

(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
2020年3月12日(12.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/049779 A1

(51) 国際特許分類:

G01J 3/46 (2006.01) G01K 11/12 (2006.01)
G01J 3/52 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
G01N 21/27 (2006.01) G06T 7/90 (2017.01)
G01N 21/78 (2006.01) H04N 1/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/011936

(22) 国際出願日: 2019年3月20日(20.03.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

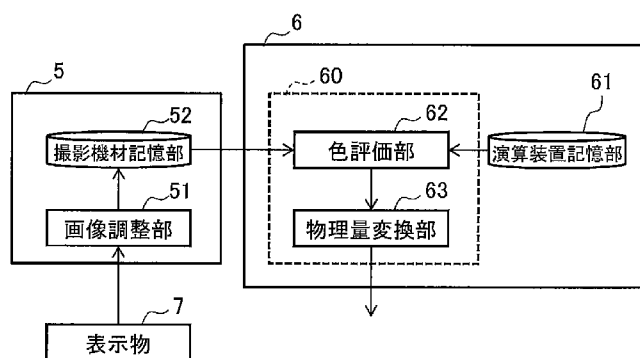
(30) 優先権データ:
特願 2018-164226 2018年9月3日(03.09.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 諏訪 雄二(SUWA Yuji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 會田 航平(AIDA Kohhei); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森 俊介(MORI Shunsuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 坪内 繁貴(TSUBOUCHI Shigetaka); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 川崎 昌宏(KAWASAKI Masahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 關口 好文(SEKIGUCHI Yoshifumi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: COLOR EVALUATION DEVICE, COLOR EVALUATION METHOD, AND INDICATION OBJECT USED IN COLOR EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称: 色評価装置、色評価方法、および、色評価方法に用いられる表示物



7 Indication object
51 Image adjustment unit
52 Photography equipment storage unit
61 Calculation device storage unit
62 Color evaluation unit
63 Physical quantity conversion unit

(57) Abstract: In the present invention, a calculation device (6) comprises a color evaluation unit (62) that acquires a sensor color and four or more reference colors from photography data from a measurement time when an indication object (7) was photographed in a second photography environment; determines coefficients for color conversion between a first photography environment and the second photography environment on the basis of the amounts of change from color information for the four or more reference colors in the first photography environment, which has been read from a calculation device storage unit (61), to color information for the four or more reference colors in the second photography environment, which has been acquired from the photography data; and uses the sensor color acquired from the photography data from the measurement time and the color conversion coefficients to correct the sensor color to the color that would have been photographed in the first photography environment by solving a conversion formula including terms representing an affine transformation consisting of translation.

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 演算装置 (6) は、表示物 (7) を第2の撮影環境で撮影した計測時の撮影データから、センサ色と、4つ以上の参照色とをそれぞれ取得し、演算装置記憶部 (61) から読み取った第1の撮影環境における4つ以上の参照色の色情報から、撮影データから取得した第2の撮影環境における4つ以上の参照色の色情報への変化量をもとに、第1の撮影環境と第2の撮影環境との間の色の変換係数を求め、計測時の撮影データから取得したセンサ色と、色の変換係数とをもとに、アフィン変換の平行移動を示す項を含む変換式を計算することで、センサ色を第1の撮影環境において撮影されたように補正する色評価部 (62) を有する。

明 細 書

発明の名称：

色評価装置、色評価方法、および、色評価方法に用いられる表示物

技術分野

[0001] 本発明は、色評価装置、色評価方法、および、色評価方法に用いられる表示物に関わる。

背景技術

[0002] カラーインク（温度検知インク）で着色した表示物（紙片など）は、物理量を計測（センシング）した結果の計測値を色の変化で示す。カラーセンサは、計測値を電気信号に変換することが困難な測定対象に適用されたり、低コストでセンシングしたいという要望に応じて適用されたりする。

カラーセンサの色は、通常、変色前から最も変色した状態までの間のどこか中間の色を示している。大まかな計測値を取得できればよいのであれば、肉眼で色を確認するだけで済む。しかし、正確な計測値を機械的に取得したい場合には、センシングされたカラーセンサの中間色を読み取って定量的なデジタル値に変換（以下、「色の評価」）をする色評価装置が必要となる。

[0003] 色評価装置は、カラーセンサを撮影した画像から色情報を取得する。ここで、取得される画像には通常、撮影環境と撮影機材とが強く影響するため、精度のよい中間色評価は難しい。画像に影響を与える撮影環境とは、例えば、光源の種類と明るさが挙げられる。被写体に当たる光のスペクトルは、直射日光、曇天の外光、蛍光灯、白熱電球などの光源の種類（照明機種）や、光源からの光の減衰度合いにより、様々に変化する。

[0004] 多くの場合、光源は複数存在し、それらの光が混合することもある。撮影時の状況によってセンサのある場所や向き、撮影者の立ち位置などが異なることは珍しくない。さらに、撮影時刻（太陽の位置）や天気なども常に変化する。それらの要因に依り、撮影対象のセンサに当たる照明の明るさとスペクトルは様々に変化する。

[0005] そこで、特許文献1には、色が変化するカラーセンサと3色の色標本とを同時に撮像したカラー画像データから色標本の補正値を求める解析手段と、補正値を用いてカラーセンサの色を補正する補正手段と、を備える測定装置が記載されている。

これにより、様々な光源下でカラーセンサを撮像した場合でも、同じ画像に写っている色標本を手がかりにカラーセンサの色を補正することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-93277号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の色補正には、3色の色標本が用いられていた。このため、色空間の座標変換によりセンサ色を色補正しようとするときには、特許文献1の手法では、原点が動かない線形変換のみが可能で、平行移動を含むアフィン変換を行うことができない。

[0008] よって、線形変換の原点を中心とした回転などで補正を行ったとしても、特にセンサ色が黒色に近い撮影色であるときには、色空間内での座標が原点に近い場合、その撮影色に対する補正量は小さくなってしまい、補正の精度を十分に高くすることができなかった。例えば、実際の撮影環境では照明の角度などに依存して全体が少し白色っぽく写ってしまうことはよくあり、もともセンサ色が黒色を示していたとしても、その撮影色が少し白色っぽくになってしまうこともある。

[0009] そこで、本発明は、様々な撮影環境下で撮影されたカラーセンサから、高精度に測定値を求めることを、主な課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 前記課題を解決するために、本発明の色評価装置は、以下の特徴を有する

。

本発明は、第 1 の撮影環境において撮影された 4 つ以上の参照色の色情報が記憶部に登録されており、

計測する物理量によって変化するカラーセンサのセンサ色と、計測する物理量によって変化しない 4 つ以上の参照色とが表示された表示物を第 2 の撮影環境で撮影した計測時の撮影データから、センサ色と、4 つ以上の参照色とをそれぞれ取得し、

前記記憶部から読み取った前記第 1 の撮影環境における 4 つ以上の参照色の色情報から、前記撮影データから取得した前記第 2 の撮影環境における 4 つ以上の参照色の色情報への変化量をもとに、前記第 1 の撮影環境と前記第 2 の撮影環境との間の色の変換係数を求め、

前記計測時の撮影データから取得したセンサ色と、前記色の変換係数とをもとに、アフィン変換の平行移動を示す項を含む変換式を計算することで、センサ色を前記第 1 の撮影環境において撮影されたように補正する色評価部を有することを特徴とする。

その他の手段は、後記する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、様々な撮影環境下で撮影されたカラーセンサから、高精度に測定値を求めることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態に関する色評価システムの構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に関する表示物の各領域を説明するための構成図である。

[図3]本発明の一実施形態に関する図 2 の表示物に着色した結果を説明するための構成図である。

[図4]本発明の一実施形態に関する図 3 の表示物に対して、第 2 のセンサ領域を追加した表示物を示す。

[図5]本発明の一実施形態に関する図 3 の表示物に対して、参照色領域の表示

物と、センサ領域の表示物とを別々の媒体として構成した一例を示す。

[図6]本発明の一実施形態に関する図3の表示物に対して、新たに参照色領域をセンサ領域を挟むように両側に設けた表示物を示す。

[図7]本発明の一実施形態に関する図3の表示物に対して、情報コードを表示した表示物を示す。

[図8]本発明の一実施形態に関する図3の表示物に対して、参照色領域を設ける代わりに、第3の参照色を背景領域に塗った表示物を示す。

[図9]本発明の一実施形態に関する色補正の概念を説明する図である。

[図10]本発明の一実施形態に関する色評価システムの詳細を示す構成図である。

[図11]本発明の一実施形態に関する色評価部の動作を示すフローチャートである。

[図12]本発明の一実施形態に関するガンマ補正を考慮して色補正を行うために、5種の参照色を用いた例である。

[図13]本発明の一実施形態に関する色補正効果の高い表示方法を説明するための構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

[0014] 図1は、色評価システムの構成図である。

色評価システムは、照明8が当てられた表示物7の全体を撮影する撮影機材5と、表示物7の撮影画像を読み取って色を評価する演算装置6とが接続されて構成される。

色評価装置として動作する演算装置6は、汎用的なパーソナルコンピュータまたはサーバとして構成される。撮影機材5は、例えば、デジタルカメラ、カメラ付き携帯電話、スマートフォン内蔵カメラなどの簡便な機材である。

なお、撮影機材5から演算装置6に撮影画像を転送するための接続は、有線であっても無線であってもよく、インターネットなどを介する接続でもよ

い。また、SDメモリカードなどを介したデータの移動も、接続の一種と考えてよい。

[0015] 表示物7は、例えば、単独のカード、パネル、ラベル、プレート、台紙としてあらかじめ用意してもよいし、計測時点において箱や袋の表面にシールとして貼ってもよいし、外部から印刷してもよい。表示物7の表面の材質は、任意である。なお、本明細書の「表示」には、表示物7の紙面上にインクを付着させて色を固定する表示（印刷）だけでなく（つまり紙片などだけでなく）、表示物7のディスプレイの液晶分子に光を通すことでパネルの表面を発色させる表示（電気的な発色）を含めてもよい。

[0016] 照明8は、自然光でも人工照明でもよい。

[0017] 図2は、表示物7の各領域を説明するための構成図である。この図2の段階では、表示物7が複数の領域に区切られているレイアウトを説明するため、あえて領域内は着色せずに説明する。1つの表示物7は、閉領域である複数の参照色領域11～14と、閉領域である1つのセンサ領域21と、それらの各領域以外の背景領域30とに区切られている。

