

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-6408
(P2016-6408A)

(43) 公開日 平成28年1月14日(2016.1.14)

(51) Int.Cl.

| | | |
|------|------|-----------|
| G01J | 3/46 | (2006.01) |
| G06T | 1/00 | (2006.01) |
| G01J | 3/51 | (2006.01) |

F 1

| | |
|------|------|
| G01J | 3/46 |
| G06T | 1/00 |
| G01J | 3/51 |

| |
|------|
| Z |
| 510 |
| 3/51 |

テーマコード(参考)

| |
|-----------|
| 2 G 0 2 0 |
| 5 B 0 5 7 |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2015-37450 (P2015-37450)
 (22) 出願日 平成27年2月26日 (2015. 2. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-108613 (P2014-108613)
 (32) 優先日 平成26年5月26日 (2014. 5. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 302047880
 有限会社パパラボ
 静岡県浜松市中区幸5丁目8番24号
 (74) 代理人 100103207
 弁理士 尾崎 隆弘
 (72) 発明者 加藤 誠
 静岡県浜松市中区幸5丁目8番24号 有
 限会社パパラボ内
 F ターム(参考) 2G020 AA08 DA02 DA03 DA04 DA05
 DA06 DA13 DA14 DA32 DA34
 DA45 DA65 DA66
 5B057 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16
 CB01 CB08 CB12 CB16 CE17
 CE18 CH07 DA12 DB02 DB06
 DB09 DC25

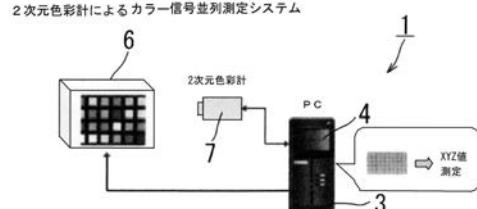
(54) 【発明の名称】ウェアラブル着色評価装置及びウェアラブルウェアラブル着色評価方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】安価な着色評価システムを提供する。

【解決手段】カラー信号発生器6と2次元色彩計7(撮像部)は、同一の演算処理部3より駆動することにより、同期を取り、カラー信号発生器6で、縦横のタイル状(例えば100x100程度)に分割されたRGB値の変化したカラータイルを2次元色彩計7で計測し、カラー信号発生器6のR G B値に全部XYZ値が関連づけられた変換テーブルを作成し、ウェアラブル端末で測定対象物を測定してrgb値を得て、このrgb値に対応するXYZ値を演算する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像機能を備えるウェアラブル端末と、
演算処理部と、
演算処理部からの信号に基づいて、RGB計測信号を発生するカラー信号発生器と、
演算処理部と接続可能な、CIE XYZ等色関数と等価に線形変換された三つの分光感度(S1())、S2()、S3())を有する撮像部と、
前記カラー信号発生器と前記撮像部を前記演算処理部で同期しながら、カラー信号発生器で縦横に分割されたRGB値の変化した色票を撮像部によりXYZ値を計測し、前記色票をウェアラブル端末で撮像してr g b値を得ることにより、r g b値とXYZ値との変換テーブルを発生する色空間関数発生部と、

撮像対象物をウェアラブル端末で撮像してr g b値を得、このr g b値から前記変換テーブルを利用してXYZ値を演算処理するXYZ演算部と、
を備えたウェアラブル着色評価装置。

【請求項 2】

前記撮像部が、
前記XYZ演算部が、
前記ウェアラブル端末の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定し、
測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値より正規化されたx y値又はXYZ値そのものを検査領域について演算し、
x y色度図のx y座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、x y色度ヒストグラム又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布を作成し、
前記検査物と基準物の2つのx y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査することを特徴とする請求項1のウェアラブル着色評価装置。

【請求項 3】

前記XYZ演算部が、
前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定し、
測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値をL a bに変換し、
L a b色度図のL a b座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、L a b色度ヒストグラム分布を作成し、
前記検査物と基準物の2つのL a b色度ヒストグラム分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査することを特徴とする請求項1のウェアラブル着色評価装置。

【請求項 4】

前記色度ヒストグラム分布において、前記2つの画素の画素積算数を格子単位で比較し、小さい方の画素積算数を特定し、当該画素積算数を積算し、前記検査領域の全画素数に対する、前記積算された積算数の割合を演算することにより、前記色分布一致指数を演算する請求項2または3のウェアラブル着色評価装置。

【請求項 5】

前記色分布一致指数を示すデータを表示装置に表示し、通信回線を介してコンピュータ間で送受信する請求項3または4のウェアラブル着色評価装置。

【請求項 6】

前記ウェアラブル端末で生産ライン上を流れる検査物を撮像する請求項1ないし5いずれかのウェアラブル着色評価装置。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

演算処理部からの信号に基づいて、カラー信号発生器でRGB計測信号を発生させるRGB計測信号発生ステップと、

前記カラー信号発生器と前記撮像部を前記演算処理部で同期しながら、カラー信号発生器で縦横に分割されたRGB値の変化した色票を撮像部によりXYZ値を計測し、前記色票をウェアラブル端末で撮像してRGB値を得ることにより、RGB値とXYZ値との変換テーブルを発生する色空間関数発生ステップと、

撮像対象物をウェアラブル端末で撮像してrgb値を得、このrgb値から前記変換テーブルを利用してXYZ値を演算処理するXYZ値発生処理ステップと、
を備えたウェアラブル着色評価方法。

【請求項8】

CIE XYZ等色関数と等価に線形変換された三つの分光感度(S1())、S2()
、S3())を有する撮像部を利用する着色検査方法において、

照明下で、前記ウェアラブル端末による撮像により取得した三つの分光感度を有する画像をCIE XYZ表色系における三刺激値XYZに変換した着色データを生成するステップと、

前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定するステップと、

測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値より正規化されたx y値又はXYZ値そのものを検査領域について演算するステップと、

x y色度図のx y座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、x y色度ヒストグラム分布、又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布を作成し、

前記検査物と基準物の2つのx y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査するステップと、

を備えたことを特徴とする請求項7のウェアラブル着色評価方法。

【請求項9】

照明下で、前記ウェアラブル端末による撮像により取得した三つの分光感度を有する画像をCIE XYZ表色系における三刺激値XYZに変換した着色データを生成するステップと、

前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定するステップと、

測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値をLabに変換するステップと、

Lab色度図のLab座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、Lab色度ヒストグラム分布を作成するステップと、

前記検査物と基準物の2つのLab色度ヒストグラム分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査するステップと、

を備えたことを特徴とする請求項7のウェアラブル着色評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物の色の忠実なシミュレーションを可能とするウェアラブル着色評価装置及びウェアラブル着色評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

単に色を測定する計測器としては、分光測色計が一般に普及しているが、ある一定面積の平均的な色度値を求めるため、対象物に模様があつたり、メタリック塗装であつたり、

10

20

30

40

50

人の肌のように反射が複雑であったりすると、目でみたような結果が得られないため、その評価は人の目で行うしかない検査が現在多く存在する。

【0003】

従来のRGBカラーフィルター方式のデジタルカメラでは、色を測定する観点からすると負の感度が実現できることによる、図30にも記載の、以下の2つの問題点がある。

1. 色空間に歪みが生ずるため、RGBからXYZ空間への線形性がないため、測定値として使えない。

2. 色を測定する場合には、RGBの三角形の外の値は、すべて三角形に張り付いた座標となり、三角形の内部の座標点しか、一意に捉えられない。

【0004】

つまり、従来のRGBデジタルカメラでは、XYZ等色関数に変換した場合の精度は色空間の歪みを補正することができないために、色差Eは補正を行っても、5.0程度しか実現できないため、色測定への利用（化粧品、自動車塗装等）は困難であった（図31参照）。

【0005】

すなわち、RGBカラーデジタルカメラでは、3角形の内側の色についての信号は捉えることができるが、これは色空間としては、負の感度を無視することにより、非線形な信号となっており、この信号を色度値として利用することが、精度上、困難である。

【0006】

そこで、図32に示す通り、等色関数を用いた画像計測装置の設計、計測用センサーの設計開発により、ヒトの目でみた色をディスプレイ上に表現する技術が開発されている。特許文献1、2等に記載の通り、印刷用検版システムや、分光感度測定装置等が開発されてきている。本発明者は、ヒトの視覚領域をすべてカバー技術的する3フィルターXYZ方式の提案ならびに静岡大学工学部下平研究室に古くから関わり、デジタルカメラシステムとして製品化を行っている。この画像色再現技術を中心とした、デジタルカメラ、校正装置、色忠実ソフトウェアを特徴とし、その応用製品として2次元色彩計を化粧品、自動車、医療分野等での展開を行っている。これまで、ヒトの視覚の全域を正確に捉えられる色再現方式の2次元色彩計が開発されている。

【0007】

応用製品としての3フィルターXYZ方式の2次元色彩計は精度が高く、従来に無かつた色度分布解析等、色と質感の定量化に成功している。化粧品分野、自動車塗装分野、歯科材料評価分野等で、研究所、工場等の品質管理部門で導入されており、高い評価を受けている。いずれの市場でも、営業やインラインでの塗装工程、歯科技師等のさらに広い市場で拡販が期待されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-236785号公報

【特許文献2】特開2012-217052号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述の2次元色彩計の解析をさらに多くの市場に適用したいというニーズが、化粧品、歯科業界、塗装業界より数多く寄せられ、また、色域がRGBの3角形の内側の色（人の肌、鮮やかではない塗装色等）の場合に、コスト面で一層抑えることが必要であるにもかかわらず、コスト面から採用を断念しているのが実情である。

【0010】

上述の2次元色彩計システムについては、そのフィルタが誘電体多層膜方式で高精度ながら、その製作に高コストの製品であることから、高精度測定器としてのマーケットにしか展開できないでいる。つまり、現行製品は、高精度測定器であるがゆえ、コストを抑え

10

20

30

40

50

ることは難しく、これらの市場へ投入する機会が難しい。

【0011】

一方で、RGBカラーデジタルカメラでは、これを何らかの手段により、非線形補正処理方式を確立することが課題となる。そこで、通常のRGBデジタルカメラに色忠実技術を適用できぬかといった声は多くの市場から期待されるに至っている。

【0012】

上記背景に鑑み、本発明は、色忠実技術を応用した2次元色彩計の市場拡大のため、市販のRGBデジタルカメラに対し安価な色測定に利用できるシステム、ソフトウェアならびにサービスを提供することにより、広範囲の市場で展開できることを目的とする。つまり、本発明は、RGBデジタルカメラに色空間補正処理を組み込んだ計測ライブラリーならびに、廉価版の2次元色彩計を提供することである。2次元色彩計を原器として、これを利用して、市販RGBデジタルカメラについて、その3角形の内側のみに限定し、世界で類のない正確にXYZ等色関数に変換する方式を確立することが課題となる。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者は、一般ウェアラブル端末2、工業用ITVで利用されているRGBカラーカメラにおいて、そのRGBの色域内の色データをXYZ等色関数の測色的データとして、利用できる補正機能をもたせるための、RGBカラー空間からXYZ色測色空間への正確な色変換色差（例えば、E<1.6）での変換がおこなうことのできるRGBカラーでの測色計側システムを提供することを着想したものである。

20

【0014】

本発明のウェアラブル着色評価装置は、撮像機能を備えるウェアラブル端末と、演算処理部と、演算処理部からの信号に基づいて、RGB計測信号を発生するカラー信号発生器と、演算処理部と接続可能でCIE XYZ等色関数と等価に線形変換された三つの分光感度（S1（）、S2（）、S3（））を有する撮像部と、前記カラー信号発生器と前記撮像部を前記演算処理部で同期しながら、カラー信号発生器で縦横に分割されたRGB値の変化した色票を撮像部によりXYZ値を計測し、前記色票をウェアラブル端末で撮像してrgb値を得ることにより、rgb値とXYZ値との変換テーブルを発生する色空間関数発生部と、撮像対象物をウェアラブル端末で撮像してrgb値を得、このrgb値から前記変換テーブルを利用してXYZ値を演算処理するXYZ演算部と、を備えたものである。

30

【0015】

前記撮像部（例えば、2次元色彩計等）の色差Eが、例えば、0.5以下で、色差Eが0.8~1.6の範囲に設定することが好ましい。

【0016】

前記XYZ演算部が、前記ウェアラブル端末の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定し、測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値より正規化されたx y値又はXYZ値そのものを検査領域について演算し、x y色度図のx y座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、x y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布を作成し、前記検査物と基準物の2つのx y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査することが好ましい。

40

【0017】

前記XYZ演算部が、前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定し、測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値をLabに変換し、Lab色度図のLab座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、Lab色度ヒストグラム分布を作成し、前記検査物と基準物の2つのLab色度ヒストグラム分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査することが

50

好ましい。

【0018】

前記色度ヒストグラム分布において、前記2つの画素の画素積算数を格子単位で比較し、小さい方の画素積算数を特定し、当該画素積算数を積算し、前記検査領域の全画素数に対する、前記積算された積算数の割合を演算することにより、前記色分布一致指数を演算することが好ましい。

【0019】

前記色分布一致指数を示すデータを表示装置に表示し、通信回線を介してコンピュータ間で送受信することが好ましい。

【0020】

前記ウェアラブル端末で生産ライン上を流れる検査物を撮像することが好ましい。

【0021】

本発明のウェアラブル着色評価方法は、演算処理部からの信号に基づいて、カラー信号発生器でRGB計測信号を発生させるRGB計測信号発生ステップと、前記カラー信号発生器と前記撮像部を前記演算処理部で同期しながら、カラー信号発生器で縦横に分割されたRGB値の変化した色票を撮像部によりXYZ値を計測し、前記色票をウェアラブル端末で撮像してrgb値を得ることにより、rgb値とXYZ値との変換テーブルを発生する色空間関数発生ステップと、撮像対象物をウェアラブル端末で撮像してrgb値を得、このrgb値から前記変換テーブルを利用してXYZ値を演算処理するXYZ値発生処理ステップと、を備えたものである。

10

20

30

40

【0022】

本発明では、CIE XYZ等色関数と等価に線形変換された三つの分光感度(S1()、S2()、S3())を有する撮像部を利用する着色検査方法において、照明下で、前記ウェアラブル端末による撮像により取得した三つの分光感度を有する画像をCIE XYZ表色系における三刺激値XYZに変換した着色データを生成するステップと、前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定するステップと、測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値より正規化されたx y値又はXYZ値そのものを検査領域について演算するステップと、x y色度図のx y座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、x y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布を作成し、前記検査物と基準物の2つのx y色度ヒストグラム分布又はXYZ色度ヒストグラム3次元分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査するステップと、備えたことを特徴とする。

【0023】

照明下で、前記ウェアラブル端末による撮像により取得した三つの分光感度を有する画像をCIE XYZ表色系における三刺激値XYZに変換した着色データを生成するステップと、前記測定対象物の撮像により得られた着色データのうち、特定された検査領域を設定するステップと、測定対象物として、検査物と基準物について、それぞれ、前記検査領域の各画素のXYZ値をLabに変換するステップと、Lab色度図のLab座標の検査領域を格子で区画し、各格子に属する前記検査物と基準物の画素数を積算することにより、Lab色度ヒストグラム分布を作成するステップと、前記検査物と基準物の2つのLab色度ヒストグラム分布の重なり合った割合を示す色分布一致指数を演算することにより、色を検査するステップと、を備えたことが好ましい。

【0024】

本発明は、2次元色彩計に代わる普及タイプであり、用途は、営業用ツール、オンライン検査装置用普及装置、その他のウェアラブル端末2、通信メモリで管理された演色性の高い照明等である。

