(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
2019年11月28日(28.11.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/224888 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 23/046 (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/019543

(22) 国際出願日： 2018年5月21日(21.05.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (**SHIMADZU CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 Kyoto (JP).

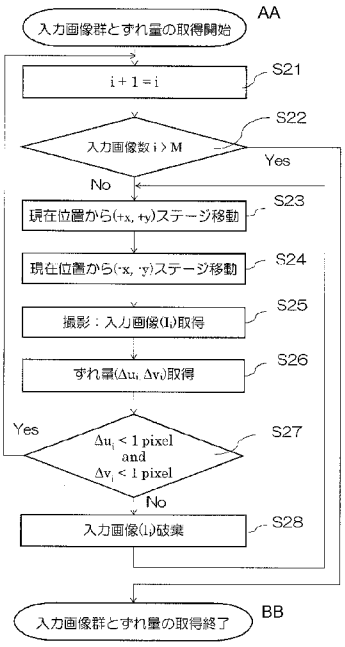
(72) 発明者: 岩尾 快彦 (**IWAO Yoshihiko**); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 大坪 隆司 (**OTSUBO Takashi**); 〒6128063 京都府京都市伏見区東組町６８８番地１ 大坪特許事務所 Kyoto (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** X-RAY INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称： Ｘ線検査装置



S22 Input image number i > M
S23 Move the stage by (+x, +y) from the current position
S24 Move the stage by (−x, −y) from the current position
S25 Photography: Acquire input image (I_i)
S26 Acquire deviation amounts (Δu_i, Δv_i)
S27 Δu_i < 1 pixel and Δv_i < 1 pixel
S28 Discard input image (I_i)
AA Start acquiring the input image group and deviation amounts
BB Stop acquiring the input image group and deviation amounts

(57) **Abstract:** In the present invention, a group of translated images is acquired through the use of the random variation (repeated positioning error) that occurs when reciprocating motion is repeated in which a stage is moved by (+x, +y) pulses toward a given position perpendicular to the optical axis of X-rays traveling to an X-ray detector from an X-ray source and then the stage is moved by (−x, −y) pulses. An image processing unit determines the deviation amounts between the images and acquires an input image group having subpixel level deviation amounts. The image processing unit uses

WO 2019/224888 A1

[続葉有]

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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))

the input image group having subpixel level deviation amounts to carry out reconstruction processing and generate a super-resolution image.

(57) 要約:ステージをＸ線源からＸ線検出器に向かうＸ線の光軸に垂直な任意の位置に向けて(＋ｘ，＋ｙ)パルスだけ移動させた後、そこからステージを(－ｘ，－ｙ)パルスだけ移動させる往復動作を繰り返し行ったときのランダムなバラツキ(繰り返し位置決め誤差)を利用して互いに平行移動した画像群を取得し、画像処理部は、画像間のずれ量を求め、サブピクセルレベルのずれ量を持つ入力画像群を取得する。そして、画像処理部は、サブピクセルレベルのずれ量を持つ入力画像群を用いて、再構成処理を実行し、超解像画像を生成する。

明　細　書

発明の名称 ： Ｘ線検査装置

技術分野

[0001]　この発明は、超解像再構成処理のためのＸ線撮影を行うＸ線検査装置に関する。

背景技術

[0002]　工業製品等の内部構造を非破壊のもとに観察する装置として、従来から被検体にＸ線を照射して透視像を得るための産業用Ｘ線透視装置や、被検体の断層像を得るための産業用Ｘ線ＣＴ装置が知られている（特許文献１参照）。Ｘ線検出器は決まった大きさの受光領域および画素数を有し、その出力は、各画素の画素値を持つデジタルデータとなる。表示装置に表示される画像の視野と解像度は、Ｘ線検出器のサイズと検出素子ピッチ（画素ピッチ）および画像の拡大率により定まり、画像の拡大率は、［Ｘ線源からＸ線検出器までの距離］を［Ｘ線源から被検体までの距離］で割った値である幾何拡大率によって決まる。なお、画像分解能（解像度）は、幾何拡大率が最大のときに、表示装置の画面上に表示された分解能チャートのラインパターンのうち識別できた最も小さいラインパターンを特定することにより同定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００６－３１７２４９号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004]　Ｘ線源から被検体までの距離を短くすることにより、幾何拡大率を高くすることができるが、実際には、被検体の物理的な厚みにより、Ｘ線源から被検体までの距離を短くするには限界がある。

[0005]　Ｘ線源は、正確には点光源ではなく、Ｘ線源の焦点は、直径数μｍ（マイ

クロメートル）程度の広がりを持つ領域である。焦点が持つ物理的な広がりが画像に及ぼす現象は、焦点ボケと呼ばれ、この焦点ボケの画像への影響は、幾何拡大率が高くなるほど、大きくなる。Ｘ線源の焦点サイズを小さくすることにより、幾何拡大率が高い撮影でも焦点ボケの影響を低減することが考えられるが、焦点サイズを小さくすることには物理的に限界がある。また、焦点サイズを小さくすると、一般的にはＸ線源から照射されるＸ線量も減ることになる。このため、画像のノイズが増える、あるいは、撮影に時間がかかる、などの問題が生じる。

[0006] 幾何拡大率を高くする方法としては、Ｘ線源とＸ線検出器の距離を長くすることが考えられる。しかしながら、Ｘ線源とＸ線検出器の距離を長くすると、装置が大きくなるという問題が生じる。また、Ｘ線検出器に入射するＸ線量は、Ｘ線源からＸ線検出器までの距離の２乗に反比例するため、Ｘ線源とＸ線検出器の距離を長くすれば、Ｘ線検出器に入射するＸ線量も減ることになる。このため、画像のノイズが増える、あるいは、撮影に時間がかかる、などの問題が生じる。

[0007] 同じ幾何拡大率でのＸ線撮影であっても、１画素の大きさが小さく、一定の視野中の画素数が多いＸ線検出器を用いれば、被検体におけるより細かい部分の観察が可能な解像度の画像を得ることができる。しかしながら、このようなＸ線検出器は高額であり、装置全体の価格を上昇させる原因となる。また、１画素の大きさが小さいＸ線検出器の場合、検出器そのもののサイズも小さくなる傾向にある。そして、検出器サイズが小さくなると、幾何拡大率を低くして観察する際の視野が狭くなり、観察が難しくなるという問題が生じる。さらに、１画素の大きさが小さいということは、Ｘ線検出器の１画素あたりの入射Ｘ線量も少なくなることから、画像のノイズが増える、あるいは、撮影に時間がかかる、などの問題が生じる。このように、被検体の細部の観察のために、Ｘ線検出器の仕様や幾何学的な拡大率を変更しても、物理的な限界がある。

[0008] 装置の幾何学的な拡大率の変更の他に、画像を拡大して表示装置に表示す

る手法として、デジタルズームと呼称される画像処理がある。しかしながら、単純なデジタルズームでは、画像の倍率は大きくなるものの画像分解能は変わらないため、鮮明な画像を得ることは困難である。

[0009] Ｘ線検出器の画素に依存する解像度よりも高い解像度の画像を得る手法として、超解像再構成処理が提案されている。この超解像再構成処理を行うためには、互いにサブピクセルの距離だけシフトした複数の画像（１画素以下の位置ずれを持つ画像群）を取得する必要がある。特許文献１に記載のＸ線撮影装置では、Ｘ線検出器をＸ線光軸に直交する平面上に微動させる検出器微動機構を備えている。そして検出器微動機構によりＸ線検出器をその画素ピッチの整数分の一ピッチ微動させてＸ線撮影を行うことにより、超解像再構成処理のための１画素以下の位置ずれを持つ画像群を取得することが可能である。

