

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年12月11日 (11.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/149660 A1

(51) 国際特許分類:

H04N 9/04 (2006.01) H04N 1/60 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01) H04N 9/64 (2006.01)
H04N 1/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/059185

(22) 国際出願日: 2008年5月20日 (20.05.2008)

(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2007-145928 2007年5月31日 (31.05.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 博 (SUZUKI,

Hiroshi) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番2号オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊藤 進 (ITO, Susumu); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目4番4号 武蔵ビル 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

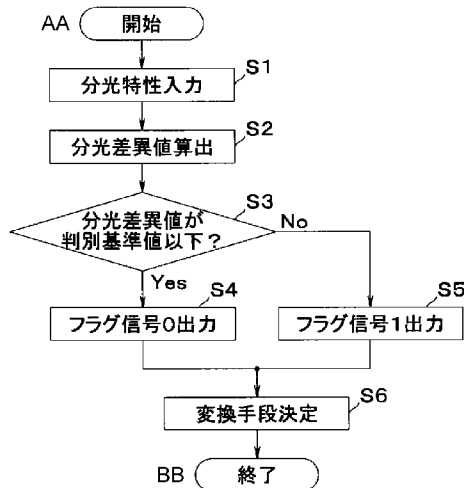
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE AND SIGNAL PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 信号処理装置、信号処理プログラム

[図1]



AA START
S1 INPUT SPECTRAL CHARACTERISTIC
S2 CALCULATE SPECTRAL DIFFERENCE VALUE
S3 SPECTRAL DIFFERENCE VALUE SMALLER THAN JUDGMENT REFERENCE VALUE?
S4 OUTPUT FLAG SIGNAL 0
S5 OUTPUT FLAG SIGNAL 1
S6 DECIDE CONVERSION MEANS
BB END

(57) Abstract: A signal processing device is used to decide a color conversion for converting a second color signal obtained by imaging by a target second imaging element into a first color signal similar to the color signal obtained by imaging by the target first imaging element. The signal processing device includes: a spectral difference calculation unit (101) which calculates a difference between the spectral characteristic of the first imaging element and that of the second imaging element for each of the spectral characteristics constituting a color signal associated with a plurality of color signals and makes the maximum value as a spectral difference value; and a process judgment unit (102) which decides a linear conversion as a color conversion if the spectral difference value is not greater than a judgment reference value and decides a non-linear conversion as a color conversion if the spectral difference value is greater than the judgment reference value.

(57) 要約: 対象となる第2の撮像素子により撮像して得られた第2のカラー信号を、目標となる第1の撮像素子により撮像して得られるカラー信号に近似する第1のカラー信号へ変換する色変換を決定するための信号処理装置であって、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との差異を、カラー信号を構成する複数の色信号に各係の分光特性毎に算出し、その最大値を分光差異値とする分光差異算出部(101)と、分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には色変換として線形変換を決定し、分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には色変換として非線形変換を決定する処理判定部(102)と、を備えた信号処理装置。



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

信号処理装置、信号処理プログラム

技術分野

- [0001] 本発明は、対象の撮像素子からのカラー信号を目標の撮像素子のカラー信号に近似させるための色変換手段を決定する信号処理装置、信号処理プログラムに関する。

背景技術

- [0002] 現在販売されているデジタルカメラやビデオカメラなどの撮像機器の多くは、原色系または補色系のカラーフィルタを前面に配置した撮像素子を備えている。しかし、カラーフィルタの種類に応じて、または撮像素子の種類に応じて、分光特性が異なることが知られている。このような分光特性の違いが存在すると、出力される画像の色再現が撮像素子に応じて異なることになる。
- [0003] さらに、カラーフィルタや撮像素子は、同一種類であっても分光特性に個体差があるために、同じ種類のカラーフィルタを用いた同じ種類の撮像素子であっても、出力される画像の色再現が微小に異なる場合がある。
- [0004] このような色再現の差を吸収して、同一の色再現を目指す技術に、カラーマネジメント技術(以下、CMSという)がある。このCMSにおいては、一般的に、対象となるカラー信号が目標となるカラー信号に一致するように、マトリクス変換やテーブル変換による色変換処理を行う。
- [0005] これらの内のマトリクス変換により色変換処理を行う場合には、対象となるカラー信号と目標となるカラー信号との間に線形な関係が成り立つ場合には高精度な色再現を低コストに実現することができるが、線形な関係が成り立たない場合には高い精度の色再現を望むことはできない。
- [0006] 一方、上述した内のテーブル変換により色変換処理を行う場合には、対象となるカラー信号と目標となるカラー信号との間に線形な関係が成り立つか否かに関わらず高精度な色再現を実現することができるが、テーブルデータを記憶するのに大容量のメモリが必要になり、機器の高価格化や消費電力の増大を招くことになる。

[0007] このような課題を回避しながら、高精度な色変換処理を低コストに行うためには、対象となるカラー信号と目標となるカラー信号との間の関係に基づいて、該関係に適した色変換処理を行う必要がある。このような点を解決するための技術として、例えば特開2001-358960号公報には、第1の分光感度分布と第2の分光感度分布とに基づいて、第1の分光感度分布により特徴付けられる信号を第2の分光感度分布により特徴付けられる信号に線形色変換するための変換係数を導出する技術が記載されている。この技術によれば、変換係数の算出が第1の分光感度分布および第2の分光感度分布に基づいて行われるために、照明光源や被写体に依存することのない安定した色変換処理を実現することができる利点がある。

[0008] しかしながら、上記特開2001-358960号公報に記載されたような、第1の分光感度分布(第1の分光特性)と第2の分光感度分布(第2の分光特性)との間の関係に基づいて線形色変換処理の変換係数を最適化するだけの技術では、十分な色変換処理の精度を得ることができない場合がある。例えば、第1の分光特性と第2の分光特性との間に十分な線形性がない場合には、線形な色変換処理を適用したとしても十分な色再現の精度を望むことはできない。

[0009] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、第1の分光特性と第2の分光特性との間の関係に基づいて、より高精度な色変換処理を行うことを可能とする信号処理装置、信号処理プログラムを提供することを目的としている。

発明の開示

課題を解決するための手段

[0010] (第1の発明)

上記の目的を達成するために、第1の発明による信号処理装置は、対象となる第2の撮像素子により撮像して得られた第2のカラー信号を目標となる第1の撮像素子により撮像して得られるカラー信号に近似する第1のカラー信号へ色変換する色変換手段を決定するための信号処理装置であって、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を示す分光差異値を算出する差異算出手段と、上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には

上記色変換手段として非線形変換を決定する処理判定手段と、を具備したものである。

[0011] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態1～3が対応する。差異算出手段は図1に示される分光差異算出部101が、処理判定手段は図1に示される処理判定部102が、それぞれ該当する。

[0012] この発明の好ましい適用例は、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との差異を示す分光差異値を算出して、分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には色変換手段として線形変換を決定し、分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には色変換手段として非線形変換を決定する信号処理装置である。

[0013] (作用)

2つの分光特性の差異を算出して、算出した分光特性の差異の大きさに応じて色変換手段を決定する。

[0014] (効果)

分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には色変換手段として線形変換が決定されるために、必要な精度の色再現を低コストに行うことが可能となる。また、分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には色変換手段として非線形変換が決定されるために、高精度の色再現を行うことが可能となる。このように、分光特性の差異の大きさに応じた高精度な色変換処理を、適切なコストで実現することができる。

[0015] (第2の発明)

また、第2の発明による信号処理装置は、上記第1の発明による信号処理装置において、上記第1のカラー信号と上記第2のカラー信号とが複数の色信号により構成されるものであつて、上記差異算出手段は、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を上記複数の色信号に各係る分光特性毎に算出し、これら複数の差異に基づき上記分光差異値を算出するものである。

[0016] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態1～3が対応する。

[0017] この発明の好ましい適用例は、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との差異を複数の色信号に各係る分光特性毎に算出し、これら複数の差異に基づき分光差異値を算出する信号処理装置である。

[0018] (作用)

分光差異値を、複数の色信号に各係る分光特性毎に算出する。

[0019] (効果)

複数の色信号に各係る分光特性毎に差異を算出するようにしたために、色変換手段をより高精度に決定することが可能となる。

[0020] (第3の発明)

さらに、第3の発明による信号処理装置は、上記第2の発明による信号処理装置において、上記差異算出手段が、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出する差分算出手段と、上記差分算出手段により算出された複数の平均の中から最大値を抽出し抽出した最大値を上記分光差異値とする最大抽出手段と、を含んで構成されたものである。

[0021] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態1～3が対応する。差分算出手段は図5、図12に示される差分算出部200および図13に示される部分分光差異算出部205が、最大抽出手段は図5、図12、図13に示される最大抽出部201が、それぞれ該当する。

[0022] この発明の好ましい適用例は、複数の色信号の内の一の色信号に対応する第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を複数の色信号のそれぞれに対応して算出し、算出された複数の平均の中から抽出した最大値を分光差異値とする信号処理装置である。

[0023] (作用)

複数の色信号のそれぞれに対応して、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を算出し、その最大値を分光差異値とする。

[0024] (効果)

差を演算する処理や絶対値を演算する処理、平均を演算する処理は、実装が容易であるために、分光差異値を低コストに算出することが可能となる。

[0025] (第4の発明)

第4の発明による信号処理装置は、上記第3の発明による信号処理装置において、上記差異算出手段が、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とに基づいて上記複数の色信号毎の差異を最小化するようなマトリクスを算出するマトリクス算出手段と、上記マトリクス算出手段により算出されたマトリクスに基づき上記第2の撮像素子の分光特性を変換するマトリクス変換手段と、をさらに含んで構成されたものであり、上記差分算出手段は、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する、上記第1の撮像素子の分光特性と、上記マトリクス変換手段から得られた変換後の上記第2の撮像素子の分光特性と、の波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するものである。

[0026] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態2, 3が対応する。マトリクス算出手段は図12, 図13に示されるマトリクス算出部202が、マトリクス変換手段は図12, 図13に示されるマトリクス変換部203が、それぞれ該当する。

[0027] この発明の好ましい適用例は、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性とに基づいて複数の色信号毎の差異を最小化するようなマトリクスを算出し、算出されたマトリクスに基づき第2の撮像素子の分光特性を変換し、複数の色信号の内の一の色信号に対応する、第1の撮像素子の分光特性と、マトリクス変換後の第2の撮像素子の分光特性と、の波長毎の差の絶対値の平均を、複数の色信号のそれぞれに対応して算出する信号処理装置である。

[0028] (作用)

分光特性の差異を最小化するマトリクスを算出し、算出したマトリクスに基づき第2の撮像素子の分光特性を変換し、変換後の第2の撮像素子の分光特性と第1の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を、複数の色信号のそれぞれに対応して算出する。

[0029] (効果)

分光特性の差異を、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との間で算出するようにしたために、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性とがどの程度線形な関係にあるかを正確に判定することが可能となり、線形性の程度に応じて色変換手段をより適切に決定することができる。

[0030] (第5の発明)

第5の発明による信号処理装置は、上記第3の発明による信号処理装置において、上記差異算出手段が、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とを複数の部分波長範囲に分割する分光分割手段をさらに含んで構成されたものであり、上記差分算出手段は、上記各部分波長範囲について上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するものであり、上記最大抽出手段は、上記各部分波長範囲について上記差分算出手段により算出された複数の平均の中から最大値を抽出し抽出した最大値を上記分光差異値とするものであり、上記処理判定手段は、上記各部分波長範囲について上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定するものである。

[0031] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態3が対応する。分光分割手段は、図13に示される分光分割部204が該当する。

[0032] この発明の好ましい適用例は、第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性とを複数の部分波長範囲に分割し、各部分波長範囲について複数の色信号の内の一の色信号に対応する第1の撮像素子の分光特性と第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を複数の色信号のそれぞれに対応して算出し、各部分波長範囲について複数の平均の中から抽出した最大値を分光差異値とし、各部分波長範囲について、分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には色変換手段として線形変換を決定し、分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には色変換手段として非線形変換を決定するものである。

い場合には色変換手段として非線形変換を決定する信号処理装置である。

[0033] (作用)

2つの分光特性を複数の部分波長範囲に分割し、各部分波長範囲について2つの分光特性の波長毎の差の絶対値の平均を複数の色信号のそれぞれに対応して算出し、各部分波長範囲について複数の平均の中から抽出した最大値を分光差異値とし、各部分波長範囲について、分光差異値に基づき色変換手段を決定する。

[0034] (効果)

部分波長範囲毎に色変換手段を決定するようにしたために、それぞれの色に適した色変換手段を決定することが可能となる。

[0035] (第6の発明)

第6の発明による信号処理装置は、上記第5の発明による信号処理装置において、上記色変換手段をさらに具備し、該色変換手段は、上記第2のカラー信号を所定の色空間の信号に変換する色空間変換手段と、上記色空間の信号が上記処理判定手段により線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属するか上記処理判定手段により非線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属するかを判定する色領域判定手段と、上記色領域判定手段により上記線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属すると判定される信号に線形変換を行う線形変換手段と、上記色領域判定手段により上記非線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属すると判定された信号に非線形変換を行う非線形変換手段と、を含んで構成されたものである。

[0036] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態3が対応する。色空間変換手段は図19に示される色空間変換部603が、色領域判定手段は図19に示される色領域判定部601が、線形変換手段は図19に示される線形変換部600が、非線形変換手段は図19に示される非線形変換部604が、それぞれ該当する。

[0037] この発明の好ましい適用例は、第2のカラー信号を所定の色空間の信号に変換し、色空間の信号が属する色領域に応じて、線形変換または非線形変換を行う信号処

理装置である。

[0038] (作用)

