

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-98068

(P2019-98068A)

(43) 公開日 令和1年6月24日(2019.6.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/16 (2006.01)	A 6 1 B 5/16	4 C 0 3 8
A 6 1 B 5/11 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 1 0 A	4 C 1 1 7
A 6 1 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 5/00 1 0 1 R	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-235409 (P2017-235409)
 (22) 出願日 平成29年12月7日 (2017.12.7)

(71) 出願人 390039985
 パラマウントベッド株式会社
 東京都江東区東砂2丁目14番5号
 (74) 代理人 100112335
 弁理士 藤本 英介
 (74) 代理人 100101144
 弁理士 神田 正義
 (74) 代理人 100101694
 弁理士 宮尾 明茂
 (74) 代理人 100124774
 弁理士 馬場 信幸
 (72) 発明者 木暮 貴政
 東京都江東区東砂2丁目14番5号 パラ
 マウントベッド株式会社内

最終頁に続く

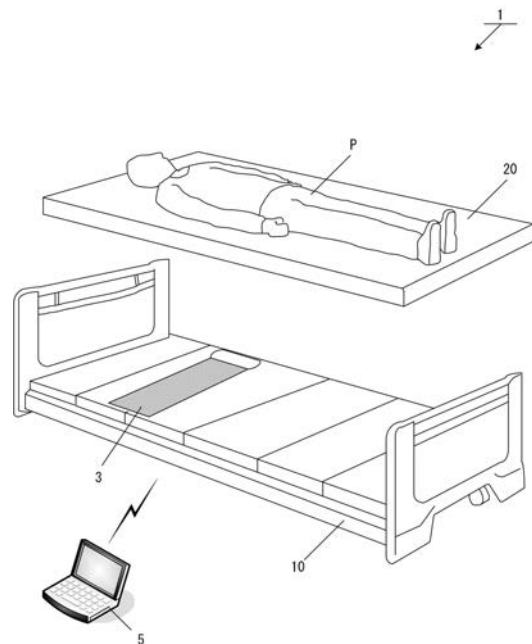
(54) 【発明の名称】 睡眠状態判定装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】対象者の状態の影響を受けることなく、適切に対象者の睡眠状態を判定することができる睡眠状態判定装置等を提供すること。

【解決手段】対象者の生体信号を取得する生体信号取得部と、生体信号から対象者の活動量を算出する活動量算出部と、活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第1の閾値を超えた場合には覚醒と、第1の閾値以下の場合には睡眠と対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定部と、対象者が入眠したか否かを判定する入眠判定部と、を備え、睡眠状態判定部は、対象者が入眠したと判定される前には、第1の閾値より小さい第2の閾値を用いる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象者の生体信号を取得する生体信号取得部と、
前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出部と、
前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定部と、
前記対象者が入眠したか否かを判定する入眠判定部と、
を備え、
前記睡眠状態判定部は、前記対象者が入眠したと判定される前には、前記第 1 の閾値より小さい第 2 の閾値を用いることを特徴とする睡眠状態判定装置。

10

【請求項 2】

前記入眠判定部は、前記対象者が在床してから、前記睡眠状態判定部により、当該対象者の睡眠状態が睡眠と判定されたときに入眠したと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の睡眠状態判定装置。

【請求項 3】

前記入眠判定部は、前記活動量算出部により算出された前記活動量が、第 1 の入眠判定時間の間継続して略 0 の場合に、入眠したと判定することを特徴とする請求項 1 に記載の睡眠状態判定装置。

【請求項 4】

前記睡眠状態判定部は、前記対象者が入眠したと判定されない時間が第 2 の入眠判定時間の間継続している場合には、前記第 1 の閾値を用いて、前記対象者の睡眠状態を判定することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の睡眠状態判定装置。

20

【請求項 5】

前記睡眠状態判定部は、前記対象者が入眠したと判定されない場合には、前記第 2 の閾値より大きく、かつ、前記第 1 の閾値より小さい第 3 の閾値を用いることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の睡眠状態判定装置。

【請求項 6】

前記第 2 の閾値は、判定条件に応じて設定されることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の睡眠状態判定装置。

30

【請求項 7】

対象者の生体信号を取得する生体信号取得部と、
前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出部と、
前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定部と、
を備え、
前記睡眠状態判定部は、前記生体信号取得部により取得された前記生体信号の大きさが所定の閾値より小さい場合には、前記第 1 の閾値より小さい第 2 の閾値を用いることを特徴とする睡眠状態判定装置。

40

【請求項 8】

対象者の生体信号を取得する生体信号取得部が接続可能なコンピュータに、
前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出機能と、
前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定機能と、
前記対象者が入眠したか否かを判定する入眠判定機能と、
を実現させるプログラムであって、
前記睡眠状態判定機能は、前記対象者が入眠したと判定される前には、前記第 1 の閾値より小さい第 2 の閾値を用いることを特徴とするプログラム。

50

【請求項 9】

対象者の生体信号を取得する生体信号取得部が接続可能なコンピュータに、
前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出機能と、
前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定機能と、

を実現させるプログラムであって、

前記睡眠状態判定機能は、前記生体信号取得部により取得された前記生体信号の大きさが所定の閾値より小さい場合には、前記第 1 の閾値より小さい第 2 の閾値を用いることを特徴とするプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、睡眠状態判定装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から対象者の睡眠状態として、睡眠や覚醒している状態を判定している方法は種々知られている。

【0003】

例えば、寝具上の動物の設定時点からの経過時間に応じた体動数を取得する体動数取得部と、体動数と経過時間に応じて設定された演算式とを用いて睡眠値を演算する睡眠値演算部と、睡眠値に基づいて睡眠中か否かを判定する睡眠判定部とを備えることにより、入眠したタイミングに応じて睡眠中か否かを判定することができる睡眠判定装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 233487 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

ここで、対象者の体動に基づいて睡眠を判定する場合、眠ろうとして体を動かさないでいる区間は、睡眠中の寝返りなどによる体動との差が小さく覚醒中であっても誤って睡眠と判定されやすいといった問題があった。

【0006】

上述した課題に鑑み、本発明は、対象者の状態の影響を受けることなく、適切に対象者の睡眠状態を判定することができる睡眠状態判定装置等を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の睡眠状態判定装置は、対象者の生体信号を取得する生体信号取得部と、前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出部と、前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定部と、前記対象者が入眠したか否かを判定する入眠判定部と、を備え、前記睡眠状態判定部は、前記対象者が入眠したと判定される前には、前記第 1 の閾値より小さい第 2 の閾値を用いることを特徴とする。

40

【0008】

本発明の睡眠状態判定装置は、対象者の生体信号を取得する生体信号取得部と、前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出部と、前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第 1 の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第 1 の閾値

50

以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定部と、を備え、前記睡眠状態判定部は、前記生体信号取得部により取得された前記生体信号の大きさが所定の閾値より小さい場合には、前記第1の閾値より小さい第2の閾値を用いることを特徴とする。

【0009】

本発明のプログラムは、対象者の生体信号を取得する生体信号取得部が接続可能なコンピュータに、前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出機能と、前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第1の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第1の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定機能と、前記対象者が入眠したか否かを判定する入眠判定機能と、を実現させるプログラムであって、前記睡眠状態判定機能は、前記対象者が入眠したと判定される前には、前記第1の閾値より小さい第2の閾値を用いることを特徴とする。