[0010] 一般的な産業用Ｘ線透視装置での通常観察では、被検体を透視して得た各画像の位置が数画素ずれていたとしても、ユーザからの見た目に違和感を生じさせることはない。このため、通常観察を主に行う産業用Ｘ線透視装置の仕様では、その位置決め精度（最小の移動ピッチ）は、幾何拡大率が最大となるＸ線源、被検体、Ｘ線検出器の３つの要素の位置関係で、画像の画素数と同等かそれより大きい場合が多く、サブピクセルレベルの位置決めが可能な構成とはなっていない。特許文献１のように、微動機構を追加することで、構成要素の位置決め精度の問題を解決することは可能であるが、高い位置決め精度を実現できる部品は高額である場合が多く、高額部品の採用によって装置自体の価格が高くなる傾向がある。

[0011] この発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、構成要素の位置決め精度が高くない装置でも超解像再構成処理のための画像群を取得することができ、超解像画像を生成することが可能なＸ線検査装置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

[0012] 請求項１に記載の発明は、Ｘ線源と、被検体を載置するテーブルと、前記

Ｘ線源から照射され前記被検体を透過したＸ線を検出するＸ線検出器と、Ｘ線撮影により取得した画像を表示する表示部を備えたＸ線検査装置において、前記Ｘ線源、前記Ｘ線検出器、または、前記テーブルを移動させることにより前記Ｘ線源と前記Ｘ線検出器と前記被検体との相対的位置関係を変更する移動機構と、前記移動機構を制御する移動制御部と、前記Ｘ線源を制御するＸ線制御部と、前記Ｘ線検出器の出力を取り込んで前記被検体のＸ線画像を構築する画像処理部と、前記画像処理部により得られた画像を前記表示部に表示する表示制御部と、を有する制御部と、を備え、前記画像処理部は、前記Ｘ線源、前記Ｘ線検出器、前記テーブルのいずれか１つを、最初のＸ線画像を取得したときのＸ線撮影位置と任意の位置との間で往復移動させる位置決めを行った後に、Ｘ線撮影を実行する動作を繰り返して複数のＸ線画像を取得し、前記位置決めを繰り返し行ったときの繰り返し位置決め誤差を利用して、前記複数のＸ線画像から互いにサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ画像を超解像再構成処理のための入力画像群として取得し、前記入力画像群に対して超解像再構成処理を実行することにより超解像画像を生成することを特徴とする。

[0013] 請求項２に記載の発明は、請求項１に記載のＸ線検査装置において、前記画像処理部は、画像間の位置合わせ手法を利用して、前記複数のＸ線画像の各々の前記位置ずれ量を求め、前記複数のＸ線画像のうち前記位置ずれ量が前記Ｘ線検出器の１画素より小さい画像を、その位置ずれ量とともに前記入力画像群として取得する。

[0014] 請求項３に記載の発明は、請求項１に記載のＸ線検査装置において、前記画像処理部は、前記最初のＸ線画像上の所定の位置を基点として切り出した第２の基準画像を作成し、画像間の位置合わせ手法を利用して、前記複数のＸ線画像の各々の前記位置ずれ量を求め、前記位置ずれ量を整数部分と小数部分に分離し、前記複数のＸ線画像の各々の画像上の前記所定の位置に前記位置ずれ量の整数部分を加えた位置を基点として、前記第２の基準画像と同サイズの画像を切り出し、切り出した画像を前記位置ずれ量の小数部分とと

もに前記入力画像群として取得する。

[0015] 請求項４に記載の発明は、請求項１から請求項３のいずれかに記載のＸ線検査装置において、前記移動機構は、前記テーブルに接続され、前記Ｘ線源と前記Ｘ線検出器からなるＸ線撮影系に対して前記テーブルの位置を移動させる。

発明の効果

[0016] 請求項１から請求項４に記載の発明によれば、最初のＸ線撮影位置と任意の位置との間で往復移動させて変更する位置決めが行われた後に、画像処理部は、Ｘ線撮影を実行する動作を繰り返して複数のＸ線画像を取得し、位置決めを繰り返し行ったときの繰り返し位置決め誤差を利用して、複数のＸ線画像のうちサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ画像を超解像再構成処理のための入力画像群として取得することから、従来の移動機構の位置決め精度では、機械要素の動作によりサブピクセルレベルの移動を実現することが困難な装置でも、超解像再構成処理に必要なサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ入力画像群を容易に取得することが可能となる。移動機構を位置決め精度の高い高額な部品で構成する必要がないため、装置のコストアップを抑制することができる。

[0017] 請求項２に記載の発明によれば、画像処理部は、位置ずれ量がＸ線検出器の１画素より小さい画像のみを超解像再構成処理のための入力画像群として取得することで、繰り返し位置決め誤差がＸ線検出器の１画素よりも大きい画像を除き、超解像再構成処理のためのサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ入力画像群を確実に取得することが可能となる。

[0018] 請求項３に記載の発明によれば、位置ずれ量がＸ線検出器の１画素より大きい画像でも、その画像の切り出しの基点の位置を調整して画像を切り出すことで、超解像再構成処理に必要なサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ入力画像群を容易に取得することが可能となる。位置ずれ量がＸ線検出器の１画素より大きい画像を破棄して撮影をやり直す必要がないため、撮影時間が長くなることがないという利点がある。

[0019] 請求項４に記載の発明によれば、移動機構が、Ｘ線撮影系に対してテーブルの位置を移動させるテーブルの移動機構であることから、Ｘ線源とＸ線検出器の位置が固定されている既存の装置でも、装置の機械的な改変を行うことなく超解像画像を得る機能を付加することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]この発明に係るＸ線検査装置の概要図である。

[図2]超解像再構成処理の手順を説明するフローチャートである。

[図3]第１実施形態に係る入力画像群とずれ量の取得手順を説明するフローチャートである。

[図4]第２実施形態に係る入力画像群とずれ量の取得手順を説明するフローチャートである。

[図5]入力画像群として取得する画像の切り出し工程を説明する模式図である。

[図6]入力画像群として取得する画像の切り出し工程を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図１は、この発明に係るＸ線検査装置の概要図である。

[0022] このＸ線検査装置は、被検体であるワークＷに下方から上方に向けてＸ線を照射するＸ線管から成るＸ線源４１と、このＸ線源４１から照射された後、ワークＷを透過したＸ線を検出するＸ線検出器４２と、ワークＷを載置するためのステージ４３とを備える。Ｘ線検出器４２としては、フラットパネルディテクタやイメージインテンシファイア（Ｉ．Ｉ．）等が採用される。Ｘ線源４１とＸ線検出器４２は、ステージ４３を挟んで対向配置される。ステージ４３は、図示しないモータを備えたステージ移動機構４４の作用により、水平（互いに直交するＸ軸とＹ軸）方向および鉛直（Ｚ軸）方向に移動可能となっている。ステージ移動機構４４によりステージ４３を移動させることにより、Ｘ線源４１とＸ線検出器４２とからなるＸ線撮影系に対してワ

ークWを相対的に移動させることができる。なお、Ｘ線源４１、Ｘ線検出器４２、ステージ４３およびステージ移動機構４４は、Ｘ線遮蔽部材より構成されるケーシング４０の内部に配設されている。

