

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7373754号
(P7373754)

(45)発行日 令和5年11月6日(2023.11.6)

(24)登録日 令和5年10月26日(2023.10.26)

(51)国際特許分類		F I	
A 6 1 B	5/11 (2006.01)	A 6 1 B	5/11 1 1 0
A 6 1 B	5/0507(2021.01)	A 6 1 B	5/0507
A 6 1 B	5/113(2006.01)	A 6 1 B	5/113
G 0 1 S	13/66 (2006.01)	G 0 1 S	13/66

請求項の数 15 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-78982(P2021-78982)	(73)特許権者	505000480
(22)出願日	令和3年5月7日(2021.5.7)		フィンガルリンク株式会社
(65)公開番号	特開2022-172781(P2022-172781 A)		東京都台東区元浅草二丁目6番6号 東 京日産台東ビル5階
(43)公開日	令和4年11月17日(2022.11.17)	(74)代理人	110004222
審査請求日	令和4年8月3日(2022.8.3)		弁理士法人創光国際特許事務所
特許法第30条第2項適用 生体状態測定装置を使用した商品の取扱説明書と試作品を納品した。(納品日：令和3年2月1日)		(74)代理人	100166006
			弁理士 泉 通博
		(74)代理人	100154070
			弁理士 久恒 京範
		(74)代理人	100153280
			弁理士 寺川 賢祐
		(72)発明者	田村 泰弘
			東京都台東区元浅草二丁目6番6号 東 京日産台東ビル5F フィンガルリンク 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 生体状態測定装置、生体状態測定方法、プログラム及び生体状態測定システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信する送信部と、
前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信する受信部と、
前記送信部が前記送信信号を送信してから前記受信部が前記複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する測定部と、
前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、一人の被測定者の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの前記反射信号との前記伝搬時間の差よりも小さい第1閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの前記臓器の動きを示す生体状態を特定する特定部と、
を有する生体状態測定装置。

【請求項2】

前記特定部は、前記送信部が送信した前記送信信号に基づく複数の前記反射信号を前記受信部が受信した場合、前記伝搬時間が変動する周期内において前記第1閾値よりも大きく、一人の被測定者Uの移動に起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの反射信号との伝搬時間の差よりも小さい第2閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す前記複数の伝搬時間データにより構成される時系列データを一人

の被測定者の生体状態として特定する、

請求項 1 に記載の生体状態測定装置。

【請求項 3】

前記特定部は、前記送信部が送信した一つの前記送信信号が前記被測定者の複数の部位で反射して生じた複数の前記反射信号を、前記測定部が測定した前記伝搬時間が含まれる範囲に基づいて分類することにより、前記複数の部位に対応する複数の前記生体状態を特定する、

請求項 1 又は 2 に記載の生体状態測定装置。

【請求項 4】

前記送信部は、予め設定された前記生体状態が変化する周期の最小値の半周期未満の前記時間間隔で前記送信信号を送信する、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 5】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に前記送信信号を送信する複数の前記送信部を有しており、

前記測定部は、前記複数の送信部それぞれが前記送信信号を送信してから前記受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記送信部ごとに測定し、

前記特定部は、前記複数の送信部が前記送信信号を送信する範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定する、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 6】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なる範囲から到来する前記反射信号を受信する複数の前記受信部を有しており、

前記測定部は、前記送信部が前記送信信号を送信してから前記複数の受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記受信部ごとに測定し、

前記特定部は、前記複数の受信部が前記反射信号を受信する範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定する、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 7】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に前記送信信号を送信する複数の前記送信部と、それぞれ異なる範囲から到来する前記反射信号を受信する複数の前記受信部と、を有しており、

前記測定部は、前記複数の送信部それぞれが前記送信信号を送信してから前記複数の受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記送信部及び前記受信部の組み合わせごとに測定し、

前記特定部は、前記測定部が前記送信部及び前記受信部の組み合わせごとに測定した前記伝搬時間に基づいて、前記複数の送信部が前記送信信号を送信する範囲と前記複数の受信部が前記反射信号を受信する範囲との組み合わせにより定まる範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 8】

前記特定部が前記生体状態を特定する対象となる範囲を設定する操作を受け付ける操作受付部と、

前記複数の送信部及び前記複数の受信部のうち、前記操作受付部が受け付けた範囲に対応する一以上の前記送信部に前記送信信号を送信させ、前記操作受付部が受け付けた範囲に対応する一以上の前記受信部に前記反射信号を受信させるように前記複数の送信部及び前記複数の受信部を制御する電波制御部と、

をさらに有する、

請求項 7 に記載の生体状態測定装置。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記特定部は、前記反射信号を受信した前記受信部が前記反射信号を受信する範囲と、前記反射信号を生じさせる前記送信信号を送信した前記送信部が前記送信信号を送信する範囲と、前記伝搬時間に対応する前記被測定者までの距離と、に基づいて、前記反射信号を発した前記被測定者の位置を特定し、

前記生体状態測定装置は、前記特定部が特定した前記被測定者の位置を示す情報と、前記生体状態とを関連付けて出力する出力部をさらに有する、

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 10】

前記特定部が特定した複数の前記被測定者に対応する複数の前記生体状態のうち、前記伝搬時間に基づいて前記生体状態測定装置に最も近いことが特定された前記被測定者に対応する前記生体状態を他の前記被測定者に対応する前記生体状態よりも優先して出力する出力部をさらに有する、

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 11】

前記特定部は、どの被測定者に対応するかが不明の伝搬時間データをいずれかの被測定者の第 1 伝搬時間データであると仮定して特定した特徴が過去のその人の周期の特徴と一致している場合、仮定が正しいと判定し、一致していない場合、仮定が誤っていると判定して、前記第 1 伝搬時間データが他の被測定者に対応すると判定する、

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 12】

前記測定部は、前記受信部が受信した前記反射信号のレベルの大きさ測定し、伝搬時間が長い反射信号のレベルが、伝搬時間が短い反射信号のレベル以下である場合、前記反射信号の伝搬時間を記憶部に記憶させ、伝搬時間が長い反射信号のレベルが、伝搬時間が短い反射信号のレベルよりも大きい場合、当該反射信号の伝搬時間を記憶部に記憶させない、

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の生体状態測定装置。

【請求項 13】

コンピュータが実行する、

所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信するステップと、

前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信するステップと、

前記送信信号を送信してから前記反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定するステップと、

前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、一人の被測定者の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの前記反射信号との前記伝搬時間の差よりも小さい第 1 閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの前記臓器の動きを示す生体状態を特定するステップと、

を有する生体状態測定方法。

【請求項 14】

コンピュータに、

所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信するステップと、

前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信するステップと、

前記送信信号を送信してから前記反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定するステップと、

前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、一人の被測定者の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの前記反射信号との前記伝搬時間の差よりも小さい第 1 閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列

10

20

30

40

50

データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの前記臓器の動きを示す生体状態を特定するステップと、
を実行させるためのプログラム。

【請求項 15】

生体状態測定装置と、前記生体状態測定装置と通信可能な情報処理装置と、を備え、
前記生体状態測定装置は、
所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信する送信部と、
前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信する受信部と、
を有し、

10

前記生体状態測定装置又は前記情報処理装置のいずれかが、
前記送信部が前記送信信号を送信してから前記受信部が前記複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する測定部と、

前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、一人の被測定者の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの前記反射信号との前記伝搬時間の差よりも小さい第 1 閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの前記臓器の動きを示す生体状態を特定する特定部と、

