

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2025年3月27日(27.03.2025)



(10) 国際公開番号  
**WO 2025/062831 A1**

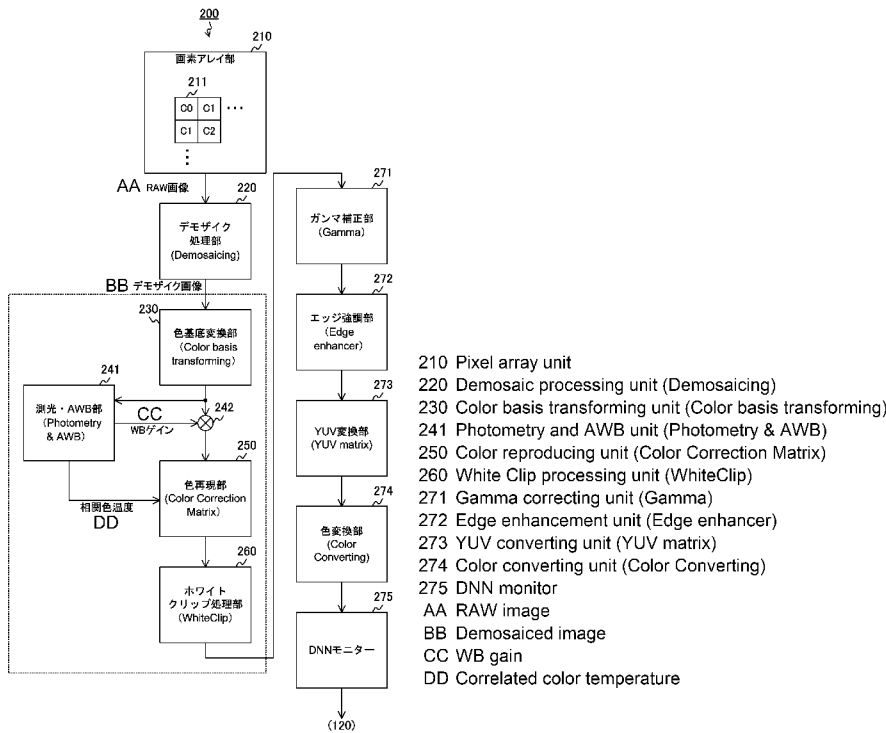
- (51) 国際特許分類:  
H04N 23/85 (2023.01) H04N 23/60 (2023.01)  
H04N 23/12 (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/026801
- (22) 国際出願日: 2024年7月26日(26.07.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2023-151797 2023年9月20日(20.09.2023) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

- (72) 発明者: 福永 将嗣(FUKUNAGA, Masatsugu); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 丸島 敏一(MARUSHIMA, Toshikazu); 〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京王新宿三丁目第二ビル 5F クラフト国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、および、プログラム



(57) Abstract: The present invention improves image quality in an image processing device for processing an image. This image processing device is provided with a color basis transforming unit and an image quality adjustment processing unit. In the image processing device, the color basis transforming unit out of the color basis transforming unit and the image quality adjustment processing unit performs, on an image, color basis transformation processing for transforming a color space from a first color space to a second color space. The image quality adjustment processing unit out of the color basis

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

transforming unit and the image quality adjustment processing unit performs predetermined image quality adjustment processing on the image subjected to the color basis transformation processing by color basis transformation.

(57) 要約: 画像に対して処理を行う画像処理装置において、画質を向上させる。画像処理装置は、色基底変換部と、画質調整処理部とを具備する。この画像処理装置において、色基底変換部および画質調整処理部のうち色基底変換部は、色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う。また、色基底変換部および画質調整処理部のうち画質調整処理部は、色基底変換による色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う。

## 明 細 書

**発明の名称**：画像処理装置、画像処理方法、および、プログラム  
**技術分野**

[0001] 本技術は、画像処理装置に関する。詳しくは、様々な色空間の画像を処理する画像処理装置、および、当該画像処理装置における画像処理方法ならびに当該方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来より、画質向上のために、ホワイトバランス補正などの各種の画像処理が画像に対して行われている。例えば、ベイヤー配列のRAW画像をデモザイク画像に変換する前に、画素間の感度差を補正する処理を行う画像処理装置が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-154307号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、感度差を補正することにより、ベイヤー配列の画像の品質向上を図っている。しかしながら、上述の画像処理装置では、色空間がRGB空間でない画像に対してホワイトバランス補正などの処理を行う際に、画質向上が困難になる。例えば、色空間がRGB空間でない場合、ホワイトバランス補正時のゲインを大きくしないと色再現性が維持できなくなるが、ゲインが大きいとノイズが増大してしまう。一方、ゲインを小さくすればノイズが低減するが、色再現性が低下してしまう。このように、上述の従来技術では、色再現性向上とノイズ低減とのトレードオフなどの問題が生じ、その結果、画質向上が困難になる。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、画像に対して処理を行う画像処理装置において、画質を向上させることを目的とする。

## 課題を解決するための手段

- [0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換部と、上記色基底変換処理後の上記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理部とを具備する画像処理装置、および、当該画像処理装置における画像処理方法ならびに当該方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。これにより、画質が向上するという作用をもたらす。
- [0007] また、この第1の側面において、RAW画像をデモザイク画像に変換するデモザイク処理部をさらに具備し、上記画像は、上記RAW画像または上記デモザイク画像であってもよい。これにより、デモザイク画像の画質が向上するという作用をもたらす。
- [0008] また、この第1の側面において、上記色基底変換処理後の上記デモザイク画像を検波してホワイトバランスゲインを推定する測光・AWB (Auto White Balance) 部と、上記色基底変換処理後の上記デモザイク画像内の色信号を上記ホワイトバランスゲインにより増幅して上記画質調整処理部に供給する増幅部とをさらに具備し、上記色基底変換部は、上記デモザイク画像に対して上記色基底変換処理を行い、上記画質調整処理部は、上記増幅された色信号を色再現マトリクスにより補正する色再現部と、上記補正された色信号を所定の閾値により制限するホワイトクリップ処理部とを備えてもよい。これにより、色再現性が向上し、ノイズが低減するという作用をもたらす。
- [0009] また、この第1の側面において、ホワイトバランスゲインを推定するAWB部をさらに具備し、上記色基底変換部は、上記RAW画像の検波値に対して上記色基底変換処理を行って上記AWB部に供給し、上記画質調整処理部は、上記ホワイトバランスゲインにより上記デモザイク画像内の色信号を増幅するとともに色再現マトリクスにより補正する色再現部を備えてもよい。これにより、色再現性が向上し、ノイズが低減するという作用をもたらす。
- [0010] また、この第1の側面において、上記第1の色空間は、RGB空間と異なる

る色空間であり、上記第2の色空間は、RGB空間であってもよい。これにより、RGB空間以外から、RGB空間へ変換されるという作用をもたらす。

[0011] また、この第1の側面において、上記画像を生成する画素アレイ部をさらに具備してもよい。これにより、イメージセンサ内で処理が行われるという作用をもたらす。

[0012] また、この第1の側面において、上記画素アレイ部には、クリア画素を含む複数の画素が配列され、上記クリア画素には、透明フィルタが設けられてもよい。これにより、クリア画素を含む画像の色空間が変換されるという作用をもたらす。

[0013] また、この第1の側面において、上記画質調整処理部は、ガンマ補正処理、エッジ強調処理、YUV変換処理、および、色変換処理のうち少なくとも1つを実行してもよい。これにより、画質が調整されるという作用をもたらす。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本技術の第1の実施の形態における撮像装置の一構成例を示すブロック図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態におけるイメージセンサの一構成例を示すブロック図である。

[図3]従来技術におけるイメージセンサの一構成例を示すブロック図である。

[図4]従来技術における色再現までの処理の一例を示す図である。

[図5]従来技術における色再現までの処理の詳細を示す図である。

[図6]従来技術におけるベイヤー配列の一例を示す図である。

[図7]従来技術における分光特性の一例を示すグラフである。

[図8]従来技術における因子グラフの一例である。

[図9]従来技術における制約付きの色再現マトリックスの一例である。

[図10]本技術の第1の実施の形態におけるホワイトクリップ処理の一例である。

[図11]従来技術におけるRGB空間の一例を示す図である。

[図12]従来技術におけるRCB空間の一例を示す図である。

[図13]従来技術におけるホワイトバランスゲインおよび色再現マトリックスの一例を示す図である。

[図14]本技術の第1の実施の形態における色空間の一例を示す図である。

[図15]本技術の第1の実施の形態における変換行列の一例を示す図である。

[図16]本技術の第1の実施の形態における測光・AWB部内の処理の一例を示す図である。

[図17]本技術の第1の実施の形態における検波値のプロットの一例を示す図である。

[図18]本技術の第1の実施の形態におけるキャリブレーション方法の一例を示すフローチャートである。

[図19]本技術の第1の実施の形態における補正マトリックス係数の算出方法の一例を示す図である。

[図20]本技術の第1の実施の形態におけるホワイトバランスゲインおよび色補正マトリックスの一例を示す図である。

[図21]本技術の第2の実施の形態におけるイメージセンサの一構成例を示すブロック図である。

[図22]本技術の第2の実施の形態における色基底変換処理の一例を示す図である。

[図23]車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[図24]撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（デモザイク画像に対して色基底変換処理を行う例）

2. 第2の実施の形態（RAW画像の検波値に対して色基底変換処理を行

う例)

### 3. 移動体への応用例

[0016] <1. 第1の実施の形態>

[撮像装置の構成例]

図1は、本技術の第1の実施の形態における撮像装置100の一構成例を示すブロック図である。この撮像装置100は、画像データを撮像するための装置であり、光学部110、イメージセンサ200およびDSP (Digital Signal Processing) 回路120を備える。さらに撮像装置100は、表示部130、操作部140、バス150、フレームメモリ160、記憶部170および電源部180を備える。撮像装置100としては、デジタルカメラや、撮像機能を持つ電子装置（スマートフォンやパーソナルコンピュータなど）が想定される。なお、撮像装置100は、特許請求の範囲に記載の画像処理装置の一例である。

[0017] 光学部110は、被写体からの光を集光してイメージセンサ200に導くものである。イメージセンサ200は、光電変換により画像データを生成するものである。このイメージセンサ200は、生成した画像データを処理し、処理後のデータをDSP回路120に信号線209を介して供給する。

[0018] DSP回路120は、イメージセンサ200からのデータに対して所定の信号処理を実行するものである。このDSP回路120は、処理後のデータを、バス150を介してフレームメモリ160などに出力する。

[0019] 表示部130は、各種のデータを表示するものである。表示部130としては、例えば、液晶パネルや有機EL (Electro Luminescence) パネルが想定される。操作部140は、ユーザの操作に従って操作信号を生成するものである。

[0020] バス150は、光学部110、イメージセンサ200、DSP回路120、表示部130、操作部140、フレームメモリ160、記憶部170および電源部180が互いにデータをやりとりするための共通の経路である。

[0021] フレームメモリ160は、画像データを保持するものである。記憶部17

0は、画像データなどの様々なデータを記憶するものである。電源部180は、イメージセンサ200、DSP回路120や表示部130などに電源を供給するものである。

[0022] [イメージセンサの構成例]

図2は、本技術の第1の実施の形態におけるイメージセンサ200の一構成例を示すブロック図である。このイメージセンサ200は、画素アレイ部210、デモザイク処理部220、色基底変換部230、測光・AWB部241、増幅部242、色再現部250およびホワイトクリップ処理部260を備える。さらにイメージセンサ200は、ガンマ補正部271、エッジ強調部272、YUV変換部273、色変換部274およびDNN (Deep Neural Network) モニター275を備える。

[0023] なお、画素アレイ部210の後段の処理（デモザイク処理など）の一部または全てをイメージセンサ200の外部の回路（DSP回路120など）が行うこともできる。

[0024] 画素アレイ部210内には、複数の画素211が二次元格子状に配列される。画素211のそれぞれは、光電変換により画素信号を生成する。画素アレイ部210は、色空間がRGBと異なるRAW画像を生成する。RAW画像は、画素ごとに1つの色情報を有する画像であり、モザイク画像とも呼ばれる。例えば、画素アレイ部210には、クリア画素を含む複数の画素が、ベイヤー配列に準拠する配列により配列される。

[0025] ここで、クリア画素は、可視光領域の全域に亘って透過率が所定値（0.5など）以上の透明フィルタが設けられた画素である。クリア画素は、Clarity画素とも呼ばれる。クリア画素をC1画素とし、クリア画素以外の色の異なる画素をC0画素およびC2画素とする。例えば、R (Red)画素およびB (Blue)画素がC0画素およびC2画素として用いられる。R画素は、赤の波長域を選択的に透過するカラーフィルタが設けられた画素であり、B画素は、青の波長域を選択的に透過するカラーフィルタが設けられた画素である。

- [0026] なお、R画素およびG (Green) 画素や、Y (Yellow)画素およびC<sub>y</sub> (Cyan)画素をC<sub>0</sub>画素およびC<sub>2</sub>画素として用いることもできる。G画素は、緑の波長域を選択的に透過するカラーフィルタが設けられた画素であり、Y画素は、黄の波長域を選択的に透過するカラーフィルタが設けられた画素である。C<sub>y</sub>画素は、シアンの波長域を選択的に透過するカラーフィルタが設けられた画素である。C<sub>0</sub>からC<sub>2</sub>までの画素は、ベイヤー配列のG画素の位置をC<sub>1</sub>画素に置き換えた配列により配列される。これらの画素を配列した際の色空間を以下、「C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間」と称する。C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間のうち、C<sub>0</sub>画素およびC<sub>2</sub>画素がR画素およびB画素であるものを「RCB空間」と称する。
- [0027] 画素アレイ部210は、C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間のRAW画像をADC (Analog to Digital Converter) などの各種の回路を介してデモザイク処理部220に供給する。同図において、画素アレイ部210とデモザイク処理部220との間の回路は省略されている。
- [0028] デモザイク処理部220は、RAW画像をデモザイク画像に変換するものである。デモザイク画像は、画素ごとに3色のうち欠けた色情報を補完した画像である。デモザイク処理部220は、デモザイク画像を色基底変換部230に供給する。
- [0029] 色基底変換部230は、基底変換行列により、色空間をC<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間からRGB空間に変換する色基底変換処理をデモザイク画像に対して行うものである。基底変換行列の詳細については後述する。色基底変換部230は、色基底変換処理後のデモザイク画像を測光・AWB部241および増幅部242に供給する。この変換後のデモザイク画像は、画素ごとにR、GおよびBの3色の色信号を含む。なお、色基底変換部230は、C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間をRGB空間に変換しているが、変換対象の色空間は、C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間に限定されない。
- [0030] なお、C<sub>0</sub>C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>空間は特許請求の範囲に記載の第1の色空間の一例であり、RGB空間は、特許請求の範囲に記載の第2の色空間の一例である。

