

(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
2015年2月5日(05.02.2015)



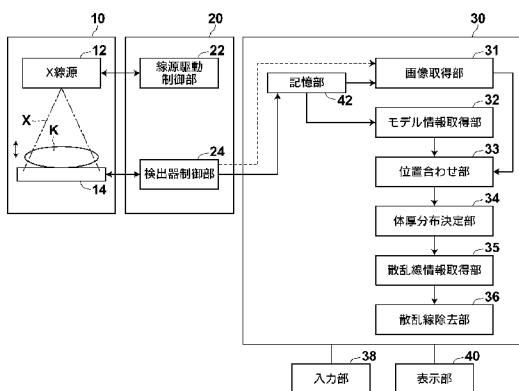
(10) 国際公開番号

WO 2015/015744 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003800
- (22) 国際出願日: 2014年7月17日(17.07.2014)
- (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 2013-159527 2013年7月31日(31.07.2013) JP
特願 2013-229942 2013年11月6日(06.11.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川村 隆浩(KAWAMURA, Takahiro); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: RADIOGRAPHIC IMAGE ANALYSIS DEVICE AND METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 放射線画像解析装置および方法並びにプログラム



- 12 X-ray source
22 Radiation source drive control unit
24 Detector control unit
31 Image acquisition unit
32 Model information acquisition unit
33 Positioning unit
34 Body thickness distribution determination unit
35 Scattered ray information acquisition unit
36 Scattered ray removal unit
38 Input unit
40 Display unit
42 Storage unit

(57) Abstract: [Problem] To estimate, in an image analysis device and method, and a program, the subject's body thickness distribution by analyzing an image of a subject which is photographed by irradiating the subject with radiation. [Solution] A subject's image is obtained, model information is obtained in which a model's image photographed by irradiating the model with radiation is associated with the model's body thickness distribution in the model's image for each of multiple models that are different from the subject, characteristic information that indicates the characteristics of the subject's image is obtained, each characteristic information that indicates the characteristics of the multiple model images is obtained on the basis of the multiple model information, the model's image having characteristic information that is similar to the characteristic information of the subject's image is specified, and the body thickness distribution associated with the specified model image is determined as the body thickness distribution of the subject's image.

(57) 要約: 【課題】画像解析装置および方法並びにプログラムにおいて、被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、被検体の体厚分布を推定する。【解決手段】被検体画像を取得し、被検体とは異なる複数のモデルについて、モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、モデル画像のモデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモデル画像の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を被検体画像の体厚分布として決定する。

明 細 書

発明の名称：放射線画像解析装置および方法並びにプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、被検体を撮影して得られた放射線画像を解析する画像解析装置および方法並びにプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、被検体を透過した放射線により被検体の放射線画像を撮影する際、被検体の厚みが大きいほど被検体内部における放射線の散乱の発生、放射線透過率の低下などの影響が大きくなり、取得される放射線画像の画質が変動するという問題がある。

[0003] 上記問題に対応するために、撮影条件と放射線画像の信号値、放射線画像の信号値のヒストグラム幅、被検体画像における被検体の所定方向の長さなど種々の情報によって大まかに被検体の厚さを推定し、推定した被検体の厚さに応じて、撮影された放射線画像に対する散乱線除去処理等の画像処理条件や、放射線画像の撮影に適用される撮影条件を変更する技術が提案されている。

[0004] 例えば特許文献1には、人体の体厚データに応じた適切な撮影条件を決定するためのシミュレーション画像を作成する技術が提案されており、被検体の体厚としてCT画像（Computed Tomography Image）から測定した撮影部位の代表的な厚さを用いることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2007／114470号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、上記のような被検体の体厚に基づく画像処理条件または撮影条件の決定による画質改善の効果をより高めるためには、被検体の体厚をより正

確に取得することが好ましい。しかしながら、特許文献 1 に記載された方法のように、被検体の体厚を 1 つの代表値で表した場合には、被検体の各位置に応じて体厚が異なる被検体の画質の変動を十分に抑制可能に画像処理条件や撮像条件を変更することが難しい。

[0007] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、被検体に放射線を照射することにより撮影された放射線画像を解析して、被検体の体厚分布を正確に推定する画像解析処理を施すことができるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明による放射線画像解析装置は、被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、被検体の体厚分布を推定する放射線画像解析装置であって、被検体画像を取得する画像取得部と、被検体とは異なる複数のモデルについて、モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、モデル画像のモデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得部と、被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモデル画像の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を被検体画像の体厚分布として決定する体厚分布決定部とを備えたことを特徴とする。

[0009] 本発明による放射線画像解析方法は、放射線画像解析装置に実行される、被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、被検体の体厚分布を推定する放射線解析方法であって、被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、被検体の体厚分布を推定する放射線画像解析装置であって、被検体画像を取得する画像取得ステップと、被検体とは異なる複数のモデルについて、モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、モデル画像のモデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得ステップと、被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモ

デル画像の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を被検体画像の体厚分布として決定する体厚分布ステップを有することを特徴とする。

[0010] なお、本発明による放射線画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

[0011] 上記「体厚」は、照射された放射線の経路上における、空気領域を除いた被写体領域の厚さの総計を意味する。なお、体厚分布は、2次元の放射線画像上における各位置の被写体厚さの分布を示すものである。

[0012] 上記「特徴情報」は、放射線画像の特徴を表すものであれば、任意の観点で規定された情報であってよい。たとえば、特徴情報を、撮影対象に関する情報、画像撮影時の撮影条件に関する情報、散乱線除去グリッドの有無および種類に関するグリッド情報から選ばれる1つ以上の情報またはこれらの任意の組合せとすることができる。また、特徴情報は放射線画像の1つの特徴を表す情報であってもよく、複数の特徴を表す情報であってもよい。また、特徴情報は各特徴を任意の方法により規定してよい、例えば、各特徴を1つのパラメータで規定してもよく、複数のパラメータで規定してもよい。

[0013] なお、本発明による放射線画像解析装置においては、特徴情報が撮影対象の体格的な特徴を表す撮影対象情報とすることが好ましい。

[0014] なお、「撮影対象情報」は、撮影対象の骨格形状や骨格の大きさ、筋肉量や、脂肪量など撮影対象の体格的な特徴を表すものであれば、あらゆる方法によって特定されたものであってよい。例えば、放射線画像の信号値のヒストグラム幅（信号値のヒストグラムの最大値と最小値の差）、放射線画像における被写体の所定部位の代表長さ（例えば腹部などの幅）、被写体の身長、体重、性別、年齢（大人、子供）などを用いてもよい。また、撮影対象情報は1つであってもよく複数であってもよい。

[0015] なお、上記の場合に、被検体画像とモデル画像の対応する位置が一致するように被検体画像とモデル画像を位置合わせする位置合わせ部を更に備え、

体厚分布決定部が、位置合わせされた被検体画像とモデル画像から、特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定することがより好ましい。

[0016] なお、上記の場合に、画像取得部は、被検体画像の撮影時の散乱線除去グリッドの使用の有無と、撮影時に散乱線除去グリッドの使用有りの場合には散乱線除去グリッドの種類とを含むグリッド情報をさらに取得し、モデル情報取得部は、モデル画像のグリッド情報をさらに取得し、体厚分布決定部は、被検体画像と、被検体画像のグリッド情報と一致するグリッド情報を有するモデル情報に含まれるモデル画像から、特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定することがさらに好ましい。

[0017] 上記「グリッドの種類を表す情報」は、グリッド比、グリッド密度、集束型か平行型か、集束型の場合の集束距離、インタースペース素材（アルミニウム、ファイバー、ベークライト等）の少なくとも1つを含むものとしてすることができる。

[0018] また、本発明による放射線画像解析装置においては、放射線画像は散乱線除去グリッドを用いないで撮影された画像とすることができる。また、この場合に、モデル画像は散乱線除去グリッドを用いないで撮影された画像であることが好ましい。

[0019] 本発明において、モデル画像の体厚分布が、モデルを3次元撮影して得た3次元画像を取得し、取得された3次元画像の各位置において、モデル画像の放射線経路に対応する直線上の体厚を計測することにより作成されていることが好ましい。

[0020] また、画像取得部は、被検体画像の撮影対象の部位を表す部位情報をさらに取得し、モデル情報取得部は、モデル画像の部位情報をさらに取得し、体厚分布決定部は、被検体画像と、被検体画像の部位情報と一致する部位情報を有するモデル情報に含まれるモデル画像から、特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定する

ことが好ましい。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、被検体画像を取得し、被検体とは異なる複数のモデルについて、モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、モデル画像のモデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモデル画像の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を被検体画像の体厚分布として決定する。このため、複数のモデルに対する体厚分布のうち、被検体画像と類似する特徴を有するモデル画像の体厚分布を、被検体画像の体厚分布とすることができ、正確に被検体画像の体厚分布を決定することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施形態による放射線画像解析装置を適用した放射線画像撮影システムの構成を示す概略ブロック図

