

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4686484号
(P4686484)

(45) 発行日 平成23年5月25日 (2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月18日 (2011.2.18)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B	6/12	(2006.01)	A 6 1 B	6/12	
A 6 1 B	19/00	(2006.01)	A 6 1 B	19/00	5 0 1
A 6 1 B	6/00	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 5 0 Z
A 6 1 B	5/055	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 6 0 Z
			A 6 1 B	5/05	3 9 0

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-552740 (P2006-552740)
 (86) (22) 出願日 平成17年2月3日 (2005.2.3)
 (65) 公表番号 特表2007-522841 (P2007-522841A)
 (43) 公表日 平成19年8月16日 (2007.8.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2005/050451
 (87) 国際公開番号 W02005/077293
 (87) 国際公開日 平成17年8月25日 (2005.8.25)
 審査請求日 平成20年1月30日 (2008.1.30)
 (31) 優先権主張番号 04100488.8
 (32) 優先日 平成16年2月10日 (2004.2.10)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100135079
 弁理士 宮崎 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インターベンションデバイスの空間的ロードマップ生成方法、システム、及びその空間的精度を監視する品質管理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象臓器内でインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップを生成する、データ取得システムと計算手段とを有するシステムを作動する方法であって、

前記データ取得システムが取得した、前記対象臓器内に配置した複数の検出可能マーカの画像データを用いて、動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を、前記計算手段が構成する段階と、

前記動き補正した対象臓器指向の3次元座標系内で前記複数の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を、前記計算手段が求める段階と、

前記複数の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけることにより前記対象臓器内の前記空間的ロードマップを、前記計算手段が構成する段階と、
 を有する方法。

【請求項 2】

インターベンション測定カテテルを用いて前記対象臓器中の複数の測定場所における一組の心臓電位測定値を、前記計算手段が取得する段階と、

前記空間的ロードマップに前記一組の心臓電位測定値を、前記計算手段が表示する段階と、

をさらに有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

置換可能カテーテルの所在位置について、前記対象臓器中の前記置換可能カテーテルの他の画像データを、前記データ取得システムが取得する段階であって、前記置換可能カテーテルは他の検出可能マーカを有し、前記他の画像データは検出可能マーカと他の検出可能マーカとの画像を含む段階と、

前記動き補正した対象臓器指向の3次元座標系内で前記置換可能カテーテルの他の複数の検出可能マーカのそれぞれの他の空間的位置情報を、前記計算手段が求める段階と、をさらに有する、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記計算手段が、他の空間的位置情報を前記空間的ロードマップと自動的にマッチングする段階をさらに有する、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を求めるため、前記対象臓器の回りのX線源の回転スキャンによる画像取得を実行する、請求項1ないし4いずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を求めるため、磁気共鳴装置による前記対象臓器の画像取得を実行する、請求項1ないし4いずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

対象臓器内のインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成システムであって、

前記対象臓器内に位置づけられたと考えられる複数の検出可能マーカを有するカテーテルと、

前記複数の検出可能マーカを含む画像データを取得するように構成されたデータ取得システムと、

計算手段であって、

前記画像に基づき動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を構成し、

前記動き補正した対象臓器指向の3次元座標系内の複数の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を求め、

前記複数の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけることにより前記対象臓器内の前記空間的ロードマップを構成する計算手段と、

を有するシステム。

【請求項8】

前記カテーテルは、前記対象臓器内の複数の場所において心臓電位測定値を取得するようにさらに構成され、前記計算手段は、前記空間的ロードマップに前記心臓電位測定値を表すようにさらに構成されている、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】

前記システムは、前記対象臓器内に置換可能に配置されている、他の検出可能マーカを有する置換可能カテーテルをさらに有し、

前記データ取得システムは、前記検出可能マーカと、前記置換可能カテーテルの位置に対する他の検出可能マーカとの他の画像データを取得するようにさらに構成され、

前記計算手段は、前記動き補正した対象臓器指向の3次元座標系内の前記置換可能カテーテルの他の複数の検出可能マーカのそれぞれの他の空間的位置情報を求めるようにさらに構成されている、請求項7または8に記載のシステム。

【請求項10】

前記計算手段は、前記置換可能カテーテルの前記他の複数の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を前記空間的ロードマップとマッチするようにさらに構成されている、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

前記対象臓器内にカテーテルを位置づけるように構成されたナビゲーション手段をさらに有する、請求項7ないし10に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記対象臓器内に前記置換可能カテテルを位置付けるように構成されたナビゲーション手段をさらに有する、請求項 7 ないし 1 0 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記計算手段は、前記他の空間的位置情報を前記空間的ロードマップに合わせるために前記ナビゲーション手段を制御するように構成されている、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記カテテル及び/または前記置換可能カテテルの空間的ロードマップの 3 次元画像と、前記カテテル及び/または前記置換可能カテテルの空間的位置とをフィードバックするように構成されているユーザインターフェイスをさらに有する、請求項 7 ないし 1 3 に記載のシステム。

10

【請求項 1 5】

前記ユーザインターフェイスは、前記対象臓器を含むさらに 3 次元画像を表示するように構成されている、請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

請求項 7 ないし 1 5 いずれか一項に記載のシステムの空間的精度を保護するように構成された品質管理システムであって、

検出可能マーカの空間的位置を記録する手段と、

前記検出可能マーカの前記空間的位置を監視する手段と、

インターベンション中の前記検出可能マーカの変位を通知する手段と、

前記検出可能マーカの記録された空間的位置を用いて、動き補正した対象臓器指向の 3 次元座標系を較正して、新しい動き補正した対象臓器指向の 3 次元座標系を生成する手段と、

