

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-180544

(P2014-180544A)

(43) 公開日 平成26年9月29日 (2014. 9. 29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	4 C 0 9 3
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 7 7	
	A 6 1 B 6/03 3 6 0 G	
	A 6 1 B 6/03 3 6 0 P	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2014-48406 (P2014-48406)	(71) 出願人	513109016 コビディエン エルピー アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 O 2048, マンスフィールド, 15 ハン プシャー ストリート
(22) 出願日	平成26年3月12日 (2014. 3. 12)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(31) 優先権主張番号	13/838, 805	(74) 代理人	100121511 弁理士 小田 直
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)	(74) 代理人	100191086 弁理士 高橋 香元
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	マット ダブリュー. ベイカー アメリカ合衆国, ミネソタ州 55435 , イダイナ, 7236 モナード レーン

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路計画システムおよび方法

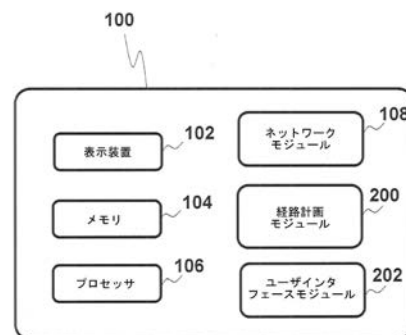
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】CT画像を分析および処理するように構成されたコンピュータプログラムを格納するメモリ104と、コンピュータプログラムを実行するように構成されたプロセッサ106と、コンピュータプログラムのユーザインタフェースを表示するように構成された表示装置102とを備える、ユーザインタフェースは、標的を含むCT画像を表示する気道ファインダーウィンドウを含む。CT画像は、ユーザが解剖学的管腔網の気道を特定するのを支援するために所定の回転軸の周りを回転可能である。

【選択図】 図1

10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムであって、前記システムは、

ＣＴ画像を分析および処理するように構成されたコンピュータプログラムを格納するためのメモリと、

前記コンピュータプログラムを実行するように構成されたプロセッサと、

前記コンピュータプログラムのユーザインタフェースを表示するように構成された表示装置と、

を含み、

10

前記ユーザインタフェースは、標的を含むＣＴ画像を表示する気道ファインダーウィンドウを含み、ユーザが前記解剖学的管腔網の気道を特定するのに支援するために前記ＣＴ画像は所定の回転軸の周りを回転可能であるシステム。

【請求項 2】

前記所定の軸は、前記標的から前記解剖学的管腔網の公知の気道まで画定された軸である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記所定の軸は、前記標的から前記解剖学的管腔網内の気管の一部まで画定された軸である、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

20

前記所定の軸は、前記標的から中間地点までの経路によって画定された軸である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記所定の軸は、第 1 の中間地点から第 2 の中間地点までの経路によって画定された軸である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記ユーザインタフェースは、前記ＣＴ画像の最初の回転の向きに対する前記ＣＴ画像の前記所定の軸の周りでの回転量を特定するように構成された回転インタフェースをさらに含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

30

前記プロセッサは、新しい中間地点のための位置を特定するユーザからの入力を受け取り、前記新しい中間地点を前記特定された位置に生成し、かつ前記ユーザインタフェース上に表示するために前記新しい中間地点を出力するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記プロセッサは、前記標的または前の中間地点のうちの少なくとも 1 つから前記新しい中間地点までの経路を生成し、かつ前記ユーザインタフェース上に表示するために前記経路を出力するように構成されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

40

前記プロセッサは、前記新しい中間地点が前記解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合、前記新しい中間地点から前記解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させ、かつ前記ユーザインタフェースに表示するために前記自動的に完成させた経路を出力するように構成されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するための方法であって、

回転軸を定める工程と、

ＣＴ画像を前記回転軸の周りに回転させる工程と、

前記回転させたＣＴ画像の気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、

新しい中間地点を前記特定された気道内に設定する工程と、

50

前記新しい中間地点までの新しい経路を生成する工程と、を含む方法。

【請求項 1 1】

前記回転軸を定める前記工程は、標的から前記解剖学的管腔網の公知の気道までの前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記標的から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記回転軸を定める前記工程は、標的から前記解剖学的管腔網内の気管の一部までの前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記標的から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

10

【請求項 1 3】

前記回転軸を定める前記工程は、標的から中間地点までの経路に沿った前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記中間地点から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記回転軸を定める前記工程は、第 1 の中間地点から第 2 の中間地点までの経路に沿って前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記第 2 の中間地点から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 5】

20

前記新しい中間地点が前記解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合、前記新しい中間地点から前記解剖学的管腔網の入口開口部までの経路を自動的に完成させる工程をさらに含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 6】

プロセッサによって実行されるとユーザインタフェースに、
回転軸を定める工程と、
CT 画像を前記回転軸の周りに回転させる工程と、
前記回転させた CT 画像の気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、
新しい中間地点を前記特定された気道内に設定する工程と、
前記新しい中間地点までの新しい経路を生成する工程と、
を行わせるプログラムが記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

30

【請求項 1 7】

前記回転軸を定める前記工程は、標的から前記解剖学的管腔網の公知の気道までの前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記標的から前記新しい中間地点まで前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 6 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 8】

前記回転軸を定める前記工程は、標的から中間地点までの経路に沿った前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記中間地点から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 6 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

40

【請求項 1 9】

前記回転軸を定める前記工程は、第 1 の中間地点から第 2 の中間地点までの経路に沿って前記回転軸を定めることを含み、前記新しい経路を生成する前記工程は、前記第 2 の中間地点から前記新しい中間地点までの前記新しい経路を生成することを含む、請求項 1 6 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 0】

前記新しい中間地点が、前記解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合、前記新しい中間地点から前記解剖学的管腔網の入口開口部までの経路を自動的に完成させる工

50

程をさらに行う、請求項 16 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

臨床医は、外科手術中に、患者の管腔網内をナビゲートするための計画または経路を決定するためにCT画像を使用することが多い。しかし、多くの場合、CT画像により典型的に正確なナビゲートに十分な解像度が得られない特に気管支樹のより細かい分岐部では、CT画像のみに基づいて経路を効果的に計画することは臨床医にとって難しい。

【0003】

臨床医が管腔網を通る経路を計画するのを支援するために、CT画像上で指定された標的から患者の入口点、例えば、患者の口、鼻、他の自然な入口点または例えば切開部などの人工の入口点までの経路を自動的に生成する自動化経路計画システムおよび方法が実現されている。自動化経路計画システムおよび方法の一例は、米国特許第8,218,846号に記載されており、その開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0004】

しかし、完全自動化経路計画システムを用いる場合、医療装置は、医療装置の作業端が標的に向かって方向づけられていない向きで経路の末端に到達することがある。この例では、作業端の代わりに医療装置の側面が標的に向かって方向づけられることがあり、臨床医は、作業端で標的にアクセスすることが困難であったり不可能であったりすることがある。特に、気管支樹の細かい気道内をナビゲートする場合、細かい気道を通る医療装置の進行路に対して標的が垂直に位置しているときは、医療装置の作業端を標的に向かって曲げたり回したりすることが困難であったり、さらには不可能であったりすることがある。

【発明の概要】

【0005】

患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムおよび方法が提供される。

【0006】

本開示の一態様では、CT画像を分析および処理するように構成されたコンピュータプログラムを格納するメモリと、コンピュータプログラムを実行するように構成されたプロセッサと、コンピュータプログラムのユーザインタフェースを表示するように構成された表示装置とを備えた、患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムが開示される。ユーザインタフェースは、標的を含むCT画像を表示する気道ファインダーウィンドウを含む。CT画像は、ユーザが解剖学的管腔網の気道を特定するのを支援するために、所定の回転軸の周りを回転可能である。

【0007】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から解剖学的管腔網の公知の気道まで画定された軸である。

【0008】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から解剖学的管腔網内の気管の一部まで画定された軸である。

【0009】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から中間地点までの経路によって画定された軸である。

【0010】

本開示の一態様では、所定の軸は、第1の中間地点から第2の中間地点までの経路によって画定された軸である。

【0011】

10

20

30

40

50

本開示の一態様では、ユーザインタフェースは、ＣＴ画像の最初の回転の向きに対するＣＴ画像の所定の軸の周りでの回転量を特定するように構成された回転インタフェースをさらに含む。

【００１２】

本開示の一態様では、プロセッサは、新しい中間地点のための位置を特定するユーザからの入力を受け取り、特定された位置に新しい中間地点を生成し、かつユーザインタフェース上に表示するために新しい中間地点を出力するように構成されている。プロセッサは、標的または前の中間地点のうちの少なくとも１つから新しい中間地点までの経路を生成し、かつユーザインタフェース上に表示するために経路を出力するように構成されている。プロセッサは、新しい中間地点が解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合は、新しい中間地点から解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させ、かつユーザインタフェース上に表示するために自動的に完成させた経路を出力するように構成されている。10

【００１３】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程と、ＣＴ画像を回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたＣＴ画像の気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に新しい中間地点を設定する工程と、新しい中間地点までの新しい経路を生成する工程とを含む、患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するための方法が開示される。

【００１４】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、標的から解剖学的管腔網の公知の気道までの回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、標的から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。20

【００１５】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、標的から解剖学的管腔網内の気管の一部までの回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、標的から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。

【００１６】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、標的から中間地点までの経路に沿って回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、中間地点から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。30

【００１７】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、第１の中間地点から第２の中間地点までの経路に沿って回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、第２の中間地点から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。

【００１８】

本開示の一態様では、本方法は、新しい中間地点が解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合は、新しい中間地点から解剖学的管腔網の入口開口部までの経路を自動的に完成させる工程をさらに含む。

【００１９】

本開示の一態様では、プロセッサによって実行されると、回転軸を定める工程と、ＣＴ画像を回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたＣＴ画像の気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に新しい中間地点を設定する工程と、新しい中間地点までの新しい経路を生成する工程とをユーザインタフェースに行わせるプログラムが記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体が開示される。40

【００２０】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、標的から解剖学的管腔網の公知の気道までの回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、標的から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。50

【 0 0 2 1 】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、標的から中間地点までの経路に沿って回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、中間地点から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。

【 0 0 2 2 】

本開示の一態様では、回転軸を定める工程は、第 1 の中間地点から第 2 の中間地点までの経路に沿って回転軸を定めることを含み、新しい経路を生成する工程は、第 2 の中間地点から新しい中間地点までの新しい経路を生成することを含む。

【 0 0 2 3 】

本開示の一態様では、本プログラムは、新しい中間地点が解剖学的管腔網の公知の気道内に位置している場合は、新しい中間地点から解剖学的管腔網の入口開口部までの経路を自動的に完成させる工程をユーザインタフェースにさらに行わせる。

【 0 0 2 4 】

本開示の上記態様および実施形態はいずれも、本開示の範囲を逸脱することなく組み合わせてもよい。

【 0 0 2 5 】

本開示のシステムおよび方法の目的および特徴は、添付の図面を参照しながらそれらの様々な実施形態の説明を読めば、当業者には明らかになるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本開示の一実施形態に係る経路計画のための計算装置の概略図である。

【 図 2 A 】 本開示の一実施形態に係る軸方向から撮影した患者の肺の C T スキャン画像図である。

【 図 2 B 】 本開示の一実施形態に係る軸方向を示す患者の体の斜視図である。

【 図 2 C 】 本開示の一実施形態に係る冠状方向から撮影した患者の肺の C T スキャン画像図である。

【 図 2 D 】 本開示の一実施形態に係る冠状方向を示す患者の体の斜視図である。

【 図 2 E 】 本開示の一実施形態に係る矢状方向から撮影した患者の肺の C T スキャン画像図である。

【 図 2 F 】 本開示の一実施形態に係る矢状方向を示す患者の体の斜視図である。

【 図 3 】 本開示の一実施形態に係る経路計画の 4 つの段階を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本開示の一実施形態に係る患者データを選択するためのユーザインタフェースの実例である。

【 図 5 】 本開示の一実施形態に係る患者データを選択する方法のフローチャートである。

【 図 6 】 本開示の一実施形態に係る標的を経路計画に追加するためのユーザインタフェースの実例である。

【 図 7 】 本開示の一実施形態に係る標的を経路計画に追加する方法のフローチャートである。

【 図 8 】 本開示の一実施形態に係る追加された標的の標的詳細を編集するためのユーザインタフェースの実例である。

【 図 9 】 本開示の一実施形態に係る 3 D マップを見直すためのユーザインタフェースの実例である。

【 図 1 0 】 本開示の一実施形態に係る 3 D マップを見直す方法のフローチャートである。

【 図 1 1 A 】 標的から患者の入口点までの経路を見つけるためのユーザインタフェースの実例である。

【 図 1 1 B 】 ユーザインタフェースの C T 画像を最初の軸の周りに回転させた後の図 1 1 A のユーザインタフェースの実例である。

【 図 1 1 C 】 本開示の一実施形態に係る最初の回転軸を示す、患者の気管支樹の 3 D モデルの斜視図である。

【 図 1 1 D 】 C T 画像を経路の軸の周りに回転させた状態で、中間地点が追加され、かつ

10

20

30

40

50

標的と中間地点との間の経路が作成された後の図 1 1 B のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 1 E】第 2 の中間地点が追加され、かつ中間地点と第 2 の中間地点との間の第 2 の経路が作成された後の図 1 1 D のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 1 F】公知の気道を表示するために C T 画像を第 2 の経路の軸の周りに回転させた後の図 1 1 E のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 1 G】第 3 の中間地点が公知の気道内に追加され、かつ経路を自動的に完成させた後の図 1 1 F のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 2】本開示の一実施形態に係る、公知の気道を見つけ、かつ経路を作成する方法のフローチャートである。

【図 1 3】本開示の一実施形態に係る経路を見直すためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 4】本開示の一実施形態に係る経路を見直す方法のフローチャートである。

【図 1 5】本開示の一実施形態に係る標的および経路を見直し、かつさらなる標的および経路を作成するためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 6】本開示の一実施形態に係る経路計画を見直してエクスポートするためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 7】本開示の一実施形態に係る標的、経路および経路計画を見直してエクスポートする方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本開示は、具体的な実施形態に関して記載するが、当業者には、本開示の趣旨を逸脱することなく、様々な修正、再構成および置き換えをなし得ることが容易に明らかになるであろう。本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められている。

【0028】

まず図 1 を参照すると、本開示は一般に、手術中に使用される経路計画システム 1 0 および患者の解剖学的管腔網を通る経路の計画方法に関する。経路計画システム 1 0 は、表示装置 1 0 2、メモリ 1 0 4、1 つ以上のプロセッサ 1 0 6 および / または計算装置に典型的に含まれる種類の他の構成要素を有する、例えば、ラップトップ、デスクトップ、タブレットまたは他の同様の装置などの計算装置 1 0 0 を備えていてもよい。表示装置 1 0 2 は、表示装置 1 0 2 を入力および出力装置の両方として機能させることができるタッチセンサ式および / または音声作動式であってもよい。あるいは、キーボード（図示せず）、マウス（図示せず）または他のデータ入力装置を用いてもよい。

【0029】

メモリ 1 0 4 は、データおよび / またはプロセッサ 1 0 6 によって実行可能であり、かつ計算装置 1 0 0 の動作を制御するソフトウェアを格納するためのあらゆる非一時的コンピュータ可読記憶媒体を含む。一実施形態では、メモリ 1 0 4 は、フラッシュメモリチップなどの 1 つ以上のソリッドステート記憶装置を含んでもよい。他の実施形態では、メモリ 1 0 4 は、大容量記憶装置制御装置（図示せず）および通信バス（図示せず）を介してプロセッサ 1 0 6 に接続された大容量記憶装置であってもよい。本明細書に含まれるコンピュータ可読媒体の記載は、ソリッドステート記憶装置を指しているが、当業者には当然のことながら、コンピュータ可読記憶媒体は、プロセッサ 1 0 6 がアクセスすることができる任意の入手可能な媒体であってもよい。すなわち、コンピュータ可読記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータなどの情報の格納のための任意の方法または技術に実装される非一時的な揮発性および不揮発性の取外し可能および取外し不可能な媒体を含む。例えば、コンピュータ可読記憶媒体としては、RAM、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリもしくは他のソリッドステートメモリ技術、CD-ROM、DVD、または他の光学記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置もしくは他の磁気記憶装置、あるいは所望の情報を格納するために使用することができ、かつ計算装置 1 0 0 がアクセスすることができるあらゆる

