

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7653293号
(P7653293)

(45)発行日 令和7年3月28日(2025.3.28)

(24)登録日 令和7年3月19日(2025.3.19)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	G 0 6 T	1/00 5 1 0
G 0 2 B	21/00 (2006.01)	G 0 2 B	21/00
G 0 2 B	21/36 (2006.01)	G 0 2 B	21/36

請求項の数 14 外国語出願 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-69898(P2021-69898)	(73)特許権者	511079735
(22)出願日	令和3年4月16日(2021.4.16)		ライカ マイクロシステムズ シーエムエ
(65)公開番号	特開2021-174542(P2021-174542		ス ゲゼルシャフト ミット ベシュレン
	A)		クテル ハフツング
(43)公開日	令和3年11月1日(2021.11.1)		Leica Microsystems
審査請求日	令和6年4月16日(2024.4.16)		CMS GmbH
(31)優先権主張番号	20170073		ドイツ連邦共和国 ヴェッツラー エルン
(32)優先日	令和2年4月17日(2020.4.17)		スト・ライツ・シュトラッセ 17-37
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		Ernst-Leitz-Strasse 17-37, D-35578 We
			tzlar, Germany
		(74)代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラ
			インハルト
		(74)代理人	100098501

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デジタル画像化装置およびデジタルカラー画像を生成するための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

デジタル画像化装置（106）を含む顕微鏡（100）であって、
前記デジタル画像化装置（106）は、プロセッサ（116）を含み、
前記プロセッサ（116）は、複数のそれぞれ異なるスペクトル感度（S1～S4）で
物体（104）の複数のデジタルグレースケール画像（I1～I4）を取得するように構
成されており、それぞれのデジタルグレースケール画像（I1～I4）は、前記それぞれ
異なるスペクトル感度（S1～S4）のうちのそれぞれ1つに基づくグレースケール情報
を含み、
前記プロセッサ（116）は、それぞれのデジタルグレースケール画像（I1～I4）
のための複数の重み係数（Mc）を取得するように構成されており、前記重み係数は、所
定の色空間を定義する複数のカラーチャネル（R，G，B）に割り当てられており、
前記プロセッサ（116）は、それぞれのグレースケール画像（I1～I4）の前記グ
レースケール情報を前記重み係数（Mc）に従って前記カラーチャネル（R，G，B）上
に分配することにより、前記デジタルグレースケール画像（I1～I4）から前記色空間
へと前記物体（104）のデジタルカラー画像を合成するように構成されている、
顕微鏡（100）。

【請求項2】

前記グレースケール画像（I1～I4）の前記スペクトル感度（S1～S4）の数は、
前記色空間の前記カラーチャネル（R，G，B）の数とは異なる、

請求項 1 記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 3】

前記重み係数は、行列 (M c) によって表されており、

前記行列 (M c) の行の数は、前記デジタルグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) の数に等しく、

前記行列 (M c) の列の数は、前記色空間の前記カラーチャネル (R , G , B) の数に等しい、

請求項 1 または 2 記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 4】

それぞれのデジタルグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) の前記グレースケール情報は、センサの量子収率 (Y) に関して補正されている、

請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 5】

前記重み係数 (M c) は、ベイヤーフィルタに従って補正されている、

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 6】

前記プロセッサ (1 1 6) は、前記デジタルカラー画像を構成する全ての画素値から最大値を決定し、前記最大値に基づいて前記画素値を正規化するように構成されている、
請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 7】

前記プロセッサ (1 1 6) は、前記デジタルカラー画像に対してホワイトバランスを実施するように構成されている、

請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 8】

前記顕微鏡 (1 0 0) は、複数の画像センサ (1 0 8 ~ 1 1 4) を含み、

前記複数の画像センサ (1 0 8 ~ 1 1 4) は、前記複数のそれぞれ異なるスペクトル感度 (S 1 ~ S 4) で前記複数のデジタルグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) を取得するように構成されている、

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 9】

それぞれの画像センサ (1 0 8 ~ 1 1 4) は、広視野センサによって形成されている、
請求項 8 記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 1 0】

前記顕微鏡 (1 0 0) は、前記デジタルカラー画像をリアルタイムで表示するように構成されたディスプレイ装置 (1 1 8) を含む、

請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 1 1】

前記色空間は、R G B 色空間である、

請求項 1 から 1 0 までのいずれか 1 項記載の顕微鏡 (1 0 0)。

【請求項 1 2】

物体 (1 0 4) のデジタルカラー画像を生成するための方法であって、

前記方法は、顕微鏡を使用して、複数のそれぞれ異なるスペクトル感度 (S 1 ~ S 4) で前記物体 (1 0 4) の複数のデジタルグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) を取得するステップを含み、それぞれのデジタルグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) は、前記それぞれ異なるスペクトル感度 (S 1 ~ S 4) のうちのそれぞれ 1 つに基づくグレースケール情報を含み、

