

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、光走査型観察システムおよび画像処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置、光走査型観察システムおよび画像処理方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、照明光を渦巻状の軌跡に沿って被写体上でスパイラル走査する光走査型内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。光走査型内視鏡は、照明光の照射によって被写体において生じる観察光（例えば、反射光または蛍光）を検出し、観察光の検出値と、観察光が検出された時刻における照明光の照射位置（検出位置）とを対応付けることによって、画像を形成する。被写体上の検出位置の配列と画像内の画素の配列とは互いに異なり、1 つの画素に対応する被写体上の画素領域内に複数の検出位置が含まれ得る。特許文献 1 では、1 つの画素領域内に含まれる複数の検出位置における検出値の平均値を、対応する画素の画素値として算出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 2 4 6 2 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 照明光を等角速度で走査するスパイラル走査において、走査軌跡の外周側において検出位置の密度が小さくなる。検出位置の密度が画素領域の密度よりも小さい場合には、検出位置を含まない画素領域が生じる。同様に、モニタ表示画像の走査線に平行でない走査軌跡の撮影や、走査速度が一定でない走査の撮影においても、上記のように検出位置を含まない画素領域を生じる可能性がある。特許文献 1 の場合、検出位置を含まない画素領域に対応する

画素の画素値はゼロと算出される。このような画素値が欠損した欠損画素の画素値を、周囲の画素値から推定して補間する補間処理が知られている。

[0005] CCD等のイメージセンサを用いて取得される画像においては、欠損画素がまばらに生じるため、補間処理によって欠損画素の画素値を補間することができる。しかしながら、スパイラル走査方式の画像においては、欠損画素の数が多くなるため、補間処理で欠損画素の画素値を補間することが難しいという問題がある。

[0006] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、欠損画素の無い画像を得ることができる画像処理装置、光走査型観察システムおよび画像処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第1の態様は、照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理装置であって、前記データを記憶する記憶部と、前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定部と、該計算領域設定部によって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得部と、該検出値取得部によって取得された前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出部と、該画素値算出部によって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成部とを備え、前記計算領域設定部が、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理装置である。

[0008] 本発明によれば、被写体上の画素領域を含む計算領域が計算領域設定部によって設定され、計算領域内に含まれる検出位置における観察光の検出値が検出値取得部によって記憶部内のデータから取得され、取得された検出値から画像を構成する注目画素の画素値が画素値算出部によって算出される。画

像内の各画素を注目画素として画素値が算出され、算出された画素値が画像形成部によって対応する画素に割り当てられることによって、画像が形成される。

[0009] この場合に、少なくとも1つの検出位置が計算領域内に含まれるように、画素領域を含む領域が計算領域として計算領域設定部によって設定されるので、検出位置を含む画素領域に対応する画素の画素値のみならず、検出位置を含まない画素領域に対応する画素の画素値も算出される。これにより、欠損画素の無い画像を得ることができる。

[0010] 本発明の第2の態様は、照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理装置であって、前記データを記憶する記憶部と、前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定部と、該計算領域設定部によって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得部と、該検出値取得部によって取得された前記検出値に重みを付ける重み付け部と、該重み付け部によって重みを付けられた前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出部と、該画素値算出部によって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成部とを備え、前記計算領域設定部が、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理装置である。

[0011] 上記第2の態様においては、前記重み付け部が、前記画素領域の中心により近い検出位置に対して、より大きな重みを付けてもよい。

このようにすることで、画素領域の中心により近い検出位置における検出値が、計算領域の中心からより遠い検出位置における検出値よりも強く画素値に反映される。これにより、画素領域の中心位置における観察光の検出値を画素値として算出することができる。

[0012] 上記第2の態様においては、前記画素値算出部が、前記重み付け部によっ

て重みが付けられた前記検出値の和および前記検出値に付けられた重みの和を算出し、前記検出値の和を前記重みの和で除算することによって、前記注目画素の画素値を算出してもよい。

計算領域内に含まれる検出位置の数は一定ではないため、画素値の算出に使用される検出値の数も一定ではない。したがって、重みを付けた検出値の和は、検出値の数によって大きくばらつく。そこで、重みを付けた検出値の和を、検出値に付けた重みの和で除算することによって、規格化された画素値を得ることができる。

[0013] 上記第1および第2の態様においては、前記計算領域設定部が、前記画素領域よりも広い前記計算領域を設定してもよい。

上記第1および第2の態様においては、前記データにおける前記検出位置の空間分解能が、前記被写体における前記画素領域の空間分解能よりも高くてもよい。

このようにすることで、画素値の計算精度を向上することができる。

[0014] 上記第1および第2の態様においては、前記計算領域設定部が、前記計算領域内に含まれる前記検出位置の数に応じて前記計算領域の寸法を変更可能であってもよい。

このようにすることで、画素領域および該画素領域の周辺における検出位置の数が少ない場合には、より広い計算領域を設定して、画素値の計算精度を向上することができる。一方、画素領域および該画素領域の周辺における検出位置の数が多い場合には、より狭い計算領域を設定して、画像の解像度の低下を防ぐことができる。

[0015] 本発明の第3の態様は、照明光を走査しながら被写体に向かって射出する光走査部と、

前記照明光の照射によって前記被写体において発生した観察光を検出し、該観察光の検出値を得る光検出部と、上記いずれかに記載の画像処理装置とを備える光走査型観察システムである。

[0016] 本発明の第4の態様は、照明光の照射によって被写体において生じた観察

光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理方法であって、前記データを記憶する記憶ステップと、前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定ステップと、該計算領域設定ステップによって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得ステップと、該検出値取得ステップによって取得された前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出ステップと、該画素値算出ステップによって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成ステップとを含み、前記計算領域設定ステップにおいて、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理方法である。

[0017] 本発明の第5の態様は、照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理方法であって、前記データを記憶する記憶ステップと、前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定ステップと、該計算領域設定ステップによって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得ステップと、該検出値取得ステップによって取得された前記検出値に重みを付ける重み付けステップと、該重み付けステップによって重みを付けられた前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出ステップと、該画素値算出ステップによって算出された画素値を前記注目領域に割り当てて前記画像を形成する画像形成ステップとを含み、前記計算領域設定ステップにおいて、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理方法である。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、欠損画素の無い画像を得ることができるという効果を奏

