

(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
2023年11月2日(02.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/210619 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 21/17 (2006.01) H04N 25/13 (2023.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/016219

(22) 国際出願日:

2023年4月25日(25.04.2023)

(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 2022-075219 2022年4月28日(28.04.2022) JP

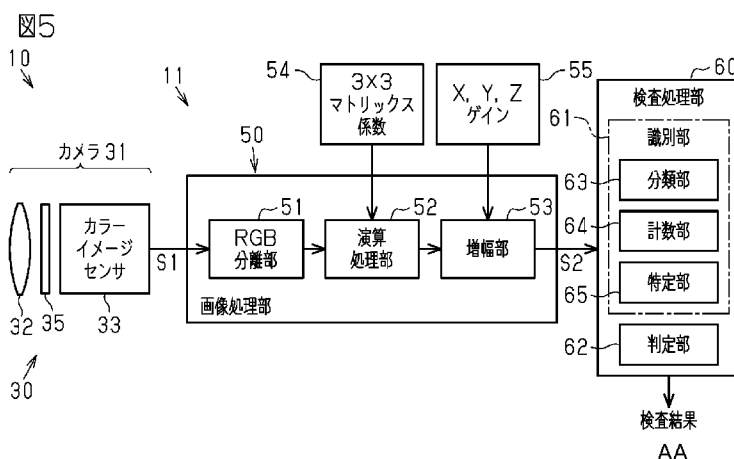
(71) 出願人: 株式会社エヌテック (KABUSHIKI KAISHA N-TECH) [JP/JP]; 〒5031334 岐阜県養老郡養老町豊字川原 1 3 4 番地 Gifu (JP). 株式会社ヤクルト本社 (KABUSHIKI KAISHA YAKULT HONSHA) [JP/JP]; 〒1058660 東京都港区海岸 1 丁目 1 0 番 3 0 号 Tokyo (JP).

東邦商事株式会社 (TOHOSHOJI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5570045 大阪府大阪市西成区玉出西 2 丁目 1 3 番 2 1 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 渡邊 透 (WATANABE Tohru); 〒5031334 岐阜県養老郡養老町豊字川原 1 3 4 番地 株式会社エヌテック内 Gifu (JP). 李 勝蘭 (LI Shenglan); 〒5031334 岐阜県養老郡養老町豊字川原 1 3 4 番地 株式会社エヌテック内 Gifu (JP). 吉田 雄 (YOSHIDA Yu); 〒1058660 東京都港区海岸 1 丁目 1 0 番 3 0 号 株式会社ヤクルト本社内 Tokyo (JP). 豊島 邦光 (TOYOSHIMA Kunimitsu); 〒5570045 大阪府大阪市西成区玉出西 2 丁目 1 3 番 2 1 号 東邦商事株式会社内 Osaka (JP).

(54) Title: IMAGING DEVICE, INSPECTION DEVICE, IMAGING CONDITION DETERMINATION METHOD, AND IMAGING METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置、検査装置、撮像条件決定方法及び撮像方法



31 Camera
33 Color image sensor
50 Image processing unit
51 RGB separation unit
52 Arithmetic processing unit
53 Amplification unit
54 3x3 matrix coefficient
55 X, Y, Z gain
60 Inspection processing unit
61 Identifying unit
62 Determination unit
63 Classification unit
64 Counting unit
65 Specifying unit
AA Inspection result

(57) Abstract: RGB pixels of a camera (31) include a first pixel having sensitivity to a first wavelength region and a second pixel having sensitivity to a second wavelength region. The first wavelength region and the second wavelength region overlap in a partial overlapping wavelength region. Monochromatic light is light in an emission wavelength region including at least a part of the first wavelength region and at least a part of the overlapping wavelength region. An image processing unit (50) comprises an arithmetic processing unit (52) and an amplification unit (53). The arithmetic processing unit (52) performs linear matrix arithmetic processing on a three-band RGB image from the camera (31) to generate a three-band XYZ image having corrected RGB imaging characteristics. The gain of the amplification unit (53) is set to a value that enables the output levels of the first pixel and the second pixel to be color-balanced between two colors under monochromatic light illumination.



(74) 代理人： 恩 田 誠， 外 (ONDA Makoto et al.);
〒5008731 岐 阜 県 岐 阜 市 大 宮 町 二 丁 目
1 2 番 地 1 Gifu (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, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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))

(57) 要約：カメラ（31）のRGB画素は、第1波長領域に感度を有する第1画素と、第2波長領域に感度を有する第2画素とを含む。第1波長領域と第2波長領域とは一部の重複波長領域で重複する。単色光は、第1波長領域の少なくとも一部と重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光である。画像処理部（50）は、演算処理部（52）と増幅部（53）とを備える。演算処理部（52）は、カメラ（31）からの3バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成する。増幅部（53）のゲインは、単色光照明の下で第1画素と第2画素との各出力レベルを2色間で色バランスをとることが可能な値に設定される。

明 細 書

発明の名称：

撮像装置、検査装置、撮像条件決定方法及び撮像方法

技術分野

[0001] 本発明は、被写体を撮像した画像中の種類の異なる類似した色の対象を識別しやすい画像として出力する撮像装置、検査装置、撮像条件決定方法及び撮像方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1～3には、撮像対象として例えばコロニーを撮像する撮像装置を備える検査装置が開示されている。特許文献1では、シャーレ内で培養した微生物のコロニー数を、白黒CCDカメラを利用した簡易な装置構成で、培地に対する複雑な事前処理を必要としないで、種々の形状の微細なコロニーまで精度良く短時間に計数する。

[0003] 特許文献2、3には、色の特徴量が異なる2種以上のコロニーを的確に識別することが可能なコロニー検出システムが開示されている。このコロニー検出システムは、色の特徴量が異なる2種以上のコロニーを的確に識別するために、コロニーピクセルの色特徴量に基づいて、コロニーピクセルを予め定められた種別毎に分類して、コロニーを識別する。

[0004] これによって、グレースケールを用いてコロニーを検出しているだけでは判別できない、赤紫や紺などといった色特性が異なる2種以上のコロニーを識別する場合に中間色が属する菌を判別すること、又は、ターゲットとなる菌と当該菌に類似する菌を識別する際の色特性が同系色の場合でも検出できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-345750号公報

特許文献2：特開2017-035042号公報

特許文献3：特開 2 0 1 6 － 2 6 5 0 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、コロニーの種類が異なるものの色が類似する複数種のコロニーが存在する場合がある。この場合、特許文献 2、3 に記載されたコロニー検出システムにおいて色特徴量を用いても、カメラで撮像した画像から類似する色の特徴を有する種類の異なるコロニーを識別しにくいという課題がある。なお、識別対象はコロニーに限定されず、種類の異なるものの色が類似する対象であっても、同様の課題がある。

課題を解決するための手段

- [0007] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

上記課題を解決する撮像装置は、被写体を撮像して前記被写体に含まれる 2 種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像装置であって、前記被写体を撮像する撮像素子が R G B 画素を有する撮像部と、前記被写体を単色光で照明する単色光源と、前記単色光源及び前記撮像部を制御する制御部と、前記被写体を撮像した前記撮像部から出力される 3 バンドの R G B 画像に所定の処理を施す画像処理部と、を備え、前記 R G B 画素は、第 1 波長領域に感度を有する第 1 画素と、第 2 波長領域に感度を有する第 2 画素とを含み、前記第 1 波長領域と前記第 2 波長領域とは一部の重複波長領域で重複し、前記単色光は、前記第 1 波長領域の少なくとも一部と前記重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光であり、前記画像処理部は、前記 3 バンドの R G B 画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことにより R G B 撮像特性が補正された 3 バンドの X Y Z 画像を生成する演算処理部と、前記単色光源から単色光が照射された条件下で前記第 1 画素と前記第 2 画素との各出力レベルを 2 色間で色バランスをとることが可能な値に設定されたゲインで前記 X Y Z 画像を構成する X Y Z 値のうち前記第 1 画素と前記第 2 画素との各々に対応する各値を増幅する増幅部と、を備

える。

[0008] この構成によれば、撮像装置は、被写体に含まれる２種類の異なる素材からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力できる。例えば、画像を検査に用いるときに、画像に含まれる２種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。なお、本明細書において、「濃度」とは、画素レベル、信号レベル、画素値などに相当する概念である。

[0009] 上記撮像装置において、前記画像処理部は、前記被写体のうち識別対象以外の基準部分を対象にして黒バランス処理を行った前記３バンドのXYZ画像を生成してもよい。

この構成によれば、黒バランス処理を行うので、被写体を撮像するときの環境が変化しても、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。

[0010] 上記撮像装置において、前記単色光源は、青色光源又は赤色光源であり、前記単色光源が前記青色光源である場合、前記第１画素はB画素であり、かつ前記第２画素はG画素であり、前記単色光源が前記赤色光源である場合、前記第１画素はR画素であり、かつ前記第２画素はG画素であってもよい。

[0011] この構成によれば、G画素は、青色光源の光源色である青色光に対しても重複波長領域の少なくとも一部に感度を有する。このため、青色光で照明して撮像するとき、G画像の感度波長領域を汎用カメラのそれに対して狭くすることができる。また、G画素は、赤色光源の光源色である赤色光に対しても重複波長領域の少なくとも一部に感度を有する。このため、赤色光で照明して撮像するとき、G画像の感度波長領域を汎用カメラのそれに対して狭くすることができる。RGB画像をリニアマトリックス演算することで、G画像の狭くなった感度波長領域を更に狭くしたり波長をずらしたりすることができる。よって、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。

[0012] 上記撮像装置において、前記単色光源を第１単色光源とすると、前記第１単色光源が照射する第１単色光の発光波長領域とは異なる発光波長領域の第

2 単色光を照射可能な第 2 単色光源を更に備え、前記 R G B 画素は、前記第 1 画素及び前記第 2 画素の他に第 3 画素を含み、前記制御部は、前記第 1 単色光源と前記第 2 単色光源との照明を同時に行って、前記被写体を前記撮像部に撮像させ、前記増幅部が前記 X Y Z 値のうち前記第 1 画素と前記第 2 画素との各々に対応する各値を増幅するときの前記ゲインが設定されるゲイン設定部を備え、前記制御部が、前記第 1 単色光源の照度に応じて設定した第 2 照度で前記第 2 単色光源の照明を行うか、あるいは、前記 R G B 画素のうち前記第 1 画素と前記第 2 画素との出力レベルに与えられる前記各ゲインに応じて前記第 3 画素の出力レベルに与えられるゲインが前記ゲイン設定部により設定されてもよい。

[0013] この構成によれば、単色光源の照度の調整あるいはゲインの設定により、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。

上記課題を解決する検査装置は、上記撮像装置を備えた検査装置であって、前記被写体は、前記 2 種類の異なる素材として 2 種類の異なるコロニーを含み、前記撮像装置から入力した前記 3 バンドの X Y Z 画像に基づいて 2 種類の異なるコロニーの領域であるコロニー領域を識別する識別部を備え、前記 X Y Z 画像は、X 画像、Y 画像及び Z 画像を含み、前記識別部は、前記 X 画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第 1 コロニー領域とし、前記 Y 画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第 2 コロニー領域とし、前記 Z 画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第 3 コロニー領域とし、前記第 1 コロニー領域又は前記第 3 コロニー領域から、前記第 2 コロニー領域を排除した残りのコロニー領域を第 4 コロニー領域とし、前記第 1 コロニー領域及び前記第 3 コロニー領域のうちの少なくとも一方と、前記第 2 コロニー領域と、前記第 4 コロニー領域とを、特徴及び形状に基づいて分類する分類部と、前記分類部が分類した前記コロニー領域のそれぞれの数を計数する計数部と、前記計数部の計数結果に基づいて識別対象である 2 種類のコロニー領域の数をそれぞれ特定する特定部とを備える。

[0014] この構成によれば、単色光源の照度の調整あるいはゲインの設定により、

適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。よって、画像を検査に用いるときに、画像に含まれる２種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。

[0015] 上記課題を解決する撮像条件決定方法は、被写体に含まれる２種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像装置の撮像条件決定方法であって、前記撮像装置は、前記被写体を単色光で照明する単色光源と、前記被写体を撮像するＲＧＢ画素を含む撮像部とを備え、前記撮像部から出力される３バンドのＲＧＢ画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりＲＧＢ撮像特性が補正された３バンドのＸＹＺ画像を生成するために前記リニアマトリックス演算処理で前記ＲＧＢ画像に対して乗算するマトリックスの係数を設定する第１ステップと、前記撮像部を構成するＲＧＢ画素のうち第１画素の分光出力特性と前記第１画素とは異なる第２画素の分光出力特性とのピーク波長が変化するように前記単色光源の発光波長を変化させて、発光波長変化後の当該単色光源で前記被写体を照明する第２ステップと、前記第２ステップで前記単色光で照明した前記被写体を前記撮像部が撮像する第３ステップと、前記第３ステップの撮像の結果として前記撮像部から出力されるＲＧＢ画像に前記マトリックスを乗算してＸＹＺ画像を生成する第４ステップと、前記第４ステップで生成された前記ＸＹＺ画像のうち前記第２画素から出力される第２画像において前記２種類の異なる素材の領域間の濃度の差が所定の閾値以上であるか否かを判断する第５ステップと、を行い、前記第５ステップにおいて前記濃度の差が所定の閾値以上になるまで、前記第１ステップでの前記係数の変化と、前記第２ステップでの前記発光波長の変化とのうち少なくとも一方の変化を伴って前記第１～第５ステップを繰り返し行う。

[0016] この撮像条件決定方法によれば、撮像装置が、被写体に含まれる２種類の異なる素材からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力可能となる適切な撮像条件を決定できる。

[0017] 上記課題を解決する撮像方法は、被写体を撮像して前記被写体に含まれる

2種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像方法であって、前記被写体を撮像する撮像部と、前記被写体を単色光で照明する単色光源とを備え、前記撮像部は、R G B画素を有する撮像素子を備え、前記R G B画素は、第1波長領域に感度を有する第1画素と、第2波長領域に感度を有する第2画素とを含み、前記第1波長領域と前記第2波長領域とは一部の重複波長領域で重複し、前記単色光は、前記第1波長領域の少なくとも一部と前記重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光であり、前記単色光源が照明した前記被写体を前記撮像部が撮像する撮像ステップと、前記被写体を撮像した前記撮像部から出力される3バンドのR G B画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりR G B撮像特性が補正された3バンドのX Y Z画像を生成する演算処理ステップと、前記単色光源から前記単色光が照射された条件下で前記第1画素及び前記第2画素の出力レベルを2色間で色バランスするように設定された各ゲインを用いて前記3バンドのX Y Z画像のうち前記第1画素及び前記第2画素に対応する2種の画像を増幅する増幅ステップとを含む。

[0018] この撮像方法によれば、被写体に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力できる。例えば、当該方法によって出力された画像を用いることで、画像に含まれる2種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、被写体に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施形態における撮像装置を備える検査装置を示す模式側面図である。

[図2]被写体を示す模式平面図である。

[図3]カメラの概略構成を示す模式図と、カメラのR G B色別の相対感度を示すグラフである。

[図4]単色光源の詳細な構成を示す部分模式図である。

[図5]検査装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図6]種類の異なる撮像対象を識別しにくい場合を説明するグラフである。

[図7]種類の異なる撮像対象を識別しやすくする原理を説明するグラフである。

[図8]汎用カメラを用いて撮像した画像が種類の異なる撮像対象を識別しにくい場合を説明するグラフである。

[図9]RGB画像における白色コロニーと黄色コロニーの濃度を示すグラフである。

[図10]光源の波長と出力パワー（光強度）との関係を示すグラフである。

[図11]青色と赤色の単色光で照明したときのRGB撮像素子の波長と相対出力との関係を示すグラフである。

[図12]リニアマトリックス演算処理後の波長と相対出力との関係を示すグラフである。

[図13]汎用カメラを用いて撮像した撮像装置の出力画像が種類の異なる撮像対象を識別する原理を説明するグラフである。

[図14]XYZ画像における白色コロニーと黄色コロニーの濃度を示すグラフである。

[図15]（a）はXYZ画像、（b）はX画像、（c）はY画像、（d）はZ画像を示す図である。

[図16]初期設定ルーチンを示すフローチャートである。

[図17]撮像処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図18]検査処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図19]撮像条件決定処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図20]変更例における光源の波長と出力パワー（光強度）との関係を示すグラフである。

[図21]変更例における緑色と赤色の単色光で照明したときのリニアマトリックス演算処理後の波長と相対出力との関係を示すグラフである。

[図22]変更例における汎用のカメラを用いて撮像した撮像装置の出力画像が

種類の異なる撮像対象を識別する原理を説明するグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、実施形態に係る撮像装置及び検査装置について、図面を参照して説明する。

本実施形態は、被写体 12 を撮像する撮像装置 11 が、被写体 12 の検査を行う検査装置 10 に備えられる例である。なお、撮像装置 11 は、検査装置 10 以外の他の装置に備えられてもよいし、単独で使用されてもよい。

