

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7555964号

(P7555964)

(45)発行日 令和6年9月25日(2024.9.25)

(24)登録日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(51)国際特許分類

F I

|         |                |         |      |       |
|---------|----------------|---------|------|-------|
| A 6 1 B | 7/04 (2006.01) | A 6 1 B | 7/04 | W     |
| A 6 1 B | 5/02 (2006.01) | A 6 1 B | 7/04 | T     |
| H 0 4 R | 3/00 (2006.01) | A 6 1 B | 5/02 | 3 5 0 |
| H 0 4 R | 1/40 (2006.01) | H 0 4 R | 3/00 | 3 2 0 |
| H 0 4 R | 1/46 (2006.01) | H 0 4 R | 1/40 | 3 2 0 |

請求項の数 11 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-567142(P2021-567142)  
 (86)(22)出願日 令和2年12月3日(2020.12.3)  
 (86)国際出願番号 PCT/JP2020/045125  
 (87)国際公開番号 WO2021/131585  
 (87)国際公開日 令和3年7月1日(2021.7.1)  
 審査請求日 令和5年9月13日(2023.9.13)  
 (31)優先権主張番号 特願2019-239343(P2019-239343)  
 (32)優先日 令和1年12月27日(2019.12.27)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(73)特許権者 000109543  
 テルモ株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目4番1号  
 (74)代理人 100147485  
 弁理士 杉村 憲司  
 (74)代理人 230118913  
 弁護士 杉村 光嗣  
 (74)代理人 100186015  
 弁理士 小松 靖之  
 (74)代理人 100169823  
 弁理士 吉澤 雄郎  
 (72)発明者 山田 和広  
 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500  
 番地 テルモ株式会社内  
 (72)発明者 羽生 能行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 音検出システム及び情報処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体の内部の音を検出し、検出した音に基づく音信号を出力可能な複数のマイクと、  
 情報処理装置と、を備え、

前記情報処理装置は、

前記複数のマイクから音信号を取得する取得部と、

制御部と、

出力部と、を備え、

前記制御部は、

前記取得部が取得した前記音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第1の位置を特定し、

前記第1の位置と所定の相対的な位置関係にある第2の位置を推定し、

前記第2の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクの指向性を制御し、  
 前記出力部は、前記第2の位置に対して感度が高くなるように前記複数のマイクの指向性が制御された状態で前記取得部が取得した音信号に基づく情報を出力する、音検出システム。

【請求項2】

請求項1に記載の音検出システムにおいて、

前記情報処理装置は、前記第1の位置と前記第2の位置との前記所定の相対的な位置関係の情報を格納している記憶部をさらに備える、音検出システム。

10

20

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 に記載の音検出システムにおいて、

前記制御部は、前記所定の生体部位を音源とする音に対して前記各マイクから取得した音信号の振幅及び位相と、前記複数のマイクの相対位置とに基づいて、前記第 1 の位置を特定する、音検出システム。

**【請求項 4】**

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記制御部は、前記各マイクから取得した音信号の遅延量を調整して合成することにより、前記複数のマイクの指向性を制御する、音検出システム。

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記制御部は、前記第 2 の位置から取得した音信号の強度を判定し、判定結果に基づく指標を前記出力部に出力させる、音検出システム。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記制御部は、前記第 2 の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクのうちの少なくとも 2 つのマイクの指向性を制御する、音検出システム。

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記制御部は、前記第 1 の位置が前記複数のマイクの位置から所定の距離以上離れている場合、前記複数のマイクの位置を移動することを推奨する報知情報を前記出力部に出力させる、音検出システム。

**【請求項 8】**

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記複数のマイクの相対位置は固定である、音検出システム。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

前記複数のマイクの相対位置は可変であり、

前記複数のマイクのそれぞれの相対位置を測定する相対位置測定手段をさらに備え、

前記制御部は、前記相対位置測定手段が測定した前記複数のマイクのそれぞれの相対位置に基づいて、前記複数のマイクの相対位置を算出する、音検出システム。

**【請求項 10】**

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音検出システムにおいて、

撮像装置をさらに備え、

前記複数のマイクの相対位置は可変であり、

前記制御部は、前記撮像装置が撮像した前記複数のマイクの画像に基づいて、前記複数のマイクの相対位置を算出する、音検出システム。

**【請求項 11】**

生体の内部の音を検出し、検出した音に基づく音信号を出力可能な複数のマイクと、

前記複数のマイクから音信号を取得する取得部と、

制御部と、

出力部と、を備え、

前記制御部は、

前記取得部が取得した前記音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第 1 の位置を特定し、

前記第 1 の位置と所定の相対的な位置関係にある第 2 の位置を推定し、

前記第 2 の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクの指向性を制御し、

前記出力部は、前記第 2 の位置に対して感度が高くなるように前記複数のマイクの指向性が制御された状態で前記取得部が取得した音信号に基づく情報を出力する、情報処理装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、音検出システム及び情報処理装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、患者の心臓の状態を診断するために、聴診器などによって心音を聴診することが行われている。

## 【0003】

心音には、I音と称される音、及びII音と称される音がある。I音は、僧帽弁及び三尖弁が閉じる時に聞こえる音である。II音は、肺動脈弁及び大動脈弁が閉じる時に聞こえる音である。

10

## 【0004】

例えば特許文献1は、複数のセンサを用いて心音を検出し、検出した心音のうちから、例えば僧帽弁が閉じる音のような特定の音を選択して、選択した特定の音を増幅する技術を開示している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【文献】特開2019-10436号公報

