

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5095149号
(P5095149)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 19/00 (2006.01)

F 1
A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 4 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-210075 (P2006-210075)	(73) 特許権者	508080229
(22) 出願日	平成18年8月1日(2006.8.1)		バイオセンス・ウェブスター・インコーポレーテッド
(65) 公開番号	特開2007-44509 (P2007-44509A)		アメリカ合衆国カリフォルニア州91765ダイヤモンドバー・ダイヤモンドキヤニオンロード3333
(43) 公開日	平成19年2月22日(2007.2.22)		
審査請求日	平成21年6月29日(2009.6.29)	(74) 代理人	100088605 弁理士 加藤 公延
(31) 優先権主張番号	11/195,050	(72) 発明者	イチャック・シュワルツ イスラエル国、34606 ハイファ、ハントケ・ストリート 28
(32) 優先日	平成17年8月2日(2005.8.2)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)	審査官	井上 哲男
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 侵襲的手技のシミュレーション

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

心臓への心臓手術を事前計画する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
前記少なくとも一つの特徴の前記寸法に基づき、治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

【請求項2】

心臓手術を計画する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、

前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
前記少なくとも一つの特徴の前記寸法に基づき、治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

【請求項 3】

10

心臓への心臓手術をシミュレーションする方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
前記少なくとも一つの特徴の前記寸法に基づき、治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

20

【請求項 4】

心臓手術の計画をシミュレーションする、および、心臓手術を計画する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
前記少なくとも一つの特徴の前記寸法に基づき、治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

30

【発明の詳細な説明】**【開示の内容】****【0001】**

40

〔発明の技術分野および背景〕

本発明は、大まかに言って、医療手技の計画および実行に関し、より詳しく言うと、心臓治療手技のような医療手技を、計画する、シミュレーションする、ならびに、実行するための新たな有用な方法、および、超音波誘導によって心房細動を治療するための新たな有用な系統的方法、および、マクロなりエントラント回路 (macroreentrant circuit) が心臓の心房で発生するのを防止するための医療手技を、計画する、シミュレーションする、および、実行するための新たな有用な方法、に関する。

【0002】

医療の分野で良く知られているように、心房細動は、重い疾病状態であり、広く知られた持続性不整脈とみなされ、脳卒中の主な原因として広く知られている。この状態は、マ

50

クロナリエントラント回路のような、リエントラント興奮波 (reentrant wavelets) によって永続させられ、そのリエントラント回路は、導通が不均一で不応期が改変された異常な心房組織の基質内を伝播する。外科手術、または、カテーテル介在心房切開術、などを含む、さまざまなアプローチが、これらのマクロナリエントラント回路の興奮波を妨害するために開発されてきた。

【0003】

心房細動を治療するための広く知られたアプローチは、アブレーションカテーテルを用いる無線周波数 (RF) アブレーションエネルギーの使用によるものである。RF アブレーションカテーテルの使用中に、心房の心臓組織を区分するために、連続した線状の損傷がアブレーションによって形成される。心臓組織を区分することによって、電氣的な活性が、あるセグメントから別のセグメントに伝達されることはなくなる。好ましくは、セグメントは、細動プロセスに耐えることができるよう非常に小さく作られる。

10

【0004】

その結果、いくつかのカテーテルアブレーション技術は、左心房にラインをアブレーションすることによって、心房細動を治療するために用いられてよい。このタイプの手技に含まれる関連する解剖学的構造の特徴が、図 1 B に模式的に示されている。典型的には、この目的のために、医者は、不整脈の病巣を分離するために、肺静脈 (13, 14, 16, 18) の口の周囲で左心房 10 にラインをアブレーションしようと試みる。医者は、右下肺静脈を僧帽弁 20 に結合する僧帽弁の峡、および／または、左上肺静脈と左心耳 22 との間の左心耳隆線、に沿って、ラインをアブレーションしてもよい。

20

【0005】

そして、大いに適正に評価されるように、左心房内の構造のアブレーションは、非常に複雑な、そして、やりにくくさえある、手技であり、手術を行う医者の個々の技量に大きく依存している。手技の複雑さの一部には、効果的で安全なやり方で左心房 10 にアクセスすることが、含まれる。したがって、左心房 10 に適正に到達すなわちアクセスするためには、医者は、大静脈を通してシース 40 を右心房に挿入し、次に、卵円窩 12 のところで心房中隔 11 を通して、左心房 10 内にシース 40 を挿入しなければならない。次に、医者は、アブレーションカテーテル 50 を、シース 40 内を通して左心房 10 内に進めなければならない。次に、カテーテル 50 を、アブレーションラインを画定する一連の位置に、位置決めしなければならない。その手技が図 1 B に模式的に示されている。これらの目的のためのシース 40 およびカテーテル 50 の最適な配備は、患者ごとにより異なり、その理由は解剖学的構造が大きな程度で異なるからである。医療装置または手術器具を正しく位置決めおよび操作するのに失敗すると、少なくとも、不整脈の病巣を十分に分離するのに失敗することになり、致命的な合併症を引き起こす可能性がある。その結果として、左心房のアブレーションは、次善の成功率を収める。

30

【0006】

〔発明の概要〕

本発明は、医療手技を、計画する、および、実行するための方法を含む、いくつかの新規な発明を指向している。より詳しく言うと、本発明に基づくある新規な方法は、心臓治療手技のような医療手技を、計画する、シミュレーションする、および、実行するための新たな有用な方法を指向している。本発明に基づく別の新規な方法は、超音波誘導によって心房細動を治療するための新たな有用な系統的方法を指向している。さらに、本発明に基づく別の新規な方法は、超音波誘導による心房細動への手技を計画する、シミュレーションする、および、実行するための新たな有用な系統的方法を指向している。本発明に基づくさらに別の新規な方法は、マクロナリエントラント回路が心臓の心房で発生するのを防止するための医療手技を計画する、シミュレーションする、および、実行するための新たな有用な方法を指向している。

40

【0007】

本発明のある発明に基づけば、心臓の心臓手術を事前計画する方法が、心臓の画像またはマップを得る過程と、

50

心臓の画像またはマップを表示する過程と、
画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する。

10

【0008】

本発明の別の実施の形態に基づけば、心臓手術の計画を開発する方法が、
心臓の画像またはマップを得る過程と、
心臓の画像またはマップを表示する過程と、
画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する。

20

【0009】

本発明に基づく別の実施の形態は、心臓への心臓手術を予め計画する、および、実行する方法であり、その方法は、
心臓の画像またはマップを得る過程と、
心臓の画像またはマップを表示する過程と、
画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する。

30

【0010】

本発明に基づくさらに別の実施の形態は、心臓への心臓手術の計画を開発し、心臓手術
を実行する方法であり、その方法は、
心臓の画像またはマップを得る過程と、
心臓の画像またはマップを表示する過程と、
画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する

