

(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
2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/065053 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01) *H04N 9/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075622
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 24 日(24.09.2013)
- (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 2012-234002 2012 年 10 月 23 日(23.10.2012) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菊地 直(KIKUCHI, Sunao).
- (74) 代理人: 竹腰 昇, 外(TAKEKOSHI, Noboru et al.); 〒1010063 東京都千代田区神田淡路町 2 - 8 第 2 萬代家ビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

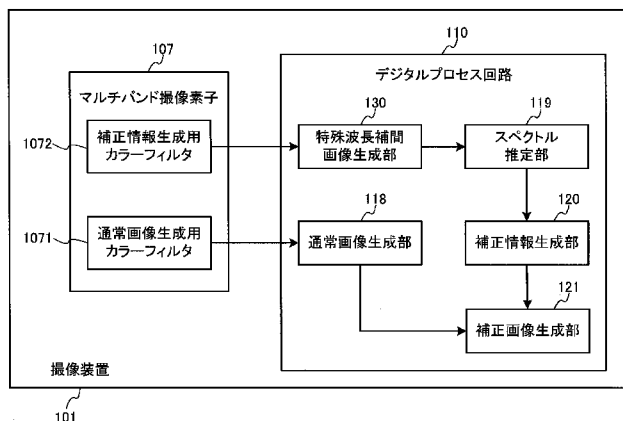
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGING DEVICE AND IMAGE GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置及び画像生成方法



101 Imaging device
107 Multiband imaging element
110 Digital process circuit
118 Normal-image-generating unit
119 Spectrum estimation unit
120 Corrective-information-generating unit
121 Corrected image generation unit
130 Special wavelength interpolation image generation unit
1071 Normal-image-generating color filter
1072 Corrective-information-generating color filter

(57) Abstract: An imaging device (101) including: an imaging element (107) having a color filter array in which tri-band or higher normal-image-generating color filters (1071) and corrective-information-generating color filters (1072) having different spectral sensitivity characteristics from the normal-image-generating color filters (1071) are arranged as an array; a normal-image-generating unit (118) for performing a process of generating a normal image in which the pixel values of missing pixels are interpolated; a spectrum estimation unit (119) for performing a spectrum estimation process on the basis of at least pixel values obtained using the corrective-information-generating color filters (1072); a corrective-information-generating unit (120) for generating corrective information to correct the normal image on the basis of the spectrum estimation value; and a corrected image generation unit (121) for performing a corrective process on the normal image on the basis of the corrective information and generating a corrected image.

(57) 要約:

[続葉有]

撮像装置 101 は、3 バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタ 1071 と、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 と分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタ 1072 がアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子 107 と、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部 118 と、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ 1072 を用いて得られた画素値に基づきスペクトル推定処理を行うスペクトル推定部 119 と、スペクトル推定値に基づき通常画像を補正する補正情報を生成する補正情報生成部 120 と、補正情報に基づき通常画像の補正処理を行い、補正画像を生成する補正画像生成部 121 を含む。

明 細 書

発明の名称：撮像装置及び画像生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置及び画像生成方法等に関する。

背景技術

[0002] フルカラー画像を撮像するために、R（赤：Red）、G（緑：Green）、B（青：Blue）の3種類のカラーフィルタを撮像素子に設けた撮像装置が知られている。従来の撮像装置では、カラーフィルタのバンド数が少ないため、各バンドに対応した画素のサンプル密度は比較的高く、高精度な通常画像の生成が可能であった。

[0003] 近年、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、例えば特許文献1や特許文献2に示されるように、4種類以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いて被写体のスペクトル情報（分光情報）を取得する装置が提案されている。

[0004] また、特許文献3では、撮像素子とは別にスペクトル計測用のセンサを設置した撮像装置を用いて、スペクトル計測用のセンサから得られる情報により色再現性を向上させる補正情報を生成し、撮像素子から得られた通常画像（RGB画像）を補正する方法も提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-87806号公報

特許文献2：特開平8-298669号公報

特許文献3：特開2011-211317号公報

特許文献4：特開2003-381419号公報

特許文献5：特開2009-237817号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかし、3種類のカラーフィルタから取得した撮像情報だけでは、被写体の詳細なスペクトル情報を推定する際に、十分な推定精度が得られないという問題がある。
- [0007] また、特許文献1や特許文献2に示されているような、4種類以上の情報を取得するマルチバンド撮像素子を用いて全画素位置で高精度なスペクトル情報を得る手法では、処理が複雑になってしまうことに加えて、各バンドのサンプル密度が下がってしまうため、原理的に解像度の低下は避けられない。そして、各バンドのサンプル密度の低下は通常画像の精度の低下に繋がり、結果として、偽色の発生等により画質が劣化してしまうという問題点がある。
- [0008] 一方で、特許文献3に示されているようなスペクトル計測用のセンサを撮像素子と別に用意する手法では、装置の大型化やコストについての問題がある。
- [0009] 本発明の幾つかの態様によれば、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることができる撮像装置及び画像生成方法等を提供することができる。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の一態様は、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成す

る補正画像生成部と、を含む撮像装置に係する。

[0011] 本発明の一態様では、通常画像生成部が、通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行い、欠落画素の画素値が補間された通常画像を生成する。

[0012] 次に、スペクトル推定部が、通常画像生成用カラーフィルタと補正情報生成用カラーフィルタのうち、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行う。

[0013] そして、補正情報生成部が、スペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する。さらに、補正画像生成部が、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する。

[0014] これにより、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることが可能となる。

[0015] また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成してもよい。

[0016] これにより、通常画像の一つの画素に対して補正情報を生成する処理を行わなくて済み、処理量を軽減すること等が可能になる。

[0017] また、本発明の一態様では、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、を含んでもよい。

[0018] これにより、医療用画像などにおいて、病変検出、血管検出などの視認性を高めること等が可能となる。

[0019] また、本発明の一態様では、前記通常画像生成用カラーフィルタは、R用のカラーフィルタと、G用のカラーフィルタと、B用のカラーフィルタを有し、前記補正情報生成用カラーフィルタは、前記R用のカラーフィルタと前

記G用のカラーフィルタと前記B用のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度で、前記カラーフィルタアレイに配置されてもよい。

[0020] これにより、RGBの通常画像の精度の低下を最小限に抑えること等が可能となる。

[0021] また、本発明の一態様では、前記通常画像生成用カラーフィルタのうちの前記G用のカラーフィルタは、前記カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されてもよい。

[0022] これにより、高精度なGの通常画像が生成可能であり、Gの通常画像の高周波成分を用いてR、Bの補間を行えば、R、Bの通常画像の精度低下も抑えること等が可能となる。

[0023] また、本発明の一態様では、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値に基づいて、前記補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成処理を行う特殊波長補間画像生成部を含み、前記特殊波長補間画像生成部は、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を前記生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された前記特殊波長補間画像を生成し、前記スペクトル推定部は、前記特殊波長補間画像に基づいて前記スペクトル推定処理を行ってもよい。

[0024] これにより、特殊波長補間画像を利用する様々なスペクトル推定手法を適用すること等が可能となる。

[0025] また、本発明の一態様では、前記特殊波長補間画像生成部は、前記通常画像生成部により生成される前記通常画像よりも解像度が低い前記特殊波長補間画像を生成し、前記スペクトル推定部は、少なくとも前記特殊波長補間画像の画素値に基づいて、前記特殊波長補間画像の解像度で前記スペクトル推定処理を行い、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定処理の結果得られた一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成し、前記補正画像生成部は、生成された前

記補正情報を用いて、前記通常画像の解像度で前記補正処理を行ってもよい。

[0026] これにより、解像度が特殊波長補間画像を用いて補正情報の生成処理を行うこと等が可能となるため、処理量を軽減すること等が可能になる。

[0027] また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した前記光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、前記補正情報生成部は、前記光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

[0028] これにより、RGBの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度な光源推定を行うこと等が可能となる。

[0029] また、本発明の一態様では、前記補正画像生成部は、前記通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する前記補正処理を行ってもよい。

[0030] これにより、RGBの画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度なホワイトバランス補正を行うこと等が可能となる。

[0031] また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に前記補正情報を生成し、前記補正画像生成部は、前記補正情報生成部により生成された前記通常画像内の領域毎の前記補正情報を用いて前記通常画像に対する前記補正処理を行ってもよい。

[0032] これにより、画像に設定した複数の領域の領域毎に、より高精度な補正処理を行うこと等が可能になる。

[0033] また、本発明の一態様では、前記補正情報生成部は、前記スペクトル推定部により推定された前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した前記特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、前記補正情報を生成してもよい。

- [0034] これにより、RGBの情報だけではその領域の検出が難しいシーンであっても、高精度な領域検出を行うこと等が可能になる。
- [0035] また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された前記光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、前記補正画像生成部は、前記通常画像に対して、前記光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行ってもよい。
- [0036] これにより、特殊波長補間画像から得られた情報から光源色の画素を推定し、直接光源スペクトルを推定することにより、より少ない処理量で光源推定を行うこと等が可能になる。
- [0037] また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、白色光の光源スペクトルデータに基づいて、前記特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行い、前記補正情報生成部は、特定波長領域において、前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。
- [0038] これにより、輝線を持った特徴的なスペクトルの光源推定を簡易的に行うこと等が可能となる。
- [0039] また、本発明の一態様では、前記スペクトル推定部は、前記撮像素子から画素値を読み出す際に、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出さず、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出しした画素値を用いて前記スペクトル推定処理を行ってもよい。
- [0040] これにより、処理の高速化を図ること等が可能になる。
- [0041] また、本発明の一態様では、前記撮像素子の前記通常画像生成用カラーフィルタ及び前記補正情報生成用カラーフィルタは、赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであってもよい。
- [0042] これにより、例えば医療用画像など、赤外領域のスペクトルに特徴がある

場合に、より精度の高い補正画像を生成すること等が可能になる。

[0043] また、本発明の一態様では、前記赤外光の波長帯域は、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域であってもよい。

[0044] これにより、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域にピーク波長を有する赤外フィルタを用いること等が可能になる。

[0045] また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、前記スペクトル推定部から得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定部により得られる前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、を含む撮像装置に係る。

[0046] また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画

像の画素値を補正する補正情報を生成し、前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する画像生成方法に係る。

[0047] また、本発明の他の態様では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値のデータに基づいて検出し、検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う画像生成方法に係る。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]図1は、第1の実施形態の撮像装置に含まれるデジタルプロセス回路の構成例。

[図2]図2は、第1の実施形態の撮像装置全体の構成例。

[図3]図3は、2バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合のCFAの例。

[図4]図4は、カラーフィルタの分光感度特性の一例。

[図5]図5は、第1の実施形態において用いるカラーフィルタの分光感度特性の一例。

[図6]図6は、第1の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

[図7]図7は、8バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合のCFAの例。

[図8]図8は、一つの補正情報に対応する通常画像内の領域の説明図。

[図9]図9は、第1の実施形態の変形例において用いられるデジタルプロセス回路の構成例。

[図10]図10は、第1の実施形態の変形例における処理の流れを説明するフローチャート。

[図11]図 1 1 は、スペクトル推定値のデータと検出対象のスペクトルデータの比較例。

[図12]図 1 2 は、2次元評価値マップの例。

[図13]図 1 3 は、16バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用いた場合のC F Aの例。

[図14]図 1 4 は、16バンドの補正情報生成用カラーフィルタの分光感度特性の一例。

[図15]図 1 5 は、第2の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

[図16]図 1 6 は、間引き読み出しの説明図。

[図17]図 1 7 は、光源色判定処理の説明図。

[図18]図 1 8 は、16バンドの補正情報生成用カラーフィルタを用い、光源推定精度を重視した場合のC F Aの例。

[図19]図 1 9 は、第2の実施形態の変形例の処理の流れを説明するフローチャート。

[図20]図 2 0 は、光源スペクトルデータの一例。

発明を実施するための形態

[0049] 以下、第1の実施形態及び第2の実施形態について説明する。まず、各実施形態の背景と手法の概要をまとめて説明する。次に、実施形態毎にシステム構成例と処理の詳細を説明する。そして、第1の実施形態及び第2の実施形態の手法についてまとめて説明する。なお、以下に説明する各実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また各実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

[0050] 1. 概要

フルカラー画像を撮像するために、R（赤：R e d）、G（緑：G r e e n）、B（青：B l u e）の3種類のカラーフィルタを撮像素子に設けた撮像装置が知られている。このような撮像装置では、カラーフィルタのバンド数が少ないため、各バンドに対応した画素のサンプル密度は比較的高く、高

精度な通常画像の生成が可能であった。

[0051] しかし、３種類のカラーフィルタから取得した撮像情報だけでは、被写体の詳細なスペクトル情報を推定する際に、十分な推定精度が得られないという問題がある。

[0052] これに対して、近年、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、例えば前述した特許文献１や特許文献２に示されるように、４種類以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いて被写体のスペクトル情報（分光情報）を取得する装置が提案されている。

[0053] しかし、特許文献１や特許文献２の手法では、処理が複雑になってしまうことに加えて、各バンドのサンプル密度が下がってしまうため、原理的に解像度の低下は避けられない。そして、各バンドのサンプル密度の低下は通常画像の精度の低下に繋がり、結果として、偽色の発生等により画質が劣化してしまうという問題点がある。

[0054] 一方、前述した特許文献３では、撮像素子とは別にスペクトル計測用のセンサを設置した撮像装置を用いて、スペクトル計測用のセンサから得られる情報により色再現性を向上させる補正情報を生成し、撮像素子から得られた通常画像（ＲＧＢ画像）を補正する方法も提案されている。

[0055] しかし、特許文献３に示されているような手法では、装置の大型化やコストについての問題がある。

[0056] そこで、以下で説明する第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置等によれば、４種類以上の異なる分光感度特性を有する単板マルチバンド撮像素子を用いて、画質の劣化を最小限に抑えながら、推定されたスペクトル情報を用いた通常画像の補正をすることが可能となる。

[0057] 以下の第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置は、通常画像の色補正、被写体の光源検出、被写体検出等に対して効果的に使用することができる。この際には、被写体のスペクトル情報を推定し、それらスペクトル情報に基づいた処理の結果を通常画像の補正に使用する。