第2のカラー信号を所定の色空間の信号に変換し、色空間の信号が属する色領域に応じて、線形変換または非線形変換を行う。

[0039] (効果)

色領域に応じて線形変換または非線形変換を行うことにより、高精度な色変換処理を行うことが可能となる。

[0040] (第7の発明)

第7の発明による信号処理装置は、上記第1の発明による信号処理装置において、上記線形変換がマトリクス演算による変換を含み、上記非線形変換は、非線形演算による変換と、テーブルによる変換と、マトリクス演算による変換と非線形演算による変換との組み合わせと、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換との組み合わせと、の内の少なくとも一つを含むものである。

[0041] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には実施形態1～3が対応する。マトリクス演算による変換は図8に示される線形変換部500および図18、図19に示される線形変換部600により行われ、非線形演算による変換は図9に示される非線形変換部510により行われ、テーブルによる変換は図10に示されるテーブル変換部520により行われ、マトリクス演算による変換と非線形演算による変換との組み合わせは図19に示される線形変換部600と非線形変換部604との組み合わせにより行われ、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換との組み合わせは図18に示される線形変換部600とテーブル変換部602との組み合わせにより行われる。

[0042] この発明の好ましい適用例は、線形変換としてマトリクス演算による変換を決定し、非線形変換として、非線形演算による変換と、テーブルによる変換と、マトリクス演算による変換と非線形演算による変換との組み合わせと、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換との組み合わせと、の内の一つを決定する信号処理装置である。

[0043] (作用)

線形変換としてマトリクス演算による変換を決定し、非線形変換として、非線形演算

による変換と、テーブルによる変換と、マトリクス演算による変換と非線形演算による変換との組み合わせと、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換との組み合わせと、の内の一つを決定する。

[0044] (効果)

マトリクス演算による変換は実装が容易であるために、高速かつ低コストなシステムを構築することができる。また、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換とを用いる場合には、高精度な色変換処理を行うことが可能となる。その結果、高品位な映像信号が得られる。このような線形変換による色変換の特性と、非線形変換による色変換の特性と、を活かして、低コストで高精度な色変換処理を実現することができる。

[0045] (第8の発明)

第8の発明による信号処理装置は、上記第1の発明による信号処理装置において、上記非線形変換がテーブルサイズが異なる複数のテーブルによる変換を含み、上記処理判定手段は、上記分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には該分光差異値の大きさを該判別基準値よりも大きい第2の判別基準値とさらに比較して、該第2の判別基準値よりも大きい場合には該第2の判別基準値以下である場合よりもテーブルサイズが大きいテーブルによる変換に色変換手段を決定するものである。

[0046] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例)

この発明には、実施形態1～3が対応する。テーブルサイズが異なる複数のテーブルによる変換は、図10に示されるテーブル変換部520および図18に示されるテーブル変換部602により行われる。

[0047] この発明の好ましい適用例は、分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には、分光差異値の大きさを判別基準値よりも大きい第2の判別基準値とさらに比較して、第2の判別基準値よりも大きい場合には第2の判別基準値以下である場合よりもテーブルサイズが大きいテーブルによる変換に、色変換手段を決定する信号処理装置である。

[0048] (作用)

分光差異値の大きさが判別基準値よりも大きい場合には第2の判別基準値とさらに

比較して、大きい場合には以下である場合よりもテーブルサイズが大きいテーブルに決定する。

[0049] (効果)

分光差異値が大きい場合にはテーブルサイズが大きいテーブルに決定し、小さい場合には小さいテーブルに決定するようにしたために、低コスト化を図りながら、必要な高精度の色変換処理を行うことが可能となる。

[0050] (第9の発明)

第9の発明による信号処理プログラムは、コンピュータに、対象となる第2の撮像素子により撮像して得られた第2のカラー信号を目標となる第1の撮像素子により撮像して得られるカラー信号に近似する第1のカラー信号へ色変換する色変換手段を決定させるための信号処理プログラムであって、コンピュータに、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を示す分光差異値を算出する差異算出ステップと、上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定する処理判定ステップと、を実行させるためのプログラムである。

[0051] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例、作用、効果)

第1の発明とほぼ同様である。

[0052] (第10の発明)

第10の発明による信号処理プログラムは、上記第9の発明による信号処理プログラムにおいて、上記第1のカラー信号と上記第2のカラー信号とが複数の色信号により構成されるものであって、上記差異算出ステップは、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を上記複数の色信号に各係る分光特性毎に算出し、これら複数の差異に基づき上記分光差異値を算出するステップである。

[0053] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例、作用、効果)

第2の発明とほぼ同様である。

[0054] (第11の発明)

第11の発明による信号処理プログラムは、上記第10の発明による信号処理プログラムにおいて、上記差異算出ステップが、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出する差分算出ステップと、上記差分算出ステップにより算出された複数の平均の中から最大値を抽出し抽出した最大値を上記分光差異値とする最大抽出ステップと、を含むステップである。

[0055] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例、作用、効果)

第3の発明とほぼ同様である。

[0056] (第12の発明)

第12の発明による信号処理プログラムは、上記第11の発明による信号処理プログラムにおいて、上記差異算出ステップが、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とに基づいて上記複数の色信号毎の差異を最小化するようなマトリクスを算出するマトリクス算出ステップと、上記マトリクス算出ステップにより算出されたマトリクスに基づき上記第2の撮像素子の分光特性を変換するマトリクス変換ステップと、をさらに含むステップであり、上記差分算出ステップは、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記マトリクス変換ステップから得られた変換後の上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するステップである。

[0057] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例、作用、効果)

第4の発明とほぼ同様である。

[0058] (第13の発明)

第13の発明による信号処理プログラムは、上記第11の発明による信号処理プログラムにおいて、上記差異算出ステップが、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とを複数の部分波長範囲に分割する分光分割ステップをさらに含むステップであり、上記差分算出ステップは、上記各部分波長範囲について上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を上記複数の色信号

のそれぞれに対応して算出するステップであり、上記最大抽出ステップは、上記各部分波長範囲について上記差分算出ステップにより算出された複数の平均の中から最大値を抽出し抽出した最大値を上記分光差異値とするステップであり、上記処理判定ステップは、上記各部分波長範囲について上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定するステップである。

[0059] (対応する発明の実施形態および好ましい適用例、作用、効果)

第5の発明とほぼ同様である。

図面の簡単な説明

[0060] [図1]本発明の実施形態1における信号処理装置の構成を示すブロック図。

[図2]上記実施形態1において、R信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図3]上記実施形態1において、G信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図4]上記実施形態1において、B信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図5]上記実施形態1における分光差異算出部の構成を示すブロック図。

[図6]上記実施形態1における処理判定部の構成を示すブロック図。

[図7]上記実施形態1において、判別基準値を主観的に決定する際に比較評価対象の信号をディスプレイにペイントする様子を示す図。

[図8]上記実施形態1において、色変換手段として線形変換部を用いる例を示すブロック図。

[図9]上記実施形態1において、色変換手段として非線形変換部を用いる例を示すブロック図。

[図10]上記実施形態1において、色変換手段としてテーブル変換部を用いる例を示すブロック図。

[図11]上記実施形態1における信号処理装置の作用を示すフローチャート。

[図12]本発明の実施形態2における分光差異算出部の構成を示すブロック図。

[図13]本発明の実施形態3における分光差異算出部の構成を示すブロック図。

[図14]上記実施形態3において、R信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図15]上記実施形態3において、G信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図16]上記実施形態3において、B信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図。

[図17]上記実施形態3において、CrCb面における部分波長範囲に対応する色領域を示す線図。

[図18]上記実施形態3において、色変換手段として線形変換部とテーブル変換部とを組み合わせたものを用いる例を示すブロック図。

[図19]上記実施形態3において、色変換手段として線形変換部と非線形変換部とを組み合わせたものを用いる例を示すブロック図。

発明を実施するための最良の形態

[0061] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

[0062] [実施形態1]

図1から図11は本発明の実施形態1を示したものであり、図1は信号処理装置の構成を示すブロック図、図2はR信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図3はG信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図4はB信号に係る目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図5は分光差異算出部の構成を示すブロック図、図6は処理判定部の構成を示すブロック図、図7は判別基準値を主観的に決定する際に比較評価対象の信号をディスプレイにペイントする様子を示す図、図8は色変換手段として線形変換部を用いる例を示すブロック図、図9は色変換手段として非線形変換部を用いる例を示すブロック図、図10は色変換手段としてテーブル変換部を用いる例を示すブロック図、図11は信号処理装置の作用を示すフローチャートである。

- [0063] この信号処理装置は、図1に示すように、バッファ100と、差異算出手段たる分光差異算出部101と、処理判定手段たる処理判定部102と、制御部103と、外部I/F部104と、を備えている。
- [0064] バッファ100は分光差異算出部101へ接続されている。分光差異算出部101は処理判定部102へ接続されている。制御部103は、例えばマイクロコンピュータなどを含んで構成されており、バッファ100、分光差異算出部101、処理判定部102と双方向に接続されていて、これらを制御するようになっている。さらに、外部I/F部104は、電源のオン／オフを行うためのインターフェース(例えば電源スイッチ)やデータ入力を行うためのインターフェース等を含むものであり、制御部103と双方向に接続されている。
- [0065] この図1に示したような信号処理装置の作用を、信号の流れに沿って説明する。
- [0066] 色再現の目標となる撮像素子の分光特性と、処理の対象となる撮像素子の分光特性とが、外部I/F部104を介してこの信号処理装置に入力される。撮像素子としてベイヤー型の原色カラーフィルタを前面に配置したCCDを想定したときの、これら目標となる撮像素子の分光特性と処理の対象となる撮像素子の分光特性との関係の一例を、図2～図4に模式的に示す。これら図2～図4においては、目標となる分光特性を実線により、処理対象の分光特性を点線により、それぞれ表している。
- [0067] 外部I/F部104を介して入力される撮像素子の分光特性は、具体的には、撮像素子の機種毎の製品カタログに記載されている代表的な分光特性であるものとする。もちろんこれは一例であって、入力される分光特性をカタログの分光特性とするに限るものではなく、他の例としては、分光測定器を用いて実際に測定して得られた個々の撮像素子の分光特性としても良い。ここに、カタログの分光特性を用いる場合には、データを容易に入手することができる利点がある。一方、実際に測定して得られた分光特性を用いる場合には、測定を行わないとデータを入手することができない反面、撮像素子の個体差にも対応することができる利点がある。
- [0068] 外部I/F部104を介して入力された分光特性は、制御部103を介してバッファ100へ転送され、保存される。
- [0069] バッファ100に保存された分光特性は、分光差異算出部101へ転送される。

- [0070] 分光差異算出部101は、バッファ100を介して得られる2つの分光特性間の差異を算出して、算出した差異を処理判定部102へ転送する。
- [0071] 処理判定部102は、分光差異算出部101を介して得られた2つの分光特性間の差異に基づいて、適切な色変換手段を決定する。
- [0072] 上述したように、カラーフィルタの種類に応じて、または撮像素子の種類に応じて、分光特性が異なるために、出力される画像の色再現が撮像素子に応じて異なる。ここで、分光特性の差異とは、比較対象となる2つの撮像素子に関する、分光特性間の波長毎の値の差や、分光特性の分布が極大となるピーク点の波長方向のズレや、分光特性の波長方向への分布幅の相違、等を意味している。
- [0073] そこで、この分光特性の差異を何らかの処理で吸収することにより(撮像素子に応じた最適な色変換処理を行うことにより)、複数の撮像素子間における差の小さい色再現(できるだけ同一に近い色再現)を実現することが、この信号処理装置の目的である。
- [0074] そして、上述したように、目標となる分光特性と処理対象の分光特性との間に十分な線形性がない場合には、線形な色変換処理によって近似した色再現を得るのは困難になる。この線形性がどの程度損なわれているかは、両方の分光特性が規格化されているという前提の下で(例えば、それぞれの分光特性を波長 λ に関して積分して得られる値が同一であるという前提の下で)、一般的に差異の大きさとして現れると考えることができる。
- [0075] 従って、分光差異算出部101によって差異の大きさを算出し、算出された差異の大きさに基づいて、処理判定部102が、差異が小さい場合にはマトリクス変換等の線形な色変換処理を選択し、差異が大きい場合にはテーブル変換等の非線形な色変換処理を選択するようになっている。
- [0076] このように、この信号処理装置は、色再現の目標となる撮像素子の分光特性と色変換処理の対象となる撮像素子の分光特性との間の差異の大きさに応じて、最適な色変換手段を決定するものとなっている。
- [0077] 次に、図5を参照して、分光差異算出部101の構成の一例について説明する。
- [0078] この分光差異算出部101は、差分算出手段たる差分算出部200と、最大抽出手段

たる最大抽出部201と、を有して構成されている。バッファ100は差分算出部200へ接続されている。差分算出部200は最大抽出部201へ接続されている。最大抽出部201は処理判定部102へ接続されている。制御部103は、差分算出部200、最大抽出部201と双方向に接続されていて、これらを制御するようになっている。

[0079] 差分算出部200は、バッファ100から色再現の目標となる撮像素子の分光特性と処理の対象となる撮像素子の分光特性とを読み込んで、これらの分光特性の差異を算出する。ここで、分光特性の差異は、様々な方法により算出することができるが、一例としては、次の数式1に示すように算出することが挙げられる。

[数式1]

$$diff_R = \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_R(\lambda) - S2_R(\lambda)|$$

$$diff_G = \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_G(\lambda) - S2_G(\lambda)|$$

$$diff_B = \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_B(\lambda) - S2_B(\lambda)|$$