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

冠動脈に狭窄があると、II音の直後に狭窄音が発生する。冠動脈の狭窄音を検出することは、狭心症及び心筋梗塞のような冠動脈疾患の予兆を捉えることとなり有用である。

## 【0007】

しかしながら、冠動脈の狭窄音は微弱な音であり、このような微弱な音を検出することが困難であった。

## 【0008】

本開示の目的は、上記問題に鑑み、生体の内部の微弱な音に対する検出感度を高めることができる音検出システム及び情報処理装置を提供することにある。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本開示の第1の態様としての音検出システムは、生体の内部の音を検出し、検出した音に基づく音信号を出力可能な複数のマイクと、情報処理装置と、を備え、前記情報処理装置は、前記複数のマイクから音信号を取得する取得部と、制御部と、出力部と、を備え、前記制御部は、前記取得部が取得した前記音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第1の位置を特定し、前記第1の位置と所定の相対的な位置関係にある第2の位置を推定し、前記第2の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクの指向性を制御し、前記出力部は、前記第2の位置に対して感度が高くなるように前記複数のマイクの指向性が制御された状態で前記取得部が取得した音信号に基づく情報を出力する。

40

## 【0010】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記情報処理装置は、前記第1の位置と前記第2の位置との前記所定の相対的な位置関係の情報を格納している記憶部をさらに備える。

## 【0011】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記制御部は、前記所定の生体部位を音源とする音に対して前記各マイクから取得した音信号の振幅及び位相と、前記複数のマイクの相対位置とに基づいて、前記第1の位置を特定する。

## 【0012】

50

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記制御部は、前記各マイクから取得した音信号の遅延量を調整して合成することにより、前記複数のマイクの指向性を制御する。

【0013】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記制御部は、前記第2の位置から取得した音信号の強度を判定し、判定結果に基づく指標を前記出力部に出力させる。

【0014】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記制御部は、前記第2の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクのうちの少なくとも2つのマイクの指向性を制御する。

【0015】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記制御部は、前記第1の位置が前記複数のマイクの位置から所定の距離以上離れている場合、前記複数のマイクの位置を移動することを推奨する報知情報を前記出力部に出力させる。

【0016】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記複数のマイクの相対位置は固定である。

【0017】

本開示の一実施形態としての音検出システムにおいて、前記複数のマイクの相対位置は可変であり、前記音検出システムは、前記複数のマイクのそれぞれの相対位置を測定する相対位置測定手段をさらに備え、前記制御部は、前記相対位置測定手段が測定した前記複数のマイクのそれぞれの相対位置に基づいて、前記複数のマイクの相対位置を算出する。

【0018】

本開示の一実施形態としての音検出システムは、撮像装置をさらに備え、前記音検出システムにおいて、前記複数のマイクの相対位置は可変であり、前記制御部は、前記撮像装置が撮像した前記複数のマイクの画像に基づいて、前記複数のマイクの相対位置を算出する。

【0019】

本開示の第2の態様としての情報処理装置は、生体の内部の音を検出し、検出した音に基づく音信号を出力可能な複数のマイクと、前記複数のマイクから音信号を取得する取得部と、制御部と、出力部と、を備え、前記制御部は、前記取得部が取得した前記音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第1の位置を特定し、前記第1の位置と所定の相対的な位置関係にある第2の位置を推定し、前記第2の位置に対して感度が高くなるように、前記複数のマイクの指向性を制御し、前記出力部は、前記第2の位置に対して感度が高くなるように前記複数のマイクの指向性が制御された状態で前記取得部が取得した音信号に基づく情報を出力する。

【発明の効果】

【0020】

本開示の音検出システム及び情報処理装置によると、生体の内部の微弱な音に対する検出感度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本開示の第1実施形態に係る音検出システムの機能ブロック図である。

【図2】相対位置が固定の複数のマイクを人体の心臓付近に装着した一例を示す図である。

【図3A】音信号の一例を示す図である。

【図3B】音信号の一例を示す図である。

【図4】第1の位置に基づいて第2の位置を推定した一例を示す図である。

【図5A】ノイズキャンセルの効果及び複数のマイクの指向性の制御の効果の説明するための図である。

【図5B】ノイズキャンセルの効果及び複数のマイクの指向性の制御の効果の説明するた

10

20

30

40

50

めの図である。

【図5C】ノイズキャンセルの効果及び複数のマイクの指向性の制御の効果の説明するための図である。

【図6】本開示の第1実施形態に係る音検出システムの動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】本開示の第2実施形態に係る音検出システムの機能ブロック図である。

【図8】相対位置が可変の複数のマイクを人体の心臓付近に装着した一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本開示の実施形態について、図面を参照して説明する。各図において共通の構成部には、同一の符号を付している。

【0023】

(第1実施形態)

図1は、本開示の第1実施形態に係る音検出システム1の機能ブロック図である。図1を参照して、本開示の第1実施形態に係る音検出システム1の構成及び概要を説明する。

【0024】

音検出システム1は、音検出装置10と、情報処理装置20と、外部音検出マイク30とを備える。

【0025】

音検出装置10は、人体などの生体に装着されて生体の内部の音を検出することが可能な装置である。音検出装置10は、検出した生体の内部の音に基づく音信号を情報処理装置20に出力する。音検出装置10は、情報処理装置20と有線で接続されていてもよいし、情報処理装置20と無線で通信可能に接続されていてもよい。

【0026】

音検出装置10は、複数のマイク11-1~11-6と、第1結合部材12とを備える。マイク11-1~11-6について特に区別する必要がない場合、以後、単にマイク11と称する場合がある。図1においては、6個のマイク11-1~11-6を示しているが、マイク11の個数は6個に限定されない。マイク11は2個以上の任意の個数であってよい。

【0027】

マイク11は、人体などの生体の表面に装着可能である。マイク11は、生体の表面に装着された状態で、生体の内部の音を検出可能である。マイク11は、例えば、粘着性を有するシートを備え、粘着性を有するシートによって生体に貼り付け可能であってよい。マイク11を生体へ装着させる方法は、貼り付けに限定されない。マイク11は、貼り付け以外の方法で、生体に装着されてよい。

【0028】

マイク11は、検出した生体の内部の音に基づく音信号を情報処理装置20に出力する。マイク11は、情報処理装置20と有線で接続されていてもよい。また、マイク11は、無線通信機能を有してもよい。無線通信機能を有する場合、マイク11は、情報処理装置20と無線で通信可能に接続されていてもよい。