[0023] このＸ線検査装置は、装置の制御に必要な動作プログラムを格納するＲＯＭ、プログラム実行時にプログラムをロードして一時的にデータを記憶するＲＡＭなどから成るメモリ３１、論理演算を実行するＣＰＵ（ｃｅｎｔｒａｌ ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ ｕｎｉｔ）などの演算装置３２を備え、装置全体を制御する制御部３０を備える。なお、メモリ３１は、演算装置３２と、超解像画像等を記憶する記憶装置３８とに、バス３９を介して接続されている。また、この制御部３０は、Ｘ線検出器４２により検出したＸ線画像等を表示する液晶表示パネル等の表示部４５と、ユーザが操作して各種指示を入力するためのマウスやキーボード等を備えた操作部４６とに接続されている。

[0024] この制御部３０のメモリ３１には、演算装置３２を動作させて機能を実現するプログラムが格納されている。図１においては、メモリ３１に格納されているプログラムを機能ブロックとして記載している。図１に示すように、制御部３０は、表示部４５にユーザが操作部４６を介して選択可能な複数のＧＵＩ部品やＸ線画像を含む画像を表示させる表示制御部３３と、Ｘ線検出器４２からの出力を取り込んでＸ線画像を構築し、Ｘ線画像に対して後述する超解像再構成処理を実行するための画像処理部３４と、ステージ移動機構４４のモータに入力する特定数のパルスを作成してステージ４３の動作を制御するための移動制御部３５と、Ｘ線管の管電圧・管電流等を制御することによりＸ線源４１からのＸ線照射を制御するＸ線制御部３６とを備える。

[0025] 図２は、超解像再構成処理の手順を説明するフローチャートである。

[0026] 超解像再構成処理は、互いにサブピクセルの距離だけシフトした複数の画像（１画素以下の位置ずれを持つ画像群）を用いて、Ｘ線検出器４２の仕様により定まる解像度よりも高い解像度の１枚の高解像度画像（超解像画像）を作成するデジタル画像処理である。超解像再構成処理は、次の３つの手順

を含んでいる。第１に、ステージ４３を移動および元の位置に復帰させたときに生じるサブピクセルレベルの位置ずれ量（Ｘ線検出器４２の１画素の大きさよりも小さい量）を持つ複数枚の画像（入力画像群）を取得する工程と、第２に、取得した入力画像の各々と、ステージを移動させる前の基準画像との位置ずれ量を算出する工程と、第３に、各入力画像と位置ずれ量とから超解像画像を作成する再構成処理工程と、を含む。

[0027] まず、制御部３０は、最初のＸ線撮影位置を決めるためのステージ４３の位置決めを実行する（ステップＳ１１）。ユーザが操作部４６を操作して、ステージ４３の位置決め指示を行うと、操作部４６からの入力を受けた制御部３０は、移動制御部３５によりステージ４３の駆動信号を作成し、駆動信号をステージ移動機構４４に送信する。ステージ移動機構４４の駆動によりワークＷを載置したステージ４３が指示された位置に移動すると、ケーシング４０内でのワークＷの位置が決まる。これにより、Ｘ線管とワークＷとの間の距離、および、ワークＷとＸ線検出器４２との間の距離が決まり、幾何拡大率が決まる。

[0028] 次に、ユーザは操作部４６を操作して、撮影に関するパラメータを設定する。ここで、撮影枚数Ｍが設定される（ステップＳ１２）。Ｍは２以上の整数である。パラメータの設定が終わると、制御部３０は、上述した超解像再構成処理のための第１から第３の各工程を実行する。

[0029] ステップＳ１１で位置決めされたステージ４３の現在位置でＸ線撮影が実行されると、画像処理部３４は、後述するステージ４３の繰り返し位置決め誤差により発生する画像のずれ量を求める際の基準画像（I_0）となる最初の入力画像を取得する（ステップＳ１３）。しかる後、超解像再構成処理のための入力画像群とずれ量の取得工程が実行される（ステップＳ１４）。

[0030] ステップＳ１４における入力画像群とずれ量の取得工程の詳細について、さらに説明する。図３は、第１実施形態に係る入力画像群とずれ量の取得手順を説明するフローチャートである。

[0031] ステップＳ１４は、上述した超解像再構成処理の第１および第２の工程に

相当し、超解像再構成処理のための連続したＸ線撮影の実行により入力画像群を取得する工程である。ステップＳ１４が開始されると、画像処理部３４は、後述する再構成処理（ステップＳ１５）に使用する入力画像（I_i）とそのずれ量（Δu_i，Δv_i）を１枚目からＭ枚目まで順次取得する。なお、ｉはゼロ以上の整数であり、ｉ＝０は、ステップＳ１３において取得された基準画像（I_0）となる最初の入力画像である。ステップＳ２１では、現在のｉに１を加算して（１回目では0+1＝１）ｉを更新する。制御部３０は、取得しようとする入力画像数ｉが撮影枚数Ｍ以下の値であるか否かを判断し（ステップＳ２２）、入力画像数ｉが撮影枚数Ｍより大きい値であれば、画像処理部３４による入力画像群とずれ量を取得する動作を終了する。一方、入力画像数ｉがＭ以下であれば、入力画像（I_i）とそのずれ量（Δu_i，Δv_i）を取得するための以下の工程を実行する。なお、ずれ量（Δu_i，Δv_i）の単位は、ピクセルであってもよく、ｍｍ（ミリメートル）などの長さの単位であってもよい。

[0032] 制御部３０は、移動制御部３５の作用により、ステージ４３を任意の位置に向けて（＋ｘ，＋ｙ）だけ移動させ（ステップＳ２３）、続いて、ステージ４３を（－ｘ，－ｙ）だけ移動させる（ステップＳ２４）。ステージ４３は、移動制御部３５からステージ移動機構４４のモータに与えられた信号に従って移動する。しかる後、Ｘ線制御部３６の作用により、その時のステージ４３の位置でＸ線撮影を行い、画像処理部３４は、入力画像（I_i）を取得する（ステップＳ２５）。なお、ここで駆動量を表すｘとｙはステージ４３を駆動するパルスの数を表している。すなわち、＋ｘとはステージ４３のＸ軸を正の方向にｘパルスだけ駆動することであり、－ｘは負の方向にｘパルスだけ駆動することである。同様に、＋ｙとはステージ４３のＹ軸を正の方向にｙパルスだけ駆動することであり、－ｙは負の方向にｙパルスだけ駆動することである。

[0033] ステージ４３は、ある位置から＋ｘだけ移動させた状態から、－ｘだけ移動させると、数字上は、元の位置に戻ることになる。しかしながら、実際に

はステージ４３の機械的な移動誤差に起因した位置決め誤差により、別の位置に動かす指令をした後に、その逆の指令をしても、元の位置と全く同じ位置に戻ることはなく、毎回微妙に異なる位置に移動している。このような往復移動を繰り返し行った場合、移動位置のバラツキは正規分布に近いランダムな結果となる。さらに、Ｘ方向、Ｙ方向のように直交する２軸でこの動作を繰り返すと、２次元平面上で移動位置がランダムに分散することになる。この発明においては、ステージ４３をＸ線源４１からＸ線検出器４２に向かうＸ線の光軸に垂直な任意の位置に向けて（＋ｘ，＋ｙ）だけ移動させた後、そこからステージ４３を（－ｘ，－ｙ）だけ移動させるという動作を繰り返し行ったときのランダムなバラツキ（繰り返し位置決め誤差）を利用して、互いに平行移動した複数の画像を取得する。なお、ここでいう繰り返し位置決めの具体的な態様は、上述のような２つの位置の間で直接往復する駆動だけでなく、２点以上の位置を経て３点目以降として最終的に最初の位置に戻るように往復する態様を採用してもよい。また、ｘおよびｙの値は、とくに限定はされないが、２～５パルス程度が適当である。