ここに、 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ は目標のR信号、G信号、B信号の分光特性、 $S2_R(\lambda)$ 、 $S2_G(\lambda)$ 、 $S2_B(\lambda)$ は対象のR信号、G信号、B信号の分光特性をそれぞれ表している。また、 $diff_R$ 、 $diff_G$ 、 $diff_B$ は、R信号、G信号、B信号に関する分光特性の差異の大きさを表している。また、 λ は波長を表し、 N は分光特性を波長方向にサンプリングしたときの総サンプリング数を表している。

[0080] 上記数式1の和演算の波長 λ の範囲は、本実施形態においては例えば380nm～780nmであるとし、この範囲において例えば10nm間隔でサンプリングされているものとする。この場合には、総サンプリング数 N は41となる。

[0081] このように、数式1に示す例においては、3つの色信号毎に、つまりR信号、G信号、B信号毎に、目標の分光特性と対象の分光特性との間の波長毎の差の絶対値の平均を求めて、これらを分光特性の差異 $diff_R$ 、 $diff_G$ 、 $diff_B$ としている。

[0082] 差分算出部200により算出されたRGB各色信号に関する分光特性の差異 $diff_R$ 、 $diff_G$ 、 $diff_B$ は、最大抽出部201へ転送される。最大抽出部201は、差分算出部200から得られる $diff_R$ 、 $diff_G$ 、 $diff_B$ に基づき、目標の分光特性と対象の分光特性との間

の差異の大きさである分光差異値diffを次の数式2に示すように算出する。

[数式2]

$$diff = \max(diff_R, diff_G, diff_B)$$

ここに、 $\max(x, y, z)$ は、 x と y と z との内の最大値をとる演算を表している。従って、ここでは、分光特性の差異 $diff_R$ 、 $diff_G$ 、 $diff_B$ の中の最大値が分光差異値diffとして得られることになる。

[0083] 最大抽出部201により算出された分光差異値diffは、処理判定部102へ転送される。

[0084] 次に、図6を参照して、処理判定部102の構成の一例について説明する。

[0085] この処理判定部102は、比較部300と、変換手段決定部301と、を有して構成されている。分光差異算出部101は比較部300へ接続されている。比較部300は変換手段決定部301へ接続されている。制御部103は、比較部300、変換手段決定部301と双方向に接続されていて、これらを制御するようになっている。

[0086] 比較部300は、分光差異算出部101から得られる分光差異値diffと、色変換手段を判別するための指標となる判別基準値refvalと、の比較を行い、例えば次の数式3に示すように、フラグ信号flagを設定する。

[数式3]

$$flag = \begin{cases} 0 & (diff \leq refval) \\ 1 & (diff > refval) \end{cases}$$

従って、フラグ信号flagは、分光差異値diffが判別基準値refval以下であるか、または大きいかを示すものとなる。

[0087] なお、この判別基準値refvalは、例えば以下に示すような方法により決定するようになっている。

[0088] まず、第1の分光特性 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ の波長 λ 毎の値に、波長には依存しない係数 α_R^{kR} 、 α_G^{kG} 、 α_B^{kB} を各乗算して、分光特性 $S1_R^{kR}(\lambda)$ 、 $S1_G^{kG}(\lambda)$ 、 $S1_B^{kB}(\lambda)$ を次の数式4に示すように算出する。

[数式4]

$$S1'^{kR}_R(\lambda) = \alpha^{kR}_R \cdot S1_R(\lambda)$$

$$S1'^{kG}_G(\lambda) = \alpha^{kG}_G \cdot S1_G(\lambda)$$

$$S1'^{kB}_B(\lambda) = \alpha^{kB}_B \cdot S1_B(\lambda)$$

ここに、係数 α^{kR}_R 、 α^{kG}_G 、 α^{kB}_B は、例えば1.0～2.0の間の値であるとして、各係数をそれぞれ独立に0.1刻みで段階的に変化させるものとする。そして、各係数の段階的な変化を表す指標が、kR、kG、kBであり、これらはそれぞれ1～11の値をとることになる。従って、この場合には、 α^{kR}_R 、 α^{kG}_G 、 α^{kB}_B の組合せはkR×kG×kB＝11×11×11＝1331通りあることになる。以後は、これらの指標kR、kB、kGの組合せを識別番号kとして表すことにする。つまり、本実施形態においては、識別番号kはk＝1～1331の数をとる。

[0089] 次に、数式4により算出された分光特性 $S1'^{kR}_R(\lambda)$ 、 $S1'^{kG}_G(\lambda)$ 、 $S1'^{kB}_B(\lambda)$ と、元の分光特性 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ と、の間の波長 λ 毎の差の絶対値の平均 $\text{diff}1^{kR}_R$ 、 $\text{diff}1^{kG}_G$ 、 $\text{diff}1^{kB}_B$ を、次の数式5により算出する。

[数式5]

$$\begin{aligned} \text{diff}1^{kR}_R &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_R(\lambda) - S1'^{kR}_R(\lambda)| \\ &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_R(\lambda) - \alpha^{kR}_R \cdot S1_R(\lambda)| = \frac{|1 - \alpha^{kR}_R|}{N} \sum_{\lambda} |S1_R(\lambda)| \\ \text{diff}1^{kG}_G &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_G(\lambda) - S1'^{kG}_G(\lambda)| \\ &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_G(\lambda) - \alpha^{kG}_G \cdot S1_G(\lambda)| = \frac{|1 - \alpha^{kG}_G|}{N} \sum_{\lambda} |S1_G(\lambda)| \\ \text{diff}1^{kB}_B &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_B(\lambda) - S1'^{kB}_B(\lambda)| \\ &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_B(\lambda) - \alpha^{kB}_B \cdot S1_B(\lambda)| = \frac{|1 - \alpha^{kB}_B|}{N} \sum_{\lambda} |S1_B(\lambda)| \end{aligned}$$

[0090] 続いて、数式5から得られた $\text{diff}1^{kR}_R$ 、 $\text{diff}1^{kG}_G$ 、 $\text{diff}1^{kB}_B$ に基づいて、分光差異値 $\text{diff}1^k$ を次の数式6に示すように算出する。

[数式6]

$$diff1^k = \max(diff1^{kR}_R, diff1^{kG}_G, diff1^{kB}_B)$$

すなわち、分光差異値 $diff1^k$ は、 $diff1^{kR}_R$ 、 $diff1^{kG}_G$ 、 $diff1^{kB}_B$ の中の最大となる値である。従って、この分光差異値 $diff1^k$ は、 k の総数だけ、ここでは1331個得られることになる。

[0091] 次に、例えばマクベスチャートなどの標準的な色票(この色票の分光反射率を $O_i(\lambda)$ とする。なお、 i は各色票の識別番号である。)と、分光放射率 $L(\lambda)$ の光源と、を想定する。ここで、上記色票の分光反射率 $O_i(\lambda)$ は分光測定器を用いて予め測定されているものとする。また、光源の分光放射率 $L(\lambda)$ は、設計する撮像装置により画像を撮影する環境条件を想定して、最適な光源の種類を選択するものとする。例えば、画像を昼光下で撮影することを想定する場合には、標準光D65の分光放射率を使用することが考えられる。

[0092] 続いて、上述した分光放射率 $L(\lambda)$ の光源により、上述した分光反射率 $O_i(\lambda)$ の色票を照明し、この色票を分光特性 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ の撮像素子により撮像して得られるRGB1 _{i} 信号を数式7に示すように算出する。

[数式7]

$$\begin{aligned} R1_i &= \sum_{\lambda} S1_R(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda) \\ G1_i &= \sum_{\lambda} S1_G(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda) \\ B1_i &= \sum_{\lambda} S1_B(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda) \end{aligned}$$

ここに、 $R1_i$ 、 $G1_i$ 、 $B1_i$ は、RGB1 _{i} 信号のR信号、G信号、B信号の値である。そして、ここでは、RGB1 _{i} 信号は色票 i の数だけ得られることになる。

[0093] 同様に、上述した分光放射率 $L(\lambda)$ の光源により、上述した分光反射率 $O_i(\lambda)$ の色票を照明し、この色票を分光特性 $S1'^{kR}_R(\lambda)$ 、 $S1'^{kG}_G(\lambda)$ 、 $S1'^{kB}_B(\lambda)$ の撮像素子により撮像して得られるRGB1' _{i} ^{k} 信号を数式8に示すように算出する。

[数式8]

$$R1^{kR}_i = \sum_{\lambda} S1^{kR}_R(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda)$$

$$G1^{kG}_i = \sum_{\lambda} S1^{kG}_G(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda)$$

$$B1^{kB}_i = \sum_{\lambda} S1^{kB}_B(\lambda) \cdot L(\lambda) \cdot O_i(\lambda)$$

ここに、 $R1^{kR}_i$, $G1^{kG}_i$, $B1^{kB}_i$ は、 $RGB1^{k}_i$ 信号のR信号、G信号、B信号の値である。そして、ここでは、 $RGB1^{k}_i$ 信号は、色票iの数と、kの総数である1331と、を乗算した数だけ得られることになる。

[0094] 次に、各色票i毎に、 $RGB1_i$ 信号の値と $RGB1^{k}_i$ 信号の値とを、ペイントソフト等を用いて矩形領域の平面上にペイントして、パーソナルコンピュータ等のディスプレイの画面上に並べて表示する。ここに、図7は表示例を示したものである。この図7に示す例においては、ディスプレイ400の画面401上に、 $RGB1_i$ 信号の値をペイントした矩形領域402と、 $RGB1^{k}_i$ 信号の値をペイントした矩形領域403と、が比較し易いように左右に並べて表示されている。

[0095] そして、並べて表示した各色票iの主観的な比較評価を行う。この主観的な比較評価は、左右の矩形領域402、403における表示が、見た目に同一であると許容できるか否かにより行う。本実施形態においては、 α^{kR}_R , α^{kG}_G , α^{kB}_B の値を1.0～2.0の範囲で0.1刻みで各独立に変化させた、総計 $k=11 \times 11 \times 11=1331$ 通りの比較評価を、各色票iについて行うものとする。従って、総比較回数は $M \times 1331$ 回(ここに、Mは色票iの総数を表している)である。

[0096] そして、主観的な評価者が、見た目の誤差が許容できないと評価した場合には、そのときのkに対応する分光差異値 $\text{diff}1^k$ をピックアップする。そして、全てのiおよび全てのkについて評価を行った結果、最終的にピックアップされた複数の分光差異値 $\text{diff}1^k$ の中で、最小となる分光差異値 $\text{diff}1^k$ を、色変換手段の判別基準値 refval とする。なお、主観的な評価者による見た目の色の差は、個人の感覚によってかなりの幅でばらつくと考えられる。従って、多くの人にとって精度の高い色再現を得るためには、多くの評価者に比較してもらい、データを取得することが必要不可欠である。そしてこの場合には、評価者毎に決定された判別基準値 refval を統計的に処理して判別基

準値refvalを決定することになる。具体的には、評価者毎の判別基準値refvalの平均値を、真の判別基準値refvalとするなどである。

[0097] なお、上述した例は、主観的な評価に基づいて判別基準値refvalを決定するものであったが、判別基準値refvalを決定する手段はこれに限定されるものではない。例えばL*a*b*表色系における色差の値に基づいて判別基準値refvalを決定することも可能であり、以下に述べる。

[0098] まず、ある色票iについて数式7に示したように算出されるRGB1_i信号を、L*a*b*表色系のL*a*b*1_i信号に変換する。さらに、同一の色票iについて、kR, kG, kBのある組み合わせkに対して数式8に示したように算出されるRGB1'_i^k信号を、L*a*b*表色系のL*a*b*1'_i^k信号に変換する。

[0099] 次に、各色票i毎の、L*a*b*1_i信号とL*a*b*1'_i^k信号との間の色差ΔE_i^kを、数式9に示すように算出する。

[数式9]

$$\Delta E_i^k = \sqrt{(L^*1_i - L^*1_i'^k)^2 + (a^*1_i - a^*1_i'^k)^2 + (b^*1_i - b^*1_i'^k)^2}$$

ここに、色差ΔE_i^kは、kR, kG, kBのある組み合わせkに関する各色票iの色差を表している。

[0100] 続いて、全ての色票iについて数式9を用いて算出された色差ΔE_i^kを用いて、次の数式10に示すように平均色差Ave ΔE^kを算出する。

[数式10]

$$Ave \Delta E^k = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta E_i^k$$

ここにMは、上述したように、色票iの総数を表している。

[0101] このような算出を、α^{kR}_R, α^{kG}_G, α^{kB}_Bの値を1.0～2.0の範囲で0.1刻みで変化させた、総計k=11x11x11=1331通りについて行う。

[0102] そして、平均色差Ave ΔE^kをどの程度の値以下に抑制したいかの上限値を設定する。ここでは、例えば上限値を3に設定したとする。この平均色差Ave ΔE^kを3以下に抑制したい場合には、Ave ΔE^kが3以下となるときに分光差異値diff1^kを全てピック

アップして、最終的にピックアップされた複数の分光差異値 $\text{diff}1^k$ の中で最大となる値を、色変換手段の判別基準値 refval として定義する。

[0103] このような技術を用いれば、主観的な評価に依存することなく、判別基準値 refval を決定することが可能となる。

[0104] 図6の説明に戻って、比較部300により算出されたフラグ信号 flag は、変換手段決定部301へ転送される。

[0105] 変換手段決定部301は、比較部300から転送されるフラグ信号 flag に基づいて、例えば次の数式11に示すように、色変換手段を決定する。

[数式11]

$$\text{method} = \begin{cases} \text{method1} & (\text{flag} = 0) \\ \text{method2} & (\text{flag} = 1) \end{cases}$$