[0058] 2. 第1の実施形態

第1の実施形態では、既知の光源下で画素毎にスペクトル推定を行い、色再現性を向上した補正画像を生成する例について説明する。

[0059] 2. 1 システム構成例

図1は第1の実施形態のシステム構成図である。

[0060] 撮像装置101は、被写体像を光電変換するための4種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタを内蔵したマルチバンド撮像素子107と、各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路110を備えている。そして、デジタルプロセス回路110には、図1のように本実施形態の特徴であるスペクトル推定結果に基づき補正画像を生成するための機能部として、通常画像生成部118と、特殊波長補間画像生成部130と、スペクトル推定部119と、補正情報生成部120と、補正画像生成部121とが設けられている。また、マルチバンド撮像素子107は、通常画像生成用カラーフィルタ1071と、補正情報生成用カラーフィルタ1072とを有している。なお、撮像装置101は、図1の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。

[0061] 次に各部の接続について説明する。マルチバンド撮像素子107は、通常画像生成部118と、特殊波長補間画像生成部130に接続されている。そして、通常画像生成部118は、補正画像生成部121に接続されており、特殊波長補間画像生成部130は、スペクトル推定部119に接続されている。また、スペクトル推定部119は、補正情報生成部120に接続されており、補正情報生成部120は、補正画像生成部121に接続されている。

[0062] また、図1の構成を備えた撮像装置の全体像の例を図2に示す。

[0063] 撮像装置101は、各種レンズ（撮像レンズ）から構成される撮像レンズ系102と、レンズ系102の伸縮駆動やレンズ系内のズームレンズ及びフォーカスレンズの駆動を行うためのレンズ駆動機構103と、レンズ駆動機構103を制御するためのレンズドライバ104と、レンズ系102の絞り

及びシャッタ内を制御するための露出制御機構 105 と、露出制御機構 105 を制御するための露出制御ドライバ 106 と、被写体像を光電変換するための 4 種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタを内蔵したマルチバンド撮像素子 107 と、撮像素子を駆動するための撮像素子ドライバ 108 と、アナログアンプ及び A/D 変換器等を含むプリプロセス回路 109 と、記録画像生成のための色信号処理や圧縮伸張処理、その他各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路 110 と、外部の記録媒体であるメモリカードとのインタフェースであるカードインタフェース 111 と、LCD (Liquid Crystal Display) 画像表示系 112 と、リリーススイッチや設定ボタンなど各種スイッチからなる操作スイッチ系 113 と、操作状態及びモード状態等を表示するための操作表示系 114 と、各種設定情報等を設定するための不揮発性メモリ 115 と、各部を統括的に制御するためのシステムコントローラ 116 と、を備えている。

[0064] 次にデジタルプロセス回路 110 で行われる処理について説明する。

[0065] 通常画像生成部 118 では、マルチバンド撮像素子 107 の通常画像生成用カラーフィルタ 1071 を用いて得られた RAW データの各画素に対してデモザイキング処理を行うことで通常画像を生成する。

[0066] 特殊波長補間画像生成部 130 では、マルチバンド撮像素子 107 の補正情報生成用カラーフィルタ 1072 を用いて得られた画素値に基づいて、特殊波長補間画像を生成する。

[0067] スペクトル推定部 119 では、特殊波長補間画像生成部 130 で生成された特殊波長補間画像と、予めスペクトル推定部 119 内に保持している光源情報と、を用いてスペクトル推定を行う。

[0068] 補正情報生成部 120 では、スペクトル推定部 119 から得られたスペクトル情報を用いて、RGB 画像（通常画像）に対する補正情報を生成する。

[0069] 補正画像生成部 121 では、通常画像生成部 118 で生成された RGB の通常画像と、補正情報生成部 120 で得られた補正情報を用いて、補正画像を生成する。

- [0070] そして、信号処理部 123 において、色信号生成処理等の各種デジタル処理を行った後、最終的な処理結果画像を生成する。
- [0071] なお、通常画像生成部 118 と、特殊波長補間画像生成部 130 と、スペクトル推定部 119 と、補正情報生成部 120 と、補正画像生成部 121 の機能は、各種プロセッサ（CPU 等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。
- [0072] また、撮像装置 101 においては、システムコントローラ 116 が全ての制御を統括的に行っており、レンズドライバ 104、露出制御ドライバ 106 及び撮像素子ドライバ 108 によるマルチバンド撮像素子 107 の駆動を制御して露光（電化蓄積）及び信号の読み出しを行い、それをプリプロセス回路 109 を介して A/D 変換した後にデジタルプロセス回路 110 に取り込み、デジタルプロセス回路 110 内で各種信号処理を施した後にカードインタフェース 111 を介してメモリカード 117 に記録するようになっている。
- [0073] そして、マルチバンド撮像素子を構成する各画素上に配置される 4 種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタの配置例として、5 種類の分光感度特性を有するカラーフィルタアレイ（以下 CFA : Color Filter Array）を図 3 に示している。ここでは通常画像生成用の RGB のサンプル密度を重視し、RGB の画素が特殊波長 C1 及び C2 の画素に比べて多く配置されている。
- [0074] さらに、通常 3 種類のカラーフィルタのベイヤー配列の CFA において、最も密度の高い G の画素の情報を用いてデモザイキング処理をする手法が一般的である。そこで図 3 に示す CFA においても、G の画素はベイヤー配列と同じサンプル密度を有するように、ベイヤー配列における R 画素、B 画素の位置に特殊波長 C1 及び C2 の画素を配置している。また、実際の撮像素子は、図 3 の CFA が繰り返し配置されることにより構成される。
- [0075] さらに、前述した特許文献 2 等において用いられるカラーフィルタは、例えば図 4 のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。特

許文献2等では、C 1 及びC 2 を用いて得られる画素値も通常画像を生成するために用いる。そのため、B 及びGの相対感度が低くなる範囲をC 1 及びC 2 で補うために、特殊波長用のC 1 及びC 2 のバンドがB 及びGのバンドと重複している。

[0076] 一方、本実施形態において用いられるカラーフィルタは、例えば図5のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。本実施形態では、特許文献2等と異なり、補正情報を生成するためにC 1 及びC 2 から得られる画素値を使用する。そのため、特殊波長用のC 1 及びC 2 のバンドは、R、G、Bのいずれとも区別しやすいバンドであることが望ましく、図5の例でもC 1 及びC 2 は、R、G、Bのいずれのバンドとも重複していない。

[0077] 2. 2 処理の詳細

次に、補正画像生成処理の流れについて図6を用いて説明する。ここでは、先に処理全体の流れを簡単に説明し、その後、各ステップの詳細について説明する。

[0078] まず、マルチバンド撮像素子107から得られたRAWデータ（入力データ）の読み込みを行い（S401）、RGB画素のデータに対してデモザイキング処理を行い、通常画像（RGB画像）を生成する（S402）。

[0079] さらに、特殊波長画素のデータに対してもデモザイキング処理を行い、特殊波長補間画像を生成する（S403）。

[0080] そして、予めスペクトル推定部119に記憶されている光源情報の読み込みを行い（S404）、ステップS403で生成された特殊波長補間画像と、ステップS404で読み出された光源情報を用いてスペクトル推定処理を行う（S405）。

[0081] 次に、ステップS405で推定されたスペクトル情報を用いて通常画像に対する補正情報を生成する（S406）。最後に、ステップS402で生成された通常画像をステップS406で生成された補正情報に対応させるために領域分割処理を行った後（S407）、通常画像に補正処理を行うことで補正画像を生成する（S408）。

[0082] ここで、ステップS 4 0 2 及びステップS 4 0 3 の通常画像生成処理について説明する。

[0083] 通常、3種類のカラーフィルタのベイヤー配列のC F Aにおいて、最も密度の高いGの画素の情報を用いてデモザイキング処理をする手法が一般的である。図3に示すようなマルチバンド撮像素子でもGの画素をデモザイキング処理し、Gの通常画像の高周波成分を利用してRおよびBのデモザイキング処理を行うことが可能である。特許文献4には、補間を行う注目画素に対して、周辺の画素情報やエッジの方向を考慮して補間を行う技術が公開されている。

[0084] 特殊波長画素のデモザイキングについても種々のデモザイキング手法で通常画像を生成することが可能である。ただし、図3のマルチバンド撮像素子では、R G Bの画素と比べて特殊波長C 1 及びC 2 の画素のサンプル密度は低い。このため、高周波成分の情報を復元出来ずに全体的にボケた画像になってしまう。

[0085] このステップS 4 0 2 およびステップS 4 0 3 での通常画像生成処理において、R G Bの通常画像を生成する際にはR G B画素だけの情報を使用し、特殊波長の補間画像を生成する際には特殊波長画素の情報だけを使用して補間処理を行う。R G Bと特殊波長の分光感度特性に相関が無い場合には、R G Bと特殊波長を独立してデモザイキング処理することで、特殊波長画素のみで撮像された構造（エッジ情報）を保持することが可能である。

[0086] ただし、R G Bと特殊波長の分光感度特性に相関がある場合には、全てのバンドの情報を使用してデモザイキング処理することで、高周波成分を保持した通常画像の生成が可能である。通常画像を生成する際にどのバンドの情報を使用するかは、R G Bと特殊波長の分光感度特性に相関があるかどうかにより判断する。また、通常画像と特殊波長補間画像は同じ解像度である必要はない。

[0087] 次に、ステップS 4 0 5 のスペクトル推定処理について説明する。

[0088] マルチバンド撮像された画像から被写体の分光反射率を推定する手法とし

て、画素毎に分光反射率を推定する手法が知られている。

[0089] 撮像された画像の位置（ x 、 y ）、バンド b における画素値 g （ x 、 y 、 b ）と、対応する被写体の分光反射率 t （ x 、 y 、 λ ）の間には、次式（1）の関係が成り立つ。

[0090] [数1]

$$g(x, y, b) = \int f(b, \lambda) s(\lambda) e(\lambda) t(x, y, \lambda) d\lambda + n(b) \quad \cdots (1)$$

[0091] ここで、 λ は波長、 f （ b 、 λ ）はバンド b のカラーフィルタの分光感度特性、 s （ λ ）はカメラの分光感度特性、 e （ λ ）は光源の分光放射特性、 n （ b ）はバンド b における撮像ノイズを表す。なお、 b はバンドを識別する通し番号であり、図2のCFAにおいては $1 \leq b \leq 5$ を満たす整数値である。実際の計算では、式（1）を波長方向に離散化した次式（2）を用いる。

[0092] [数2]

$$G(x, y) = F E S T(x, y) + N \quad \cdots (2)$$

[0093] ここで、波長方向のサンプル点数を D 、バンド数を B とすれば、 G （ x 、 y ）は位置（ x 、 y ）における画素値 g （ x 、 y 、 b ）に対応する B 行1列の行列である。同様に T （ x 、 y ）は t （ x 、 y 、 λ ）に対応する D 行1列の行列、 F は f （ b 、 λ ）に対応する B 行 D 列の行列である。 S は D 行 D 列の対角行列であり、対角要素が s （ λ ）に対応している。 E も同様に D 行 D 列の対角行列であり、対角要素が e （ λ ）に対応している。

[0094] また、 N は n （ b ）に対応する B 行1列の行列である。式（2）では、行列を用いて複数のバンドに関する式を集約しているため、バンド数を表す変数 b が陽に記述されていない。また、波長 λ に関する積分は行列の積に置き換えられている。

[0095] 次に被写体の分光反射率を推定する手法として、Wiener推定を用いる。Wiener推定は、ノイズが重畳された信号から原信号を推定する手法であり、分光反射率の推定値（式（3）の左辺）は次式（3）で求めることができる。

[0096] [数3]

$$\hat{T}(x,y) = R_{ss}(FSE)^t((FSE)R_{ss}(FSE)^t + R_{nn})^{-1}G(x,y) \quad \cdots \quad (3)$$

[0097] ここで、 R_{ss} はD行D列の行列であり、対象とする被写体の分光反射率の共分散行列を表す。 R_{nn} はB行B列の行列であり、撮像に使用するカメラのノイズの共分散行列を表す。また $()^t$ は転置行列を、 $()^{-1}$ は逆行列をそれぞれ表す。

[0098] なお、上記では、通常画像に対して画素毎にスペクトル推定を行う手法について説明を行ったが、スペクトル推定手法はこれに限られるものではない。例えば、マルチバンド撮像素子107から得られたRAWデータの状態で画素領域毎にスペクトル推定を行うものでもよい。RAWデータから直接スペクトル推定を行う手法として、学習用データに対する主成分分析により予め求められた領域毎の基底データを使用して、基底データの線形結合によりスペクトル推定を行う手法を適用することが可能である。RAWデータから直接スペクトル推定を行うことで、デモザイキング処理の精度がスペクトル推定に影響するのを避けることが可能である。ただし、スペクトル推定手法はデモザイキング済みのデータに対して処理する手法が多く、特殊波長の補間画像を生成しておくことで、様々なスペクトル推定手法を適用することが可能となる。

[0099] また、スペクトル推定に使用するバンドは全バンドである必要はない。例えば図7に示すCFAのように特殊波長の画素の種類が多い場合には、特殊バンドの情報のみからスペクトルを推定してもかまわない。4種類以上の情報を用いてスペクトル推定を行うことで、3種類の情報を用いるよりも高精度なスペクトル推定が可能である。ただし、図3に示すCFAのように特殊波長の画素の種類が3種類以下の場合には、RGBの通常画像も使用してスペクトル推定を行う。

[0100] また、スペクトル推定に使用する光源情報は、予めスペクトル推定部119に保持されている光源情報を使用した。図2に示す光源検出センサ124から得られた情報を使用することも可能である。光源検出センサからの情

報を用いることで、予め情報を保持していない光源にも対応することが可能となる。

[0101] 次に、ステップS 4 0 6の補正情報生成処理について説明する。

[0102] ここでは、色再現性の向上を目的として、スペクトルデータの画素毎に補正情報を生成する例について説明する。スペクトルデータの画素毎に補正情報を生成する手法は特許文献5に公開されている。

[0103] すなわち、ステップS 4 0 5で推定されたスペクトルデータを用いて、推定されたスペクトルデータの画素（p、q）毎に対応付けられるマトリクスを生成し、この画素（p、q）毎のマトリクスのデータと、画素（p、q）に関する画素位置データとの組を出力する。

[0104] 具体的には、図8に示すような縦方向にM 1個、横方向にM 2個、波長方向にD個の要素を有するスペクトルデータを受け取り、受け取ったスペクトルデータから式（4）によって、スペクトルデータの画素（p、q）毎のマトリクスを全画素位置に関して生成し、生成した画素毎のマトリクスのデータと、画素（p、q）に関する画素位置データとの組を出力する。ここで、スペクトルデータの画素の数は、スペクトルデータの要素の数と同一である。つまり、pは $0 < p \leq M 1$ を満たす自然数であり、qは $0 < q \leq M 2$ を満たす自然数である。