10

20

30

40

50

る他の媒体が挙げられる。

【0030】

計算装置100は、データを他のソースへ/から送信および受信するために、有線もしくは無線接続によって分散ネットワークまたはインターネットに接続されたネットワークモジュール108も備えていてもよい。例えば、計算装置100は、経路計画中使用される患者のコンピュータ断層撮影(CT)画像を、サーバ、例えば、病院のサーバ、インターネットサーバまたは他の同様のサーバから受信してもよい。また、患者のCT画像は、取外し可能なメモリ104によって計算装置100に提供されてもよい。

【0031】

経路計画モジュール200は、メモリ104に格納され、かつ計算装置100のプロセッサ106によって実行されるソフトウェアプログラムを含む。以下にさらに詳細に記載するように、経路計画モジュール200は、医療処置中に後で使用される経路計画を開発するために、臨床医を一連の工程に案内する。経路計画モジュール200は、臨床医に対して表示装置102上に視覚的対話型機能を表示し、かつ臨床医の入力を受け取るためのユーザインタフェースモジュール202と通信する。

【0032】

本明細書に使用されている「臨床医」という用語は、あらゆる医学の専門家(すなわち、内科医、外科医、看護師など)または本明細書に記載されている実施形態の使用を必要とする医療処置の計画、実行、監視および/または監督に関わる経路計画システム10の他のユーザを指す。

【0033】

図2A~図2Fを一時的に参照すると、実際に標的を特定する最も効果的な方法は、コンピュータ断層撮影(CT)画像の使用を必要とする。導入として、診断ツールとしてのCT画像の使用は日常的になっており、CTの結果は、病変部、腫瘍または他の同様の対象となる標的のサイズおよび位置に関する臨床医に利用可能な主要情報源であることが多い。この情報は、生検などの手術処置を計画するために臨床医によって使用されるが、典型的には、処置の開始前に実施者の能力の及ぶ範囲で記憶されなければならない「オフライン」情報としてのみ利用可能である。CT画像は典型的に、軸方向、冠状方向および矢状方向のそれぞれのスライスとして患者をデジタルで画像化することにより得られる。例えば、図2Aは、軸方向から、すなわち図2Bに示すように患者の脊椎に対して平行に見ているかのように撮影されたCT画像のスライス示す。図2Cは、冠状方向から、すなわち図2Dに示すように患者の真上から撮影されたCT画像のスライスを示す。図2Eは、矢状方向から、すなわち図2Fに示すような患者の側面から撮影されたCT画像のスライスを示す。臨床医は、標的の特定すなわち発見を試みている際に、各方向からのスライスによってCT画像データスライスを見直してもよい。

【0034】

次に図3を参照すると、一実施形態では、経路計画モジュール200を用いた経路計画は4つの別個の段階で実施することができる。第1段階S1で、臨床医は、経路計画のための患者を選択する。第2段階S2で、臨床医は、標的を追加する。第3段階S3で、臨床医は、標的までの経路を作成する。最後に、第4段階S4で、臨床医は、計画を見直しおよび承認し、医療処置で使用するためにその計画をエクスポートしてもよい。臨床医は、必要に応じて第2および第3段階S2およびS3のいずれか一方または両方を繰り返してさらなる標的を選択し、かつ/または特定の患者のためにさらなる経路を作成してもよい。例えば、臨床医は、さらなる標的を選択して、各標的までの経路を作成してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、同じ標的のために複数の経路を作成してもよい。図4~図16を参照して、段階S1~S4のそれぞれについて以下により詳細に記載する。

【0035】

本明細書に使用されている「ウィンドウ」という用語は、ユーザインタフェース202によって表示装置102上に投影または提供されるあらゆる画面、画像、オーバーレイ、

10

20

30

40

50

ユーザインタフェースまたはそれらの組み合わせを指す。

【0036】

次に図4および図5を参照すると、段階S1で、ユーザインタフェース202は、経路計画を実施する患者データ212を選択するためのウィンドウ210を臨床医に提示する。図4は、ウィンドウ210を含むユーザインタフェース202を示し、図5は、本開示の一実施形態に係る患者データを選択する方法を示す。ユーザインタフェース202は、最初に、臨床医の見直しのためにウィンドウ210を開くことにより、工程S500で患者データを選択する方法を開始する。ウィンドウ210は、経路計画で使用される患者データ212を受け取るソースを臨床医が選択することができるように選択可能なソース位置メニュー214を含む。工程S502で、臨床医は、上記のように、例えば、CD、DVD、ブルーレイ、他の挿入可能な光学式媒体、ユニバーサル・シリアル・バス(USB)メモリ装置、外部もしくは内部ハードドライブ、ソリッドステート記憶装置、または計算装置100に接続されているかデータ通信している任意の他の種類のメモリもしくは記憶装置104などの複数の記憶装置またはメモリ装置からソースを選択する。また、ウィンドウ210は、例えば、ネットワークまたはインターネット上のサーバなどの遠隔位置に格納された患者データ212へのアクセスを提供してもよい。ソース位置メニュー214により、臨床医が患者データの単一のソースを選択することができるようにしたり、臨床医が同時に患者データの複数のソースを選択することができるようにしたりしてもよい。また、ソース位置メニュー214は、全てのソースから患者の一覧を作成するオプションを含んでいてもよい。工程S504で、臨床医は、患者の一覧から検索してもよく、あるいは患者の一覧を、例えば、患者の名前もしくは名字、ID番号、誕生日または他の同様の判別条件などの選択した判別条件を満たすものに絞るために、検索ボックス216に検索用語を入力してもよい。臨床医が選択した所望の患者を有すると、臨床医は工程S506に進む。

【0037】

工程506では、臨床医によって患者が選択されると、患者の入手可能なCT画像220および各CT画像220に対して以前に作成された選択した患者のためのあらゆる経路計画222の一覧を含む患者のためのドロップダウンメニュー218が表示される。臨床医は、「新しい計画を作成する」オプション224を選択し、かつ工程S510に進むことにより、CT画像220に基づいて新しい計画を作成することを選択してもよく、あるいは、選択したCT画像220のために以前に作成された計画が存在する場合、「計画を開く」オプション226を選択し、かつ工程S514に進むことにより、以前に作成された計画を開いてもよい。「新しい計画を作成する」オプション224を選択した場合、CT画像220を好ましくはDICOMフォーマットで経路計画モジュール200内にインポートする。計算装置100は、CT画像220をそれらが撮影された順番に並べて、それらが撮影された際にCTスキャン装置に設定されたスライス間の距離に従ってそれらを離間させることにより、CT画像220を処理して3次元CTボリュームに組み立てる。経路計画モジュール200は、患者の気管支樹の継ぎ目のない3次元(3D)モデルすなわちCTボリュームを作成するためにデータフィル機能を実行してもよい。経路計画モジュール200は、新しく構築されたCTボリュームを使用して、気管支樹内の気道の3次元マップを生成する。3次元マップは、各気道が線として表されるように骨格化してもよく、あるいはそれらの各直径を表す寸法を有する気道を含んでいてもよい。3次元マップを生成している際に、後で使用するために、気道に気流方向の印(吸息、呼息すなわちそれぞれのための別個の矢印)を付けることが好ましい。3次元CTボリュームおよびモデルを生成する技術は、どちらもSummersらに付与された同一出願人による米国特許第6,246,784号および第6,345,112号ならびにそれらの中で引用されている参考文献に記載されており、それらの開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0038】

また、ウィンドウ210は、臨床医が、表示装置102上に示されている現在の画面、

10

20

30

40

50

例えば、ウィンドウ 2 1 0 の画像をキャプチャし、キャプチャした画像をメモリに保存することができる「画面をキャプチャする」オプション 2 2 8 を含んでいてもよい。また、「画面をキャプチャする」オプション 2 2 8 は、キャプチャした画像から患者に特有データを除去して、患者のプライバシーを保護するように構成されていてもよい。患者に特有のデータの除去は、臨床医によって選択可能なオプションであってもよく、デフォルトで「オン」に設定されていてもよい。

【 0 0 3 9 】

次に図 6 ~ 図 8 を参照すると、臨床医がウィンドウ 2 1 0 から「新しい計画を作成する」オプション 2 2 4 を選択した場合、本方法は、工程 S 5 1 2 および段階 S 2 に進み、標的を追加する。図 6 および図 8 は、ウィンドウ 2 3 0 および 2 4 4 を含むユーザインタフェース 2 0 2 を示し、図 7 は、本開示の一実施形態に係る標的を追加する方法を示す。段階 S 2 が開始されると、本方法は、工程 S 7 0 0 に進み、ユーザインタフェース 2 0 2 は、経路計画を実施する標的 2 3 2 の特定および選択のためのウィンドウ 2 3 0 を開く。ウィンドウ 2 3 0 では、主ウィンドウ 2 3 6 内の C T 画像データのスライス 2 3 4 が臨床医に提供される。スライス 2 3 4 は、軸方向、冠状方向および矢状方向のうちのいずれか一方向からの C T 画像データから取り出されたものであってもよい。臨床医は、主ウィンドウ 2 3 6 に示されているスライス 2 3 4 を、軸方向、冠状方向および矢状方向からのスライス 2 3 4 の間をいつでも自由に切り替えることができる。図示されている例では、軸方向の C T 画像データからのスライス 2 3 4 が提供されている。一度に単一のスライスおよび方向のみ、例えば、軸方向の C T 画像データからのスライス 2 3 4 のみを示すことにより、標的を選択する単純かつ見やすいインタフェースが臨床医に提供されることに留意されたい。臨床医は、主ウィンドウ 2 3 6 内の選択されたスライス 2 3 4 の画像を操作および再配置してもよく、選択されたスライス 2 3 4 を拡大縮小して、選択されたスライス 2 3 4 の特定の部分の拡大または縮小された図を得てもよい。

【 0 0 4 0 】

ウィンドウ 2 3 0 は、臨床医によって使用される患者の C T 画像データの一般的な全体像を提供するローカライザー 2 3 8 も含む。図示されている例では、ローカライザー 2 3 8 は、冠状方向からの患者の肺の一般像を含むローカライザーウィンドウ 2 4 0 を提供している。ローカライザーウィンドウ 2 4 0 は、例えば、冠状方向からの C T 画像、蛍光透視様画像、または臨床医に患者の肺の像を提供する他の同様の画像を表示してもよい。ローカライザー 2 3 8 は、ローカライザー 2 3 8 によって表示される患者の肺に対する主ウィンドウ 2 3 6 内に表示される選択されたスライス 2 3 4 の位置を臨床医に提供する、ローカライザーウィンドウ 2 4 0 を横切って延びる位置要素 2 4 2、例えば、線またはバーを含む。位置要素 2 4 2 は、臨床医によって選択可能であり、かつ、臨床医が、主ウィンドウ 2 3 6 上に表示される患者の肺の C T 画像スライス内をスクロールすることができるようにローカライザーウィンドウ 2 4 0 に対して移動およびスライド可能である。例えば、C T 画像スライスを、C T 画像データによって定められた順序でスクロールまたは表示してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、ローカライザーウィンドウ 2 4 0 の一部をクリックまたは選択して、ローカライザー 2 3 8 を患者の肺の中の選択した位置まで移動してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、ユーザインタフェース 2 0 2 と直接対話することなく、例えばマウスホイールまたは他の装置などの入力装置を介して、主ウィンドウ 2 3 6 に表示されている患者の肺の C T 画像スライス内をスクロールしてもよい。主ウィンドウ 2 3 6 上に表示するために別の方向（例えば、冠状方向）を選択した場合、ローカライザー 2 3 8 は、他の方向（例えば、軸方向または矢状方向）のうちの 1 つの一般像を表示してもよい。ローカライザー 2 3 8 は、特定の病変部または他の標的 2 3 2 が患者の肺の中のどこに位置しているかについての一般参照を臨床医に提供する。また、ローカライザー 2 3 8 は、臨床医の参照のために 1 つ以上の以前に選択された標的を表示してもよい。

【 0 0 4 1 】

工程 S 7 0 2 で、臨床医は、C T 画像スライス 2 3 4 内をスクロールして、C T 画像上

10

20

30

40

50

の標的 2 3 2 を特定する。工程 S 7 0 4 では、現在の C T スライス 2 3 4 内で標的 2 3 2 が特定されると、臨床医は、標的選択要素 2 4 3、例えば、十字カーソル、マウスポインタ、手または他の同様の選択要素を用いて主ウィンドウ 2 3 6 から標的 2 3 2 をクリックするか、それ以外の方法で選択してもよい。臨床医は、標的選択要素 2 4 3 を標的 2 3 2 の上に配置するように、例えば、主ウィンドウ 2 3 6 上に表示されている C T 画像をドラッグしてもよく、あるいは、マウス（図示せず）または他の入力装置を用いて標的 2 3 2 をクリックすることにより標的 2 3 2 を直接選択してもよい。表示装置 1 0 2 がタッチセンサ式である場合、臨床医は、表示装置 1 0 2 上の標的 2 3 2 をタッチして標的 2 3 2 を選択してもよい。次いで、「標的を追加する」オプション 2 4 5 を選択することにより、工程 S 7 0 6 で標的 2 3 2 を計画に追加してもよい。

10

【0042】

次に図 8 を参照すると、標的 2 3 2 が追加されると、ユーザインタフェース 2 0 2 によって標的詳細ウィンドウ 2 4 4 が表示される。標的詳細ウィンドウ 2 4 4 は、ウィンドウ 2 3 0 をオーバーレイしても置き換えてもよい。標的詳細ウィンドウ 2 4 4 は、軸方向表示 2 4 6、冠状方向表示 2 4 8 および矢状方向表示 2 5 0 の拡大すなわちズームされた型の中に示される選択した標的 2 3 2 を臨床医に提供する。工程 S 7 0 8 で、臨床医は、標的 2 3 2 の幅、高さおよび深さ寸法を入力し、標的 2 3 2 に名前を付け、標的 2 3 2 に関するさらなるコメントを追加してもよい。さらに、標的寸法決め要素 2 5 2、例えば、十字カーソルまたは他の同様の要素を、各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 内の標的 2 3 2 の上に配置し、臨床医によって、各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 内の標的 2 3 2 を標的寸法決め要素 2 5 2 内にセンタリングするように操作または移動可能である。標的寸法決め要素 2 5 2 は、臨床医によって標的 2 3 2 の寸法を変更するように操作可能な調整可能境界リング 2 5 4 も含む。例えば、臨床医は、軸方向表示 2 4 6、冠状方向表示 2 4 8 および矢状方向表示 2 5 0 のそれぞれの上の境界リング 2 5 4 のサイズを変更して、標的 2 3 2 の寸法を正確に定めてもよい。境界リング 2 5 4 は、円形、楕円形または他の同様の幾何学形状であってもよく、境界リング 2 5 4 の形状は、標的 2 3 2 の全体寸法に実質的に一致するように調整してもよい。一実施形態では、境界リング 2 5 4 を、臨床医によって非幾何学的に、例えば、境界リング 2 5 4 の自由形状操作で、標的 2 3 2 の非幾何学的な寸法に一致させるように調整してもよい。標的 2 3 2 は、例えば、病変部、腫瘍などの 3 次元の物体であり、かつ各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 は、異なる方向から撮影されているため、臨床医による表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 のうちの 1 つに対する境界リング 2 5 4 の操作および調整により、残りの表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 の一方または両方の中の境界リング 2 5 4 も変更または調整され得ることに留意されたい。このようにして、臨床医は、標的の寸法および 3 種類の表示全ての中の標的 2 3 2 の位置を正確に選択し、標的を 3 次元の座標空間内の特定の座標および寸法に効果的にマッピングしてもよい。工程 S 7 1 0 では、標的 2 3 2 の寸法および位置が臨床医によって選択されると、臨床医は、「標的を保存する」オプション 2 5 6 を選択し、工程 S 7 1 2 の患者の気管支樹の生成された 3 次元マップの見直しに進む。

20

30

【0043】

次に図 9 および図 10 を参照すると、臨床医がウィンドウ 2 3 0 の「標的を保存する」オプション 2 5 6 を選択した後、本方法は工程 S 1 0 0 0 に進み、気管支樹の 3 D マップを見直す。工程 S 1 0 0 0 で、ユーザインタフェース 2 0 2 は、経路計画モジュール 2 0 0 によって生成された 3 次元マップの見直しのためのウィンドウ 2 6 0 を開く。ウィンドウ 2 6 0 は、患者の気管支樹の 3 次元モデル 2 6 4 を表示する 3 次元マップウィンドウ 2 6 2 および臨床医の参照のために軸方向、冠状方向および矢状方向のうちの一方向からの C T 画像を表示するスキャンウィンドウ 2 6 6 を含む。図示されている実施形態では、冠状方向からの C T 画像が表示されている。冠状方向からの C T 画像が表示されているのは、冠状方向により、真上からの患者の気管支樹の画像すなわち正面図が得られ、気管支樹、例えば、主要な気道の主幹および分岐部の認識可能な主要な特徴を臨床医に表示する可能性が高いからである。C T 画像を 3 次元モデル 2 6 4 と比較することにより、臨床医は