40

50

る過程と、

心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する。

【0011】

さらに、本発明の別の実施の形態は、心臓への心臓手術をシミュレーションする方法であり、その方法は、

心臓の画像またはマップを得る過程と、

心臓の画像またはマップを表示する過程と、

画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、

少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、

シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、

心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、

を具備する。

【0012】

さらに、本発明に基づく別の実施の形態は、心臓手術をシミュレーションし、心臓手術の計画を開発する方法であり、その方法は、

心臓の画像またはマップを得る過程と、

心臓の画像またはマップを表示する過程と、

画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、

少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、

シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、

心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、

を具備する。

【0013】

さらに、本発明の別の実施の形態は、心臓への心臓手術をシミュレーションする、および、実行する方法を指向して、その方法は、

心臓の画像またはマップを得る過程と、

心臓の画像またはマップを表示する過程と、

画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、

少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、

治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、

シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、

心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、

心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、

を具備する。

【0014】

さらに、本発明の別の実施の形態は、心臓への心臓手術をシミュレーションし、心臓手術の計画を開発し、心臓手術を実行する方法であり、その方法は、

心臓の画像またはマップを得る過程と、

心臓の画像またはマップを表示する過程と、
 画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
 少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
 治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
 治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
 心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
 シースを通した心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
 心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
 心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
 を具備する。

10

【0015】

本発明に基づく別の発明は、患者の心臓の心房細動を治療する方法を指向していて、その方法は、

超音波カテーテルを心臓の第1の室の中に配置する過程と、
 第1の室の中に配置された超音波カテーテルを用いて、心臓の第2の室、および、第2の室の周囲の構造の少なくとも一部、の2次元超音波画像スライスを得る過程と、
 2次元超音波画像スライスに基づいて3次元超音波画像再構成を再構成する過程と、
 3次元超音波画像再構成を表示する過程と、
 3次元超音波画像再構成上の少なくとも一つの重要な目標を特定する過程と、
 3次元超音波画像再構成上の少なくとも一つの重要な目標に印をつける過程と、
 印をつけられた少なくとも一つの重要な目標を案内として使用しながら、心臓の第2の室にアクセスするために、心房中隔を穿通する過程と、
 穿通された心房中隔を通して心臓の第2の室の中にシースを配置する過程と、
 シースを通して心臓の第2の室の中にアブレーションカテーテルを挿入する過程と、
 心臓の第1の室の中に配置された超音波カテーテルを用いて観察しながら、アブレーションカテーテルを用いて心臓の第2の室の一部にアブレーション手技を実行する過程と、
 を具備する。

20

【0016】

さらに、本発明の別の実施の形態は、患者の心臓の心房細動の治療のシミュレーションを行い、治療の計画を開発し、治療を実行する方法であり、その方法は、

心臓の第1の室の中に超音波カテーテルを配置する過程と、
 第1の室の中に配置された超音波カテーテルを用いて、心臓の第2の室、および、第2の室の周囲の構造の少なくとも一部、の2次元超音波画像スライスを得る過程と、
 2次元超音波画像スライスに基づいて3次元超音波画像再構成を再構成する過程と、
 3次元超音波画像再構成を表示する過程と、
 3次元超音波画像再構成上の少なくとも一つの重要な目標を特定する過程と、
 3次元超音波画像再構成上の少なくとも一つの重要な目標に印をつける過程と、
 3次元超音波画像再構成上の治療のための一つまたは複数の点を特定する過程と、
 印をつけられた少なくとも一つの重要な目標を案内として用いて、治療のための一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
 3次元超音波画像再構成上での心臓内へのシースの挿入のシミュレーションを行う過程と、
 3次元超音波画像再構成上でのシースを通した心臓の第2の室の中への医療装置の挿入のシミュレーションを行う過程と、
 心臓の第2の室の中の治療のための一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、

30

40

シミュレーションに基づいて、計画を立てる過程と、
 計画を用いて、心臓の第2の室にアクセスするために、心臓の心房中隔を穿通する過程と、

50

穿通された心房中隔を通して心臓の第2の室の中にシースを配置する過程と、
シースを通して心臓の第2の室の中にアブレーションカテーテルを挿入する過程と、
心臓の第1の室の中に配置された超音波カテーテルを用いて観察しながら、アブレーションカテーテルを用いて心臓の第2の室の一部にアブレーション手技を実行する過程と、
を具備する。

【0017】

さらに、本発明は、マクロなリエントラント回路が患者の心臓の一部で発生するのを防止する方法を指向して、その方法は、

- (a) 心臓の一部の画像またはマップを得る過程と、
- (b) 心臓の一部の画像またはマップを表示する過程と、 10
- (c) 画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
- (d) 少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
- (e) 治療計画の一部として、治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
- (f) 治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、
- (g) 心臓の中へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
- (h) シースを通した心臓の中への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
- (i) 心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを 20
検証する過程と、
- (j) 心臓の一部の全体の表面積を計算する過程と、
- (k) 治療計画に基づいて心臓の一部の治療されていない推定面積を計算する過程と、
- (l) マクロなリエントラント回路が、心臓の一部の治療されていない推定面積内に存在する可能性があるか否かを評価する過程と、
- (m) 過程(l)が、マクロなリエントラント回路が心臓の一部の治療されていない推定面積内に存在する可能性があることを示した場合に、過程(e)から過程(l)を繰り返す過程と、
- (n) 治療計画を実行する過程と、
を具備する。 30

【0018】

本発明に基づくこの発明の別の実施の形態は、患者の心臓の心房の心房細動を治療する方法であり、その方法は、

- (a) 心房の画像またはマップを得る過程と、
- (b) 心房の画像またはマップを表示する過程と、
- (c) 画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
- (d) 少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
- (e) 治療計画の一部として、治療のための心房の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
- (f) 治療のための心房の表面または中の一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、 40
- (g) 心房の中へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
- (h) シースを通した心房の中への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
- (i) 心房の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
- (j) 心房の全体の表面積を計算する過程と、
- (k) 治療計画に基づいて心房の治療されていない推定面積を計算する過程と、
- (l) マクロなリエントラント回路が、心房の治療されていない推定面積内に存在する可能性があるか否かを評価する過程と、
- (m) 過程(l)が、マクロなリエントラント回路が心房の治療されていない推定面積内に存在する可能性があることを示した場合に、過程(e)から過程(l)を繰り返す過 50

程と、

(n) 治療計画を実行する過程と、
を具備する。

【0019】

本発明の新規な特徴が、添付の特許請求の範囲で詳細に記載されている。しかし、本発明自体は、本発明の別の目的および利点と共に、構造、および、操作方法に関して、以下の記載を添付の図面を考慮しながら参照することによって、理解されるであろう。

