

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5993877号  
(P5993877)

(45) 発行日 平成28年9月14日 (2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月26日 (2016.8.26)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/0402 (2006.01)

A 6 1 B 5/04 3 1 O P

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 7 O

A 6 1 B 5/04 (2006.01)

A 6 1 B 5/04 Z D M

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-554032 (P2013-554032)  
 (86) (22) 出願日 平成24年2月14日 (2012.2.14)  
 (65) 公表番号 特表2014-509234 (P2014-509234A)  
 (43) 公表日 平成26年4月17日 (2014.4.17)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2012/050650  
 (87) 国際公開番号 W02012/110940  
 (87) 国際公開日 平成24年8月23日 (2012.8.23)  
 審査請求日 平成27年2月5日 (2015.2.5)  
 (31) 優先権主張番号 11154871.5  
 (32) 優先日 平成23年2月17日 (2011.2.17)  
 (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 エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーエー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhoven  
 (74) 代理人 100087789  
 弁理士 津軽 進  
 (74) 代理人 100122769  
 弁理士 笛田 秀仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気活性マップを提供するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するシステムであって、

複数の異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像を提供する投影画像提供ユニットと、前記提供された投影画像に基づいて、前記複数の表面電極の位置を決定する表面電極位置決定ユニットと、

前記提供された投影画像に基づいて、前記生物の心臓構造の位置を決定する心臓構造位置決定ユニットであって、前記心臓構造の位置を決定するために、前記心臓構造を含む解剖学的心臓モデルを前記心臓の提供された投影画像に適応させる心臓構造位置決定ユニットと、

前記生物の外側表面上で測定された電気信号、前記複数の表面電極の決定された位置、及び前記心臓構造の決定された位置に基づいて、前記心臓構造における電気活性マップを決定する電気活性マップ決定ユニットと、  
 を有するシステム。

【請求項 2】

前記表面電極位置決定ユニットは、前記表面電極のモデル分布を提供し、前記モデル分布を前記提供された投影画像に適応させ、前記適応されたモデル分布から前記複数の表面電極の位置を決定する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

前記心臓モデルは、非特異的な心臓モデルである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記心臓構造位置決定ユニットは、平行移動プロシージャ、回転プロシージャ及びスケールリングプロシージャのうち少なくとも 1 つを実施することによって、前記心臓構造を含む前記解剖学的心臓モデルを前記心臓の前記提供された投影画像に適応させる、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記投影画像提供ユニットは、X 線 C アームシステムである、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記 X 線 C アームシステムは、単軸 C アーム運動又は 2 軸 C アーム運動を実施するように構成される、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記 X 線 C アームシステムは、一方向投影システム又は二方向投影システムである、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記投影画像提供ユニットは、幾つかの 2 次元 X 線投影画像を提供する C アークシステムであり、

前記表面電極位置決定ユニットは、幾つかの 2 次元 X 線投影画像に基づいて 3 次元位置モデリングを実施することによって、前記複数の表面電極の位置を決定し、

前記心臓構造位置決定ユニットは、幾つかの 2 次元 X 線投影画像からの選択された 2 次元 X 線投影画像の心臓輪郭を、患者特異的でない汎用 3 次元心臓モデルとマッチングし、

前記電気活性マップ決定ユニットは、マッチした汎用 3 次元心臓モデルの表面に心電図マッピングを実施することにより、前記電気活性マップを決定する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供する方法であって、

投影画像提供ユニットによって、複数の異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像を提供するステップと、

表面電極位置決定ユニットによって、前記提供された投影画像に基づいて前記複数の表面電極の位置を決定するステップと、

心臓構造位置決定ユニットによって、前記提供された投影画像に基づいて前記生物の心臓構造の位置を決定するステップであって、前記心臓構造の位置を決定するために、前記心臓構造を含む解剖学的心臓モデルが、前記心臓の前記提供された投影画像に適応される、ステップと、

電気活性マップ決定ユニットによって、前記生物の外側表面上で測定された電気信号、前記複数の表面電極の決定された位置、及び前記心臓構造の決定された位置に基づいて、前記心臓構造における電気活性マップを決定するステップと、

を含む方法。

【請求項 10】

生物の外側表面に配される複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムは、それが請求項 1 に記載のシステムを制御するコンピュータ上でランされるとき、前記システムに請求項 9 に記載の方法の各ステップを実施させるプログラムコード手段を含む、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号に

10

20

30

40

50

よって、生物の心臓の電気活性マップを提供するシステム、方法及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