ここに、 method は色変換手段を表し、 method1 と method2 とは、互いに異なる所定の色変換手段を表している。本実施形態においては、例えば、 method1 を線形変換による色変換手段、 method2 を非線形変換による色変換手段であるものとする。ここに、線形変換はマトリクス変換を含み、非線形変換は、非線形演算による変換や、テーブルによる変換を含んでいる。なお、線形変換と非線形変換との合成変換は非線形変換である。また、非線形変換を行うときには、非線形演算による変換は処理速度が速い処理系に適用すると良く、テーブルによる変換はメモリ容量が多い処理系に適用すると良い。こうして、ここでは、分光特性の差異が小さいときに線形変換が選択され、分光特性の差異が大きいときに非線形変換等が選択されることになる。

[0106] 次に、図8～図10を参照して、色変換手段の幾つかの例について説明する。なお、色変換手段は、信号処理装置内に設けられていても良いが、信号処理装置とは別体であって、信号処理装置により決定された色変換手段に基づいて色変換を行うものであっても構わない。

[0107] まず、図8に示す線形変換部500は、色変換手段と線形変換手段とを兼ねたものであって、対象の撮像素子から入力されたRGB信号(ここに、 j は画像を構成する各画素の座標を表している。)に対して、数式12に示すようなマトリクス変換を行うことに

より、色変換処理を行うものである。

[数式12]

$$\begin{pmatrix} R'_j \\ G'_j \\ B'_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a1 & a2 & a3 \\ a4 & a5 & a6 \\ a7 & a8 & a9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_j \\ G_j \\ B_j \end{pmatrix}$$

ここに、 R_j , G_j , B_j は入力RGB信号を表し、 R'_j , G'_j , B'_j はマトリクス変換後のRGB'信号を表している。また、 $a1 \sim a9$ はマトリクス係数を表している。これらのマトリクス係数 $a1 \sim a9$ は、例えば、色再現の目標となる撮像素子から出力されるカラー信号と、対象の撮像素子から出力された上記カラー信号に数式12の色変換処理を施した後のカラー信号と、の数値上の誤差が最小となるように、最小二乗法等を用いて算出される。

[0108] 次に、図9に示す非線形変換部510は、色変換手段と非線形変換手段とを兼ねたものであって、対象の撮像素子から入力されたRGB_j信号に対して、例えば次の数式13に示すような非線形演算による変換を行うことにより、色変換処理を行うものである。

[数式13]

$$\begin{aligned} R'_j &= b \cdot R_j^2 + c \cdot G_j^2 + d \cdot B_j^2 \\ G'_j &= e \cdot R_j^2 + f \cdot G_j^2 + g \cdot B_j^2 \\ B'_j &= k \cdot R_j^2 + l \cdot G_j^2 + m \cdot B_j^2 \end{aligned}$$

ここに、 $b \sim g$, $k \sim m$ は、非線形演算による変換に用いる所定の係数を表している。これらの係数 $b \sim g$, $k \sim m$ は、上述したマトリクス係数 $a1 \sim a9$ を算出するときと同様に、色再現の目標となる撮像素子から出力されるカラー信号と、対象の撮像素子から出力された上記カラー信号に数式13の色変換処理を施した後のカラー信号と、の数値上の誤差が最小となるように、最小二乗法等を用いて算出される。そして、この数式13に示す非線形演算による色変換手段においては、例えば非線形な2次関数等に基づいて色変換処理を行うようになっている(ただし、2次関数に限るものでないことはもちろんである)。

- [0109] 続いて、図10に示すテーブル変換部520は、色変換手段と非線形変換手段とを兼ねたものであって、対象の撮像素子から入力されたRGB信号に対応する出力RGB'_j信号を所定のテーブルを参照して読み出すものである。従って、テーブル変換部520は、入力されるRGB信号と、出力されるRGB'_j信号と、の対応関係を予めテーブルデータとして記憶している。
- [0110] なお、上述した数式11等においては、色変換手段をmethod1とmethod2との2通りから選択するようにしているが、これに限定されるものではない。例えば、判別基準値refvalを複数設けて(すなわち、判別基準値refvalよりも大きい第2の判別基準値等を設けて)、3つ以上の数の色変換手段の中から何れかを選択するように構成することが考えられる。さらに、例えば、テーブル変換を用いる場合には、分光差異値の大きさに応じて、テーブル変換のテーブルサイズを変える(すなわち、分光差異値の大きさが判別基準値refvalよりも大きい場合には、分光差異値の大きさを第2の判別基準値とさらに比較して、第2の判別基準値よりも大きい場合には第2の判別基準値以下である場合よりもテーブルサイズが大きいテーブルによる変換に色変換手段を決定する)ことも考えられる。ここに、例えばテーブルサイズを小さくした場合には、テーブルを直接参照するだけでは対応するものがない入力カラー信号の組合せが生じることがある。この場合には、記憶されているテーブル内のデータに公知の線形補間処理などを施して、補間後のカラー信号を色変換処理後のカラー信号とすれば良い。
- [0111] なお、上述ではハードウェアによる処理を前提としていたが、このような構成に限定される必要はなく、別途のソフトウェアである信号処理プログラムをコンピュータに実行させて処理することも可能である。
- [0112] 図11を参照して、信号処理プログラムによる処理の流れについて説明する。
- [0113] この処理を開始すると、まず、例えば予めテキストデータとして記述されている、色再現の目標となる撮像素子の分光特性データと、処理対象となる撮像素子の分光特性データと、を入力する(ステップS1)。
- [0114] 次に、数式1に示すような計算を行うことにより、各色信号に関する2つの分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均を求め、さらに数式2に示すような計算を行うことに

より、各色信号に関する平均の値の中で大きさが最大となるものを分光差異値として算出する(ステップS2)。

[0115] 続いて、算出した分光差異値と、色変換手段を判定するための指標となる判別基準値と、を比較する(ステップS3)。

[0116] ここで、分光差異値が判別基準値以下である場合には、フラグ信号として「0」を出力する(ステップS4)。

[0117] また、ステップS3において、分光差異値が判別基準値よりも大きい場合には、フラグ信号として「1」を出力する(ステップS5)。

[0118] そして、ステップS4またはステップS5の処理が終了したら、これらのステップの何れかにおいて出力されたフラグ信号に応じて、色変換手段を決定し(ステップS6)、その後この処理を終了する。

[0119] なお、上述においては、信号処理装置や信号処理プログラムについて述べたが、本発明はこれらに限定されるものではなく、例えば、上述したような処理を行う信号処理方法であつても構わない。

[0120] このような実施形態1によれば、色再現の目標となる撮像素子の分光特性と、処理対象となる撮像素子の分光特性と、の間の差異の大きさに応じて色変換手段を決定するようにしたために、撮像素子に応じた高精度な色変換処理を行うことができる。また、撮像素子に応じて適切な色変換手段を決定するようにしたために、必要最小限の最適な規模でシステムを構築することが可能となり、低コスト化を図ることが可能となる。

[0121] [実施形態2]

図12は本発明の実施形態2を示したものであり、分光差異算出部の構成を示すブロック図である。この実施形態2において、上述の実施形態1と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

[0122] 上述した実施形態1は、分光差異値を、2つの分光特性の波長毎の差の絶対値の平均により算出していた。これに対して本実施形態は、分光差異値の算出法を異ならせたものとなっている。

[0123] 図12に示す本実施形態の分光差異算出部101は、図5に示した分光差異算出部

101の構成に対して、マトリクス算出手段たるマトリクス算出部202とマトリクス変換手段たるマトリクス変換部203とを追加した構成になっている。本実施形態の信号処理装置の構成は、その他の部分については上述した実施形態1と同様である。

[0124] 図12に示すように、バッファ100はマトリクス算出部202へ接続されている。マトリクス算出部202はマトリクス変換部203へ接続されている。マトリクス変換部203は差分算出部200へ接続されている。制御部103は、マトリクス算出部202、マトリクス変換部203とも双方向に接続されていて、これらを制御するようになっている。

[0125] マトリクス算出部202は、バッファ100から色再現の目標となる撮像素子の分光特性と処理の対象となる撮像素子の分光特性とを読み込んで、次の数式14の(B)に示す各値

[数式14]

$$\begin{pmatrix} x_R(\lambda) \\ x_G(\lambda) \\ x_B(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S1_R(\lambda) \\ S1_G(\lambda) \\ S1_B(\lambda) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} p1 & p2 & p3 \\ p4 & p5 & p6 \\ p7 & p8 & p9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S2_R(\lambda) \\ S2_G(\lambda) \\ S2_B(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(A)$$

$$\begin{cases} \sum_{\lambda} \{x_R(\lambda)\}^2 \\ \sum_{\lambda} \{x_G(\lambda)\}^2 \\ \sum_{\lambda} \{x_B(\lambda)\}^2 \end{cases} \quad \dots(B)$$

をそれぞれ最小にする数式14の(A)の右辺のマトリクスの係数を、例えば最小二乗法を用いて算出する。ここに、p1～p9はマトリクス係数を表している。

[0126] 算出されたマトリクス係数p1～p9は、マトリクス変換部203へ転送される。

[0127] マトリクス変換部203は、マトリクス算出部202から転送されたマトリクス係数p1～p9を、次の数式15に示すように、対象の分光特性 $S2_R(\lambda)$, $S2_G(\lambda)$, $S2_B(\lambda)$ に乗算する。

[数式15]

$$\begin{pmatrix} S2'_R(\lambda) \\ S2'_G(\lambda) \\ S2'_B(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p1 & p2 & p3 \\ p4 & p5 & p6 \\ p7 & p8 & p9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S2_R(\lambda) \\ S2_G(\lambda) \\ S2_B(\lambda) \end{pmatrix}$$

ここに、 $S2'_R(\lambda)$ 、 $S2'_G(\lambda)$ 、 $S2'_B(\lambda)$ は、マトリクス変換後の対象のR信号、G信号、B信号の分光特性をそれぞれ表している。

[0128] その後、目標の分光特性 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ と、マトリクス変換後の対象の分光特性 $S2'_R(\lambda)$ 、 $S2'_G(\lambda)$ 、 $S2'_B(\lambda)$ とは、差分算出部200へ転送される。

[0129] 差分算出部200は、マトリクス変換部203を介して得られた目標の分光特性 $S1_R(\lambda)$ 、 $S1_G(\lambda)$ 、 $S1_B(\lambda)$ と、マトリクス変換後の対象の分光特性 $S2'_R(\lambda)$ 、 $S2'_G(\lambda)$ 、 $S2'_B(\lambda)$ と、に基づいて、次の数式16を用いてR信号、G信号、B信号のそれぞれに関する分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均 $diff'_R$ 、 $diff'_G$ 、 $diff'_B$ を算出する。

[数式16]

$$\begin{aligned} diff'_R &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_R(\lambda) - S2'_R(\lambda)| \\ diff'_G &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_G(\lambda) - S2'_G(\lambda)| \\ diff'_B &= \frac{1}{N} \sum_{\lambda} |S1_B(\lambda) - S2'_B(\lambda)| \end{aligned}$$

[0130] 差分算出部200により算出された各平均 $diff'_R$ 、 $diff'_G$ 、 $diff'_B$ は、最大抽出部201へ転送される。

[0131] 最大抽出部201は、差分算出部200を介して得られる各色信号に関する上記平均 $diff'_R$ 、 $diff'_G$ 、 $diff'_B$ に基づいて、次の数式17を用いて分光差異値 $diff'$ を算出する。

[数式17]

$$diff' = \max(diff'_R, diff'_G, diff'_B)$$

[0132] 算出された分光差異値 $diff'$ は、処理判定部102へ転送される。

[0133] 以降の処理は、上述した実施形態1の図5等を参照して説明した処理と同様である。

[0134] このような実施形態2によれば、上述した実施形態1とほぼ同様の効果を奏するとともに、分光特性の差異の算出を、マトリクス変換後の第1の分光特性と第2の分光特性との間で行うようにしたために、第1の分光特性と第2の分光特性との間の関係が線形な関係にあるか否かをより正確に判定することが可能となり、その結果、線形な関係にあるか否かの条件に応じて、色変換手段の決定を適切に行うことが可能となる。

[0135] [実施形態3]

図13から図19は本発明の実施形態3を示したものであり、図13は分光差異算出部の構成を示すブロック図、図14はR信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図15はG信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図16はB信号に係る部分波長範囲毎の目標の分光特性と対象の分光特性との差異を説明するための線図、図17はCrCb面における部分波長範囲に対応する色領域を示す線図、図18は色変換手段として線形変換部とテーブル変換部とを組み合わせたものを用いる例を示すブロック図、図19は色変換手段として線形変換部と非線形変換部とを組み合わせたものを用いる例を示すブロック図である。

[0136] この実施形態3において、上述の実施形態1, 2と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

[0137] 上述した実施形態2は、分光差異値を、2つの分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均により算出し、このときの和を全可視光域についてとっていたが、これに対して本実施形態は、可視光域を幾つかの部分波長範囲に分割して、各部分波長範囲毎に和をそれぞれとるようにしたものとなっている。

[0138] 図13に示す本実施形態の分光差異算出部101は、図12に示した分光差異算出部101の構成に対して、差分算出部200を省略し、分光分割手段たる分光分割部204と差分算出手段たる部分分光差異算出部205とを追加した構成になっている。本実施形態の信号処理装置の構成は、その他の部分については上述した実施形態2