20

前記新しい動き補正した対象臓器指向の 3 次元座標系に対して前記空間的ロードマップを構成する手段と、

を有することを特徴とするシステム。

【請求項 1 7】

置換可能カテテルの経路を前記空間的ロードマップに合わせる手段をさらに有する、請求項 1 6 に記載の品質管理システム。

30

【請求項 1 8】

前記置換可能カテテルはガイドシステムにより位置決めされ、前記置換可能カテテルの経路を空間的ロードマップに合わせる手段は前記ガイドシステムと通信するように構成された、請求項 1 7 に記載の品質管理システム。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

本発明は、対象臓器内のインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成方法に関する。該方法は、対象臓器内に検知可能マーカを有するカテテルを入れる (provide) ステップを有する。

40

【0 0 0 2】

本発明は、さらに、対象臓器内のインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成システムに関する。該システムは、対象臓器内に位置づけられる検知可能マーカを有するカテテルと、検知可能マーカを含む画像データを取得するように構成されたデータ取得システムと、を有する。

【0 0 0 3】

本発明は、さらに、対象臓器内でインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成システムの空間的精度を監視するように構成された品質管理システムに関する。

【0 0 0 4】

50

冒頭のパラグラフに記載した方法の一実施形態は、国際出願公報第W O 9 4 / 1 6 6 2 3号に記載されている。この既知の方法は、心臓電気生理学の分野に応用することができる。この既知の方法では、検知可能マーカを有する2つの基準カテーテルが患者の関心対象臓器に挿入され、患者に互いに交わるスキャンビームをX線源から照射する。既知の実施形態では、検知可能マーカはシンチレーション結晶等のX線敏感物質を有し、X線吸収時に、その検知可能マーカが配置された患者の人体の外に信号を送るように構成されている。対象臓器内のカテーテルの3次元的位置は、検知可能マーカの空間的位置を定めることにより得られる。これは制御部により実行される。この制御部は、検知可能マーカからの出力信号を両方のX線部のスキャンコントローラからの対応するスキャンアドレス情報と相関させるように構成された一致 (coincidence) 検出器を有する。既知の方法では、

10

【0005】

既知の方法の不利な点は、マッピングプロセスの精度が、スキャンX線ビームの最小ピクセルと検知可能マーカの大きさの間の相互関係に強く依存することである。

【0006】

本発明の目的の1つは、インターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成方法であって、実質的に従来画像化手段により空間的精度が高いトラジェクトリを得られる方法を提供することである。

【0007】

20

このため、本発明による方法は、次の段階を有する：

- 対象臓器内に配置された検出可能マーカの画像データを取得する段階と、
- 前記画像データを用いて動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を構成する段階と、
- 動き補正された対象臓器指向の3次元座標系内の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を求める段階と、
- 検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけることにより対象臓器内の空間的ロードマップを構成する計算手段。

【0008】

本発明の方法によると、内部の動き補正された対象臓器指向の座標系が構成される。この技術的手段は、インターベンションプロシージャの可視化オブジェクトは動く対象上にあるので、既知の方法のように静的な座標系を用いるシステムに対して、位置決め精度が向上するというに基づく。動き補正された対象臓器指向の3次元座標系は、好ましくは、奔出願人に譲渡された欧州特許出願第E P 0 3 1 0 0 6 4 6 . 3号に記載された、従来の画像化方法を用いる動き補正3次元ボリューム画像化方法を用いて構成される。検出可能マーカを動き補正が基づく機能として使用する。

30

【0009】

また、ワイドX線ビームまたは磁気共鳴取得のような従来の画像化方法を用いて、検出可能マーカの位置決定の空間的分解能がよくなる。考えている関心領域のすべてのボリューム要素を画像化の際に通過するからである。これは、最小直径のスキャンビームを照射する既知の方法とは対照的である。必ず留意しなければならないことは、本発明による方法を実施する場合、検出可能マーカだけが認識できる画像を取得すれば十分だということである。これは非常に低容量のX線への露出で達成されるが、その理由は、現在市販されているインターベンションカテーテルの大半は十分な大きさのラジオオペークマーカを有しているからである。任意的に、画像は対象臓器の真の3次元再構成を可能とするより高い画像品質で取得でき、よって、インターベンション中に臨床医の3次元臨床的洞察が改善される。本発明による方法は、心臓電気生理に限定されず、多様なインターベンションに適用可能であることに留意すべきである。動き補正された対象臓器指向の3次元座標系を求めると、組織特性等の好適な補足情報を用いてこの座標系内の空間的ロードマップを構成する。検出可能マーカの空間的位置情報は、動き補正された対象臓器指向の3次元座標系内の各検出可能マーカのそれぞれの座標を含むことが好ましい。あるいは、カテー

40

50

テル上の検出可能マーカ間の距離は予め決められているので、マーカ間の相対的な距離と、1つのマーカの絶対座標とを用いて、空間的位置情報を形成することができる。検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけることにより、空間的ロードマップの3次元トラジェクトリを求める。空間的ロードマップのトラジェクトリを画成する空間的座標は絶対的なものでもよいし、検出可能マーカの座標を参照して画成することもできる。

【0010】

本発明による方法の一実施形態において、該方法はさらに以下の段階を有する：

- インターベンション測定カテーテルを用いて対象臓器中のそれぞれの測定場所における一組の読みを取得する段階と、
- 空間的ロードマップに一組の読みを表示する段階。