[0022] <検査装置>

図 1 に示すように、検査装置 10 は、被写体 12 を撮像する撮像装置 11 と、撮像装置 11 から入力した画像を用いて被写体 12 の検査を行う検査処理部 60 とを備える。検査装置 10 は、検査処理部 60 の検査結果等を表示する表示部 70 を備えてもよい。表示部 70 には、撮像装置 11 から出力された画像やその画像に処理を施した画像等が表示されてもよい。表示部 70 は、例えば、パーソナルコンピュータに接続されたモニタでもよいし、検査装置 10 が備える操作盤に設けられたディスプレイでもよい。

[0023] 撮像装置 11 は、被写体 12 を単色光で照明する単色光源 20 と、被写体 12 を撮像する撮像部 30 と、単色光源 20 及び撮像部 30 を制御する制御部 40 と、撮像部 30 が撮像結果として出力する撮像信号に所定の処理を施す画像処理部 50 とを備える。また、撮像装置 11 は、単色光源 20 に電力を供給する電源 45 を備える。撮像部 30 は、例えば、カラーカメラ 31 である。カラーカメラ 31（以下、単に「カメラ 31」ともいう。）は、処理部 18 と電氣的に接続されている。処理部 18 は、前述の制御部 40 及び画像処理部 50 を含む。処理部 18 は、電子回路及びコンピュータのうち少なくとも一方により構成されてもよい。

[0024] 単色光源 20 は、1 種類の単色光を発光する 1 種類の単色光源でもよいし、2 種類の単色光を発光する 2 種類の単色光源を含んでもよい。この場合、単色光源 20 が 3 種類の単色光を発光する 3 種類の単色光源を含んでもよい。単色光源を複数種備える場合、制御部 40 が 1 種類又は 2 種類の単色光源

を発光させる構成でもよい。ここで、１種類の単色光源とは、青色光源、赤色光源、緑色光源のうちのいずれか１種類をいう。

[0025] 単色光源は、例えば、ＬＥＤにより構成される。単色光源は、例えば、青色ＬＥＤ、赤色ＬＥＤ及び緑色ＬＥＤのうちのいずれか１種でもよい。本例の単色光源２０は、青色ＬＥＤ及び赤色ＬＥＤを少なくとも備える。そのため、図１に示す例では、電源４５は、青色ＬＥＤ電源４６と赤色ＬＥＤ電源４７とを少なくとも含む。

[0026] 制御部４０は、撮像部３０を制御する撮像制御部４１と、単色光源２０を制御する照明制御部４２とを備える。照明制御部４２は、電源４５を介して単色光源２０の点灯・消灯を制御する。単色光源２０が複数種の単色光源（ＬＥＤ）を含む場合、照明制御部４２は、電源４５を介して単色光源ごとに点灯・消灯を個別に制御する。このため、被写体１２は、単色光源２０によって単色光で照明される。なお、単色光源２０は、被写体１２を２種類の単色光で照明してもよい。要するに、３種類すべての単色光源（青色光源、赤色光源、緑色光源）が同時に３種類の単色光（青色光源、赤色光源、緑色光源）を発光することで被写体１２を白色光で照明するのであれば、青色光、赤色光及び緑色光のうち適宜選択された２種類の単色光で被写体１２を照明してもよい。また、検査装置１０は、被写体１２であるシャーレ１３や、色ゲイン調整用の基準シートなどの搬送対象を、所定位置に搬送するロボットを備えてもよい。この場合、制御部４０が、ロボットを制御してもよいし、制御部４０とは別の制御部がロボットを制御してもよい。

[0027] 画像処理部５０は、撮像部３０を構成するカメラ３１から出力されるＲＧＢ３バンドの第１撮像信号Ｓ１に対して所定の画像処理を施してＸＹＺ３バンドの第２撮像信号Ｓ２（いずれも図５を参照）を生成する。なお、第１撮像信号Ｓ１でいうＲＧＢは、カメラ３１のイメージセンサ３３を構成するＲ画素、Ｇ画素、Ｂ画素がそれぞれ受光できる各波長領域から決まる３色を指す。また、第２撮像信号Ｓ２でいうＸＹＺは、第１撮像信号Ｓ１を構成するＲＧＢ画像をＲＧＢの各波長領域とは異なる各波長領域を有するＸＹＺ画像

に変換したそのXYZ画像の各波長領域から決まる3色を指す。

[0028] 検査処理部60は、画像処理部50から入力した第2撮像信号S2に基づくXYZ画像を用いて被写体12を検査する。

図1及び図2に示すように、被写体12は、シャーレ13で培養されたコロニーWC、YCを含む。すなわち、被写体12は、シャーレ13と、シャーレ13内の培地14と、培地14に培養されたコロニーWC、YCを含む。なお、コロニーWC、YCは、培養期間の初期や菌がないときには発生しないので、被写体12によってはコロニーWC、YCが存在しない場合もある。

[0029] 図1及び図2に示す例では、2種類以上の異なるコロニーWC、YCが存在している。図1、図2の例では、種類の異なるコロニーWC、YCは類似した色をもつ2種類としている。また、培地14には、図2に示すような異物FSが存在する場合がある。例えば、食品や飲料水に菌が発生する状況を検査する場合、食品や飲料水に含まれる、食物繊維、食材の片、種子、皮、果肉などが異物FSとなる。異物FSは、コロニーWC、YCと間違えて識別される場合がある。このため、検査処理部60は、コロニーWC、YCと異物FSとを特徴によって識別する。例えば、形状、面積、色などの特徴因子によってコロニーWC、YCを異物FSと識別する。コロニーWC、YCは、一般に、円形や楕円形の形状を呈し、かつサイズは所定範囲内にある。異物FSが繊維である場合、その形状は長細い形状を呈する。また、異物FSが果肉、種子、皮などの場合、コロニーWC、YCと形状が異なる。例えば、外接矩形のアスペクト比を形状の特徴因子とし、アスペクト比が1に近い所定範囲内であれば、コロニーWC、YCと特定し、所定範囲から外れる場合は、異物FSと識別してもよい。また、検査処理部60は、コロニー候補を面積（サイズ）の閾値によってコロニーWC、YCとそれ以外とを識別する。

[0030] 図1及び図2に示すように、シャーレ13は、背景シート15（背景板）の上に載置されている。背景シート15は、被写体12であるシャーレ13

の背景となる。背景シート１５は、例えば、黒拡散板であってもよい。背景シート１５を黒色にすることで黒バランスの黒基準として使用してもよい。シャーレ１３は、無色透明の材料（例えば、ガラス）により構成される。シャーレ１３に收容される培地１４は、必要に応じて着色される。その場合、培地１４は、所定の色に着色された半透明となる場合がある。カメラ３１が撮像した画像では、培地１４は、背景シート１５の黒色が透過する場合がある。また、食品や飲料水を検査する場合、食品や飲料水の色によって培地１４が着色される場合もある。なお、黒色の背景シート１５は、光を拡散する拡散機能を有しない黒色シート等の黒色板であってもよい。また、背景シート１５を黒バランスの基準とする場合、黒色（無彩色）シートに限らず、有彩色シートを用いてもよい。

[0031] 図１、図２に模式的に示す２種類のコロニーは、白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣである。白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣは、種類の異なるコロニーである。そのため、検査上、白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣは区別される必要がある。しかし、白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣの色である白色と黄色は、色が類似しているため、カメラ３１で被写体１２を撮像したＲＧＢ画像において識別しにくい。また、ＲＧＢ画像を構成する、Ｒ画像、Ｇ画像、Ｂ画像においても、白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣは濃度が近いので、識別しにくい。このようにカメラ３１で被写体１２を撮像して得られるＲＧＢ画像では白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣは識別しにくい。本実施形態では、カメラ３１からの第１撮像信号Ｓ１に画像処理部５０が所定の画像処理を施すことで、白色コロニーＷＣと黄色コロニーＹＣとを識別しやすいＸＹＺ画像を生成する。ＸＹＺ画像の詳細は後述する。

[0032] <カメラ３１の構成>

次に、図３を参照して、撮像部３０を構成するカメラ３１の内部構造について説明する。図３は、カメラ３１は、ＲＧＢ画像を撮像する汎用のカラーカメラである。カメラ３１は、鏡筒３１ａに組み付けられたレンズ３２と、

近赤外光を遮断する近赤外光カットフィルタ 35（以下、IR カットフィルタ 35 ともいう。）と、イメージセンサ 33 とを備える。

[0033] イメージセンサ 33 は、それぞれ受光素子よりなる、R 画素 33 R、G 画素 33 G 及び B 画素 33 B を備える。R 画素 33 R は、R フィルタ 34 R を透過した赤色光（R 光）を受光し受光量に応じた R 画素信号を出力する。G 画素 33 G は、G フィルタ 34 G を透過した緑色光（G 光）を受光し受光量に応じた G 画素信号を出力する。B 画素 33 B は、B フィルタ 34 B を透過した青色光（B 光）を受光し受光量に応じた B 画素信号を出力する。イメージセンサ 33 において、R 画素 33 R、G 画素 33 G 及び B 画素 33 B は、所定の配列で配置されている。

[0034] このイメージセンサ 33 は、近赤外光がカットされた RGB 撮像特性を有する。R 画素 33 R、G 画素 33 G 及び B 画素 33 B は、図 3 中のグラフで示されるそれぞれの波長帯の光に感度を有する。グラフでは、横軸が波長、縦軸が相対感度である。R 画素 33 R は、図 3 におけるグラフに示されるレッド（R）の波長帯の光に高い感度を有する。G 画素 33 G は、グラフに示されるグリーン（G）の波長帯の光に高い感度を有する。B 画素 33 B は、グラフに示されるブルー（B）の波長帯の光に高い感度を有する。

[0035] <単色光源 20 の構成について>

次に、図 4 を参照して単色光源 20 の構成について説明する。

図 4 に示すように、単色光源 20 は、青色光源 21 と、緑色光源 22 と、赤色光源 23 との 3 色（3 種類）の単色光源を備える。青色光源 21 は、単色光として青色光（B 光）を発光する。緑色光源 22 は、単色光として緑色光（G 光）を発光する。赤色光源 23 は、単色光として赤色光（R 光）を発光する。本実施形態の照明制御部 42 は、被写体 12 を撮像するときは、単色光源として青色光源 21 を発光させることで、被写体 12 を青色光（B 光）で照明する。なお、特に発光色（光源色）を意識しない場合は、単色光源 20 を構成する青色光源 21 と緑色光源 22 と赤色光源 23 を、単色光源 21 ～ 23 と称する場合がある。

[0036] ここで、単色光源 20 は、白色光源の機能を備えてもよい。すなわち、単色光源 20 は、3 種類の単色光源 21～23 を同時に発光させることで、白色光を発光させる白色光源機能も備える。この場合、制御部 40 は、白色光源において RGB 3 色の単色光のそれぞれを発光可能な 3 種類の単色光源 21～23 のうちいずれか 2 種類（2 色）を発光させることで、白色光源を単色光源として機能させる。本明細書では、このような単色光源の機能を備える白色光源も単色光源 20 に含まれる。なお、1 種類又は 2 種類の単色光で照明して被写体 12 を撮像する第 1 撮像と、白色光で照明して被写体 12 を撮像する第 2 撮像とを時分割で行ってもよい。この場合、白色光で撮像した画像も検査に用いてもよい。

[0037] 制御部 40 が、どの単色光源を発光させるかは、検査対象のコロニーの分光反射率特性から決定される。ここで、被写体 12 の撮像時に同時に発光させる 2 種類の単色光源のうち 1 種類を主となる単色光源である第 1 単色光源 25、他の 1 種類を補助光源である第 2 単色光源 26 とする。本例では、図 4 に示すように、青色光源 21 を第 1 単色光源 25 とし、赤色光源 23 を第 2 単色光源 26 とする。すなわち、青色光源 21 を主となる第 1 単色光源 25 とし、第 1 単色光源 25 が被写体 12 を照明する第 1 単色光（本例では B 光）の発光波長領域とは異なる発光波長領域の第 2 単色光（本例では R 光）を発光可能な赤色光源 23 を補助光源である第 2 単色光源 26 とする。制御部 40 は、青色光（B 光）を主たる単色光として被写体 12 を照明し、赤色光（R 光）を補助光として被写体 12 を照明する。第 1 単色光源 25 と第 2 単色光源 26 との組み合わせを、RGB 3 色のうちどの 2 色とするかは、検査対象の分光反射率特性に応じて決定される。

[0038] 単色光源 21～23 は、例えば、LED である。本例では、青色光源 21 は青色 LED であり、緑色光源 22 は緑色 LED であり、赤色光源 23 は、赤色 LED である。制御部 40 は、3 種類の単色光源 21～23 を個々に独立して On/Off 制御することが可能である。制御部 40 は、被写体 12 を撮像するときは、図 1 に示す例では、検査対象の白色コロニー WC と黄色

コロニー Y C とを識別するために予め行った撮像条件探索結果から決定された青色 L E D を点灯させ、これに加えて補助として赤色 L E D を点灯させる。なお、照明に用いる単色光の決定方法を含む撮像条件決定方法については後述する。

[0039] <画像処理部 5 0 及び検査処理部 6 0 の構成>

次に、図 5 を参照して、画像処理部 5 0 及び検査処理部 6 0 の詳細な構成を説明する。

図 5 に示すように、レンズ 3 2 及び I R カットフィルタ 3 5 を通して被写体 1 2 の像がイメージセンサ 3 3 の撮像面に結像される。イメージセンサ 3 3 は、被写体 1 2 の撮像結果として第 1 撮像信号 S 1 を画像処理部 5 0 に出力する。第 1 撮像信号 S 1 は、各画素 3 3 R, 3 3 G, 3 3 B からの R 撮像信号（レッド信号）、G 撮像信号（グリーン信号）及び B 撮像信号（ブルー信号）を含むシリアル信号である。なお、R 撮像信号、G 撮像信号及び B 撮像信号を、単に R 信号、G 信号及び B 信号ともいう。

[0040] 図 5 に示すように、画像処理部 5 0 は、R G B 分離部 5 1、演算処理部 5 2 及び増幅部 5 3 を備える。R G B 分離部 5 1 は、イメージセンサ 3 3 から入力した第 1 撮像信号 S 1 を、R 撮像信号、G 撮像信号及び B 撮像信号に分離する。

[0041] 演算処理部 5 2 は、R G B 分離部 5 1 から入力した R 信号、G 信号及び B 信号を、X 信号、Y 信号及び Z 信号に変換する。詳しくは、演算処理部 5 2 は、R 信号、G 信号及び B 信号の信号値である R G B 値に対してリニアマトリックス演算を施すことにより、X 信号、Y 信号及び Z 信号に変換する。演算処理部 5 2 には、マトリックス係数が与えられる。ここで、リニアマトリックス演算に用いられるマトリックスは、 3×3 マトリックスである。演算処理部 5 2 には、 3×3 マトリックスの係数が与えられる。

[0042] 演算処理部 5 2 は、マトリックス係数を用いて特定される 3×3 マトリックスを、第 1 撮像信号 S 1 の R G B 値に対して乗算するリニアマトリックス演算を行い、第 1 撮像信号 S 1 の R G B と異なる分光特性を持つ X Y Z で表

される第2撮像信号S2に変換する。マトリックス係数は、第1撮像信号S1のRGBを、第2撮像信号S2のXYZバンドに分光させるための係数である。

[0043] ここで、第1撮像信号S1であるRGB信号を、第2撮像信号S2であるXYZ信号に変換する計算式は、下記の(1)式で与えられる。

[0044] [数1]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a1 & a2 & a3 \\ b1 & b2 & b3 \\ c1 & c2 & c3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Gx \\ Gy \\ Gz \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \cdots (1)$$

[0045] ここで、a1～a3、b1～b3、c1～c3はマトリックス係数であり、Gx、Gy、Gzはゲイン（増幅率）である。これらのマトリックス係数は、図5に示すマトリックス係数設定部54に設定されている。また、ゲインGx、Gy、Gzは、図5に示すゲイン設定部55に設定されている。ゲイン設定部55には、第1単色光源25から第1単色光が照射された条件下で、イメージセンサ33のRGB画素のうち第1画素と第2画素との各出力レベルを2色間で色バランスをとることが可能な値のゲインが設定されている。図12に示す例では、ゲイン設定部55には、第1単色光源25である青色光源21から第1単色光であるB光が照射された条件下で、第1画素であるB画素33Bと第2画素であるG画素33Gとの各出力レベルを2色（B色とG色）間で色バランスをとることが可能な値のゲインが設定されている。

[0046] 演算処理部52は、上記(1)式のうち、RGB値に対して3×3マトリックスを乗算するリニアマトリックス演算処理を行う。演算処理部52は、ゲイン（増幅率）が乗算される前のXYZ値を増幅部53に出力する。3×3マトリックスには、3バンドの分離性を高くできるマトリックス係数が設定されている。

[0047] 例えば、図10に示す単色光源である青色光源21と赤色光源23とが照明に使用される場合、図11から図12及び図13への変換のマトリックス演算に、次の3×3マトリックスの係数が与えられる。すなわち、3×3マ

トリックスの係数として、 $a_1 = 2$ 、 $a_2 = -0.04$ 、 $a_3 = 0$ 、 $b_1 = -0.55$ 、 $b_2 = 1$ 、 $b_3 = -0.25$ 、 $c_1 = 0$ 、 $c_2 = -0.15$ 、 $c_3 = 1$ が与えられる。これらのマトリックス係数は、図5に示すマトリックス係数設定部54に設定されている。これは、一例であって、他のマトリックス係数を設定してよい。

