

(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
2014年5月22日(22.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/077192 A1

- (51) 国際特許分類:
A61F 2/46 (2006.01) A61F 2/38 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
A61F 2/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080205
- (22) 国際出願日: 2013年11月8日(08.11.2013)
- (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 2012-251041 2012年11月15日(15.11.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝メディカルシステムズ株式会社(TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3248550 栃木県大田原市下石上1385番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 川崎 友寛(KAWASAKI, Tomohiro). 五十嵐 匠真(IGARASHI, Takuma). 藤原 恵夢(FUJIWARA, Megumu).
- (74) 代理人: 特許業務法人 東京国際特許事務所 (TOKYO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒

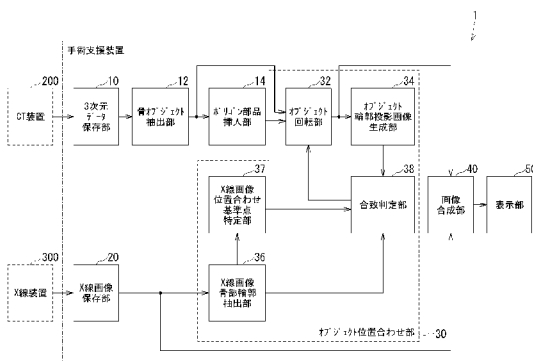
1050003 東京都港区西新橋一丁目17番16号
宮田ビル2階 Tokyo (JP).

- (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: SURGERY ASSISTING DEVICE

(54) 発明の名称: 手術支援装置



- 1 Surgery assisting device
10 3D data storage part
12 Bone object extraction part
14 Polygon component insertion part
20 X-ray image storage part
30 Object alignment part
32 Object rotation part
34 Object contour projection image generation part
36 X-ray image bone part contour extraction part
37 X-ray image alignment reference point specifying part
38 Match determination part
40 Image synthesis part
50 Display part
200 CT device
300 X-ray device

(57) Abstract: The surgery assisting device according to an embodiment of the present invention is characterized by being provided with: a bone object extraction part for generating a 3D object image in which first and second bone objects are each separated and extracted from a 3D image taken of an affected part including a joint and a first bone part and second bone part which can move via the joint; an object alignment part for extracting the first and second bone parts in an X-ray image taken during surgery on the affected part and generating an intraoperative X-ray bone part extraction image, while also aligning the 3D object image so that the first bone object and the second bone object match with the first bone part and the second bone part, respectively, of the intraoperative X-ray bone part extraction image, and generating a reference image; and a display part for displaying the X-ray image and the reference image.

(57) 要約: 実施形態の手術支援装置は、関節と前記関節を介して可動する第1の骨部と第2の骨部とを含む患部を撮像した3次元画像から、第1、第2の骨オブジェクトとが夫々分離、抽出された3次元オブジェクト画像を生成する骨オブジェクト抽出部と、前記患部を術中に撮影するX線画像における前記第1、第2の骨部を抽出して術中X線骨部抽出画像を生成する一方、前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトとが、前記術中X線骨部抽出画像の前記第1の骨部と前記第2の骨部のそれぞれに合致するように前記3次元オブジェクト画像を位置合わせして参照画像を生成するオブジェクト位置合わせ部と、前記X線画像と前記参照画像とを表示する表示部と、を備えたことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：手術支援装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、手術支援装置に関する。

背景技術

[0002] 変形性股関節症やリウマチ等の股関節の病気の治療法として、骨頭壊死などで傷ついた損傷面を取り除いて人工股関節に置換する人工股関節形成術が知られている。人工股関節形成術では、通常、大腿骨頭を切除した後、ステム、大腿骨ヘッド、ライナー、臼蓋カップと呼ばれる4つのインプラント部品を患者の股関節部に埋め込む。

[0003] 股関節の状態は患者ごとに異なるため、患者に応じてインプラント部品を適切に選択し、インプラント部品の挿入位置を患者に応じて決めることが重要となる。そこで、手術前に、当該患者のCT画像を用いて、3次元的に最適なインプラント部品のサイズや、インプラント部品の挿入位置を手術計画として立案することが行われている（例えば、特許文献1等参照）。

[0004] また、手術中に患者をX線撮影装置で撮像し、得られたX線撮影画像を見ながら、インプラント部品の挿入位置を随時確認しつつ手術を進めるといったこともしばしば行われている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-263241号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 手術計画で使用されるCT画像は、通常、患者を仰臥位（仰向け）にさせた状態で撮影され、患者の膝や大腿部も真直ぐに伸びた状態で撮像される。一方、股関節置換手術は患者を側臥位の状態にして行われるため、膝や大腿は屈曲した状態となる。したがって、術中に撮像されるX線撮影画像と事前

に撮影されたＣＴ画像とでは、手術対象となる関節の曲り具合が異なる。このため、術中に２つの画像を比較しようとしても、両画像における関節やインプラント部品の対応関係が分かりづらい。

[0007] また、術中の患者は側臥位であるため、術者の患者を医師が見る視線方向と、手術計画でのＣＴ画像の撮像方向とは異なる。このため、術中のインプラント部品の挿入状態が、手術計画時の期待する状態に合っているのか否かを、ＣＴ画像を参照して確認しようとしても、対応関係が分かりづらい。

[0008] 一方、近年では、患者への負担を減らす等の観点から、非常に狭い切開領域（例えば、１０ｃｍ以下の切開領域）から侵入して手術を行う、最小侵襲手術（MIS: Minimum Invasive Surgery）がしばしば行われるようになっていいる。この種の最小侵襲手術では、切開範囲が狭いため、術中に内部の大腿骨とインプラント部品との位置関係が分かりづらく、インプラント部品が正しい位置、正しい角度で挿入されているかが分かりづらい。また、切開範囲が狭いことにより、術中に傷つけてはならない血管や神経の走行状態を把握しづらいという問題もある。

[0009] そこで、手術計画段階のインプラント部品の挿入状態と、術中に得られるＸ線撮影画像におけるインプラント部品の挿入状態との対比を容易にする一方、術者が狭い切開範囲から見る術中のインプラント部品の挿入状態やその周囲の状態と、手術計画段階におけるインプラント部品の挿入状態やその周囲状態との対比を容易にする手術支援装置が要望されている。

課題を解決するための手段

[0010] 実施形態の手術支援装置は、患者の関節を人工関節で置換する手術を支援する手術支援装置において、前記関節と前記関節を介して可動する第１の骨部と第２の骨部とを含む患部を撮像した３次元画像から、前記第１の骨部に対応する第１の骨オブジェクトと、前記第２の骨部に対応する第２の骨オブジェクトとが夫々分離、抽出された３次元オブジェクト画像を生成する骨オブジェクト抽出部と、前記患部を撮影するＸ線画像を前記患者の術中に入力し、入力した前記Ｘ線画像における前記第１の骨部と前記第２の骨部を抽出

して術中X線骨部抽出画像を生成する一方、前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトとが、前記術中X線骨部抽出画像の前記第1の骨部と前記第2の骨部のそれぞれに合致するように前記3次元オブジェクト画像を位置合わせして参照画像を生成するオブジェクト位置合わせ部と、前記X線画像と前記参照画像とを表示する表示部と、を備えたことを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施形態の手術支援装置の構成例を示す図。

[図2]3次元画像データから骨オブジェクトを分離、抽出する処理の概念を説明する図。

[図3]術中X線輪郭画像の概念を説明する図。

[図4]C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入前）と術中X線輪郭画像（部品挿入前）とを位置合わせする処理の概念を示す図。

[図5]C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）と術中X線輪郭画像（部品挿入後）とを位置合わせする処理の概念を示す図。

[図6]表示部に表示する画像の他の例を示す第1の図。

[図7]表示部に表示する画像の他の例を示す第2の図。

[図8]第2の実施形態の手術支援装置の構成例を示す図。

[図9]第2の実施形態における、C Tオブジェクト3 D画像を術者の視線方向から見た画像として表示する例を示す図。

[図10]第3の実施形態において、3次元画像データから骨オブジェクトと血管／神経オブジェクトとを分離、抽出する処理の概念を説明する図。

[図11]血管／神経オブジェクト付きのC Tオブジェクト3 D画像（部品挿入前）と術中X線輪郭画像（部品挿入前）とを位置合わせする処理の概念を示す図。

[図12]血管／神経オブジェクト付きのC Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）と術中X線輪郭画像（部品挿入後）とを位置合わせする処理の概念を示す図。

[図13]血管／神経オブジェクト付きのC Tオブジェクト3 D画像を術者の視

線方向から見た画像として表示する例を示す図。

[図14]実施形態の手術支援装置を人工膝関節置換手術に適用する例を説明する第1の図。

[図15]実施形態の手術支援装置を人工膝関節置換手術に適用する例を説明する第2の図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

[0013] 実施形態の手術支援装置1は、股関節や膝関節等の関節を人工関節で置換する手術を支援する装置である。以下、人工股関節置換手術を例にして手術支援装置1を説明するため、人工股関節置換手術について簡単に説明しておく。

[0014] 人工股関節置換手術は、変形股関節症やリウマチなどの股関節の病気が悪化した場合に、骨頭壊死などで傷ついた股関節の損傷面を取り除き、人工股関節に置き換える手術である。人工股関節は、通常、ステム、大腿骨ヘッド、ライナー、臼蓋カップと呼ばれる4つのインプラント部品から構成される（図2の右下の図参照）。人工股関節置換手術は、手術の対象となる股関節が上側になるように患者を側臥位の状態で寝かせ、その状態で、概ね、以下の手順で行われる。

[0015] （1）患部である股関節を露出させるために皮膚等を切開する。（2）大腿骨頭（大腿骨の股関節側の頭部）を除去する。（3）臼蓋（骨盤側関節部の凹部）を処理する。（4）処理した骨盤側関節部の凹部にインプラント部品である臼蓋カップを挿入し、さらにその上からライナーを押し込む。（5）大腿骨髄腔を処理する。（6）処理した大腿骨髄腔にインプラント部品であるステムを挿入する。（7）ステムの頭部に大腿骨ヘッドを取り付ける。（8）大腿骨ヘッドを、ライナーを介して臼蓋カップに嵌合させ、その後傷口を閉じる。

[0016] 上記の術中には、患部をX線装置で撮像し、術者（医師）は、このX線撮像によって得られる術中X線画像により、術中のインプラント部品（以下、

単に部品と呼ぶ)の挿入位置を随時確認している。

[0017] 一方、前述したように、術前計画においては、患者の患部を事前にＣＴ装置で撮像したＣＴ３次元画像が使用される。さらに、ＣＴ３次元画像から骨盤や大腿骨の骨部を骨オブジェクトとして抽出し、抽出した骨オブジェクトに対してステム等の部品を３Ｄポリゴン等でモデル化した部品オブジェクトを挿入し、適正な部品の選択や部品の適正な挿入位置を術前計画として事前に決定することも行われている。

[0018] しかしながら、術中のＸ線撮像は、通常、側臥位の状態の患者を撮像するため、術中Ｘ線画像は股関節が屈曲した状態の画像となる。これに対して、術前計画で使用されるＣＴ３次元画像は、通常、仰臥位の状態の患者を撮像した画像であるため、股関節や膝が伸びた状態の画像である。このため、術中Ｘ線画像と、術前計画で得られたＣＴ３次元画像とを術中に対比しようとしても、関節の曲り具合が両者で異なるため、術前計画で得られたＣＴ３次元画像を十分に活用することができなかった。

[0019] また、術者は側臥位の患者を上方向から見るため、術者の視線方向と、術前計画で得られたＣＴ３次元画像の表示方向は必ずしも一致せず、この観点からも術前計画で得られたＣＴ３次元画像を十分に活用することができなかった。

[0020] さらに、近年多く行われる最小侵襲手術の場合には、切開範囲が狭いため、術中に傷つけてはならない血管や神経の走行状態を把握しづらいという問題もあった。実施形態の手術支援装置１は、上記の問題を解決するものである。

[0021] (１) 第１の実施形態

図１は第１の実施形態に係る手術支援装置１の構成例を示す図である。

[0022] 実施形態の手術支援装置１は、３次元データ保存部１０、骨オブジェクト抽出部１２、ポリゴン部品挿入部１４、Ｘ線画像保存部２０、オブジェクト位置合わせ部３０、画像合成部４０、表示部５０、等を備えて構成される。また、オブジェクト位置合わせ部３０は、その内部構成として、オブジェク