センサ領域21には、カラーセンサによる「センサ色」が測定結果に応じて変化する。

参照色領域11～14には、「参照色」が着色される。この参照色は、照明8などの撮影環境に応じたセンサ色の変化量を示す変換係数（詳細は図9）を求めるために使用される。

[0018] なお、図1では、表示物7の全体を撮影する撮影機材5として説明したが、厳密には、すべての参照色領域11～14と、1つのセンサ領域21とが同じ画像内に収まるように撮影すればよい。よって、参照色領域11～14の各位置は図2に例示したセンサ領域21の上側に横一列とする代わりに、センサ領域21の近傍になるように参照色領域11～14を配置してもよい。

[0019] また、表示物7の各領域の形状については、参照色領域11～14の長方形と、センサ領域21の円形とで異なる形状にすることで、どの領域がセン

サ領域 2 1 なのかを肉眼でもすぐに識別できる。なお、各領域の形状については、前記の長方形や円形に限定されず、任意の形状としてもよい。

表示物 7 の各領域の面積については、画像化したときに複数のピクセルで表され、色の平均値を計算できる程度の面積があればよい。

[0020] 図 3 は、図 2 の表示物 7 に着色した結果を説明するための構成図である。

表示物 7 1 のセンサ領域 2 1 には、温度によって色が変化する温度検知インクなどのカラーセンサが塗られている。つまり、センサ領域 2 1 は、周囲の環境を反映して、色が変化する。例えば、センサ領域 2 1 は、温度、温度履歴、湿度、光、各種ガス濃度などの環境条件や、液体の pH、各種イオン濃度、各種薬剤濃度、各種アミノ酸・タンパク質濃度、ウイルス・細菌の存在などを検知した結果が、色情報として反映される。

[0021] なお、本実施形態では、説明用の色モデルとして RGB (Red, Green, Blue) モデルを採用する。RGB モデルでは、画像を構成する 1 ピクセルの色は、R (赤)、G (緑)、B (青) の 3 色それぞれについての、最も暗い 0 から最も明るい 255 までの間の数値の組み合わせで表現される。以下、RGB 成分を [R, G, B] のように角括弧でくくって表記し、例えば、赤色 [255, 0, 0]、最も暗い黒色 [0, 0, 0]、最も明るい白色 [255, 255, 255] である。

[0022] 参照色領域 1 1 ~ 1 4 の各参照色は、通常のカラークインクなどで着色される固定の (センサ色とは異なり変化しない) 色である。以下、次の 4 つの参照色を例示するが、参照色の取り得る組み合わせは、この 4 つに限定されない。

- ・参照色領域 1 1 には、赤色 [255, 0, 0] が塗られている。
- ・参照色領域 1 2 には、緑色 [0, 255, 0] が塗られている。
- ・参照色領域 1 3 には、青色 [0, 0, 255] が塗られている。
- ・参照色領域 1 4 には、灰色 [200, 200, 200] が塗られている。

[0023] さらに、参照色領域 1 1 ~ 1 4 の背景箇所、センサ領域 2 1 の背景箇所、および、背景領域 3 0 の全体箇所のうちの少なくとも 1 箇所 (以下、塗りつぶし箇所) を、参照色とは異なる色である白色または黒色で塗りつぶしてお

いてもよい。これにより、完全な白色[255, 255, 255]が白飛びで写ったり、完全な黒色[0, 0, 0]が黒つぶれで写ったりする画像（色が飽和した画像）を撮影することを抑制できる。

そして、4種類の参照色はいずれも塗りつぶすときの白色より暗く、塗りつぶすときの黒色より明るいものとするのが望ましい。これにより、塗りつぶし箇所で白飛びや黒つぶれが発生したとしても、参照色領域11～14の参照色や、センサ領域21のセンサ色には、白飛びや黒つぶれを発生させずに済む。

[0024] 図4は、図3の表示物71に対して、第2のセンサ領域22を追加した表示物72を示す。例えば、同じ測定対象についての温度を測定するためのセンサ領域21と、湿度を測定するためのセンサ領域22とを、1枚の表示物7に含めることで、温度と湿度とを同時に測定できる。

ここで、参照色領域11～14は、2つのセンサ領域21, 22で共通して用いられるため、温度測定用の表示物7と、湿度測定用の表示物7とを別々に用意する方式に比べ、測定スペースや撮影時間の節約にもなる。なお、図4の表示物72以外のセンサ領域21は1つとして説明しているが、他の表示物7にも複数のセンサ領域21, 22を設けてもよい。

[0025] 図5は、図3の表示物71に対して、参照色領域11～14の表示物73aと、センサ領域21の表示物73bとを別々の媒体として構成した一例を示す。表示物73bは、物理量を計測したい物や場所に置いて計測を継続する。

一方で、表示物73aと撮影機材5と一緒に持ち歩き、撮影時に表示物73aと表示物73bとを接近させて一緒に撮影する使い方も想定される。これにより、表示物73bの面積を小さくすることができるため、例えば、センサ領域21が記入伝票の小さな枠に手書きされたカラーインクの領域であっても、参照色領域11～14と同じ画像内に撮影することができる。

[0026] 図6は、図3の表示物71に対して、センサ領域21を挟むように両側に参照色領域11～14を設けた表示物74を示す。

これにより、表示物 7 4 内の照明 8 の当たり方が均一でなく明るい部分と暗い部分との差ができてしまう場合であっても、2 箇所の参照色領域 1 1 による参照撮影色の平均を用いることで、センサ色の補正精度の劣化を抑制できる。

さらに、図 6 で示したように、同じ色の参照色領域 1 1 をなるべく距離を空けるように（つまり、センサ領域 2 1 を挟んで対角線上に）配置することで、明るい部分と暗い部分との差を平均化できる。

[0027] また、演算装置 6 は、表示物 7 4 内の異なる場所にある同じ参照色のデータを比較することにより、その差があまりにも大きい場合には照明 8 の当たり方が悪いと判断して撮影エラーと判定してもよい。

撮影画像に光源が反射して映り込むとセンサ色や参照色が強く影響を受けるので、好ましくない。よって、そのような画像の中には反射光の強い場所と弱い場所が現れるので、適切に撮影エラーと判定することができる。

[0028] 図 7 は、図 3 の表示物 7 1 に対して、参照色領域 1 3 を塗る参照色のかわりに、QRコード（登録商標）やバーコードなどの情報コード 3 1 を表示した表示物 7 5 を示す。これにより、情報コード 3 1 の撮影画像から情報コード 3 1 自体の色である参照色だけでなく、事前に表示物 7 5 に設定しておいた埋め込み情報を取得することができる。埋め込み情報は、例えば、どのような色モデルを使うか（RGBモデル、HSVモデルなど）、その色モデルにおける各参照基準色のカラーコードは何か、などが挙げられる。

[0029] 図 8 は、図 3 の表示物 7 1 に対して、参照色領域 1 3 を設ける代わりに、第 3 の参照色を背景領域 3 0 に塗った表示物 7 6 を示す。これにより、表示物 7 6 の全体が何らかの色で塗られた状態になり、参照色領域 1 3 を省略して表示物 7 6 の面積を節約できる。

[0030] 図 9 は、色補正の概念を説明する図である。RGBモデルでは、R軸、G軸、B軸の 3 次元の RGB 空間内の（一辺 255 の長さの立方体の中）どこかに、各ピクセルの色が位置する。一方、図 9 では説明をわかりやすくするため、RGB 空間を擬似的に 2 次元のグラフで表現した。

グラフ上の点がグラフの左下側に位置するほど、完全な黒色[0, 0, 0]に近づいて暗くなる色を示す。一方、グラフ上の点がグラフの右上側に位置するほど、完全な白色[255, 255, 255]に近づいて明るくなる色を示す。

[0031] 参照色領域 1 1 ~ 1 4 の各参照色をどの色にするかについては、参照基準色 C 0 1 ~ C 0 4 を R G B 空間の 4 つの点で表わしたとき、4 点すべてが一つの平面内に含まれないようにすることが必要条件である。一つの平面内に含まれてしまうと、複数の変換係数の取り得る値の組み合わせを一意に特定できないからである。

さらに、R G B 空間内で 4 つの点が構成する 4 面体の体積を十分に大きく取ることによって、変換係数を用いたセンサ色の補正精度を上げることができる。

なお、立方体の中の空間を回転したり並行移動したりする変換による補正後のセンサ色は、R G B 空間内の立方体の範囲内に収まることが望ましい。例えば、補正後に 280 の値となってしまった場合、255 に丸め込むこととなるが、計測値の精度はその丸め込みにより落ちてしまう。

[0032] 以上述べたように、4 点すべてが一つの平面内に含まれないようにし、かつ、4 面体の体積を十分に大きく取ることにより、参照色の照明による影響と、センサ色の照明による影響とが同じ撮影色として検出できるので、精度の高い変換係数を求めることができる。

[0033] 以下、基準となる撮影環境（第 1 の撮影環境）で撮影された参照色を「参照基準色」とし、実際に測定される撮影環境（第 2 の撮影環境）で撮影された参照色を「参照撮影色」とする。

例えば、基準となる撮影環境として、特定の撮影機材 5 と特定の照明 8 の光源を用い、再現可能な様に定めた照明 8 からの距離と角度、撮影画角で表示物 7 を撮影しておく。特定の撮影機材 5 とは、実際の測定で使用する機材と同じものか、類似の機種で得られる画像の質が近いものが好ましい。どの機種で撮影したかが特定できて再現できることが重要である。このとき、参照色領域 1 1 には参照基準色 C 0 1 が撮影されたとする。なお、参照基準色の撮影では、自然光が入らない環境で人工照明だけで表示物 7 を照らすこと

が、環境を再現可能であるので望ましい。またそのとき、照明 8 の色光は白色光に近いことが望ましい。撮影色の補正を行うとき、最も一般的な白色光の元で得た基準色を元にすれば、多くの場合補正量を小さくする事ができ、大き過ぎる補正量で色補正が破綻する恐れを小さくする事ができるからである。

[0034] 次に、実際に測定される撮影環境（スマートフォンなどの簡易的な撮影機材 5 や、照明 8 の光源が常に変化する車内など）で、表示物 7 を撮影する。このとき、参照色領域 1 1 には参照撮影色 C 1 が撮影されたとする。

同様に、他の参照色領域 1 2 ～ 1 4 でも、参照基準色 C 0 2 が参照撮影色 C 2 として撮影され、参照基準色 C 0 3 が参照撮影色 C 3 として撮影され、参照基準色 C 0 4 が参照撮影色 C 4 として撮影されたとする。

