, r_{g0}(R_t)$ を減算することにより、 $\Delta R'_s(R_t)$ が算出される。 $\Delta R'_s(R_t)$ は、赤成分と青成分を同時に、同じ $R_t$ の値で点灯させたことにより発生する赤成分の信号値 $R_s$ のずれを示す。しかし、図4に示されるように、赤成分と青成分とを同時に点灯させても、赤成分の信号値 $R_s$ のずれは発生しない（図4のW2参照）。従って、 $\Delta R'_s$ は0である。そして、係数 $\alpha_1$ が参照される。これにより、上記式(4)の全ての変数が決定された後に、 $R_o$ が算出され

る。

[0062] 続いて、 $G_0$ を算出する。 $G_0$ を算出する場合、上記式(3)は、下記式(6)のように表される。また、 $\Delta G_s$ 、 $\Delta G'_s$ は下記式(7)により表される。下記式(7)の $\Delta G_s$ は、 $G$ を不変成分である第1の成分とし、 $B$ を可変成分である第2の成分とした場合の値である。また、下記式(5)の $\Delta G'_s$ は、 $G$ を不変成分である第1の成分とし、 $R$ を可変成分である第3の成分とした場合の数値である。

[数6]

$$G_0(R_t, G_t, B_t) = \Delta G_s(G_t) \cdot \left(\frac{B_t}{G_t}\right)^{\alpha_2} + \Delta G'_s(G_t) \cdot \left(\frac{R_t}{G_t}\right)^{\beta_2} \quad \dots (6)$$

[数7]

$$\begin{aligned} \Delta G_s(G_t) &= G_s.0gb(G_t) - G_s.0g0(G_t) \quad \dots (7) \\ \Delta G'_s(G_t) &= G_s.rgb(G_t) - G_s.0gb(G_t) \end{aligned}$$

[0063] 上記式(7)における $G_s.0gb(G_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値 $S_G$ の成分 $G_s$ である。この画像データは、 $G$ と $B$ とが $G_t$ の値であり、 $R$ がゼロである。ここでは、緑色に関する表示特性 $P$ (図5参照)のうち、 $G$ と $B$ とを可変成分とした表示特性を示すカーブ $D_6$ が参照される。

[0064] 次に、カーブ $D_6$ 上において、 $G_t$ の値に関連付けられた $G_s.0gb(G_t)$ が検索される。次に、 $G_s.0g0(G_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値 $S_G$ の成分である。この画像データは、 $G$ が $G_t$ の値であり、 $R$ と $B$ とが0である。緑色に関する表示特性 $P$ (図5参照)のうち、 $G$ を可変成分とした表示特性を示すカーブ $D_5$ が参照される。次に、カーブ $D_5$ 上において、 $G_t$ の値に関連付けられた $G_s.0g0(G_t)$ が検索される。そして、 $G_s.0gb(G_t)$ から $G_s.0g0(G_t)$ を減算することにより、 $\Delta G_s(G_t)$ が算出される。上述したように、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値 $T(R, G, B)$ の成分 $G$ が一定であっても、他の色の成分 $B$ を点灯させることにより、出力画像信号値 $S_G$ (



$R_s, G_s, B_s$  の成分  $G_s$  は変化する。すなわち、 $\Delta G_s (G_t)$  は、緑成分と青成分とを同時に、同じ  $G_t$  の値で点灯させたことにより発生する緑成分  $G_s$  のずれを示す（図5のW3参照）。

[0065] 上記式（7）における、 $G_s, r_{gb} (G_t)$  は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値  $S_G$  の成分である。この画像データは、 $R$ と $G$ と $B$ とが $G_t$ の値である。緑色に関する表示特性  $P$ （図5参照）のうち、 $R$ と $G$ と $B$ とを可変成分とした表示特性を示すカーブ  $D_8$  が参照される。次に、カーブ  $D_8$  上において、 $G_t$  の値に関連付けられた  $G_s, r_{gb} (G_t)$  が検索される。

[0066] 次に、 $G_s, 0_{gb} (G_t)$  は、上述した処理と同様の処理により得られる。そして、 $G_s, r_{gb} (G_t)$  から  $G_s, 0_{gb} (G_t)$  を減算することにより、 $\Delta G'_s (G_t)$  が算出される。 $\Delta G'_s (G_t)$  は、緑成分と赤成分とを同時に、同じ  $G_t$  の値で点灯させたことにより発生する緑成分  $G_s$  のずれを示す。しかし、図5に示されるように、緑成分と赤成分とを同時に点灯させても、緑成分  $G_s$  のずれは発生しない（図5のW4参照）。従って、 $\Delta G'_s$  は0である。そして、係数  $\alpha_2$  が参照される。これにより、上記式（6）の全ての変数が決定されたため、 $G_0$  が算出される。

[0067] 続いて、 $B_0$  を算出する。 $B_0$  を算出する場合、上記式（3）は、下記式（8）のように表される。 $\Delta B_s$  及び  $\Delta B'_s$  は下記式（9）により表される。下記式（9）の  $\Delta B_s$  は、 $B$  を不変成分である第1の成分とし、 $R$  を可変成分である第2の成分とした場合の値である。また、下記式（5）の  $\Delta B'_s$  は、 $B$  を不変成分である第1の成分とし、 $G$  を可変成分である第3の成分とした場合の数値である。

[数8]

$$B_0(R_t, G_t, B_t) = \Delta B_s(B_t) \left( \frac{R_t}{B_t} \right)^{\alpha_3} + \Delta B'_s(B_t) \left( \frac{G_t}{B_t} \right)^{\beta_3} \quad \dots (8)$$

[数9]

$$\begin{aligned} \Delta B_s(B_t) &= B_s.r_{0b}(B_t) - B_s.0_{0b}(B_t) \quad \dots (9) \\ \Delta B'_s(B_t) &= B_s.r_{gb}(B_t) - B_s.r_{0b}(B_t) \end{aligned}$$

[0068] 上記式(9)における $B_{s, r0b}(B_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値SGの成分 $B_s$ である。この画像データは、RとBとが $B_t$ の値であり、Gがゼロである。ここでは、青色に関する表示特性P(図6参照)のうち、RとBとを可変成分とした表示特性を示すカーブD10が参照される。

[0069] 次に、カーブD10上において、 $B_t$ の値に関連付けられた $B_{s, r0b}(B_t)$ が検索される。次に、 $B_{s, 00b}(B_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値SGの成分である。この画像データは、Bが $B_t$ の値であり、RとGとがゼロである。青色に関する表示特性P(図6参照)のうち、Bを可変成分とした表示特性を示すカーブD9が参照される。次に、カーブD9上において、 $B_t$ の値に関連付けられた $B_{s, 00b}(B_t)$ が検索される。そして、 $B_{s, r0b}(B_t)$ から $B_{s, 00b}(B_t)$ を減算することにより、 $\Delta B_s(B_t)$ が算出される。上述したように、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイ5においては、階調値 $T(R, G, B)$ の成分Bが一定であっても、他の色の成分Rを点灯させることにより、出力画像信号値SG( $R_s, G_s, B_s$ )の成分 $B_s$ は変化する。すなわち、 $\Delta B_s(B_t)$ は、青成分と赤成分とを同時に、成分 $B_t$ の値で点灯させたことにより発生する青成分の信号値 $B_s$ のずれを示す(図6のW5参照)。

[0070] 上記式(9)における $B_{s, rgb}(B_t)$ は、画像データをディスプレイ5に入力したときに表示される画像の出力画像信号値SGの成分である。この画像データは、RとGとBとが $B_t$ の値である。青色に関する第2の表示特性 $P_{2B}$ (図6参照)のうち、RとGとBとを可変成分とした表示特性を示すカーブD12が参照される。

[0071] 次に、カーブD12上において、 $B_t$ の値に関連付けられた $B_{s, rgb}(B_t)$ が検索される。 $B_{s, r0b}(B_t)$ は、上述した処理と同様の処理により得られる。そして、 $B_{s, rgb}(B_t)$ から $G_{s, r0b}(B_t)$ を減算することにより、 $\Delta B'_s(B_t)$ が算出される。 $\Delta B'_s(B_t)$

)は、青成分と緑成分とを同時に、同じ値で点灯させたことにより発生する青成分 $B_s$ のずれを示す。しかし、図6に示されるように、青成分と緑成分とを同時に点灯させても、青成分 $B_s$ のずれは発生しない(図6のW6参照)。従って、 $\Delta B'_s$ は0である。そして、係数 $\alpha_3$ が参照される。これにより、式(8)の全ての変数が決定されたため、 $B_o$ が算出される。