[0048] 増幅部53は、演算処理部52からの正規化前のXYZ値に、ゲイン設定部55に設定されたXゲイン G_x 、Yゲイン G_y 、Zゲイン G_z をそれぞれ乗算する。増幅部53は、XYZ変換後のX値にXゲイン G_x を乗算し、Y値にYゲイン G_y を乗算し、Z値にZゲイン G_z を乗算する。増幅部53は、正規化されたXYZ値を、第2撮像信号S2として出力する。本例では、増幅部53は、青色光源21から単色光（B光）が照射された条件下でB画素33BとG画素33Gとの各出力レベルを2色間で色バランスをとることが可能な値に設定される。こうして、画像処理部50は、入力した第1撮像信号S1に対して、RGB分離処理、リニアマトリックス演算処理（XYZ変換処理）及び正規化処理を順次行うことで、第2撮像信号S2を出力する。こうして3バンドのRGB画像信号が、3バンドのXYZ画像信号に変換される。

[0049] <検査処理部60の構成>

次に、図5を参照して、検査処理部60の構成について説明する。

検査処理部60は、識別部61及び判定部62を備える。識別部61は、分類部63、計数部64及び特定部65を備える。

[0050] 被写体12は、2種類の異なる素材として2種類の異なるコロニーWC，YCを含む。識別部61は、撮像装置11から入力した3バンドのXYZ画像に基づいて2種類の異なるコロニーWC，YCの領域であるコロニー領域を識別する。XYZ画像は、X画像、Y画像及びZ画像を含む。識別部61は、X画像を構成する画素値が第1閾値で設定された範囲内にある領域を第1コロニー領域とする。また、識別部61は、Y画像を構成する画素値が第2閾値で設定された範囲内にある領域を第2コロニー領域とする。さらに、

識別部 6 1 は、Z 画像を構成する画素値が第 3 閾値で設定された範囲内にある領域を第 3 コロニー領域とする。識別部 6 1 は、第 1 コロニー領域又は第 3 コロニー領域から、第 2 コロニー領域を排除した残りのコロニー領域を第 4 コロニー領域とする。例えば、第 1 コロニー領域又は第 3 コロニー領域は、被写体 1 2 内の全てコロニー WC, YC の領域である。第 2 コロニー領域は、白色コロニー WC 又は黄色コロニー YC の領域である。ここで述べた第 4 コロニー領域の演算式は、図 1 2 の場合の例であり、識別したいコロニーの特性によっては、第 4 コロニー領域の演算式は変わる。なお、第 1 閾値～第 3 閾値は、画素値の特定範囲を設定するための閾値であり、中間閾値の 1 種類の閾値だけではなく、上限閾値、下限閾値の 2 種類の閾値、あるいは 2 区間範囲を設定するための 4 種類の閾値でもよい。

[0051] 識別部 6 1 は、閾値の範囲に特定した領域とそれ以外の領域とを閾値で二値化し、二値化で抽出された検査対象の領域を特定する。

分類部 6 3 は、第 1 コロニー領域及び第 3 コロニー領域のうちの少なくとも一方と、第 2 コロニー領域と、第 4 コロニー領域とを、形状及びサイズ（面積）等の特徴に基づいて分類する。

[0052] 計数部 6 4 は、分類部 6 3 が分類したコロニー領域のそれぞれの数を計数する。

特定部 6 5 は、計数部 6 4 の計数結果に基づいて識別対象である 2 種類のコロニー領域の数をそれぞれ特定する。

[0053] 判定部 6 2 は、2 種類のコロニー領域の各計数値に基づいて被写体 1 2 のシャーレ 1 3 でコロニーを培養した結果として得られる検査対象の良否を判定する。なお、検査装置 1 0 が、コロニーカウンタである場合は、検査対象の良否を判定する判定機能を補助機能として備えたり、判定部 6 2 による判定機能を備えない構成でもよい。また、検査装置 1 0 の検査対象がコロニーでない場合は、検査対象の良否を判定する判定機能を主機能としてもよい。

[0054] <検査対象であるコロニーの光反射特性と撮像素子（イメージセンサ）の感度>

次に、図6を参照して、汎用のカラーカメラを用いて撮像しても、類似した色の2種類のコロニーWC、YCを識別しにくい理由について説明する。また、図7を参照して、本実施形態では同じ汎用のカラーカメラ31を用いて撮像した画像でも、撮像信号に所定の処理を施すことで、2種類のコロニーWC、YCを識別可能な原理について説明する。

[0055] 図6は、白色コロニーWCと黄色コロニーYCの分光反射率特性線LW、LYと、RGB画素のうち一例としてB画素の分光感度特性を示す分光感度特性線Bとの一例を示す。図6のグラフでは、横軸が波長(nm)、縦軸が相対感度を示す。なお、このグラフに示される2種類のコロニーの分光反射率特性線LW、LYは、説明の便宜上の仮定の波形である。一般に、コロニーなどの検査対象の分光反射率特性の測定には、専用の分光反射率測定装置が必要になる。

[0056] 白色コロニーWCと黄色コロニーYCの分光反射率特性は近似している。また、シャーレ13内の培地14は所定の色に着色される場合がある。このため、培地14の着色等によって、白色コロニーWCと黄色コロニーYCはさらに識別しにくくなる。

[0057] 図6において、白色コロニーWCの分光反射率特性線LWと、黄色コロニーYCの分光反射率特性線LYは、広い波長範囲に亘り近似している。図6に破線で示すB画素の分光感度特性線Bは、B画素の相対感度を示し、430nm付近にピークをもつ。各コロニーWC、YCの分光反射率特性線LW、LYは、どちらも分光感度特性線Bに重なるピークをもつ。また、どちらも近赤外領域NIRAの所定波長領域にもピークをもつ。

[0058] B画素33Bは、図6に破線で示される300~600nmの範囲の光成分のB光(青色~緑色の領域の光)に感度を有する。このため、B画素33Bは、白色コロニーからの反射光のうちの青色成分のB光を受光する。また、B画素33Bは、黄色コロニーからの反射光のうちの青色成分のB光を受光する。

[0059] このとき、B画像における白色コロニーWCの濃度は、図6において、白

色コロニーWCの分光反射率特性線LWと分光感度特性線Bとの両方を乗算した $LW * B$ の領域の面積 S_w に比例する。また、B画像における黄色コロニーYCの濃度は、図6において、黄色コロニーYCの分光反射率特性線LYと分光感度特性線Bとの両方を乗算した $LY * B$ の領域の面積 S_y に比例する。この場合、2つの面積 S_w , S_y は同じ程度の値である。このため、B画像における2種類のコロニーWC, YCの濃度は同程度の値である。つまり、B画像において、2種類のコロニーWC, YCは識別しにくい。G画像やR画像についても、同様に2種類のコロニーWC, YCの濃度に差があまりない。G画像とR画像のどちらにおいても、2種類のコロニーWC, YCは識別しにくい。

[0060] 一方、図7に示すように、白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの2つの分光反射率特性線LW, LYの間の差が比較的大きい波長領域(400~500nm)に限る狭い波長範囲にB画素の分光感度特性があれば、B画像において白色コロニーWCと黄色コロニーYCは識別可能である。すなわち、B画像における白色コロニーWCの濃度は、図7において、白色コロニーWCの分光反射率特性線LWと分光感度特性線Bとの両方を乗算した $LW * B$ の領域の面積 S_w に比例する。また、B画像における黄色コロニーYCの濃度は、図7において、黄色コロニーYCの分光反射率特性線LYと分光感度特性線Bとの両方を乗算した $LY * B$ の領域の面積 S_y に比例する。この場合、2つの面積 S_w , S_y に所定値(所定比)以上の差があるので、B画像において、2種類のコロニーWC, YCは識別可能である。

[0061] 同様に、図7において、白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの2つの分光反射率特性線LW, LYの間の差が比較的大きい近赤外波長領域(800~900nm)に限る狭い破線Nで示す分光感度特性があれば、IR画像において2種類のコロニーWC, YCは識別可能である。なお、図6、図7では、 S_w は、 $LW * B$ ではなく、LWとBとが重なった領域の面積を示すが、 $LW * B$ との差異は小さいので、これらの図では、 $LW * B$ を、LWとBとが重なった領域の面積で代用する。 S_y についても同様に、 $LY * B$ を

、 L_Y と B とが重なった領域の面積で代用する。

[0062] このように、画素の分光感度特性の幅（波長範囲）を狭くしたり分光感度特性の位置（波長）をシフトさせたりすることで、2種類のコロニーWC、YCの分光反射率特性線 L_W 、 L_Y に差がある領域に画素の分光感度特性を設定する。こうすれば、その画像は2種類のコロニーWC、YCを識別可能である。このためには、マルチスペクトルカメラやハイパースペクトルカメラが必要になる。あるいは、発光波長領域が狭い特定波長の光を発光できる特殊な光源が必要になる。しかしながら、これらの特殊なカメラ及び特殊な光源は高額であるため、撮像装置の製造コストは高くなる。

[0063] 本実施形態では、図7に示すような画素の分光感度特性を、汎用のカラーカメラ31を用いて撮像した第1撮像信号S1に所定の処理を施すことで生成する。

＜汎用のカラーカメラ31を用いた画像について＞

次に、図8を参照して、比較例について説明する。

[0064] 図8に示すように、汎用のカラーカメラ31に搭載されているイメージセンサ33は、白色LED照明時には、グラフに示すRGBの分光感度特性を有する。このグラフでは、白色コロニーWCと黄色コロニーYCの分光反射率特性線 L_W 、 L_Y が、図6、図7とは異なる。

[0065] 図8に示す例では、白色コロニーWCの分光反射率特性線 L_W と黄色コロニーYCの分光反射率特性線 L_Y は、波長が約480～520nmの領域DAで差がある。この差がある領域DAで、RGBのいずれかにこの領域DAの幅程度の狭い波長領域に感度のピークがあれば、その色の画像において、白色コロニーWCと黄色コロニーYCは濃度で識別可能になる。

[0066] しかし、汎用のカラーカメラ31では、図8に示すRGB画素いずれも感度を示す分光感度特性線R、G、Bが広い波長領域に分布する。白色コロニーWCの分光反射率特性線 L_W と黄色コロニーYCの分光反射率特性線 L_Y は、波長が約480～520nm領域で $L_W > L_Y$ の差があるが、約530～580nmの領域では、逆に $L_W < L_Y$ となっている。そのため、400

～700nmで感度を持つR画像、G画像、B画像のいずれにおいても、2種類のコロニーWC、YCの濃度差は小さくなる。

[0067] 例えば、G画像における白色コロニーWCの濃度は、図8における白色コロニーWCの分光反射率特性線LW（太線）と、一点鎖線で示されるG画素の分光感度特性線Gとの乗算で算出される領域の面積 S_{g1} で示される。また、G画像における黄色コロニーYCの濃度は、図8における黄色コロニーの分光反射率特性線LY（太い一点鎖線）と、G画像の分光感度特性線Gとの乗算で算出される領域の面積 S_{g2} で示される。そして、2つの面積 S_{g1} 、 S_{g2} の差 $\Delta S_g (= |S_{g1} - S_{g2}|)$ が全体（G領域全面積）に対して占める比率が小さい。この比率が小さくなると、G画像において2種類のコロニーWC、YCの識別が難しくなっていく。これは、G画素が広い波長範囲に亘って感度を有することが原因である。B画像とR画像においても、同様に、差 ΔS_b 、 ΔS_r （図示略）が全体（B領域全面積、R領域全面積）に対して占める比率が小さいため、白色コロニーWCと黄色コロニーYCは識別しにくい。なお、図8では、 $LW * G$ を、 LW と G とが重なった領域の面積 S_{g1} で代用し、 $LY * G$ を、 LY と G とが重なった領域の面積 S_{g2} で代用する。

[0068] 図9は、この比較例の汎用のカラーカメラ31で撮像したRGB画像における白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの濃度を示す。R画像、G画像、B画像のいずれにおいても、白色コロニーWCの濃度 C_w と黄色コロニーYCの濃度 C_y は、ほとんど差がないか、差があっても非常に小さい。このため、RGB画像で白色コロニーWCと黄色コロニーYCは識別しにくい。

[0069] 汎用のカラーカメラ31のイメージセンサ33のRGB画素は、図8に示すように、白色LED照明下では、波長（nm）に対する相対出力で示される感度を有する。第1画素であるB画素33Bは、波長約440～540nmの光に対して相対出力0.1以上あり且つ約460nmにピークをもつ分光特性を有する。すなわち、相対出力0.1以上となる第1波長領域は、約440～540nmである。また、第2画素であるG画素33Gは、波長約

460～610nmの光に対して相対出力0.1以上あり且つ約550nmにピークをもつ分光特性を有する。すなわち、相対出力0.1以上となる第2波長領域は、約460～610nmである。第3画素であるR画素33Rは、波長約570～650nmの光に対して相対出力0.1以上あり且つ約600nmにピークをもつ分光特性を有する。

[0070] 第1波長領域（約440～540nm）と第2波長領域（約460～610nm）とは一部の重複波長領域（約460～540nm）で重複する。重複波長領域である約460～550nmの範囲内の少なくとも一部を含む発光波長とするB光が照射されると、第1画素であるB画素33Bだけでなく、第2画素であるG画素33Gも、0.1以上の相対出力になる。

[0071] 図10は、青色LEDよりなる青色光源21と、赤色LEDよりなる赤色光源23とを同時に発光させるときの単色光源20のスペクトル（発光分布）を示す。グラフにおいて、横軸は波長、縦軸は出力パワーである。主となる単色光源である青色光源21は、約430～530nmのB光を発光する。補助光源である赤色光源23は、500～660nmのR光を発光する。なお、図10のグラフでは、白色LEDの分光特性を破線で示している。

[0072] 図11は、B光とR光で照明したときのRGB画素33R、33G、33Bの相対出力を示す。図11に示すようにG領域が、図8における白色光を照明したときのG領域に比べ低波長側へシフトしている。また、図11に示すB領域は、図8における白色光を照明したときのB領域において500～650nmの領域に相対出力が0.05～2程度あった領域がほぼ消失している。

[0073] また、図11に示すようにR領域は、図10に示すR光を照明することで、図10における白色光を照明したときのR領域に比べ、高波長側へシフトしている。

そして、図12に示すように、RGB画像に対してリニアマトリックス演算を施すことで、XYZ画像が取得される。

[0074] 本例の撮像装置11は、RGBカラーフィルタ34を搭載したカラーカメ

ラ 3 1 において、単色照明及び R G B リニアマトリックス演算処理により、新たな 2 バンドの撮像特性を持たせることを可能とした撮像方式を採用する。新たな 2 バンドとは、元の 2 バンドとは、ピーク波長が異なり、かつ白色 L E D 照明使用時の R G B 撮像特性とは異なる撮像特性をもつ。加えて、新たな 2 バンドの感度波長領域とは異なる領域の単色照明を補助光源として使用することにより、通常のカラーカメラ 3 1 での撮像では困難な色識別を可能にする撮像方式である。

[0075] 本実施形態の単色照明は、青色照明である。補助光源として使用する単色照明は、赤色照明である。つまり、B 光で照明する青色光源 2 1 を主となる単色光源として使用し、R 光で照明する赤色光源 2 3 を補助光源として使用する。赤色光源 2 3 を補助光源として R 光でも照明することで、R 画像についても検査処理に使用する。

[0076] 重複波長領域が約 4 6 0 ~ 5 5 0 n m であるので、図 1 1 に示すように、青色光源 2 1 の B 光によって G 画素 3 3 G は、約 4 5 0 ~ 5 2 0 n m の領域で相対出力が 0. 1 以上になる。被写体 1 2 を照明する単色光である B 光は、第 1 波長領域の少なくとも一部と重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光である。

[0077] 制御部 4 0 は、第 1 単色光源 2 5 と第 2 単色光源 2 6 との照明を同時に行って、被写体 1 2 を撮像部 3 0 に撮像させる。制御部 4 0 が、第 1 単色光源 2 5 の照度に応じて設定した第 2 照度で第 2 単色光源 2 6 の照明を行うか、あるいは、R G B 画素 3 3 R, 3 3 G, 3 3 B のうち第 1 画素である B 画素 3 3 B と第 2 画素である G 画素 3 3 G との出力レベルに与えられる各ゲインに応じて第 3 画素である R 画素 3 3 R の出力レベルに与えられるゲインがゲイン設定部 5 5 により設定される。

[0078] 図 1 3 に示すように、Y 画像における白色コロニー W C の濃度は、図 1 3 における白色コロニー W C の分光反射率特性線 L W (太線) と、一点鎖線で示される Y 画像の分光感度特性線 Y との乗算で算出される領域の面積 S g 1 で示される。また、Y 画像における黄色コロニー Y C の濃度は、図 1 3 にお

