

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6441305号
(P6441305)

(45) 発行日 平成30年12月19日(2018.12.19)

(24) 登録日 平成30年11月30日(2018.11.30)

(51) Int. Cl.			F I		
A 6 1 B	5/0402	(2006.01)	A 6 1 B	5/04	3 1 0 M
A 6 1 B	5/044	(2006.01)	A 6 1 B	5/04	3 1 4 K
A 6 1 B	5/0452	(2006.01)	A 6 1 B	5/04	3 1 2 A
A 6 1 N	1/08	(2006.01)	A 6 1 N	1/08	

請求項の数 22 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-503179 (P2016-503179)	(73) 特許権者	507296779
(86) (22) 出願日	平成26年3月14日 (2014. 3. 14)		ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシ ティ オブ カリフォルニア
(65) 公表番号	特表2016-518168 (P2016-518168A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 607, オークランド, フランクリンスト リート 1111, 5番フロア
(43) 公表日	平成28年6月23日 (2016. 6. 23)	(73) 特許権者	316003427
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/029645		トペラ, インコーポレイテッド
(87) 国際公開番号	W02014/145010		TOPERA, INC.
(87) 国際公開日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 025, メンロパーク, オブライエンドラ イヴ 1530
審査請求日	平成29年2月22日 (2017. 2. 22)	(74) 代理人	110001302
(31) 優先権主張番号	13/844, 562		特許業務法人北青山インターナショナル
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生物学的調律異常に関連付けられたソースの原因要因を定義するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

人間の心臓の部位を識別するシステムにおいて、前記部位は、前記人間の心臓の心調律異常のソースをコントロールするものに関連付けられ、前記システムが、

処理装置と、

複数の命令を記憶するメモリ装置であって、前記命令は、前記処理装置によって実行されると、前記処理装置に、

前記心臓の前記部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号を処理することであって、それにより、時間間隔にわたる前記センサに関連する少なくとも1つの活性化シーケンスを特定する、処理することと、

前記少なくとも1つの活性化シーケンスの回転方向を特定することと、

前記少なくとも1つの活性化シーケンスが、前記時間間隔にわたり、前記回転方向に回転し続ける場合、前記心臓の前記部位を前記ソースをコントロールするものに関連付けられるものとして識別することと、

を含む動作を実行させる、メモリ装置と、

備えることを特徴とするシステム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記センサが、前記心臓の前記部位の頂点を定義することを特徴とするシステム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記部位が、前記頂点によって画定される前記心臓の複数の部位を含み、前記複数の部位が、前記心調律異常の前記ソースをコントロールするものに関連付けられることを特徴とするシステム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のシステムにおいて、前記心臓の前記部位のうちの 1 つ又は複数が、ロータを形成することを特徴とするシステム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記回転方向が、時計回り及び反時計回りのうちの一方であることを特徴とするシステム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記動作は、前記ソースを制御するものとして、前記心臓の前記部位に関連付けられたインジケータを生成することを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記インジケータを、前記心臓の前記部位に関連して空間的に配置される前記センサに対応させることを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記複数の心臓信号の表現上に前記インジケータを重ねることを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記複数の心臓信号の前記表現上に重ねられるものとして、前記インジケータを表示することを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、前記複数の心臓信号の前記表現は、単相性活動電位表現であることを特徴とするシステム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記少なくとも 1 つの活性化シーケンスの前記回転方向を特定する動作が、

前記時間間隔にわたる前記センサに関連する前記少なくとも 1 つのシーケンスの回転の弧を特定することと、

前記回転の弧の回転方向を特定することと、
を含むことを特徴とするシステム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のシステムにおいて、前記ソースをコントロールするものに関連付けられたものとして前記心臓の前記部位を識別する動作が、前記回転の弧の前記回転方向が、閾値を超えて前記回転方向であり続けると判断することを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 13】

請求項 11 に記載のシステムにおいて、前記回転の弧の回転方向を特定する動作が、前記複数の心臓信号から、第 1 の心臓信号及び第 2 の心臓信号を選択することと、前記時間間隔中の複数の時点での前記第 1 の心臓信号及び前記第 2 の心臓信号の間での回転活動のインデックスを特定することと、

前記回転活動のインデックスを結合することであって、それにより、前記回転の弧の前記回転方向を特定する、結合することと、

を含む

ことを特徴とするシステム。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のシステムにおいて、前記回転活動のインデックスを特定する動作が

10

20

30

40

50

、
前記時間間隔の時点での前記第 1 の心臓信号及び前記第 2 の心臓信号間の位相差を計算することと、

前記位相差が第 1 の位相閾値以下であるかどうか、又は前記位相差が第 2 の位相閾値よりも大きいかどうかを判断することと、

前記位相差が前記第 1 の位相閾値以下である場合、位相値だけ前記位相差を増分することと、

前記位相差が前記第 2 の位相閾値よりも大きい場合、前記位相値だけ前記位相差を減分することと、

を含むことを特徴とするシステム。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載のシステムにおいて、前記回転活動のインデックスを結合する動作が、前記時間間隔の前記複数の時点において、増分又は減分された計算位相差を合算することを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 16】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記動作は、
複数の時間間隔にわたり、処理すること、特定すること、及び識別することを実行することと、

前記少なくとも 1 つの活性化シーケンスが、前記複数の時間間隔にわたり前記回転方向に回転し続ける場合、前記ソースをコントロールするものとして識別された部位の持続性を特定することと、

を更に含むことを特徴とするシステム。

20

【請求項 17】

請求項 16 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記ソースをコントロールするものとして識別された部位の前記持続性に関連付けられたインジケータを生成することを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記インジケータを、前記心臓の前記部位に関連して空間的に配置される前記センサに対応させることを更に含むことを特徴とするシステム。

30

【請求項 19】

請求項 18 に記載のシステムにおいて、前記インジケータを、前記心臓の前記部位に関連して空間的に配置される前記センサに対応させる動作が、前記複数の時間間隔に関連付けられた前記複数の心臓信号の表現上に前記インジケータを重ねることを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載のシステムにおいて、前記動作が、前記複数の心臓信号の前記表現上に重ねられるものとして、前記インジケータを表示することを更に含むことを特徴とするシステム。

【請求項 21】

請求項 19 に記載のシステムにおいて、前記複数の心臓信号の前記表現が、単相性活動電位表現であることを特徴とするシステム。

40

【請求項 22】

人間の心臓の心調律異常に関連付けられたソースの原因要因を定義するシステムにおいて、

処理装置と、

複数の命令を記憶するメモリ装置であって、前記命令は、前記処理装置によって実行されると、前記処理装置に、

前記心臓の部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号を処理することであって、それにより、時間間隔にわたる前記センサに関連する回転弧

50

シーケンスを特定する、処理することと、

前記回転弧シーケンスの回転方向を特定することと、

前記回転弧シーケンスの前記回転方向が、閾値を超えて同じ回転方向であり続ける場合、前記心臓の部位を前記ソースの原因要因として識別することと、

を含む動作を実行させる、メモリ装置と、

を備えることを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、一般的には生物学的調律異常に関する。より詳細には、本願は、心調律異常等の生物学的調律異常に関連付けられたソースの原因要因を定義するシステム及び方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

心臓（心）調律異常は、一般的であり、世界中での疾病及び死亡の大きな原因を示す。心臓内の電気システムの誤作動は、心調律異常の主原因を示す。心調律異常は多くの形態で存在し、そのうちの最も複雑で治療が難しい形態は、心房細動（AF）、心室頻拍（VT）、及び心室細動（VF）である。治療がより単純であるが、臨床的に重大であることもある他の調律異常としては、心房頻拍（AT）、上室性頻拍症（SVT）、心房粗動（AFL）、上室期外収縮（SVE）、及び心室期外収縮（PVC）が挙げられる。正常な状態

20

下では、洞結節は心臓を洞調律に保ち、特定の状態では、正常な洞結節の急速な活性化は、不適切な洞頻脈又は洞結節リエントリーを生じさせることがあり、これらは両方とも、心調律異常を表す。

【0003】

従来、心調律異常 - - AF、VF、及び多形性VTの特に複雑な調律異常 - - の治療は、心調律異常のソースを抱く心臓内の場所を識別することができないため、困難であった。複雑な調律異常がいかに機能するかの様々な学説及びこれらの複雑な調律異常を治療するための臨床応用が存在した。しかし、いずれの応用も、複雑な調律異常の治療で有益であると証明されなかった。

【0004】

30

最近、複雑な心調律異常に関連付けられたソースを初めて識別した飛躍的な発見がなされた。この技術的躍進は、患者の心臓に導入されるカテーテルの電極から得られる信号内の心臓活性化情報（開始時間）を再構築し、世界中の心調律異常者の大部分の原因である回転活性化パターン（回転ソース）又は遠心パターン（焦点ソース）の識別に成功した。したがって、心調律異常の治療は、患者の心臓のこれらの回転又は焦点ソースに的を絞る、心調律異常をなくすことができる。そのような治療は、例えば、アブレーションによって首尾良く送達することができる。

【0005】

複雑な心調律異常の回転又は焦点ソースは、上述したように識別することができるが、ソースの内部メカニズム - - すなわち、回転ソースのコア（恐らくは回転の中心）又は焦点ソースの発端 - - は、あまりよく定義されていない。場合によっては、回転ソースは、一般に、主体的な回転中心を中心として回転するように見えるが、患者の心臓の一部を中心として散在的に拡散する傾向を有する1つ又は複数の拡散部分（活性化波面）を有し得る。拡散活性化波面は、複雑な調律異常のソースに関連付けられるが、回転ソースの1つ又は複数の他の活性化波面よりも、心調律異常を生じさせることへの寄与はわずかであり得る。同様に、複雑な心調律異常の遠心発生焦点ソースのコアもあまりよく定義されていない。

40

【0006】

心調律異常のソースではない非重要な「受動的」な回転と対比して、回転ソースのコアを識別する方法又は複雑な調律異常にとってソースではなく、二次的であり得る時折の焦

50

点活性化と対比して、真の焦点ソースの発端を識別する方法は、今まで定義されていない。

【 0 0 0 7 】

心調律異常に関連付けられた回転ソースのコア又は焦点ソースの発端を定義する既知のシステム又は方法はない。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 8 】