[図2]モデル画像の体厚分布の測定方法およびモデル画像と被検体画像の体厚分布の対応関係を説明するための図

[図3]第1の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

[図4]第2の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

[図5]第3の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の第1の実施形態による放射線画像解析装置を適用した放射線画像撮影システムの構成を示す概略ブロック図である。図1に示すように、本実施形態による放射線画像撮影システムは、撮影装置10と、システムを制御する制御装置20と、画像解析装置30（放射線画像解析装置）とを備える。

[0024] 撮影装置10は被検体KにX線を照射するX線源12と、被検体Kを透過したX線を検出して被検体Kの放射線画像を取得する放射線検出器14とを

備える。なお、本実施形態においては、被検体Kと放射線検出器14との間には、被検体Kを透過したX線のうち、被検体Kにより散乱した散乱線を除くための散乱線除去グリッド（グリッド）は配置されない。

[0025] 制御装置20は、設定された撮影条件に従ってX線源12を駆動制御する線源駆動制御部22と、放射線検出器14を制御し、被検体の放射線画像（被検体画像）を取得して記憶部42に記憶する検出器制御部24とを備える。

[0026] 画像解析装置30は、検出器制御部24または後述の記憶部42などから被検体Kを撮影して得られた被検体画像 I_k を取得する画像取得部31と、被検体Kとは異なる複数のモデル M_i （ $1 < i < n$ ： n は1より大きい整数）について、モデル M_i に放射線を照射することにより撮影されたモデル画像 I_{mi} と、モデル画像 I_{mi} のモデル M_i の体厚分布 $T_{mi}(x, y)$ とを対応付けたモデル情報 C_{mi} をそれぞれ取得するモデル情報取得部32と、被検体画像 I_k とモデル画像 I_{mi} の対応する位置を位置合わせする位置合わせ部33と、被検体画像 I_k の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモデル画像 I_{mi} の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像 I_k の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像 I_{mi} を特定し、特定されたモデル画像 I_{mi} に対応付けられた体厚分布 $T_{mi}(x, y)$ を被検体画像の体厚分布 $T_k(x, y)$ として決定する体厚分布決定部34と、決定した体厚分布 $T_k(x, y)$ に基づいて被検体画像 I_k に含まれるX線の散乱成分を表す散乱成分情報を取得する散乱線情報取得部35と、散乱線情報取得部35が取得した散乱成分情報に基づいて、放射線検出器14により取得された放射線画像の散乱線除去処理を行う散乱線除去部36と、入力部38と、表示部40と、メモリおよびハードディスクなどの記憶媒体から構成され各種情報を記憶する記憶部42とを備える。なお、入力部38は、画像解析装置30に対する操作者の各種入力を受け付ける。具体的には入力部38は、キーボード、マウス、タッチパネル等からなる。表示部40は、CRT、液晶ディスプレイ等からなり、撮影装置1

0により取得された放射線画像および後述する散乱線除去処理に必要な各種入力補助を行う。

[0027] 以上述べた画像取得部31と、モデル情報取得部32と、位置合わせ部33と、体厚分布決定部34と、散乱線情報取得部35、散乱線除去部36、入力部38、表示部40および記憶部42は、例えば一般的なパーソナルコンピュータ等のコンピュータシステムから構成することができる。

[0028] 画像解析装置30は、検査対象者である被検体Kの胸腹部に放射線を照射することにより撮影された被検体画像 I_k を解析して、被検体Kの体厚分布 T_k を推定するものである。

[0029] 画像解析装置30の記憶部42には、検出器制御部24によって取得した被検体画像 I_k が記憶される。また、記憶部42には、被検体Kとは異なる人体であるモデル M_i ($1 < i < n$) について、胸腹部をそれぞれ放射線撮影して得られた放射線画像である複数のモデル画像 I_{mi} ($1 < i < n$) と、モデル画像 I_{mi} ($1 < i < n$) の被写体であるモデル M_i の体厚分布 T_{mi} ($1 < i < n$) とを対応付けたモデル情報 C_{mi} ($1 < i < n$) が予め作成されて記憶されている。さらに、記憶部42には、モデル M_i を被写体とする3次元CT画像 V_{mi} も記憶されており、その他散乱線除去処理に必要な各種の情報が記憶されている。複数のモデル M_i ($1 < i < n$) は、様々な体格や性別や年齢を有する人が含まれているものとする。なお、本実施形態では被検体画像 I_k および各モデル情報 C_{mi} ($1 < i < n$) に含まれるモデル画像 I_{mi} ($1 < i < n$) はグリッドを用いないで撮影された画像であるものとする。

[0030] また、上述した体厚分布 $T_{mi}(x, y)$ ($1 < i < n$) は、モデル画像 I_{mi} の被写体であるモデル M_i の3次元CT画像 V_{mi} ($1 < i < n$) にそれぞれ基づいて予め作成されている。なお、本明細書における体厚は、照射された放射線の経路上における空気領域を除いた被写体領域の厚さの総計を意味する。

[0031] 図2は、モデル画像 I_{mi} の体厚分布の測定方法およびモデル画像 I_{mi}

と被検体画像 I_k の体厚分布の対応関係を説明するための図である。図 2 を用いて、モデル画像 I_{mi} 上の座標 P 、 Q の体厚の測定方法を一例として説明する。図 2 中央には、モデル M_i の 2 次元放射線画像であるモデル画像 I_{mi} の例を示し、図 2 左には、モデル M_i の 3 次元画像 V_{mi} から生成された断層像 S の例を示し、図 2 右には、被検体画像 I_k の例を示す。図 2 において、断層像 S は、モデル画像 I_{mi} 上の座標 P 、 Q に相当する 3 次元画像 V_{mi} 中の座標 P_s 、 Q_s をそれぞれ通過する放射線の経路を含む断層像を示しており、断層像 S における線 A は、断層像 S におけるモデル画像 I_{mi} に対応する投影面を示している。図 2 に示すように、モデル画像 I_{mi} 上の座標 P 、 Q に対応する体厚は、断層像 S 上の座標 P_s 、 Q_s を通過する放射線経路上の体厚 T_p 、 T_q をそれぞれ断層像 S 上で計測することにより得られる。なお、例えば、図 2 の体厚 T_p は、経路上に肺野の空気部分が多く存在するため、空気領域の距離が体厚に換算されず、体厚の総和は 72 mm となる。また、座標 Q に対応する体厚 T_q は、経路上に空気領域が少ないため、体厚の総和は 221 mm となる。

[0032] 上記の体厚分布 $T_{mi}(x, y)$ ($1 < i < n$) の作成方法を説明する。まず、画像解析装置 30 は、記憶部 42 から、モデル M_i を被写体とするモデル画像 I_{mi} と 3 次元 CT 画像 V_{mi} を取得する。そして、モデル画像 I_{mi} と 3 次元 CT 画像 V_{mi} の座標系を相対的に拡大、移動して互いに対応する位置に位置合わせする。また、モデル画像 I_{mi} に相当する 3 次元 CT 画像 V_{mi} 中の投影面と、モデル画像 I_{mi} に対する放射線の通過経路に対応する 3 次元 CT 画像 V_{mi} 中の直線（仮想的な放射線経路）を算出する。そして、上記投影面において、モデル画像 I_{mi} の 1 つの画素の座標 (x_1 、 y_1) に対応する 3 次元 CT 画像 V_{mi} 中の座標 (x_1 、 y_1 、 z_1) を特定し、該座標 (x_1 、 y_1 、 z_1) を通過する仮想的な放射線の経路上に位置する被写体の厚さ（体厚）を計測する。そして、計測された体厚を、座標 (x_1 、 y_1) の体厚 $T_{mi}(x_1, y_1)$ として登録する。同様に、モデル画像 I_{mi} 上の他の全ての画素の座標について、各座標に対応する体厚

を計測して、計測された体厚を各座標に対応する体厚としてそれぞれ登録する処理を繰り返すことにより、モデル画像 Imi の体厚分布 $Tmi(x, y)$ を作成する。

[0033] 以下、図2に示すフローチャートを用いて本実施形態に係る画像解析装置30によって実施される放射線画像解析処理の流れを説明する。なお、以下、体厚分布 $Tmi(x, y)$ を体厚分布 Tmi と、体厚分布 $Tk(x, y)$ を体厚分布 Tk と記載する場合がある。また、モデル画像 Imi ($1 < i < n$)、モデル情報 Cmi ($1 < i < n$)、モデル Mi ($1 < i < n$) を、それぞれモデル画像 Imi 、モデル情報 Cmi 、モデル Mi と記載する。

[0034] まず、画像取得部31は、記憶部42から、被検体Kである患者の胸腹部を放射線撮影して得られた被検体画像 Ik を取得する(S01)。

[0035] 次に、モデル情報取得部32は、複数のモデル情報 Cmi をそれぞれ取得する(S02)。なお、被検体画像 Ik の取得処理(S01)とモデル情報 Cmi の取得処理(S02)は、順番を入れ換えてもよく、同時に行ってもよい。