[0105] [数4]

$$A(p,q) = KK^T H^T (HKK^T H^T + C)^{-1} \dots \quad (4)$$

[0106] ここで、A（p、q）はスペクトルデータの画素（p、q）毎に定められたマトリクスを意味する。また、KはM個のスペクトルデータを列ベクトルとして配列したD行M列の行列を意味する。さらにHはオリジナルのスペクトル情報T（x、y）とそれに対応する画像データG（x、y）と、画像データに含まれるノイズを示す3次元列ベクトルNとの間の式（5）で示す入出力関係を規定する3行D列の行列を意味し、具体的には式（6）で表される。また、Cはノイズの共分散行列を意味する。

[0107]

[数5]

$$G(x, y) = HT(x, y) + N \quad \cdots \quad (5)$$

[0108] [数6]

$$H = FES \quad \cdots \quad (6)$$

[0109] なお、本実施形態では、領域毎に補正情報を生成したが、当然画像全体に対して1つの補正情報を生成しても構わない。画像全体に対して1つの補正情報を生成することにより、簡便な処理が可能となる。画像全体に対して1つの補正情報を生成する場合には、例えば次式(7)で表すことが可能である。ここで、 A_w は画像全体に対する補正マトリクスを、 M はスペクトルデータの数、つまり $M_1 \times M_2$ を意味する。

[0110] [数7]

$$A_w = \frac{1}{M} KK^T H^T \left(\frac{1}{M} H K K^T H^T + C \right)^{-1} \quad \cdots \quad (7)$$

[0111] 次に、ステップS407の領域分割処理について説明する。

[0112] ここでは、ステップS402で生成された通常画像に対して、ステップS406で生成された補正マトリクスとの対応をとるための領域分割処理を行い、通常画像の1つの領域が1つの補正マトリクスに対応するようにする。

[0113] 図8に示す通り、通常画像が縦方向に N_1 個、横方向に N_2 個の要素を有し、スペクトルデータが縦方向に M_1 個、横方向に M_2 個の要素を有する際に、通常画像の領域は縦方向に N_1 / M_1 、横方向に N_2 / M_2 のサイズの領域に分割される。

[0114] ただし、ステップS403での特殊波長補間画像を縦方向に N_1 個、横方向に N_2 個のサイズで生成、もしくはステップS406の補正情報生成処理時にスペクトルデータを N_1 、 N_2 のサイズにアップサンプリングする処理を行う場合には、このステップS407の領域分割処理は不要である。また、当然、ステップS406で画像全体に対して1つの補正情報を生成した場合もステップS407の領域分割処理は不要である。

[0115] 次に、ステップS408の補正画像生成処理について説明する。

[0116] ステップS408では、ステップS407で領域分割された通常画像に対して、ステップS406で生成された補正マトリクスを使用して補正画像を生成する。補正画像を生成するために、まずは通常画像と補正マトリクスを使用して、画素毎のスペクトルを推定し、推定されたスペクトルデータをRGBデータに変換することで、補正画像が生成される。

[0117] 画素毎のスペクトルは式(8)で求められる。

[0118] [数8]

$$\hat{T}_{p,q}(x,y) = A(p,q)G(x,y) \quad \cdots \quad (8)$$

[0119] そして、スペクトル推定手段によりRGBへと変換するマトリクスを作成し、通常画像を生成することが出来る。ここで、スペクトルデータをRGBへと変換するには、式(9)～式(11)の3刺激値XYZを経由するのが一般的である。(1)式において、 $f(b, \lambda)$ には等色関数で規定されている x_t 、 y_t 、 v_t をそれぞれ使用する。ここで、式(12)は式(8)の左辺を波長方向に連続的な形式に変換したものである。

[0120] [数9]

$$X(x,y) = \int x_t(\lambda)s(\lambda)e(\lambda)\hat{t}(x,y,\lambda)d\lambda + n \quad \cdots \quad (9)$$

[0121] [数10]

$$Y(x,y) = \int y_t(\lambda)s(\lambda)e(\lambda)\hat{t}(x,y,\lambda)d\lambda + n \quad \cdots \quad (10)$$

[0122] [数11]

$$Z(x,y) = \int z_t(\lambda)s(\lambda)e(\lambda)\hat{t}(x,y,\lambda)d\lambda + n \quad \cdots \quad (11)$$

[0123] [数12]

$$\hat{t}(x,y,\lambda) \quad \cdots \quad (12)$$

[0124] 3刺激値XYZからRGBへの変換は 3×3 のマトリクスを用いて式(13)により求める。

[0125]

[数13]

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \cdots \quad (13)$$

[0126] これらの処理により、高精度に推定されたスペクトル情報を用いた通常画像の補正が可能となる。本実施形態では、4種類以上のデータから推定されたスペクトルデータを用いて、通常画像の各画素位置における色を補正することで、色再現性の向上が可能となる例について説明した。RGBのサンプル密度は極力減らさないようにしながら、RGB以外の波長情報を取得可能な画素を配置したCFAを使用し、エッジ等の画質に関わる情報は通常画像を、色再現性に関わるスペクトル情報は4種類以上から推定されたスペクトルをそれぞれ使用することで、3種類のカラーフィルタの撮像装置で撮像した画像に比べて、画質劣化を最小限に抑えながらも色再現性を向上した画像が生成可能である。

[0127] 2. 3 変形例

本変形例では、推定されたスペクトルデータを用いて特定領域（被写体）を検出し、検出された領域を強調処理した画像を通常画像に重畳させた補正画像を生成する例について説明する。

[0128] 本変形例のシステム構成例を図9に示す。本変形例のシステム構成は、第1の実施形態の構成を基本とするが、デジタルプロセス回路110内で行う処理の内容が異なる。具体的には、図9に示すように、デジタルプロセス回路110は、注目領域検出部140と、表示態様設定部150とをさらに含む。

[0129] ここで、注目領域検出部140は、補正画像内で強調して表示したい注目領域を検出する。

[0130] これに対して、表示態様設定部150は、注目領域検出部140が検出した注目領域に対して表示態様の変更処理を行う。

[0131] なお、注目領域検出部140と、表示態様設定部150の機能は、各種プ

ロセッサ（CPU等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェア、プログラムなどにより実現できる。

[0132] 次に、本変形例での補正画像生成の処理の流れについて図10を用いて説明する。なお、ステップS701からS705までは第1の実施形態と同様なので説明を省略する。

[0133] まず、検出したい対象物のスペクトル情報（検出対象スペクトル情報）を読み込み（S706）、ステップS705で推定されたスペクトルデータと、読み込んだ検出対象スペクトル情報との比較を行い、特定のスペクトルを有する領域を検出する（S707）。

[0134] 推定されたスペクトル値のデータと、検出対象スペクトルデータとの比較方法としては、例えば波長毎の差を用いて評価する。図11に示すような2つのスペクトルデータR1（実線）とR2（破線）の比較を行う場合には、次式（14）により求められるEの値を画素毎の評価値とすることが可能である。もしくは簡便な処理のために、予め設定された閾値以下であれば、2つのスペクトルデータR1とR2は一致していると判定することも可能である。式（14）では波長の範囲を380-780nmとして記載しているが、任意の範囲で計算可能である。

[0135] [数14]

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=380}^{780} \sqrt{(R_1(\lambda_i) - R_2(\lambda_i))^2} \quad \dots \quad (14)$$

[0136] ここで、 λ は波長を、 n は波長方向のサンプル点数を表す。

[0137] そして、求められたEの値に基づき、図12のような2次元の評価値マップを作成する。Eの値は低い程検出したいスペクトルに近いことを意味するが、図12では分かりやすいように輝度値が明るい程、検出したいスペクトルに近い領域であることを示している。

[0138] そして、ステップS702で生成された通常画像と、ステップS707で生成された評価値マップを用いて、検出したいスペクトルデータを持つ領域だけを強調して表示する（S708）。特定領域を強調して表示する方法と

しては、例えば、評価値マップで検出したいスペクトルに近いと判定されている領域のみコントラストを上げた画像を生成する方法などがある。

[0139] 本変形例では、4種類以上のデータから領域毎に推定されたスペクトルデータを、検出したい特定被写体のスペクトルデータと比較することで特定領域の検出を行い、検出された領域のみを強調表示した通常画像を生成する例について説明した。本発明のように撮像素子が1つである撮像装置では、動画像として特定領域を検出して視認性を高めた画像を表示することが可能であり、医療用画像において、血管や病変部の検出を目的とした撮影に効果的である。医療用画像においては、780nmよりも長波長側の近赤外と呼ばれる波長帯域の情報が有効な場合があるが、本発明は近赤外領域においても同様の効果を得ることが可能である。

[0140] また、本変形例ではスペクトルデータに基づき検出された領域情報は、通常画像の強調表示のみに使用したが、その他の処理に使用することも可能である。例えば、動画像においてスペクトルデータに基づき検出された領域情報を使用して、特定の被写体を追跡するトラッキング処理を行うことが可能である。

[0141] 3. 第2の実施形態

本実施形態では、未知の光源下での撮像時に、特殊波長画素の情報により光源推定を行い、推定された光源情報を用いて画像の色味を補正するホワイトバランス補正を行う例について説明する。

[0142] 3. 1 システム構成例

本実施形態では、図1に示す第1の実施形態の構成を基本とするが、デジタルプロセス回路110内で行う処理の内容が異なる。具体的には、スペクトル推定部119と、補正情報生成部120と、補正画像生成部121の処理が異なる。詳しくは後述する。

[0143] 図13は本実施形態におけるマルチバンド撮像素子の例として、RGBの画素に加えて16種類の特殊波長C1～C16の画素が配置されたCFAを示している。16種類程度の情報が得られれば十分な精度で光源推定を行え

るという知見が経験的に得られている。そこで、本実施形態ではこの16種類の画素の情報を用いて光源を推定する。本実施形態において用いられるカラーフィルタは、例えば図14のグラフのような分光感度特性を有するカラーフィルタである。

[0144] 3. 2 処理の詳細

次に、ホワイトバランス補正画像生成処理の流れについて図15のフローチャートを用いて説明する。

[0145] まず、マルチバンド撮像素子から得られたRAWデータ（入力データ）の読み込みを行い（S1101）、RGB画素のデータに対してデモザイキング処理を行い、通常画像を生成する（S1102）。

[0146] さらに、特殊波長画素のデータに対してもデモザイキング処理を行い特殊波長補間画像を生成する（S1103）。ただし、本実施形態においては、その後のステップの処理を簡便化するためにデータ数が少ないことが望ましい。そのため、特殊波長の補間処理を行わずに、ステップS1101の入力データの読み込みの際に、特殊波長画素だけを読み込む間引き読み出しを行うように撮像素子ドライバ108を設定しておいてもよい。全画素数が 4000×3000 画素の撮像素子において、図13のCFAを使用した場合、特殊波長画素だけ間引き読み出しを行い、図16に示す太枠内を同一の画素として扱えば 250×375 画素のデータとなる。各太枠内にはC1～C16の全ての画素の情報が含まれているためにデモザイキング処理を行う必要が無く、このデータをそのまま使用することが可能である。

[0147] 次に、通常画像内で光源色画素を抽出する（S1104）。光源色画素の抽出方法としては、例えば色温度（R/G、B/G）を算出し、図17に示すように黒体放射軌跡の周辺領域内に含まれていれば光源色と判定することが可能である。ここで、処理の簡易化のためにデータ数は少ない方が望ましいため、例えばステップS1103で算出される 250×375 画素のサイズに通常画像を縮小したデータを使用しても構わない。

[0148] そして、光源色として推定された画素の光源スペクトルデータを算出する

(S 1 1 0 5)。光源色と推定された画素は被写体の分光反射率が波長によらず一定（白色被写体）であることが想定されるので、光源のスペクトルを推定することが可能である。つまり、第1の実施形態では、(1)式において被写体の分光反射率 $t(x, y, \lambda)$ を推定する処理を行ったが、本実施形態では、 $e(\lambda)$ の推定を行うこととなる。

[0149] しかし、ステップ S 1 1 0 4 で抽出された画素は色温度の評価では光源色と判定されていても、有彩色の被写体を光源色と誤認識している可能性がある。

[0150] そこで、予め補正情報生成部 1 2 0 に記憶されている光源スペクトルデータを読み込み (S 1 0 6)、推定された光源スペクトルデータとの比較を行い、光源色であるか改めて判定を行う (S 1 1 0 7)。色温度では光源色なのか被写体色なのか区別不可能な色であっても、スペクトルで比較することで区別可能である。

[0151] そして、通常画像を領域分割し (S 1 1 0 8)、ステップ S 1 1 0 7 での判定結果に基づき、通常画像に対するホワイトバランス補正係数に基づいて、補正画像を生成する (S 1 1 0 9)。光源の推定、補正係数の作成は画像全体に対して1つでも構わないし、任意の画素領域毎に行っても構わない。画像全体に対して1つの補正係数を使用する場合は、ステップ S 1 1 0 8 の領域分割処理は必要無い。

[0152] これらの処理により、光源色の抽出精度が向上し、正しいホワイトバランス処理を行うことが可能となる。なお、本実施形態では、ステップ S 1 1 0 4 の光源色画素の抽出処理は通常画像を用いて行ったが、当然特殊波長画素の情報を用いて判定しても構わない。すなわち、特殊波長画素から色温度を算出してもよい。色温度の算出方法としては、特殊波長画素の情報を色温度空間に射影する方法、もしくは特殊波長画素が RGB のいずれかに属すると仮定し、RGB の情報として (R/G 、 B/G) を算出することが可能である。ただし、RGB 画素に比べて特殊波長画素は離れて配置されているために、異なる被写体の情報を1つの情報として扱ってしまう可能性がある。光

源推定精度を重視する場合には、通常画像生成が難しくなるが、図 18 に示すような特殊波長画素がまとまって配置されている C F A を用いることが可能である。この場合にはステップ S 1 1 0 4 での光源色画素抽出処理を高精度に行うことが可能であり、ステップ S 1 1 0 6 で読み込む光源スペクトルとの比較を行わずに、ステップ S 1 1 0 5 で推定される光源スペクトルをそのまま、光源推定の結果としてステップ S 1 1 0 9 での補正画像生成処理に用いてもよい。