【0020】

〔好ましい実施の形態の説明〕

本発明は、医療手技を計画および実行するためのいくつかの新規な方法に関する。より詳しく言うと、本発明に基づくある新規な方法は、心臓治療手技のような医療手技を計画する、シミュレーションする、および、実行するための新しく有用な方法を指向している。本発明に基づく別の新規な方法は、超音波誘導によって心房細動を治療するための新しく有用な系統的方法を指向している。本発明に基づくさらに別の新規な方法は、超音波誘導の下での心房細動手術を計画する、シミュレーションする、および、実行するための新しく有用な系統的方法を指向している。本発明に基づくさらに別の方法は、マクロなリエントラント回路が心臓の心房で発生するのを防止するための医療手技を計画する、シミュレーションする、および、実行するための新しく有用な方法を指向している。

【0021】

図1Aおよび図1Bは、心臓治療手技のような医療手技を計画する、シミュレーションする、および、実行するための、本発明に基づく、全体が符号100で示された、新規な方法を示している。本発明に基づくその方法100は、ディスプレイ8上に表示された、左心房10(図1B)の画像および／またはマップ、もしくは、左心房アブレーションのプロセスのコンピュータシミュレーションによる左心房10の予め得られた画像および／またはマップ、を獲得する、得る、または、用いる、過程105を含んでいる。その画像および／またはマップには、例えば、3次元(3D)超音波画像、MRI画像、CT画像、または、それらの類似物、もしくは、電氣的マップ、または、CARTO(登録商標)マッピング・アンド・ナビゲーション・システム(アメリカ合衆国カリフォルニア州ダイヤモンド・バー(Diamond Bar, California)のバイオセンス・ウェブスター・インコーポレイテッド(Biosense Webster, Inc.)によって製造および販売されている。)によって提供されるマップ、すなわち、CARTO(登録商標)マップ(画像が予め登録されている場合もある。)のような電気解剖学的マップ、などが含まれてもよい。本発明に基づく、シミュレーションおよび方法100は、医療手技を計画するため、および、その医療手技を実行する間に医者案内するため、の両方に用いられる。例示的なシナリオが、以下に記載される。

【0022】

アブレーション手技の計画

図1Aに最も良く示されているように、医者は、ステップ105では、心臓の画像および／またはマップを得て、ステップ110では、卵円窩(すなわち卵円孔)12、4本の肺静脈(右上肺静脈「RSPV」13、右下肺静脈「RIPV」14、左上肺静脈「LSPV」16、および、左下肺静脈「LIPV」18)の口、僧帽弁20の輪、および、左心耳22の口、を含む左心房10の鍵となる特徴110(全て図1Bに示されている。)に印をつける。それに代わって、コンピュータによる画像認識アルゴリズムがこれらの特徴のいくつかまたは全てを特定してもよい。ステップ115では、これらの特徴すなわち左心房10の鍵となる特徴の寸法が、測定され、または、計算される。計算されたこれらの特徴の一つは、各々の鍵となる特徴の直径である。この例では、特徴の直径がステップ115で計算され、次のステップ120では、計算された寸法(この例では、特徴の直径)に基づいて治療のための望ましい経路が決定される。したがって、アブレーションカテーテル50を用いたRFアブレーション手技および治療では、鍵となる特徴の直径が、アブレーションカテーテル50によって作り出されるべきアブレーションラインの経路の決

定に用いるために計算される。

【0023】

ステップ110およびステップ115で特定された画像／マップおよび解剖学的目標（鍵となる特徴）に基づいて、治療のための経路が決定され（ステップ120）、コンピュータが、図1Bに示されているような、大静脈から、右心房を通り、卵円窩／卵円孔12のところで心房中隔11を通り、左心房10の中へ、シース40を挿入するプロセスをシミュレーションする（ステップ125）。このステップ125は、シース40の迎え角および穿刺の深さを予め決定できるようにして、心房中隔11を実際に穿通する間に患者が傷つけられるのを回避するようにしている。

【0024】

本明細書に記載された本発明の全ての実施の形態で用いられるコンピュータは、ソフトウェアおよびアルゴリズムを備えた信号処理回路を含み、図1B、図2C、および、図3Bではディスプレイ8として図式的に示されている。ディスプレイ8は、シース40、アブレーションカテーテル50、超音波画像カテーテル55、などの医療装置の図式的な表示を含むように、画像および／またはマップ、ならびに、シミュレーションステップおよび計画作成ステップ、を示すためにも用いられている。

【0025】

ステップ130では、コンピュータが、選択されたアブレーションカテーテル50のシース40を通じての挿入をシミュレーションするために、用いられる。典型的には、さまざまな異なるカーテル50が用いられてよく、各カテーテル50は図1Bに最も良く示されているように一定の曲率半径によって特徴付けられている。図1Bに示されているように、シース50を通して挿入された後の、一定の曲率のカテーテル50は、2つの異なる姿勢でディスプレイ8上に示されていて、2つの姿勢は約180度の回転によって区別される。次に、コンピュータを用いて、カテーテル50が左心房のアブレーションされなければならない所望の点（アブレーションなどの治療の標的にされる一つまたは複数の点）の全てに到達できることを確かめるために、異なる程度のさまざまな自由度での操作をシミュレーションする。

【0026】

さらに、コンピュータシミュレーションは、左心房10内へのカテーテル50の挿入深さおよび姿勢方位角、および、カテーテル50の具体的な軌道上の心房壁（カテーテルがその心房壁と接触する）の機械的性質および機械的效果、に応じて、左心房10の心房壁に対するカテーテル50の起こりうる軌道を決定するためにも用いられる。さらに、コンピュータシミュレーションは、左心房10内へのシース40の延出深さの効果がカテーテルの軌道上に及ぼされていることを判定するためにも用いられる。ステップ130およびステップ135は、異なる曲率半径の別のカテーテル50に対して実行されてもよい。

【0027】

医者 of 自由裁量で、これらのステップは、最適なカテーテル50を選択するため、および、そのカテーテル50がアブレーションされるべき左心房の全ての点（左心房の治療されるべき一つまたは複数の点）にアクセスできることを検証するステップ135を実行するために、用いられる。図1Bに最も良く示されているように、シンボル、ラベル、注、または、チェックマーク、のような標識60が、ディスプレイ8上で直接特定される。この例では、チェックマークが、ディスプレイ8上の図式的な表示のRSPV13、LSPV16、および、LIPV18の所で標識60として用いられて、選択されたカテーテル50が、これらの特徴の付近でアブレーションラインをトレースし形成することができることを示し、一方、クエスチョンマークのシンボルの形態の標識60は、選択されたカテーテル50を用いてアクセスできないであろう特徴としてのディスプレイ8上の図式的な表示のRIPV14の所で、示されている。