する。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の一実施形態に係る光走査型観察システムの全体構成図である。
- [図2]図1の光走査型観察システムが備える画像処理装置の機能を示すブロック図である。
- [図3]検出値用フレームメモリに記憶される、観察光の検出位置および検出値のデータを示す図である。
- [図4]図3のデータから生成される2次元データを示す図である。
- [図5]被写体上の画素領域を示す図である。
- [図6]計算領域設定部によって設定される計算領域を示す図である。
- [図7]検出値取得部によってデータから取得された検出値セットの一例を示す図である。
- [図8]重み付け部によって用いられる重み付けフィルタの一例を示す図である。
- [図9]図7の検出値セットから生成される検出値有無セットを示す図である。
- [図10]図2の画像処理装置による画像処理方法を示すフローチャートである。
- [図11]図10のフローチャートにおける画素値演算ルーチンを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0020] 以下に、本発明の一実施形態に係る光走査型観察システム100について図面を参照して説明する。

本実施形態に係る光走査型観察システム100は、図1に示されるように、光走査型内視鏡装置1と、該光走査型内視鏡装置1に接続された画像処理装置2と、該画像処理装置2に接続された表示装置3とを備えている。

- [0021] 光走査型内視鏡装置1は、レーザ光（照明光）Lを走査しながら被写体Aに向かって射出する光走査部4と、被写体Aからの観察光L'を検出する光検出部5と、光走査部4および光検出部5を制御する制御部6とを備えてい

る。符号 7 は、体内に挿入される細長い挿入部を示し、符号 8 は、挿入部 7 の基端に接続された筐体を示している。

[0022] 光走査部 4 は、筐体 8 内に設けられレーザ光 L を出力する光源 9 と、挿入部 7 内に設けられた照射用の光ファイバ 10 およびアクチュエータ 11 とを備えている。

光ファイバ 10 は、挿入部 7 内に長手方向に沿って配置されている。光ファイバ 10 は、光源 9 から供給されたレーザ光 L を導光し、先端から射出するようになっている。

[0023] アクチュエータ 11 は、例えば、圧電素子を備える圧電アクチュエータであり、光ファイバ 10 の先端部に取り付けられている。アクチュエータ 11 は、制御部 6 から供給される駆動信号に従って、光ファイバ 10 の先端を該光ファイバ 10 の長手方向に直交する略平面内において渦巻状の軌跡に沿って振動させる。これにより、挿入部 7 の先端から射出されたレーザ光 L が、被写体 A 上において渦巻状の走査軌跡 B に沿って走査されるようになっている。なお、走査軌跡は、渦巻状に限定されるものではなく、他の形状、例えばラスタ状またはリサージュ状であってもよい。

[0024] 光検出部 5 は、挿入部 7 内に配置された受光用の光ファイバ 12 の基端と接続されている。光ファイバ 12 の先端は挿入部 7 の先端面に配置されている。レーザ光 L の照射によって被写体 A において発生した観察光 L'（例えば、レーザ光 L の反射光またはレーザ光 L によって励起された蛍光）は、光ファイバ 12 の先端面において受光されて、光ファイバ 12 によって光検出部 5 まで導光される。図 1 には光ファイバ 12 が 1 本のみ図示されているが、複数本の光ファイバ 12 が挿入部 7 内に設けられていてもよい。

[0025] 光検出部 5 は、光ファイバ 12 を介して受光した観察光 L' を光電変換し、生成された電気信号を、制御部 6 から一定の時間間隔で送信されてくるサンプリング信号に応答してサンプリングしてデジタル値に変換することによって、観察光 L' の強度を示す検出値を得る。検出値は、画像処理装置 2 内の検出値用フレームメモリ 14 に送信される。

- [0026] 制御部 6 は、アクチュエータ 11 を駆動させるための駆動信号を発生し、該駆動信号をアクチュエータ 11 に送信する。また、制御部 6 は、一定の時間間隔でサンプリング信号を発生し、該サンプリング信号を光検出部 5 に送信する。制御部 6 は、駆動信号およびサンプリング信号を画像処理装置 2 内の検出位置算出部 13 にも送信する。
- [0027] 画像処理装置 2 は、図 2 に示されるように、駆動信号およびサンプリング信号に基づいて観察光 L' の検出位置を算出する検出位置算出部 13 と、検出位置と検出値とを対応付けたデータを記憶する検出値用フレームメモリ（記憶部） 14 と、画素値の算出に用いられる計算領域 E を設定する計算領域設定部 15 と、計算領域 E 内に含まれる検出位置と対応する検出値を検出値用フレームメモリ 14 内のデータから取得する検出値取得部 16 と、データから取得された検出値に重みを付ける重み付け部 17 と、重みが付けられた検出値から画素値を算出する画素値算出部 18 と、画素値を記憶する画素値用フレームメモリ 19 と、画像を形成する画像形成部 20 とを備えている。
- [0028] 観察光 L' の検出位置は、観察光 L' の電気信号が光検出部 5 によってサンプリングされた時刻における、レーザ光 L の被写体 A 上の照射位置を表す座標 (X, Y) である。光ファイバ 10 の振動振幅は、駆動信号の振幅に対応しているので、駆動信号の振幅からレーザ光 L の照射位置を計算することができる。検出位置算出部 13 は、制御部 6 から駆動信号およびサンプリング信号を受信し、サンプリング信号の出力時刻におけるレーザ光 L の照射位置を駆動信号から演算する。次に、検出位置算出部 13 は、算出された照射位置を 2 次元的な位置座標 (X, Y) に変換し、座標 (X, Y) を検出位置として検出値用フレームメモリ 14 に送信する。
- [0029] 検出値用フレームメモリ 14 は、光検出部 5 から観察光 L' の検出値を受信し、検出位置算出部 13 から観察光 L' の検出位置 (X, Y) を受信し、観察光 L' の検出値を、該検出値がサンプリングされたときの検出位置 (X, Y) と対応付けて記憶する。これにより、検出値用フレームメモリ 14 には、図 3 に示されるように、検出位置 (X, Y) を各検出値のアドレスとす

るデータが生成される。

[0030] 図4は、データを2次元画像化したものである。図4に示されるように、データは、X方向（横方向）およびY方向（縦方向）に配列する区画Cからなる2次元データであり、各座標は1つの区画Cに対応する。図4において、検出値を有する区画Cは黒で表し、検出値を有しない区画Cは白で表している。

[0031] 計算領域設定部15は、画像の画素の内の1つを注目画素に設定し、画素領域Dを含む計算領域Eを設定する。画素領域Dとは、図5に示されるように、注目画素に対応する被写体A上の領域である。図5において、黒丸は、検出値のサンプリング時刻における照明光の照射位置を示している。計算領域Eの寸法は、図6に示されるように、画素領域Dの寸法よりも大きく設定されている。また、計算領域Eの寸法は、走査軌跡Bにおける検出位置の最小の密度に基づいて、少なくとも1つの検出位置が計算領域Eに含まれるように設定されている。走査軌跡Bにおける検出位置の密度は、後述するように走査軌跡B内の位置に応じて異なり、光走査型内視鏡装置1の設計値から計算で求めることができる。