[0153] 3. 3 変形例

本変形例では、光源色画素を推定することなく、直接スペクトルデータの比較により光源推定を行い、ホワイトバランスを補正した画像を生成する例について説明する。

[0154] 本変形例では、第 2 の実施形態の構成を基本としてデジタルプロセス回路 1 1 0 内での処理が異なる。具体的には、スペクトル推定部 1 1 9 が行う処理の内容が異なる。

[0155] 次に、本変形例の処理の流れについて図 19 のフローチャートを用いて説明する。

[0156] 第 2 の実施形態では、画像内の光源色画素を抽出してから光源スペクトル推定を行ったが、本変形例では特殊波長画素の全画素に対してスペクトルを算出する (S 1 5 0 4)。しかし、光源の情報、被写体の分光反射率が未知の状態であるため、このままではスペクトル推定処理は行えない。そこで、本例では、光源は波長によらず一定な光源 (白色光源) であると仮定し、スペクトル推定を行う。

[0157] 次に、光源スペクトル情報を読み込む (S 1 5 0 5)。例えば、図 20 に示す三波長型昼白蛍光灯のように特定の波長領域に輝線が立ったスペクトルを持った光源情報を読み込む。そして、ステップ S 1 5 0 4 で推定されたスペクトルデータと、ステップ S 1 5 0 4 で読み込まれた光源スペクトルデータを比較し、特定の波長領域の輝線のような特徴が一致するか判定を行い、光源推定を行う (S 1 5 0 6)。被写体を照射する光源が輝線のような特徴

を持ったスペクトルである場合、推定されたスペクトルデータにもその特徴が反映されていることが予想される。

[0158] 本変形例では、太陽灯のような広い波長領域に対してブロードなスペクトルを持つ光源の検出には不向きであるが、一般的にホワイトバランス補正が難しいとされている蛍光灯のような輝線を持った光源に対して効果的である。

[0159] 4. 手法のまとめ

次に、第1の実施形態及び第2の実施形態の手法についてまとめて説明する。

[0160] 以上の実施形態の撮像装置101では、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタ1071と、通常画像生成用カラーフィルタ1071とは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタ1072とがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子107と、通常画像生成用カラーフィルタ1071を用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部118と、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ1072を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部119と、スペクトル推定部119により得られるスペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部120と、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部121と、を含む。

[0161] 本実施形態では、例えば前述した図3のように、各画素に対して、1つのバンドに対応するカラーフィルタが割り当てられている。さらに、通常画像生成用カラーフィルタ1071としては、R用、G用、B用のカラーフィルタを用い、補正情報生成用カラーフィルタ1072としては、C1用、C2用のカラーフィルタを用いる。

[0162] そして、通常画像生成部118が、通常画像生成用カラーフィルタ1071を用いて得られた画素値の補間処理を行い、欠落画素の画素値が補間され

た通常画像を生成する。

[0163] ここで、前述したように、本例では、各画素に対して1つのバンドに対応するカラーフィルタが割り当てられているため、G用のカラーフィルタが割り当てられている画素については、Gの画素値のみが得られ、その他のR、B、C1、C2の画素値が得られない。このように、この画素については、R、B、C1、C2に対しての画素値が欠落しているため、R、B、C1、C2についての欠落画素と呼ぶ。

[0164] したがって、例えばRの欠落画素に対しては、その欠落画素の周囲の画素において得られたRの画素値を用いて補間処理を行い、その画素におけるRの画素値を推定する。

[0165] ここでは、通常画像生成用カラーフィルタ1071を用いて得られた画素値、すなわち、R用、G用、B用のカラーフィルタを用いて得られた画素値を用いて、補間処理を行う。その結果として、全ての画素についてR、G、Bの画素値が求められた通常画像が得られる。

[0166] 次に、スペクトル推定部119が、通常画像生成用カラーフィルタ1071と補正情報生成用カラーフィルタ1072のうち、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ1072を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行う。スペクトル推定処理の具体例については、前述した通りである。

[0167] そして、補正情報生成部120が、スペクトル推定値に基づいて、通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する。

[0168] さらに、補正画像生成部121が、補正情報に基づいて通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する。

[0169] これにより、画質の劣化を抑えながら、推定したスペクトル情報を用いて通常画像の補正をすることができる。

[0170] また、単板マルチバンド撮像素子107を使用することでコスト、装置の肥大化を抑えることも可能となる。

[0171] ここで、通常画像の精度を低下させないためには、ベイヤー配列に比べて

、通常画像生成用カラーフィルタのサンプル密度をできる限り減らさずに補正情報生成用カラーフィルタを配置することが望ましい。

[0172] すなわち、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 は、R用のカラーフィルタと、G用のカラーフィルタと、B用のカラーフィルタを有していてもよい。そして、補正情報生成用カラーフィルタ 1072 は、R用のカラーフィルタとG用のカラーフィルタとB用のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度で、カラーフィルタアレイに配置されてもよい。

[0173] これにより、RGBの通常画像の精度の低下を最小限に抑えること等が可能となる。なお、補正情報生成用カラーフィルタから得られる画素値は通常画像の補正に使用するのみであるため、補正情報生成用カラーフィルタを高い密度で配置する必要がない。

[0174] また、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 のうちのG用のカラーフィルタは、カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されてもよい。

[0175] すなわち、ベイヤー配列と同様にG用のカラーフィルタが市松模様上に配置されていてもよい。

[0176] これにより、高精度なGの通常画像が生成可能であり、Gの通常画像の高周波成分を用いてR、Bの補間を行えば、R、Bの通常画像の精度低下も抑えること等が可能となる。

[0177] ここで、前述したように、補正情報生成用カラーフィルタ 1072 は、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 よりも低い密度で配置されている。そのため、図8を用いて説明したように、補正情報生成用カラーフィルタ 1072 を用いて得られる画素値の数は、通常画像全体の画素数よりも小さい。

[0178] そこで、補正情報生成部 120 は、スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、通常画像の複数の画素値に対する補正情報を生成してもよい。

[0179] これにより、通常画像の一つの画素に対して補正情報を生成する処理を行

わなくて済み、処理量を軽減すること等が可能になる。

[0180] また、第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置１０１は、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部１４０と、検出した注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部１５０と、を含んでもよい。

[0181] 表示態様設定処理では、例えば、注目領域を明るく表示し、一方で注目領域の外を暗く表示したり、注目領域を赤線で囲む等の視認性を高めるような画像処理を行う。

[0182] これにより、医療用画像などにおいて、病変検出、血管検出などの視認性を高めること等が可能となる。特に前述した第１の実施形態及び第２の実施形態では、単板の撮像素子１０７を用いているために、リアルタイムでの動画像表示を行うこと等が可能である。

[0183] また、第１の実施形態及び第２の実施形態の撮像装置１０１は、補正情報生成用カラーフィルタ１０７２を用いて得られる画素値に基づいて、補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成処理を行う特殊波長補間画像生成部１３０を含んでもよい。そして、特殊波長補間画像生成部１３０は、補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された特殊波長補間画像を生成してもよい。さらに、スペクトル推定部１１９は、特殊波長補間画像に基づいてスペクトル推定処理を行ってもよい。

[0184] これにより、特殊波長補間画像を利用する様々なスペクトル推定手法を適用すること等が可能となる。

[0185] また、特殊波長補間画像生成部１３０は、通常画像生成部１１８により生成される通常画像よりも解像度が低い特殊波長補間画像を生成してもよい。そして、スペクトル推定部１１９は、少なくとも特殊波長補間画像の画素値に基づいて、特殊波長補間画像の解像度でスペクトル推定処理を行ってもよい。さらに、補正情報生成部１２０は、スペクトル推定処理の結果得られた

一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、通常画像の複数の画素値に対する補正情報を生成してもよい。そして、補正画像生成部 121 は、生成された補正情報を用いて、通常画像の解像度で補正処理を行ってもよい。

[0186] なお、通常画像の解像度で補正処理を行うとは、図 8 を用いて前述したように、一つの補正情報を通常画像の複数の画素値に対する補正処理に用いるという意味である。

[0187] これにより、解像度が特殊波長補間画像を用いて補正情報の生成処理を行うこと等が可能となるため、処理量を軽減すること等が可能になる。

[0188] また、スペクトル推定部 119 は、通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求めてもよい。そして、補正情報生成部 120 は、光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

[0189] これにより、RGB の画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度な光源推定を行うこと等が可能となる。

[0190] また、補正画像生成部 121 は、通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する補正処理を行ってもよい。

[0191] これにより、RGB の画素値の情報だけでは光源の判別が難しいシーンであっても、高精度なホワイトバランス補正を行うこと等が可能となる。

[0192] また、補正情報生成部 120 は、通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に補正情報を生成してもよい。そして、補正画像生成部 121 は、補正情報生成部 120 により生成された通常画像内の領域毎の補正情報を用いて通常画像に対する補正処理を行ってもよい。

[0193] これにより、画像に設定した複数の領域の領域毎に、より高精度な補正処理を行うこと等が可能になる。具体的には、前述した注目領域や後述する特定スペクトル領域の判定精度向上や、画像内で異なる光源が存在する場合のホワイトバランスの補正に効果的である。

[0194] また、補正情報生成部 120 は、スペクトル推定部 119 により推定され

たスペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、補正情報を生成してもよい。

[0195] これにより、特定のスペクトルデータを有する特定スペクトル領域の検出を行うこと等が可能となり、RGBの情報だけではその領域の検出が難しいシーンであっても、高精度な領域検出を行うこと等が可能になる。

[0196] また、スペクトル推定部119は、特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求めてもよい。そして、補正画像生成部121は、通常画像に対して、光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行ってもよい。

[0197] これにより、特殊波長補間画像から得られた情報から光源色の画素を推定し、直接光源スペクトルを推定することにより、より少ない処理量で光源推定を行うこと等が可能になる。

[0198] また、スペクトル推定部119は、白色光の光源スペクトルデータに基づいて、特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行ってもよい。そして、補正情報生成部120は、特定波長領域において、スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定してもよい。

[0199] これにより、輝線を持った特徴的なスペクトルの光源推定を簡易的に行うこと等が可能となる。

[0200] また、スペクトル推定部119は、撮像素子107から画素値を読み出す際に、通常画像生成用カラーフィルタ1071を用いて得られる画素値を読み出さず、補正情報生成用カラーフィルタ1072を用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出しした画素値を用いてスペクトル推定処理を行ってもよい。

[0201] これにより、処理の高速化を図ること等が可能になる。

- [0202] また、撮像素子 107 の通常画像生成用カラーフィルタ 1071 及び補正情報生成用カラーフィルタ 1072 は、赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであってもよい。
- [0203] これにより、例えば医療用画像など、赤外領域のスペクトルに特徴がある場合に、より精度の高い補正画像を生成すること等が可能になる。
- [0204] また、赤外光の波長帯域は、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域であってもよい。
- [0205] これにより、790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域にピーク波長を有する赤外フィルタを用いること等が可能になる。
- [0206] また、変形例として、撮像装置 101 は、3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタ 1071 と、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 とは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタ 1072 がアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子 107 と、通常画像生成用カラーフィルタ 1071 を用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部 118 と、少なくとも補正情報生成用カラーフィルタ 1072 を用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部 119 と、特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部 140 と、検出した注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部 150 と、を含んでもよい。

なお、本実施形態の撮像装置等は、その処理の一部または大部分をプログラムにより実現してもよい。この場合には、CPU等のプロセッサがプログラムを実行することで、本実施形態の撮像装置等が実現される。具体的には、情報記憶媒体に記憶されたプログラムが読み出され、読み出されたプログラムをCPU等のプロセッサが実行する。ここで、情報記憶媒体（コンピュータにより読み取り可能な媒体）は、プログラムやデータなどを格納

するものであり、その機能は、光ディスク（DVD、CD等）、HDD（ハードディスクドライブ）、或いはメモリー（カード型メモリー、ROM等）などにより実現できる。そして、CPU等のプロセッサは、情報記憶媒体に格納されるプログラム（データ）に基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち、情報記憶媒体には、本実施形態の各部としてコンピューター（操作部、処理部、記憶部、出力部を備える装置）を機能させるためのプログラム（各部の処理をコンピューターに実行させるためのプログラム）が記憶される。

[0207] 以上のように第1の実施形態及び第2の実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また、撮像装置及び画像生成方法の構成、動作も第1の実施形態及び第2の実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

符号の説明

[0208] 101 撮像装置、102 撮像レンズ系、103 レンズ駆動機構、
104 レンズドライバ、105 露出制御機構、106 露出制御ドライバ、
107 撮像素子（マルチバンド撮像素子、単板マルチバンド撮像素子）、
108 撮像素子ドライバ、109 プリプロセス回路、
110 デジタルプロセス回路、111 カードインタフェース（カードI/F）、
112 画像表示系（LCD）、113 操作スイッチ系（操作SW）、
114 操作表示系、115 不揮発性メモリ（EEPROM）、
116 システムコントローラ（CPU）、117 メモリカード、

1 1 8 通常画像生成部、 1 1 9 スペクトル推定部、 1 2 0 補正情報生成部、

1 2 3 信号処理部、 1 2 4 光源検出センサ、 1 3 0 特殊波長補間画像生成部、

1 4 0 注目領域検出部、 1 5 0 表示態様設定部

請求の範囲

[請求項1]

3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、

前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、

少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、

前記スペクトル推定部により得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成する補正情報生成部と、

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成する補正画像生成部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

[請求項2]

請求項1において、

前記補正情報生成部は、

前記スペクトル推定処理において、一つの画素値から得られる一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成することを特徴とする撮像装置。

[請求項3]

請求項1又は2において、

特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

- [請求項4] 請求項 1 又は 2 において、
 前記通常画像生成用カラーフィルタは、
 R 用のカラーフィルタと、G 用のカラーフィルタと、B 用のカラー
 フィルタを有し、
 前記補正情報生成用カラーフィルタは、
 前記 R 用のカラーフィルタと前記 G 用のカラーフィルタと前記 B 用
 のカラーフィルタのいずれのカラーフィルタよりも低いサンプル密度
 で、前記カラーフィルタアレイに配置されることを特徴とする撮像装
 置。
- [請求項5] 請求項 4 において、
 前記通常画像生成用カラーフィルタのうちの前記 G 用のカラーフィ
 ルタは、
 前記カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の
 偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されることを
 特徴とする撮像装置。
- [請求項6] 請求項 1 又は 2 において、
 前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値に基づ
 いて、前記補正情報を生成するために用いる特殊波長補間画像の生成
 処理を行う特殊波長補間画像生成部を含み、
 前記特殊波長補間画像生成部は、
 前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間
 処理を前記生成処理として行って、欠落画素の画素値が補間された前
 記特殊波長補間画像を生成し、
 前記スペクトル推定部は、
 前記特殊波長補間画像に基づいて前記スペクトル推定処理を行うこ
 とを特徴とする撮像装置。
- [請求項7] 請求項 6 において、
 前記特殊波長補間画像生成部は、