- [0031] 測光・AWB部241の処理遅延に応じて、増幅部242への出力タイミングは、測光・AWB部241への出力タイミングに対して遅延するものとする。色基底変換部230と増幅部242との間にバッファを配置することもできる。
- [0032] 測光・AWB部241は、色基底変換部230からのデモザイク画像を測光（言い換えれば、検波）してホワイトバランスゲインおよび相関色温度を推定するものである。ホワイトバランスゲインは、R、GおよびBのそれぞれに対するゲインを含む。測光・AWB部241は、ホワイトバランスゲインを増幅部242に供給し、相関色温度を色再現部250に供給する。
- [0033] 増幅部242は、デモザイク画像内の色信号をホワイトバランスゲインにより増幅するものである。増幅部242内には、色ごとに、対応する色信号を増幅するアンプが配置される。デモザイク画像は、画素ごとに3色の色信号を含むため、増幅部242内には、3つのアンプが配置される。増幅部242は、増幅後の色信号を色再現部250に供給する。
- [0034] 色再現部250は、増幅部242からの色信号を色再現マトリックス（CCM：Color Correction Matrix）により補正するものである。このCCMはリニアマトリックスとも呼ばれる。色再現部250は、複数の色温度のそれぞれについて、CCM内の補正マトリックス係数のセットを予め保持しておく。そして、色再現部250は、測光・AWB部241で推定された相関色温度に対応する補正マトリックス係数のCCMにより補正を行い、補正後のデモザイク画像をホワイトクリップ処理部260に供給する。色再現部250の処理内容の詳細については後述する。なお、色再現部250以降の回路は、特許請求の範囲に記載の画質調整処理部の一例である。
- [0035] ホワイトクリップ処理部260は、補正された色信号を所定の閾値により制限するものである。このホワイトクリップ処理部260は、R、G、Bのそれぞれの色信号が上限の閾値より大きい場合、その閾値を出力し、色信号が閾値未満の場合に、色信号をそのまま出力する処理を行う。ホワイトクリップ処理部260は、処理後の画像をガンマ補正部271に供給する。

- [0036] ガンマ補正部271は、ホワイトクリップ処理部260からの画像に対してガンマ補正を行い、エッジ強調部272に供給するものである。エッジ強調部272は、ガンマ補正部271からの画像に対して、エッジを強調する処理を行い、YUV変換部273に供給するものである。YUV変換部273は、エッジ強調部272からの画像の色空間をRGBからYUVに変換し、色変換部274に供給するものである。色変換部274は、YUV変換部273からの画像の色空間をDNNモニター275の入力データフォーマットに合わせて変換するものである。例えば、YUVは、Lab、RGBやCMYKといった色空間に変換される。
- [0037] DNNモニター275は、色変換部274からの画像に対して、DNNを用いて画像認識を行うものである。このDNNモニター275は、認識結果や画像データをDSP回路120に出力する。
- [0038] ガンマ補正部271からDNNモニター275までの処理は、ホワイトクリップ処理部260の後段処理の一例であり、これらの処理は必要に応じて実行される。イメージセンサ200は、ガンマ補正部271からDNNモニター275のうち、一部のみを実行することもできるし、これらと異なる処理を実行することもできる。
- [0039] 上述した構成のうち、点線で囲った部分、すなわち、色基底変換部230、測光・AWB部241、増幅部242、色再現部250およびホワイトクリップ処理部260が、従来技術と異なる。本発明の効果について説明するため、点線で囲った部分を一般的な構成に置き換えた従来技術のイメージセンサ200を比較例として想定する。
- [0040] 図3は、従来技術におけるイメージセンサ200の一構成例を示すブロック図である。従来技術において、色基底変換部230およびホワイトクリップ処理部260は配置されない。
- [0041] また、画素アレイ部210は、RGB空間のRAW画像を生成し、測光・AWB部241および増幅部242に供給する。測光・AWB部241は、RAW画像を検波してホワイトバランスゲインおよび相関色温度を推定し、

増幅部242および色再現部250に供給する。

[0042] 増幅部242は、RAW画像内の色信号をホワイトバランスゲインにより増幅し、デモザイク処理部220に供給する。デモザイク処理部220は、RAW画像をデモザイク画像に変換し、色再現部250に供給する。色再現部250は、デモザイク画像内の色信号をCCMにより補正し、ガンマ補正部271に供給する。

[0043] 一般に単板のイメージセンサには、2次元座標で見ると、さまざまなパターンを有する画素配列が存在し、また用途に応じて、さまざまなカラーフィルタを搭載している。これら多様な画素配列およびカラーフィルタを有する画素に対して、共通するカメラ信号処理が存在する。それは各色の空間的な位相差をデモザイク処理によって合わせ、しかる後に各画素位置における色再現処理を施す処理であり、この処理により最終的なビデオ信号やデジタルスチルカメラの必要とする信号に変換される。具体的な事例を挙げると、近年、AI (Artificial Intelligence) による自動車の自動運転技術において、各画素位置に空間位相が揃った3色のRGBまたはYUVの信号は、入力ベクトルとしてCNN (Convolutional Neural Network) / RNN (Recurrent Neural Networks) またはAttentionベースのTransformerなどの認識アルゴリズムを有する信号処理に、広く一般的に用いられている。これらの入力信号は、従来の主に観賞用途に使われたデジタルスチルカメラやカムコーダの技術が継承され生成されているものがほとんどである。

[0044] 同図は、これら共通かつ本質的な信号処理を模式的に示したものである。まずベイヤーパターンを有するピクセルアレイから順次時系列的に画素データが入力され、測光・AWB部241および増幅部242を通り、デモザイク処理でRGBそれぞれのチャンネルのもつ画素位置の空間位相と画素数が揃う。その後、色再現マトリクスなど色域を調整する処理が実施され、後段の処理（ガンマ補正、エッジ強調、YUV変換など）へと送られ最終的な出力信号となる。なおこの構成例は、一部であり、ホワイトバランス前段の各種画素補正（欠陥補正、黒レベル調整、各種シェーディング補正など）は、本

発明と直接関係がないため省略している。

[0045] 例えば、特開2015-154307号公報、国際公開第2011/152174号といった文献に記載の信号処理がそれに該当する。その中でも、デモザイク処理は広く様々なアルゴリズムで実現されており、特に代表的なベイヤーパターンは多数存在する。またベイヤーパターン以外の配列は、例えば、国際公開2016/098641号、国際公開第2013/145487号に記載の配列も含め、多く存在している。これらデモザイク処理の共通の目的は、後段の信号処理で画素位置の空間位相が揃った条件下で、後段において色再現や輝度再現ならびにエッジ処理など様々な空間の周波数成分を調整するための基本的信号を生成することである。

[0046] 図4は、一般的なRGB-ベイヤー型のイメージセンサに用いられるデモザイク処理前後における増幅部242および色再現部250に利用されるCCMに着目して、図3の処理の一部を示している。

[0047] さらに図5は、具体的な基本機能処理（低域通過フィルタ、最小値抽出処理、平均値算出、NR、乗算器など）を使って図4の具体的な構成例を示している。図5における「LPF」は、低域通過フィルタを示し、「min」は、最小値抽出処理を示す。「mean」は、平均値算出処理を示し、「×」は乗算器を示す。「+」は加算器を示し、Gmは、GrおよびGbの統計量（平均値など）を示す。

[0048] さて、近年自動運転技術が発達してくる中、低照度下の感度が課題となっており（例えばヘッドライトの照射範囲から外れる領域を検知するためなど）、従来のG画素を主とするベイヤー型RGBイメージセンサ以外で、図6に示したようにイメージセンサの感度を上げるためにクリア画素を使ったものが多く採用されている。

[0049] しかしながら、図7に見られるように、一般にイメージセンサの分光特性が著しく異なってくることから、感度は改善されてもRGBセンサに比べて色再現に課題が生じる。同図におけるaは、R画素、Gr画素、Gb画素およびB画素のそれぞれの分光特性を示す。同図におけるbは、R画素、Cr

画素、C<sub>g</sub>画素およびB画素のそれぞれの分光特性を示す。C<sub>r</sub>画素およびC<sub>g</sub>画素は、クリア画素である。同図におけるaおよびbの縦軸は、相対感度を示し、横軸は、波長を示す。

[0050] この色再現の課題を、図8を使って、より簡潔にした因子グラフを利用して表現する。図8の因子グラフは、丸印が各色の画素値を示しており、四角は各種演算器（四則演算器、条件分岐、比較器など図5内の演算器を1つの記号で抽象化したもの）を表している。ここで四角のそれぞれは横方向に等しい処理（ただし係数などは異なってもよい）を並べ、縦方向の四角同士は異なる演算器を表している。つまり図4、図5の入出力関係に着目している。各機能は図の左側に注釈として簡潔に示している。ここで、色再現の原点ともいべき光源の白色点（ホワイトポイント）を考えてみる。

[0051] 一般にCIE 1931色空間などで表現されているホワイトポイントは、RGB空間において、 $R = G = B$ で表される。代表的なD65光源では、XYZ空間の座標で(0.3127, 0.3290, 0.3583)となる白点は、RGB空間では、(0.3290, 0.3290, 0.3290)となる。このように白は光源によっても座標位置が異なるが、D光源のような広く用いられる標準的な白色点は重要であるため、以降の議論をD光源下での色再現に対して進める。ただし、他の光源（色温度の違う光源）の白色点も考え方は、その座標が異なるだけで、定点であることは変わらないので、D光源と同じであることが理解できる。

[0052] いま図8より、白色の被写体は、最初の入力チャンネルで各色が異なる値をもっても、前段の測光・AWB部241および増幅部242で $R = G = B$ と補正される。以降、色再現部250における色再現マトリクス(CCM)の前段まで $R = G = B$ が保たれることが分かる。理由は、ホワイトバランスゲイン値と色再現マトリクスの係数は、各チャンネルで異なるが、その他の演算器のもつ係数は各チャンネル間で同じになっているためである（逆にそうあるべきである）。以上から、色再現部250の手前まで $R = G = B$ が保存されてくるので、色再現マトリクスの係数は、その出力に対しても、R

= G = Bを保つ必要が出てくる。そこでよく利用される方法は、この色再現マトリクスに制約を課すことである。

[0053] 図9は、その制約例を表している。各チャンネルの係数の総和が1.0になるように調整することで、ホワイトポイントを処理前後で不動点として扱うことができ、白色が保存される。このように従来技術では、色再現処理前後において、白点が不動点として保存されかつ他の色がより正しく再現できるように係数を決定するということが重要であることが分かる。ところでもしこの制約を課さない場合、色再現マトリクスの自由度が上がり向上する場合があるため、変換前後で白点が多少動いても許容するという手法も取られる。

[0054] その際は、図10に例示するように、色再現処理の後段にホワイトクリップなどを設けることで、白を維持するといったことが良く行われる。以上の信号処理は、RGBセンサに着目した場合に成立する。しかしながら、図6に示した他のカラーフィルタでは、前記の議論をもってD65光源のホワイトポイントを維持することがそもそも不可能であることが分かる。このため、RGB空間と異なる色空間上において

1. ホワイトポイントは維持できるのか？
2. 色再現マトリクスをどう定義するのか？
3. そもそもホワイトバランスとは何か？

といった課題が生じる。

[0055] 例えば、RCB空間を考える。ここではG画素の代わりにクリア画素を導入する。すると、D65光源において、Cをクリア画素の値として、 $R = C = B$ という条件は、ホワイトポイントなのかという疑問が生じる。一般に可視光領域をほぼ減衰点なく分布するD光源の分光特性 $D(\lambda)$ 、同一の被写体（同じ分光反射率： $O(\lambda)$ ）および同じ光学系の特性（透過率など） $L(\lambda)$ に対して、図7に示したRGGBセンサおよびRCCBセンサのG画素およびクリア画素の分光特性 $S_g(\lambda)$ と $S_c(\lambda)$ を各波長で乗じて積分してみると、次の式が成り立つ。

[数1]

$$\int_{380nm}^{700nm} D(\lambda)O(\lambda)L(\lambda)S_G(\lambda)d\lambda < \int_{380nm}^{700nm} D(\lambda)O(\lambda)L(\lambda)S_C(\lambda)d\lambda \quad \dots \text{式1}$$

[0056] これは、同じ光源、被写体（同じ分光反射率）および光学特性下において、 $R = G = B$  のとき、 $R = B < C$  であることを意味する。一般に、次に示した式が成り立つ。

[数2]

$$w_{xyz}(C_x, C_y, C_z, \text{where } C_x = C_y = C_z) \neq w_{RGB}(R, G, B, \text{where } R = G = B) \quad \dots \text{式2}$$

[0057] つまり、RGB空間で定義されたホワイトポイントは、任意のxyz色空間上では、それらを構成する各色が等しくなる座標と一致しない。図11および図12は、色再現マトリクスの幾何学的な意味を説明するものである。

[0058] 図11は、RGB空間上に定義されたある色立体（例えばsRGB空間など）とある光源のホワイトポイントおよびマゼンタ（Mg）、シアン（Cy）、イエローといった代表的な色を示した例である。このとき、入出力の色が同じRGB空間上にあるときは、色再現マトリクスを用いた演算は、ホワイトポイントと原点（黒）を結ぶ軸を回転軸として回転し、さらに回転軸に沿って立体が任意に伸縮するといった処理になる。主にこれらの幾何学的な操作が変換係数として定まる。実際の係数算出の際は、最初に適当なカラーチャート（24色など）を特定の光源（例えばD65光源）下で撮影し、撮影したRAWデータを適用する信号処理ブロック（例えば図5）に入力する。このとき、マトリクスの係数は単位行列とする。そこで得られたRGB画像とレファレンスとなるRGB画像（ターゲット画像）の各色のRGB値との最小二乗距離を求めることで、色再現マトリクスの係数が得られる。色再現マトリクスの係数算出方法は、様々なやり方があるが、概ねこのようにレファレンスとなる画像との比較から係数を求めることが知られている。このようにして求まる係数のもつ変換は、前記のようにRGB空間では主に回転

と軸方向の伸縮が理想的とされている（実際は多少なり任意の空間変形も伴うが、支配的にはならない）。

[0059] しかしながら、入出力が異なる色空間の座標データの場合、例えば、R C B空間からR G B空間への変換は、図12のように実線で囲まれたR C B空間上の色立体が、変換によって点線のR G B空間上の色立体に変形されることを意味する。同図に例示するように、この変換では、ホワイトポイント（R C B空間では $R = C = B$ を示す）の移動も伴う任意の変形が必要となることが分かる。即ち、変換前後の色立体の体積も大きく変わりうることを示している。換言すると、色再現マトリクスの行列式（Determinant）の絶対値が大きくなることと等価である。つまり変形自体が大きくなるために係数算出の精度が求められる。しかし実際は前記のような最小二乗距離による手法が、最良と言われている条件下では、このような色再現処理に精度限界があると言える。