10

【0010】

本発明のプログラムは、対象者の生体信号を取得する生体信号取得部が接続可能なコンピュータに、前記生体信号から前記対象者の活動量を算出する活動量算出機能と、前記活動量から睡眠状態判定値を算出し、当該睡眠状態判定値が第1の閾値を超えた場合には覚醒と、前記第1の閾値以下の場合には睡眠と前記対象者の睡眠状態を判定する睡眠状態判定機能と、を実現させるプログラムであって、前記睡眠状態判定機能は、前記生体信号取得部により取得された前記生体信号の大きさが所定の閾値より小さい場合には、前記第1の閾値より小さい第2の閾値を用いることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0011】

本願発明によれば、対象者が眠ろうとしている区間は、第1の判定方法より睡眠と判定されにくい第2の判定方法を用いて、睡眠状態を判定することとなる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態における全体を説明するための図である。

【図2】第1実施形態における構成を説明するための図である。

【図3】第1実施形態におけるパラメータについて説明するための図である。

【図4】第1実施形態における構成を説明するための図である。

30

【図5】第1実施形態における睡眠状態判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図6】第1実施形態における入眠判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図7】第1実施形態における効果を説明するための図である。

【図8】第2実施形態における入眠判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図9】第2実施形態における効果を説明するための図である。

【図10】第3実施形態における睡眠状態判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図11】第4実施形態における睡眠状態判定処理を説明するための動作フロー図である。

【図12】第5実施形態における睡眠状態判定処理を説明するための動作フロー図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明を実施するための一つの形態について説明する。具体的には、本発明の睡眠判定装置を適用した場合について説明するが、本発明が適用される範囲は当該実施形態に限定されるものではない。

【0014】

[1. 第1実施形態]

[1.1 システム全体]

図1は、本発明の睡眠判定装置を適用したシステム1の全体概要について説明するため

50

の図である。図 1 に示すように、システム 1 は、ベッド 10 の床部と、マットレス 20 の間に載置される検出装置 3 と、検出装置 3 より出力される値を処理するため処理装置 5 を備えて構成されている。この検出装置 3、処理装置 5 とで生体情報の出力装置であり、睡眠状態を判定するシステムを構成している。

【0015】

マットレス 20 に、対象者（以下、一例として「患者 P」とする）が在床すると、対象者である患者 P の生体信号として体振動（人体から発せられる振動）を検出装置 3 が検出する。そして、検出された振動に基づいて、患者 P の生体情報値が算出される。本実施形態においては、算出された生体情報値（例えば、呼吸数、心拍数、活動量）を、患者 P の生体情報値として出力・表示することができる。なお、例えば検出装置 3 に記憶部、表示部等を設けることにより一体に形成されてもよい。また、処理装置 5 は、汎用的な装置で良いため、コンピュータ等の情報処理装置に限られず、例えばタブレットやスマートフォン等といった装置で構成されてもよい。

10

【0016】

また、対象者としては、病気療養中の者であったり、介護が必要なものであったりしてもよい。また、介護が必要でない健康な者であっても、高齢者でも子供でも、障害者でも、人でなくても動物でも良い。

【0017】

ここで、検出装置 3 は、厚さが薄くなるようにシート状に構成されている。これにより、ベッド 10 と、マットレス 20 の間に載置されたとしても、患者 P に違和感を覚えさせることなく使用できるため、寝床での生体情報値を長期間測定できることとなる。すなわち、対象者が臥床時、安静時に患者の状態として生体情報値等を取得することとなる。

20

【0018】

また、検出装置 3 により、患者 P のベッド装置上での位置や姿勢を判定することができる。例えば、患者がマットレス 20 の上の姿勢が横臥位や座位であるのかを判定したり、マットレス上のどの位置で寝ているのか、どの向きで寝ているのかを判定したりすることができる。

【0019】

なお、検出装置 3 は、患者 P の生体信号（体動や呼吸運動や心弾動等）を取得できればよい。本実施形態においては、体振動に基づいて心拍数や呼吸数も算出可能であるが、例えば赤外線センサを用いて検出したり、取得された映像等により患者 P の生体信号を取得したり、歪みゲージ付きアクチュエータを利用したりしても良い。また、内蔵された加速度センサ等を利用することにより、例えばベッド 10 上に載置されたスマートフォンや、タブレット等で実現してもよい。

30

【0020】

[1.2 構成]

つづいて、システム 1 の構成について、図 2 から図 4 を参照して説明する。本実施形態におけるシステム 1 は、検出装置 3 と、処理装置 5 とを含む構成となっており、各機能部（処理）は、生体信号取得部 200 以外についてはどちらで実現されても良い。すなわち、これらの装置を組み合わせることにより、睡眠判定装置として機能する。

40

【0021】

システム 1（睡眠判定装置）は、制御部 100 と、生体信号取得部 110 と、生体情報値算出部 120 と、睡眠状態判定部 130 と、患者状態取得部 140 と、記憶部 150 と、入力部 160 と、出力部 170 とを含んでいる。

【0022】

制御部 100 は、システム 1 の動作を制御している。例えば、CPU（Central Processing Unit）等の制御装置である。制御部 100 は、記憶部 150 に記憶されている各種プログラムを読み出して実行することにより各種処理を実現することとなる。なお、本実施形態においては、制御部 100 は全体として動作しているが、後で説明する図 4 のように検出装置 3、処理装置 5 のそれぞれに設けることもできるものである。

50

【 0 0 2 3 】

生体信号取得部 1 1 0 は、患者 P の生体信号を取得する。本実施形態では、一例として、圧力変化を検出するセンサを利用して生体信号の一種である体振動が取得される。取得された生体信号は、生体情報値算出部 1 2 0、睡眠状態判定部 1 3 0、患者状態取得部 1 4 0 とでそれぞれ処理される。

【 0 0 2 4 】

また、生体信号取得部 1 1 0 は、例えば、圧力センサにより患者の体振動を取得してもよいし、荷重センサにより、患者の重心位置（体動）の変化により生体信号を取得することとしてもよい。また、圧力センサの代わりにマイクロフォンを設けることにより、マイクロフォンが拾う音に基づいて生体信号を取得しても良い。また、マイクロ波やレーザー
10
スペックルなどで生体や寝具の変位に基づいて生体信号を取得しても良い。また、加速度センサや重力センサの出力値から、生体信号を取得してもよい。このように、何れかの方法を用いて生体信号を取得できればよい。

【 0 0 2 5 】

生体情報値算出部 1 2 0 は、患者 P の生体情報値（呼吸数・心拍数・活動量等）を算出する。本実施形態では、生体信号取得部 1 1 0 より取得された体動（体振動）から呼吸成分・心拍成分を抽出し、呼吸間隔、心拍間隔に基づいて呼吸数、心拍数を求めても良い。また、体動の周期性を分析（フーリエ変換等）し、ピーク周波数から呼吸数、心拍数を算出してもよい。また、生体情報値算出部 1 2 0 は、生体情報値として活動量を算出する
20
場合には活動量算出部として機能する。