20

を有する生体状態測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人の生体状態を測定するための生体状態測定装置、生体状態測定方法、プログラム及び生体状態測定システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ミリ波信号を送信し、送信したミリ波信号が人体で反射して生じた反射波信号を解析することにより、心拍を測定する方法が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016-214876 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の方法を用いる場合、ミリ波信号が送信されるエリア内に複数の人がいると、複数の人により反射波信号が生じてしまうため、心拍の測定精度が低下してしまうという問題が生じていた。

【0005】

40

そこで、本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、電波を送信するエリア内に複数の人がいる場合にも心拍数又は呼吸数等の生体状態を測定することができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 の態様の生体状態測定装置は、所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信する送信部と、前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信する受信部と、前記送信部が前記送信信号を送信してから前記受信部が前記複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する測定部と、前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、第 1 閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬

50

時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの生体状態を特定する特定部と、を有する。

【0007】

前記第1閾値は、一人の被測定者の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者からの前記反射信号との前記伝搬時間の差よりも小さい値であってもよい。

【0008】

前記特定部は、前記送信部が送信した前記送信信号に基づく複数の前記反射信号を前記受信部が受信した場合、前記伝搬時間が変動する周期内において前記第1閾値よりも大きな第2閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す前記複数の伝搬時間データにより構成される時系列データを一人の被測定者Uの生体状態として特定してもよい。

10

【0009】

前記特定部は、前記送信部が送信した一つの前記送信信号が前記被測定者の複数の部位で反射して生じた複数の前記反射信号を、前記測定部が測定した前記伝搬時間が含まれる範囲に基づいて分類することにより、前記複数の部位に対応する複数の前記生体状態を特定してもよい。

【0010】

前記送信部は、予め設定された前記生体状態が変化する周期の最小値の半周期未満の前記時間間隔で前記送信信号を送信してもよい。

20

【0011】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に前記送信信号を送信する複数の前記送信部を有しており、前記測定部は、前記複数の送信部それぞれが前記送信信号を送信してから前記受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記送信部ごとに測定し、前記特定部は、前記複数の送信部が前記送信信号を送信する範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定してもよい。

【0012】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なる範囲から到来する前記反射信号を受信する複数の前記受信部を有しており、前記測定部は、前記送信部が前記送信信号を送信してから前記複数の受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記受信部ごとに測定し、前記特定部は、前記複数の受信部が前記反射信号を受信する範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定してもよい。

30

【0013】

前記生体状態測定装置は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に前記送信信号を送信する複数の前記送信部と、それぞれ異なる範囲から到来する前記反射信号を受信する複数の前記受信部と、を有しており、前記測定部は、前記複数の送信部それぞれが前記送信信号を送信してから前記複数の受信部が前記反射信号を受信するまでの前記伝搬時間を前記送信部及び前記受信部の組み合わせごとに測定し、前記特定部は、前記測定部が前記送信部及び前記受信部の組み合わせごとに測定した前記伝搬時間に基づいて、前記複数の送信部が前記送信信号を送信する範囲と前記複数の受信部が前記反射信号を受信する範囲との組み合わせにより定まる範囲にいる複数の前記被測定者の前記生体状態を特定してもよい。

40

【0014】

前記生体状態測定装置は、前記特定部が前記生体状態を特定する対象となる範囲を設定する操作を受け付ける操作受付部と、前記複数の送信部及び前記複数の受信部のうち、前記操作受付部が受け付けた範囲に対応する一以上の前記送信部に前記送信信号を送信させ、前記操作受付部が受け付けた範囲に対応する一以上の前記受信部に前記反射信号を受信させるように前記複数の送信部及び前記複数の受信部を制御する電波制御部と、をさらに有してもよい。

【0015】

50

前記特定部は、前記反射信号を受信した前記受信部が前記反射信号を受信する範囲と、前記反射信号を生じさせる前記送信信号を送信した前記送信部が前記送信信号を送信する範囲と、前記伝搬時間に対応する前記被測定者までの距離と、に基づいて、前記反射信号を発した前記被測定者の位置を特定し、前記生体状態測定装置は、前記特定部が特定した前記被測定者の位置を示す情報と、前記生体状態とを関連付けて出力する出力部をさらに有してもよい。

【0016】

前記特定部が特定した複数の前記被測定者に対応する複数の前記生体状態のうち、前記伝搬時間に基づいて前記生体状態測定装置に最も近いことが特定された前記被測定者に対応する前記生体状態を他の前記被測定者に対応する前記生体状態よりも優先して出力してもよい。

10

【0017】

本発明の第2の態様の生体状態測定方法は、コンピュータが実行する、所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信するステップと、前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信するステップと、前記送信信号を送信してから前記反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定するステップと、前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、第1閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの生体状態を特定するステップと、を有する。

20

【0018】

本発明の第3の態様のプログラムは、コンピュータに、所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信するステップと、前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信するステップと、前記送信信号を送信してから前記反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定するステップと、前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、第1閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの生体状態を特定するステップと、を実行させる。

【0019】

本発明の第4の態様の生体状態測定システムは、生体状態測定装置と、前記生体状態測定装置と通信可能な情報処理装置と、を備え、前記生体状態測定装置は、所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信する送信部と、前記送信信号が複数の被測定者において反射して生じる複数の反射信号を受信する受信部と、を有し、前記生体状態測定装置又は前記情報処理装置のいずれかが、前記送信部が前記送信信号を送信してから前記受信部が前記複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する測定部と、前記複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、第1閾値以下の時間範囲で変動する前記伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、前記複数の時系列データそれぞれが示す前記伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の前記被測定者それぞれの生体状態を特定する特定部と、を有する。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、電波を送信するエリア内に複数の人がいる場合にも心拍数又は呼吸数等の生体状態を測定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】生体状態測定システムSの概要を示す図である。

【図2】情報端末2に表示される測定結果を示す画面の一例を示す図である。

【図3】情報端末2に表示される測定結果を示す画面の他の例を示す図である。

【図4】生体状態測定装置1の構成を示す図である。

40

50

【図 5】送信部 1 1 の送信範囲及び受信部 1 2 の受信範囲について説明するための図である。

【図 6】測定部 1 5 3 の動作について説明するための図である。

【図 7】特定部 1 5 4 の動作を説明するための図である。

【図 8】特定部 1 5 4 が被測定者 U の生体状態をトラッキングする処理について説明するための図である。

【図 9】生体状態測定装置 1 における処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔生体状態測定システム S の概要〕

図 1 は、生体状態測定システム S の概要を示す図である。生体状態測定システム S は、人の生体状態を測定するためのシステムである。生体状態は、心拍数若しくは呼吸数、又は人の身体の部位の動きであり、例えば単位時間あたりの心拍数、呼吸数又は動きの変化数により表される。

【0023】

生体状態測定システム S は、生体状態測定装置 1 及び情報端末 2 を備える。生体状態測定装置 1 は、生体状態測定装置 1 が発する電波が届く範囲内にいる複数の人（図 1 における被測定者 U）の生体状態を測定することができる。情報端末 2 は、生体状態測定装置 1 が測定した結果を表示したり、生体状態測定装置 1 を制御したりするための端末であり、例えばコンピュータ、タブレット又はスマートフォンである。

