(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2017-77451
(P2017-77451A)
(43)公開日　平成29年4月27日(2017.4.27)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A61B | 5/11 | (2006.01) | A61B | 5/10 | 310A | 4C038 |
| A61B | 5/113 | (2006.01) | A61B | 5/10 | 315 | 4C117 |
| A61B | 5/00 | (2006.01) | A61B | 5/00 | 102C | |

審査請求 有　請求項の数 23　OL　（全 39 頁）

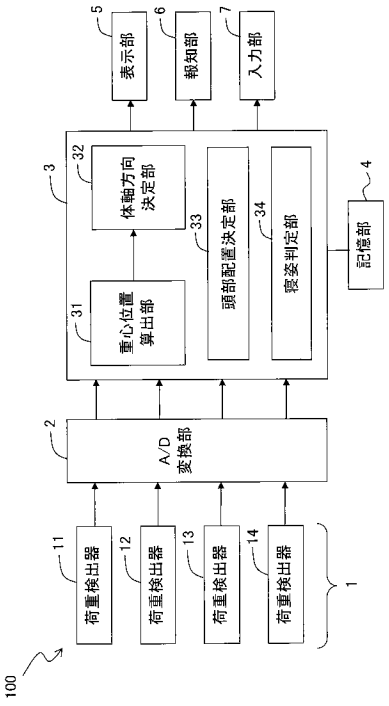
(21)出願番号　特願2016-138506 (P2016-138506)
(22)出願日　平成28年7月13日 (2016.7.13)
(31)優先権主張番号　特願2015-151220 (P2015-151220)
(32)優先日　平成27年7月30日 (2015.7.30)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)
(31)優先権主張番号　特願2015-210438 (P2015-210438)
(32)優先日　平成27年10月27日 (2015.10.27)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000114215
ミネベアミツミ株式会社
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０６－７３
(71)出願人　304021831
国立大学法人　千葉大学
千葉県千葉市稲毛区弥生町１番３３号
(74)代理人　100099793
弁理士　川北　喜十郎
(74)代理人　100154586
弁理士　藤田　正広
(74)代理人　100179280
弁理士　河村　育郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】身体状況検知装置、身体状況検知方法及びベッドシステム

(57)【要約】
【課題】荷重センサによる検出に基づいてベッド上の被験者の身体状況を詳細に検知できる身体状況検知装置を提供する。
【解決手段】　ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置は、ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置。
【請求項２】
前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置算出部を更に備え、
前記身体状況検知部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する請求項１に記載の身体状況検知装置。
【請求項３】
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定する体軸方向決定部と、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する頭部配置決定部とを含む請求項１又は２に記載の身体状況検知装置。
【請求項４】
前記身体状況検知部又は前記頭部配置決定部は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項１～３のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項５】
前記波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
前記身体状況検知部又は前記頭部配置決定部は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項４に記載の身体状況検知装置。
【請求項６】
前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備える請求項１～５のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項７】
ベッドと、
請求項１～６のいずれか一項に記載の身体状況検知装置とを有するベッドシステム。
【請求項８】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、
ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することを含む方法。
【請求項９】
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することである請求項８に記載の方法。
【請求項１０】

前記検出した荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、次いで前記検出した荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する請求項８又は９に記載の方法。

【請求項１１】

被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて決定される請求項８～１０のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１２】

前記波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、

被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定される請求項１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含む請求項８～１２のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１４】

ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、

ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、

前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、荷重検出器を使用する身体状況検知装置及びこの身体状況検知装置を備えるベッドシステムに関する。また本発明は、荷重検出器を使用する身体状況検知方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ベッド上の患者や被介護者を遠隔地から管理するためのシステムが、病院や介護施設等で活用されている。例えば病院において患者の在床／離床を検知するシステムを使用すれば、ナースステーションの看護師は、患者が病室のベッド上にいるか否かを病室を訪れることなく確認することができる。

【０００３】

特許文献１は、ベッドの４本の脚の下にそれぞれ荷重検出手段を配置し、この荷重検出手段からの出力に基づきベッド上に被験者が存在しているか否かを判定する在床検知方法を開示している。また特許文献２は、ベッドの４本の脚の下に配置した４つの荷重センサからの出力に基づいて、ベッド上の被験者の重心位置を特定する動作検出装置を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００８－２６４３３８号

【特許文献２】特開２０１４－１８０４３２号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、特許文献１に記載された在床検知方法や特許文献２に記載された動作検出装置では、被験者の在床／離床や重心位置を知ることはできるが、被験者の身体や頭の