【0028】

選択されたカテーテル50に基づいて、そして、心臓の解剖学的構造の特徴およびその寸法に基づいて、医者および／またはコンピュータ（コンピュータおよびシミュレーシ

10

20

30

40

50

ョンソフトウェアおよびアルゴリズムに援助されたまたは援助されない医者)は、アブレーションされるべき左心房10のラインをトレースするなどして、治療されるべき一つまたは複数の点に印をつけることによって、その患者に対するアブレーション計画を設計する(ステップ140)。次に、コンピュータは、心臓壁を穿刺する危険および食道のような心臓外の構造に付随的な損傷を与える危険なしに完全な経壁アブレーションを達成するために必要な、RF電力、電極タイプ、および、焼灼時間、などの実行パラメータを計算する。これらのパラメータは、心臓の3D画像によって与えられるような組織の厚さに基づいてよい。

【0029】

手技の実行

コンピュータは、前もって決定されたアブレーション計画(ステップ140)および実行パラメータ(上述)に基づいて、手技の間中、医者に指示を与えるようにプログラミングされる。治療(アブレーション)計画が、次に、ステップ145で実行される。そして、ステップ150では、コンピュータは、CARTO(登録商標)マッピング・アンド・ナビゲーション・システム(図示されていない)で用いられている電磁気的位置センサーのような適切な位置センサーを用いて、カテーテル50(および、必要な場合には、シース50)の位置を追跡することによって、手技の実行を監視する。したがって、ステップ150では、コンピュータは、アブレーションをどこでそしていつ開始し停止するかについて、ならびに、どこでそして何度の角度でシース40を心房中隔11を通して押すかについて、医者に指示を与えることができる。ステップ150では、コンピュータは、起こりえる危険な状態、および、アブレーション計画(ステップ140)からのずれ、に関して、医者を案内し注意を与える、すなわち、医者に警告を与えることによって、ステップ145での(アブレーション計画を実行および実施している)医者にリアルタイムで案内を提供することもできる。

【0030】

本発明に基づく方法が図1Aおよび図1Bに示されていて、その方法は、(心臓の、特に、左心房10の)解剖学的構造のモデルを得るのに、解剖学的構造のモデルに基づいて、かつ、手技で用いられる器具(または複数の器具)の既知の特性に基づいて、侵襲的手技をシミュレーションするのに、上述したシミュレーションされた手技に基づいて、実際の手技を案内するために、位置センサーを用いて器具の位置を追跡するのに、とりわけ有用である。

【0031】

本発明に基づくこの方法は、成功の結果をもたらすことが期待される器具(医療装置または医療器具)および操縦、すなわち、器具の使用、の最適な選択を見出し、次に、結果がシミュレーションに従っていることを確実にするために実際の手技を監視、案内、および、評価するために、複雑な手技を正確に事前計画できるようにする点で、とりわけ有益である。

【0032】

さらに、上記の方法は、ロボット制御の下で、例えば、カテーテルの操縦およびアブレーションのためにロボットを用いて制御され命令された器具を用いる閉ループ制御方式で、用いられることもある。

【0033】

本発明に基づくこの方法は、左心房10のアブレーションによって心房細動を治療するのにとりわけ適しているが、本発明の原理は、左心室の壁の瘢痕の周囲をアブレーションすることによる心室性頻拍の治療、または注入カテーテルによる細胞ベースまたは遺伝子ベースの治療、ならびに、整形外科、泌尿器、神経、胸部、胃腸、脈管、などの分野の侵襲的手技のようなその他の全ての医療的な用途で、用いられてもよい。

【0034】

本発明は、図2A、図2B、および、図2Cに最も良く示されているように左心房の心房細動のアブレーション治療を実行するための新規な系統的方法をも指向している。本発

10

20

30

40

50

明に基づくこの方法は、患者の心臓の右心房30内に配置された超音波カテーテル55（図2C）を用いて超音波誘導されて実行される。超音波カテーテル55には、参照することによって本明細書に組み込まれる2005年4月26日に出願された米国特許出願第11/114,847号に開示された電磁気的位置センサーのような、位置センサーが含まれていてよい。したがって、この実施の形態では、位置センサーを備えた超音波カテーテル55は、位置センサーおよびカテーテル55の正確な位置を求め、患者の体内でカテーテル55を操縦するために、コンピュータおよび信号処理回路を備えた位置選定システムと共に用いられる。

【0035】

この例示的な実施の形態では、手技90aのステップが、図2Aに模式的に示され、以下に記載される。最初に、ステップ106で、医者は、患者の心臓の一つの室の中に超音波カテーテル55を配置し、その超音波カテーテル55を用いて、隣接する室の一つまたは複数の画像を得る。例えば、医者は、超音波カテーテル55を右心房30（図2C）の中に挿入し、カテーテル55から、隣接する室、例えば、左心房10に向けて超音波ビーム57を放射し、カテーテル55を用いて、左心房10および周囲の構造の超音波画像（2次元「2D」超音波画像）を得る。超音波カテーテル55で用いられる位置センサー（図示されていない）、および、その関連する位置選定システム（図示されていない。）は、位置センサーおよびカテーテル55の位置を正確に決定（位置座標および姿勢座標を決定）できるようにしている。例えば、位置センサーは、3次元の位置座標（X、Y、Z座標軸の方向）、および、最大で3次元の姿勢座標（ヨー（偏揺れ）、ピッチ（縦揺れ）、ロール（横揺れ））までを含む少なくとも2次元の姿勢座標（ヨー、ピッチ）を用いることによって、カテーテル55の一部が正確に追跡され操縦されることを可能にする。したがって、カテーテル55の一部の位置選定座標（位置座標および姿勢座標）が、カテーテル55の位置センサーに動作可能に結合された位置選定システム（図示されていない）を用いて、求められるので、3次元超音波スライスが、対応する各2D超音波画像の各ピクセルに対して、2D超音波画像およびその関連する位置選定座標を用いて、得られる。

【0036】

したがって、コンピュータは、各2D超音波画像の各ピクセルに対して、位置選定座標（位置座標および姿勢座標）を用い、結果として3次元超音波画像スライスを生み出す。次に、ステップ108では、カテーテル55によって得られコンピュータによって生み出された3次元超音波画像スライスは、左心房10の3D超音波画像再構成（3Dモデルまたは再構成された3D画像）を再構成するために、コンピュータ（再構成アルゴリズムおよび再構成ソフトウェアを備えている。）によって用いられる。さらに、再構成された3D超音波画像モデルすなわち再構成は、左心房10の後に位置する、大動脈弁26、および、上行大動脈24、を含む。