40

50

、３次元モデル２６４が患者の気管支樹の認識可能な主要な特徴を含むこと、およびＣＴ画像と比較した場合に３次元モデル２６４内に肉眼的異常が全く存在しないことも判定または確認することができる。工程Ｓ１００２で、臨床医は、３次元マップウィンドウ２６２の回転スライダー２６８を操作して３次元モデルを必要に応じて回転させて、３Ｄマップが承認可能であるか否かを判定する。工程Ｓ１００４では、３次元モデル２６４が実質的に正確であり、例えば、主要または中枢の気道が十分に図示されていると臨床医が満足した場合は、臨床医は、「マップを承認する」オプション２７０を選択し、段階Ｓ３および気道ファインダーに進む。３Ｄマップが承認可能でない場合、臨床医は、工程Ｓ１００６に進み、工程Ｓ５００に戻って、新しい患者データ、例えば、新しい患者または同じ患者の新しいＣＴスキャンを選択する。

10

【００４４】

次に図１１Ａ～図１１Ｇおよび図１２を参照すると、臨床医がウィンドウ２６０の「マップを承認する」オプション２７０を選択した後、本方法は、段階Ｓ３および工程Ｓ１２００に進んで気道ファインダーを開始する。図１１Ａ～図１１Ｂおよび図１１Ｄ～図１１Ｇは、ウィンドウ２７２を含むユーザインタフェース２０２を示し、図１１Ｃは、気道ファインダーによって使用される最初の軸「Ａ」を示し、図１２は、本開示の一実施形態に係る気道を見つけて経路を完成させる方法を示す。工程Ｓ１２００では、最初に図１１Ａ～図１１Ｃを参照すると、ユーザインタフェース２０２は、標的２３２から患者の入口点、例えば、口もしくは鼻などの自然な開口部または切開部などの人工の入口点までの経路を作成するためのウィンドウ２７２を開く。ウィンドウ２７２は、標的２３２を含むＣＴ画像２７６を表示する気道ファインダー２７４と、ＣＴ画像２７６の指定軸の周りでの回転を表す回転インタフェース２７８とを含む。一実施形態では、ウィンドウ２７２を最初に開くとすぐに、気道ファインダーウィンドウ２７４のＣＴ画像２７６上に標的２３２のみが示され、回転インタフェース２７８上の回転インジケータ２８０、例えば、矢印２８０ａおよび回転バー２８０ｂが位置合わせされる。回転インタフェース２７８は、ＣＴ画像２７６の指定軸の周りの相対的回転に関する回転情報を提供する。次に図１１Ｂを参照すると、標的マーカ２３２ａがＣＴ画像２７６上に表示されており、臨床医に標的２３２の位置を示すために、標的２３２の上に配置されている。引き出し線２３２ｂは、標的マーカ２３２ａの中心から延びており、ポインタ、マウスまたは他の入力装置の移動により臨床医によって移動可能である。例えば、臨床医による入力装置の移動により、標的２３２から離れるように延びる引き出し線２３２ｂの端部２３２ｃを移動させる。臨床医は引き出し線２３２ｂを使用して、工程Ｓ１２０８に関して以下にさらに詳細に記載するように適当な気道を選択する。

20

30

【００４５】

一実施形態では、図１１Ｃを簡単に参照すると、ウィンドウ２７２を最初に開くとすぐに、工程Ｓ１２０２で最初の軸「Ａ」が設定され、標的２３２から患者の気管内腔の中心部まで引かれた軸に沿って定められる。標的２３２から気管までの軸に沿った最初の軸「Ａ」を定めることにより、標的２３２を入口点に繋ぐ標的２３２の近くの気道を臨床医が見つけることができる可能性が高まる。これは、気管支樹の樹状すなわち分岐的性質によるものである。他の実施形態では、最初の軸「Ａ」を、標的２３２から患者の気管支樹の任意の他の部分、例えば、気管支樹の最も近い主要分岐部の中心部または患者の気管支樹の３Ｄマップの最も近い公知の気道まで引かれた軸に沿って定めてもよい。

40

【００４６】

工程Ｓ１２０４で、臨床医は、例えば、マウスホイールを転がすか、別の入力装置を操作するか、および／またはユーザインタフェース２０２の一部、例えば、回転インタフェース２７８を操作することにより、ＣＴ画像２７６を最初の軸の周りに回転させる。臨床医がＣＴ画像２７６を最初の軸の周りに回転させるにつれて、回転インタフェース２７８上のインジケータ２８０は、互いに対して移動し、例えば、回転バー２８０ｂは、回転インタフェース２７８に沿って対応する方向に矢印２８０ａに対して移動して、最初の表示に対する回転量を示す。臨床医により同じ方向に連続的に回転させた後に、回転バー２８

50

0 b が回転インタフェース 2 7 8 の端部に到達すると、回転バー 2 8 0 b は回転インタフェース 2 7 8 の端部から消えて、回転インタフェース 2 7 8 の反対側の端部から再び現れ、回転インタフェース 2 7 8 に沿って同じ方向にスライドし続ける。臨床医が C T 画像 2 7 6 を最初の軸の周りにフル回転させると、インジケータ 2 8 0、例えば、矢印 2 8 0 a および回転バー 2 8 0 b は、回転インタフェース 2 7 8 の中心に再度位置合わせされる。

【 0 0 4 7 】

次に図 1 1 B および図 1 1 D を参照すると、C T 画像 2 7 6 を最初の軸の周りに回転させると、臨床医は、工程 S 1 2 0 6 で、C T 画像 2 7 6 を評価して、標的 2 3 2 の近くに気道 2 8 2 が存在するか否かを判定する。例えば、標的 2 3 2 から離れるように延びるか標的 2 3 2 の近くに延びる C T 画像 2 7 6 内の暗い領域は、気道 2 8 2 が存在するという指標であってもよい。臨床医が気道 2 8 2 が存在すると判定した場合、本方法は工程 S 1 2 0 8 に進み、臨床医は、引き出し線 2 3 2 b の端部 2 3 2 c を C T 画像 2 7 6 上の気道 2 8 2 内の決定した位置に配置して、C T 画像 2 7 6 上に経路中間地点 2 8 2 a を作成する。経路計画モジュール 2 0 0 は、C T 画像 2 7 6 上の標的 2 3 2 と経路中間地点 2 8 2 a との間に経路線 2 8 4 を描き、工程 S 1 2 1 0 に進む。このようにして、臨床医は、標的 2 3 2 に最も近い気道 2 8 2 の一部を定める。気道 2 8 2 が全く存在しない場合、臨床医は、工程 S 1 2 0 4 に戻り、C T 画像を指定軸の周りに回転させ続ける。経路中間地点 2 8 2 a が正確に配置されていない場合または臨床医が別の気道を探すことを望んでいる場合は、臨床医は、経路中間地点 2 8 2 a を除去して、工程 S 1 2 0 4 または S 1 2 0 8 のいずれか一方に戻ってもよい。

【 0 0 4 8 】

工程 S 1 2 1 0 で、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医によって選択された経路中間地点 2 8 2 a が経路計画モジュール 2 0 0 によって生成された 3 次元マップの公知の気道内に位置しているか否かを判定する。経路中間地点 2 8 2 a が 3 次元マップの公知の気道内に位置している場合、本方法は工程 S 1 2 1 4 に進み、図 1 1 G 内の中間地点 2 8 2 a について以下にさらに示すように、経路中間地点 2 8 2 a から 3 次元マップの公知の気道を通して気管および患者の入口点まで、経路計画モジュール 2 0 0 によって経路を自動的に完成させる。

【 0 0 4 9 】

経路中間地点 2 8 2 a が 3 次元マップの公知の気道内に位置していない場合、本方法は工程 S 1 2 1 2 に進む。次に図 1 1 D および図 1 1 E を参照すると、気道ファインダー 2 7 4 は、上記のように、標的 2 3 2、標的マーカ 2 3 2 a、経路中間地点 2 8 2 a、経路線 2 8 4 および回転インタフェース 2 7 8 を含む C T 画像 2 8 6 を表示する。図 1 1 D に示すように、端部 2 8 2 c を有する引き出し線 2 8 2 b は、この時、経路中間地点 2 8 2 a から延びている。

【 0 0 5 0 】

工程 S 1 2 1 2 では、指定軸が、経路線 2 8 4 により画定された軸に設定される。C T 画像 2 8 6 は、最初の軸「A」の代わりに経路線 2 8 4 の周りを回転可能であり、回転インタフェース 2 7 8 は、経路線 2 8 4 により画定された軸の周りでの C T 画像 2 8 6 の相対的回転を表示する。経路線 2 8 4 の周りに回転軸を定めることにより、臨床医が、経路中間地点 2 8 2 a を含む気道 2 8 2 に繋がる C T 画像 2 8 6 上の気道を見つける可能性が高まる。指定軸が経路線 2 8 4 の軸に設定された後、本方法は工程 S 1 2 0 4 に戻る。C T 画像 2 8 6 を、経路線 2 8 4 により画定された軸の周りに回転させると、臨床医は、上記のように、C T 画像 2 8 6 を評価して、経路中間地点 2 8 2 a を含む経路に繋がる気道 2 8 8 が存在するか否かを判定する。臨床医が工程 S 1 2 0 6 で気道 2 8 8 が存在すると判定した場合、本方法は、工程 S 1 2 0 8 に進み、臨床医は、引き出し線 2 8 2 B の端部 2 8 2 c を C T 画像 2 8 6 上の気道 2 8 8 内の決定した位置に配置して、C T 画像 2 8 6 上に経路中間地点 2 8 8 a を作成する。経路計画モジュール 2 0 0 は、図 1 1 E に示すように、C T 画像 2 8 6 上に経路中間地点 2 8 2 a から経路中間地点 2 8 8 a までの経路線 2 9 0 を描く。経路中間地点 2 8 8 a が正確に配置されていない場合または臨床医が別の

気道を探すことを望んでいる場合は、臨床医は、経路中間地点 288a を除去して、工程 S1204 または S1208 のいずれか一方に戻ってもよい。

【0051】

工程 S1210 では、次に図 11F を参照すると、経路計画モジュール 200 は、臨床医によって選択された経路中間地点 288a が、経路計画モジュール 200 によって生成された 3 次元マップの公知の気道、例えば気道 291 内に位置しているか否かを判定する。経路中間地点 288a が 3 次元マップの公知の気道内に位置していない場合、本方法は工程 S1212 に進み、臨床医は、経路中間地点が 3 次元マップの公知の気道内に位置するまで、上記のようにさらなる経路中間地点を設定し続ける。

【0052】

次に図 11G を参照すると、経路中間地点 291a が気道 291 内に上記の方法で追加されている。この例示では、気道 291 は 3 次元マップの公知の気道である。本方法は工程 S1214 に進み、経路計画モジュール 200 によって、経路中間地点 291a から気道 291 および気管支樹の 3 次元マップの公知の分岐部を通して患者の入口点まで、経路 291b を自動的に完成させる。経路を自動的に完成させると、本方法は工程 S1216 に進み、ユーザインタフェース 202 によって経路完成ウィンドウ 293 が表示され、臨床医に「経路の見直しに進む」オプション 293a および「自動完成を取り消す」オプション 293a を提供する。臨床医は、「経路の見直しに進む」オプション 293a を選択して工程 S1218 に進み、経路の見直しを開始してもよい。あるいは、臨床医が気道ファインダー 274 を用いて中間地点のマッピングを継続することを望んでいる場合、臨床医は、「自動完成を取り消す」オプション 293b を選択し、上記のようにさらなる経路中間地点を作成するために、工程 S1212 に戻ってもよい。

【0053】

このようにして、処置または手術中に臨床医によって後で使用される経路計画が作成される。臨床医は、自動完成前に標的 232 に最も近い経路および経路中間地点を手動で選択および作成することができるため、臨床医は、経路計画の終了時に標的 232 に対する医療装置の最終的な向きを直接制御する経路計画を作成することができる。これにより、臨床医は、医療装置を、患者の細い気道に沿って、医療装置の作業端をほぼ標的 232 に向かって方向づけることができる方向に移動させることができる医療装置のための経路計画を作成することができる。ここで、「ほぼ標的 232 に向かって」とは、臨床医が使用される医療装置の限度内で標的 232 に効果的にアクセスし得るあらゆる向きを含む。

【0054】

次に図 13 および図 14 を参照すると、臨床医が経路を完成した後、本方法は工程 S1400 に進み、ユーザインタフェース 202 は、標的 232 から患者の入口点までの経路を見直すためのウィンドウ 294 を開く。図 13 は、ウィンドウ 294 を含むユーザインタフェース 202 を示し、図 14 は、本開示の一実施形態に係る経路を見直す方法を示す。ウィンドウ 294 は、仮想ウィンドウ 295 および 3 次元マップウィンドウ 296 を含む。3 次元マップウィンドウ 296 は、3 次元マップウィンドウ 262 と同様の患者の気管支樹の 3 次元モデル 298 を表示する。仮想ウィンドウ 295 は、実際の気管支鏡表示と同様のシミュレートされた表示を示す CT に基づく「仮想気管支鏡検査」を表示し、仮想気管支鏡検査表示、局所表示および放射状表示の間で選択するための表示選択タブ 295a を含む。仮想気管支鏡検査の間、臨床医は、必要に応じて仮想表示、局所表示および放射状表示の間を切り替えて経路を見直してもよい。仮想気管支鏡検査表示は、気管支鏡からのビデオ画像に近似した CT データから得られる気道の仮想映像を表示し、局所表示は、現在のナビゲーション位置を通る CT ボリュームの断面の正面斜視図を表示し、放射状表示は、ナビゲーション位置および局所経路部分に垂直な CT ボリュームの断面を表示する。仮想気管支鏡検査技術については、どちらも Summers らに付与された同一出願人による米国特許第 6,246,784 号および第 6,345,112 号ならびにそれらの中で引用されている参考文献に記載されており、それらの開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

工程 S 1 4 0 2 では、臨床医によって経路が作成されるとすぐに、ユーザは、仮想ウィンドウ 2 9 5 上のフライスルー仮想気管支鏡検査に従って、計画、標的および経路を見直す。ユーザインタフェース 2 0 2 は、仮想ウィンドウ 2 9 5 内に、作成された経路を表す線 3 0 0 を生成する。臨床医は、入口点から気管を通り、かつ患者の気管支樹の気道を通して、線 3 0 0 が標的 2 3 2 に到達するまで、線 3 0 0 を辿る。明らかなように、臨床医が、患者の気管支樹の次第に細くなっていく気道を通る線 3 0 0 を辿るにつれて、インポートされた CT 画像の解像度の欠如により、経路計画モジュール 2 0 0 が細くなっていく気道を解像する能力が次第に難しくなっていく。この解像度の欠如により、仮想ウィンドウ 2 9 5 に表示されている仮想気管支鏡検査のシミュレートされた表示は、最終的に鮮明な気道内腔を示すことができなくなることがある。いずれにせよ、臨床医が経路計画の目的のために本システムを利用することができるように、標的 2 3 2 および線 3 0 0 は、仮想ウィンドウ 2 9 5 内に表示される。

10

【 0 0 5 6 】

臨床医が、患者の気管支樹を通して標的 2 3 2 までの線 3 0 0 を辿るにつれて、3次元モデル 2 9 8 に対する仮想ウィンドウ 2 9 5 のシミュレートされた表示の位置を示す対応するマーカ 2 9 8 a は、3次元モデル 2 9 8 に沿って標的 2 3 2 まで移動する。工程 S 1 4 0 4 では、仮想気管支鏡検査を見直した後、臨床医は、経路が承認可能であるか否かを判定する。経路が承認可能である場合、臨床医は、「承認する」オプション 2 9 9 a を選択してもよく、本方法は工程 S 1 4 0 8 に進む。経路が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 4 0 6 に進み、臨床医は、「経路を廃棄してやり直す」オプション 2 9 9 b を選択して気道ファインダーウィンドウ 2 7 2 に戻り、経路を編集するか新しい経路を作成してもよい。