前記通常画像生成部により生成される前記通常画像よりも解像度が低い前記特殊波長補間画像を生成し、

前記スペクトル推定部は、

少なくとも前記特殊波長補間画像の画素値に基づいて、前記特殊波長補間画像の解像度で前記スペクトル推定処理を行い、

前記補正情報生成部は、

前記スペクトル推定処理の結果得られた一つのスペクトル推定値のデータに基づいて、前記通常画像の複数の画素値に対する前記補正情報を生成し、

前記補正画像生成部は、

生成された前記補正情報を用いて、前記通常画像の解像度で前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

[請求項8]

請求項 1 又は 2 において、

前記スペクトル推定部は、

前記通常画像から光源の色を表す光源色画素を抽出し、抽出した前記光源色画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、

前記補正情報生成部は、

前記光源スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定することを特徴とする撮像装置。

[請求項9]

請求項 8 において、

前記補正画像生成部は、

前記通常画像に対して、推定された光源に基づいてホワイトバランスを補正する前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

[請求項10]

請求項 1 又は 2 において、

前記補正情報生成部は、

前記通常画像内に設定された複数の領域の領域毎に前記補正情報を

生成し、

前記補正画像生成部は、

前記補正情報生成部により生成された前記通常画像内の領域毎の前記補正情報を用いて前記通常画像に対する前記補正処理を行うことを特徴とする撮像装置。

[請求項11]

請求項 1 又は 2 において、

前記補正情報生成部は、

前記スペクトル推定部により推定された前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている検出対象のスペクトルデータとの比較処理を行い、前記比較処理の結果に基づいて、特定のスペクトルを有する特定スペクトル領域を検出し、検出した前記特定スペクトル領域の検出結果に基づいて、前記補正情報を生成することを特徴とする撮像装置。

[請求項12]

請求項 6 において、

前記スペクトル推定部は、

前記特殊波長補間画像から光源の色を表す光源スペクトルデータ測定画素を抽出し、抽出された前記光源スペクトルデータ測定画素の光源スペクトルを推定して、光源スペクトル推定値を求め、

前記補正画像生成部は、

前記通常画像に対して、前記光源スペクトル推定値に基づきホワイトバランスを補正する処理を行うことを特徴とする撮像装置。

[請求項13]

請求項 6 において、

前記スペクトル推定部は、

白色光の光源スペクトルデータに基づいて、前記特殊波長補間画像に対してスペクトル推定を行い、

前記補正情報生成部は、

特定波長領域において、前記スペクトル推定値のデータと、予め記憶されている光源スペクトルデータとを比較して、光源を推定するこ

とを特徴とする撮像装置。

[請求項14]

請求項1又は2において、

前記スペクトル推定部は、

前記撮像素子から画素値を読み出す際に、前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出さず、前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られる画素値を読み出す間引き読み出しを行い、間引き読み出しした画素値を用いて前記スペクトル推定処理を行うことを特徴とする撮像装置。

[請求項15]

請求項1又は2において、

前記撮像素子の前記通常画像生成用カラーフィルタ及び前記補正情報生成用カラーフィルタは、

赤外光の波長領域にピーク波長を有する赤外フィルタであることを特徴とする撮像装置。

[請求項16]

請求項15において、

前記赤外光の波長帯域は、

790ナノメートル～820ナノメートル、または905ナノメートル～970ナノメートルの波長帯域であることを特徴とする撮像装置。

[請求項17]

3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタと、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタとがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子と、

前記通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行う通常画像生成部と、

少なくとも前記補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行うスペクトル推定部と、

特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定部

により得られるスペクトル推定値のデータに基づいて検出する注目領域検出部と、

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行う表示態様設定部と、

を含むことを特徴とする撮像装置。

[請求項18]

3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、

少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、

前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値に基づいて、前記通常画像の画素値を補正する補正情報を生成し、

前記補正情報に基づいて前記通常画像の補正処理を行って、補正画像を生成することを特徴とする画像生成方法。

[請求項19]

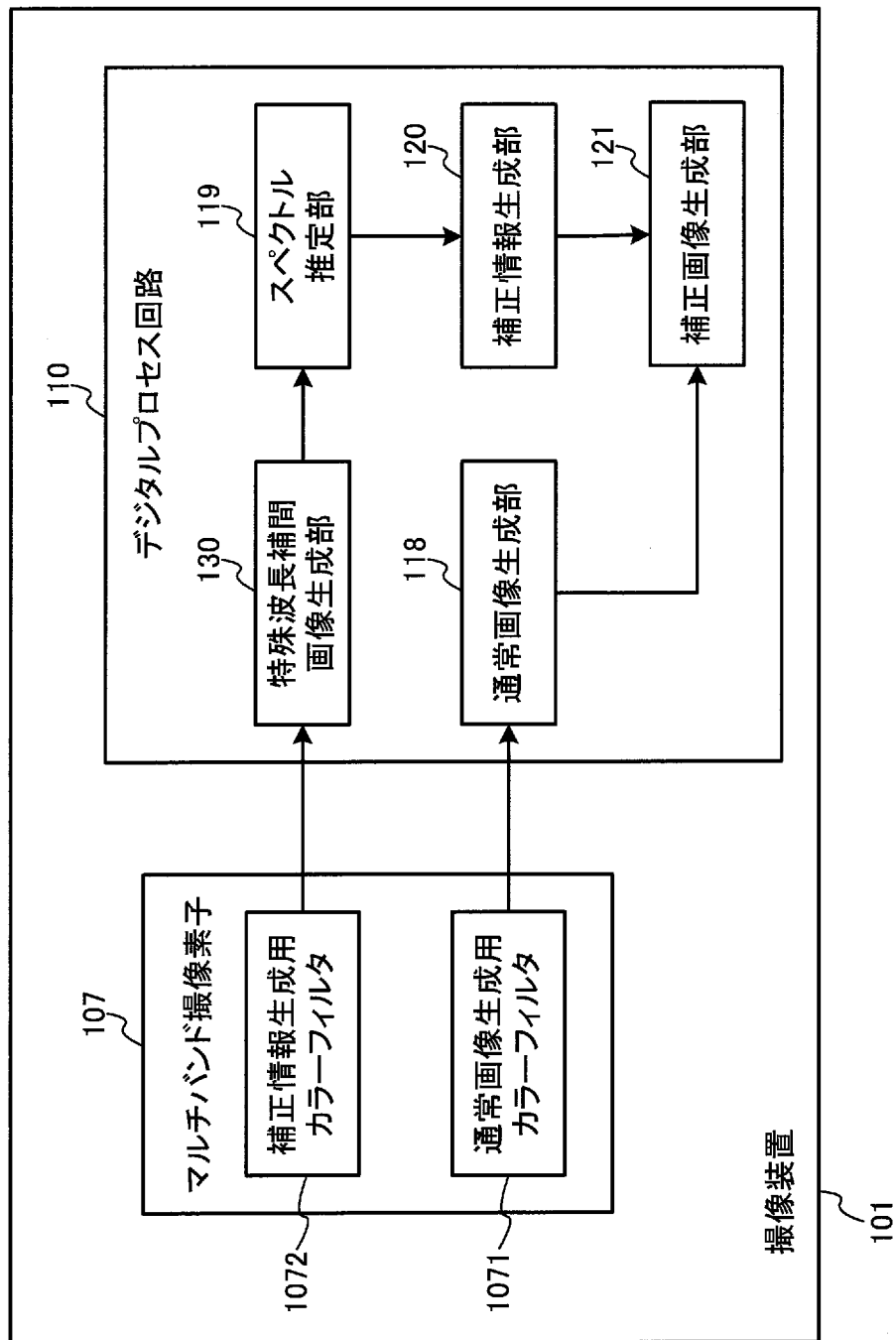
3バンド以上の通常画像生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値の補間処理を行うことで、欠落画素の画素値が補間された通常画像の生成処理を行い、

少なくとも、前記通常画像生成用カラーフィルタとは分光感度特性が異なる補正情報生成用カラーフィルタを用いて得られた画素値に基づいて、スペクトル推定処理を行い、

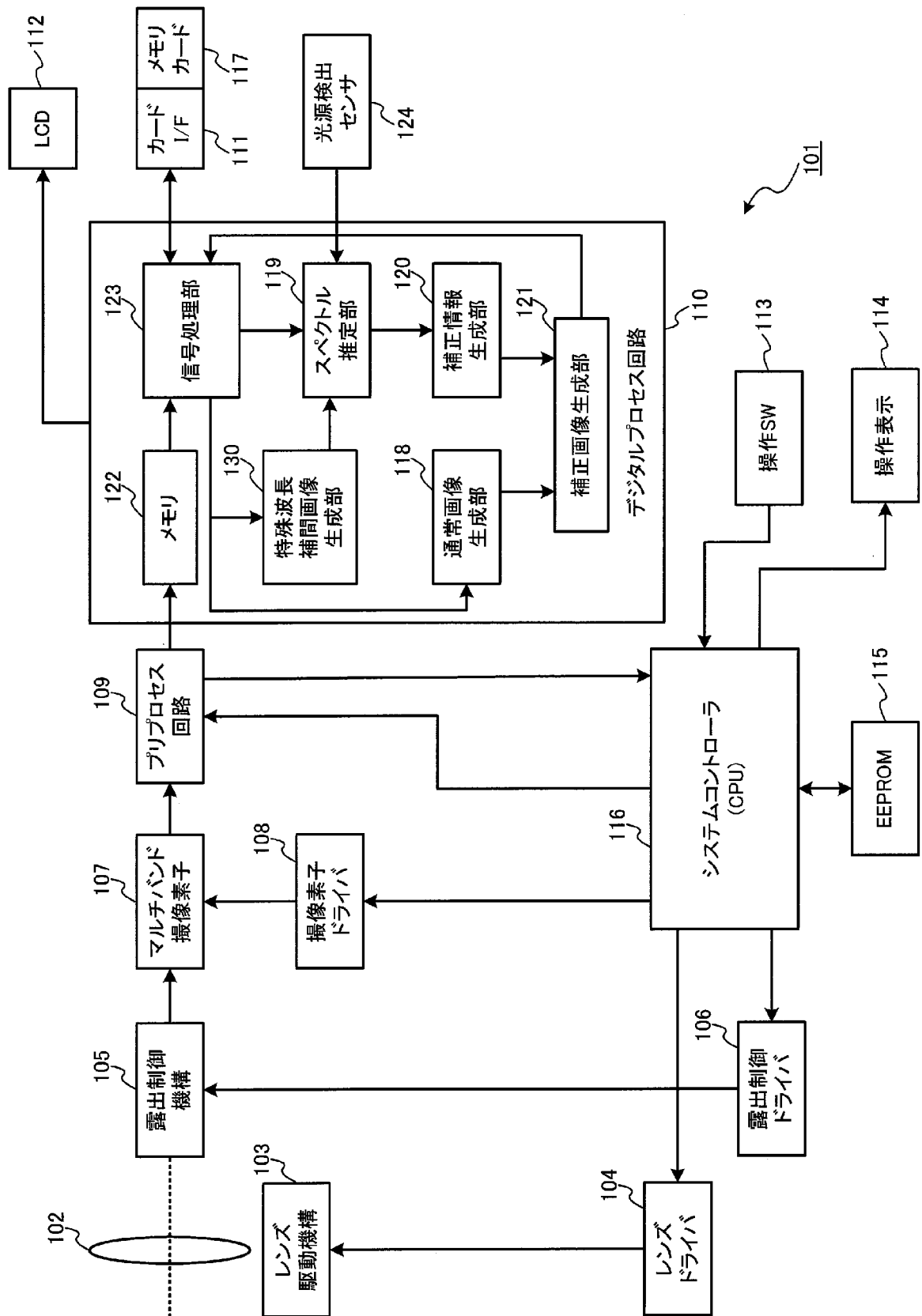
特定の波長帯域における情報を有する被写体像を含む前記通常画像において、注目すべき領域である注目領域を、前記スペクトル推定処理の結果として得られるスペクトル推定値のデータに基づいて検出し、

検出した前記注目領域に対して表示態様設定処理を行うことを特徴とする画像生成方法。

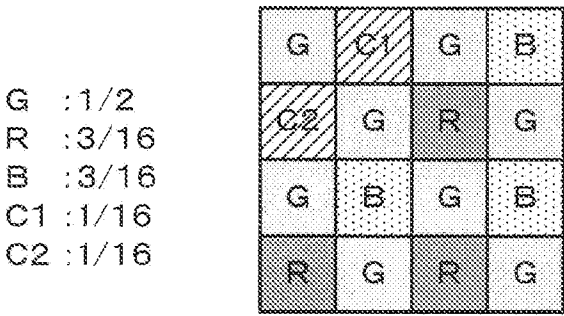
[図1]