【0029】

第1結合部材12は、複数のマイク11の相対位置が固定となるように、複数のマイク11を結合させる。第1結合部材12は、複数のマイク11の相対位置を固定できるように、例えば剛性の高い材料で構成されてよい。

【0030】

図1に示す例においては、第1結合部材12は、マイク11-1とマイク11-2とを結合させる。また、第1結合部材12は、マイク11-3とマイク11-4とを結合させる。また、第1結合部材12は、マイク11-5とマイク11-6とを結合させる。また、第1結合部材12は、マイク11-1とマイク11-3とを結合させる。また、第1結合部材12は、マイク11-3とマイク11-5とを結合させる。また、第1結合部材1

10

20

30

40

50

2は、マイク11-2とマイク11-4とを結合させる。また、第1結合部材12は、マイク11-4とマイク11-6とを結合させる。

【0031】

音検出装置10は、検出対象の音が発生することが想定される付近において、生体の表面に装着して用いられる。本実施形態においては、検出対象の音が冠動脈の狭窄音である場合を例に挙げて説明する。この場合、音検出装置10の複数のマイク11-1~11-6は、人体の心臓付近に装着される。図2に、複数のマイク11-1~11-6が、人体100の心臓付近に装着されている場合の一例を示す。

【0032】

情報処理装置20は、音検出システム1に用いられる専用のコンピュータであってもよいし、汎用のコンピュータであってもよい。汎用のコンピュータである場合、情報処理装置20は、例えば、タブレット端末、スマートフォン、ノートPC(Personal Computer)、又はデスクトップPCなどであってもよい。

10

【0033】

情報処理装置20は、音検出装置10から、音検出装置10が検出した音に基づく音信号を取得する。また、情報処理装置20は、外部音検出マイク30から、外部音検出マイク30が検出した音に基づく音情報を取得する。

【0034】

情報処理装置20は、音検出装置10から取得した音信号を処理し、検出対象である微弱な音に対する感度を高める。以後、情報処理装置20の構成について説明し、情報処理装置20の動作の詳細については後述する。

20

【0035】

情報処理装置20は、通信部21と、記憶部22と、取得部23と、入力部24と、出力部25と、制御部26とを備える。

【0036】

通信部21は、少なくとも1つの通信用インタフェースを含む。通信用インタフェースは、例えば、LAN(Local Area Network)インタフェース、又はBluetooth(登録商標)インタフェースなどである。通信部21は、ネットワークを介して又は直接、各種装置と通信可能である。音検出装置10が無線通信機能を有する場合、通信部21は、音検出装置10と無線通信可能である。外部音検出マイク30が無線通信機能を有する場合、通信部21は、外部音検出マイク30と無線通信可能である。

30

【0037】

記憶部22は、例えば半導体メモリ、磁気メモリ、又は光メモリ等であるが、これらに限定されない。記憶部22は、例えば主記憶装置、補助記憶装置、又はキャッシュメモリとして機能してもよい。記憶部22は、情報処理装置20の動作に用いられる任意の情報を記憶する。例えば、記憶部22は、システムプログラム、アプリケーションプログラム、及び通信部21によって受信された各種情報等を記憶してもよい。記憶部22に記憶された情報は、例えば通信部21を介して受信される情報で更新可能であってもよい。記憶部22の一部は、情報処理装置20の外部に設置されていてもよい。その場合、外部に設置されている記憶部22の一部は、任意のインタフェースを介して情報処理装置20と接続されてよい。

40

【0038】

取得部23は、音検出装置10から、音検出装置10が検出した音に基づく音信号を取得する。取得部23は、通信部21を介して、音検出装置10から音信号を取得してもよい。

【0039】

取得部23は、外部音検出マイク30から、外部音検出マイク30が検出した音に基づく音情報を取得する。取得部23は、通信部21を介して、外部音検出マイク30から音信号を取得してもよい。

【0040】

50

入力部 2 4 は、ユーザ入力を検出して、ユーザの操作に基づく入力情報を取得する 1 つ以上の入力用インタフェースを含む。例えば、入力部 2 4 は、物理キー、静電容量キー、出力部 2 5 のディスプレイと一体的に設けられたタッチスクリーン、又は音声入力を受け付けるマイク等であるが、これらに限定されない。

【 0 0 4 1 】

出力部 2 5 は、情報を出力してユーザに通知する 1 つ以上の出力用インタフェースを含む。例えば、出力部 2 5 は、情報を映像で出力するディスプレイ、又は情報を音声で出力するスピーカ等を含むが、これらに限定されない。出力部 2 5 は、様々な態様で情報を出力可能であってよい。

【 0 0 4 2 】

制御部 2 6 は、少なくとも 1 つのプロセッサ、少なくとも 1 つの専用回路、又はこれらの組み合わせを含む。プロセッサは、C P U ( Central Processing Unit ) 若しくは G P U ( Graphics Processing Unit ) などの汎用プロセッサ、又は特定の処理に特化した専用プロセッサである。専用回路は、例えば、F P G A ( Field-Programmable Gate Array ) 又は A S I C ( Application Specific Integrated Circuit ) である。制御部 2 6 は、情報処理装置 2 0 の各部を制御しながら、情報処理装置 2 0 の動作に関わる処理を実行する。

【 0 0 4 3 】

外部音検出マイク 3 0 は、外部音を検出することが可能なマイクである。ここで、「外部音」は、音検出システム 1 の周辺における環境音などのような、音検出装置 1 0 が検出する音に対してノイズとなる音である。外部音検出マイク 3 0 は、検出した外部音に基づく音信号を情報処理装置 2 0 に出力する。外部音検出マイク 3 0 は、情報処理装置 2 0 と有線で接続されていてもよいし、情報処理装置 2 0 と無線で通信可能に接続されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

< 音検出システムの動作 >

続いて、図 1 に示す音検出システム 1 の動作を説明する。

【 0 0 4 5 】

音検出システム 1 は、生体の内部の微弱な音に対する検出感度を高めることができる。以後の説明においては、生体の内部の微弱な音として、冠動脈の狭窄音を検出する場合を具体的な例として挙げながら説明する。