20

【 0 0 5 7 】

次に図 1 5 ~ 図 1 7 を参照すると、臨床医が経路を見直しおよび承認するとすぐに、本方法は、段階 S 4 および工程 S 1 7 0 0 に進む。図 1 5 および図 1 6 は、ウィンドウ 3 0 2 および 3 1 6 をそれぞれ含むユーザインタフェース 2 0 2 を示し、図 1 7 は、本開示の一実施形態に係る計画を見直す方法を示す。工程 S 1 7 0 0 で、ユーザインタフェース 2 0 2 は、3次元マップウィンドウ 3 0 4 と、選択した経路を表示する軸方向表示 3 0 6、冠状方向表示 3 0 8 および矢状方向表示 3 1 0 の各表示を含むウィンドウ 3 0 2 を開く。ウィンドウ 3 0 2 は、標的タブ 3 1 2 および経路一覧 3 1 4 を含む。標的タブ 3 1 2 により、臨床医は、さらなる見直しのために、さらなる標的を追加し、かつ既に特定されている標的を選択することができる。経路一覧 3 1 4 により、臨床医は選択した標的タブ 3 1 2 に関連づけられた経路を見直し、かつ選択した標的タブ 3 1 2 のために経路を追加することができる。工程 S 1 7 0 4 で、臨床医は、標的が承認可能であるか否かを判定する。標的が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 7 0 6 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医を「標的を追加する」ウィンドウ 2 3 0 に戻して、上記のように新しい標的を追加する。標的が承認可能である場合、本方法は工程 S 1 7 0 8 に進み、臨床医は、経路が承認可能であるか否かを判定する。経路が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 7 1 0 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、上記のようにさらなる経路を作成するために、臨床医を「気道ファインダー」ウィンドウ 2 7 2 に戻す。標的および経路の両方が承認可能である場合、臨床医は、「終了してエクスポートする」オプション 3 1 5 を選択し、工程 S 1 7 1 6 の計画の見直しに進む。

30

40

【 0 0 5 8 】

次に図 1 6 を参照すると、工程 S 1 7 1 6 では、ユーザインタフェース 2 0 2 は、3次元マップウィンドウ 3 1 8 および選択した計画のために特定された標的 3 2 0 の一覧を含むウィンドウ 3 1 6 を開く。各標的 3 2 0 は、関連づけられた経路 3 2 2 を表示するために臨床医によって選択可能であり、各経路 3 2 2 は、見直しオプション 3 2 4 の選択により臨床医によって見直し可能である。ウィンドウ 3 1 6 は、3次元マップが見直しおよび承認されたか否かならびに現在の計画がエクスポートされたか否かの指標も提供する。工

50

程 S 1 7 1 2 では、3 D マップが承認されなかった場合、臨床医は、「3 D マップを見直しする」オプション 3 2 6 を選択することにより、3 次元マップを再度見直してもよい。「3 D マップを見直しする」オプション 3 2 6 が選択された場合、本方法は工程 S 1 7 1 4 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医を上記「3 D マップを見直しする」ウィンドウ 2 6 0 に戻す。3 D マップが承認された場合、本方法は工程 S 1 7 1 6 に進み、臨床医は、全体的な計画が承認可能であるか否かを判定する。計画が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 7 1 8 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医を上記「患者選択」ウィンドウ 2 1 0 に戻す。臨床医が計画に満足した場合、本方法は、工程 S 1 7 2 0 に進み、臨床医は、「エクスポート」オプション 3 2 8 を選択することにより、外科手術中に使用される計画をエクスポートしてもよい。当該計画を、例えば、装置 1 0 0 上のメモリまたは記憶装置、取外し可能な記憶装置などのメモリ 1 0 4 ついて上に記載した任意の形態の非一時的コンピュータ可読媒体、メモリまたは記憶装置にエクスポートしてもよく、遠隔すなわちサーバのメモリなどに有線もしくは無線接続を介した送信によりエクスポートしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

図 4、図 6、図 1 5 および図 1 6 を参照すると、ユーザインタフェース 2 0 2 は、上記段階および / または工程のいずれかに戻るかそれらを繰り返すために臨床医によって操作可能な 1 つ以上のナビゲーションバーを含んでもよい。例えば、図 4 に示すように、臨床医は、ナビゲーションバー 3 3 0 を操作して、段階間を切り替えてもよい。また、ユーザインタフェース 2 0 2 のウィンドウのいずれかにおいて前の工程またはウィンドウに戻るためのオプションを臨床医に提供していてもよい。

【 0 0 6 0 】

上記のように、本開示は、経路計画のために C T 画像を用いる。また、C T 画像は、ナビゲーション目的のために、医療処置中に臨床医によって典型的に使用される。C T 画像は、それら独自の座標系を有しているため、他の画像診断法にも好ましい。2 つの座標系、例えば、C T 画像の座標系と患者の座標系との一致は一般に、レジストレーションとして知られている。一般に、C T 画像および体表または体内の位置を特定し、両系のそれらの座標を測定することにより、レジストレーションは行われる。

【 0 0 6 1 】

C T データおよび患者データの手動および半自動化レジストレーション方法については、例えば、C o v i d i e n 社に譲渡された米国特許第 7 , 2 3 3 , 8 2 0 号に詳細に記載されており、その開示内容は参照により本明細書に組み込まれる。手動レジストレーションは、やや時間がかかり、複数の工程を必要とするため、多くの実施者は、以下に記載する自動レジストレーション技術に頼る。但し、場合によっては、特に C T 画像データの質が十分でない場合は、なお手動レジストレーションを行うことが必要であったり望ましかったりすることがある。

【 0 0 6 2 】

上で参照したレジストレーション技術の手動基準点の指定は非常に効果的であるが、サンプリングされる点の数の選択が必ずしも精度と効率とのトレードオフを表すとは限らないため、自動レジストレーションが、大部分の処置での標準となっている。同様に、半自動化技術は実現可能な選択肢であるが、それはカテーテルアセンブリの遠位端に画像センサを必要とし、それによりシステムの複雑さがさらに増してしまう。

【 0 0 6 3 】

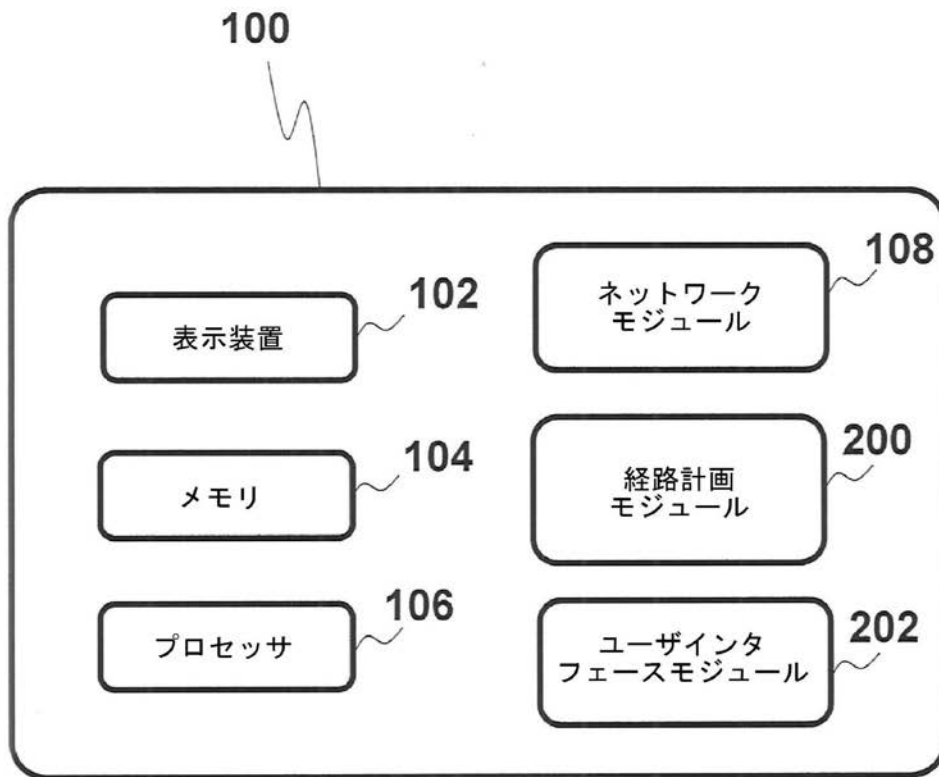
自動レジストレーション技術については、同一出願人による米国特許出願第 1 2 / 7 8 0 , 6 7 8 号に詳細に記載されており、その開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。分岐構造のデジタル画像と分岐構造内部のセンサの位置を表すリアルタイムインジケータとの自動レジストレーションは、その構造内部のデジタル画像を「ペイントする」ためにセンサを用いることにより達成される。十分な位置データが収集されると、レジストレーションが達成される。レジストレーションは、分岐構造を通るナビゲーションにより、必ずしもさらなる位置データが収集されるわけではなく、その結果、レジストレー

ションが絶えず精製されるという意味で「自動」である。

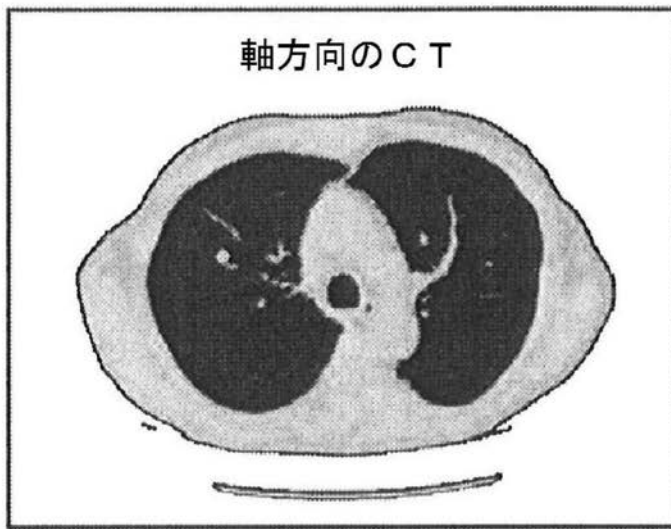
【 0 0 6 4 】

例示および説明のために添付の図面を参照しながら実施形態について詳細に説明してきたが、当然のことながら、本発明の方法および装置はそれらによって限定されるものとして解釈されるべきではない。本開示の範囲から逸脱することなく、上記実施形態に対する様々な修正が可能であることは当業者には明らかであろう。