[0060] 図13は、図7の特性をもつR G G BセンサとR C C BセンサのD光源下で求めたホワイトバランスゲイン値と色再現マトリクス係数およびその行列式である。同図におけるaは、R G G BセンサのD光源下で求めたホワイトバランスゲイン値、色再現マトリクス係数および行列式である。同図におけるbは、R C C BセンサのD光源下で求めたホワイトバランスゲイン値、色再現マトリクス係数および行列式である。

[0061] 同図におけるaおよびbに例示するように、実際、ゲイン値や係数の大きさ（色立体の変形具合）に大きな差が出ていることが分かる。このような差がある場合、最終的な色再現の指標 $\Delta E_{2000}$ は、変形が大きいほど悪化する。実際、両者の差には $\Delta E_{2000} = 39$ ほどのひらきがあることが分かっている。さらに、ホワイトバランスゲイン値も2倍近い差のものが存在するため、マトリクスの係数と合わせてノイズを増幅することにつながる。つまりR C C Bセンサを図5のような信号処理で現像すると、色再現性とノイズのトレードオフが問題にされることがある。色再現性を重視すると、ホワイトバランスゲイン値やマトリクスの係数が大きくなりやすく、同時にノ

イズが増幅されてくる。逆にノイズを抑えるためにこれらのゲインと係数を下げると色再現性が劣化するという問題に陥ってしまう。

[0062] 次に「ホワイトバランスとは何か？」について検討する。これまで前提として、R C C Bセンサのホワイトバランスゲインが求まった状態、すなわち $R = C = B$ を扱ってきた。この各色チャンネルが互いに等しくなるという条件は、しばしばデモザイク処理において必要となってくる。例えばR G B空間上で、無彩色部分の偽色 (false color) をおさえるために正しい画素補完のための方向検出などに利用される。図5、図8では、画素間の相関を利用して各色差 ( $R - G$ ,  $B - G$ ) の大小関係を使って最小値を見つけ、例えばエッジがどちらの向きにあるかを検出し、正しい補完を行っている。つまり無彩色部分のR, G, Bの濃淡が純粋に揃うこと (白色) になることが必要なため、デモザイク処理前にホワイトバランスを施すことが多い。このような原理に基づく信号処理は、例えば、特許第6435560号明細書、特開2009-147762号公報、「DLMMSE algorithm from L. Zhang and X. Wu, "Color demosaicking via directional linear minimum mean square-error estimation," IEEE Transactions on Image Processing 14 (12), 2167-2178, 2005-12.」があげられる。これらのうち、3つ目の文献は、特許6435560号明細書および特開2009-147762号公報と同様、色差を用いた基本アルゴリズムとなる。

[0063] 一方、R C B空間の場合、すなわち $R = C = B$ となるための条件が存在する必要がある。通常、R G B空間上では、C I E 1931など規格にあるように、光源ごとにホワイトポイントの座標が定義される。つまり信号処理におけるホワイトバランスとは、これらの座標を、被写体に反射している光源を推定しながら求めることがアルゴリズムの目的となる。しかしながら、R C B空間などR G B以外の色空間ではこれらの座標は存在しない。言い換えると何らの変換が必要となる。しかしながらそのような明確な定義は各標準には存在しない。さらに、仮に $R = C = B$ となってもそれは、前記の色再現のホワイトポイントの違いから、明らかにこのゲインを与えて各チャンネルの

信号値を揃えたとしても該当する被写体は、無彩色（白色）にならない。したがって、後段の無彩色部の偽色抑制にも効果を発揮できない。

[0064] 以上をまとめると、RGB以外の色空間で生成されるイメージセンサの入力信号（例えばR、C、B）は、従来のRGB空間で最適化された信号処理と、色再現、ノイズ、偽色といった画質の観点で互換性をもつことが原理的に不可能であることが分かる。まして、何らかの変換を施さないとホワイトポイントを見つけることができない。昨今、車載向けイメージセンサは、高感度を求められる市場要求が増えてくるなか、RGB以外の色空間で生成される様々なRAW画像に対して、従来のRGBセンサ向け信号処理で現像することが増えてきている。

[0065] 本発明は従来のRGBセンサ用信号処理パイプラインにRGBセンサの互換性を持たせながら、RGB以外の色空間で生成されるRAW信号処理を適切に、色再現とノイズのトレードオフをなくし、かつ、正しいホワイトポイントを生成できる画像処理装置を提供する。

[0066] 図2は、本発明の第1の実施の形態における信号処理・パイプラインアーキテクチャを示す。点線で囲まれたブロックが従来技術と異なる。まずデモザイク処理の前段の増幅部242は後段に配置する。そして、従来のようにデモザイク処理の入力信号において制約条件（無彩色部における各画素チャネルの信号レベルをあらかじめ揃えるなど）を課す色差を利用した偽色抑制処理を伴わないものを採用する。例えば、「Eric Dubois, "Frequency-domain methods for demosaicking of Bayer-sampled color images", IEEE Signal Processing Letters 12 (12), 847-850, 2005-12.」に記載のように、各色チャネル（例えばR、G、B）を周波数ドメイン別の3成分（ここでは輝度成分および色差2成分のフーリエ変換）へ分離して適切な中間フィルタ処理を行い再構成することで、エッジの保存性が良好な偽色の少ない空間位相が揃った処理が実現できることが分かっている。このデモザイク処理はベイヤーパターンであればどのようなカラーフィルタでも適用可能となる。

[0067] このように任意のカラーフィルタに適応できるデモザイク処理が存在する

。そこで本発明では、まず空間位相の揃った任意のカラーチャンネル（3成分）をRGB空間に何らかの方法で基底変換を行い、その後RGB空間上でホワイトバランスおよび色再現マトリクスを改めて施すことで前記の課題を解決することができる。

[0068] まず図14の点線の矢印のようにC0, C1, C2をカラーフィルタとして、原点を共通とするRGBと異なる任意の色空間を考える。これら3つのベクトルは互いに独立なものとすると、変換Tが存在してRGB空間に変換できる。つまり、変換Tが全単射（例えば、逆行列をもつ3×3行列）であれば、C0C1C2空間とRGB空間は1対1の対応が可能となる。このような座標変換Tを生成できれば、容易に任意のカラーフィルタをRGB空間に変換することができる。

[0069] 図2では、デモザイク処理の直後、色基底変換部230が、図14の変換T（図中のColor basis transforming）を施し、RGB空間に画素信号を変換している。さてこの変換Tの作成方法は、図7を利用する方法があげられる。つまり、異なるカラーフィルタの分光特性の波長ごとの変換を考える。まず各波長を離散化し（例えば、5nm刻みにサンプリングする）、各波長でのチャンネル成分（C0, C1, C2）と（R, G, B）をそれぞれの色空間上の座標値とみなす。図7におけるbの（R, C, B）から、同図におけるaの（R, G, B）へ変換するものとする。ここで3次元から3次元への線形変換である変換T[...]を考える。つまり、各分光特性の波長λでの値（C0, C1, C2）から、変換Tを経て、同じ波長λの（R, G, B）との距離の二乗平均が例えば可視光波長域で最小になるように次の式を考える。

[数3]

$$\arg \min_{\lambda} \sum_{\lambda} (d[T[(C_0, C_1, C_2)_{\lambda}] - (R, G, B)_{\lambda}])^2 \quad \dots \text{式3}$$

[0070] ここで、(C0, C1, C2)<sub>λ</sub>は、任意のカラーフィルタをもつ分光特性

の波長 $\lambda$ での座標、 $(R, G, B)_\lambda$ は、RGBセンサの分光特性の波長 $\lambda$ での座標を示す。 $d[\dots]$ は2点間の距離を示す。 $\lambda$ の取り得る範囲は、可視光領域(380nm-700nm程度、5nm刻み)とする。さて、 $T[(V_1, V_2, V_3)] = (aV_1 + bV_2 + cV_3, dV_1 + eV_2 + fV_3, gV_1 + hV_2 + iV_3)$ のように $(V_1, V_2, V_3)$ をそれぞれ任意の実数 $a, b, c, d, e, f, g, h, i$ で線形結合したもので変換 $T$ による行列演算を定義する。したがって変換 $T$ を $3 \times 3$ の表現行列で書き直せて、前記は次のことと等価となる。

[0071]  $(C_0, C_1, C_2)$ および $(R, G, B)$ の波長ごとのデータを集めて、 $3 \times N$ ベクトルとしてそれぞれ定義し、それらの間に次式のような関係を満たす $3 \times 3$ 行列 $T$ が存在するとき、この変換行列を求めることは、次の式の最小二乗距離を求めることと同じである。

[数4]

$$\begin{pmatrix} R_{\lambda 1} \cdots R_{\lambda(N-1)} & R_{\lambda N} \\ G_{\lambda 1} \cdots G_{\lambda(N-1)} & G_{\lambda N} \\ B_{\lambda 1} \cdots B_{\lambda(N-1)} & B_{\lambda N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C0_{\lambda 1} \cdots C0_{\lambda(N-1)} & C0_{\lambda N} \\ C1_{\lambda 1} \cdots C1_{\lambda(N-1)} & C1_{\lambda N} \\ C2_{\lambda 1} \cdots C2_{\lambda(N-1)} & C2_{\lambda N} \end{pmatrix} \quad \cdots \text{式4}$$

[0072] これは一般的に疑似逆行列を使って解くことができる。すなわち、式4の左辺の $3 \times N$ ベクトルを $P$ とし、右辺の $3 \times N$ ベクトルを $Q$ とすると、 $P = TQ$ とかけ、両辺に $Q$ の転置を掛けて、 $QQ^t$ の疑似逆行列を求めて $T$ を決定することができる。この手法は前記の最小二乗法と同値であり、次の式により表される。

[数5]

$$\begin{aligned} P &= TQ \\ PQ' &= TQQ' \\ PQ'(QQ')^{-1} &= T \end{aligned} \quad \cdots \text{式5}$$

[0073] なお、この手法は、特許第6530751号に記載されている $4 \times 4$ 行列からIR成分を分離する手法と同じである。このようにして、異なる色空間

の基底を変換する1手法を示すことができた。しかしながら、特許第6530751号では、図7のようなイメージセンサの分光特性を主に利用しているが、実際は光源のスペクトル分布も変換Tに影響することが分かっている。一般に任意の光源スペクトルによるセンサ感度の変調は、次式で表せる。

[数6]

$$I_{color}(light) = \int E_{light}(\lambda) S_{Color}(\lambda) d\lambda,$$

$$Color = C0, C1, C2$$

$$light = D65, A, TL84, Horizon \dots \dots \dots \text{式6}$$

[0074] つまり、光源スペクトルE(λ)の影響を考慮した、すなわち光源スペクトルを考慮したイメージセンサの分光特性から変換Tを求める必要がある。

[0075] 図15は、実際の分光特性を使ってRGB空間からRGB空間への変換Tを光源ごとに求めたものである。同図の「Original」は、光源なしを示し、「D65」は、D65光源を示す。「A」はA光源を示す。各イメージセンサの分光特性は図7を用いた。図15のOriginal(光源なし)は、図7の特性そのものから変換Tを求めたものである。その他は、各光源のスペクトルをイメージセンサの分光スペクトルにかけ合わせて、新たな分光特性として前記同様な手法を使って変換係数を求めた。

[0076] ここで図15の|T|は変換Tの行列式の値である。このようにD65光源と光源なしは、互いのスペクトル形状に大きな差がないため、ほぼ同程度の変換と言えるが、A光源は変換係数が異なっていることが分かる。一般に相関色温度が大きく異なると変換係数も異なることが分かっている。では相関色温度をどのように推定するか?。もともと、相関色温度もXYZ空間(またはRGB空間)上で定義されたものであるため、このままでは鶏卵論争に陥る。

[0077] 例えば図2の色基底変換部230に複数のマトリクス演算器を備えて、複数の光源スペクトルを考慮した変換Tによる信号を生成するという事も考えられるが、いたずらにコストが増え良策とは言えない。そこで色基底変換

部230には、1つの代表的な変換Tを置く。通常よく利用されるD光源（D65など）や、光源を考慮していないイメージセンサの分光特性から得られた（Original）変換でもよい。こうして任意のカラーフィルタおよび任意の光源に対してどのように相関色温度を推定していくかを考える。

[0078] いま任意のカラーフィルタ（C0, C1, C2）から（R, G, B）センサのRGB空間への変換Tがある。ここでもし被写体が既知の光源（全面白色）であった場合、図2の色基底変換部230を通った信号に対しては、通常のRGB空間で推定されるAWB（オートホワイトバランス）の検波をそのまま適用できる。つまり、既知の光源下では、たとえ変換Tが固定されていても、キャリブレーションによって相関色温度とホワイトバランスゲインを推定することができる。

[0079] まず図2の測光・AWB部241の中において図16のように通常のホワイトバランスゲインを見積もるときに利用する窓ごとに検波された検波値（測光値）を考える。ここで用いる検波値はすでに色基底変換部230で変換されたR, G, B値であるが、ここでは光源依存を考慮して実際に誤差を含むR' G' B'空間に変換されたと区別しておく。

[0080] このようにして得られた各窓領域の検波値データを図17に例示するように、 $B'/G' - R'/G'$ のような平面上にプロットする。同図では任意のカラーフィルタを有するイメージセンサのA光源下での任意の窓ごとに得られた検波値を黒丸としてプロットした例を示している。最後にプロットした値の重心をA光源の位置（同図における白丸）と定める。測光・AWB部241は、一連の操作を他の既知光源ごとに繰り返す。このようなキャリブレーションを一旦しておけば、もともと光源に依存する変換Tであっても、実光源とのキャリブレーションで得られた情報をもとに黒体軌跡を再構築（フィッティングなどで求める）することで、この変換Tは光源によらない一意の変換として相関色温度を推定することができる。

[0081] 図18は、本技術の第1の実施の形態におけるキャリブレーション方法の一例を示すフローチャートである。このキャリブレーションは、例えば、撮

像開始前に開始される。測光・AWB部241は、各窓の検波値を取得し（ステップS901）、それらの検波値を $R'G'B'$ に変換する（ステップS902）。そして、測光・AWB部241は、 $B'/G' - R'/G'$ 平面上に、変換した値をプロットする（ステップS903）。測光・AWB部241は、プロットした値の重心を設定光源の座標として定める（ステップS904）。ステップS904の後に測光・AWB部241は、キャリブレーションを終了する。