一実施形態又は一態様によれば、心調律異常に関連付けられたソースの原因要因を識別する方法が開示される。心臓の生物学的活動を表す複数のセンサからのデータにアクセスする。活性化が繰り返され、少なくとも所定数の心拍にわたり心臓の第2の遠位領域をコントロールする心臓の第1の局所領域が識別される。第1の局所領域は、心調律異常のソースの原因要因として割り当てられ、ソースは、第1の局所領域及び第2の遠位領域を含む。

10

【 0 0 0 9 】

別の実施形態又は態様によれば、心調律異常に関連付けられたソースの原因要因を識別するシステムが開示される。本システムは、プロセッサと、命令を記憶する記憶媒体とを含み、命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサ特定の動作を実行させる。動作は、心臓の生物学的活動を表す複数のセンサからのデータにアクセスすることを含む。動作は、活性化が繰り返され、少なくとも所定数の心拍にわたり心臓の第2の遠位領域をコントロールする心臓の第1の局所領域を識別することも含む。動作は、第1の局所領域を、心調律異常のソースの原因要因として割り当ててを更に含み、ソースは、第1の局所領域及び第2の遠位領域を含む。

20

【 0 0 1 0 】

更に別の実施形態又は態様によれば、心調律異常のソースをコントロールするものに関連付けられた人間の心臓の部位を識別する方法が開示される。心臓の部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号が、処理されて、時間間隔にわたるセンサに関連する少なくとも1つの活性化シーケンスを特定する。少なくとも1つの活性化シーケンスの回転方向が特定される。少なくとも1つの活性化シーケンスが、時間期間にわたり、回転方向に回転し続ける場合、心臓の部位は、ソースをコントロールするものに関連付けられるものとして識別される。

30

【 0 0 1 1 】

更なる実施形態又は態様によれば、心調律異常のソースをコントロールするものに関連付けられた人間の心臓の部位を識別するシステムが開示される。本システムは、処理装置と、命令を記憶するメモリ装置とを含み、命令は、処理装置によって実行されると、処理装置に特定の動作を実行させる。動作は、心臓の部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号を処理することであって、それにより、時間間隔にわたるセンサに関連する少なくとも1つの活性化シーケンスを特定する、処理することを含む。動作は、少なくとも1つの活性化シーケンスの回転方向を特定することも含む。動作は、少なくとも1つの活性化シーケンスが、時間期間にわたり、回転方向に回転し続ける場合、心臓の部位を、ソースをコントロールするものに関連付けられるものとして識別することを更に含む。

40

【 0 0 1 2 】

更に別の実施形態又は態様によれば、人間の心臓の心調律異常に関連付けられたソースの原因要因を定義する方法が開示される。心臓の部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号が、処理され、時間間隔にわたるセンサに関連する回転弧シーケンスが特定される。回転弧シーケンスの回転方向が特定される。回転弧シーケンスの回転方向が、閾値を超えて同じ回転方向であり続ける場合、心臓の部位がソースの原因要因として識別される。

【 0 0 1 3 】

更なる実施形態又は態様によれば、人間の心臓の心調律異常に関連付けられたソースの

50

原因要因を定義するシステムが開示される。本システムは、処理装置と、命令を記憶するメモリ装置とを含み、命令は、処理装置によって実行されると、処理装置に特定の動作を実行させる。動作は、心臓の部位に関連して空間的に配置されるセンサに関連付けられた複数の心臓信号を処理することによって、それにより、時間間隔にわたるセンサに関連する回転弧シーケンスを特定する、処理することを含む。動作は、回転弧シーケンスの回転方向を特定することも含む。動作は、回転弧シーケンスの回転方向が、閾値を超えて同じ回転方向であり続ける場合、心臓の部位をソースの原因要因として識別することを更に含む。

【0014】

本願のこれら及び他の目的、目標、及び利点が、添付図面に関連して読まれる以下の詳細な説明から明らかになる。

10

【0015】

幾つかの実施形態又は態様は、限定ではなく例として添付図面の図に示される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、心調律異常の局所ソースからの活性化発出を示す回転パターン又は遠心パターンを識別するシステムを示す。

【図2】図2は、図1に示される心臓に関連して位置決めされるセンサによって検知される電気信号に関連する位相-時間曲線例を示す。

【図3】図3は、図1に示される心臓に関連して位置決めされるセンサによって検知される電気信号に関連する位相-時間曲線の別の例を示す。

20

【図4】図4は、図1に示されるセンサの位置に関連する検知要素を有するグリッドを示す。

【図5】図5は、第1の組の位相値を有する、図4に示されるセンサ要素を示す第1のユニット回路の例を示す。

【図6】図6は、第2の組の異なる異装置を有する、図4に示されるセンサ要素を示す第2のユニット回路の例を示す。

【図7】図7は、時間間隔にわたる、図4に示されるグリッドのエリアに関連付けられた局所原因要因に関連付けられた回転活動又は遠心活動のインデックスを加算(カウント)する方法の一例を示すフローチャートを示す。

30

【図8】図8は、図7に示されるグリッドのエリア内の原因要因活動のインデックスを加算する方法の一例を示すフローチャートである。

【図9】図9は、心調律異常のソースに関連付けられた回転原因要因(図示)又は焦点原因要因の持続性を示し、活性化伝搬マップに重ねられる熱マップを示す。

【図10】図10は、汎用コンピュータシステムの例示的な一実施形態のブロック図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0017】

心調律異常に関連付けられたソースの原因要因を定義するシステム及び方法が、本明細書に開示される。以下の説明では、説明のために、多くの特定の詳細が記載されて、実施形態例又は態様例の完全な理解を提供する。しかし、開示される全ての特定の詳細なしで、例示的な実施形態が実施可能なことが当業者には明らかであろう。

40

【0018】

本開示は、心調律異常に関連付けられたソースの様々な原因要因を定義することに適用可能である。原因要因は、運動(「蛇行」若しくは「歳差運動」)を示し得る中心の回りの持続的な回転活性化又は発端からの持続的な反復活性化で表され得る。本開示は、神経学的発作、食道痙攣、膀胱不安定性、過敏性腸症候群、及び生物学的活性化情報を再構築して、異常の原因又はソースの特定、診断、及び/又は治療を可能にすることができる他の生物学的異常等の他の生物学的調律異常に適用することも可能である。しかし、好都合に治療することができるように、複雑な調律異常のソースに関連付けられた原因要因を見

50

つけるために、複雑な活性化パターンを生じさせる複雑な調律異常において特に有用であり、心房細動、心室細動等の心臓の複雑な調律異常において特に有用である。

【0019】

複雑な心調律異常は、心房細動、多形性心房頻拍、心室細動、多形性心室頻拍等を含むが、これらに限定されず、通常、読み解くことが極めて難しい活性化パターンを生じさせる。

【0020】

新規の概念は、心臓の局所領域からの活性化が、複雑な心調律異常の場合であっても、定義上、心調律異常中に周囲組織を活性化するはずであるということである。このコントロールは、局所領域から周囲組織への遠心活性化を介して、又は局所領域から周囲組織への回転（ロータ）活性化により進み得る。複雑な調律異常の局所領域（原因要因）は一般に、部位を占める。本開示は、局所領域内の原因要因が、心臓の遠位領域に影響を及ぼし得るか、又はコントロールし得る回転又は遠心である活性化シーケンスを示し得ることを初めて記載する。

10

【0021】

したがって、複雑な心調律異常の局所領域を識別又は定義するために、回転又は遠心原因要因を識別するのみならず、原因要因が心臓の遠位領域での活性化をコントロールすることを保証する必要もあることが重要である。したがって、これらの基準は、心調律異常に関連付けられたソースの原因要因ではない、現行の技術水準では明らかにされない多くの偽又は非重要な「スピン」又は「焦点放電」をなくするのに役立つことができるとともに、従来、局所的な療法が成功してこなかった治療の改善に役立つことができる。

20

【0022】

複雑な異常での心拍の正確な活性化情報を特定する能力は、これらの異常のソースに向けられた標的療法が不可能であったように、従来、非常に難しかった。本開示の利点の中には、異常のソースの特定を行い、治療することができるように、識別不可能と言ってもいいほどの検知活性化パターンの渦中であってさえも回転電気パターンを認識する能力がある。

【0023】

複雑な調律異常は、局所ソースによって直接生じ、そこから、活性化は、回転電気活動、活性化が遠心的に発生する焦点ソース、又はそれらの組合せを有する渦巻波の形態をとり得る。複数の同時原因要因の複雑性は、乱れた活性化パターン（ソース）を生じさせることがあり、そのパターンは、これらの調律をマッピングしようとする従来の試みを遮ってきた。このようにして、衝突又は二次波面からの受動的な活性化は、異常のソースの検出を一時的に曖昧にさせ得るが、内部原因要因を消しはしない。電気生理学の観点では、これは、原因要因の周囲で活性化シーケンスを一時的に変更するペーシング「同調」（例えば、ウォルフ・パーキンソン・ホワイ特症候群又は心房粗動において）と同様であり、同調が停止したときに原因要因が再検出される。本開示は、これが、複雑な調律異常に関連付けられたソースの原因要因を検出する場合にも当てはまることを示す。

30

【0024】

したがって、渦巻波（ロータ、リエントリー回路）からの回転電気活動は、回転の程度又は持続時間のいずれかにおいてわずかに見えるか、又は一貫しない回転パターンを有し得る。従来、全ての複雑な調律につきものの、活性化が発端から出ているように見える時折の回転又は単一サイクルの一時的な活性化からソースをいかに区別するかは不明瞭であった。複雑な調律のソースは点ではなく、その中で原因要因が運動し得る（「蛇行」又は「歳差運動」と呼ばれる）限られた空間部位を占める - 重力井戸内で回転する物体の運動に類似する - ため、この作業はより困難であった。