ト回転部 32、オブジェクト輪郭投影画像生成部 34、X線画像骨部輪郭抽出部 36、X線画像位置合わせ基準点特定部 37、合致判定部 38等を有する。

[0023] 図1に示す手術支援装置1は、例えば汎用のコンピュータ装置を基本ハードウェアとして用いることができる。そして、上記の表示部34を除く各構成部はコンピュータ装置に搭載されたプロセッサにプログラムを実行させることにより実現できる。この場合、プログラムは、コンピュータ装置内の適宜の記憶装置に予め保存しておいてもよいし、磁気ディスク、光磁気ディスク、光ディスク、半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体に記録しておき、上記のコンピュータ装置に適宜インストールしてもよい。或いは、コンピュータ装置に接続されるネットワークを介して、プログラムをコンピュータ装置にインストールしてもよい。この他、上記の各構成部の一部又は総てを、ロジック回路やASIC等のハードウェアで実現することも可能である。或いは、上記の各構成部をハードウェアとソフトウェアとを組み合わせることで実現することができる。

[0024] 図1の3次元データ保存部10には、手術の前にCT装置200で撮像した3次元画像データが保存される。この3次元画像データの撮像領域には、手術の対象となる関節、骨盤（第1の骨部）、大腿骨（第2の骨部）が含まれている。以下では、3次元画像データがCT装置200で撮像されたものとして説明するが、CT装置200以外の撮像装置、例えば、MRI装置で撮像された3次元画像データでもよい。

[0025] 骨オブジェクト抽出部12は、3次元データ保存部10に保存された3次元画像データから、骨盤、右大腿骨、左大腿骨に対応する3次元オブジェクトデータ（以下、骨オブジェクトと呼ぶ）を抽出する。

[0026] 具体的には、CT値が、例えば1000HU以上の領域を骨の全体領域としてまず抽出する。そして、抽出された骨の全体領域に対して数ボクセル分、公知の膨張処理（Dilate）と縮小処理（Erode）といった画像処理を施すことによって、骨盤と左右の大腿骨にそれぞれ対応する骨オブジェクト（骨盤

オブジェクトと、左右の大腿骨オブジェクト）を分離、抽出する。

[0027] 図2（a）及び（b）は、3次元画像データから骨オブジェクトを分離、抽出する処理の概念を説明する図である。図2（a）に示すように、CT装置200は、通常、仰臥位の状態で患者を撮像し、3次元画像データを取得する。このため、この3次元画像データから骨オブジェクトを分離、抽出した画像（以下、この画像を、「CTオブジェクト3D画像（部品挿入前）」と呼ぶ）では、図2（b）に示すように、股関節が伸び、また、左右の大腿骨も略平行な状態の画像となる。

[0028] ポリゴン部品挿入部14は、図2（c）に示すように、手術対象部位である股関節に対応するCTオブジェクト3D画像の部位に、画像データとしてのインプラント部品400を挿入する。前述したように、股関節置換手術におけるインプラント部品400は、図2（c）に示すように、臼蓋カップ402、ライナー404、大腿骨ヘッド406、ステム408と呼ばれる4つの部品からなる。ポリゴン部品挿入部14は、これらのインプラント部品400の3次元形状を3Dポリゴン等でモデル化した部品オブジェクトのデータを予め保有している。そして、ポリゴン部品挿入部14は、これらの部品オブジェクトをCTオブジェクト3D画像内の所望の位置に配置することによって、部品挿入後のCTオブジェクト3D画像を生成する。なお、部品オブジェクトをCTオブジェクト3D画像内に「配置する」と、部品オブジェクトをCTオブジェクト3D画像に「挿入する」は、同じ意味で使用している。

[0029] 部品オブジェクトのサイズや配置位置は、特許文献1等の開示されている公知技術を用いて決定することができる。或いは、マウス等を用いた手動操作によって、部品オブジェクトのサイズの調整や、CTオブジェクト3D画像に対する位置合わせを行ってもよい。

[0030] 部品オブジェクトを配置するにあたり、骨盤の臼蓋部と大腿骨骨頭部の状態が、臼蓋カップ402とステム408のサイズに合わせて削った術後の状態になるように、CTオブジェクト3D画像を予め加工し、その後部品オブ

ジェクトを配置するようにしても良い。また、元々、左右の大腿骨の脚長差がある場合は、部品オブジェクトの挿入に併せて、手術対象となる方の大腿骨の位置（骨盤との相対位置）をずらして位置合わせするようにしても良い。

[0031] 部品オブジェクトの挿入前の大腿骨オブジェクトでは、大腿骨頭の中心が股関節の回転中心である。一方、部品オブジェクト挿入後では、挿入された部品オブジェクトのうち、大腿骨ヘッド406の中心が股関節の回転中心となる。ポリゴン部品挿入部14は、これらの回転中心の3次元座標位置を求め、後述する術中X線画像との位置合わせに使用する基準点（以下、夫々、CT画像基準点（部品挿入前）、及びCT画像基準点（部品挿入後）と呼ぶものとする）として保持する。

[0032] なお、位置合わせされた部品オブジェクトのうち、ステム408と大腿骨ヘッド406に対応する部品オブジェクトは大腿骨オブジェクトに固定されるオブジェクトであり、臼蓋カップ402とライナー404に対応する部品オブジェクトは、骨盤オブジェクトに固定されるオブジェクトである。部品オブジェクトが挿入されたCTオブジェクト3D画像を、「CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）」と呼ぶものとする。CTオブジェクト3D画像（部品挿入前）、及びCTオブジェクト3D画像（部品挿入後）は、いずれも手術の前の術前計画の段階で作成される。

[0033] 手術中においては、患者の骨盤及び大腿骨を含む領域が、適宜のタイミングでX線装置300によって撮像される。手術中にX線装置300で撮像される画像、即ち、術中X線画像は2次元の画像であり、この術中X線画像は、図2に示すX線画像保存部20に保存される。手術中のX線撮像は複数回行われ、インプラント部品を挿入する前にも撮像されるし、インプラント部品を挿入した後にも撮像される。

[0034] 図1のオブジェクト位置合わせ部30は、術前計画で作成されたCTオブジェクト3D画像（部品挿入前）における骨オブジェクトと術中X線画像に写った骨部との位置合わせを行う。或いは、CTオブジェクト3D画像（部

品挿入後）における骨オブジェクト及び部品オブジェクトと、術中Ｘ線画像における骨部及びインプラント部品との位置合わせを行う。

[0035] オブジェクト位置合わせ部３０のＸ線画像骨部輪郭抽出部３６は、術中Ｘ線画像に写った骨部（骨盤及び左右の大腿骨）や、インプラント部品の輪郭を抽出して、２次元の術中Ｘ線輪郭画像を生成する。

[0036] 図３は、術中Ｘ線輪郭画像の概念を説明する図である。前述したように、股関節置換手術は、図３（ａ）に示すように、患者を側臥位の状態にして行われる。このため、手術の対象となる側の大腿骨は股関節を中心にして下方に回転した状態となる。

[0037] 一方、手術中のＸ線撮像は、側臥位の状態の患者の腹側から、或いは背側から行われる。したがって、図３（ｂ）、（ｃ）に示すように、術中Ｘ線輪郭画像においても、手術の対象となる側の大腿骨は股関節を中心にして下方に回転した状態となる。なお、図３（ｂ）は、インプラント部品を挿入する前の術中Ｘ線輪郭画像（以下、「術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入前）」と呼ぶ）を例示し、図３（ｃ）はインプラント部品挿入後の術中Ｘ線輪郭画像（以下、「術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入後）」と呼ぶ）を例示している。

[0038] 図４は、ＣＴオブジェクト３Ｄ画像（部品挿入前）と術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入前）とを位置合わせする処理の概念を示す図である。同様に、図５は、ＣＴオブジェクト３Ｄ画像（部品挿入後）と術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入後）とを位置合わせする処理の概念を示す図である。

[0039] オブジェクト位置合わせ部３０のＸ線画像基準点特定部３８は、ＣＴオブジェクト３Ｄ画像（部品挿入前）と術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入前）とを位置合わせする場合には、術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入前）（図４（ａ））において抽出されている大腿骨の輪郭形状に基づいて、大腿骨頭の中心に相当する位置を検出して、「Ｘ線画像基準点（部品挿入前）」とする（図４（ｂ）における黒丸）。一方、ＣＴオブジェクト３Ｄ画像（部品挿入後）と術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入後）とを位置合わせする場合には、術中Ｘ線輪郭画像（部品挿入後）（図５（ａ））において抽出されているインプラント部品

の大腿骨ヘッドの中心に相当する位置を輪郭形状と位置関係に基づいて検出して、「X線画像基準点（部品挿入後）」とする（図5（b）における黒丸）。

[0040] 他方、前述したように、CTオブジェクト3D画像（部品挿入前）においてもCT画像基準点（部品挿入前）（図4（c）における黒丸）、及びCT画像基準点（部品挿入後）（図5（c）における黒丸）が夫々求められている。

[0041] そこで、オブジェクト位置合わせ部30のオブジェクト回転部32は、CTオブジェクト3D画像（部品挿入前）に対しては、CT画像基準点（部品挿入前）を中心に大腿骨オブジェクトを、最初の段階では任意の角度 θ だけ回転させる（図4（d））。同様に、CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）に対しては、CT画像基準点（部品挿入後）を中心に、大腿骨オブジェクトと、これに固定されている部品オブジェクト（ステムと大腿骨ヘッド）とを、任意の角度 θ だけ回転させる（図5（d））。

[0042] 次に、オブジェクト輪郭投影画像生成部34は、任意角度 θ だけ回転させたCTオブジェクト3D画像（部品挿入前）、或いは、CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）を、術中X線画像と同じ視線方向、同じ視野角で透視投影した画像（以下、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）、或いは、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）を呼ぶ。）を生成する。

[0043] 次に、合致判定部38は、インプラント部品の挿入前においては、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）のCT画像基準点（部品挿入前）と、X線画像基準点（部品挿入前）とが一致し、かつ、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）の骨盤オブジェクトの輪郭と術中X線輪郭画像（部品挿入前）中の骨盤の輪郭とが一致するように、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）を術中X線輪郭画像（部品挿入前）に位置合わせする。

[0044] 同様に、インプラント部品の挿入後においては、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）のCT画像基準点（部品挿入後）と、X線画像基準点（部品挿入後）とが一致し、かつ、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）の

骨盤オブジェクトの輪郭と術中X線輪郭画像（部品挿入後）中の骨盤の輪郭とが一致するように、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）を術中X線輪郭画像（部品挿入後）に位置合わせする。

[0045] 次に、合致判定部38は、2つの2次元画像の輪郭情報の相互情報量を計算する。即ち、インプラント部品の挿入前においては、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）と術中X線輪郭画像（部品挿入前）の輪郭情報の相互情報量を計算し、インプラント部品の挿入後においては、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）と術中X線輪郭画像（部品挿入後）の輪郭情報の相互情報量を計算する。

[0046] ここで、相互情報量とは、2つの画像がどれだけ相関があるかを示す定量的な指標である。相互情報量の計算は、例えば、文献 “WR Crum, DLG Hill, DJ Hawkes (2003) Information theoretic similarity measures in non-rigid registration. IPMI-2003, pp.378-387” に記載された方法を用いることができる。

[0047] その後、合致判定部38は、計算された相互情報量が十分高い値に収束したか否かを判定する。

[0048] 合致判定部38が、十分に収束していないと判定した場合には、オブジェクト回転部32の処理に戻る。オブジェクト回転部32は、大腿骨オブジェクト（或いは大腿骨オブジェクトとこれに固定されているステムと大腿骨ヘッドの部品オブジェクト）を、さらに任意の角度 θ だけ回転させ、再度、オブジェクト輪郭投影画像生成部34にて、CTオブジェクト2D画像（部品挿入前）、或いは、CTオブジェクト2D画像（部品挿入後）を生成する。そして、合致判定部38は、再度、相互情報量を用いた合致判定を行う。

[0049] このように、オブジェクト回転部32、オブジェクト輪郭投影画像生成部34、及び合致判定部38では、骨盤と大腿骨の回転角度をパラメータとして、相互情報量を用いた逐次近似法により、CTオブジェクト3D画像と術中X線輪郭画像との位置合わせを行う。骨盤と大腿骨の回転角度を、相互情報量が高くなる方向に変化させていくことにより、逐次近似処理を収束させ