【0024】

生体状態測定装置 1 は、複数の方向にミリ波帯以上の周波数の電波を送信信号として送信し、送信した電波が周辺の物体で反射して生じた反射信号を受信する。生体状態測定装置 1 は、送信信号を送信してから反射信号を受信するまでの伝搬時間により、送信信号を反射した物体までの距離を特定する。人の身体には、電波が反射しやすい組織と反射しにくい組織とがあり、生体状態測定装置 1 は、電波が反射しやすい組織までの距離を特定することで、当該組織の動きを特定することができる。生体状態測定装置 1 は、例えば心臓の動きを特定することにより心拍数を測定し、胸膜の動きを特定することにより呼吸数を測定する。

【0025】

一例として、生体状態測定装置 1 は、時間の経過とともに周波数が変化するチャープ信号を送信信号として送信する。生体状態測定装置 1 がチャープ信号を送信する場合、生体状態測定装置 1 は、反射信号をフーリエ変換することにより周波数領域に変換し、反射信号に含まれている周波数を特定することで、当該周波数の信号を送信してから受信するまでの伝搬時間を高い精度で測定することができる。

【0026】

送信信号に利用できる帯域幅を B 、電波の伝搬速度を c とする場合、距離分解能は $c / 2B$ により算出される。帯域幅が 4 GHz 、電波の伝搬速度が $3 \times 10^8\text{ (m/s)}$ である場合、距離分解能は 3.75 cm となり、生体状態測定装置 1 は、人体の各部の動きを検出することができる。

【0027】

〔測定結果の表示画面〕

図 2 は、情報端末 2 に表示される測定結果を示す画面の一例を示す図である。図 2 に示す画面には、測定結果表示領域 R 1 と操作領域 R 2 とが含まれている。

【0028】

領域 R 1 の最上部には、生体状態測定装置 1 から最も近くにいる被測定者 U 1 までの距離、被測定者 U 1 の呼吸数及び心拍数が示されている。また、被測定者 U 1 の呼吸波形と心拍波形も示されている。呼吸波形と心拍波形の下には、複数の他の被測定者 U に関連付けて、それぞれの被測定者 U までの距離、被測定者 U の呼吸数及び心拍数が示されている。さらに領域 R 1 には、被測定者 U までの距離と、受信した反射信号の強度との関係を示

10

20

30

40

50

す図も示されている。

【0029】

領域 R 2 には、測定の開始、中断、終了をするための操作を受け付けるための操作ボタンが表示されている。領域 R 2 における「更新」ボタンは、領域 R 1 に表示されている測定結果を最新の測定結果に更新するためのボタンである。

【0030】

図 3 は、情報端末 2 に表示される測定結果を示す画面の他の例を示す図である。図 3 は、生体状態を測定した複数の被測定者 U の位置を示す図である。図 3 における黒い四角形は生体状態測定装置 1 の位置を示しており、他の白い図形は、送信信号を反射した複数の被測定者 U の位置を示している。生体状態測定装置 1 は、図 3 に示す画像を図 2 に示す画面に含めてもよく、図 2 に示す画面において所定の操作が行われた場合に図 3 に示す画像を情報端末 2 に表示させてもよい。

10

【0031】

〔生体状態測定装置 1 の構成〕

図 4 は、生体状態測定装置 1 の構成を示す図である。生体状態測定装置 1 は、送信部 1 1 と、受信部 1 2 と、外部接続部 1 3 と、記憶部 1 4 と、制御部 1 5 と、を有する。制御部 1 5 は、操作受付部 1 5 1 と、電波制御部 1 5 2 と、測定部 1 5 3 と、特定部 1 5 4 と、出力部 1 5 5 と、を有する。

【0032】

送信部 1 1 は、電波制御部 1 5 2 の制御により、所定の時間間隔でミリ波帯以上の周波数帯の送信信号を送信する。送信部 1 1 は、例えば 12.5 ミリ秒の周期でチャープ信号を送信する。送信部 1 1 は、チャープ信号を生成する信号生成回路と、送信信号を電波として送信するためのアンテナと、を有する。一例として、生体状態測定装置 1 は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に送信信号を送信する複数の送信部 1 1 を有していてもよい。

20

【0033】

送信部 1 1 は、予め設定された生体状態が変化する周期の最小値の半周期未満の時間間隔で送信信号を送信する。例えば心拍数の最大値が 150 回／分であると想定される場合、心拍数の変動周期の最小値は 0.4 秒である。そこで、送信部 1 1 は、0.2 秒未満の時間間隔で送信信号を送信する。送信部 1 1 がこのような時間間隔で送信信号を送信することで、生体状態測定装置 1 は、当該時間間隔で受信部 1 2 が受信した反射信号に基づいて、被測定者 U の身体の部位の変化状態を特定することが可能になる。

30

【0034】

送信部 1 1 が送信する送信信号の長さは任意であるが、送信信号を送信する時間間隔よりも十分に短いことが望ましく、例えば 2 ミリ秒以内である。生体状態測定装置 1 が複数の送信部 1 1 を有する場合、送信部 1 1 が送信する送信信号の長さは、送信部 1 1 の数に基づいて定められる。具体的には、送信信号の長さは、送信信号を送信する時間間隔を送信部 1 1 の数で除算した時間未満である。送信信号の長さがこのように設定されていることで、複数の送信部 1 1 が、異なるタイミングで送信信号を送信することができる。

【0035】

受信部 1 2 は、送信信号が複数の被測定者 U において反射して生じる複数の反射信号を受信する。一例として、受信部 1 2 は、それぞれ異なる範囲から到来する反射信号を受信する複数の受信部 1 2 を有する。受信部 1 2 は、受信した反射信号を測定部 1 5 3 に入力する。

40

【0036】

図 5 は、送信部 1 1 の送信範囲及び受信部 1 2 の受信範囲について説明するための図である。図 5 (a) は、生体状態測定装置 1 が送信部 1 1 A、送信部 1 1 B 及び送信部 1 1 C を有している場合における、それぞれの送信部 1 1 が送信信号を送信する範囲と複数の被測定者 U の位置とを模式的に示している。図 5 (b) は、生体状態測定装置 1 が受信部 1 2 A、受信部 1 2 B 及び受信部 1 2 C を有する場合における、それぞれの受信部 1 2 が

50

反射信号を受信する範囲と複数の被測定者Uの位置とを模式的に示している。

【0037】

図5に示す例において、それぞれの送信部11の送信範囲は±60度（120度）の扇形状であり、それぞれの受信部12の受信範囲は±60度（120度）の扇形状である。図5には示していないが、送信部11は、上下方向の所定の範囲に送信信号を送信し、受信部12は、上下方向の所定の範囲から到来する反射信号を受信する。所定の範囲は、例えば水平方向に対して±15度（30度）の範囲である。

【0038】

図5に示すように、送信部11の送信範囲と受信部12の受信範囲とは、完全には一致していないことが望ましい。生体状態測定装置1は、送信信号を送信した送信部11の送信範囲と、当該送信信号に基づく反射信号を受信した受信部12の受信範囲とが重なる範囲に被測定者Uが存在することを特定できるので、送信範囲と受信範囲が完全に一致していない場合、送信範囲と受信範囲とが重なる範囲の数が増えるので、生体状態測定装置1が被測定者Uの位置を特定する分解能が大きくなる。

【0039】

外部接続部13は、情報端末2との間でデータを送受信するための通信インターフェースを有する。外部接続部13は、例えばUSBインターフェースを有する。外部接続部13は、情報端末2において入力された操作データを受信し、受信したデータを操作受付部151に入力する。また、外部接続部13は、出力部155が出力する測定結果を示すデータを情報端末2に送信する。