【 0 0 2 6 】

睡眠状態判定部 1 3 0 は、患者の睡眠状態を判定するための機能部である。例えば、生体信号取得部 1 1 0 により取得された生体信号に基づいて、患者の睡眠状態を判定する。睡眠状態としては「覚醒」「睡眠」と判定してもよいし、更に睡眠を「レム睡眠」「ノンレム睡眠」と判定してもよいし、眠りの深さを判定してもよい。また、生体情報値算出部 1 2 0 で算出された生体情報値や、生体信号の変化と組み合わせて睡眠状態を判定してもよい。

【 0 0 2 7 】

患者状態取得部 1 4 0 は、患者の状態を取得している。例えば、生体信号取得部 1 1 0 により取得された生体信号や、ベッド 1 0 に別に設けられた荷重センサ等により、患者の
30
状態（離床・在床等）を取得する。

【 0 0 2 8 】

更に、生体信号取得部 1 1 0 により取得される生体信号（例えば、体振動データ）に基づいて患者の臥床状態（例えば、患者 P が臥床しているか否か、在床、離床や端座位等）を取得してもよい。

【 0 0 2 9 】

また、本実施形態では、患者の離床 / 在床を患者状態取得部 1 4 0 で取得しているが、睡眠状態判定部 1 3 0 が併せて判定してもよい。

【 0 0 3 0 】

記憶部 1 5 0 は、システム 1 が動作するための各種データ及びプログラムを記憶している。制御部 1 0 0 は、記憶部 1 5 0 に記憶されているプログラムを読み出して実行することにより、各種機能を実現することとなる。ここで、記憶部 1 5 0 は、半導体メモリ（例えば、SSD（Solid State Drive）やSDカード（登録商標））や、磁気ディスク装置（例えば、HDD（Hard Disk Drive））等により構成されている。また、記憶部 1 5 0 は、内蔵される記憶装置であってもよいし、着脱可能な外部記憶装置であってもよい。また、クラウド等の外部サーバの記憶領域であってもよい。
40

【 0 0 3 1 】

記憶部 1 5 0 には、生体情報データ 1 5 2 と、患者状態データ 1 5 4 と、パラメータテーブル 1 5 6 とが記憶されている。

【 0 0 3 2 】

生体情報データ152は、生体信号取得部110から取得された生体信号(体動)に基づいて、生体情報値算出部120が算出した生体情報値・生体情報が記憶されている。なお、本実施形態では、呼吸数・心拍数・活動量・体動が必要に応じて記憶される。また、生体情報値算出部120により算出可能な生体情報値であれば他の情報(例えば、呼吸振幅の変動等)にもとづく呼吸障害指数、体動の周期性にもとづく周期性体動指数)をさらに記憶しても良い。

【0033】

患者状態データ154は、患者の状態が記憶されている。患者の状態としては、睡眠状態判定部130により判定された睡眠状態として「睡眠」「覚醒」が記憶されたり、患者状態取得部140により取得された患者状態として「在床」「離床」が記憶されたりしている。また、「睡眠」は、「レム睡眠」「ノンレム睡眠」といった睡眠の種類(段階)が更に記憶されてもよいし、「在床」は「端座位」や「側臥位」といった患者の姿勢・位置が更に記憶されてもよい。

10

【0034】

パラメータテーブル156は、各種パラメータを記憶するテーブルである。本実施形態では、図3に示すように、睡眠判定閾値(例えば、「1.0」と、入眠判定時間(例えば、「6分」と、第2入眠判定時間(例えば、「20分」と、覚醒判定時間(例えば、「6分」とを記憶している。なお、各パラメータについては、後述する処理で説明する。

【0035】

上述した構成のうち、生体情報値算出部120、睡眠状態判定部130、患者状態取得部140は、ソフトウェアにより実現されてもよい。例えば、制御部100は、記憶部150に記憶されたソフトウェア(プログラム)を読み出して実行することにより、各機能が実現される。すなわち、ソフトウェアが実行されることで、制御部100が各構成として機能する。

20

【0036】

また、制御部100は、図6の入眠判定処理を実行することにより、入眠判定部として機能する。入眠判定処理は、単独のプログラムであってもよいし、他のプログラムのサブルーチンとして実行されてもよい。また、制御部100は、生体情報値として活動量を算出する活動量算出部として機能してもよい。

30

【0037】

また、図2はシステム1として概念的に構成を説明したものである。これらの構成は、例えば1つの振動検出可能な装置で実現されてもよいし、図1のように、検出装置3、処理装置5と分かれて構成されてもよい。また、処理装置5の代わりに、同じサービスを提供可能な外部サーバで実現されてもよい。

【0038】

図2のシステム1を、図1の検出装置3及び処理装置5で実現する場合について、図4を参照して説明する。検出装置3は、制御部300と、センサである生体信号取得部320と、記憶部330と、通信部390とを含んでいる。

【0039】

また、制御部300は、記憶部330に記憶されたソフトウェア(プログラム)を実行することにより、生体情報値算出部310として機能する。生体信号取得部320で取得された生体信号に基づいて、生体情報値算出部310は生体情報値を算出する。そして、算出された生体情報値は、生体情報データ340に記憶されたり、通信部390を介して、処理装置5に送信されたりする。また、併せて生体信号取得部320で取得された生体信号も、通信部390を介して処理装置5に送信可能である。

40

【0040】

検出装置3から処理装置5に生体情報値(生体情報)を送信するタイミングや、生体情報データ340に生体情報値(生体情報)を記憶するタイミングとしては、リアルタイムであってもよいし、所定時間毎であってもよい。

50

【 0 0 4 1 】

なお、生体信号取得部 3 2 0 は、図 2 の生体信号取得部 1 1 0 であり、生体情報値算出部 3 1 0 は、図 2 の生体情報値算出部 1 2 0 である。また、通信部 3 9 0 は、例えば、ネットワーク（例えば、LAN/WAN）に接続可能な通信インタフェースである。

【 0 0 4 2 】

処理装置 5 は、制御部 5 0 0 と、記憶部 5 3 0 と、入力部 5 4 0 と、出力部 5 5 0 と、通信部 5 9 0 とを含んでいる。処理装置 5 は、検出装置 3 から、通信部 5 9 0 を介して生体情報値や、生体信号を受信する。受信された生体情報値は、生体情報データ 5 3 2 に記憶される。

【 0 0 4 3 】

制御部 5 0 0 は、記憶部 5 3 0 に記憶されているソフトウェア（プログラム）を実行することにより、睡眠状態判定部 5 1 0 や、患者状態取得部 5 2 0 として機能する。受信された生体情報値や、生体信号に基づいて、睡眠状態判定部 5 1 0 は睡眠状態を判定する。同様に、受信された生体情報値や、生体信号に基づいて、患者状態取得部 5 2 0 は患者状態を取得する。睡眠状態及び患者状態は、患者状態データ 5 3 4 に記憶される。

10

【 0 0 4 4 】

なお、睡眠状態判定部 5 1 0 は、図 2 の睡眠状態判定部 1 3 0 である。患者状態取得部 5 2 0 は、図 2 の患者状態取得部 1 4 0 である。入力部 5 4 0 は、図 2 の入力部 1 6 0 である。出力部 5 5 0 は、図 2 の出力部 1 7 0 である。記憶部 5 3 0 は、図 2 の記憶部 1 5 0 である。