このとき実際に測定される撮影環境は、基準となる撮影環境よりも明るい場所だったので、参照基準色 C 0 1 よりも参照撮影色 C 1 が明るめに撮影されてしまった（図 9 の右上に向かう破線矢印）とする。

[0035] 一方、センサ領域 2 1, 2 2（図 4 参照）の各センサ色についても、参照色領域 1 1 ～ 1 4 の各参照色と同様の撮影環境による影響を受け、基準となるセンサ色よりも明るく撮影されてしまう。以下、実際に測定される撮影環境で撮影されたセンサ色を「センサ撮影色」とし、センサ色が基準となる撮影環境で撮影されたかのように補正した後のセンサ色を「センサ補正色」とする。

もし、このままセンサ撮影色 C 8 を物理量に変換してしまうと、実際の測定データよりも大きい（明るい）物理量を出力してしまう。よって、センサ撮影色 C 8 をセンサ補正色 C 0 8 に補正してから（換言すると、基準となる撮影環境に戻してから）物理量に変換する必要がある（図 9 の左下に向かう実線矢印）。同様に、センサ撮影色 C 9 もセンサ補正色 C 0 9 に戻してから、物理量に変換する必要がある。

[0036] ここで、参照色とセンサ色とが同じ撮影画像にて撮影されていることで、2 つの色はともに同じ撮影環境による影響を受けているとみなすことができ

る。よって、図9の右上に向かう破線矢印で示した参照基準色C01から参照撮影色C1への変化量（つまり、変換係数）を、そのまま逆方向にセンサ撮影色C8からセンサ補正色C08への補正量（図9の左下に向かう実線矢印）に適用することで、センサ補正色C08を間接的に求めることができる。

[0037] 図10は、色評価システムの詳細を示す構成図である。

色評価システムの撮影機材5は、画像調整部51と、撮影機材記憶部52とを有する。

画像調整部51は、第2の撮影環境としての撮影機材5が表示物7を撮影した撮影画像を画像調整した後、jpgなどの画像フォーマットにした画像ファイルを撮影機材記憶部52に格納する。この画像調整は、後記するガンマ補正処理やホワイトバランス調整処理などである。なお、画像フォーマットは、各色のデータを1バイト＝8ビット（0～255までの値を取り得る）として説明するが、より多くのビット数で表現する画像フォーマットとしてもよい。

また、画像フォーマットにはjpg以外にもpng、tif、bmpなどの様々なフォーマットがあるがそのどれでもよい。ただし色数が少ない画像フォーマットではデータの正確性が損なわれるので、各ピクセルのRGB成分を1バイト以上で表せるフォーマットが好ましい。

[0038] 色評価システムの演算装置6は、演算装置記憶部61と、処理部60としての色評価部62と、物理量変換部63とを有する。この演算装置6は、CPU（Central Processing Unit）と、メモリと、ハードディスクなどの記憶手段（演算装置記憶部61）とを有するコンピュータとして構成される。このコンピュータは、CPUが、メモリ上に読み込んだプログラム（アプリケーションや、スマートフォンのアプリ）を実行することにより、各処理部60により構成される制御部（制御手段）を動作させる。

演算装置記憶部61には、第1の撮影環境で撮影したときの参照基準色C01～C04の色データなどの、処理部60が使用する各種データが格納さ

れる。参照基準色C 0 1～C 0 4の色データは、撮影機材5の撮影前に（事前に）演算装置記憶部6 1に登録される。

[0039] 色評価部6 2は、撮影機材5の撮影機材記憶部5 2から演算装置6に伝送される第2の撮影環境での撮影画像に対して、図9で説明したように、参照基準色C 0 1～C 0 4から参照撮影色C 1～C 4への変更量をもとに、センサ撮影色C 8，C 9をセンサ補正色C 0 8，C 0 9に補正する。この色評価部6 2の補正処理は、カラーセンサが測る物理量の種類に依存せず、共通のロジックで実装できる。色評価部6 2の処理の詳細は、図11で後記する。

物理量変換部6 3は、色評価部6 2が出力したセンサ補正色をもとに、対応する物理量（温度センサなら温度、湿度センサなら湿度）に変換する。

[0040] なお、各処理部6 0を演算装置6にすべて備える構成の代わりに、一部の各処理部6 0（例えば、色評価部6 2）をスマートフォンの様なプログラミング可能な撮影機材5に備え、残りの各処理部6 0（例えば、物理量変換部6 3）を演算装置6に備える構成としてもよい。さらに、撮影機材5と演算装置6との両方の機能をスマートフォン単体で兼ねることも可能である。

これにより、各処理部6 0を演算装置6にすべて備える構成で、撮影機材5から演算装置6に撮影画像データを転送する方式に比べ、転送データ量が大幅に少なくて済み、通信時間が短縮できる。

[0041] 図11は、色評価部6 2の動作を示すフローチャートである。

S 1 1として、色評価部6 2は、撮影データを撮影機材記憶部5 2から受信し、その撮影データに撮影された表示物7の各領域から撮影色（参照撮影色、センサ撮影色）を取得する。なお、色評価部6 2は、面積に応じて各領域に割り当てられた複数のピクセルそれぞれの色情報を読み取り、それらの色情報の平均値を各領域の代表値として抽出する。

[0042] S 1 2として、色評価部6 2は、事前に登録された4つの参照基準色（図9で説明した参照基準色C 0 1～C 0 4の4色）から、S 1 1で今回撮影した4つの参照撮影色（図9で説明した参照撮影色C 1～C 4の4色）への色情報の変化量から、参照色の変換係数を求める。以下の（式1）～（式3）

は、左辺の参照撮影色C 1 ～C 4 と、右辺の参照基準色C 0 1 ～C 0 4 との関係式である。

[0043] [数1]

$$\begin{pmatrix} R_1 & G_1 & B_1 & 1 \\ R_2 & G_2 & B_2 & 1 \\ R_3 & G_3 & B_3 & 1 \\ R_4 & G_4 & B_4 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{13} \\ b_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{01} \\ R_{02} \\ R_{03} \\ R_{04} \end{pmatrix} \dots (\text{式 1})$$

$$\begin{pmatrix} R_1 & G_1 & B_1 & 1 \\ R_2 & G_2 & B_2 & 1 \\ R_3 & G_3 & B_3 & 1 \\ R_4 & G_4 & B_4 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ a_{23} \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G_{01} \\ G_{02} \\ G_{03} \\ G_{04} \end{pmatrix} \dots (\text{式 2})$$

$$\begin{pmatrix} R_1 & G_1 & B_1 & 1 \\ R_2 & G_2 & B_2 & 1 \\ R_3 & G_3 & B_3 & 1 \\ R_4 & G_4 & B_4 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{33} \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{01} \\ B_{02} \\ B_{03} \\ B_{04} \end{pmatrix} \dots (\text{式 3})$$

[0044] (式 1) ～ (式 3) で合計 12 個の変換係数は、3 次元空間の座標変換としてのアフィン変換の拡大縮小、回転、剪断などを示す $a_{11} \sim a_{33}$ の変数 9 個と、アフィン変換の平行移動を示す $b_1 \sim b_3$ の変数 3 個とからなる。

色評価部 62 は、(式 1) ～ (式 3) に参照撮影色 C 1 ～C 4 と、参照基準色 C 0 1 ～C 0 4 とを代入した 4 連立線形方程式を解くことで、12 個の変換係数を求める。

[0045] S 13 として、色評価部 62 は、S 12 で求めた 12 個の変換係数を用いて、センサ撮影色をセンサ補正色に補正（アフィン変換）する。以下の (式 4) は、左辺のセンサ補正色 C 08 と、右辺のセンサ撮影色 C 8 と、S 12 で前記した 12 個の変換係数との関係式である。12 個の変換係数は、センサ撮影色 C 8 への係数となる $a_{11} \sim a_{33}$ の変数 9 個と、アフィン変換の平行移動を示す $b_1 \sim b_3$ の変数 3 個からなる。

[0046] [数2]

$$\begin{pmatrix} R_C \\ G_C \\ B_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \cdots (\text{式 4})$$

センサ撮影色 = [R, G, B]

センサ補正色 = [R_C, G_C, B_C]

[0047] 色評価部62は、(式4)にセンサ撮影色C8と、12個の変換係数とを代入した方程式を解くことで、センサ補正色C08を求める。なお、図4のように、第2のセンサ色がセンサ領域22に存在するときには、色評価部62は、第1のセンサ色と同じ12個の変換係数および同じ(式4)を用いて、第1のセンサ色と同じように、第2のセンサ色を補正すればよい。

[0048] また、比較例として、以下の(式5)は、左辺のセンサ補正色C08と、右辺のセンサ撮影色C8と、9個の変換係数との関係式である。(式4)の関係式は、(式5)の関係式にb1～b3の変数3個を第2項として追加することにより、照明8や撮影機材5の影響を除くことで、色補正の精度を向上させている。参照色を3種類しか用いない場合は変換係数を9個までしか決定できないため、この(式5)による色補正までしか行えない。

[0049] [数3]

$$\begin{pmatrix} R_C \\ G_C \\ B_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdots (\text{式 5})$$

[0050] そして、色評価部62は、S13で得られたセンサ補正色C08を演算装置記憶部61に記憶する。さらに、物理量変換部63は、センサ補正色C08から、その色が表す物理量に変換し、その変換結果を物理量の計測値として演算装置記憶部61に記憶する。この計測値は、スマートフォンである撮影機材5の表示画面に出力させてもよい。

[0051] 以上、図1～図11を参照して、第4の参照色とアフィン変換の平行移動

を示す項とを追加した計算式により、色評価部 6 2 がセンサ色補正の精度を向上させるしくみを説明した。

以下、図 1 2 を参照して、さらに、第 5 の参照色や、第 6 の参照色を表示物 7 に追加することにより、センサ色補正の精度を向上させる構成について、説明する。

[0052] まず、画像調整部 5 1 が画像データを生成するときに行うガンマ補正を例に、撮影機材 5 の機種依存性が画像データに与える影響を説明する。デジタル処理で撮影を行う撮影機材 5 は、その撮像素子の特性から、得られた生の信号を線形に加工して色データを生成すると暗い画像になる場合が多い。そこで、画像調整部 5 1 は、ガンマ補正をしてから jpg フォーマットなどの画像データを生成する。