【0037】

次のステップ110では、目標などの鍵となる特徴が、自動的に、または、医者によって対話式で、再構成された3D画像上で特定される。これらの目標には、卵円窩（すなわち卵円孔）12、大動脈弁26、ならびに、上行大動脈24自体の、平面および輪郭線が含まれる。その他の重要な目標（key landmark）には、典型的には、4本の肺静脈（右上肺静脈「RSPV」13、右下肺静脈「RIPV」14、左上肺静脈「LSPV」16、および、左下肺静脈「LIPV」18）の口、僧帽弁20の輪、および、左心耳22の口、が含まれる。

【0038】

アブレーションカテーテル50を右心房30から左心房10へ挿入するための準備では、ステップ146（図2A）で、医者は、図2Cに示されているように、針すなわちシース40を用いて、卵円窩12の所で心房中隔11を穿刺する。医者が誤って針で上行大動脈24を穿刺することがないようにするために、3D超音波画像上での大動脈弁26および上行大動脈24の位置が表示されている。システムおよびコンピュータは、針を心房中隔11に通して挿入するための正しい向きおよび深さに関して、医者を自動的に案内する

ようにプログラムされていてよい。超音波カテーテル５５は、左心房１０から右心房３０への穴を通る血液の流れを検出することによって、心房中隔１１に穴が生み出されたことを観測するために、ドップラーモードで用いられてよい。

【００３９】

ステップ１４７では、アブレーションカテーテル５０（および、その手技で必要な場合には、任意のその他の所望される医療装置）が、所望のアブレーションパターンを生み出すために、（シース４０を通して）左心房１０の中に挿入される。ステップ１４８では、超音波カテーテル５０は、右心房３０内に配置されたまま留められ、リアルタイムでアブレーションの結果を観測し画像化するために、（左心房１０内に配置された）アブレーションカテーテル５０の先端の領域を画像化するのに用いられる。超音波カテーテル５５または／およびアブレーションカテーテル５０は、例えば、ロボット制御の下で、自動的に制御され、２Ｄ超音波ファンすなわち投影５７が、アブレーションカテーテル５０が左心房１０内を動く間アブレーションカテーテル５０の位置を追跡する。治療ステップ、すなわち、ステップ１４８の（超音波誘導された）アブレーションステップが完了した後に、ステップ１５２で、超音波カテーテル５５は、損傷を評価するために、および、肺静脈１３，１４，１６，１８を通して流れる血液が損なわれなかったことを確かめるために、左心房１０の超音波画像をさらに捕捉する。したがって、ステップ１５２は、施された治療のレベルを評価し、血液が、心臓の室、および、肺静脈１３，１４，１６，１８のような鍵となる血管を適正に流れていることを検証するために、用いられる。

【００４０】

本発明に基づくこの方法は、心臓内の超音波イメージング、位置検出、事前計画、シミュレーション、および、案内（以下により詳しく記載される。）の新規な組み合わせによって、左心房の細動の正確かつ安全なアブレーション治療を促進する点で、とりわけ有益である。

【００４１】

本発明に基づくこの方法の別の実施の形態９０ｂが図２Ｂに示されていて、その方法は、方法９０ａ（図２Ａ）で記載された多くのステップを用い、同様に同じ参照符号が、その方法と同じステップに対して用いられている。しかし、全体が符号１１２を付された追加のステップは、事前計画およびシミュレーションステップであり、そのステップは、図１Ａに示され、詳しく上述された、特徴の寸法を計算するステップ１１５、治療のための経路を決定するステップ１２０、シースの挿入プロセスをシミュレーションするステップ１２５、シースを通した装置の挿入をシミュレーションするステップ１３０、治療されるべき全ての点へのアクセスを検証するステップ１３５、治療計画を設計するステップ１４０、および、手技を監視し指針を提供するステップ１５０、と等しい。

【００４２】

さらに、上述され、図２Ａおよび図２Ｂに示された方法は、ロボット制御の下で、例えば、カテーテルの操縦およびアブレーションのために、ロボットによって制御され命令された器具を用いる閉ループ制御方式で、用いられてもよい。

【００４３】

図２Ａおよび図２Ｂに示された本発明の方法は、左心房のアブレーションによる心房細動の治療にとりわけ適しているが、本発明の原理は、心室に、および、例として以前に簡単に特定されたもののようなその他の体の器官に行われる別の種類の侵襲的手技に、用いられてもよい。

【００４４】

本発明に基づく別の方法は、マクロなリエントラント回路が心臓の心臓壁で発生するのを防止する新規の効果的な方法によって、心臓の心房細動を治療する方法を指向している。良く知られているように、左心房の細動のカテーテルベースの治療は、心筋組織を、肺静脈の口を取り囲むすなわち隔離するように設計されたパターンで、アブレーションすることを、一般的に含んでいる。この治療パターンは、心房細動が一つまたは複数の肺静脈の口の中の部位からの刺激によって通常誘起されることを示した（公知の電気生理学者ド

クター・ハイサギューレー (Dr. Haissaguerre) と彼の同僚による) 研究に基づいている。しかし、この種の治療は、心房細動の単独の治療として用いた場合に典型的には約 30% の失敗率という、受け入れられないほど高い失敗率を有している。

【0045】

このような高い失敗率の理由は、慢性の心房細動がどのような種類の誘導刺激をも必要としないことであると仮定されている。そうではなく、公知の電気生理学者ドクター・ウィジューフェルス (Dr. Wijffels) およびドクター・アレッシー (Dr. Allesie) の研究によって示されたように、一旦、心房が細動を始めると、心房は電氣的な「リモデリング」のプロセスを受け、そのプロセスが特定の誘導部位がない場合でさえも細動を続けさせる。

10

【0046】

したがって、本発明に基づく方法は、肺静脈 (図 3 B に示された右上肺静脈「RSPV」13、右下肺静脈「RIPV」14、左上肺静脈「LSPV」16、および、左下肺静脈「LIPV」18) の口のような誘導部位を隔離するだけでなく、マクロナリエントラント回路 70 が左心房 10 の心臓壁自体で発生するのを防止する、ことをも指向する心房細動を治療するためのアブレーション治療を指向している。

【0047】

これらのマクロナリエントラント回路 70 の物理的な寸法が、心房の任意の所定の部位での不応期の長さによって求められる。通常は、心房の不応期は、長く (正常な状態での不応期の平均的な長さは、120 ミリ秒から 150 ミリ秒までの範囲にある。)、マクロナリエントラント回路は、その結果として大きい (典型的には、6 cm から 7 cm よりも大きい直径を有する)。