[0036] 続いて、位置合わせ部33が、被検体画像 Ik と複数のモデル画像 Imi の対応する位置が一致するように、複数のモデル画像 Imi を適宜拡大縮小および移動させて、被検体画像 Ik と複数のモデル画像 Imi を位置合わせする(S03)。

[0037] なお、被検体画像 Ik と複数のモデル画像 Imi を位置合わせするために公知のあらゆる手法を用いてよい。例えば、被検体画像 Ik から低周波成分を抽出した画像と、モデル画像 Imi の低周波成分を抽出した画像とを用いて位置合わせをすることが好ましい。血管などの詳細な部分の情報を含む高周波成分を除去した低周波成分同士で位置合わせをすることにより、骨や臓器などの大まかな目標同士で位置合わせをすることができるので、より正確に位置合わせを行うことができるからである。

[0038] 次に、体厚分布決定部34は、位置合わせされた被検体画像 Ik から特徴情報を取得し(S04)、同様に複数のモデル画像 Imi から特徴情報を

それぞれ取得する（S05）。なお、被検体画像 l_k からの特徴情報の取得処理（S04）とモデル画像 l_{mi} からの特徴情報の取得処理（S05）の処理は順番を入れ替えてもよく、同時に行ってもよい。

[0039] なお、特徴情報は、放射線画像の特徴を表すものであれば、任意の観点で規定された情報であってよい。たとえば、特徴情報を、撮影対象に関する情報、画像撮影時の撮影条件に関する情報、散乱線除去グリッドの有無および種類に関する情報から選ばれる1つ以上の情報またはこれらの任意の組合せとすることができる。また、特徴情報は放射線画像の1つの特徴を表す情報であってもよく、複数の特徴を表す情報であってもよい。また、特徴情報は各特徴を任意の方法により規定してよい、例えば、各特徴を1つのパラメータで規定してもよく、複数のパラメータで規定してもよい。

[0040] 本実施形態では、体厚分布決定部34は、被検体画像 l_k と複数のモデル画像 l_{mi} から、撮影対象（被写体）の体格的な特徴を表す撮影対象情報である放射線画像の信号値の最大値と最小値の差（ヒストグラム幅）を特徴情報として抽出して取得する。

[0041] なお、撮影対象情報は、撮影対象の骨格形状や骨格の大きさ、筋肉量や、脂肪量など撮影対象の体格的な特徴を表すものであれば、あらゆる方法によって特定されたものであってよい。例えば、放射線画像の信号値のヒストグラム幅（信号値のヒストグラムの最大値と最小値の差）、放射線画像における被写体の所定部位の代表長さ（例えば腹部などの幅）、被写体の身長、体重、性別、年齢（大人、子供）などを用いてもよい。また、撮影対象情報は1つであってもよく複数であってもよい。また、撮影対象情報を、任意の方法によって取得してよく、例えば、画像の付帯情報から抽出して取得してもよく、公知の画像認識処理によって画像から抽出して取得してもよく、ユーザ入力を受け付けて取得してもよい。

[0042] そして、体厚分布決定部34は、被検体画像 l_k と複数のモデル画像 l_{mi} の信号値のヒストグラム幅を比較し、被検体画像 l_k のヒストグラム幅と最も近いヒストグラム幅を有するモデル画像 l_{mo} を特定する（S06）。

放射線画像においては、被写体の体格が大きくなるほど、信号値の分布の広がりが大きくなる傾向があるため、撮影対象情報として信号値のヒストグラム幅を用いることで、被検体画像 I_k の被検体 K と体格が類似するモデル M_o を被写体とするモデル画像 I_{mo} を特定することができる。

[0043] そして、体厚分布決定部 34 は、特定したモデル画像 I_{mo} に対応づけられた体厚分布 T_{mo} を被検体画像 I_k の体厚分布 T_k として決定し、第 1 の実施形態の放射線画像解析処理を終了する (S07)。この結果、例えば、図 2 の中央に示す、モデル画像 I_{mi} における座標 P 、 Q における体厚 T_p 、 T_q は、図 2 の右に示す被検体画像 I_k の対応する座標 P_k 、 Q_k における体厚としてそれぞれ決定される。

[0044] なお、本実施形態では、図 3 に示す体厚分布決定処理 (S07) が実施された後に、ユーザの被検体画像 I_k に対する散乱線除去処理の指示入力を受け付けた場合には、画像解析装置 30 のオプションの機能として散乱線情報取得処理と散乱線除去処理を実施する。まず、散乱線情報取得部 35 は、被検体画像 I_k とその体厚分布 $T_k(x, y)$ を取得し、下記の式 (1)、(2) にしたがって一次線像 $I_p(x, y)$ および散乱線像 $I_s(x, y)$ を算出する。

$$I_p(x, y) = I_k(x, y) \times \exp(-\mu \times T_k(x, y)) \quad \cdots (1)$$

$$I_s(x, y) = I_k(x, y) * P(T_k(x, y)) \quad \cdots (2)$$

ここで、 (x, y) は被検体画像 I_k の画素位置の座標、 $I_p(x, y)$ は画素位置 (x, y) における一次線像、 $I_s(x, y)$ は画素位置 (x, y) における散乱線像、 $I_k(x, y)$ は画素位置 (x, y) における入射線量、 μ は被写体の線減弱係数、 $P(T_k(x, y))$ は画素位置 (x, y) における被写体厚に応じた点拡散関数を表す畳みこみカーネルである。式 (1) は公知の指数減弱則に基づく式である。なお、記憶部 42 には、複数の体厚ごとに散乱線の点拡散関数 (Point Spread Function) を取得して対応付けた散乱線情報が予め測定により作成されて記憶されているものとする。そして、また、点拡散関数の詳細については、例えば、特開平 10-57361

号などの説明が参照可能である。

[0045] そして、散乱線除去部36は、散乱線像 $I_s(x, y)$ を被検体画像 $I_k(x, y)$ から減算することにより散乱線による影響を除去した処理後画像を生成して記憶部42に記憶する。処理後画像は、ユーザ指示に応じて適宜表示部40に表示される。

[0046] 本実施形態によれば、複数のモデルに対する体厚分布のうち、被検体画像 I_k と類似する特徴を有するモデル画像 I_{m0} の体厚分布を、被検体画像 I_k の体厚分布とすることができ、正確に被検体画像 I_k の体厚分布を決定することができる。このため、体厚分布 T_k を散乱線除去に用いることにより、精度良く被検体画像 I_k の散乱線の除去処理を行って、処理後画像におけるコントラストなどの画質を向上することができる。

[0047] また、本実施形態に示すように、特徴情報として、被写体の体格的な特徴を示す撮影対象情報を用いた場合には、体格が近似するモデル M_i の体厚分布を被検体画像 I_k の体厚分布 T_k として決定することができるため、体厚分布 T_k をより正確に算出することができる。

[0048] また、上記実施形態のように、画像解析装置30が位置合わせ部33を備えており、被検体画像 I_k と複数のモデル画像 I_{mi} の位置合わせを行ってから、被検体画像 I_k から特徴情報を取得し、複数のモデル画像 I_{mi} から特徴情報を取得する場合には、被検体画像 I_k と複数のモデル画像 I_{mi} の被写体の位置ずれの影響を低減して、被検体画像 I_k の特徴情報と複数のモデル画像 I_{mi} の特徴情報を比較することができ、より正確に被検体画像 I_k と特徴情報が類似するモデル画像 I_{m0} を判別することができる。また、決定したモデル画像 I_{m0} と被検体画像 I_k が位置合わせされている場合には、モデル画像 I_{m0} の体厚分布を被検体画像 I_k の各位置の体厚分布に適切に反映することができる。

[0049] また、被検体画像 I_k とモデル画像 I_{mi} の一方がグリッドを使用して撮影され、他方がグリッドを使用しないで撮影された場合には、被検体画像 I_k と複数のモデル画像 I_{mi} の散乱線の発生量が異なっており、被検体画像

l k とモデル画像 l m i の特徴情報を正確に比較することが難しい場合がある。このため、上記実施形態のように、被検体画像 l k と複数のモデル画像 l m i の両方を、グリッドを用いずに撮影されたものとするにより、両画像に含まれる散乱線量より近似するものとすることができ、より正確に被検体画像 l k の特徴情報とモデル画像 l m i の特徴情報の類似を判別することができる。

[0050] また、上記実施形態のように、複数のモデル画像 l m i の各体厚分布が、モデル M i を 3 次元撮影して得た 3 次元画像 V m i を取得し、取得された 3 次元画像 V m i の各位置において、モデル画像 l m i の放射線経路に対応する直線上の体厚を計測することにより作成されている場合には、各モデル画像 l m i に対応する体厚分布 T m i をより正確なものとすることができる。また、3 次元画像として種々の 3 次元撮影された画像を適用可能であるが、放射線による撮影によって得られた信号値によって被検体の厚さを判別するため 3 次元 CT 画像を用いることが最も好ましい。