ただし、このガンマ補正も撮影機材 5 のメーカーが独自の考えで「使用者が自然な明るさと感じる」ように調整しているものなので、機種が異なればガンマ補正の量や補正カーブの詳細が異なる。このような機種によるガンマ補正内容の違いが、撮影機材 5 の機種依存性の一例である。

[0053] なお、参照基準色にも参照撮影色にも同じガンマ補正がかかっているのなら、必ずしもそのガンマ補正を元に戻す必要はない。一方で、センサ色の色補正をする際にガンマ補正まで考慮することで、機種間のガンマ補正量の差を吸収し、暗い色から明るい色までの全域に渡る機種依存性をできるだけ排除し、色補正の精度を上げることができる。

[0054] 図 1 2 は、ガンマ補正を考慮して色補正を行うために、5 種の参照色を用いた例である。表示物 7 7 には、図 3 の表示物 7 1 に対して、さらに、第 5 の参照色領域 1 5 が追加されている。

ガンマ補正を行うための γ 係数として、RGB 成分としてすべて共通の値である「単一 γ 係数」を用いてもよいし、RGB 成分ごとに個別の値である「色別 γ 係数」を用いてもよい。まず、色別 γ 係数を用いる場合を説明する。

[0055] (式 6) は、センサ撮影色 C 8 から、色別 γ 係数を用いてデータ値を変換

(ガンマ補正)した結果をセンサ γ 補正色とする関係式である。ここで、(式6)の分母「F」は色データが取り得る最大値で、各色1バイトで表現する通常の場合は $F = 255$ である。

[0056] [数4]

$$\left. \begin{aligned} R_{\alpha} &= F \left(\frac{R}{F} \right)^{\gamma_R} \\ G_{\alpha} &= F \left(\frac{G}{F} \right)^{\gamma_G} \\ B_{\alpha} &= F \left(\frac{B}{F} \right)^{\gamma_B} \end{aligned} \right\} \quad (\text{式6})$$

センサ γ 補正色 $= [R_{\alpha}, G_{\alpha}, B_{\alpha}]$

色別 γ 係数 $= [\gamma_R, \gamma_G, \gamma_B]$

[0057] 色評価部62は、(式1)～(式3)で説明した12個の変換係数を求めるとともに、(式6)の3個の(R成分、G成分、B成分それぞれの)色別 γ 係数を非線形方程式で求めるため、合計15個の変換係数を決定する必要がある。

(式7)は、(式6)のセンサ γ 補正色からセンサ補正色C08に変換する式である。(式7)は、(式4)のセンサ撮影色C8をセンサ γ 補正色に置き換えたものである。

[0058] [数5]

$$\begin{pmatrix} R_C \\ G_C \\ B_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{\alpha} \\ G_{\alpha} \\ B_{\alpha} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \cdots (\text{式7})$$

[0059] なお、どの機種もよい見栄えを意図して補正を行っているので、機種間の色別 γ 係数の差が小さいことも多い。そのときには、(式7)で求めようとしている適正な色別 γ 係数の値は、3個ともに1に非常に近い値を取る。ここで、 $\gamma = 1$ がガンマ補正を行わないことに対応し、 γ をそれより少し大きい小さい値とすることで、機種間の中間階調の差を補正できる。

[0060] 色評価部 62 が 15 個の変換係数を求める方法は複数考えられるが、ここで適用すべき γ の適正值が 1 に非常に近いと想定できることから、例えば以下の（手順 1）～（手順 5）に示すアルゴリズムが考えられる。

（手順 1）まず最初に色別 γ 係数の初期値として $[\gamma_R=1, \gamma_G=1, \gamma_B=1]$ とおく。

（手順 2）1 番目から 4 番目までの参照色に対して（式 6）および（式 7）を適用し、 $a_{11} \sim a_{33}$ の変数 9 個と $b_1 \sim b_3$ の変数 3 個に対する方程式を求め、それを解いてこれらの 12 個の変換係数を決定する。このとき色別 γ 係数は決定済みの数値として扱う。

（手順 3）前記の（手順 2）で求めた 12 個の変換係数に数値を代入し、5 番目の参照色に対して（式 6）および（式 7）を適用し、色別 γ 係数に対する 3 個の方程式を立てる。この時、色別 γ 係数は求めるべき変数として扱い、（手順 2）で用いた数値は使用しない。これら 3 個の変数の解は容易に求めることができる。ここで求めた解を $[\Gamma_R, \Gamma_G, \Gamma_B]$ とする。

[0061] （手順 4） $[\Gamma_R - \gamma_R, \Gamma_G - \gamma_G, \Gamma_B - \gamma_B]$ がすべて十分に 0 に近い場合は収束したとみなす。

（手順 5）収束していない場合、新しい色別 γ 係数 $[\gamma_{Rnew}, \gamma_{Gnew}, \gamma_{Bnew}]$ を計算し、（手順 2）の手順に戻り繰り返す。

$$\gamma_{Rnew} = \gamma_R + \beta (\Gamma_R - \gamma_R)$$

$$\gamma_{Gnew} = \gamma_G + \beta (\Gamma_G - \gamma_G)$$

$$\gamma_{Bnew} = \gamma_B + \beta (\Gamma_B - \gamma_B)$$

ここで β は混合係数で、 $0 < \beta \leq 1$ の範囲の値に設定するものとする。 β が大きいと変動量が大きいので少ないループ回数で収束できる可能性があるが、行き過ぎてしまって振動が起こり、いつまでも収束しないという事態も起こり得る。 β が小さいと収束までに必要なループ回数が多くなることが多いが、振動現象を抑え収束できる可能性が高まることが期待できる。

十分に収束値に近い解からスタートできる場合、このような単純な繰り返し計算により計算を収束させることができる場合が多い。

[0062] ここまではRGB成分ごとに個別の色別 γ 係数を決定し、RGB成分ごとにガンマ補正を行う方法について説明した。

一方で、ただ1種類の単一 γ 係数だけを使ってガンマ補正する方法もある。実際、画像の明るさを補正する際、単一 γ 係数を用いてガンマ補正することも多い。単一 γ 係数を使うガンマ補正の場合にも5番目の参照色が必要である。ただし(式6)の代わりに(式8)のように単一 γ 係数だけでセンサ γ 補正色を計算する。

[0063] [数6]

$$\left. \begin{aligned} R_{\alpha} &= F \left(\frac{R}{F} \right)^{\gamma} \\ G_{\alpha} &= F \left(\frac{G}{F} \right)^{\gamma} \\ B_{\alpha} &= F \left(\frac{B}{F} \right)^{\gamma} \end{aligned} \right\} \quad (\text{式8})$$

単一 γ 係数= $[\gamma, \gamma, \gamma]$

[0064] 前記の(手順1)～(手順5)の色別 γ 係数を求めるアルゴリズムに、単一 γ 係数を適用するとしたら、(手順3)で単一 γ 係数に対する方程式が3個現れることになる。そのすべての方程式を完全に満たすことは通常はできない。

そのため近似的に色(明るさ)の相違が最も小さいと思えるように単一 γ 係数を決定する必要がある。一つの方法としては例えば、YUVと呼ばれるフォーマットにおいて輝度Yを $Y=0.299R+0.587G+0.114B$ と定義する方法があるので、これを用いて単一 γ 係数に対する3個の方程式をこの係数の重みで足し合わせ、(式9)によって単一 γ 係数を決定する方法が考えられる。

[0065]

[数7]

$$(0.299 \ 0.587 \ 0.114) \begin{pmatrix} R_C \\ G_C \\ B_C \end{pmatrix} = (0.299 \ 0.587 \ 0.114) \left[\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_\alpha \\ G_\alpha \\ B_\alpha \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \right] \cdots \text{(式 9)}$$

[0066] この(式9)は(手順3)で使うので、 $a_{11} \sim a_{33}$ の変数9個と $b_1 \sim b_3$ の変数3個は決定済みの数値として扱う。センサ γ 補正色の中に単一 γ 係数が含まれるので、(式9)を単一 γ 係数について解けば(手順3)を実行できる。(式9)は異なる底の γ 乗の和が現れる非線形方程式なので、色別 γ 係数を求める場合よりも解き方が少し複雑になるが、変数が1つだけなのでニュートン法や2分法などの一般的な解法により数値的に解くことができる。

[0067] RGB成分で表されたカラー画像をグレースケールに変換する方法は上記の輝度Yを求める方法以外にも、色別 γ 係数[0.2126, 0.7152, 0.0722]とおく方法や、単一 γ 係数[1/3, 1/3, 1/3]とおく方法など、複数の方法が存在する。(式9)の両辺に左からかかっている変換係数のベクトルをこれらに置き換えれば、明るさの評価法を変えることは容易にできる。

また、単一 γ 係数を決定する別の方法として、(手順3)で3つの方程式をそのまま使って色別 γ 係数を独立に決定し、その後で色別 γ 係数の平均値またはあらかじめ設定した加重平均により単一 γ 係数を決定するという方法もある。

[0068] なお、基準色データを撮影した機材と参照色データを撮影した機材のガンマ補正の差を吸収するためには、単純に中間色で明るい方に膨らむか暗い方に膨らむかというだけの関数形で十分な補正ができるとは限らない。暗めの中間色では明るい方に膨らみ、明るめの中間色では暗い方に膨らむと言ったS字型の関数形での補正が必要な場合もあり得る。

[0069] S字型の関数形での補正を考慮する場合には、さらに6番目の参照色を導

入する。その場合、（式6）に対応するセンサ撮影色C8の補正式を各色あたり2種類の変数を用いて定義し、補正カーブをS字型を取ることも可能な関数形とする。RGB成分ごとに独立な変数を2個ずつ合計6個使うのではなく、共通な変数2個だけを使ってもよい。

$a_{11} \sim a_{33}$ の変数9個と $b_1 \sim b_3$ の変数3個に加え、ここで導入した6種または2種の変数を決定する手順は、上記の γ を求めるアルゴリズムを拡張し新しい変数に当てはめた形にすればよい。ループを繰り返すアルゴリズムは変数が増えたことに依り若干収束性が悪くなる恐れがあるが、実用上問題があるほどに悪化した場合は関数形を変更するか、変数6個でなく2個で済む方法を採用するなどすればよい。

[0070] なお、ガンマ補正を行う場合、参照色領域を撮影し平均値を取って得た参照色データそのものも、撮影機材記憶部52に記録しておくことが好ましい。ガンマ補正を行う場合、ここに示したように複数の方法が考えられるため、参照色データおよびカラーセンサの色データの組み合わせが記録してあれば、後から別の補正方法を適用し、最適な色補正の方法について再検証することが可能である。