20

【0048】

しかし、心房細動では、不応期は、かなり短く、すなわち、80 ミリ秒から 100 ミリ秒の範囲内にあり、したがって、マクロナリエントラント回路 70 は、実際のアブレーションライン 65 の間で残存するのに十分小さいことがあり、すなわち、マクロナリエントラント回路 70 は、1 cm 程度の小さい直径を有することがある。図 3 B に示されたアブレーションの損傷 65 の間の円形の経路 70 は、この状況を示している。この問題は、心房の体積が大きくなるほど、そして、心房の心内膜の表面積が大きくなるほど、扱いがより困難になる。

30

【0049】

この問題に対応して、本発明は、図 3 A に模式的に示されているように心房細動の治療でマクロナリエントラント回路 70 (図 3 B) を防止するための新規な方法 95 を提案する。本発明の方法 95 に基づけば、第 1 のステップ 140 は、治療計画を設計するものであり、すなわち、予め得られた 3D 画像 (CT、MR、および/または、超音波画像など) を用いて、心房 10 の表面にアブレーション戦略 (肺静脈の隔離、適正な隔離およびブロックに必要なアブレーションライン、の両方を含む。) を設計する。再び、その治療戦略 (ステップ 140 で述べられた。) の開発は、図 1 A の全体的な事前計画およびシミュレーションステップ 112 をも含んでいてよく、例えば、心房、または、心房、その他の室、または、血管、の一部、のような、心臓の表面または一部の画像および/またはマップを得て、心臓または心房の表面または一部の画像および/またはマップをディスプレイ 8 上に表示するステップ 105 (図 3 B)、画像および/またはマップ上の少なくとも一つの特徴 (解剖学的な目標を含む一つまたは複数の鍵となる特徴など) に印をつけるステップ 110、鍵となる特徴の各々の直径を求めることを含む一つまたは複数の鍵となる特徴の寸法を計算し、治療計画の一部として治療のための心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定するステップ 115、治療のための経路を決定するステップ 120、シース 40 の挿入をシミュレーションするステップ 125、アブレーションカテーテルなどのその他の医療装置のシースを通した心臓および心房の中への挿入をシミュレーションするステップ 130、心臓の表面または中の一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証するステップ 135、治療計画を設計するステップ 140、を含む一つまた

40

50

は複数の個々のステップを含んでいてよく、ここで、これらの各ステップは、任意の組み合わせおよび順番で用いられてよい。これらのステップの詳細も、既に上述されている。

【0050】

図3Aに模式的に示されているように、ステップ140で治療戦略が開発され記載された後、心房10の心内膜の全体の表面積がステップ160で計算される。本発明の目的のために、ステップ160は、心内膜の表面の任意の部分の面積、および、心内膜の全体の表面積だけでなく、注目される任意の表面または表面の一部の面積を計算することを指向してよい。心房の心内膜の表面積が計算された後、計画されたアブレーションパターンに従って各セグメントの推定面積が、ステップ165で、計算される。代表的なセグメントの例が、図3Bに示されていて、セグメントの例は、アブレーションライン65の間の領域、すなわち、アブレーションライン65の間のアブレーションされていない領域である。次に、ステップ170で、各セグメント（アブレーションされていない領域、すなわち、設計された治療計画の一部として治療されていない推定面積）が、評価されて、各セグメントがマクロナリエントラント回路70を含むまたは経験する可能性があるか否かが判定される。ステップ170は、既に上述された不応期の範囲のようなありそうな（または、既知の場合には使用者によって設定された）不応期の範囲に亘って実行される。ひとつまたは複数のセグメントが依然としてマクロナリエントラント回路を含むのに十分な大きさである可能性がある場合には、治療計画が補正または変更されて（ステップ172）、セグメントの面積が減らされ、すなわち、図3Bに参照符号75で示されたブロックの追加のアブレーションライン（または複数のアブレーションライン）を計画することによってセグメントのサイズが減らされる。そして、ステップ170が、縮小されたセグメント（追加のアブレーションライン75によって、今や画定されたより小さい面積または寸法のセグメント）がマクロナリエントラント回路70を含むまたは経験する可能性があるか否かを判定するために、再度実行される。

【0051】

セグメントのサイズが、セグメントがマクロナリエントラント回路70を含む可能性も経験する可能性もないように十分なサイズすなわち面積である場合には、その治療計画が実行され、アブレーション治療などの治療が、ステップ175で、医者によって提供される。

【0052】

再び、ステップ175での治療計画の実行が、手作業で（医者によって）、または、ロボット制御の下で、行われてよい。治療計画が実行された後、各セグメントの実際の面積が、ステップ180で測定される。ステップ180で、アブレーションライン65（縮小されたセグメントサイズのために計画されたアブレーションライン75の実施をも含む）が作られた後に生み出された各セグメントの実際の面積の測定が行われ、この測定は通常は手技の最後に実行される。しかし、ステップ185で、実際のセグメントのサイズすなわち実際のセグメントの面積が、依然としてマクロナリエントラント回路が存在する可能性があることを示している場合には、マクロナリエントラント回路を経験することがないようにセグメントのサイズを縮小するために、治療計画がステップ172で補正または修正される。そして、補正された計画がステップ175で実行されて、残りのステップ180およびステップ185が再び実行される。

【0053】

ステップ180での実際のセグメントのサイズすなわち実際のセグメントの面積の測定が、マクロナリエントラント回路が存在する可能性があること（ステップ185で実行された分析）を示した場合、その手技は、完了すなわち終了したとみなされる（ステップ190がその手技が完了したことを示す）。

【0054】

上述したように、追加のアブレーションライン75が、依然としてマクロナリエントラント回路を維持するのに十分な大きさである可能性のあるセグメントを切断するために、もともとのアブレーションパターン65に（ステップ170およびステップ172の計画

段階で、または、ステップ 1 8 5 の実行の最初の段階およびステップ 1 7 2 の後に) 追加される。

【0055】

良く知られているように、心房細動の従来技術のおよび現行の外科的およびカテーテルベースの治療は、全ての患者に対して、ほぼ同じ損傷パターンを用い、その結果、これらの手技は、患者に対して高い失敗率となる傾向がある。本発明は、問題の心臓の画像および／またはマップから得られた定量的な測定に基づいて、具体的な個々の患者の解剖学的構造および電気生理学的特性に治療を適合させる系統的な方法を提供することによって、この課題を解決する。したがって、この新規なアプローチ、システム、および、方法が心房細動の治療の成功率を高めるであろうことが確信される。

10

【0056】

これまでの記載は本発明の好ましい実施の形態を含んでいるので、これらの実施の形態でさまざまな変形および変更が、本発明の範囲を逸脱することなく、開示された本発明の原理に基づいて、行われてもよいことが、理解される。