40

【0025】

本開示は、複雑な調律異常に関連付けられた局所ソース内の持続性回転原因要因又は焦点原因要因を定義又は識別するシステム及び方法を提供する。回転原因要因は、活性化シーケンスが、連続角度をトレースすることを示すか、時間にわたり連続した扇形部を示す

50

ことにより、又は位相マッピング、ベクトル分析、及び他の方法を使用することによって定義又は識別することができる。焦点原因要因は、発端から遠心活性化を識別するベクトル、コヒーレンス、相関、位相、及び他の分析方法によって識別することができる。さらに、本開示のシステム及び方法は、識別された位相特異点の強度、一貫性、及び持続時間を示す低質的及び/又は定量的インジケータを提供する。

【 0 0 2 6 】

別の利点は、本開示が、検知装置、例えば、センサを有するカテーテルが、患者内又は患者近傍で使用されている間、素早く実行することができ、後に心臓組織の治療を続けて、異常を改善させ、多くの場合には異常をケアすることができるシステム及び方法を提供する。したがって、治療は、ソースの原因要因の回転電気パターン情報を計算するとすぐ

10

【 0 0 2 7 】

図 1 は、心調律異常のソースに関連付けられた原因要因（心臓の部位）を識別するシステム例 1 0 0 を示す。システム例 1 0 0 は、心調律異常のソースの特定に関連して、患者の心臓 1 2 0 の検知心臓電気活動に関連付けられた持続性回転又は遠心パターンの形態の原因要因を識別するように構成される。心臓 1 2 0 は、右心房 1 2 2、左心房 1 2 4、右心室 1 2 6、及び左心室 1 2 8 を含む。

【 0 0 2 8 】

システム例 1 0 0 は、カテーテル 1 0 2 と、信号処理装置 1 1 4 と、計算装置 1 1 6 と

20

【 0 0 2 9 】

幾つかの実施形態又は態様では、センサ 1 0 4 のうちの 1 つ又は複数は、患者の心臓 1 2 0 に挿入されない。例えば、幾つかのセンサは、患者の表面を介して（例えば、心電図）、又は患者に接触せずにリモートに（例えば、心磁図又は逆解法を介して電気情報を識別する方法）心臓電気情報を検出し得る。別の例として、幾つかのセンサは、非電気検知

30

【 0 0 3 0 】

センサ 1 0 4 は、心臓 1 2 0 内又は心臓 1 2 0 近傍の組織に隣接するか、又は接触する各センサ位置に位置決めされる。センサ 1 0 4 は、センサ位置での心臓電気活動を検出し、対応する検知信号を生成することができ、検知信号は信号処理装置 1 1 4 に出力される。センサ 1 0 4 は、特にセンサ位置が心臓組織に隣接するか、又は接触するとき、センサ位置において心臓 1 2 0 をアブレーションするエネルギーを送達するように更に構成し得る。

40

【 0 0 3 1 】

信号処理装置 1 1 4 は、センサ 1 0 4 によって生成される検知信号を処理（例えば、分類して増幅）し、対応する心臓信号を出力するように構成される。計算装置 1 1 6 は、心臓信号を受信し（これは受信又はアクセスを指す）、本明細書に開示される方法に従って心臓信号を処理して、心臓信号から回転電気活動（時計回り若しくは反時計回り）又は遠心活動（焦点原因要因を示す）を識別する。さらに、計算装置 1 1 6 は、持続性のある原因要因活動のインデックスを識別する。

【 0 0 3 2 】

計算装置 1 1 6 は活性化伝搬マップ（APM）ビデオ 1 5 0 を表示し、この APM ビデオ

50

オは、心臓信号の複数の単相活動電位(MAP)電圧表現からのデータを結合し、空間的にレイアウトする。APMビデオ150は、時間間隔にわたる一連の時間増分に関連付けられたAPMフレームシーケンスを含む。矢印152は、表示された情報の回転運動を示す。MAP表現内の各要素には、センサレイのうちの各センサ104が関連付けられる。MAP表現は、電圧(又は電荷)と時間との関係及び他のインデックスを含む。回転原因要因の場合、検出は、回転の円周での回転角度、立体角、角速度、及び接線速度についての情報並びに位相情報も使用し得る。焦点ソースの場合、情報は、遠心インデックス(速度及び加速度等)と、求心インデックス(速度及び加速度等)とも含み得る。求心インデックスは通常、受動的エリア(ソースではない)を示すが、センサから離れて移動するソースを示すこともある。原因要因はソース領域で常に動的に運動し得るため、全てのソ

10

【0033】

本明細書で使用される場合、活性化開始時間は、活性化中の他の時点とは対照的に、活性化が細胞又は組織で開始される時点である。活性化は、細胞が不活発(拡張)状態から活性(電気)状態にその働きを開始するプロセスである。

【0034】

計算装置116は、信号表現及びAPMビデオ150の受信、アクセス、又は生成を行う。APMビデオ150及び単相活動電位(MAP)の形態での信号表現の生成の一例は、米国特許第8,165,666号明細書に記載されており、この米国特許を参照により本明細書に援用する。特に、‛666号特許の図11は、MAPのAPMビデオ150を示す。値の他の信号は、雑音のない単極電気記録図及び処理された単極電気記録図を含む。同様に、他のシステム及び方法も、活性化時間、位相情報、及び開始を含むように、心臓又は生物学的活性化情報を再構築することができる。

20

【0035】

APMビデオ150は、回転活動、焦点活動、及び/又は遠心活性化が発出する発端に関連付けられた心臓又は生物学的電気情報の経時的な表示、処理、又は再構築を行い、活性化情報、電気活動、回転活動、及び/又はコアの動的ビデオ表現を生成することができるシステム及び方法によって生成し得る。

30

【0036】

一実施形態又は態様では、回転活動は、動的活性化情報が回転運動を示し得る位相特異点による位相マッピングから示される。この場合のAPMビデオ150は、フレーム毎に実行される計算によって特定し得る、白点等の位相特異点のインジケータを表示することもできる。各フレームは、フレームの時間に行われた測定に基づく情報を表示する。この実施形態での各回転原因要因での信頼度は、位相特異点の経時的な持続性によって示される。短時間量のみで検出される特異点は、数フレームのみで表示され得、したがって、視覚指示は不可視であり、殆ど見えず、且つ/又はすぐに消える。持続性がある場合、フレ

40

【0037】

図2は、位相マッピングを介する回転原因要因検出の好ましい一実施形態での、心調律異常中に得られたMAP信号の電圧-時間データ(活性化-時間データ)から生成される位相-時間曲線200を示す。位相-時間データ及び位相時間曲線200は、MAPによって表される電圧-時間データを位相-時間データに変換することを、データの雑音低減及び更なる処理と共に含む、MAP信号を処理することによって生成される。曲線200の生成に使用される電圧-時間データから位相-時間データへの変換は、MAP信号に沿ってサンプリングされるデータ点(近似し得る)の正規化電圧を2で乗算することによって実行し得る。位相-時間データは、時間及び位相にそれぞれ対応するx-y軸上にブ

50

ロットされる。電圧 - 時間データから位相 - 時間データへの変換は、当業者には理解される。本例で使用される表現は、鋸歯近似である。

【 0 0 3 8 】

近似は、変換前又は変換後に、M A P 信号に対して実行し得る。図 2 に示される位相 - 時間データは、直線を用いて M A P 信号を近似する（実際には、図 3 に示されるように 4 つの別個の位相を有するが、三角形を近似する）。検出された活性化開始と検出された再分極の開始との間に延びる M A P 信号の部分は、直線を用いて近似される。同様に、再分極の開始から次の活性化開始までに延びる M A P 信号の部分も、直線を用いて近似される。一方又は両方の近似を使用し得る。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、上述したように、M A P 信号に関連付けられた電圧 - 時間データ（活性化 - 時間データ）から変換され、次に位相 - 時間データに変換された一例としての位相 - 時間曲線 3 0 0 を示す。示されるように、位相 - 時間曲線 3 0 0 によって表される位相 - 時間データを生成するのに、近似は使用されない。

【 0 0 4 0 】

計算装置 1 1 6 は、位相 - 時間データ、位相 - 時間曲線 2 0 0、3 0 0、及び / 又は A P M 1 5 0 を生成し、アクセスし、又は受信する。A P M 1 5 0 は、心臓 1 2 0 としての形状を有するモデル等の二元又は三次元表示であり得る表示に M A P を空間的に配置する。空間配置は、心臓 1 2 0 に関連する物理的なセンサ位置 1 0 4 に相対する。同様に、心臓又は生物学的電気情報を再構築して、活性化開始情報（活性化 - 時間データ）を有する心臓電気活動の表現することができる他のシステム及び方法を使用して、A P M ビデオ 1 5 0 を生成し得る。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、時間間隔内の順次均等離間時間増分（例えば、1 ミリ秒（m s e c）毎又は 1 0 ミリ秒毎）に対応する一連のフレーム（例えば、A P M ビデオ 1 5 0）の一例としての二次元 A P M フレーム 4 0 0 を提供する。時間間隔は、2 ~ 1 0 秒、又は異なる間隔であることもできる。各 A P M フレーム 4 0 0 は、時間間隔のうちの時間 t で、複数の M A P 信号をサンプリングすることによって生成することができる。

【 0 0 4 2 】

A P M フレーム 4 0 0 は、1 ~ 8 と記される電極参照 4 0 4 と、A ~ H と記されるスプライン参照 4 0 5 とを有するグリッド 4 0 2 を含む。電極参照 4 0 4 及びスプライン参照 4 0 5 は、センサ要素とも呼ばれる 6 4 個の交点要素を有し、交点要素は、センサアレイ（例えば、6 4 個のセンサ）のうちの各センサ 1 0 4 に対応する。例としての 4 つのセンサ要素 4 0 6、4 0 8、4 1 0、4 1 2 は、グリッド 4 0 2 上の各交点（1 ~ 8、A ~ H）に対応するとともに、センサアレイのうちの各センサ 1 0 4 に更に対応する。特に、センサ要素 4 0 6、4 0 8、4 1 0、4 1 2 はそれぞれ、グリッド 4 0 2 上の（6, G）、（6, H）、（5, H）、及び（5, G）と記され得る交点要素に配置される。