向き、姿勢などの身体状況を判断することは困難である。このような身体状況の情報、特に被験者の就寝時の身体状況の情報を録画装置を使うことなく入手することができれば、睡眠時無呼吸症候群やいびきなどの症状を改善する上で極めて有用となる。

【０００６】

そこで本発明は、荷重センサによる検出に基づいてベッド上の被験者の身体状況を詳細に検知できる身体状況検知装置、身体状況検知方法及びベッドシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の第１の態様に従えば、

ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、

ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、

前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置が提供される。

【０００８】

第１の態様の身体状況検知装置は、前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置算出部を更に備えてもよく、前記身体状況検知部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定してもよい。

【０００９】

第１の態様の身体状況検知装置において、前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定する体軸方向決定部と、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する頭部配置決定部とを含んでもよい。

【００１０】

第１の態様の身体状況検知装置において、前記身体状況検知部又は前記頭部配置決定部は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定してもよい。

【００１１】

第１の態様の身体状況検知装置において、前記波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含んでもよく、前記身体状況検知部又は前記頭部配置決定部は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて被験者の頭部の配置を決定してもよい。

【００１２】

第１の態様の身体状況検知装置は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備えてもよい。

【００１３】

本発明の第２の態様に従えば、

ベッドと、

第１の態様の身体状況検知装置とを有するベッドシステムが提供される。

【００１４】

本発明の第３の態様に従えば、

ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、

ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、

前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部

の配置を決定することを含む方法が提供される。
【００１５】
第３の態様の方法は、前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含んでもよく、前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することであってもよい。
【００１６】
第３の態様の身体状況検知方法において、前記検出した荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、次いで前記検出した荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定してもよい。
【００１７】
第３の態様の身体状況検知方法において、被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて決定されてもよい。
【００１８】
第３の態様の身体状況検知方法において、前記波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含んでもよく、被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定されてもよい。
【００１９】
第３の態様の身体状況検知方法は、前記検出された荷重の変化又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含んでもよい。
【００２０】
本発明の第４の態様によれば、
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置が提供される。
【発明の効果】
【００２１】
本発明の身体状況検知装置、身体状況検知方法、ベッドシステムによれば、荷重検出器による検出に基づいてベッド上の被験者の身体状況を詳細に検知できる。
【図面の簡単な説明】
【００２２】
【図１】図１は、本発明の実施形態に係る身体状況検知装置の全体構成を示すブロック図である。
【図２】図２は、本発明の実施形態に係る動作の流れを示すフローチャートである。
【図３】図３は、荷重検出器のベッドに対する配置を示す説明図である。
【図４】図４は、ベッド上面に画成される４つの荷重検出領域の配置を示す説明図である。
【図５】図５は、荷重検出器からの荷重信号の一例を示す。
【図６】図６は、ベッド上での被験者の重心位置の移動を示す説明図である。
【図７】図７は、ベッド上における被験者の重心位置の移動の様子、及び被験者の体軸の延びる方向を示す説明図である。図７（ａ）、図７（ｂ）、図７（ｃ）はそれぞれ時刻$t_{20}$、$t_{21}$、$t_{22}$における被験者の重心位置を示す。図７（ｄ）は、各時刻における被験者の重心位置に、被験者の体軸の延びる方向を重ねて示す。
【図８】図８は、被験者の呼吸に伴う荷重検出器の検出値の変動の概略的な様子を示し、