ける黄色コロニーの分光反射率特性線 L_Y （太い一点鎖線）と、 Y 画像の分光感度特性線 Y との乗算で算出される領域の面積 S_{g2} で示される。そして、2つの面積 S_{g1} 、 S_{g2} の差 $\Delta S_g (= |S_{g1} - S_{g2}|)$ が全体（ S_{g1} と S_{g2} の和）に対して占める比率が大きい。この比率が濃度差比率に相当するので、 Y 画像においては2種類のコロニー WC 、 YC は濃度差比率が大きく識別しやすい。なお、 B 画像と R 画像においては、差 ΔS_b 、 ΔS_r （図示略）が全体（ B 領域全面積、 R 領域全面積）に対して占める比率が小さいため、2種類のコロニー WC 、 YC は識別しにくい。なお、図13では、 $LW * Y$ を、 LW と Y とが重なった領域の面積 S_{g1} で代用し、 $LY * Y$ を、 LY と Y とが重なった領域の面積 S_{g2} で代用する。

[0079] 図14は、この本実施例の汎用のカラーカメラ31で撮像した XYZ 画像における白色コロニー WC と黄色コロニー YC との濃度を示す。 X 画像、 Z 画像においては、白色コロニー WC の濃度 C_w と黄色コロニー YC の濃度 C_y は、ほとんど差がないか、差があっても非常に小さい。このため、 $X \cdot Z$ 画像で2種類のコロニー WC 、 YC は識別しにくい。しかし、 Y 画像においては、白色コロニー WC の濃度 C_w と黄色コロニー YC の濃度 C_y との差が大きい。このため、 Y 画像で白色コロニー WC と黄色コロニー YC は識別しやすくなる。以上より、 XYZ 画像において2種類のコロニー WC 、 YC を色で識別することも可能になる。

[0080] <制御部40による制御内容>

<実施形態の作用>

次に、撮像装置11及び検査装置10の作用について説明する。

[0081] <初期設定処理について>

まず図16を参照して、初期設定処理について説明する。制御部40は、図16に示す初期設定処理ルーチンを実行する。

[0082] ステップS11において、制御部40は、色ゲイン調整用の基準シートを設置する。制御部40が、例えば、ロボットを制御してアームに基準シートを把持させ、把持した基準シートを、カメラ31の撮像エリアである、例え

ば、検査位置に置く。なお、作業者が手動で基準シートを置いてよい。

[0083] ステップS 1 2において、制御部4 0は、青色LEDをOnさせる。

ステップS 1 3において、制御部4 0は、B画像とG画像のレベルが揃うようにB、Gゲインを設定する。すなわち、制御部4 0は、青色光源2 1である青色LEDからのB光で照明される条件の下で第1画素であるB画素3 3 Bと第2画素であるG画素3 3 Gとの各出力レベルを2色間で色バランスをとることが可能な値のBゲイン及びGゲインを設定する。

[0084] ステップS 1 4において、制御部4 0は、赤色LEDをOnさせる。

ステップS 1 5において、制御部4 0は、Rゲインを手動設定する。すなわち、作業者が入力部を操作してRゲインを手動設定するので、制御部4 0は、入力部から入力したRゲインをメモリの所定記憶領域に書き込むことで設定する。

[0085] ステップS 1 6において、制御部4 0は、背景シートを設置させる。制御部4 0が、例えば、搬送ロボットのアームを制御して、アームに背景シートを把持させ、把持した背景シートを、カメラ3 1の撮像エリアである、例えば、検査位置に置く。なお、ロボットは、背景シートを検査位置に置く前に、先に検査位置に置いた基準シートを取り除く。

[0086] ステップS 1 7において、制御部4 0は、背景シート画像で黒バランスのオフセット量を算出及び設定する。

<撮像処理について>

次に、図1 7を参照して、撮像処理について説明する。制御部4 0は、図1 7に示す撮像処理ルーチンを実行する。制御部4 0は、カメラ3 1に対して検査位置に配置されたシャーレ1 3を撮像させる制御を行うとともに、撮像結果としてカメラ3 1から出力される撮像信号に対して画像処理部5 0（図1 及び図5を参照）が所定の画像処理を行うことで、撮像信号を構成する3バンドのRGB画像を、3バンドのXYZ画像に変換して出力する。

[0087] 詳しくは、ステップS 2 1において、制御部4 0は、背景シート1 5上にコロニーWC、YCが培養されているシャーレ1 3を配置する。この処理は

、制御部40が、例えば、ロボットを制御してアームに把持したシャーレ13を背景シート15の上に置く。なお、作業者がシャーレ13を背景シート15の上に置いてもよい。

[0088] 次のステップS22において、制御部40は、青色・赤色LEDをOnさせる。

ステップS23において、制御部40は、カメラ31に撮像させる。なお、ステップS22及びS23の処理が、撮像ステップの一例に相当する。

[0089] ステップS24において、制御部40は、RGB画像にリニアマトリックス処理を実施する。なお、このステップS24の処理が、演算処理ステップの一例に相当する。

ステップS25において、制御部40は、ゲイン設定部55に設定されたゲイン G_x 、 G_y 、 G_z で白バランス処理を実施する。ここで、ゲイン G_x 、 G_y は、B画素とG画素との出力レベルを色バランスした値である。よって、図13に示す面積 S_{g1} 、 S_{g2} が、Y領域全体に占める面積が小さくても、図15(c)のY画像において2種類のコロニーWC、YCが暗くなりすぎず、適度な濃度かつ適度な濃度差で得られる。

[0090] ステップS26において、制御部40は、設定されたRGBオフセット量により黒バランス処理を実施する。すなわち、制御部40は、画像中の背景シート15の黒色が、初期設定時に設定された画像中の背景シート15の黒色と同じ濃度になるように黒バランスを実施する。

[0091] ステップS27において、制御部40は、XYZ画像を出力する。

図15(a)に示すように、XYZ画像では白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの間に、例えば、2値化処理等の所定の画像処理によって識別可能な程度の濃度の差が得られる。このため、2種類のコロニーWC、YCが識別可能である。一方、図15(b)に示すX画像では、2種類のコロニーWC、YCの濃度は同程度であり識別はしにくい。が、培地14との濃度差が大きいので、培地14とコロニーWC、YCとの識別は可能である。よって、コロニーWC、YCの全数を計数可能である。また、図15(c)に示す

Y画像では、白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの間に識別可能な程度の濃度の差が得られる。このため、2種類のコロニーWC, YCが識別可能である。また、図15(d)に示すZ画像では、2種類のコロニーWC, YCの濃度は同程度であり識別はしにくい、培地14との濃度差が大きいので、培地14とコロニーWC, YCとの識別は可能である。コロニーWC, YCの全数を計数可能である。また、X画像とY画像は、培地14とコロニーWC, YCとの濃度の関係が異なる。このため、培地14の着色の仕方によっては、X画像とZ画像の両方を用いることで、少なくともこのうちの一方の画像によりコロニーWC, YCの全数を計数可能である。

[0092] なお、図15(b)における2種類のコロニーWC, YCの領域が、画素レベルが閾値設定範囲内にある領域である第1コロニー領域に相当する。図15(c)における2種類のコロニーWC, YCのうちの一方の領域が、画素レベルが閾値設定範囲内にある領域である第2コロニー領域に相当する。図15(d)における2種類のコロニーWC, YCの領域が、画素レベルが閾値設定範囲内にある領域である第3コロニー領域に相当する。そして、コロニー全数の領域である第1コロニー領域又は第3コロニー領域から、2種類のうちの一方の種類のコロニーの領域である第2コロニー領域を排除した残りのコロニー領域が第4コロニー領域に相当する。例えば、白色コロニーWCの領域が第2コロニー領域であれば、黄色コロニーYCの領域が第4コロニー領域に相当し、黄色コロニーYCの領域が第2コロニー領域であれば、白色コロニーWCの領域が第4コロニー領域に相当する。

[0093] <検査処理について>

次に、図18を参照して、検査処理について説明する。検査処理部60を構成するコンピュータは、図18に示す検査処理ルーチンを実行する。検査処理部60は、撮像装置11からのXYZ画像を用いて画像別にコロニーを計数し、画像別のコロニーの計数結果を用いてコロニーの種類別の数に補正する計数補正（カウント補正）と、補正後の計数結果（カウント結果）に基づいて検査結果を判定する判定処理とを行う。

[0094] X Y Z画像ごとに行う処理としては、検査対象であるコロニーの領域を求める領域抽出処理と、抽出した領域をコロニーの特徴に応じて分類する分類処理、コロニーとして分類された検査対象の数をカウントするカウント処理（計数処理）とを含む。詳しくは、領域抽出処理は、X画像、Y画像及びZ画像ごとに検査対象（コロニー候補）の領域を求める処理である。分類処理は、抽出した領域に対して検査対象であるコロニーの形状因子・サイズ因子を特徴として、検査対象であるコロニーあるか否かを分類する処理である。カウント処理は、コロニーとして分類された検査対象の数をカウントする処理である。

[0095] そして、X Y Z画像ごとに求めるなどした複数のコロニー計数値（カウント値）を用いて所定の演算を行うことでコロニーの種類別の数に補正するカウント補正を行うことで、コロニーの種類別の計数値を求める。さらに、コロニーの種類別の計数値を用いて検査対象の良否を判定するなどの判定処理を行って、最終的な検査結果を取得する。なお、図18は、X Y Z画像ごとに領域を求める並列な処理を1つのフローで示しており、一例としてステップ番号の処理順を示すが、並列な処理はどの順番で行ってもよい。領域ごとの特徴分類およびカウントについても、領域が特定されれば、どの順番で行ってもよい。

[0096] 図18において、ステップS31～S34は、X画像を用いてコロニーをカウントする一連の処理（第1処理）である。ステップS35～S38は、Y画像を用いてコロニーをカウントする一連の処理（第2処理）である。ステップS39～S42は、Z画像を用いてコロニーをカウントする一連の処理（第3処理）である。ステップS43～S47は、第1処理～第3処理でコロニー候補として抽出された各領域のうち2つ又は3つを組み合わせで特定種類のコロニーの領域を割り出す一連の処理（第4処理）である。

[0097] 第1処理は、X画像の閾値による領域抽出（ステップS31）、領域抽出結果としての第1領域の特定（ステップS32）、第1領域を特徴に応じて分類する特徴分類（ステップS33）及び特徴分類した検査対象のカウント

(ステップS 3 4)を含む。

[0098] 第2処理は、Y画像の閾値による領域抽出(ステップS 3 5)、領域抽出結果としての第2領域の特定(ステップS 3 6)、第2領域を特徴に応じて分類する特徴分類(ステップS 3 7)及び特徴分類した検査対象のカウント(ステップS 3 8)を含む。

[0099] 第3処理は、Z画像の閾値による領域抽出(ステップS 3 9)、領域抽出結果としての第3領域の特定(ステップS 4 0)、第3領域を特徴に応じて分類する特徴分類(ステップS 4 1)及び特徴分類した検査対象のカウント(ステップS 4 2)を含む。

[0100] 第4処理は、上記各処理(例えば3つの処理)で得られた複数の領域を用いて別の領域を求める処理である。第4処理は、使用する複数の領域が既に取得されたか否かを判定する判定処理(ステップS 4 3)、一例として第1領域と第2領域を用いて第4領域を求める領域取得処理(ステップS 4 4)、領域取得結果としての第4領域の特定(ステップS 4 5)、第4領域を特徴に応じて分類する特徴分類(ステップS 4 6)及び特徴分類した検査対象のカウント(ステップS 4 7)を含む。なお、本例では、X画像のコロニー候補領域を第1領域とし、Y画像のコロニー候補領域を第2領域として、第4コロニー領域を求めるが、Z画像のコロニー候補領域を第1領域とし、Y画像のコロニー候補領域を第2領域として、第4コロニー領域を求めてもよい。

[0101] ステップS 4 8において、検査処理部60(詳しくは、検査処理部60を構成するコンピュータ)は、ステップS 3 4, S 3 8, S 4 2, S 4 7でそれぞれ得られた領域別の検査対象のカウント結果を用いて所定の演算を行うカウント補正を行う。カウント補正によって検査対象の例えばコロニーの種類別のカウント値を求める。例えば、コロニー総個数から第1種のコロニー個数を減算することで、第2種のコロニー個数を算出する。また、ステップS 4 9において、検査処理部60は、カウント補正結果を用いて最終的な検査結果を求める判定処理を行う。判定処理は、コロニー総個数やコロニーの

種類ごとの個数がそれぞれに応じた個数閾値を超えたか否かを判定する検査判定処理や、コロニーを表示枠で囲んだり所定色を付加したりして強調表示する強調表示処理などを含んでもよい。そして、検査処理部60は、表示部70に検査結果を表示する。表示部70には、例えば、コロニー総個数、コロニーの種類別の個数、検査結果内容、コロニーに強調表示された画像などが表示される。なお、検査結果内容には、検査対象が食品又は飲料水などの場合は、良品か不良品かの判定結果を含んでもよい。また、ここでは、検査対象をコロニーとしているが、これに限定されない。例えば、製品に含まれる異物を検査対象とし、異物の有無を検査する構成でもよいし、製品の汚れを検査対象として汚れの有無を検査する構成でもよい。

[0102] 本実施形態では、識別部61及び判定部62は、検査処理部60を構成するコンピュータが、図18に示される検査処理のプログラムを実行することで、ソフトウェアにより構成される。そして、識別部61は、領域抽出（ステップS31，S35，S39，S44）及び領域特定（ステップS32，S36，S40，S45）によって各領域を識別する。分類部63は、特徴分類処理（ステップS33，S37，S41，S46）を行うコンピュータにより構成される。計数部64は、カウント処理（ステップS34，S38，S42，S47）を行うコンピュータにより構成される。特定部65は、計数部64の計数結果であるカウント値に基づいて識別対象である2種類のコロニー領域の数を特定する処理を行うコンピュータにより構成される。判定部62は、特定した2種類のコロニーの個数に基づく判定処理を行う（ステップS49）を行うコンピュータにより構成される。

[0103] <撮像条件決定処理について>

次に、図19を参照して、撮像条件決定処理について説明する。本例では、制御部40が、図19に示す撮像条件決定処理ルーチンを実行する。このフローチャートは、3種類の単色光源を用いて撮像条件を探索し決定する例である。なお、撮像条件探索に使用する単色光源の種類は、青色光源21、緑色光源22及び赤色光源23のうちの2種類の単色光源でもよい。

[0104] 図19において、ステップS51～S57の処理が1番目の単色光源である第1単色光源を用いて撮像条件を探索し決定する第1探索処理である。ステップS51～S57の処理を繰り返し実行しても、適切な撮像条件を決定できない場合、ステップS58で単色光を変更して、ステップS51～S57の処理を繰り返し実行する。単色光の変更とは、単色光のピーク波長の変更を指す。また、1つの単色光源において単色光のピーク波長の変更をすべて終えた場合は、単色光源を変更してもよい。単色光源を変更しても、ステップS51～S57の処理は基本的に同様である。そのため、以下では、制御部40が、第1単色光源である青色光源を用いて撮像条件を探索し決定する処理について詳しく説明する。

[0105] まずステップS51において、制御部40は、第1単色光で照明するときのリニアマトリックス演算の係数を設定する。このステップS51は、撮像部30から出力される3バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成するためにリニアマトリックス演算処理でRGB画像に対して乗算するマトリックスの係数を設定する第1ステップの一例に相当する。

[0106] ステップS52において、制御部40は、第1単色光源で被写体を照明する。このステップS52は、カメラ31のRGB画素のうち第1画素の分光出力特性と第1画素と異なる第2画素の分光出力特性との各ピーク波長を変化させることが可能となる単色光で被写体12を照明する第2ステップの一例に相当する。

[0107] ステップS53において、制御部40は、被写体を撮像する。なお、ステップS53の処理が、第2ステップで単色光で照明した被写体12を撮像部30が撮像する第3ステップの一例に相当する。

[0108] ステップS54において、制御部40は、RGB画像に対してマトリックスを乗算してXYZ画像を生成する。なお、このステップS53は、第3ステップの撮像の結果として撮像部30から出力されるRGB画像に対してマトリックスを乗算してXYZ画像を生成する第4ステップの一例に相当する。

。

- [0109] ステップS 5 5において、制御部4 0は、Y画像において種類が異なる2つの領域の濃度の差を取得する。なお、このステップS 5 5は、第4ステップで生成されたX Y Z画像のうち第2画素から出力される第2画像において2種類の異なる素材の領域間の濃度の差が所定の閾値以上であるか否かを判断する第5ステップの一例に相当する。
- [0110] ステップS 5 6において、制御部4 0は、差が閾値以上であるか否かを判断する。差が閾値以上でなければ、つまり差が閾値未満であれば、ステップS 5 7に進む。一方、差が閾値以上であれば、ステップS 5 9に進んで、そのときの単色光とそのときの係数とを決定する。なお、決定した係数は、マトリックス係数設定部5 4に設定される。
- [0111] ステップS 5 7において、制御部4 0は、第1単色光での条件探索終了であるか否かを判断する。第1単色光での条件探索を終了していなければステップS 5 2に戻り、ステップS 5 2～ステップS 5 7の処理を繰り返し実行する。第1単色光での条件探索をすべて終了しても差が閾値以上になる撮像条件が発見できなければ、ステップS 5 8に移行する。
- [0112] ステップS 5 8において、制御部4 0は、単色光を変更する。詳しくは、制御部4 0は、単色光のピーク波長を変更する。ここで、単色光のピーク波長の変更とは、単色光源はそのままでそのピーク波長を徐々に変化させてもよい。例えば、汎用品の青色LEDのピーク波長は、約4 7 0 nmであるが、例えば1 0 nmステップで4 8 0 nm、4 9 0 nmと変化させてもよい。その手段としては、単色光源（LED）はそのままで光学フィルタを使用してピーク波長をシフトさせる方法、あるいは単色光源（LED）そのもののピーク波長を変えた別の単色光源を使用する方法がある。
- [0113] このように、使用する単色光（例えばB光）のピーク波長を変更し、そのピーク波長変更後の単色光を用いて同様にステップS 5 1～S 5 7の撮像条件探索処理を実行する。それでもステップS 5 6で差が閾値以上になる撮像条件が発見できなければ、ステップS 5 8において、使用する単色光源を青