米国特許第7,471,973B2号明細書は、人の外側表面上の電位を測定するための表面電極を具える電極ベストを有するシステムを開示している。システムは更に、i) 人の心臓表面と外側表面との間のジオメトリ、及びii) 測定された電位、に基づいて、心外膜電位を再構成する再構成ユニットを有する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

人の心臓表面と外側表面との間のジオメトリを決定するために、第1の投影マトリックスが、第1のイメージング装置に基づいて決定され、第2の投影マトリックスが、第2のイメージング装置に基づいて決定される。心臓の少なくとも1つの第1の2次元画像は、第1のイメージング装置を使用することによって取得され、心臓の少なくとも1つの第2の2次元画像は、第2のイメージング装置を使用することによって取得され、第1の2次元画像の心臓の輪郭及び第2の2次元画像の心臓の輪郭が決定される。心臓表面と関連付けられる3次元データは、2つの輪郭、第1の投影マトリックス及び第2の投影マトリックスに基づいて再構成され、心臓表面は、人の外側表面と位置合わせされる。人の心臓表面と外側表面との間のジオメトリは、最後に、境界要素法を用いることによって決定される。

20

【0004】

このシステムは、人の心臓表面と外部表面との間の決定されるジオメトリの品質が低減されうるという欠点をもち、ゆえに、このジオメトリに基づいて決定される心外膜電位の低減された正確さをもたらす。

【0005】

本発明の目的は、生物の外部表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するシステム、方法及びコンピュータプログラムであって、提供される電気活性マップが改善された品質を有する、システム、方法及びコンピュータプログラムを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の見地において、生物の外部表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するシステムであって、異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像を提供する投影画像選択ユニットと、提供された投影画像に基づいて、複数の表面電極の位置を決定する表面電極位置決定ユニットと、提供された投影画像に基づいて、生物の心臓構造の位置を決定する心臓構造位置決定ユニットであって、心臓構造の位置を決定するために、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルを、心臓の提供された投影画像に適応させる、心臓構造位置決定ユニットと、生物の外側表面において測定された電気信号、複数の表面電極の決定された位置、及び心臓構造の決定された位置に基づいて、心臓構造における電気活性マップを決定する電気活性マップ決定ユニットと、を有するシステムが提示される。

40

【0007】

生物の心臓構造の位置が、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルを、心臓の提供された投影画像に適応させることによって決定されるので、心臓構造の位置が、例えば2、3のわずかな数の投影画像を使用することによって、相対的に高い正確さを伴って決定されることができる。更に、心臓構造の位置は、この高い正確さを伴って決定されることができるので、a) 生物の外側表面上で測定された電気信号、b) 複数の電極の決定された位置、及びc) 心臓構造の決定された位置、に基づいて決定される心臓構造の電気活性マップもまた、高められた正確さを伴って決定されることができ、従って、決定される電気活性マ

50

ップの品質を高める。

【 0 0 0 8 】

心臓構造は、好適には心臓の心外膜表面である。従って、電気活性マップ決定ユニットは、好適には、生物の外側表面上で測定される電気信号、複数の電極の決定された位置、及び心臓の心外膜表面の決定された位置に基づいて、心臓の心外膜表面上の電気活性マップを決定するように構成される。

【 0 0 0 9 】

心臓構造が3次元である場合、特に、心臓構造が3次元の心外膜表面である場合、心臓構造の位置は、好適には、電気活性マップが決定されるべき心臓構造の各ポイントの位置を規定する。従って、例えば、心臓構造位置決定ユニットが、心外膜表面の位置を決定する場合、それは、電気活性マップを生成するために電位が決定されるべき心外膜表面上のポイントの位置を少なくとも決定する。

【 0 0 1 0 】

複数の表面電極は、システムの構成要素であると考えられることができ、又はそれらは、別個の構成要素であると考えられることができ、システムは、電気活性マップを提供するために表面電極の電気信号を使用するように構成される。

【 0 0 1 1 】

複数の表面電極は、生物によって装着可能なベストに組み込まれることができる。生物は好適には人であるが、生物は動物であってもよい。

【 0 0 1 2 】

表面電極位置決定ユニットは、好適には、2又はそれ以上の提供される2次元投影画像（好適には2次元×線投影画像）から、表面電極の3次元位置を決定するように構成される。表面電極位置決定ユニットは、表面電極のモデル分布を提供し、モデル分布を、提供された投影画像に適応させ、適応されたモデル分布から、複数の表面電極の位置を決定するように構成されることができる。これは、すでに提供された投影画像にのみ基づいて、高い正確さを伴って表面電極の位置を決定することを可能にする。