図８（ａ）は被験者の頭部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の様子を、図８（ｂ）は被験者の脚部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の様子を示す。
【図９】図９は、被験者の呼吸に伴う荷重検出器の検出値の変動の概略的な様子の他の例を示し、図９（ａ）は被験者の頭部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の様子の他の例を、図９（ｂ）は被験者の脚部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の様子の他の例を示す。
【図１０】図１０（ａ）は、荷重検出器からの荷重信号の一例を示し、図１０（ｂ）は図１０（ａ）の荷重信号から取り出された呼吸波形の一例を示す。
【図１１】図１１は、被験者の頭部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の概略的な様子を示し、図１１（ａ）は被験者が仰臥している時の変動の様子を、図１１（ｂ）は被験者が横臥している時の変動の様子を、図１１（ｃ）は被験者が伏臥している時の変動の様子を示す。
【図１２】図１２は、被験者の頭部側に配置された荷重検出器からの検出値の変動の概略的な様子の他の例を示し、図１２（ａ）は被験者が仰臥している時の変動の様子の他の例を、図１２（ｂ）は被験者が横臥している時の変動の様子の他の例を、図１２（ｃ）は被験者が伏臥している時の変動の様子の他の例を示す。
【図１３】図１３は、表示装置に表示される情報の一例を示す。
【図１４】図１４は、本発明の変形例に係る動作の流れを示すフローチャートである。
【図１５】図１５は、検出期間Ｔ１中に周期的に荷重値の検出を行う様子を示す説明図である。
【図１６】図１６は、体軸方向を算出する方法の一例を説明する説明図である。
【図１７】図１７は、体軸方向を算出する方法の別の例を説明する説明図である。
【図１８】図１８は、重心位置の移動に基づく波形を求める方法を説明する説明図である。
【図１９】図１９（ａ）は重心位置の移動に基づく波形の一例であり、図１９（ｂ）は図１９（ａ）の波形を簡略化した波形である。
【図２０】図２０（ａ）は、被験者の重心軌跡の一例を示し、図２０（ｂ）は図２０（ａ）に示す重心軌跡を低いサンプリング周波数に変換することにより得られる重心軌跡を示す。
【図２１】図２１（ａ）、図２１（ｂ）、図２１（ｃ）は、図２０（ａ）に示すベッド上での被験者の重心軌跡から、被験者の大きな体動に起因する重心移動の軌跡を取り除いた軌跡を示す。
【図２２】図２２は重心軌跡を呼吸成分と小さな体動の成分とに分解する様子を示す説明図である。
【図２３】図２３は、図２１（ｂ）に示す重心軌跡から抽出された呼吸成分を示す。
【図２４】図２４は、本発明の実施形態に係るベッドシステムの全体構成を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
＜第１実施形態＞
図１～図１９を参照して、本発明の実施形態について説明する。
【００２４】
図１に示す通り、本実施形態の身体状況検知装置１００は、荷重検出部１、制御部３、記憶部４、表示部５を主に有する。荷重検出部１と制御部３とは、Ａ／Ｄ変換部２を介して接続されている。制御部３には更に、報知部６及び入力部７が接続されている。
【００２５】
荷重検出部１は、４つの荷重検出器１１、１２、１３、１４を備える。荷重検出器１１、１２、１３、１４のそれぞれは、例えばビーム形のロードセルを用いて荷重を検出する荷重検出器である。このような荷重検出器は例えば、特許第４８２９０２０号や特許第４００２９０５号に記載されている。荷重検出器１１、１２、１３、１４はそれぞれ、配線

によりＡ／Ｄ変換部２に接続されている。
【００２６】
Ａ／Ｄ変換部２は、荷重検出部１からのアナログ信号をデジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換器を備え、荷重検出部１と制御部３にそれぞれ配線で接続されている。
【００２７】
制御部３は、専用又は汎用のコンピュータであり、内部に重心位置算出部３１、体軸方向決定部３２、頭部配置決定部３３、及び寝姿判定部３４が構築されている。
【００２８】
記憶部４は、身体状況検知装置１００において使用されるデータを記憶する記憶装置であり、例えばハードディスク（磁気ディスク）を用いることができる。表示部５は、制御部３から出力される情報を身体状況検知装置１００の使用者に表示する液晶モニタ等のモニタである。
【００２９】
報知部６は、制御部３からの情報に基づいて所定の報知を視覚的又は聴覚的に行う装置、例えばスピーカを備える。入力部７は、制御部３に対して所定の入力を行うためのインターフェイスであり、キーボード及びマウスにし得る。
【００３０】
このような身体状況検知装置１００を使用してベッド上の被験者の身体状況を検知する動作について説明する。
【００３１】
身体状況検知装置１００を使用した被験者の身体状況の検知は、図２に示す通り、被験者の荷重を検出する荷重検出工程（Ｓ１０１）、検出した荷重に基づいて被験者の重心位置を算出する重心位置算出工程（Ｓ１０２）、求めた重心位置に基づいて被験者の体軸が延びる方向を決定する体軸方向決定工程（Ｓ１０３）、体軸方向において被験者の頭部が重心のどちら側に配置されているかを決定する頭部配置決定工程（Ｓ１０４）、被験者が仰臥、横臥、伏臥のいずれの状態にあるかを判定する寝姿判定工程（Ｓ１０５）、及び上記の工程で決定された身体状況を表示する表示工程（Ｓ１０６）を含む。
【００３２】
＜荷重検出工程＞
荷重検出工程Ｓ１０１を行うために、荷重検出部１の４つの荷重検出器１１、１２、１３、１４は、被験者が使用するベッドの脚の下に配置される。具体的には荷重検出器１１、１２、１３、１４は、図３に示す通り、ベッドＢＤの四隅の脚の下端部に取り付けられたキャスター$C_1$、$C_2$、$C_3$、$C_4$の下にそれぞれ配置される。
【００３３】
荷重検出器１１、１２、１３、１４を、キャスター$C_1$、$C_2$、$C_3$、$C_4$の下にそれぞれ配置することにより、ベッドＢＤの上面に加えられる荷重は、４つの荷重検出器１１、１２、１３、１４に分散して検知される。具体的には、図４に示す通りベッドＢＤの矩形状の上面は、縦及び横にそれぞれ２分割されて４つの矩形領域Ｉ～ＩＶに均等に分割される。
【００３４】
これにより、ベッドＢＤ上の中央部で仰臥する（仰向けに寝る）被験者Ｓの左下半身が位置する領域Ｉに加えられる荷重は主に荷重検出器１１により検出され、同状態の被験者Ｓの右下半身が位置する領域ＩＩに加えられる荷重は主に荷重検出器１２により検出される。同様に、ベッドＢＤ上の中央部で仰臥する被験者Ｓの右上半身が位置する領域ＩＩＩに加えられる荷重は主に荷重検出器１３により検出され、同状態の被験者Ｓの左上半身が位置する領域ＩＶに加えられる荷重は主に荷重検出器１４により検出される。
【００３５】
荷重検出器１１、１２、１３、１４はそれぞれ、荷重（荷重変化）を検出してアナログ信号としてＡ／Ｄ変換部２に出力する。Ａ／Ｄ変換部２は、サンプリング周期を例えば０．１秒として、アナログ信号をデジタル信号に変換し、デジタル信号（以下「荷重信号」