【 0 0 4 6 】

音検出システム 1 のユーザは、検出対象である微弱な音が発生することが想定される位置の周辺に音検出装置 1 0 を装着する。例えば、冠動脈の狭窄音を検出対象である場合、音検出システム 1 のユーザは、音検出装置 1 0 を人体の心臓付近に装着する。図 2 は、人体 1 0 0 の心臓付近に、音検出装置 1 0 が備えるマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 が装着されている様子を示す図である。

【 0 0 4 7 】

マイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 は、それぞれ、検出した人体の内部の音に基づく音信号を情報処理装置 2 0 に出力する。

【 0 0 4 8 】

情報処理装置 2 0 の取得部 2 3 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 が検出した音に基づく音信号を取得する。

【 0 0 4 9 】

取得部 2 3 は、外部音検出マイク 3 0 から、外部音検出マイク 3 0 が検出した外部音に基づく音信号を取得する。

【 0 0 5 0 】

情報処理装置 2 0 の制御部 2 6 は、マイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から取得した音信号から、外部音検出マイク 3 0 から取得した音信号を差し引いて、ノイズキャンセルを行う。これにより、音検出システム 1 は、マイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から取得した音信号に含まれ

10

20

30

40

50

る、外部音に起因するノイズ成分を低減することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、音検出システム 1 がノイズキャンセルを行うことは必須ではなく、音検出システム 1 は、ノイズキャンセルを行わなくてもよい。ノイズキャンセルを行わない構成である場合、音検出システム 1 は、外部音検出マイク 3 0 を備えていなくてもよい。

【 0 0 5 2 】

制御部 2 6 は、取得部 2 3 が取得した音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第 1 の位置を特定する。取得部 2 3 が取得した音信号はノイズキャンセルされていてもよいし、されていなくてもよい。ここで、「第 1 の位置」は、検出対象である微弱な音が発生することが想定される位置と所定の相対的な位置関係にある生体部位の位置である。冠動脈の狭窄音が検出対象である場合、微弱な音が発生することが想定される位置は冠動脈の位置である。以後、微弱な音が発生することが想定される位置のことを「第 2 の位置」とも称する。

10

【 0 0 5 3 】

第 2 の位置が冠動脈の位置である場合、第 2 の位置と所定の相対的な位置関係にある第 1 の位置にある所定の生体部位は、例えば、僧帽弁、三尖弁、肺動脈弁、及び大動脈弁である。第 1 の位置にある生体部位は、検出対象である微弱な音よりも大きな音が発生させる生体部位であるため、マイク 1 1 は、第 1 の位置で発生する音を、第 2 の位置で発生する音よりも容易に検出することができる。

【 0 0 5 4 】

記憶部 2 2 は、第 1 の位置と第 2 の位置との相対的な位置関係の情報を格納している。記憶部 2 2 は、少なくとも 1 つの第 1 の位置について、第 1 の位置と第 2 の位置との相対的な位置関係の情報を格納している。第 2 の位置が冠動脈の位置である場合、第 1 の位置は、例えば、僧帽弁の位置、三尖弁の位置、肺動脈弁の位置、及び大動脈弁の位置である。この場合、記憶部 2 2 は、僧帽弁の位置と冠動脈の位置との相対的な位置関係、三尖弁の位置と冠動脈の位置との相対的な位置関係、肺動脈弁の位置と冠動脈の位置との相対的な位置関係、及び、大動脈弁の位置と冠動脈の位置との相対的な位置関係のうちの少なくとも 1 つの相対的な位置関係を格納している。

20

【 0 0 5 5 】

背景技術の欄にて説明したように、心音には、I 音と称される音、及び I I 音と称される音がある。I 音は、僧帽弁及び三尖弁が閉じる時に聞こえる音である。I I 音は、肺動脈弁及び大動脈弁が閉じる時に聞こえる音である。

30

【 0 0 5 6 】

I 音は、僧帽弁が閉じる時に発する音と、三尖弁が閉じる時に発する音とが重ね合わされた音である。I I 音は、肺動脈弁が閉じる時に発する音と、大動脈弁が閉じる時に発する音とが重ね合わされた音である。

【 0 0 5 7 】

記憶部 2 2 は、僧帽弁が閉じる時に発する音のサンプルに基づいて抽出された、僧帽弁が閉じる音の特徴量を格納している。特徴量は、例えば、FFT (Fast Fourier Transform) などの周波数解析によって得られたスペクトル特徴量などを含んでよい。

40

【 0 0 5 8 】

僧帽弁が閉じる時に発する音のサンプルは、被測定者自身に対する測定によって得られたサンプルであってもよいし、他の測定者に対する測定によって得られたサンプルであってもよい。

【 0 0 5 9 】

記憶部 2 2 は、同様に、三尖弁が閉じる音の特徴量、肺動脈弁が閉じる音の特徴量、及び、大動脈弁が閉じる音の特徴量を格納している。なお、記憶部 2 2 が、僧帽弁が閉じる音の特徴量、三尖弁が閉じる音の特徴量、肺動脈弁が閉じる音の特徴量、及び、大動脈弁が閉じる音の特徴量を格納しているとしたのは一例であり、記憶部 2 2 は、第 1 の位置で発生することが想定される任意の音の特徴量を格納している。

50

## 【 0 0 6 0 】

制御部 2 6 は、音検出装置 1 0 から取得部 2 3 が取得した音信号に対して、FFTなどの周波数解析を実行し、該音信号に含まれる特徴量を抽出する。制御部 2 6 は、抽出した特徴量と、記憶部 2 2 が格納している各種サンプルの特徴量とを対比し、取得部 2 3 が取得した音信号がどの音を含むかを特定する。

## 【 0 0 6 1 】

制御部 2 6 は、例えば、I 音が発生しているタイミングにおいては、取得部 2 3 が取得した音信号は、僧帽弁が閉じる音、及び三尖弁が閉じる音を含むと特定する。制御部 2 6 は、例えば、II 音が発生しているタイミングにおいては、取得部 2 3 が取得した音信号は、肺動脈弁が閉じる音、及び大動脈弁が閉じる音を含むと特定する。