【 0 0 1 3 】

心臓モデルは、好適には、非特異的な心臓モデルである。非特異的心臓モデルは、解剖学的心臓モデルであり、これは、個人に特異的でなく、個々の生物に特異的でもない。

【 0 0 1 4 】

心臓構造位置決定ユニットは、好適には、平行移動プロシージャ、回転プロシージャ及びスケーリングプロシージャの少なくとも1つを実施することによって、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルを、心臓の提供された投影画像に適応させるように構成される。従って、一実施形態において、心臓構造位置決定ユニットは、非特異的心臓モデルを単に位置付けるとともに、任意には、非特異的心臓モデルの形状を変更することなく非特異的心臓モデルが提供された投影画像に対応するように、スケーリングするように構成されることができる。これは、解剖学的心臓モデルを、提供された投影画像に非常に迅速に適応させることを可能にする。別の実施形態において、解剖学的心臓モデルの形状が、解剖学的心臓モデルを提供された投影画像に適応させるように、変更されることもできる。例えば、解剖学的心臓モデルは、解剖学的心臓モデルを提供された投影画像に適応させるために、特定の方向に伸長され又は圧縮されることができる。

【 0 0 1 5 】

更に、投影画像提供ユニットは、X線Cアームシステムである。X線Cアームシステムは、相対的に簡素なやり方で、異なる方向において投影画像を取得することを可能にする。X線Cアームシステムは、単軸Cアーム移動又は2軸Cアーム移動を実施するように構成されることができる。更に、X線Cアームシステムは、一方向投影システム又は二方向投影システムでありうる。二方向投影システムは、同時に複数の異なる方向において投影画像を取得することができる。一方向投影システムは、複数の異なる方向において投影画像を取得するために、生物に関して回転されることができる。

【 0 0 1 6 】

一実施形態において、投影画像提供ユニットは、幾つかの２次元Ｘ線投影画像を提供するＣアークシステムであり、表面電極位置決定ユニットは、幾つかの２次元Ｘ線投影画像に基づいて３次元位置モデリングを実施することによって、複数の表面電極の位置を決定するように構成され、心臓構造位置決定ユニットは、幾つかの２次元Ｘ線投影画像からの選択された２次元Ｘ線投影画像の心臓輪郭を、患者特異的でない汎用３次元心臓モデルとマッチングするように構成され、電気活性マップ決定ユニットは、マッチした汎用３次元心臓モデルの表面への心電図マッピングを実施することにより、電気活性マップを決定するように構成され、従って、好適には、最新技術のＥＣＧシステムを越える心筋診断能力をもつ、ほぼ単一ビートの、リアルタイム又はほぼリアルタイムの心外膜活性化パターンを提供する。

10

**【００１７】**

投影画像提供ユニットは、更に記憶ユニットでありえ、投影画像は、すでに記憶ユニットに記憶されており、投影画像は、それら投影画像を提供するために記憶ユニットから取り出されることができる。投影画像提供ユニットは更に、Ｘ線Ｃアームシステムのような投影画像取得ユニットから、ワイヤード又はワイヤレスデータ接続を通じて、投影画像を受信する受信ユニットでありうる。

**【００１８】**

本発明の他の見地において、生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供する方法であって、投影画像提供ユニットによって、複数の異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像を提供するステップと、表面電極位置決定ユニットによって、提供された投影画像に基づいて複数の表面電極の位置を決定するステップと、心臓構造位置決定ユニットによって、提供された投影画像に基づいて生物の心臓構造の位置を決定するステップであって、心臓構造の位置を決定するために、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルが、心臓の提供された投影画像に適応される、ステップと、電気活性マップ決定ユニットによって、生物の外側表面上で測定された電気信号、複数の電極の決定された位置、及び心臓構造の決定された位置に基づいて、心臓構造における電気活性マップを決定するステップと、を含む方法が提示される。

20

**【００１９】**

本発明の他の見地において、生物の外側表面上に配置される複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するコンピュータプログラムであって、コンピュータプログラムが、請求項１に記載のシステムを制御するコンピュータ上でランされるとき、請求項１に記載のシステムに請求項９に記載の方法の各ステップを実施させるプログラムコード手段を有する、コンピュータプログラムが提示される。

30

**【００２０】**

請求項１に記載のシステム、請求項９に記載の方法及び請求項１０に記載のコンピュータプログラムは、特に従属請求項に記載されるような同様の及び／又は同一の好適な実施形態を有することが理解されるべきである。