色光源 2 1 から緑色光源 2 2 に変更する。そして、同様に、使用する単色光（例えば G 光）のピーク波長を変更し、そのピーク波長変更後の単色光を用いて同様にステップ S 5 1 ～ S 5 7 の撮像条件探索処理を実行する。それでもステップ S 5 6 で差が閾値以上になる撮像条件が発見できなければ、ステップ S 5 8 において、緑色光源 2 2 から赤色光源 2 3 に変更する。そして、同様に、使用する単色光（例えば R 光）のピーク波長を変更し、そのピーク波長変更後の単色光を用いて同様にステップ S 5 1 ～ S 5 7 の撮像条件探索処理を実行する。このように、第 3 ステップ（S 5 6）において濃度の差が所定の閾値以上になるまで、第 1 ステップ（S 5 1）での係数の変化と、第 2 ステップ（S 5 2, S 5 8）での単色光のピーク波長の変化とを伴って、第 1 ～ 第 5 ステップ（ステップ S 5 1 ～ S 5 8）を繰り返し行う。なお、ステップ S 5 8 において単色光源を変更した場合、その後のステップ S 5 5 において X Y Z 画像のうち濃度の差を取得する際に対象とする画像は、それまでの Y 画像とは異なる画像（X 画像又は Z 画像）に変更されてもよい。この画像は、そのときの単色光とコロニー WC, Y C の分光反射率特性とに応じて選択されてもよい。

[0114] 撮像装置 1 1 は、このルーチンで決定された撮像条件で、被写体 1 2 を撮像する。本例では、2 種類のコロニー WC, Y C を培地 1 4 に含むシャーレ 1 3 よりなる被写体 1 2 を青色光源 2 1 で照明して撮像した際に、差が閾値以上になる撮像条件が発見できた場合であり、青色光源 2 1 が単色光源に決定される。この青色光源 2 1 は、第 1 単色光源 2 5 として決定される。

[0115] 上記の説明では、ステップ S 5 8 において、単色光のピーク波長の変更は、単色光源はそのままでピーク波長を変化させる単色光の変更を含むが、カメラ 3 1 の R G B 画素のうち第 1 画素の分光出力特性と第 1 画素と異なる第 2 画素の分光出力特性との各ピーク波長を変化させることができるように発光波長を変更できれば足りる。例えば、単色光源を変更させるだけでもよい。すなわち、ステップ S 5 8 において、制御部 4 0 が、青色光源 2 1、緑色光源、赤色光源 2 3 を順番に変更するだけでもよい。また、単色光源はその

ままでピーク波長を変化させる構成の場合、撮像条件探索に使用する単色光源の種類は、青色光源 2 1、緑色光源 2 2 及び赤色光源 2 3 のうちの 1 種類とすることも可能である。

[0116] <実施形態の効果>

以上、詳述した実施形態によれば、以下に示す効果が得られる。

(1) 撮像装置 1 1 は、撮像した被写体 1 2 に含まれる 2 種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する。撮像装置 1 1 は、撮像部 3 0、単色光源 2 0、制御部 4 0 及び画像処理部 5 0 を備える。撮像部 3 0 は、被写体 1 2 を撮像するイメージセンサ 3 3 (撮像素子) が RGB 画素 3 3 R, 3 3 G, 3 3 B を有する。単色光源 2 0 は、被写体 1 2 を単色光で照明する。制御部 4 0 は、単色光源 2 0 及び撮像部 3 0 を制御する。画像処理部 5 0 は、被写体 1 2 を撮像した撮像部 3 0 から出力される 3 バンドの RGB 画像に所定の処理を施す。RGB 画素は、第 1 波長領域に感度を有する第 1 画素 3 3 B と、第 2 波長領域に感度を有する第 2 画素 3 3 G とを含む。第 1 波長領域と第 2 波長領域とは一部の重複波長領域で重複する。単色光は、第 1 波長領域の少なくとも一部と重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光である。画像処理部 5 0 は、演算処理部 5 2 と、増幅部 5 3 と、を備える。演算処理部 5 2 は、3 バンドの RGB 画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことにより RGB 撮像特性が補正された 3 バンドの XYZ 画像を生成する。増幅部 5 3 は、単色光源 2 0 から単色光が照射された条件下で第 1 画素 3 3 B と第 2 画素 3 3 G との各出力レベルを 2 色間で色バランスをとることが可能な値に設定されたゲインで XYZ 画像を構成する XYZ 値のうち第 1 画素 3 3 B と第 2 画素 3 3 G との各々に対応する各値を増幅する。

[0117] この構成によれば、単色光源 2 0 の照度の調整あるいはゲインの設定により、適切な色又は濃度で素材 (コロニー WC, YC) を識別できる画像を出力することができる。よって、画像を検査に用いるときに、画像に含まれる 2 種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。

- [0118] (2) 画像処理部50は、被写体12のうち識別対象以外の基準部分を対象にして黒バランス処理を行った3バンドのXYZ画像を生成する。この構成によれば、黒バランス処理を行うので、被写体12を撮像するときの環境が変化しても、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。
- [0119] (3) 単色光源20は、青色光源21又は赤色光源23である。単色光源20が青色光源21である場合、第1画素33BはB画素であり、かつ第2画素はG画素33Gである。単色光源20が赤色光源23である場合、第1画素はR画素33Rであり、かつ第2画素はG画素33Gである。
- [0120] この構成によれば、G画素33Gは、青色光源21の光源色である青色光に対しても重複波長領域の少なくとも一部に感度を有する。このため、青色光で照明して撮像するとき、G画像の感度波長領域を汎用カメラのそれに対して狭くすることができる。また、G画素33Gは、赤色光源23の光源色である赤色光に対しても重複波長領域の少なくとも一部に感度を有する。このため、赤色光で照明して撮像するとき、G画像の感度波長領域を汎用のカメラ31のそれに対して狭くすることができる。RGB画像をリニアマトリックス演算することで、G画像の狭くなった感度波長領域を更に狭くしたり波長をずらしたりすることができる。よって、適切な色又は濃度で素材（コロニーWC，YC）を識別できる画像を出力することができる。
- [0121] (4) 青色光源21を第1単色光源25とすると、撮像装置11は、第1単色光源25が照射する第1単色光の発光波長領域とは異なる発光波長領域の第2単色光を照射可能な第2単色光源26を更に備える。RGB画素は、第1画素33B及び第2画素33Gの他に第3画素を含む。制御部40は、第1単色光源25の照明と第2単色光源26の照明とを行って、被写体12を撮像部30に撮像させる。制御部40が、第1単色光源25の照度に応じて設定した第2照度で第2単色光源26の照明を行うか、あるいは、RGB画素のうち第1画素33Bと第2画素33Gとの出力レベルに与えられる各ゲインに応じて第3画素の出力レベルに与えられるゲインがゲイン設定部5

5により設定される。この構成によれば、単色光源20の照度の調整あるいはゲインの設定により、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。

[0122] (5) 検査装置10は、撮像装置11を備える。被写体12は、2種類の異なる素材として2種類の異なるコロニーWC, YCを含む。撮像装置11から入力した3バンドのXYZ画像に基づいて2種類の異なるコロニーWC, YCの領域であるコロニー領域を識別する識別部61を備える。XYZ画像は、X画像、Y画像及びZ画像を含む。識別部61は、X画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第1コロニー領域とする。識別部61は、Y画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第2コロニー領域とする。識別部61は、Z画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第3コロニー領域とする。識別部61は、第1コロニー領域又は第3コロニー領域から、第2コロニー領域を排除した残りのコロニー領域を第4コロニー領域とする。識別部61は、分類部63と、計数部64と、特定部65とを備える。分類部63は、第1コロニー領域及び第3コロニー領域のうちの少なくとも一方と、第2コロニー領域と、第4コロニー領域とを、特徴及び形状に基づいて分類する。計数部64は、分類部が分類したコロニー領域のそれぞれの数を計数する。特定部65は、計数部の計数結果に基づいて識別対象である2種類のコロニー領域の数をそれぞれ特定する。この構成によれば、単色光源20の照度の調整あるいはゲインの設定により、適切な色又は濃度で素材を識別できる画像を出力することができる。よって、画像を検査に用いるときに、画像に含まれる2種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。

[0123] (6) 被写体12に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像装置11の撮像条件決定方法である。撮像装置11は、被写体12を照明する単色光源20と、被写体12を撮像するRGB画素を含む撮像部30とを備える。この撮像条件決定方法は、第1～第5ステップを含む。第1ステップは、撮像部30から出力される3バンドのRG

B画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成するために前記リニアマトリックス演算処理で前記RGB画像に対して乗算するマトリックスの係数を設定する。第2ステップは、撮像部30を構成するRGB画素のうち第1画素33Bの分光出力特性と第1画素33Bとは異なる第2画素33Gの分光出力特性の各ピーク波長を変化させることが可能になる単色光で被写体12を照明する。第3ステップは、第2ステップにおいて単色光で照明した被写体12を撮像部30が撮像する。第4ステップは、第3ステップの撮像の結果として撮像部30から出力されるRGB画像にマトリックスを乗算してXYZ画像を生成する。第5ステップは、第4ステップで生成されたXYZ画像のうち第2画素33Gから出力される第2画像において2種類の異なる素材の領域間の濃度の差が所定の閾値以上であるか否かを判断する。第5ステップにおいて濃度の差が所定の閾値以上になるまで、前記第1ステップでの係数の変化と、第2ステップでの各ピーク波長の変化とのうち少なくとも一方を伴って、第1～第5ステップを繰り返し行う。この撮像条件決定方法によれば、撮像装置11が、被写体12に含まれる2種類の異なる素材（コロニーWC，YC）からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力可能である適切な撮像条件を決定できる。

- [0124] （7）撮像した被写体12に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像方法である。被写体12を撮像する撮像部30と、被写体12を単色光で照明する単色光源20とを備える。撮像部30は、RGB画素を有するイメージセンサ33（撮像素子）を備える。RGB画素は、第1波長領域に感度を有する第1画素33Bと、第2波長領域に感度を有する第2画素33Gとを含む。第1波長領域と第2波長領域とは一部の重複波長領域で重複する。単色光は、第1波長領域の少なくとも一部と重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光である。この撮像方法は、撮像ステップと、出力ステップと、演算処理ステップと、増幅ステップとを備える。撮像ステップは、単色光源20が照明した被写体12を

撮像部30が撮像する。出力ステップは、被写体12を撮像した撮像部30が3バンドのRGB画像を出力する。演算処理ステップは、撮像部30から出力される3バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成する。増幅ステップは、単色光源20から単色光が照射された条件下で第1画素33B及び第2画素33Gの出力レベルを2色間で色バランスするように設定された各ゲインを用いて3バンドのXYZ画像のうち第1画素33B及び第2画素33Gに対応する2種の画像を増幅する。この撮像方法によれば、被写体12に含まれる2種類の異なる素材（コロニーWC，YC）からなる領域を色又は濃度で識別できる画像を出力できる。例えば、画像を検査に用いるときに、画像に含まれる2種類の異なる素材を比較的高い精度で識別又は分類することができる。

[0125] 実施形態は、上記に限定されず、以下の態様に変更してもよい。

・単色光は、青色光に限定されない。また、第1単色光と第2単色光の組み合わせは、青色光と赤色光に限定されない。例えば、図20に示すように、単色光源20が照明する単色光は、緑色光と赤色光でもよい。つまり、第1単色光は緑色光でもよく、さらに第1単色光と第2単色光の組み合わせは、緑色光と赤色光でもよい。この場合、RGB画像にリニアマトリックス演算を行うことで、図21に示すようなXYZ画像が取得される。そして、図22に示すように、領域DAにおいて、面積 S_{g1} と面積 S_{g2} との差 ΔS_g が比較的大きくなる。このため、差 ΔS_g と全体面積 S_{g1} 、および面積 S_{g2} との比率に比較的大きな差が生じるので、XYZ画像（特にB画像）において白色コロニーと黄色コロニーとを両者の濃度差により識別しやすくなる。

[0126] ・図3において、カメラ31から近赤外光を遮断するIRカットフィルタ35を取り除き、撮像素子を構成するRGB画素が近赤外光に感度を有する構成としてもよい。そして、第1単色光源25は青色光源21とし、第1単色光としてB光を使用する。第2単色光源26を近赤外LEDとし、第2単

色光として近赤外光を使用する。図7に示すように、RGB画像に対してリニアマトリックス演算を行って近赤外線領域（例えば、図7の例では、約800～900nm）にピークをもつN画像を含む、例えば、XYZ画像をXYZ画像として生成する。この場合、この近赤外線領域と重なる波長領域において、白色コロニーWCと黄色コロニーYCとの分光特性を示すラインLW, LYに差があるので、XYZ画像（特にN画像）において白色コロニーWCと黄色コロニーYCとを識別しやすくなる。このように、XYZの3色は、そのうち1色又は2色が近赤外領域内に波長領域を有するものであってもよい。

[0127] ・検査処理部60は、Y画像とZ画像の2画像のみ、又はX画像とY画像の2画像のみを用いて、検査処理を行ってもよい。

・単色光源20は、近赤外光を単色光とする近赤外光源を1種類の単色光源として含んでもよい。

[0128] ・B光は、例えば、青色LEDが発光する単色光に限らず、青色の波長領域にピークを有する他の青色光でもよい。

・前記実施形態では、主となる単色光がB光の場合、第1画素がB画素、第2画素がG画素であったが、これに限定されない。単色光がR光の場合は、第1画素がR画素33R、第2画素がG画素33Gであってもよい。また、単色光がG光の場合は、第1画素がG画素33G、第2画素がB画素33B又はR画素33Rであってもよい。

[0129] ・第1単色光と第2単色光の組み合わせは、前記実施形態のような青色光と赤色光に限定されない。また、図20に示すような緑色光と赤色光にも限定されない。単色光を赤色光としてもよい。この場合、第1単色光が赤色光、第2単色光が青色光であってもよい。

[0130] ・単色光源は、2種類設けることに限定されず、1種類のみでもよい。前記実施形態において、単色光源は青色光源のみでもよい。また、図20において、単色光源は緑色光源のみでもよい。

[0131] ・原色のカラーフィルタを有するカラーカメラの場合、R, G1, G2,

Bの4色でもよい。また、補色のカラーフィルタを有するカラーカメラでもよく、補色が、イエロー、シアン、マゼンタ、グリーンの4色でもよい。

[0132] ・カメラ31を用いてイメージセンサ33で撮像した第1撮像信号S1に基づく画像データ（例えばRGB画像データ）をUSBメモリ等のリムーバブルメモリに保存する。そのリムーバブルメモリに保存された画像データをパーソナルコンピュータに読み取らせ、パーソナルコンピュータのCPU（画像処理部50）がリニアマトリックス演算を含む変換処理を行ってXYZ画像を生成してもよい。つまり、撮像ステップを行う装置と、変換ステップを行う装置とが、別々の装置であってもよい。このような撮像方法によっても、複数バンドのXYZ画像を取得できる。

[0133] ・撮像装置11が出力したXYZ画像を検査員が視認して検査する構成でもよい。

・類似の色とは、白色と黄色に限定されず、白色と薄ピンク色、白色と薄オレンジ色、白色と薄緑色、白色と薄水色などでもよい。その他、白色と淡色の組合せでもよい。また、色の異なる淡色同士の組合せでもよい。

[0134] ・被写体12は、コロニーが培養されたシャーレなどのコロニーを含むものに限定されず、種類の異なる識別対象を含む被写体でもよい。また、識別対象は、透明体又は半透明体でもよい。さらに、識別対象は、ゼリー等の食品あるいは加工食品などの食品でもよい。

[0135] ・撮像対象又は検査対象とされる被写体12は特に限定されない。被写体12は、例えば、ペットボトルや壺等の容器、食品、飲料物、電子部品、電化製品、日常用品、部品、部材、粉粒体又は液状等の原料などでもよい。また、検査対象は、傷、汚れ、印刷不良、塗装不良などであってもよい。また、被写体12内の対象は、検査対象に限らない。対象は、種類が異なるものの類似の色を呈する対象であればよい。