[0082] 同図の流れに沿ったキャリブレーションを各光源に対して1回施すことで、当該カラーフィルタをもつイメージセンサの相関色温度を通常のRGB空間で操作しているAWB（オートホワイトバランス）アルゴリズムで推定することが可能となる。このように $B'/G' - R'/G'$ 平面が完成すると、測光・AWB部241は、通常のAWBのように、任意の被写体から得られた各窓検波値から（例えば前記キャリブレーション時のように各検波値の重心座標を求める）、相関色温度およびホワイトバランスゲイン値を推定することができる。このような推定は一般に広く知られているRGB空間で求めるものと同じである。例えば請求目的は異なるが国際公開第2010/095873号に記載の推定方法があげられる。

[0083] よって、図2の色基底変換部230および測光・AWB部241は、任意の変換 $T$ を用いることで任意の色空間から相関色温度およびホワイトバランスゲインを推定することができる。ところで前記 $R'G'B'$ とあえて区別した色基底変換部230の出力信号値（本線信号）は、そのままでは光源依存により誤差が発生している。そこで次段の色再現部250で各相関色温度の補正係数を用意することでこの誤差を吸収する。つまり同図の測光・AWB部241で推定された相関色温度より、あらかじめ用意したCCMを補正として入れ替える操作をすればよい。ここでCCMの補正係数はキャリブレーションによって生成することができる。

[0084] 図19は、本技術の第1の実施の形態における補正マトリックス係数の算出方法の一例を示す図である。イメージセンサ200の外部回路は、適当な

カラーチャートを用意して、任意のカラーフィルタをもつイメージセンサ200と目標とするRGBセンサでそれぞれ既知の光源下でカラーパッチの値を取得する。その後、外部回路は、各パッチの値に変換Tを施した値と目標とするRGBセンサの値のカラーパッチごとの最小二乗距離を求める。この手法は前記変換Tを求めるやり方と同様である。このように、外部回路は、相関色温度ごとにCCM (Color Correction Matrix) 係数を求めることができる。外部回路は、求めたCCM係数をイメージセンサ200内のレジスタなどに保持させる。このCCM係数は、色再現部250により読み出される。

[0085] 以上より、相関色温度、ホワイトバランスゲインおよび光源依存を補正した本線信号を組み合わせて図2のような処理を行えば、任意のカラーフィルタを有するイメージセンサが目標とするRGBセンサと同じ品質の色再現とホワイトポイントを実現することができる。なお同図のCCMは単純な3×3マトリクスであり前記制約（行成分の和が1.0）は課していない。代りとして後段に図10のホワイトクリップを導入している。また目標とするRGB値は実センサの値でなくてもよい。ユーザがほしい任意のRGB値をターゲットにすることは良くある。

[0086] 図20は、図7の特性をもつRCCBセンサのD65光源下での変換T×CCMの合成係数およびホワイトバランスゲイン値を記載した例である。明らかに図13に示した従来方式の信号処理で得られたCCM係数およびホワイトバランスゲイン値と比べると本発明の手法の方が小さい値で変換することができる。さらに変換具合を示す行列式の値も小さいことから変換前後の空間の歪を抑えることができる。このように本発明は変換Tによって、さらに各種キャリブレーションによって変換Tの誤差に補正を施すことで、精度良くかつ低歪でノイズを抑えながら目標のRGBセンサと同様な色再現を実現できることが分かる。これにより、画質をさらに向上させることができる。

[0087] また図2において、色基底変換部230の基底変換行列を単位行列に置き

換えると、通常のRGBセンサとしての互換性を保つことは容易にわかる。例えば、イメージセンサ200の外部で、図2の処理を実行する場合、色基底変換部230は、単位行列および基底変換行列を保持しておき、センサの種類に応じて適用する行列を切り替えることができる。センサの種類は、外部からの設定信号により指定される。

[0088] さて、ここで本発明の基本となる同図の点線部分において、本線系と言われる処理：色基底変換部230→増幅部242→色再現部250の3ブロックを定式化することができ、次のように表せる。

[数7]

$$\begin{pmatrix} j & k & l \\ m & n & o \\ p & q & r \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 1.0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C0 \\ C1 \\ C2 \end{pmatrix} \quad \dots\text{式7}$$

[0089] 上式の左からCCM，ホワイトバランスゲイン，色基底変換部230内の基底変換行列，入力信号値（C0，C1，C2）という順である。ここで、 $\alpha$ ，1.0， $\beta$ は、各チャンネルのホワイトバランスゲインを示している。その他の係数は前記に示したものと同値である。

[0090] このように、本技術の第1の実施の形態によれば、色基底変換部230が、色空間をC0C1C2空間からRGB空間に変換し、変換後に増幅部242がホワイトバランスゲインにより増幅するため、色再現性の向上およびノイズ低減を両立することができる。これにより、画質を向上させることができる。

[0091] <2. 第2の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、色基底変換部230がデモザイク画像の色空間を変換していたが、式7の処理を実現することができるのであれば、この構成に限定されない。この第2の実施の形態におけるイメージセンサ200は、色基底変換部がRAW画像を検波し、検波値の色空間を変換する点において第1の実施の形態と異なる。

[0092] 図21は、本技術の第2の実施の形態におけるイメージセンサ200の一構成例を示すブロック図である。この第2の実施の形態のイメージセンサ200には、ホワイトクリップ処理部260が配置されない。また、色基底変換部230および測光・AWB部241の代わりに、色基底変換部231およびAWB部243が配置され、色再現部250の代わりに色再現部251が配置される。

[0093] 色基底変換部231には、画素アレイ部210からのRAW画像が入力される。色基底変換部231は、そのRAW画像を検波し、検波値に対して色基底変換処理を行う。そして、色基底変換部231は、変換後の検波値をAWB部243に供給する。

[0094] AWB部243は、色基底変換部231からの検波値に基づいてホワイトバランスゲインおよび相関色温度を推定し、色再現部251に供給する。また、増幅部242には、1.0倍のゲインが設定され、実質的に、増幅部242をバイパスしたRAW画像がデモザイク処理部220に入力される。

[0095] 色再現部251は、デモザイク画像内の色信号をホワイトバランスゲインにより増幅するとともにCCMにより補正する。

[0096] 同図のように従来の図3のようなアーキテクチャでも等価処理が可能となる。ただし、いくつかのソフトウェア的アルゴリズムの変更が必要となる。前述のように、常に1.0を増幅部242の全チャンネルに与えることでバイパスさせる。次に、測光・AWB241のうち測光を行うブロックにおいて、次のようなアルゴリズムの変更をソフトウェアで行うことにより、色基底変換部231の機能を実現することができる。通常ハードウェアでは図16のような検波処理が実装されている場合が多い。この処理自体は変更することなく、任意のカラーフィルタをもつイメージセンサに対して得られた各検波値 ( $\text{sum}(C0)$ ,  $\text{sum}(C1)$ ,  $\text{sum}(C2)$ ) に、変換Tを実施する。それらをB/G-R/G平面にプロットすることでこれまでの議論同様の結果を得ることができる。

[0097] コストとしては、ホワイトバランス検波枠数回（窓の数）分、図22のマ

トリクス演算が実行される。ここで扱う変換 $T$ の係数は前記の議論と同じく固定値として、以降図17, 図18に従って同様なキャリブレーションを行うことで全く前記議論と同じ結果を得る。第1の実施の形態との違いは、ハードウェアで検波前の信号値をあらかじめRGB空間に変換しておくか、色基底変換部231で検波した後に変換するかだけである。したがって、あとは前記定式化した3つの行列の積のうち対角行列に該当する $\alpha$ 、 $\beta$ が相関色温度とともにAWBで生成されるので、これらを変換 $T$ に掛けて、また相関色温度に応じた補正CCM係数も合わせて計算し、最終的に1つの $3 \times 3$ 行列にまとめることができる。

[0098] このように、本技術の第2の実施の形態によれば、色基底変換部231がRAW画像を検波し、検波値の色空間を変換するため、図3のような従来のハードウェアを使って、第1の実施の形態と同様の機能をソフトウェアで実現することができる。

[0099] 本発明は、様々な用途に用いられる信号処理に必要な任意のカラーフィルタを色再現劣化やノイズの増幅といったことを伴うことなく、またそれを実現するための変換が、光源依存するため、適切なキャリブレーションを考案することでRGBセンサ同様の相関色温度の生成と、本線系の補正を同時に行える手法を提供している。なお本発明は原理的なところに本質があるため、アーキテクチャそのものに限定されることなく、従来のものに対してもソフトウェアワークアラウンドを実行するだけで実現可能というフレキシビリティを有している。

[0100] <3. 移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0101] 図23は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例で

ある車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図23に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F(interface)12053が図示されている。

- [0102] 駆動系制御ユニット12010は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット12010は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。
- [0103] ボディ系制御ユニット12020は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット12020は、キーレスエントリーシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット12020には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット12020は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。
- [0104] 車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット12030には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像

を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0105] 撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0106] 車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0107] マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS(Advanced Driver Assistance System)の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0108] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

- [0109] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット12020に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。
- [0110] 音声画像出力部12052は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図23の例では、出力装置として、オーディオスピーカ12061、表示部12062及びインストルメントパネル12063が例示されている。表示部12062は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。
- [0111] 図24は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。
- [0112] 図24では、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。
- [0113] 撮像部12101、12102、12103、12104、12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102、12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。
- [0114] なお、図24には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例

が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0115] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0116] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0117] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両12100の周辺の障害物を、車両12100のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイク

ロコンピュータ12051は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ12061や表示部12062を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット12010を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0118] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部12101ないし12104の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ12051が、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部12052は、当該認識された歩行者に強調のための方角輪郭線を重畳表示するように、表示部12062を制御する。また、音声画像出力部12052は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部12062を制御してもよい。

[0119] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部12031に適用され得る。具体的には、図2のイメージセンサ200は、撮像部12031に適用することができる。撮像部12031に本開示に係る技術を適用することにより、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0120] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項とはそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ

れ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0121] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、CD (Compact Disc)、MD (MiniDisc)、DVD (Digital Versatile Disc)、メモリカード、ブルーレイディスク (Blu-ray (登録商標) Disc) 等を用いることができる。

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって、限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

[0122] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換部と、

前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理部と

を具備する画像処理装置。

(2) RAW画像をデモザイク画像に変換するデモザイク処理部をさらに具備し、

前記画像は、前記RAW画像または前記デモザイク画像である前記(1)記載の画像処理装置。

(3) 前記色基底変換処理後の前記デモザイク画像を検波してホワイトバランスゲインを推定する測光・AWB部と、

前記色基底変換処理後の前記デモザイク画像内の色信号を前記ホワイトバランスゲインにより増幅して前記画質調整処理部に供給する増幅部とをさらに具備し、

前記色基底変換部は、前記デモザイク画像に対して前記色基底変換処理を行い、

前記画質調整処理部は、  
前記増幅された色信号を色再現マトリクスにより補正する色再現部と、  
前記補正された色信号を所定の閾値により制限するホワイトクリップ処理部と  
を備える

前記（２）記載の画像処理装置。

（４）ホワイトバランスゲインを推定するAWB部をさらに具備し、  
前記色基底変換部は、前記RAW画像の検波値に対して前記色基底変換処理を行って前記AWB部に供給し、

前記画質調整処理部は、前記ホワイトバランスゲインにより前記デモザイク画像内の色信号を増幅するとともに色再現マトリクスにより補正する色再現部を備える

前記（２）記載の画像処理装置。

（５）前記第１の色空間は、RGB空間と異なる色空間であり、  
前記第２の色空間は、RGB空間である

前記（１）から（４）のいずれかに記載の画像処理装置。

（６）前記画像を生成する画素アレイ部をさらに具備する

前記（１）から（５）のいずれかに記載の画像処理装置。

（７）前記画素アレイ部には、クリア画素を含む複数の画素が配列され、  
前記クリア画素には、透明フィルタが設けられる

前記（６）記載の画像処理装置。

（８）前記画質調整処理部は、ガンマ補正処理、エッジ強調処理、YUV変換処理、および、色変換処理のうち少なくとも１つを実行する

前記（１）から（７）のいずれかに記載の画像処理装置。

（９）色空間を第１の色空間から第２の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換手順と、

前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理手順と

を具備する画像処理方法。

(10) 色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換手順と、

前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理手順と

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

### 符号の説明

- [0123] 100 撮像装置
- 110 光学部
- 120 DSP回路
- 130 表示部
- 140 操作部
- 150 バス
- 160 フレームメモリ
- 170 記憶部
- 180 電源部
- 200 イメージセンサ
- 210 画素アレイ部
- 211 画素
- 220 デモザイク処理部
- 230、231 色基底変換部
- 241 測光・AWB部
- 242 増幅部
- 243 AWB部
- 250、251 色再現部
- 260 ホワイトクリップ処理部
- 271 ガンマ補正部
- 272 エッジ強調部

273 YUV変換部

274 色変換部

275 DNNモニター

## 請求の範囲

- [請求項1] 色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換部と、  
前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理部と  
を具備する画像処理装置。
- [請求項2] RAW画像をデモザイク画像に変換するデモザイク処理部をさらに具備し、  
前記画像は、前記RAW画像または前記デモザイク画像である  
請求項1記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記色基底変換処理後の前記デモザイク画像を検波してホワイトバランスゲインを推定する測光・AWB (Auto White Balance) 部と、  
前記色基底変換処理後の前記デモザイク画像内の色信号を前記ホワイトバランスゲインにより増幅して前記画質調整処理部に供給する増幅部と  
をさらに具備し、  
前記色基底変換部は、前記デモザイク画像に対して前記色基底変換処理を行い、  
前記画質調整処理部は、  
前記増幅された色信号を色再現マトリクスにより補正する色再現部と、  
前記補正された色信号を所定の閾値により制限するホワイトクリップ処理部と  
を備える  
請求項2記載の画像処理装置。
- [請求項4] ホワイトバランスゲインを推定するAWB部をさらに具備し、  
前記色基底変換部は、前記RAW画像の検波値に対して前記色基底変換処理を行って前記AWB部に供給し、

前記画質調整処理部は、前記ホワイトバランスゲインにより前記デモザイク画像内の色信号を増幅するとともに色再現マトリクスにより補正する色再現部を備える

請求項2記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記第1の色空間は、RGB空間と異なる色空間であり、  
前記第2の色空間は、RGB空間である

請求項1記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記画像を生成する画素アレイ部をさらに具備する

請求項1記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記画素アレイ部には、クリア画素を含む複数の画素が配列され、  
前記クリア画素には、透明フィルタが設けられる