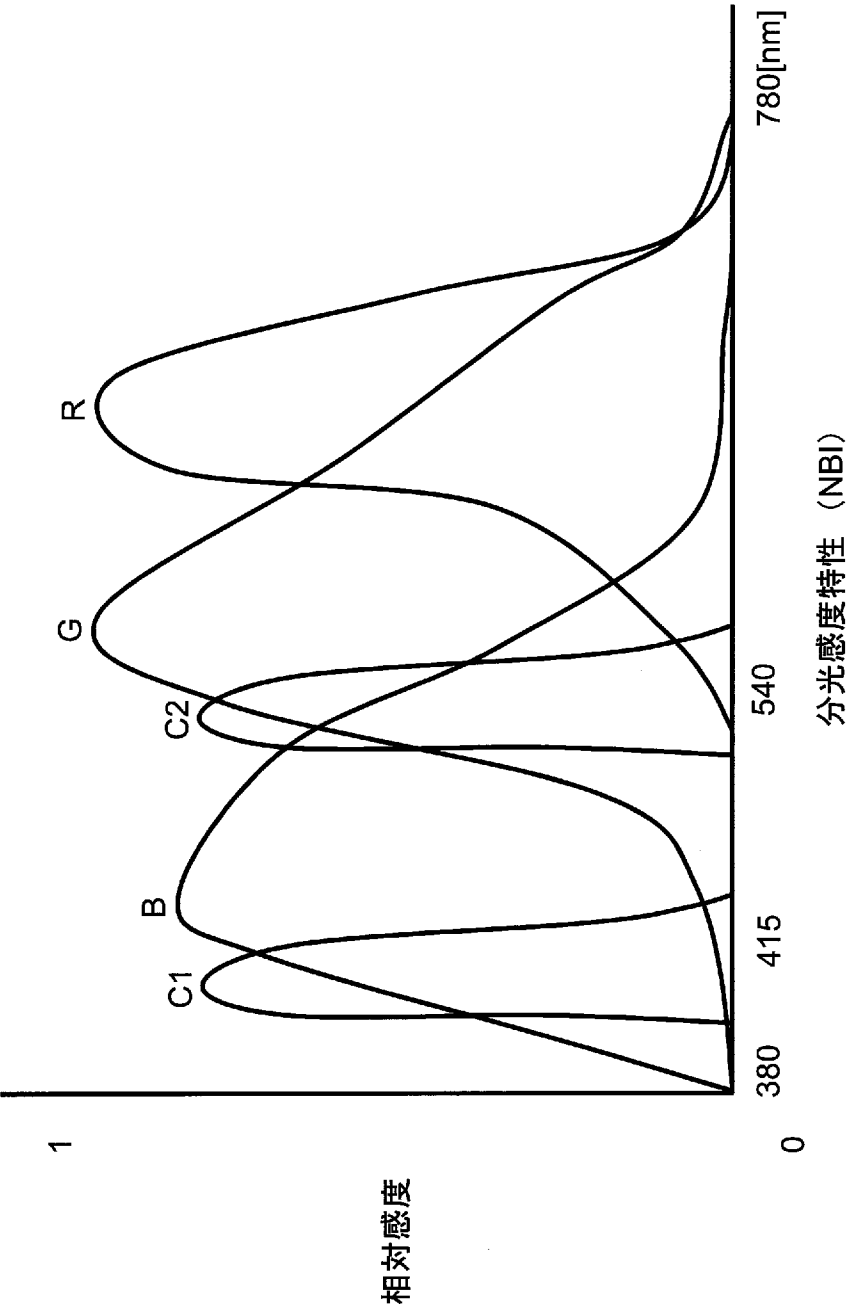
[図2]



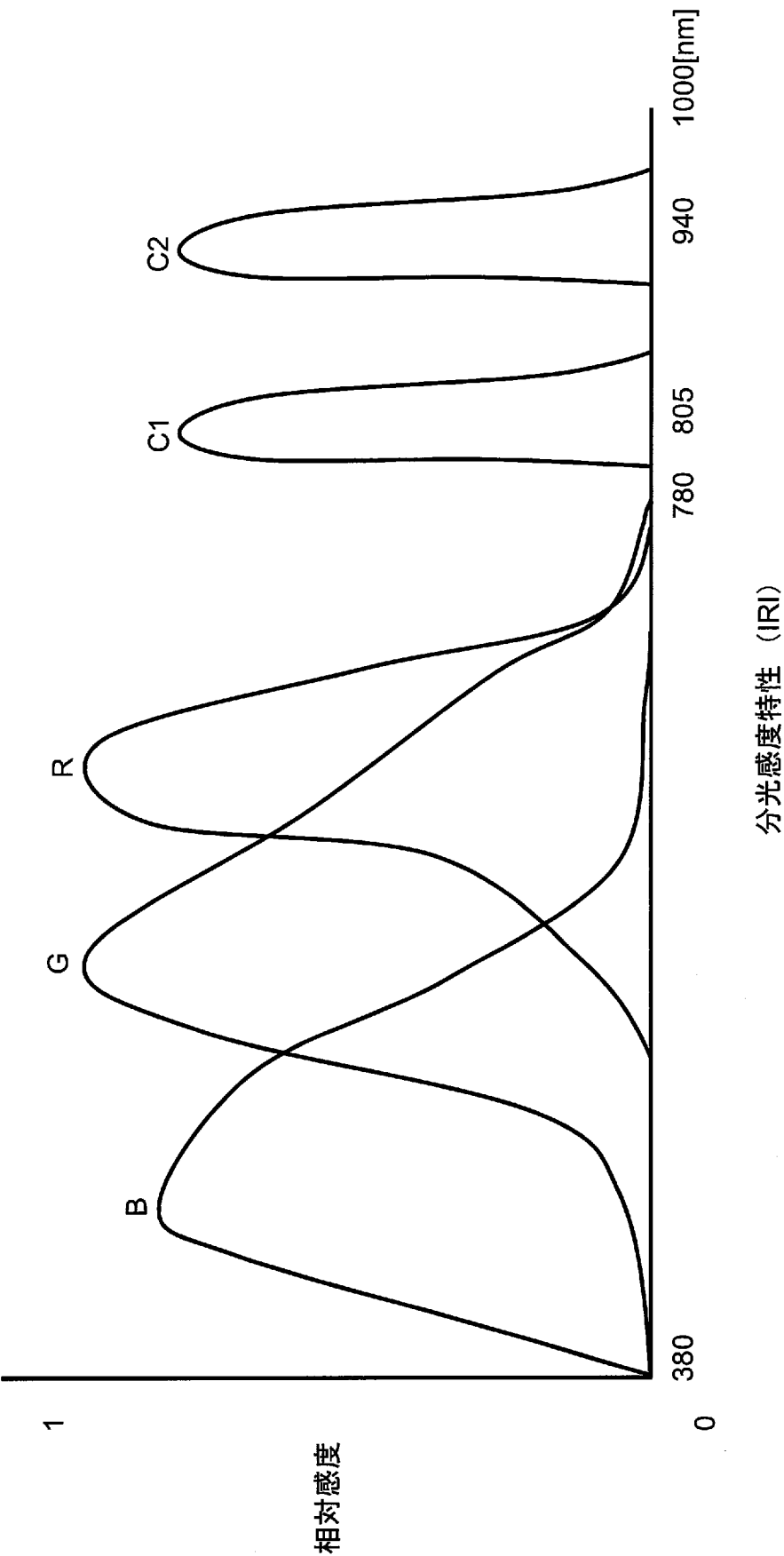
[図3]



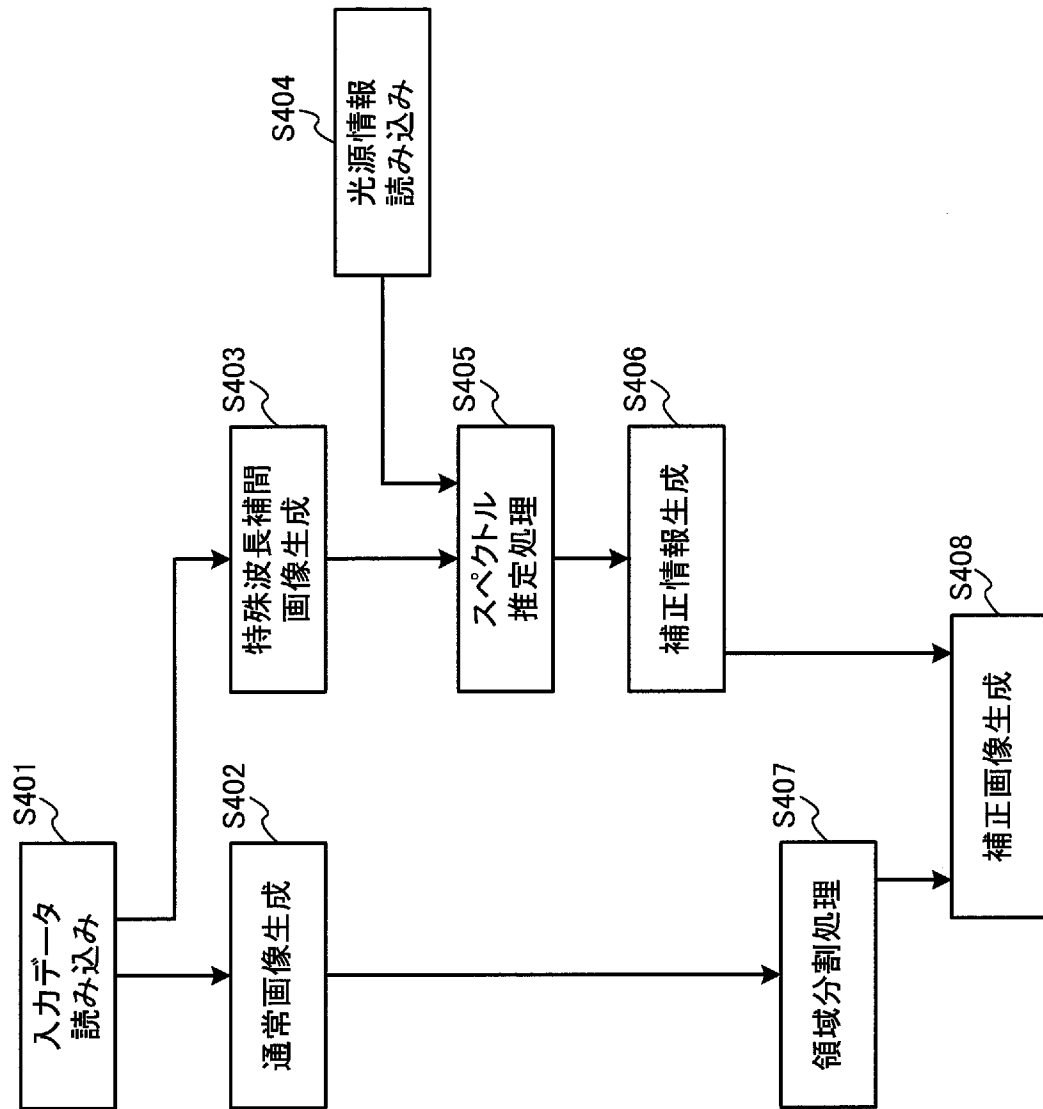
[図4]



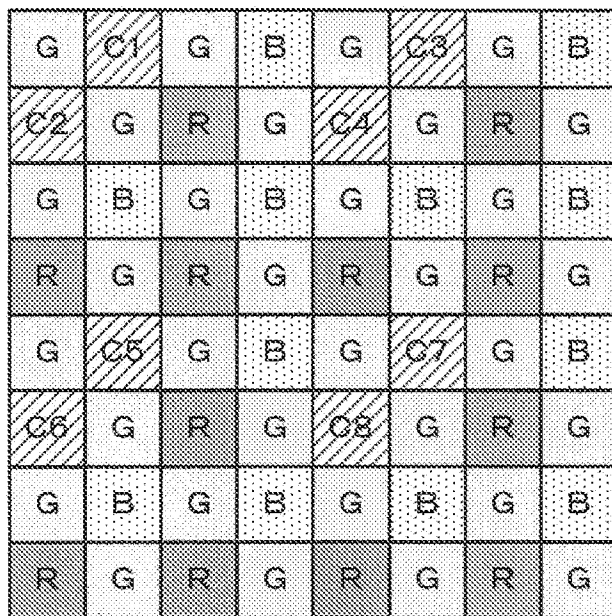
[図5]



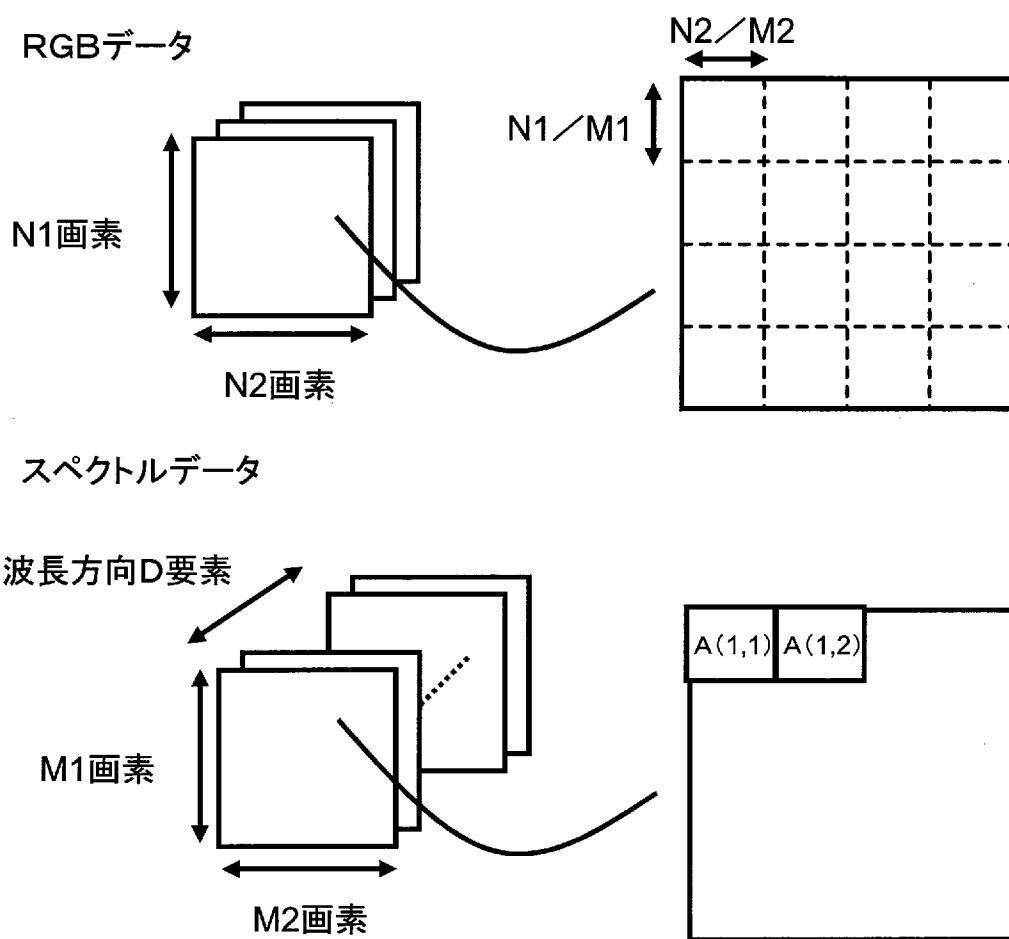
[図6]