[0136] ・撮像装置11は、検査処理部60とは別の装置として構成してもよい。撮像装置11を検査以外の用途で使用してもよい。

・イメージセンサ33を構成するカラーフィルタ34の配列パターンは、

R G B ベイヤ配列に限らず、ストライプ配列など任意の配列パターンでもよい。

[0137] ・撮像装置 11 は、搬送用のロボットを備えなくてもよい。例えば、作業者が、被写体 12 を撮像位置となる例えば撮影用の載置台に載置する構成でもよい。

・制御部 40、画像処理部 50 及び検査処理部 60 のうち少なくとも 1 つは、一部又は全部が、プログラムを実行するコンピュータよりなるソフトウェアにより構成されてもよいし、電子回路等のハードウェアにより構成されてもよい。

符号の説明

[0138] 10…検査装置、11…撮像装置、12…被写体、13…シャーレ、14…培地、15…背景シート、18…処理部、20…単色光源、21…単色光源の一例を構成する青色光源（青色 L E D）、22…単色光源の一例を構成する緑色光源（緑色 L E D）、23…単色光源の一例を構成する赤色光源（赤色 L E D）、25…第 1 単色光源、26…第 2 単色光源、30…撮像部、31…カラーカメラ（カメラ）、31a…鏡筒、32…レンズ、33…カラーイメージセンサ（イメージセンサ）、35…赤外光カットフィルタ（I R カットフィルタ）、33R…R 画素、33G…第 2 画素の一例としての G 画素、33B…第 1 画素の一例としての B 画素、34…カラーフィルタ、34R…R フィルタ、34G…G フィルタ、34B…B フィルタ、40…制御部、41…撮像制御部、42…照明制御部、45…電源、46…青色 L E D 電源、47…赤色 L E D 電源、50…画像処理部、51…R G B 分離部、52…演算処理部、53…増幅部、54…マトリックス係数設定部、55…ゲイン設定部、60…検査処理部、61…識別部、62…判定部、63…分類部、64…計数部、65…特定部、70…表示部、WC…白色コロニー、YC…黄色コロニー、S1…第 1 撮像信号、S2…第 2 撮像信号、VA…可視光波長領域、N I R A…近赤外波長領域、LW…白色コロニーの分光反射率特性線、LY…黄色コロニーの分光反射率特性線、B, G, R…分光感度特性

線、 X 、 Y 、 Z …RGB分光感度特性より算出した分光感度特性線、 G_x 、 G_y 、 G_z …ゲイン。

請求の範囲

- [請求項1] 被写体を撮像して前記被写体に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像装置であって、
前記被写体を撮像する撮像素子がRGB画素を有する撮像部と、
前記被写体を単色光で照明する単色光源と、
前記単色光源及び前記撮像部を制御する制御部と、
前記被写体を撮像した前記撮像部から出力される3バンドのRGB画像に所定の処理を施す画像処理部と、
を備え、
前記RGB画素は、第1波長領域に感度を有する第1画素と、第2波長領域に感度を有する第2画素とを含み、
前記第1波長領域と前記第2波長領域とは一部の重複波長領域で重複し、
前記単色光は、前記第1波長領域の少なくとも一部と前記重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光であり、
前記画像処理部は、
前記3バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成する演算処理部と、
前記単色光源から単色光が照射された条件下で前記第1画素と前記第2画素との各出力レベルを2色間で色バランスをとることが可能な値に設定されたゲインで前記XYZ画像を構成するXYZ値のうち前記第1画素と前記第2画素との各々に対応する各値を増幅する増幅部と、を備えることを特徴とする撮像装置。
- [請求項2] 前記画像処理部は、前記被写体のうち識別対象以外の基準部分を対象にして黒バランス処理を行った前記3バンドのXYZ画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記単色光源は、青色光源又は赤色光源であり、

前記単色光源が前記青色光源である場合、前記第 1 画素は B 画素であり、かつ前記第 2 画素は G 画素であり、

前記単色光源が前記赤色光源である場合、前記第 1 画素は R 画素であり、かつ前記第 2 画素は G 画素であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項4]

前記単色光源を第 1 単色光源とすると、

前記第 1 単色光源が照射する第 1 単色光の発光波長領域とは異なる発光波長領域の第 2 単色光を照射可能な第 2 単色光源を更に備え、

前記 R G B 画素は、前記第 1 画素及び前記第 2 画素の他に第 3 画素を含み、

前記制御部は、前記第 1 単色光源と前記第 2 単色光源との照明を同時に行って、前記被写体を前記撮像部に撮像させ、

前記増幅部が前記 X Y Z 値のうち前記第 1 画素と前記第 2 画素との各々に対応する各値を増幅するときの前記ゲインが設定されるゲイン設定部を備え、

前記制御部が、前記第 1 単色光源の照度に応じて設定した第 2 照度で前記第 2 単色光源の照明を行うか、あるいは、前記 R G B 画素のうち前記第 1 画素と前記第 2 画素との出力レベルに与えられる前記各ゲインに応じて前記第 3 画素の出力レベルに与えられるゲインが前記ゲイン設定部により設定されることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

[請求項5]

請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の撮像装置を備えた検査装置であって、

前記被写体は、前記 2 種類の異なる素材として 2 種類の異なるコロニーを含み、

前記撮像装置から入力した前記 3 バンドの X Y Z 画像に基づいて 2 種類の異なるコロニーの領域であるコロニー領域を識別する識別部を備え、

前記X Y Z画像は、X画像、Y画像及びZ画像を含み、

前記識別部は、

前記X画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第1コロニー領域とし、

前記Y画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第2コロニー領域とし、

前記Z画像で画素レベルが閾値設定範囲内にある領域を第3コロニー領域とし、

前記第1コロニー領域又は前記第3コロニー領域から、前記第2コロニー領域を排除した残りのコロニー領域を第4コロニー領域とし、

前記第1コロニー領域及び前記第3コロニー領域のうちの少なくとも一方と、前記第2コロニー領域と、前記第4コロニー領域とを、特徴及び形状に基づいて分類する分類部と、

前記分類部が分類した前記コロニー領域のそれぞれの数を計数する計数部と、

前記計数部の計数結果に基づいて識別対象である2種類のコロニー領域の数をそれぞれ特定する特定部と
を備えることを特徴とする検査装置。

[請求項6]

被写体に含まれる2種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像装置の撮像条件決定方法であって、

前記撮像装置は、前記被写体を単色光で照明する単色光源と、前記被写体を撮像するRGB画素を含む撮像部とを備え、

前記撮像部から出力される3バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された3バンドのXYZ画像を生成するために前記リニアマトリックス演算処理で前記RGB画像に対して乗算するマトリックスの係数を設定する第1ステップと、

前記撮像部を構成するRGB画素のうち第1画素の分光出力特性と

前記第 1 画素とは異なる第 2 画素の分光出力特性とのピーク波長が変化するように前記単色光源の発光波長を変化させて、発光波長変化後の当該単色光源で前記被写体を照明する第 2 ステップと、

前記第 2 ステップで前記単色光で照明した前記被写体を前記撮像部が撮像する第 3 ステップと、

前記第 3 ステップの撮像の結果として前記撮像部から出力される R G B 画像に前記マトリックスを乗算して X Y Z 画像を生成する第 4 ステップと、

前記第 4 ステップで生成された前記 X Y Z 画像のうち前記第 2 画素から出力される第 2 画像において前記 2 種類の異なる素材の領域間の濃度の差が所定の閾値以上であるか否かを判断する第 5 ステップと、
を行い、

前記第 5 ステップにおいて前記濃度の差が所定の閾値以上になるまで、前記第 1 ステップでの前記係数の変化と、前記第 2 ステップでの前記発光波長の変化とのうち少なくとも一方の変化を伴って前記第 1 ～第 5 ステップを繰り返し行うことを特徴とする撮像条件決定方法。

[請求項7]

被写体を撮像して前記被写体に含まれる 2 種類の異なる素材からなる領域を識別可能な画像として出力する撮像方法であって、

前記被写体を撮像する撮像部と、前記被写体を単色光で照明する単色光源とを備え、

前記撮像部は、R G B 画素を有する撮像素子を備え、

前記 R G B 画素は、第 1 波長領域に感度を有する第 1 画素と、第 2 波長領域に感度を有する第 2 画素とを含み、

前記第 1 波長領域と前記第 2 波長領域とは一部の重複波長領域で重複し、

前記単色光は、前記第 1 波長領域の少なくとも一部と前記重複波長領域の少なくとも一部とを含む発光波長領域の光であり、

前記単色光源が照明した前記被写体を前記撮像部が撮像する撮像ス

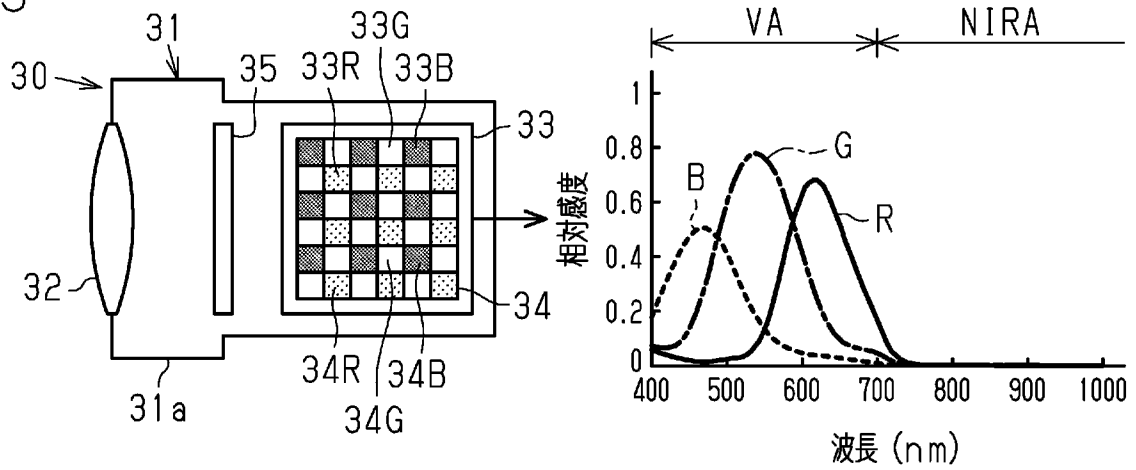
テップと、

前記被写体を撮像した前記撮像部から出力される３バンドのRGB画像に対してリニアマトリックス演算処理を行うことによりRGB撮像特性が補正された３バンドのXYZ画像を生成する演算処理ステップと、

前記単色光源から前記単色光が照射された条件下で前記第１画素及び前記第２画素の出力レベルを２色間で色バランスするように設定された各ゲインを用いて前記３バンドのXYZ画像のうち前記第１画素及び前記第２画素に対応する２種の画像を増幅する増幅ステップとを含むことを特徴とする撮像方法。

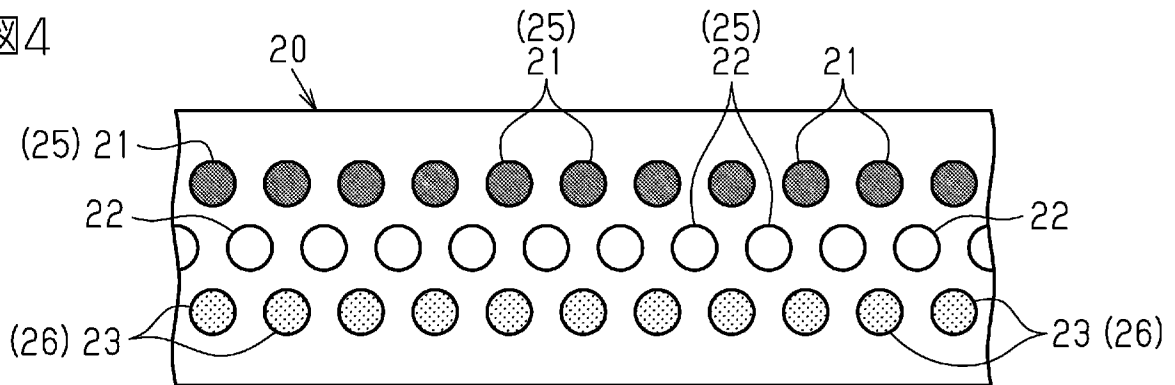
[図3]

図3



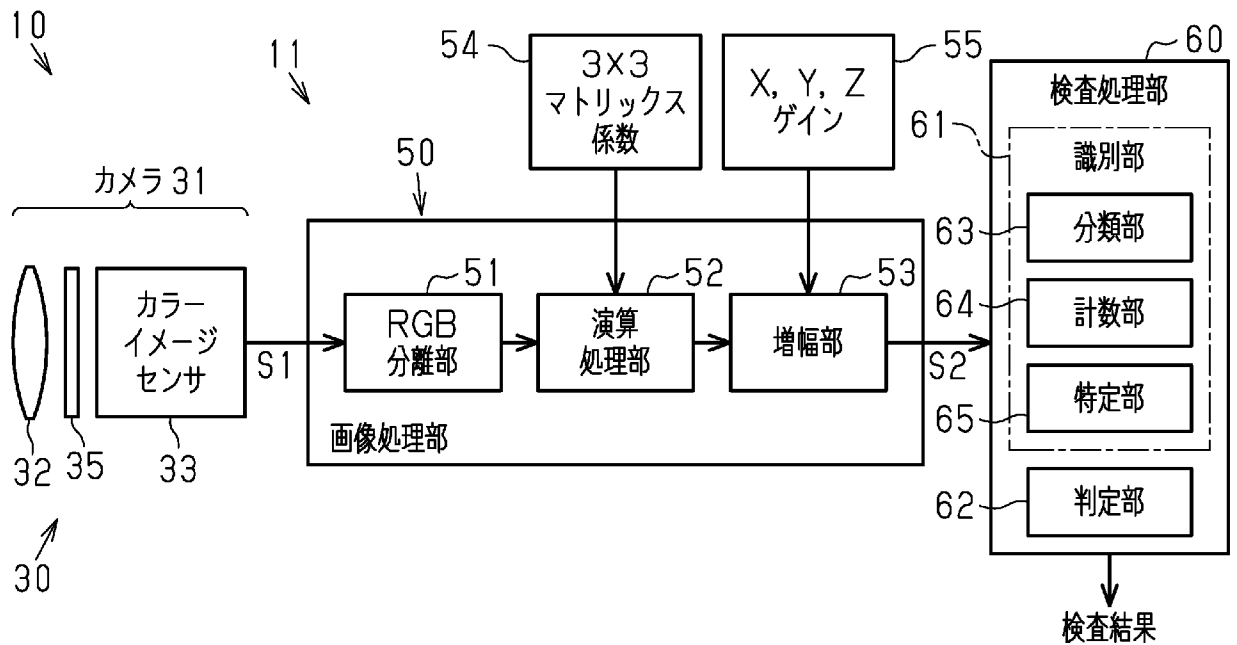
[図4]

図4



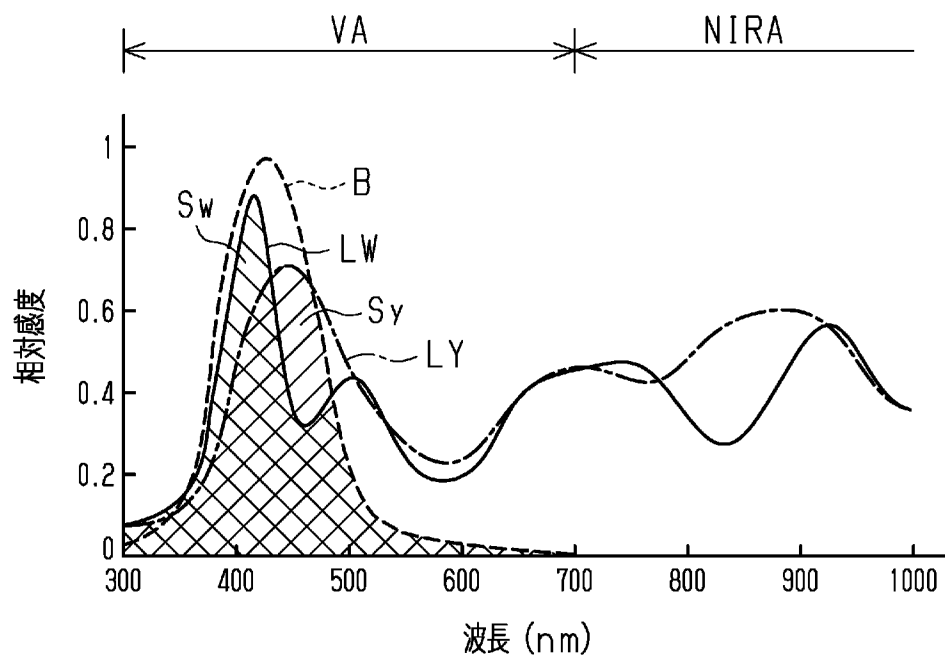
[図5]