前記方法は、それぞれのデジタルグレースケール画像のための複数の重み係数 (M c) を取得するステップを含み、前記重み係数 (M c) は、所定の色空間を定義する複数のカラーチャネル (R , G , B) に割り当てられており、

前記方法は、それぞれのグレースケール画像 (I 1 ~ I 4) の前記グレースケール情報

10

20

30

40

50

を前記重み係数 (M_c) に従って前記カラーチャネル (R, G, B) 上に分配することにより、前記デジタルグレースケール画像 (I₁ ~ I₄) から前記色空間へと前記物体のデジタルカラー画像を合成するステップを含む、方法。

【請求項 13】

前記重み係数 (M_c) は、メモリ (120) から前記重み係数 (M_c) を読み取ることによって取得される、

請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

コンピュータプログラムがプロセッサ (116) 上で実行されるときに請求項 12 または 13 記載の方法を実施するためのプログラムコードを有する、コンピュータプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル画像化装置と、デジタル画像化装置を含む顕微鏡と、物体のデジタルカラー画像を生成するための方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

顕微鏡法の分野では、画像を取得するためにカラーカメラを使用することができる。典型的に、このようなカラーカメラは、フォトセンサのグリッド上に配置されたカラーフィルタアレイを含む。具体的には、カラー画像化のためのフィルタアレイとして、いわゆるベイヤーフィルタモザイクを使用することができる。ベイヤーフィルタモザイクは、緑色 (G)、赤色 (R)、青色 (B) のカラーフィルタを所定の比率で、典型的には G 50 %、R 25 %、B 25 % の比率で含む。

20

【0003】

顕微鏡法においてカラーカメラを使用することにより、例えば病理学および組織学において試料を評価するために有益な、物体の実際の色を検出することができ、また、綿密な検査よりも前に試料の染色を決定することができる。しかしながら、広視野顕微鏡または共焦点顕微鏡にカラーカメラを組み込むことは、多くの場合、非常に高コストである。したがって、顕微鏡法ではモノクロ画像化が依然として好まれている方法である。顕微鏡にモノクロカメラおよびカラーカメラの両方を設けることも考えられるが、複数の異なる画像化モダリティで作成された画像データの正確な時間適合および空間適合を達成することは困難である。

30

【0004】

論文 "Color image acquisition using monochrome camera and standard fluorescence filter cubes", G. F. Weber, A. S. Menko 著, Biotechniques, Vol. 38, No. 1 は、複数のモノクロ画像をグラフィックソフトウェアによって結合する方法を開示している。しかしながら、同方法は、モノクロ画像化に基づいてカラー画像を自動的に作成するためには適していない。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

デジタルグレースケール画像に基づいて物体のデジタルカラー画像を生成することを、信頼できる手法で可能にするデジタル画像化装置および方法を提供することが目的である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本顕微鏡は、デジタル画像化装置を含み、デジタル画像化装置は、プロセッサを含み、プロセッサは、複数のそれぞれ異なるスペクトル感度で物体の複数のデジタルグレースケール画像を取得するように構成されており、それぞれのデジタルグレースケール画像は、それぞれ異なるスペクトル感度のうちのそれぞれ 1 つに基づくグレースケール情報を含む

50

。プロセッサは、それぞれのデジタルグレースケール画像のための複数の重み係数を取得するように構成されており、前述の重み係数は、所定の色空間を定義する複数のカラーチャンネルに割り当てられている。プロセッサはさらに、それぞれのグレースケール画像のグレースケール情報を重み係数に従ってカラーチャンネル上に分配することにより、デジタルグレースケール画像から前述の色空間へと物体のデジタルカラー画像を合成するように構成されている。

【 0 0 0 7 】

本顕微鏡は、複数のデジタルグレースケール画像のそれぞれ異なるスペクトル感度によって表される複数のスペクトル入力チャンネルを、デジタル画像化装置によってシミュレートされるべきカラーカメラの色空間を定義するカラーチャンネルによって与えられる複数の

10

【 0 0 0 8 】

デジタルグレースケール画像を変換して得られる色空間は、R G B（赤、緑、青）、C M Y K（シアン、マゼンタ、黄、黒）等のような、当該分野で使用される典型的な色空間のうちの1つであり得る。

【 0 0 0 9 】

好ましくは、グレースケール画像のスペクトル感度の数は、色空間のカラーチャンネルの数とは異なり、特に、色空間のカラーチャンネルの数よりも多い。複数のグレースケール画像のそれぞれ異なるスペクトル感度によって表される入力チャンネルの数が多ければ多いほど、デジタルカラー画像を作成するために使用できる画像情報が多くなる。したがって、デジタルカラー画像の品質は、グレースケール画像のスペクトル感度の数とともに増加する。本明細書に開示されているカラー画像化は、複数のグレースケール画像のそれぞれのスペクトル感度によって表される入力スペクトル同士が重複しているかどうかに関係なく達成可能である。さらに、赤外（I R）光のような可視範囲外の入力スペクトルを処理することができる。