【 0 0 4 3 】

グリッド 4 0 2 は複数のエリアに分割され、各エリアは少なくとも 3 個のセンサ要素によって画定されるか、又は区切られる。エリアは、ポリゴン（例えば、三角形、矩形、又は正方形）として構成され、幾つかの事例は、グリッド 4 0 2 全体を覆うことができる。各エリアを画定するセンサ要素は、エリアの頂点に位置決めされる。一例としてのエリア 4 1 4 は、（6, G）、（6, H）、（5, H）、及び（5, G）と記され得る交点要素に頂点を有する正方形である。エリア 4 1 4 は、正方形（G ~ H, 6 ~ 5）の 4 つの頂点に位置決めされるセンサ要素 4 0 6、4 0 8、4 1 0、4 1 2 によって画定される。示される例では、グリッド 4 0 2 全体は、連続した、重なりのない正方向エリアによって覆われ、各正方向エリアは、4 つのセンサ要素によって区切られるか、又は画定される。エリア 4 1 4 は、センサ要素 4 0 6、4 0 8、4 1 0、4 1 2 に対応するセンサ 1 0 4 によって画定されるか、又は区切られる心臓 1 2 0 の部位に対応する。別の実施形態では、エリアは重複し得る。同様に、一例としての第 2 のエリアは、各センサ 1 0 4 に対応するセン

10

20

30

40

50

サ要素 416、418、420、422 によって画定される。

【0044】

A P M フレーム 400 のセンサ要素には、M A P 信号の電圧（又は電荷）に対応するグレースケールレベルが割り当てられる。センサ要素 406、408、410、412 間に配置される要素のグレースケールレベルは、補間（例えば、各 M A P 信号に基づいて）を使用して特定し得る。666 号特許及び米国特許出願第 13 / 081, 411 号明細書は、参照により本明細書に援用され、一連の A P M フレームを生成するシステム及び方法を記載している。

【0045】

一連の A P M フレーム 400 は、シーケンスで、例えば、ビデオストリーム（A P M ビデオ 150）として表示し得る。閲覧者は、時間の経過に伴って示される、表現された電圧（又は電荷）の変化を見ることが可能であり得る。この手法は、回転又は焦点原因要因のいずれかを表示し得る。この例では、電圧の変化は、時間の経過に伴う回転パターンを有し、位相特異点がセンサ 104 によって検知されたことを示す。特に、表示される回転パターンは、心調律異常に関連付けられた位相特異点を示さないこともある。心調律異常の原因要因を示す可能性が低い回転パターンは、一貫せず、即座に消え、且つ / 又は非持続性であり、回転方向を変え得、且つ / 又は回転の程度がごく僅かであり得る。実際に、回転パターンの幾つかは、閲覧者にとって可視になるのに十分な数のフレームにわたって表示されないことがあり、一方、他の回転パターンは可視であり得るが、次に消え得る。この全てに拘わらず、A P M フレーム 400 の A M P ビデオ 150 は、時間の経過に伴う動的変化及びグリッド 402 上の回転パターンを含め、有用な情報を外科医に提供することができる。

【0046】

一実施形態又は態様では、本開示は、時間間隔内の全ての時間増分について、グリッド 402 上の各エリアに関連付けられた回転活動を合算するシステム及び方法を提供する。総和は、そのエリアに配置された位相特異点を示す。しかし、和からは、同じエリアでの逆方向で生じる回転活動と、回転の程度がごく僅かな回転活動とが除外される（例えば、後述する、開示される方法による基準を満たす）。和は、グリッド 402 の各エリアに関連付けられた回転カウンタによって記録される。回転カウンタは、関連付けられたエリアにかなりの程度の回転を有する回転活動が存在する都度、変更、例えば増分される。時間間隔が終了すると、グリッド 402 の各エリアに関連付けられた回転カウンタの大きさは、グリッド 402 の各エリアでの位相特異点の存在及び位相特定点の持続の程度を示す。

【0047】

これより図 5 及び図 6 を参照して、時間 t での回転活動が、回転カウンタの増分を保証する十分な程度の回転を有するか否かを判断する方法を記載する。各時間 t において、グリッド 402 上の各エリアの位相和が計算される。位相和は、シーケンスのうちの第 1 のセンサ要素で開始され終了するセンサ要素（406、408、410、412）のシーケンス間の最短パスを特定し、最短パスを使用してシーケンス内のセンサ要素間の位相差を計算し、位相差を合算することによって計算される。計算される位相差結果は、0、2、又は -2 であり得る。位相和 = 0 は、回転カウンタを増分するのに不十分な回転活動を示し、正味の回転が存在しないことを示す。位相和 = 2 又は -2 は、回転カウンタを更新、例えば、それぞれ増分又は減分すべきことを示し、回転が発生したことを示し、正又は負の符号は、回転の時計回りの方向又は反時計回りの方向を示す（例えば、選択される決まりに応じて）。選択される決まりは、正の値に反時計回りのパスが関連付けられ、負の値に時計回りのパスが関連付けられることであり得る。選択される決まりは、逆であってもよく、すなわち、負の値に反時計回りのパスが関連付けられ、正の値に時計回りのパスが関連付けられる。

【0048】

図 5 は、図 4 においてセンサ要素 406、408、410、及び 412 によって画定されるエリア 414 の時間 t での位相和を計算する方法例を示す。半径 1 を有する単位円 5

10

20

30

40

50

02が提供される。センサ要素406、408、410、及び412は、各センサ要素406、408、410、及び412のそれぞれに関連付けられた位相に従って、単位円502の円周上に配置される。各センサ要素406、408、410、及び412に関連付けられた位相は、対応する位相-時間曲線、例えば、位相-時間曲線200又は300に沿った時間 t での位相から得られる。

【0049】

任意のセンサ要素を第1のセンサ要素に選択し得る。次に、センサ要素は選択されたシーケンスで処理される。シーケンスは、グリッド402上の配置に従ってセンサ要素の間をエリア414の周囲を反時計回り又は時計回り方向で進み、最初に選択されたセンサ要素から始まり、その第1のセンサ要素で終わることにより、グリッド402上のセンサ要素406、408、410、及び412の位置に基づき得る。この例では、センサ要素は406、408、410、412として順序付けられる。センサ要素406は、第1のセンサ要素に選択される。

10

【0050】

最短パスが、第1のセンサ要素406と第2のセンサ要素408との間で特定される。反時計回りの方向でのパス504は、時計回り方向での代替パスよりも短い。したがって、パス504は、センサ要素406と408との間の最短パスとして特定される。

【0051】

最短パス504のセンサ要素406と408との間の位相差512が特定される。センサ要素406からセンサ要素408までの最短パスは、選択された決まりに基づいて反時計回り方向であるため、位相差512には正の値が割り当てられる。

20

【0052】

最短パス及び位相差は同様に、センサ要素対408及び410、410及び412、412及び第1のセンサ要素406のそれぞれで特定される。最短パスはそれぞれ、全て反時計回り方向で506、508、及び510である。したがって、各位相差514、516、及び518は全て正である。4つの位相差512～518を合算して、位相和を特定する。単位円の円周全体が、最短パス504～510に沿って反時計回り方向に回転されるため、全ての位相差は正である。位相和=2であり、これは、回転原因要因が存在する可能性を示す。

【0053】

図5の例は、単位円502の全円が、第1のセンサ要素406に戻ることを含め、単位円502上に配置されたセンサ要素406、408、410、412間の最短パスを辿ることによって完成する場合、回転原因要因の指示があることを示す。センサ104間の回転が一方向である場合、位相差は全て正であるか、又は全て負であり、互いに相殺されない。これにより、位相和=2になり、これは、対応するセンサ104で測定される回転活動が、心調律異常の回転原因要因に一致することを示す。

30

【0054】

図6は、グリッド402の別のエリアの時間 t での位相差を計算する別の例を示す。半径1を有する単位円602には、単位円602の円周上に配置されるセンサ要素416、418、420、及び422が提供される。

40

【0055】

最短パス604が、第1のセンサ要素416と第2のセンサ要素418との間で特定される。時計回りの方向でのパスは、反時計回り方向での代替パスよりも短い。したがって、最短パスは最短パス604として特定される。

【0056】

最短パス604のセンサ要素416と418との間の位相差612が特定される。センサ要素416からセンサ要素418までの最短パス604は、選択された決まりに基づいて時計回り方向で単位円602の円周を回転するため、位相差612には負の値が割り当てられる。

【0057】

50

最短パス及び位相差は同様に、センサ要素対 4 1 8 及び 4 2 0、4 2 0 及び 4 2 2、4 2 2 及び第 1 のセンサ要素 4 1 6 のそれぞれで特定される。最短パスはそれぞれ、6 0 6、6 0 8、及び 6 1 0 である。最短パス 6 0 6 は時計回り方向に向けられる。したがって、位相差 6 1 4 は負の値を有する。最短パス 6 0 8 及び 6 1 0 は反時計回りの方向である。したがって、位相差 6 1 6 及び 6 1 8 は正の値を有する。位相差 6 1 2 及び 6 1 4 は位相差 6 1 6 及び 6 1 8 を相殺し、その理由は、位相差の大きさが等しいが、方向が逆であるためである。したがって、位相差 6 1 2 ~ 6 1 8 の和はゼロ (0) であり、これは、このエリアに位相特異点がないことを示す。

【 0 0 5 8 】

図 6 の例は、単位円 6 0 2 の全円が、第 1 のセンサ要素 4 1 6 に戻ることを含め、単位円 6 0 2 上に配置されたセンサ要素 4 1 6、4 1 8、4 2 0、4 2 2 間の最短パスを辿ることによって完成することができない場合、回転の指示がないことを示す。センサ 1 0 4 間の回転が異なる方向 (時計回り及び反時計回り) である場合、幾つかの位相差が正であり、幾つかは負であり、互いに相殺する。これにより、位相和 = 0 になり、これは、対応するセンサ 1 0 4 で測定される回転電気活動が、回転原因要因を示すには不十分であることを示す。