図5



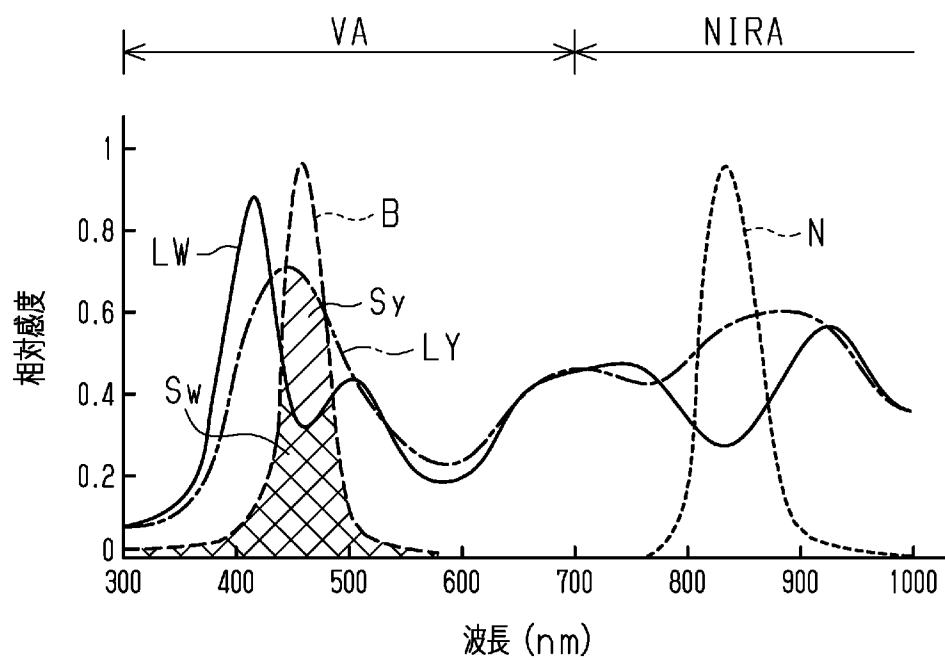
[図6]

図6



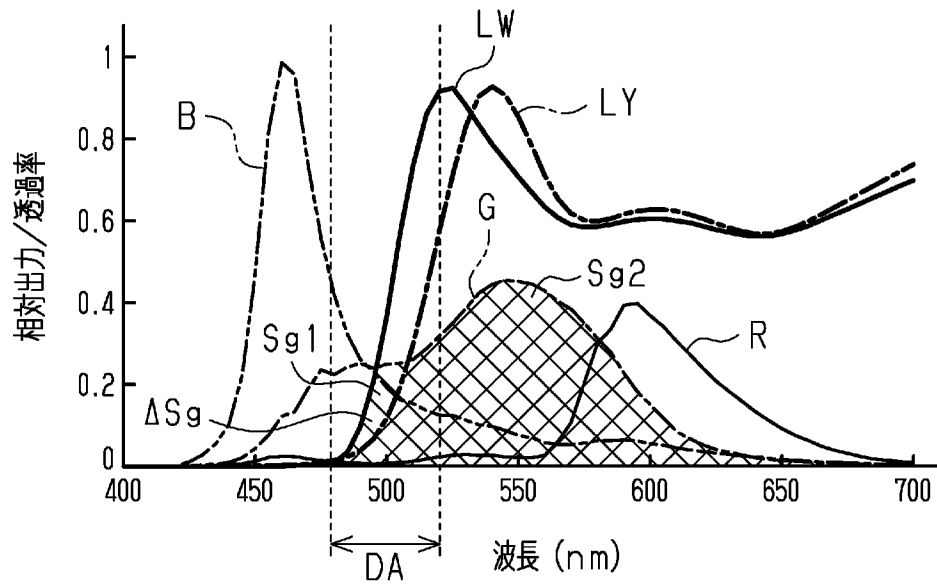
[図7]

図7



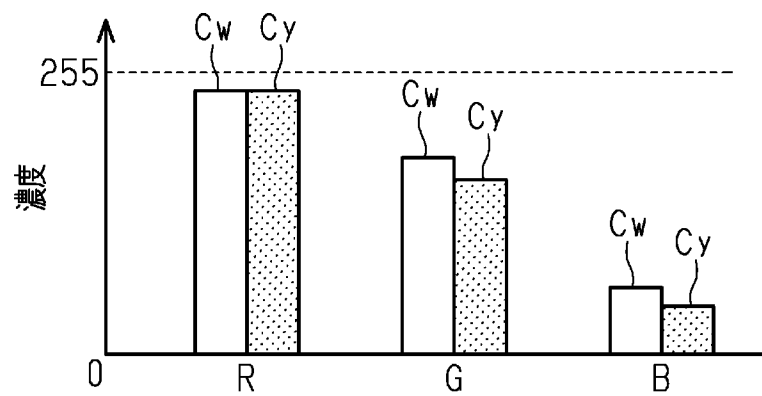
[図8]

図8



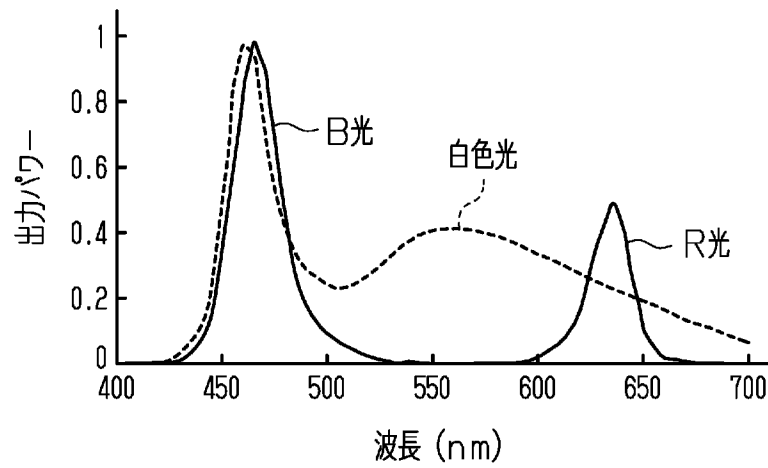
[図9]

図9



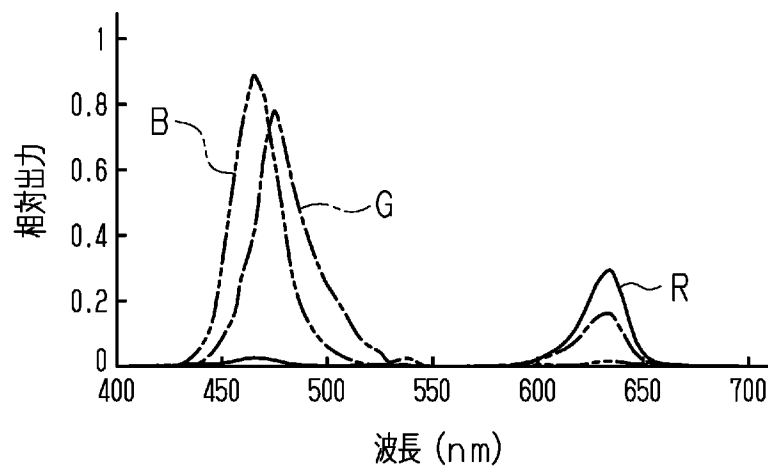
[図10]

図10



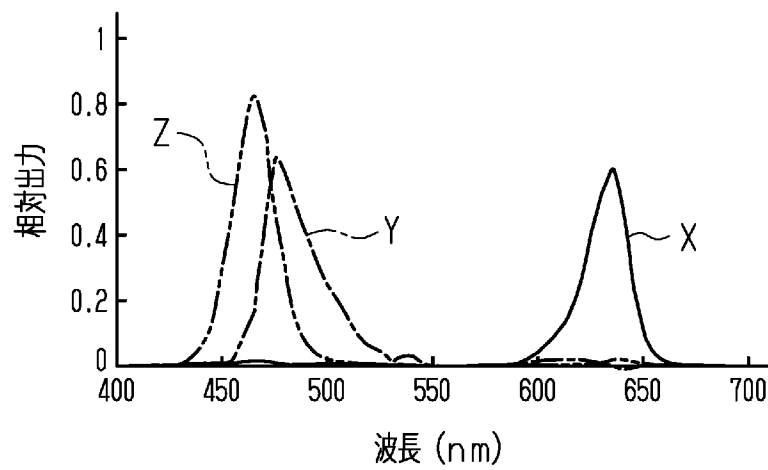
[図11]

図11



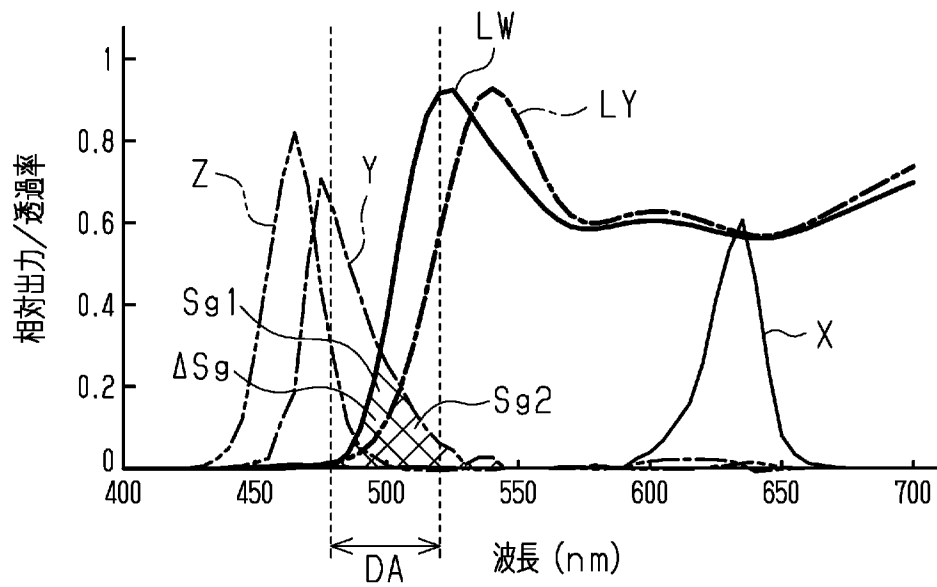
[図12]

図12



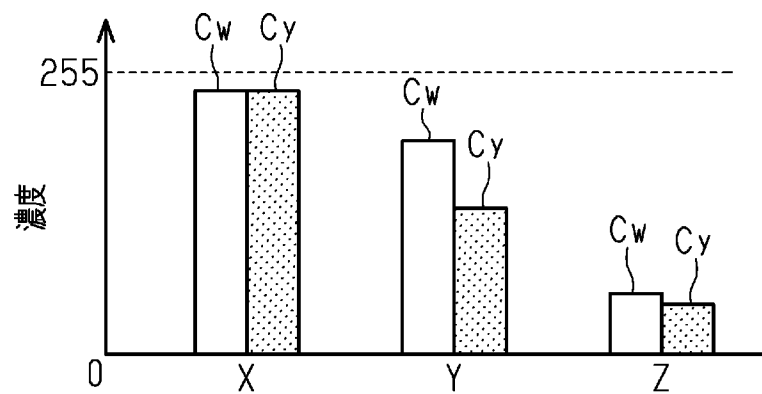
[図13]

図13



[図14]

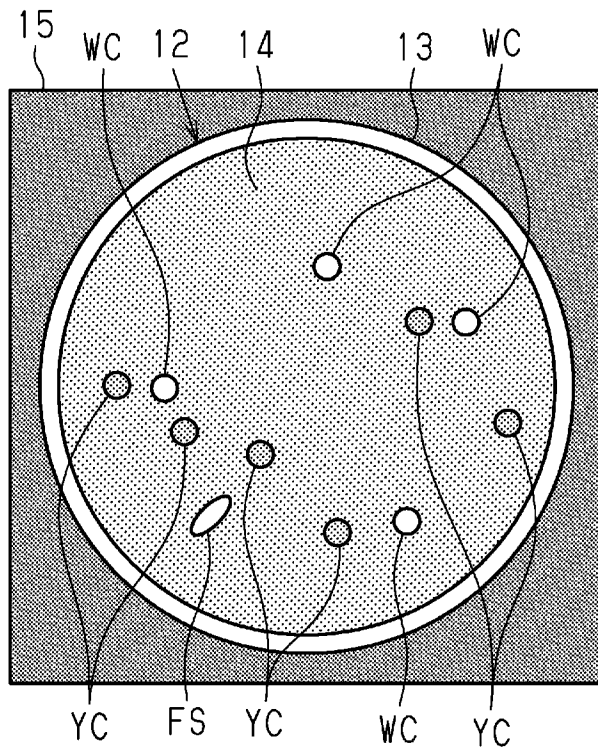
図14



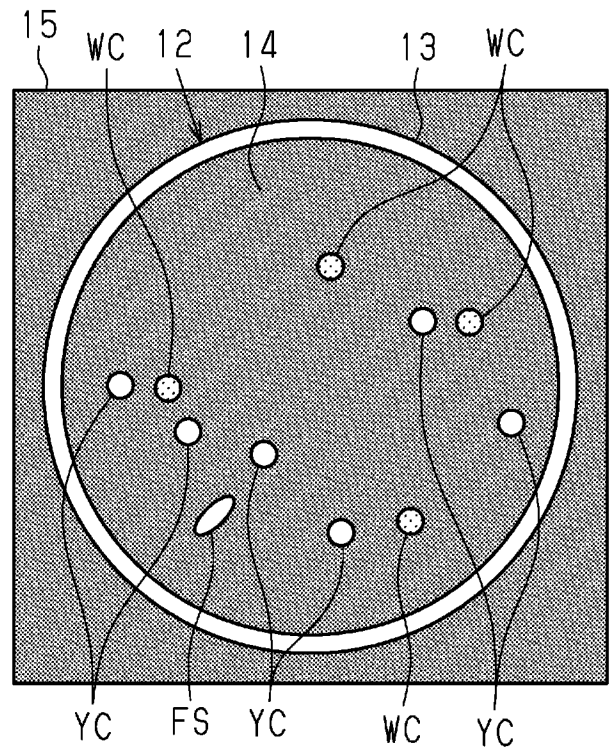
[図15]