[0032] ここで、検出位置算出部13は、検出位置である座標（X，Y）の空間分解能が、画素領域Dの空間分解能よりも高くなるように、検出位置（X，Y）を算出する。したがって、1つの画素領域D内には複数の区画Cが含まれる。図6に示される例においては、座標（X，Y）の空間分解能が画素領域Dの空間分解能の3倍であり、1つの画素領域D内に3×3の区画Cが含まれている。

計算領域設定部15は、画素領域D内の中心に位置する区画Cを中心とする所定の数の区画Cからなる領域を計算領域Eに設定するようになっている。図6に示される例においては、計算領域Eは、7×7の区画Cからなる。

[0033] 検出値取得部16は、計算領域設定部15によって設定された計算領域E内に含まれる検出位置（X，Y）を検出値用フレームメモリ14内のデータの中から選択し、選択された検出位置（X，Y）に対応する検出値である検

出値セット $l_0, l_1, \dots, l_{10}$ をデータから取得する。図 7 は、取得された検出値セット $l_0, l_1, \dots, l_{10}$ を 2 次元画像化した一例を表している。検出値取得部 16 は、取得された検出値セットを重み付け部 17 および画素値算出部 18 に送信する。

[0034] 重み付け部 17 は、図 8 に示される重み付けフィルタを有している。重み付けフィルタは、計算領域 E 内の区画 C の配列と同一の配列を有する重み係数 W_{ij} ($i = 0, 1, 2, \dots, n, j = 0, 1, 2, \dots, m$) からなる。図 8 に示される例においては、 $n = m = 6$ である。重み付け部 17 は、検出値 $l_0, l_1, \dots, l_{10}$ に対して、重み付けフィルタを用いて畳み込み演算を行う。畳み込み演算は、下式で表される。下式において、 l_{ij} は、計算領域 E 内の位置 (i, j) における検出値を表している。例えば、図 7 に示される例において、 l_0 は、 l_{07} と表される。

[0035] [数1]

$$Si = \sum_{j=0}^n \sum_{i=0}^m (l_{ij} \times W_{ij})$$

[0036] ここで、重み付けフィルタにおいて、中心から外側に向かって重み係数 W_{ij} が順番に小さくなるように、重み係数 W_{ij} が設定されている。したがって、画素領域 D の中心により近い検出値に対して、より大きな重みが付けられるようになっている。

[0037] 畳み込み演算により、重み W_{ij} がそれぞれ付けられた検出値 $l_0, l_1, \dots, l_{10}$ の和 Si が算出される。すなわち、図 7 および図 8 の例において、

$$\begin{aligned} Si = & l_0 \times W_{06} + l_1 \times W_{12} + l_2 \times W_{15} + l_3 \times W_{21} + l_4 \times W_{24} + l_5 \\ & \times W_{42} \\ & + l_6 \times W_{45} + l_7 \times W_{51} + l_8 \times W_{54} + l_9 \times W_{60} + l_{10} \times W_{66} \end{aligned}$$

である。重み付け部 17 は、算出された和 Si の値を画素値算出部 18 に送信する。

[0038] 画素値算出部 18 は、検出値取得部 16 から、計算領域 E 内に含まれる検出位置 (X, Y) を受信する。次に、画素値算出部 18 は、受信した検出位置 (X, Y) に基づいて、図 9 に示される検出値有無セットを生成する。検出値有無セットは、計算領域 E 内の区画 C の配列と同一の配列を有する「0」および「1」の値からなる。画素値算出部 18 は、検出値有無セットにおいて、検出位置 (X, Y) に対応する位置には「1」を割り当て、それ以外の位置には「0」を割り当てる。

[0039] 次に、画素値算出部 18 は、検出値有無セットに、重み付けフィルタを用いて畳み込み演算を行う。ここでの畳み込み演算で使用される重み付けフィルタは、重み付け部 17 で使用される重み付けフィルタと同一である。畳み込み演算により、検出値 $l_0, l_1, \dots, l_{10}$ に付けられた重み係数と同一の重み係数の和 S_w が算出される。すなわち、図 8 および図 9 の例において、

$$S_w = W_{06} + W_{12} + W_{15} + W_{21} + W_{24} + W_{42} + W_{45} + W_{51} + W_{54} + W_{60} + W_{66}$$

である。

[0040] 次に、画素値算出部 18 は、重み付け部 17 から受信した和 S_i を、和 S_w で除算することによって、注目画素の画素値 S_i / S_w を算出する。画素値算出部 18 は、算出された画素値を画素値用フレームメモリ 19 に送信する。

[0041] 画素値用フレームメモリ 19 は、画素値算出部 18 から受信した画素値を、注目画素の番号 N と対応付けて記憶することによって、画像データを生成する。ここで、計算領域設定部 15 は、画像内の全ての画素を順番に注目画素に設定する。これにより、全ての画素に対して検出値取得部 16、重み付け部 17 および画素値算出部 18 による上述した処理が実行され、画素値用フレームメモリ 19 には、全ての画素の画素値が記憶される。

[0042] 画像形成部 20 は、画素値用フレームメモリ 19 から画像データを読み出し、画像データに基づき、各画素に対応する画素値を割り当てることによって画像を形成する。画像形成部 20 は、形成した画像を表示装置 3 に送信し

、該表示装置 3 に表示させる。

[0043] 画像処理装置 2 は、例えば、中央演算処理装置（CPU）と、RAM のような主記憶装置と、補助記憶装置とを備える汎用または専用のコンピュータからなる。補助記憶装置は、ハードディスクまたは各種のメモリのような非一時的な記憶媒体であり、上述した処理を CPU に実行させるための画像処理プログラムを格納している。画像処理プログラムが、補助記憶装置から主記憶装置にロードされて起動されることによって、CPU が、画像処理プログラムに従って、検出位置算出部 13、計算領域設定部 15、検出値取得部 16、重み付け部 17、画素値算出部 18 および画像形成部 20 の上述した処理を実行するようになっている。

あるいは、画像処理装置 2 は、CPU ではなく、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）等の集積回路を用いて構成されていてもよい。

[0044] 次に、このように構成された光走査型観察システム 100 の作用について説明する。

本実施形態に係る光走査型観察システム 100 において、制御部 6 からアクチュエータ 11 および光検出部 5 へ駆動信号およびサンプリング信号の送信がそれぞれ開始されると、光源 9 から出力されたレーザ光 L が、光ファイバ 10 を介して被写体 A へ照射され、被写体 A 上においてスパイラル状の走査軌跡 B に沿って走査される。レーザ光 L の照射位置において発生した観察光 L' は、光ファイバ 12 によって受光され、光検出部 5 によって検出され、観察光 L' の検出値が画像処理装置 2 に送信される。一方、駆動信号およびサンプリング信号も、制御部 6 から画像処理装置 2 へ送信される。