[0051] 以下、第 2 の実施形態について説明する。図 4 は、第 2 の実施形態の処理の流れを示すフローチャートである。第 2 の実施形態において、画像取得部 3 1 が被検体画像 l k のグリッド情報をさらに取得し、モデル情報取得部 3 2 が複数のモデル画像 l m i のグリッド情報をさらに取得し、体厚分布決定部 3 4 が被検体画像 l k のグリッド情報と一致するグリッド情報を有するモデル情報 C m i に含まれるモデル画像 l m i から特徴情報をそれぞれ取得する点、および、画像取得部 3 1 が被検体画像 l k の撮影対象の部位を表す部位情報をさらに取得し、モデル情報取得部 3 2 がモデル画像 l m i の部位情報をさらに取得し、体厚分布決定部 3 4 が被検体画像 l k の部位情報と一致する部位情報を有するモデル情報 C m i に含まれるモデル画像 l m i から、特徴情報をそれぞれ取得する点が第 1 の実施形態と異なる。第 2 の実施形態においては、その他の各部の機能および処理は共通であるため、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明し、共通部分については適宜説明を省略する。

[0052] また、第2の実施形態において、被検体画像 I_k および複数のモデル画像 I_{mi} の各付帯情報には部位情報とグリッド情報がそれぞれ含まれているものとする。また、記憶部42は、複数のモデル情報 C_{mi} に含まれるモデル画像 I_{mi} には、グリッド無しで撮影したモデル画像、複数種類のグリッドをそれぞれ用いて撮影したモデル画像が複数含まれているものとする。また、複数のモデル情報 C_{mi} に含まれるモデル画像 I_{mi} には、撮影部位を、それぞれ頭部、胸部、腹部のいずれかとするモデル画像が含まれるものとする。

[0053] なお、グリッド情報は、撮影時のグリッドの使用の有無を少なくとも含み、もしグリッドの使用がある場合には、グリッドの種類を表す情報を含む。また、グリッドの種類を表す情報は、グリッド比、グリッド密度、集束型か平行型か、集束型の場合の集束距離、インタースペース素材（アルミニウム、ファイバー、ベークライト等）の少なくとも1つを含むものとすることができる。グリッド情報は、任意の方法で取得されたものであってよい。例えば、グリッド情報をユーザ入力や、画像の付帯情報から抽出することが考えられる。ここでは、グリッド情報は、撮影時のグリッドの使用の有無を示す情報と、撮影時にグリッドが使用されていた場合には、グリッドの種類を示す情報とからなる。

[0054] 部位情報は、頭部、胸部、腹部など、撮像対象部位の情報を含む。部位情報は、その部位に含まれる臓器などによって間接的に特定されてもよい。また、部位情報は、各部位の撮影方向または被写体の姿勢についての情報を含んでもよい。また、部位情報は、任意の手法で取得されたものであってよい。例えば、画像のヘッダ情報やユーザの入力情報などから取得されてもよく、画像に臓器認識処理を行って画像に含まれる臓器などから部位を判別して取得されてもよい。

[0055] まず、第2の実施形態では、画像取得部31が被検体画像 I_k を取得し（S11）、モデル情報取得部32が複数のモデル情報 C_{mi} を取得する（S12）。なお、S11とS12は、それぞれS01とS02と対応する処理

である。

[0056] 次に、画像取得部 31 は、被検体画像 I_k の部位情報を被検体画像 I_k の付帯情報から取得する (S13)。また、モデル情報取得部 32 は、複数のモデル画像 I_{mi} のそれぞれの付帯情報から部位情報をそれぞれ取得する (S14)。なお、被検体画像 I_k の部位情報取得処理 (S13) と複数のモデル画像 I_{mi} の部位情報取得処理 (S14) は、順番を逆にしてもよく、同時に行ってもよい。

[0057] 次に、体厚分布決定部 34 は、複数のモデル画像 I_{mi} のうち、被検体画像 I_k の部位情報と一致する部位情報を有するモデル情報 C_{mi} に含まれるモデル画像 I_{mi} のみを特定する (S15)。

[0058] 続いて、画像取得部 31 は、被検体画像 I_k のグリッド情報を被検体画像 I_k の付帯情報から取得する (S16)。また、モデル情報取得部 32 は、複数のモデル画像 I_{mi} のそれぞれの付帯情報からグリッド情報をそれぞれ取得する (S17)。なお、被検体画像 I_k のグリッド情報取得処理 (S16) と複数のモデル画像 I_{mi} のグリッド情報取得処理 (S17) は、順番を逆にしてもよく、同時に行ってもよい。

[0059] 次に、体厚分布決定部 34 は、先ほど S15 で特定された複数のモデル画像 I_{mi} のうち、被検体画像 I_k のグリッド情報と一致するグリッド情報を有するモデル情報 C_{mi} に含まれるモデル画像 I_{mi} をさらに特定する (S18)。

[0060] 次に、位置合わせ部 33 は、S18 で特定されたモデル画像 I_{mi} 、すなわち、被検体画像 I_k とグリッド情報および部位情報が一致する 1 つ以上のモデル画像 I_{mi} と被検体画像 I_k とを位置合わせする (S19)。

[0061] そして、第 1 の実施形態と同様に、体厚分布決定部 34 は、位置合わせされた被検体画像 I_k について特徴情報を取得し (S20)、モデル画像 I_{mi} について特徴情報を取得し (S21)、被検体画像の特徴情報と最も類似するモデル画像 I_{mo} を特定し (S22)、特定されたモデル画像 I_{mo} に対応する体厚分布 T_{mo} を、被検体画像 I_k の体厚分布 T_k として決定して

第2の実施形態の放射線画像解析処理を終了する（S23）。なお、S20乃至S23は、第1の実施形態におけるS04乃至S07とそれぞれ対応する処理である。

[0062] 第2の実施形態のように、被検体画像 I_k のグリッド情報と一致するグリッド情報を有するモデル画像 I_{mi} について対応する特徴を取得し、被検体画像 I_k の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像 I_{mo} を特定し、特定されたモデル画像に対応する体厚分布 T_{mo} を被検体画像 I_k の体厚分布 T_k として決定した場合には、被検体画像 I_k と複数のモデル画像 I_{mi} のグリッド情報が一致しているため、グリッド情報の違いにより生じる散乱線の発生量の影響を低減して、両画像の特徴を正確に抽出できる。このため、被検体画像 I_k と類似する特徴を有するモデル画像 I_{mo} を正確に抽出でき、より正確に体厚分布を決定することができる。

[0063] また、第2の実施形態のように、被検体画像 I_k の部位情報と一致する部位情報を有するモデル画像 I_{mi} について、特徴情報を比較し、被検体画像 I_k の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像 I_{mo} を特定し、特定されたモデル画像 I_{mo} に対応する体厚分布 T_{mo} を被検体画像 I_k の体厚分布 T_k として決定した場合には、被検体画像 I_k と複数のモデル画像 I_{mi} の部位情報が一致しているため、部位の違いにより生じる散乱線の発生量の差などの影響を低減して、両画像の特徴を正確に抽出できる。このため、被検体画像 I_k と類似する特徴を有するモデル画像 I_{mo} を正確に抽出でき、より正確に体厚分布を決定することができる。

[0064] また、上記の第2の実施形態において、S13乃至S15に示す一連の処理とS16乃至S18に示す一連の処理は、S16乃至S18に示す処理を先に実施してS13乃至S15を実施してもよい。また、S13乃至S15に示す一連の処理とS16乃至S18に示す一連の処理の一方を省略してもよい。

[0065] 上記各実施形態において、画像解析装置30が位置合わせ部を省略した構成とし、位置合わせ処理を行わない態様としてもよい。また、画像解析装置

30を、散乱線情報取得部35および散乱線除去部36を省略した構成とし、散乱線情報取得処理および散乱線除去処理を実施しない態様としてもよい。この場合、他の装置に決定した体厚分布を出力し、他の装置で体厚分布を用いて各種画像処理や撮影条件を決定する処理を実施することが考えられる。また、モデル画像 M_i の体厚分布 T_{mi} の作成処理を画像解析装置30では実施せず、画像解析装置30は、他の装置で作成された体厚分布 T_{mi} を取得して用いてもよい。

[0066] なお、上記各実施形態に限定されず、モデル画像の体厚分布は、モデルの体厚分布を表すものであればいかなる方法により取得されたものであってよい。

[0067] また、被検体画像を取得してから、本発明による被検体画像の体厚分布を決定する処理（例えば上記各実施形態における図3のS02～S07、図4のS12～S23など参照）を実施し、決定した被検体画像の体厚分布を用いて散乱線除去処理などのその他所望の画像処理を行って処理後画像を生成して表示する場合に、被検体画像取得から処理後画像表示までの所要時間（被検体画像を取得してから、被検体画像の体厚分布を決定する処理と、被検体画像に対する散乱線除去処理などのその他所望の画像処理とを実施し、得られた処理後画像を表示するまでの時間）をできるだけ短縮化することが好ましい。