20

【 0 0 4 5 】

[1 . 3 処理の流れ]

つづいて、本実施形態における睡眠状態判定処理について、図 5 を参照して説明する。まず、制御部 1 0 0 は、対象者である患者が就床したか否かを判定する（ステップ S 1 0 2）。就床したか否かの判定は、例えば患者状態取得部 1 4 0 が、患者が「在床」した（例えば、患者が「臥位」となった）ことを取得し、このタイミングから就床したと判定する。

【 0 0 4 6 】

つづいて、制御部 1 0 0 は、睡眠判定閾値を第 1 閾値から第 2 閾値に変更する（ステップ S 1 0 4）。睡眠判定閾値は、患者が睡眠状態であるか、覚醒状態であるかを判定する閾値である。本実施形態では、通常の場合を第 1 閾値とし、入眠期と判定された場合には、第 1 閾値より小さい値である第 2 閾値に変更される。なお、第 1 閾値「1」とした場合、第 2 閾値としては、好ましくは「0.5」以下であり、本実施形態では「0.05」である。

30

【 0 0 4 7 】

ここで、就床直後については、患者が入眠期であると判定し、入眠期である間（入眠潜在の間）は睡眠/覚醒を判定する睡眠閾値を第 1 閾値より小さい第 2 閾値にすることで、「覚醒」と判定されやすく（換言すれば「睡眠」と判定されにくく）している。

【 0 0 4 8 】

これは、入眠期の患者は覚醒の状態であるにもかかわらず、動かないことが多いためであり、覚醒状態を睡眠と誤判定しないようにするためである。したがって、入眠期でなくなった（すなわち、患者が眠りに入った）ときまで、第 2 閾値で睡眠/覚醒の判定をおこなう。

40

【 0 0 4 9 】

つづいて、睡眠状態判定部 1 3 0（制御部 1 0 0）は、睡眠覚醒判定処理を実行する（ステップ S 1 0 6）。睡眠覚醒判定処理としては、例えば、ある一定時間範囲において取得された活動量に基づいて、ある時点の睡眠状態を判定する。

【 0 0 5 0 】

例えば、睡眠/覚醒を判定する時点（睡眠判定時）の活動量が A_0 、1 分前の活動量を A_{-1} 、1 分後の活動量を A_{+1} ・・・と表した場合、

50

睡眠判定値 D

$$= 0.001 \times (1.25 \times A_{-4} + 0.89 \times A_{-3} + 0.80 \times A_{-2} + 0.86 \times A_{-1} + 2.42 \times A_0 + 1.26 \times A_{+1} + 1.20 \times A_{+2})$$

と、表す。すなわち、睡眠状態判定部 130 は、睡眠判定時の 4 分前の活動量 A_{-4} から、2 分後の活動量 A_{+2} を利用し、睡眠判定時における患者の睡眠状態を判定する。

【0051】

そして、睡眠状態判定部 130 は、睡眠判定値 D が睡眠判定閾値以上であれば「覚醒」、睡眠判定閾値未満であれば「睡眠」と判定する。

【0052】

例えば、ステップ S106 における睡眠覚醒判定処理は、睡眠判定閾値として「0.05」が設定されており、「0.05」以上であれば「覚醒」と判定する。

10

【0053】

つづいて、患者が入眠したか否かを、睡眠判定処理により判定する（ステップ S108）。ここで、患者がまだ入眠していない場合は、ステップ S106 に戻り、患者の睡眠状態として睡眠 / 覚醒とが判定される。

【0054】

入眠判定処理について、図 6 を参照して説明する。入眠判定処理とは、患者が睡眠に入った（入眠した）か否かを判定する処理である。様々な入眠の定義が用いられているが、最も単純には、消灯又は就床後、初めて睡眠状態と判定された区間を入眠とする。したがって、本実施形態では、患者の睡眠状態として「睡眠」と判定されたタイミングを判定する。

20

【0055】

具体的には、まず患者の睡眠状態を取得する（ステップ S152）。つづいて、当該睡眠状態が「睡眠」である場合には、入眠したと判定する（ステップ S154；Yes ステップ S156）。なお、入眠したと判定された結果は、例えばフラグにより反映してもよいし、入眠状態という属性を持たせてもよい。

【0056】

また、本実施形態は説明の都合上、図 5 と別の処理として説明しているが、図 5 のステップ S108 において、制御部 100 は、単純に患者の睡眠状態を「睡眠」と判定した場合に、入眠としてもよい。

30

【0057】

また、睡眠状態が「睡眠」と判定された場合に、患者が入眠したと判定しているが、複数回連続して「睡眠」と判定された場合に、患者が入眠したと判定してもよい。例えば、以下のような場合であってもよい。

【0058】

(1) 初めて「睡眠」と判定された区間を入眠とする。ただし、その「睡眠」が所定時間以上（例えば、3分、5分、10分）持続することを条件として、その「睡眠」の始まりを入眠とする。

また、生体情報から「睡眠」の状態が段階的に判定されている場合には、

(2) 初めて睡眠段階のいずれかと判定された区間を入眠とする。ただし、その睡眠段階が段階 1 の場合、引き続き段階 2、3、REM のいずれかに移行することを条件として、その段階 1 の始まりを入眠とする。

40

(3) 初めて睡眠段階のいずれかと判定された区間を入眠とする。ただし、その睡眠段階が段階 1 の場合、段階 1 又はそれに引き続く段階 2、3、REM が所定の時間以上（例えば、3分、5分、10分）持続することを条件として、その段階 1 の始まりを入眠とする。

(4) 初めて睡眠段階 2、3、REM のいずれかと判定された区間を入眠とする。

(5) 初めて睡眠段階 2、3、REM のいずれかと判定された区間を入眠とする。ただし、その段階 2 又はそれに引き続く段階 3、REM が所定の時間以上（例えば、3分、5分、10分）持続することを条件として、その段階 2 の始まりを入眠とする。

50

【 0 0 5 9 】

図 5 に戻り処理を説明すると、患者が入眠したと判定された場合には（ステップ S 1 0 8 ; Y e s ）、睡眠判定閾値を第 1 閾値に変更する（ステップ S 1 1 0 ）。すなわち、患者が入眠し、睡眠状態が睡眠に遷移したため、第 2 閾値より大きい第 1 閾値に変更する。これにより、睡眠状態判定部 1 3 0 は、通常通り睡眠 / 覚醒を判定することとなる。

【 0 0 6 0 】

睡眠状態判定部 1 3 0 は、睡眠覚醒判定処理を実行する（ステップ S 1 1 2 ）。このときは、睡眠判定閾値は第 1 閾値（例えば、「 1 . 0 」）に設定されている。

【 0 0 6 1 】

この後、制御部 1 0 0 は、覚醒判定時間以上の連続覚醒を検出すると、ステップ S 1 0 4 に処理を遷移して実行する（ステップ S 1 1 4 ; Y e s ステップ S 1 0 4 ）。覚醒判定時間は、対象者が覚醒したと判定する時間である。例えば、本実施形態の場合は「 6 分」と設定されている。