[0072] なお、工程S122では、式(1)に基づいてオフセット値 $C_o$ ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ )を算出したが、この方法に限定されることはない。例えば、図7~図9に示された測定値 $D_{13}$ ,  $D_{16}$ ,  $D_{19}$ を回帰曲線で近似して、該回帰曲線からオフセット値 $C_o$ ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ )を算出してもよい。この場合の近似式は上記式(1)とは異なる。このような方法によれば、ディスプレイ5に表示された画像色を更に精度よく推定することができる。例えば、回帰曲線を用いて推定された画像色の色差は、式(1)を用いて推定された画像色の色差の $1/4 \sim 1/5$ 程度である。

[0073] <第3の算出ステップ>

続いて、信号値補正部43は、出力画像信号の補正值(補正信号値 $SC$ ( $R_c$ ,  $G_c$ ,  $B_c$ ))を算出する(S123)。補正信号値 $SC$ ( $R_c$ ,  $G_c$ ,  $B_c$ )は、第1の算出ステップで算出された出力画像信号値 $SG$ ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )と、第2の算出ステップで算出されたオフセット値 $C_o$ ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ )とを基に算出される。この処理は、信号値補正部43(図2参照)により実行される。補正信号値 $SC$ ( $R_c$ ,  $G_c$ ,  $B_c$ )は、下記式(10)により算出される。

[数10]

$$\begin{aligned} R_c &= R_s + R_o \\ G_c &= G_s + G_o \\ B_c &= B_s + B_o \end{aligned} \quad \dots (10)$$

[0074] ここで、 $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ は、信号値算出部41において算出された出力画像信号値 $SG$ ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )の各成分に対応する。また、 $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ は、オフセット値算出部42において算出されたオフセット値 $C_o$ ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ )の各成分に対応する。出力画像信号値 $SG$ の各成分と

、オフセット値 $C_o$ の各成分を加算することにより、補正信号値 $SC(R_c, G_c, B_c)$ が算出される。

[0075] <第4の算出ステップ>

続いて、補正信号値 $SC(R_c, G_c, B_c)$ を、補正信号値 $ST(X_c, Y_c, Z_c)$ に変換する(5124)。補正信号値 $ST(X_c, Y_c, Z_c)$ は、デバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値である。この処理は、信号値変換部44(図2参照)により実行される。変換には、下記式(11)が用いられる。ここで、 $M$ は変換行列であり、下記式(12)により示される。この行列の要素は、階調値 $T(R, G, B)$ の成分が全て最高輝度( $R=255, G=255, B=255$ )であるときの三刺激値(XYZ)である。上述の手順により、メモリ10に保存された画像データがディスプレイ5に表示された場合の画像色が推定される。

[数11]

$$\begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} = (M) \begin{pmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{pmatrix} \quad \dots (11)$$

[数12]

$$(M) = \begin{pmatrix} X_{R255} & X_{G255} & X_{B255} \\ Y_{R255} & Y_{G255} & Y_{B255} \\ Z_{R255} & Z_{G255} & Z_{B255} \end{pmatrix} \quad \dots (12)$$

[0076] 以上説明したような第1実施形態による画像色推定方法では、画像色推定部40により、以下の処理が行われる。まず、信号値算出部41により、第1の表示特性 $P_1$ 、及び階調値 $T(R, G, B)$ に基づいて、RGB表色系の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ が算出される。次に、オフセット値算出部42により、第1の表示特性 $P_1$ 、第2の表示特性 $P_2$ 、及び階調値 $T(R, G, B)$ に基づいて、出力画像信号値 $SG$ の成分( $R_s, G_s, B_s$ )のそれぞれに対応するオフセット値 $C_o(R_o, G_o, B_o)$ を算出が算出される。次に、信号値補正部43により、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ にオフセット値 $C_o(R_o, G_o, B_o)$ を加えることに

より、RGB表色系の補正信号値 $SC(R_c, G_c, B_c)$ が算出される。そして、信号値変換部44により、補正信号値 $SC(R_c, G_c, B_c)$ が、変換行列 $M$ を用いて、XYZ表色系の補正信号値 $ST(X_c, Y_c, Z_c)$ に変換される。第1実施形態では、画像色の各成分を、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ と、オフセット値 $Co(R_o, G_o, B_o)$ との和として表現している。

[0077] 第1実施形態に係る画像色推定方法では、画像色の各成分を、出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ と、オフセット値 $Co(R_o, G_o, B_o)$ との和として表現している。加法混色が成立せず、カラートラックが発生するディスプレイでは、RGBの各成分を同時に点灯させた場合の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ と、RGBの各成分を個々に点灯させて出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ を合成した値とは、相違する。第1実施形態の画像推定装置では、この相違する量を、オフセット値 $Co$ として第1の表示特性、第2の表示特性、及び階調値 $T(R, G, B)$ に基づいて算出し、そのオフセット値 $Co$ を用いて出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ を補正することが可能である。従って、加法混色が成立せず、カラートラックが発生するディスプレイであっても、ディスプレイに入力される階調値 $T(R, G, B)$ を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

[0078] また、第1実施形態による画像色推定方法では、第1の成分のみを点灯させた場合の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の第1の成分に相当する成分と、第1の成分と第2の成分とを点灯させた場合の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の第1の成分に相当する成分と、の差異を、上記式(1)の第1項により算出することができる。更に、第1の成分のみを点灯させた場合の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の第1の成分に相当する成分と、第1の成分と第3の成分とを点灯させた場合の出力画像信号値 $SG(R_s, G_s, B_s)$ の第1の成分に相当する成分と、の差異を、上記式(1)の第2項により算出することができる。従って、加法混色が成立せ

ず、カラートラッキングが発生するディスプレイであっても、ディスプレイに入力される階調値  $T(R, G, B)$  を基に、ディスプレイに表示される画像色を精度よく推定することができる。

[0079] また、第1実施形態による画像色推定方法では、必要なデータ量を削減しつつ、所望の推定精度を得ることができる。所望の推定精度とは、例えば色差が1以下である。すなわち、第1実施形態による画像色推定方法では、近似式(式(3)～式(9))を用いてオフセット値  $C_o(R_o, G_o, B_o)$  を算出する。この近似式は、図4～図9に示された6つのグラフに加え、RGBの各成分を全て同じ階調でディスプレイ5を点灯させたときのデータから得られる3つのグラフを加えた合計9つのグラフを基にして得られる。すなわち、この近似式は、第1の値と、第2の値と、第3の値とを基にして得られる。ここで、第1の値とは、RGB信号のうち2つの階調値が等しくかつ一定値(ゼロでもよい)であり、RGB信号のうち1つの階調値がゼロから最大値まで変化するときにおける3種の階調値の組み合わせに対する表示色の値である。第2の値とは、RGB信号のうち1つの階調値が一定値(ゼロでもよい)であり、RGB信号のうち2つの階調値がゼロから最大値まで変化するときにおける3種の階調値の組み合わせに対する表示色の値である。第3の値とは、RGB信号の3つの階調値が等しくかつゼロから最大値まで変化するときにおける表示色の値である。

[0080] <第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態と、上述した第1実施形態とで異なる点は、第4のステップにおいて、補正信号値  $SC(R_c, G_c, B_c)$  に対して、XYZ表色系の補正信号値  $ST(X_c, Y_c, Z_c)$  に変換すると共に、ゼロバイアス値の補正を行う点である。

[0081] 液晶ディスプレイのような画像表示装置では、各色の成分が全てゼロの階調値  $T(R, G, B)$  を入力して画面上の画像色を測定した場合、出力画像信号値  $SG(R_s, G_s, B_s)$  の各成分はゼロにならない。すなわち、画面上の画像色を測定すると、所定の測定信号値  $VT(X_k, Y_k, Z_k)$  が

得られる。これをゼロバイアス値と呼ぶことにする。図 11 は、第 2 実施形態に係る画像色推定方法に用いられる情報処理装置 1 A の構成の一例を示す。図 11 に示される情報処理装置 1 A は、図 2 に示される第 1 実施形態の情報処理装置 1 の構成に加え、更に HDD 20 にゼロバイアス値を補正するための補正行列 L を格納している。