と同様である。

[0139] 図13に示すように、マトリクス変換部203は分光分割部204へ接続されている。分光分割部204は部分分光差異算出部205へ接続されている。部分分光差異算出部205は最大抽出部201へ接続されている。制御部103は、分光分割部204, 部分分光差異算出部205とも双方向に接続されていて、これらを制御するようになっている。

[0140] 次に、本実施形態の信号処理装置の作用の内の、上述した実施形態1, 2と異なる部分について説明する。

[0141] 本実施形態においては、外部I/F部104を介してこの信号処理装置に入力されるのは、色再現の目標となる撮像素子の分光特性と、処理の対象となる撮像素子の分光特性と、上記分光特性を複数の部分波長範囲CR1, CR2, CR3に分割するための基準となる波長の値と、になっている。

[0142] 外部I/F部104を介して入力された各分光特性および波長の値は、制御部103を介してバッファ100へ転送され、保存される。

[0143] その後、バッファ100に保存された各分光特性および波長の値は、分光差異算出部101へ転送される。

[0144] そして、まず、分光差異算出部101のマトリクス算出部202およびマトリクス変換部203により、上述した実施形態2と同様の処理が行われる。

[0145] 次に、分光分割部204は、制御部103を介して得られる上記基準となる波長の値に基づいて、380nm～780nmの範囲の分光特性を、図14～図16に示すように、複数の部分波長範囲CR1, CR2, CR3に分割する。上記基準となる波長の値が、例えば、ナノメートル単位で表される波長の数値500, 620として入力された場合、つまり、500nmおよび620nmを表すものである場合には、分割される3つの部分波長範囲CR1, CR2, CR3は、それぞれ380nm～500nm, 500nm～620nm, 620nm～780nmとなる。

[0146] 部分分光差異算出部205は、各部分波長範囲CR1, CR2, CR3毎に独立に、各色信号に関する分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均を算出する。

[0147] すなわち、部分分光差異算出部205は、部分波長範囲CR1における各R信号, G

信号, B信号に関する分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均 $\text{diff}1'_R$, $\text{diff}1'_G$, $\text{diff}1'_B$ を次の数式18に示すようにそれぞれ算出する。

[数式18]

$$\begin{aligned}\text{diff}1'_R &= \frac{1}{N_1} \sum_{\lambda \in \text{CR1}} |S1_R(\lambda) - S2'_R(\lambda)| \\ \text{diff}1'_G &= \frac{1}{N_1} \sum_{\lambda \in \text{CR1}} |S1_G(\lambda) - S2'_G(\lambda)| \\ \text{diff}1'_B &= \frac{1}{N_1} \sum_{\lambda \in \text{CR1}} |S1_B(\lambda) - S2'_B(\lambda)|\end{aligned}$$

ここに、数式18における N_1 は、分光特性の部分波長範囲CR1における波長方向へのサンプリング総数を表している。また、 Σ 記号の下に付した記号「 $\lambda \in \text{CR1}$ 」は、部分波長範囲CR1内の波長 λ について和をとることを意味している。

[0148] さらに、部分分光差異算出部205は、部分波長範囲CR2における各R信号, G信号, B信号に関する分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均 $\text{diff}2'_R$, $\text{diff}2'_G$, $\text{diff}2'_B$ を次の数式19に示すようにそれぞれ算出する。

[数式19]

$$\begin{aligned}\text{diff}2'_R &= \frac{1}{N_2} \sum_{\lambda \in \text{CR2}} |S1_R(\lambda) - S2'_R(\lambda)| \\ \text{diff}2'_G &= \frac{1}{N_2} \sum_{\lambda \in \text{CR2}} |S1_G(\lambda) - S2'_G(\lambda)| \\ \text{diff}2'_B &= \frac{1}{N_2} \sum_{\lambda \in \text{CR2}} |S1_B(\lambda) - S2'_B(\lambda)|\end{aligned}$$

ここに、数式19における N_2 は、分光特性の部分波長範囲CR2における波長方向へのサンプリング総数を表している。また、 Σ 記号の下に付した記号「 $\lambda \in \text{CR2}$ 」は、部分波長範囲CR2内の波長 λ について和をとることを意味している。

[0149] そして、部分分光差異算出部205は、部分波長範囲CR3における各R信号, G信号, B信号に関する分光特性間の波長毎の差の絶対値の平均 $\text{diff}3'_R$, $\text{diff}3'_G$, $\text{diff}3'_B$ を次の数式20に示すようにそれぞれ算出する。

[数式20]

$$diff3'_R = \frac{1}{N_3} \sum_{\lambda \in CR3} |S1_R(\lambda) - S2'_R(\lambda)|$$

$$diff3'_G = \frac{1}{N_3} \sum_{\lambda \in CR3} |S1_G(\lambda) - S2'_G(\lambda)|$$

$$diff3'_B = \frac{1}{N_3} \sum_{\lambda \in CR3} |S1_B(\lambda) - S2'_B(\lambda)|$$

ここに、数式20における N_3 は、分光特性の部分波長範囲CR3における波長方向へのサンプリング総数を表している。また、 Σ 記号の下に付した記号「 $\lambda \in CR3$ 」は、部分波長範囲CR3内の波長 λ について和をとることを意味している。

[0150] こうして、各色信号に関して各部分波長範囲CR1, CR2, CR3毎に算出された平均 $diff1'_R$, $diff1'_G$, $diff1'_B$, $diff2'_R$, $diff2'_G$, $diff2'_B$, $diff3'_R$, $diff3'_G$, $diff3'_B$ は、最大抽出部201へ転送される。

[0151] 最大抽出部201は、次の数式21に示すように、部分波長範囲CR1, CR2, CR3毎の分光差異値 $diff1'$, $diff2'$, $diff3'$ をそれぞれ算出する。

[数式21]

$$\begin{aligned} diff1' &= \max(diff1'_R, diff1'_G, diff1'_B) \\ diff2' &= \max(diff2'_R, diff2'_G, diff2'_B) \\ diff3' &= \max(diff3'_R, diff3'_G, diff3'_B) \end{aligned}$$

[0152] 最大抽出部201により算出された分光差異値 $diff1'$, $diff2'$, $diff3'$ は、処理判定部102へ転送される。

[0153] 処理判定部102中の比較部300は、上記最大抽出部201から得られた $diff1'$, $diff2'$, $diff3'$ に基づいて、次の数式22に示すように、各部分波長範囲CR1, CR2, CR3におけるフラグ信号flag1, flag2, flag3をそれぞれ算出する。

[数式22]

$$\begin{aligned}
 flag1 &= \begin{cases} 0 & (diff1' \leq refval) \\ 1 & (diff1' > refval) \end{cases} \\
 flag2 &= \begin{cases} 0 & (diff2' \leq refval) \\ 1 & (diff2' > refval) \end{cases} \\
 flag3 &= \begin{cases} 0 & (diff3' \leq refval) \\ 1 & (diff3' > refval) \end{cases}
 \end{aligned}$$

[0154] 比較部300により算出されたフラグ信号flag1, flag2, flag3は、変換手段決定部301へ転送される。

[0155] 変換手段決定部301は、flag1, flag2, flag3の組合せに応じて色変換手段を決定するようになっている。例えば、変換手段決定部301は、flag1, flag2, flag3が全て0である場合には、カラー信号全体に対して線形変換のみを適用するように色変換手段を決定する。一方、変換手段決定部301は、flag1, flag2, flag3の内の少なくとも1つが0である場合には、カラー信号全体に対してまず線形変換を適用し、次に、線形変換後のカラー信号の内の、フラグ信号が1となる部分波長範囲CR1, CR2, CR3に対応する色(フラグ信号が1となる部分波長範囲におけるR信号, G信号, B信号を合成して得られる色)が属する色領域内のカラー信号に、非線形演算による変換とテーブル変換との何れか一方を適用するように、色変換手段を決定する。

[0156] ここに、図17は、図14～図16に示した部分波長範囲CR1, CR2, CR3に各対応する、色空間内における色領域CR1, CR2, CR3を概念的に示したものである。本実施形態においては、部分波長範囲CR1, CR2, CR3に各対応する色領域CR1, CR2, CR3を、YCbCr色空間のCb軸, Cr軸のなす平面上において定義する。なお、図17において、分割軸DA12は色領域CR1と色領域CR2との境界を示し、分割軸DA23は色領域CR2と色領域CR3との境界を示し、分割軸DA31は色領域CR3と色領域CR1との境界を示している。

[0157] そして、例えば、図14～図16に示す部分波長範囲CR1に関するフラグ信号flag1が1となったものとする。この場合には、カラー信号全体に対してまず線形変換が適用され、次に、線形変換後のカラー信号の内の図17に示す色領域CR1に属するカラー信号に対して非線形演算による変換とテーブル変換との何れかが適用される。

[0158] ここで、図18および図19を参照して、色変換手段について説明する。

[0159] まず、図18は、線形変換部とテーブル変換部とを組み合わせた色変換手段の構成例を示している。

[0160] 図18に示す色変換手段は、色変換手段であり線形変換手段たる線形変換部600と、色領域判定手段たる色領域判定部601と、色変換手段であり非線形変換手段たるテーブル変換部602と、を有して構成されている。

[0161] このような構成において、RGB信号が線形変換部600に入力されると、数式12に示したようなマトリクス変換が線形変換として行われ、マトリクス変換後のRGB'信号が生成される。このRGB'信号は、色領域判定部601へ転送される。

[0162] 色領域判定部601は、入力されたマトリクス変換後のRGB'信号がフラグ信号が1となる所定の色領域に属しているか否かを判定して、属していないと判定した場合には、そのRGB'信号をテーブル変換部602を介することなくそのまま出力する。また、色領域判定部601は、入力されたRGB'信号がフラグ信号が1となる所定の色領域に属していると判定した場合には、そのRGB'信号をテーブル変換部602へ転送する。

[0163] テーブル変換部602は、所定のテーブルを参照することにより、入力されたRGB'信号に対応するRGB"信号を出力する。

[0164] 次に、図19は、線形変換部と非線形変換部とを組み合わせた色変換手段の構成例を示している。

[0165] 図19に示す色変換手段は、線形変換部600と、色空間変換手段たる色空間変換部603と、色領域判定部601と、色変換手段であり非線形変換手段たる非線形変換部604と、を有して構成されている。

[0166] このような構成において、RGB信号が線形変換部600に入力されると、数式12に示したようなマトリクス変換が線形変換として行われ、マトリクス変換後のRGB'信号が生成される。このRGB'信号は、色空間変換部603へ転送される。

[0167] 色空間変換部603は、入力されたマトリクス変換後のRGB'信号に対して色空間変換処理、本実施形態においては例えばRGB'信号をYCbCr色空間の信号に変換する処理を行い、輝度色差信号YCbCr'信号を生成する。このYCbCr'信号は、色

領域判定部601へ転送される。

[0168] 色領域判定部601は、入力された $YC_bCr'_j$ 信号がフラグ信号が1となる所定の色領域に属しているか否かを判定して、属していないと判定した場合には、その $YC_bCr'_j$ 信号を非線形変換部604を介することなくそのまま出力する。

[0169] また、色領域判定部601は、入力された $YC_bCr'_j$ 信号がフラグ信号が1となる所定の色領域に属していると判定した場合には、その $YC_bCr'_j$ 信号を非線形変換部604へ転送する。

[0170] 非線形変換部604は、入力された $YC_bCr'_j$ 信号に対して、例えば次の数式23に示すような2次関数により色変換演算の処理を行って、 $YC_bCr''_j$ 信号を生成する。

[数式23]

$$\begin{aligned} Y''_j &= q \cdot Y'^2_j + r \cdot Cb'^2_j + s \cdot Cr'^2_j \\ Cb''_j &= t \cdot Y'^2_j + u \cdot Cb'^2_j + v \cdot Cr'^2_j \\ Cr''_j &= w \cdot Y'^2_j + x \cdot Cb'^2_j + y \cdot Cr'^2_j \end{aligned}$$

ここに、 Y'_j , Cb'_j , Cr'_j は非線形変換部604への入力 $YC_bCr'_j$ 信号を表し、 Y''_j , Cb''_j , Cr''_j は非線形演算処理後の $YC_bCr''_j$ 信号を表している。また、 $q \sim y$ は、非線形演算に用いる所定の係数を表している。これらの係数 $q \sim y$ は、上述した数式13における係数 $b \sim g$, $k \sim m$ と同様に、色再現の目標となる撮像素子から出力されるカラー信号と、対象の撮像素子から出力された上記カラー信号に上述した数式23の色変換処理を施した後のカラー信号と、の数値上の誤差が最小となるように、最小二乗法等を用いて算出される。

[0171] このような実施形態3によれば、上述した実施形態1, 2とほぼ同様の効果を奏するとともに、色再現の目標となる撮像素子の分光特性と、対象の撮像素子の分光特性と、をそれぞれ複数の部分波長範囲に分割して、部分波長範囲毎に分光特性同士の間の差異を算出するようにし、この差異に基づいて部分波長範囲毎に適切な色変換手段を決定するようにしたために、色に応じた適切な色変換を行うことが可能となる。

[0172] なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階で

はその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

[0173] 本出願は、2007年5月31日に日本国に出願された特願2007-145928号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