10

## 【 0 0 6 2 】

制御部 2 6 は、音の種類を特定する際、その音が発生している位置である第 1 の位置についても特定する。例えば、制御部 2 6 は、取得部 2 3 が取得した音信号に僧帽弁が閉じる音が含まれていると特定する際、僧帽弁が閉じる音が発生している位置、すなわち、僧帽弁の位置を特定する。

## 【 0 0 6 3 】

制御部 2 6 による第 1 の位置の特定について、図 3 A 及び図 3 B を参照して説明する。図 3 A 及び図 3 B に示す波形は、第 1 の位置で発生した音信号を模式的に示しているものとする。

## 【 0 0 6 4 】

図 3 A は、第 1 の位置に近い位置に装着されたマイク 1 1 が検出した音信号である。図 3 B は、第 1 の位置から遠い位置に装着されたマイク 1 1 が検出した音信号である。図 3 B の音信号を見ると、図 3 A の音信号に比べて、振幅が小さく位相が遅れている。このように、音信号の振幅及び位相は、第 1 の位置からの距離に依存する。したがって、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置がわかれば、各マイク 1 1 が検出した音に基づく音信号の振幅及び位相と、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置とに基づいて、第 1 の位置を特定することができる。

20

## 【 0 0 6 5 】

複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置は固定であり、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置の情報は、記憶部 2 2 に格納されている。

30

## 【 0 0 6 6 】

制御部 2 6 は、所定の生体部位を音源とする音に対して各マイク 1 1 から取得した音信号の振幅及び位相と、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置とに基づいて、第 1 の位置を特定する。例えば所定の生体部位が僧帽弁である場合、制御部 2 6 は、僧帽弁を音源とする音に対して、各マイク 1 1 から取得部 2 3 が取得した音信号の振幅及び位相と、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置とに基づいて、僧帽弁の位置を特定する。

## 【 0 0 6 7 】

制御部 2 6 は、同様にして、三尖弁の位置、肺動脈弁の位置、及び大動脈弁の位置を特定する。

## 【 0 0 6 8 】

なお、制御部 2 6 は、第 1 の位置として、僧帽弁の位置、三尖弁の位置、肺動脈弁の位置、及び大動脈弁の位置の全てを特定する必要はない。制御部 2 6 は、第 1 の位置として、僧帽弁の位置、三尖弁の位置、肺動脈弁の位置、及び大動脈弁の位置のうち少なくとも 1 つの位置を特定すればよい。

40

## 【 0 0 6 9 】

制御部 2 6 は、特定した第 1 の位置が、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の位置から所定の距離以上離れている場合、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の位置を移動することを推奨する報知情報を、出力部 2 5 に出力させてもよい。または、制御部 2 6 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 によって囲まれる中心付近の位置が第 1 の位置の付近になるように、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の装着場所をナビゲートする情報を、出力部 2 5 に

50

出力させてもよい。

【 0 0 7 0 】

制御部 2 6 は、第 1 の位置を特定すると、記憶部 2 2 に格納されている、第 1 の位置と第 2 の位置との相対的な位置関係の情報に基づいて、第 2 の位置を推定する。冠動脈の狭窄音が検出対象である場合、制御部 2 6 は、第 2 の位置として、冠動脈の位置を推定する。

【 0 0 7 1 】

図 4 に、制御部 2 6 が、大動脈弁の位置と肺動脈弁の位置とに基づいて、冠動脈の位置を推定している模式図を示す。図 4 において、P 1 は、取得部 2 3 が取得した音信号に基づいて制御部 2 6 が特定した大動脈弁の位置である。P 2 は、取得部 2 3 が取得した音信号に基づいて制御部 2 6 が特定した肺動脈弁の位置である。P 3 は、P 1 及び P 2 に基づいて制御部 2 6 が推定した冠動脈の位置である。

10

【 0 0 7 2 】

制御部 2 6 は、第 2 の位置を推定すると、第 2 の位置に対して感度が高くなるように複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御する。制御部 2 6 は、例えば、各マイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から取得した音信号の遅延量を調整して合成することにより、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御する。制御部 2 6 は、第 2 の位置に対して感度が高くなるように複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御することにより、第 2 の位置で発生する音信号を高い感度で取得することができる。

【 0 0 7 3 】

制御部 2 6 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御する際、全てのマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の音信号を用いなくてもよい。制御部 2 6 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 のうちの少なくとも 2 つのマイク 1 1 の音信号を用いて、マイク 1 1 の指向性を制御してよい。

20

【 0 0 7 4 】

出力部 2 5 は、第 2 の位置に対して感度が高くなるように複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性が制御された状態で取得部 2 3 が取得した音信号に基づく情報を出力する。出力部 2 5 は、様々な態様で、取得部 2 3 が取得した音信号に基づく情報を出力してよい。

【 0 0 7 5 】

出力部 2 5 は、例えば、横軸を時間軸、縦軸を振幅としたグラフ状の音信号をディスプレイに表示させてよい。また、出力部 2 5 は、例えば、音信号を音声としてスピーカから出力させてよい。

30

【 0 0 7 6 】

制御部 2 6 は、第 2 の位置から取得した音信号の強度を判定し、判定結果に基づく指標を出力部 2 5 に出力させてよい。制御部 2 6 は、例えば、第 2 の位置から取得した音信号の強度が所定の閾値以上であるか否かを判定してよい。制御部 2 6 は、例えば、第 2 の位置から取得した音信号の強度が所定の閾値以上である場合、「冠動脈に狭窄音あり」のような表示を出力部 2 5 に表示させてよい。制御部 2 6 は、例えば、第 2 の位置から取得した音信号の強度を、複数の閾値と比較して、多段階で判定してもよい。制御部 2 6 は、例えば、冠動脈の狭窄音の強度に基づいて、狭窄があると想定される程度の指標（「狭窄保有度」と称する）を算出し、「狭窄保有度：0.8」のような表示を出力部 2 5 に表示させてもよい。