ることができる。

[0050] 上記の説明では、2つの画像の輪郭情報を位置合わせの対象としたが、両画像の骨盤、大腿骨の領域（部品挿入後においてはさらにインプラント部品の領域）を抽出して、オブジェクトの領域情報を位置合わせの対象としてもよい。また、両画像の画素値情報を位置合わせの対象としてもよい。この場合、上述した「術中X線輪郭画像」との用語を、「術中X線骨部抽出画像」と置き換えてもよい。

[0051] 合致判定部38において十分に収束したと判定されると、CTオブジェクト3D画像における骨盤と大腿骨との角度が、術中X線輪郭画像における骨盤と大腿骨との角度に十分に合致したと判定されると、オブジェクト回転部32は、そのCTオブジェクト3D画像（位置合わせされたCTオブジェクト3D画像）を画像合成部40に出力する。

[0052] 画像合成部40は、位置合わせされたCTオブジェクト3D画像を、サーフェイスポリゴンレンダリングなどの方法によってレンダリングした画像を参照画像として生成する。そして、部品挿入前においては、図4（e）に示すように、CTオブジェクト3D画像（部品挿入前）のレンダリング画像（参照画像）と、術中X線画像（部品挿入前）とを並べて表示させる、或いは、参照画像と術中X線画像（部品挿入前）とを重ね合わせて、表示部50に出力する。また、同様に、部品挿入後においては、図5（e）に示すように、CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）のレンダリング画像（参照画像）と、術中X線画像（部品挿入後）とを並べて列表示させる、或いは、参照画像と術中X線画像（部品挿入前）とを重ね合わせて、表示部50に出力する。表示部50はこれらの画像をディスプレイ画面に表示する。

[0053] 術中X線画像（部品挿入後）は、実際に挿入されたインプラント部品の位置、或いは実際に挿入しつつあるインプラント部品を撮像したものであるのに対して、CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）は、術前計画で決定したインプラント部品の位置を示すものである。このため、術者は、2つの画像を対比させることにより、インプラント部品が計画された位置に挿入され

ているか否かを容易に判断することができる。

[0054] 表示用の画像の種類は上記に限定されるものではなく、種々の形態を取りうる。例えば、図6（a）に示すように、部品挿入前においては、C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入前）のレンダリング画像と術中X線画像（部品挿入前）との並列表示に加えて、C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）のレンダリング画像を表示してもよい。或いは、図6（b）に示すように、部品挿入後においては、C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）のレンダリング画像と術中X線画像（部品挿入後）との並列表示に加えて、C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入前）のレンダリング画像を表示してもよい。

[0055] さらに、図7に示すように、部品挿入後においては、C Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）のレンダリング画像と術中X線画像（部品挿入後）との並列表示に加えて、2つの画像の差分画像を表示してもよい。差分画像には、実際に挿入されたインプラント部品の位置、或いは挿入されつつあるインプラント部品の位置と、術前計画で決定したインプラント部品の位置との差分がより直接的に表示されることになる。このため、術者は、術中に差分の大小を見ながら、インプラント部品が計画どおりの位置に挿入されたか否かを直ちに判断することができる。

[0056] なお、術中に撮影するX線画像を2方向以上から撮像し、大腿骨に挿入されるインプラント部品の挿入の深さをより正確に検出できる手段を設け、術前計画で作成されたC Tオブジェクト3 D画像（部品挿入後）における部品オブジェクトの挿入の深さと、術中X線画像から検出したインプラント部品の深さがより正確に対比できるようにしてもよい。

[0057] （2）第2の実施形態

図8は、第2の実施形態に係る手術支援装置1の構成例を示す図である。第2の実施形態に係る手術支援装置1は、位置合わせされたC Tオブジェクト3 D画像を、術者の視線方向から見た角度に回転させて表示させる画像回転部60を有する構成となっている。

[0058] 図9は画像回転部60の動作概念を示す図である。前述したように、股関節

節置換手術は患者を側臥位の状態にして行われ、術者は手術対象となる股関節部や大腿骨を、通常、患者の上方から見ながら手術を実施することになる。そこで、第2の実施形態に係る手術支援装置1の画像回転部60は、オブジェクト位置合わせ部30にて位置合わせされたCTオブジェクト3D画像を回転させて、それらの向きを術者の視線方向に合致させる。例えば、画面の上方向が患者正面方向(Anterior)、画面下方向が患者背面方向(Posterior)、画面の正面側が手術対象となる大腿骨となるように、位置合わせされたCTオブジェクト3D画像(部品挿入前)又はCTオブジェクト3D画像(部品挿入後)を回転させ、画面正面方向からレンダリングした画像を生成する。そして、このレンダリング画像を参照画像として表示部50に表示させる。

[0059] 第2の実施形態に係る手術支援装置1によれば、術前計画で生成されたCTオブジェクト3D画像における股関節部が、術中における患者の股関節部の屈曲状態に合致するように位置合わせされ、さらに、その位置合わせされたCTオブジェクト3D画像が、術者の視線方向から見たレンダリング画像として表示部50に表示される。このため、術者にとってより有用な支援画像を提供することができる。

[0060] なお、第1の実施形態で生成される、術中X線画像と同じ向きのCTオブジェクト3D画像のレンダリング画像と、第2の実施形態で生成される術者の視線方向から見たCTオブジェクト3D画像のレンダリング画像とを、表示部50に並べて同時に表示しても良いし、切り換えて表示してもよい。

[0061] (3) 第3の実施形態

前述した第1、第2の実施形態では、骨オブジェクト抽出部12は、3次元データ保存部10に保存された3次元画像データから、骨盤、右大腿骨、左大腿骨に対応する3次元オブジェクトデータ、即ち、骨オブジェクトを抽出するものとしていた。これに対して、第3の実施形態では、図10(a)に示すように、骨オブジェクトに加えて、手術対象部位の近傍にある血管や神経を、骨オブジェクトと同様にしてオブジェクトとして抽出する(以下、

血管や神経に対応するオブジェクトを血管／神経オブジェクトと呼ぶ)。即ち、C Tオブジェクト3 D画像(部品挿入前)は、骨オブジェクトと血管／神経オブジェクトからなる3次元画像となる。

[0062] そして、ポリゴン部品挿入部14は、図10(b)に示すように、骨オブジェクトと血管／神経オブジェクトからなる3次元画像に対して、インプラント部品の部品オブジェクトを挿入する。

[0063] このようにして、第3の実施形態においては、血管／神経オブジェクトを含む、C Tオブジェクト3 D画像(部品挿入前)及びC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入後)が生成される。

[0064] オブジェクト位置合わせ部30で行われる処理は第1、第2の実施形態と同じであり、C Tオブジェクト3 D画像(部品挿入前)及びC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入後)における、骨盤オブジェクトと大腿骨オブジェクトの角度 θ が、術中X線画像における骨盤と大腿骨の角度に合致するように決定される。

[0065] 大腿骨オブジェクトをC T画像基準点中心にして回転させる際には、血管／神経オブジェクトを、骨盤オブジェクトと大腿骨オブジェクトとの位置関係を保った状態で変形、移動、回転させる。また、変形に関しては、骨盤側にある血管(或いは神経)と、大腿骨側にある血管(或いは神経)を、骨盤と大腿骨との間の回転角度に基づいて湾曲させる。

[0066] 図11及び図12は、術中X線画像を用いて、血管／神経オブジェクト付きのC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入前)とC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入後)とを夫々位置合わせする概念を説明する図である。第3の実施形態では、血管／神経オブジェクト付きのC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入前)とC Tオブジェクト3 D画像(部品挿入後)のレンダリング画像が、参照画像として表示部50に表示されることになる。なお、実質的な処理の内容は、図4及び図5とほぼ同様であるため、細部の説明は省略する。

[0067] また、図13に示すように、第3の実施形態と第2の実施形態とを組み合わせてもよい。即ち、位置合わせされた血管／神経オブジェクト付きのC T

オブジェクト 3D 画像を回転させ、術者の視線方向から見たレンダリング画像を参照画像として表示部 50 に表示させる。

[0068] 前述したように、近年では、患者への負担を減らす等の観点から、非常に狭い切開領域から侵入して手術を行う、最小侵襲手術（MIS: Minimum Invasive Surgery）がしばしば行われるようになっている。この種の最小侵襲手術では、切開範囲が狭いため、術中に内部の大腿骨とインプラント部品との位置関係が分かりづらく、インプラント部品が正しい位置、正しい角度で挿入されているかが分かりづらく、切開範囲が狭いことにより、術中に傷つけてはならない血管や神経の走行状態を把握しづらいという問題がある。

[0069] 上述した各実施形態では、手術計画段階のインプラント部品の挿入状態と、術中に得られる X 線撮影画像におけるインプラント部品の挿入状態との対比を容易にすることができる。また、術者が狭い切開範囲から見る術中のインプラント部品の挿入状態やその周囲にある血管や神経の対比を容易にすることができる。また、術者からは見えづらい位置にある血管や神経の存在や位置も、血管／神経オブジェクト付きの CT オブジェクト 3D 画像を参照することによって把握が容易となる。

[0070] ここまでの説明は、股関節置換手術を例に挙げて手術支援装置 1 の各実施形態を説明してきたが、手術支援装置 1 は、股関節置換手術以外の関節置換手術にも当然適用可能である。図 14 及び図 15 は、手術支援装置 1 を人工膝（ひざ）関節置換手術に適用する例を説明する図である。

[0071] 人工膝関節置換手術においても、図 14（a）に示すように、股関節置換手術と同様に、対象となる膝関節及びこれを挟む大腿骨（第 1 の骨部）と脛骨（第 2 の骨部）を撮像した 3 次元 CT 画像から、各骨オブジェクトが抽出された CT オブジェクト 3D 画像（部品挿入前）が生成される。そして、術中（インプラント部品挿入前）に撮影される術中 X 線画像（図 14（b））に写し出された膝部の屈曲に合致するように、CT オブジェクト 3D 画像（部品挿入前）が位置合わせされる（図 14（c））。また、CT オブジェクト 3D 画像（部品挿入前）に対して部品オブジェクトを挿入した CT オブジ

ェクト3D画像（部品挿入後）が、術前計画として生成され（図14（d））、同様に、術中（インプラント部品挿入後）に撮影される術中X線画像（図14（e））に写し出された膝部の屈曲に合致するように、CTオブジェクト3D画像（部品挿入後）が位置合わせされる（図14（f））。そして、位置合わせされたCTオブジェクト3D画像のレンダリング画像（参照画像）が、術中X線画像と並べられて、或いは重ね合わされて、表示部50に表示される。

[0072] また、図15（a）、（c）に示すように、大腿骨や脛骨の骨オブジェクトに加えて、膝関節の周囲にある血管や神経も血管／神経オブジェクトとして抽出し、血管／神経オブジェクト付きのCTオブジェクト3D画像（部品挿入前）やCTオブジェクト3D画像（部品挿入後）を生成し、術中X線画像と位置合わせした後、参照画像として表示部50に表示してもよい。

[0073] さらに、図15（b）、（d）に示すように、位置合わせされた血管／神経オブジェクト付きのCTオブジェクト3D画像（部品挿入前）やCTオブジェクト3D画像（部品挿入後）を、術者の視線方向から見た方向に回転させてレンダリングし、これらのレンダリング画像を参照画像として表示部50に表示してもよい。

[0074] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0075] 1 手術支援装置
- 10 3次元データ保存部
 - 12 骨オブジェクト抽出部
 - 14 ポリゴン部品挿入部

- 2 0 X線画像保存部
- 3 0 オブジェクト位置合わせ部
- 3 2 オブジェクト回転部
- 3 8 合致判定部
- 4 0 画像合成部
- 5 0 表示部
- 6 0 画像回転部

請求の範囲

[請求項1] 患者の関節を人工関節で置換する手術を支援する手術支援装置において、

前記関節と前記関節を介して可動する第1の骨部と第2の骨部とを含む患部を撮像した3次元画像から、前記第1の骨部に対応する第1の骨オブジェクトと、前記第2の骨部に対応する第2の骨オブジェクトとが夫々分離、抽出された3次元オブジェクト画像を生成する骨オブジェクト抽出部と、