10

【0011】

本発明による方法を空間的ロードマップ上の心臓電位測定の結果を表す電気生理学のフレームで実施すると、特に有利であることが分かった。この特徴は、例えば、検出可能マーカと測定カテーテルの測定点の間の空間的関係のアプリオリな知識により可能となる。言うまでもなく、複数ゲージを備えた単一カテーテルや、単一測定ワイヤを有する複数のカテーテルなどの多様な構成が可能である。心臓活動電位の測定結果を空間的ロードマップとともに表示することにより、ロードマップ計算をさらに制御することが可能となる。好ましくは、測定結果を好適なグラフィックユーザインターフェイスを用いてカラーで表示する。

20

【0012】

本発明による方法のさらに別の実施形態では、該方法はさらに以下の段階を有する：

- さらに別の検出可能マーカを有する置換可能カテーテルの所在位置について、対象臓器中の置換可能カテーテルのさらに別の画像データを取得する段階であって、前記さらに別の画像データは検出可能マーカとさらに別の検出可能マーカの画像を含むところの段階と、
- 動き補正された対象臓器指向の3次元座標系内で置換可能カテーテルのさらに別の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を求める段階。

【0013】

置換可能除去カテーテルを用いる除去プロシージャを可視化する場合、リアルタイムでカテーテルを追跡する手段を備えると有利である。さらに別の画像を取得することにより、空間的位置情報、例えば置換可能カテーテルの座標を決定し、検出可能マーカを動き補正された対象臓器指向の3次元座標系の基準点として使用する。好ましくは、この目的のため、ECGによりトリガーされた低容量の双平面画像取得を実行する。露出の絶対値は、問題の全てのマーカの可視化を可能とするのに十分なように選択される。任意的に、露出を増やして3次元で対象臓器を臨床的に見ることもできる。置換可能マーカの位置を、画像中の全てのカテーテルの検出可能マーカを抽出して、この情報をすでに生成した3次元座標系とマッチングすることにより、高い精度で決めることができる。

30

【0014】

本発明のさらに別の実施形態では、本方法は、さらに別のそれぞれの空間的位置情報を空間的ロードマップに自動的にマッチングする段階をさらに有する。

40

【0015】

空間的ロードマップに対する置換可能カテーテルの空間的位置の適合度合いをビジュアルにフィードバックすることは、特に有利であることが分かっている。好ましくは、これは、空間的ロードマップとカテーテルの空間的位置をカラーコード化した線で表すような好適なグラフィカル手段により実行される。オペレータは、除去カテーテルが適当に挿入され、インターベンションを実施できることを確認できる。カテーテルの位置と空間的ロードマップとの間に大幅な食い違いがある場合、オペレータはその食い違いをそのうち修正できミスを防ぐことができる。

【0016】

50

本発明による方法のさらに別の実施形態では、動き補正対象臓器指向3次元座標系を求め、対象臓器の回りのX線源の回転スキャンにより画像取得を実行する。

【0017】

複数の投影に基づくマーカの空間的位置の3次元再構成に基づくことは有利であることが分かっている。それは、動き補正座標系の精度が高くなるからである。言うまでもなく、回転スキャンという用語は、X線源があるトラジェクトリに沿って空間を動く画像取得モードを言う。このトラジェクトリは円、楕円、またはより複雑な動きのトラジェクトリでもよく、例えば共心的運動に楕円運動を組み合わせたものでもよい。磁気共鳴画像化装置を使用した場合、全ての検出可能マーカを含む複数の画像化スライスで3次元再構成を使用する。

10

【0018】

本発明による対象臓器内のインターベンションデバイスの可視化トラジェクトリを表す空間的ロードマップの生成システムは、以下の要素を有する：計算手段であって、

- 前記画像に基づき動き補正した対象臓器指向の3次元座標系を構成し、
- 動き補正された対象臓器指向の3次元座標系内の検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を求め、
- 検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけることにより対象臓器内の空間的ロードマップを構成するところの計算手段。

【0019】

本発明によるシステムは、検出可能マーカを用いて対象臓器指向の動き補正された3次元座標系を較正することにより、可視化されたトラジェクトリの空間的位置の正確な決定を可能とする。検出可能マーカは高い検出精度で好適な画像上に可視化することができる。前記座標系は対象オブジェクト内に構成される。好適な画像化モダリティは、X線、磁気共鳴、超音波、組織をそれに分散したオブジェクトとともに画像化するのに好適なその他のモダリティを含む。空間的ロードマップが除去カテーテルの焼き付け経路を表すように構成されている場合、それは心臓電位の測定等の追加的データに基づいて構成されている。この追加的データは、ロードマップとともに視覚的に表示されてもされなくてもよい。

20

【0020】

本発明によるシステムの一実施形態では、該システムは、
対象臓器内に置換可能に配置されている、さらに別の検出可能マーカを有する置換可能カテーテルをさらに有し、

30

データ取得手段は、検出可能マーカと置換可能カテーテルの位置に対するさらに別の検出可能マーカのさらに別の画像データを取得するようにさらに構成され、

動き補正された対象臓器指向の3次元座標系内のさらに別の検出可能マーカのそれぞれのさらに別の空間的位置を求めるようにさらに構成されている。

【0021】

電気生理学の目的において、除去カテーテルは、空間的ロードマップをたどって心室のボリューム中に配置される。それゆえ、リアルタイムで除去カテーテルの3次元座標を取得することは有利であり、これは検出可能マーカを同じ動き補正された3次元座標系に除去カテーテルを割り当てる基準点として使用することにより達成できる。好ましくは、本発明によるシステムは、このように得られたカテーテルの空間的位置を空間的ロードマップとマッチさせ、相互変位があったときにオペレータに通知するように構成する。さらに好ましくは、カテーテルと置換可能カテーテルの位置決めは、本技術分野においてそれ自体既知の好適なナビゲーションシステムにより制御される。好ましくは、ナビゲーションシステムは定位ナビゲーションシステムである。この場合、本発明によるシステムの計算手段は、好ましくは、置換カテーテルの空間的位置を所望の空間的ロードマップと合わせるために、定位ナビゲーション手段を制御するように構成されている。より好ましくは、本発明によるシステムは、例えば、好適に構成されたコンピュータプログラムである、オペレータにプロシージャをフィードバックする好適なユーザインターフェイスを有する。