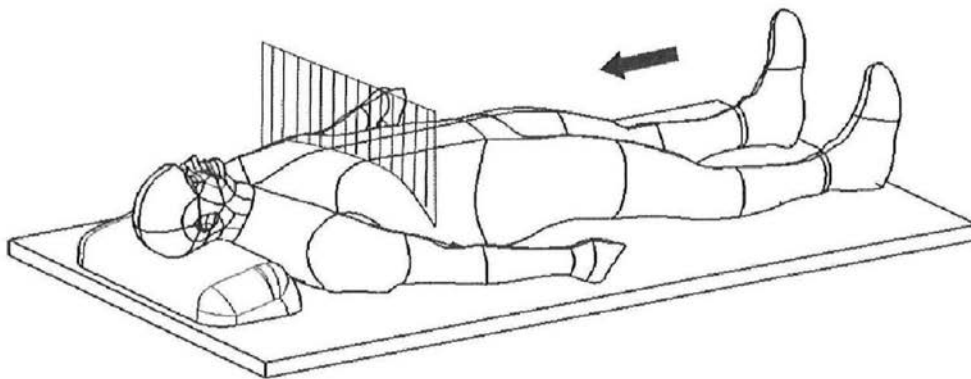
【図 1】

10

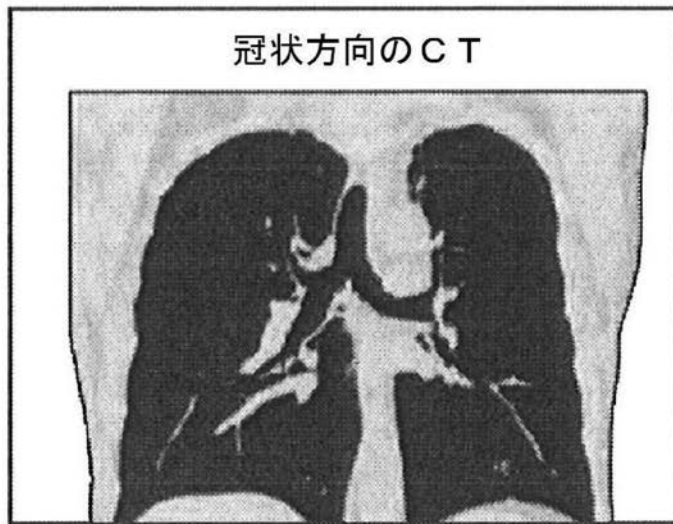
【図 2 A】



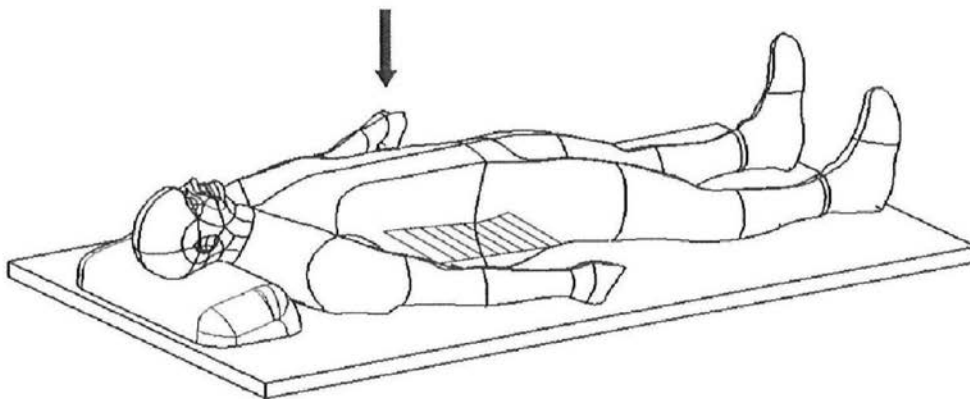
【図 2 B】



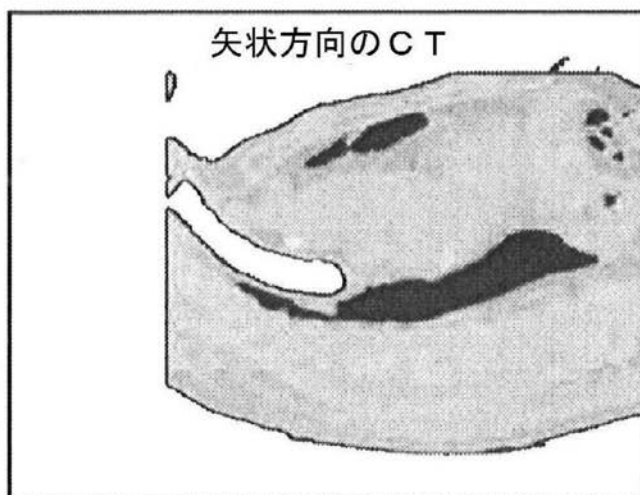
【図 2 C】



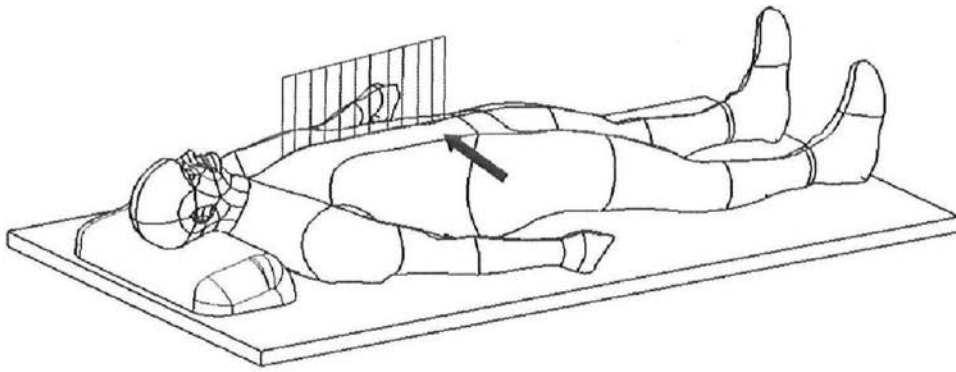
【図 2 D】



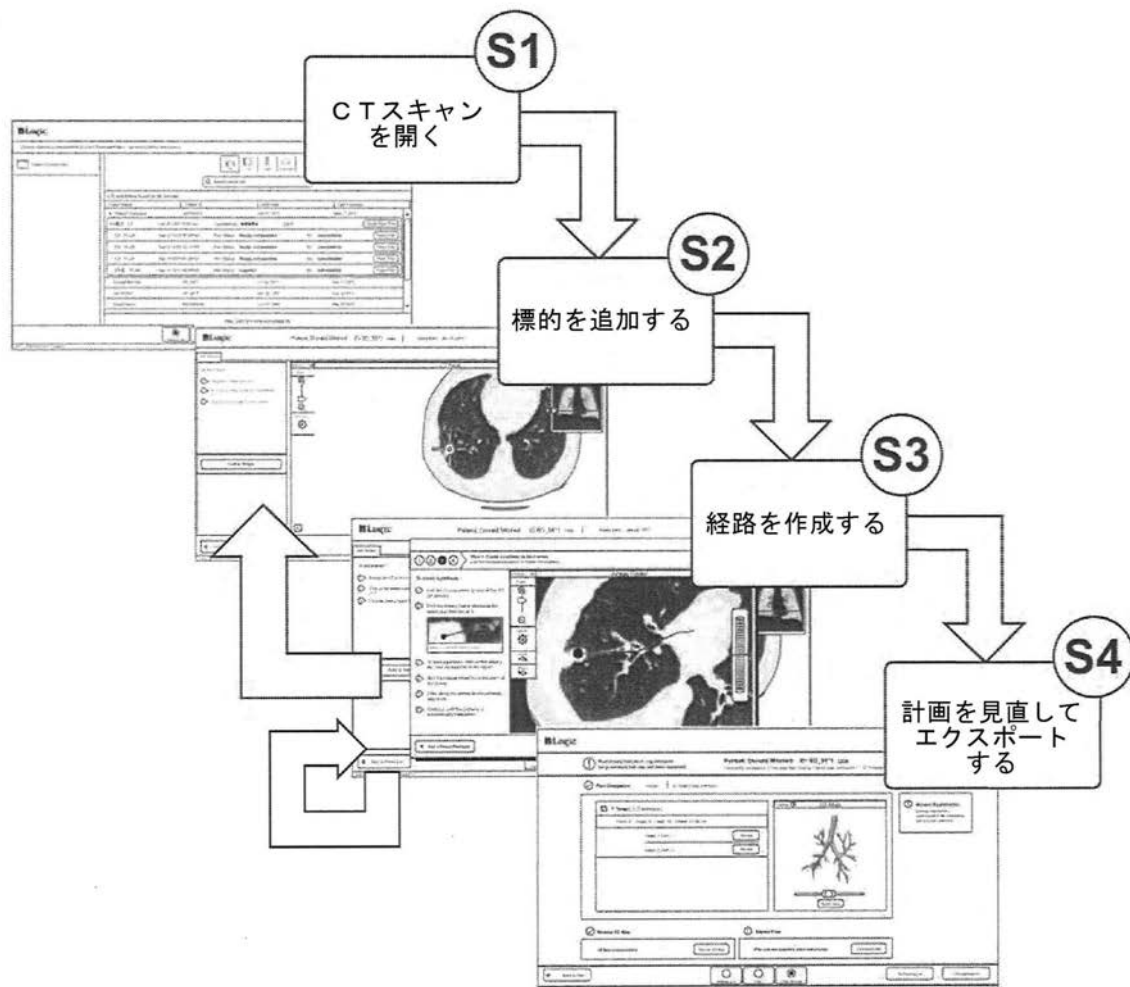
【図 2 E】

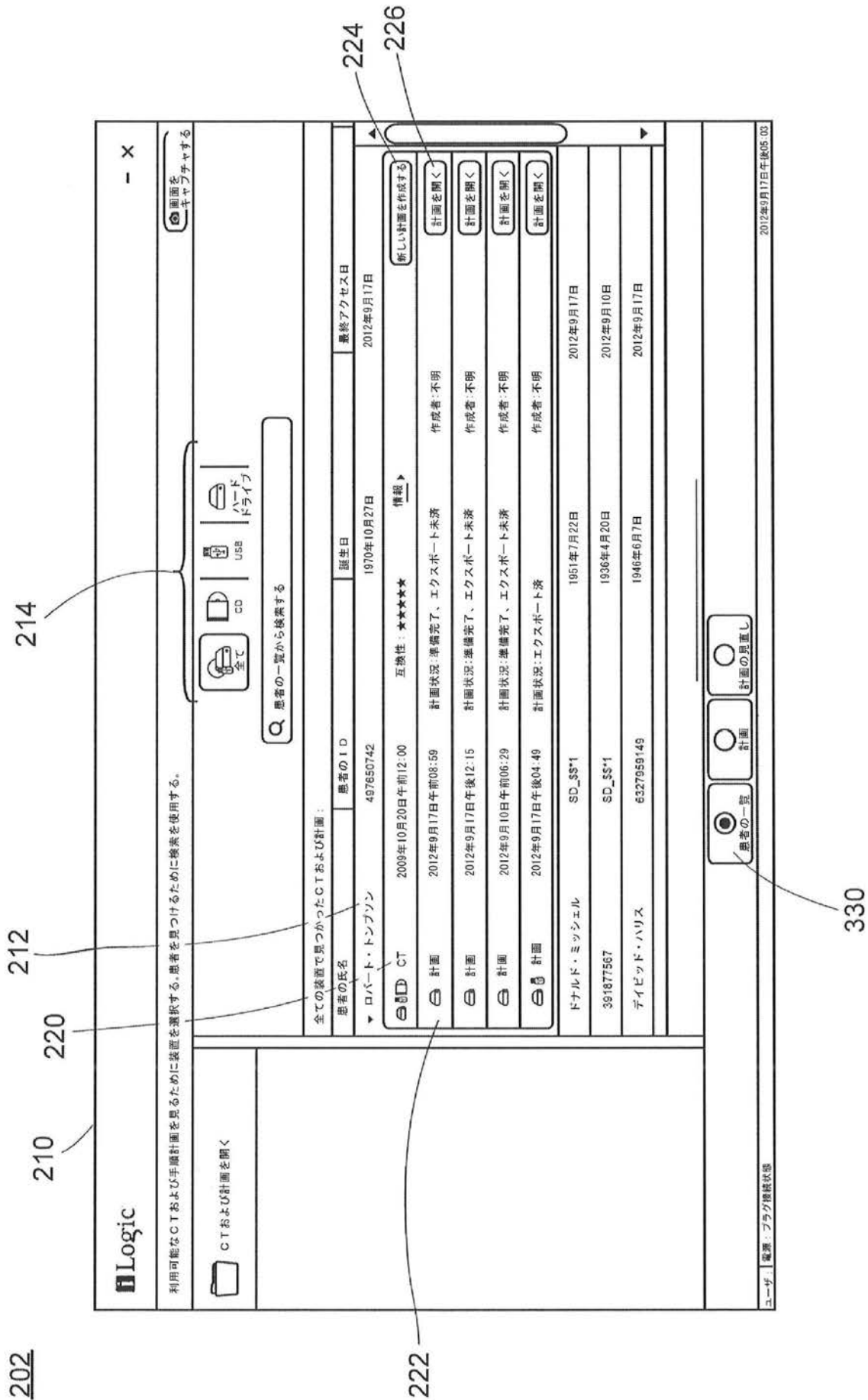