40

【 0 0 7 7 】

制御部 2 6 は、第 2 の位置で発生している音信号に対する判定処理を、機械学習で学習された学習モデルを用いて行ってもよい。学習モデルは、例えば実際の冠動脈の狭窄音に基づいて学習された学習モデルであってよい。学習モデルは、記憶部 2 2 に格納されている。

【 0 0 7 8 】

図 5 A ~ 図 5 C に、微弱な音信号である冠動脈の狭窄音が高い感度で取得されている様子の模式図を示す。図 5 A は、ノイズキャンセル及びマイク 1 1 の指向性の制御をする前の音信号を示す模式図である。図 5 B は、ノイズキャンセルをした段階の音信号を示す模

50

式図である。図 5 C は、ノイズキャンセルに加えてマイク 1 1 の指向性の制御をした段階の音信号を示す模式図である。

【 0 0 7 9 】

図 5 A ~ 図 5 C において、R 1 で示す領域は I 音が検出されている領域を示す。R 2 で示す領域は、I I 音が検出されている領域を示す。R 3 は、冠動脈の狭窄音が検出されている領域を示す。

【 0 0 8 0 】

図 5 A を参照すると、R 3 に冠動脈の狭窄音が発生しているか否かを判定することは困難である。図 5 B を参照すると、ノイズキャンセルが実行されたことにより、R 3 において冠動脈の狭窄音が若干見られるが、まだ微小である。図 5 C を参照すると、マイク 1 1 の指向性が制御されたことにより、R 3 において検出される冠動脈の狭窄音が強調されている。

10

【 0 0 8 1 】

図 6 に示すフローチャートを参照して、音検出システム 1 の動作を説明する。図 6 に示す動作は、音検出装置 1 0 の複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 が生体に装着されている状態で実行される。

【 0 0 8 2 】

情報処理装置 2 0 の取得部 2 3 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から音信号を取得する（ステップ S 1 0 1 ）。

【 0 0 8 3 】

情報処理装置 2 0 の制御部 2 6 は、ステップ S 1 0 1 において取得部 2 3 が取得した音信号に基づいて、第 1 の位置を特定する（ステップ S 1 0 2 ）。制御部 2 6 は、第 1 の位置を特定する際、ノイズキャンセル後の音信号を用いて、第 1 の位置を特定してもよい。

20

【 0 0 8 4 】

制御部 2 6 は、ステップ S 1 0 2 において特定した第 1 の位置に基づいて、第 2 の位置を推定する（ステップ S 1 0 3 ）。

【 0 0 8 5 】

制御部 2 6 は、ステップ S 1 0 3 において推定した第 2 の位置に対して感度が高くなるように、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御する（ステップ S 1 0 4 ）。制御部 2 6 は、第 2 の位置に対して感度が高くなるように複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御した状態で取得部 2 3 が取得した音信号に基づく情報を、出力部 2 5 に出力させてよい。

30

【 0 0 8 6 】

このように、本実施形態に係る音検出システム 1 によれば、取得部 2 3 は、生体の内部の音に基づく音信号を複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 から取得する。制御部 2 6 は、取得部 2 3 が取得した音信号に基づいて、所定の生体部位の位置である第 1 の位置を特定し、第 1 の位置と所定の相対的な位置関係にある第 2 の位置を推定し、第 2 の位置に対して感度が高くなるように、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性を制御する。そして、出力部 2 5 は、第 2 の位置に対して感度が高くなるように複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の指向性が制御された状態で取得部 2 3 が取得した音信号に基づく情報を出力する。これにより、本実施形態に係る音検出システム 1 は、生体の内部の微弱な音に対する検出感度を高めることができる。

40

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態に係る音検出システム 1 は、生体の内部の微弱な音に対する検出感度を高めることで、例えば冠動脈の狭窄音のような微弱な音を、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 を用いた簡便な測定により検出することができる。

【 0 0 8 8 】

（第 2 実施形態）

図 7 は、本開示の第 2 実施形態に係る音検出システム 2 の機能ブロック図である。音検出システム 2 は、音検出装置 1 5 と、情報処理装置 2 0 と、外部音検出マイク 3 0 と、撮

50

像装置 40 とを備える。

【0089】

第2実施形態に係る音検出システム2については、第1実施形態に係る音検出システム1との相違点について主に説明し、第1実施形態に係る音検出システム1との共通点及び類似する点については、適宜説明を省略する。

【0090】

音検出装置15は、複数のマイク11-1~11-6と、第2結合部材13とを備える。図7においては、6個のマイク11-1~11-6を示しているが、マイク11の個数は6個に限定されない。マイク11は2個以上の任意の個数であってよい。

【0091】

第2結合部材13は、図1に示した第1結合部材12と異なり、複数のマイク11-1~11-6の相対位置が可変となるように、マイク11-1~11-6を結合させる。第2結合部材13は、例えばゴムのような弾性を有する材料で構成されていてよい。

【0092】

図7に示す例においては、第2結合部材13は、マイク11-1とマイク11-2とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-3とマイク11-4とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-5とマイク11-6とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-1とマイク11-3とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-3とマイク11-5とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-2とマイク11-4とを結合させる。また、第2結合部材13は、マイク11-4とマイク11-6とを結合させる。

【0093】

図8に、複数のマイク11-1~11-6が、人体100の心臓付近に装着されている場合の一例を示す。第2実施形態に係る音検出装置15は、第2結合部材13が、複数のマイク11-1~11-6の相対位置が可変となるように、マイク11-1~11-6を結合させているため、複数のマイク11-1~11-6を高い自由度で人体100の所望の位置に装着させることができる。ユーザは、例えば、肋骨のような障害物を避けて複数のマイク11-1~11-6を装着することができる。

【0094】

撮像装置40は、生体に装着された状態の複数のマイク11-1~11-6を撮像可能である。撮像装置40は、ユーザによって、複数のマイク11-1~11-6が撮像されると、撮像された画像を情報処理装置20に出力する。