20

【 0 0 1 0 】

重み係数を、行列によって表すことができ、行列の行の数は、スペクトル入力チャンネルの数、すなわち、デジタルグレースケール画像の数に等しく、行列の列の数は、出力チャンネルの数、すなわち、シミュレートされるべきカメラモデルのカラーチャンネルの数に等しい。したがって、複数の異なるデジタルグレースケール画像に基づくデジタルカラー画像の決定は、リアルタイムでのカラー画像化を容易にする単純な行列乗算に帰着する。

30

【 0 0 1 1 】

それぞれのデジタルグレースケール画像のグレースケール情報を、カメラモデルの複数の異なるカラーチャンネル上に分配する際に基礎とする重み係数は、デジタルグレースケール画像を取得するよりも前に事前に決定可能である。したがって、デジタルカラー画像を合成するために必要とされる計算労力が少なく、リアルタイムでのカラー画像化を容易に達成することが可能となる。

40

【 0 0 1 2 】

好ましくは、それぞれのデジタルグレースケール画像のグレースケール情報は、センサの量子収率に関して補正されている。センサの量子収率は、事前に既知である装置パラメータである。したがって、重み係数を決定する際には、もう既にセンサの量子収率を考慮することが可能である。したがって、センサの量子収率に関する補正は、リアルタイムでのカラー画像化に対して影響を与えない。

【 0 0 1 3 】

重み係数は、ベイヤーフィルタに従って補正可能である。例えば、R G Bカメラモデルが使用される場合には、ベイヤーフィルタ補正は、それぞれ0.25の値によるR成分およびB成分への重みよりも、0.5の値によってG成分により大きな重みを与える。

50

【 0 0 1 4 】

プロセッサは、デジタルカラー画像の全ての画像値から最大値を決定し、当該最大値に基づいて画像値を正規化するように構成可能である。例えば、0 ~ 256の値を含む8ビット画像の形態でデジタルカラー画像が処理されるべき場合には、スケール係数 $256 / \text{Max}$ が計算され、ここで、Max は、前述した最大値を示し、デジタルカラー画像の全ての画像値は、上記のスケール係数によって正規化される。

【 0 0 1 5 】

プロセッサはさらに、デジタルカラー画像に対してホワイトバランスを実施するように構成可能である。したがって、デジタルカラー画像の品質を改善することができる。

【 0 0 1 6 】

好ましい実施形態によれば、本顕微鏡は、複数の画像センサを含み、複数の画像センサは、前述の複数のそれぞれ異なるスペクトル感度で前述の複数のデジタルグレースケール画像を取得するように構成されている。したがって、スペクトル領域においてそれぞれ異なる感度を有する複数の画像センサによって、複数のグレースケール画像を順次または同時に取得することができる。しかしながら、デジタル画像化装置は、これに限定されているわけではない。例えば、複数の異なるスペクトルの複数のグレースケール画像のシーケンスを作成するための、画像センサにつながる光路に順次に導入される単一の画像センサおよび複数のカラーフィルタによって作成されたグレースケール画像を後処理するために、デジタル画像化装置を使用することもできる。カラーフィルタのスペクトル特性は事前に既知であるので、対応する重み係数を決定することが可能であり、デジタルカラー画像を合成するために、複数のグレースケール画像のシーケンスに対して後処理プロセスを実施することができる。

【 0 0 1 7 】

画像センサの各々は、広視野センサによって形成可能であるが、これに限定されているわけではない。例えば、デジタル画像化装置を、ピクセルごとにデジタルグレースケール画像を順次に取得するための点センサを使用して共焦点顕微鏡において使用してもよい。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、本顕微鏡は、デジタルカラー画像をリアルタイムで表示するように構成されたディスプレイ装置を含む。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、本顕微鏡は、既に上で述べたように共焦点顕微鏡または広視野顕微鏡であり得るが、これに限定されているわけではない。

【 0 0 2 0 】

別の態様によれば、物体のデジタルカラー画像を生成するための方法が提供され、当該方法は、顕微鏡を使用して、複数のそれぞれ異なるスペクトル感度で物体の複数のデジタルグレースケール画像を取得するステップを含み、それぞれのデジタルグレースケール画像は、前述のそれぞれ異なるスペクトル感度のうちのそれぞれ1つに基づくグレースケール情報を含み、当該方法は、それぞれのデジタルグレースケール画像のための複数の重み係数を取得するステップを含み、前述の重み係数は、所定の色空間を定義する複数のカラーチャネルに割り当てられており、当該方法は、それぞれのグレースケール画像のグレースケール情報を重み係数に従ってカラーチャネル上に分配することにより、デジタルグレースケール画像から前述の色空間へと物体のデジタルカラー画像を合成するステップを含む。