[0082] 次に、第 2 実施形態に係る画像色推定方法を説明する。第 2 実施形態に係る画像色推定方法は、図 10 に示される第 1 の算出ステップ (S 121) から第 3 の算出ステップ (S 123) までの処理は、上述した第 1 実施形態の画像処理方法と同様である。まず、補正行列 L を作成する。グラフィック処理部 20 は、画像データを、ディスプレイ 5 に出力する。この画像データは、階調値 T (R, G, B) の各成分が全てゼロである。次に、ディスプレイ 5 の画面に測色計 9 のプローブ 9 a を当てて、測定信号値 V T (X k, Y k, Z k) を取得する。この測定値は、測色計 9 から PC 3 に入力される。この三刺激値の各成分が、補正行列 L の各成分に対応する。すなわち、測定信号値 V T (X k, Y k, Z k) の場合、補正行列 L は、下記式 (13) である。

[数13]

$$(L) = \begin{pmatrix} Xk \\ Yk \\ Zk \end{pmatrix} \cdots (13)$$

[0083] <第 4 の算出ステップ>

次に、補正信号値 S C (R c, G c, B c) を X Y Z 値に変換する処理と併せて、ゼロバイアス値の補正を行う。この処理は、信号値変換部 44 (図 11 参照) により実行される。変換には、下記式 (14) が用いられる。ここで、M c はゼロバイアス値の補正成分を含んだ変換行列である。M c は下記式 (15) により示される。この行列の要素は、出力画像信号値 (X Y Z) から、補正行列 L の各成分を減算したものである。この出力画像信号値 (X Y Z) は、階調値 T (R, G, B) の成分が全て最高輝度 (R = 255、G = 255、B = 255) である。上述の手順により、ゼロバイアス補正が

なされた画像色が算出される。

[数14]

$$\begin{pmatrix} Xc \\ Yc \\ Zc \end{pmatrix} = (Mc) \begin{pmatrix} Rc \\ Gc \\ Bc \end{pmatrix} + (L) \quad \cdots (14)$$

[数15]

$$(Mc) = \begin{pmatrix} X_{R255} - Xk & X_{G255} - Xk & X_{B255} - Xk \\ Y_{R255} - Yk & Y_{G255} - Yk & Y_{B255} - Yk \\ Z_{R255} - Zk & Z_{G255} - Zk & Z_{B255} - Zk \end{pmatrix} \quad \cdots (15)$$

[0084] 第2実施形態の画像色推定方法では、表示画像の正確な補正信号値ST (Xc, Yc, Zc) が得られる。従って、ゼロバイアス値の補正を含んでい  
ること、ディスプレイ5に表示される画像色を更に精度良く推定することが  
できる。

[0085] <実施例1>

次に、所定の画像データ (R, G, B) から本実施形態に係る方法を用いて推定した画像色と、画像データ (R, G, B) をディスプレイ5に出力し、実際に表示された画像色との色差を確認した。また、所定の画像データ (R, G, B) から比較例に係る方法を用いて推定した画像色と、実際に表示された画像色との色差を確認した。比較例に係る方法として、SMMを用いて推定する方法を選択した。このSMMは、ICCプロファイルにおいて標準的に使用されている。また、評価にはそれぞれ異なる4台の液晶ディスプレイを用いた。この液晶ディスプレイ5のガンマ値は2.2である。また、測色計9は、TOPCONSR-3AL1を用いた。なお、ガンマ値とは、画像データの階調値T (R, G, B) の応答特性を示す数値をいう。画像表示装置では、入力値と出力値の関係は一次関数でなく、指数関数に近似した関係であることが多い。この指数関数におけるべき乗の指数をガンマ値という。

[0086] まず、情報処理装置1を暗室に設置し、機器を安定させるために電源を投入後、約1時間放置した。次に、液晶ディスプレイ5に色標を全画面表示し



、測色計9を用いて液晶ディスプレイ5の中心における出力画像信号値( $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$ )を測定した。なお、取得したデータはsRGB色域内の35937色である。測定された出力画像信号値( $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$ )は、上記式(2)を用いてRGB表色系の出力画像信号値SG( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )に変換した。

[0087] 次に、本実施形態に係る方法により、RGB表色系の出力画像信号値SG( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )を算出した。また、比較例に係る方法により、RGB表色系の出力画像信号値D( $R_p$ ,  $G_p$ ,  $B_p$ )を算出した。次に、測色計9により取得した出力画像信号値SG( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )と、本実施形態に係る方法により算出した出力画像信号値SG( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )との色差を算出した。また、測色計9により取得した出力画像信号値SG( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ )と、比較例に係る方法により算出した出力画像信号値D( $R_p$ ,  $G_p$ ,  $B_p$ )との色差を算出した。

[0088] 図12(a)~(d)は、それぞれの液晶ディスプレイにおける比較の結果を示す。図12(a)はディスプレイAの結果を示す。図12(b)はディスプレイBの結果を示す。図12(c)はディスプレイCの結果を示す。図12(d)はディスプレイDの結果を示す。図12(a)を参照すると、比較例に係る方法を用いた場合は色差の平均値が4.80であった。一方、本実施形態に係る方法を用いた場合は色差の平均値が0.63であった。また、比較例に係る方法を用いた場合は色差の最大値が9.99であった。一方、本実施形態に係る方法を用いた場合は色差の最大値が1.47であった。更に、比較例に係る方法を用いた場合は色差の標準偏差が1.83であり、本実施形態に係る方法を用いた場合は色差の標準偏差が0.26であった。この結果により、本実施形態に係る方法は、比較例に係る方法よりもディスプレイの画像色を精度良く推定できることがわかった。

[0089] 上記したディスプレイAに関する結果と同様に、他のディスプレイB、C、Dについても、比較例に係る方法により得た推定値よりも、本実施形態に係る方法により得た推定値が、色差の平均値、最大値、及び標準偏差の全て

において良好な値を示した。また、本実施形態に係る方法により推定した画像色と、実際にディスプレイに表示された画像色との色差の平均は、1.0以下であることがわかった。従って、本実施形態に係る方法は、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイに表示されている画像色を精度良く推定できることがわかった。

### 産業上の利用可能性

[0090] 本発明による画像色推定方法、画像色推定装置、及び画像色推定プログラムによれば、加法混色が成立せず、カラートラッキングが発生するディスプレイに表示される画像の画像色を精度良く推定できる。

### 符号の説明

[0091] 1…情報処理装置、3…パーソナルコンピュータ、5…ディスプレイ、7…プリンタ、9…測色計、9a…プローブ、10…メモリ、20…グラフィック処理部、30…ハードディスクドライブ、40…画像色推定部、41…信号値算出部、42…オフセット値算出部、43…信号値補正部、44…信号値変換部、D1～D21…カーブ、P…表示特性、P1…第1の表示特性、P2…第2の表示特性、 $\alpha$ 、 $\beta$ …係数、M、Mc…変換行列、L…補正行列。

## 請求の範囲

[請求項1] ディスプレイに入力されるRGB表色系の階調値 ( $R, G, B$ ) から、前記ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値 ( $XYZ$ ) を推定する画像色推定方法であって、

第1の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G, B$ ) に基づいて、RGB表色系の信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) を算出する第1の算出ステップと、

前記第1の表示特性、第2の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G, B$ ) に基づいて、前記信号値の成分 ( $R_s, G_s, B_s$ ) のそれぞれに対応するオフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を算出する第2の算出ステップと、

前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) に前記オフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を加えることにより、RGB表色系の補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を算出する第3の算出ステップと、

前記補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を、変換行列を用いて、前記信号値 ( $X_c, Y_c, Z_c$ ) に変換する第4の算出ステップと、を含み、

前記第1の表示特性は、前記階調値 ( $R, G, B$ ) うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、前記階調値 ( $R, G, B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の前記可変成分に対応する成分との関係であり、

前記第2の表示特性は、前記階調値 ( $R, G, B$ ) うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、前記階調値 ( $R, G, B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の前記不変成分に対応する成分との関係である、画像色推定方法。

[請求項2] 前記オフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) は、前記階調値 ( $R, G,$

B) の関数である、請求項 1 に記載の画像色推定方法。

[請求項3] 前記オフセット値 (R<sub>o</sub>, G<sub>o</sub>, B<sub>o</sub>) は、下記式 (1) ;

[数1]

$$C_o = \Delta C_s \cdot \left(\frac{C_2}{C_1}\right)^\alpha + \Delta C'_s \cdot \left(\frac{C_3}{C_1}\right)^\beta \cdots (1)$$