請求の範囲

- [1] 対象となる第2の撮像素子により撮像して得られた第2のカラー信号を、目標となる第1の撮像素子により撮像して得られるカラー信号に近似する第1のカラー信号へ色変換する色変換手段を決定するための信号処理装置であって、
- 上記第1の撮像素子の分光特性と、上記第2の撮像素子の分光特性と、の差異を示す分光差異値を算出する差異算出手段と、
- 上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し、該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定する処理判定手段と、
- を具備したことを特徴とする信号処理装置。
- [2] 上記第1のカラー信号と上記第2のカラー信号とは、複数の色信号により構成されるものであって、
- 上記差異算出手段は、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を上記複数の色信号に各係る分光特性毎に算出し、これら複数の差異に基づき上記分光差異値を算出するものであることを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。
- [3] 上記差異算出手段は、
- 上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出する差分算出手段と、
- 上記差分算出手段により算出された複数の平均の中から最大値を抽出し、抽出した最大値を上記分光差異値とする最大抽出手段と、
- を含んで構成されたものであることを特徴とする請求項2に記載の信号処理装置。
- [4] 上記差異算出手段は、
- 上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とに基づいて、上記複数の色信号毎の差異を最小化するようなマトリクスを算出するマトリクス算出手段と、
- 上記マトリクス算出手段により算出されたマトリクスに基づき、上記第2の撮像素子

の分光特性を変換するマトリクス変換手段と、

をさらに含んで構成されたものであり、

上記差分算出手段は、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する、上記第1の撮像素子の分光特性と、上記マトリクス変換手段から得られた変換後の上記第2の撮像素子の分光特性と、の波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するものであることを特徴とする請求項3に記載の信号処理装置。

- [5] 上記差異算出手段は、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とを複数の部分波長範囲に分割する分光分割手段をさらに含んで構成されたものであり、

上記差分算出手段は、上記各部分波長範囲について、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するものであり、

上記最大抽出手段は、上記各部分波長範囲について、上記差分算出手段により算出された複数の平均の中から最大値を抽出し、抽出した最大値を上記分光差異値とするものであり、

上記処理判定手段は、上記各部分波長範囲について、上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し、該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定するものであることを特徴とする請求項3に記載の信号処理装置。

- [6] 上記色変換手段をさらに具備し、

該色変換手段は、

上記第2のカラー信号を所定の色空間の信号に変換する色空間変換手段と、

上記色空間の信号が、上記処理判定手段により線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属するか、上記処理判定手段により非線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属するか、を判定する色領域判定手段と、

上記色領域判定手段により上記線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属すると判定される信号に線形変換を行う線形変換手段と、

上記色領域判定手段により上記非線形変換が決定された部分波長範囲に対応する上記色空間の色領域に属すると判定された信号に非線形変換を行う非線形変換手段と、

を含んで構成されたものであることを特徴とする請求項5に記載の信号処理装置。

[7] 上記線形変換は、マトリクス演算による変換を含み、

上記非線形変換は、非線形演算による変換と、テーブルによる変換と、マトリクス演算による変換と非線形演算による変換との組み合わせと、マトリクス演算による変換とテーブルによる変換との組み合わせと、の内の少なくとも一つを含むものであることを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

[8] 上記非線形変換は、テーブルサイズが異なる複数のテーブルによる変換を含み、

上記処理判定手段は、上記分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には、該分光差異値の大きさを該判別基準値よりも大きい第2の判別基準値とさらに比較して、該第2の判別基準値よりも大きい場合には該第2の判別基準値以下である場合よりもテーブルサイズが大きいテーブルによる変換に色変換手段を決定するものであることを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

[9] コンピュータに、対象となる第2の撮像素子により撮像して得られた第2のカラー信号を、目標となる第1の撮像素子により撮像して得られるカラー信号に近似する第1のカラー信号へ色変換する色変換手段を決定させるための信号処理プログラムであって、

コンピュータに、

上記第1の撮像素子の分光特性と、上記第2の撮像素子の分光特性と、の差異を示す分光差異値を算出する差異算出ステップと、

上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し、該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定する処理判定ステップと、

を実行させるための信号処理プログラム。

[10] 上記第1のカラー信号と上記第2のカラー信号とは、複数の色信号により構成されるものであって、

上記差異算出ステップは、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との差異を上記複数の色信号に各係る分光特性毎に算出し、これら複数の差異に基づき上記分光差異値を算出するステップであることを特徴とする請求項9に記載の信号処理プログラム。

[11] 上記差異算出ステップは、

上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出する差分算出ステップと、

上記差分算出ステップにより算出された複数の平均の中から最大値を抽出し、抽出した最大値を上記分光差異値とする最大抽出ステップと、

を含むステップであることを特徴とする請求項10に記載の信号処理プログラム。

[12] 上記差異算出ステップは、

上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とに基づいて、上記複数の色信号毎の差異を最小化するようなマトリクスを算出するマトリクス算出ステップと、

上記マトリクス算出ステップにより算出されたマトリクスに基づき、上記第2の撮像素子の分光特性を変換するマトリクス変換ステップと、

をさらに含むステップであり、

上記差分算出ステップは、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する、上記第1の撮像素子の分光特性と、上記マトリクス変換ステップから得られた変換後の上記第2の撮像素子の分光特性と、の波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するステップであることを特徴とする請求項11に記載の信号処理プログラム。

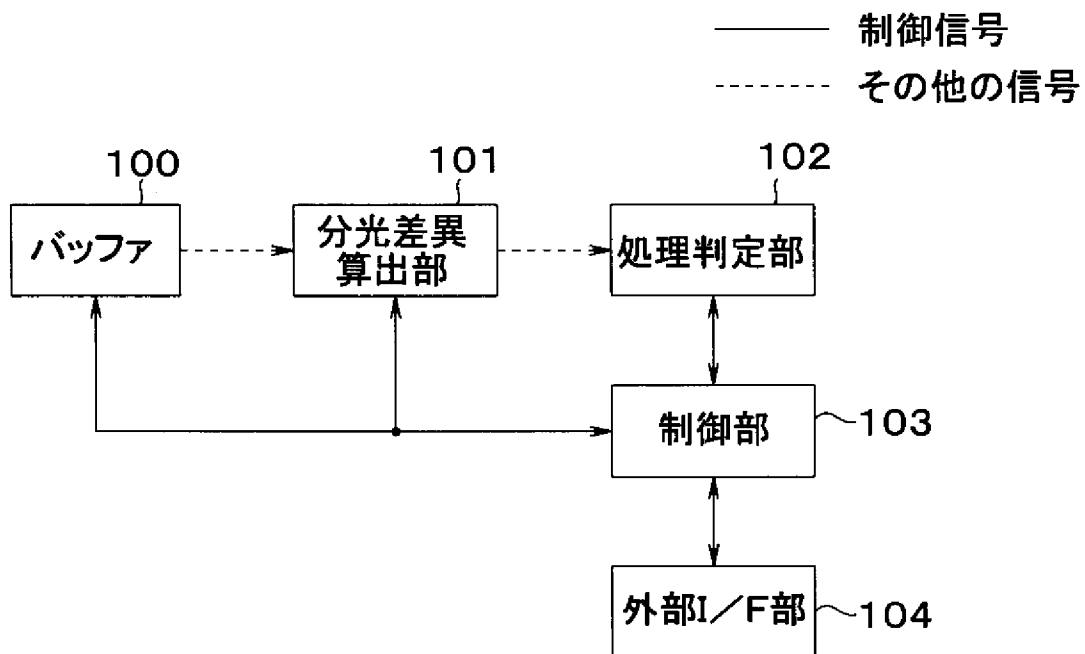
[13] 上記差異算出ステップは、上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性とを複数の部分波長範囲に分割する分光分割ステップをさらに含むステップであり、

上記差分算出ステップは、上記各部分波長範囲について、上記複数の色信号の内の一の色信号に対応する上記第1の撮像素子の分光特性と上記第2の撮像素子の分光特性との波長毎の差の絶対値の平均を、上記複数の色信号のそれぞれに対応して算出するステップであり、

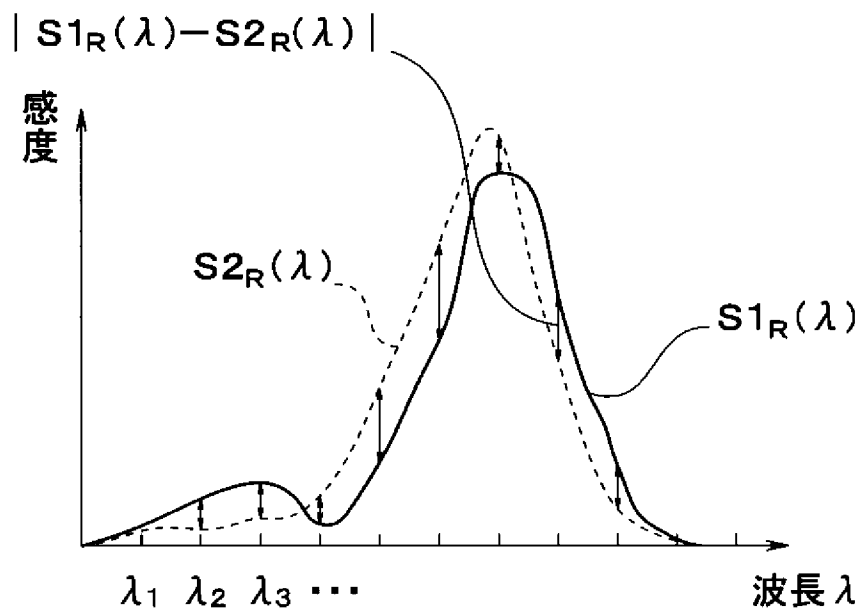
上記最大抽出ステップは、上記各部分波長範囲について、上記差分算出ステップにより算出された複数の平均の中から最大値を抽出し、抽出した最大値を上記分光差異値とするステップであり、

上記処理判定ステップは、上記各部分波長範囲について、上記分光差異値の大きさが判別基準値以下である場合には上記色変換手段として線形変換を決定し、該分光差異値の大きさが上記判別基準値よりも大きい場合には上記色変換手段として非線形変換を決定するステップであることを特徴とする請求項11に記載の信号処理プログラム。

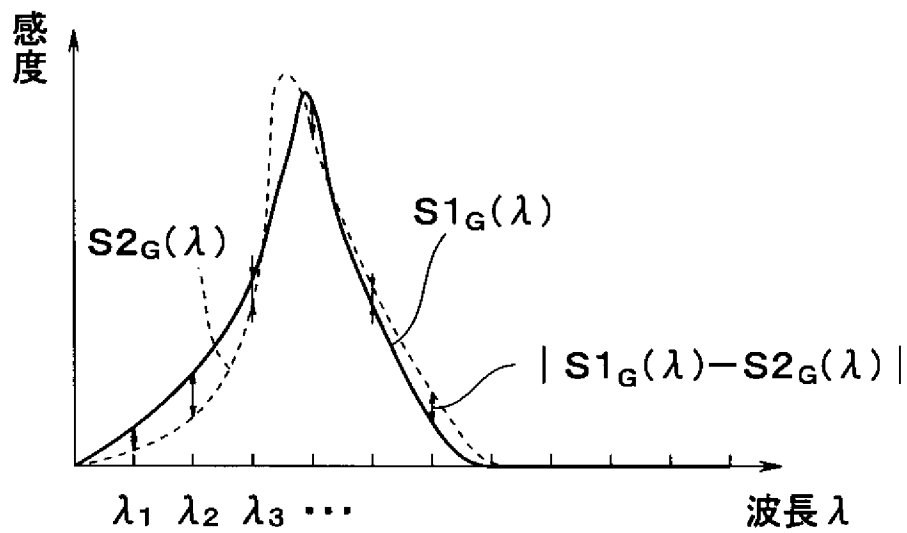
[図1]



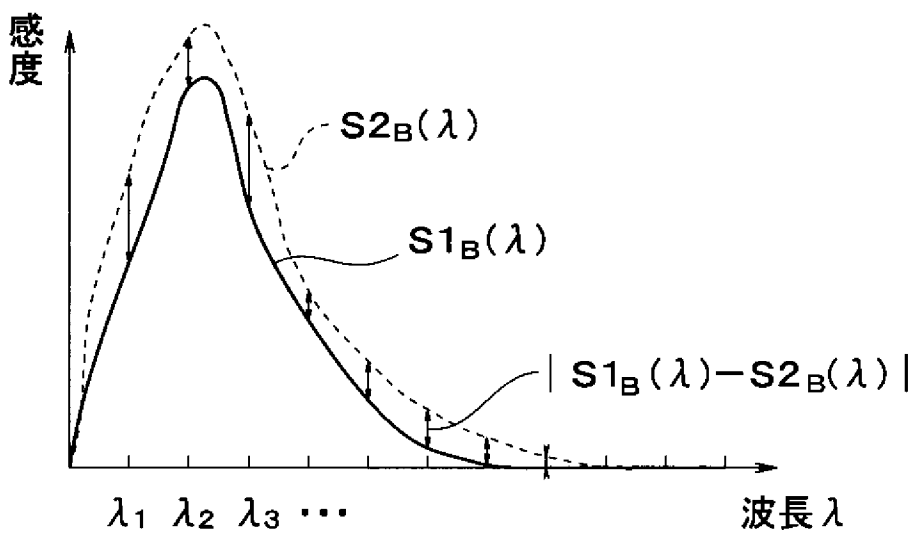
[図2]