[0045] 図 10 および図 11 は、画像処理装置 2 内で実行される画像処理プロセスを示している。

画像処理装置 2 内において、まず、図 10 に示されるように、観察光 L' の検出値と検出位置とを対応付けたデータが検出用フレームメモリ 14 内に生成および記憶される（記憶ステップ S1）。すなわち、検出位置算出部 1

3において、制御部6からの駆動信号およびサンプリング信号が受信され、駆動信号から検出値のサンプリング時刻におけるレーザ光Lの照射位置が算出され、さらに照射位置を表す座標(X, Y)が検出位置として算出され、座標(X, Y)が、光検出部5からの検出値と対応付けて検出用フレームメモリ14に記憶される。

[0046] 次に、検出用フレームメモリ14内のデータを用いて各画素の画素値が演算される(ステップS2)。すなわち、図11に示されるように、まず、計算領域設定部15において、注目画素が設定され(ステップS21)、注目画素に対応する画素領域Dを含み該画素領域Dよりも広い計算領域Eが設定される(計算領域設定ステップS22)。

[0047] 次に、検出値取得部16において、計算領域E内に含まれる検出位置が選択され(ステップS23)、選択された検出位置に対応する検出値セット $I_0, I_1, \dots, I_{10}$ が検出用フレームメモリ14内のデータから読み出される(検出値取得ステップS24)。

次に、重み付け部17において、読み出された検出値セット $I_0, I_1, \dots, I_{10}$ が、重み付けフィルタを用いて畳み込み演算される(重み付けステップS25)。これにより、画素領域Dの中心により近い検出位置における検出値にはより大きな重みが付けられるとともに、重みが付けられた検出値の和 S_i が算出される。

[0048] 次に、画素値算出部18において、読み出された検出値セット $I_0, I_1, \dots, I_{10}$ から検出値有無セットが生成され(ステップS26)、検出値有無セットが、ステップS25において用いた重み付けフィルタと同一の重み付けフィルタを用いて畳み込み演算される(ステップS27)。これにより、検出値に付けられた重みの和 S_w が算出される。次に、和 S_i を和 S_w で除算することによって、注目画素の画素値 S_i / S_w が算出される(画素値算出ステップS28)。算出された画素値は、注目画素の番号と対応付けて画素値用フレームメモリ19に記憶される(ステップS29)。

[0049] 次に、他の画素を注目画素に設定して、画像内の全ての画素が注目画素に

設定されるまで（ステップS30のNO、ステップS31）、ステップS21～S29が繰り返される。全ての画素に対する画素値が画素値用フレームメモリ19に記憶されると（ステップS30のYES）、画像形成部20によって、画素値用フレームメモリ19から画像データを読み出され、画像データ内の番号に基づいて画素値が対応する画素に割り当てられることによって、画像が形成される（画像形成ステップS3）。形成された画像は、表示装置3に表示される。

[0050] この場合に、レーザ光Lをスパイラル走査する光走査内視鏡装置1において、レーザ光Lは光走査部4によって等角速度で走査され、かつ、観察光L'は光検出部5によって一定の時間間隔で検出される。したがって、走査軌跡Bのうち、中心側において検出位置の密度が高くなり、外周側において検出位置の密度が低くなる。その結果、走査軌跡Bの外周側において、検出位置を含まない画素領域Dが生じ得る。

[0051] 本実施形態によれば、少なくとも1つの検出位置を含むように計算領域Eが設定され、計算領域E内に含まれる検出位置の検出値から、対応する画素の画素値が算出される。これにより、画素値が存在しない欠損画素が生じることがなく、全ての画素が画素値を有する画像を形成することができるという利点がある。

[0052] さらに、計算領域E内において、検出位置が画素領域Dの中心に位置するとは限らず、検出位置の分布が画素領域D内で偏り得る。各画素の正確な画素値を得るためには、計算領域E内における検出値の分布を考慮し、画素領域Dの中心における観察光L'の検出値を算出する必要がある。計算領域E内に含まれる検出位置の検出値の平均を画素値として算出した場合、画素領域Dの中心から外れた位置における観察光L'の検出値に相当する値が算出され、このような画素値を画像の形成に用いた場合には、画像内にモアレが生じる等、画質の低下を招く。

[0053] 本実施形態によれば、画素値の計算において、画素領域Dの中心に近い検出位置の検出値に対してより大きな重みが付される。これにより、各画素の

正確な画素値を算出することができ、質の高い画像を得ることができるという利点がある。

[0054] さらに、図7および図8に示されるように、一部の重み係数 W_{ij} には、対応する検出値が存在しない。このように部分的に検出値が存在しない検出値セットに対して重み付けフィルタを適用する際に、検出値セット内の検出値の数に応じて畳み込み演算結果 S_i が大きくばらつく。本実施形態によれば、この畳み込み演算結果 S_i が、検出値有無セットと重み付けフィルタとの畳み込み演算結果 S_w で除算されることによって、規格化される。これにより、重み付けフィルタを用いて検出値の重み付けを適切に行うことができるという利点がある。

[0055] 本実施形態においては、重み付け部17によって検出値に重みを付け、その後画素値算出部18によって規格化することにより画素値を算出することとしたが、これに代えて、検出値の重み付けを行わず、画素値算出部18が、検出値セット $I_0, I_1, \dots, I_{10}$ の加算平均を画素値として算出してもよい。これは、重み付け部17および画素値算出部18において、全ての重み係数 W_{ij} の値を1にすることと同義である。

このようにしても、部分的に検出値が存在しない検出値セットに対して、画素値の演算結果のばらつきを排除することができる。

[0056] 本実施形態においては、計算領域設定部15が、固定の寸法の計算領域Eを設定することとしたが、これに代えて、検出位置の数に応じて計算領域Eの寸法を変更可能であってもよい。

例えば、計算領域設定部15は、最初に小さな寸法（例えば、画素領域Dと等しい寸法）の計算領域Eを設定し、該計算領域E内に含まれる検出位置の数が所定の数以上である場合には、この小さな寸法の計算領域Eを適用する。一方、小さな寸法の計算領域E内に含まれる検出位置の数が所定の数未満である場合には、計算領域E内に含まれる検出位置の数が所定の数以上となるまで、計算領域Eの寸法を段階的に拡大する。

[0057] 計算領域Eの寸法が大きい程、画像の解像度は低下する。したがって、計

算領域Eの寸法を、欠損画素の発生を防ぐことができる最小限の寸法に抑えることによって、画像の解像度の低下を防ぐことができる。

符号の説明

- [0058] 1 光走査型内視鏡装置
- 2 画像処理装置
- 3 表示装置
- 4 光走査部
- 5 光検出部
- 6 制御部
- 7 挿入部
- 8 筐体
- 9 光源
- 10, 12 光ファイバ
- 11 アクチュエータ
- 13 検出位置算出部
- 14 検出値用フレームメモリ（記憶部）
- 15 計算領域設定部
- 16 検出値取得部
- 17 重み付け部
- 18 画素値算出部
- 19 画素値用フレームメモリ
- 20 画像形成部
- 100 光走査型観察システム
- A 被写体
- B 走査軌跡
- C 区画
- D 画素領域
- E 計算領域