図15

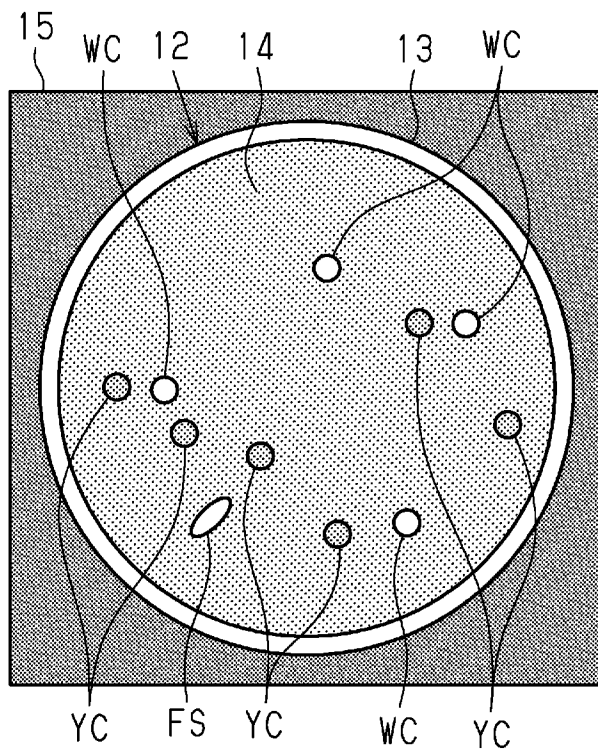
(a) XYZ画像



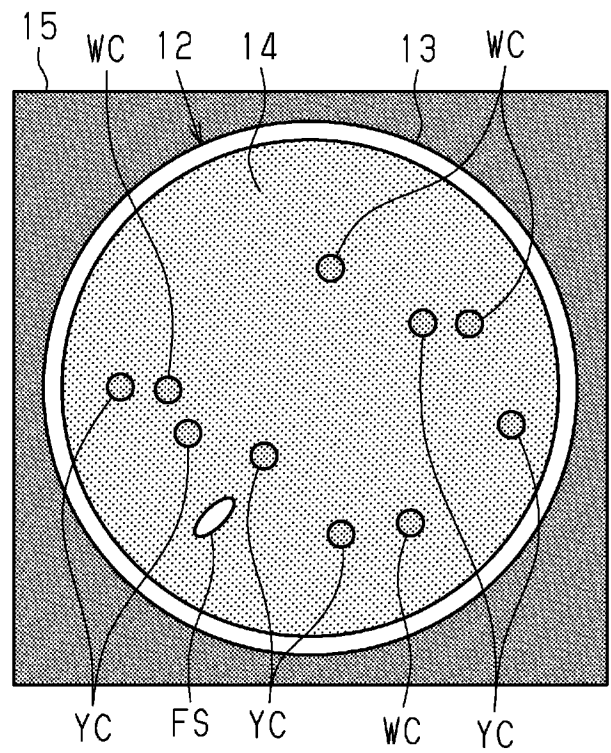
(b) X画像



(c) Y画像

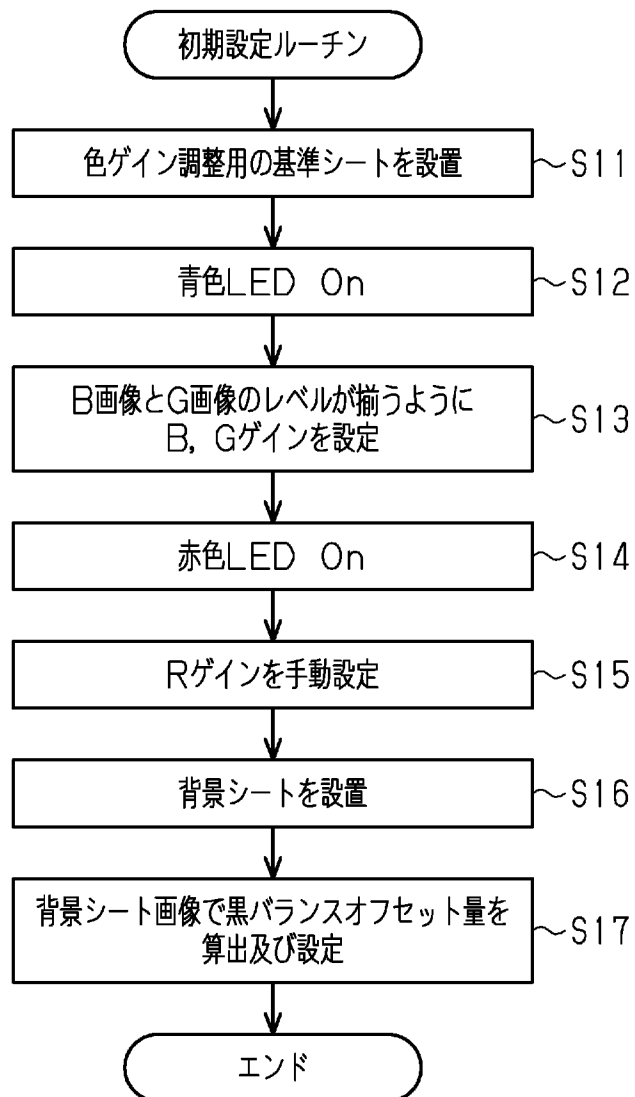


(d) Z画像



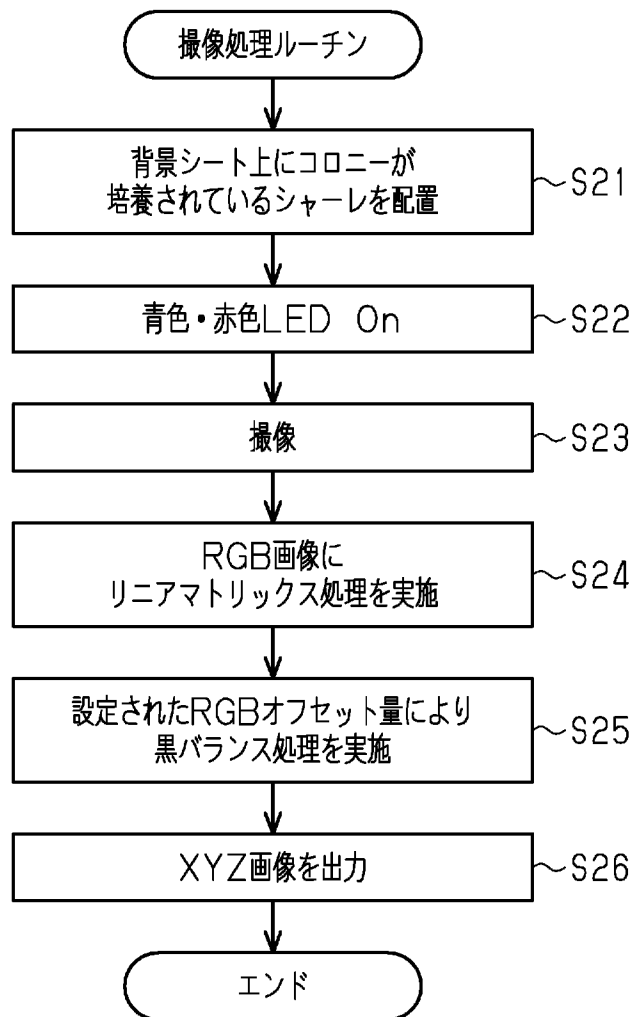
[図16]

図16



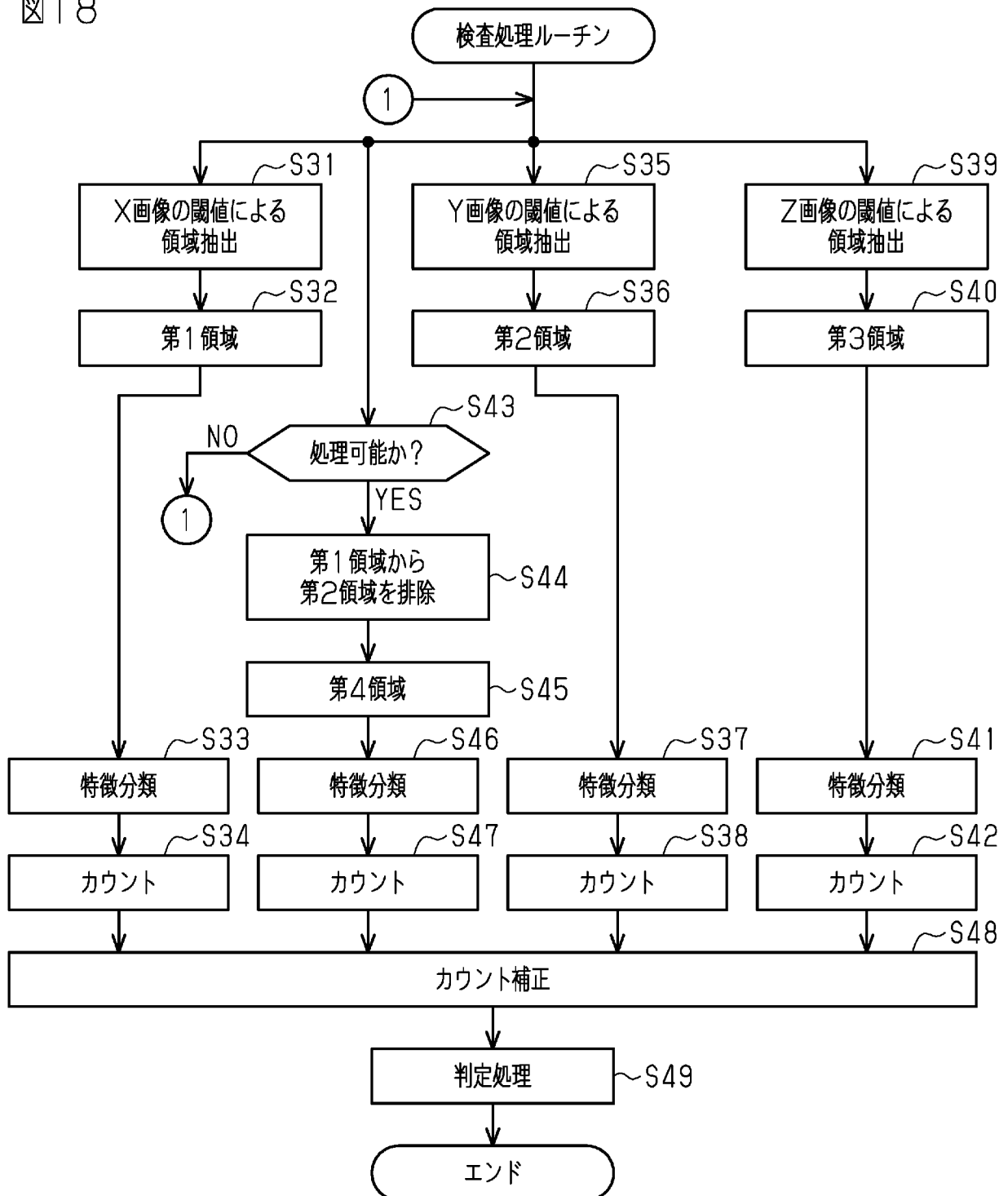
[図17]

図17



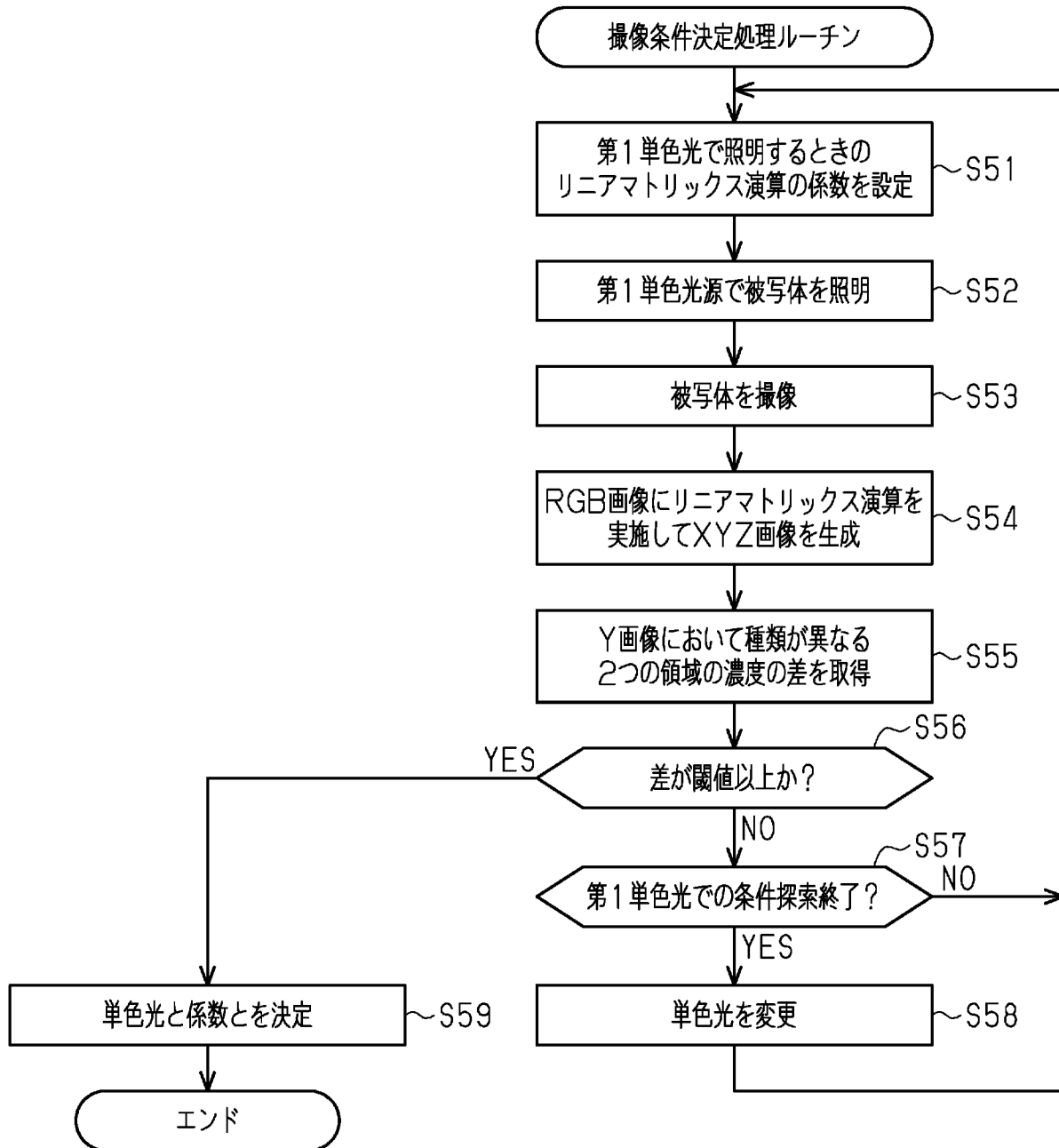
[図18]

図18



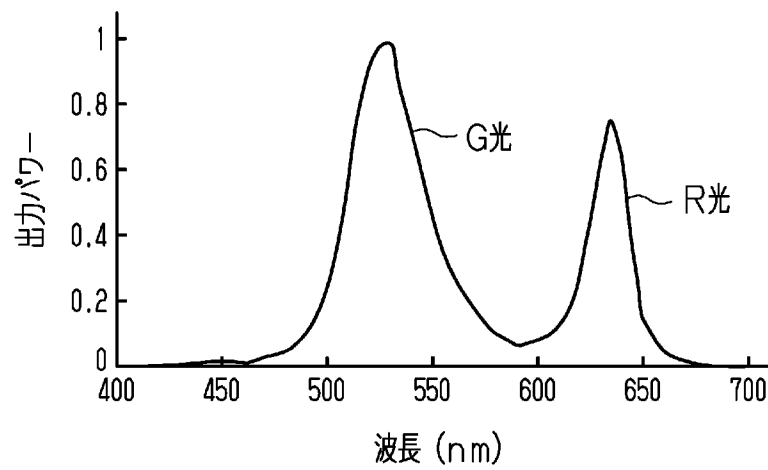
[図19]

図19



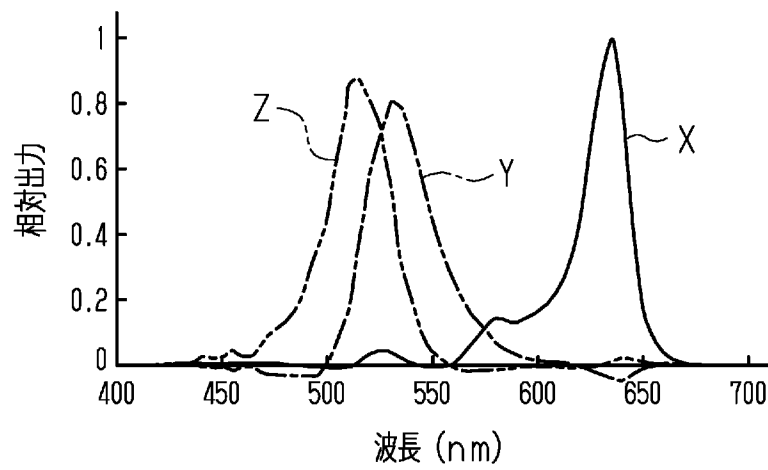
[図20]

図20



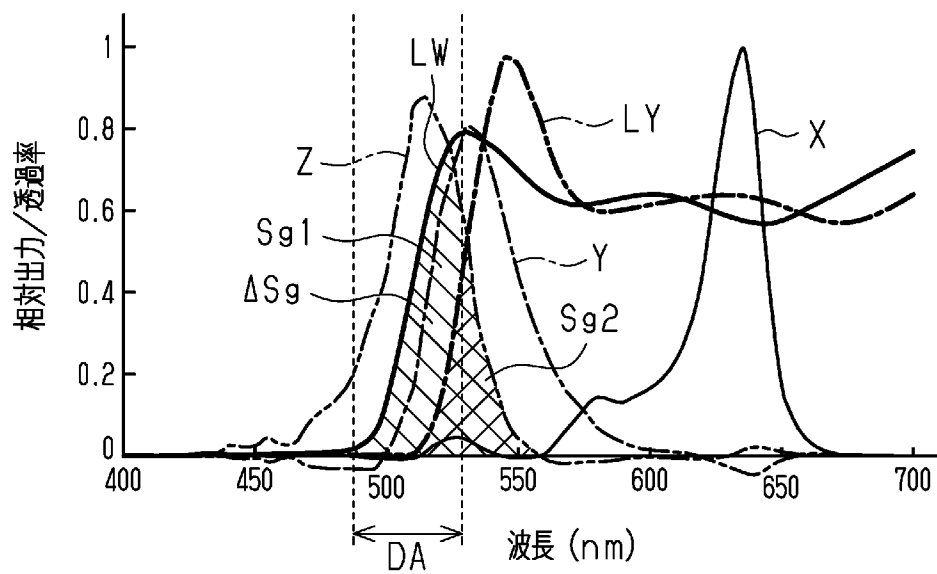
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/016219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 21/17**(2006.01)i; **H04N 25/13**(2023.01)i

FI: H04N25/13; G01N21/17 A

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)

G01N21/17; H04N25/13

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-145185 A (N TECH KK) 24 September 2021 (2021-09-24) fig. 14	1-7
A	JP 2021-190802 A (N TECH KK) 13 December 2021 (2021-12-13) fig. 15	1-7
A	JP 2017-42146 A (N TECH KK) 02 March 2017 (2017-03-02) entire text, all drawings	1-7



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

05 June 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/016219

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-145185	A	24 September 2021	(Family: none)	
JP	2021-190802	A	13 December 2021	(Family: none)	
JP	2017-42146	A	02 March 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/17(2006.01)i; H04N 25/13(2023.01)i FI: H04N25/13; G01N21/17 A		
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）） G01N21/17; H04N25/13 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
A	JP 2021-145185 A（株式会社エヌテック）24.09.2021（2021-09-24） 図14	1-7
A	JP 2021-190802 A（株式会社エヌテック）13.12.2021（2021-12-13） 図15	1-7
A	JP 2017-42146 A（株式会社エヌテック）02.03.2017（2017-03-02） 全文、全図	1-7
☐ 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 05.06.2023		国際調査報告の発送日 13.06.2023
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） 豊田 好一 5V 3568 電話番号 03-3581-1101 内線 3571

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/JP2023/016219

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-145185	A	24.09.2021	(ファミリーなし)	
JP	2021-190802	A	13.12.2021	(ファミリーなし)	
JP	2017-42146	A	02.03.2017	(ファミリーなし)	