**【００２１】**

本発明の好適な実施形態は、更に個々の独立請求項と従属請求項の任意の組み合わせでありうるということが理解されるべきである。

40

**【００２２】**

本発明のこれらの及び他の見地は、以下に記述される実施形態から明らかになり、それらを参照して説明される。

**【図面の簡単な説明】****【００２３】**

【図１】生物の心臓の電気活性マップを提供するシステムの実施形態を概略的に及び例示的に示す図。

【図２】表面電極を有するベストの実施形態を概略的に及び例示的に示す図。

50

【図 3】生物の心臓の電気活性マップを提供する方法の実施形態を例示的に示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図 1 は、生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供するシステムの一実施形態を概略的に及び例示的に示す。この実施形態において、生物は、テーブル 7 上に横たわる人 6 である。人 6 は、ベスト 8 を装着しており、ベストは、図 2 に概略的に及び例示的な示されている。ベスト 8 は、表面電極 9 が外側表面における電気信号、特に電位を取得することを可能にするために、人 6 の胸部の外側表面と接触する複数の表面電極 9 を有する。複数の表面電極 9 を有するベスト 8 は、複数の表面電極 9 によって測定された電気信号を電気活性マップ決定ユニット 13 に伝えるために、電気活性マップ決定ユニット 13 を有する決定システム 17 に電氣的に接続される。

10

【0025】

各図面は一定の縮尺で描かれていない。例えば、図 2 に示されるベスト 8 の表面電極 9 は、人 6 の寸法に対し非常に小さい直径を有する。更に、ベスト 8 の電極 9 は、図 2 に概略的に及び例示的に示されているにすぎず、すなわち、例えば、それらはベスト 8 内に異なる態様で分布されることができる。ベスト 8 は、好適には、人の胸部全体をカバーする何百かの表面電極 9 を有する。ベスト 8 は、接着剤によって胸部の皮膚にしっかりと取り付けられる。代替として又は付加的に、ベストは、胸部の皮膚にベストをしっかりとフィットさせるための弾性のテキスタイルを有することができる。

20

【0026】

システム 1 は、複数の異なる方向における心臓及び複数の表面電極 9 の投影画像を提供する投影画像提供ユニット 2 を有する。この実施形態において、投影画像提供ユニット 2 は、X 線 C アームシステムである。X 線 C アームシステム 2 は、ベスト 8 及び人 6 の心臓を横切る X 線ビーム 16 を放出する X 線源 3 を有する。X 線ビーム 16 は、好適には、表面電極 9 及び人 6 の心臓が X 線ビームの範囲内にありうるように寸法設計されるほぼ円錐形の X 線ビームである。X 線ビーム 16 がベスト 8 及び人 6 の心臓を横切ったあと、それは X 線検出器 4 によって検出される。X 線検出器 4 は、表面電極 9 及び人 6 の心臓の 2 次元投影画像を生成するための 2 次元検出表面を有する。X 線源 3 及び X 線検出器 4 は、C アーム 5 に搭載され、C アーム 5 は、投影画像が複数の異なる方向において取得されることができるように、人 6 の周りを回転可能である。X 線 C アームシステム 2 は、制御ユニット 10 によって制御され、ここで、生成された投影画像は、制御ユニット 10 を通じて決定システム 17 に提供される。別の実施形態において、投影画像は更に、別のやり方で決定システム 17 に提供されることもできる。例えば、投影画像は、制御ユニット 10 を通じてではなく、直接に又は別のユニットを通じて、決定ユニットに送信されることができる。

30

【0027】

この実施形態において、X 線 C アームシステム 2 は、単軸 C アーム運動、すなわち単一の回転軸によって規定される人 6 の周りの回転運動を実施するように構成される。しかしながら、別の実施形態において、X 線 C アームシステムは、2 軸 C アーム運動、すなわち 2 つの回転軸を中心とする回転によって規定されることができる運動、を実施するように構成されることもできる。

40

【0028】

この実施形態において、X 線 C アームシステム 2 は、一方向投影システムであり、一度にただ 1 つの投影画像が取得されることができる。別の実施形態において、X 線 C アームシステムは更に、同時に 2 つの投影画像が 2 つの直交する投影方向で取得されることができるように構成される、2 つの X 線源及び 2 つの X 線検出器を有する二方向投影システムでありうる。