【 0 0 2 1 】

例えば、重み係数は、メモリから当該重み係数を読み取ることによって取得可能である。したがって、重み係数を、画像化プロセス中に決定する必要はない。むしろ、デジタルグレースケール画像のスペクトル感度と、利用されるカメラモデルのカラーチャネルとの両方が事前に既知であるので、重み係数を、画像化プロセスよりも前に決定して、メモリに保存することが可能である。その後、画像を取得する時にメモリにアクセスして重み係数を検索することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

別の態様によれば、本方法を実施するためのプログラムコードを有する、コンピュータプログラムが提供される。

【 0 0 2 3 】

以下では、特定の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】デジタル画像化装置の 1 つの実施形態を示すブロック図である。

【図 2】デジタルカラー画像を生成するための、デジタル画像化装置によって実行されるプロセスを示す概略図である。

10

【図 3】本明細書に記載された方法を実施するように構成されたシステムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 5 】

図 1 は、1 つの実施形態によるデジタル画像化装置を含む蛍光顕微鏡を示す図である。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、図 1 に示されているデジタル画像化装置によって実行される、デジタルカラー画像を合成するためのプロセスを示す図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 は、蛍光顕微鏡 1 0 0 を示すブロック図であり、蛍光顕微鏡 1 0 0 は、物体 1 0 4 が載置されている物体スライド 1 0 2 を含み得る。顕微鏡 1 0 0 は、複数のそれぞれ異なるスペクトル感度で物体 1 0 4 の複数のデジタルグレースケール画像を生成するように構成されたデジタル画像化装置 1 0 6 を含む。このためにデジタル画像化装置 1 0 6 は、対応する数の画像センサ 1 0 8 , 1 1 0 , 1 1 2 および 1 1 4 を含み得る。それぞれの画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 は、図 1 では I 1 , I 2 , I 3 および I 4 と称されるデジタルグレースケール画像を取得する。画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 は、CMOS センサによって形成可能であるが、これに限定されているわけではない。それぞれ異なるスペクトルでの複数のグレースケール画像 I 1 ~ I 4 を取得するために、適切な光学フィルタ（図 1 には図示せず）を使用可能であり、これらの光学フィルタの各々は、画像センサに向けて物体 1 0 4 から出てきた蛍光光を特定の波長領域のみににおいて透過する。

20

【 0 0 2 8 】

デジタル画像化装置 1 0 6 は、蛍光顕微鏡 1 0 0 の全体的な動作を制御するように構成可能であるプロセッサ 1 1 6 をさらに含む。具体的には、プロセッサ 1 1 6 は、図 2 を参照しながら以下でさらに詳細に説明するようなカラー画像化プロセスを制御するために使用される。このためにプロセッサ 1 1 6 は、カラー画像化のために処理されるべきデジタルグレースケール画像 I 1 ~ I 4 を取得するために、画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 に結合されている。

30

【 0 0 2 9 】

画像化装置 1 0 6 は、同様にしてプロセッサ 1 1 6 に結合されたディスプレイ装置 1 1 8 およびメモリ 1 2 0 をさらに含み得る。

【 0 0 3 0 】

以下では、蛍光顕微鏡 1 0 0 が広視野顕微鏡によって形成されていて、画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 の各々が、物体 1 0 4 の広視野画像を取得するものと想定することができる。しかしながら、蛍光顕微鏡 1 0 0 は、広視野構成に限定されているわけではない。例えば、それぞれの画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 が点センサによって形成されていて、かつそれぞれのデジタルグレースケール画像 I 1 ~ I 4 がそれぞれの画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 によって順次取得される複数のピクセルを含むような、共焦点顕微鏡構成を使用してもよい。

40

【 0 0 3 1 】

図 2 は、画像センサ 1 0 8 ~ 1 1 4 によって取得されたデジタルグレースケール画像 I 1 ~ I 4 に基づいて物体 1 0 4 のデジタルカラー画像を合成するための、デジタル画像化装置 1 0 6 によって実行されるプロセスを示す図である。以下の例では、デジタルカラー

50

画像は、R、GおよびBの3つのカラー画像の重ね合わせに対応するRGB画像であるものと想定される。言うまでもなく、図2に示されているプロセスを、例えばCMYK色空間のような別の色空間に適用してもよい。

【0032】

まず始めに、プロセッサ116は、ブロックB1および線図D1によって示されているように、画像センサ108~114のそれぞれ異なるスペクトル感度を表す正規化されたデータを取得する。具体的には、画像センサ108は、線図D1の曲線S1によって示されているようなスペクトル感度を有し得る。同様に、画像センサ110のスペクトル感度は、曲線S2によって示されており、画像センサ112のスペクトル感度は、曲線S3によって示されており、画像センサ114のスペクトル感度は、曲線S4によって示されている。線図D1において見て取れるように、スペクトル感度S1~S4に対応するスペクトル波長領域は、実質的に互いに分離されており、すなわち重複していない。図2の線図D1によれば、スペクトル感度S1、S2、S3、S4は、それぞれ実質的に青色、緑色、黄色および赤色に対応し得る。以下に説明するように、スペクトル感度S1~S4は、RGBカラーカメラをシミュレートするためにRGB空間の色空間に変換されるべき4つの入力チャネルを定義する。