【0025】

撮像部を利用した、RGBウェアラブル端末の色空間マッピング測定装置である。従来のRGBデジタルカメラに測定的な精度を付加する機能が加わる。構成要素としては、カラー信

50

号発生器、それを組み込んだカラー信号計測システム、その計測信号を使った色空間関数発生装置、XYZ等色関数に変換色信号変換機能となる。

【0026】

カラー信号発生器は、縦横に正確な階調でRGBの輝度値を制御して表示することが、その後の色空間でどれだけ正確かつ詳細に信号を発生できるかの鍵となる。

【0027】

カラー信号計測システムの測定の精度は、撮像部の精度が反映されることになるが、カラー信号発生器と撮像部を効率良く同期して、対象となるウェアラブル端末のRGBデジタルカメラの色域を高精度にカバーすることができる。

【0028】

本発明によるRGBデジタルカメラの補正方式をとることにより、RGBの三角形の領域内の判定精度は色差 Eが、例えば、0.8~1.6 (AA級許容差) 程度の遙かに高精度な判定的な精度でのデジタルカメラに転換できる。

10

【0029】

本発明では、ウェアラブル端末のデジタルカメラを従来のRGBカラー方式のものを採用し、光源と一体化・小型化することにより、従来の分光測色器とコストを同程度に抑えられ、さらに色忠実なXYZ系2次元色彩計のもつ機能を継承することにより、大きな市場のニーズに応えられる製品を提供できる。

【0030】

本発明は、XYZ系撮像部、例えばXYZ系2次元色彩計(例えば、Eが0.5以下)等を利用して、RGBデジタルカメラの色空間を補正する発明であるので、色判定精度が、色差 Eで、例えば、AA級許容差0.8~1.6程度になるため、安価で多くの市場での利用が可能となる画期的な発明である。

20

【0031】

ここでいうウェアラブル端末は、身につけて持ち歩くことができる情報端末である。例えば、RGBデジタルカメラ、超小型パーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ、めがねが一体となったもの、その他、例えば、腕時計、リストバンド、指輪、メガネ、衣服などに適用された端末等を含む。RGBデジタルカメラの校正技術をウェアラブル端末に施すことにより、ウェアラブル端末がXYZ系撮像部として利用が可能となる。

30

【0032】

本発明のウェアラブル着色評価方法の手順は以下の通りである。

1. カラー信号発生器を発光させ、XYZ撮像部で撮像し、演算装置の取り込み、XYZ色票データを作製する。

2. カラー信号発生器を発光させ、ウェアラブル端末で撮像し、演算装置の取り込み、RGB色票データを作製する。

3. 上記1.2.から、RGB-XYZ変換テーブルを作成し、変換テーブルを演算装置に記憶させる。

4. 基準物をウェアラブル端末で撮像し、XYZデータを演算する。

5. 測定対象物をウェアラブル端末で撮像し、rgbデータをRGB-XYZ変換テーブルに従って、XYZデータに変換する。

40

6. このXYZデータを参照して、色一致度指数と色差 Eを演算する。

【0033】

色差 Eだけでは、メタリック感などの評価ができないし、色一致指数だけでは、相対的な比較となるため、両方を評価する方式がより人の目の評価に近い。ウェアラブル端末では、基準画像と検査画像を同時に見ることが出来る。検査画像には、基準画像と一緒に、色差 E、Lab値等の数値を表示できる。検査画像にオーバーレイしグラフィックを重ねて表示することが出来る。

【0034】

本発明はウェアラブル端末で撮影したrgbデータは、色空間変換機能により、正確なXYZ値に変換され、この値を利用して、演算を行い、色分布一致指数、色差 Eを求め

50

ことができる。この変換機能は、演算装置又はウェアラブル端末に内蔵されたコンピュータのソフトウェア処理により、行うことが出来る。

【0035】

基準品と検査対象品の比較処理を行う場合、まず、基準品を撮影して変換測色し、この色を正確にウェアラブル端末に表示する。さらに検査対象品を並べて比較することが、目視で出来るようになる。ウェアラブル端末には画像の重ね合わせ機能があるので、基準画像を検査対象画像に対し、位置合わせをしてリアルタイムに重ね合わせることができる。さらに、この画像をON/OFFすることにより、目視で色の差を認知できる機能を設けができる。

【0036】

色差 E の数値化機能（マス目）を実現できる。検査画像に対し、マス目に切った領域について、色差や色分布一致指数を数値として、オーバーレイ表示で出力する。ここでいうオーバーレイ表示は画像データを重ね合わせて表示することをいう。さらにマス目の色自体を、色が合っているところを青系統、合わないところを赤系統へレインボーアーティストリクエスト表示したり、ある特定の色差以上を赤枠にしたり、観測者の注意を促すようにすることができる。

【0037】

色差 E の部分のラベリング表示を実現できる。検査画像に対し、色差 E が大きな領域について、チェックマーク表示にし、赤色ベタ塗りとするなど、観測者の注意を促すようにすることができる。

【発明の効果】

【0038】

本発明により、色忠実技術を応用した2次元色彩計の市場拡大のため、市販のRGBデジタルカメラに対し安価な色測定に利用できるシステム、ソフトウェアならびにサービスを提供することができ、広範囲の市場で展開できる。本発明は、RGBデジタルカメラに色空間補正処理を組み込んだ計測ライブラリーならびに、廉価版の2次元色彩計に等価なウェアラブル端末を提供できる。

【0039】

ウェアラブル端末において、そのRGBの色域内の色データをXYZ等色関数の測色的データとして、利用できる補正機能をもたせるための、RGBカラー空間からXYZ色測色空間への正確な色変換色差（例えば、 $E < 1.6$ ）での変換がおこなうことのできるRGBカラーでの測色計側システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1のカラー信号発生器のブロック図である。

【図2】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1の色彩計によるカラー信号並列測定システムのブロック図である。

【図3】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1のカラー信号発生器での処理を示すブロック図である。

【図4】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1における、RGB値からXYZ値への変換を示す説明図である。

【図5】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1の変換テーブルを示すブロック図である。

【図6】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1のカラー信号発生器のブロック図である。

【図7】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1の逆引きテーブルを示すブロック図である。

【図8】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1のテーブル補完方式を示す説明図である。

【図9】本発明実施形態1のウェアラブル着色評価装置1のブロック図である。

10

20

30

40

50

【図10】本発明実施形態1におけるXYZ表色系カメラであるウェアラブル端末2の分光感度を示す関数である。

【図11】本発明実施形態1において三つの分光感度(S1())、S2()、S3())に従って画像情報を取得する方式の具体例である。(a)はダイクロイックミラーを用いる場合の説明図である。(b)はフィルタターレットを用いる場合の説明図である。(c)は光学フィルタ72a、72b、72cを撮像素子73に微視的に貼着した場合の説明図である。

【図12】本発明実施形態1のウェアラブル端末2のブロック図である。

【図13】本発明実施形態1のウェアラブル端末2による自動車5のパネルの境目を撮像する例1を示す斜視図である。
10

【図14】本発明実施形態1のウェアラブル端末2による自動車5のパネルの境目を撮像する例2を示す斜視図である。

【図15】本発明実施形態1の演算部21におけるフローチャートである。

【図16】本発明実施形態1の演算部21におけるサブーチャートである。

【図17】(a)は本発明実施形態1の演算部21における検査領域Tを示す説明図、(b)は検査領域Tに対応する色度図上の色度領域Kを示すx y色度図、(c)は格子Gで区画された色度領域Kの説明図、(d)はx y 2次元色度図上での色度の重なりの様子を示す模式図、(e)はミニマム分布を示す説明図、(f)はx y色度ヒストグラム分布の一例を示す説明図である。

【図18】(a)は測定対象物のメタリック度を示す説明図、(b)はx y色度ヒストグラム分布図、(c)はx y色度ヒストグラム分布の立体イメージ図である。
20

【図19】本発明実施形態1のOK品の表示例である。

【図20】本発明実施形態1のNG品の表示例である。

【図21】本発明実施形態1のNG品の表示例である。

【図22】本発明実施形態1のNG品の表示例である。

【図23】本発明実施形態2のウェアラブル着色評価装置101の構成を示すブロック図である。

【図24】本発明実施形態2のウェアラブル着色評価装置101の演算処理部103におけるフローチャートである。

【図25】本発明実施形態3のウェアラブル着色評価装置201の構成を示すブロック図である。
30

【図26】本発明実施形態4のウェアラブル着色評価装置401の構成を示すブロック図である。

【図27】本発明実施形態5のウェアラブル着色評価装置による肌質評価実験における表示装置の画面を示すものである。

【図28】本発明実施形態6のウェアラブル着色評価装置601の色度測定機能を示す表示装置の画面を示すものである。

【図29】本発明実施形態7のウェアラブル着色評価装置601の構成を示す説明図である。

【図30】RGB3バンド分光感度と捕らえられる色域の説明図である。

【図31】色差に関する規格や規定に制定されている事項を示す表である。

【図32】XYZ等色関数を用いた視覚全色色域フィルタ方式の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0041】

本発明の実施形態1であるウェアラブル着色評価装置1について図面を参照して説明する。図1、図2、図6に示すカラー信号発生器6はその表示画面が256×256に分割されたタイル状の構成である。演算処理部3(ここではパーソナルコンピュータである。)から色信号RGBを送信し、この色信号RGBによりカラー信号発生器6を発光させる。図3に示す通り、カラー信号発生器6はRを256階調、Gを256階調、Bを256階調に変化せるものであり、ブロック図で示すと、1枚目がB1、2枚目がB2、3枚

目がB3…・256枚目がB255である。カラー信号発生器6は、精度の高い液晶表示装置等のモニターを使って、RGBの色票を作ることができる。ウェアラブル端末2のrgb値よりもカラー信号発生器6のRGB値の方が色域は広くなるようにカラー信号発生器6を製作することは、RGBカラーでの色空間の歪みを測定するために必要となる。このカラー信号発生器6が縦横に正確な階調でRGBの輝度値を制御して表示することは、その後の色空間で正確かつ詳細に信号を発生できるかの鍵となる。

【0042】

図2に示す通り、カラー信号発生器6の色信号RGBを1～256階調に変化させた表示画面を撮像部としての2次元色彩計7で256回撮影することにより、RGB値が1～256まで変化させたときの各タイルのXYZ値が2次元色彩計7により得られる。この2次元色彩計7はXYZフィルタ又はXYZフィルタと等価のフィルタを使用したものである。測定されたXYZ値は演算処理部3に取り込み、表示装置4に演算結果が表示される。この撮像部は、小型またはマイクロ・デジタルカメラである。2次元色彩計7では、縦横のタイルを同時に読み込むことができるので、これを並列と呼んでいる。カラー信号発生器6と2次元色彩計7は、同一の演算処理部3より駆動することにより、同期を取りながら、カラー信号発生器6で、縦横のタイル状(例えば100x100程度)に分割されたRGB値の変化したカラータイルを2次元色彩計7により1秒程度で計測できる。

【0043】

カラー信号発生器6より発生した色信号を2次元色彩計7にて、高精度かつ高速に測定することにより、図5に示す通り、カラー信号発生器6の色信号RGBに、正確にXYZ等色関数の色度値XYZを割り当てることが可能となる。この測定の精度は、2次元色彩計7の精度が反映されることになるが、カラー信号発生器6と2次元色彩計7を効率良く同期して、対象となるウェアラブル端末2の色域を高精度にカバーすることができる。

【0044】

2次元色彩計7の分光感度はルータ条件を満たすものであって、その分光感度(S1()、S2()、S3())は、図32に示す通り、XYZ等色関数から、負の値を持たず、単独ピークを持つ山形であり、それぞれの分光感度曲線のピーク値が等しく、かつ分光感度の曲線の重なりはできるだけ少なくするという条件から等価変換したものである。分光感度(S1()、S2()、S3())は具体的には以下の特性を持つ。

| | ピーク波長 | 半値幅 | 1 / 10幅 |
|----|--------|------------|------------|
| S1 | 582 nm | 523～629 nm | 491～663 nm |
| S2 | 543 nm | 506～589 nm | 464～632 nm |
| S3 | 446 nm | 423～478 nm | 409～508 nm |

【0045】

図6に示す通り、演算処理部3からの前述した同じ色信号でカラー信号発生器6を発光させ、2次元色彩計7と同じ色票をウェアラブル端末2の撮像部で撮像し、撮像データを演算処理部3に取り込み、rgb値を得る。

【0046】

図1、図2、図6に示す通り、演算処理部3は、色信号RGBを発生し、これをカラー信号発生器6に送信して発光させ、2次元色彩計7で計測したXYZ値と色信号RGBのRGB値とを対応づける色空間関数測定機能を内蔵し、ウェアラブル端末2の撮像部で撮像したrgb値を取り込み、このrgb値から、対応するXYZ値を演算することで、rgb値からXYZへの数値化を行うものである。図4に示す通り、色空間関数測定機能は、RGBの三角形の領域をカバーする色空間からXYZ等色関数に変換する関数を測定するものである。

【0047】

RGB値とXYZ値を変換する非線形関数は、多変数での変換方式や、効率的なテーブル方式がある。すべてのRGB値からXYZ値に変換するための変換テーブルをすべての変換点で作成し、その変換テーブルより、効率を考慮して変換方式を設定する。なお、図30に示す通り、RGB3バンド分光感度はxy色度図の三角形の中のマイナスの感度を

10

20

30

40

50

潰しているので、この三角形の中は非線形である。2次元色彩計7は線形なXYZ空間であるので、これとRGB値は線形に結ばれることはない。

【0048】

色信号RGBの各8ビットの階調をすべて変化させたタイルの色数は、1600万色のため、2次元色彩計7では、1600回の読み取りを行うことにより、測定が完了し、RGB値とXYZ値の変換テーブルが1時間足らずで作成できる。マス目を細かくすれば、倍々で高速に変換テーブルの作成が可能となり、演算処理部3で発生し、カラー信号発生器6に送信される色信号の全部のRGB値にXYZ値が対応づけられることから、カラー信号発生器6のRGB値に対応するXYZ値について、すべての変換テーブルを作成する。

【0049】

この変換テーブルにより、RGB値の非線形のデータが全部、2次元色彩計7で測定したXYZ値と関連づけられるので、この変換テーブルは大きなテーブルになるところから、それを最終的にテーブルとして扱うか、その非線形な関数をフィッティングカーブで求めて、多項式で数値演算的に求めるかは、選択の問題であり、それはどちらでも問題はない。

【0050】

図7に示す通り、ウェアラブル端末2でカラー信号発生器の測定値（出力値）である $r_1 g_1 b_1$ 値に対応するXYZ値を、変換テーブルから逆引きし、 $X_1 Y_1 Z_1$ の値を求めることができる。このように、ウェアラブル端末2（非線形なデジタルカメラ）であっても、変換テーブルによって、XYZ値が求められる。

【0051】

ところで、色票データのRGB値のすべてがウェアラブル端末2の測定値であるrgb値（各8bit 256階調）に対応しているわけではないので、埋められなかったrgb値に対応するXYZ値を線形補間等の演算で計算する。たとえば、図8に示す通り、測定方式としては、完全テーブル補間方式を探る。たとえば、下記の数1の計算式による。

[数1]

$$X(r g b) = \frac{1}{6} [X(r_{i-1}, g_j + b_k) + X(r_{i+1}, g_j + b_k) + X(r_i, g_{j-1} + b_k) + X(r_i, g_{j+1} + b_k) + X(r_i, g_j + b_{k-1}) + X(r_i, g_j + b_{k+1})]$$