[0034] 制御部３０は、入力画像（I_i）を取得すると、画像処理部３４による画像間の位置合わせ手法（レジストレーション手法）を利用して、基準画像（I_0）と入力画像（I_i）との間のずれ量（Δu_i，Δv_i）を得る（ステップＳ２６）。ステップＳ２６でのレジストレーションは、入力画像（I_i）を撮影したときの位置が基準画像（I_0）を撮影したときの位置からどれだけ平行移動しているかを測定するものであり、レジストレーション手法としては、例えば、画像間の正規化相互相関を求める手法が利用できる。

[0035] ずれ量（Δu_i，Δv_i）が求まると、Ｘ方向のずれ量Δu_iがＸ線検出器４２の１画素（ｐｉｘｅｌ）より小さいか否か、および、Ｙ方向のずれ量Δv_iがＸ線検出器４２の１画素（ｐｉｘｅｌ）より小さいか否かが判定され（ステップＳ２７）、Ｘ方向のずれ量Δu_iとＹ方向のずれ量Δv_iの両方が１画素より小さい値であるときは、次の入力画像取得のためにステップＳ２１に戻り、ｉに１を加算してｉの値を更新する。Ｘ方向のずれ量Δu_iとＹ方向の

ずれ量Δｖ$_i$のうちどちらか一方が１画素より大きい値、または、Ｘ方向のずれ量Δｕ$_i$とＹ方向のずれ量Δｖ$_i$の両方が１画素より大きい値であるときは、入力画像（Ｉ$_i$）を一旦破棄して（ステップＳ２８）、再度、入力画像（Ｉ$_i$）とそのずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）の取得のためステップＳ２３に戻り、ステップＳ２７までの工程を繰り返し実行する。そして、画像間のずれ量が、Ｘ方向とＹ方向の両方で１画素より小さければ、そのずれ量を持つ画像をサブピクセルレベルのずれ量を持つ入力画像として記憶し、次枚目の入力画像とすれ量の取得のため、ステップＳ２１に戻る。１枚目からＭ枚目の入力画像（Ｉ$_i$）とそのずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）を取得するまで、ステップＳ２１～ステップＳ２８を繰り返し、ステップＳ２２で、これから取得しようとする入力画像数ｉがステップＳ１２で設定された撮影枚数Ｍを超えると、入力画像群とずれ量の取得工程（ステップＳ１４）は終了する。

[0036] 再度、図２を参照して説明する。入力画像群とずれ量の取得工程（ステップＳ１４）が終了すると、画像処理部３４は、サブピクセルレベルのずれ量を持つ入力画像群を用いて、再構成処理(ステップＳ１５)を実行する。この再構成処理は、制御部３０における画像処理部３４のプログラムにより実現される。再構成処理には、Ｘ線ＣＴ画像の再構成に使用されている、反復逆投影法（ＩＢＰ法）などが用いられる。従来、ＩＢＰ法で画像解像度をＮ倍にする場合は、縦・横方向に１／Ｎ画素ずつ位置ずれのあるＮ×Ｎ枚のＸ線撮影画像を入力画像として取得しておく必要がある。例えば、超解像再構成処理によりＸ線検出器４２の画素によって定まる解像度よりも４倍高い解像度の超解像画像を得たい場合には、ステップＳ１２で設定する撮影枚数Ｍを４×４＝１６と設定することが好ましい。なお、この発明においては、ステージ４３を任意の位置に繰り返し移動させたときの繰り返し位置決め誤差を利用して、互いに平行移動した複数の画像を取得しているため、従来のように、各入力画像の位置ずれは、正確に縦・横方向に１／Ｎ画素ではないが、ずれ量の取得工程（ステップＳ１４）により位置ずれ量が正確に測定できていれば超解像再構成処理は可能である。そして、ステージ移動機構４４のス

テージ４３の移動精度をサブピクセルレベルの移動が可能なものにする必要がないため、位置決め精度の高い部品を採用する必要がなく、装置の高額化を抑止することが可能である。

[0037] 再構成処理(ステップＳ１５)により作成された超解像画像は、表示制御部３３の作用により、表示部４５に表示され、記憶装置３８に記憶される。これにより、ユーザは、Ｘ線検出器４２の画素と幾何拡大率により決まる解像度よりも高い解像度の画像を得ることができる。

[0038] 入力画像群とずれ量の取得工程の他の態様について説明する。図４は、第２実施形態に係る入力画像群とずれ量の取得手順を説明するフローチャートである。図５および図６は、入力画像群として取得する画像の切り出し工程を説明する模式図である。

[0039] この実施形態では、ステップＳ１３で取得した基準画像（I_0）から画像（I'_0）を作成する。画像（I'_0）は基準画像（I_0）から切り出された第２の基準画像であり、この実施形態では、画像（I'_0）と同サイズの入力画像（I'_i）とそのずれ量（$\Delta u'_i$，$\Delta v'_i$）を、超解像再構成処理のための入力画像群とその位置ずれ量として取得する。

[0040] 制御部３０は、図５に示すように、画像処理部３４により、基準画像（I_0）上の所定の位置（ｓ、ｔ）を基点として、Ｘ方向の距離ｗ、Ｙ方向の距離ｈの矩形画像を切り出し、基準画像（I_0）から画像（I'_0）を作成する（ステップＳ３１）。なお、ｓ、ｔ、ｗ、ｈの単位はピクセルであってもよく、ｍｍ（ミリメートル）などの長さの単位であってもよい。画像（I'_0）の切り出しは、ユーザが操作部４６のマウスを操作して表示部４５に表示された基準画像（I_0）上の任意のクリック位置から矩形範囲選択を行うことにより実行してもよく、また、ステップＳ１２におけるパラメータ設定において、ｓ、ｔ、ｗ、ｈをユーザが操作部４６のキーボードを操作して数値入力することにより予め設定してもよい。

[0041] 現在のｉ（１回目ではｉ＝０）に１を加算してｉを更新し（ステップＳ３２）、１枚目から入力画像（I'_i）とそのずれ量（$\Delta u'_i$，$\Delta v'_i$）の取

得を開始する。制御部３０は、画像処理部３４が取得しようとする入力画像数ｉがステップＳ１３で設定された撮影枚数Ｍ以下の値であるか否かを判断し（ステップＳ３３）、入力画像数ｉがＭより大きい値であれば、入力画像群とずれ量の取得を終了する。一方、入力画像数ｉがＭ以下であれば、入力画像（Ｉ´$_i$）とそのずれ量（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）を取得するための以下の工程を実行する。

[0042] 制御部３０は、移動制御部３５の作用により、ステージ４３を位置（＋ｘ，＋ｙ）に移動させ（ステップＳ３４）、つづいて、ステージ４３を位置（－ｘ，－ｙ）に移動させる（ステップＳ３５）。しかる後、その時のステージ４３の位置でＸ線撮影を行い、画像（Ｉ$_i$）を取得する（ステップＳ３６）。