C<sub>1</sub> は階調値 (R, G, B) の成分から選択される第 1 の成分、

C<sub>2</sub> は階調値 (R, G, B) の成分から選択される第 1 の成分とは別の第 2 の成分、

C<sub>3</sub> は階調値 (R, G, B) の成分から選択される第 1 の成分及び第 2 の成分とは別の第 3 の成分、

ΔC<sub>s</sub> は前記第 1 の成分を前記不変成分とし、前記第 2 の成分を前記可変成分としたときの一の前記第 1 の表示特性に基づいて算出される数値、

ΔC'<sub>s</sub> は前記第 1 の成分を前記不変成分とし、前記第 3 の成分を前記可変成分としたときの他の前記第 1 の表示特性に基づいて算出される数値、

α は一の前記第 2 の表示特性を近似する近似関数の係数、

β は他の前記第 2 の表示特性を近似する近似関数の係数、に示す関数である、請求項 2 に記載の画像色推定方法。

[請求項4] 前記第 4 のステップでは、更にゼロバイアス値を用いた補正を含み、

前記ゼロバイアス値は、各成分がゼロである前記階調値 (R, G, B) を前記ディスプレイに入力した場合に、前記ディスプレイに表示される XYZ 表色系の信号値 (X<sub>k</sub>, Y<sub>k</sub>, Z<sub>k</sub>) である、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の画像色推定方法。

[請求項5] ディスプレイに入力される RGB 表色系の階調値 (R, G, B) から、前記ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表す XYZ 表色系の信号値 (XYZ) を推定する画像色推定装置であって、

第1の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G, B$ ) に基づいて、RGB表色系の信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) を算出する信号値算出部と、

前記第1の表示特性、第2の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G, B$ ) に基づいて、前記信号値の成分 ( $R_s, G_s, B_s$ ) のそれぞれに対応するオフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を算出するオフセット値算出部と、

前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) に前記オフセット値 ( $R_o, G_o, B_o$ ) を加えることにより、RGB表色系の補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を算出する信号値補正部と、

前記補正信号値 ( $R_c, G_c, B_c$ ) を、変換行列を用いて、前記信号値 ( $X_c, Y_c, Z_c$ ) に変換する信号値変換部と、を含み、

前記第1の表示特性は、前記階調値 ( $R, G, B$ ) うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、前記階調値 ( $R, G, B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の前記可変成分に対応する成分との関係であり、

前記第2の表示特性は、前記階調値 ( $R, G, B$ ) うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、前記階調値 ( $R, G, B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) の前記不変成分に対応する成分との関係である、画像色推定装置。

[請求項6]

ディスプレイに入力されるRGB表色系の階調値 ( $R, G, B$ ) から、前記ディスプレイに表示される画像のデバイス非依存の色を表すXYZ表色系の信号値 ( $X, Y, Z$ ) を推定する画像色推定プログラムであって、

コンピュータを、

第1の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G, B$ ) に基づいて、RGB表色系の信号値 ( $R_s, G_s, B_s$ ) を算出する信号値算出部と、

前記第1の表示特性、第2の表示特性、及び前記階調値 ( $R, G,$

B)に基づいて、前記信号値の成分 ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ ) のそれぞれに対応するオフセット値 ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ ) を算出するオフセット値算出部と、

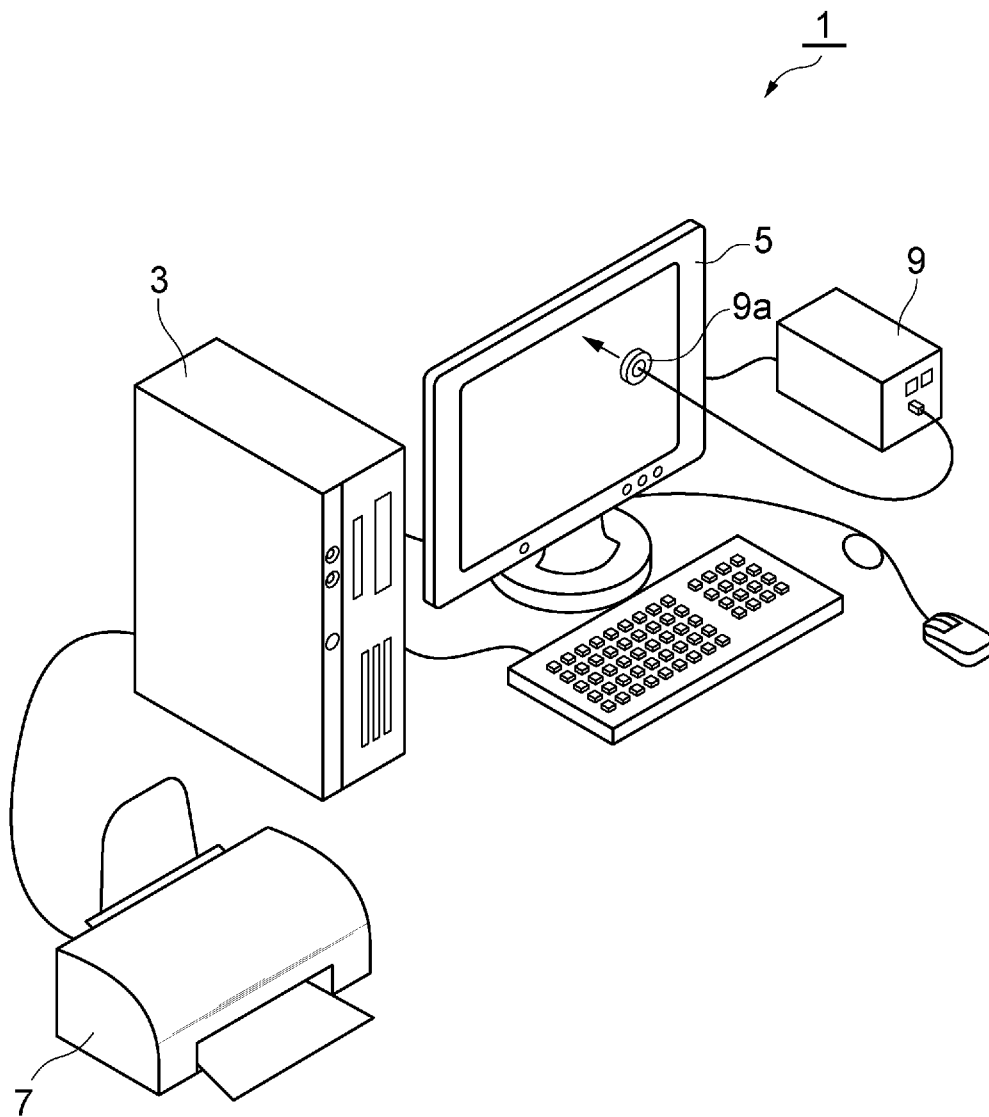
前記信号値 ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ ) に前記オフセット値 ( $R_o$ ,  $G_o$ ,  $B_o$ ) を加えることにより、RGB表色系の補正信号値 ( $R_c$ ,  $G_c$ ,  $B_c$ ) を算出する信号値補正部と、

前記補正信号値 ( $R_c$ ,  $G_c$ ,  $B_c$ ) を、変換行列を用いて、前記信号値 ( $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ ) に変換する信号値変換部として機能させ、