【 0 0 5 9 】

図 7 及び図 8 は、時間間隔 T I の活性化 - 時間データを処理して、心調律異常のソースの存在を示すのに十分に大きく且つ持続する回転活性化を検出する方法例を説明する流れ図の例を提供する。

【 0 0 6 0 】

重要なことには、フローチャートは、回転活性化 (例えば、回転の特異性又は角度を介して検出される) 及び焦点原因要因 (例えば、遠心活性化から検出される) のインデックスを合算する方法及びシステムを概説している。両方が共存し得、ソースからの遠心活性化の原理が、ソースに関連付けられた原因要因が焦点であるか、それとも回転であるかに適用可能であるため、これは重要である。したがって、本明細書に含まれる全ての分析は、回転活性化のインデックス、遠心活性化 (ソースが運動する場合、遠心であり得る) のインデックスの何れか、又は組合せの経時分析 (合算) を含む。

【 0 0 6 1 】

方法は、心調律異常に関連付けられたソースの原因要因の持続性の視覚的な定量的表示を生成することを更に含む。熱マップは、持続性回転に関連付けられたグリッド 4 0 2 内の位置及びノ又は持続の程度を示す。熱マップは、グリッド 4 0 2 のエリアを表示し、そのエリアに関連付けられた回転カウンタの大きさを示す視覚指示 (例えば、色、陰影、又は強度) を各エリアに割り当てる。エリアに関連付けられた回転カウンタが、1 だけ増分又は減分される場合、そのエリアに関連付けられた視覚指示はそれぞれ、1 単位だけ増大又は低減されて、回転カウンタの変化を示す。

【 0 0 6 2 】

視覚指示の単位は、例えば、赤が最高であり、紫が最低であるように、虹のスペクトルに沿ったスペクトル単位、グレーの陰影の単位、又は強度単位であり得る。これらの単位は、無次元であってもよく、ベースライン均一 (非回転) 伝搬場に対する比率を示してもよく、又は他の次元を有してもよい。これは、考慮している特定の心調律異常及び信号ソースに伴って変わるが、度数 (ラジアン) 又は持続性回転、幾つかのサイクルにわたって持続する比率 (%)、相関値 (無次元)、及び他の次元を含み得る。

【 0 0 6 3 】

熱マップは、単一のマップ又は一連のマップを含むビデオを含み得る。熱マップは、独立して表示してもよく、又は A P M フレーム若しくは対応する生物学的構造体、例えば心臓 1 2 0 の構造的マップ等の別のマップ上に重ねて (例えば、重ね合わせて) 表示してもよい。熱マップが、A P M ビデオ 1 5 0 の上に重ねられているなどの A P M フレームの上に重ねられる場合、それらは同期されて、同じ時間増分に関連する情報を表示する。さらに、生物学的構造体 (例えば、心臓 1 2 0) を参照して互いに空間的に一致する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

ステップ 7 0 2 において、活性化 - 時間データがアクセスされるか、又は受信される。活性化 - 時間データは、センサ 1 0 4 が検知データを生成する手順中にリアルタイムで、又は手順が完了した後にアクセスし得る。活性化 - 時間データは、有線又は無線通信を介するなど、計算装置 1 1 6 又はリモート装置からアクセスし得る。さらに、幾つかの実施形態又は態様では、そうしてアクセス又は受信された活性化 - 時間データは、図 2 及び図 3 を参照した上記説明に従って、位相 - 時間データに変換することができる。

【 0 0 6 5 】

初期化ステップ 7 0 4 において、時間カウンタ t は、 $t = 0$ を設定することによって初期化される。グリッド 4 0 2 の各エリアに関連付けられた回転カウンタも、各回転カウンタ = 0 に設定することによって初期化される。さらに、熱マップが、グリッド 4 0 2 の各エリアの視覚指示を、そのエリアの回転カウンタ = 0 を示す中性視覚指示に設定することにより、初期化される。

10

【 0 0 6 6 】

ステップ 7 0 6 において、外ループ 7 0 8 が開始され、時間間隔 $T I$ 内の全ての時間増分を反復処理する。ステップ 7 0 6 は、所定の時間増分だけ t を増分し、現在の例では、所定の時間増分は 1 m s e c である。ステップ 7 1 0 において、内ループ 7 1 2 が開始され、グリッド 4 0 2 (図 4 に示される) 内に含まれる各エリアを反復処理する。したがって、ループ 7 0 8 及び 7 1 0 は、各増分時間 t でグリッド 4 0 2 の全てのエリアを処理する。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ 7 1 0 において、グリッド 4 0 2 の次の未処理エリアが選択される。内ループ 7 1 2 を通しての最初のパスでは、第 1 のエリアが選択される。例えば、第 1 のエリアは、グリッド交点 (8 , D)、(8 , E)、(7 , E)、及び (7 , D) におけるグリッド 4 0 2 の左上角に配置されたセンサ要素 1 0 4 によって区切られる正方形エリアとして選択し得る。幾つかの実施形態又は態様では、活性化 - 時間データは、選択されたエリアについて、図 2 及び図 3 を参照した上記説明に従って位相 - 時間データに変換することができる。

【 0 0 6 8 】

第 2 の選択されたエリアはまた、前に選択されたエリアに隣接し得、以下同様である。したがって、示される例では、内ループ 7 1 2 は、グリッド 4 0 2 内の提供される 4 9 個のエリアのそれぞれが、現在の時間 t について処理されるまで、4 9 回処理される。エリアを処理する順序は、予め定義し得るが、いかなる特定の順序にも限定されない。

30

【 0 0 6 9 】

一例として、図 4 に示されるエリア 4 1 4 が処理に選択される。選択されたエリア 4 1 4 は、ステップ 8 0 0 において処理されて、選択されたエリア 4 1 4 の原因要因活動のインデックスを計算する。したがって、選択されたエリア 4 1 4 を画定するセンサ要素 4 0 6 ~ 4 1 2 のグリッド交点は、入力としてステップ 8 0 0 に提供される。選択されたエリア 4 1 4 の原因要因活動のインデックスが、ステップ 8 0 0 において特定される。例えば、原因要因活動のインデックスは、図 2 及び図 3 に従って変換された位相 - 時間データに従って、図 5 及び図 6 の分析を使用して計算される。ステップ 8 0 0 は、選択されたエリア 4 1 4 の原因要因活動のインデックスを出力し、その後、制御を判断ステップ 7 1 4 に渡す。ステップ 8 0 0 については、図 8 に関連して更に詳細に後述する。

40

【 0 0 7 0 】

ステップ 7 1 4 において、原因要因活動がサイクル全体に及ぶか否かを判断する。サイクル全体が原因要因を原因とする場合、制御はステップ 7 1 6 に渡る。サイクル全体が原因要因を原因とするわけではない場合、制御はステップ 7 2 0 に渡る。

【 0 0 7 1 】

ステップ 7 1 6 において、現在選択されているエリアに関連付けられた回転カウンタが、1 のカウントだけ増分される。ステップ 7 1 8 において、熱マップは、選択されたエリ

50

アに関連付けられた視覚指示を1単位だけ増分することによって更新される。次に、制御は、内ループ712の終わりであるステップ724に渡る。

【0072】

ステップ720において、回転カウンタが、1のカウンタだけ減分される。ステップ722において、熱マップは、選択されたエリアに関連付けられた視覚指示を1単位だけ減分することによって更新される。次に、制御は、内ループ712の終わりであるステップ724に渡る。

【0073】

ステップ724において、時間 = t に関して、全てのエリアが処理されたか否かが判断される。まだ全てのエリアが処理されていない場合、実行はステップ710に渡り、内ループ712の別のパスが、グリッド402の全てのエリアが処理されるまで、次のエリアについて処理される。ステップ724での判断が、全てのエリアが時間 = t について処理されたというものである場合、実行は、外ループ708の終わりであるステップ726に渡り、間隔 T_I の全てのフレームが処理された（例えば、 $t = T_I$ ）か否かを判断する。

【0074】

ステップ726での判断が、 $t < T_I$ というものである場合、これは、間隔 T_I で処理する時間フレーム（増分）がまだあることを意味し、制御はステップ706に戻り、外ループ708の次のパスが、次の時間増分に関して実行される。ステップ726での判断が、 $t = T_I$ である場合、これは、間隔 T_I 内の全てのフレームが処理されたことを意味し、外ループ708は終了し、制御はステップ728に渡り、方法700が終了する。

【0075】

動作に当たり、時間 t での外ループ708の各反復中、全てのエリアが処理され、各エリアに関連付けられた回転カウンタ及び熱マップの視覚指示が更新され、合算される。したがって、外ループ708の各後続反復を用いて、各エリアに関連付けられた回転カウンタは、回転方向に応じて回転カウンタを増分又は減分することによって更新される。同じ回転方向を有する回転原因要因候補が、外ループ708の多くの反復においてあるエリアで検出される場合、そのエリアに関連付けられた回転カウンタは連続して増分（又は極性に応じて減分）され、正又は負の方向において比較的大きな大きさを達成し、そのエリアでの反時計回り又は時計回り方向での持続性回転活性化の存在を示す。

【0076】

他方、逆の回転方向が、外ループ708の異なる反復中に発生する場合、回転カウンタは増分されてから減分され（又はこの逆）、大きさ（本明細書では、回転カウンタの絶対値と呼ぶ）の増大を相殺し、持続性回転原因要因がエリアに存在しないことを示す。したがって、各エリアに関連付けられた回転カウンタの大きさは、一貫した回転方向での回転の持続性を示す。

【0077】

幾つかの実施形態又は態様では、熱マップは、最後のフレームのみを含み得、且つ/又は各エリアの回転カウンタの最後の大きさが報告され得る。各回転カウンタの大きさは、回転が関連付けられたエリアで発生したか否か及び持続性の程度を示す。各エリアに関連付けられた回転カウンタの最後の大きさは、所定の閾値と比較し得る。回転カウンタが閾値を超える場合、関連付けられたエリアで持続性回転が発生したと判断し得る。回転カウンタの最後の大きさは、静的定量的情報を提供するが、最後の熱マップフレームは、回転パターンの存在及び持続性についての静的低質的視覚情報を提供する。