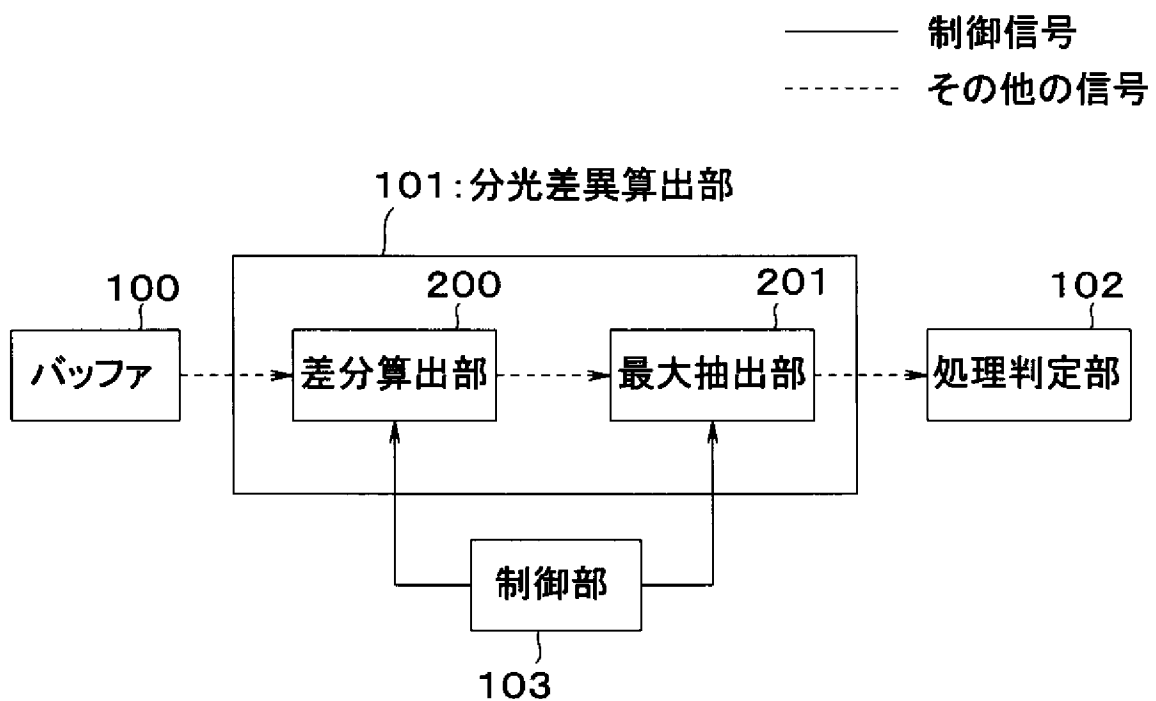
[図3]



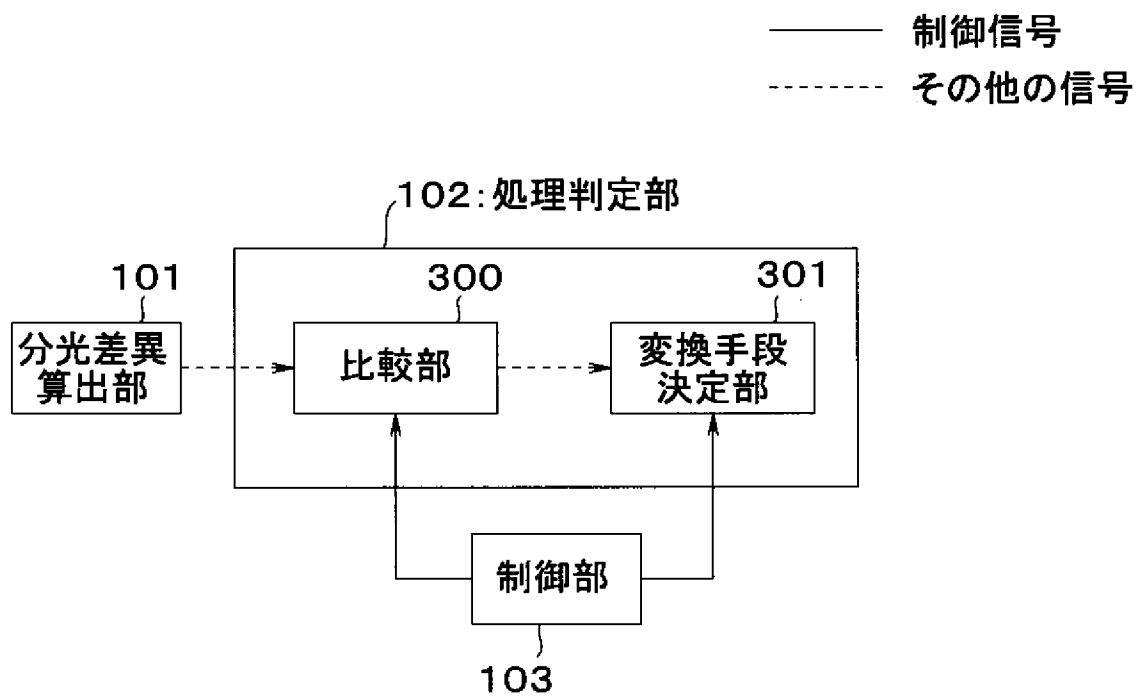
[図4]



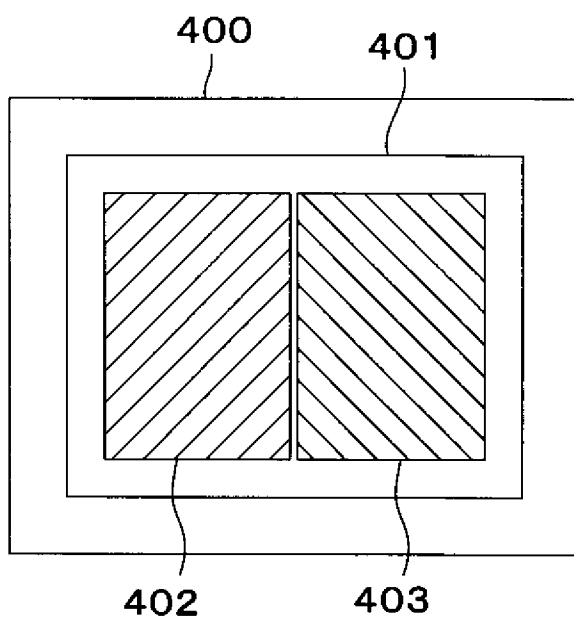
[図5]



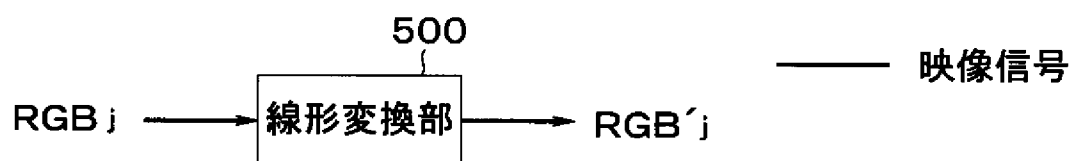
[図6]



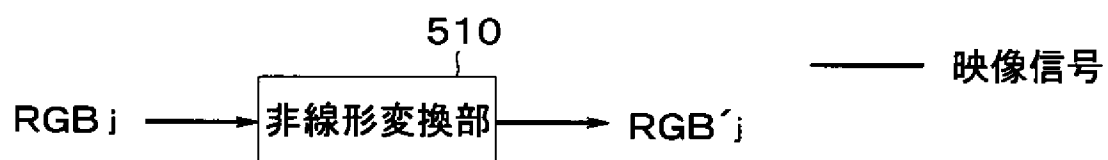
[図7]



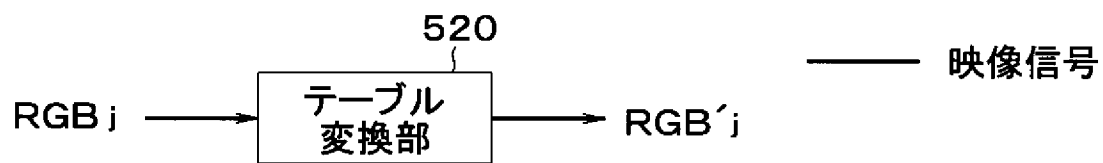
[図8]



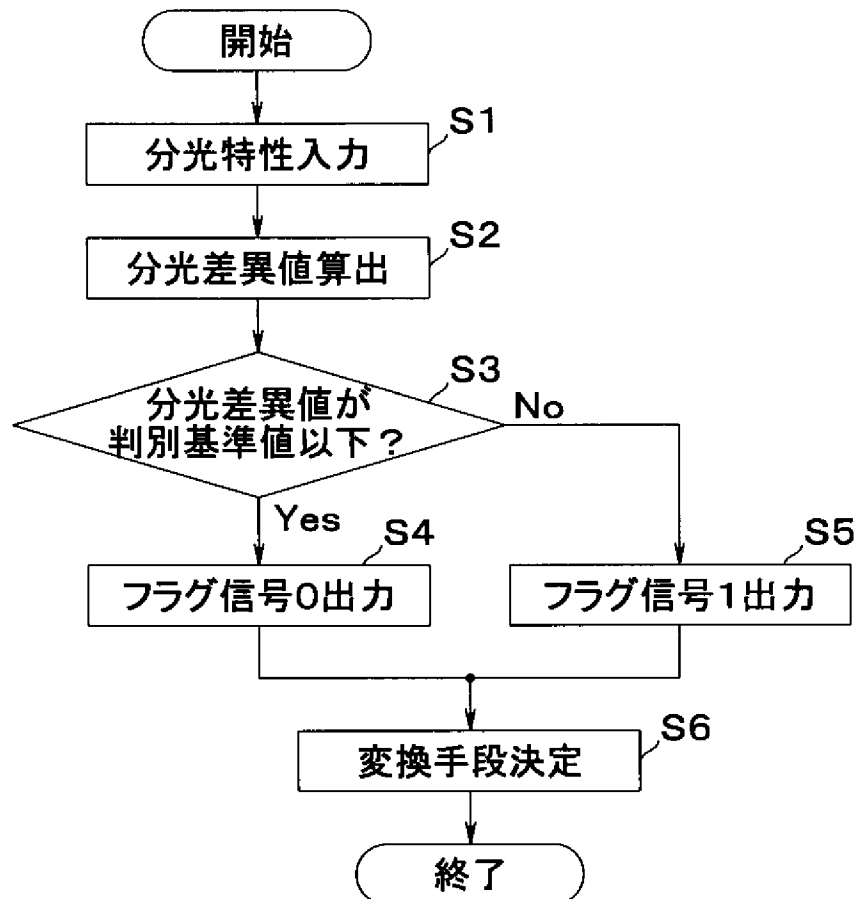
[図9]



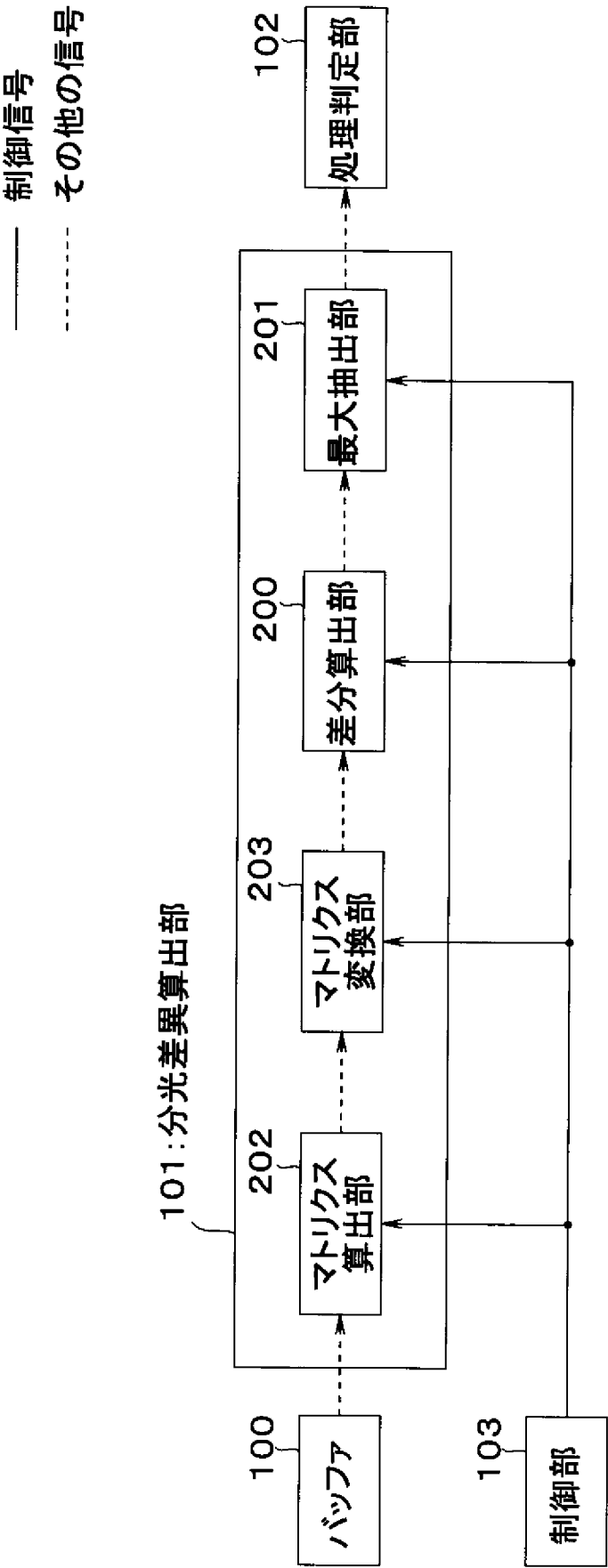
[図10]



[図11]