[0043] 制御部３０は、画像（Ｉ$_i$）を取得すると、画像処理部３４の作用により、レジストレーション手法を用いて基準画像（Ｉ$_0$）と画像（Ｉ$_i$）との画像間のずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）を得る（ステップＳ３７）。しかる後、ずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）を、整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）と小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）とに分離する（ステップＳ３８）。このステップＳ３８においては、ずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）およびｓ、ｔ、ｗ、ｈの単位がピクセルの場合は、ずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）からそのまま分離した画素単位の整数部分と小数部分とが、整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）と小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）となる。一方、ずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）およびｓ、ｔ、ｗ、ｈの単位がｍｍやμｍ（マイクロメートル）などの長さの単位である場合は、ずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）を１画素のＸ方向・Ｙ方向の長さで割った値を求め、その値を整数部分と小数部分に分離し、長さの単位の整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）と小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）としている。これにより、小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）が１画素より小さいサブピクセルレベルのずれ量となる。

[0044] 画像処理部３４は、図６に示すように、先に基準画像（Ｉ$_0$）から画像（Ｉ´$_0$）を切り出したときの基点（ｓ、ｔ）に整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）を加算した画像（Ｉ$_i$）上の（ｓ+ｕ$_i$，ｔ+ｖ$_i$）を基点として、Ｘ方向の距離ｗ、Ｙ方向

の距離ｈの矩形画像を入力画像（Ｉ´$_i$）として切り出す（ステップＳ３９）。そして、切り出し後の入力画像（Ｉ´$_i$）に対して、小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）がずれ量として記憶される（ステップＳ４０）。すなわち、入力画像（Ｉ´$_i$）がサブピクセルレベルのずれ量（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）を持つ入力画像として取得される。入力画像数ｉがステップＳ１２で設定された撮影枚数Ｍを超えると（ステップＳ３３）、入力画像群とずれ量の取得工程（ステップＳ１４）は終了する。

[0045] 入力画像群とずれ量の取得工程（ステップＳ１４）が終了すると、画像処理部３４は、サブピクセルレベルのずれ量を持つ入力画像群を用いて、再構成処理(ステップＳ１５)を実行する。再構成処理(ステップＳ１５)により生成された超解像画像は、記憶装置３８に記憶されるとともに、表示制御部３３の作用により、表示部４５に表示される。これにより、ユーザは、Ｘ線検出器４２の画素と幾何拡大率により決まる解像度よりも高い解像度の画像を得ることができる。

[0046] この実施形態では、次の再構成処理（ステップＳ１５）の入力画像群に、Ｘ線画像から切り出した画像を用いることとし、基準画像（Ｉ$_0$）と画像（Ｉ$_i$）との間のずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）を整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）と小数部分（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）に分離し、整数部分（ｕ$_i$，ｖ$_i$）は、入力画像（Ｉ´$_i$）を切り出す際の画像上の基点位置に反映している。このように、基準画像（Ｉ$_0$）と画像（Ｉ$_i$）との間のずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）に応じて、入力画像（Ｉ´$_i$）を切り出す際の画像上の基点位置を調整することで、画像（Ｉ´$_0$）に対して、サブピクセルレベルのずれ量（Δｕ´$_i$，Δｖ´$_i$）を持つ画像（Ｉ´$_0$）を常に得ることができる。第１実施形態では、基準画像（Ｉ$_0$）と画像（Ｉ$_i$）との間のずれ量（Δｕ$_i$，Δｖ$_i$）が１画素未満でない画像（Ｉ$_i$）を破棄してＸ線撮影をやり直すため、撮影時間が長くなることがある。しかしながら、この第２実施形態では、Ｘ線撮影をやり直すという状況が発生しないため、第１実施形態と比較して、入力画像群とずれ量の取得のための時間が長くなることはない。

[0047] 上述した第１実施形態および第２実施形態では、Ｘ線の光軸と垂直な方向（ＸＹ方向）にステージ４３を繰り返し移動させているが、Ｚ方向に移動させた場合でも、機械的移動誤差がＸＹ方向の位置ずれとして現れることがあるため、ステージ４３の移動方向は、Ｘ線の光軸と垂直な方向に限定されない。また、上述した第１実施形態および第２実施形態では、ステージ４３の繰り返し位置決め誤差を利用した超解像画像作成のためのサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ入力画像群取得例を示したが、Ｘ線撮影系と被検体との相対位置を変更できるのであれば、繰り返し位置決めされる構成要素は、ステージ４３に限定されない。すなわち、Ｘ線撮影系を構成するＸ線源４１やＸ線検出器４２がモータの駆動によりＸ線の光軸と垂直な方向（ＸＹ方向）に移動可能に構成されている場合には、これらの要素の繰り返し移動により生じる繰り返し位置決め誤差を利用してもよい。

[0048] この発明においては、Ｘ線検査装置の機械要素の繰り返し位置決め誤差を利用して、２次元平面上でランダムにばらついた位置でＸ線撮影を行い、超解像再構成に必要な入力画像群を取得するため、ステージ移動機構４４のステージ４３の移動精度をサブピクセルレベルの移動が可能なものにする必要がない。このため、既存の産業用Ｘ線検査装置の移動機構を位置決め精度の高い部品に交換することなく、超解像画像を得る機能を付加することができるとともに、装置の高額化を抑制することが可能である。

[0049] なお、上述した実施形態では、Ｘ線透視撮影を行う産業用Ｘ線検査装置にこの発明を適用した例を説明したが、Ｘ線ＣＴ撮影装置にこの発明を適用することもできる。Ｘ線ＣＴ撮影装置において、断層像を再構成する前のＸ線透視データを取得する段階で本発明の手法を適用することで、最終的に得られる断層像においても解像度の高い像を得ることができる。すなわち、Ｘ線源、Ｘ線検出器、被検体の相対的位置関係を変更するために、Ｘ線源、Ｘ線検出器、被検体を載置するテーブルのいずれか１つが、移動機構により移動する構成となっていれば、この発明を適用して、超解像画像を得ることが可能である。

符号の説明

[0050]

３０	制御部
３１	メモリ
３２	演算装置
３３	表示制御部
３４	画像処理部
３５	移動制御部
３６	Ｘ線制御部
３８	記憶装置
３９	バス
４０	ケーシング
４１	Ｘ線源
４２	Ｘ線検出器
４３	ステージ
４４	ステージ移動機構
４５	表示部
４６	操作部

請求の範囲

[請求項1] Ｘ線源と、被検体を載置するテーブルと、前記Ｘ線源から照射され前記被検体を透過したＸ線を検出するＸ線検出器と、Ｘ線撮影により取得した画像を表示する表示部を備えたＸ線検査装置において、

前記Ｘ線源、前記Ｘ線検出器、または、前記テーブルを移動させることにより前記Ｘ線源と前記Ｘ線検出器と前記被検体との相対的位置関係を変更する移動機構と、

前記移動機構を制御する移動制御部と、前記Ｘ線源を制御するＸ線制御部と、前記Ｘ線検出器の出力を取り込んで前記被検体のＸ線画像を構築する画像処理部と、前記画像処理部により得られた画像を前記表示部に表示する表示制御部と、を有する制御部と、を備え、

前記画像処理部は、

前記Ｘ線源、前記Ｘ線検出器、前記テーブルのいずれか１つを、最初のＸ線画像を取得したときのＸ線撮影位置と任意の位置との間で往復移動させる位置決めを行った後に、Ｘ線撮影を実行する動作を繰り返して複数のＸ線画像を取得し、

前記位置決めを繰り返し行ったときの繰り返し位置決め誤差を利用して、前記複数のＸ線画像から互いにサブピクセルレベルの位置ずれ量を持つ画像を超解像再構成処理のための入力画像群として取得し、