【0040】

記憶部14は、ROM（Read Only Memory）及びRAM（Random Access Memory）等の記憶媒体を有する。記憶部14は、制御部15が実行するプログラムを記憶する。また、記憶部14は、受信部12が受信した反射信号、及び制御部15が反射信号を解析することにより生成した測定結果を記憶する。

【0041】

制御部15は、例えばCPU（Central Processing Unit）を有する。制御部15は、記憶部14に記憶されたプログラムを実行することにより、操作受付部151、電波制御部152、測定部153、特定部154及び出力部155として機能する。

【0042】

操作受付部151は、外部接続部13を介して情報端末2から入力された操作データを受信することにより、ユーザによる操作を受け付ける。操作受付部151は、例えば図2に示した領域R2において入力された測定を開始する操作、測定を中断する操作、測定を終了する操作、又は測定結果を更新する操作を受け付ける。

【0043】

また、操作受付部151は、特定部154が生体状態を特定する対象となる範囲（以下、「特定対象範囲」という場合がある）を設定する操作を受け付けてもよい。操作受付部151は、生体状態を特定する対象となる被測定者Uまでの距離の範囲の設定を受け付ける。操作受付部151は、例えば生体状態測定装置1の所定の側（例えば正面方向）を基準として0度から360度までの範囲から生体状態を特定する対象となる範囲の設定を受け付けてもよい。

【0044】

一例として、操作受付部151は、「0度から90度」、「270度から90度」といった角度を示す数値の設定を受け付ける。操作受付部151は、外部接続部13を介して、図3に示すような円形の画像を情報端末2に表示させ、生体状態を特定する対象となる範囲を囲む操作を受け付けることにより、生体状態を特定する対象となる範囲の設定を受け付けてもよい。

【0045】

電波制御部152は、送信部11及び受信部12を制御する。電波制御部152は、例えば送信部11に送信信号を送信させるタイミングを制御する。また、電波制御部152

10

20

30

40

50

は、送信部 1 1 が送信信号を送信する範囲及び受信部 1 2 が反射信号を受信する範囲を制御する。

【0046】

一例として、電波制御部 1 5 2 は、複数の送信部 1 1 のうち、操作受付部 1 5 1 が受け付けた特定対象範囲に対応する一以上の送信部 1 1 に送信信号を送信させるように複数の送信部 1 1 を制御する。また、電波制御部 1 5 2 は、複数の受信部 1 2 のうち、操作受付部 1 5 1 が受け付けた特定対象範囲に対応する一以上の受信部 1 2 に反射信号を受信させるように複数の受信部 1 2 を制御する。このように、電波制御部 1 5 2 が、特定対象範囲に対応する送信部 1 1 に送信信号を送信させ、特定対象範囲に対応する受信部 1 2 に反射信号を受信させることで、被測定者 U がいない範囲から到来する不要な反射信号の影響を受けにくくなるので、測定精度が向上する。

10

【0047】

測定部 1 5 3 は、受信部 1 2 が受信した反射信号をデジタル信号処理することにより、生体状態測定装置 1 から被測定者 U までの距離、及び生体状態測定装置 1 に対する被測定者 U の方向を特定するために、送信部 1 1 が送信信号を送信してから受信部 1 2 が複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する。生体状態測定装置 1 が複数の受信部 1 2 を有する場合、測定部 1 5 3 は、送信部 1 1 が送信信号を送信してから複数の受信部 1 2 が反射信号を受信するまでの伝搬時間を受信部 1 2 ごとに測定する。

【0048】

測定部 1 5 3 は、送信信号に含まれるチャープ信号の周波数、又は送信信号の位相を伝搬時間として測定してもよい。チャープ信号の周波数又は送信信号の位相は、伝搬時間と等価であるので、測定部 1 5 3 がチャープ信号の周波数又は送信信号の位相を測定した場合にも、伝搬時間を測定したものとみなすことができる。

20

【0049】

生体状態測定装置 1 が複数の送信部 1 1 を有する場合、測定部 1 5 3 は、複数の送信部 1 1 それぞれが送信信号を送信してから受信部 1 2 が反射信号を受信するまでの伝搬時間を送信部 1 1 ごとに測定する。測定部 1 5 3 は、測定した伝搬時間を示す伝搬時間データを、それぞれの送信部 1 1 に関連付けて記憶部 1 4 に記憶させる。生体状態測定装置 1 が複数の受信部 1 2 を有する場合、測定部 1 5 3 は、送信部 1 1 が送信信号を送信してから複数の受信部 1 2 が反射信号を受信するまでの伝搬時間を受信部 1 2 ごとに測定する。測定部 1 5 3 は、測定した伝搬時間を示す伝搬時間データを、それぞれの受信部 1 2 に関連付けて記憶部 1 4 に記憶させる。

30

【0050】

生体状態測定装置 1 が複数の送信部 1 1 及び複数の受信部 1 2 を有する場合、測定部 1 5 3 は、複数の送信部 1 1 それぞれが送信信号を送信してから複数の受信部 1 2 が反射信号を受信するまでの伝搬時間を送信部 1 1 及び受信部 1 2 の組み合わせごとに測定する。測定部 1 5 3 は、測定した伝搬時間を示す伝搬時間データを、送信部 1 1 及び受信部 1 2 の組み合わせに関連付けて記憶部 1 4 に記憶させる。

【0051】

測定部 1 5 3 は、反射信号を解析することにより、生体状態測定装置 1 と被測定者 U との間の距離、生体状態測定装置 1 に対する被測定者 U の方向及び被測定者 U の移動速度の 3 つの要素を特定する。測定部 1 5 3 は、伝搬時間に基づいて生体状態測定装置 1 と被測定者 U との間の距離を特定する。測定部 1 5 3 は、送信信号を送信した送信部 1 1 と反射信号を受信した受信部 1 2 との組み合わせにより被測定者 U の方向を特定する。測定部 1 5 3 は、伝搬時間の変化量と被測定者 U の方向の変化量とに基づいて被測定者 U の移動速度を特定する。測定部 1 5 3 は、一定の時間間隔で送信されたチャープ信号に基づく反射信号の位相の変化の大きさに基づいて角周波数を算出することにより、被測定者 U の移動速度を特定してもよい。

40

【0052】

測定部 1 5 3 が反射信号に基づいて伝搬時間を特定する方法は任意であるが、ノイズの

50

影響を抑制するために、測定部 153 は、例えば反射信号をフーリエ変換することにより周波数領域の信号に変換する。測定部 153 は、周波数領域において、反射信号を構成するチャープ信号に含まれている周波数の成分を特定し、送信部 11 が当該周波数の成分を送信した時刻と、反射信号に含まれている当該周波数の成分を受信部 12 が受信した時刻との差分を伝搬時間として特定する。測定精度を向上させるために、測定部 153 は、送信信号に含まれる複数の周波数成分に対して伝搬時間を特定し、特定した複数の伝搬時間の統計値（例えば平均値又は中央値）を算出することにより伝搬時間を測定してもよい。

【0053】

図 6 は、測定部 153 の動作について説明するための図である。図 6 における白い長方形は、送信部 11 が送信した送信信号を示しており、黒い長方形は、受信部 12 が受信した反射信号を示している。図 6 に示す例においては、送信部 11A、送信部 11B 及び送信部 11C が、時刻 T1、T2、T3 において送信信号を順次送信し、続いて送信部 11A、送信部 11B 及び送信部 11C が、時刻 T4、T5、T6 において送信信号を順次送信している。