10

【0033】

続いて、図2のブロックB2および線図D2によって示されているように、それぞれの画像センサ108~114の正規化された量子収率Yが取得される。画像センサ108~114のスペクトル感度S1~S4に量子収率Yが乗算され、これにより、ブロックB3および線図D3に示されているように、量子収率に関して補正されたスペクトル感度S1a、S2a、S3aおよびS4aが取得される。

20

【0034】

次のステップでは、ブロックB4および線図D4に示されているように、RGBカメラモデルの正規化されたモデル感度SB、SGおよびSRが考慮される。目標色空間としてRGB色空間を利用して、モデル感度SB、SGおよびSRは、典型的に、ベイヤーフィルタに従って決定される。具体的には、3つのスペクトルモデル感度SB、SGおよびSRは、目標モデルを定義し、画像センサ108~114のスペクトル感度S1、S2、S3、S4は、この目標モデル上へとマッピングされる。線図D4において、モデル感度SBは色Bに対応し、モデル感度SGは色Gに対応し、モデル感度SRは色Rに対応する。ベイヤーフィルタの特性として、Gに対応するスペクトルモデル特性SGは、BおよびRにそれぞれ対応するモデル感度SBおよびSRとの関連において過大評価される。

30

【0035】

線図D4のモデル感度SB、SG、SRによって定義されたRGB目標モデル上への、線図D1のスペクトル感度S1、S2、S3、S4のマッピングは、図2のブロックB5および行列Mによって示されている重み係数によって実施される。具体的には、行列Mは、目標系の3つの出力カラーチャネルR、G、Bに対応する3つの列を含み、かつ画像センサ108~114の4つのスペクトル感度S1、S2、S3、S4に対応する4つの行を含む。したがって、行列Mのそれぞれの列R、GおよびBは、それぞれ4つのスペクトル感度S1、S2、S3およびS4に対応する4つの値を含む。これらの値の各々は、それぞれのスペクトル感度S1、S2、S3、S4がそれぞれのカラーチャネルR、GおよびB上へとマッピングされる比率を決定する重み係数を指定するものである。例えば、行列Mの第1の行は、第1のスペクトル感度S1が、重み係数0.092でカラーチャネルR上に、重み係数0.28でカラーチャネルG上に、重み係数0.628でカラーチャネルB上にマッピングされることを示している。同様に、行列Mの第2の行によれば、スペクトル感度S2は、重み係数0.08でカラーチャネルR上に、重み係数0.525でカラーチャネルG上に、重み係数0.395でカラーチャネルB上にマッピングされる。行列Mの第3の行によれば、スペクトル感度S3は、重み係数0.667でカラーチャネルR上に、重み係数0.062でカラーチャネルG上に、重み係数0.271でカラーチャネルB上にマッピングされる。行列Mの第4の行によれば、スペクトル感度S4は、

40

50

重み係数 0.605 でカラーチャネル R 上に、重み係数 0.053 でカラーチャネル G 上に、重み係数 0.342 でカラーチャネル B 上にマッピングされる。

【0036】

これに関して、図 2 のブロック B 3 と B 4 との間の記号「*」は、スペクトル感度 S_1 , S_2 , S_3 および S_4 によって表される 4 つの入力チャネルを、カラーチャネル R , G および B によって表される 3 つの出力チャネルに変換するために適用されるマッピング関数を示していることに留意されたい。入力チャネル S_1 , S_2 , S_3 , S_4 および出力チャネル R , G , B の両方が事前に既知であるので、入力チャネルから出力チャネルへのマッピングを実施するための適切なマッピング関数を決定することが可能である。

【0037】

続いて、ブロック B 6 によって示されているように、ブロック B 5 で取得された行列 M に、ベイヤーフィルタに従って決定された補正值 0.25 , 0.5 および 0.25 を含むベクトル V が乗算される。したがって、ブロック B 7 によって示されているように、補正された重み係数を含む補正されたモデル行列 M c が取得され、このモデル行列 M c をメモリ 120 に保存することができる。

【0038】

補正された重み係数を含むモデル行列 M c に基づいて、カラー画像化をリアルタイムで実施することが可能である。このために、ブロック B 8 によって示されているように、画像センサ 108 ~ 114 によってグレースケール画像 I 1 ~ I 4 が取得される。続いて、メモリ 120 からモデル行列 M c が検索され、プロセッサ 116 は、ブロック B 9 によ