【図 2 F】

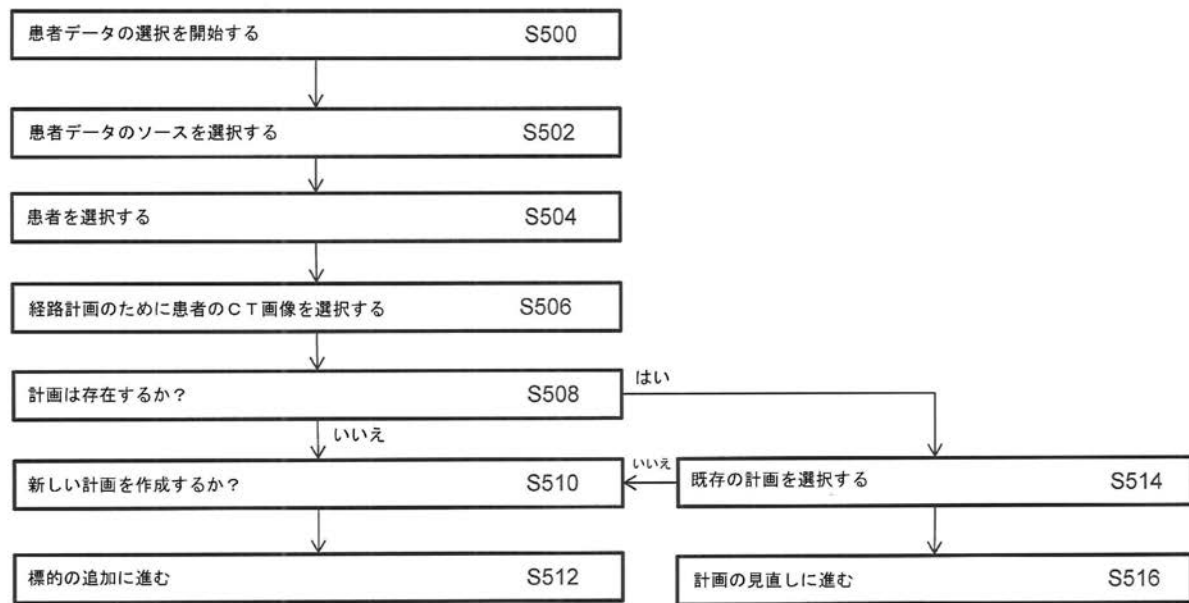


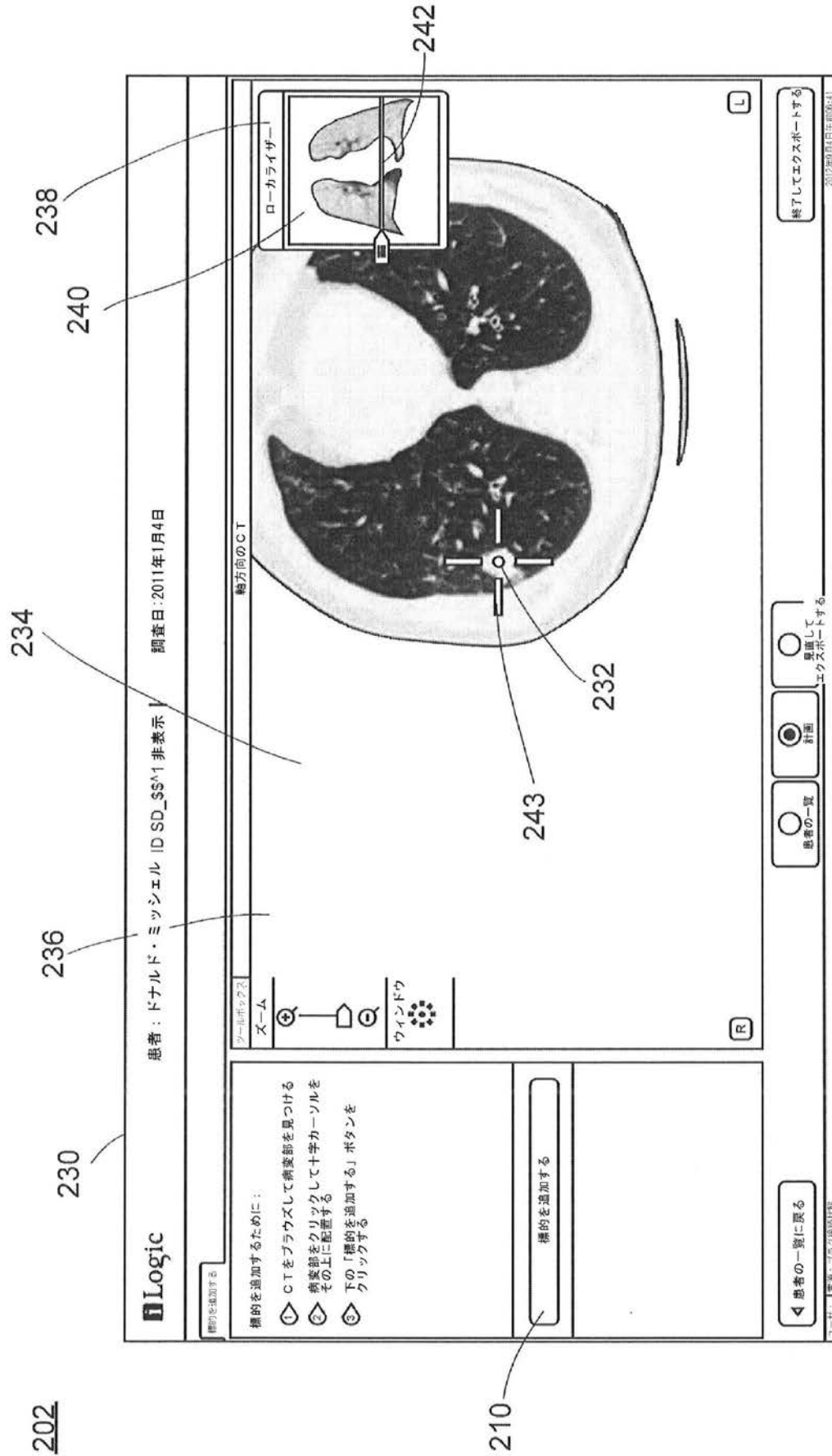
【図 3】





【 図 5 】

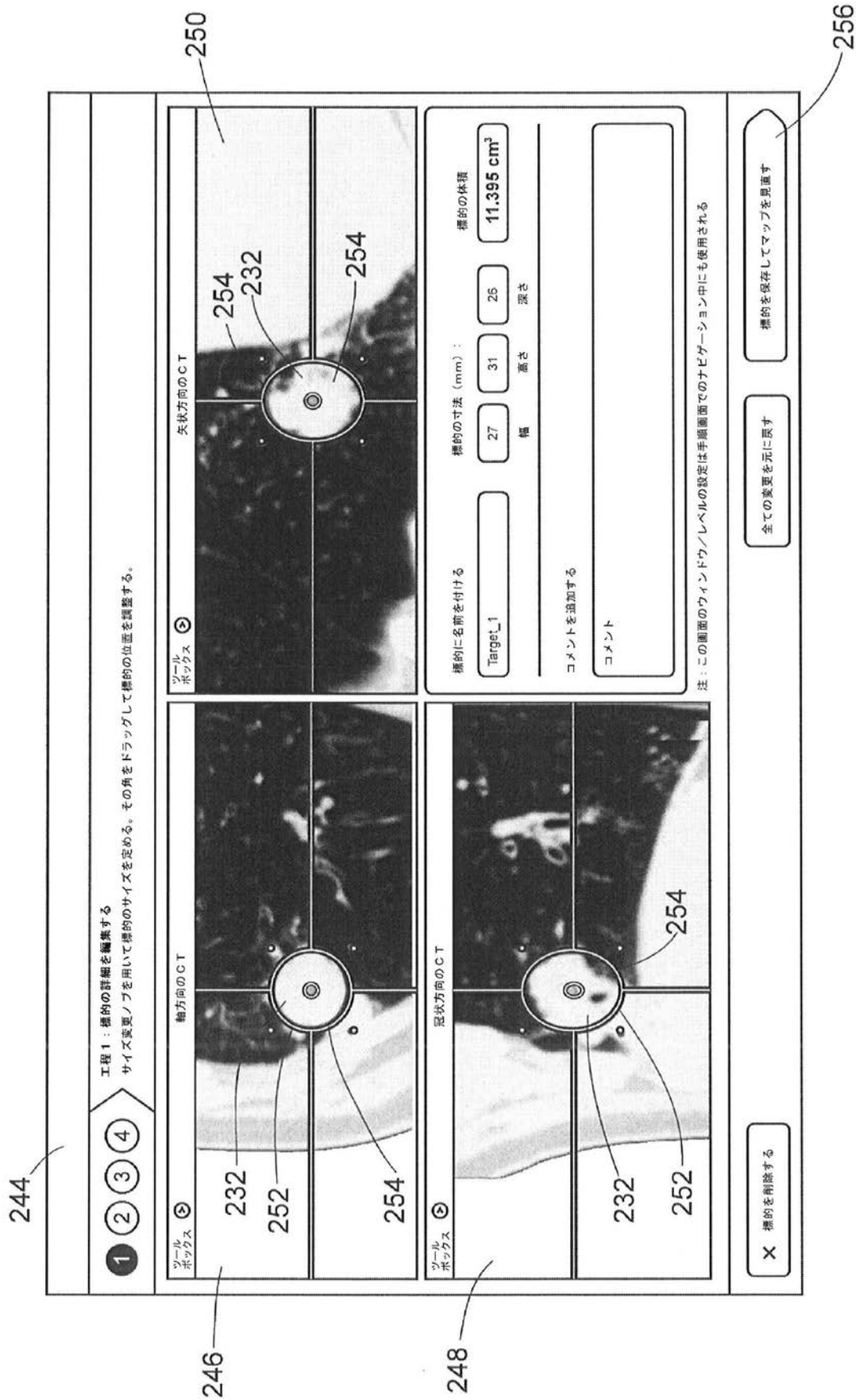


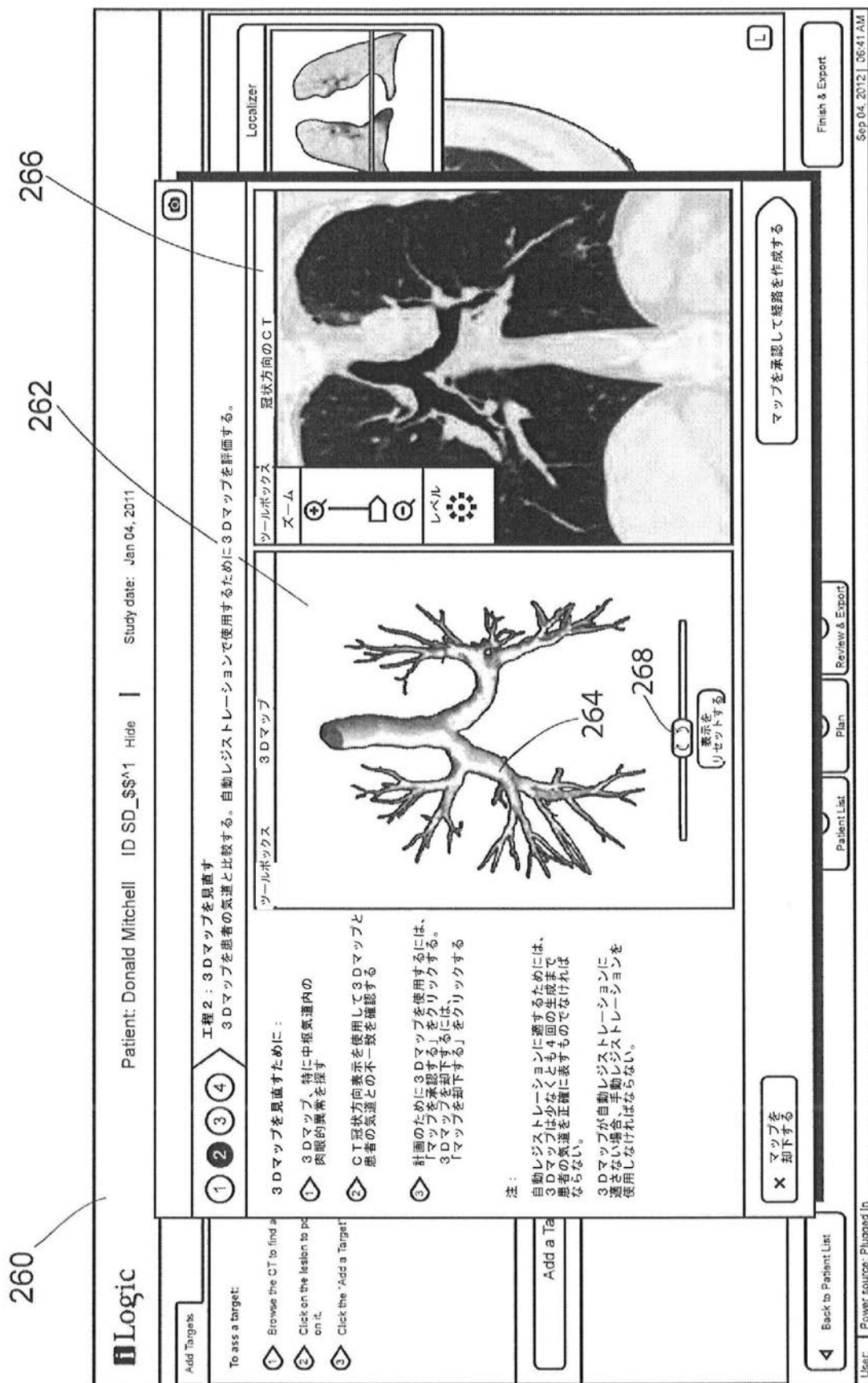


【図 7】

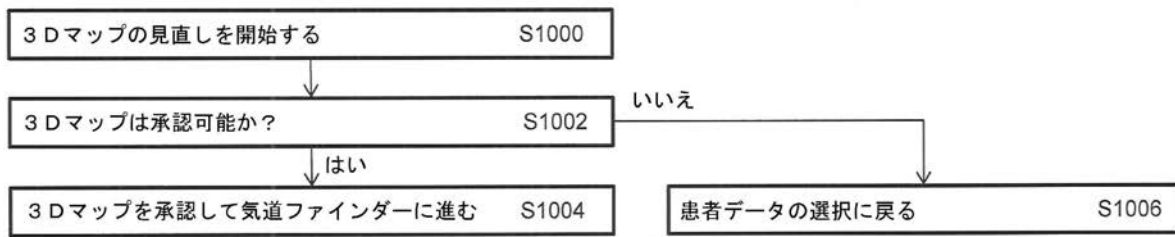


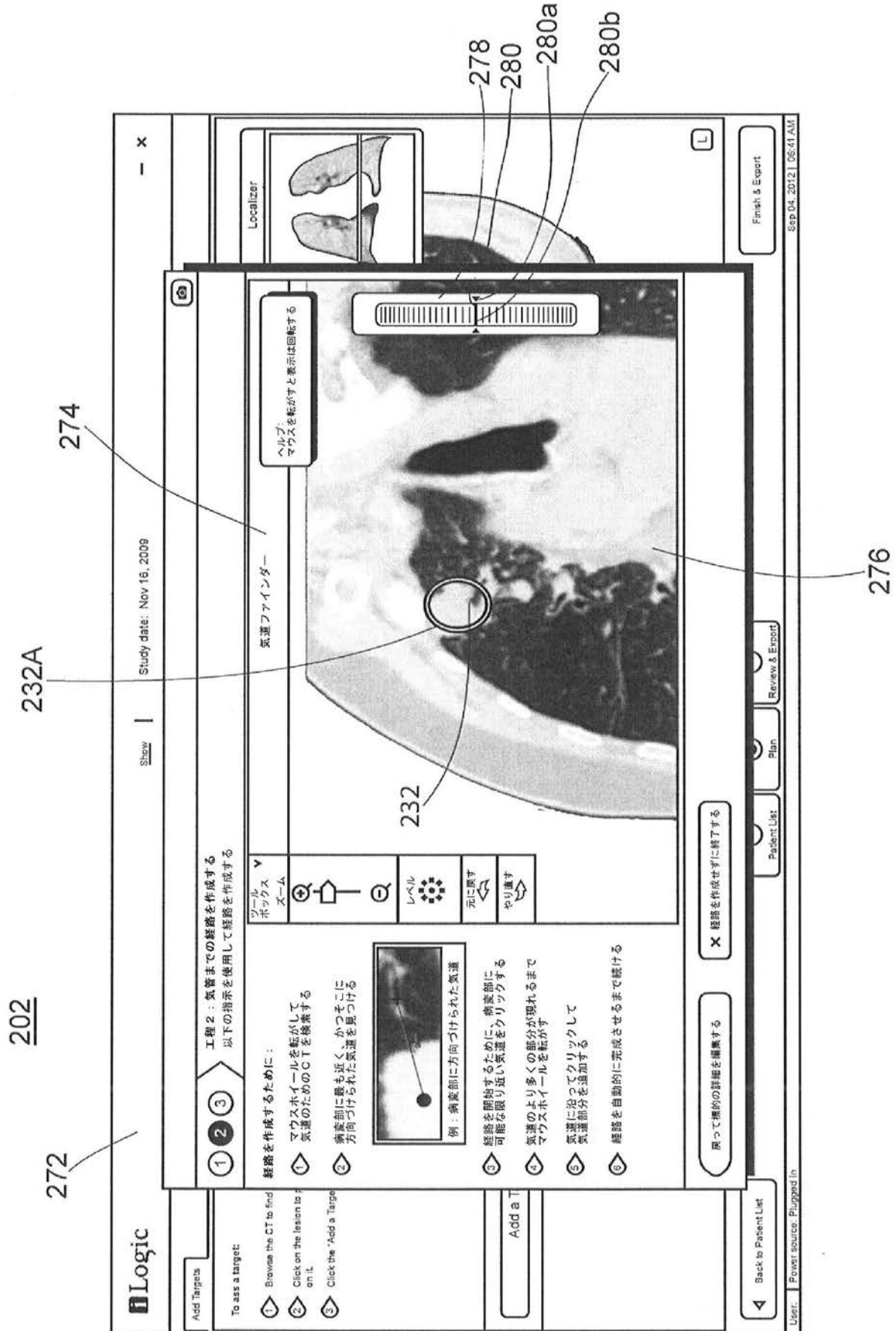
202



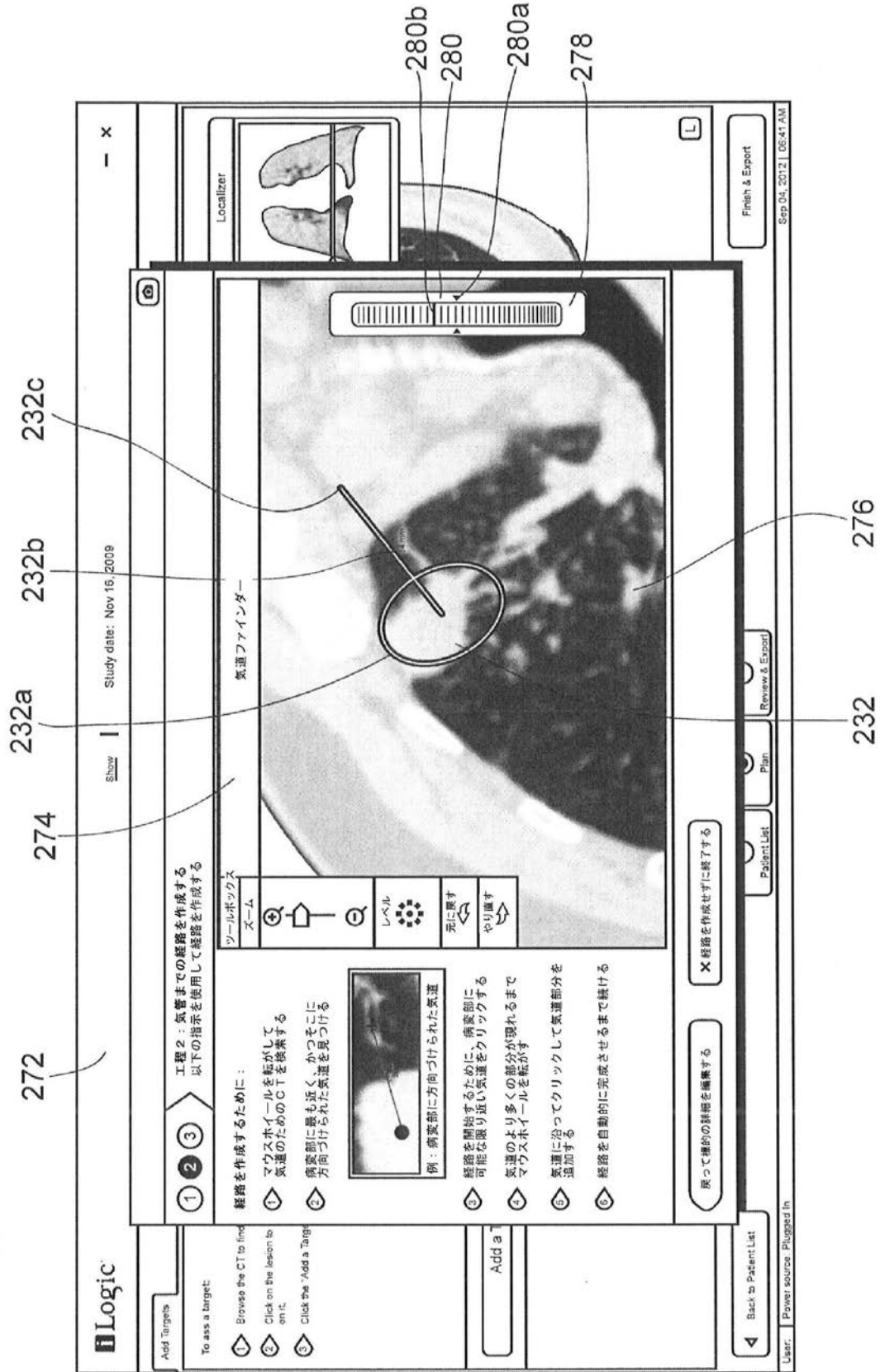


【図 10】