【0029】

50

決定システム 17 は、提供された投影画像に基づいて、人 6 の外側表面上の複数の表面電極 9 の位置を決定する表面電極位置決定ユニット 11 を有する。特に、表面電極位置決定ユニット 11 は、複数の表面電極 9 の位置を決定するために、投影画像から表面電極 9 の位置をモデル化するように構成される。例えば、表面電極のモデル分布が提供されることができ、提供される投影画像の生成は、モデル分布を前方投影することによってシミュレートされた投影画像を生成するために、シミュレートされることができ、ここで、表面電極のモデル分布は、提供された実際の投影画像及びシミュレートされた投影画像の間の投影された表面電極位置の間のずれが最小限にされるように、変更されることができる。結果として得られる表面電極の変更されたモデル分布は、表面電極位置を規定することができる。別の実施形態において、2 又はそれ以上の 2 次元投影画像から対象の 3 次元位置を決定する他の知られている方法が、提供された投影画像に基づいて人の外側表面上の複数の表面電極の位置を決定するために、表面電極位置決定ユニットによって使用されることができ。

10

#### 【0030】

提供された投影画像に基づいて人の外側表面上の複数の表面電極の位置を決定する前に、提供された投影画像内の投影された表面電極のコントラストが、コントラスト向上技法を実施することによって増大されることができる。例えば、人の中間の動きなしに同じ投影ジオメトリで取得された幾つかの投影画像は、投影画像内の表面電極の可視性を高めるために、平均されることができる。人が、平均される 2 つの投影画像の取得の間に移動される場合、2 つの画像内で可視である基準マーカが、画像を平均する前にこれら 2 つの画像を位置合わせするために使用されることができる。

20

#### 【0031】

決定システム 17 は、提供された投影画像に基づいて人 6 の心臓構造の位置を決定する心臓構造位置決定ユニット 12 を更に有し、心臓構造位置決定ユニット 12 は、心臓構造の位置を決定するために、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルを、心臓の提供された投影画像に適応させるように構成される。この実施形態において、心臓構造は、心臓の心外膜表面であり、解剖学的心臓モデルは、少なくとも心臓の心外膜表面を含む。解剖学的心臓モデルは、好適には、個人特異的でない心臓モデルである。従って、解剖学的心臓モデルは、好適には、例えば複数の人の複数の医療画像の心臓をセグメント化して複数のセグメント化された心臓を生成し、この複数のセグメント化された心臓を平均することによって取得されることができ、汎用的な解剖学的心臓モデルである。

30

#### 【0032】

心臓構造位置決定ユニット 12 は、好適には、変形された心臓モデルが提供された投影画像に対応するように、心臓モデルを平行移動させ、回転させ、スケーリングするように構成される。心臓構造位置決定ユニット 12 は更に、付加的に心臓モデルを歪めるように、すなわち、心臓モデルを提供された投影画像に適応させるために心臓モデルの形状を変更するように、構成されることができる。例えば、心臓モデルは、心臓モデルを提供された投影画像に適応させるために、特定の方向において伸長され又は圧縮されることができる。

#### 【0033】

特に、心臓構造位置決定ユニット 12 は、実際の提供された投影画像を取得するために使用される投影取得ジオメトリにおける変形された心臓モデルを通じて投影をシミュレートすることによって、提供された投影画像に対応するシミュレートされた投影画像を生成するように構成されることができる。心臓モデルは、少なくとも提供された投影画像とシミュレートされた投影画像の間の心外膜表面のずれが最小限にされるように、変形されることができる。

40

#### 【0034】

心臓構造の位置、特に心外膜表面の位置を決定するために使用される投影画像は、提供された投影画像すべてであり、又は提供された投影画像のうち選択されるものでありうる。提供された投影画像のうち選択されるものは、例えば左前斜投影画像及び右前斜投影画

50

像を含むことができる。しかしながら、他の投影画像が、心臓の位置、特に心外膜表面の位置を決定するために使用されることもできる。

【 0 0 3 5 】

決定システムは更に、人 6 の外側表面上で測定された電気信号、複数の表面電極 9 の決定された位置、及び心臓構造の決定された位置に基づいて、心臓構造、すなわちこの実施形態では心外膜表面、における電気活性マップを決定する電気活性マップ決定ユニット 13 を有する。電気活性マップを決定するために、文献"Electrocardiographic Imaging (ECGI): A Noninvasive Imaging Modality for Cardiac Electrophysiology and Arrhythmia" by Ramanathan et al., Nature Medicine 10, 422-428 (2004)に開示される方法又は米国特許第7,471,971号明細書に開示される方法のような良く知られている方法が使用されることができ、その内容は、参照によってここに盛り込まれるものとする。更に、CardioInsight Technologies社及びAmymcard社からの既知の製品が、人の外側表面上で測定される電気信号、複数の電極の決定された位置、及び心臓構造の決定された位置に基づいて、心臓構造、すなわちこの実施形態では心外膜表面、における電気活性マップを決定するために使用されることができる。