前記患部を撮影するX線画像を前記患者の術中に入力し、入力した前記X線画像における前記第1の骨部と前記第2の骨部を抽出して術中X線骨部抽出画像を生成する一方、前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトとが、前記術中X線骨部抽出画像の前記第1の骨部と前記第2の骨部のそれぞれに合致するように前記3次元オブジェクト画像を位置合わせして参照画像を生成するオブジェクト位置合わせ部と、

前記X線画像と前記参照画像とを表示する表示部と、
を備えたことを特徴とする手術支援装置。

[請求項2] 前記オブジェクト位置合わせ部は、

前記X線画像から抽出した前記第1の骨部と前記第2の骨部から、前記術中X線骨部抽出画像における前記関節の回転中心を求める一方、

前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトから、前記3次元オブジェクト画像における前記関節の回転中心を求め、前記3次元オブジェクト画像における前記関節の回転中心の位置を、前記術中X線骨部抽出画像における前記関節の回転中心の位置に合致させ、前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトのいずれか一方を、前記3次元オブジェクト画像における前記関節の回転中心を基準として回転させることにより、前記第1の骨オブジェクトと前記第

2の骨オブジェクトとが、前記術中X線骨部抽出画像の前記第1の骨部と前記第2の骨部のそれぞれに合致するように位置合わせして、前記参照画像を生成する、

ことを特徴とする請求項1に記載の手術支援装置。

[請求項3] 前記3次元オブジェクト画像は、前記患者を仰臥位の状態で撮像した画像であり、

前記X線画像は、側臥位の状態で手術される前記患者を撮像した画像であり、

前記参照画像は、前記3次元オブジェクト画像に対する投影方向又はレンダリング方向が前記X線画像の撮像向きと合致するように生成される、

ことを特徴とする請求項1に記載の手術支援装置。

[請求項4] 前記3次元オブジェクト画像は、術前計画によって前記人工関節が置換された後の画像であり、前記参照画像は、前記人工関節の置換後の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、

ことを特徴とする請求項1に記載の手術支援装置。

[請求項5] 前記3次元オブジェクト画像は、前記人工関節が置換される前の画像であり、前記参照画像は、前記人工関節の置換前の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、

ことを特徴とする請求項1に記載の手術支援装置。

[請求項6] 前記人工関節は、前記第2の骨部に挿入されるインプラント部品を有し、

前記X線画像は、前記インプラント部品の挿入の深さを検出できるように撮像される画像である、

ことを特徴とする請求項3に記載の手術支援装置。

[請求項7] 前記3次元オブジェクト画像は、前記患者を仰臥位の状態で撮像した画像であり、

前記X線画像は、側臥位の状態で手術される前記患者を撮像した画像

であり、

前記参照画像生成部は、前記患者に対する術者の視線方向と合致する第2の参照画像を前記3次元オブジェクト画像からさらに生成し、

前記表示部は、前記第2の参照画像をさらに表示する、
ことを特徴とする請求項1に記載の手術支援装置。

[請求項8] 前記3次元オブジェクト画像は、術前計画によって前記人工関節が置換された後の画像であり、前記第2の参照画像は、前記人工関節の置換後の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、
ことを特徴とする請求項7に記載の手術支援装置。

[請求項9] 前記3次元オブジェクト画像は、前記人工関節が置換される前の画像であり、前記第2の参照画像は、前記人工関節の置換前の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、
ことを特徴とする請求項7に記載の手術支援装置。

[請求項10] 前記オブジェクト画像生成部は、
前記第1及び第2の骨オブジェクトの他、前記患部の近傍にある血管及び神経の少なくとも一方が血管／神経オブジェクトとして分離、抽出された画像を、前記3次元画像から前記3次元オブジェクト画像として生成し、

前記オブジェクト位置合わせ部は、

前記第1の骨オブジェクト及び前記第2の骨オブジェクトと前記血管／神経オブジェクトとの位置関係を保った状態で、前記第1の骨オブジェクトと前記第2の骨オブジェクトとが、前記X線骨部抽出画像の前記第1の骨部と前記第2の骨部のそれぞれに合致するように位置合わせし、前記患者に対する術者の視線方向と合致し、かつ、前記血管／神経オブジェクトを含む参照画像を、前記第2の参照画像として生成する、

ことを特徴とする請求項7に記載の手術支援装置。

[請求項11] 前記3次元オブジェクト画像は、術前計画によって前記人工関節が置

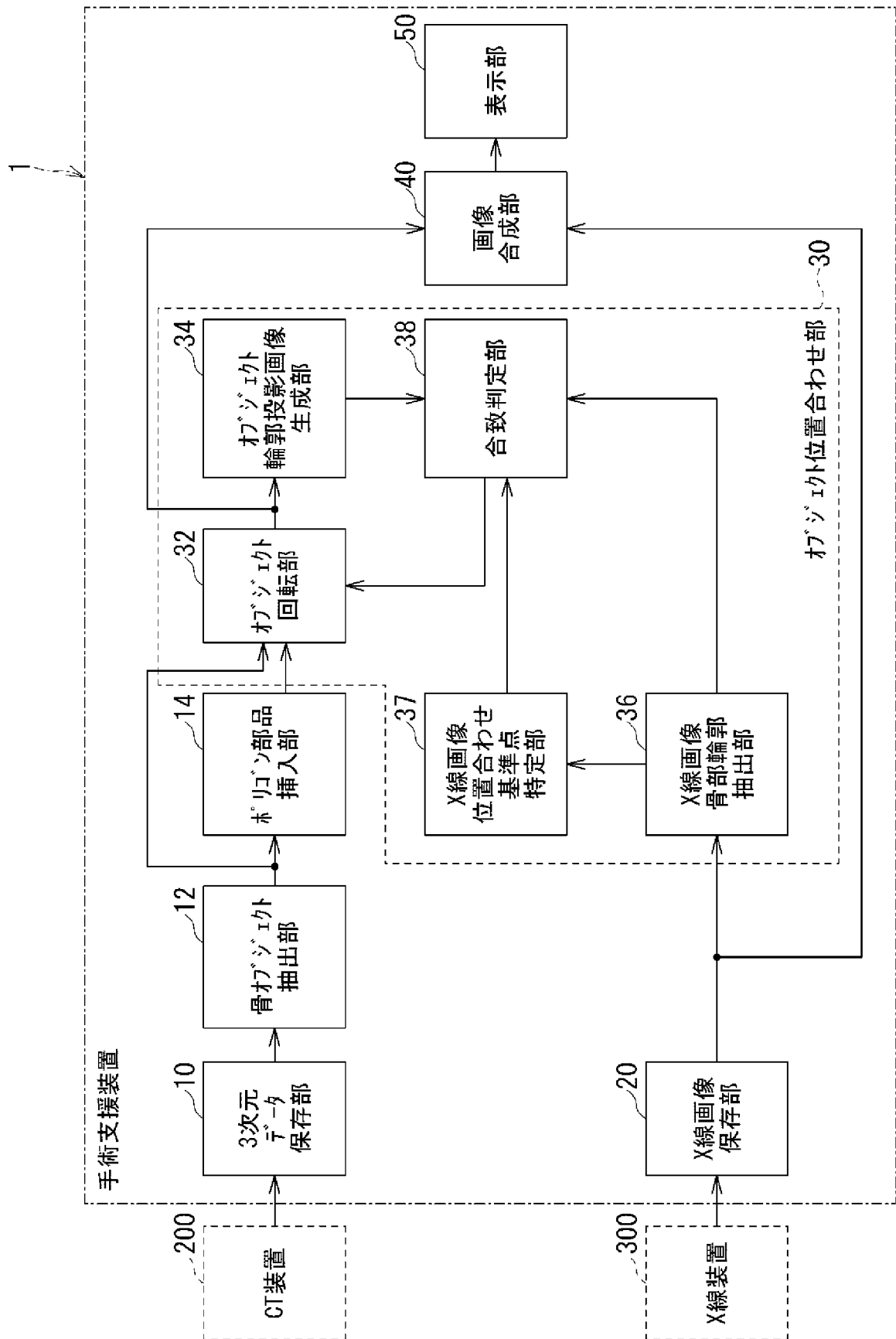
換された後の画像であり、前記第2の参照画像は、前記人工関節の置換後の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、
ことを特徴とする請求項10に記載の手術支援装置。

[請求項12] 前記3次元オブジェクト画像は、前記人工関節が置換される前の画像であり、前記第2の参照画像は、前記人工関節の置換前の前記3次元オブジェクト画像から生成された画像である、
ことを特徴とする請求項10に記載の手術支援装置。

[請求項13] 前記第1の骨部は骨盤、前記第2の骨部は大腿骨であり、前記関節は股関節である、
ことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の手術支援装置。

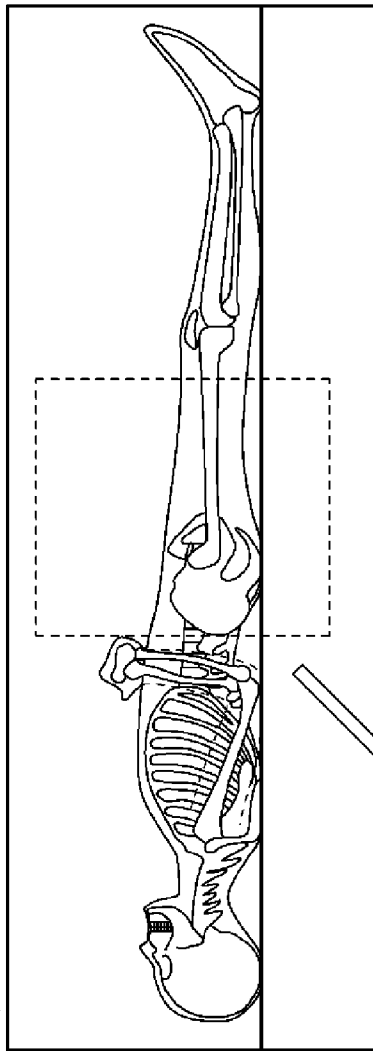
[請求項14] 前記第1の骨部は大腿骨、前記第2の骨部は脛骨であり、前記関節は膝関節である、
ことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の手術支援装置。

[図1]



[図2]

CT装置等による3次元画像データ(患者を仰臥位の状態で撮像)



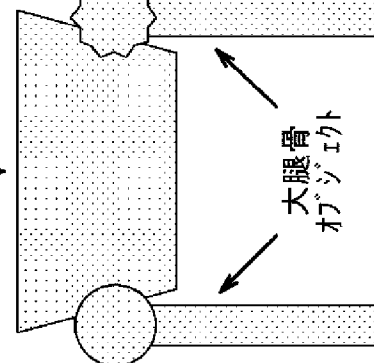
(a)

骨オブジェクトの
分離、抽出

骨盤オブジェクト



損傷股関節

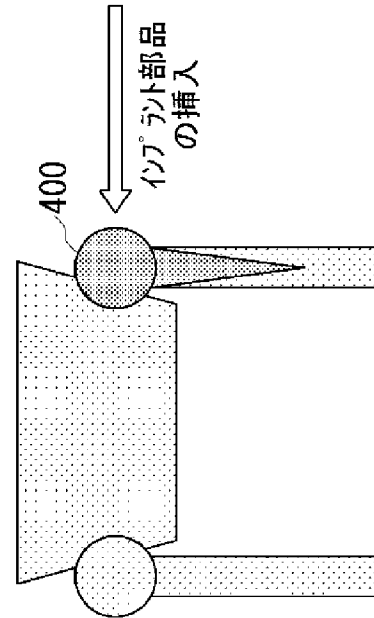


CTオブジェクト3D画像
(部品挿入前)

(b)

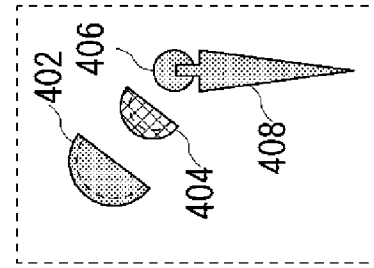


部品挿入



CTオブジェクト3D画像
(部品挿入後)