請求項6記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記画質調整処理部は、ガンマ補正処理、エッジ強調処理、YUV変換処理、および、色変換処理のうち少なくとも1つを実行する

請求項1記載の画像処理装置。

[請求項9] 色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換手順と、

前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理手順と

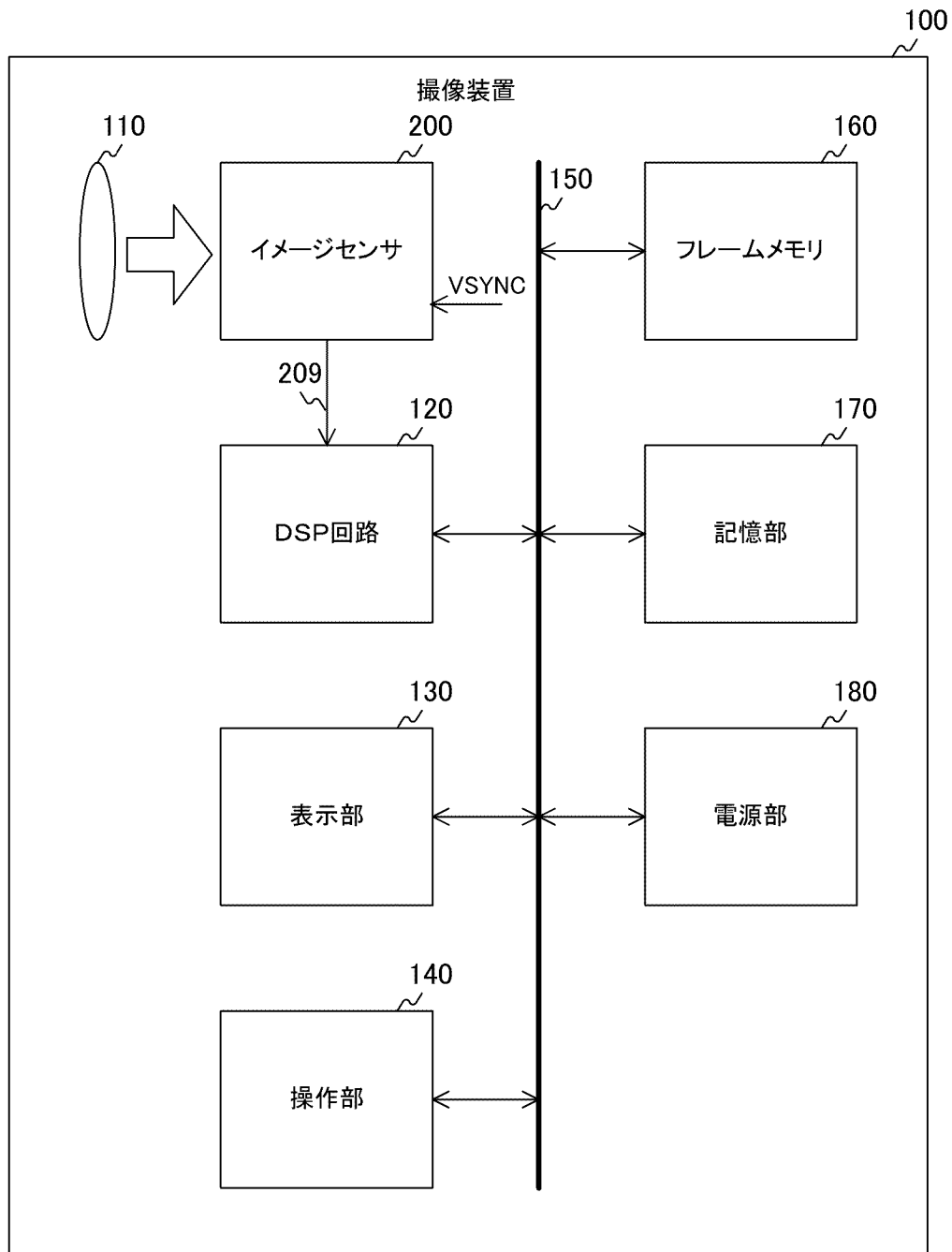
を具備する画像処理方法。

[請求項10] 色空間を第1の色空間から第2の色空間に変換する色基底変換処理を画像に対して行う色基底変換手順と、

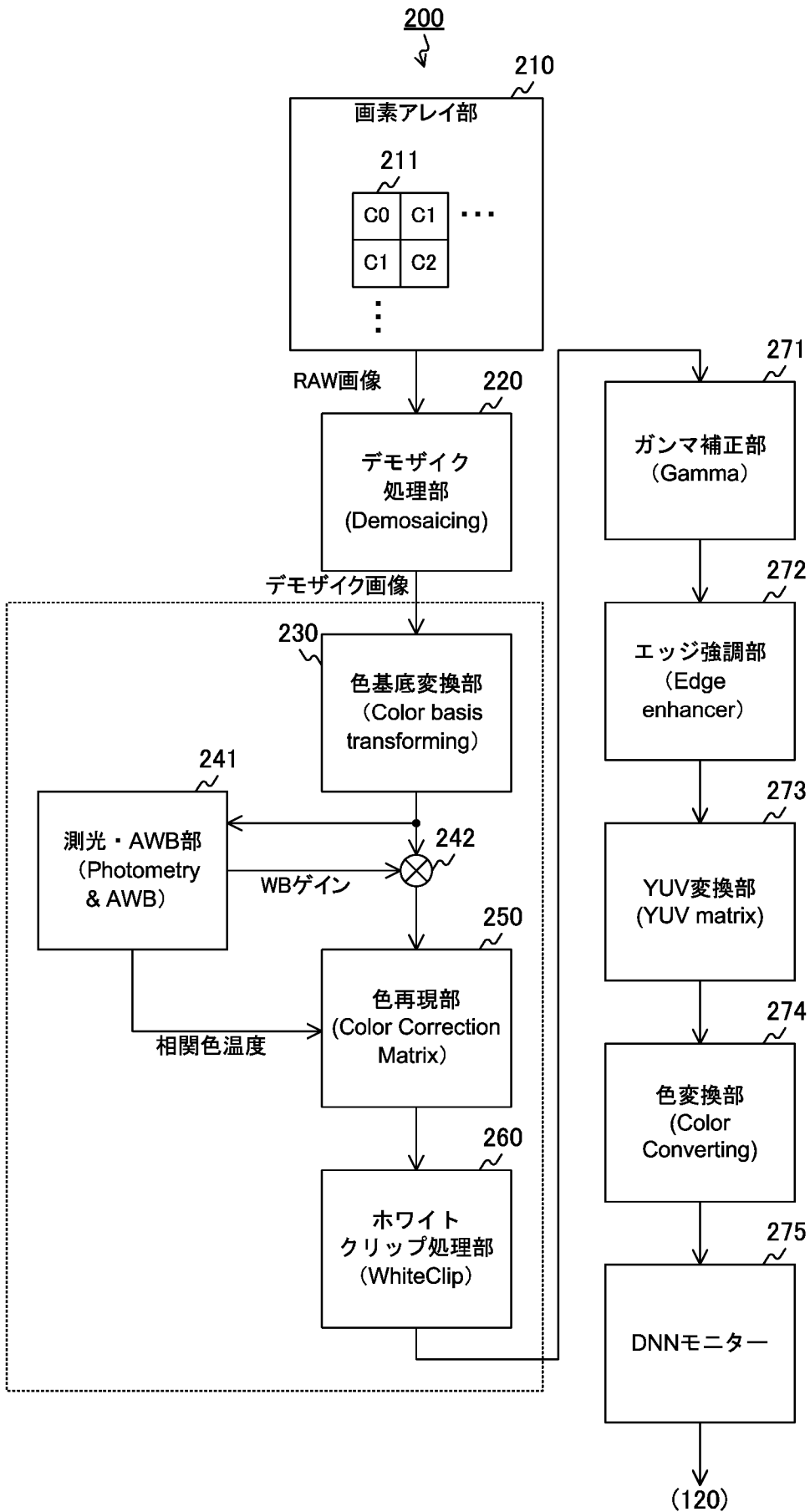
前記色基底変換処理後の前記画像に対して、所定の画質調整処理を行う画質調整処理手順と

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

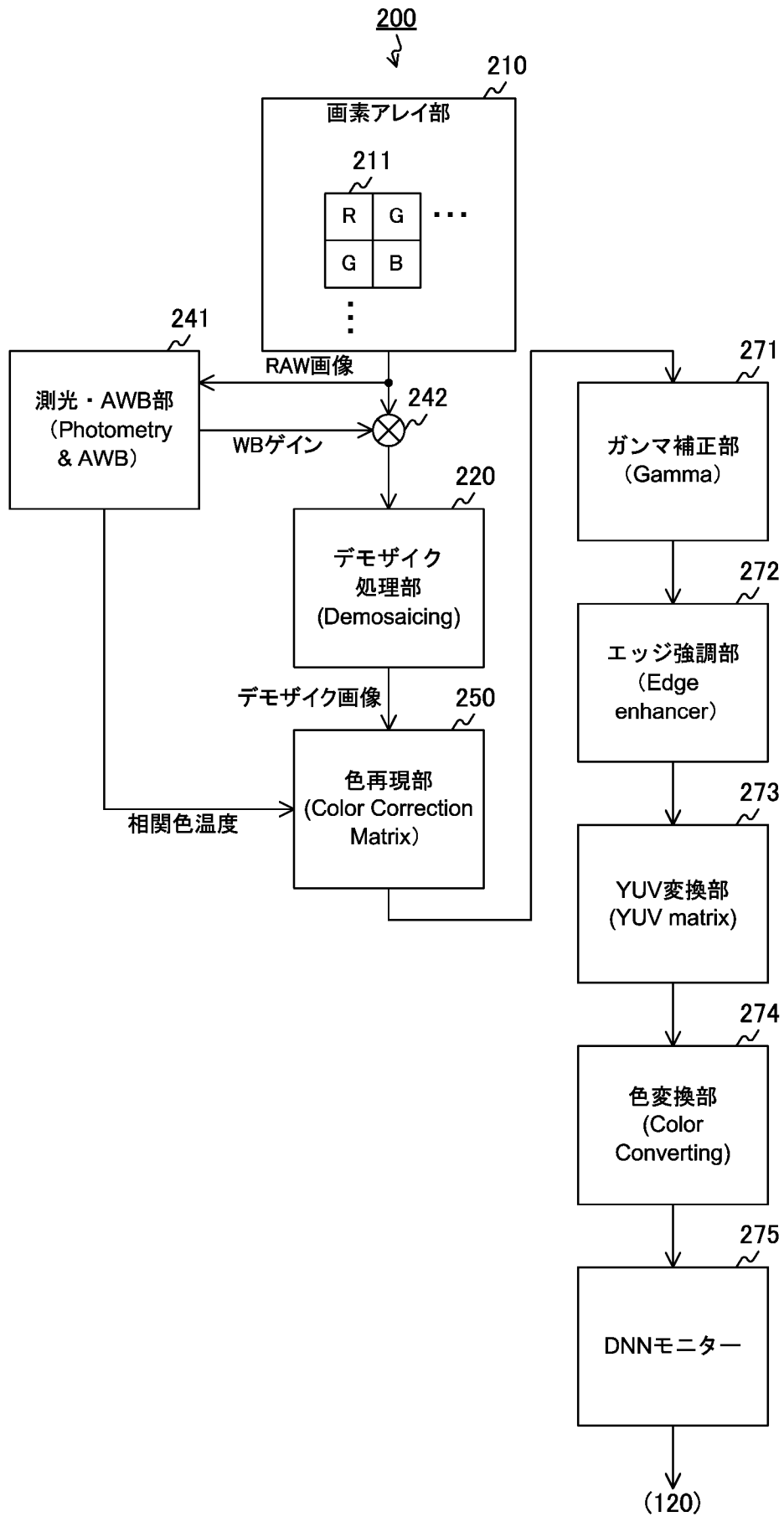
[図1]



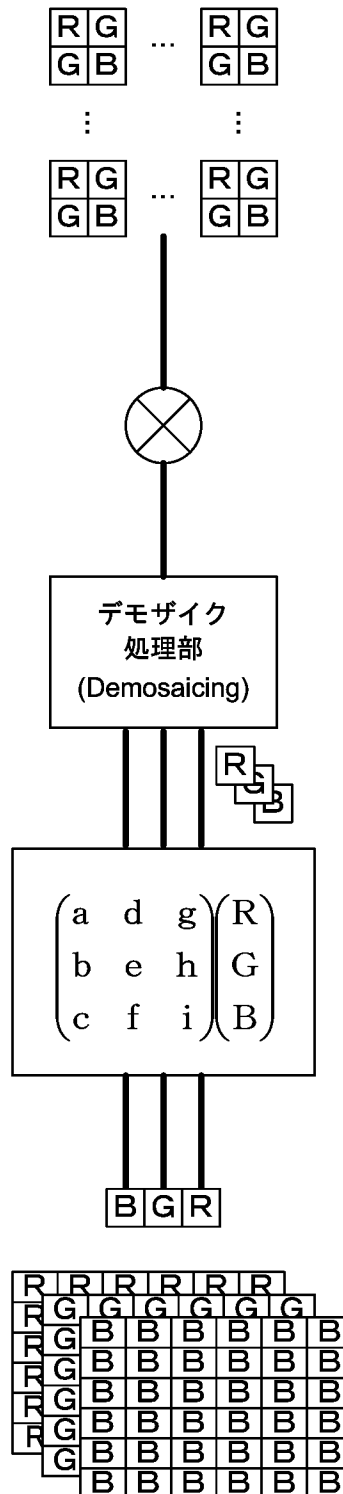
[図2]