【0054】

図 6 に示すように、送信部 11 が送信信号を送信する周期は、（送信信号の時間長＋反射信号を受信する可能性がある時間）×（送信部 11 の数）よりも長い時間に設定されている。送信信号を送信する周期がこのように定められていることで、複数の送信部 11 が送信した送信信号に対する反射信号が同時に生体状態測定装置 1 に到達することを防げる。

【0055】

測定部 153 は、送信部 11A、送信部 11B 及び送信部 11C のそれぞれが送信信号を送信してから反射信号を受信するまでの時間を測定する。図 6 に示す例の場合、測定部 153 は、送信部 11A が時刻 T1 に送信信号を送信してから D1 の時間が経過した後に受信部 12A が反射信号を受信したことを測定する。当該反射信号は、図 5 に示す例において、送信部 11A が送信した送信信号が被測定者 U1 で反射して生じた反射信号である。

【0056】

また、測定部 153 は、送信部 11A が送信信号を送信してから D2 の時間が経過した後も受信部 12A が反射信号を受信したことを測定する。当該反射信号は、図 5 に示す例において、送信部 11A が送信した送信信号が被測定者 U2 で反射して生じた反射信号である。さらに、測定部 153 は、送信部 11A が送信信号を送信してから D3 の時間が経過した後も受信部 12C が反射信号を受信したことを測定する。当該反射信号は、図 5 に示す例において、送信部 11A が送信した送信信号が被測定者 U3 で反射して生じた反射信号である。

【0057】

同様に、測定部 153 は、送信部 11B が送信信号を送信してから D4 の時間が経過した後に受信部 12A が反射信号を受信したことを測定する。当該反射信号は、図 5 に示す例において、送信部 11B が送信した送信信号が被測定者 U4 で反射して生じた反射信号である。

【0058】

測定部 153 は、時刻 T4 以降においても同様の処理を繰り返す。図 6 に示すように、送信部 11 が送信信号を送信してから受信部 12 が反射信号を受信するまでの伝搬時間は、D1～D4 と異なる D1'～D4' に変化している。これは、被測定者 U1～被測定者 U4 において送信信号を反射した部位が動いたことにより、当該部位と生体状態測定装置 1 との距離が変化したことによる。

【0059】

測定部 153 は、受信部 12 が受信した反射信号のレベルの大きさをさらに測定し、測定した反射信号のレベルの大きさを、伝搬時間とともに記憶部 14 に記憶させてもよい。生体状態測定装置 1 と被測定者 U との距離によって信号の減衰量が異なるので、図 6 に示すように、伝搬時間が長いほど反射信号のレベルが小さくなると考えられる。測定部 153 は、伝搬時間が長い反射信号のレベルが、伝搬時間が短い反射信号のレベルよりも大き

10

20

30

40

50

い場合、反射信号にノイズが含まれている可能性があるとして判定して、当該反射信号の伝搬時間を記憶部 14 に記憶させないようにしてもよい。

【0060】

特定部 154 は、測定部 153 が測定した伝搬時間に基づいて、複数の被測定者 U それぞれの生体状態を特定する。生体状態測定装置 1 が複数の送信部 11 を有する場合、特定部 154 は、複数の送信部 11 が送信信号を送信する範囲にいる複数の被測定者 U の生体状態を特定する。生体状態測定装置 1 が複数の受信部 12 を有する場合、特定部 154 は、複数の受信部 12 が反射信号を受信する範囲にいる複数の被測定者の生体状態を特定する。

【0061】

生体状態測定装置 1 が複数の送信部 11 及び複数の受信部 12 を有する場合、特定部 154 は、測定部 153 が送信部 11 及び受信部 12 の組み合わせごとに測定した伝搬時間に基づいて、複数の送信部 11 が送信信号を送信する範囲と複数の受信部 12 が反射信号を受信する範囲との組み合わせにより定まる複数の範囲それぞれにいる複数の被測定者の生体状態を特定する。生体状態測定装置 1 がこのように構成されていることで、生体状態測定装置 1 から等距離に複数の被測定者 U がいる場合であっても、生体状態測定装置 1 は、それぞれの被測定者 U の生体状態を特定することができる。

【0062】

複数の被測定者 U の生体状態を特定するために、特定部 154 は、まず、測定部 153 が測定した伝搬時間の変化に基づいて、生体状態測定装置 1 と複数の被測定者 U それぞれにおいて送信信号を反射した部位との距離の変化を特定することにより、心臓の動きを示す波形又は胸膜の動きを示す波形等を作成する。特定部 154 は、これらの波形の周期を特定することにより、単位時間あたりの心拍数又は呼吸数等の生体状態を特定する。

【0063】

図 6 に示すように、複数の被測定者 U において送信信号が反射された場合、受信部 12 は、一つの送信信号に基づく反射信号を複数受信する。特定部 154 は、複数の被測定者 U それぞれに対応する伝搬時間を特定するために、以下のように処理する。

【0064】

まず、特定部 154 は、測定部 153 が測定した複数の伝搬時間を示す伝搬時間データを、第 1 閾値以下の時間範囲で変動する伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、複数の時系列データそれぞれが示す伝搬時間の時間間隔ごとの変化に基づいて、複数の被測定者 U それぞれの生体状態を特定する。第 1 閾値は、一人の被測定者 U の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者 U からの反射信号との伝搬時間の差として想定される最小値よりも小さい値である。特定部 154 は、特定した生体状態を被測定者 U に関連付けて記憶部 14 に記憶させる。

【0065】

被測定者 U の臓器の動きに起因する伝搬時間の変化量の最大値は、被測定者 U が静止している状態において臓器の位置が変位する量として想定される最大の量（例えば 5 cm）に対応し、他の被測定者 U からの反射信号との伝搬時間の差は、例えば 50 cm の距離の差に対応する。すなわち、第 1 閾値は、電波が 5 cm 以上 50 cm 未満のいずれかの距離を伝搬するために要する時間である。

【0066】

図 6 は、時刻 T1 からの遅延時間が D1 の反射信号と、時刻 T1 に対して所定の時間間隔後の時刻 T4 からの遅延時間が D1' の反射信号との伝搬時間の差が第 1 閾値未満である場合を示している。測定部 153 は、これらの反射信号が、同一の被測定者 U に対応する反射信号であると判定する。また、図 6 は、時刻 T1 からの遅延時間が D1 の反射信号と、時刻 T4 からの遅延時間が D2' の反射信号との伝搬時間の差が第 1 閾値以上であるという場合を示している。測定部 153 は、これらの反射信号が、それぞれ異なる被測定者 U に対応する反射信号であると判定する。

10

20

30

40

50

【0067】

図7は、特定部154の動作を説明するための図である。図7の横軸は時刻であり、縦軸は各時刻において測定部153が測定した伝搬時間である。図7における黒丸は被測定者U1に対応する反射信号の伝搬時間であり、白丸は被測定者U2に対応する反射信号の伝搬時間である。黒丸で示す複数の伝搬時間の1周期内の変動幅は Δt_1 及び白丸で示す複数の伝搬時間の1周期内の変動幅は Δt_2 であり、これらは第1閾値未満である。一方、黒丸で示す伝搬時間と白丸で示す伝搬時間との差の最小値 ΔT は、第1閾値以上である。

【0068】

この場合、特定部154は、複数の伝搬時間データを、黒丸で示す複数の伝搬時間に対応する第1時系列データと白丸で示す複数の伝搬時間に対応する第2時系列データとに分類する。そして、特定部154は、第1時系列データに基づいて被測定者U1の生体状態を特定し、第2時系列データに基づいて被測定者U2の生体状態を特定する。特定部154がこのように動作することで、一つの送信部11が送信した送信信号に基づく複数の反射信号を受信部12が受信した場合であっても、特定部154は、複数の被測定者Uそれぞれの生体状態を特定することができる。