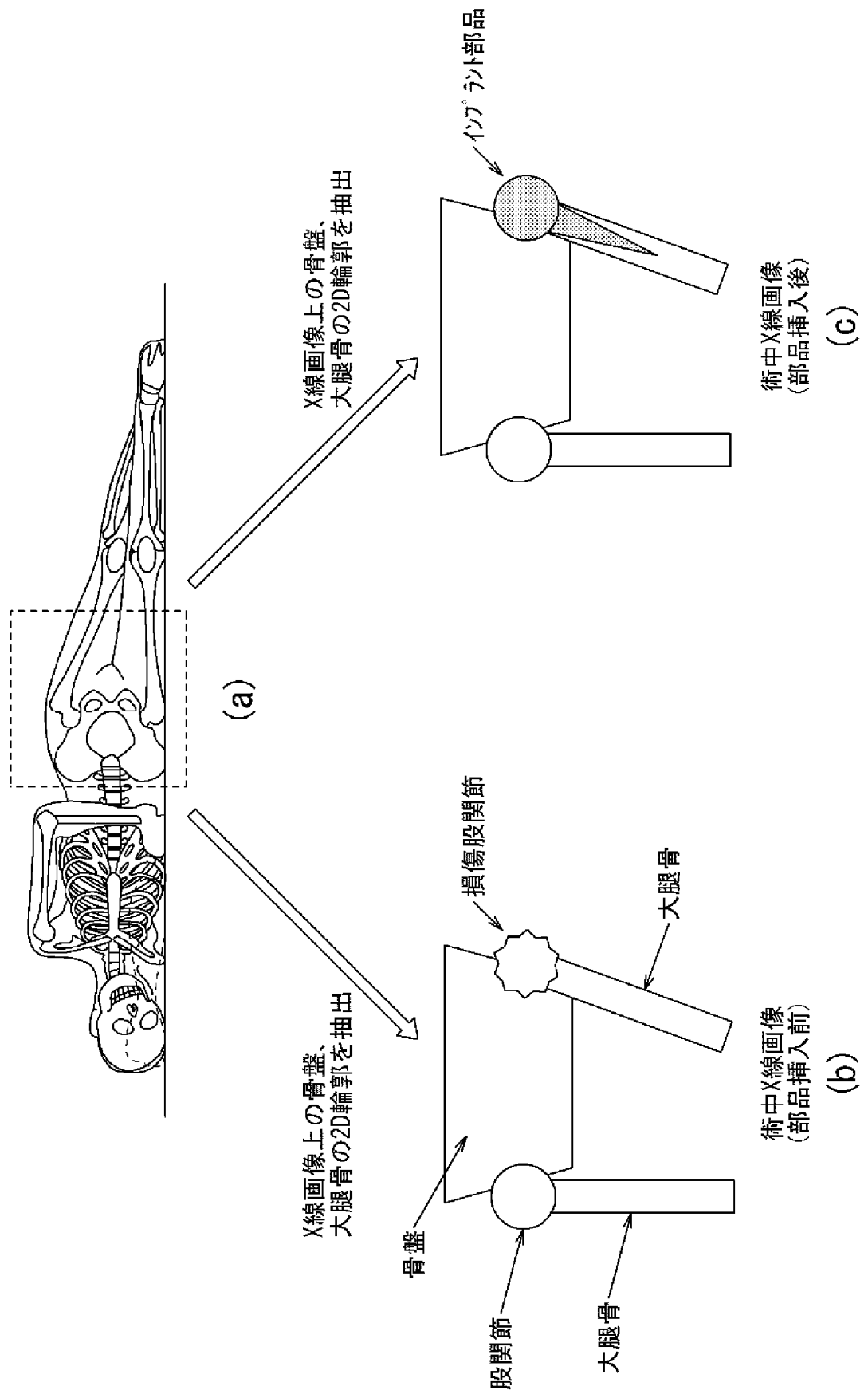
(c)



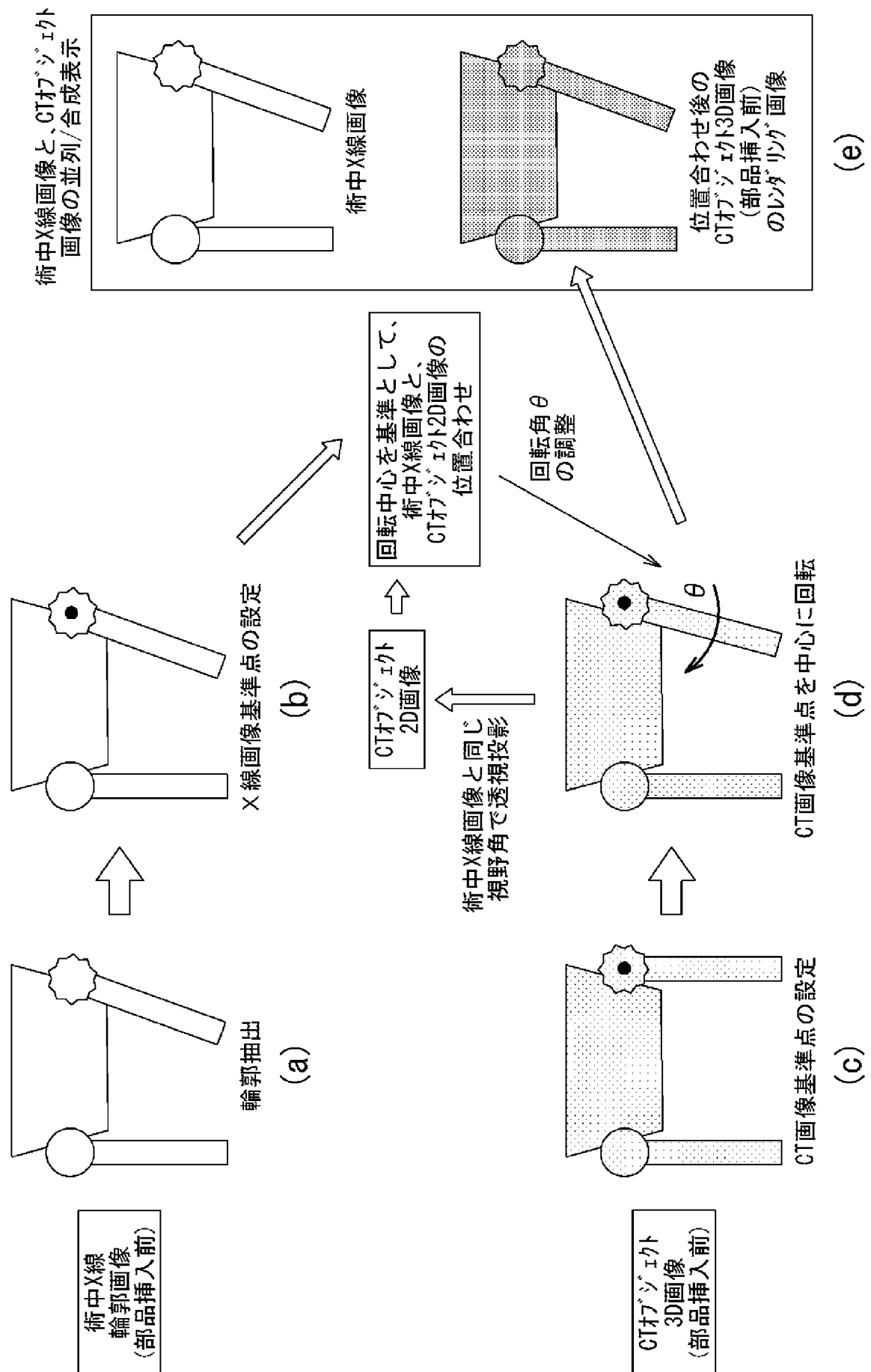
インプラント部品の
3Dホログラム

[図3]

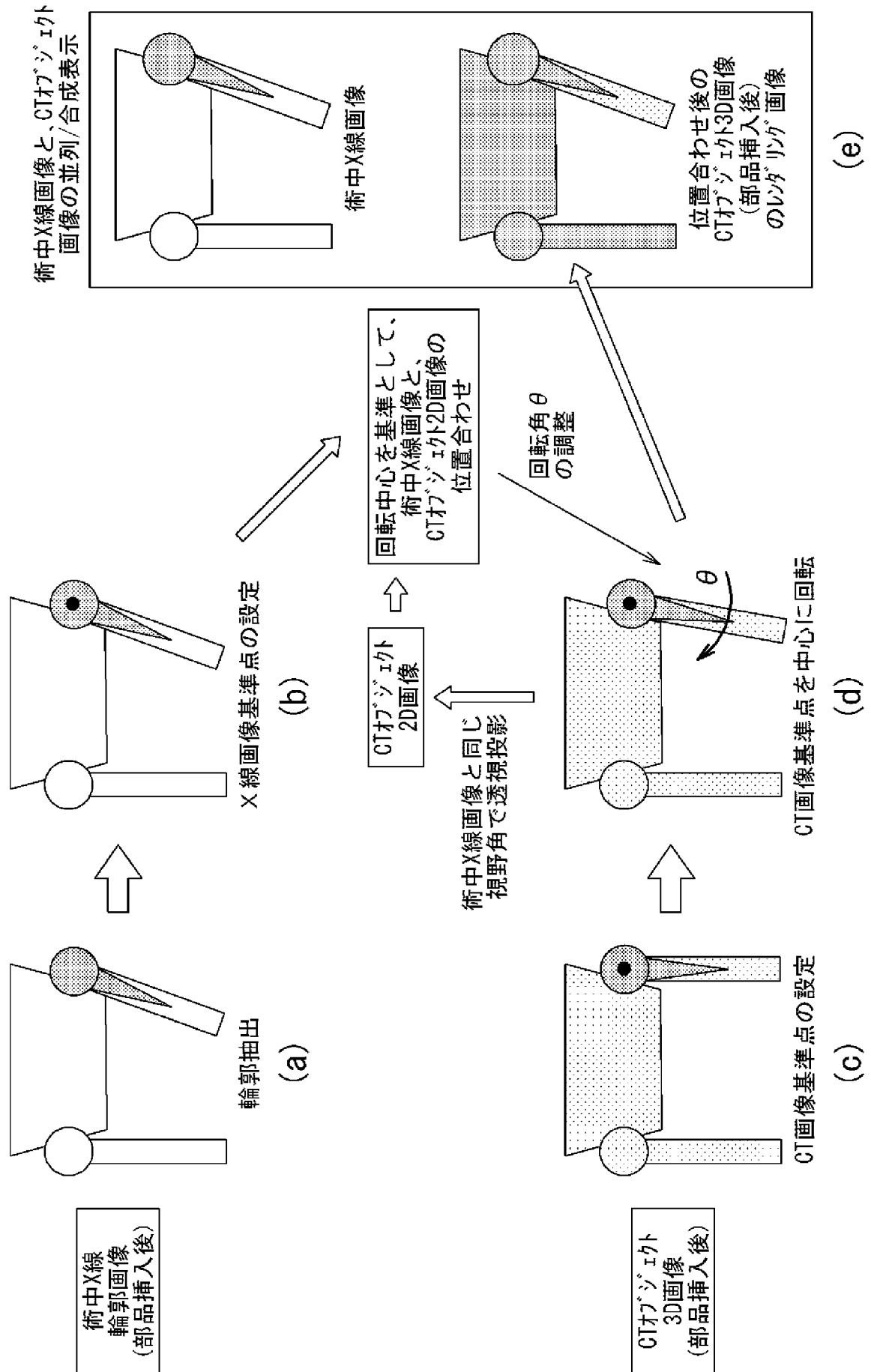
側臥位の状態で手術を実施する。
術中は、患者の腹側（又は背中側）からX線撮影する。