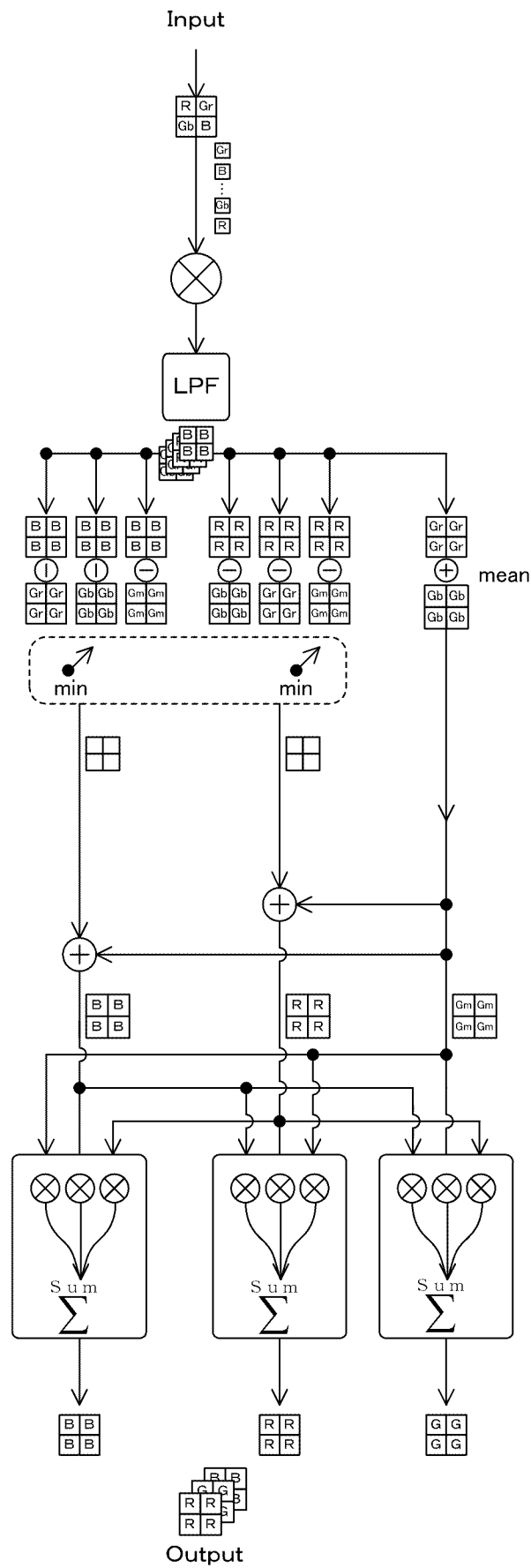
[図3]



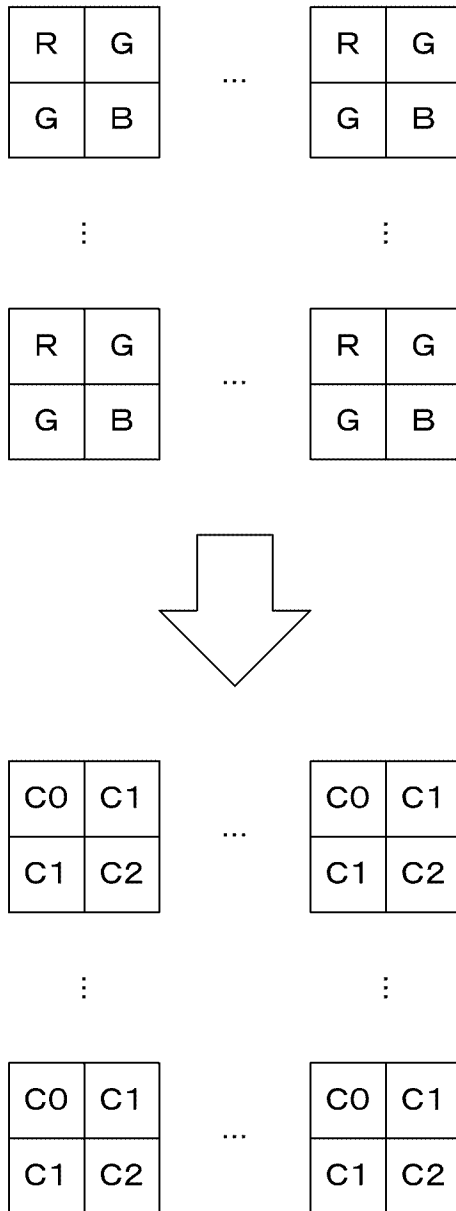
[図4]



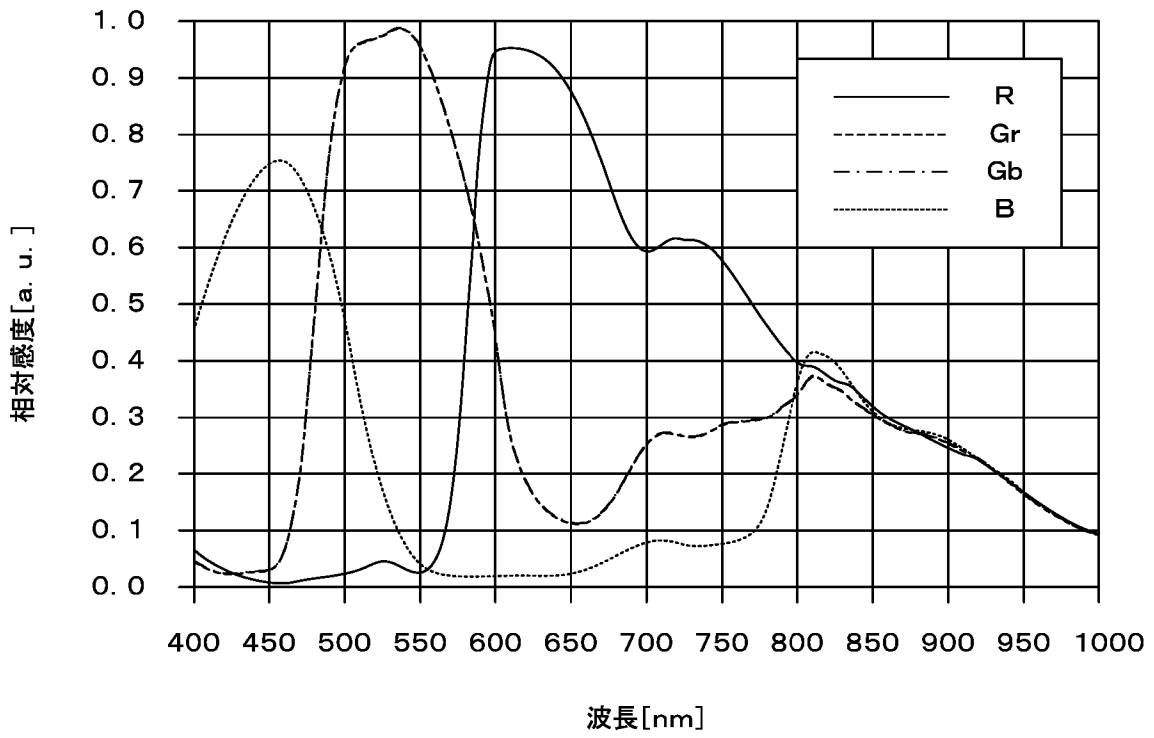
[図5]



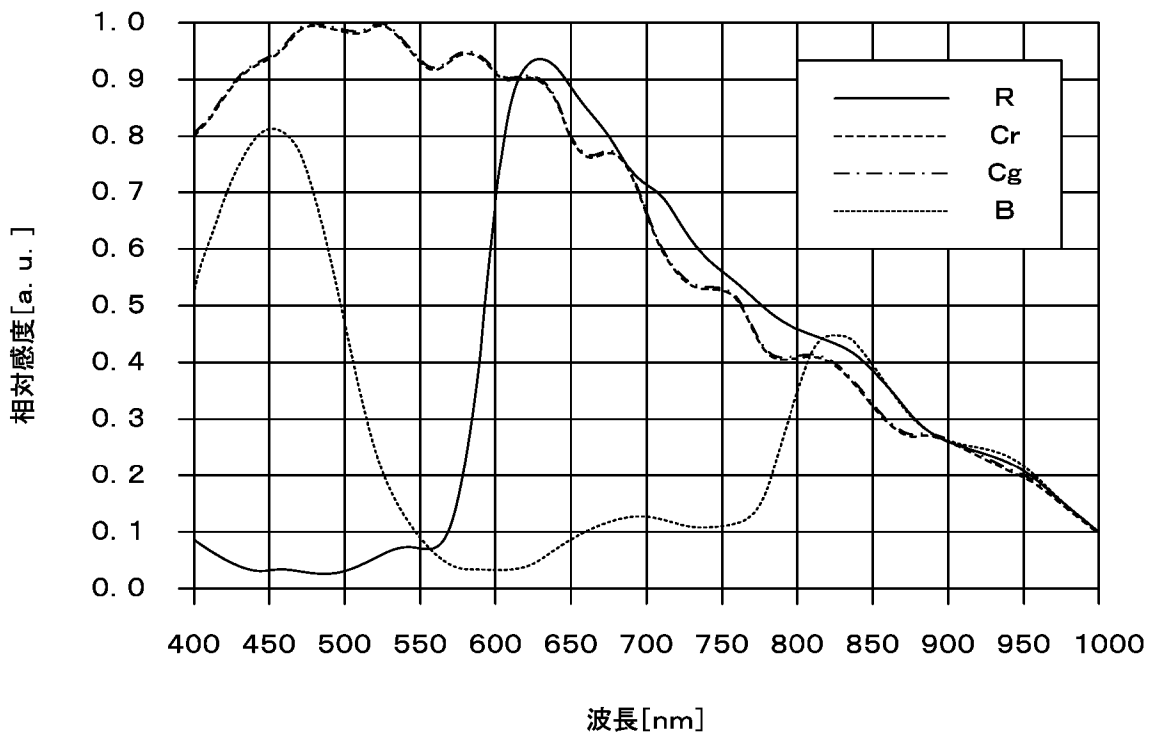
[図6]



[図7]

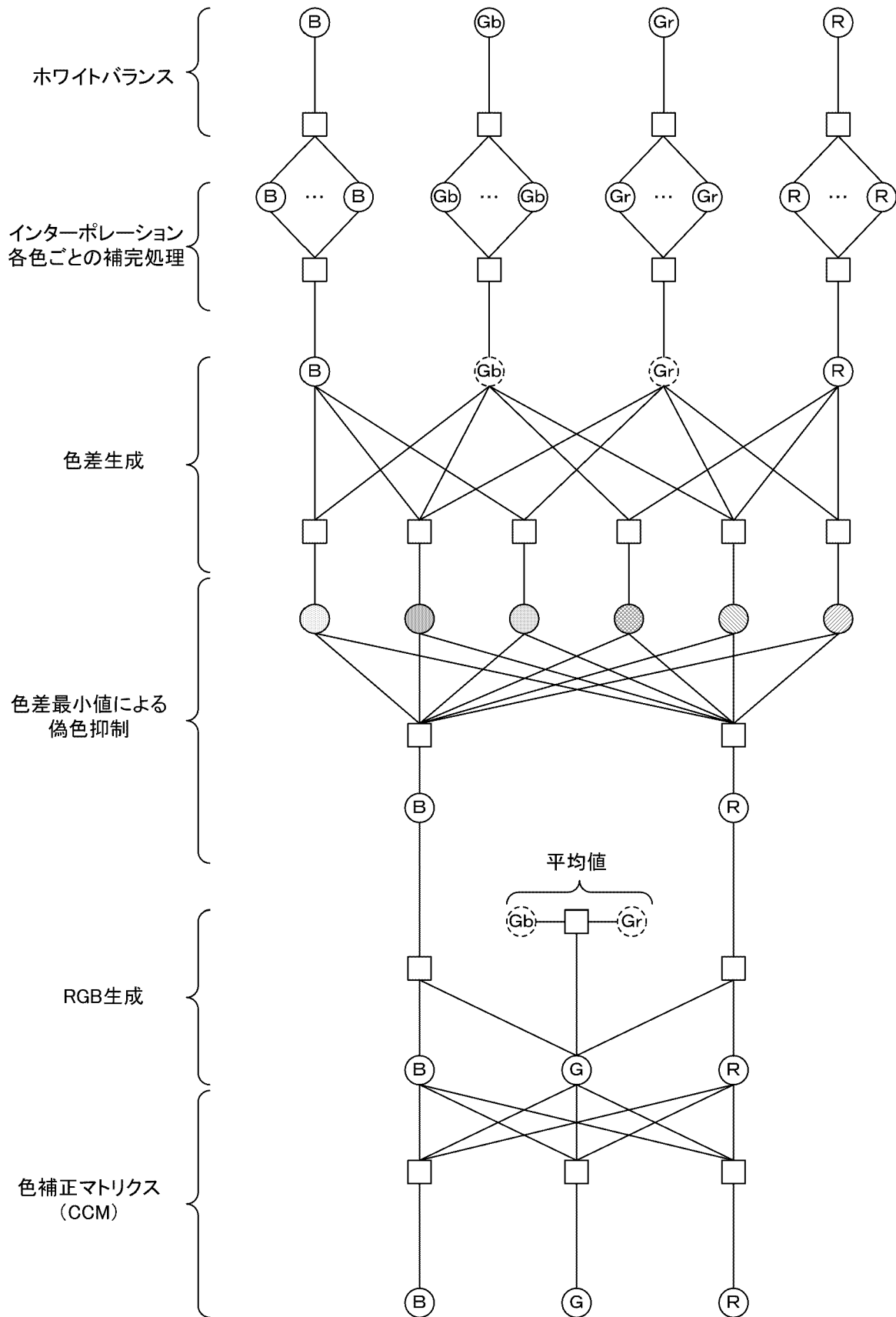


a



b

[図8]



[図9]

$$\begin{pmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} a & d & 1-a-d \\ b & e & 1-b-e \\ c & f & 1-c-f \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