10

【 0 0 3 6 】

決定システム 17 は更に、特定の心臓不整脈の電気生理学的メカニズムを決定するために、電気活性マップを解析する解析ユニット 14 を有する。更に、付加的に又は代替として、解析ユニット 14 は、文献"Noninvasive Characterization of Epicardial Activation in Humans with Diverse Atrial Fibrillation Patterns" by P.S. Cuculich et al., Circulation 122, 1364-1372 (2010)、"Electrocardiographic Imaging of Ventricular Bigeminy in a Human Subject" by Y. Wang et al., Circulation Arrhythmia and Electrophysiology 1, 74-75 (2008)、及び"Electrocardiographic Imaging of Cardiac Resynchronization Therapy in Heart Failure: Observations of Variable Electrophysiological Responses" by P. Jia et al., Heart Rhythm Journal 3, 296-310 (2006)に開示されるような心不全患者の心臓同期不全の電気活性挙動を解析するように構成されることができ、これらの文献の内容は、参照によってここに盛り込まれるものとする。

20

【 0 0 3 7 】

特に、解析ユニットは、電気活性マップに基づいて、以下の解析の少なくとも 1 つを実施するように構成されることができる：異所性病巣 (ectopic foci) の解剖学的位置の決定、心室のリエントリの解剖学的位置の決定、リエントリ又は限局性心室頻拍との間の区別及びその位置特定の評価、肺静脈伝導の再接続の評価及び責任 (culprit) 肺静脈の位置特定、並びに抗不整脈薬の効果の評価。

30

【 0 0 3 8 】

心臓の電気活性マップ、及び任意に異所性病巣及び心室のリエントリの決定された解剖学的位置のような解析の結果が、表示ユニット 15 に表示されることができる。

【 0 0 3 9 】

以下、生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される心臓からの電気信号によって、生物の心臓の電気活性マップを提供する方法の実施形態が、図 3 に示されるフローチャートを参照して例示的に記述される。

40

【 0 0 4 0 】

ステップ 101 において、異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像が、投影画像提供ユニットによって提供される。例えば、X 線 C アームシステムは、複数の異なる方向における心臓及び複数の表面電極の投影画像を取得するために使用される。ステップ 102 において、複数の表面電極の位置は、表面電極位置決定ユニットによって、提供された投影画像に基づいて決定される。特に、表面電極の位置は、複数の表面電極の位置を決定するために、投影画像からモデル化される。ステップ 103 において、生物の心臓構造の位置は、心臓構造位置決定ユニットによって、提供された投影画像に基づいて決定され、心臓構造を含む解剖学的心臓モデルが、心臓構造の位置を決定するために、心臓の提供された投影画像に適応される。この実施形態において、心臓構造は心外膜表面であ

50



り、心外膜表面の位置は、心外膜表面を含む解剖学的心臓構造を、心臓の提供された投影画像に適応させることによって、決定される。ステップ102及び103は、任意の順序で実施されることができ、すなわち、それらは、連続的に又は同時に実施されることができる。

#### 【0041】

ステップ104において、電気活性マップ決定ユニットは、人の外側表面上で測定された電気信号、ステップ102において決定された複数の表面電極の位置、及びステップ103において決定された心臓構造の位置に基づいて、心臓構造、すなわち本実施形態では心外膜表面、における電気活性マップを決定する。ステップ105において、解析ユニットは、例えば異所性病巣及び／又は心室のリエントリの解剖学的位置を決定するために、電気活性マップを解析する。ステップ106において、電気活性マップ、及び任意には異所性病巣及び／又は心室のリエントリの解剖学的位置のような解析の結果が、表示ユニットに表示される。

10

#### 【0042】

図3を参照して上述された心臓の電気活性マップを提供する方法の実施形態において、人の外側表面上の電気信号は、すでに測定されており、電気活性マップ決定ユニットが電気活性マップを決定することを可能にするために、電気活性マップ決定ユニットに提供されるものとする。別の実施形態において、人の外側の表面の電気信号の測定は、電気活性マップを提供する方法の一部であってもよく、この場合、対応する電気信号測定ステップは、ステップ104の前に実施される。