10

【0069】

特定部154は、複数の被測定者Uの生体状態を特定した後に、伝搬時間の大きさに基づいて、移動する被測定者Uの生体状態をトラッキングしてもよい。特定部154は、伝搬時間が変動する周期内において第1閾値よりも大きな第2閾値以下の時間範囲で変動する伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される時系列データを一人の被測定者Uの生体状態として特定し、特定した生体状態を被測定者Uに関連付けて記憶部14に記憶させる。第2閾値は、一人の被測定者Uの移動に起因する所定の時間内（例えば伝搬時間が変動する1周期内）の伝搬時間の変化量の最大値よりも大きく、かつ他の被測定者Uからの反射信号との伝搬時間の差よりも小さい値である。

20

【0070】

図8は、特定部154が被測定者Uの生体状態をトラッキングする処理について説明するための図である。図7と同様に、図8における黒丸は被測定者U1に対応する反射信号の伝搬時間であり、白丸は被測定者U2に対応する反射信号の伝搬時間である。

【0071】

図8においては、被測定者U1及び被測定者U2が移動しており、時間の経過とともに伝搬時間が変化している。具体的には、被測定者U1が時間の経過とともに生体状態測定装置1から離れる向きに移動しており、被測定者U2が時間の経過とともに生体状態測定装置1に近づく向きに移動している。特定部154は、複数の伝搬時間データのうち、伝搬時間の変動周期ごとに、変動範囲が第2閾値以下の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを選択することにより、黒色で示す被測定者U1に対応する第1時系列データと、白色で示す被測定者U2に対応する第2時系列データとを特定する。

30

【0072】

被測定者U1と被測定者U2の位置がほぼ同じになる時刻においては、特定部154は、前後の伝搬時間データを結合した場合の波形の特徴（例えば振幅又は周期）に基づいて、それぞれの被測定者Uに対応する伝搬時間データを特定してもよい。具体的には、特定部154は、どの被測定者Uに対応するかが不明の伝搬時間データをいずれかの被測定者Uの伝搬時間データであると仮定して、当該伝搬時間データを含む周期の波形の特徴を特定する。特定した特徴が過去の周期の特徴と一致している場合、特定部154は仮定が正しいと判定し、一致していない場合、特定部154は仮定が誤っていると判定し、伝搬時間データが他の被測定者Uに対応することを特定する。

40

【0073】

特定部154は、被測定者Uの複数の部位それぞれに対応する生体状態を特定してもよい。特定部154は、例えば、被測定者Uの心臓の動き、頸動脈の動き、胸膜の動き又は頭の動き等のように複数の部位において送信信号が反射して生じた複数の反射信号の伝搬時間に基づいて、部位を特定する。特定部154は、送信部11が送信した一つの送信信

50

号が被測定者Uの複数の部位で反射して生じた複数の反射信号を、測定部153が測定した伝搬時間が含まれる範囲に基づいて分類することにより、複数の部位に対応する複数の生体状態を特定する。特定部154がこのように動作することで、被測定者Uの複数の生体状態を特定することができる。

【0074】

特定部154は、複数の被測定者Uの位置を特定してもよい。具体的には、特定部154は、反射信号を受信した受信部12が反射信号を受信する範囲と、反射信号を生じさせる送信信号を送信した送信部11が送信信号を送信する範囲と、伝搬時間に対応する被測定者Uまでの距離と、に基づいて、反射信号を発した被測定者Uの位置を特定する。

【0075】

図5(a)に示した例においては、送信部11Aが送信した送信信号は被測定者U1、被測定者U2及び被測定者U3において反射し、送信部11Bが送信した送信信号は被測定者U4において反射する。そして、被測定者U1、被測定者U2及び被測定者U4で反射して生じた反射信号は受信部12Aにおいて受信され、被測定者U3において反射して生じた反射信号は受信部12Cにおいて受信される。

【0076】

特定部154は、送信部11Aが送信した送信信号に基づく反射信号を受信部12Aが受信した場合、当該送信信号を反射した被測定者U1及び被測定者U2が、送信部11Aの送信範囲と受信部12Aの受信範囲とが重なった領域にいることを特定する。また、送信部11Aが送信した送信信号に基づく反射信号を受信部12Cが受信した場合、特定部154は、当該送信信号を反射した被測定者U3が、送信部11Aの送信範囲と受信部12Cの受信範囲とが重なった領域にいることを特定する。

【0077】

特定部154は、さらに伝搬時間の大きさに基づいて生体状態測定装置1と被測定者Uとの距離を特定する。特定部154は、被測定者Uが存在する領域と生体状態測定装置1から被測定者Uまでの距離とに基づいて、生体状態測定装置1を基準とする複数の被測定者Uの位置を特定することができる。

【0078】

出力部155は、特定部154が特定した被測定者Uの位置を示す情報と、生体状態とを関連付けて出力する。具体的には、出力部155は、図2に示した生体状態を示す画面及び図3に示した被測定者Uの位置を示す画面を情報端末2に表示させたり、これらのデータをプリンタに出力したり、通信回線を介して外部装置に送信したりする。

【0079】

一例として、図2に示したように、出力部155は、特定部154が特定した複数の被測定者Uに対応する複数の生体状態のうち、伝搬時間に基づいて生体状態測定装置1に最も近いことが特定された被測定者Uに対応する生体状態を他の被測定者Uに対応する生体状態よりも優先して出力する。例えば、出力部155は、生体状態測定装置1に近い被測定者Uから順番に生体状態を情報端末2に表示させたり、最も生体状態測定装置1に近い被測定者Uの生体状態のみを情報端末2に表示させたりする。出力部155がこのように動作することで、生体状態測定装置1が使用される室内に多くの人がいる場合に、生体状態を測定したい被測定者Uの生体状態をユーザが把握しやすくなる。

【0080】

〔生体状態測定装置1における処理の流れ〕

図9は、生体状態測定装置1における処理の流れを示すフローチャートである。図9に示すフローチャートは、生体状態測定装置1のユーザが測定を開始する操作をした時点から開始している。

【0081】

電波制御部152は、時刻に基づいて、複数の送信部11から、送信信号を送信させる送信部11を選択する(S11)。図6に示した例の場合、電波制御部152は、時刻T1においては送信部11Aを選択する。電波制御部152は、選択した送信部11に送信

10

20

30

40

50

信号を送信させる（S 1 2）。

【0082】

続いて、受信部 1 2 は送信信号に基づく反射信号を受信する（S 1 3）。測定部 1 5 3 は、送信信号が送信されてから受信部 1 2 が反射信号を受信するまでに要した伝搬時間を算出する（S 1 4）。測定部 1 5 3 は、送信信号を送信した送信部 1 1 と反射信号を受信した受信部 1 2 との組み合わせに関連付けて伝搬時間データを記憶部 1 4 に記憶させる（S 1 5）。

【0083】

電波制御部 1 5 2 は、次の送信タイミング（例えば時刻 T 2）になったか否かを判定する（S 1 6）。次の送信タイミングになっていないと電波制御部 1 5 2 が判定した場合（S 1 6 において NO）、電波制御部 1 5 2 は送信部 1 1 に送信信号を送信させず、S 1 3 から S 1 6 までの処理が繰り返される。