【0095】

撮像装置40は、情報処理装置20と有線で接続されていてよい。また、撮像装置40は、無線通信機能を有してもよい。無線通信機能を有する場合、撮像装置40は、撮像した画像を無線で情報処理装置20に送信してもよい。

【0096】

情報処理装置20の取得部23は、撮像装置40が撮像した複数のマイク11-1~11-6の画像を取得する。

【0097】

情報処理装置20の制御部26は、取得部23が取得した複数のマイク11-1~11-6の画像を解析して、複数のマイク11-1~11-6の相対位置を算出する。制御部26は、算出した複数のマイク11-1~11-6の相対位置を用いることで、第1実施形態と同様に、取得部23が取得した音信号に基づいて、第1の位置を特定することができる。

【0098】

第2実施形態に係る音検出システム2のその他の動作は、第1実施形態に係る音検出システム1の動作と同様である。また、第2実施形態に係る音検出システム2は、第1実施形態に係る音検出システム1が有する効果と同様の効果を有する。

【0099】

10

20

30

40

50

本発明は、上述した各実施形態で特定された構成に限定されず、特許請求の範囲に記載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。例えば、各構成部、各ステップなどに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部又はステップなどを１つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。

【 0 1 0 0 】

例えば、図 1 において、音検出装置 1 0 と、情報処理装置 2 0 と、外部音検出マイク 3 0 とを別の装置として示しているが、この構成に限定されない。音検出装置 1 0 は、情報処理装置 2 0 に組み込まれていてもよい。外部音検出マイク 3 0 は、情報処理装置 2 0 に組み込まれていてもよい。

【 0 1 0 1 】

また、例えば、第 2 実施形態の説明において、撮像装置 4 0 が撮像した複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の画像を解析して、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置を算出することを説明したが、相対位置が可変である複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置を算出する方法はこれに限定されない。第 2 実施形態に係る音検出システム 2 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 のそれぞれの相対位置を測定可能な相対位置測定手段を備えていてよく、制御部 2 6 は、相対位置測定手段が測定した複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 のそれぞれの相対位置に基づいて、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置を算出してよい。相対位置測定手段は、例えば、ひずみセンサと角度センサとを備えていてよい。例えば図 7 に示す第 2 結合部材 1 3 を伸縮性のひずみセンサで構成すれば、ひずみセンサがマイク 1 1 の間の距離を測定することができる。また、角度センサは、マイク 1 1 の間の角度を測定することができる。このひずみセンサの測定結果と角度センサの測定結果とに基づいて、制御部 2 6 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置を算出してよい。また、相対位置測定手段は、例えば、磁場発生装置と、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 に設けた磁気センサとを備えていてよい。磁気センサは、マイク 1 1 の間の角度を測定することができる。この磁気センサの測定結果に基づいて、制御部 2 6 は、複数のマイク 1 1 - 1 ~ 1 1 - 6 の相対位置を算出してよい。

【 0 1 0 2 】

また、図 7 において、音検出装置 1 5 と、情報処理装置 2 0 と、外部音検出マイク 3 0 と、撮像装置 4 0 とを別の装置として示しているが、この構成に限定されない。音検出装置 1 5 は、情報処理装置 2 0 に組み込まれていてもよい。外部音検出マイク 3 0 は、情報処理装置 2 0 に組み込まれていてもよい。撮像装置 4 0 は、情報処理装置 2 0 に組み込まれていてもよい。

【 0 1 0 3 】

また、各実施形態において、微弱な音として冠動脈の狭窄音を検出する場合を例に挙げて説明したが、検出対象となる微弱な音は冠動脈の狭窄音に限定されない。第 1 実施形態に係る音検出システム 1 及び第 2 実施形態に係る音検出システム 2 は、冠動脈の狭窄音以外の微弱な音を検出する場合にも適用可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 0 4 】

本開示は、音検出システム及び情報処理装置に関する。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 5 】

- 1、2 音検出システム
- 1 0 音検出装置
- 1 1 マイク
- 1 2 第 1 結合部材
- 1 3 第 2 結合部材
- 1 5 音検出装置
- 2 0 情報処理装置
- 2 1 通信部

10

20

30

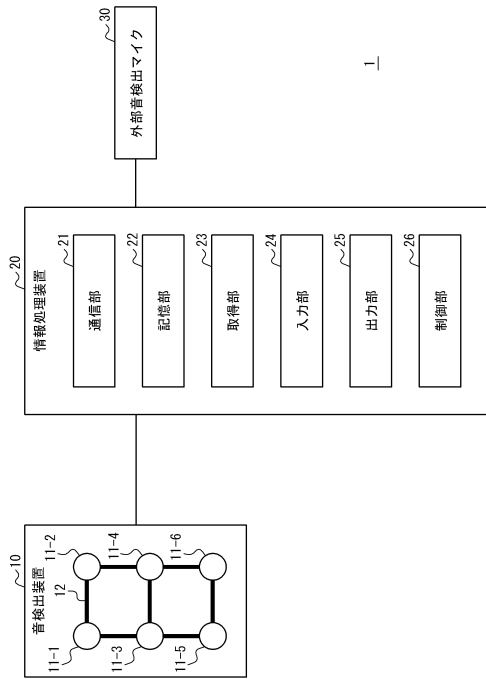
40

50

- 2 2 記憶部
- 2 3 取得部
- 2 4 入力部
- 2 5 出力部
- 2 6 制御部
- 3 0 外部音検出マイク
- 4 0 撮像装置
- 1 0 0 人体