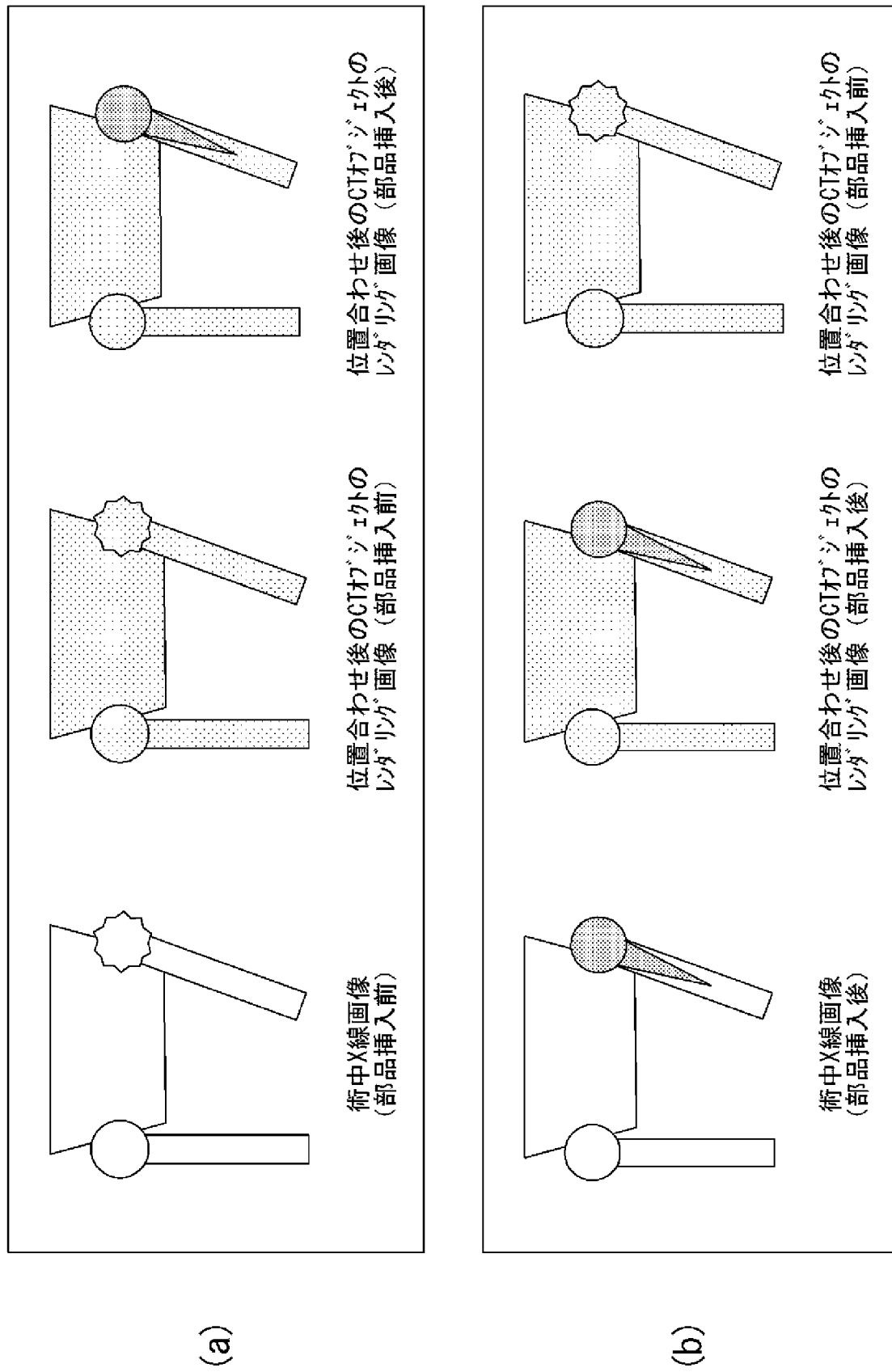
[図4]



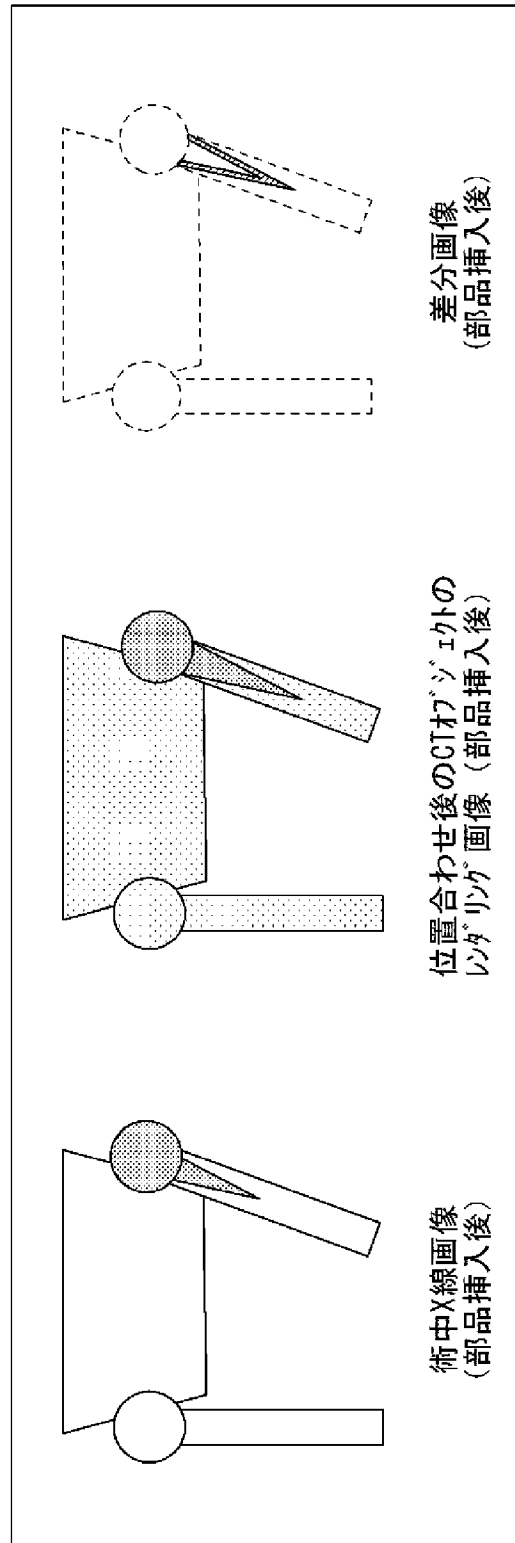
[図5]



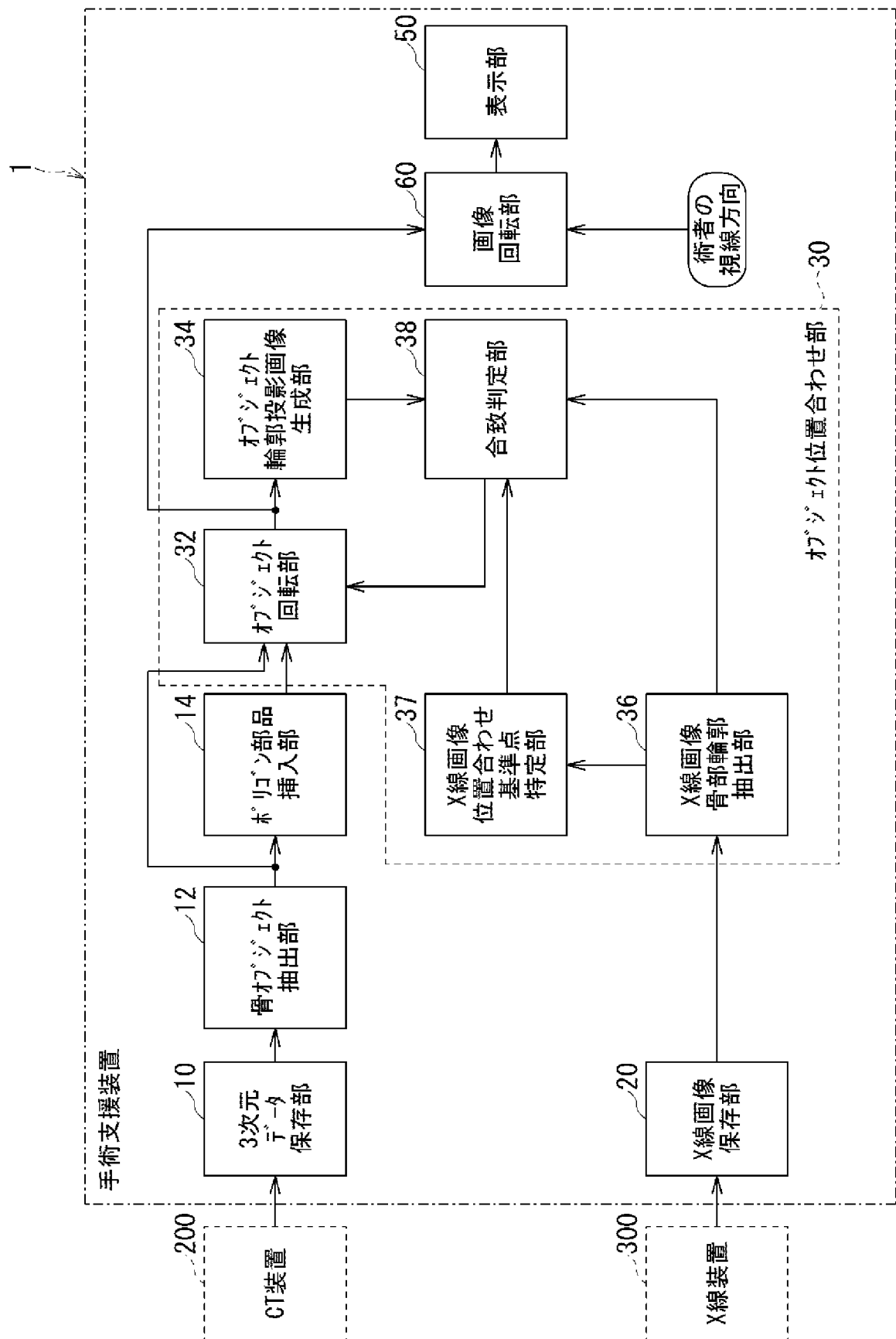
[図6]



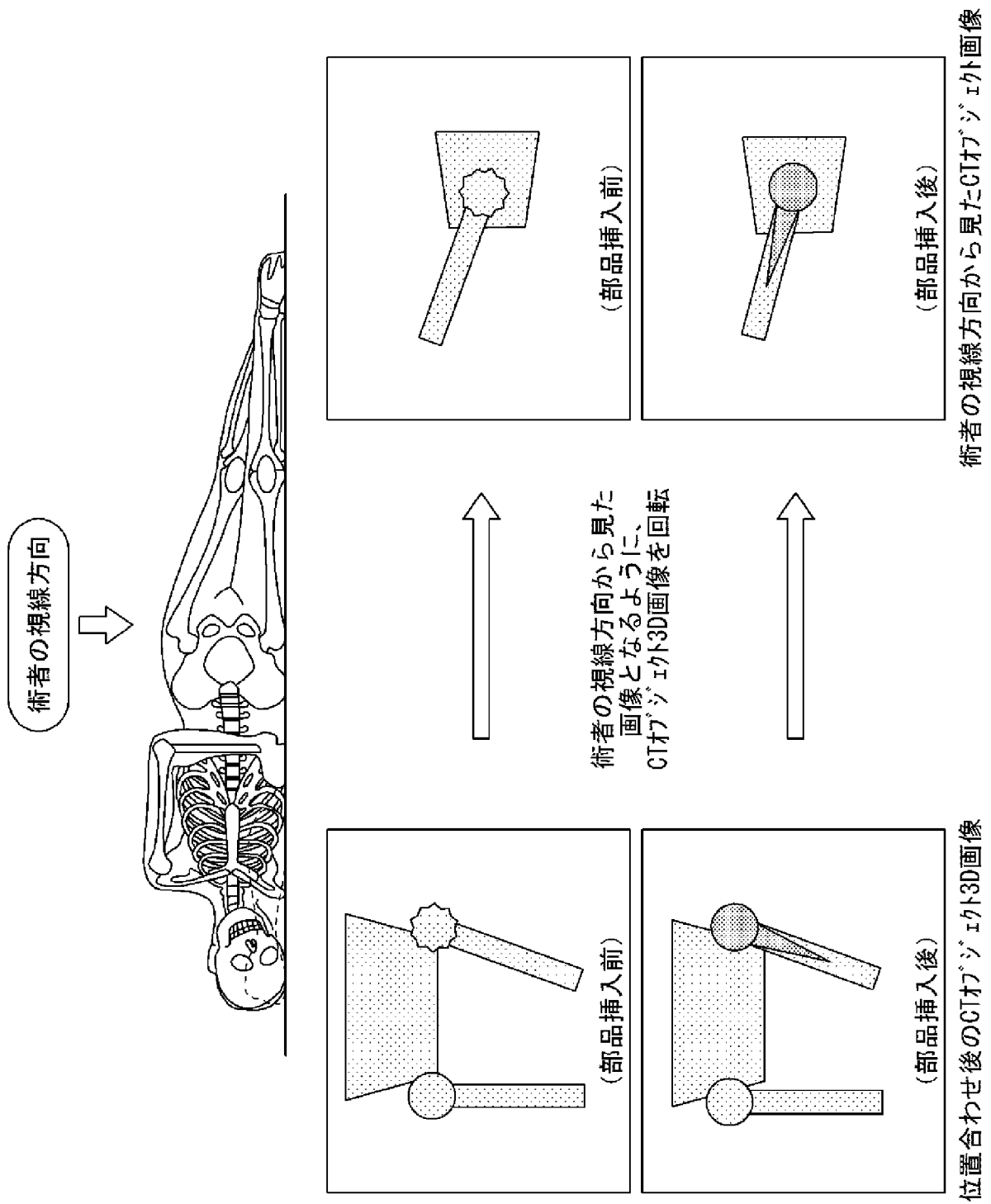
[図7]