前記入力画像群に対して超解像再構成処理を実行することにより超解像画像を生成することを特徴とするＸ線検査装置。

[請求項2] 請求項１に記載のＸ線検査装置において、

前記画像処理部は、

画像間の位置合わせ手法を利用して、前記複数のＸ線画像の各々の前記位置ずれ量を求め、

前記複数のＸ線画像のうち前記位置ずれ量が前記Ｘ線検出器の１画素より小さい画像を、その位置ずれ量とともに前記入力画像群として取得するＸ線検査装置。

[請求項3] 請求項１に記載のＸ線検査装置において、

前記画像処理部は、

前記最初のＸ線画像上の所定の位置を基点として切り出した第２の基準画像を作成し、

画像間の位置合わせ手法を利用して、前記複数のＸ線画像の各々の前記位置ずれ量を求め、

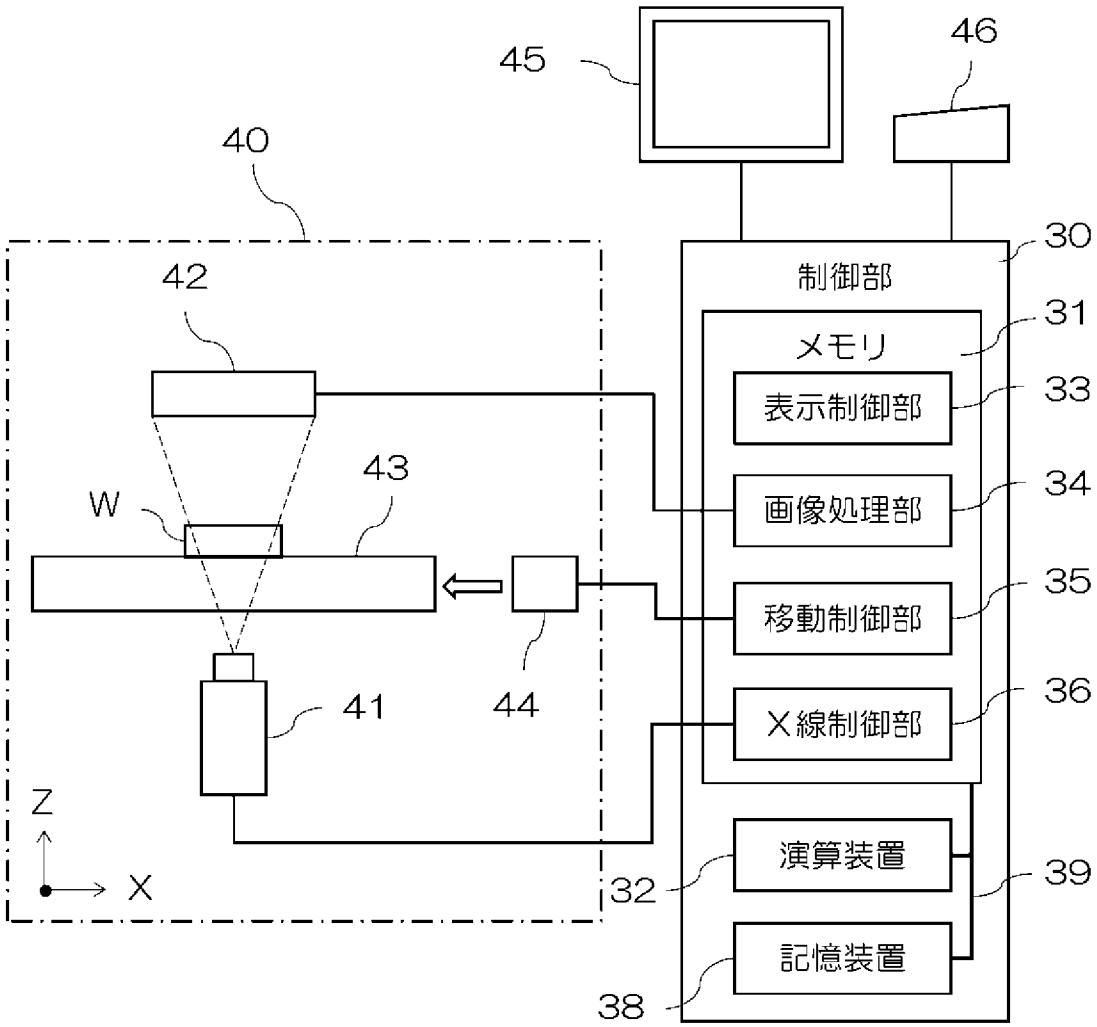
前記位置ずれ量を整数部分と小数部分に分離し、

前記複数のＸ線画像の各々の画像上の前記所定の位置に前記位置ずれ量の整数部分を加えた位置を基点として、前記第２の基準画像と同サイズの画像を切り出し、切り出した画像を前記位置ずれ量の小数部分とともに前記入力画像群として取得するＸ線検査装置。