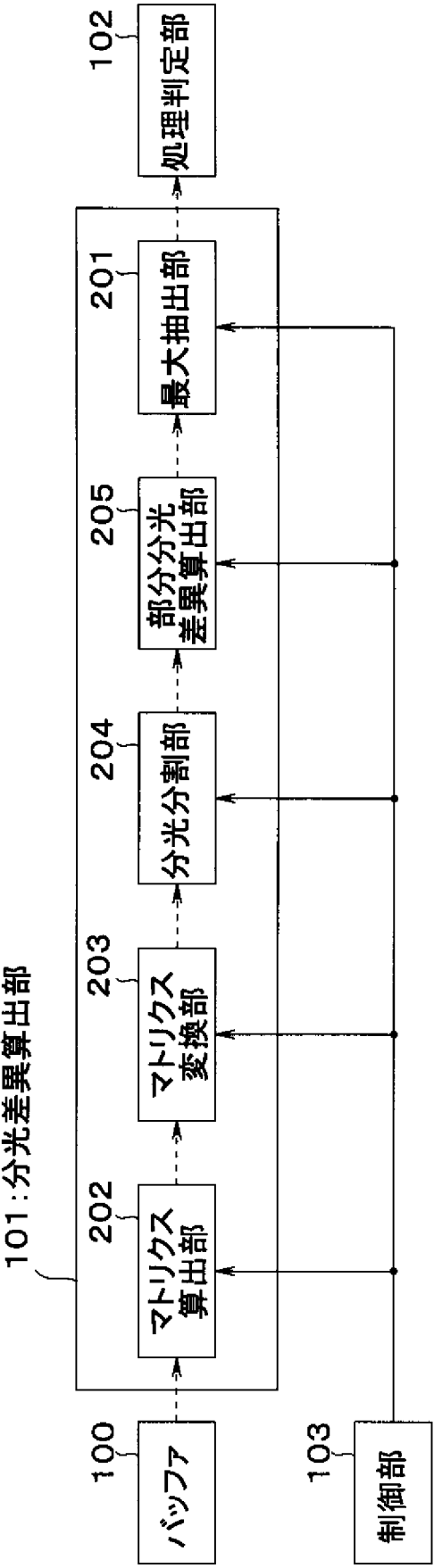


[図12]

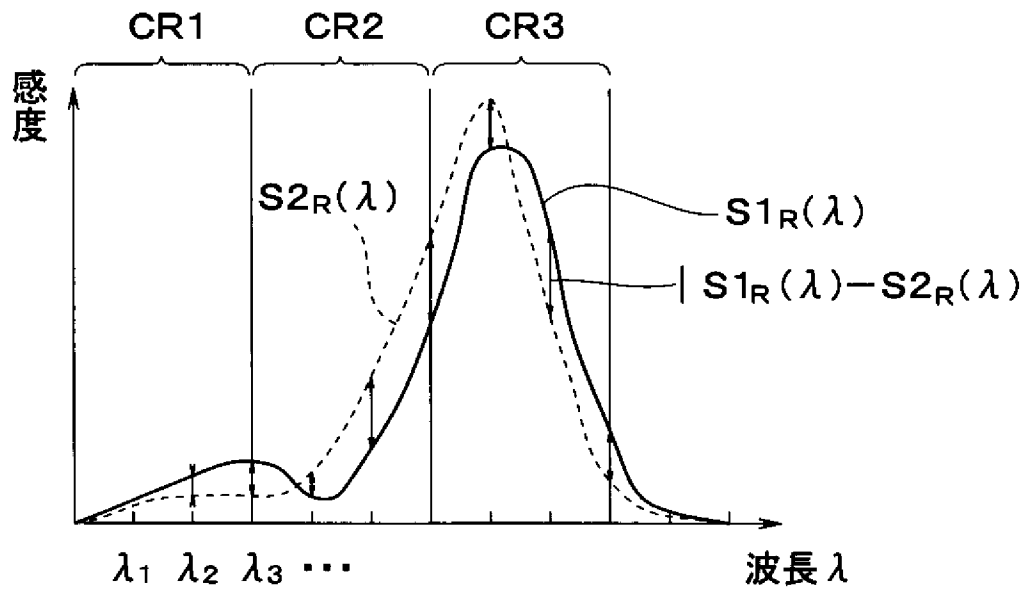


[図13]

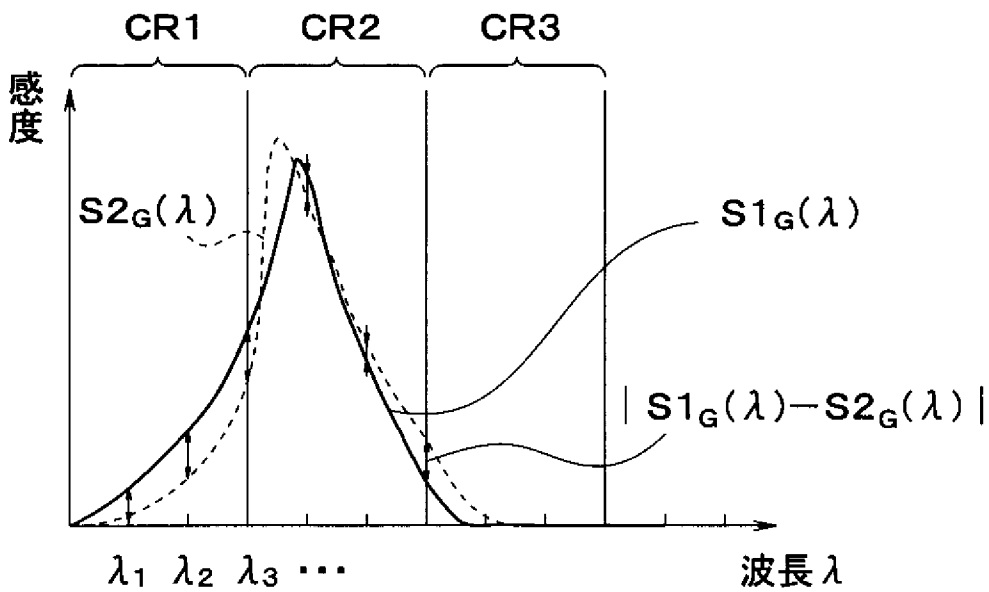
—— 制御信号
- - - - その他の信号



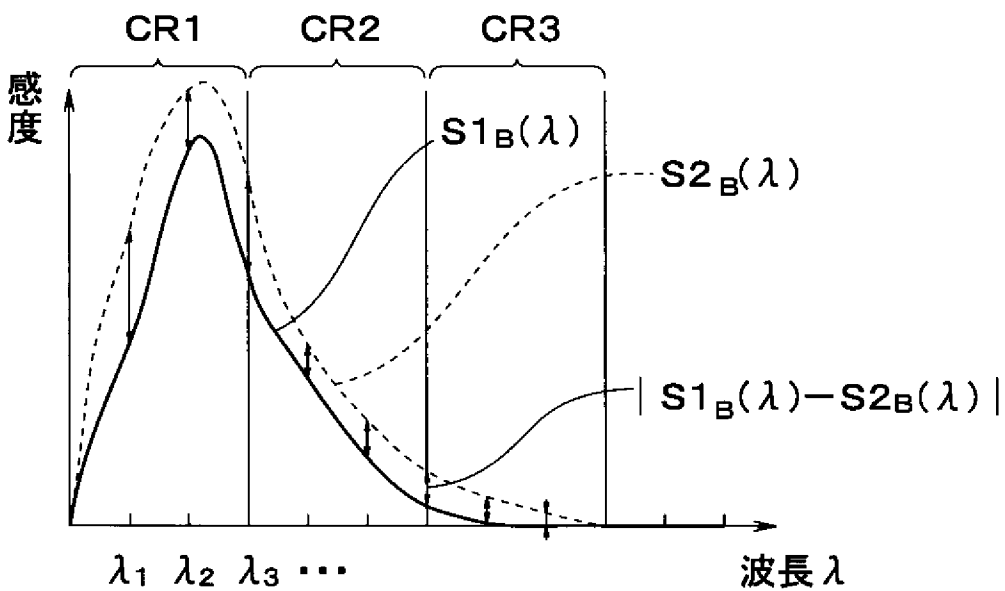
[図14]



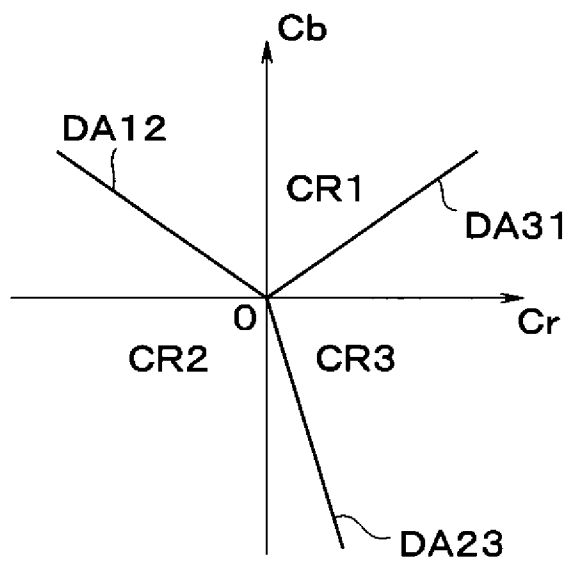
[図15]



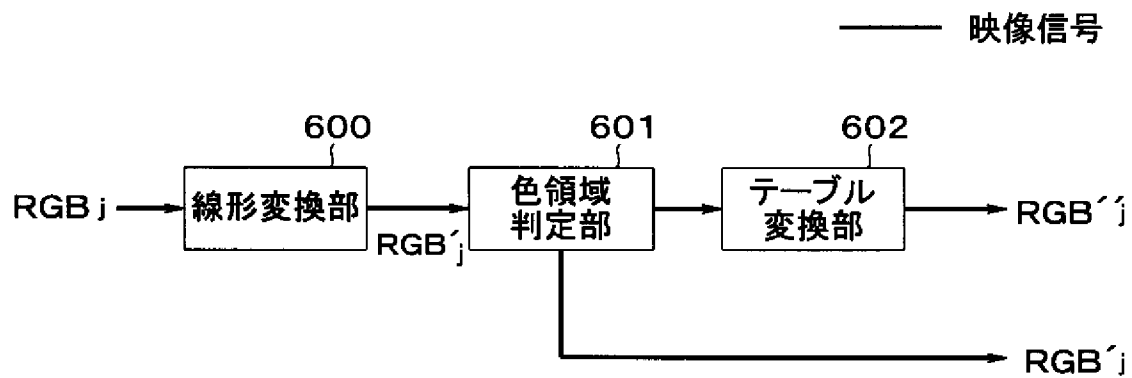
[図16]



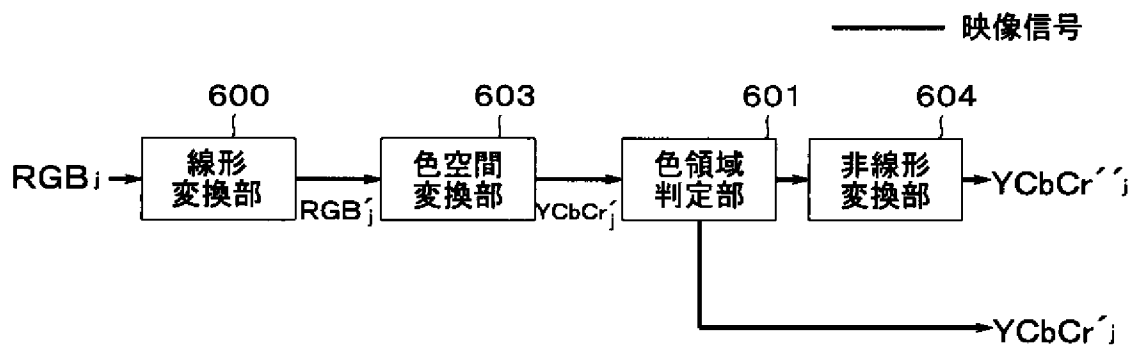
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/04(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, H04N1/46(2006.01)i, H04N1/60(2006.01)i, H04N9/64(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)

H04N9/04, G06T1/00, H04N1/46, H04N1/60, H04N9/64

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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 2006-222543 A (Olympus Imaging Corp.), 24 August, 2006 (24.08.06), Par. Nos. [0001] to [0073]; Figs. 1 to 13 & CN 1819627 A	1-11
A	JP 2001-358960 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text (Family: none)	1-11
A	JP 2004-215236 A (Nikon Corp.), 29 July, 2004 (29.07.04), Par. Nos. [0010] to [0027]; Figs. 1 to 6 & US 2004/0233295 A1	1-11

☒ 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
25 August, 2008 (25.08.08)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2008 (02.09.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059185

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-341715 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 08 December, 2000 (08.12.00), Par. Nos. [0018] to [0054]; Figs. 1 to 4 & US 6980231 B1	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. H04N9/04(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, H04N1/46(2006.01)i, H04N1/60(2006.01)i, H04N9/64(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. H04N9/04, G06T1/00, H04N1/46, H04N1/60, H04N9/64

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
A	JP 2006-222543 A（オリンパスイメージング株式会社） 2006.08.24, 段落【0001】 - 【0073】, 図 1-13 & CN 1819627 A	1-11
A	JP 2001-358960 A（富士写真フイルム株式会社） 2001.12.26, 全文（ファミリーなし）	1-11

☒ 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

2 5 . 0 8 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 9 . 2 0 0 8

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）

松田 岳士

5 P

3 1 3 7

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

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 請求の範囲の番号
A	JP 2004-215236 A (株式会社ニコン) 2004.07.29, 段落【0010】 - 【0027】, 図 1-6 & US 2004/0233295 A1	1-11
A	JP 2000-341715 A (オリンパス光学工業株式会社) 2000.12.08, 段落【0018】 - 【0054】, 図 1-4 & US 6980231 B1	1-11