40

50

好ましくは、空間的ロードマップの3次元画像とカテーテル及び/または置換可能カテーテルの空間的位置を表示する。データ取得が十分な分解能で実施された場合、対象臓器の3次元臨床画像も好ましくは表示される。

【0022】

本発明による品質管理システムは、次の要素を有する：

- 検出可能マーカの空間的位置を監視する手段と、
- インターベンション中のいずれかの検出可能マーカの変位を通知する手段と、
- 動き補正された対象臓器指向の3次元座標系を校正して、新しい動き補正された対象臓器指向の3次元座標系を生成する手段と、
- 新しい動き補正された対象臓器指向の3次元座標系に対して空間的ロードマップを構成する手段。

10

【0023】

プロシージャの精度を監視するシステム制御を提供することが特に重要であることが分かった。この目的のために、本発明による品質制御システムは、検出可能マーカの空間的位置を監視する手段を有する。インターベンションの過程で画像取得を実行することが一般的である。監視手段は、マーカの相互位置の不変性をチェックするように構成される。この不変性は、例えば、最初にマーカをある幾何学的形状に当てはめ、この幾何学的形状の起こりうる変形を連続的に分析することによりチェックできる。より簡単な実施形態において、3次元でマーカの位置を記述する距離行列またはベクトルを格納することができる。マーカの相互の構成が変化したことを検出した場合、品質制御システムは、オペレータまたは好適な人物にマーカの内部構成の変化について警告するように構成された信号手段を起動する。本発明による品質制御システムは、さらに変位の補正を可能とする。この目的のため、動いたマーカが通知され、新しい座標系が構成され、ロードマップの空間的位置が校正される。その後、インターベンションを再開することができる。

20

【0024】

本発明による品質制御システムの一実施形態では、置換可能カテーテルの経路を空間的ロードマップと合わせる手段をさらに有する。この機能は、カテーテルの必要な変位の計算を含む。この変位は好適なユーザインターフェイスによりオペレータに利用可能とされる。好ましくは、置換可能カテーテルはナビゲーションシステムにより位置決めされた場合、置換可能カテーテルの経路を空間的ロードマップに合わせる手段は前記ナビゲーションシステムと通信するように構成される。

30

【0025】

本発明の上記その他の態様は、図面を参照してさらに詳細に説明する。同じ数字や同じ符号は同じ機能を指している。

【0026】

図1は、本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である。本発明による方法は、考えられている臓器1の正確なマッピングが必要な多様なインターベンションプロシージャの実行に好適である。例えば、電気生理学の分野では、寝室の肉中の一定の幾何学的形状を焼くという目的がある。直線、円、楕円、四角形、多角形等を含むがこれに限定されない複数の幾何学的形状は可能である。最初、ステップ1において、本発明による方法を実施する準備として、臨床医は心室2に好適なカテーテルを挿入する。カテーテルは、それぞれ、近位部 (proximal portion) 5 p、7 p と、遠位部 (distal portion) 5 di、7 di と、を有する。各カテーテルの近位部は、好適な画像化手段を用いてカテーテルを可視化できるように、複数の検出可能マーカ5 a、5 b、5 c、5 d と7 a、7 b、7 c、7 d を備えている。臓器1には2つのカテーテルが描かれているが、本発明の教示から逸脱することなく、カテーテルの数をより多くすることもできる。また、カテーテルごとに検出可能マーカの数は違ってよい。好ましくは、検出可能マーカ5 a、5 b、5 c、5 d、7 a、7 b、7 c、7 d が検査する心室2の容量内に略均等に分散するようにカテーテルを位置決めする。従来の設定では、X線画像化する。この場合、検出可能マーカはラジオオパーク (radio-opaque) な物質を含む。そのようなカ

40

50

テータルは、当該技術分野においてそれ自体知られている。磁気共鳴画像化または超音波法を用いて、本発明を実施することも可能である。これらの場合、検出可能マーカは、画像化するものとマーカの材料の間の対応する相互作用の原理により設計される。遠位部 5 d i、7 d i を心室 2 内に位置づけて、心臓の時間的電氣的活動を測定する。異なる測定点の電氣的活動の時間を関係づけることにより、心臓の収縮パターンを求め、電気信号の伝導性の短絡または不規則性を識別することができる。この情報は、空間的ロードマップを構成するための補足情報として使用することができる。

【 0 0 2 7 】

本発明による方法のステップ 2 において、カテーテルを挿入した心室 2 の画像データを取得する。好ましくは、カテーテルは好適なカテーテルナビゲーションシステム 9 を用いて配置される。本例では、X 線源を用いた回転スキャンを示した。しかし、2 つの直交する投影を用いれば十分である。磁気共鳴画像化等の異なる画像化モダリティ (modality) を使用する場合、立体データを含む対応する画像取得を実行する。この立体データを用いて 3 次元画像再構成を実施する。検出可能マーカをマッチングする手段として使用して、対応する動き補正をして、画像を再構成する。3 次元再構成のための動き補正は、奔出願人に譲渡された欧州特許出願 E P 0 3 1 0 0 6 4 6 . 3 に説明されている。