【0084】

次の送信タイミングになっていると電波制御部 1 5 2 が判定した場合（S 1 6 において YES）、特定部 1 5 4 は、送信部 1 1 が送信信号の送信を開始して所定の時間が経過し、生体状態を特定するタイミングになったか否かを判定する（S 1 7）。所定の時間は、特定部 1 5 4 が生体状態を特定するために必要な数の伝搬時間データが記憶されるまでの時間である。所定の時間は、生体状態の 1 周期よりも長い時間であり、例えば 30 秒以上である。

【0085】

所定の時間が経過していないと特定部 1 5 4 が判定した場合（S 1 7 において NO）、電波制御部 1 5 2 は、次の送信部 1 1 を選択し（S 1 1）、S 1 1 から S 1 7 までの処理が繰り返される。所定の時間が経過したと特定部 1 5 4 が判定した場合（S 1 7 において YES）、特定部 1 5 4 は、記憶部 1 4 に記憶された伝搬時間データに基づいて生体状態を特定する（S 1 8）。出力部 1 5 5 は、特定部 1 5 4 が特定した生体状態を出力する（S 1 9）。生体状態測定装置 1 は、操作受付部 1 5 1 が終了操作を受け付けるまで（S 20 において YES）、S 1 1 から S 20 までの処理を繰り返す。

【0086】

〔変形例〕

以上の説明においては、生体状態測定装置 1 が、複数の被測定者 U の生体状態を特定する場合を例示したが、上記の説明における生体状態測定装置 1 の制御部 1 5 の機能の一部が、他の情報処理装置（例えばクラウド上のコンピュータ）により実現されてもよい。すなわち、生体状態測定装置 1 と他の情報処理装置装置が連携して動作することにより、生体状態測定システムとして機能してもよい。

【0087】

一例として、生体状態測定装置 1 は、受信した反射信号を外部のコンピュータに順次送信する。この場合、外部のコンピュータは、測定部 1 5 3、特定部 1 5 4 又は出力部 1 5 5 の少なくとも一部の機能を実行する。具体的には、外部のコンピュータは、複数の被測定者 U それぞれの反射信号を分類し、伝搬時間に基づいて生体状態を特定し、特定した結果を生体状態測定装置 1 に送信する。外部のコンピュータは、特定した結果を情報端末 2 に送信してもよい。

【0088】

このような生体状態測定システムにおいて、外部のコンピュータは、複数の生体状態測定装置 1 から反射信号を受信し、複数の生体状態測定装置 1 が受信した反射信号に対応する複数の被測定者 U の生体状態を特定してもよい。このような構成は、複数の部屋に多数の被測定者 U がいる場合に好適である。

【0089】

〔生体状態測定装置 1 による効果〕

以上説明したように、測定部 1 5 3 は、送信部 1 1 が送信信号を送信してから受信部 1 2 が複数の反射信号を受信するまでの複数の伝搬時間を測定する。そして、特定部 1 5 4

10

20

30

40

50

は、複数の伝搬時間を示す複数の伝搬時間データを、第1閾値以下の時間範囲で変動する伝搬時間を示す複数の伝搬時間データにより構成される複数の時系列データに分類し、複数の時系列データそれぞれが示す伝搬時間の変化の態様に基づいて、複数の被測定者Uそれぞれの生体状態を特定する。生体状態測定装置1がこのように構成されていることで、生体状態測定装置1は、電波を送信するエリア内に複数の人がいる場合にも心拍数又は呼吸数等の生体状態を測定することができる。

【0090】

また、生体状態測定装置1は、それぞれ異なるタイミングで異なる範囲に送信信号を送信する複数の送信部11と、それぞれ異なる範囲から到来する反射信号を受信する複数の受信部12と、を有する。そして、特定部154は、測定部153が送信部11及び受信部12の組み合わせごとに測定した伝搬時間に基づいて、複数の送信部11が送信信号を送信する範囲と複数の受信部12が反射信号を受信する範囲との組み合わせにより定まる複数の範囲それぞれにいる複数の被測定者Uの生体状態を特定する。生体状態測定装置1がこのように構成されていることで、生体状態測定装置1から等距離に複数の被測定者Uがいる場合であっても、生体状態測定装置1は、それぞれの被測定者Uの生体状態を特定することができる。

【0091】

以上、実施の形態を用いて本発明を説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、装置の全部又は一部は、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。また、複数の実施の形態の任意の組み合わせによって生じる新たな実施の形態も、本発明の実施の形態に含まれる。組み合わせによって生じる新たな実施の形態の効果は、もとの実施の形態の効果を併せ持つ。

【符号の説明】

【0092】

- 1 生体状態測定装置
- 2 情報端末
 - 11 送信部
 - 12 受信部
 - 13 外部接続部
 - 14 記憶部
 - 15 制御部
 - 151 操作受付部
 - 152 電波制御部
 - 153 測定部
 - 154 特定部
 - 155 出力部