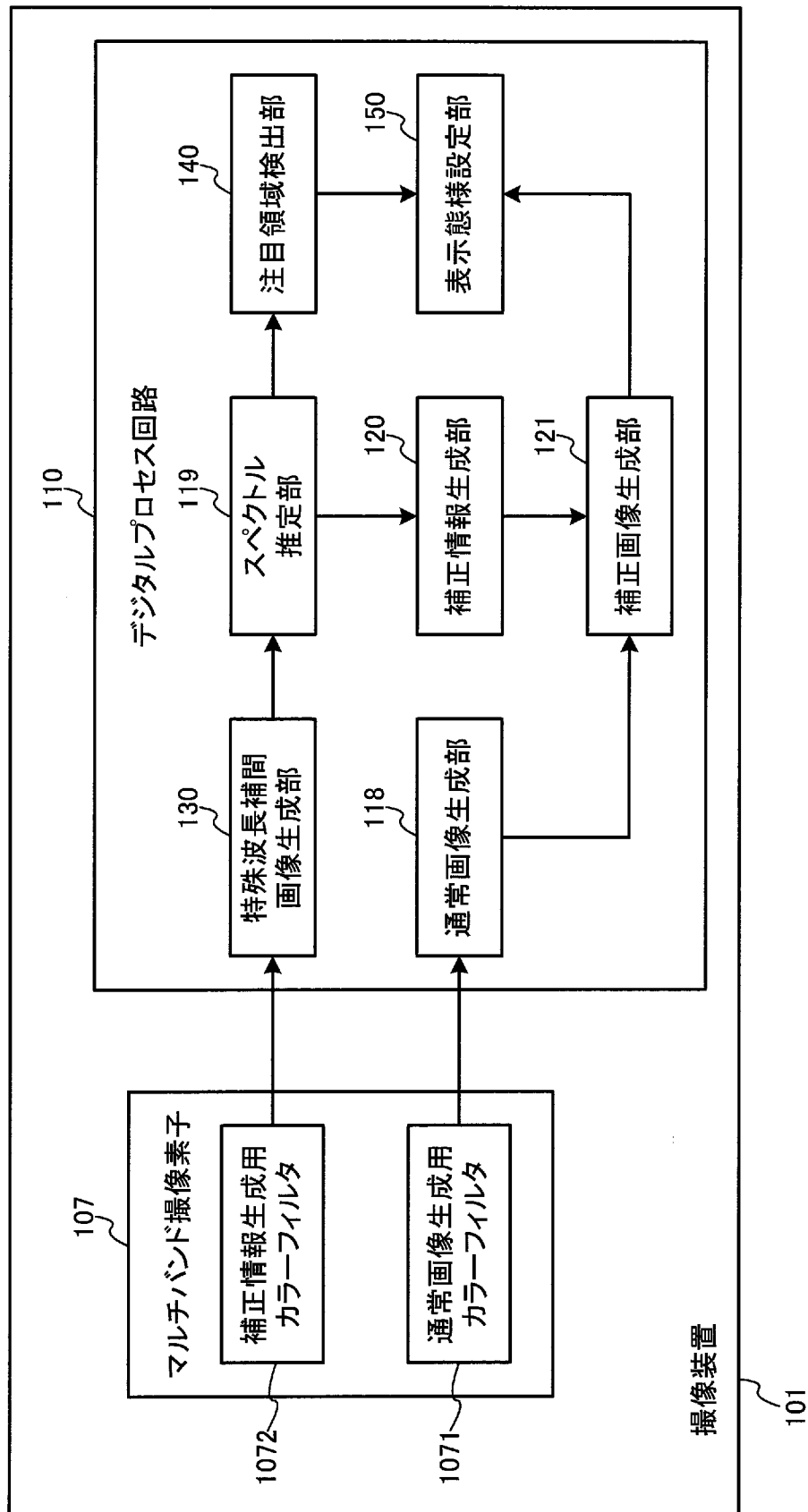
[図7]



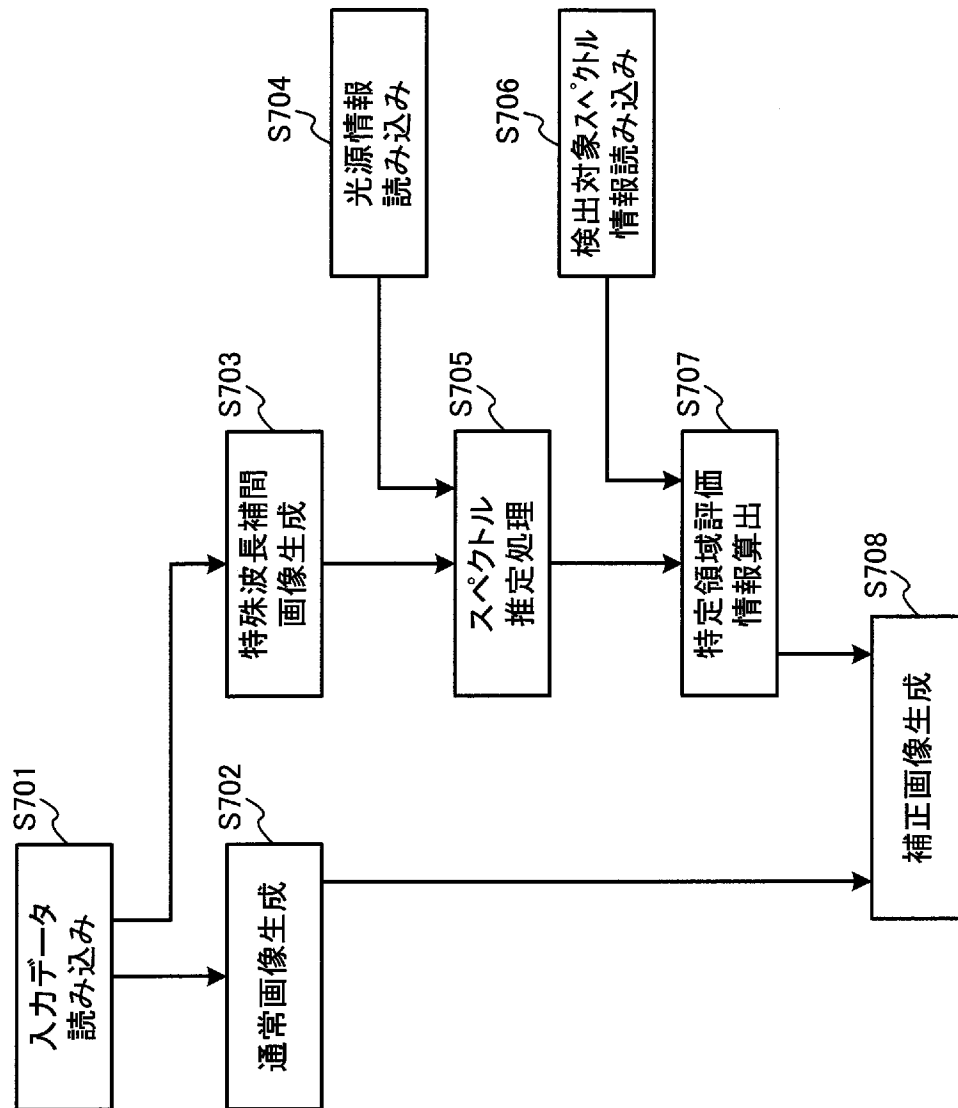
[図8]



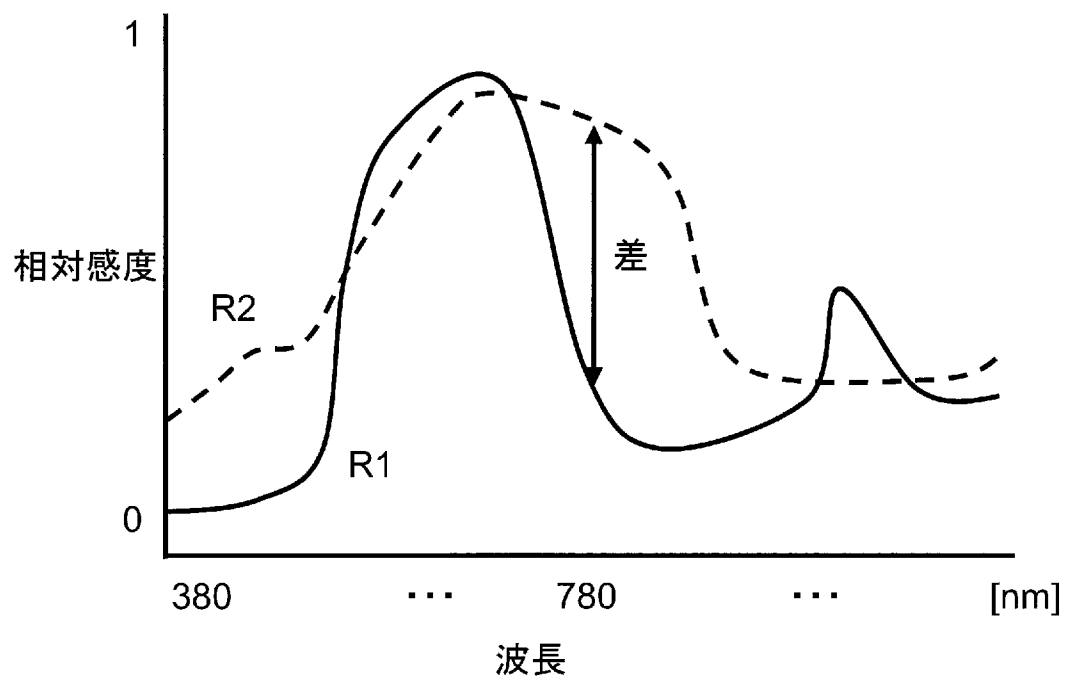
[図9]



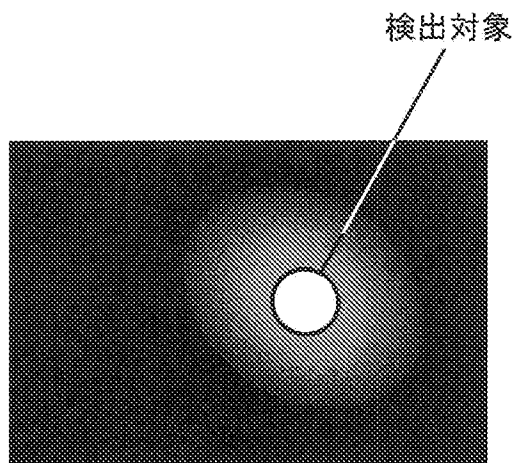
[図10]



[図11]



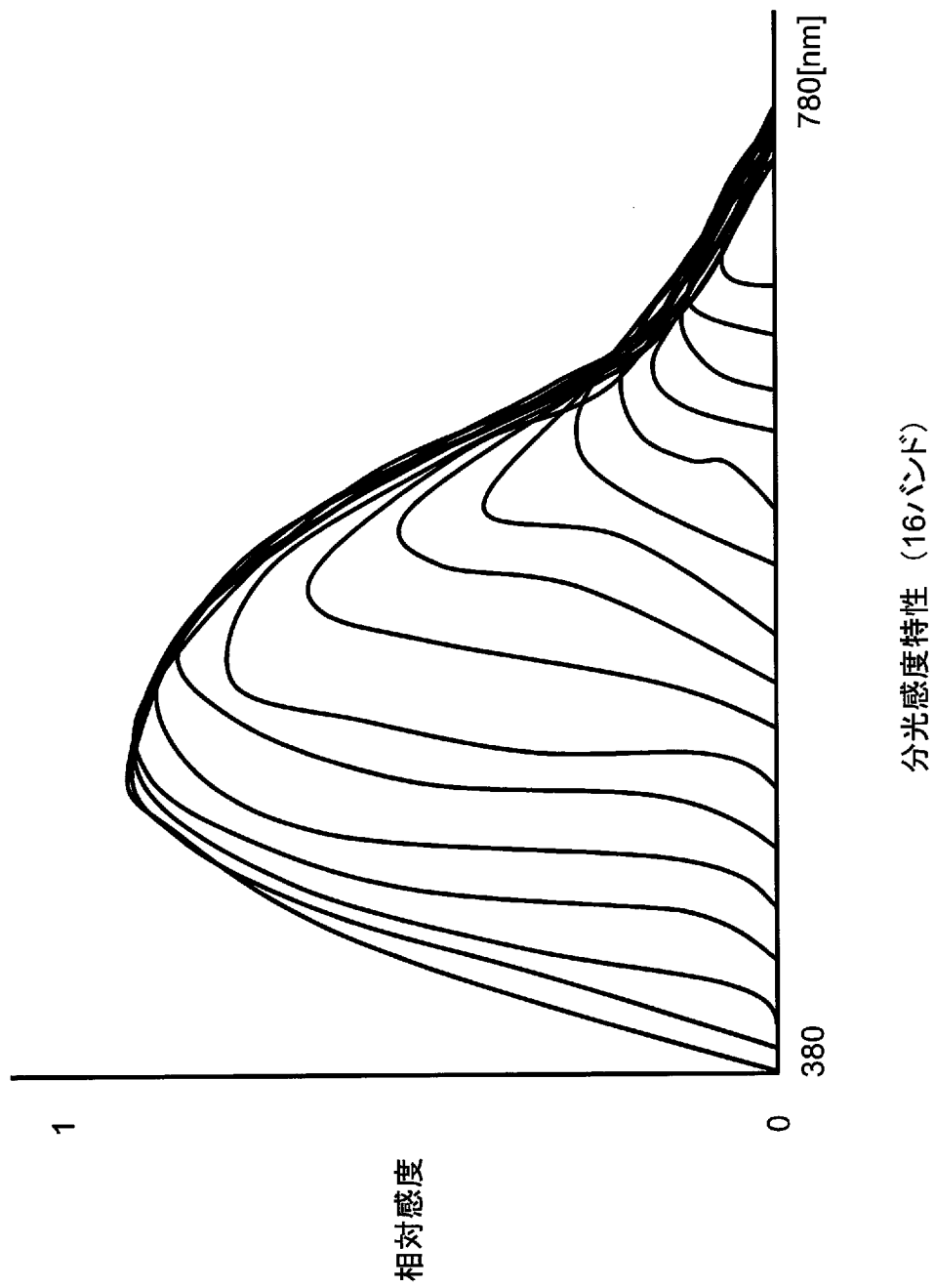
[図12]