6近傍で計算したが、斜めの近傍位置も入れて、26近傍で計算してもよい。さらに、最近傍との距離が2つ以上の場合には、その距離を考慮したものとなる。

【0052】

ウェアラブル端末2のデジタルカメラは、xy色度図の三角形の色域の領域(s-RG B)しかデータがとれないが、変換テーブルにより、本実施形態1では、前記の3角形以外のRGBで囲まれた領域全体のデータがとれる。したがって、デジタルカメラを備えるウェアラブル端末2で、2次元色彩計7と、三角形の色域内で同様な数値を取得することができ、2次元色彩計7に代えて、ウェアラブル端末2の安価なデジタルカメラでXYZ値が得られる。

【0053】

2次元色彩計7の分光感度はルータ条件を満たすものであって、その分光感度(S1()、S2()、S3())は、図10に示す通り、XYZ等色関数から、負の値を持たず、単独ピークを持つ山形であり、それぞれの分光感度曲線のピーク値が等しく、かつ分光感度の曲線の重なりはできるだけ少なくするという条件から等価変換したものである。分光感度(S1()、S2()、S3())は具体的には以下の特性を持つ。

| | ピーク波長 | 半値幅 | |
|----|--------|--------------|--------------|
| S1 | 582 nm | 523 ~ 629 nm | 491 ~ 663 nm |
| S2 | 543 nm | 506 ~ 589 nm | 464 ~ 632 nm |
| S3 | 446 nm | 423 ~ 478 nm | 409 ~ 508 nm |

【0054】

上記の分光特性S1のピーク波長を 580 ± 4 nm、分光特性S2のピーク波長を54

10

20

30

40

50

$3 \pm 3 \text{ nm}$ 、分光特性 S 3 のピーク波長を $446 \pm 7 \text{ nm}$ として取り扱うこともできる。

【0055】

三つの分光感度 (S 1()、S 2()、S 3()) は次の数式 2 を用いて求められるものである。分光特性自体についての詳細は特開 2005-257827 号公報を参照されたい。

【数 2】

$$\begin{bmatrix} S_1(\lambda) \\ S_2(\lambda) \\ S_3(\lambda) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.51151 & 0.60975 & -0.10930 \\ -0.38668 & 1.16031 & 0.07538 \\ 0.0 & 0.0 & 0.56086 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{bmatrix}$$

10

【0056】

2 次元色彩計 7 の仕様は、例えば、有効頻度値約 500 万画素、有効面積 $9.93\text{mm} \times 8.7\text{mm}$ 、画像サイズ $3.45 \mu\text{m} \times 3.45 \mu\text{m}$ 、ビデオ出力 12 Bit、カメラインターフェイス GigE、フレーム数(ピント調整時)3~7 フレーム/sec、シャッタースピード $1/15,600\text{sec} \sim 1/15\text{sec}$ 、積算時間 3 秒まで、S/N 比 60dB 以上、レンズマウント F マウント、動作温度 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 、動作湿度 20% ~ 80% である。

【0057】

2 次元色彩計 7 は、図 9 に示すように、撮影レンズ 7 1 と、この撮影レンズ 7 1 の後方に配置された三つの光学フィルタ 7 2 a、7 2 b、7 2 c と、光学フィルタ 7 2 a、7 2 b、7 2 c の後方に配置された撮像素子 7 3 (CCD、CMOS など) と、を備えている。三つの分光感度 (S 1()、S 2()、S 3()) は、光学フィルタ 7 2 a、7 2 b、7 2 c の分光透過率と撮像素子 7 3 の分光感度との積により与えられるものである。図 9 における光学フィルタ 7 2 a、7 2 b、7 2 c と撮像素子 7 3 との配列的関係は模式的に示したものにすぎないものである。三つの分光感度 (S 1()、S 2()、S 3()) に従って画像情報を取得する方式について以下に具体例を挙げるが、本実施形態 1 ではこれらのうちいずれをも採ることができ、また、その他の方式を探ることもできる。2 次元色彩計 7 は演算処理部 7 4 と、表示装置 7 5 を備えている。表示装置 7 5 は、分光感度 (S 1()、S 2()、S 3()) により取得した画像情報を表示し、演算処理部 7 4 で XYZ 表色系における三刺激値 X Y Z に変換し、これを演算処理部 3 に送信し、取得した三刺激値 X Y Z による画像データを変換処理によって正規化し x y 値に変換する演算処理を行い、視覚化処理された画像を表示する。

20

【0058】

図 11 (a) に示すものはダイクロイックミラーを用いる方式である。これはダイクロイックミラー 7 2 c' により特定の波長の光を反射し、透過した残りの光について、さらに別のダイクロイックミラー 7 2 a' により別の特定の波長の光を反射して分光し、撮像素子 7 3 a、7 3 b、7 3 c を三つ並列にして読み出す方式である。ここでは、ダイクロイックミラー 7 2 a' が光学フィルタ 7 2 a、7 2 b に相当し、ダイクロイックミラー 7 2 c' が光学フィルタ 7 2 c に相当する。撮影レンズ 7 1 から入射する光はダイクロイックミラー 7 2 c' により分光感度 S 3 に従う光が反射され、残りの光は透過する。ダイクロイックミラー 7 2 c' により反射された光を反射鏡 7 6 により反射して撮像素子 7 3 c により分光感度 S 3 を得る。一方、ダイクロイックミラー 7 2 a' を透過した光は、ダイクロイックミラー 7 2 a' において、分光感度 S 1 に従う光が反射され、残りの分光感度 S 2 に従う光は透過するため、それぞれ撮像素子 7 3 a、撮像素子 7 3 b により撮像して分光感度 S 1、S 2 を得る。ダイクロイックミラーに代えて同様な特性を有するダイクロイックプリズムを用いて三つに分光し、それぞれの光が透過する位置に撮像素子 7 3 a、7 3 b、7 3 c を接着することとしてもよい。

30

【0059】

図 11 (b) に示すものはフィルタターレット 7 7 を用いる方式である。撮影レンズ 7

40

50

1からの入射光と同じ方向を回転軸に持つフィルタターレット77に光学フィルタ72a、72b、72cを設けてこれらを機械的に回転させ、順次透過する光について撮像素子73により三つの分光感度S1、S2、S3を得るものである。

【0060】

図11(c)に示すものは光学フィルタ72a、72b、72cを撮像素子73に微視的に貼着する方式である。撮像素子73上における光学フィルタ72a、72b、72cは、ベイヤー配列型に設けられる。この配列は、格子状に分けた撮像素子73上の領域のうち半分に光学フィルタ72bを設け、残りの半分の領域に光学フィルタ72aと光学フィルタ72cとをそれぞれ均等に配置するものである。すなわち、配置量は光学フィルタ72a:光学フィルタ72b:光学フィルタ72c=1:2:1となる。光学フィルタ72a、72b、72cの配列をベイヤー配列以外のものとすることは本実施形態1において特に妨げられない。一つ一つの光学フィルタ72a、72b、72cは非常に微細であるため、印刷により撮像素子73に貼着される。ただし、本発明はこの配列に意味があるのではなく、分光感度(S1()、S2()、S3())の特性のフィルタを撮像素子に貼着することにある。

10

【0061】

ウェアラブル端末2は、メガネ形状であり、図12に示す通り、レンズ20、CPU、ROM、RAM等を備える演算部21等を備えたRGBデジタルカメラ22、入出力部23、ヘッドマウントディスプレイとしての表示装置24が一体となったものであり、ウェアラブル端末2が2次元色彩計として利用が可能となる。演算部21には、前記のように作成された変換テーブルが記憶され、ソフトウェアによる演算によって、演算部21がRGBデジタルカメラ22で撮像されたrgb値からXYZ値に変換する等、ウェアラブル端末2により取得した画像の任意の位置における輝度、色度等を演算し視覚化処理するものである。

20

【0062】

測定対象物の自動車5に対して、図13、図14に示す通り、ウェアラブル端末2で撮像し、車が並んでいる中から適宜に自動車5を抽出して塗装が適切に施工されているか否かを測定し、塗装の抜き取り検査とする。

【0063】

照明部の照明源はキセノンランプ(擬似太陽光)を採用する。照明部はキセノンランプのほかに、フレネルレンズ・アセンブリを備えている。キセノンランプは自動車5の斜め上から均一に照らすものとする。キセノンランプ以外にLEDの人工太陽灯でもよい。ロボットアーム等に取り付ける場合には、小型軽量でありながら、色彩評価用光源の条件を満たし、一般的なLEDで起きる色収差の問題も克服し、大変便利である。

30

【0064】

表示装置24は演算部21と接続され、演算部21で処理された画像信号を受信して、画像を画面に表示するようになっている。演算部21または表示装置24は、適宜、入力手段(図示略)等を設けてもよいし、接続してもよい。入力手段はキーボード、マウス等である。なお、図示は略すが、検査の状況によっては、ウェアラブル端末2に遮光カバーを取り付けてもよい。

40

【0065】

ウェアラブル着色評価装置1の動作について具体例を挙げつつ説明する。ウェアラブル端末2におけるフローチャートを図15に示す。

【0066】

ウェアラブル端末2の電源が入ると、図15に示す通り、初期化をする(初期化S110)。ウェアラブル端末2のデジタルカメラ22により自動車5を撮像し(撮像処理S120)、撮像された画像データを変換テーブルによりrgb値からXYZ値に変換する(変換処理S130)。XYZ値に基づき検査画像は表示装置24に表示される。

【0067】

撮像処理S120では、様々な自動車5のパネルの境目を測定する例が挙げられている

50

が、撮像位置が相違する機能で囲った特定領域について、相違する角度にてウェアラブル端末 2 で自動車 5 を撮像する。撮像箇所は複数箇所であり、適宜数を選択できる。ここでは、正面(0度)、左45度、右45度の3方向から測定する。また、パネル測定の場所は、ウェアラブル端末 2 の0度の光軸は自動車 5 のボディ一面に垂直になる。また、照明は、太陽光と同じく斜め上からの照明であることが特徴となる。

【0068】

X Y Z 表色系では数値と色の関連がわかりにくいので、X Y Z 表色系から絶対的な色合いを表現するための x y Y 表色系を用い、色度座標の色度値 x y は下式より求める。

【数3】

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

10

【数4】

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

20

【0069】

Y は X Y Z の Y をそのまま使う。すべての色は色度値 x y による2次元平面、および明度を示す Y で表現できる。Y は XYZ の Y をそのまま使う。x y Y から XYZ に変換することもできる。L a b への変換は、XYZ 値に、Xn , Yn , Zn の最大明度白色点の XYZ 値より演算できる。

【0070】

x y Y 値から色度 x y 座標ヒストグラムを計算し、色分布一致指数を計算し、表示装置 24 に表示するために必要な場合は、検査画像、基準画像の色情報を RGB に変換処理する等の処理を行う(S140)。演算した内容を表示装置 24 に表示する(表示処理 S150)。

【0071】

図 13 の S140 のサブフロー チャートを説明する。2次元色彩計 7 で基準物の基準画像を撮像しておき、次に対比すべき検査物の検査画像をウェアラブル端末 2 で撮像し、以下のとおり色分布一致指数を順次計算する。この色分布一致指数により色度の類似性を判定する。

30

【0072】

撮像した画像について検査したい領域 T (図 17 (a) 参照) に対応する検査領域 K (図 17 (b) 参照) を設定する(ステップ S141)。大きさや場所を自由に設定することができる。

【0073】

色度値 x y を演算する(S142)。

40

【0074】

撮像した基準画像から切り出した領域 K の基準物 Q の x y 色度ヒストグラム分布を作成する(S143)。この色度ヒストグラム分布は、図 17 (c) に示す、2つのヒストグラム分布の重なり領域 D に属する画素をカウントした積算数である。

【0075】

図 17 (c) に示す通り、x y 座標の位置での比較対象の色分布を平面的に書いたものであり、3次元色分布を2次元色分布に投影したものとなる。検査領域 K を平面格子 G で区画し、その区画の x y 値を有する画素のヒストグラム分布を作成する。x y 座標を、特定の幅のグリッド(立体マス目)、例えば、x y をそれぞれ 1 / 1000 (1000 個の線) で切った格子とする。ヒストグラムの端から端までスキャンしてゆき、格子 G に区画した領域ごとに、これに属する画素数を同じ x y 面でそれぞれスキャンし z 方向にカウン

50

ト数を積算してゆく。また、検査領域 K で x y 色度座標で特定すれば、演算時間が短縮できる。グリッドのマス目を細かくすれば精度は上がるが、演算時間が長くなるので、適宜のマス目とする。なお、ある特定の色だけ細かく見たい場合には、そのところだけより細かく切って検査できる。

【0076】

S 1 4 3 と同様に、検査物 R の検査画像の x y 色度ヒストグラム分布を作成する (S 1 4 4)。x y 色度ヒストグラム分布は、画素の積算数であり、図 1 7 (d) に重なり領域を示す。

【0077】

x y 色度値に代えて、X Y Z 空間の X Y Z 値、または、正規化する前の X Y Z 値から下記の数式 5 により変換した L a b 空間の L a b 値を算出し、これを用いてもよい。L a b 色空間は補色空間の一種で、明度を意味する次元 L と補色次元の A および B を持ち、CIE X Y Z 色空間の座標を非線形に圧縮したものに基づいている。正規化する前の X Y Z 値から L a b に数式 4 により変換することで、X Y Z 色空間上での色分布一致指数に対して、L a b 色空間では、明るさ方向も加味した色分布一致指数が得られる。
10

【0078】

【数 5】

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > (6/29)^3 = 0.008856\dots \text{のとき} \\ [(29/3)^3 t + 16] / 116 & \text{上記以外} \end{cases}$$
20

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

【0079】

検査領域 K に対応する L a b 空間ににおける色度ヒストグラム分布の演算の場合、色分布一致指数の演算は、立体になっても平面でも理屈は同様である。まず、X Y Z 値から L a b 値へ変換を行い、三次元 L a b 空間にマッピングする。色度を L 軸、a 軸、b 軸の 3 次元空間での分布により、演算を行う。検査物 Q と基準物 R での L a b 空間座標での L a b 値を、それぞれ、U₁ (L , a , b)、U₂ (L , a , b)とする。L a b の色空間であるとヒストグラム分布は地球儀のような形状になっており、2 つのヒストグラム分布が立体的に重なり合っている。空間上検査領域 K に対応する L a b 3 次元空間をボクセルといわれる立体格子で区画し、それぞれの立体格子に所属する画素数をカウントアップしていく。3 次元での U₁ (L , a , b)、U₂ (L , a , b)の色度ヒストグラム分布において、L a b 空間で画素がないところは、カウントせず、お互いのカウントがあるところで、その 2 つの値を比較して、小さい方のカウントだけ残すような演算を行うことでミニマム分布を求め、カウント数を加算演算する。L a b 三次元空間の中で分布の重なっているところのカウント値が残るので、最初に切りとった画素分のカウント数と比較演算することによって、三次元での色一致指数の演算を行う。
30
40

【0080】

x y 色度の場合には、明るさの情報が失われてしまうため、色情報のみの色分布一致指数を示すが、L a b 空間では、画像の明るさが変わると、L 値が変化して、色分布一致指数の分布 D₁、D₂ が L a b 空間内で位置がずれる、たとえば、x y 色度が同じでも、明度が高い照明下では L が高くなるなど、画像の明るさが違えば分布の位置がシフトする。3 次元の場合には同じ物体に対して、明るさを変えて照明を当てると立体分布全体がシフトしたようになり、シフトの程度で明るさの差が評価できるので、色と明るさの両方を評
50

価することができる。たとえば、L a b 色度ヒストグラム分布は、暗くなれば下方にシフトし、明るくなれば上方にシフトするなど、画像の明暗を考慮に入れた判定が可能である。普通の照明光が安定していない場所で、ただ単に色を比較したいというケースは二次元の色分布一致指数は同じ値が出るので十分であるが、色が同じであっても明るさが違うことを検出したい場合には三次元の色分布一致指数を用いる。