[図10]

$$\begin{pmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \oplus$$

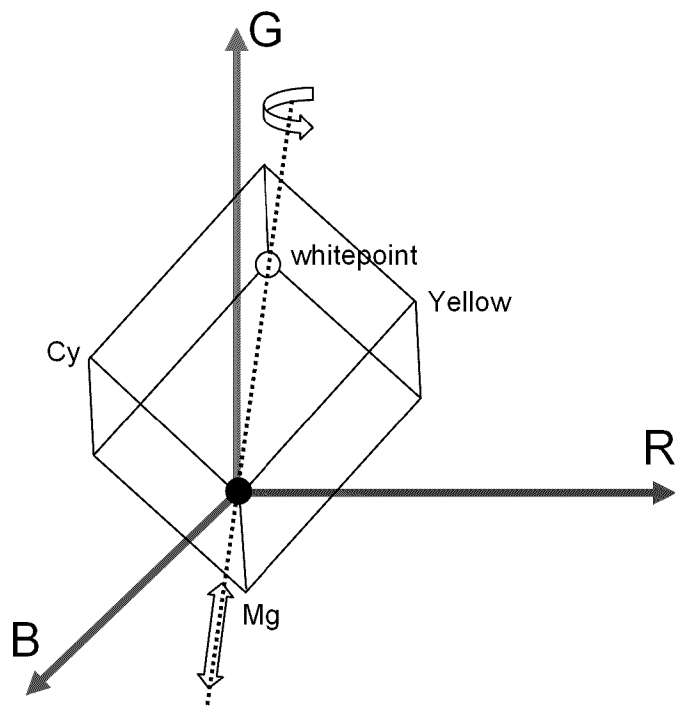
Whitepoint clip

R= if R &gt; Threshold then Threshold else R

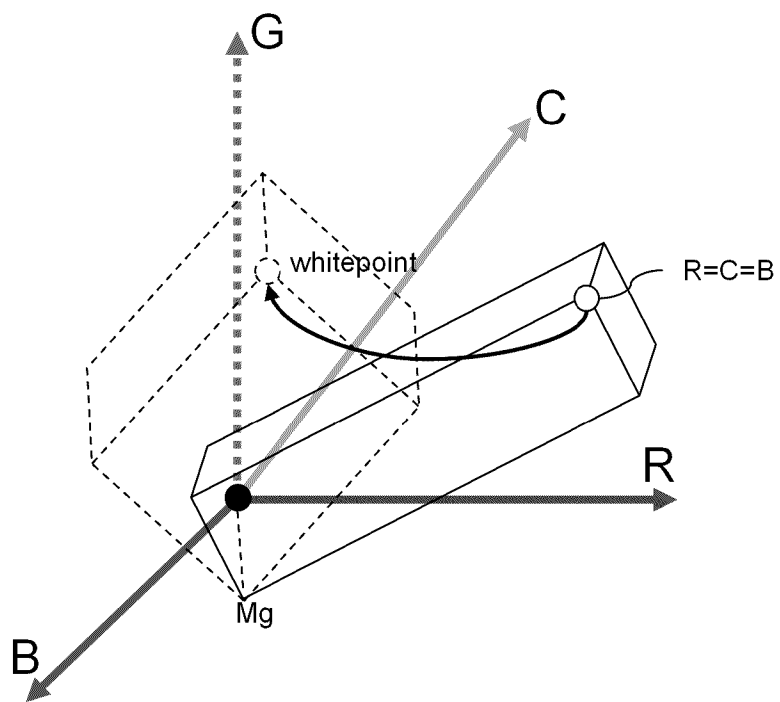
G= if G &gt; Threshold then Threshold else G

B= if B &gt; Threshold then Threshold else B

[図11]



[圖12]



[図13]

## RGGB

WB gain		CCM	R	G	B
R	1.86	R	1.557	-0.505	-0.052
G	1.00	G	-0.209	1.477	-0.268
B	1.51	B	0.083	-0.629	1.546

Determinant=3.14

a

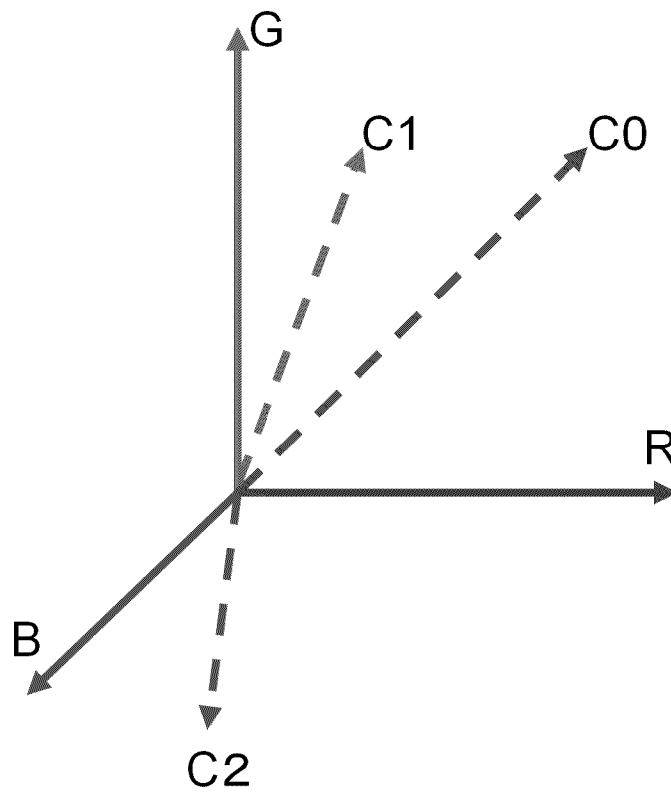
## RCCB

WB gain		CCM	R	C	B
R	3.68	R	0.917	0.503	0.421
C	1.00	C	-1.429	3.677	1.248
B	2.54	B	0.467	-1.91	2.443

Determinant=12.9

b

[圖14]



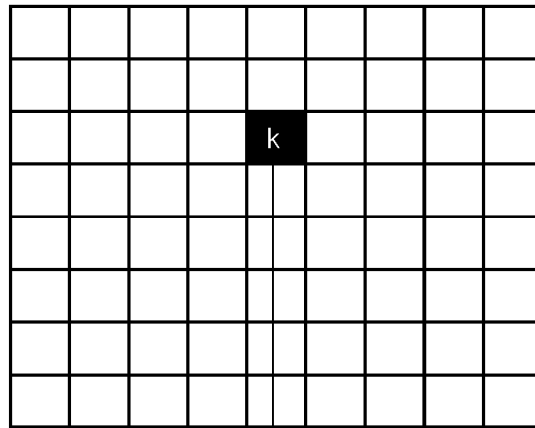
*Transforming:  $T(C0, C1, C2) \Rightarrow (R, G, B)$*

*Bijjective function:  $T$*

[図15]

Original	R	C	B	T
R	0.937787	0.091117	-0.15682	1.117349
G	-0.82123	1.193482	-1.2032	
B	-0.025	-0.02163	0.960153	
D65	R	C	B	
R	0.947233	0.067289	-0.12077	1.11597
G	-0.81235	1.198061	-1.20905	
B	-0.02735	-0.02188	0.962511	
A	R	C	B	
R	0.849299	0.184025	-0.44447	0.930817
G	-0.71388	1.054094	-0.70328	
B	-0.03574	-0.01141	0.928657	

[図16]

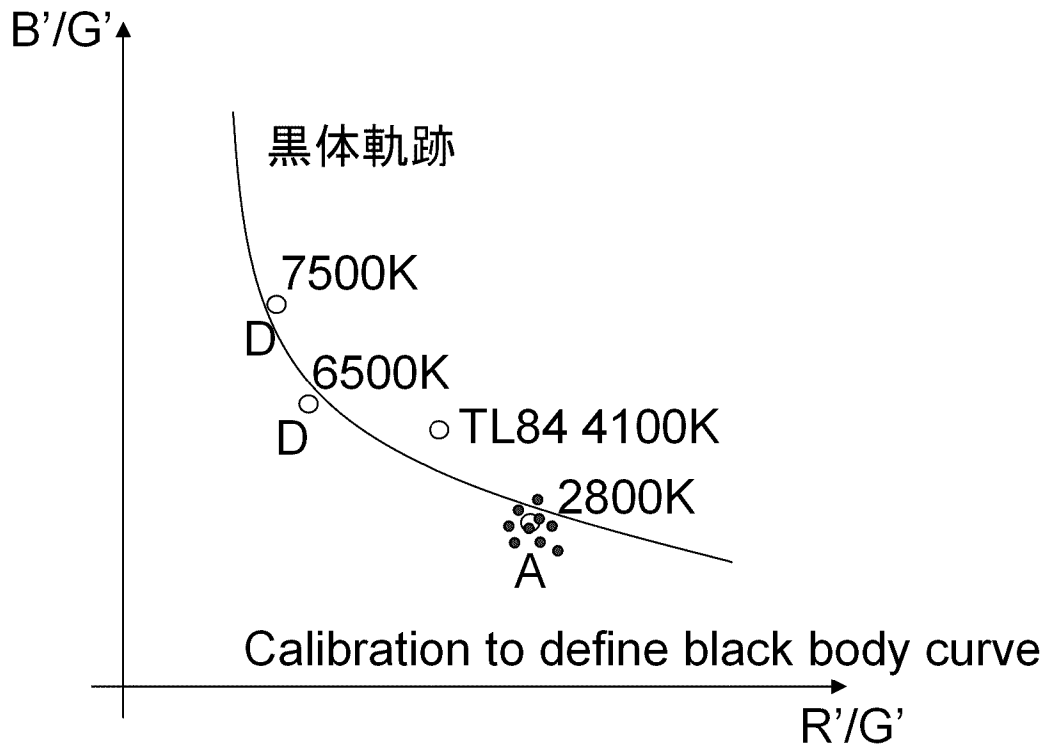


241

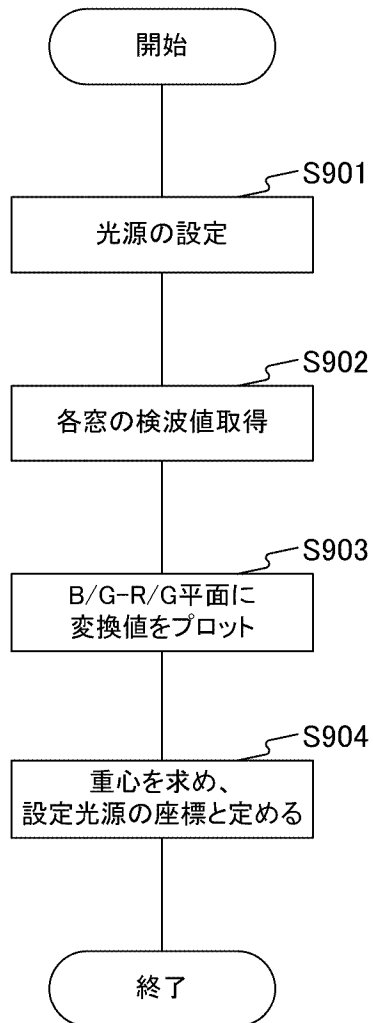
測光・AWB部  
(Photometry & AWB)

*Photometry for k - region:  $Sum(k, ch) = \sum_{i \in k\text{-region}} pixel(i, ch)$*   
*where  $i = \text{index of the region}, ch = R', G', B'$*

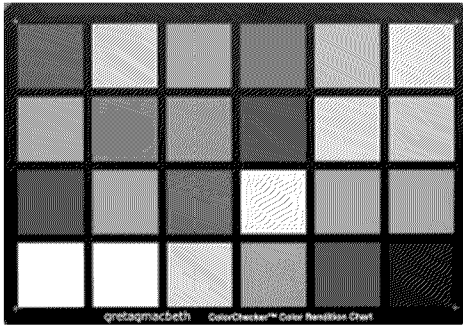
[図17]



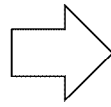
[図18]



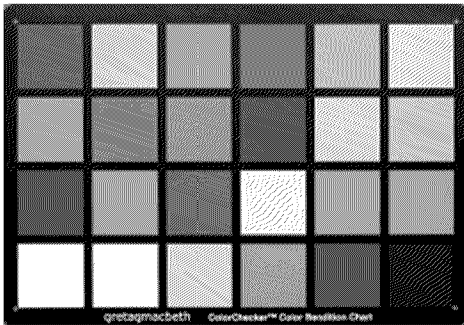
[図19]



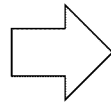
任意のカラーフィルタで取得



変換T  
 $(C_0, C_1, C_2) \rightarrow (R', G', B')$



目標のRGBセンサで取得

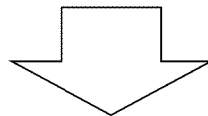


$(R, G, B)$

それぞれ取得した $(R', G', B')$ および  
 $(R, G, B)$ をカラーパッチごとに比較して  
 補正マトリクス係数を算出する。

$$\operatorname{argmin}_i \sum_i (d[(R', G', B')_i - (R, G, B)_i])^2$$

ここで、 $i$ はカラーパッチ番号



$$\text{CCM} = \begin{pmatrix} j & k & l \\ m & n & o \\ p & q & r \end{pmatrix}$$

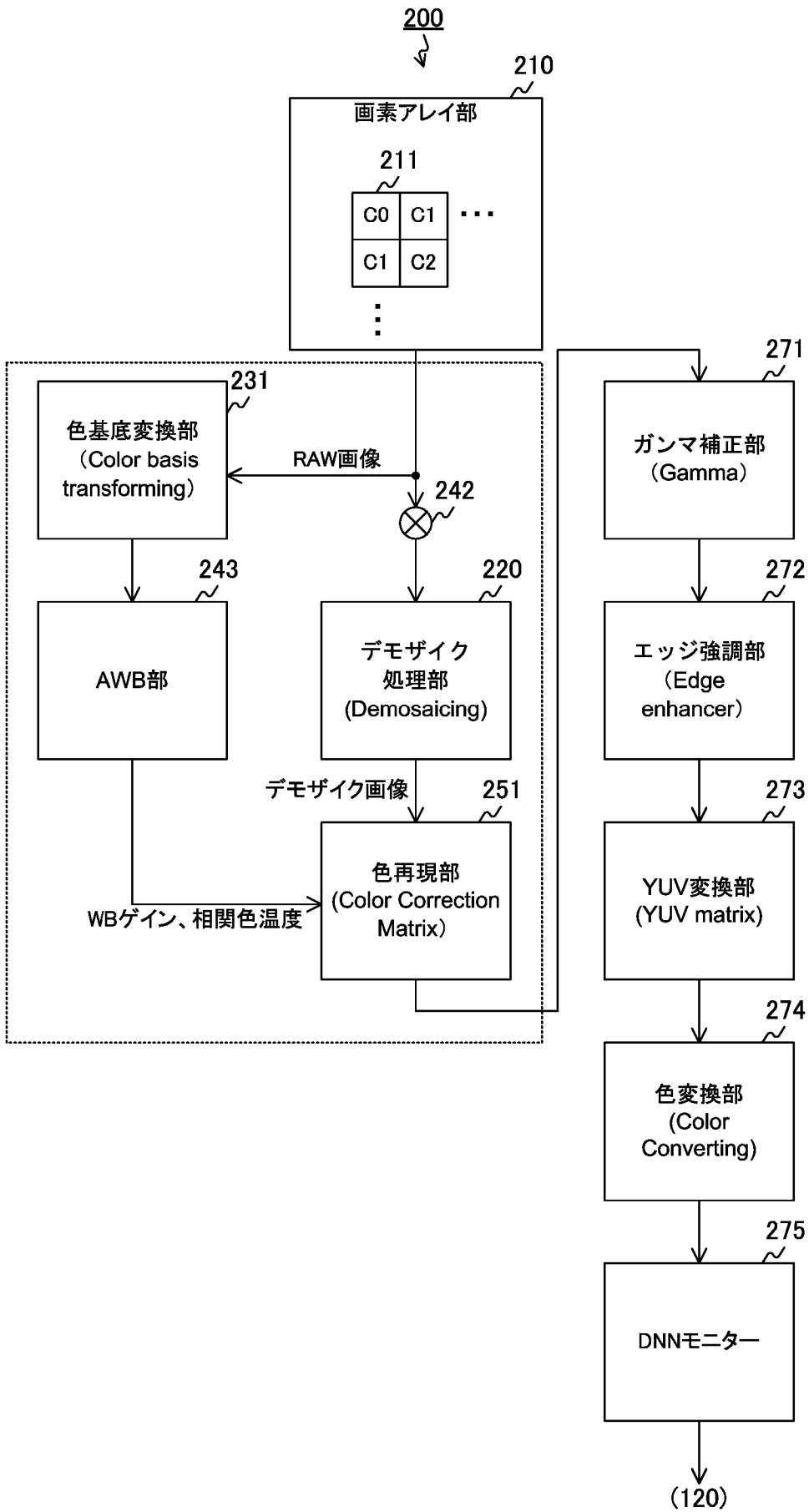
[図20]