[0068] このために、本発明にかかる画像解析装置において、画像取得部31が被検体画像を所定のサイズに縮小した縮小画像を生成して取得し、モデル情報取得部32が縮小画像に対応するサイズのモデル画像を備えたモデル情報を取得し、体厚分布決定部34が縮小画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を縮小画像の体厚分布として決定し、決定した縮小画像の体厚分布を所望の被検体画像のサイズに拡大して被検体画像の体厚分布として用いてもよい。この場合には、被検体画像の体厚分布を決定する処理（特に、縮小画像の特徴情報を取得する処理および縮小画像の特徴情報と類似する特徴情報を有す

るモデル画像を特定する処理の一方または両方)の処理負荷と処理時間を低減できる可能性が高く、被検体画像取得から処理後画像表示までの所要時間を低減して、ユーザの待ち時間を低減することによりユーザの観察作業の効率化を支援することができる。さらに、医療機関などにおいて、複数の被検体を放射線撮影した複数の被検体画像を取得し、これらの複数の被検体の放射線画像に対してそれぞれ上記各実施形態に示すような被検体画像の体厚分布を決定する処理と散乱線除去処理などの所望の画像処理を順次実施し、得られた処理後画像をユーザが順に表示させて観察する状況下において、上記効果が大きい有益であり、ユーザの作業時間を著しく低減できることができる。なお、縮小画像は、縮小画像から取得した特徴情報とモデル画像の特徴情報を用いて類似を好適に判別可能な解像度を維持する範囲内で解像度をできるだけ小さくすることが好ましく、例えば、部位毎や読影対象の臓器のサイズ等を元に、あらかじめ最適なサイズを設定しておく方法が考えられる。

[0069] また、医療機関などにおいて、複数の被検体を放射線撮影した複数の被検体画像を取得し、これらの複数の被検体の放射線画像に対してそれぞれ本発明における被検体画像の体厚分布を決定する処理（例えば上記各実施形態における図3のS02～S07、図4のS12～S23など参照）と、散乱線除去処理などの所望の画像処理を順次実施し、得られた処理後画像をユーザが順に表示させて観察する場合には、被検体画像取得から処理後画像表示までの所要時間を有効活用することが好ましい。一例として、上記各実施形態による被検体画像取得から処理後画像表示までの所要時間中に、処理後画像の表示に先だって、画像観察の参照になる情報を表示することが考えられる。

[0070] 例えば、第1の実施形態の画像解析装置の変形例である第3の実施形態として、被検体画像を取得した後、被検体画像I_kの体厚分布T_kを決定する一連の処理（図3のS02～S07）の処理期間中に、散乱線情報取得部35が予め設定された仮体厚分布を用いて被検体画像の散乱線情報を取得し、散乱線除去部36が仮体厚分布を用いて取得した散乱線情報に基づいて被検

体画像 I_k の散乱線除去処理を実施して仮処理後画像を生成し、表示部 40 に仮処理後画像を表示させる処理（仮処理後画像の生成表示処理）の一部または全部を実施するようにしてもよい。

[0071] 図 5 に、第 3 の実施形態のフローチャートを示す。第 3 の実施形態の画像解析装置は、被検体画像 I_k の体厚分布 T_k を決定する一連の処理（図 3 の S02～S07）の処理期間中に、散乱線情報取得部 35 が予め設定された仮体厚分布に基づいて被検体画像 I_k に含まれる X 線の散乱線を表す散乱線情報を取得し、散乱線除去部 36 が仮体厚分布に基づいて取得された散乱線情報に基づいて被検体画像の散乱線除去処理を実施して仮処理後画像を生成し、表示部 40 に仮処理後画像を表示させる点において第 1 の実施形態と異なる。なお、その他の部分については、第 3 の実施形態における画像解析装置は、図 1 に示す画像解析装置 30 と共通する各構成要素を備え、各構成要素の機能および処理も概ね共通するため、第 1 の実施形態と異なる部分を中心に説明し、共通部分については適宜説明を省略する。

[0072] 第 3 の実施形態では、図 5 に示すように、画像取得部 31 が上記第 1 の実施形態の S01 と同様に被検体画像 I_k を取得し（S31）、上記第 1 の実施形態（図 3 の S02～S07）と同様に被検体画像 I_k の体厚分布 T_k を決定する処理（S32）を実施し、上記第 1 の実施形態のオプションの例と同様に条件式（1）、（2）に基づいて、決定された体厚分布 T_k を用いて散乱線情報（一次線像 I_p と散乱線像 I_s ）を取得し（S33）、上記第 1 の実施形態のオプションの例と同様に、取得した散乱線像 I_s を被検体画像 I_k から減算して散乱線除去処理（S34）を実施する。

[0073] また、第 3 の実施形態では、画像取得部 31 が被検体画像を取得すると（S31）、S32 の処理と並行して、散乱線情報取得部 35 は、予め設定された仮体厚分布を取得し（S36）、上記第 1 の実施形態のオプションの例と同様に上記条件式（1）、（2）に基づいて、取得した仮体厚分布を用いて散乱線情報（一次線像 I_p と散乱線像 I_s ）を取得し（S37）、仮体厚分布を用いて取得した散乱線像 $I_{s'}$ に基づいて上記第 1 の実施形態のオプ

ションの例と同様に被検体画像 I_k から散乱線像 $I_{s'}$ を減算することにより散乱線による影響を除去した仮処理後画像を生成して、記憶部 42 に記憶する (S38)。続いて、画像解析装置 30 は、S34 に示す処理により得られる処理後画像が生成されているか否かを判定し、処理後画像が生成されていない場合には (S39, No)、処理後画像が生成される (S39, Yes) まで、仮処理後画像を表示部 40 に表示させる (S40)。一方、S34 に示す処理により得られる処理後画像が生成されている (S39, Yes) 場合には、画像解析装置は処理後画像を表示部 40 に表示させる (S35)。

[0074] 第3の実施形態によれば、被検体画像 I_k を取得し、被検体画像 I_k の体厚分布 T_k を決定する処理を実施した後、散乱線除去処理などの所望の画像処理を実施し、得られた処理後画像を表示する放射線画像解析装置において、被検体画像 I_k の体厚分布 T_k を決定する一連の処理の処理期間中に、予め設定された仮体厚分布を用いて被検体画像の散乱線除去処理などの所望の画像処理を実施し、仮体厚分布を用いて得られた処理後画像を仮処理後画像として生成し、仮処理後画像を表示部 40 に表示させる処理の一部または全部を実施するようにしたため、ユーザが処理後画像の表示までの時間を有効活用して、仮体厚分布を用いた仮処理後画像を観察することで被検体画像の注目すべき部分や、被検体画像に適用された放射線撮影の撮影条件の適否などを大まかに把握できる可能性があり、ユーザの観察を効率化するとともにユーザの観察の参考になる情報を提供することができる。

[0075] 第3の実施形態において、「予め設定された体厚分布」は、被検体 K に概ね対応するような任意の体厚分布を用いることができ、たとえば、過去の複数の被検体画像から上記各実施形態に示す体厚を決定する処理を実施して得られた体厚分布のうち最新の体厚分布とすることができ、標準的な被検体の体厚分布とすることもできる。また、第3の実施形態における被検体画像 I_k の体厚分布を決定する一連の処理 (S32) は、少なくとも被検体とは異なる複数のモデルについて、モデルに放射線を照射することにより撮影され

たモデル画像と、モデル画像のモデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得処理と、被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、複数のモデル情報に基づいて、複数のモデル画像の特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、被検体画像の特徴情報と類似する特徴情報を有するモデル画像を特定し、特定されたモデル画像に対応付けられた体厚分布を被検体画像の体厚分布として決定する体厚分布決定処理（本発明の体厚分布決定処理）を少なくとも含むものであれば、被検体Kの体厚分布 T_k を決定するいかなる処理としてもよい。例えば、体厚分布を決定する一連の処理（S32）を、第2の実施形態に対応する処理（図4のS12～S23に対応する処理）としてもよく、位置合わせ処理を省略してもよい。また、第3の実施形態において、被検体画像 I_k から散乱線除去処理（S33、S34、S37、S38）を行う例を説明したが、これに限られず、散乱線除去処理に換えて被検体画像 I_k に他の画像処理を実施してもよく、散乱線除去処理にあわせてさらに被検体画像 I_k に他の画像処理を行ってもよい。また、S36～S38の処理は、S32の処理と一部または全部が重複するような任意の期間に実施でき、仮処理後画像をより早く表示してユーザの観察の参考になる情報をより早く提供するためには、被検体画像 I_k の取得後S36～S38の処理を早いタイミングで実施することが好ましい。