[0071] また、5種以上の参照色の中からどの4種の参照色を色補正用に使い、どの参照色をガンマ補正用の参照色とするかについても任意性があるので、それらの組み合わせを変えて色補正を行ってみることも可能である。ガンマ補正用の参照色は中間的な明るさであることが望ましいが、5種以上の参照色の中にそのような明るさのものが複数あってもおかしくない。

複数の手法による色補正は、その正確性を後で検証するためだけでなく、最初から複数の色補正法で評価を行い、平均値またはあらかじめ定めた加重平均により補正值を決定するという使い方をしてもよい。これにより、より多くの状況で安定して色評価を行える可能性がある。

[0072] 以上、ガンマ補正が画像データに与える撮影機材5の機種依存性について、説明した。なお、画像調整部51が撮影機材記憶部52に画像データを保存するときの撮影機材5の機種依存性として、オートホワイトバランスもそ

の原因に挙げられる。

オートホワイトバランスとは、適切な明るさの画像となるように生データから切り出す値の範囲を自動で計算し、照明 8 の影響をできるだけ排除して白い物が白く写るようにカラーバランスを自動で調整する処理である。

[0073] このとき、カメラには撮影の瞬間の光源のスペクトルに関する正確な情報がある訳ではないので、オートホワイトバランスでは画像の内容だけに基づいて「多くの人が自然な色の画像だと感じるように」色が調整されているに過ぎない。その調整法はカメラメーカーが独自に機種ごとに設定するもので、同じ瞬間に同じ対象を撮影しても、機種が異なれば得られる映像の色データも異なる。

つまり、オートホワイトバランスで照明 8 の影響を完全に排除することは不可能で、撮影により作成された色データにはカメラの機種依存性が必ず残ってしまう。さらに、メーカー独自の画質調整が加味される場合も多く、色の鮮やかさを強調したり、肌の色を明るくすると言ったこともよく行われるので、色データの機種依存性は大きい。

このようなオートホワイトバランスに対しても、ガンマ補正の場合と同様に表示物 7 の参照色を増やしてセンサ領域 2 1 と同時に撮影することで、撮影機材 5 の機種依存性を排除して色補正の精度を上げることができる。

[0074] 以上説明した本実施形態では、表示物 7 に第 4 の参照色を追加し、色評価部 6 2 がアフィン変換の平行移動を示す項を含む（式 4）を計算することで、センサ色が黒色に近い撮影色であっても、適切に並行移動された色補正を実現できる。

さらに、図 1 2 を参照して説明したように、表示物 7 に第 5 の参照色を追加し、色評価部 6 2 がガンマ補正などの画像調整処理の影響を加味することで、撮影機材 5 の機種依存性の影響を排除して、精度の高い色評価を行うことができる。

[0075] なお、本発明は前記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、前記した実施例は本発明を分かりやすく説明するため

に詳細に説明したものであり、必ずしも説明したすべての構成を備えるものに限定されるものではない。

また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段などは、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計するなどによりハードウェアで実現してもよい。

また、前記の各構成、機能などは、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

[0076] 各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイルなどの情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) などの記録装置、または、IC (Integrated Circuit) カード、SDカード、DVD (Digital Versatile Disc) などの記録媒体に置くことができる。

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんどすべての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

さらに、各装置を繋ぐ通信手段は、無線LANに限定せず、有線LANやその他の通信手段に変更してもよい。

[0077] ここで、参照色の表示方法として色補正の効果が高い実施例について説明をする。カラーセンサを撮影する実際の環境では、単に光源の種類が違うだけでなく、光のあたり方が場所によって異なる場合が多い。カラーセンサを含む標示物の片側が明るく反対側が暗いといった様な明るさの勾配がある場合や、部分的に影が落ちているなどの理由により明るさにムラがある場合がある。センサ領域と参照色領域の距離が離れていると、この明るさのムラが原因で色の補正が十分に行えない可能性が生じてしまう。

その可能性を最大限減らすためには、センサ領域に参照色領域が接する様に配置するのが最もよい。更にセンサ領域を挟んで同じ参照色領域を2個配置し、その平均値を参照色として利用すれば、標示物全体に一様な明るさの勾配がある時にも、そこから来る誤差を可能な限り打ち消すことができる。

[0078] 図13はその様な色補正の効果が高い参照色の配置例を示したものである。表示物78には、各センサ領域21, 22を中心として8個の参照色領域(2組の参照色領域11~14)が取り囲み(接するように配置され)、4種類の参照色が2箇所ずつ点対称の位置に配置されている。例えば、同じ色の参照色領域11が、センサ領域21の左上側と、センサ領域21の右下側とに配置されている。

符号の説明

- [0079]
- | | |
|-------------------------|---------|
| 5 | 撮影機材 |
| 6 | 演算装置 |
| 7 | 表示物 |
| 8 | 照明 |
| 11~15 | 参照色領域 |
| 21, 22 | センサ領域 |
| 30 | 背景領域 |
| 31 | 情報コード |
| 51 | 画像調整部 |
| 52 | 撮影機材記憶部 |
| 60 | 処理部 |
| 61 | 演算装置記憶部 |
| 62 | 色評価部 |
| 63 | 物理量変換部 |
| 71, 72, 73a, 73b, 74~78 | 表示物 |

請求の範囲

- [請求項1] 第1の撮影環境において撮影された4つ以上の参照色の色情報が記憶部に登録されており、
- 計測する物理量によって変化するカラーセンサのセンサ色と、計測する物理量によって変化しない4つ以上の参照色とが表示された表示物を第2の撮影環境で撮影した計測時の撮影データから、センサ色と、4つ以上の参照色とをそれぞれ取得し、
- 前記記憶部から読み取った前記第1の撮影環境における4つ以上の参照色の色情報から、前記撮影データから取得した前記第2の撮影環境における4つ以上の参照色の色情報への変化量をもとに、前記第1の撮影環境と前記第2の撮影環境との間の色の変換係数を求め、
- 前記計測時の撮影データから取得したセンサ色と、前記色の変換係数とをもとに、アフィン変換の平行移動を示す項を含む変換式を計算することで、センサ色を前記第1の撮影環境において撮影されたように補正する色評価部を有することを特徴とする
- 色評価装置。
- [請求項2] 前記表示物に表示される4つ以上の参照色それぞれを、色を表現するパラメータの組み合わせで構成される色空間内の座標で表現したとき、4つ以上の参照色の点が同一平面内に含まれることがないように参照色が決定されていることを特徴とする
- 請求項1に記載の色評価装置。
- [請求項3] 前記色評価部は、前記計測時の撮影データから、センサ色と、4つ以上の参照色とをそれぞれ取得するときに、前記表示物に表示された情報コードを併せて読み取り、その後の前記色の変換係数を求める処理またはセンサ色を補正する処理において、前記情報コードを利用することを特徴とする
- 請求項2に記載の色評価装置。
- [請求項4] 前記色評価部は、前記色の変換係数を求める処理において、前記第

1 の撮影環境および前記第 2 の撮影環境それぞれで撮影データに施されている画像調整処理を示す色の変換係数も、前記参照色から求めることを特徴とする

請求項 2 に記載の色評価装置。

[請求項 5]

色評価装置は、記憶部と、色評価部を有しており、

前記記憶部には、第 1 の撮影環境において撮影された 4 つ以上の参照色の色情報が登録されており、

前記色評価部は、

計測する物理量によって変化するカラーセンサのセンサ色と、計測する物理量によって変化しない 4 つ以上の参照色とが表示された表示物を第 2 の撮影環境で撮影した計測時の撮影データから、センサ色と、4 つ以上の参照色とをそれぞれ取得し、

前記記憶部から読み取った前記第 1 の撮影環境における 4 つ以上の参照色の色情報から、前記撮影データから取得した前記第 2 の撮影環境における 4 つ以上の参照色の色情報への変化量をもとに、前記第 1 の撮影環境と前記第 2 の撮影環境との間の色の変換係数を求め、

前記計測時の撮影データから取得したセンサ色と、前記色の変換係数とをもとに、アフィン変換の平行移動を示す項を含む変換式を計算することで、センサ色を前記第 1 の撮影環境において撮影されたように補正することを特徴とする

色評価方法。

[請求項 6]

請求項 5 に記載の色評価方法に用いられる前記表示物であって、前記カラーセンサが表示されるセンサ領域と、4 つ以上の参照色それぞれが個別に表示される参照色領域とを有することを特徴とする

色評価方法に用いられる表示物。

[請求項 7]

前記センサ領域を有する媒体と、前記参照色領域を有する媒体とが、別々の媒体として構成されることを特徴とする

請求項 6 に記載の表示物。

[請求項8] 4つ以上の参照色の前記参照色領域は、前記センサ領域を挟むように、同じ参照色の前記参照色領域が複数箇所で設けられていることを特徴とする

請求項6に記載の表示物。

[請求項9] 前記カラーセンサが表示される前記センサ領域と、参照色ごとの前記参照色領域とを閉領域として構成し、どの閉領域にも属さない背景領域に、前記参照色領域の参照色とは別の参照色を表示することを特徴とする

請求項6に記載の表示物。

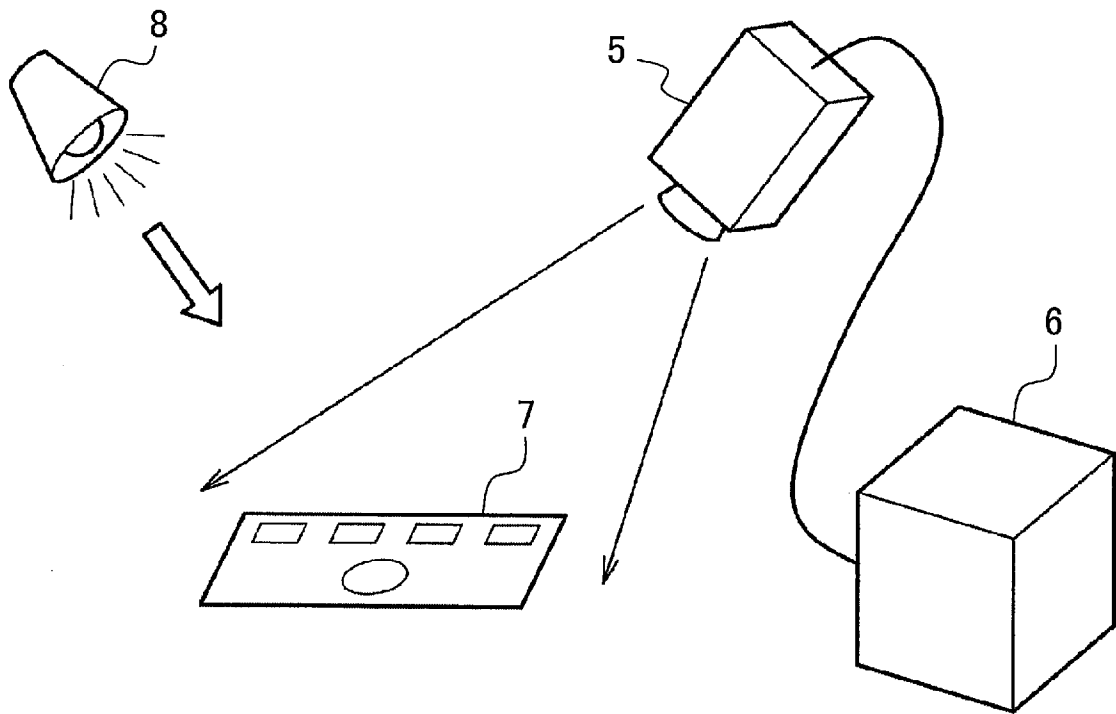
[請求項10] 前記カラーセンサが表示される前記センサ領域と、参照色ごとの前記参照色領域とを閉領域として構成し、どの閉領域にも属さない背景領域には、白の背景色または黒の背景色を表示することを特徴とする