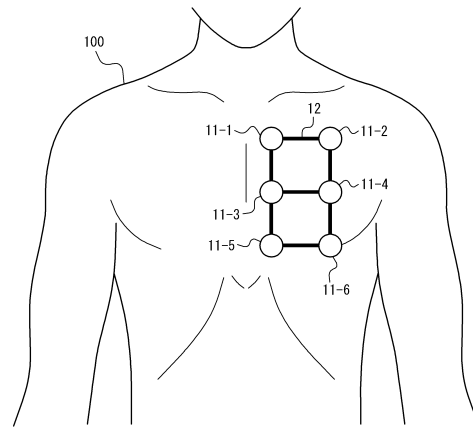
【図面】

【図 1】



【図 2】

10

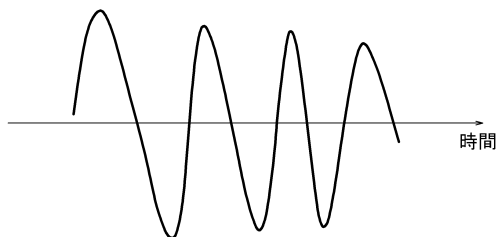


20

30

【図 3 A】

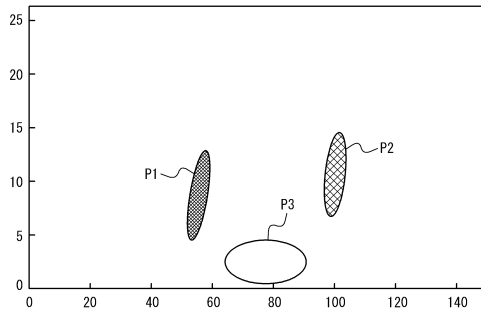
【図 3 B】



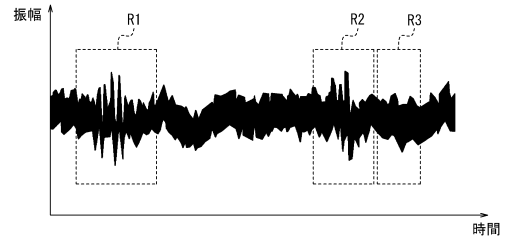
40

50

【 図 4 】



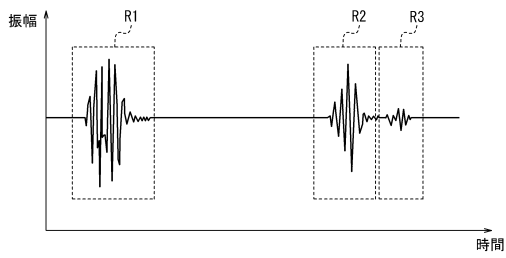
【 図 5 A 】



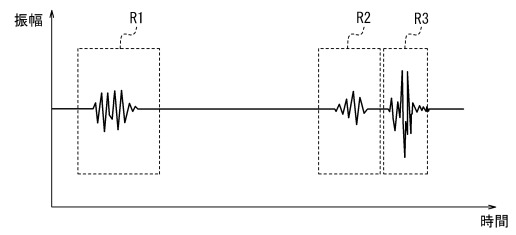
10

20

【 図 5 B 】



【 図 5 C 】

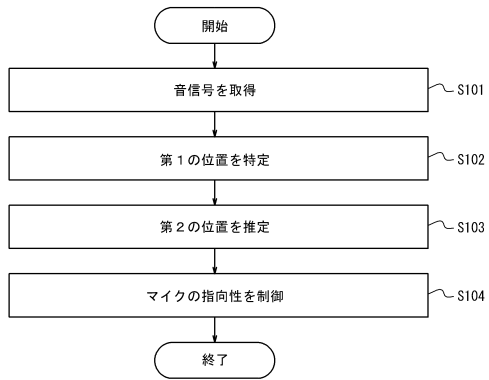


30

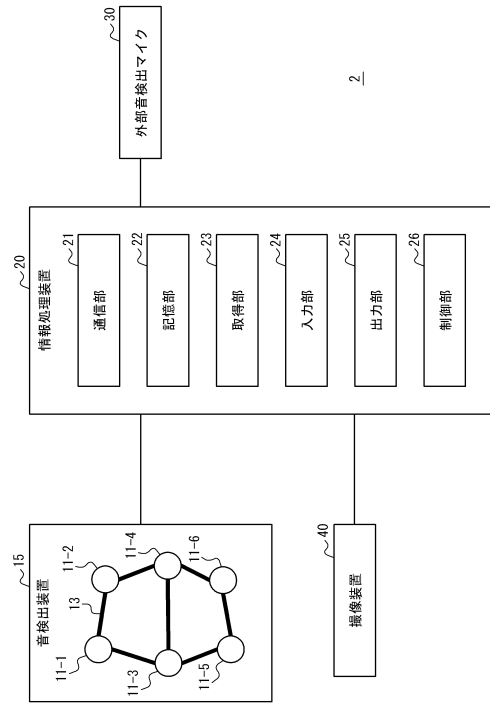
40

50

【図 6】



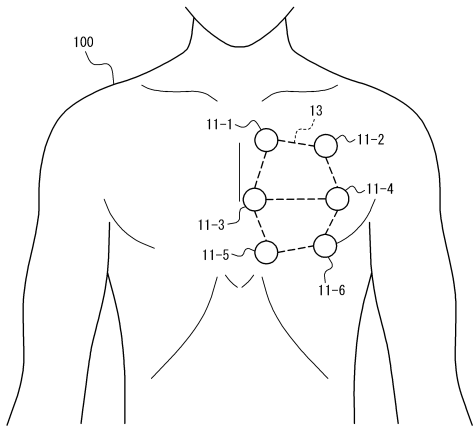
【図 7】



10

20

【図 8】



30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I  
H 0 4 R 1/46

神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500番地 テルモ株式会社内

審査官 高 原 悠 佑

(56)参考文献  
特表2011-514199(JP,A)  
特開2018-044774(JP,A)  
特開2009-188617(JP,A)  
特表2008-528112(JP,A)  
特表2019-521756(JP,A)  
特開2015-130904(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0137209(US,A1)  
特開2016-007417(JP,A)  
欧州特許出願公開第2238910(EP,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 7 / 0 0 - 7 / 0 4  
A 6 1 B 5 / 0 2  
A 6 1 B 5 / 0 8 - 5 / 0 9 7