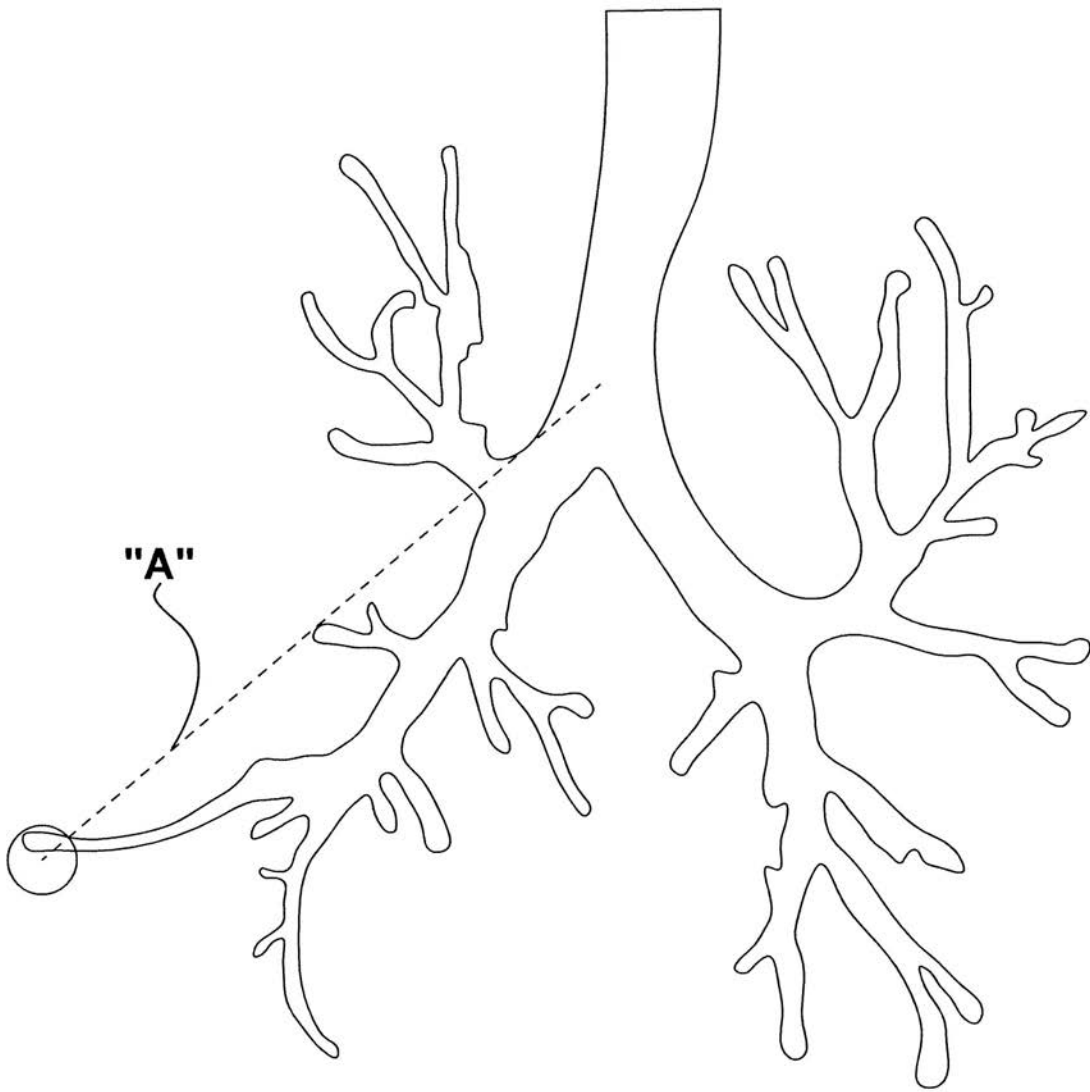




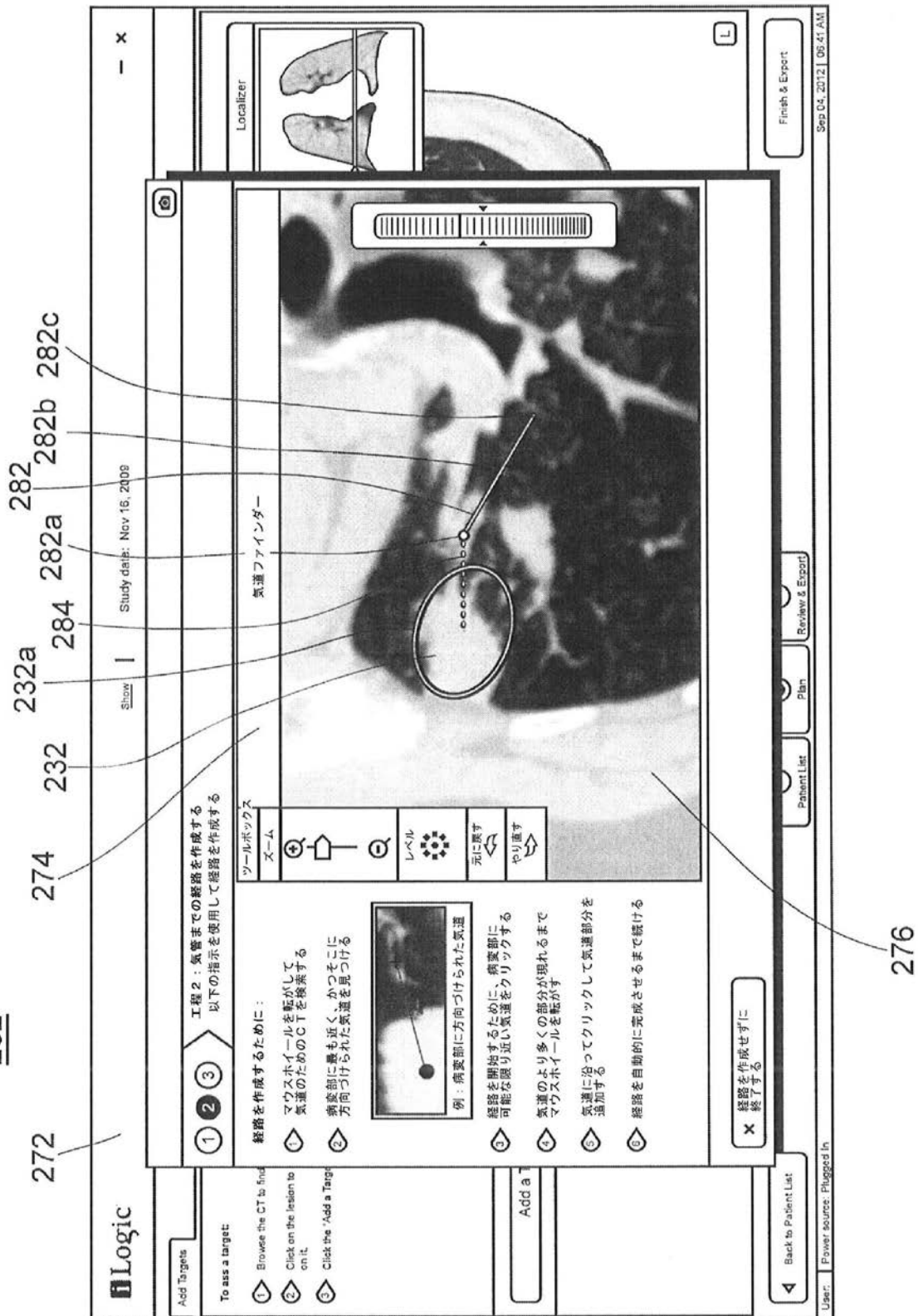
202



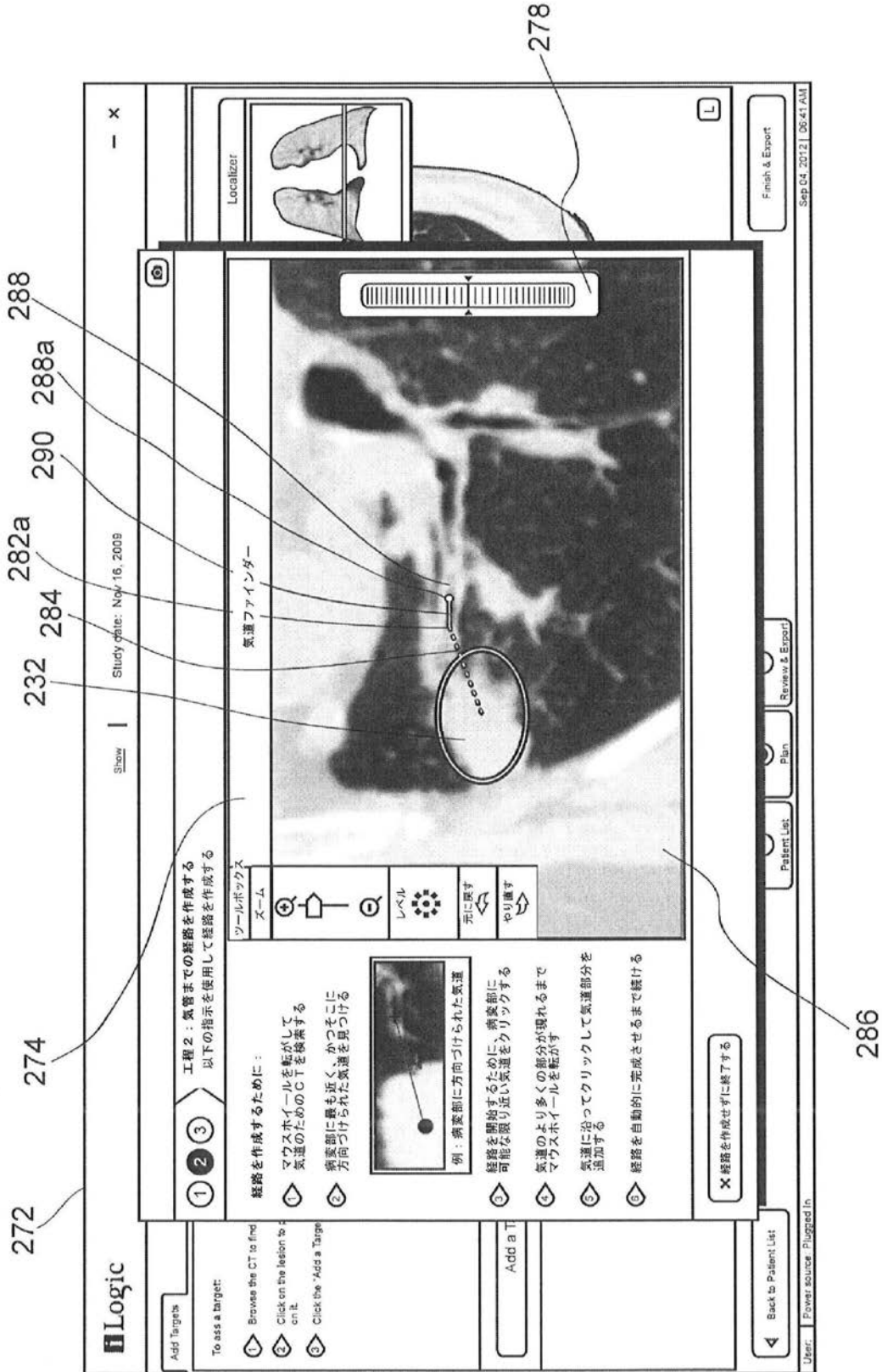
【図 11C】



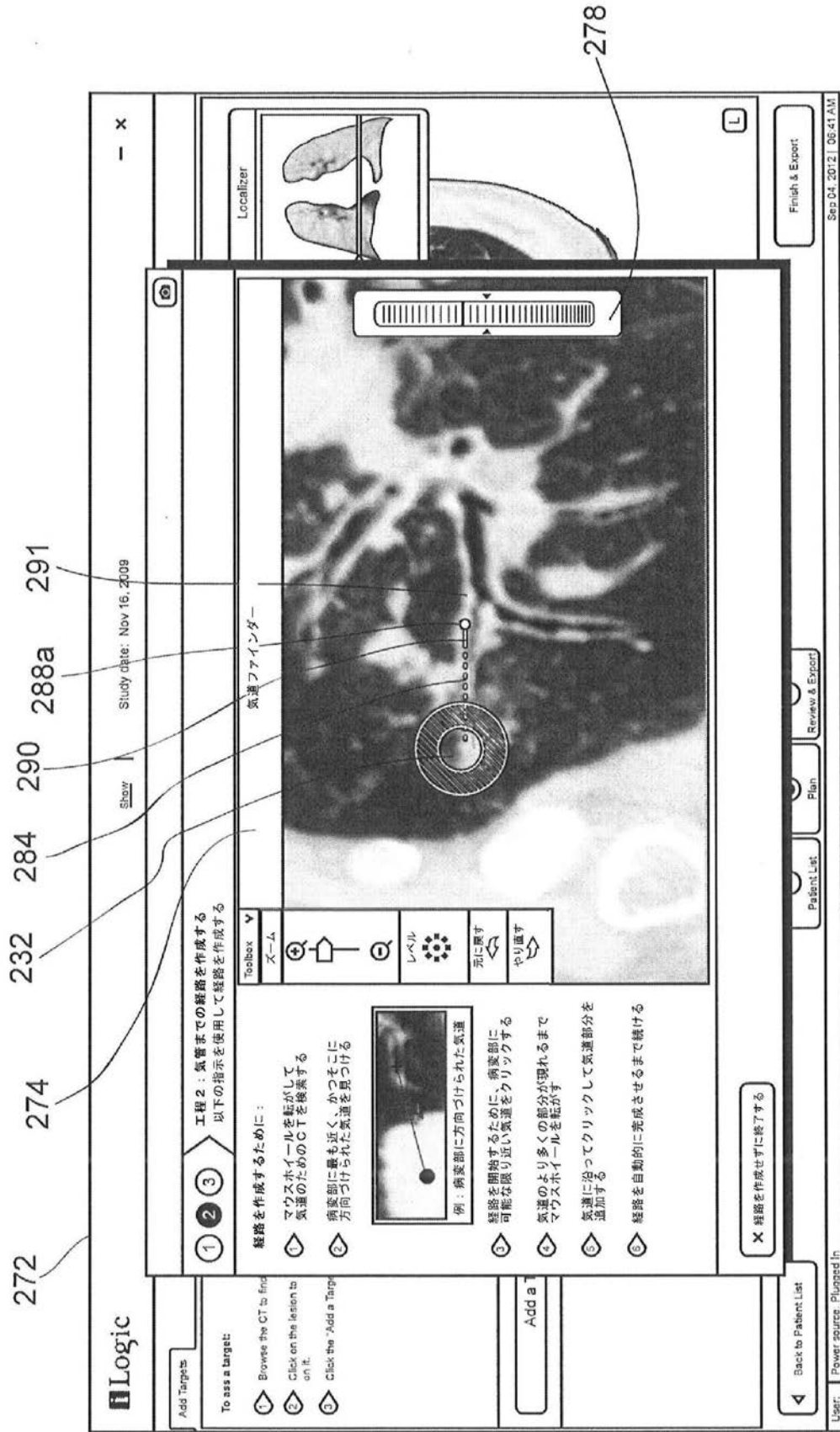
202

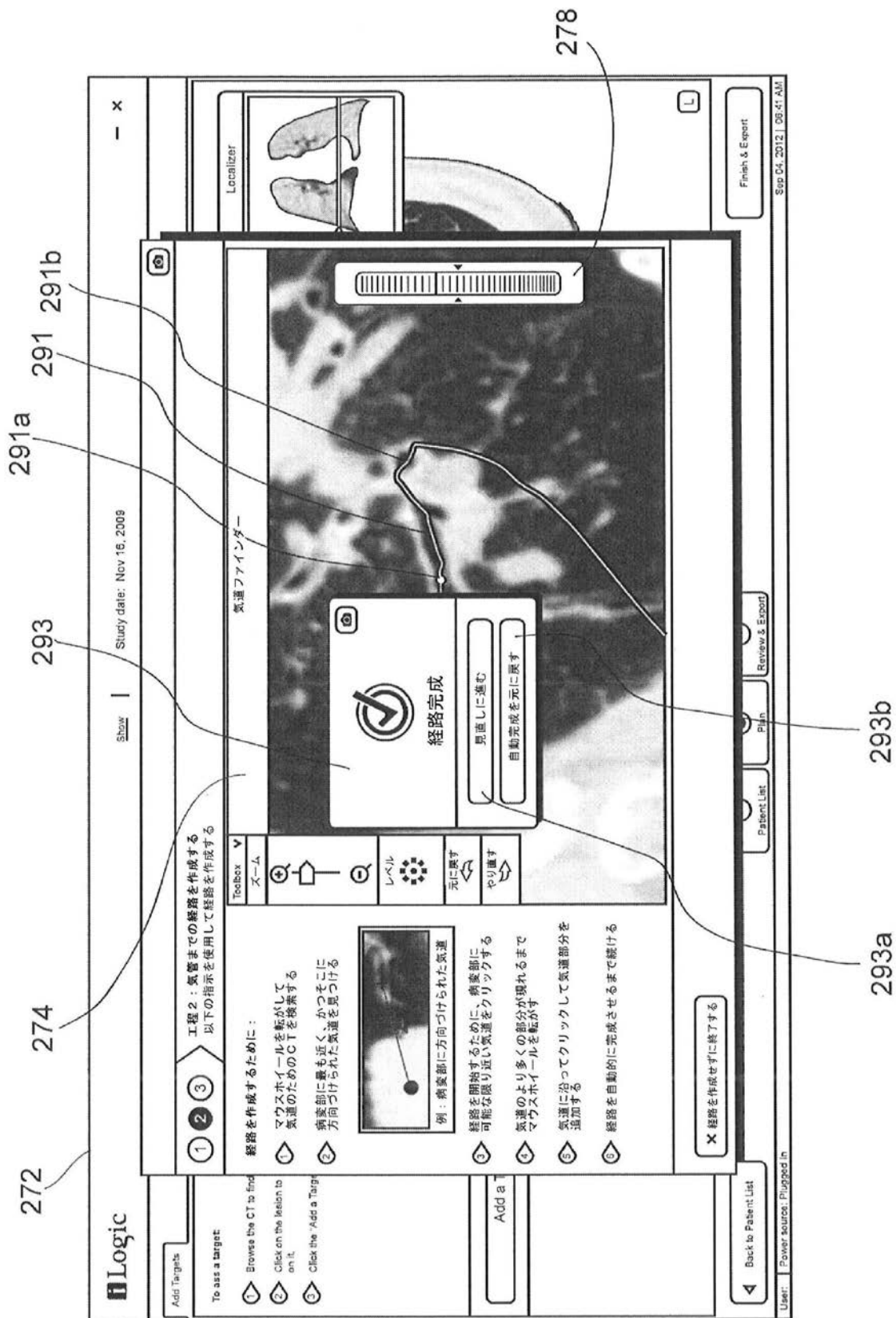


202

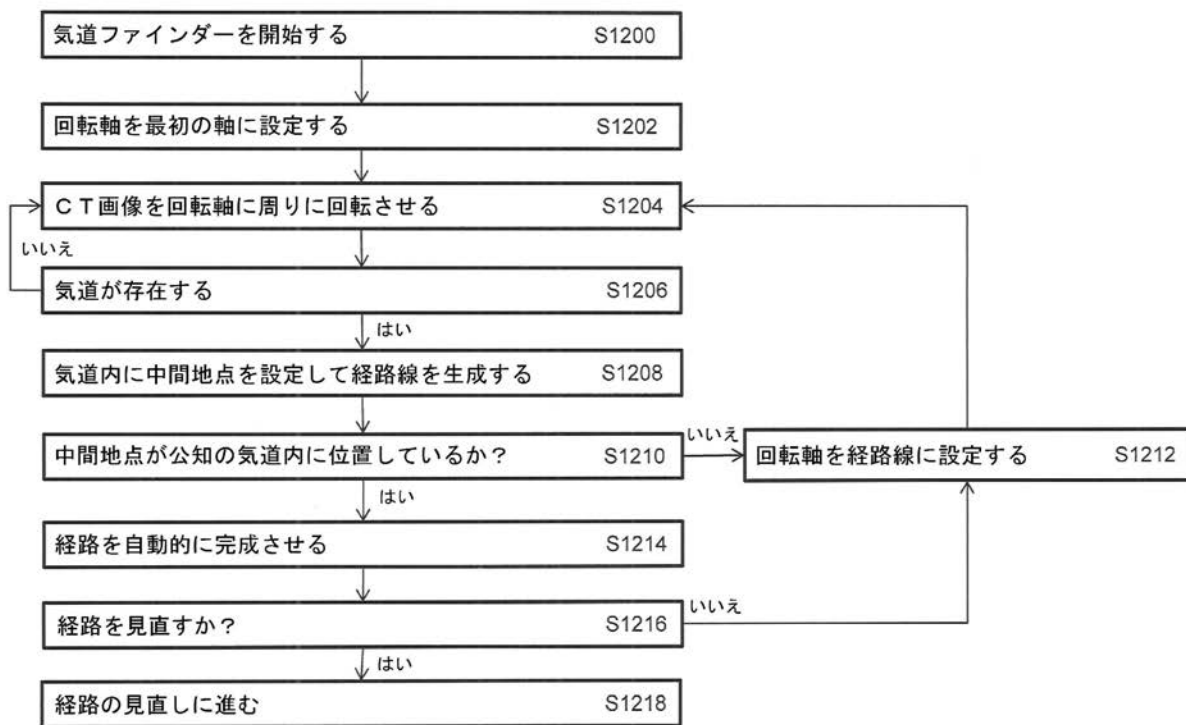


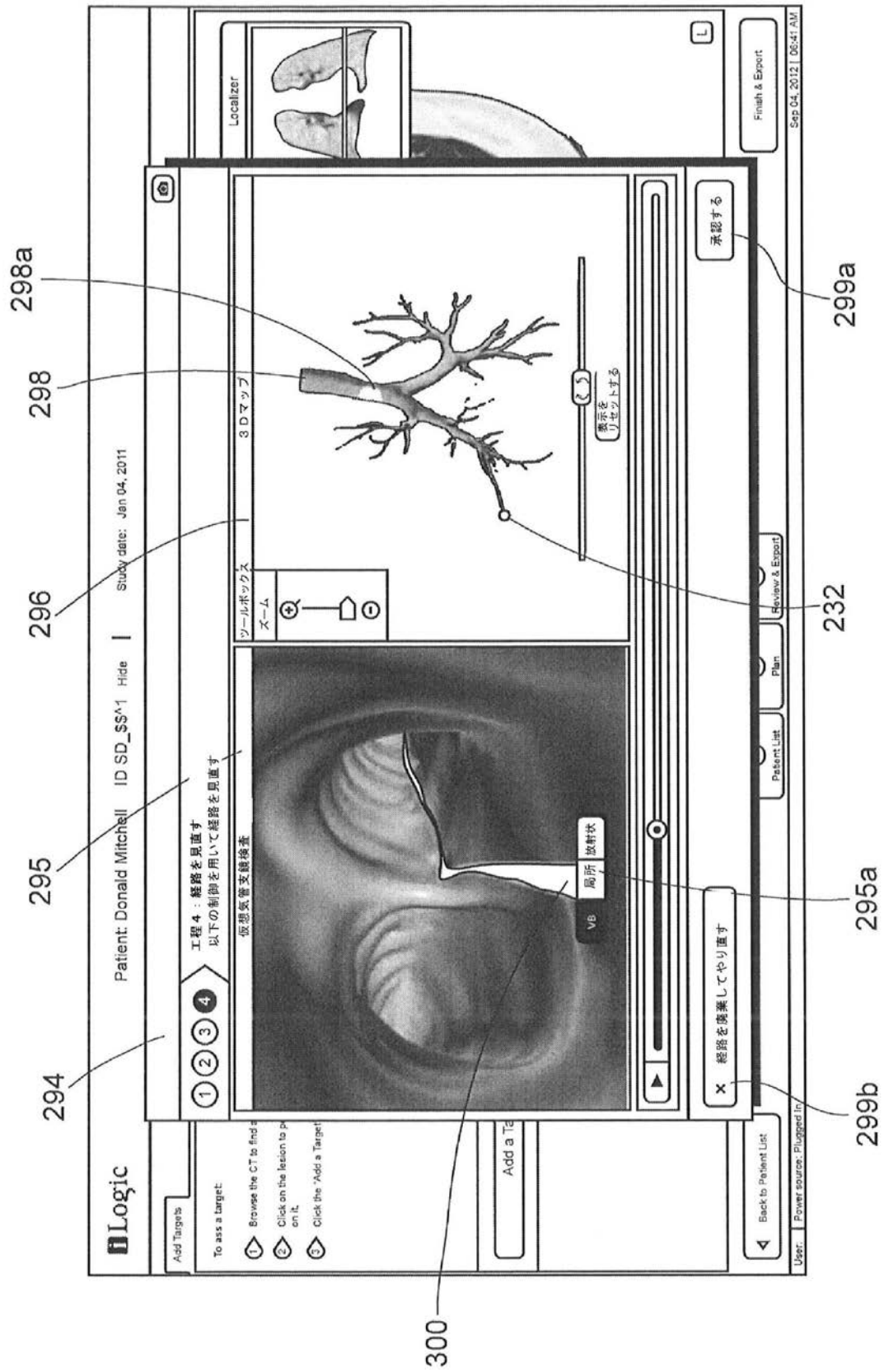
202



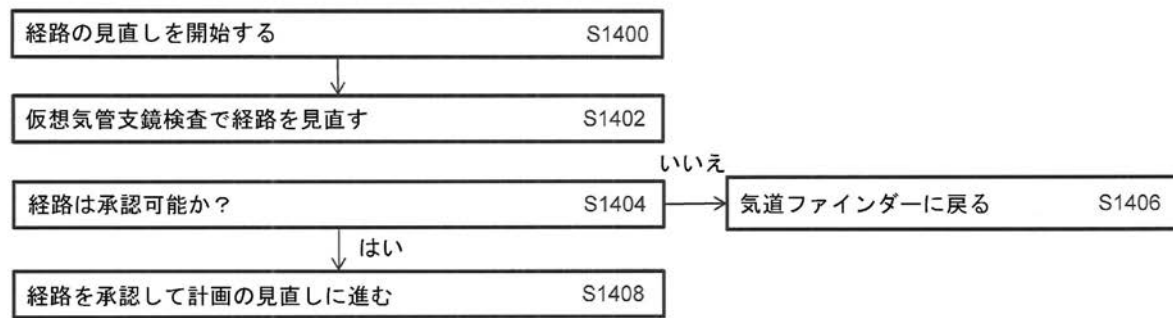