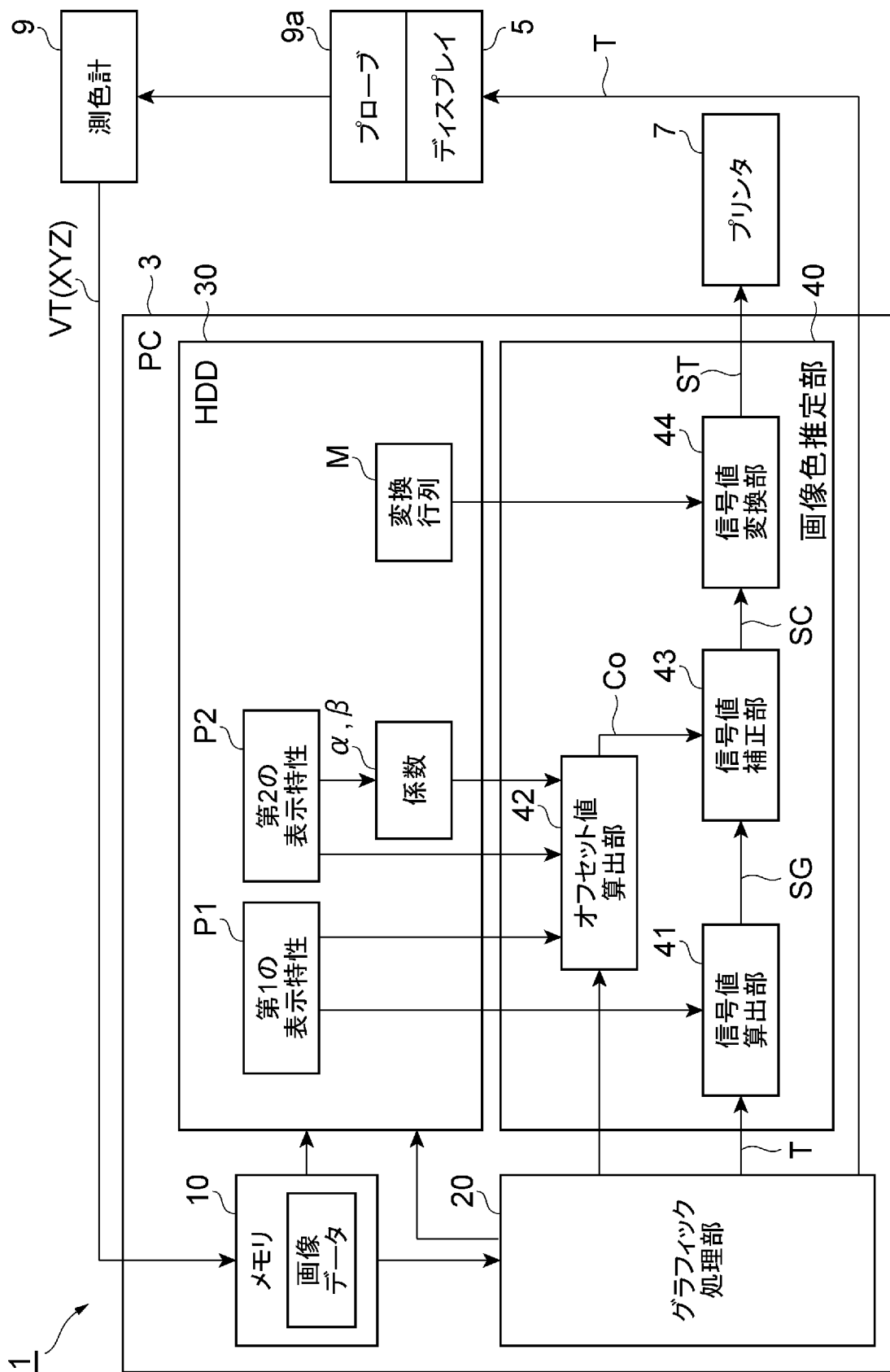
前記第1の表示特性は、前記階調値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) うち、少なくとも1つの成分を可変成分とした場合の、前記階調値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ ) の前記可変成分に対応する成分との関係であり、

前記第2の表示特性は、前記階調値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) うち、2つの不変成分を固定値に設定し、残りの可変成分を変化させた場合の、前記階調値 ( $R$ ,  $G$ ,  $B$ ) の前記可変成分と、前記信号値 ( $R_s$ ,  $G_s$ ,  $B_s$ ) の前記不変成分に対応する成分との関係である、画像色推定プログラム。

[図1]

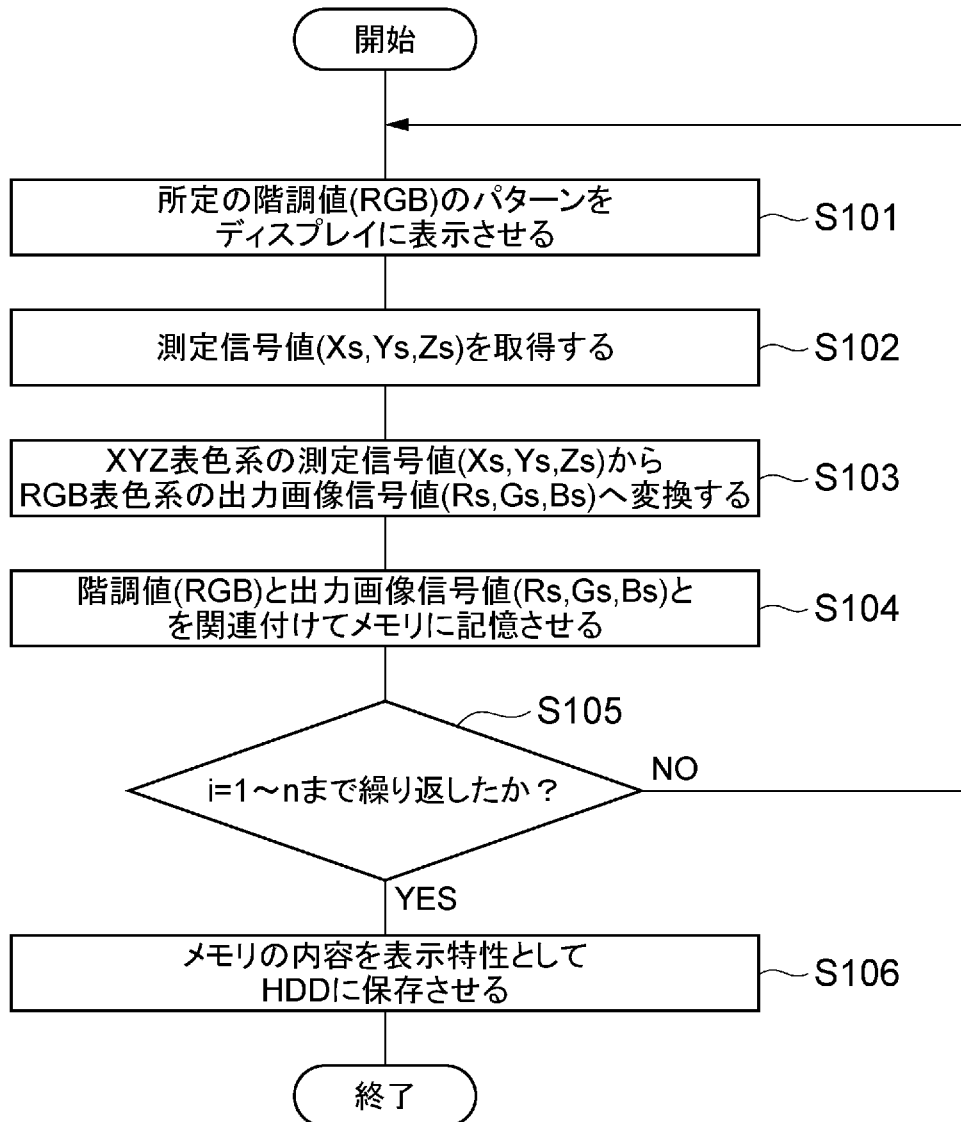


[図2]