【 0 0 2 8 】

結果として、ステップ 3 において、動き補正された対象臓器指向の座標系 1 0 が定まる (provided)。動き補正された対象臓器指向の座標系 1 0 は、心室 2 等の動く対象の内面の正確なマッピングを可能とするという有利な点を有する。動き補正された対象臓器指向の 3 次元座標系 1 0 を用いて、検出可能マーカのそれぞれの空間的位置情報を求める。好ましくは、動き補正された対象臓器指向の 3 次元座標系 1 0 内の各検出可能マーカの絶対座標 x、y、z を空間的位置情報として使用する。図面を分かりやすくするために、マーカ 5 c の座標 (5 c x、5 c y、5 c z) のみを示した。もちろん、5 a - 5 d、7 a - 7 d の各マーカに、動き補正対象臓器指向 3 次元座標系 1 0 内の座標が割り当てられる。

【 0 0 2 9 】

ステップ 4 において、動き補正された対象臓器指向の座標系 1 0 が与えられ、検出可能マーカ 5 a、5 b、5 c、5 d、7 a、7 b、7 c、7 d のそれぞれの空間的位置情報を相互に関係づけて、補足情報を用いることにより、空間的ロードマップ 1 2 を再構成する。好ましくは、好適なグラフィクスユーザインターフェイスにより、インターベンションを実施する臨床医は必要なら空間的ロードマップを変更または再描画することができる。空間的ロードマップ 1 2 は、臨床医により、インターベンションデバイスを操作する可視ガイドとして後のフェーズで使用される。

【 0 0 3 0 】

本発明による他の一実施形態では、図 1 のステップ 1 から図 1 のステップ 4 を参照して説明したプロシージャは複数の段階を追加的に有する。

【 0 0 3 1 】

従って、さらなる予備ステップ 5 において、遠位部 1 3 d i と近位部 1 3 p を有する置換可能カテーテルを心室 2 に挿入する。好ましくは、カテーテル及び弛緩可能カテーテルは、好適なナビゲーションシステム 9 により心室 2 内で位置づけられる。好ましくは、定位 (stereotactic) ナビゲーションシステムを使用する。置換可能カテーテルの遠位部 1 3 d i は、さらなる検出可能マーカ 1 3 a を有する。置換可能マーカの遠位部が検出可能マーカ 1 3 a のような複数の検出可能マーカを有することも可能である。電気生理学の目的のために、置換可能カテーテルの機能は、本発明による方法のステップ 1 - 4 の間に求めた空間的ロードマップにより、心室の肉にパターンを焼き付けることである。

【 0 0 3 2 】

本発明による方法のステップ 6 において、カテーテルの遠位部と置換可能カテーテルの遠位部とを有する対象臓器のさらに別の画像を取得する。X 線画像化により画像取得を実行した場合、1 4 a と 1 4 b により示したように、直交する投影の 2 つの透過 (transmission) 画像を取得すれば十分である。よって、結果として得られる画像 1 1、1 2 は、少

10

20

30

40

50

なくとも検出可能マーカ 5 a - 5 d、7 a - 7 d とさらに別の検出可能マーカ 2 0 a、2 1 a をそれぞれ有する。任意的に、画像 1 1、1 2 は、解剖学的データ 2 0、2 1 も有する。

【 0 0 3 3 】

ステップ 7 において、検出可能マーカとさらに別の検出可能マーカを画像 1 1、1 2 から抽出し、それぞれに空間的位置情報を割り当てる。この空間位置情報は、次に、既に生成された動き補正した対象臓器指向の 3 次元座標系 1 0 と一致するか確かめる (match)。結果として、置換可能カテーテル 1 3 d i の空間的位置情報 (1 3 a x、1 3 a y、1 3 a z) が高い精度で求められる (established)。置換可能カテーテルの遠位部 1 3 d i が動いたとき、ステップ 6 と 7 を繰り返して、リアルタイムで置換可能カテーテルの空間的位置情報 (1 3 a x、1 3 a y、1 3 a z) を更新する。

10

【 0 0 3 4 】

ステップ 8 において、プロシージャに関する情報をインターベンションのオペレータにフィードバックする。好ましくは、ユーザインターフェイス 3 0 は、心室 3 1、3 3、3 5 の組織の実際の電氣的活動と、検出可能マーカ 5 a、5 b、5 c、5 d、7 a、7 b、7 c、7 d の位置と、置換可能カテーテル 1 3 a の位置とを含む関連臨床データを有する。好ましくは、グレイコード化表示または好適なカラーコード化表示を用いて電氣的活動を表示する。対応する範囲は R 1、R 2、R 3、. . .、R N ウィンドウで与えられる。また、可視化された空間的ロードマップ 4 0 a と置換可能カテーテルの実際の経路 4 0 b も表示する。カテーテル 4 0 b の経路と空間的ロードマップ 4 0 a の間に不一致がある場合、オペレータに通知する。不一致を補正した後、インターベンションプロシージャを再開する。