L レーザ光（照明光）

L' 観察光

請求の範囲

- [請求項1] 照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理装置であって、
- 前記データを記憶する記憶部と、
- 前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定部と、
- 該計算領域設定部によって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得部と、
- 該検出値取得部によって取得された前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出部と、
- 該画素値算出部によって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成部とを備え、
- 前記計算領域設定部が、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理装置。
- [請求項2] 照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理装置であって、
- 前記データを記憶する記憶部と、
- 前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定部と、
- 該計算領域設定部によって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得部と、
- 該検出値取得部によって取得された前記検出値に重みを付ける重み付け部と、
- 該重み付け部によって重みを付けられた前記検出値に基づいて前記

注目画素の画素値を算出する画素値算出部と、

該画素値算出部によって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成部とを備え、

前記計算領域設定部が、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理装置。

[請求項3] 前記重み付け部が、前記画素領域の中心により近い検出位置に対して、より大きな重みを付ける請求項2に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記画素値算出部が、前記重み付け部によって重みが付けられた前記検出値の和および前記検出値に付けられた重みの和を算出し、前記検出値の和を前記重みの和で除算することによって、前記注目画素の画素値を算出する請求項2または請求項3に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記計算領域設定部が、前記画素領域よりも広い前記計算領域を設定する請求項1から請求項4のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記データにおける前記検出位置の空間分解能が、前記被写体における前記画素領域の空間分解能よりも高い請求項1から請求項5のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記計算領域設定部が、前記計算領域内に含まれる前記検出位置の数に応じて前記計算領域の寸法を変更可能である請求項1から請求項6のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項8] 照明光を走査しながら被写体に向かって射出する光走査部と、
前記照明光の照射によって前記被写体において発生した観察光を検出し、該観察光の検出値を得る光検出部と、
請求項1から請求項7のいずれかに記載の画像処理装置とを備える光走査型観察システム。

[請求項9] 照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理方法であって、

前記データを記憶する記憶ステップと、

前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定ステップと、

該計算領域設定ステップによって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得ステップと、

該検出値取得ステップによって取得された前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出ステップと、

該画素値算出ステップによって算出された画素値を前記注目画素に割り当てて前記画像を形成する画像形成ステップとを含み、

前記計算領域設定ステップにおいて、前記計算領域内に少なくとも1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理方法。

[請求項10]

照明光の照射によって被写体において生じた観察光の検出値および検出位置を対応付けたデータから前記被写体の画像を形成する画像処理方法であって、

前記データを記憶する記憶ステップと、

前記画像内の注目画素に対応する前記被写体における画素領域を含む計算領域を設定する計算領域設定ステップと、

該計算領域設定ステップによって設定された前記計算領域内に含まれる前記検出位置を選択し、選択された前記検出位置と対応付けられている前記検出値を前記データから取得する検出値取得ステップと、

該検出値取得ステップによって取得された前記検出値に重みを付ける重み付けステップと、

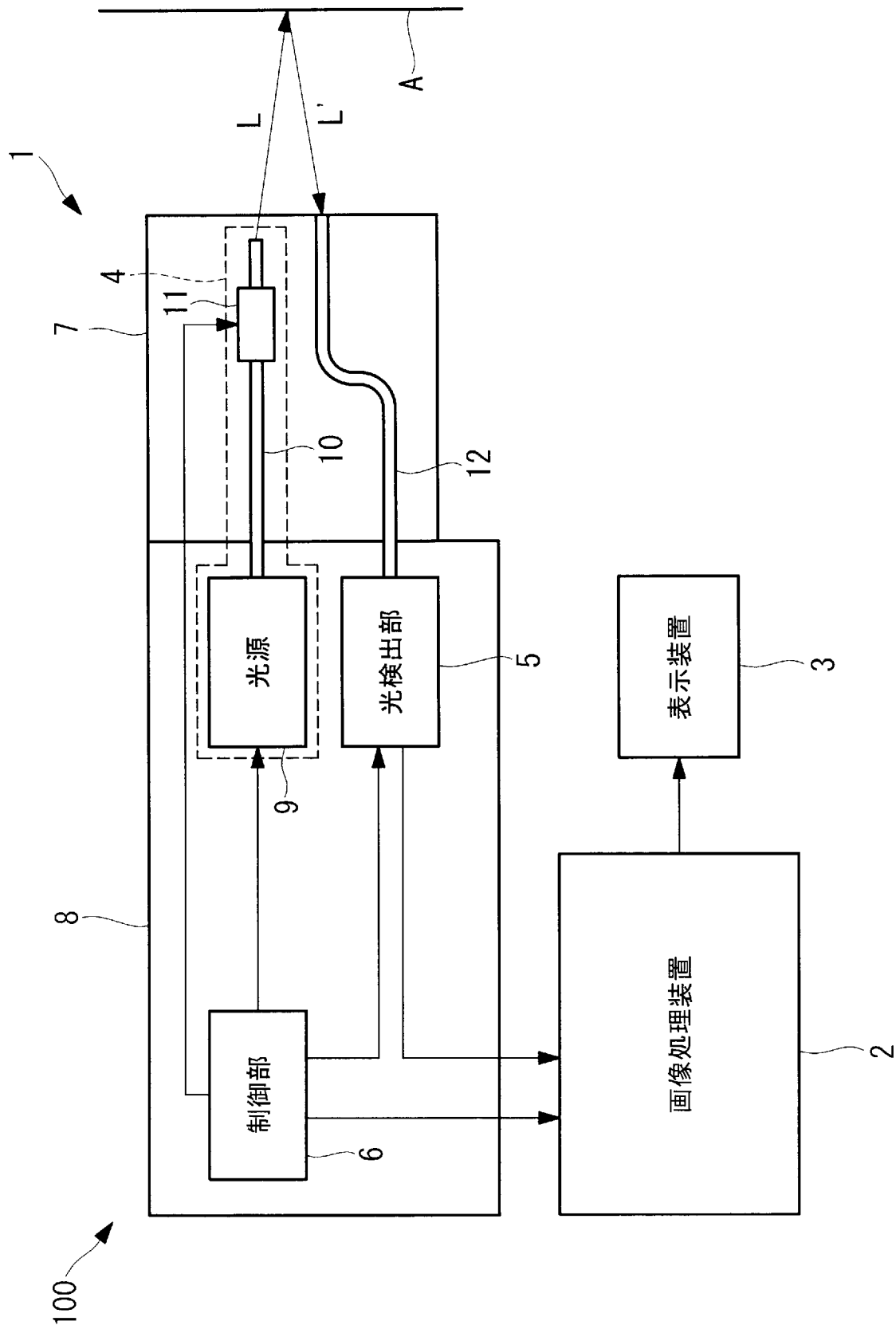
該重み付けステップによって重みを付けられた前記検出値に基づいて前記注目画素の画素値を算出する画素値算出ステップと、