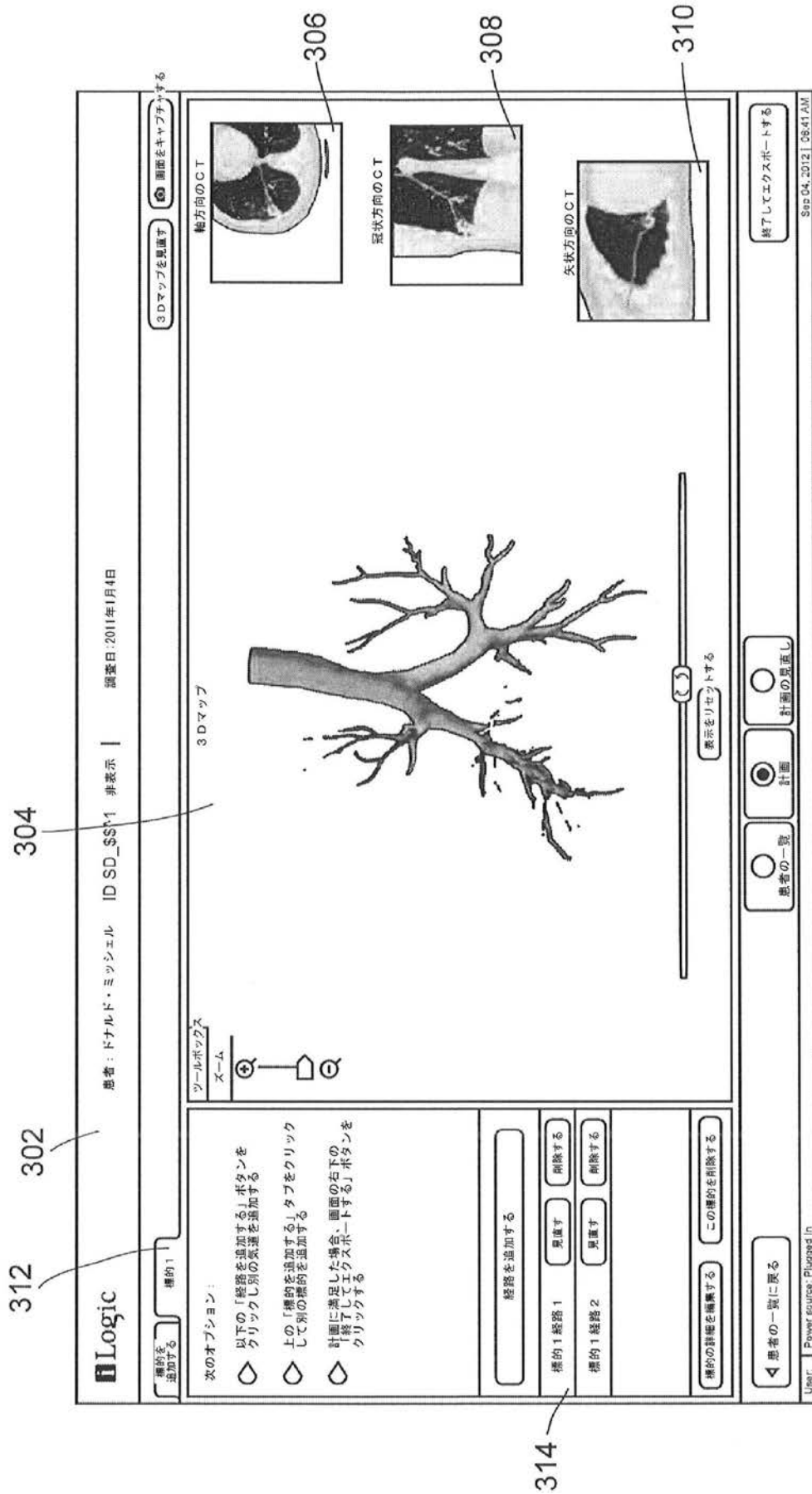
【図 1 2】

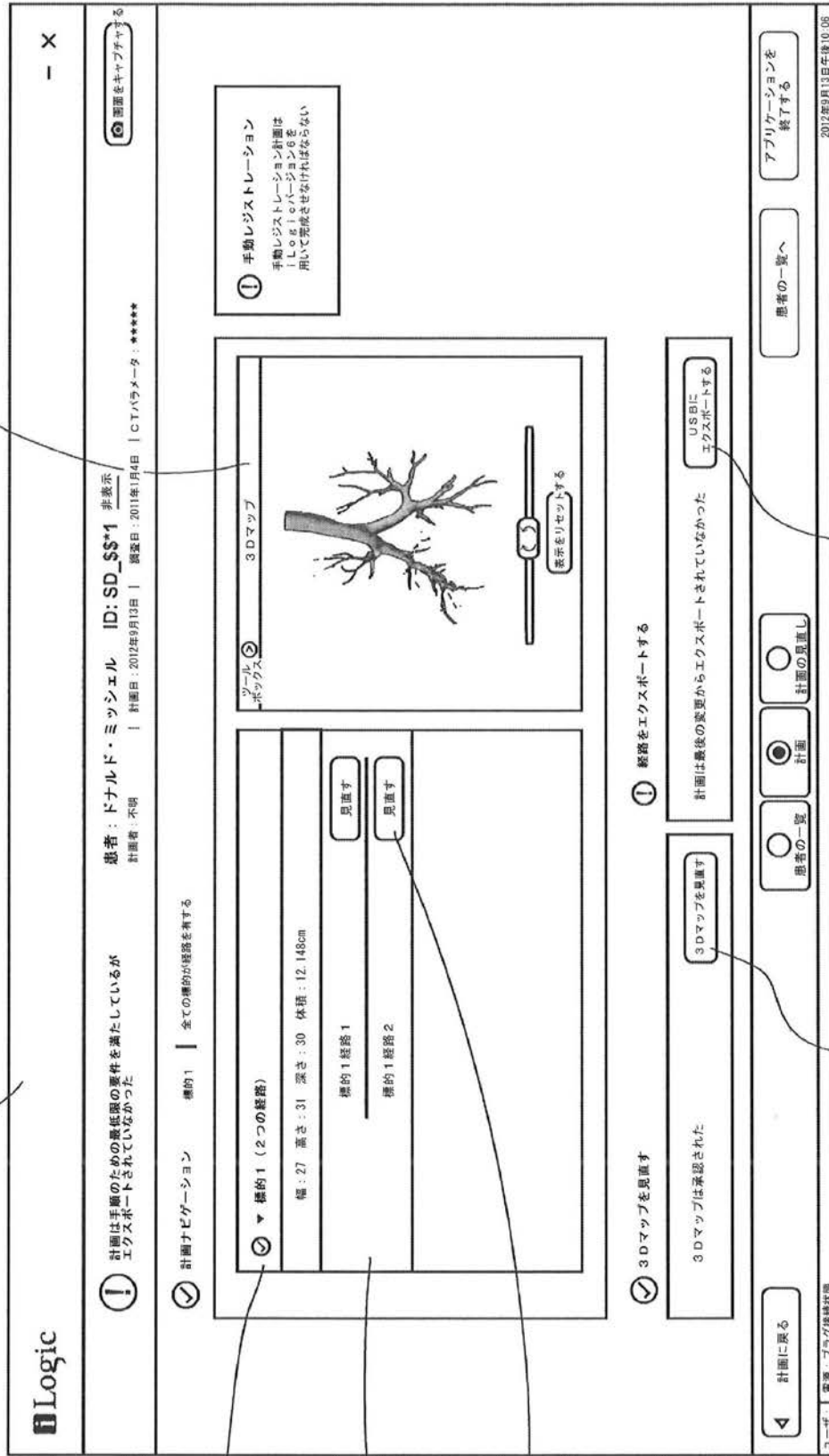




【図 1 4】







316

318

320

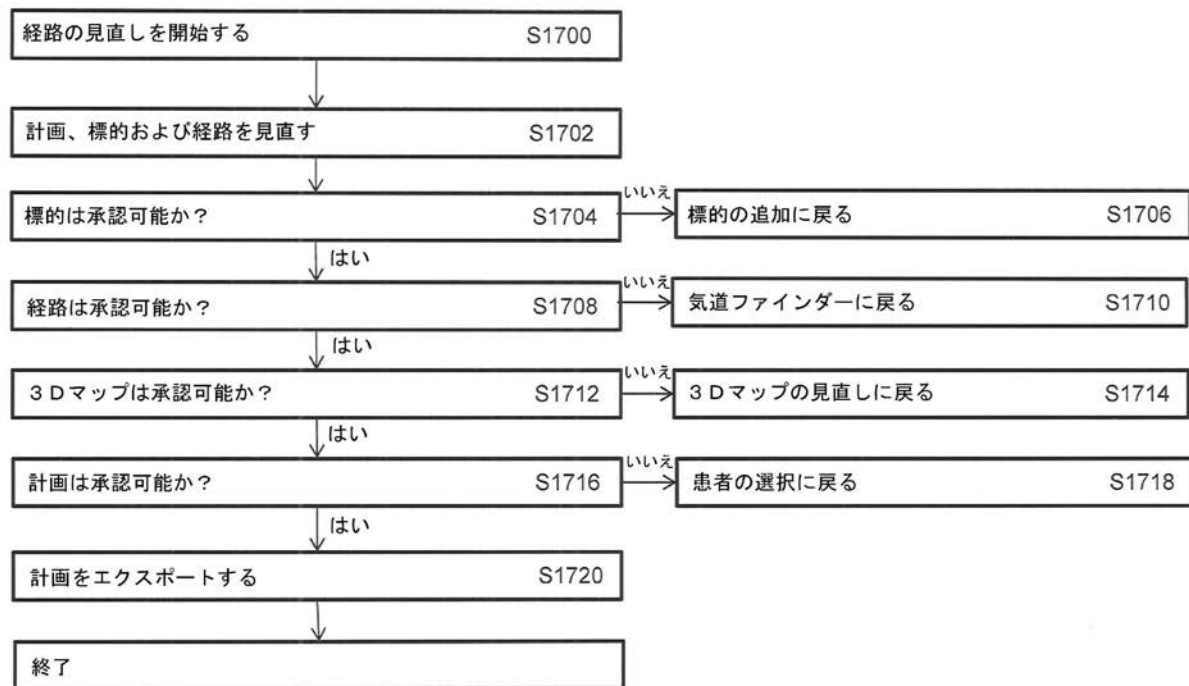
322

324

326

328

【図 17】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C093 AA22 AA25 CA18 CA23 DA03 EE01 FF35 FF42 FF46 FG05
FG13 FG16

【外国語明細書】
2014180544000001.pdf