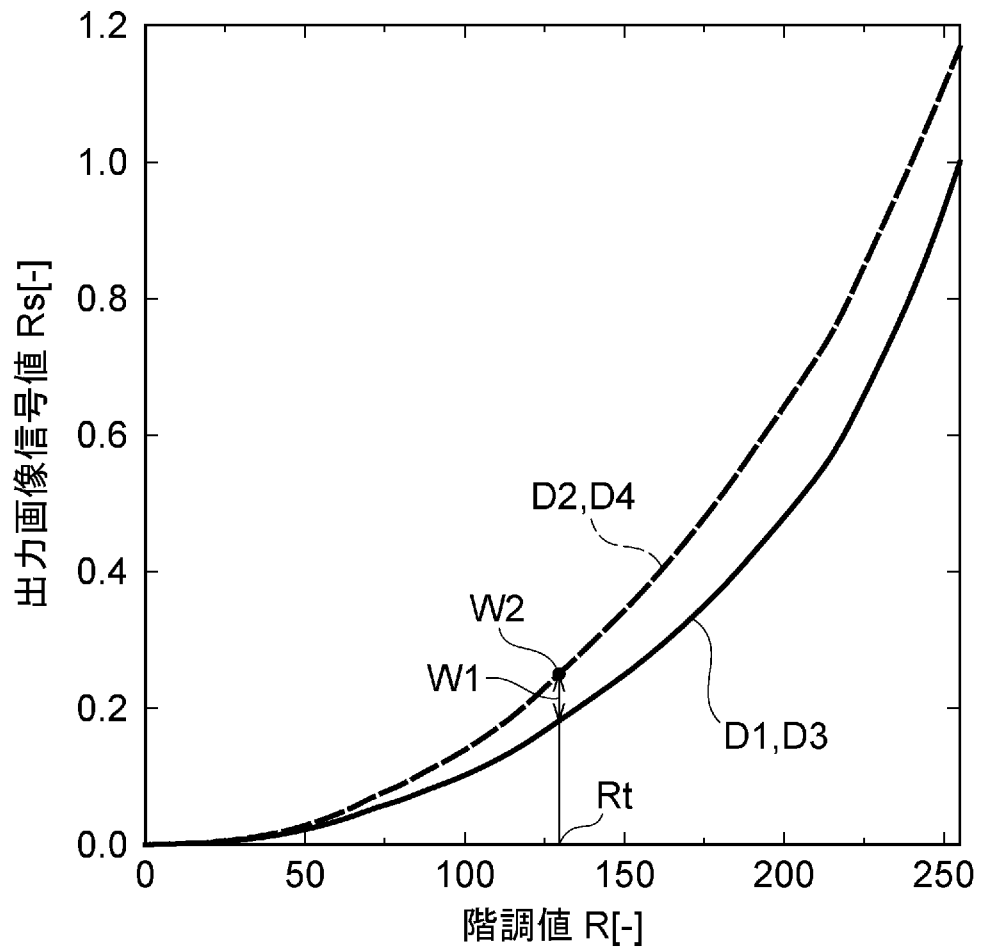




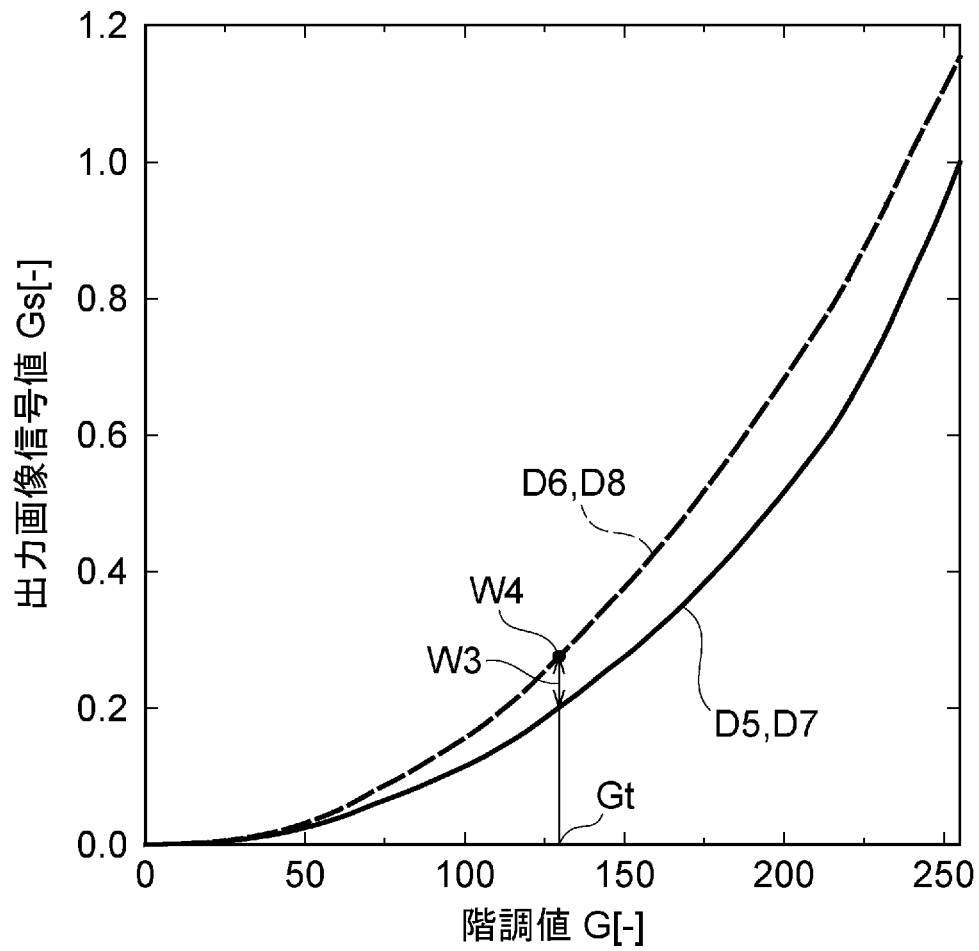
[図3]



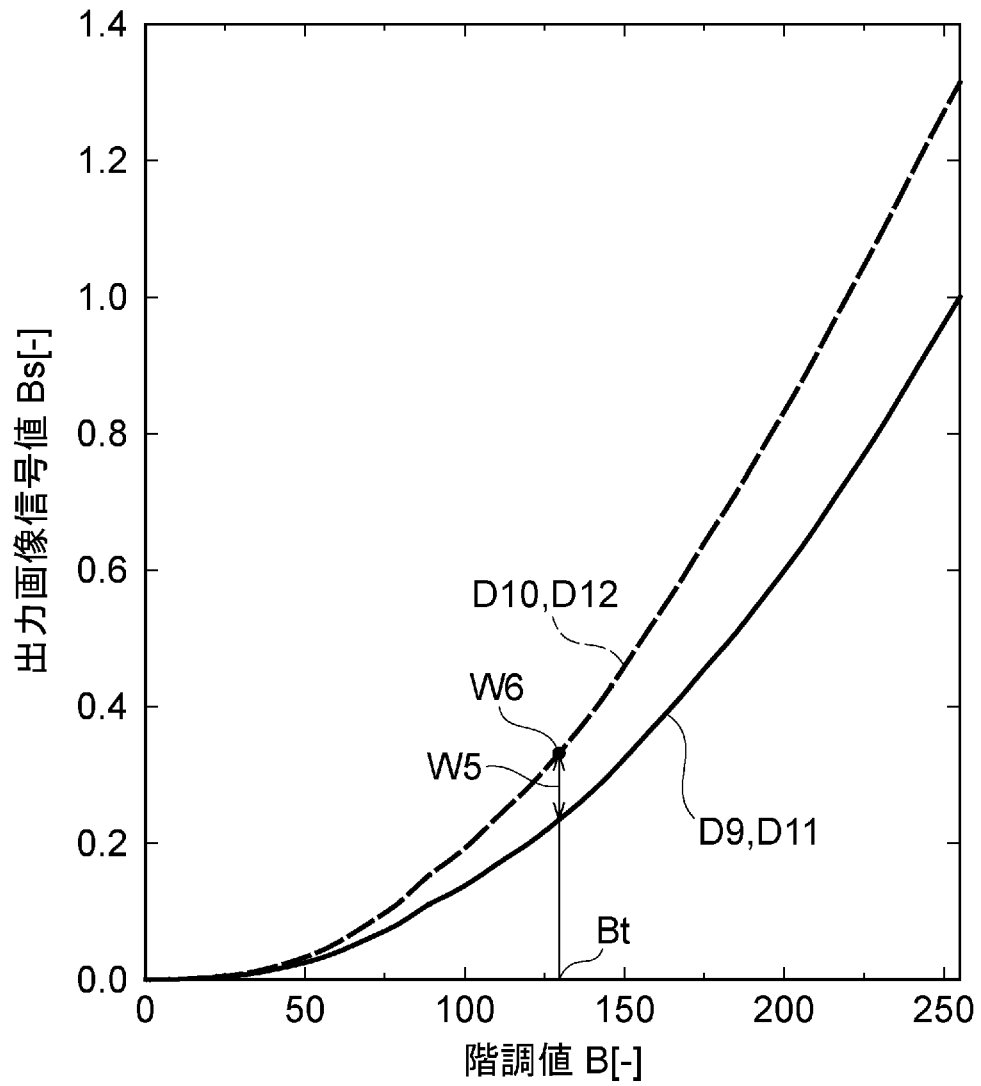
[図4]