【0081】

色分布一致指数を演算し(S145)、リターンとする。この指数は、下式により計算する。 $x y$ 色度ヒストグラム分布は、画素の積算数であり、図17(d)に重なり領域D、図17(e)にミニマム分布を示す。

色分布一致指数 = 重なり領域Dに属する画素の積算数 / 検査領域Kの全体の画素数 × 100 (%)

【0082】

図17(e)に示す通り、 $H_A(x_1, y_1)$ を検査物Qの $x y$ 色度ヒストグラム分布の積算数、 $H_B(x_2, y_2)$ を検査物Rの $x y$ 色度ヒストグラム分布の積算数とするとき、重なり合った左側領域では $H_A > H_B$ で、中央で $H_A = H_B$ となり、右側では $H_A < H_B$ である。 H_A, H_B のうち、小さい方の積算数(画素頻度)を取ると、左側では H_A 、右側では H_B となり、太線のような階段状のヒストグラム曲線であるミニマム分布が特定できる。これを利用し、重なり領域Dの全体領域に対する割合が演算できる。

【0083】

このミニマム分布で小さな方の積算値を特定する。 H_A と H_B のうち、少ない方の積算数を加算演算すれば、重なり領域Dの積算数が演算でき、全体の画素数に対する割合が特定できる。検査領域Kの全体の画素数は決まっており、検査物Qと基準物Rでは、ともに総画素数は同一値である。この割合の演算は全部の格子Gについて3次元的に積算してもよい。図17(c)に示す通り、S-Sに沿って検査領域Kを切り、yが所定値の格子列でxが端から端まで変化する場合での画素の積算数の分布を2次元的に積算したものである。図17(f)が積算結果の $x y$ 座標上での2次元マップである。検査領域Kの格子Gに画素の分布がないときは、画素数がゼロであるから、演算から除外する。処理をリターンする。

【0084】

例えば、検査領域Kに属する画素を縦100画素×横100画素 = 10,000画素とする。同じ検査領域Kで画像を切り取るので、画像Aと画像Bの全体の画素数はともに10,000画素である。 $x y$ 色度ヒストグラムから、重なり領域の画素数を積算し、積算数が5,000個であった場合、色分布一致指数は50%となる。色分布一致指数が100%を下回るほど色度の相違度が大きくなる。 $x y$ 値の分布が完全に一致していれば100%となる。これにより、一定以上の数値であると判定された場合に、適合品であると判定することができる。

【0085】

例えば、検査領域Kに属する画素を縦100画素×横100画素 = 10,000画素とする。同じ検査領域Kで画像を切り取るので、画像Aと画像Bの全体の画素数はともに10,000画素である。 $x y$ 色度ヒストグラムから、重なり領域の画素数を積算し、積算数が5,000個であった場合、色分布一致指数は50%となる。色分布一致指数が100%を下回るほど色度の相違度が大きくなる。 $x y$ 値の分布が完全に一致していれば100%となる。これにより、一定以上の数値であると判定された場合に、適合品であると判定することができる。

【0086】

画像について、第一次的に得られる色情報はXYZ等色関数と等価な関数による三つの分光感度(S1()、S2()、S3())であるため、RGBにより取得する場合と比べて人の眼の感度に忠実で高精度である。分光感度(S1()、S2()、S3())の重なり合いは小さく、S/N比も十分にとれ、分光感度の曲線におけるカーブも自然に変化するため、測色における誤差は最低限に留められる。

10

20

30

40

50

【0087】

画像の質感をヒストグラム分布で把握できるため、色のテキスチャー（メタリック感、きらきら感、まだら模様、色パターン、ごつごつ感等）の違いを反映することにより、微妙な色合いの違いまで判定できる。

【0088】

例えば、図18(a)～(c)に示す通り、メタリック度が小さいものから大きなものまで、3種類を検査した場合の例を説明する。メタリック度の小さなものを基準物1とし、メタリック度の中程度を検査物2とし、メタリック度の大きなものを検査物3とする。まず、1～3を前記の処理を行った後のx y 色度図上での分布を作成すると、図18(b)のx y 色度図に示す通り、ハイライト部分が積算されたデータである。積算数を明暗で示してあり、色の明るいほど積算数は大きい。図18(c)は基準物と検査物の3次元で積算数を模式的に表したものである。x y 軸は色度、z軸は積算数である。基本的には、メタリック感が強いほど、低く広がった山形となり、メタリック感が弱いほど、尖った山形になる。メタリック感の元である光輝材（アルミフレーク）は、照明光が当たると、微小突起等きらめき感がでてくるのであるが、このきらめき感は、物理的には光の回折現象である。基準物1と、検査対象2又は3について、2つのヒストグラム分布を比較することで、重なりの度合いを示す色分布一致指標を演算する。

10

【0089】

表1に示す通り、比較例は E が質感の元となる色を平均値で算出した L a b を使用するので、L a b 値、E の値が見た目に比べて微小の差異であり、比較例では、メタル感の程度の検査が困難であった。これに対して、本実施形態の色分布一致指標は、検査領域Kの範囲内の積算数をそのまま用いるので、基準物1に対して、検査物2、3がそれぞれ 58%、27% となり、数値で明確に、かつ、簡単にメタリック度の識別ができる。

20

【0090】

【表1】

表1 基準品①と検査品②・③の比較検査例

| | L値 | a値 | b値 | ΔE | 分布一致指標 |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| ① | 50.40 | -1.96 | 10.60 | - | - |
| ② | 50.52 | -1.97 | 10.21 | 0.121 | 58% |
| ③ | 51.13 | -1.96 | 10.45 | 0.740 | 27% |

30

【0091】

ここで、L * a * b * 表色系における色差 E を求める計算式を下式に示す。色差 E は色空間のユークリッド距離により与えられ、その他のより精度の高い E 2000 により計算してもよい。また、グラフに示すものは色差 E に限らず、例えば、L * a * b * 表色系における L * 値、a * 値、b * 値を並列にグラフ化して表示する方法もある。

40

【数6】

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

【0092】

50

なお、Eと色一致指数の関係であるが、色差 Eだけでは、メタリック感の評価ができず、色一致指数だけでは、相対的な比較となるため、両方を評価する方式がより、人の目の評価に近い。

【0093】

一例として、分布一致指数の閾値は、75%、色差 Eの閾値は、2.5が挙げられ、分布一致指数が75%以上、色差 Eが2.5以下を合格品とする。

【0094】

図19～図22は表示装置24での画面上の表示例である(図15のS150)。図19に示す通り、一致指数89%、E0.111で閾値とともに表示し、中央領域に閾値内に収まることを示すOKの表示を行うとともに、基準画像と検査画像を並べて表示し、右側領域に分光感度の分布、xy色度分布を表示する。一方、図20に示す通り、色分布一致指数81%、E5.546で閾値とともに表示し、中央領域に閾値外となることを示すNGの表示を行うとともに、基準画像と検査画像を並べて表示し、右側領域に分光感度の分布、xy色度分布を表示する。また、図21に示す通り、色分布一致指数32%、E5.369で閾値とともに表示し、中央領域に閾値外となることを示すNGの表示を行うとともに、基準画像と検査画像を並べて表示し、右側領域に分光感度の分布、xy色度分布を表示する。

図22は、色分布一致指数38%、E1.409でNG品であることを示す。RGBデジタルカメラ22であるので、XYZ値からrgb値に変換した画像を表示する。

【0095】

次の本実施形態2のウェアラブル着色評価装置101について図23を参照して説明する。対応する同様な要素については100番台として説明を援用し、主として、相違点を説明する。

【0096】

基準物、検査物の車105を撮像するウェアラブル端末102、ウェアラブル端末102とスイッチ106を介して無線又は有線で接続し、信号を受信し、色分布一致指数の演算を行う演算処理部103と、演算処理部103と接続し指標表示を行う表示装置107とを備えている。

【0097】

図23に示す通り、演算処理部103は、基準物Rとなる自動車105を撮像することにより取得される刺激値XYZ1を計算する演算部103Aと、検査物となる自動車を撮像することにより取得される刺激値XYZ2を計算する演算部103Bと、演算部103Aと演算部103Bと接続し、車の色一致度指標を演算する演算部103Cと、車の色一致度指標と閾値を比較し、合否を決定する合否閾値部103DからのOK信号またはNG信号を表示装置107に送信したり、外部に送信するものである。なお、スイッチ106は、刺激値XYZ1と刺激値XYZ2を選択的に入力するものである。なお、対象物の車は例示である。

【0098】

図24は2つの画像A、Bから色度ヒストグラム分布の比較による色分布一致指標を演算するフローチャートである。図24に示す通り、プログラムが起動すると、画像Aから検査領域Kを切り出し特定し、設定する(S201)。次に画像Bから画像Aと同様の検査領域を切り出し特定し、設定する(S202)。画像A、Bより色度値xy又はLab値の演算を行う(S203)。検査領域Kにおいて、検査物Qと基準物Rのxy色度ヒストグラム分布又はLab色度ヒストグラム分布をそれぞれ演算し、作成する(S204)。xy色度ヒストグラム分布又はLab色度ヒストグラム分布のミニマム分布を特定する(S205)。重なり領域Dでのxy色度ヒストグラム分布又はLab色度ヒストグラム分布の積算数を演算する(S206)。なお、Lab色度ヒストグラム分布に代えて、XYZ色度ヒストグラム分布を利用してもよい。つぎに色分布一致指標を演算し(S207)、リターンする。色分布一致指標 = (重なり領域Dに属する画素の積算数 / 検査領域Kの全体の画素数) × 100(%)である。重なり領域Dでの積算数はH_AとH_Bのうち、

10

20

30

40

50

少ない方の積算数を加算演算する。

【0099】

次に本実施形態3のウェアラブル着色評価装置201につき図25を参照して説明する。対応する同様な要素については200番台として説明を援用し、主として、相違点を説明する。

【0100】

図25に示す通り、色判定対象は自動車205の一部の領域であり、ウェアラブル端末202が自動車205の対象領域を撮像する。ウェアラブル端末202と無線又は有線で接続する演算処理部203は、基準となる刺激値XYZ1を計算する演算部203Aと、判定対象となる刺激値XYZ2を計算する演算部203Bと、演算部203Aと演算部203Bと接続し色一致度指数を演算する演算部203Cと、色一致度指数の指數を送信する指數値部203Dと、を備え、指數値部203Dから信号が着色処理部257に出力されるものである。コンピュータに表示される指數値と、自動車205の画面を見ながら、適正な塗装色になっているかどうかを、画面を見て判定し、さらに着色処理を行うものである。なお、スイッチ206は、基準XYZと対象XYZを選択的に入力するものである。主要な処理は概ね実施形態1、2のフローチャートと同様であるので、説明は援用する。

10

【0101】

次に本実施形態4のウェアラブル着色評価装置401につき図26を参照して説明する。対応する同様な要素については400番台として上記説明を援用し、主として、相違点を説明する。ウェアラブル着色評価装置401は、自動車の生産ライン409上を移動する自動車405をウェアラブル端末402で相違する角度の複数箇所で撮像し、色分布を測定する形態である。適宜、自動車405を停止させ、撮像する。自動車405に対して、照明部406が両サイド斜め上部より照らすように設定してある。検査のインライン処理では、照明とウェアラブル端末402を遮光カバーで覆うことが好ましい。前述の実施形態1～3ではこのような遮光カバーは設けないこともあったが、工場内のインラインの流れの中で検査する場合には、照明部406とウェアラブル端末402自体を遮光フードで覆うことが好ましい。自動車405のボディーは、大抵は、見る場所が決まっているので、複数角度を決めておく。そして、自動車の生産ライン409にてウェアラブル端末402で様々な角度から自動車405の外観を撮像可能である。照明部406は、上側の斜めから自動車405を照射して、下方にダイレクトに反射する光を落とすような照明である。

20

30

【0102】

インラインで全数検査するときの場合で、さらに精密に測定する場合には、左右の角度はさらに細かく取ることもできる。インライン化の応用として、製造ラインのロボットアーム等に取り付けることが出来る。製造ラインに組み込めば、全品検査も可能である。ロボットアームの機械制御と合わせることにより広範囲を全品検査することができる。

30

【0103】

人工太陽灯406を生産ライン409の近傍に複数台並べて固定したものである。ウェアラブル端末402と測定用PC1～PC3 424を接続して信号を送受信できるようにし、また、ハブ408を介して計測制御用メインPC410と接続し、また、測定用PC1～PC3 424を直接、または、KVM411を介して表示装置407と接続したものである。計測制御用メインPCは、インラインホストと通信し、車種、色等のデータを送受信できる。指定した検査範囲内の各ピクセルの色をxy色度図に実施形態1と同様にマッピングし、その広がりや密集具合をヒストグラム分布として得るので、メタリック感、ラメやパールのキラキラ感も含めて数値化できる。

40

【0104】

図27に示す通り、本実施形態5により肌質評価実験を行った。この区分内の、女性の肌の色測定画像(XYZ値)を切り出して、解析をおこなったものである。図27は、ウェアラブル端末2の応用の1例で、通常のウェアラブル端末2で顔の頬を撮影して、その

50

正確な X Y Z 値を R G B からの変換テーブルで引いてきて利用する。この解析プログラムは X Y Z 値から求めるものである。変換テーブルによるもののほか、その他の方式でも良い。

【0105】

図 28 に示す通り、左側の切り出した女性の肌に対して、肌の持つ色度分布を計測し、その分布の広がりや、分布の方向性により、対象となる女性の肌の質（キメ、色白、ハリ）等の評価を行うことができる。

【0106】

肌診断に適用した実施形態 6 は、外光の影響のない撮影BOX内で、安定した柔らかい拡散照明で顔を照らしたものと、ウェアラブル端末で測定している。最新の画像解析テクノロジーと肌研究データを用い、「キメ、ハリ、シワ、シミ、ツヤ」を分析・視覚化した。店頭でお客様のお肌の状態を診断する肌診断機器である。最新の画像解析テクノロジーと肌研究データを用いて、クリアな素肌に欠かせない5つの肌要素を分析・視覚化し、お客様ひとりひとりにこれまで以上にご納得いただける、質の高いカウンセリングを提供できるようになる。

10

【0107】

透明感あふれるクリアな素肌とは、どういった肌なのか、10年間にわたって行った肌研究の結果から、美しいエイジングや本物のクリアな素肌に欠かせない要素として、（1）キメ、（2）ハリ、（3）シワ、（4）シミ・くすみ、（5）ツヤの5要素が導き出された。

20

【0108】

このクリアな素肌に必要な5つの要素をベースに、お客様一人ひとりの異なる肌状態を分析し、目で見てわかりやすいように表示できるカウンセリングツールである。肌状態を分析し、視覚的にもわかりやすく表示した。今後の肌のシミュレーションも可能である。

【0109】

ウェアラブル着色評価装置でお客様の肌を撮影し、デジタルイメージ解析により各要素について分析した。総合結果として、5つの要素のスコアをひと目でわかりやすい五角形として表示するほか、データベースに基づいて、同年齢の肌との比較、肌年齢などを画像やグラフの形で見ることができる。

30

【0110】

肌に関するデータベースを一新し、現代女性にマッチした結果を導き出すことができる。また、新たにハリとツヤも数値化できるようになった。

【0111】

隠れジミや、肌のハリレベル、肌のツヤ（明るさ）なども視覚的に表示した。また、肌トラブルが改善した場合、悪化した場合など、肌状態を10段階でシミュレーションして表示できる。