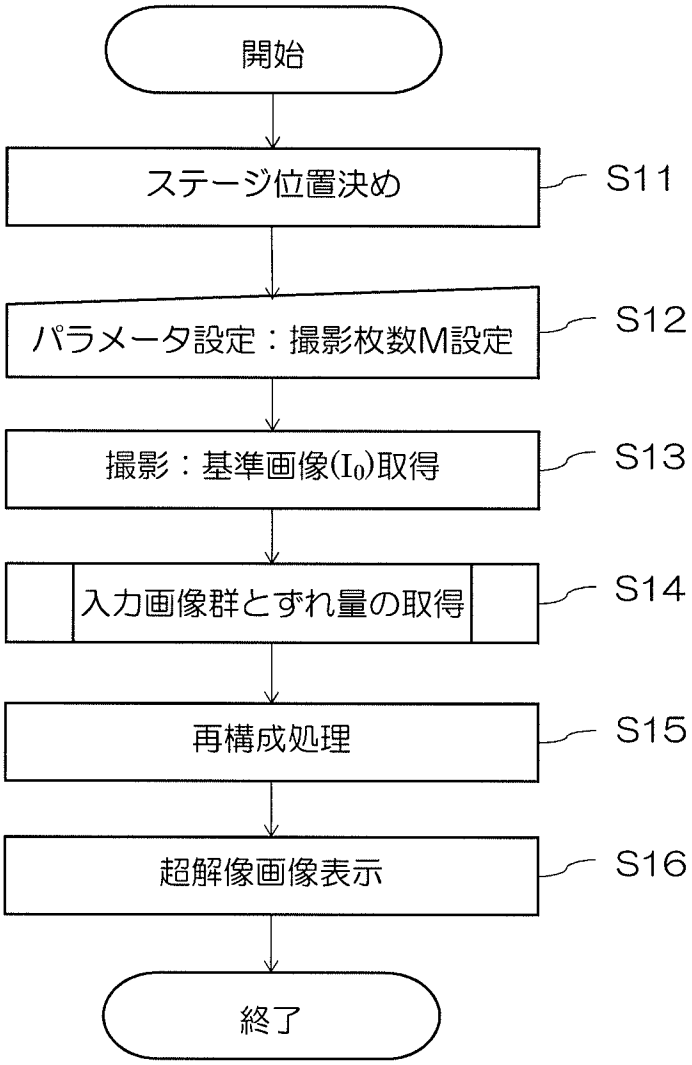
[請求項4] 請求項１から請求項３のいずれかに記載のＸ線検査装置において、

前記移動機構は、前記テーブルに接続され、前記Ｘ線源と前記Ｘ線検出器からなるＸ線撮影系に対して前記テーブルの位置を移動させるＸ線検査装置。

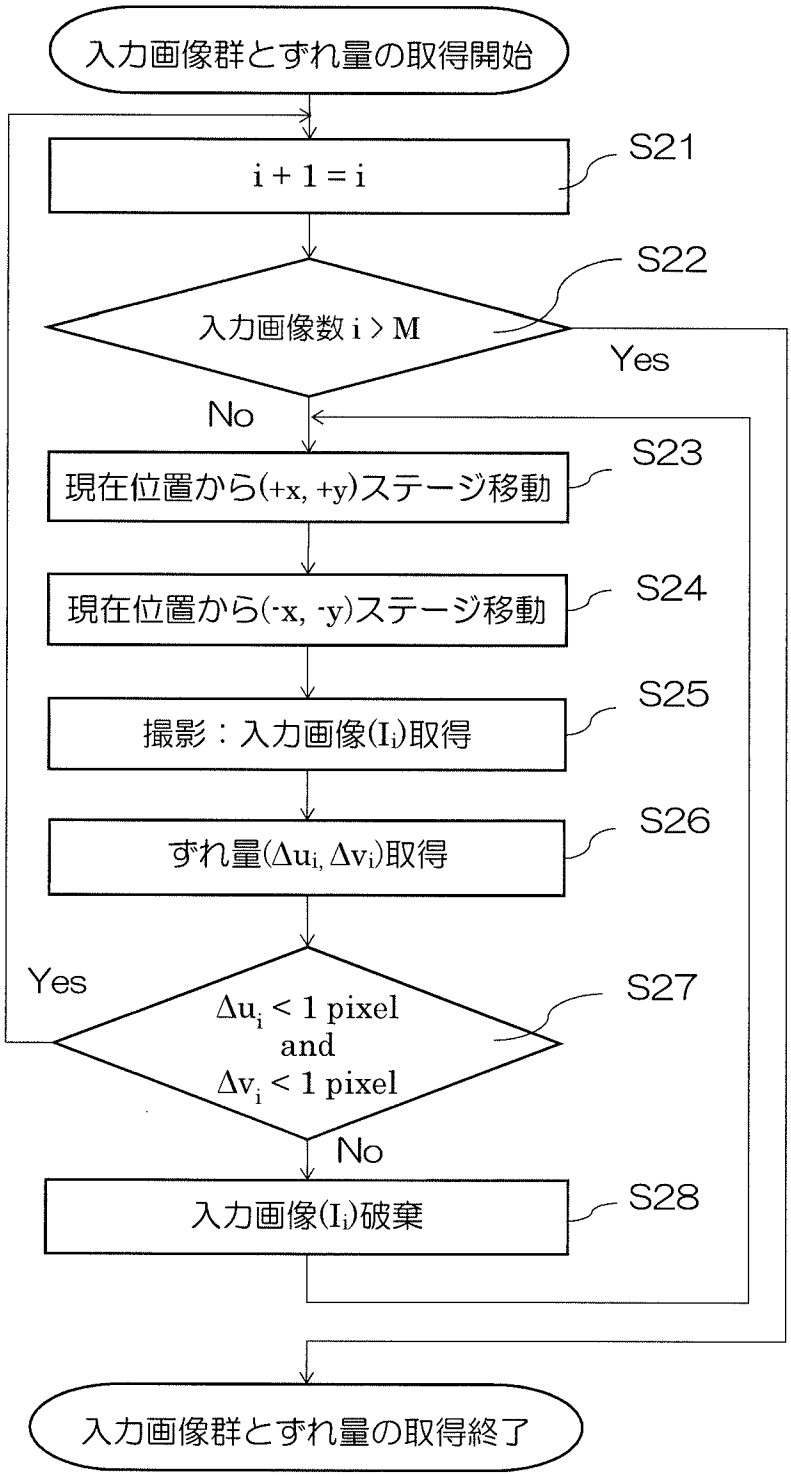
[図1]


45
46
40
30
制御部
42
31
メモリ
表示制御部
33
43
W
画像処理部
34
移動制御部
35
41
44
X線制御部
36
Z
X
演算装置
32
39
記憶装置
38

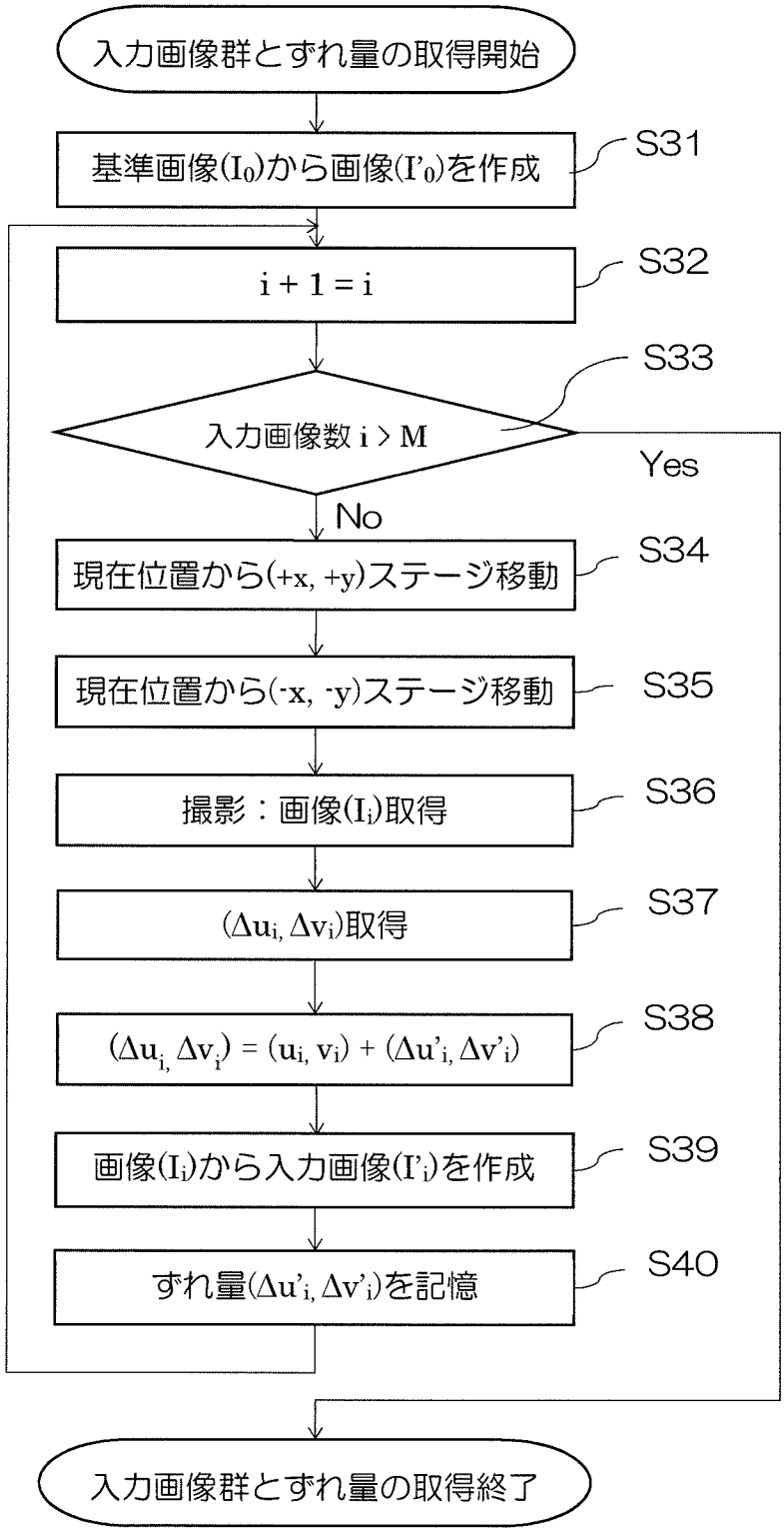
[図2]