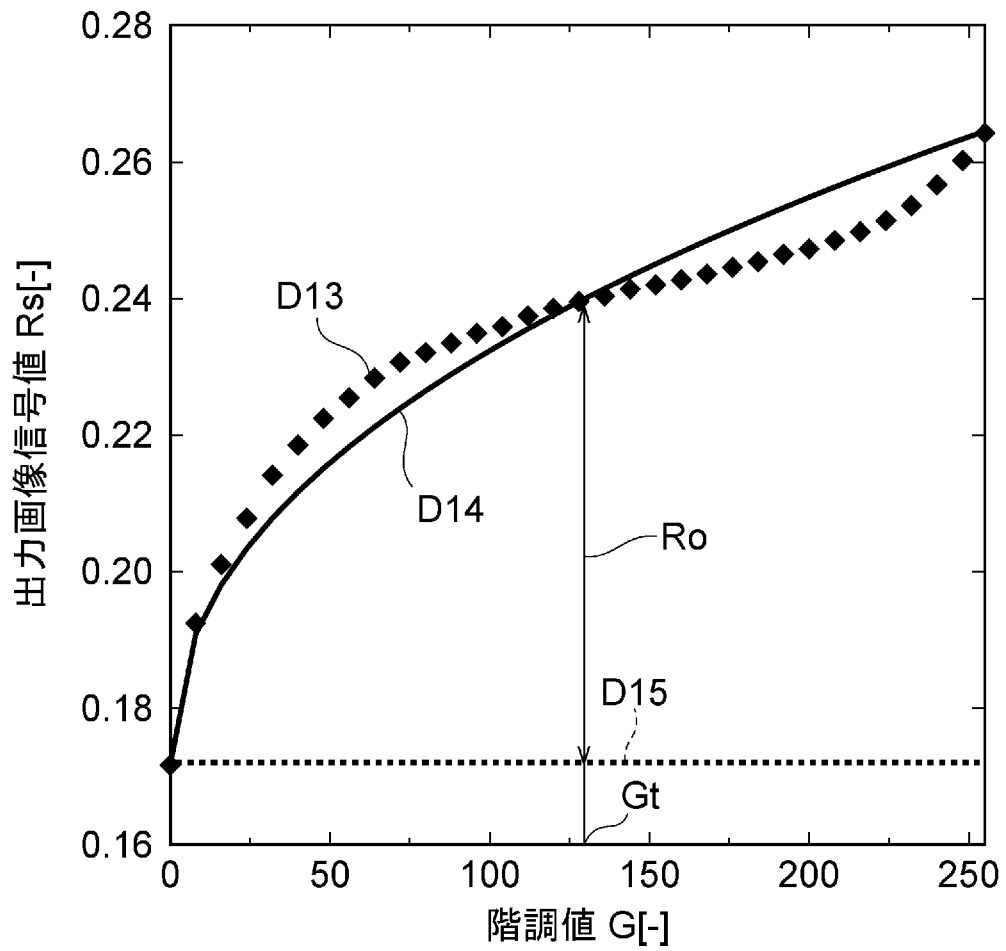
[図5]



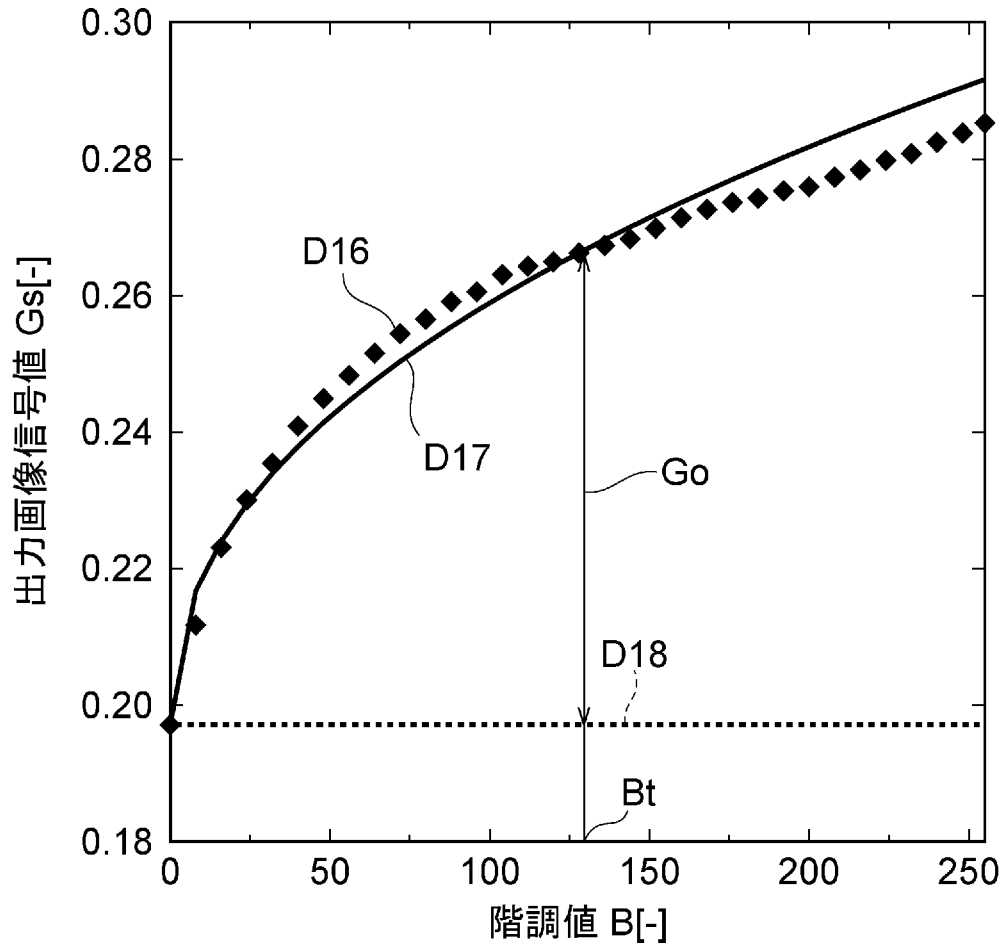
[図6]



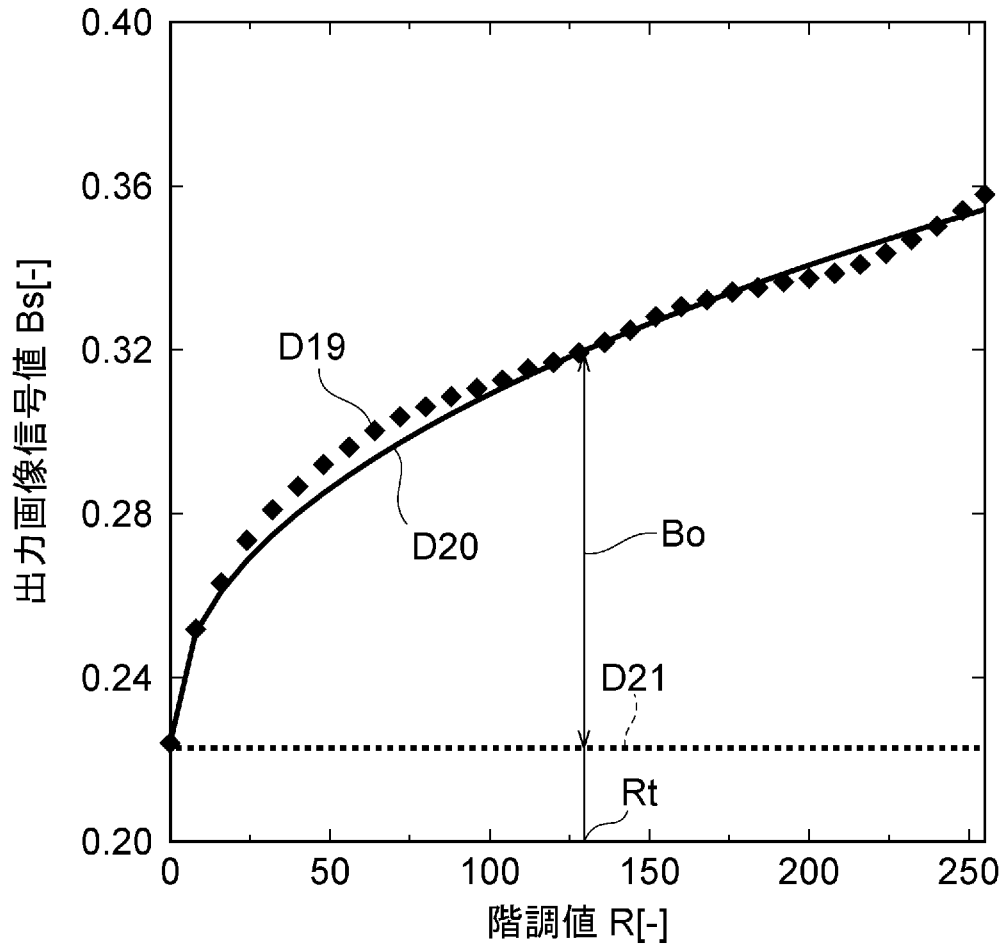
[図7]