請求項6に記載の表示物。

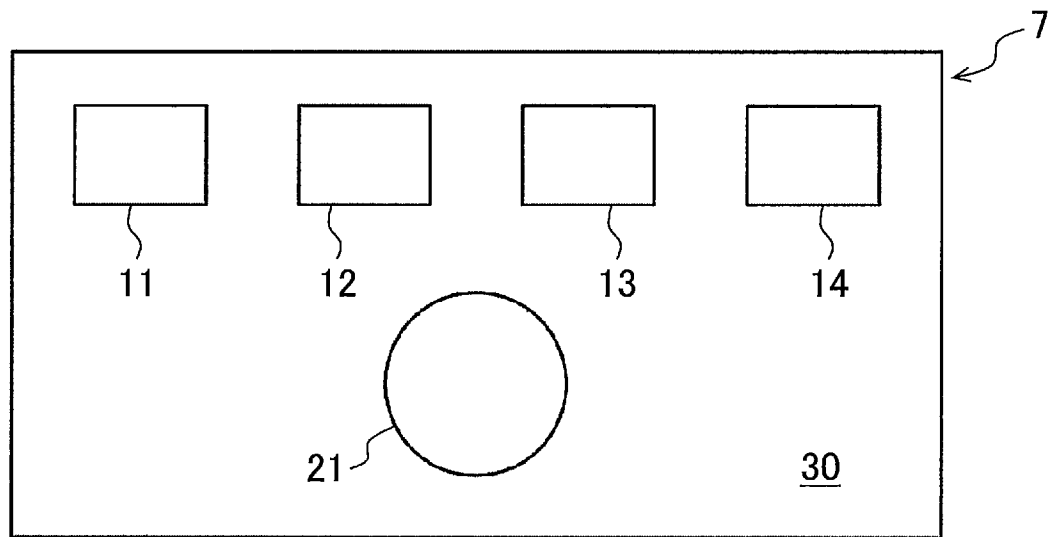
[請求項11] 4つ以上の参照色の前記参照色領域は、それぞれ前記センサ領域に接するように配置され、同じ参照色の前記参照色領域が複数箇所で設けられていることを特徴とする

請求項6に記載の表示物。

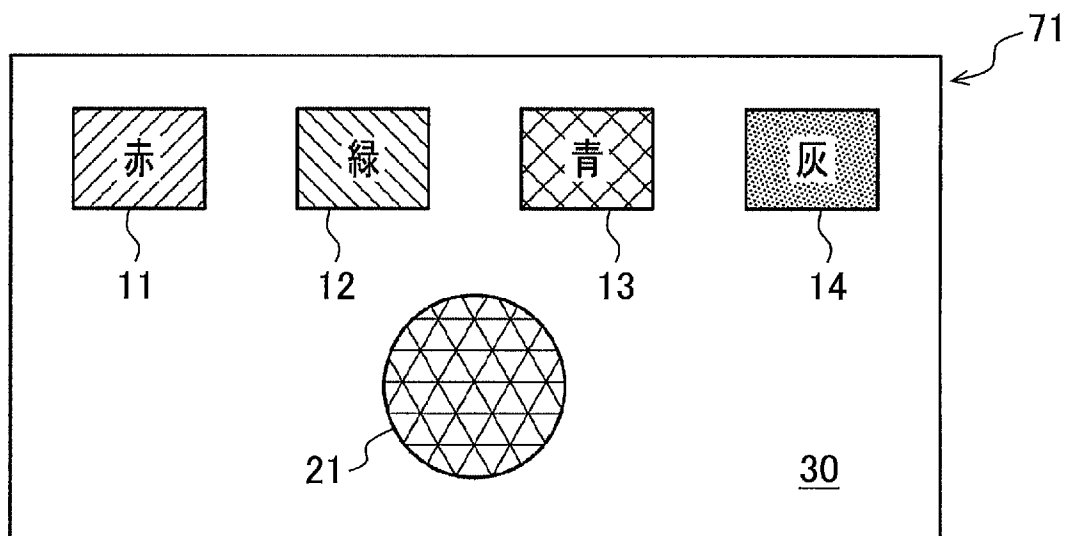
[図1]



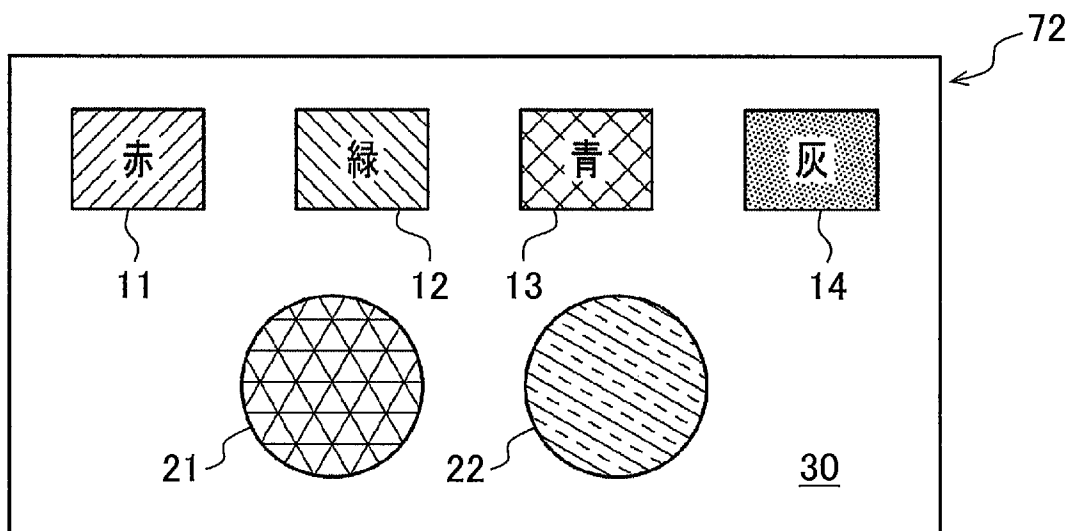
[図2]



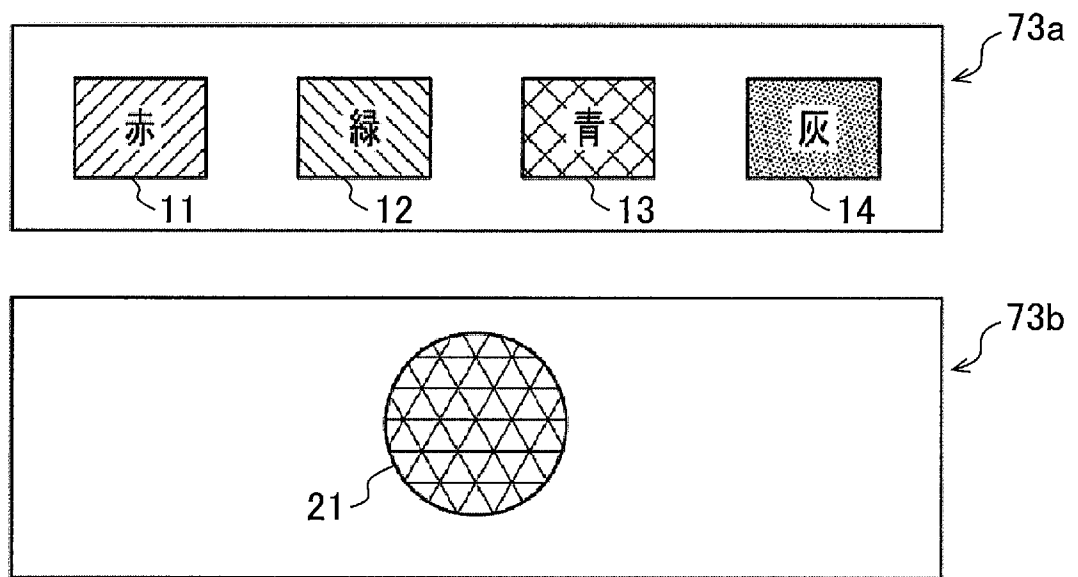
[図3]