開始
ステージ位置決め
S11
パラメータ設定：撮影枚数M設定
S12
撮影：基準画像(I_0)取得
S13
入力画像群とずれ量の取得
S14
再構成処理
S15
超解像画像表示
S16
終了

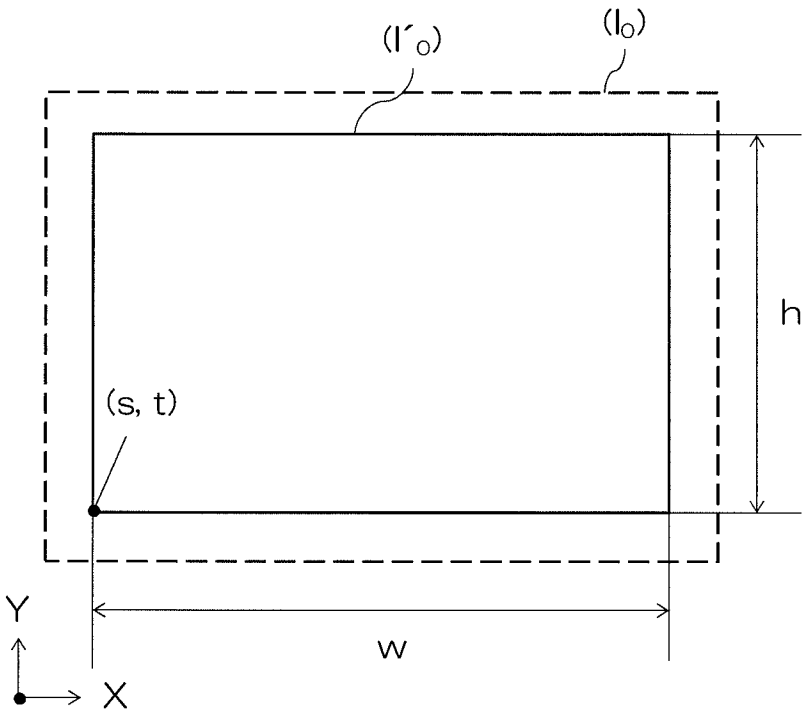
[図3]


入力画像群とずれ量の取得開始
i + 1 = i
S21
入力画像数 i > M
S22
Yes
No
現在位置から(+x, +y)ステージ移動
S23
現在位置から(-x, -y)ステージ移動
S24
撮影：入力画像(I_i)取得
S25
ずれ量(Δu_i, Δv_i)取得
S26
Yes
Δu_i < 1 pixel
and
Δv_i < 1 pixel
S27
No
入力画像(I_i)破棄
S28
入力画像群とずれ量の取得終了

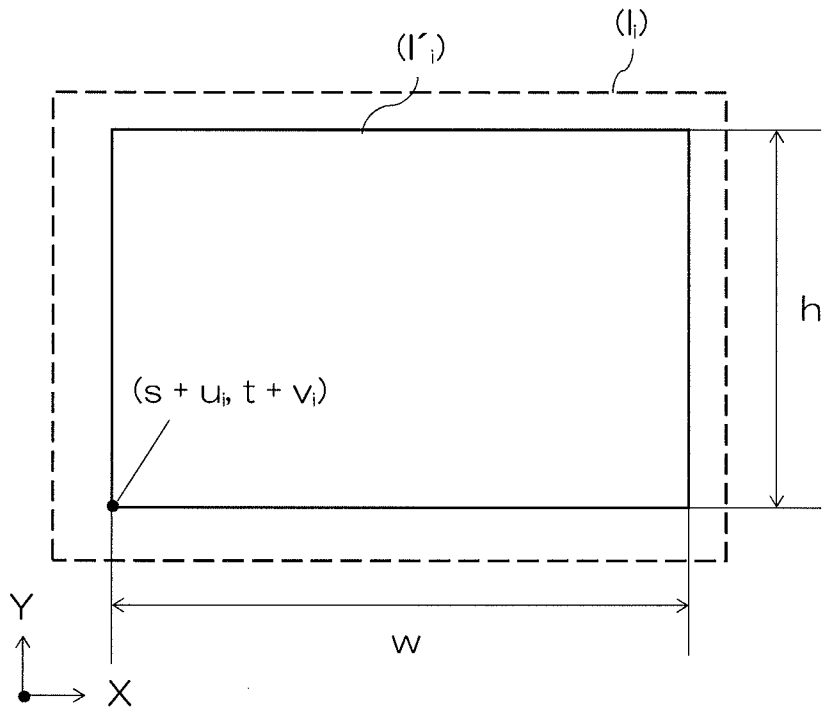
[図4]


入力画像群とずれ量の取得開始
基準画像(I_0)から画像(I'_0)を作成
S31
i + 1 = i
S32
入力画像数 i > M
S33
Yes
No
現在位置から(+x, +y)ステージ移動
S34
現在位置から(-x, -y)ステージ移動
S35
撮影：画像(I_i)取得
S36
(Δu_i, Δv_i)取得
S37
(Δu_i, Δv_i) = (u_i, v_i) + ($\Delta u'_i$, $\Delta v'_i$)
S38
画像(I_i)から入力画像(I'_i)を作成
S39
ずれ量($\Delta u'_i$, $\Delta v'_i$)を記憶
S40
入力画像群とずれ量の取得終了

[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/019543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01N23/046(2018.01)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)
Int. Cl. G01N23/046

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2006-317249 A (SHIMADZU CORP.) 24 November 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2002-243663 A (SHIMADZU CORP.) 28 August 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2017-223468 A (OMRON CORP.) 21 December 2017, entire text, all drawings & US 2017/0356859 A1 & EP 3258252 A1 & CN 107490586 A	1-4
A	JP 2005-326260 A (SONY CORP.) 24 November 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
10.07.2018	24.07.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/019543

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-134213 A (SONY CORP.) 26 May 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2016-517961 A (ILLINOIS TOOL WORKS INC.) 20 June 2016, entire text, all drawings & US 2016/0047759 A1 & WO 2014/168796 A1 & EP 3035038 A1 & CA 2904111 A1 & KR 10-2015-0134364 A1 & CN 105264361 A	1-4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１９５４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N23/046(2018.01)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.　G01N23/046

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 2006-317249 A (株式会社島津製作所) 2006.11.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	１－４
A	JP 2002-243663 A (株式会社島津製作所) 2002.08.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	１－４
A	JP 2017-223468 A (オムロン株式会社) 2017.12.21, 全文、全図 & US 2017/0356859 A1 & EP 3258252 A1 & CN 107490586 A	１－４

☑　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	国際調査報告の発送日
１０．０７．２０１８	２４．０７．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　2W　４０７３
佐藤　仁美
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2005-326260 A（ソニー株式会社）2005.11.24, 全文、全図（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2005-134213 A（ソニー株式会社）2005.05.26, 全文、全図（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2016-517961 A（イリノイ　トゥール　ワークス　インコーポレイティド）2016.06.20, 全文、全図 & US 2016/0047759 A1 & WO 2014/168796 A1 & EP 3035038 A1 & CA 2904111 A1 & KR 10-2015-0134364 A1 & CN 105264361 A	１－４