40

【0112】

これらの分析結果をもとに、お客様お一人おひとりにあわせたスキンケアカウンセリングを提供でき、またお客様にもご自身の肌の状態やスキンケアの重要性を感じられるようになった。

【0113】

お客様からの要望が多かったメークアップした状態での測定が可能になった。忙しいお客様でも、10~15分で本格的なカウンセリングを受けることができる。これまでの肌診断機器と比べ、高い機能を持ちながらも、より小型化するなど利便性が向上した。手のひらサイズの小型ツールも導入できる。肌の水分・油分の状態、肌のトーンやファンデーションの色選びの判定、肌表面と深部の画像を撮影可能である。場所を選ばず、手軽に基本的な肌判定が行える。

【0114】

次に本実施形態 6 のウェアラブル着色評価装置 601 につき図 29、図 30 を参照して説明する。対応する同様な要素については 600 番台として上記説明を援用し、主として

50

、相違点を説明する。ウェアラブル着色評価装置 601 はウェアラブル端末 602、演算処理部 603、表示装置 607 を備えている。ウェアラブル端末 602 は、測定対象を外光の影響を受けず、正確な色・質感の測定が可能な計測ヘッド部を備え、色視覚再現カメラ方式（測定計測）を採用し、動きにもぶれない追従性を持たせている。営業拠点等で基準物 R である本人の毛髪 605 をウェアラブル端末 602 で撮像し画像 A を求め、検査領域 K での x y 色度等を求める。この x y 色度等をパソコンから通信回線（必要により管理サーバーも介する）を利用して、製造工場等に送信する。製造工場等ではデータを受信し、検査物 Q のウィッグを製造し、この画像 B をウェアラブル端末 602 で撮像し、x y 色度を求め、演算処理部 603 で色分布ヒストグラム分布、色分布一致指数を演算し、表示装置 607 に演算結果を表示する。ウィッグができあがった際には、できあがった状態を本人に確認するため、IT 技術を応用してタブレットに検査画像、検査データを表示し、拠点間で送受信する。最終的には本人に毛髪とウィッグの画像、色一致度等を質感も含めて総合的に確認し、判定する。これにより工場等での大量生産時のトラブルやオーダーメイドでのトラブルを未然に防止できる。時間と費用、エネルギーの削減となる。

10

【0115】

上述の本実施形態により、色忠実技術を応用した 2 次元色彩計の市場拡大のため、市販の RGB デジタルカメラを備えたウェアラブル端末 2、102、202、402、602 に対し安価な色測定に利用できるシステム、ソフトウェアならびにサービスを提供することができ、広範囲の市場で展開できる。本実施形態は、RGB デジタルカメラを備えたウェアラブル端末 2、102、202、402、602 に色空間補正処理を組み込み、廉価版の XYZ 系 2 次元色彩計等の撮像部に等価なウェアラブル端末 2、102、202、402、602 を安価に提供できる。

20

【0116】

ウェアラブル端末 2、102、202、402、602において、その RGB の色域内の色データを XYZ 等色関数の測色的データとして、利用できる補正機能をもたせるための、RGB カラー空間から XYZ 色測色空間への正確な色変換色差（例えば、 $E < 1.6$ ）での変換がおこなうことのできる RGB カラーでの測色計側システムを提供できる。ウェアラブル端末 2、102、202、402、602 において、その RGB の色域内の色データを XYZ 等色関数の測色的データとして、利用できる補正機能をもたせるための、RGB カラー空間から XYZ 色測色空間への正確な色変換色差（例えば、 $E < 1.6$ ）での変換がおこなうことのできる RGB カラーでの測色計側システムを提供できる。

30

【0117】

その他の応用例を説明する。基準品・検査品の取得された A B 画像の 2 枚の画像を重ねあわせ、それぞれの色度ヒストグラム分布を表示装置 24 に表示したり、それぞれの色度ヒストグラム分布をひとつの色度図上で重ね合わせた色度図が表示でき、その重なり合いの度合いを示す色分布一致指数をパーセンテージで表示できる。これにより、検査品の色度分布の基準品からのズレを数値で確認できる。各領域 K ごとに検査結果が数値で表示される。格子 G のグリッド幅の調節が可能である。指数のしきい値を任意で設定可能である。測定結果と撮影した画像は保存が可能である。目視検査では避けられなかった個人差の問題や、客先との判断基準のトラブル等を減らして、色の基準化や安定した色管理を行うことが可能となる。

40

【0118】

非接触および広範囲での撮影ができるため、フラット照明で複数の角度から測定対象物を撮像することで、フリップフロップの数値化も可能であり、アルミフレークやパール顔料を用いた塗装等、人の目が感じる色、質感に近い評価が可能である。木目パネルなどの不規則な柄のパーツも色合せすることができる。取り込んだ画像 A、B を表示装置 24 に表示することもできるので（オーバーレイ機能）、簡単に位置合わせができる。検査物は基準物とは、大きさや材質が異なっていても比較ができる。レザーなどの不規則な柄や質感をもつ生地も色合せできる。樹脂パーツの検査、色ムラ・色ズレの検査が可能である。例えば、自動車のコンソールボックスの検査のように凹凸のある対象物でも測定できる

50

。さらに自動車の（1）バンパーとフェンダーの色ズレ検査、（2）フェンダーとフロントドアの色ズレ検査、（3）フロントドアの色ムラ・フリップフロップの検査も可能である。床材などの不規則な柄や質感をもつ建材、壁紙などの不規則な柄や木目調・大理石風・幾何学模様などの質感も色合せできる。歯科分野での歯の質感を検査できる。

【0119】

色のプロファイルである色、色ムラ、質感をグラフ・数値で検証できる。指定した検査範囲内の色度ヒストグラムのズレを確認でき、 E の変化と $L\ a\ b$ 値の各値を示したグラフを表示できる。また、自動車のフロントドアとフェンダー等の異素材の色検査の場合、始点からの終点まで色差（ E ）を見ることで、異なる素材における発色の違いを検証・検査できる。

10

【0120】

三刺激値 $X\ Y\ Z$ のほか、CMYKや $L\ a\ b$ の各パラメータのゲイン表示が可能である。ウェアラブル端末はRGBデジタルカメラを使用し $X\ Y\ Z$ 値に変換されることから、人の眼が認識できる色域のすべての色データを検出可能である。その検出精度は色差 E が1.0以下という高精度の測定が可能である。

【0121】

従来は定量化することが難しかったメタリック感やラメ・パール顔料のキラメキ感等の質感を人と同じように感じ取り、検査領域 K の範囲内の格子毎の積算数を用いたデータを持つことで、メタリック度等の質感を明確に、かつ、簡単に定量化でき、検査物と基準物との比較検査を合理化できる。

20

【0122】

測定対象物の色の3つのデータを合わせて検査することができる。（1）画像による官能比較、（2）色度ヒストグラム分布による客観的かつ視覚的に分かりやすい比較、（3）色度ヒストグラムの一一致度（%）による定量化された数値での比較である。これらの3つのデータを合わせて利用することにより、組織内外で色の共通言語として使うことができ、営業・品管・製造・取引先など、意思の疎通がスムーズになる。本発明による色管理は、従来の問題点を解消し、客観的な色管理基準と、見た目の質感や明るさの違いを定量化でき、従来の目視検査・限度見本検査からの脱却が可能となる。本発明は、従来のシステムにはなかった、正確な色データの数値化だけでなく、画像から実際の色を正確に見ることができるという特色を有する。目視検査では避けられなかった個人差の問題や客先との判別基準の隔たりによるトラブル等を減らすことが可能である。

30

【0123】

上記3つのデータの他にも目的に応じて1枚の画像から様々なデータを見る能够があるので、トラブルシューティングに役立つ。また、画像やデータを保管することで、色データの集積やトレーサビリティの実現等にも貢献でき、また、製品の履歴資料や復元材料として役立てることもできる。

【0124】

色の研究開発に新しい色の開発や、新しい塗料・新しい素材・新しい下地を使った実験などを行う際に定量化された客観的データとともに、忠実な画像データも一緒に保存できるので、色データの集積やトレーサビリティの実現等にも貢献できる。

40

【0125】

インターネットやクラウドなどの通信技術を利用すれば、世界各地の工場で作られている製品を国内本社のオフィスで統一基準により管理することが可能となり、色管理の時間と経費を節約できる。また、立会い検査工程を本社、クライアント等のPCモニター上で実施可能である。

【0126】

ウェアラブル端末で測定対象物を非接触にて撮影することができるので、製品に傷をつける心配がない。実物を見られない状況で実物に近い色に変換された画像を提示して、後々、実物を見た時にギャップを感じるなどというトラブルを避けることができる。色度図上の広範囲での測定が可能であるので、広範囲の色度分布を見ることができ、色のほか、

50

複雑な柄や質感も含めて測定することができる。色の測定範囲が広いため、測る場所によって色のズレが小さく、毎回測定条件を揃えることが可能である。

【0127】

色分布関数比較法は、色度分布の一致度を、色・質感の合方の指標として表す方式であり、ヒトの目の色や質感判定に極めて近い指標について、化粧品分野や自動車塗装分野、審美歯科分野で提供できるので、この色分布関数比較法の適用例は広い。

【0128】

自動車以外でも、部品を組み立てて製造する製品、例えば、冷蔵庫等の家電製品、住宅、航空機、電車等にも適用が可能である。同じ色調のものを合わせて一体化するようなものであれば、この発明の適用範囲は上記分野に限定されるわけではない。

10

【0129】

なお、本発明の実施形態は、上記の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲において、改変等を加えることができるものであり、それらの改変、均等物等も本発明の技術的範囲に含まれ、該技術的範囲に属する限り種々の形態を採り得ることは言うまでもない。例えば、画像情報を取得する方式について、本実施形態において挙げた方式は具体例に過ぎないものであって、これらに限られず、その他の方式によっても本発明の技術的思想は実施されるものである。

【産業上の利用可能性】

【0130】

本発明のウェアラブル着色評価装置は、電化製品、乗物、住宅建材等の製造現場における正確な色検査、その他の産業上の利用可能性は大である。印刷物の色ズレ・色ムラ等の検査、ラメ・パール顔料を含む化粧品の検査、自動車の塗装検査（色ズレ・色ムラ、異素材間の色のズレを数値化、光輝度のグラフ化によるフリップフロップ現象の数値化）、自動車の木目検査、自動車のレザーシートの検査（複雑なテクスチャ素材の色ムラ・色ズレを検査）、床材の色合せ、タイルの色合せ（色や質感まで正確に撮影）、化粧品、スポーツウェア、シューズ、ゴルフボール等の色合せ検査等がある。

20

【符号の説明】

【0131】

1、101、201、401、601・・・ウェアラブル着色評価装置

30

2、102、202、402、602・・・ウェアラブル端末

20・・・レンズ

21・・・演算部

22・・・RGBデジタルカメラ

23・・・入出力部

3、103、203、603・・・演算処理部

4、24・・・表示装置

5、105、205、405・・・自動車

406・・・照明部、人工太陽灯

6・・・カラー信号発生器

40

7・・・2次元色彩計

74・・・演算部

75・・・表示装置

76・・・反射鏡

605・・・人の毛髪

107、207、407、607・・・表示装置

71・・・撮影レンズ

72a、72b、72c・・・光学フィルタ

73・・・撮像素子

72a'、72c'・・・ダイクロイックミラー

73a、73b、73c・・・撮像素子

50

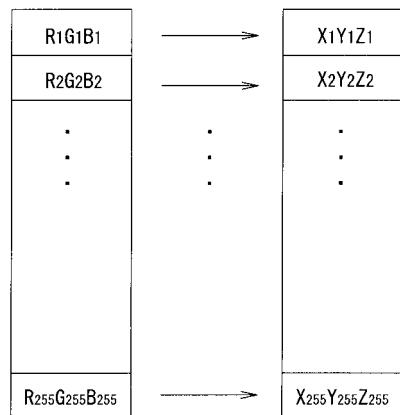
7 7 . . . フィルターレット
 1 0 6、2 0 6 . . . スイッチ
 1 0 3 A、1 0 3 B、1 0 3 C、1 0 3 D、2 0 3 A、2 0 3 B、2 0 3 C、2 0 3 D .
 . . 演算部
 2 5 7 . . . 着色装置
 4 0 8 . . . ハブ
 4 0 9 . . . 自動車生産ライン
 4 1 0 . . . 計測制御用メイン P C
 4 2 4 . . . 測定用 P C 1 ~ P C 3
 4 1 1 . . . K V M

10

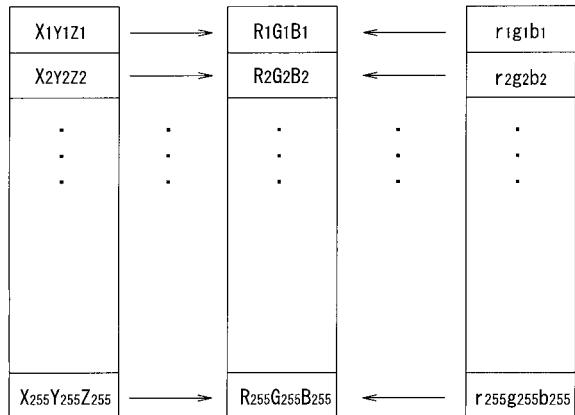
【図 3】

| | | | |
|----------|----------|-------|------------|
| R1G1B1 | R2G1B1 | . . . | R255G1B1 |
| R1G2B1 | R2G2B1 | . . . | R255G2B1 |
| . | . | . | . |
| B1 | | | |
| R1G255B1 | R2G255B1 | . . . | R255G255B1 |
| B2 | | | |
| B3 | | | |
| | | . | . |
| | | . | . |
| B255 | | | |

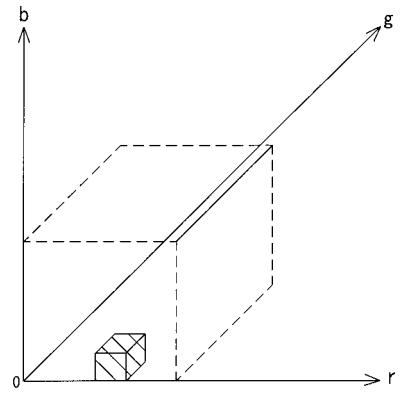
【図 5】



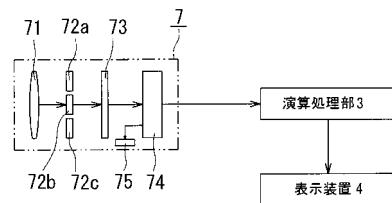
【図 7】



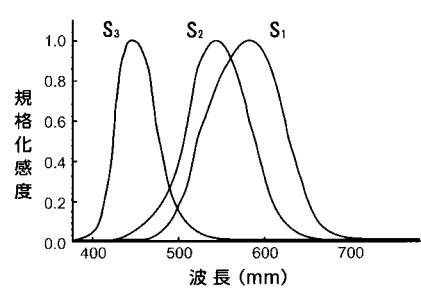
【図 8】



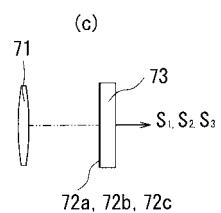
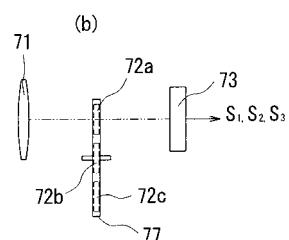
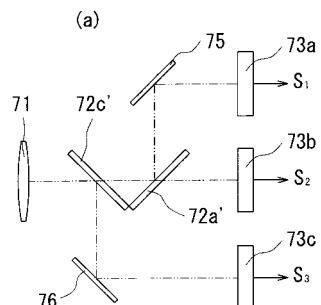
【図 9】