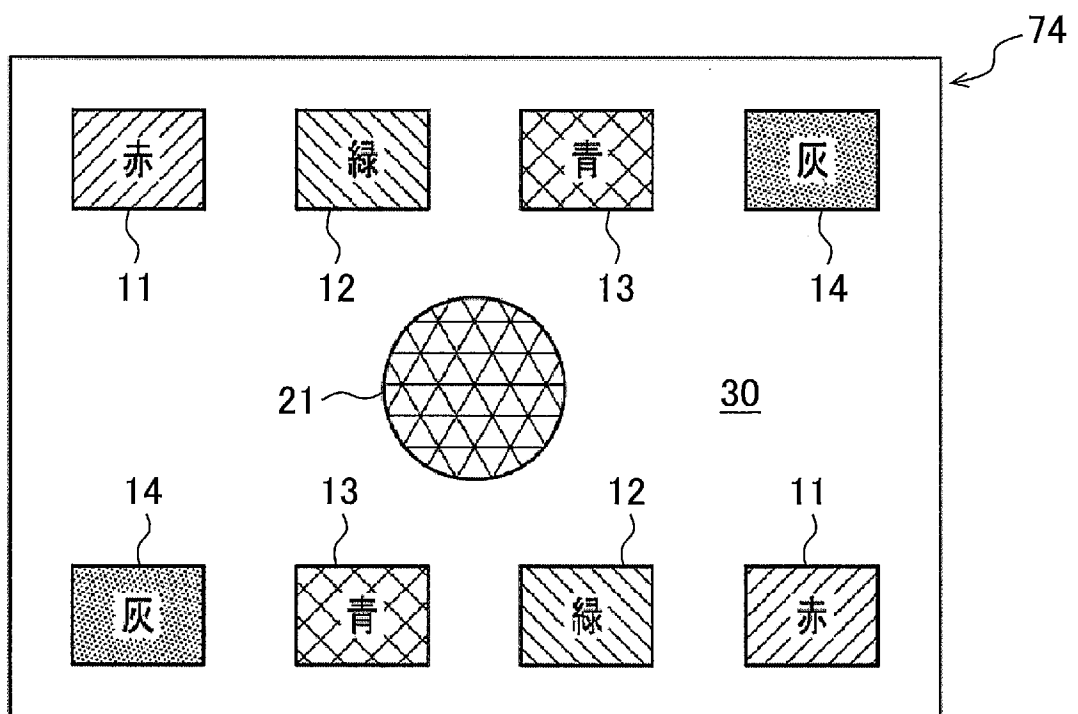
[図4]



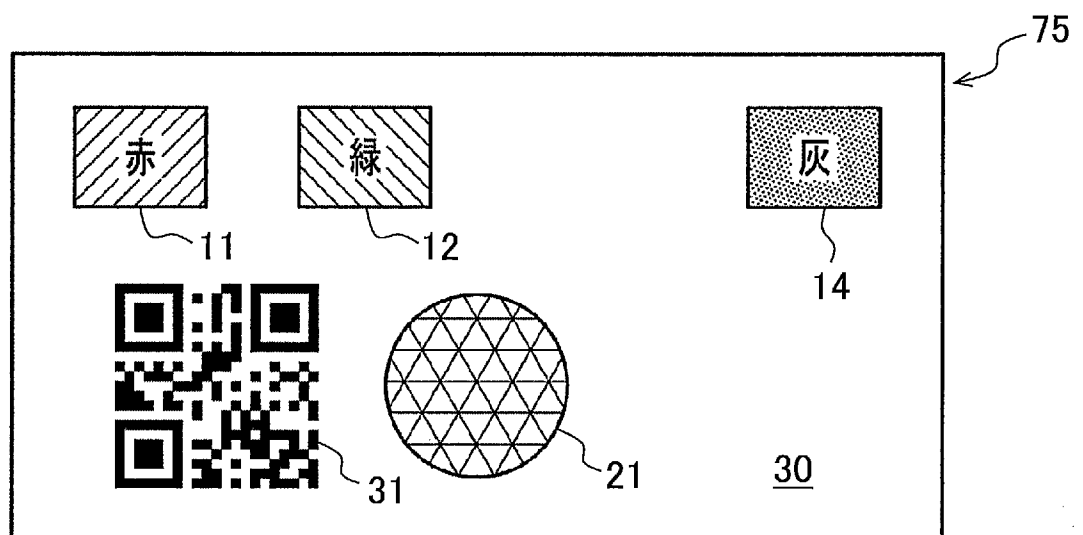
[図5]



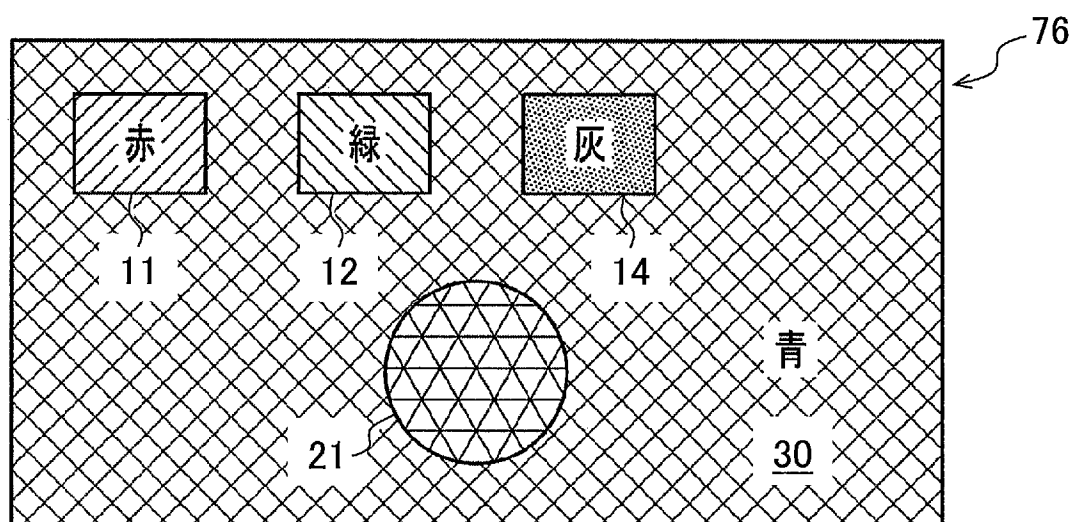
[図6]



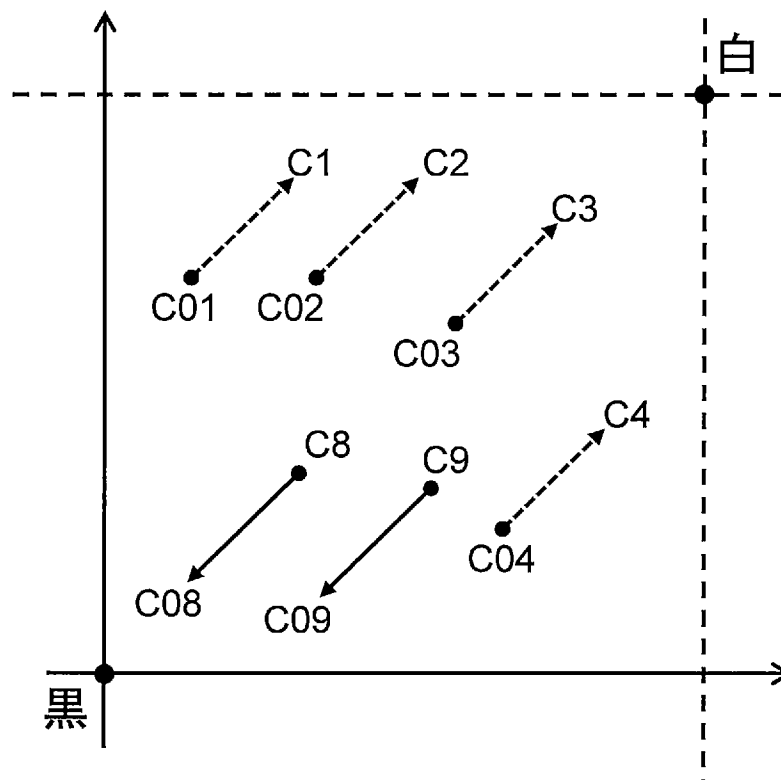
[図7]



[図8]

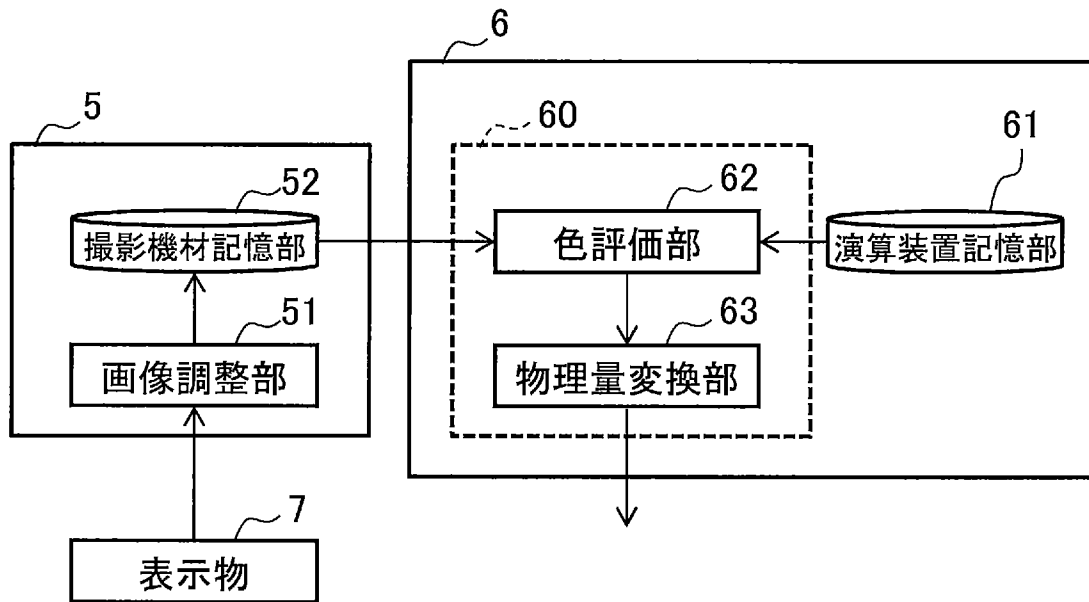


[図9]