【0039】

具体的には、M c の第 1 の行によれば、スペクトル感度 S_1 に割り当てられた第 1 のグレースケール画像 I 1 のグレースケール情報は、重み係数 0.072 でカラーチャネル R 上に、重み係数 0.438 でカラーチャネル G 上に、重み係数 0.491 でカラーチャネル B 上にマッピングされる。同様にして、M c の第 2 の行によれば、スペクトル感度 S_2 に割り当てられた第 2 のグレースケール画像 I 2 のグレースケール情報は、重み係数 0.053 でカラーチャネル R 上に、重み係数 0.689 でカラーチャネル G 上に、重み係数 0.259 でカラーチャネル B 上にマッピングされる。M c の第 3 の行によれば、スペクトル感度 S_3 に割り当てられた第 3 のグレースケール画像 I 3 のグレースケール情報は、重み係数 0.628 でカラーチャネル R 上に、重み係数 0.116 でカラーチャネル G 上に、重み係数 0.256 でカラーチャネル B 上にマッピングされる。M c の第 4 の行によれば、スペクトル感度 S_4 に割り当てられた第 4 のグレースケール画像 I 4 のグレースケール情報は、重み係数 0.575 でカラーチャネル R 上に、重み係数 0.100 でカラーチャネル G 上に、重み係数 0.325 でカラーチャネル B 上にマッピングされる。その結果、グレースケール画像 I 1 ~ I 4 内に含まれているグレースケール情報に基づいて、カラーチャネル R , G および B における画像値が取得される。

【0040】

次に、ブロック B 10 によって示されているように、プロセッサ 116 は、ブロック B 9 で取得された全ての画像値から最大値を決定することができる。さらに、プロセッサ 116 は、ブロック B 11 によって示されているように、スケール係数を決定して、スケール係数によって画像値を正規化することができる。続いて、プロセッサ 116 は、ブロック B 12 によって示されているように、ホワイトバランス処理を実施することができる。最後に、結果的に生じたデジタル RGB カラー画像が、ディスプレイ装置 118 上に表示される。

【0041】

グレースケール画像 I 1 ~ I 4 の取得に基づくリアルタイムでのカラー画像化よりも前に、重み係数 M c を含むモデル行列 M c を決定することに留意されたい。特に、行列 M

10

20

30

40

50

c は、グレースケール画像 I 1 ~ I 4 とは独立して計算可能であるので、行列 M c を一回だけ決定して、以後の画像化のために保存することができる。

【 0 0 4 2 】

さらに、上で説明したプロセスは、省略可能な任意のステップを含むことに留意されたい。例えば、ブロック B 2 によって示されているような量子収率 Y に基づくスペクトル感度 S 1 ~ S 4 の正規化は、使用される特定の画像センサによっては必要でない場合がある。同様に、別のモデルの色空間が使用される場合には、ペイヤー行列補正が省略される場合がある。

【 0 0 4 3 】

本明細書で使用されるように、用語「および／または（かつ／または）」は、関連する記載項目のうちの 1 つまたは複数の項目のあらゆる全ての組み合わせを含んでおり、「／」として略記されることがある。

10

【 0 0 4 4 】

いくつかの態様を装置の文脈において説明してきたが、これらの態様が、対応する方法の説明も表していることが明らかであり、ここではブロックまたは装置がステップまたはステップの特徴に対応している。同様に、ステップの文脈において説明された態様は、対応する装置の対応するブロックまたは項目または特徴の説明も表している。

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態は、図 1 から図 2 のうちの 1 つまたは複数の図に関連して説明されたようなシステムを含んでいる顕微鏡に関する。択一的に、顕微鏡は、図 1 から図 2 のうちの 1 つまたは複数の図に関連して説明されたようなシステムの一部であってもよい、または図 1 から図 2 のうちの 1 つまたは複数の図に関連して説明されたようなシステムに接続されていてもよい。図 3 は本明細書に記載された方法を実施するように構成されたシステム 3 0 0 の概略図を示している。システム 3 0 0 は、顕微鏡 3 1 0 とコンピュータシステム 3 2 0 とを含んでいる。顕微鏡 3 1 0 は、撮像するように構成されており、かつコンピュータシステム 3 2 0 に接続されている。コンピュータシステム 3 2 0 は、本明細書に記載された方法の少なくとも一部を実施するように構成されている。コンピュータシステム 3 2 0 は、機械学習アルゴリズムを実行するように構成されていてもよい。コンピュータシステム 3 2 0 と顕微鏡 3 1 0 は別個の存在物であってもよいが、1 つの共通のハウジング内に一体化されていてもよい。コンピュータシステム 3 2 0 は、顕微鏡 3 1 0 の中央処理システムの一部であってもよく、かつ／またはコンピュータシステム 3 2 0 は、顕微鏡 3 1 0 のセンサ、アクター、カメラまたは照明ユニット等の、顕微鏡 3 1 0 の従属部品の一部であってもよい。