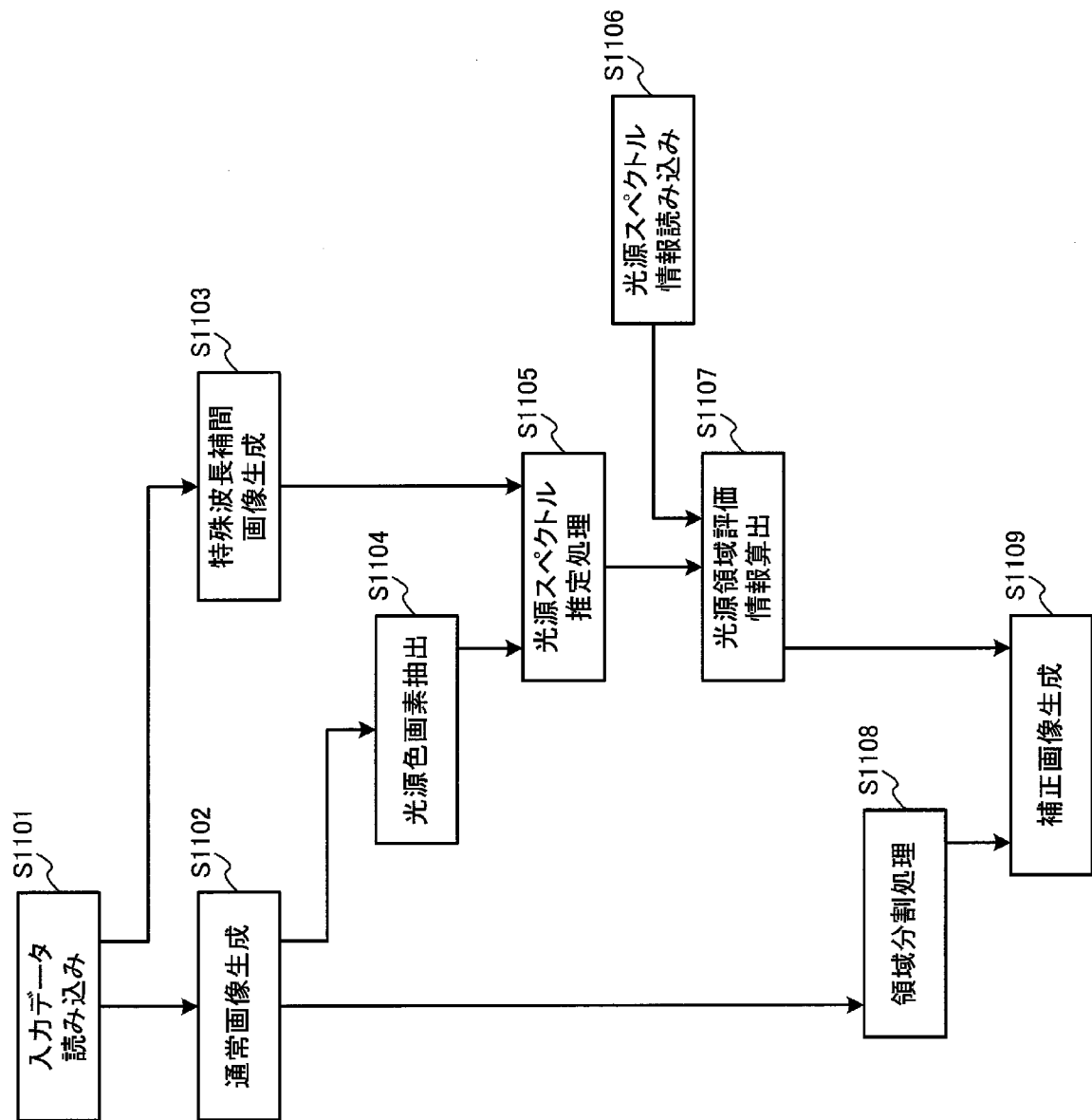
[図13]

B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C11	G	B	G	C15	G	B	G
G	C12	G	R	G	C16	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C9	G	B	G	C13	G	B	G
G	C10	G	R	G	C14	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C3	G	B	G	C7	G	B	G
G	C4	G	R	G	C8	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
C1	G	B	G	C5	G	B	G
G	C2	G	R	G	C6	G	R

[図14]



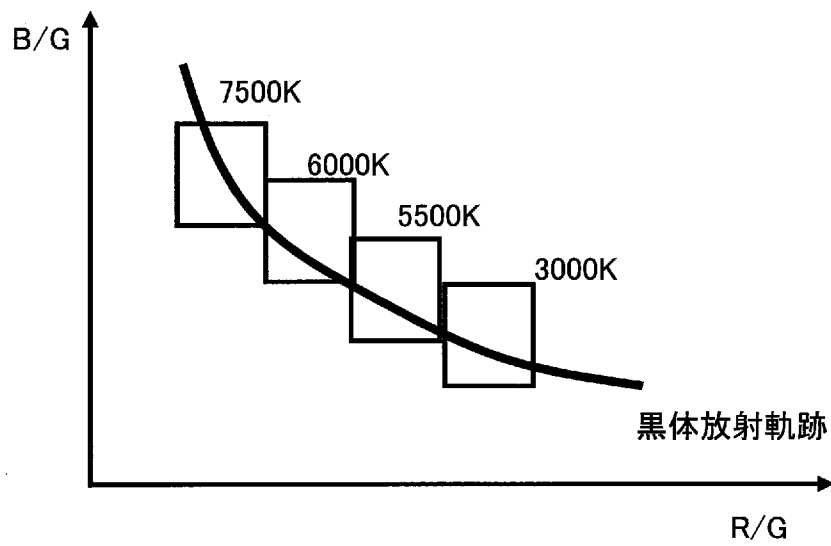
[図15]



[図16]

C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11
C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12
C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15
C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16
C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11	C1	C3	C9	C11
C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12	C2	C4	C10	C12
C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15	C5	C7	C13	C15
C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16	C6	C8	C14	C16

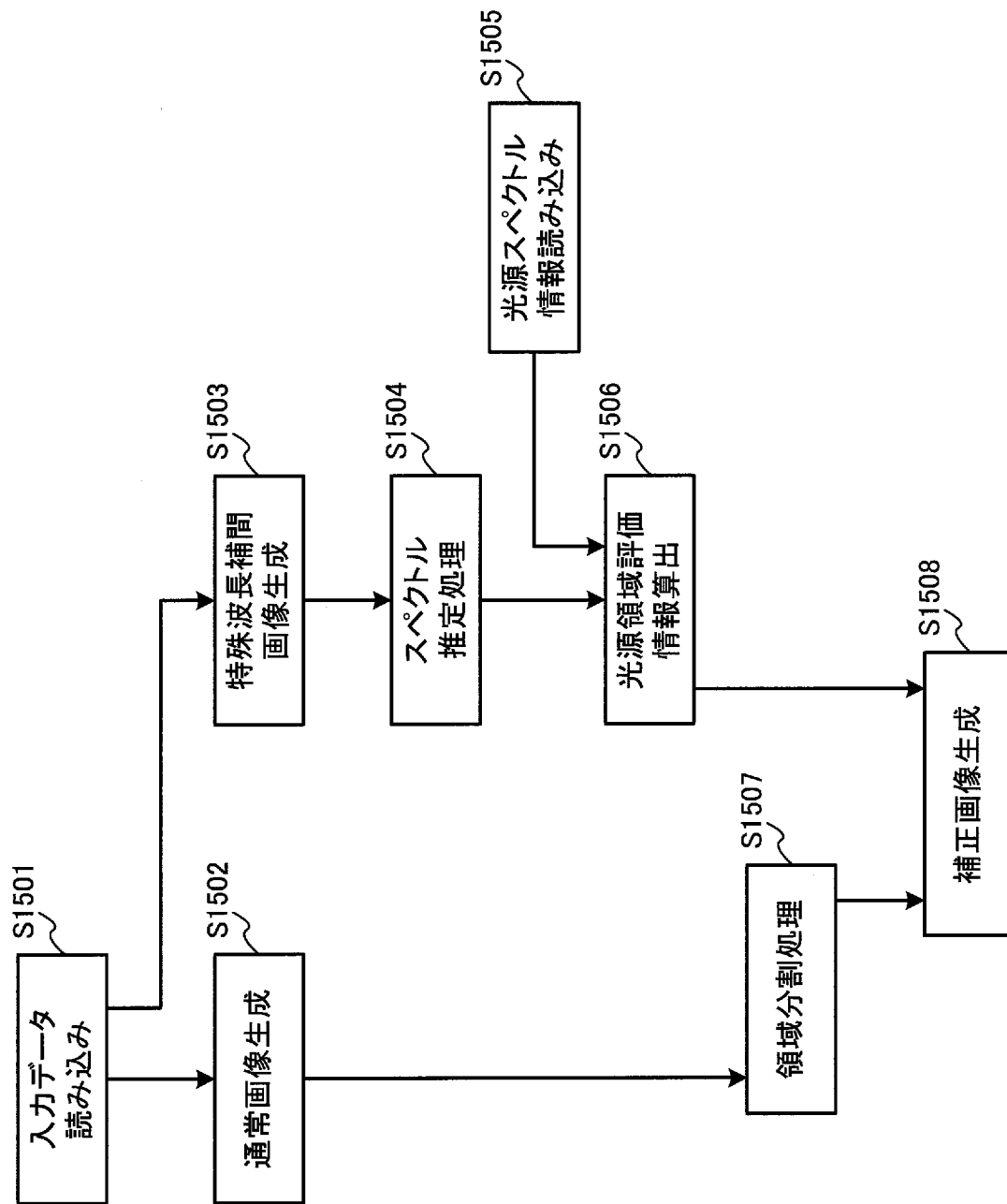
[図17]



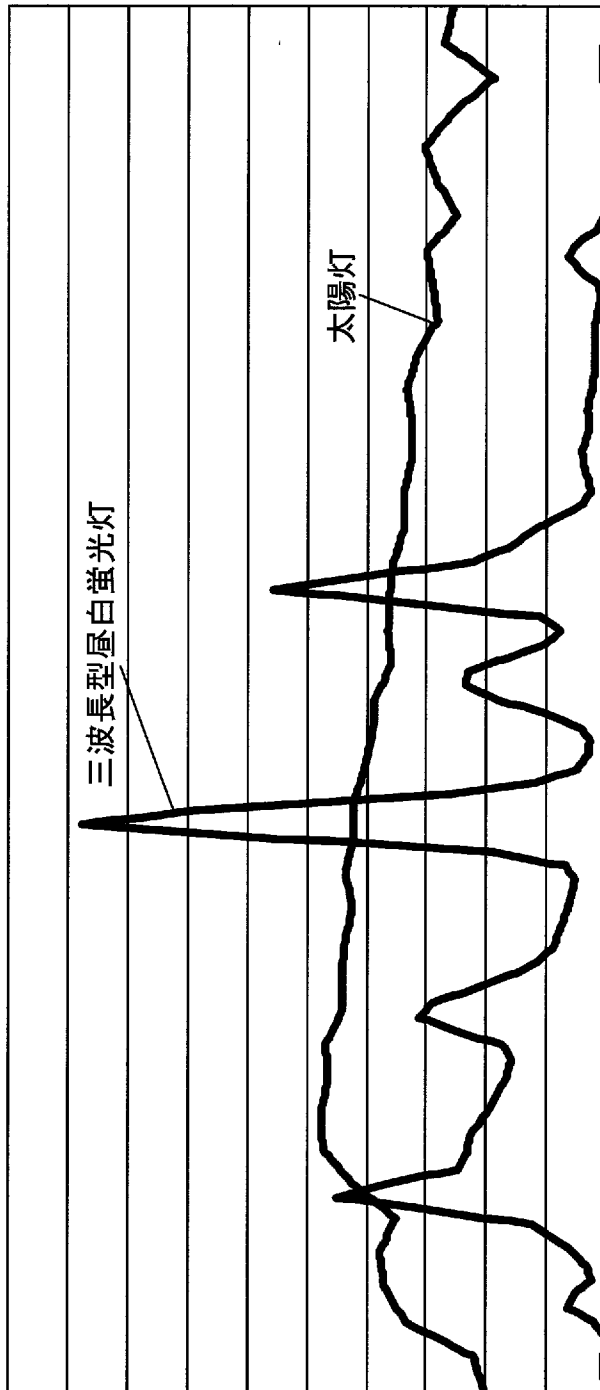
[図18]

G	C1	G	C3	G	C9	G	C11	G	B	G	B
C2	G	C4	G	C10	G	C12	G	R	G	R	G
G	C5	G	C7	G	C13	G	C15	G	B	G	B
C6	G	C8	G	C14	G	C16	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	R	G

[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)i, H04N9/04(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)

H04N9/07, H04N9/04

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-033609 A (Fujifilm Microdevices Co., Ltd. et al.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0021] to [0097]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 4, 5, 10, 14, 18 2, 3, 6-9, 11-13, 15-17, 19
Y A	JP 2009-181449 A (Sharp Corp.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraphs [0021] to [0117]; fig. 1 to 4 & WO 2009/096232 A1	1, 4, 5, 10, 14, 18 2, 3, 6-9, 11-13, 15-17, 19
A	JP 2006-005500 A (Casio Computer Co., Ltd.), 05 January 2006 (05.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-19

☒ 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
20 December, 2013 (20.12.13)

Date of mailing of the international search report
07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075622

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 2012-014668 A (Sony Corp.), 19 January 2012 (19.01.2012), entire text; all drawings & US 2011/0298909 A1 & CN 102266218 A	1-19
A	JP 2009-290694 A (Fujifilm Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2011-109620 A (Canon Inc.), 02 June 2011 (02.06.2011), entire text; all drawings & US 2011/0122283 A1	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)i, H04N9/04(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. H04N9/07, H04N9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 A	JP 2005-033609 A（富士フイルムマイクロデバイス株式会社、外1名）2005.02.03, 段落【0021】～【0097】、図1～図5（ファミリーなし）	1, 4, 5, 10, 14, 18 2, 3, 6-9, 11-13, 15-17, 19
Y A	JP 2009-181449 A（シャープ株式会社）2009.08.13, 段落【0021】～【0117】、図1～図4 & WO 2009/096232 A1	1, 4, 5, 10, 14, 18 2, 3, 6-9, 11-13, 15-17, 19

☒ 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 0 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 1 . 2 0 1 4

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100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

内田 勝久

5 V

3 7 9 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 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 請求項の番号
A	JP 2006-005500 A (カシオ計算機株式会社) 2006. 01. 05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2012-014668 A (ソニー株式会社) 2012. 01. 19, 全文、全図 & US 2011/0298909 A1 & CN 102266218 A	1-19
A	JP 2009-290694 A (富士フイルム株式会社) 2009. 12. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2011-109620 A (キヤノン株式会社) 2011. 06. 02, 全文、全図 & US 2011/0122283 A1	1-19