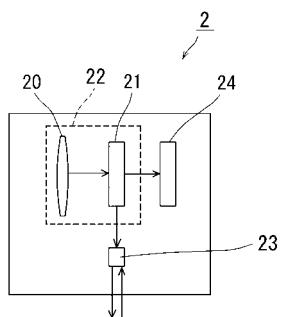
【図 10】



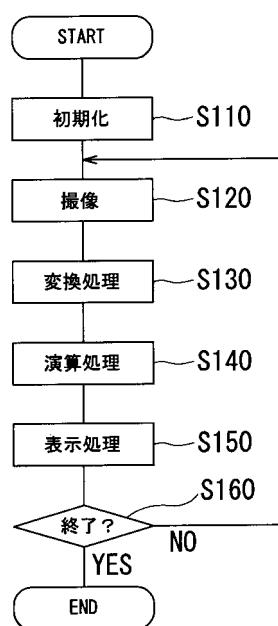
【図 11】



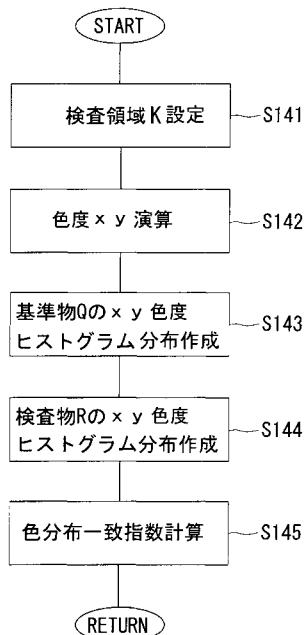
【図12】



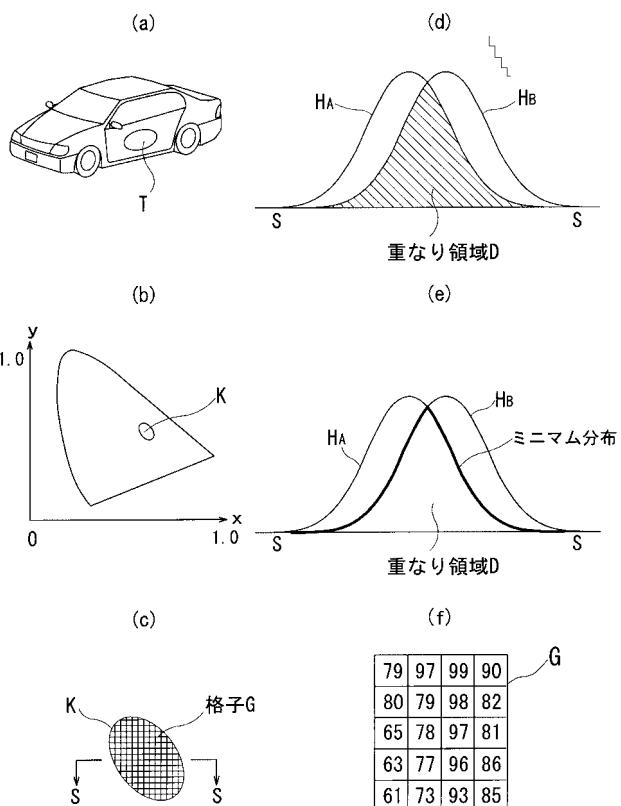
【図15】



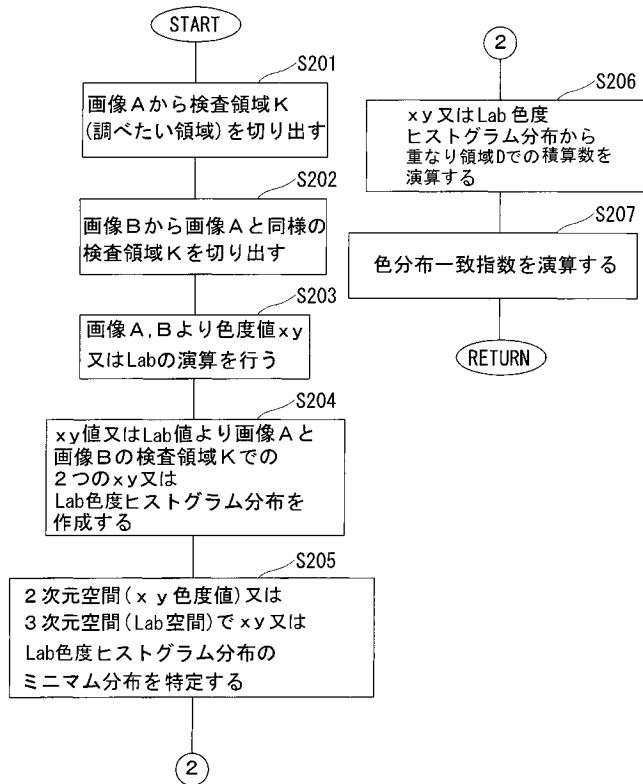
【図16】



【図17】

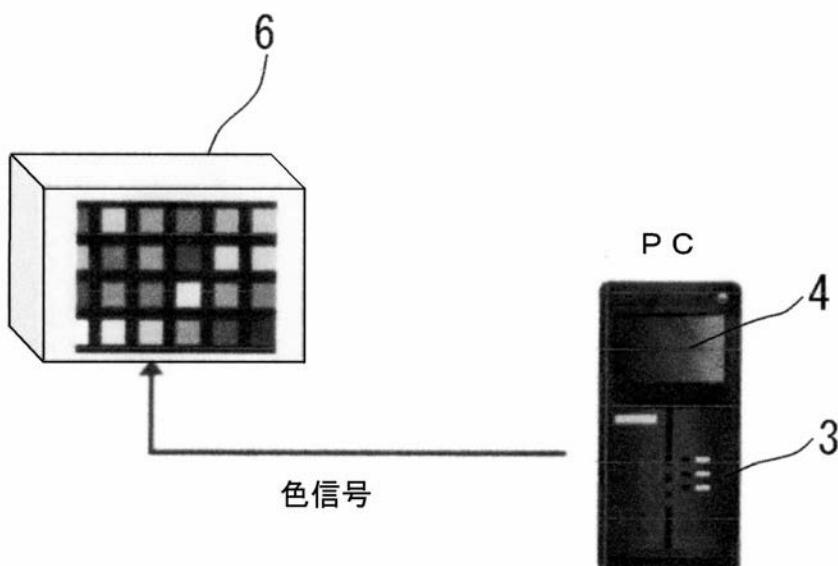


【図24】



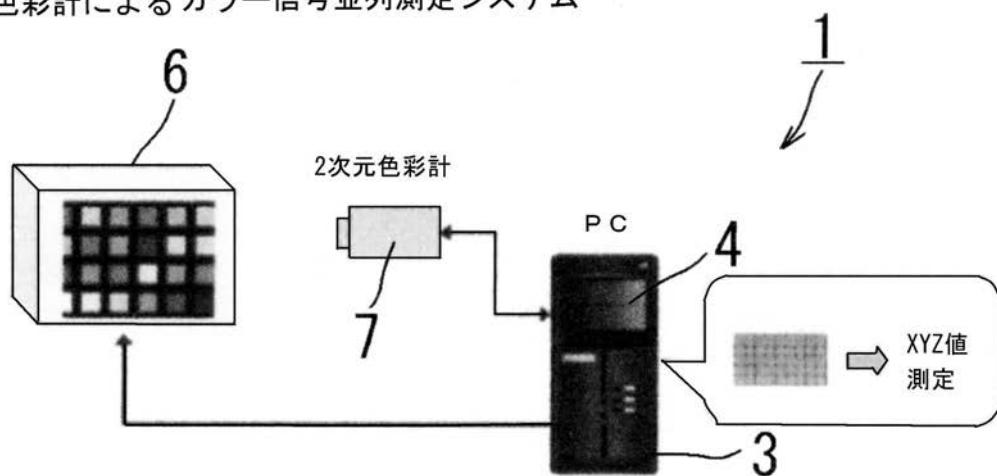
【図1】

カラー信号発生器

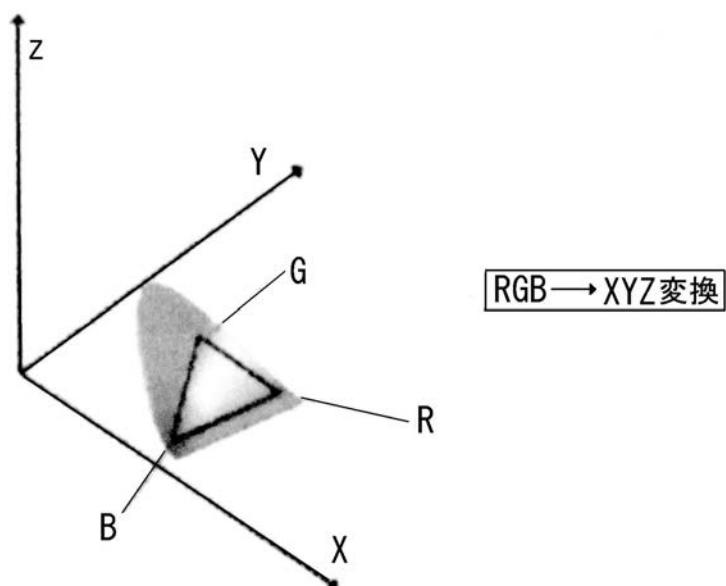


【図2】

2次元色彩計によるカラー信号並列測定システム

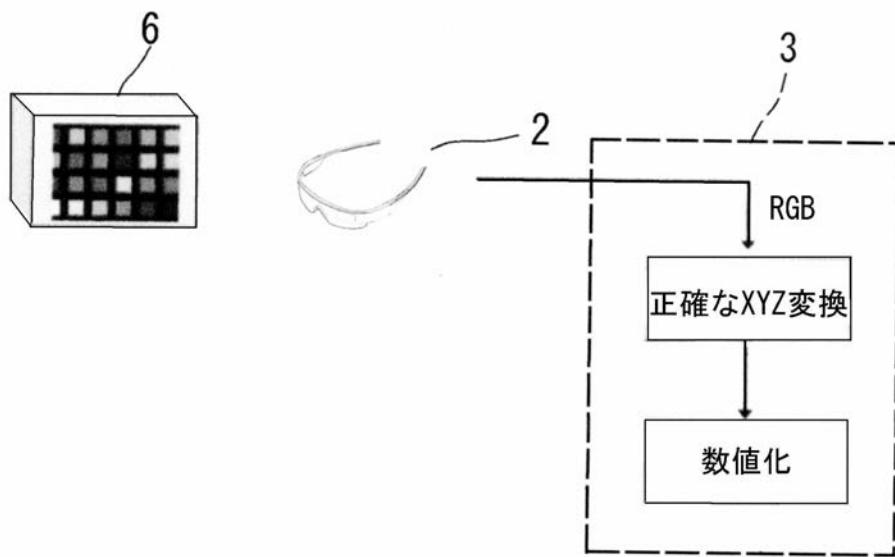


【図4】

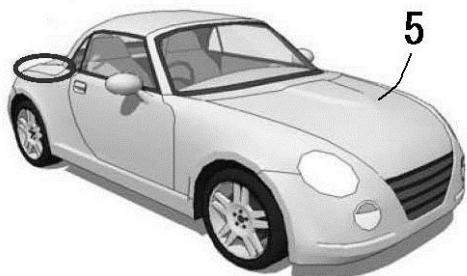


【図 6】

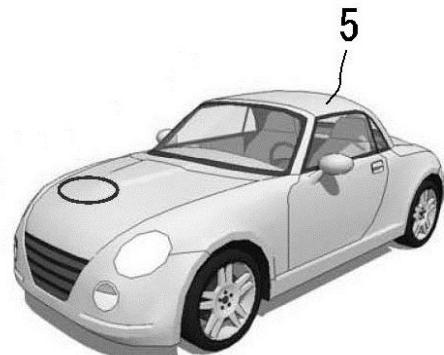
カラー信号発生器



【図 1 3】



【図 1 4】



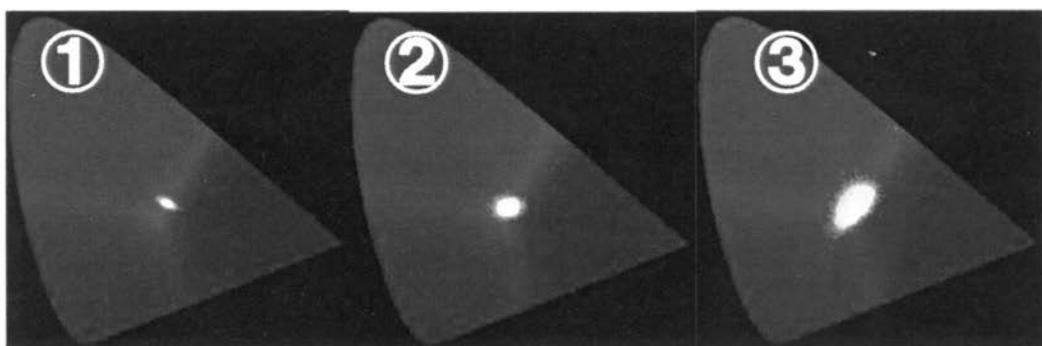
【図 18】

(a) 1～3の測定物を撮影

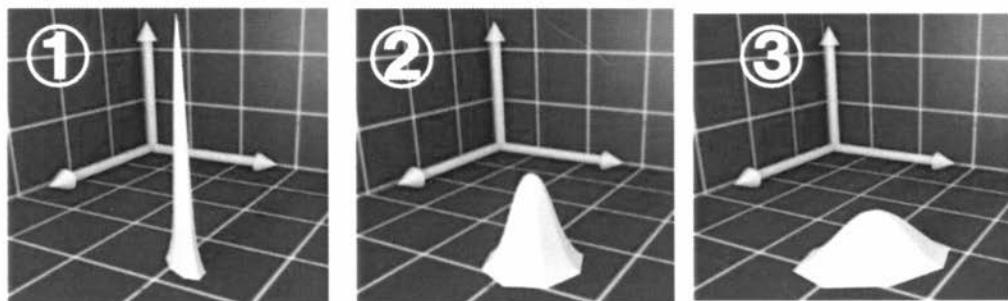


(b) 測定範囲の色情報を積算する

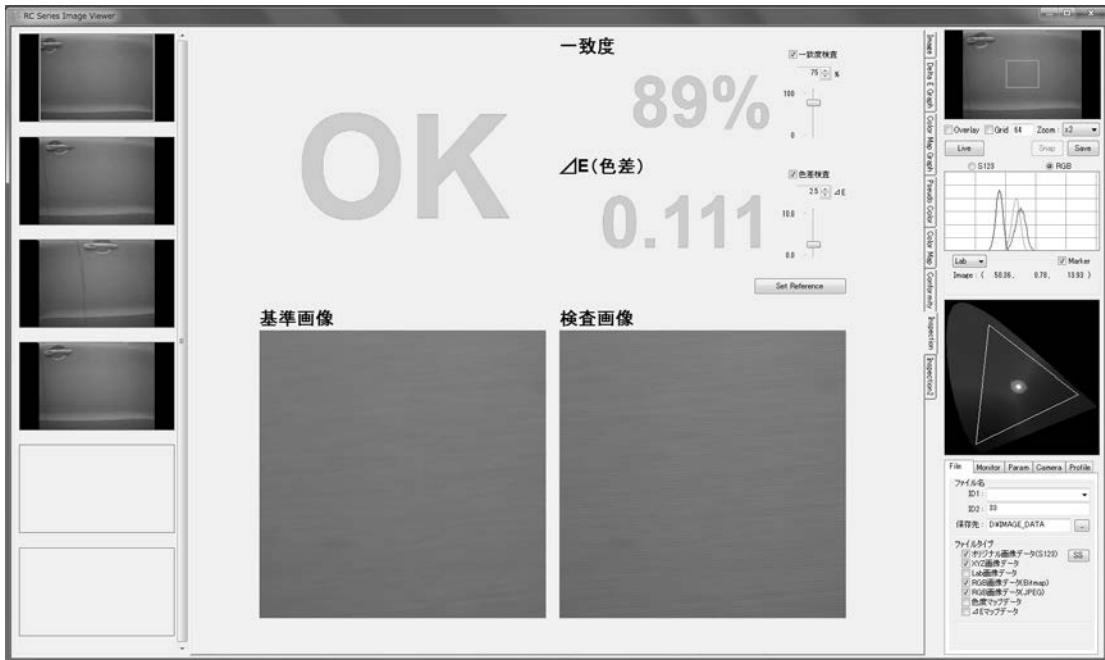
①～③の色のxy 色度図上での分布図



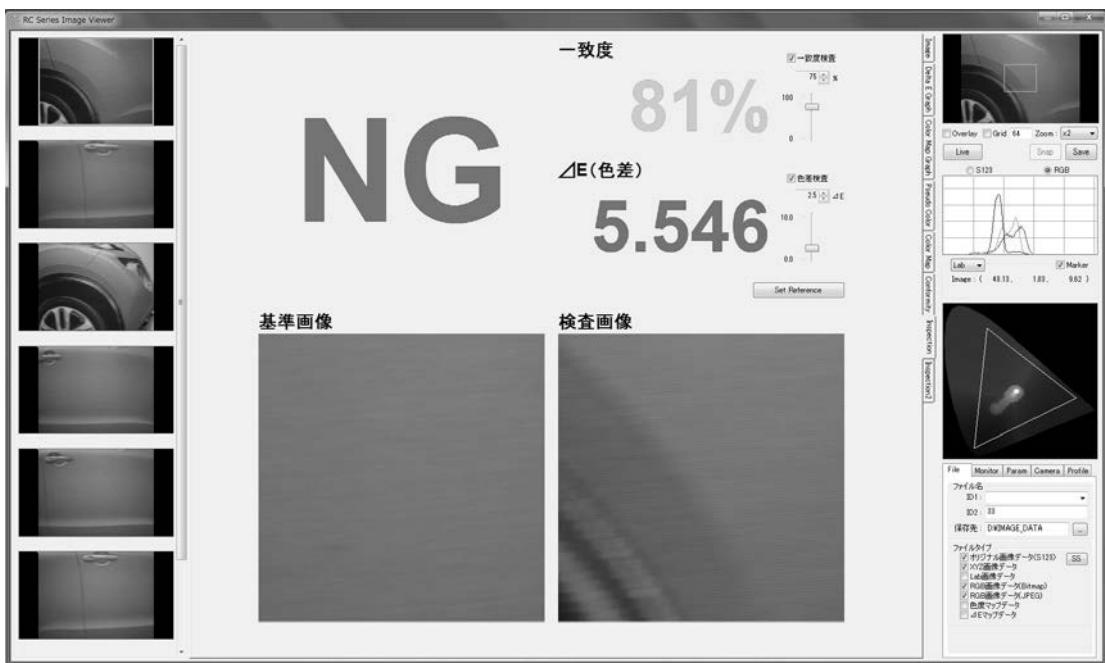
(c) 色の積算データの3Dイメージ図 (z軸はCount値)