【 0 0 6 2 】

制御部 1 0 0 は、「 6 分」の間、連続して患者の睡眠状態として覚醒が検出された場合、もしくは「 1 分」の間、連続して患者の睡眠状態として離床が検出された場合には、再び入眠時の判定を行う。これにより、中途覚醒後における入眠時にも適切な睡眠状態を判定することができる。

【 0 0 6 3 】

なお、覚醒判定時間以上の連続覚醒が検出されない場合には、睡眠状態判定部 1 3 0 は、睡眠覚醒判定処理を継続して実行する（ステップ S 1 1 4 ; N o ステップ S 1 1 2 ）。

【 0 0 6 4 】

また、制御部 1 0 0 は、上述した処理中に、患者の睡眠状態が判定できなくなった場合（例えば、生体信号が取得されなくなった、離床が検出された、患者 / 操作者により操作が中止された等）に、本処理を終了してもよい。

【 0 0 6 5 】

[1 . 4 効果]

このように、本実施形態によれば、患者の入眠期の睡眠 / 覚醒判定を、他期間より睡眠となりにくいように設定することができる。これにより、患者の睡眠状態を適切に判定することが可能となる。すなわち、対象者が眠ろうとしている区間は、第 1 の判定方法より睡眠と判定されにくい第 2 の判定方法を用いて、睡眠状態を判定することとなる。したがって、眠ろうとして体を動かさないことが多い入眠時期の場合と、眠りながらなど自然な体の動きがある通常時期とで異なる判定方法を利用することにより、適切に睡眠状態が判定されることとなる。

【 0 0 6 6 】

図 7 は、患者が睡眠状態となる迄の時間（就床から睡眠状態となる迄の時間）である入眠潜時を示したグラフである。横軸は P S G（睡眠ポリグラフ記録：Polysomnogram）によって判定された入眠潜時（単位：分）を表したものであり、縦軸は本実施形態で説明したセンサを利用した非装着型装置によって判定された入眠潜時（単位：分）を表したものである。

【 0 0 6 7 】

図 7（ a ）は、睡眠判定閾値を「 1 」とした場合のグラフであり、図 7（ b ）は、睡眠判定閾値を「 0 . 0 5 」とした場合のグラフである。

【 0 0 6 8 】

図 7（ a ）では、P S G で判定された横軸の入眠潜時と、非装着型装置によって判定された縦軸の入眠潜時では、値が大きく異なっている。すなわち、非装着型装置によって判定された入眠時の方が、P S G で判定されたものより短めに出ており、実際より入眠潜時が短く判定されやすくなっている。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

しかし、図7(b)に示すように、測定開始時(すなわち、就寝直後)の睡眠判定閾値を「0.05」とした場合、PSGで判定された横軸の入眠潜時と、非装着型装置によって判定された縦軸の入眠潜時では、より良好な相関関係が得られる結果となっている。

【0070】

このように、入眠期の睡眠/覚醒判定を、睡眠判定閾値を変更することにより、他の期間より睡眠となりにくいように設定することで、正しく睡眠状態を判定することができる。特に、寝つきの良し悪しを判定したり、眠りの質を評価したりする場合に、覚醒状態から眠りに入るまでの所要時間である入眠潜時が利用される場合があるが、この場合に、より正しい時間を取得することができるようになる。

【0071】

[2.第2実施形態]

第2実施形態について説明する。第1実施形態は、入眠判定として、最初に患者の睡眠状態として「睡眠」と判定されることを利用した。本実施形態は、入眠判定として、活動量を利用するものである。

【0072】

本実施形態は、第1実施形態における図6の入眠判定を図8の入眠判定に置き換えたものであり、その他の構成、処理については同一である。

【0073】

本実施形態では、睡眠状態判定部130は、患者の活動量を取得する(ステップS202)。そして、睡眠状態判定部130は、活動量が略「0」が、入眠判定時間継続している場合には(ステップS204; Yes)、患者は入眠したと判定する。

【0074】

ここで、入眠判定時間は、活動量が略「0」(すなわち、活動量が「0」であることが好ましいが、例えばおおむね「0」となる場合も含まれるものとする)が継続した場合に入眠したと判定する時間である。パラメータテーブル156に記憶される値であり、本実施形態では「6分」としているが、「5分」~「10分」の間であればよい。

【0075】

図9は、患者が睡眠状態となる迄の時間である入眠潜時を示したグラフである。横軸はPSG(睡眠ポリグラフ記録: Polysomnogram)によって判定された入眠潜時(単位:分)を表したものであり、縦軸は本実施形態で説明したセンサを利用した非装着型装置によって判定された入眠潜時(単位:分)を表したものである。

【0076】

図9に示されるように、PSGで判定された入眠潜時と、本実施形態を適用した入眠潜時とでは従来法と比較して相関関係が高いことが解る。したがって、本実施形態においても、入眠期における睡眠状態を適切に判定することが可能である。

【0077】

なお、第1実施形態と第2実施形態とを組み合わせ適用してもよい。すなわち、第1実施形態において患者が入眠したと判定されたときと、第2実施形態において患者が入眠したと判定されたときとを2つ求めることとする。

【0078】

そして、より早いタイミングで入眠されたと判定された方を、患者が入眠したとして利用し、睡眠判定閾値を通常第1閾値に戻す処理を行ってもよい。また、第1閾値で判定した時刻から第2閾値で睡眠と判定される時刻までの区間を、「覚醒から睡眠への移行状態」として通常覚醒や睡眠と別けて判定してもよい。

【0079】

[3.第3実施形態]

第3実施形態について説明する。第3実施形態は、入眠判定処理において、患者の入眠が判定されない場合に、睡眠判定閾値を通常第1閾値に戻す実施形態である。

【0080】

本実施形態は、第1実施形態の図5の処理を、図10に置き換えたものとして説明する

10

20

30

40

50

。なお、第2実施形態においても同様に適用可能である。

【0081】

ステップS108において、制御部100は、患者が入眠と判定されていない場合に（ステップS108；No）、入眠と判定されていない時間が第2入眠判定時間経過しているかを判定する（ステップS302）。ここで、第2入眠判定時間とは、入眠と判定されない時間の閾値となる時間である。制御部100は、第2入眠判定時間を経過した場合に、睡眠判定閾値を第2閾値から第1閾値に戻すこととなる。

【0082】

入眠と判定されていない時間が第2入眠判定時間現れない場合、制御部100は睡眠判定閾値を第1閾値に変更する（ステップS302；Yes ステップS110）。これは、就床から（覚醒から）第2入眠判定時間経過した場合には、通常の基準で睡眠/覚醒を判定するといった処理を行う。

【0083】

第2入眠判定時間は、パラメータテーブル156に記憶されており、本実施形態の場合、例えば「20分」としているが、「10分」～「30分」の間であればよい。なお、第2入眠判定時間は、例えば患者の主観的な入眠潜時の最大値や平均時間を記憶してもよいし、病状により変更してもよい。例えば、不眠症、うつ病の場合は、入眠時は体動が少なく「睡眠」と判定されやすく入眠潜時が過小評価されやすいため、第2入眠判定時間を長くするといったことが考えられる。また、睡眠中に不随意運動が持続的に生じている場合は、本実施形態では「睡眠」と判定されることがほとんどなくなってしまう。第2入眠判定時間経過後には、睡眠判定閾値を通常の閾値である第1閾値に変更することで、入眠潜時の過大評価を防ぐことができる。