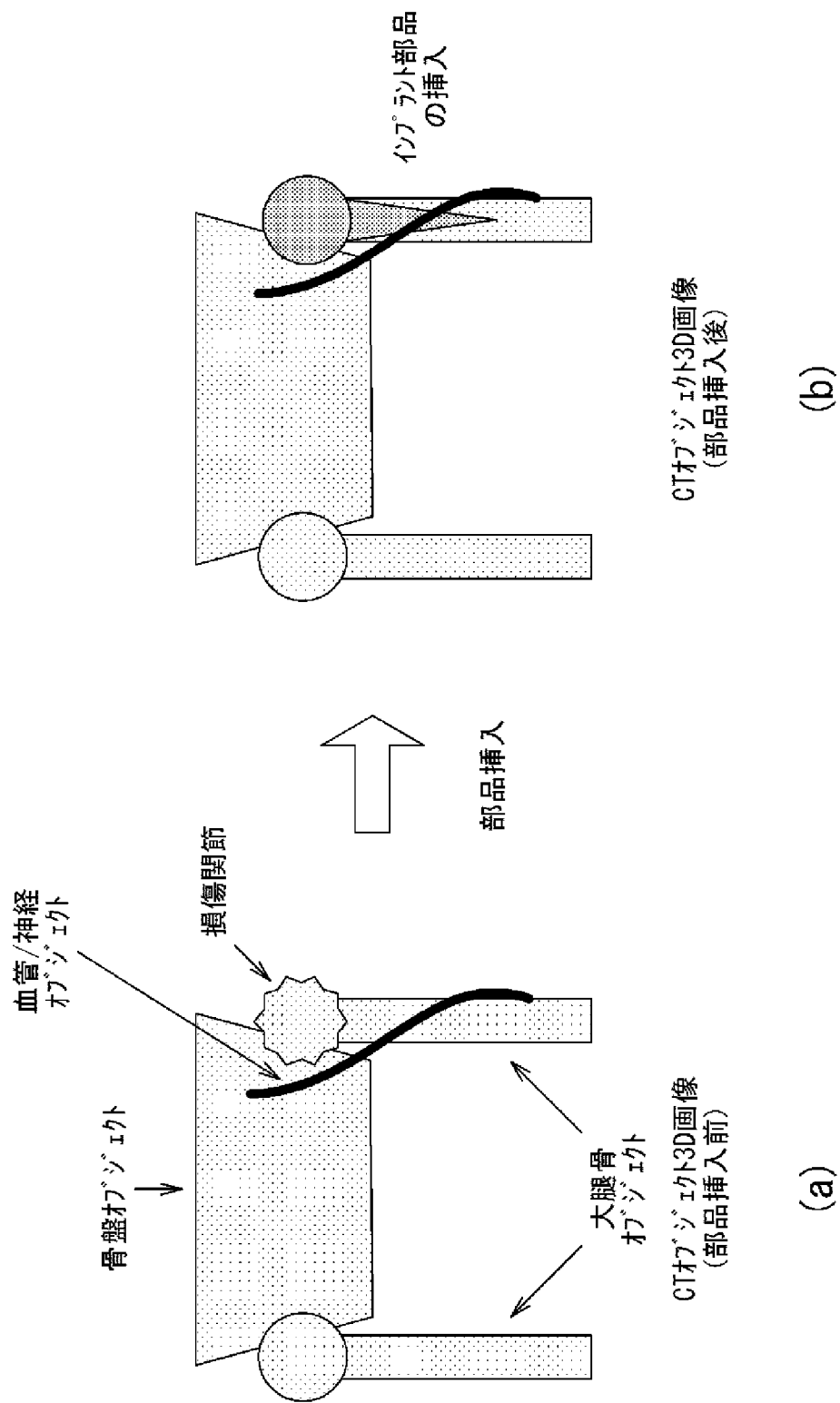
[図8]



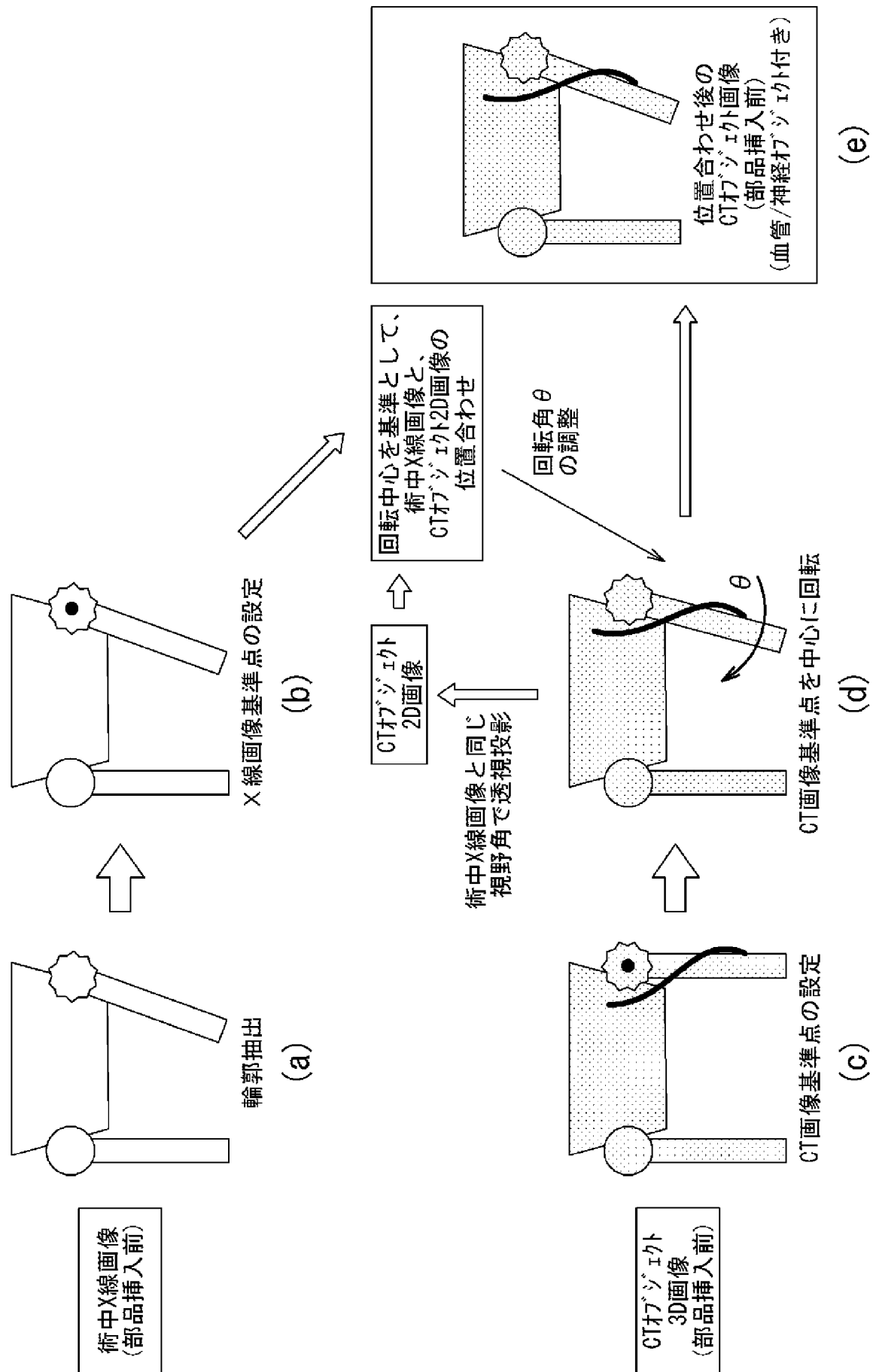
[図9]



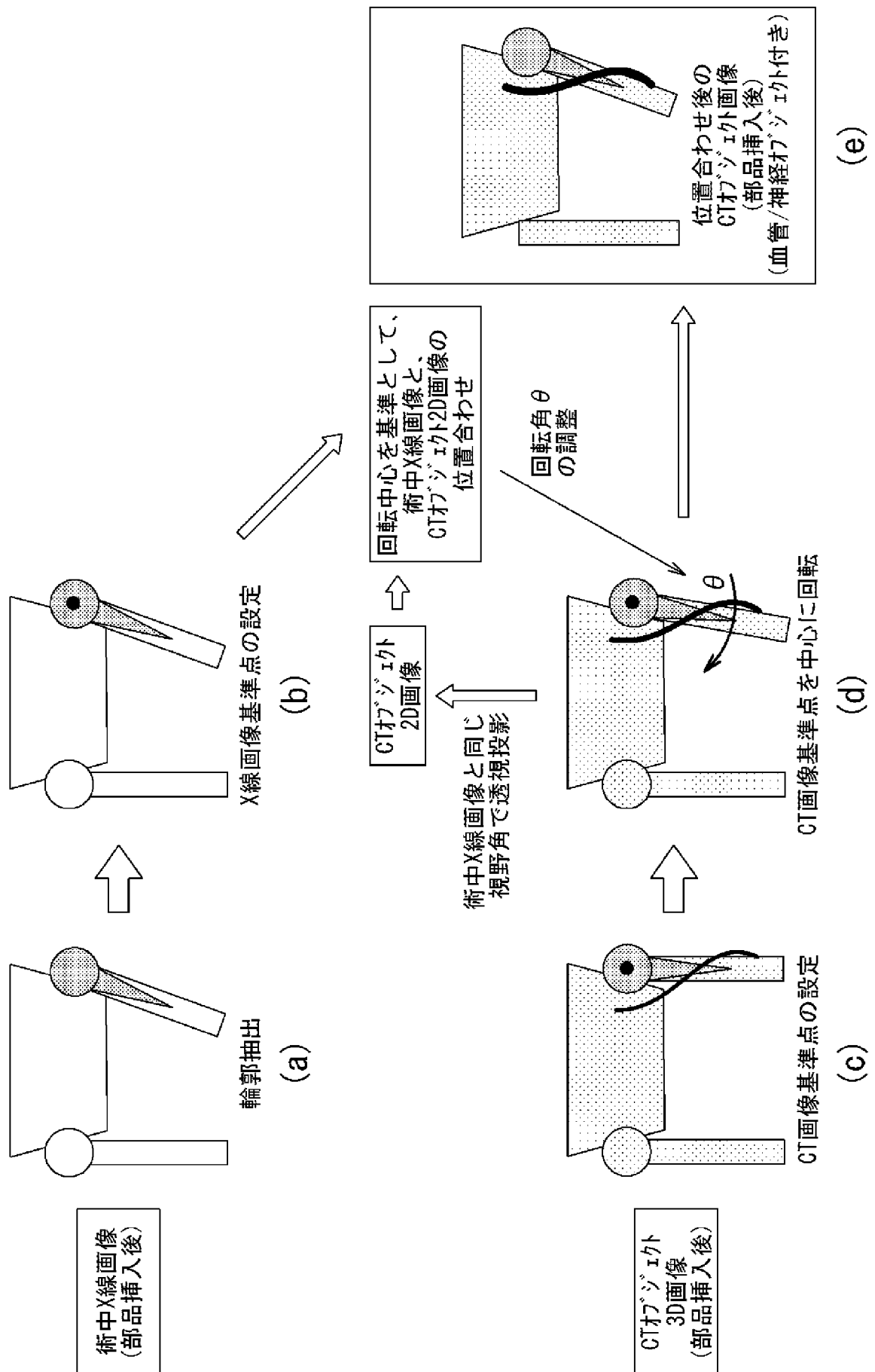
[図10]