20

【 0 0 3 5 】

図 2 は、本発明によるシステム 1 0 0 の一実施形態の概略図である。この実施形態の場合、X 線画像化器 1 0 0 a が選択されている。前述の通り、その他の磁気共鳴画像化器や超音波装置等の画像化モダリティでも本発明を実施することができる。X 線画像化器 1 0 0 a は、看者支持台 1 1 4 にいる看者 1 3 0 の 2 次元 X 線透過画像を形成するように構成されている。X 線ビーム 1 0 5 は、看者 1 3 0 を透過し、X 線検出器 1 1 3 に当たる (intercepted)。X 線検出器 1 1 3 は、例えば、テレビジョンチェーンを入力する直列配置した X 線画像強調器であり、一方、信号は A / D コンバータ 1 4 0 により A / D 変換され、好適なメモリ手段 1 5 0 に格納される。従来、看者の対象ボリュームの 3 次元画像を生成するために、その看者の 2 つの直交画像を取得していた。看者 1 3 0 の回りの X 線源 1 1 2 の動きは、C アーム 1 0 1 により可能となる。C アーム 1 0 1 はスタンド 1 1 1 に回転可能に取り付けられている。あるいは、再構成の精度をさらに高くするために、異なる角度で一組の透過画像を取得する。この目的のため、C アーム 1 0 1 は連続的に回転し、矢印 1 2 0 で示したように回転スキャンをする。この回転スキャンは、複数の 2 次元透過画像を含む。本発明を実施するために回転スキャンを使用した場合、結果として得られる画像は一連の D i - 1、D i、. . .、D N に対応する。これらの複数の X 線透過画像は、カテーテル 1 8 2 a、1 8 2 b を含む検査中のボリュームを示す。これらの X 線画像は、次に、それ自体既知の再構成方法により処理され、動き補正された 3 次元検査ボリュームを生成する。このボリュームは、ディスプレイ部 1 8 3 上の好適なユーザインターフェイス 1 8 1 により表示される。好ましくは、ユーザインターフェイスは、対象臓器 1 8 4 の 3 次元画像を、検出可能マーカ 1 8 2 a、1 8 2 b を設けたカテーテル 1 8 2 a、1 8 2 b の遠位部とともに表示 (provide) するように構成される。対象臓器 1 8 4 の動き補正した 3 次元画像を用いて、動き補正された対象臓器指向 3 次元座標系を構成する。この座標系は、空間的ロードマップ 1 8 3 を描くために用いられ、さらに別の検出可能マーカ 1 8 5 を有する置換可能カテーテル (図示せず) の空間的位置を位置決めするために用いられる。これらの計算は計算手段 1 6 0 を用いて実行する。画像化部 1 0 0 a の動作は制御部 1 1 7 により制御される。この制御部 1 1 7 は、C アーム 1 0 1 の動きと、3 次元再構成と動き補償の実行も含む好適なデータ処理をするために構成された計算手段 1

30

40

50

60の動作とを制御する。計算手段160は、可視化された空間的ロードマップ183と置換可能カテテル185の位置の間の空間的食い違いの計算を含むさらなる計算を実行するように構成されている。これは、それ自体既知のレンダリング(rendering)技術を適用することにより達成することができる。大幅な不一致が通知され、カテテルが制御可能ナビゲーションシステム190により対象臓器内に位置づけられている場合、計算手段は、ナビゲーションシステム190に適用すべき制御信号を計算し、空間的ロードマップ183と置換可能カテテル185の位置との間の不一致を補正する。好ましくは、定位(stereotactic)ナビゲーションシステムを用いて、対象臓器内のカテテルの位置を制御する。制御部は、次に、ナビゲーションシステム190に補正信号Sを送る。インターベンションプロシージャが続く。好ましくは、補正信号Sはアプリオリに決定された式を用いて計算されるか、あるいは好適なルックアップテーブル(図示せず)を用いる(addressed)。カテテル182a、182bの位置を空間的に保護することも可能である。この目的のため、計算手段160は、カテテルの検出可能マーカの空間的位置を継続的にチェックするように構成されている。カテテルが動いたと判断された場合、計算手段はこのイベントを制御部117にレポートし、その後、好適な制御信号(図示せず)をナビゲーションシステム190に送り、動いたカテテルを元の位置に戻す。カテテル制御のさらなる詳細を図4を参照して説明する。

【0036】

図3は、本発明によるシステムのユーザインターフェイスの一実施形態の概略図である。ユーザインターフェイス200は、オペレータへの可視化されたインターベンション過程のリアルタイムのフィードバックを提供するように構成されている。この目的のため、ユーザインターフェイスは、好ましくは、読み出し(read-out)と、制御スクリーン201と、グラフィクススクリーン202とを有する。グラフィクススクリーン202は、検査中の臓器204の2次元画像及び/または臓器204の3次元画像を表示するように構成されている。図を理解しやすくするため、2次元画像を示した。2次元画像は、動き補正対象臓器指向3次元座標系を構成する基準カテテルとして使用するカテテル206a、206bと共に、臓器204の好適な断面を含んでいる。この座標系は、可視化した空間的ロードマップの計算と表示に使用される。カテテル206a、206bは、動き補正を実行するための手段として使用される207a、207bのタイプの複数の検出可能マーカを有する。また、例えば、電気生理学的インターベンションの際に除去(ablation)に使用される置換可能カテテル208のリアルタイムの空間的位置が与えられる。また、置換可能カテテル208は、グラフィクススクリーン上に投影される検出可能マーカ208aも含んでいる。インターベンションを追跡しやすくするために、読み出しと制御スクリーンは複数の専用フィールド220、222、224を有する。第1の専用フィールド220は、システムに関する有用な情報が表示(projected)される第1の複数のサブエリア220a-220fを有する。その情報は、Cアームの位置に関するデータと、基準カテテル206a、206bの空間的位置の一貫性を保護するカテテルナビゲーションシステムの制御と、ECG等の監視装置の読みを含む関連患者データと、またはその他の有用な情報を含む。第2の専用フィールド222は、インターベンションに関する実際のデータが表示される第2の複数のサブエリア222a-222dを有する。この実際のデータは、電気生理学的インターベンションを目的とした心室の電氣的活動の測定の結果を含む。また、本発明によるシステムの空間的精度に関する情報を表示する、品質管理システムにより供給された診断も含む。品質管理システムの動作を、図4を参照してさらに詳しく説明する。品質管理システムが置換可能カテテル212の空間的位置と可視化された空間的ロードマップ210の間の大きな食い違いを通知した時、その通知はサブエリア222a-222dの1つに表される。結果として、カテテルナビゲーションシステムに与えられる補正値は、制御フィールド224中でハイライトされている。オペレータは、提案された補正を適用してもよいし、それを無視してもよい。これは、制御フィールド224の対話サブエリア224cにより可能である。基準カテテル206a、206bの1つの変位がインターベンション中に通知されることもある。オペレータは、