[0076] なお、本各実施形態に限定されず、本発明によって得られた体厚分布は、被検体画像に対して、被検体の体厚に応じた画像処理条件を決定するためのあらゆる処理に用いることができる。例えば、静止画像または動画画像である被検体画像に対する、濃度、コントラストなどの階調処理、ノイズ抑制処理、ダイナミックレンジ調整処理、周波数強調処理などに用いることが考えられる。また、本発明により得られた体厚分布を、被検体画像に対して、体厚に応じた撮影条件を決定するためのあらゆる処理に用いることができる。本発明により得られた体厚分布を用いて各画像処理条件または撮影条件を決定した場合には、被検体画像に対する正確な体厚分布が適用されることにより、決定された画像処理条件または撮影条件による画質改善効果を高めること

ができる。

[0077] また、例えば、管電圧を異ならせて高エネルギーと低エネルギーの放射線をそれぞれ撮影して取得された2つの放射線画像の違いによって放射線画像を取得するエネルギーサブトラクション技術において、本発明によって得られた被検体の体厚分布に応じて、高エネルギー画像から低エネルギー画像を減算する際に体厚の大きい位置における高エネルギー画像の重み付けを大きくするように重み係数を決定する処理を行ってもよい。この場合には、被検体画像に対する正確な体厚分布が適用されることにより、被検体の厚さに応じて放射線の線質が変動するビームハードニング現象の発生の影響を低減して、処理後画像の画質を好適に改善することができる。

[0078] また、放射線透視画像の適用技術や、トモシンセシスや動画撮影技術など同一の被検体を複数回撮影して複数の放射線画像を取得する技術分野においては、最初に撮影された被検体画像に対して本発明の手法により被検体の体厚分布を取得し、取得した体厚分布に基づいて後続して撮影される被検体の撮影条件を決定することが好ましい。後続して撮影される被検体画像を、体厚に応じた適切な撮影条件で撮影できるため、後続して撮影される被検体画像を診断に適した画質の画像とすることができる。

[0079] また、本発明によって得られた被検体の体厚分布と撮影条件とを対応付けた線量管理情を、被検体毎にそれぞれ記憶することが好ましい。なお、撮影条件は、線源等に設定される設定値と曝射時間を含むものとすることができ、実際に照射された線量等を検出器等で測定した実績値と曝射時間を含むものとすることもできる。被検者ごとに、該被検者の複数の線量管理情報を線量履歴情報として取得し、この線量履歴情報に基づいて、被検者の所定期間中の各位置における累積被曝量を算出することにより、累積被曝量が所定の臓器などの所定領域に対して許容できない所定の閾値以上となっていないかなど領域毎の線量管理の指標となる有用な情報を提供することができる。また、複数の異なる被検者に対する線量管理情報をそれぞれ取得して、統計解析することにより、体厚分布の傾向に応じてどのような撮影条件が用いられ

たかを特定することができ、新たな被検体に対する撮影条件の決定または過去の被検体に対する撮影条件の推定のために参考になる情報を提供することができる。

[0080] また、トモシンセシス撮影装置によって撮影された複数の被検体画像から、立体視画像を構成する2つの被検体画像を選択する際に、本発明によって得られた被検体の体厚分布を取得し、取得された体厚分布に応じて適切な視差量または輻輳角（立体視画像を構成する2つの被検体画像の各撮影方向がなす角度）となるように2つの被検体画像を選択することが好ましい。例えば、被検体の体厚分布から最大値、平均値、中央値など体厚分布の特徴を示す指標値を抽出し、指標値の範囲ごとに被検体の体厚が大きい程視差量（または輻輳角）が大きくなるように適切な視差量（または輻輳角）を対応付けた視差決定情報を予め作成して取得し、視差決定情報に基づいて、被検体の体厚分布から抽出された指標値に対応する視差量（または輻輳角）を、立体視画像の視差量（または輻輳角）として決定し、かかる視差量（または輻輳角）となるような2つの被検体画像を立体視画像を構成する被検体画像として選択することができる。一例として、被検体の体厚分布に応じて、体厚分布の特徴を示す指標値を算出して、該指標値により、被検体を、細め型、標準型、太め型など複数の体格的な分類に区分し、区分された分類に対応する視差量（または輻輳角）を被検体のステレオ画像の視差量として決定し、かかる視差量となるような2つの被検体画像を立体視画像を構成する被検体画像として選択することができる。このように、複数の被検体画像から、立体視画像を構成する2つの被検体画像を選択する際に、本発明によって得られた被検体の体厚分布を取得し、取得された体厚分布に応じて体厚が大きい程視差量または輻輳角が大きくなるように2つの被検体画像を適切に選択した場合には、体厚分布に応じて、観察に適した品質の立体視画像を生成することができる。なお、視差量、輻輳角については、本出願の過去出願（例えば特開2013-198736号公報、特開2013-198508号公報、特開2013-154165号広報等）を参照することができる。

- [0081] 上記の各実施形態はあくまでも例示であり、上記のすべての説明が本発明の技術的範囲を限定的に解釈するために利用されるべきものではない。本発明の態様は、上述した個々の実施例（第1～第3実施形態、その他の変形例および応用例）に限定されるものではなく、個々の実施例の各要素のいかなる組合せも本発明に含み、また、当業者が想到しうる種々の変形も含むものである。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。
- [0082] また、上記の実施形態におけるシステム構成、ハードウェア構成、処理フロー、モジュール構成、ユーザインターフェースや具体的処理内容等に対して、本発明の趣旨から逸脱しない範囲で様々な改変を行ったものも、本発明の技術的範囲に含まれる。たとえば、画像解析装置の構成要素の一部または全部は、1台のワークステーションにより構成されたものであってもよく、ネットワークを介して接続された一台以上のワークステーション、サーバ、記憶装置によって構成されたものであってもよい。
- [0083] また、上記実施形態においては、放射線検出器14を用いて被検体の放射線画像を撮影する撮影装置10において取得した放射線画像を用いて散乱線除去処理を行っているが、特開平8-266529号公報、特開平9-24039号公報等に表示される放射線検出体としての蓄積性蛍光体シートに被写体の放射線画像情報を蓄積記録し、蓄積性蛍光体シートから光電的に読み取ることにより取得した放射線画像を用いた場合においても、本発明を適用できることはもちろんである。

請求の範囲

- [請求項1] 被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、前記被検体の体厚分布を推定する放射線画像解析装置であって、
- 前記被検体画像を取得する画像取得部と、
- 前記被検体とは異なる複数のモデルについて、前記モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、該モデル画像の該モデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得部と、
- 前記被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、前記複数のモデル情報に基づいて、複数の前記モデル画像の前記特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定し、特定された前記モデル画像に対応付けられた前記体厚分布を前記被検体画像の体厚分布として決定する体厚分布決定部とを備えたことを特徴とする放射線画像解析装置。
- [請求項2] 前記特徴情報が撮影対象の体格的な特徴を表す撮影対象情報であることを特徴とする請求項1記載の放射線画像解析装置。
- [請求項3] 前記被検体画像と前記モデル画像の対応する位置が一致するように前記被検体画像と前記モデル画像を位置合わせする位置合わせ部を更に備え、
- 前記体厚分布決定部が、位置合わせされた前記被検体画像と前記モデル画像から、前記特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定することを特徴とする請求項1または2記載の放射線画像解析装置。
- [請求項4] 前記画像取得部は、前記被検体画像の撮影時の散乱線除去グリッドの使用の有無と、撮影時に散乱線除去グリッドの使用有りの場合には該散乱線除去グリッドの種類とを含むグリッド情報をさらに取得し、
- 前記モデル情報取得部は、前記モデル画像の前記グリッド情報をさ

らに取得し、

前記体厚分布決定部は、前記被検体画像と、前記被検体画像のグリッド情報と一致するグリッド情報を有する前記モデル情報に含まれる前記モデル画像から、前記特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の放射線画像解析装置。

[請求項5] 前記被検体画像が散乱線除去グリッドを用いないで撮影された画像であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の放射線画像解析装置。

[請求項6] 前記モデル画像が散乱線除去グリッドを用いないで撮影された画像であることを特徴とする請求項 5 記載の放射線画像解析装置。

[請求項7] 前記モデル画像の体厚分布が、該モデルを 3 次元撮影して得た 3 次元画像を取得し、取得された該 3 次元画像の各位置において、前記モデル画像の放射線経路に対応する直線上の体厚を計測することにより作成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の放射線画像解析装置。

[請求項8] 前記画像取得部は、前記被検体画像の撮影対象の部位を表す部位情報をさらに取得し、前記モデル情報取得部は、前記モデル画像の前記部位情報をさらに取得し、前記体厚分布決定部は、前記被検体画像と、前記被検体画像の前記部位情報と一致する前記部位情報を有する前記モデル情報に含まれる前記モデル画像から、前記特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の放射線画像解析装置。

[請求項9] 放射線画像解析装置に実行される、被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、前記被検体の体厚分布を推定する放射線解析方法であって、

被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、前記被検体の体厚分布を推定する放射線画像解析装置であって、