10

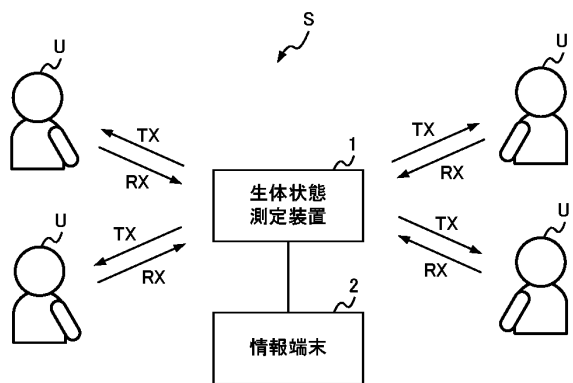
20

30

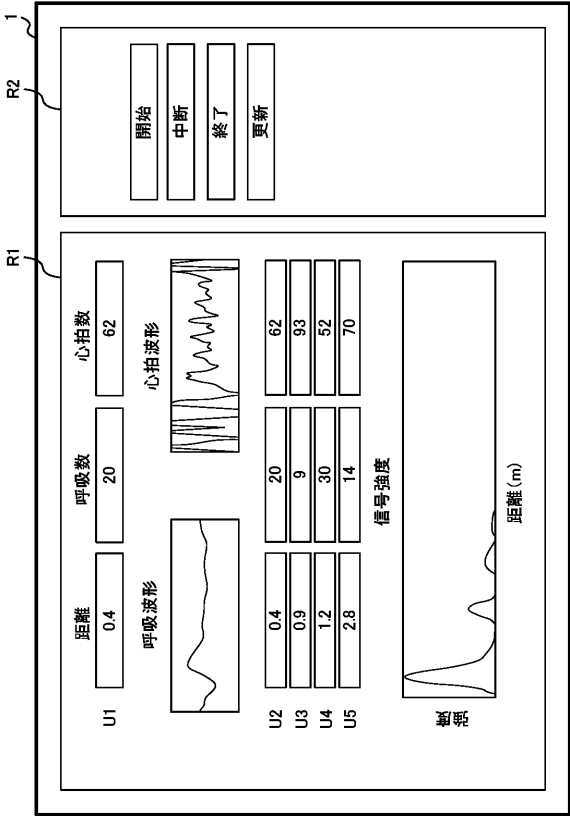
40

50

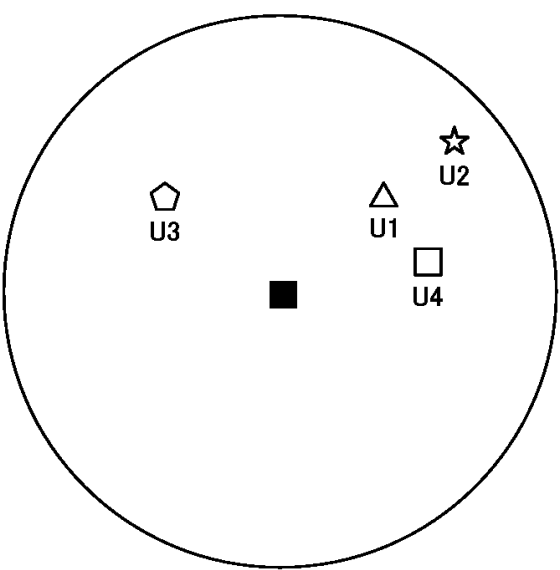
【図面】
【図 1】



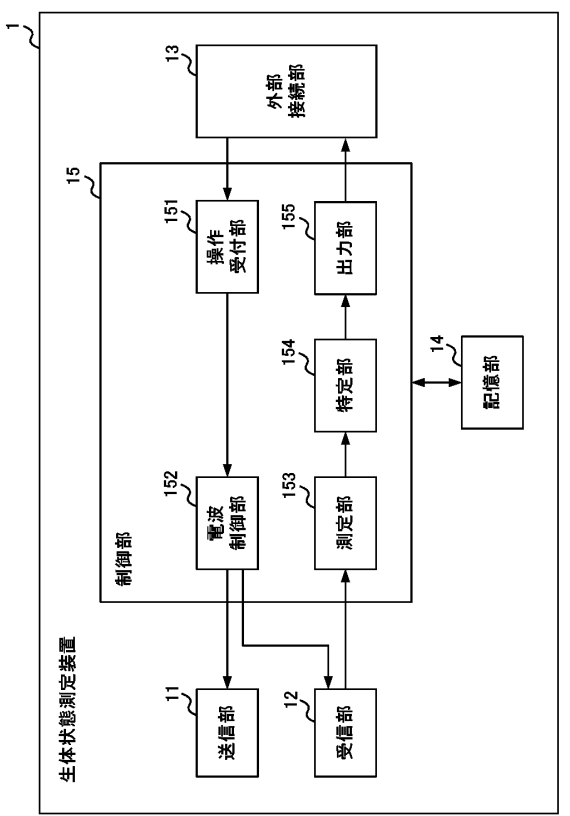
【図 2】



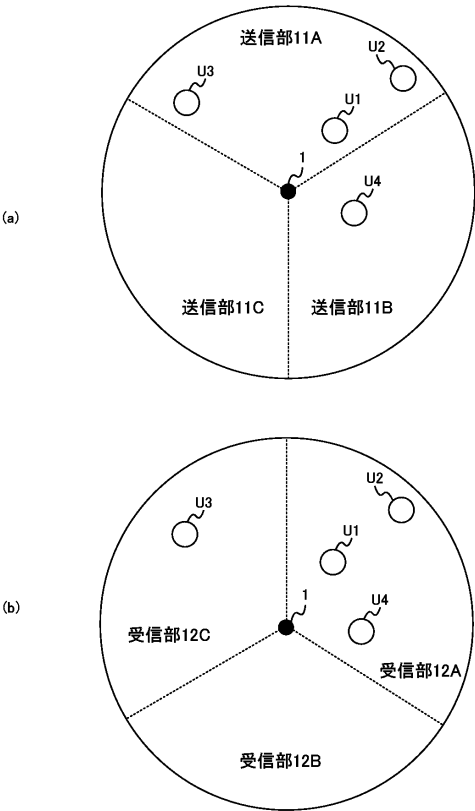
【図 3】



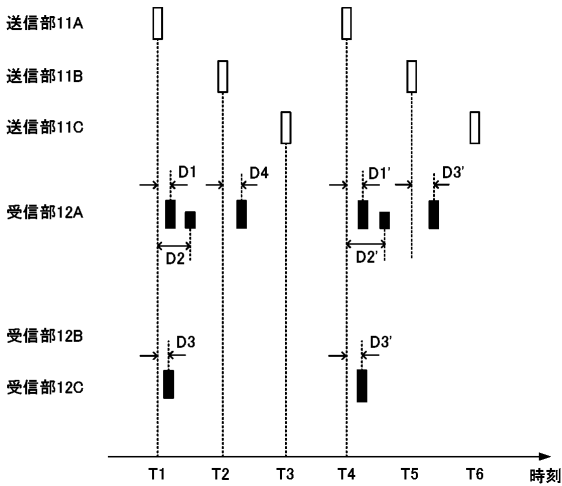
【図 4】



【図 5】



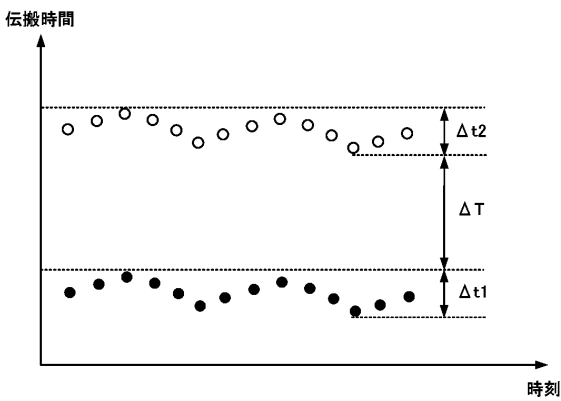
【図 6】



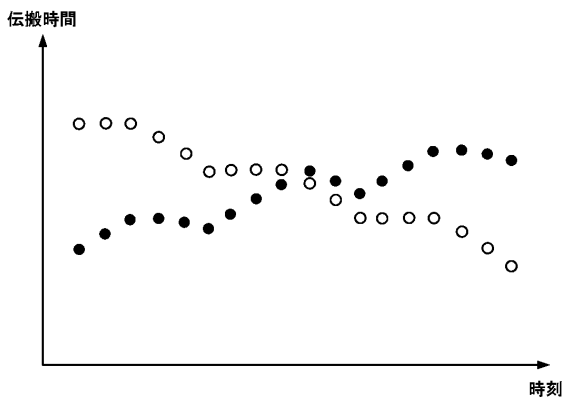
10

20

【図 7】



【図 8】

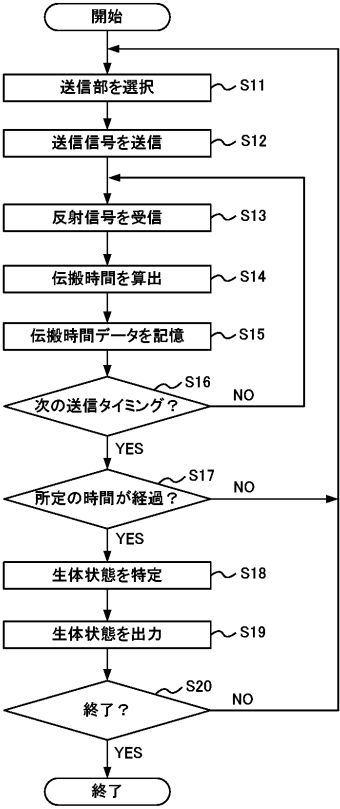


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

株式会社内

審査官 磯野 光司

(56)参考文献 米国特許出願公開第2021/0080557 (US, A1)

特開2017-161368 (JP, A)

特表2016-540960 (JP, A)

特開2013-242237 (JP, A)

特開2021-027993 (JP, A)

特開2016-156751 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61B 5/11- 5/113

A61B 5/0507

G01S 7/00- 7/42

G01S 13/00-13/95