該画素値算出ステップによって算出された画素値を前記注目領域に割り当てて前記画像を形成する画像形成ステップとを含み、

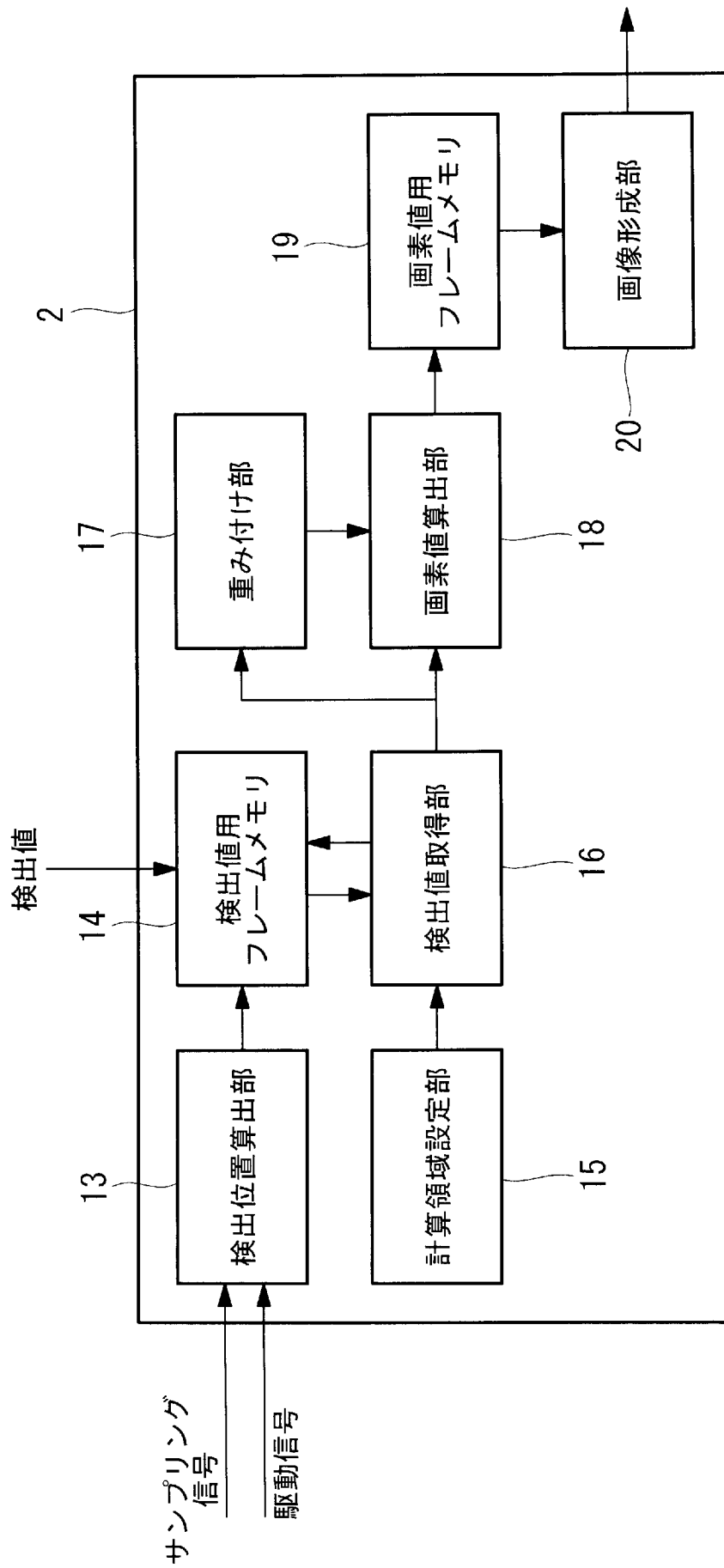
前記計算領域設定ステップにおいて、前記計算領域内に少なくとも

1つの前記検出位置が含まれるように前記計算領域を設定する画像処理方法。

[図1]



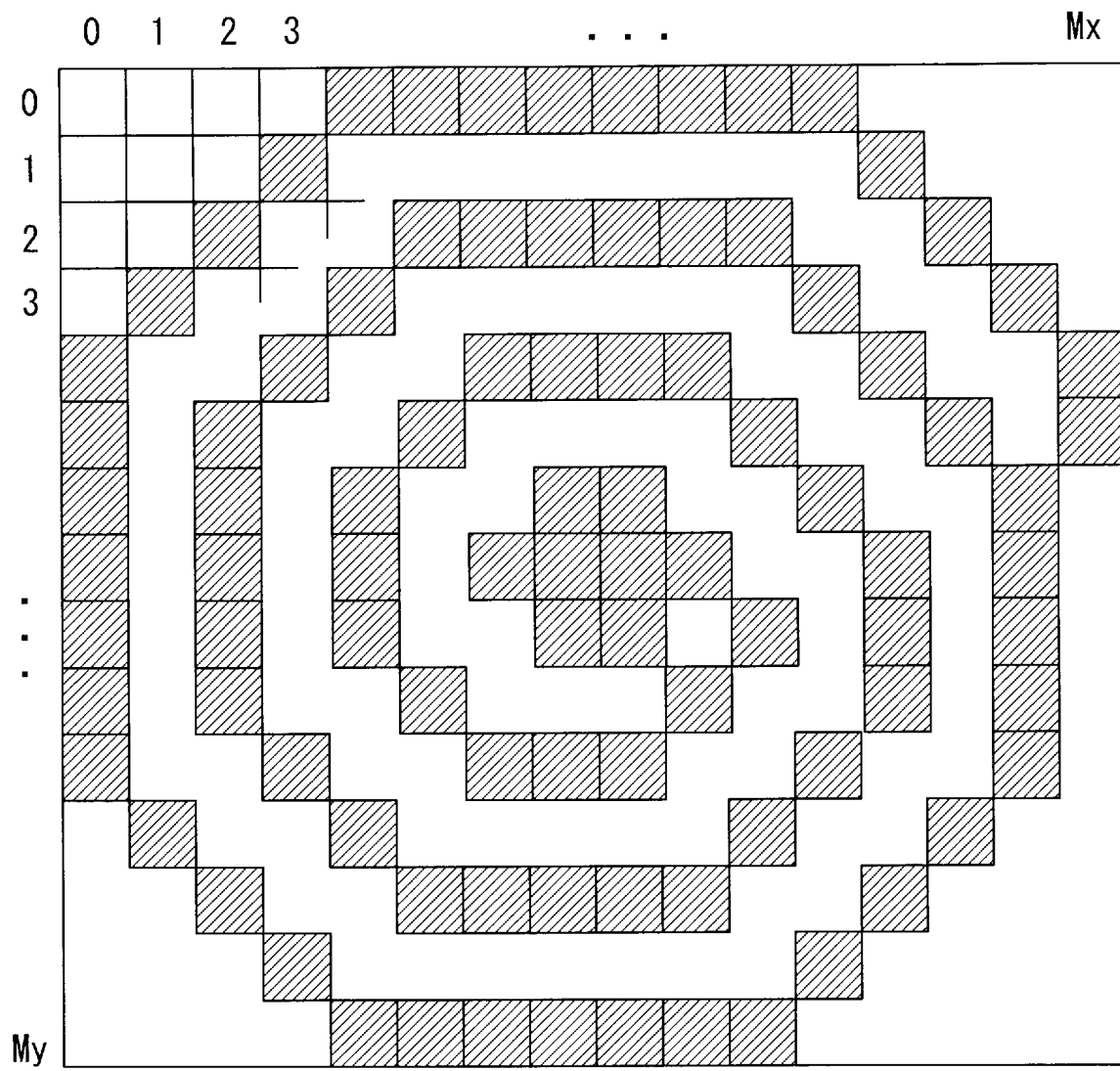
[図2]