10

20

30

40

50

品質制御システムに、動き補正対象臓器指向3次元座標系の再調整を実行させる。この再調整は制御フィールド224a-224cのいずれでも可能である。再調整を実行した後、空間的ロードマップ210の空間的位置を然るべく調節し、インターベンションを実行する。

【0037】

図4は、本発明による品質管理システムの一実施形態の概略図である。本発明による品質制御システム160は、システム100の機能要素、特に計算手段160とその中の機能に組み込まれているシステム100の動作を、図2を参照して詳細に説明する。システム100のこの実施形態では、計算手段160は、検出可能マーカ162の空間的位置を記録する手段を有する。この記録手段は、計算された動き補正対象臓器指向3次元座標系内の基準カテーテル182a、182bの各検出可能マーカの個別座標を分析するように構成されている。品質制御システム160は、検出可能マーカの空間的位置を監視する手段162をさらに有する。この監視手段は、別のユニットまたは別のソフトウェアとして実施してもよいし、記録手段162の一部であってもよい。本発明による品質管理手段160は、インターベンション中に検出可能マーカ182a、182bのいずれかの変位を通知する手段164をさらに有する。この目的のため、計算手段160は一貫性チェックを実行し、新しい画像取得用の各検出可能マーカの座標を再計算する。検出可能マーカの変位を検出した場合、手段164は、新しい動き補正対象臓器指向3次元座標系を生成するために、動き補正された対象臓器指向3次元座標系を較正(calibration)する手段166を起動する。この較正は、動いていない検出可能マーカの記録された空間的位置を用いて実行される。新しい動き補正対象臓器指向3次元座標系が確立されると、手段168は新しい動き補正対象臓器指向3次元座標系のために空間的ロードマップ183の較正を実行する。新しい空間的ロードマップ183は、次に、ユーザインターフェイス181に表示される。好ましくは、品質管理システム160は、空間的ロードマップに置換可能カテーテルの経路を合わせる手段170を有する。手段170は、自分に指示をだしているオペレータに置換可能カテーテルをどのように位置決めするかに関する複数のコマンドを送るように較正できる。好ましくは、手段170は、ナビゲーションシステム190を制御して、3次元で置換可能カテーテルを自動的に位置決めするように構成されている。本発明による品質管理システムと通信するため、ナビゲーションシステム190は、品質管理部から受信した制御信号に従ってカテーテルを操作するように構成された制御部192を有する。手段170が中央部117にトリガー信号(図示せず)を送り、中央部117がナビゲーションシステム190の制御部192に補正信号を送ることも可能である。

【0038】

本発明を好ましい実施形態を参照して説明した。本技術分野の当業者には、請求項の範囲から逸脱することなく、多数の修正や変更をできることが分かるであろう。結果として、実施形態は例示として考えなければならず、請求項に記載したものの以外に、これらの実施形態が限定するものとはならない。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1A】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である(ステップ1)。

【図1B】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である(ステップ2)。

【図1C】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である(ステップ3)。

【図1D】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である(ステップ4)。

【図1E】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である(ステップ5)。

【図 1 F】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である（ステップ 6）。

【図 1 G】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である（ステップ 7）。

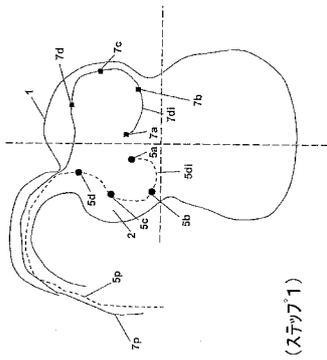
【図 1 H】本発明による複数の方法ステップを有する一実施形態の概略図を示す図である（ステップ 8）。

【図 2】本発明によるシステムの一実施形態の概略図である。

【図 3】本発明によるシステムのユーザインターフェイスの一実施形態の概略図である。

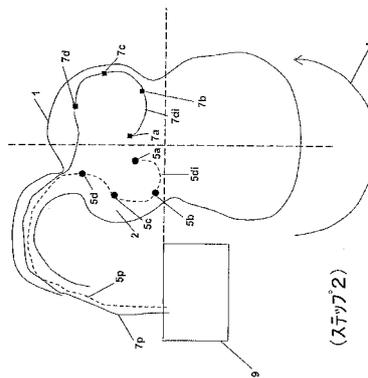
【図 4】本発明による品質管理システムの一実施形態の概略図である。

【図 1 A】



(ステップ 1)

【図 1 B】



(ステップ 2)