【0057】

本発明の好ましい実施の形態が、本明細書で示され記載されたが、当業者には、そのような実施の形態が例示のためにのみ提供されたことが明らかであろう。さまざまな変形、変更、および、置換、が、いまや、本発明から逸脱することなく、当業者には思いつくであろう。したがって、本発明が添付の特許請求の範囲の精神および範囲によってのみ、限定されることが、意図される。

20

【0058】

〔実施の態様〕

この発明の具体的な実施態様は以下の通りである。

(1) 心臓への心臓手術を事前計画する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

30

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

(2) 心臓手術のための計画を開発する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

40

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

(3) 心臓への心臓手術を事前計画する、および、実行する方法において、

50

前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
前記心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する、方法。

(4) 前記実施態様(3)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいて案内される、方法。

(5) 前記実施態様(4)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいてロボットを用いて案内される、方法。

(6) 心臓への心臓手術の計画を開発する、および、心臓手術を実行する方法において

、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
前記心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する、方法。

(7) 前記実施態様(6)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいて案内される、方法。

(8) 前記実施態様(7)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいてロボットを用いて案内される、方法。

(9) 心臓への心臓手術をシミュレーションする方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、

を具備する、方法。

(10) 心臓手術の計画をシミュレーションする、および、開発する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
を具備する、方法。

10

【0059】

(11) 心臓への心臓手術をシミュレーションする、および、実行する方法において、
前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

20

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
前記心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する、方法。

(12) 前記実施態様(11)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいて案内される、方法。

30

(13) 前記実施態様(12)に記載の方法において、
前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいてロボットを用いて案内される、方法。

(14) 心臓手術をシミュレーションし、心臓への心臓手術の計画を開発し、心臓手術を実行する方法において、

前記心臓の画像またはマップを得る過程と、
前記心臓の前記画像またはマップを表示する過程と、
前記画像またはマップ上の少なくとも一つの特徴に印をつける過程と、
前記少なくとも一つの特徴の寸法を計算する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の一つまたは複数の点を特定する過程と、
治療のための前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点への経路を決定する過程と、

40

前記心臓内へのシースの挿入をシミュレーションする過程と、
前記シースを通した前記心臓内への医療装置の挿入をシミュレーションする過程と、
前記心臓の表面または中の前記一つまたは複数の点が治療のためにアクセスできることを検証する過程と、
前記心臓の表面または中に医療手技を実行する過程と、
を具備する、方法。

(15) 前記実施態様(14)に記載の方法において、

50

前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいて案内される、方法。

(16) 前記実施態様(15)に記載の方法において、

前記医療手技が、監視され、かつ前記計画に基づいてロボットを用いて案内される、方法。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1A】本発明の一実施の形態に基づく、医療手技をシミュレーションする、計画する、および、実行する方法を示したフロー図である。

【図1B】本発明に基づく、左心房の心臓手術をシミュレーションする、計画する、および、実行する図1Aの方法を、ディスプレイ上に示した模式図である。

10

【図2A】本発明の第2の実施の形態に基づく、超音波による案内を用いた、心臓手術を実行する方法を示したフロー図である。

【図2B】本発明の第3の実施の形態に基づく、超音波による案内を用いた、心臓手術をシミュレーションする、計画する、および、実行する方法を示したフロー図である。

【図2C】本発明に基づく、超音波による案内を用いた、心臓手術をシミュレーションする、計画する、および、実行する図2Aおよび図2Bの方法をディスプレイ上に示した模式図である。

【図3A】本発明の第4の実施の形態に基づく、マクロナリエントラント回路を防ぐための心臓手術をシミュレーションする、計画する、および、実行する方法を示したフロー図である。

20

【図3B】本発明に基づく、マクロナリエントラント回路を防止しながら心臓手術をシミュレーションする、計画する、および、実行する図3Aの方法をディスプレイ上に示した模式図である。