前記被検体画像を取得する画像取得ステップと、

前記被検体とは異なる複数のモデルについて、前記モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、該モデル画像の該モデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得ステップと、

前記被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、前記複数のモデル情報に基づいて、複数の前記モデル画像の前記特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定し、特定された前記モデル画像に対応付けられた前記体厚分布を前記被検体画像の体厚分布として決定する体厚分布ステップを有することを特徴とする放射線画像解析方法。

[請求項10]

被検体に放射線を照射することにより撮影された被検体画像を解析して、前記被検体の体厚分布を推定させる放射線解析プログラムであって、

コンピュータに、

前記被検体画像を取得する画像取得ステップと、

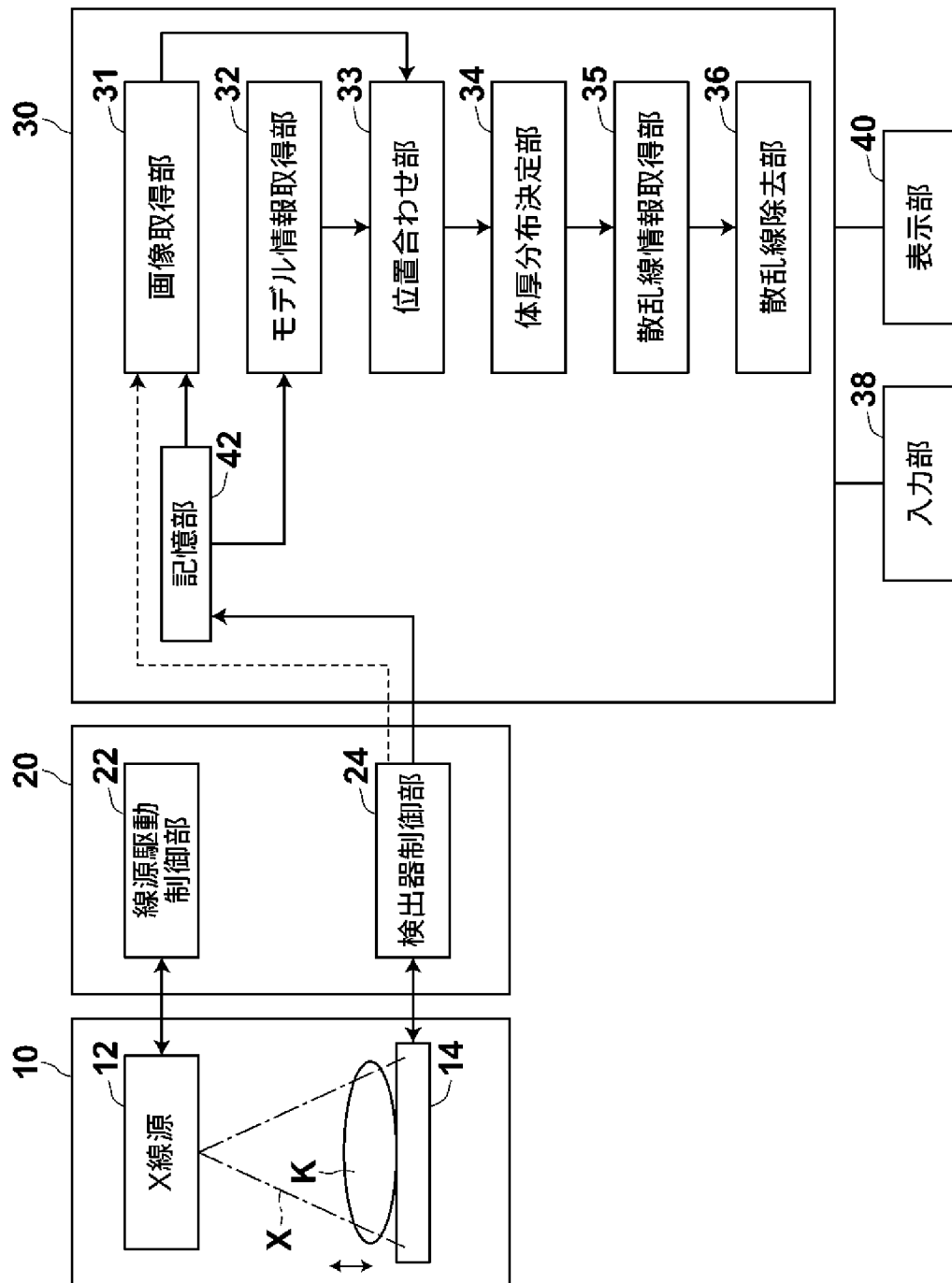
前記被検体とは異なる複数のモデルについて、前記モデルに放射線を照射することにより撮影されたモデル画像と、該モデル画像の該モデルの体厚分布とを対応付けたモデル情報をそれぞれ取得するモデル情報取得ステップと、

前記被検体画像の特徴を表す特徴情報を取得し、前記複数のモデル情報に基づいて、複数の前記モデル画像の前記特徴を表す特徴情報をそれぞれ取得し、前記被検体画像の特徴情報と類似する前記特徴情報を有する前記モデル画像を特定し、特定された前記モデル画像に対応付けられた前記体厚分布を前記被検体画像の体厚分布として決定する

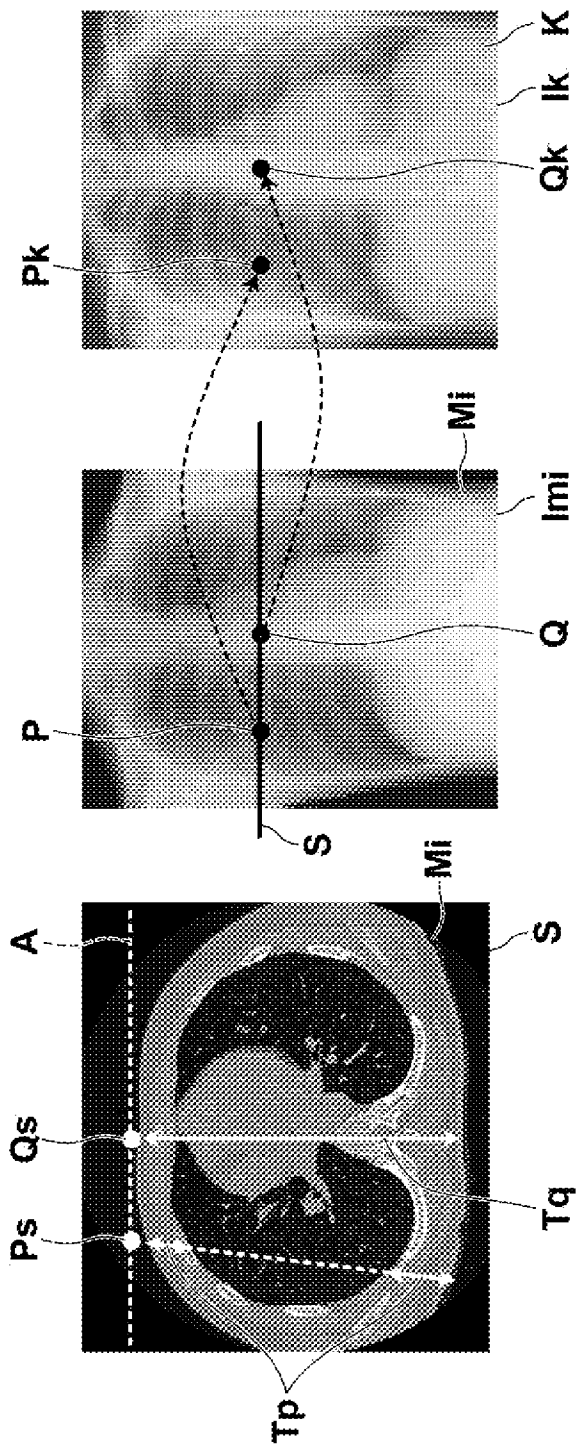
体厚分布ステップを実行させることを特徴とする画像解析プログラム

。

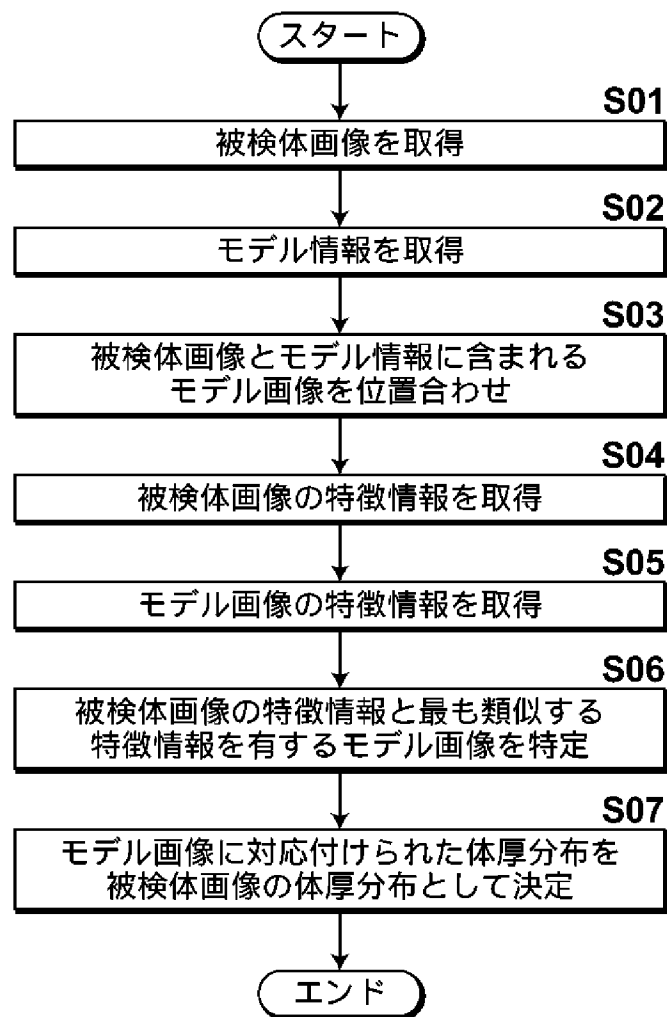
[図1]