【0084】

[4.第4実施形態]

第4実施形態について説明する。第4実施形態は、入眠判定処理において、患者の入眠が判定されない場合に、各パラメータを変更することにより、入眠を判定する条件等を変更する実施形態である。

【0085】

本実施形態は、第3実施形態の図10の処理を、図11に置き換えたものとして説明する。なお、他の実施形態においても同様に適用可能である。

【0086】

入眠判定処理により、患者が入眠と判定されない場合、第2入眠判定時間は経過していないときに、各パラメータ値を変更する（ステップS302；No ステップS402）。なお、第1実施形態の図5に適用する場合には、ステップS302の判定は不要となる。ここでパラメータ値を変更する方法としては、以下のような方法が考えられる。

【0087】

(1) 入眠判定時間を短くする。例えば、「6分」から「3分」に変更する。

(2) 睡眠判定閾値を変更する。例えば、睡眠判定閾値を「0.05」から「0.1」に変更する。すなわち、第1の閾値より小さく、第2の閾値より大きい第3の閾値に変更する。

(3) 睡眠判定閾値を段階的に変更する。例えば、睡眠判定閾値を、就床から15分経過したら「0.25」、就床から30分経過したら「0.5」、就床から45分経過したら「0.75」、就床から1時間経過したら「1」にする。すなわち、第3の閾値として、段階的な閾値を利用する。

【0088】

また、これらのパラメータ値の変更は、患者毎に変化させてもよい。例えば、病歴や年齢、時刻、就床時刻迄の睡眠状態に基づいて、パラメータ値を決定してもよい。

【0089】

このように、パラメータ値を変更することで、より適切な睡眠判定を行うことが可能となる。例えば、人には時刻に応じて眠りやすい時間帯があり、ある程度は連続的に変化し

10

20

30

40

50

ているはずである。閾値を段階的に変化させることで、実際に近い判定が可能となる。

【0090】

[5 . 第 5 実施形態]

第 5 実施形態について説明する。上述した実施形態は、入眠期における睡眠状態の判定について説明した。これは、入眠期は、患者が動かないために、睡眠と判定されやすいため、睡眠判定閾値を変更することで、覚醒となりやすいように設定していた。

【0091】

本実施形態は、睡眠と判定されやすい環境として、センサへの入力小さい場合について説明する。これらの場合としては、例えばベッド上で座位や端座位である場合、ベッド上で患者がセンサから離れた位置にいる場合に起こりやすい場合である。

【0092】

すなわち、従来は対象者である患者の生体信号を取得し、睡眠状態を判定する場合、取得される生体信号が弱かったりして、正しく取得出来ない場合、適切に睡眠状態を判定できないという課題があった。本実施形態は当該課題を解決するものである。

【0093】

本実施形態は、第 1 実施形態の図 5 の処理を、図 1 2 に置き換えたものとして説明する。なお、他の実施形態においても同様に適用可能である。

【0094】

まず、生体信号取得部 1 1 0 から取得される静止時の生体信号値（信号強度）が、所定の信号閾値未満であるか否かを判定する（ステップ S 5 0 2）。ここで、生体信号値が、所定の信号閾値以上であれば、通常通り睡眠覚醒判定処理を実行する（ステップ S 5 0 2 ; No ステップ S 1 1 2）。なお、静止時に生体信号取得部が検出する最も大きい生体信号値が呼吸運動である場合、呼吸運動に相当する周波数領域の信号強度を信号閾値との比較に用いる。

【0095】

しかし、生体信号値が、所定の信号閾値未満である場合には、睡眠判定閾値を第 2 閾値に変更する（ステップ S 5 0 2 ; Yes ステップ S 1 0 4）。そして、睡眠覚醒判定処理を実行し、生体信号値（信号強度）が、信号閾値以上となった場合に、睡眠判定閾値を第 1 閾値に変更する（ステップ S 1 0 6 ステップ S 5 0 4 ; Yes ステップ S 1 1 0）。

【0096】

本実施形態によれば、生体信号値（生体信号の信号強度）が、所定の信号閾値以上であれば通常の睡眠判定閾値で睡眠 / 覚醒が判定される。しかし、生体信号値が所定の信号強度未満と小さい場合には、睡眠となりにくい閾値に睡眠判定閾値が変更され、睡眠 / 覚醒が判定される。

【0097】

[6 . 第 6 実施形態]

第 6 実施形態について説明する。第 6 実施形態は、睡眠判定閾値を、患者の睡眠環境等に応じて複数設定可能な実施形態である。

【0098】

例えば、図 5 の睡眠状態判定処理のステップ S 1 0 4 において、睡眠判定閾値を第 2 閾値に変更する。このとき、第 2 閾値として設定される値（パラメータ）を複数有しており、例えば就床時刻や、患者の状態（例えば睡眠不足である、昼寝をした、飲酒をした等）といった判定条件に応じて、設定する値を変えても良い。

【0099】

例えば、日中は夜間と比較して眠りにくいはずであるが、テレビや読書のために活動量が低く算出される、検出装置の種類によっては日中の状態として多い座位における体動の検出感度が低いなど日中の活動量が低く算出される傾向があるために、日中のほうが睡眠と判定されやすい場合もある。このような場合は、日中は低い閾値（睡眠と判定されにくい閾値）、夜間は高い閾値（睡眠と判定されやすい閾値）など、生体リズム、睡眠傾向曲

10

20

30

40

50

線、活動量検出感度の日内リズムといった判定条件に基づいた閾値とすることで適切な判定が可能となる。

【0100】

また、図11と組み合わせた場合には、更に段階的にパラメータ値を変更することができる。これにより、より適切な判定が可能となる。

【0101】

[7. 変形例]

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も特許請求の範囲に含まれる。

10

【0102】

また、本実施形態においては、検出装置3で出力された結果に基づき、処理装置5において生体情報を出力しているが、検出装置3で全て算出してもよい。また、端末装置（例えばスマートフォン、タブレット、コンピュータ）にアプリケーションをインストールして実現するだけでなく、例えばサーバ側で処理をして、処理結果を端末装置に返しても良い。

【0103】

例えば、検出装置3から、生体情報をサーバにアップロードすることで、サーバ側で上述した処理を実現してもよい。この検出装置3は、例えば加速度センサ、振動センサを内蔵したスマートフォンのような装置で実現してもよい。

20

【0104】

また、実施形態において各装置で動作するプログラムは、上述した実施形態の機能を実現するように、CPU等を制御するプログラム（コンピュータを機能させるプログラム）である。そして、これら装置で取り扱われる情報は、その処理時に一時的に一時記憶装置（例えば、RAM）に蓄積され、その後、各種ROMやHDD、SSDの記憶装置に格納され、必要に応じてCPUによって読み出し、修正・書き込みが行なわれる。

【0105】

また、市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、インターネット等のネットワークを介して接続されたサーバコンピュータに転送したりすることができる。この場合、サーバコンピュータの記憶装置も本発明に含まれるのは勿論である。