【0078】

方法700が実行される他の実施形態又は態様では、時間間隔全体及び/又は全てのエリアの位相 - 時間データが、ステップ704の実行を開始する前に利用可能である場合、例としての方法700内の実行ステップの幾つか又は全ては、反復とは対照的に、異なる順序、順次、並列、又はそれらの組合せで実行し得る。異なるフレーム及び/又は異なるエリアに関連付けられたステップは、異なる順序、順次、並列、又はそれらの組合せで実行し得る。方法700はステップ728において終了する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

図 8 を参照して、図 7 のステップ 8 0 0 を実行する方法例を示す。方法は、エリアを処理し、エリアの原因要因活動のインデックスを特定する。入力ステップ 8 0 1 において、図 7 のステップ 7 1 0 において選択されたエリアの識別情報が、入力として提供される。入力は、選択されたエリアを画定するセンサ要素の識別情報を含む。本例では、選択されたエリアは、センサ要素 4 0 6 ~ 4 1 2 によって画定されるエリア 4 1 4 である。

【 0 0 8 0 】

ステップ 8 0 2 において、原因要因活動のインデックスが 0 に初期化される。ステップ 8 0 4 において、ループ 8 0 6 が、例えば、エリア 4 1 4 を画定するセンサ要素 4 0 6 ~ 4 1 2 を順に反復して選択し始める。本例では、センサ要素 4 0 6 が、ループ 8 0 6 を通る第 1 のパスに選択される。センサ要素 4 0 8、4 1 0、及び 4 1 2 は、ループ 8 0 6 を通る続く各パスに順次選択される。シーケンス例は、エリア 4 1 4 の周囲の反時計回りパスを記述する。他のシーケンスを選択することも可能である。

【 0 0 8 1 】

ステップ 8 0 8 において、原因要因活動のインデックスが、例えば、選択されたセンサ要素から次のセンサ要素に選択された方向（例えば、時計回り又は反時計回り）に移動して、選択されたセンサ要素と次の順番のセンサ要素との間の選択されたエリアの最新の頂点及び次の頂点に基づいて特定される。なお、選択された同じ方向がループ 8 0 6 のすべての反復に使用される。本例では、ループ 8 0 6 を通る第 1 のパス中、センサ要素 4 0 6 と 4 0 8 との間の原因要因活動のインデックスが特定される。第 2、第 3、及び第 4 のパス中、センサ要素間の原因要因活動のインデックスがそれぞれ特定される。ステップ 8 1 0 において、回転の弧が同じ方向に続くか否かについて判断される。同じ方向に続かない場合、ステップ 8 1 2 が実行され、原因要因活動のインデックスを調整し、例えば、原因要因活動のインデックスから値を減算する。同じ方向に続く場合、ステップ 8 1 4 が実行され、原因要因活動のインデックスを調整し、例えば、値を原因要因活動のインデックスに加算する。

【 0 0 8 2 】

ループ 8 0 6 の終わりであるステップ 8 1 8 において、選択されたエリア 4 1 4 の全ての頂点（例えば、センサ要素 4 0 6 ~ 4 1 2 が処理されたか否かが判断される。まだ全ては処理されていない場合、制御はステップ 8 0 4 に戻り、次の順番のセンサ要素を選択し、新たに選択されたセンサ要素を用いてループ 8 0 6 を実行する。ループ 8 0 6 の最後の反復後、ステップ 8 1 8 において、全てのセンサ要素が選択された処理されたか否かが判断される。全てのセンサ要素が選択され処理された場合、ステップ 8 2 0 において、原因要因活動のインデックスが出力され、制御は図 7 のステップ 7 1 4 に渡る。

【 0 0 8 3 】

これより図 7 を参照すると、計算装置 1 1 6 によって生成された熱マップが、A P M フレームに重ねられる。熱マップは、外ループ 7 0 8 の各反復に関連付けられた時間増分に対応する一連のフレームを含み得る。熱マップは、色、強度、又はグレーの陰影等の視覚指示を使用して、グリッド 4 0 2 の各エリアに関連付けられた回転カウンタの大きさを示す。回転カウンタの大きさが大きいほど、検出された回転活性化エリアの持続性が強い。

【 0 0 8 4 】

異なる色又はグレーの陰影は、様々な回転カウンタの大きさに割り当て得る。熱マップの色及び陰影は半透明であり得、それにより、別のマップ、グラフィック、テキスト等に重ねられたとき、下にある情報を見ることができる。マルチカラー構成では、例えば、暖色をより大きい回転カウンタの大きさに割り当て得、寒色をより小さな回転カウンタの大きさに割り当て得（例えば、虹のスペクトルに基づいて）、赤は最高の大きさを示し、紫は最低を表す。グレースケール構成では、例えば、明るい陰影をより大きな大きさに割り当て得、暗い陰影をより小さな大きさに割り当て得、白は最高の大きさを示し、黒は最低の大きさを示す。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

現在の例では、赤等の単色が使用され、色の強度は、回転カウンタの大きさに伴って増大する。回転カウンタ = 0 の場合、色は表示されない。

【 0 0 8 6 】

外ループ 7 0 8 の反復が処理され、回転カウンタが更新されるにつれ、熱マップは、フレーム毎に更新される。したがって、熱マップの各フレームは、前のフレームの合算を表す。合算全体を通して、回転カウンタの大きさの増大は、検出された回転パターンの存在及び持続性を示す。ステップ 7 2 8 に達すると、熱マップの最後のフレームが生成され、熱マップが完成する。最後のフレームは、前の全てのフレームの合算を示し、持続性回転、グリッド 4 0 2 上の持続性回転の位置、及び持続性の程度をグラフィカルに示す。

【 0 0 8 7 】

表示された熱マップは、持続性回転パターン（原因要因）の位置を閲覧者、例えば外科医に示す。外科医はその情報を使用して、心調律異常に関連付けられたソースを識別し得る。したがって、外科医は、ソースにある心臓組織、及び/又はソースを駆動する回転パターン（原因要因）、又は心調律異常を抑制するか、若しくはなくすために組織の可能なマージン内の心臓組織を処理し得る。

【 0 0 8 8 】

熱マップの一連のフレームは、記憶し再生し得る。情報は、外ループ 7 0 8 の各反復を用いてグリッド 4 0 2 の全てのエリアで合算されるため、熱マップビデオの一連のフレームが再生される際、持続性の視覚指示は動的であり、示される持続性回転は強度を増し、すぐに消える回転又は雑音は見えないか、又は短時間だけ可視であり、次に消えるか、若しくは色褪せる。

【 0 0 8 9 】

グリッド 4 0 2 は、優先値に関して正規化し得る。優先値は、最上位値を 1 に設定するように使用し得、その他の値は 0 と 1 との間の範囲をとる。代替的には、グリッド 4 0 2 は、検出された位相特異点が存在する時間の割合を反映する、分析された値に関して正規化し得る。

【 0 0 9 0 】

図 9 は、AMP フレーム 9 0 3 に重ねられた熱マップフレーム 9 0 2 を含むフレーム 9 0 0 を示す。AMP フレーム 9 0 3 は、単一の独立したフレームであってもよく、又は一連の AMP フレーム、例えば、ビデオ 1 5 0 に属してもよい。熱マップ 9 0 2 ビデオが AMP ビデオに重ねられる場合、フレーム 9 0 2 及び 9 0 3 が同じ時間増分に対応するように、マップを同期することができる。代替的には、同期しなくてもよい。

【 0 0 9 1 】

例としての AMP 9 0 3 は、前のフレームを再生する際に見られるように、中心点を中心として移動する電気活動 9 0 6 のエリアを含む。単一のフレームで集められる情報に基づいて、中心点は、白点 9 0 4 で示される活性化を繰り返す領域として識別されている。熱マップ 9 0 2 は、ここでは最小強度から最高強度に列挙される、強度が様々なエリア 9 1 0、9 1 2、9 1 4 を含む赤色エリア 9 0 8 を含む。赤色エリア 9 0 8 は、熱マップ 9 0 2 のその部分に関連付けられた回転カウンタが増分され、赤色エリア 9 0 8 の強度が、回転カウンタの大きさに従ってエリア 9 1 2 及び 9 1 4 において増大することを示す。最も強度の高いエリア 9 1 4 は、回転カウンタの計算された最高の大きさに対応する。回転カウンタの計算された最高の大きさ及び最も強度の高いエリア 9 1 4 は、電気活動 9 0 6 の中心（原因要因）を示し得、心調律異常のソースを示し得る。ここで、最も強度の高いエリア 9 1 4 は、AMP 9 0 3 の白点 9 0 4 の近傍に配置される。したがって、AMP 9 0 3 の白点 9 0 4 は、熱マップ 9 0 2 の強度の高い赤色エリア 9 1 4 に一致する。

【 0 0 9 2 】

例としてのエリア 9 1 8 は、熱マップ 9 0 2 上に示され、その境界は点線で示される。エリア 9 1 8 は、より小さな要素 9 2 0 を含み得る。エリア 9 1 8 に関連付けられた視覚指示は、エリア 9 1 8 内で様々であり得、異なる要素 9 2 0 は、異なる視覚指示を有するように見える。補間等の方法及び計算を使用して、エリア 9 1 8 内の異なる要素 9 2 0 の

10

20

30

40

50

視覚指示を変更し得る。さらに、同じ視覚指示を有する2つの要素920の視覚指示の外観は、下にある画像、例えば、AMP903に起因して異なり得る。

【0093】

熱マップ902は、ビデオの過程にわたって蓄積された情報を合算したものを提供して、持続性パターンを表示し、相当量の関連付けられた回転を有さないイベントをフィルタリングして除去する。情報の組合せは、ロバストな情報、動的情報、及び位置情報の組合せを閲覧者に提供する。

【0094】

追加又は代替として、熱マップ902は、センサ位置及び/又は生体構造の画像にセンサ104が位置決めされる画像上に重ねるか、又は重ね合わせ得る。画像のこの組合せは、持続性位相特異点の位置をセンサ104の位置に関連付ける追加の位置情報を提供し得る。