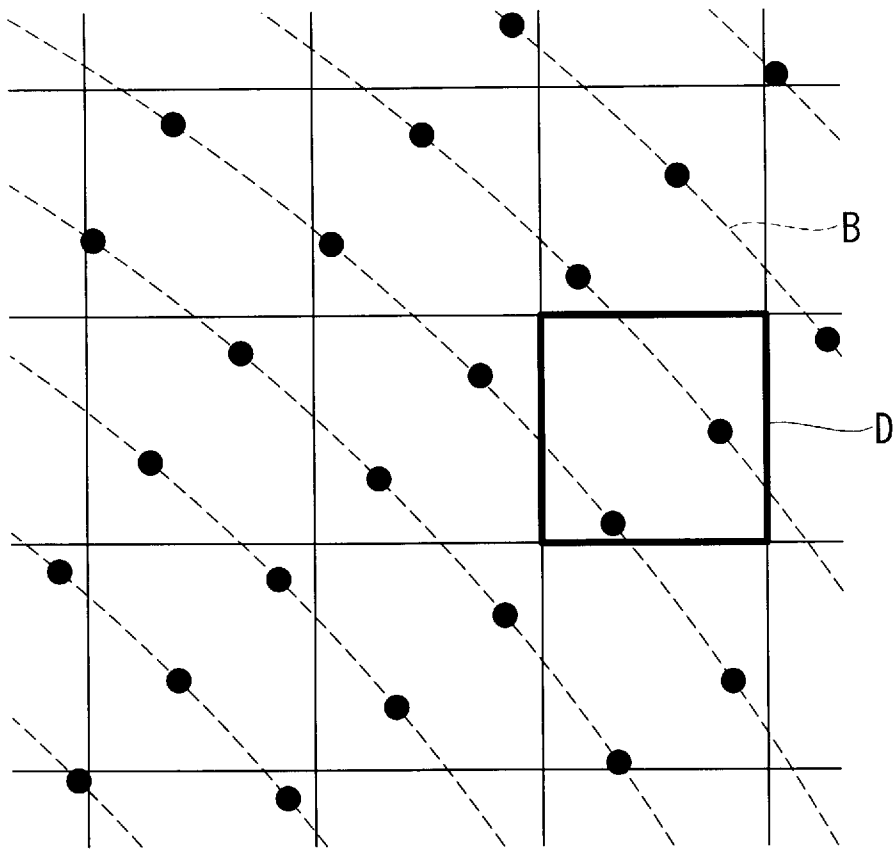
[図3]

アドレス		検出値
Y 座標	X 座標	
0	0	—
0	1	—
0	2	—
⋮	⋮	⋮
0	M	—
1	0	—
1	1	—
1	2	—
1	3	I ₁₃
⋮	⋮	⋮
My	Mx	—

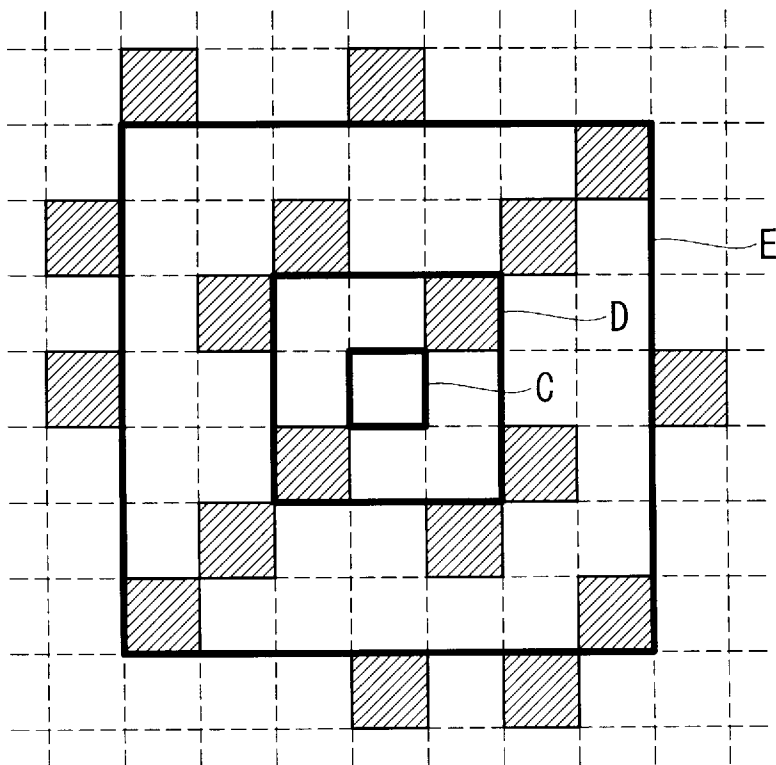
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