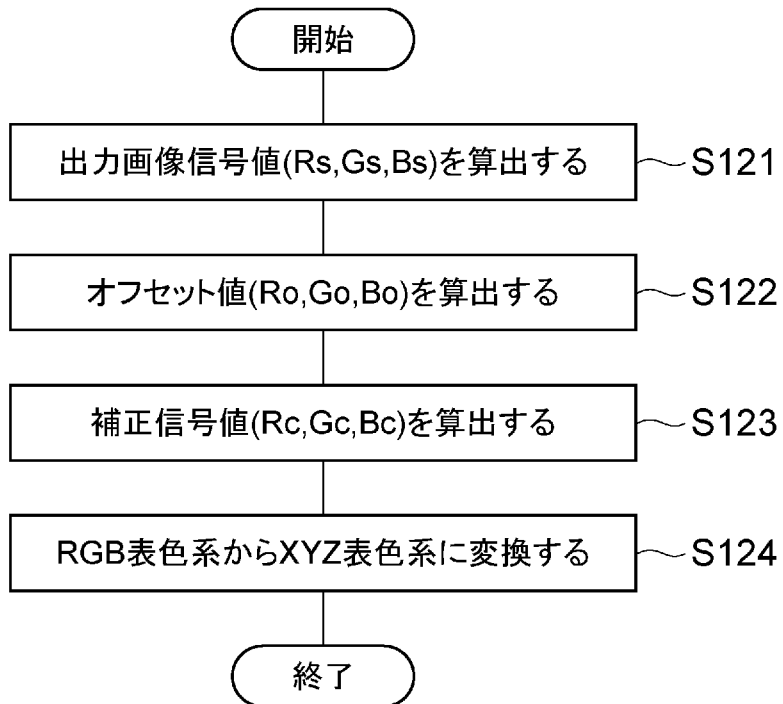
[図8]



[図9]

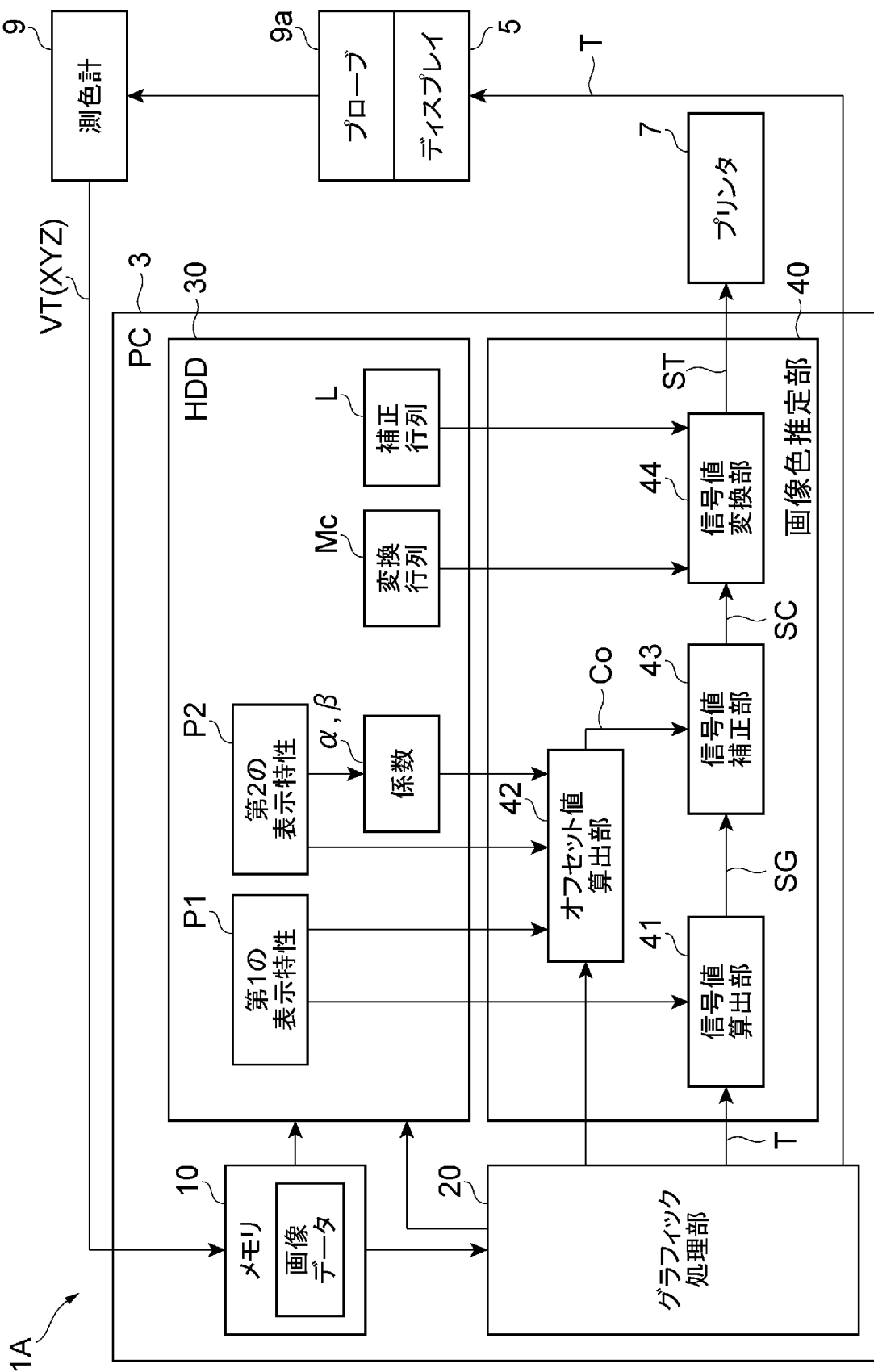


[図10]





[図11]



[図12]

(a)

	色差		標準偏差
	平均	最大	
比較例	4.80	9.99	1.83
本実施形態	0.63	1.47	0.26

(b)

	色差		標準偏差
	平均	最大	
比較例	1.01	2.13	0.45
本実施形態	0.28	0.97	0.13

(c)

	色差		標準偏差
	平均	最大	
比較例	2.54	6.30	1.20
本実施形態	0.48	1.46	0.22

(d)

	色差		標準偏差
	平均	最大	
比較例	4.70	10.49	1.96
本実施形態	0.42	2.10	0.27

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077687

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/64(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/02(2006.01)i, H04N1/407(2006.01)i, H04N1/46(2006.01)i, H04N1/60(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)

H04N9/64, G06T1/00, G06T5/00, G09G5/02, H04N1/407, H04N1/46, H04N1/60

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2008-515340 A (Canon Inc.), 08 May 2008 (08.05.2008), entire text; all drawings & US 2006/0071937 A1 & WO 2006/039023 A2	1-6
A	JP 8-294009 A (Canon Inc.), 05 November 1996 (05.11.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	Nobuhiko TAMURA, Norimichi TSUMURA, Yoichi MIYAKE, "Calibration of LCD Colorimetry Considering Channel Interaction", The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers, 2002, vol.56, no.8, pages 1315 to 1320	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* 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

"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

"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  
27 February, 2012 (27.02.12)

Date of mailing of the international search report  
06 March, 2012 (06.03.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/077687

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Toshiyuki WAKEBE, Masanori TAKAYA, Gosuke OHASHI, Yoshifumi SHIMODAIRA, "Color Reproduction Method Reducing Reproduction Error Induced by Color Tracking, Device Drift and Imperfect Additivity", IEICE Technical Report, 17 February 2006 (17.02.2006), vol.105, no.617, (EID2005 78-87), pages 37 to 40	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N9/64(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i, G09G5/02(2006.01)i, H04N1/407(2006.01)i, H04N1/46(2006.01)i, H04N1/60(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. H04N9/64, G06T1/00, G06T5/00, G09G5/02, H04N1/407, H04N1/46, H04N1/60

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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	JP 2008-515340 A (キヤノン株式会社) 2008.05.08, 全文全図 & US 2006/0071937 A1 & WO 2006/039023 A2	1-6
A	JP 8-294009 A (キヤノン株式会社) 1996.11.05, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	田村信彦, 津村徳道, 三宅洋一, チャンネル間相互作用を考慮した液晶ディスプレイの色再現特性のキ ャリブレーション,	1-6

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

27.02.2012

国際調査報告の発送日

06.03.2012

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)

益戸 宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

9380

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	映像情報メディア学会誌, 2002, Vol. 56, No. 8, pp. 1315-1320  分部俊幸, 高矢昌紀, 大橋剛介, 下平美文, 表示装置における経時変化と加法の不完全性およびカラートラッキングに起因する色差を軽減する色再現方法, 電子情報通信学会技術研究報告, 2006. 02. 17, Vol. 105, No. 617, (EID2005 78-87), pp. 37-40	1-6