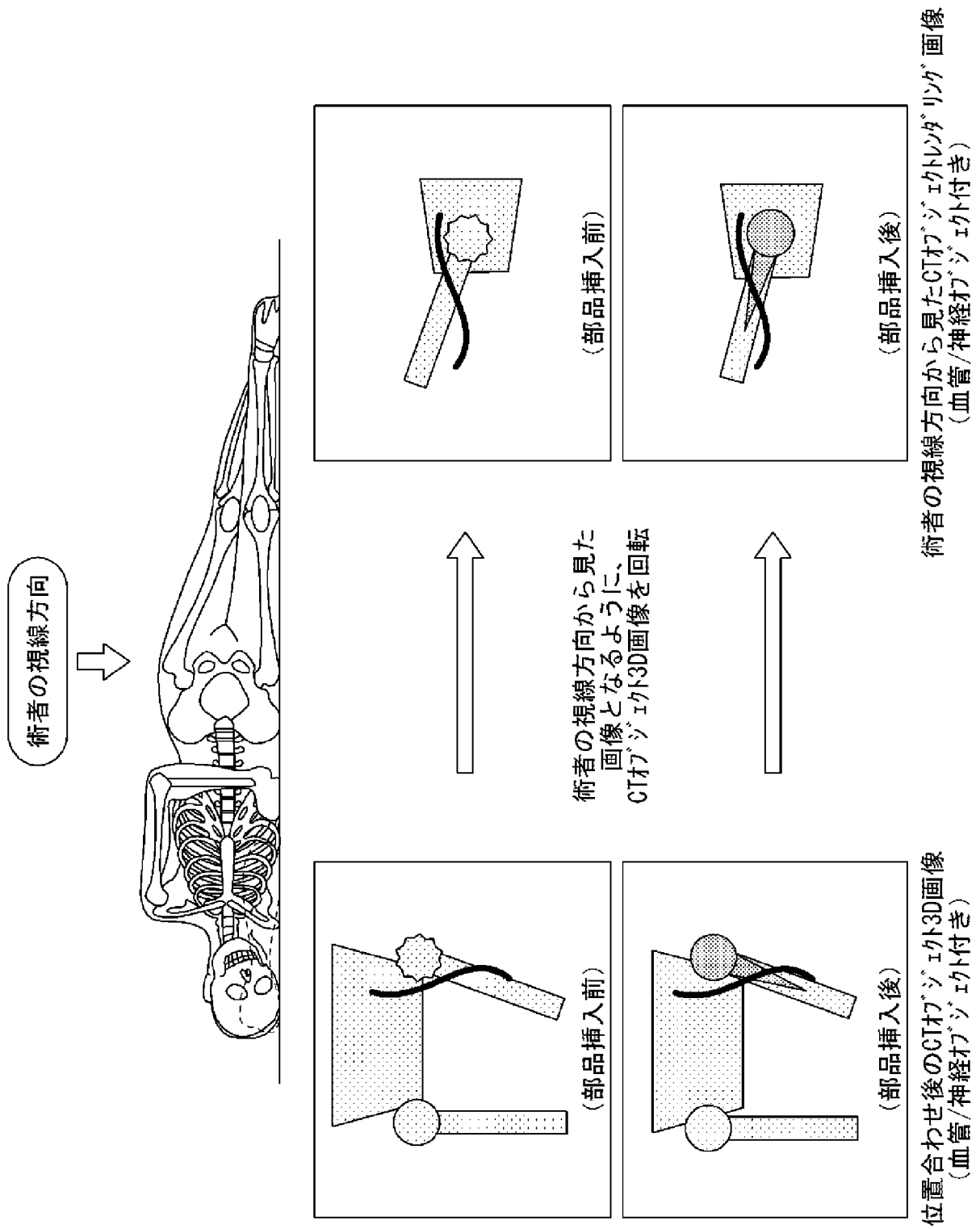
[図11]



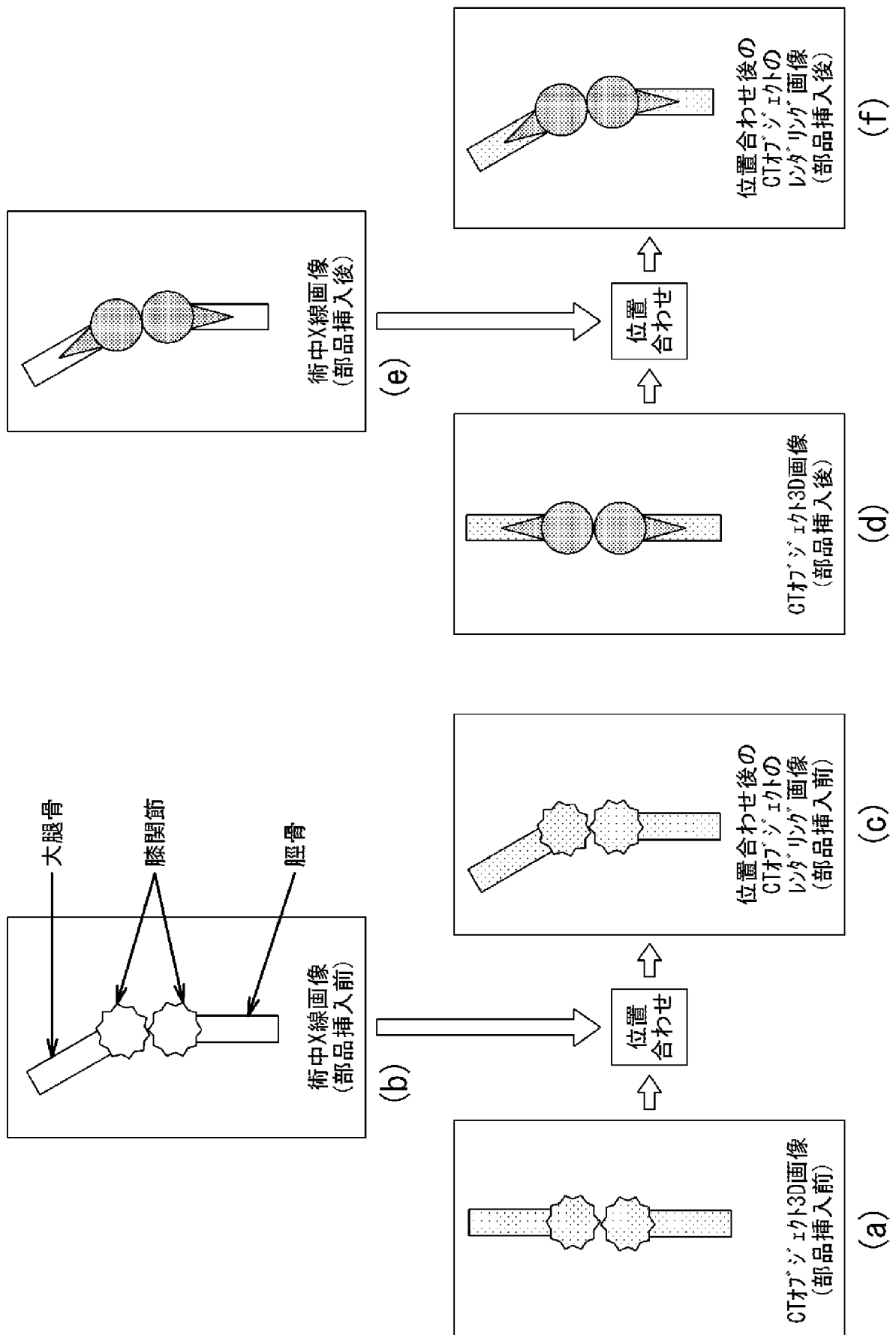
[図12]



[図13]



[図14]



(a)

術中X線画像 (部品挿入前)

骨オブジェクト

骨オブジェクト

血管/神経オブジェクト

位置合わせ

術中X線画像

術者の視線方向

画像の回転

(b)

(c)

術中X線画像 (部品挿入後)

骨オブジェクト

インプラント部品

骨オブジェクト

血管/神経オブジェクト

位置合わせ

術中X線画像

術者の視線方向

画像の回転

(d)

術者の視線方向から見たCTオブジェクトリング画像 (部品挿入後) (血管/神経オブジェクト付き)

術者の視線方向から見たCTオブジェクトリング画像 (部品挿入前) (血管/神経オブジェクト付き)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080205

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61F2/46(2006.01)i, A61B19/00(2006.01)i, A61F2/32(2006.01)i, A61F2/38(2006.01)i, G06T19/00(2011.01)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)

A61F2/46, A61B19/00, A61F2/32, A61F2/38, G06T19/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2009-291342 A (The University of Tokyo), 17 December 2009 (17.12.2009), paragraphs [0003] to [0004] (Family: none)	1, 5, 13-14
A	JP 2004-8707 A (Osaka Industrial Promotion Organization), 15 January 2004 (15.01.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	WO 2005/099636 A1 (Niigata TLO Inc.), 27 October 2005 (27.10.2005), entire text; all drawings & US 2011/0071537 A1	1-14

☒ 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
24 December, 2013 (24.12.13)

Date of mailing of the international search report
07 January, 2014 (07.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080205

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 2008-93443 A (Siemens AG.), 24 April 2008 (24.04.2008), entire text; all drawings & US 2006/0201806 A1 & WO 2004/077040 A1	1-14
A	JP 2010-88892 A (Fujifilm Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text; all drawings & US 2010/0086181 A1 & EP 2175418 A2	1-14
A	JP 2008-55156 A (Brainlab AG), 13 March 2008 (13.03.2008), entire text; all drawings & US 2008/0049014 A1 & EP 1892668 A1	1-14
A	JP 2006-528496 A (San-Tech Surgical Sarl), 21 December 2006 (21.12.2006), entire text; all drawings & US 2006/0184177 A1 & EP 1651151 A & WO 2005/009303 A1	1-14
A	US 2005/0203384 A1 (Marwan SATI), 15 September 2005 (15.09.2005), entire text; all drawings & EP 1550024 A & WO 2004/001569 A2	1-14
A	A comparison of similarity measures for use in 2-D-3-D medical image registration, MEDICAL IMAGING, 1998.08, VOL. 17, NO. 4, 586 - 595	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61F2/46(2006.01)i, A61B19/00(2006.01)i, A61F2/32(2006.01)i, A61F2/38(2006.01)i, G06T19/00(2011.01)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. A61F2/46, A61B19/00, A61F2/32, A61F2/38, G06T19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2009-291342 A（国立大学法人 東京大学）2009.12.17, 段落【0003】 - 【0004】（ファミリーなし）	1, 5, 13-14
A	JP 2004-8707 A（財団法人大阪産業振興機構）2004.01.15, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14
A	WO 2005/099636 A1（株式会社新潟ティールオー）2005.10.27, 全文, 全図 & US 2011/0071537 A1	1-14

☒ 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

2 4 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 1 . 2 0 1 4

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

沼田 規好

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 6

3 I

3 9 3 0

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 2008-93443 A (シーメンス アクチエンゲゼルシャフト) 2008.04.24, 全文, 全図 & US 2006/0201806 A1 & WO 2004/077040 A1	1-14
A	JP 2010-88892 A (富士フイルム株式会社) 2010.04.22, 全文, 全図 & US 2010/0086181 A1 & EP 2175418 A2	1-14
A	JP 2008-55156 A (ブレインラボ アーゲー) 2008.03.13, 全文, 全 図 & US 2008/0049014 A1 & EP 1892668 A1	1-14
A	JP 2006-528496 A (サンデーテック サージカル ソシエテ ア レ スポンサビリテ リミテ) 2006.12.21, 全文, 全図 & US 2006/0184177 A1 & EP 1651151 A & WO 2005/009303 A1	1-14
A	US 2005/0203384 A1 (Marwan SATI) 2005.09.15, 全文, 全図 & EP 1550024 A & WO 2004/001569 A2	1-14
A	A comparison of similarity measures for use in 2-D-3-D medical image registration, MEDICAL IMAGING, 1998.08, VOL. 17, NO. 4, 586 - 595	1-14