RCCB

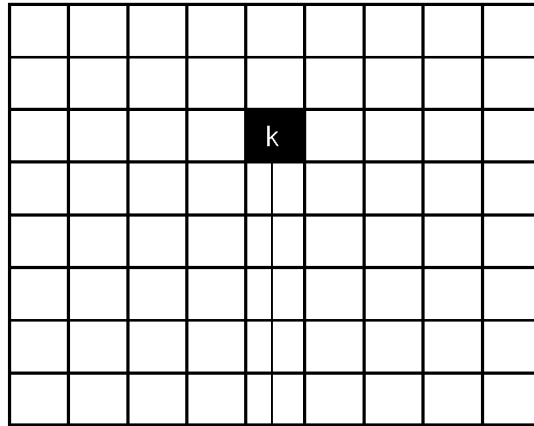
WB gain		CCM	R	C	B
R	1.77	R	1.44	-0.28	-0.27
C	1.00	C	-1.65	2.72	-1.89
B	1.45	B	0.05	-0.57	1.43

Determinant=3.20

[図21]



[図22]

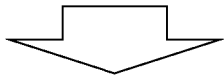


231

色基底変換部  
(Color basis transforming)

$$\text{Photometry for } k\text{-region: } \text{Sum}(k, ch) = \sum_{i \in k\text{-region}} \text{pixel}(i, ch), ch = 0, 1, 2$$

where  $i$  = index of the region,  $ch = 0, 1, 2$  for each color, ex.  $R, G, C, B$



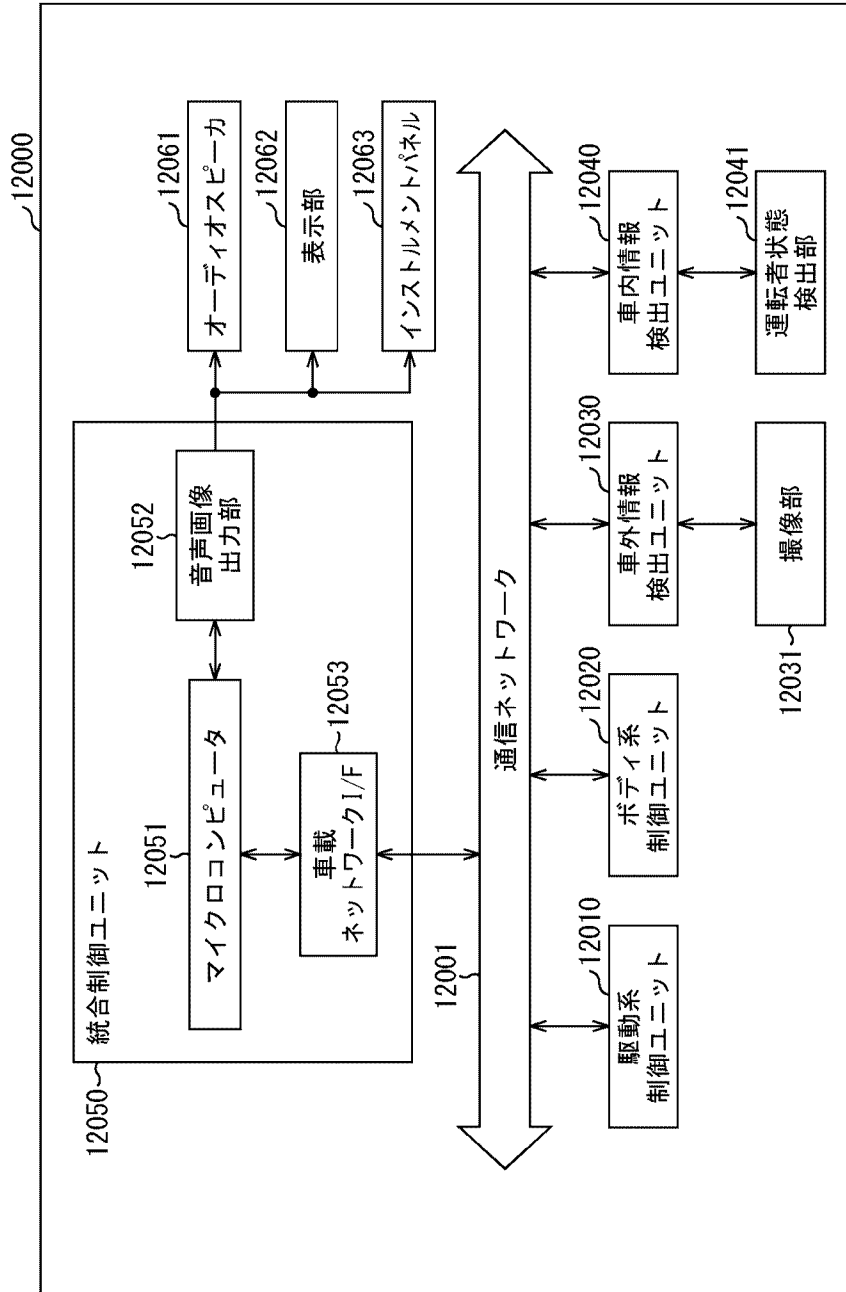
$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{Sum}(k, ch = 0) \\ \text{Sum}(k, ch = 1) \\ \text{Sum}(k, ch = 2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R'(k) \\ G'(k) \\ B'(k) \end{pmatrix}$$

Original T

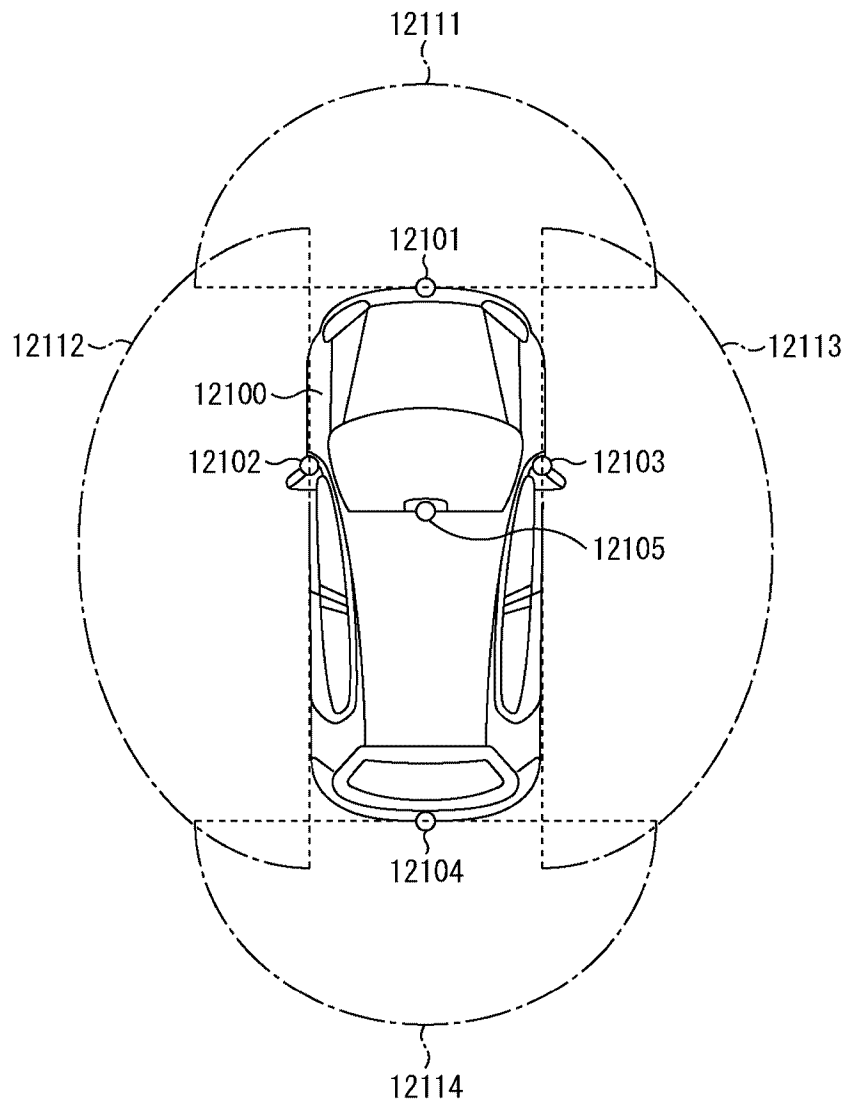
or

$T_{D65}$

[図23]



[図24]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/026801

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H04N 23/85</i> (2023.01)i; <i>H04N 23/12</i> (2023.01)i; <i>H04N 23/60</i> (2023.01)i FI: H04N23/85; H04N23/12; H04N23/60 500		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04N23/85; H04N23/12; H04N23/60		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-170767 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 28 October 2021 (2021-10-28) fig. 1, 10, paragraphs [0014]-[0020], [0083]-[0085]	1-3, 5-10
A	fig. 1, 10, paragraphs [0014]-[0020], [0083]-[0085]	4
Y	JP 2006-270135 A (ACUTELOGIC CORP.) 05 October 2006 (2006-10-05) fig. 1, paragraphs [0022]-[0025], [0039]	1-3, 5-7, 9-10
A	fig. 1, paragraphs [0022]-[0025], [0039]	4, 8
Y	JP 2001-285700 A (NEC CORPORATION) 12 October 2001 (2001-10-12) fig. 2, paragraph [0021]	3, 8
A	fig. 2, paragraph [0021]	1-2, 4-7, 9-10
A	JP 2013-12979 A (NIKON CORPORATION) 17 January 2013 (2013-01-17) fig. 9, paragraph [0028]	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>22 August 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>17 September 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/026801**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-302075 A (OLYMPUS CORPORATION) 18 December 2008 (2008-12-18) fig. 1, paragraph [0037]	1-10
A	JP 2009-81709 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 16 April 2009 (2009-04-16) fig. 4, paragraphs [0029]-[0033]	1-10
A	JP 2012-209913 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 25 October 2012 (2012-10-25) fig. 1-4, paragraphs [0009]-[0023]	1-10
A	JP 2009-171062 A (SONY CORPORATION) 30 July 2009 (2009-07-30) fig. 3, 4, paragraphs [0025]-[0047]	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2024/026801**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-170767	A	28 October 2021	US 2021/0390672 A1 fig. 1, 10, paragraphs [0025]- [0032], [0094]-[0097] DE 102021109047 A1	
JP	2006-270135	A	05 October 2006	(Family: none)	
JP	2001-285700	A	12 October 2001	US 2001/0026648 A1 fig. 2, paragraph [0032]	
JP	2013-12979	A	17 January 2013	(Family: none)	
JP	2008-302075	A	18 December 2008	US 2010/0182414 A1 fig. 1, paragraph [0037] WO 2008/149952 A1 EP 2165642 A1	
JP	2009-81709	A	16 April 2009	US 2009/0080807 A1 fig. 4, paragraphs [0051]- [0057]	
JP	2012-209913	A	25 October 2012	US 2012/0236190 A1 fig. 1-4, paragraphs [0025]- [0040] CN 102683363 A KR 10-2012-0106560 A	
JP	2009-171062	A	30 July 2009	US 2009/0180001 A1 fig. 3, 4, paragraphs [0034]- [0056]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 23/85(2023.01)i; H04N 23/12(2023.01)i; H04N 23/60(2023.01)i FI: H04N23/85; H04N23/12; H04N23/60 500		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04N23/85; H04N23/12; H04N23/60 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2021-170767 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 28.10.2021 (2021-10-28) 図1、図10、段落0014-0020、0083-0085	1-3、5-10
A	図1、図10、段落0014-0020、0083-0085	4
Y	JP 2006-270135 A (アキュートロジック株式会社) 05.10.2006 (2006-10-05) 図1、段落0022-0025、0039	1-3、5-7、9-10
A	図1、段落0022-0025、0039	4、8
Y	JP 2001-285700 A (日本電気株式会社) 12.10.2001 (2001-10-12) 図2、段落0021	3、8
A	図2、段落0021	1-2、4-7、9-10
A	JP 2013-12979 A (株式会社ニコン) 17.01.2013 (2013-01-17) 図9、段落0028	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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 22.08.2024	国際調査報告の発送日 17.09.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 彦田 克文 2V 9182 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-302075 A (オリンパス株式会社) 18.12.2008 (2008 - 12 - 18) 図 1、段落0037	1 - 1 0
A	JP 2009-81709 A (セイコーエプソン株式会社) 16.04.2009 (2009 - 04 - 16) 図 4、段落0029 - 0033	1 - 1 0
A	JP 2012-209913 A (株式会社東芝) 25.10.2012 (2012 - 10 - 25) 図 1 - 図 4、段落0009 - 0023	1 - 1 0
A	JP 2009-171062 A (ソニー株式会社) 30.07.2009 (2009 - 07 - 30) 図 3、図 4、段落0025 - 0047	1 - 1 0

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/026801

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-170767 A	28.10.2021	US 2021/0390672 A1 Figures 1, 10, Paragraphs 0025-0032, 0094-0097 DE 102021109047 A1	
JP 2006-270135 A	05.10.2006	(ファミリーなし)	
JP 2001-285700 A	12.10.2001	US 2001/0026648 A1 Figure 2, Paragraph 0032	
JP 2013-12979 A	17.01.2013	(ファミリーなし)	
JP 2008-302075 A	18.12.2008	US 2010/0182414 A1 Figure 1, Paragraph 0037 WO 2008/149952 A1 EP 2165642 A1	
JP 2009-81709 A	16.04.2009	US 2009/0080807 A1 Figure 4, Paragraphs 0051-0057	
JP 2012-209913 A	25.10.2012	US 2012/0236190 A1 Figures 1-4, Paragraphs 0025-0040 CN 102683363 A KR 10-2012-0106560 A	
JP 2009-171062 A	30.07.2009	US 2009/0180001 A1 Figures 3, 4, Paragraphs 0034-0056	