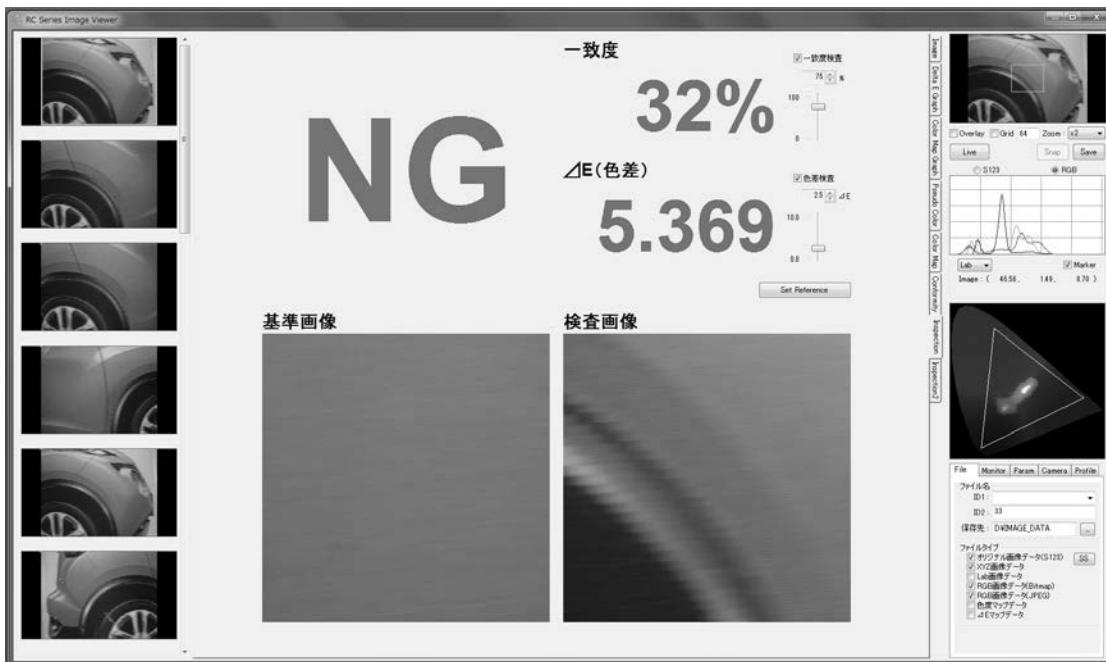
【図19】



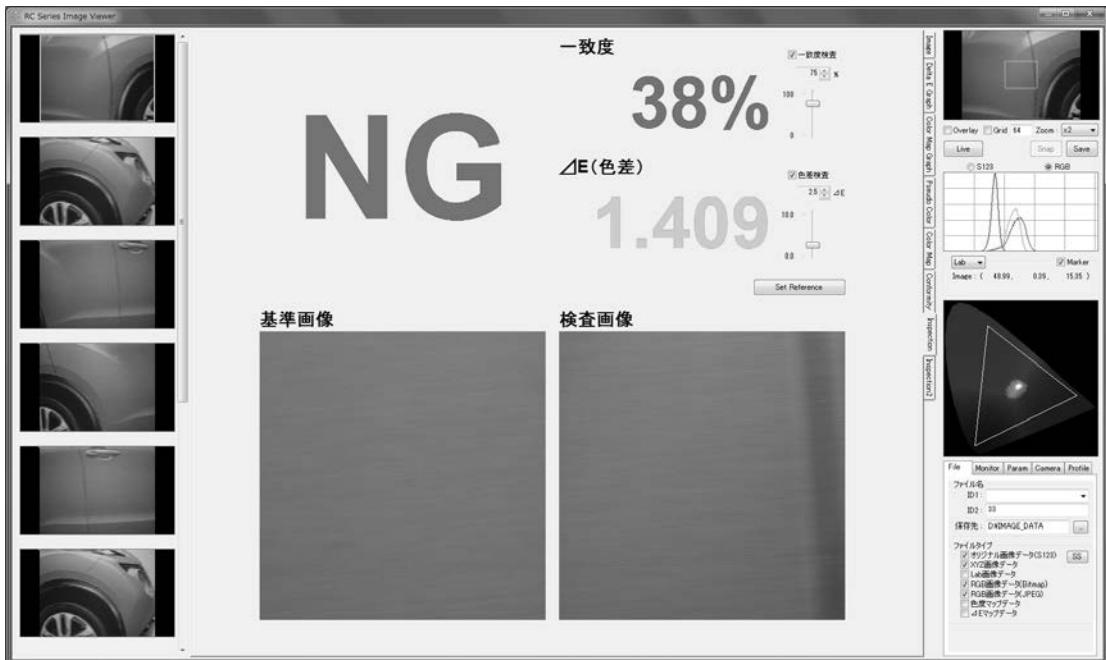
【図20】



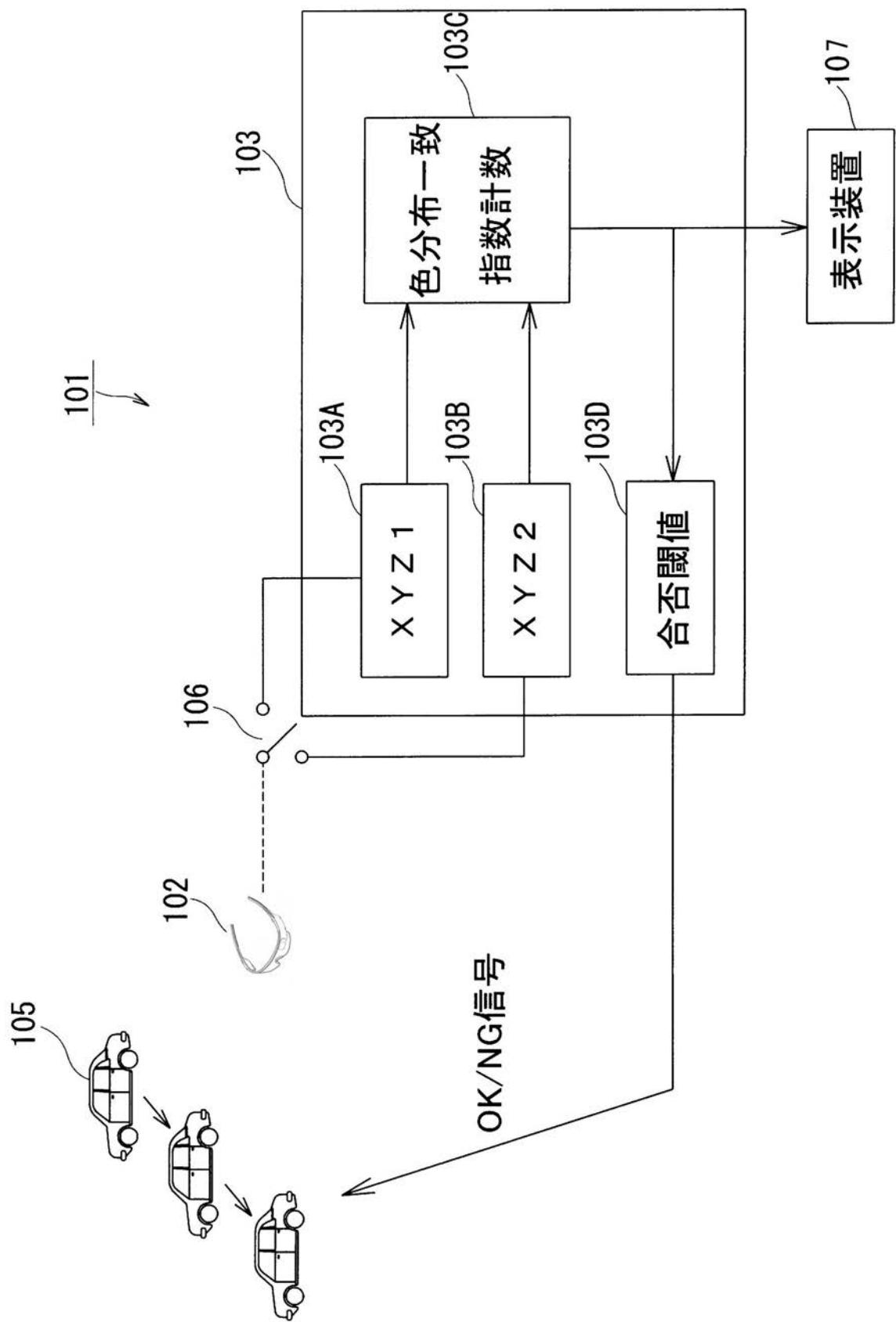
【図21】



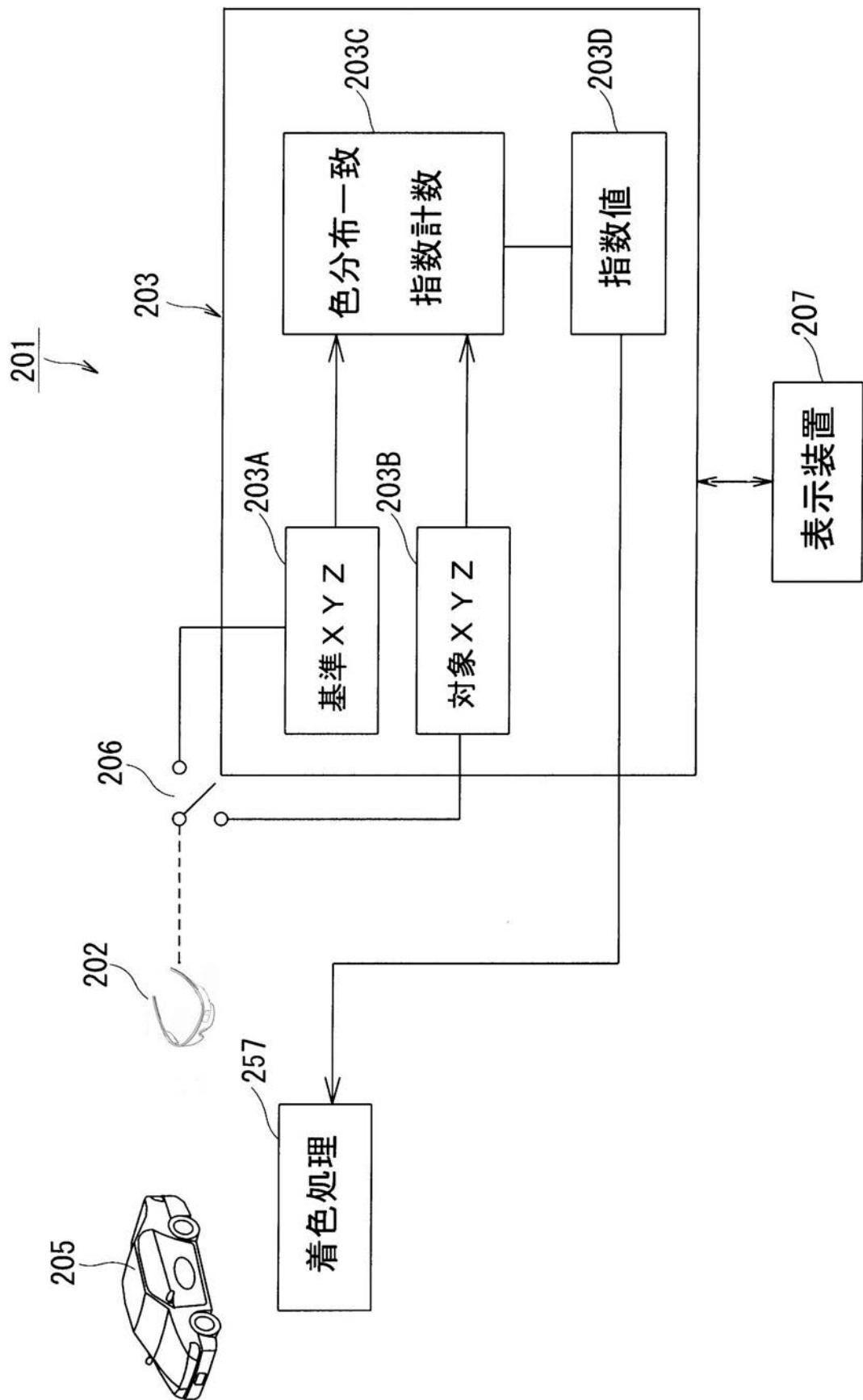
【図22】



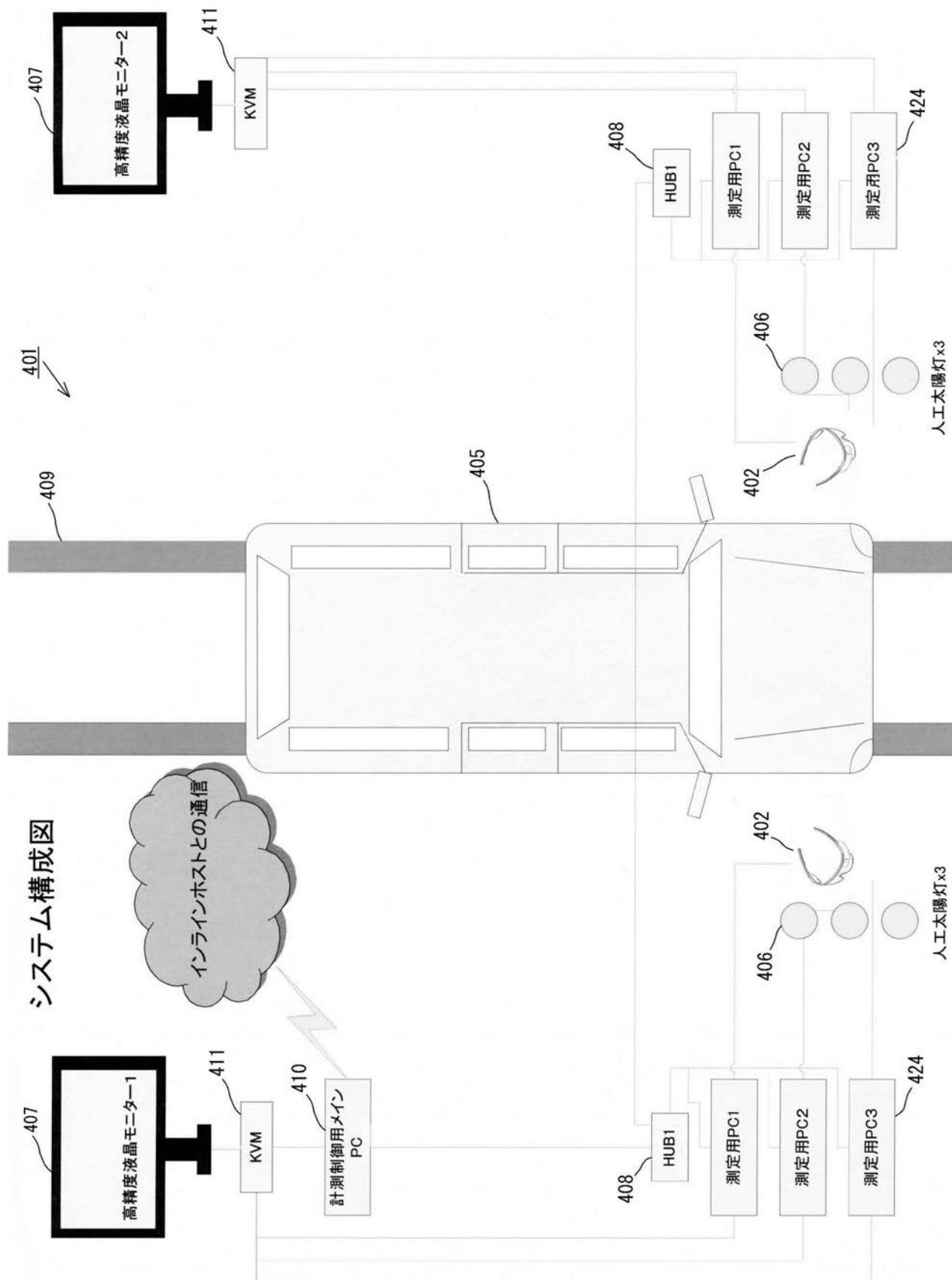
【図 2 3】



【図 25】



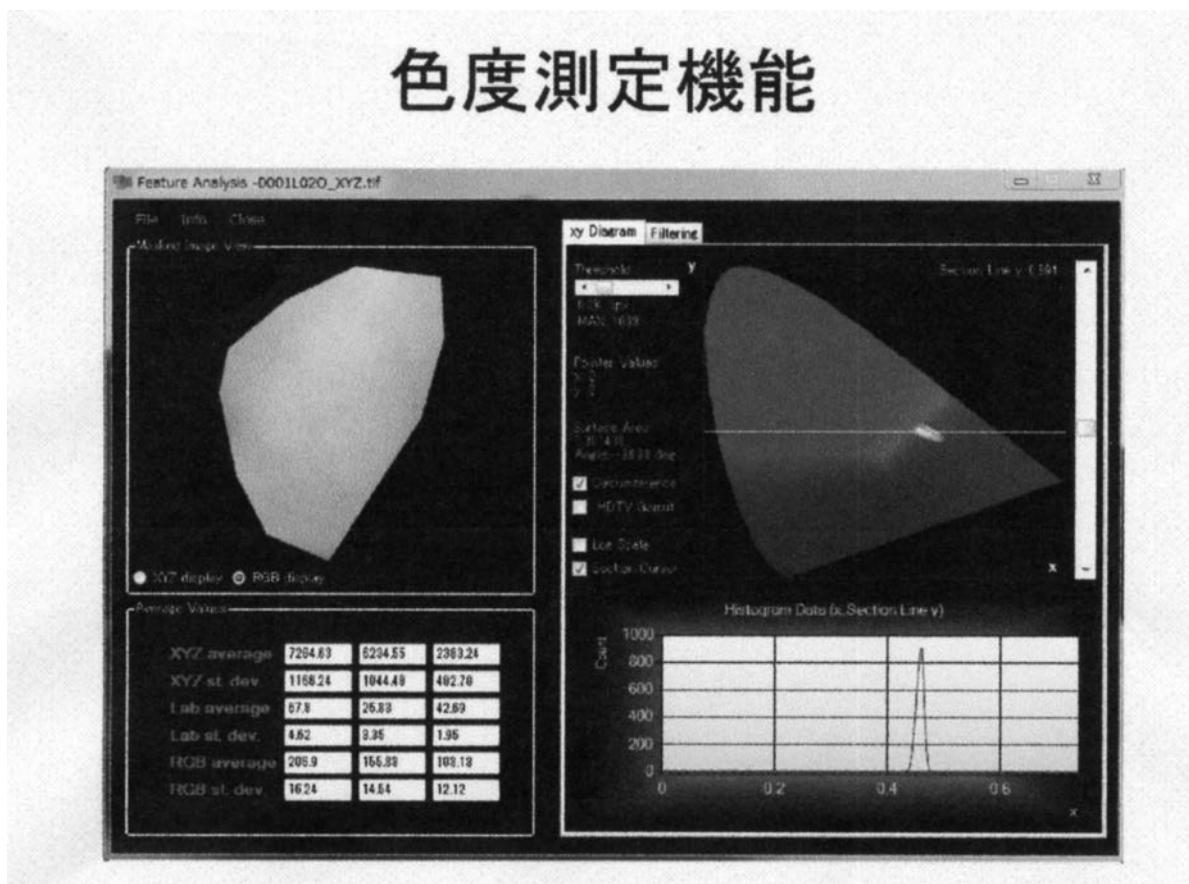
【 図 2 6 】



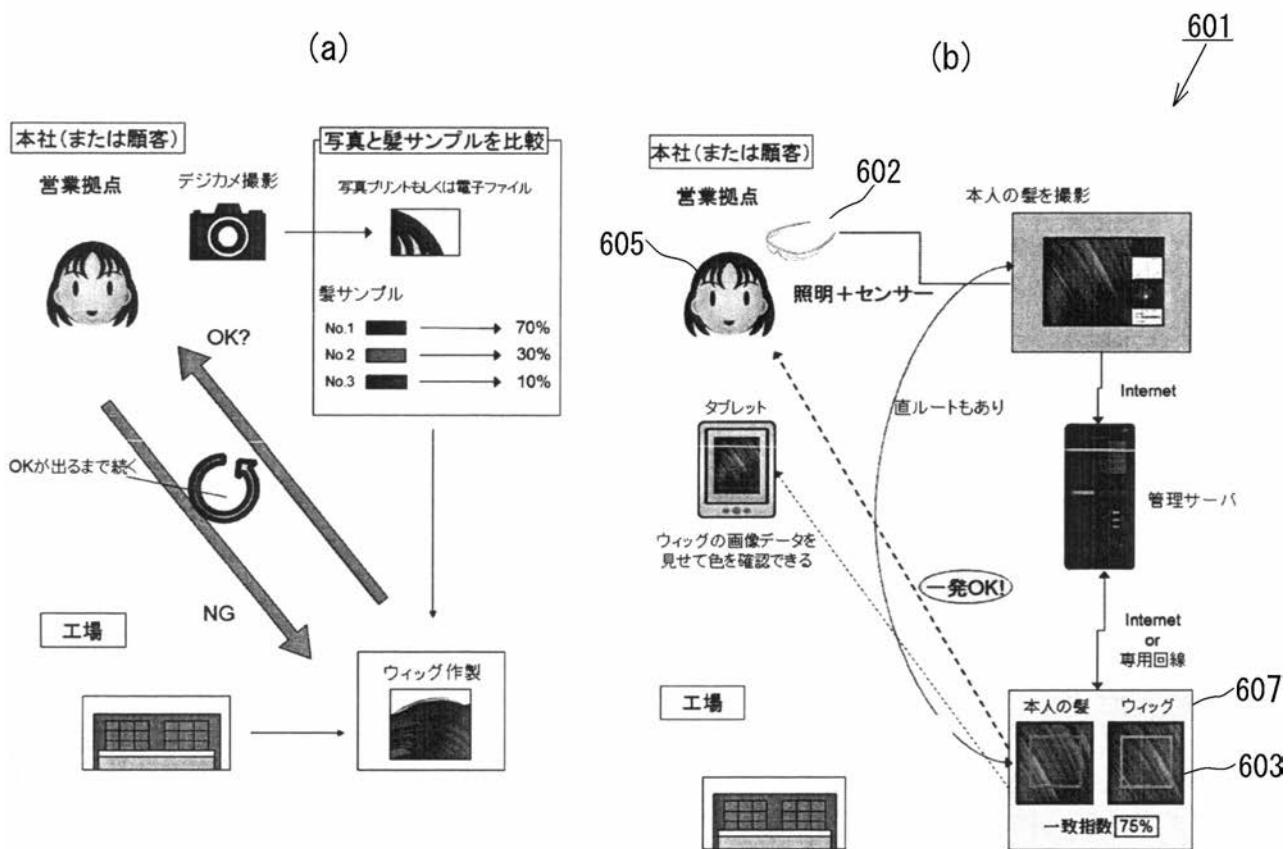
【図 2 7】



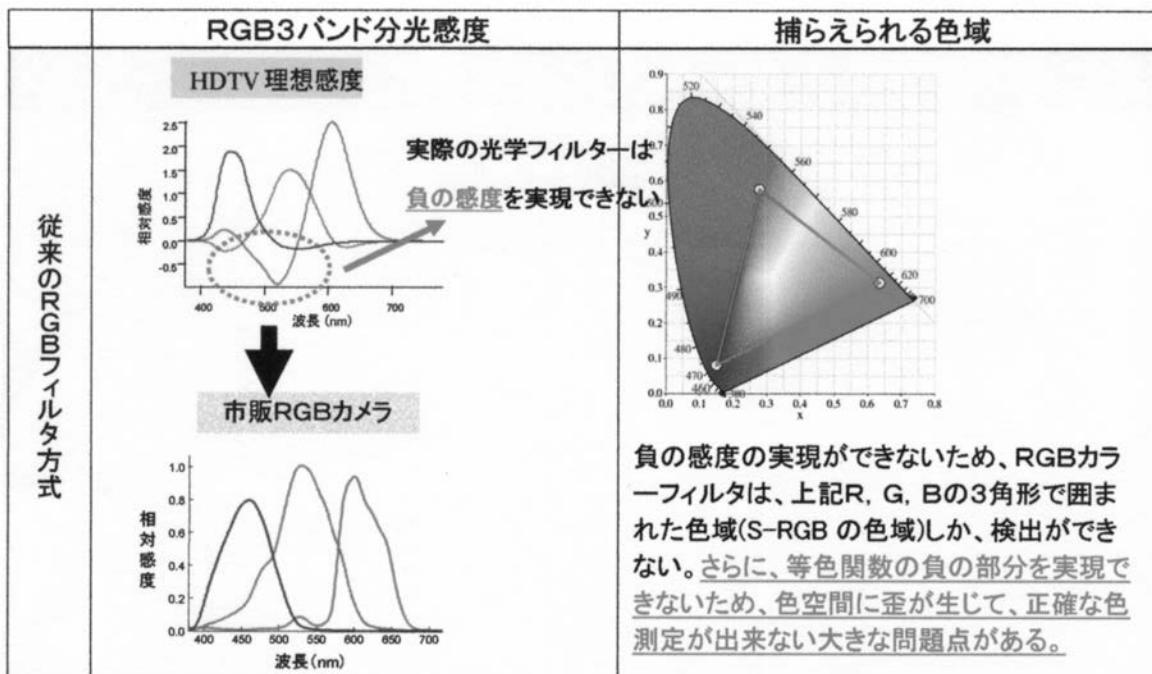
【図 2 8】



【図29】



【図30】



【図 3 1】

| 呼び名 | 色差 ΔE^* の範囲 | 知覚される色差に程度 | 規格や規定に制定されている事例 |
|----------|---------------------|---|---|
| 評価不能領域 | 0 ~ 0.2 | 特別に調整された測色器械でも誤差の範囲にあり、人が識別不能。 | |
| 識別限界 | 0.2 ~ 0.4 | 十分に調整された測色器械の再現精度の範囲で、訓練を積んだ人が再現性をもって識別できる限界。 | JIS L 0804, JIS L 0805. |