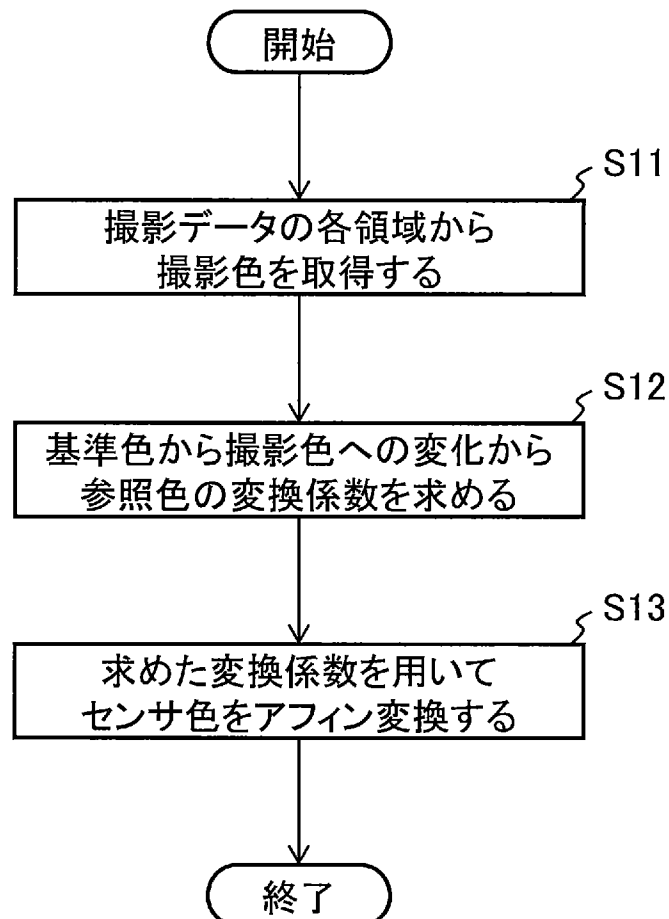


第 1 の撮影環境	第 2 の撮影環境
参照基準色C01 [R_{01} , G_{01} , B_{01}]	参照撮影色 C 1 [R_1 , G_1 , B_1]
参照基準色C02 [R_{02} , G_{02} , B_{02}]	参照撮影色 C 2 [R_2 , G_2 , B_2]
参照基準色C03 [R_{03} , G_{03} , B_{03}]	参照撮影色 C 3 [R_3 , G_3 , B_3]
参照基準色C04 [R_{04} , G_{04} , B_{04}]	参照撮影色 C 4 [R_4 , G_4 , B_4]
センサ補正色C08 [R_c , G_c , B_c]	センサ撮影色 C 8 [R , G , B]
センサ補正色C09 [R_c , G_c , B_c]	センサ撮影色 C 9 [R , G , B]

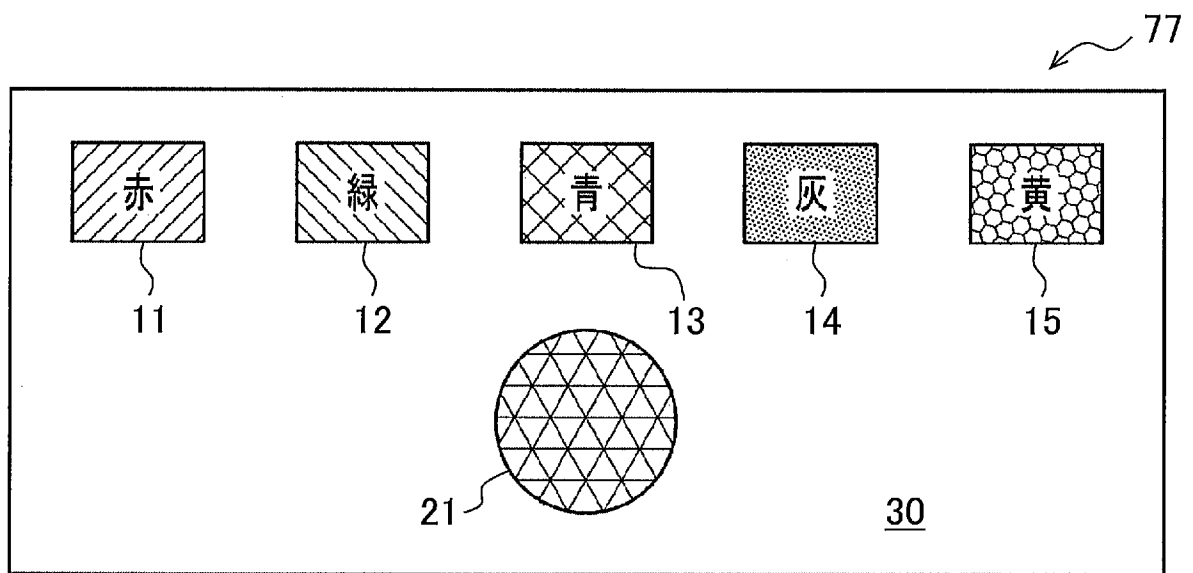
[図10]



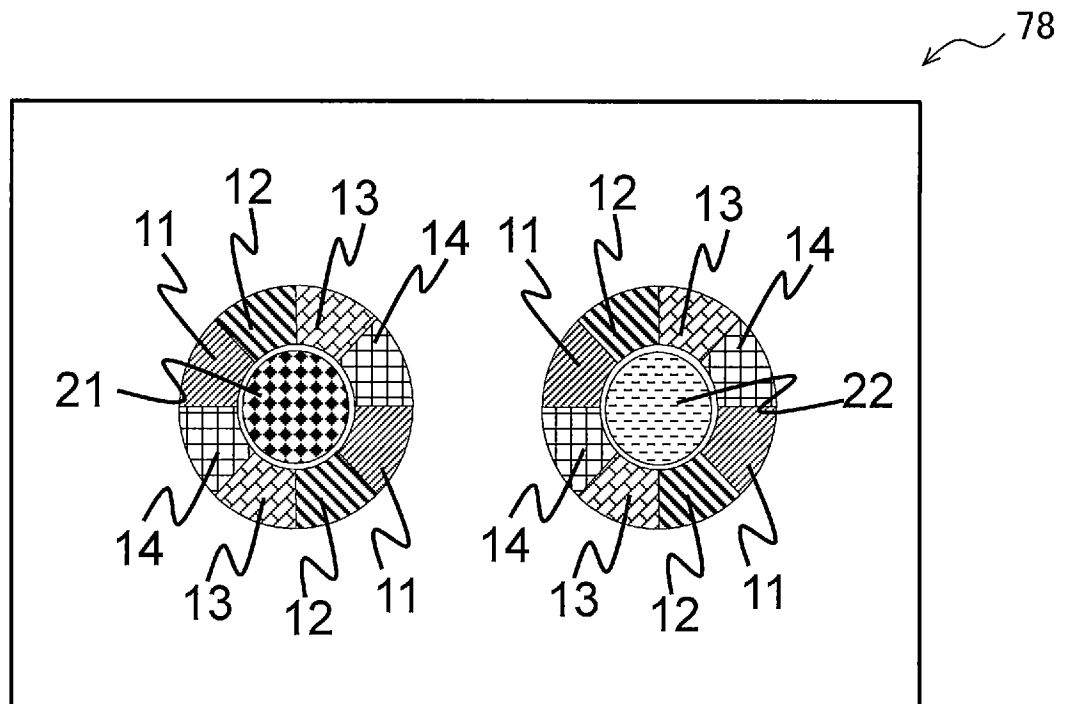
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/011936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. G01J3/46(2006.01)i, G01J3/52(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, G01N21/78(2006.01)i, G01K11/12(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/90(2017.01)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) Int. Cl. G01J3/46-3/52, G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61, G01N21/75-21/83, G01K11/12, G06T1/00, G06T7/90, H04N1/40-1/409, H04N1/46-1/62, H04N9/04-9/11, H04N9/44-9/78 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019 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.
Y	JP 2012-093277 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 17 May 2012, paragraphs [0009]-[0011], [0020]-[0045], fig. 1-4 (Family: none)	1-11
Y	JP 2004-135069 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 30 April 2004, paragraphs [0010]-[0019], fig. 1-3 (Family: none)	1-11
Y	WO 2016/163266 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 13 October 2016, paragraphs [0029]-[0045], [0052], [0053], fig. 5, 6 & US 2018/0080829 A1, paragraphs [0041]-[0057], [0064], [0065], fig. 5-6B	3
☒ 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 09.06.2019		Date of mailing of the international search report 18.06.2019
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/JP2019/011936

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-259123 A (KONICA MINOLTA BUSINESS TECHNOLOGIES, INC.) 04 October 2007, paragraphs [0049]-[0052], fig. 4 & US 2007/0223064 A1, paragraphs [0070]-[0073], fig. 4 (A)-4 (B)	7
Y	JP 2015-207085 A (FUJITSU LTD.) 19 November 2015, paragraphs [0016], [0017], fig. 2 & US 2015/0304618 A1, paragraphs [0049], [0050], fig. 2	8, 11
A	US 2015/0241358 A1 (BURG et al.) 27 August 2015, entire text, fig. 1-21 & WO 2015/134820 A1	1-11
A	JP 2010-281728 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 16 December 2010, entire text, fig. 1-6 (Family: none)	1-11
A	JP 2007-101482 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 19 April 2007, entire text, fig. 1-12 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01J 3/46(2006.01)i, G01J 3/52(2006.01)i, G01N 21/27(2006.01)i,
G01N 21/78(2006.01)i, G01K 11/12(2006.01)i, G06T 1/00(2006.01)i,
G06T 7/90(2017.01)i, H04N 1/60(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（I P C））

Int.Cl. G01J 3/46-3/52, G01N 21/00-21/01, G01N 21/17-21/61, G01N 21/75-21/83,
G01K 11/12, G06T 1/00, G06T 7/90, H04N 1/40-1/409, H04N 1/46-1/62,
H04N 9/04 -9/11, H04N 9/44-9/78

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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 9 年
日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 9 年

国際調査で利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
Y	J P 2 0 1 2 - 0 9 3 2 7 7 A （日本電信電話株式会社） 2 0 1 2 . 0 5 . 1 7 , 段落番号【0 0 0 9】-【0 0 1 1】、【0 0 2 0】-【0 0 4 5】、 第1-4図 （ファミリーなし）	1 - 1 1

☒ 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

0 9 . 0 6 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

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）

平田 佳規

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 W

9 8 0 7

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
Y	J P 2004-135069 A (大日本印刷株式会社) 2004. 04. 30, 段落番号【0010】-【0019】, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-11
Y	WO 2016/163266 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2016. 10. 13, 段落番号【0029】-【0045】, 【0052】-【0053】, 第5-6図 & US 2018/0080829 A1 段落番号【0041】-【0057】, 【0064】- 【0065】, 第5-6B図	3
Y	J P 2007-259123 A (コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社) 2007. 10. 04, 段落番号【0049】-【0052】, 第4図 & US 2007/0223064 A1 段落番号【0070】-【0073】, 第4 (A) - 4 (B) 図	7
Y	J P 2015-207085 A (富士通株式会社) 2015. 11. 19, 段落番号【0016】-【0017】, 第2図 & US 2015/0304618 A1 段落番号【0049】-【0050】, 第2図	8, 11
A	US 2015/0241358 A1 (BURG et al.) 2015. 08. 27, 全文, 第1-21図 & WO 2015/134820 A1	1-11
A	J P 2010-281728 A (日本電信電話株式会社) 2010. 12. 16, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-11

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	J P 2007-101482 A (松下電器産業株式会社) 2007.04.19, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	1-11