20

#### 【0043】

心電図マッピング（ECM）は、身体表面信号、すなわち、人間胸部の全体をカバーする多数の電極によって測定される人の外側表面において測定される電位のような電気信号が、心臓の心外膜表面の活性化を計算するために使用される方法である。電極は、表面電極、すなわち人の表面における電気信号を測定する電極、であり、それらは、接着剤によって胸部の皮膚にしっかりと取り付けられるベストに含められる。心外膜心臓表面の位置及び表面電極の位置が決定されるので、心外膜心臓表面と表面電極との間の3次元空間関係が分かる。これは、電気活動マップ決定ユニットが、電気活性マップである心外膜心臓表面上の正確な単一ビートの電気活性化パターンを計算することを可能にする。従って、図1に関して上述されたシステムは、心臓電気活性化を迅速に、すなわちほぼリアルタイムに、評価するための非侵襲的な方法を提供することができる。この心電図マッピングは、例えば、電気生理学的プロシーダの間に、又は対応する検査室における介入心臓学プロシーダの間に、実施されることができ、しかしながら、心電図マッピングは、事前介入又は事後介入のフォローアップ診断プロシーダのために実施されることもできる。特に、心電図マッピングは、薬物使用中のある時点で、抗不整脈薬の効果を評価するために使用されることができ、高解像度心電図解析を実施するために使用されることができ。

30

#### 【0044】

表面電極位置決定ユニットは、好適には、X線Cアームシステムの幾つかの2次元X線投影から3次元電極位置モデリングを実施するように構成される。X線Cアームシステムは、例えば、Philips Allura Xper FD10又はFD20システム又はモバイルX線Cアームシステム（例えばPhilips Veradius又はBVシステム）である。X線Cアームシステムは、同時に2つの投影画像を生成するために二方向イメージングを実施するように構成されることができ、又はそれは、一方向Cアームイメージングを実施することによって2又はそれ以上の投影画像を取得するように構成されることができ、表面電極位置決定ユニットは、好適には2次元蛍光透視法又は露光X線画像である2又はそれ以上の別個の投影画像から、3次元モデリングを通じて、すべての表面電極の3次元位置を決定するように構成されることができ。X線Cアームシステムは、3次元電極位置モデリングのために選択されたX線フレームにおいてすべての電極を取得するように最適軌道上でX線源及びX線検出器を移動させるために、2軸Cアーム運動を実施するように更に構成されることができ。

40

50

## 【 0 0 4 5 】

図 1 に関して上述されたシステムは、任意の無菌性要求のないショートＣアーム取得プロトコルを必要とするだけで、電気活性マップを決定するために動作されることができ、すなわち、人は、非常に制限されたＸ線量負荷の状況で、服を脱ぐ等の必要がない。

## 【 0 0 4 6 】

心臓構造位置決定ユニットは、好適には、患者特異的でない汎用３次元心臓モデルを、３次元電極位置をモデル化するために使用される２次元Ｘ線投影から選択される異なる投影角の下でイメージングされた心臓輪郭とマッチングする。電気活性マップ決定ユニットは、好適には、心筋活性化に関するちょうど進行中の情報を提供するだけである既知の心電図記録システムをはるかに越える心筋診断能力を有する、ほぼ単一ビートの心外膜活性化パターンを提供するために、一般化された心臓モデルの表面への心電図マッピングを実施する。

10

## 【 0 0 4 7 】

図 1 に関して上述されたシステムは、一般化された３次元心臓モデルのマッチングと組み合わせられる迅速なＣアームイメージングによって、ベストの電極位置の３次元モデリングに基づく心電図マッピングを提供する。従って、システムは、例えば既知の心電図システムによって得ることができない事前介入及び事後介入の情報を取得するために、使用されることができる心電図診断ツールを提供することができる。例えば、異所性病巣のかなり正確な位置、心室のリエントリのかかなり正確な位置、リエントリ又は限局性心室頻拍の間を区別する情報及びその位置特定、左及び右肺静脈を区別することを少なくとも可能にするための肺静脈伝導の再接続及び責任肺静脈の位置特定に関する情報、及び抗不整脈薬の効果、特に抗不整脈薬の使用中的の変化に関する情報、のような情報が、提供されることができ。

20

## 【 0 0 4 8 】

開示された実施形態に対する他の変更は、図面、開示及び添付の請求項の検討から、請求項に記載の本発明を実施する際に当業者によって理解されることができ達成されることができる。

## 【 0 0 4 9 】

請求項において、「含む、有する (comprising)」という語は、他の構成要素を除外せず、又は不定冠詞「a」又は「an」は複数性を除外しない。

30

## 【 0 0 5 0 】

単一のユニット又は装置が、請求項に列挙される幾つかのアイテムの機能を果たすことができる。特定の手段が相互に異なる従属請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用されることができないことを示さない。