【符号の説明】

【0061】

8 ディスプレイ

10 左心房

11 心房中隔

12 卵円孔

13 右上肺静脈

14 右下肺静脈

16 左上肺静脈

18 左下肺静脈

20 僧帽弁

22 左心耳

24 上行大動脈

26 大動脈弁

30 右心房

40 シース

50 アブレーションカテーテル

55 超音波カテーテル

57 超音波ビーム

65 実際のアブレーションライン

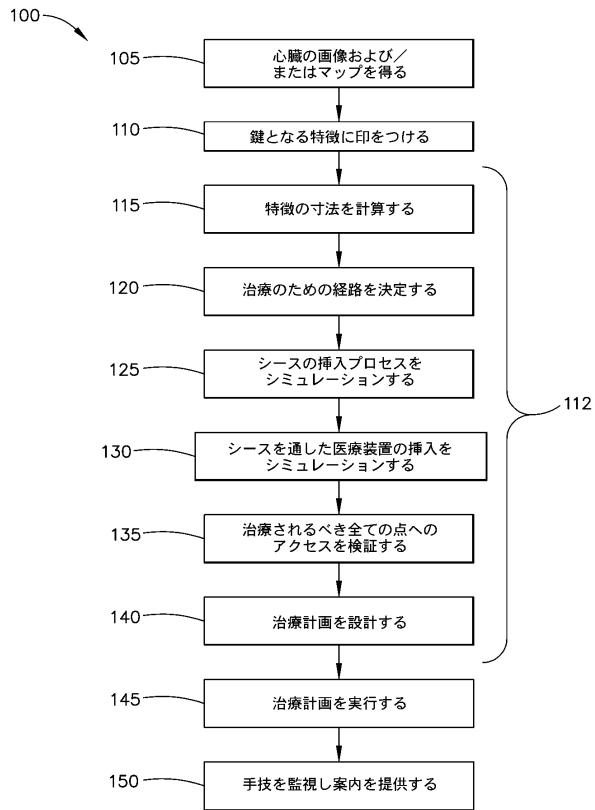
70 マクロナリエントラント回路

75 追加のアブレーションライン

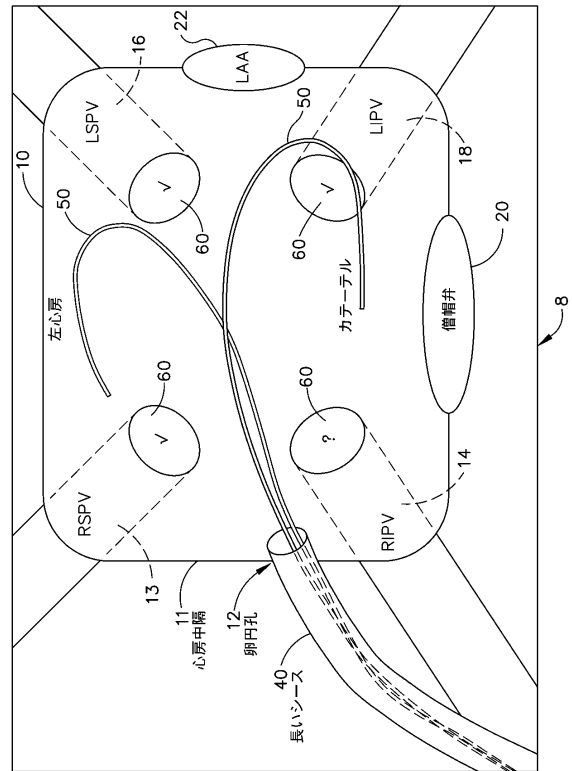
30

40

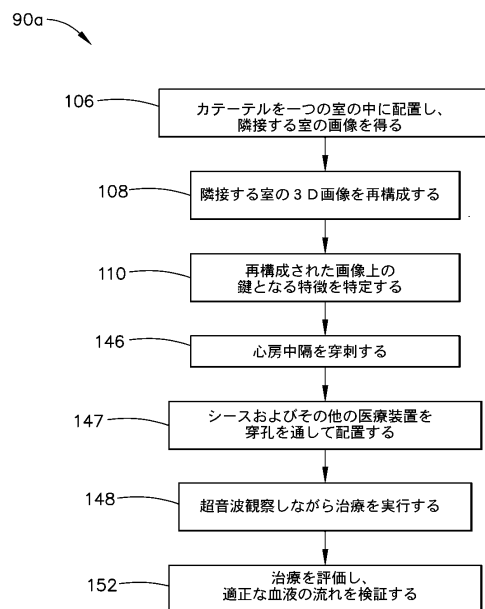
【図 1 A】



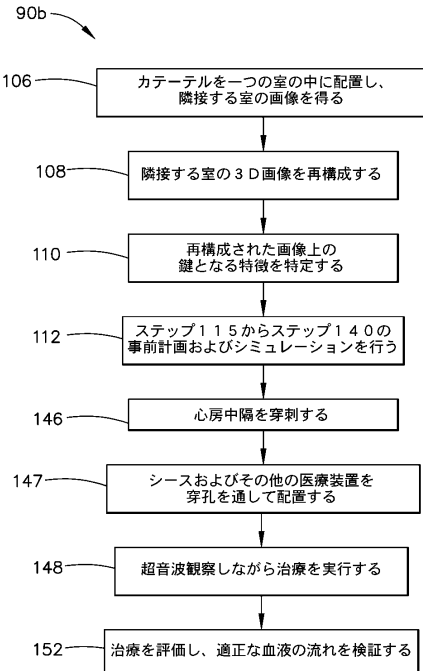
【図 1 B】



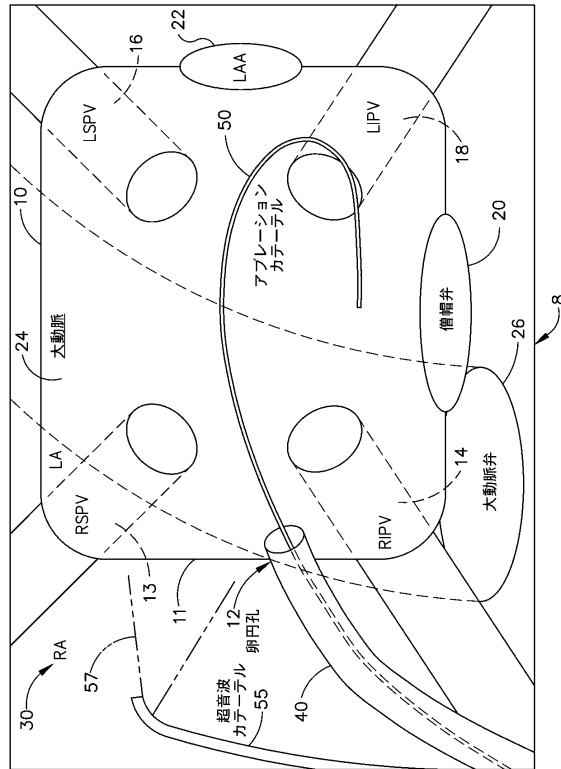
【図 2 A】



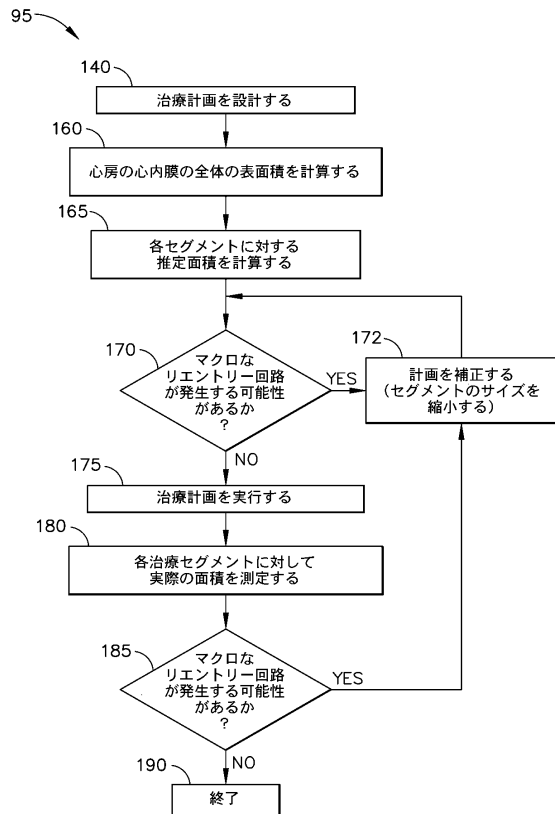
【図 2 B】



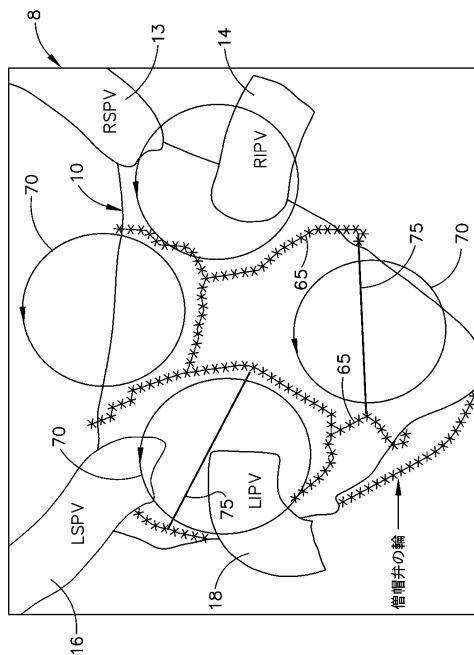
【図 2 C】



【図 3 A】



【図 3 B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-299673 (JP, A)
特開平11-197159 (JP, A)
特開2003-030624 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 19/00