【0095】

図10は、汎用計算システム1000の例示的な一実施形態のブロック図である。計算システム1000は、実行されて、計算システム1000に、本明細書に開示される方法又はコンピュータベースの機能の任意の1つ又は複数を実行させることができる命令セットを含むことができる。計算システム1000又はその任意の部分は、スタンドアロン装置として動作してもよく、又は例えば、ネットワーク1024又は他の接続を使用して、他の計算システム又は周辺機器に接続してもよい。

【0096】

計算システム1000は、パーソナルコンピュータ(PC)、タブレットPC、個人情報端末(PDA)、モバイル装置、パームトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、デスクトップコンピュータ、通信装置、制御システム、ウェブアプライアンス、又は機械がとるべき動作を指定する命令セットを実行する(順次又は他の様式で)ことが可能な任意の他の機械等の様々な装置として実施してもよく、又は様々な装置に組み込まれてもよい。さらに、単一の計算システム1000が示されるが、「システム」という用語は、1つ又は複数のコンピュータ機能を実行する1つ又は複数の命令セットを個々に、又はまとめて実行するシステム又はサブシステムの任意の集まりを含むようにも解釈されるものとする。

【0097】

図10に示されるように、計算システム1000は、プロセッサ1002、例えば、中央演算処理装置(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、又は両方を含み得る。さらに、計算システム1000は、バス1026を介して互いに通信することができるメインメモリ1004及び静的メモリ1006を含み得る。示されるように、計算システム1000は、液晶ディスプレイ(LCD)、有機発光ダイオード(OLED)、フラットパネルディスプレイ、固体状態ディスプレイ、又は陰極線管(CRT)等のビデオ表示ユニット1010を更に含み得る。さらに、計算システム1000は、キーボード等の入力装置1012と、マウス等のカーソル制御装置1014とを含み得る。計算システム1000は、ディスクドライブユニット1016、スピーカ又はリモート制御装置等の信号生成装置1022、及びネットワークインタフェース装置1008を含むこともできる。

【0098】

図10に示されるように、特定の実施形態又は態様では、ディスクドライブユニット1016は、1つ又は複数の組の命令1020、例えば、ソフトウェアを埋め込み、符号化し、又は記憶することができる機械可読又はコンピュータ可読媒体1018を含み得る。さらに、命令1020は、本明細書に記載される方法又は論理のうちの1つ又は複数を実施し得る。特定の実施形態又は態様では、命令1020は完全に又は少なくとも部分的に、計算システム1000による実行中、メインメモリ1004、静的メモリ1006、及び/又はプロセッサ1002内に存在し得る。メインメモリ1004及びプロセッサ1002は、コンピュータ可読媒体を含むこともできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

代替の実施形態又は態様では、特定用途向け集積回路、プログラマブル論理アレイ、及び他のハードウェア装置等の専用ハードウェア実施態様は、本明細書に記載される方法のうちの1つ又は複数を実施するように構築することができる。様々な実施形態又は態様の装置及びシステムを含み得る用途は、様々な電子システム及び計算システムを広く含むことができる。本明細書に記載される1つ又は複数の実施形態又は態様は、モジュール間若しくはモジュールを通して通信することができる関連する制御信号及びデータ信号を用いて、2つ以上の特定の相互接続されたハードウェアモジュール若しくは装置を使用して、又は特定用途向け集積回路の部分として、機能を実施し得る。したがって、本システムは、ソフトウェア、ファームウェア、及びハードウェアの実施を包含する。

10

【 0 1 0 0 】

様々な実施形態又は態様によれば、本明細書に記載される方法は、プロセッサ可読媒体に有形に具現されるソフトウェアプログラムによって実施し得、プロセッサによって実行し得る。さらに、一例では、非限定的な実施形態又は態様では、実施態様は、分散処理、構成要素/オブジェクト分散処理、及び並列処理を含むことができる。代替的には、仮想計算システム処理は、本明細書に記載される方法又は機能のうちの1つ又は複数を実施するように構築することができる。

【 0 1 0 1 】

コンピュータ可読媒体が、命令1020を含むか、又は伝搬信号に応答して、命令1020を受信して実行し、それにより、ネットワーク1024に接続された装置が、ネットワーク1024を介して音声、ビデオ、又はデータを通信することができることも考えられる。さらに、命令1020は、ネットワークインタフェース装置1008を介してネットワーク1024を経由して送信又は受信し得る。

20

【 0 1 0 2 】

コンピュータ可読媒体は、単一の媒体であるものとして示されるが、「コンピュータ可読媒体」という用語は、中央又は分散データベース、及び/又は1つ又は複数の命令セットを記憶する関連付けられたキャッシュ及びサーバ等の単一の媒体又は複数の媒体を含む。「コンピュータ可読媒体」という用語は、プロセッサによって実行される命令セットを記憶若しくは符号化可能であるか、又は計算システムに、本明細書に開示される方法若しくは動作の任意の1つ若しくは複数を実行させる任意の有形媒体を含むものとする。

30

【 0 1 0 3 】

特定の非限定的な実施形態又は態様の例では、コンピュータ可読媒体は、1つ又は複数の不揮発性読み取り専用メモリを収容するメモリカード又は他のパッケージ等の個体状態メモリを含むことができる。さらに、コンピュータ可読媒体は、ランダムアクセスメモリ又は他の揮発性書換可能メモリであることができる。さらに、コンピュータ可読媒体は、ディスク、テープ、又は伝送媒体を介して通信される信号等の搬送波信号を捕捉し記憶する他の記憶装置等の磁気光学媒体又は光学媒体を含むことができる。電子メールへのデジタルファイル添付物又は他の自己完結的な情報アーカイブ若しくはアーカイブセットは、有形記憶媒体と均等な配布媒体と見なし得る。したがって、コンピュータ可読媒体又は配布媒体及びデータ又は命令を記憶し得る他の均等物及び後継媒体の任意の1つ又は複数が、本明細書において包含される。

40

【 0 1 0 4 】

様々な実施形態又は態様によれば、本明細書に記載される方法は、コンピュータプロセッサで実行中の1つ又は複数のソフトウェアプログラムとして実施し得る。特定用途向け集積回路、プログラマブル論理アレイ、及び他のハードウェア装置を含むが、これらに限定されない専用ハードウェア実施態様も同様に、本明細書に記載される方法を実施するように構築することができる。さらに、分散処理若しくは構成要素/オブジェクト分散処理、並列処理、又は仮想マシン処理を含むが、これらに限定されない代替のソフトウェア実施態様も、本明細書に記載される方法を実施するように構築することができる。

【 0 1 0 5 】

50

開示される方法を実施するソフトウェアが、任意選択的に、ディスク若しくはテープ等の磁気媒体、ディスク等の磁気光学媒体若しくは光学媒体、又はメモリカード若しくは1つ若しくは複数の読み取り専用（不揮発性）メモリ、ランダムアクセスメモリ、若しくは他の書換可能（揮発性）メモリを収容する他のパッケージ等の個体状態媒体等の有形記憶媒体に記憶してもよいことにも留意されたい。電子メールへの記憶されたデジタルファイル添付物又は他の自己完結的な情報アーカイブ若しくはアーカイブセットは、有形記憶媒体と均等な配布媒体と見なされる。したがって、本明細書において列挙される有形記憶媒体又は配布媒体並びに本明細書でのソフトウェア実施態様を記憶し得る他の均等物及び後継媒体が、本明細書において包含される。

【0106】

したがって、生物学的調律異常に関連付けられた理論的なソースを定義するシステム及び方法、そのような心調律異常、について本明細書に記載した。特定の実施形態例又は態様例について説明したが、本発明のより広い範囲から逸脱せずに、様々な変形及び変更をこれらの実施形態又は態様に行い得ることが明らかになる。したがって、本明細書及び図面は、限定の意味ではなく例示の意味で考えられるべきである。本明細書の一部をなす添付図面は、限定ではなく例として、主題を実施し得る特定の実施形態又は態様を示す。示される実施形態又は態様は、当業者が本明細書に開示される教示を実施できるようにするのに十分に詳細に説明されている。本開示の範囲から逸脱せずに、構造的及び論理的な置換及び変更を行い得るように、他の実施形態又は態様も利用することができ、導出することができる。したがって、この詳細な説明は、限定の意味で解釈されるべきではなく、

【0107】

本発明の主題のそのような実施形態又は態様は個々に且つ/又は集合的に、本明細書では、単に便宜のために、且つ自主的に本願の範囲をいかなる単一の発明又は2つ以上が実際に開示される場合には発明の概念にも限定する意図なく、「発明」という用語で呼ばれ得る。したがって、特定の実施形態又は態様が、本明細書に示し説明したが、同じ目的を達成するように計算された任意の構成で、示される特定の実施形態又は態様を置換し得ることを理解されたい。本開示は、様々な実施形態又は態様のありとあらゆる適合形態又は変形形態を包含することが意図される。本明細書に特に記載されない上記実施形態又は態様及び他の実施形態又は態様の組合せが、上記説明を検討した上で当業者に明らかになる。

【0108】

要約書は、米国特許規則1.72(b)に準拠するために提供され、読み手が技術的開示の性質及び要旨を素早く解明できるようにする。要約書は、特許請求の範囲の範囲又は意味を解釈又は限定するために使用されないという了解の下で提出されている。

【0109】

実施形態又は態様の上記説明では、本開示を簡素化するために、様々な特徴を一緒にグループにして単一の実施形態にしている。開示のこの方法は、特許請求される実施形態又は態様が、各請求項で明示的に記載されるよりも多くの特徴を有することを反映するものとして解釈されるべきではない。むしろ、以下の特許請求の範囲が反映するように、発明の主題は、単一の開示される実施形態又は態様の全ての特徴未満にある。したがって、それにより、以下の特許請求の範囲は詳細な説明に組み込まれ、各請求項は、別個の実施形態例又は態様例としてそれ自体を主張する。本明細書に記載される様々な実施形態又は態様が、詳細な説明で明示的に記されていない異なる組合せで結合又はグループ化可能なことが考えられる。さらに、そのような異なる組合せを包含する請求項が同様に、詳細な説明に組み込むことができる別個の実施形態例又は態様例としてそれ自体を主張可能なことが更に考えられる。