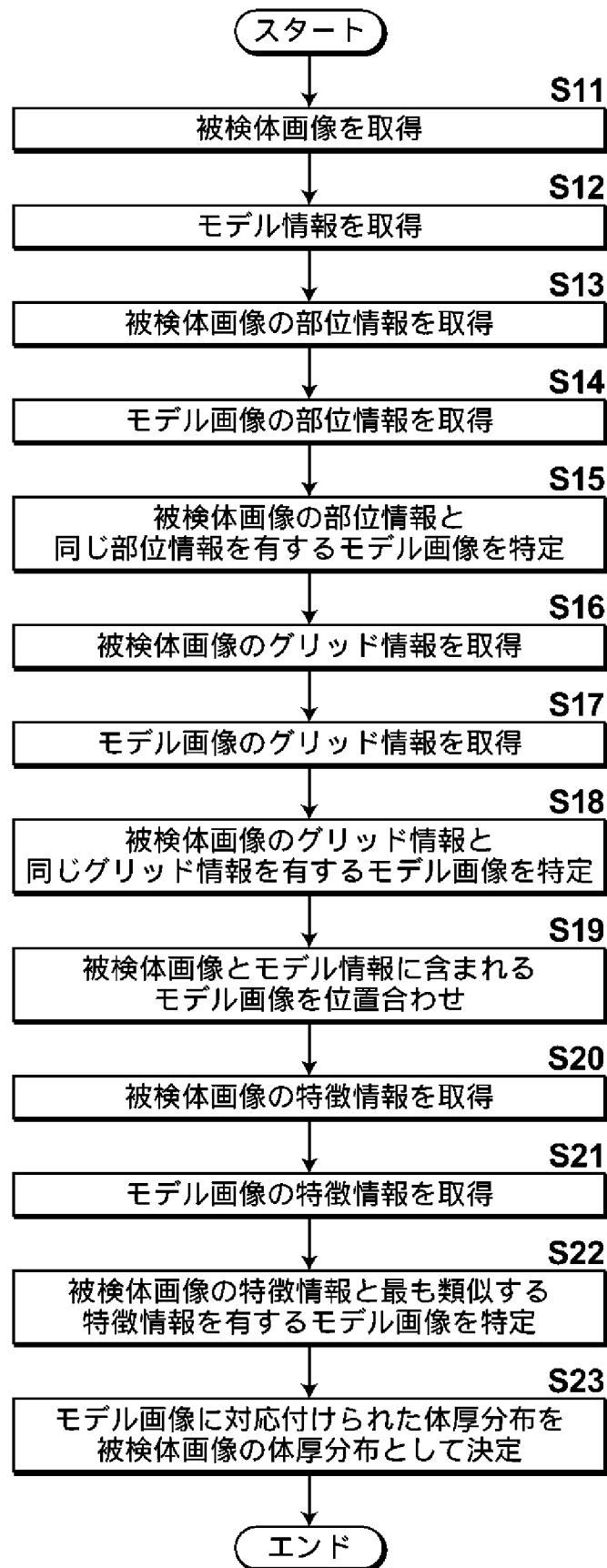
[図2]



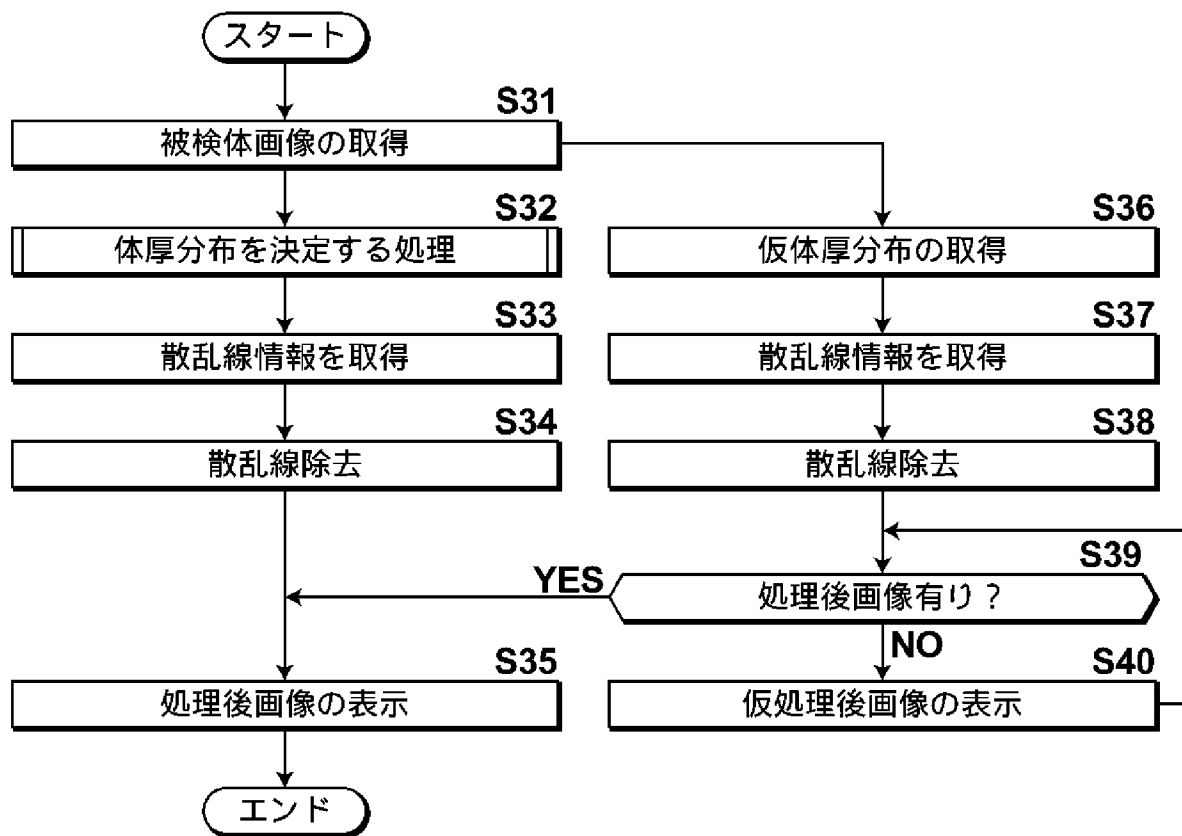
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B6/00(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)

A61B6/00

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 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 Y A	JP 2010-005032 A (Hitachi Medical Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5, 8-10 7 6
Y A	JP 2012-020009 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraph [0054] (Family: none)	7 1-6, 8-10
A	JP 2011-135990 A (Toshiba Corp., Toshiba Medical Systems Corp.), 14 July 2011 (14.07.2011), entire text; all drawings (Family: none)	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
30 September, 2014 (30.09.14)

Date of mailing of the international search report
07 October, 2014 (07.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003800

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 2008-011894 A (Hitachi Medical Corp.), 24 January 2008 (24.01.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 10-057361 A (Hitachi Medical Corp.), 03 March 1998 (03.03.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. A61B6/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. A61B6/00			
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 Y A	JP 2010-005032 A（株式会社日立メディコ） 2010.01.14, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5, 8-10 7 6	
Y A	JP 2012-020009 A（三菱重工業株式会社） 2012.02.02, 段落【0054】（ファミリーなし）	7 1-6, 8-10	
A	JP 2011-135990 A（株式会社東芝、東芝メディカルシステムズ株式会社）2011.07.14, 全文、全図（ファミリーなし）	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			
国際調査を完了した日 30.09.2014		国際調査報告の発送日 07.10.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 亀澤 智博 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 4746

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2008-011894 A (株式会社日立メディコ) 2008.01.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 10-057361 A (株式会社日立メディコ) 1998.03.03, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10