## 【 0 0 5 1 】

１又は複数のユニット又は装置によって実施される、表面電極位置の決定、心臓構造位置の決定、電気活性マップの決定、のような決定、及び電気活性マップの解析は、任意の他の数のユニット又は装置によって実施されることができる。例えば、ステップ 102 ~ 105 は、単一ユニットによって又は他の数の異なるユニットによって実施されることができる。決定及び／又は電気活性マップの解析、及び／又は電気活性マップを提供する方法に従う電気活性マップを提供するシステムの制御は、コンピュータプログラムのプログラムコード手段として及び／又は専用のハードウェアとして実現されることができる。

40

## 【 0 0 5 2 】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアと共に又はその一部として供給される、光学記憶媒体又はソリッドステート媒体のような適切な媒体に記憶され／配布されることができるが、他の形式で、例えばインターネット又は他のワイヤード又はワイヤレス通信システムを通じて、配布されることがもできる。

## 【 0 0 5 3 】

請求項における任意の参照符号は、本発明の範囲を制限するものとして解釈されるべきでない。

50

## 【 0 0 5 4 】

本発明は、生物の外側表面上の複数の表面電極により取得される電気信号によって、電気心臓活性マップを提供するシステムに関する。特に、心臓構造位置決定ユニットは、提供された投影画像に基づいて、心臓構造、特に心外膜表面の位置を決定し、ここで、解剖学的な心臓モデルが、投影画像に適応される。電気活性マップ決定ユニットは、電気信号、投影画像から決定された複数の表面電極の位置及び心臓構造の決定された位置に基づいて、心臓構造における電気活性マップを決定する。これは、例えば相対的に高いX線放射線量を生物に適用するX線コンピュータトモグラフィシステムを必ずしも必要とすることなく、高い正確さを伴って心臓構造における電気活性マップを決定することを可能にする。

【 図 1 】

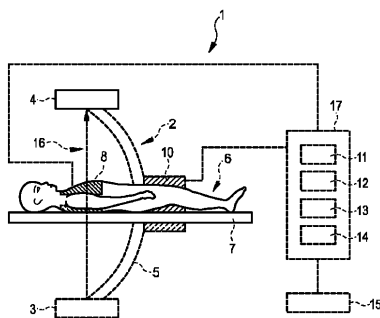


FIG. 1

【 図 2 】

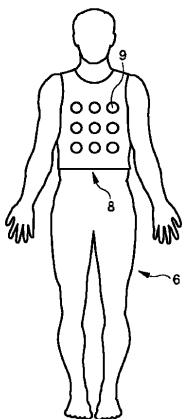


FIG. 2

【 図 3 】

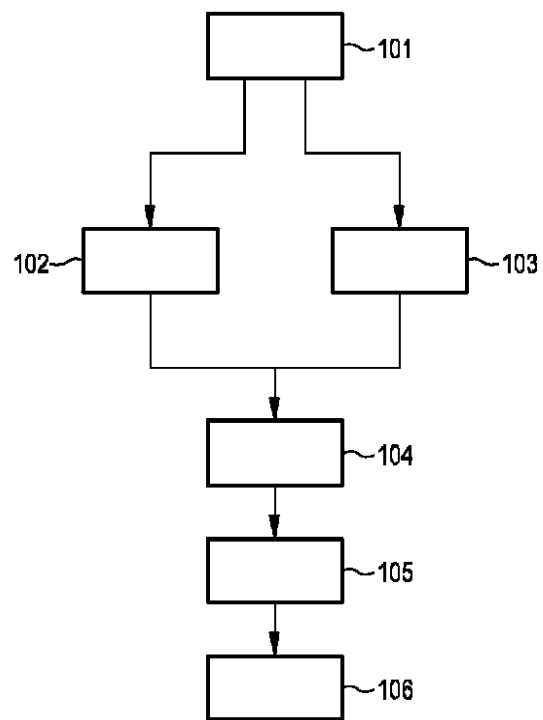


FIG. 3

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ヘイスベルス ヘラルドス ヘンリクス マリア  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 3 4
- (72)発明者 ファン デン ブリンク ヘンドリクス ベルナルドス  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 3 4
- (72)発明者 スレント サンデル  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 3 4
- (72)発明者 ネイホフ ニールス  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 3 4

審査官 野田 洋平

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0018277(US, A1)  
米国特許第07471973(US, B2)  
特表2007-517633(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A 6 1 B 5 / 0 4 - 5 / 0 5 3  
A 6 1 B 6 / 0 0