| AAA 級許容差 | 0.4 ~ 0.8 | 目視判定の再現性からみて、厳格な許容色差の規格を設定できる限界。 | 当事者間の協定による もっとも厳格な規格など。 |
| AA 級許容差 | 0.8 ~ 1.6 | 色の隣接比較で、わずかに色差を感じられるレベル。一般的の測色器械間の誤差を含む許容色差の範囲。 | 防衛省規格、警視庁規格、比較的厳密な出荷検査の社内規格や規定など。 |
| A 級許容差 | 1.6 ~ 3.2 | 色の離隔比較では、ほとんど気付かれない色差レベル。一般的には同じ色だと思われているレベル。 | JIS Z 8721 など、一般的な標準色見本と試料色との目視判定による許容色差範囲など。 |
| B 級許容差 | 3.2 ~ 6.5 | 印象レベルでは同じ色として扱える範囲。塗料業界やプラスチック業界では色違いでクレームになることがある。 | 色彩管理で一般的に扱われる許容色差。 色材料や材質感に差のある間で、 等色とされる色の許容範囲。 |
| C 級許容差 | 6.5 ~ 13.0 | JIS 標準色票、マンセル色票などの 1 歩度に相当する色差。 | JIS D 0202, JIS S 6005, JIS S 6006, JIS S 6007, JIS S 6016, JIS S 6020, JIS S 6028 の規格など。 |
| D 級許容差 | 13.0 ~ 25.0 | 細分化された系統色名で区別ができる程度の色の差で、この程度を超えると別の色名のイメージになる。 | JIS E 3701, JIS Z 8102, JIS Z 9101, JIS Z 9102, JIS Z 9103 の規格など。 |

【図 3 2】