						I ₀
		I ₁			I ₂	
	I ₃			I ₄		
		I ₅			I ₆	
	I ₇			I ₈		
I ₉						I ₁₀

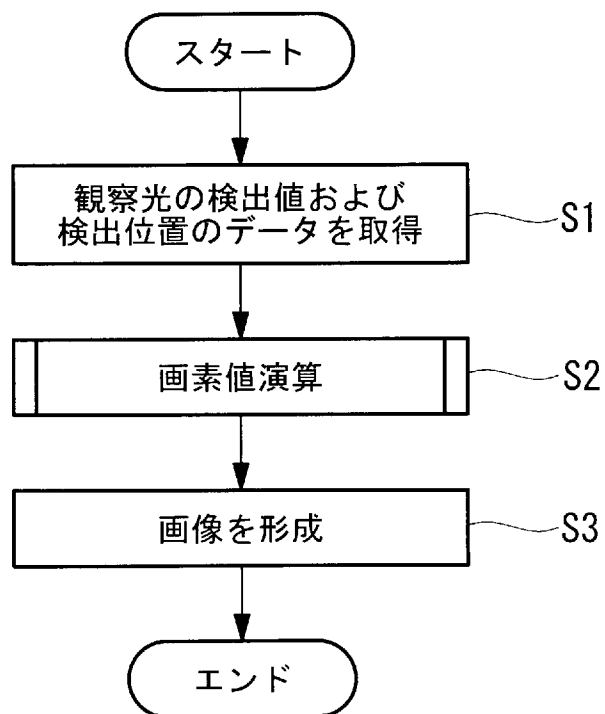
[図8]

W ₀₀	W ₀₁	W ₀₂	W ₀₃	W ₀₄	W ₀₅	W ₀₆
W ₁₀	W ₁₁	W ₁₂	W ₁₃	W ₁₄	W ₁₅	W ₁₆
W ₂₀	W ₂₁	W ₂₂	W ₂₃	W ₂₄	W ₂₅	W ₂₆
W ₃₀	W ₃₁	W ₃₂	W ₃₃	W ₃₄	W ₃₅	W ₃₆
W ₄₀	W ₄₁	W ₄₂	W ₄₃	W ₄₄	W ₄₅	W ₄₆
W ₅₀	W ₅₁	W ₅₂	W ₅₃	W ₅₄	W ₅₅	W ₅₆
W ₆₀	W ₆₁	W ₆₂	W ₆₃	W ₆₄	W ₆₅	W ₆₆

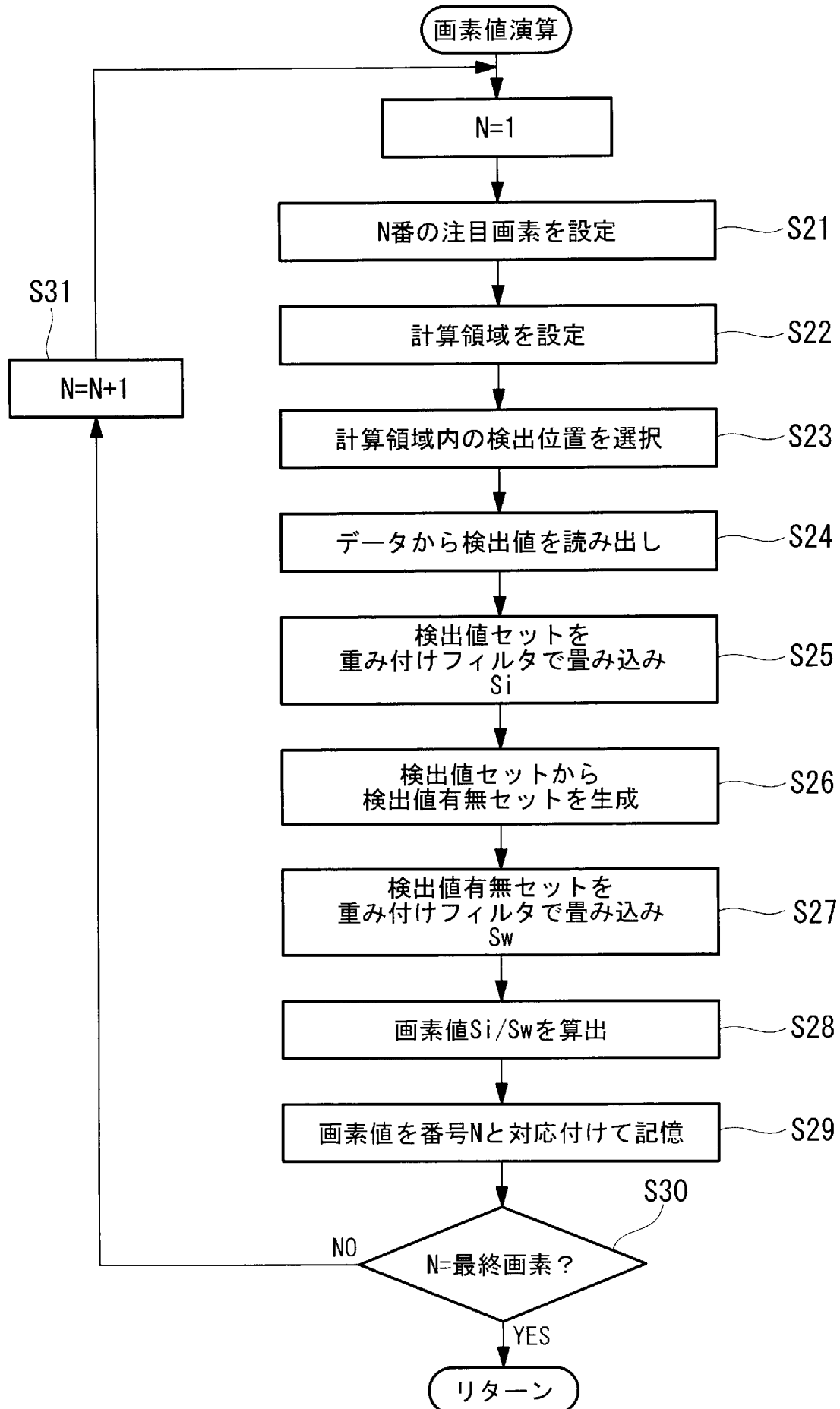
[図9]

0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/085106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B1/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(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)

A61B1/04, A61B1/00, G02B23/26

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X	WO 2015/145826 A1 (Olympus Corp.), 01 October 2015 (01.10.2015), paragraphs [0007], [0033], [0036], [0037], [0045], [0048]; fig. 5B, 6A & JP 5865562 B1	1-10

☐ 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
08 March 2016 (08.03.16)

Date of mailing of the international search report
15 March 2016 (15.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B1/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(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（IPC））

Int.Cl. A61B1/04, A61B1/00, G02B23/26

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X	WO 2015/145826 A1（オリンパス株式会社）2015.10.01, [0007], [0033], [0036], [0037], [0045], [0048], 図 5B, 6A & JP 5865562 B1	1-10

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

08.03.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

増渕 俊仁

2 Q

4 7 4 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3292