30

【符号の説明】

【0106】

1 システム

100 制御部

110 生体信号取得部

120 生体情報値算出部

130 睡眠状態判定部

140 患者状態取得部

150 記憶部

152 生体情報データ

154 患者状態データ

156 パラメータテーブル

160 入力部

170 出力部

3 検出装置

300 制御部

310 生体情報算出部

320 生体信号取得部

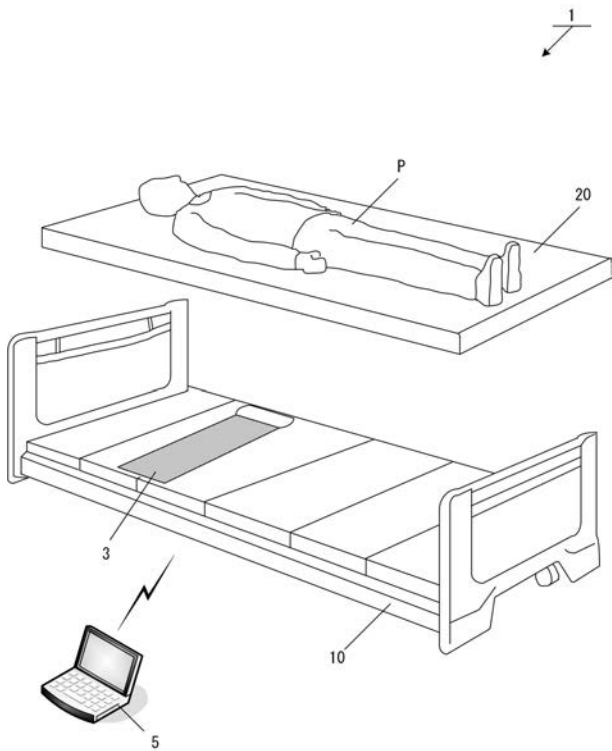
330 記憶部

40

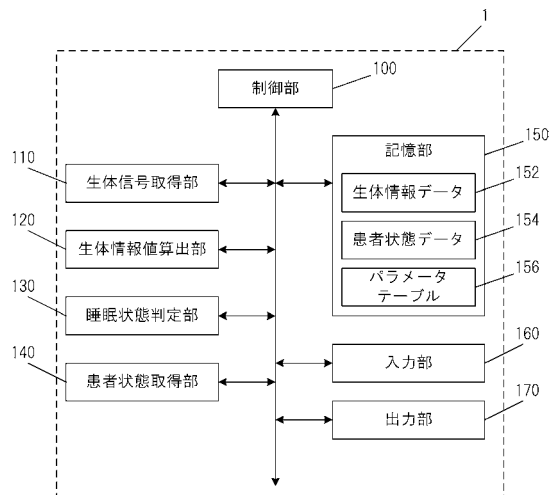
50

- 340 生体情報データ
- 390 通信部
- 5 処理装置
 - 500 制御部
 - 510 睡眠状態判定部
 - 520 患者状態取得部
 - 530 記憶部
 - 532 生体情報データ
 - 534 睡眠状態データ
 - 535 パラメータテーブル
 - 540 入力部
 - 550 出力部
 - 590 通信部
- 10 ベッド
- 20 マットレス