20

30

【 0 0 4 6 】

コンピュータシステム 3 2 0 は、1 つまたは複数のプロセッサおよび 1 つまたは複数のストレージデバイスを備えるローカルコンピュータデバイス（例えば、パーソナルコンピュータ、ラップトップ、タブレットコンピュータまたは携帯電話）であってもよく、または分散コンピュータシステム（例えば、ローカルクライアントおよび／または 1 つまたは複数のリモートサーバファームおよび／またはデータセンター等の様々な場所に分散されている 1 つまたは複数のプロセッサおよび 1 つまたは複数のストレージデバイスを備えるクラウドコンピューティングシステム）であってもよい。コンピュータシステム 3 2 0 は、任意の回路または回路の組み合わせを含んでいてもよい。1 つの実施形態では、コンピュータシステム 3 2 0 は、任意の種類のものですることができる、1 つまたは複数のプロセッサを含んでいてもよい。本明細書で使用されるように、プロセッサは、例えば、顕微鏡または顕微鏡部品（例えばカメラ）のマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、複合命令セットコンピューティング（CISC）マイクロプロセッサ、縮小命令セットコンピューティング（RISC）マイクロプロセッサ、超長命令語（VLIW）マイクロプロセッサ、グラフィックプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（DSP）、マルチコアプロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）または任意の他の種類のプロセッサまたは処理回路等のあらゆる種類の計算回路を意図していてもよいが、これらに

40

50

限定されない。コンピュータシステム 320 に含まれ得る他の種類の回路は、カスタム回路、特定用途向け集積回路 (ASIC) 等であってもよく、例えばこれは、携帯電話、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ、双方向無線機および類似の電子システム等の無線装置において使用される 1 つまたは複数の回路 (通信回路等) 等である。コンピュータシステム 320 は、ランダムアクセスメモリ (RAM) の形態のメインメモリ等の特定の用途に適した 1 つまたは複数の記憶素子を含み得る 1 つまたは複数のストレージデバイス、1 つまたは複数のハードドライブおよび / またはコンパクトディスク (CD)、フラッシュメモリカード、デジタルビデオディスク (DVD) 等のリムーバブルメディアを扱う 1 つまたは複数のドライブ等を含んでいてもよい。コンピュータシステム 320 はディスプレイ装置、1 つまたは複数のスピーカーおよびキーボードおよび / またはマウス、トラックボール、タッチスクリーン、音声認識装置を含み得るコントローラ、またはシステムのユーザーがコンピュータシステム 320 に情報を入力すること、およびコンピュータシステム 320 から情報を受け取ることを可能にする任意の他の装置も含んでいてもよい。

10

【0047】

ステップの一部または全部は、例えば、プロセッサ、マイクロプロセッサ、プログラムブルコンピュータまたは電子回路等のハードウェア装置 (またはハードウェア装置を使用すること) によって実行されてもよい。いくつかの実施形態では、極めて重要なステップのいずれか 1 つまたは複数が、そのような装置によって実行されてもよい。

【0048】

20

一定の実装要件に応じて、本発明の実施形態は、ハードウェアまたはソフトウェアで実装され得る。この実装は、非一過性の記録媒体によって実行可能であり、非一過性の記録媒体は、各方法を実施するために、プログラムブルコンピュータシステムと協働する (または協働することが可能である)、電子的に読取可能な制御信号が格納されている、デジタル記録媒体等であり、これは例えば、フロッピーディスク、DVD、ブルーレイ、CD、ROM、PROM および EPROM、EEPROM または FLASH メモリである。したがって、デジタル記録媒体は、コンピュータ読取可能であってもよい。

【0049】

本発明のいくつかの実施形態は、本明細書に記載のいずれかの方法が実施されるように、プログラムブルコンピュータシステムと協働することができる、電子的に読取可能な制御信号を有するデータ担体を含んでいる。

30

【0050】

一般的に、本発明の実施形態は、プログラムコードを備えるコンピュータプログラム製品として実装可能であり、このプログラムコードは、コンピュータプログラム製品がコンピュータ上で実行されるときにいずれかの方法を実施するように作動する。このプログラムコードは、例えば、機械可読担体に格納されていてもよい。

【0051】

別の実施形態は、機械可読担体に格納されている、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するためのコンピュータプログラムを含んでいる。

【0052】

40

したがって、換言すれば、本発明の実施形態は、コンピュータプログラムがコンピュータ上で実行されるときに本明細書に記載のいずれかの方法を実施するためのプログラムコードを有するコンピュータプログラムである。

【0053】

したがって、本発明の別の実施形態は、プロセッサによって実行されるときに本明細書に記載のいずれかの方法を実施するために、格納されているコンピュータプログラムを含んでいる記録媒体 (またはデータ担体またはコンピュータ読取可能な媒体) である。データ担体、デジタル記録媒体または被記録媒体は、典型的に、有形である、かつ / または非一過性である。本発明の別の実施形態は、プロセッサと記録媒体を含んでいる、本明細書に記載されたような装置である。