【図 1 C】

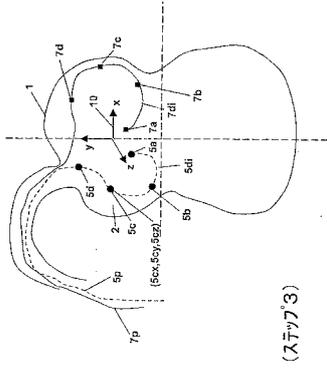


図 1C

【図 1 D】

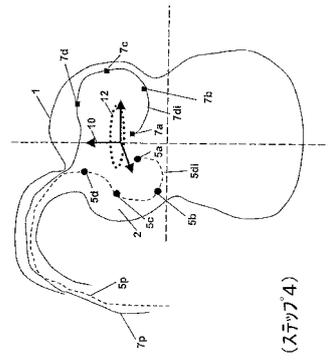


図 1D

【図 1 E】

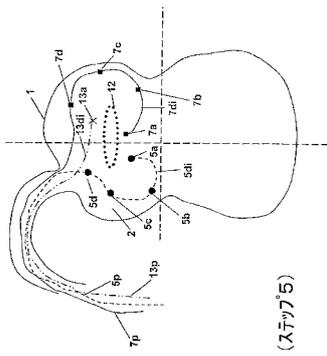


図 1E

【図 1 F】

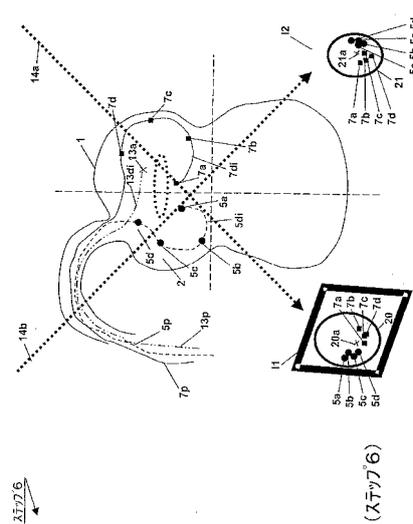
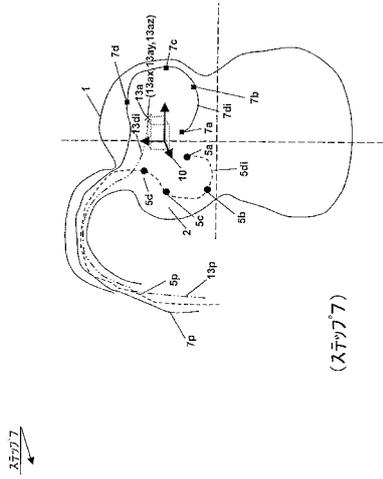


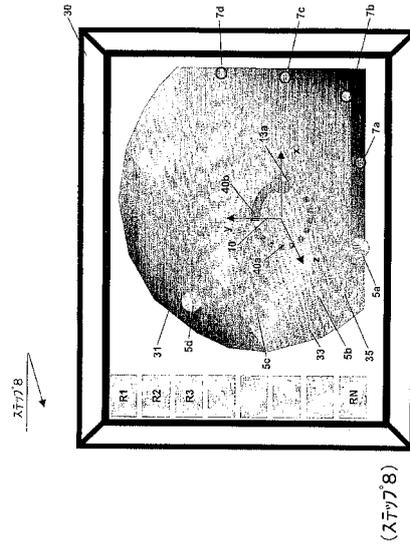
図 1F

【 図 1 G 】



(X-Y-Z)

【 図 1 H 】



(X-Y-Z)

【 図 2 】

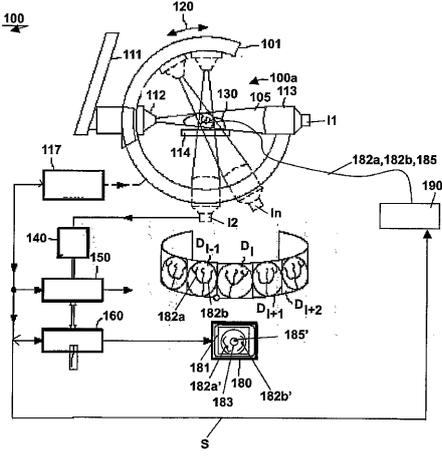


FIG.2

【 図 3 】

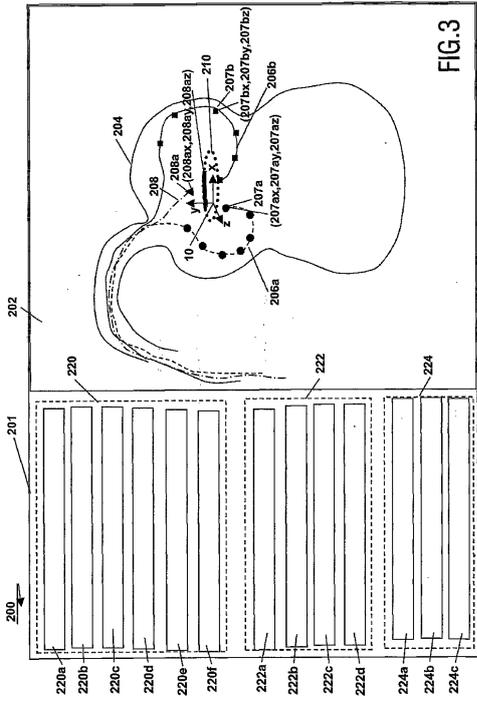


FIG.3

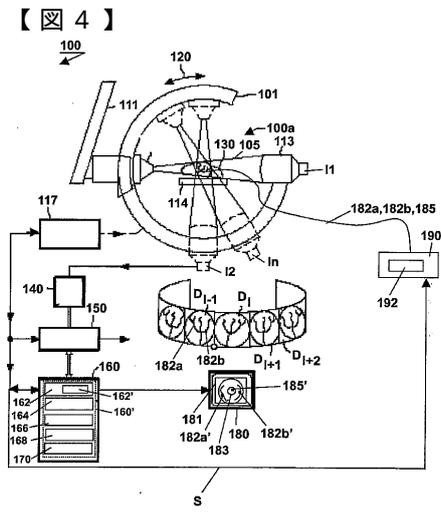


FIG.4

フロントページの続き

(72)発明者 ボーステン, マルセル
オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6

審査官 井上 香緒梨

(56)参考文献 国際公開第2000/016684(WO, A1)
特開2003-305032(JP, A)
特開2000-166927(JP, A)
特開2003-180680(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00

A61B 5/055

A61B 8/00

A61B 19/00