10

20

30

40

【 図 1 】

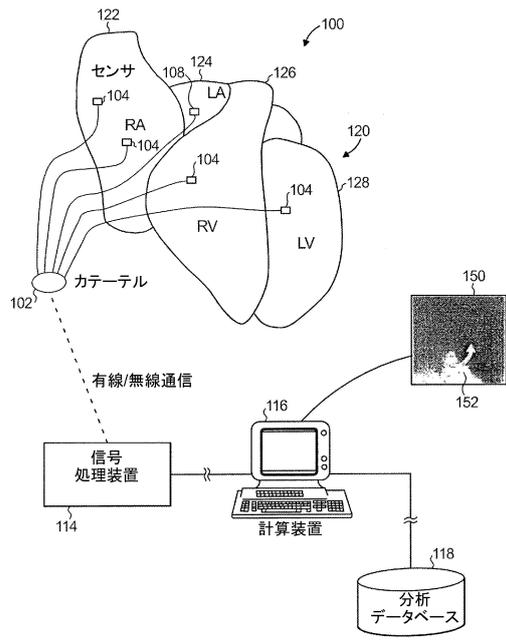


図 1

【 図 2 】

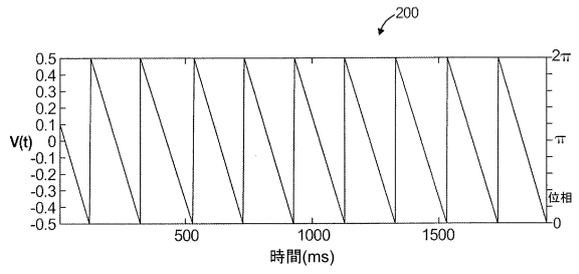


図 2

【 図 3 】

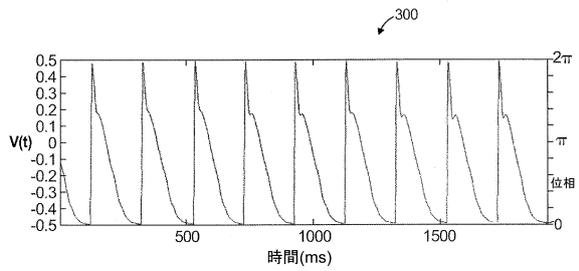


図 3

【 図 4 】

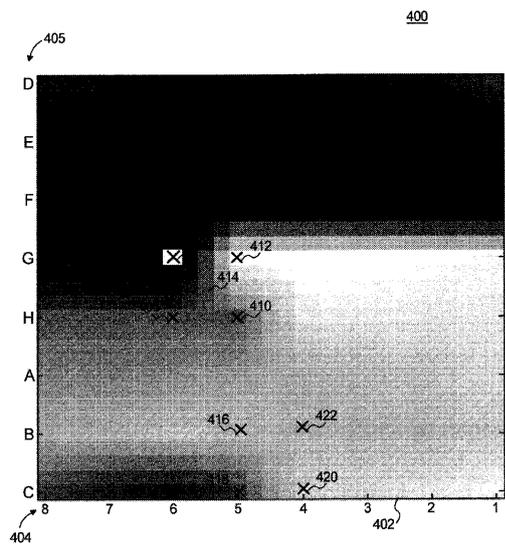


Fig. 4

【 図 5 】

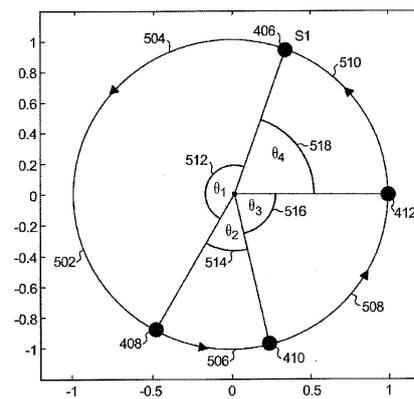


Fig. 5

【 図 6 】

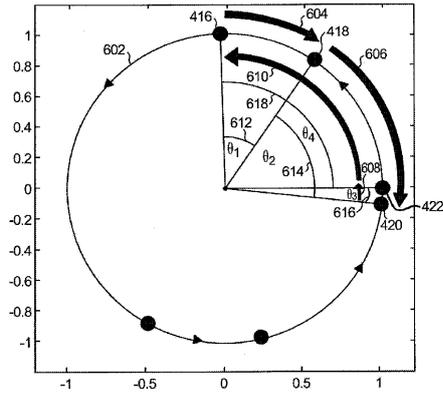


Fig. 6

【 図 7 】

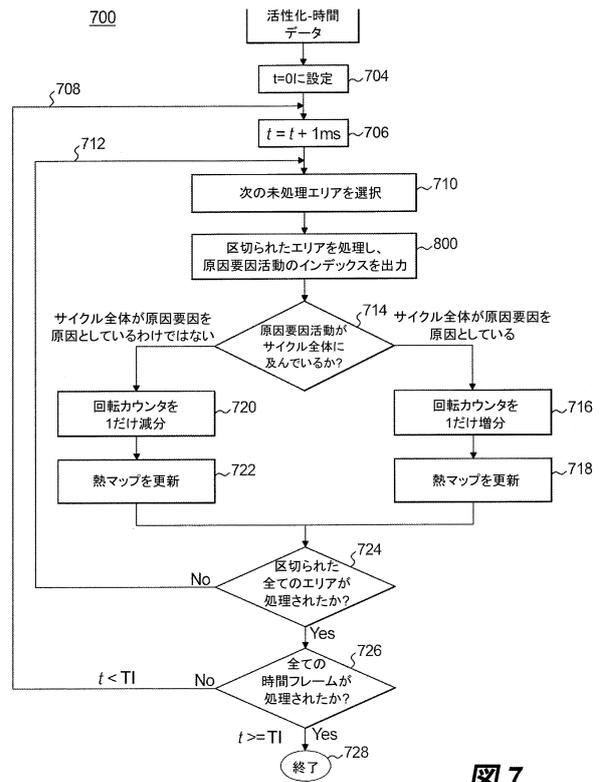


図 7

【 図 8 】

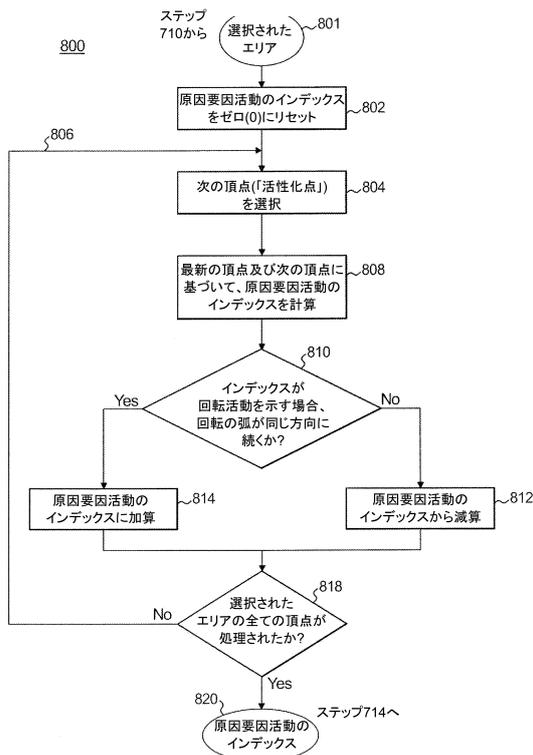


図 8

【 図 9 】

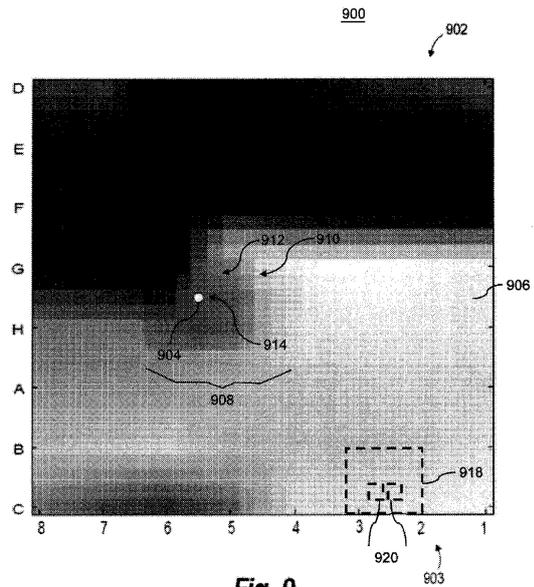


Fig. 9

【図10】

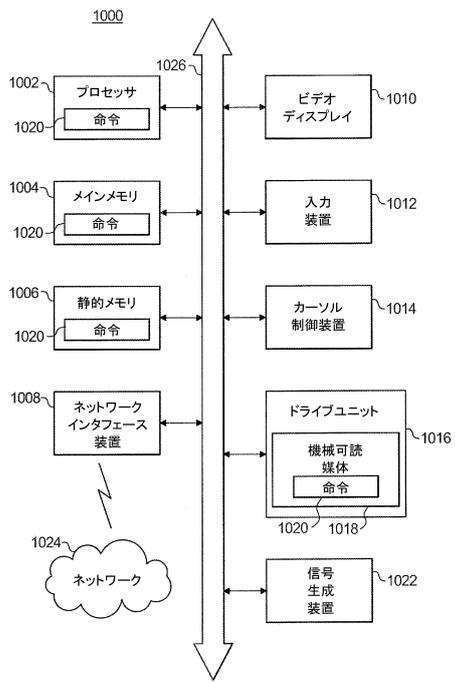


図 10

フロントページの続き

- (72)発明者 ナラヤン, サンジヴ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92037, ラホヤ, ジェルメーヌレーン 5918
- (72)発明者 ブリッグズ, キャリー, ロバート
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92037, ラホヤ, カミニートヴァスト 3335
- (72)発明者 セラ, ルチル
アメリカ合衆国 アリゾナ州 85259, スコッツデイル, エヌ. 142番ストリート 11834

審査官 九鬼 一慶

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0006131(US, A1)
特表2014-519367(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/04-5/053