50

【 0 0 5 4 】

したがって、本発明の別の実施形態は、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するためのコンピュータプログラムを表すデータストリームまたは信号シーケンスである。データストリームまたは信号シーケンスは例えば、データ通信接続、例えばインターネットを介して転送されるように構成されていてもよい。

【 0 0 5 5 】

別の実施形態は、処理手段、例えば、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するように構成または適合されているコンピュータまたはプログラマブルロジックデバイスを含んでいる。

【 0 0 5 6 】

別の実施形態は、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するために、インストールされたコンピュータプログラムを有しているコンピュータを含んでいる。

【 0 0 5 7 】

本発明の別の実施形態は、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するためのコンピュータプログラムを（例えば、電子的にまたは光学的に）受信機に転送するように構成されている装置またはシステムを含んでいる。受信機は、例えば、コンピュータ、モバイル機器、記憶装置等であってもよい。装置またはシステムは、例えば、コンピュータプログラムを受信機に転送するために、ファイルサーバを含んでいてもよい。

【 0 0 5 8 】

いくつかの実施形態では、プログラマブルロジックデバイス（例えばフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ）が、本明細書に記載された方法の機能の一部または全部を実行するために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイは、本明細書に記載のいずれかの方法を実施するためにマイクロプロセッサと協働してもよい。一般的に、有利には、任意のハードウェア装置によって方法が実施される。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

参照符号のリスト

1 0 0 蛍光顕微鏡

1 0 2 画像化ユニット

1 0 4 物体

1 0 6 デジタル画像化装置

1 0 8 ~ 1 1 4 画像センサ

1 1 6 プロセッサ

1 1 8 ディスプレイ装置

1 2 0 メモリ

3 0 0 システム

3 1 0 顕微鏡

3 2 0 コンピュータシステム

S 1 ~ S 4 スペクトル感度

S 1 a ~ S 4 a 補正されたスペクトル感度

Y センサの量子収率

S B , S G , S R モデル感度

B 1 ~ B 1 2 ブロック

D 1 ~ D 4 線図

M , M c 行列

V ベクトル

10

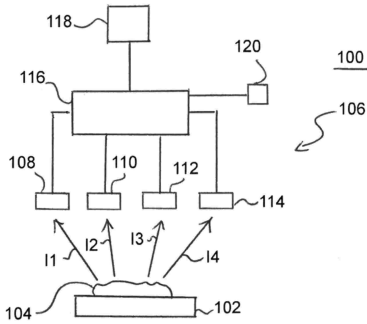
20

30

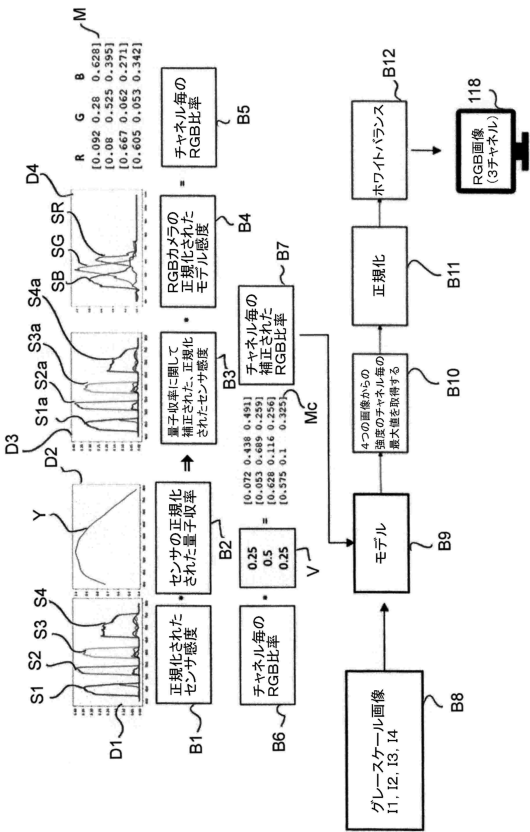
40

50

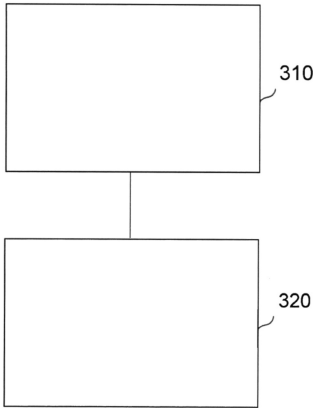
【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

弁理士 森田 拓
(74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
(74)代理人 100134315
弁理士 永島 秀郎
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
(72)発明者 ホセ ミゲル セラ ジェティ
ドイツ連邦共和国 ヴェッツラー ライナーマンシュトラッセ 19
(72)発明者 カイ リッCHEル
ドイツ連邦共和国 ホイヒェルハイム ナハティガレンヴェーク 23
審査官 橋爪 正樹
(56)参考文献 特開2019-003565(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 1/00
G06T 7/00 - 7/90
G02B 21/00 - 21/36