【図1】



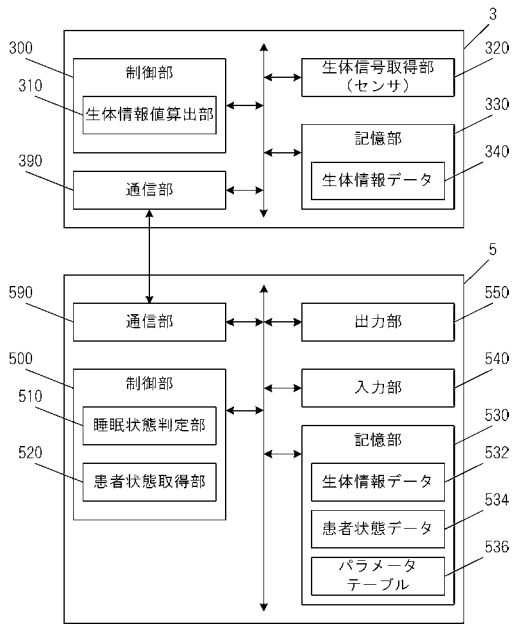
【図2】



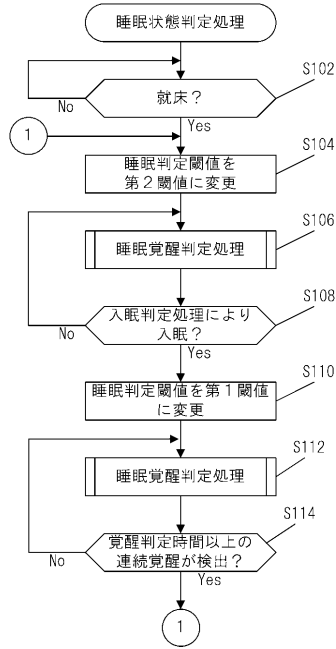
【図3】

パラメータ	値
睡眠判定閾値	1.0
入眠判定時間	6分
第2入眠判定時間	20分
覚醒判定時間	6分

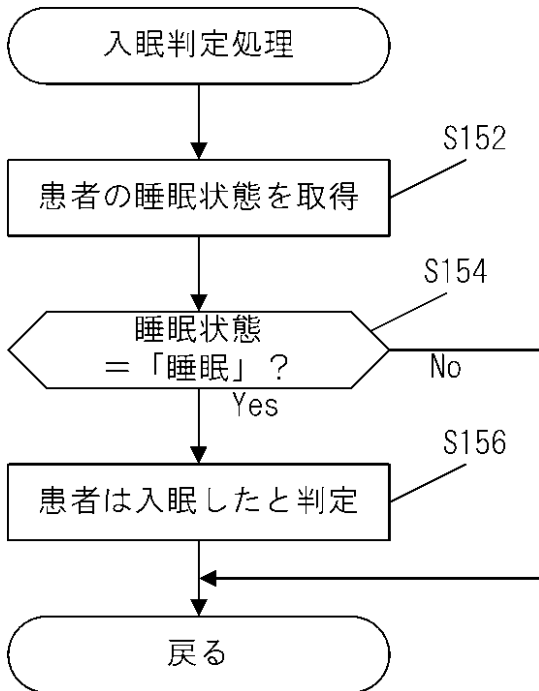
【図4】



【図5】

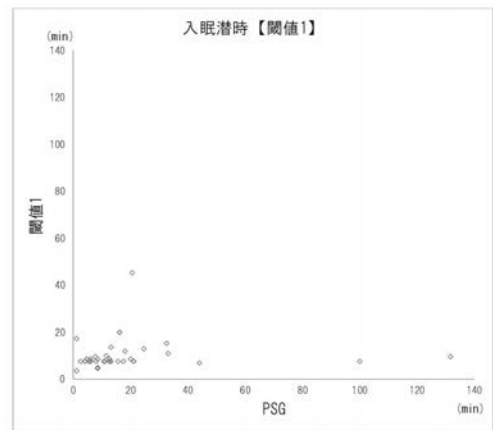


【図6】

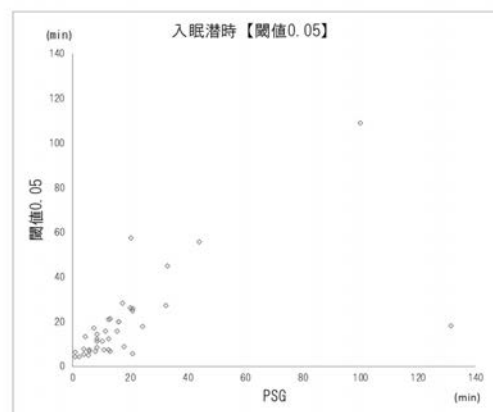


【図7】

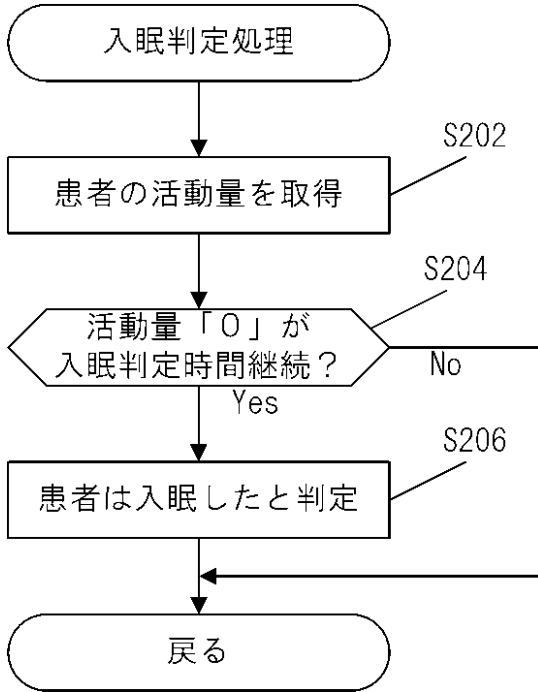
(a)



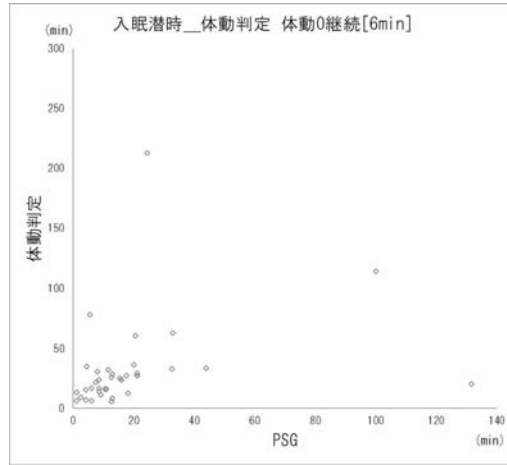
(b)



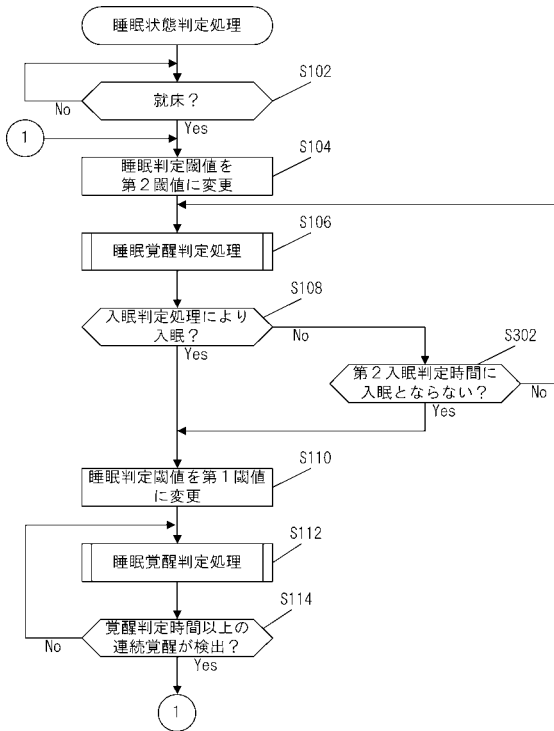
【図 8】



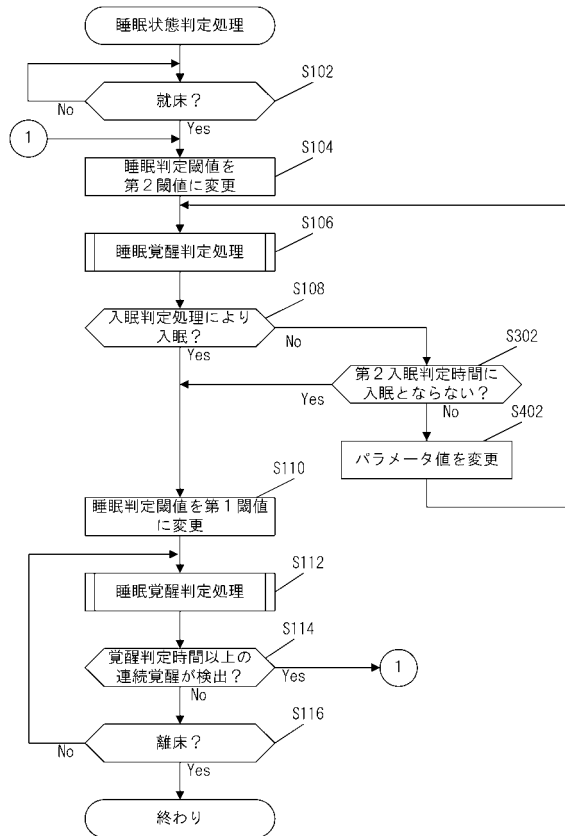
【図 9】



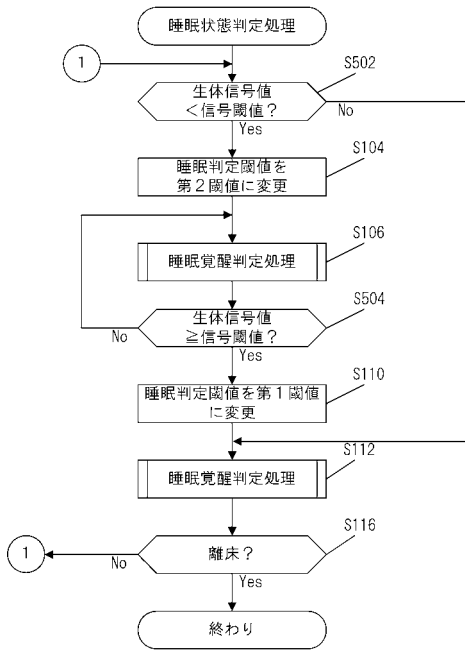
【図 10】



【図 11】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 智子

東京都江東区東砂2丁目1番5号 パラマウントベッド株式会社内

Fターム(参考) 4C038 PP05 PS07 VA04 VA15 VB31 VB33 VC20

4C117 XA04 XB01 XC02 XC19 XC20 XD21 XE13 XE24 XE26 XE30

XJ13