）として制御部３に出力する。

【００３６】

荷重信号の一例を図５に示す。図５は、時刻$t_{10}$～時刻$t_{14}$までの間に出力された荷重検出器１１、１２、１３、１４からの荷重信号$s_1$（実線）、$s_2$（破線）、$s_3$（一点鎖線）、$s_4$（二点鎖線）の様子を示している。被検者Ｓは、時刻$t_{10}$～時刻$t_{11}$までの間（期間$P_{11}$）には図４に示す通りベッドＢＤの中央部に仰臥しており、時刻$t_{11}$～時刻$t_{12}$までの間（期間$P_{12}$）にはベッドＢＤの領域Ｉ、ＩＶ側に移動しており、時刻$t_{12}$～時刻$t_{13}$までの間（期間$P_{13}$）には期間$P_{12}$と比べてややベッドＢＤの中央側に移動しており、時刻$t_{13}$～時刻$t_{14}$までの間（期間$P_{14}$）にはベッドＢＤの中央部に仰臥していたことが観察されている。

【００３７】

期間$P_{11}$には、被験者Ｓは図４に示す通りベッドＢＤの中央部に仰臥していたので、この期間$P_{11}$では、被験者Ｓの頭側に配置された荷重検出器１３、１４からの信号$s_3$、$s_4$がほぼ等しく、被験者Ｓの脚側に配置された荷重検出器１１、１２からの信号$s_1$、$s_2$がほぼ等しい。

【００３８】

期間$P_{12}$には、被験者ＳはベッドＢＤの領域Ｉ、ＩＶ側に移動していたので、この期間$P_{12}$では、領域Ｉ、ＩＶに配置された荷重検出器１１、１４からの信号$s_1$、$s_4$が期間$P_{11}$に比べて大きな荷重値を示し、領域ＩＩ、ＩＩＩに配置された荷重検出器１２、１３からの信号$s_2$、$s_3$は期間$P_{11}$に比べて小さな荷重値を示している。

【００３９】

期間$P_{13}$には、被験者Ｓは、期間$P_{12}$と比べてややベッドＢＤの中央側に移動していたので、この期間$P_{13}$では、領域Ｉ、ＩＶに配置された荷重検出器１１、１４からの信号$s_1$、$s_4$は期間$P_{12}$に比べて小さな荷重値を示し、領域ＩＩ、ＩＩＩに配置された荷重検出器１２、１３からの信号$s_2$、$s_3$は期間$P_{12}$に比べて大きな荷重値を示している。

【００４０】

期間$P_{14}$には、被験者Ｓは、期間$P_{11}$と同じくベッドＢＤの中央部に仰臥していたので、この期間$P_{14}$における信号$s_1$～$s_4$は、期間$P_{11}$における信号$s_1$～$s_4$と同じである。

【００４１】

＜重心位置算出工程＞

重心位置算出工程Ｓ１０２では、重心位置算出部３１が荷重検出器１１～１４からの荷重信号$s_1$～$s_4$に基づいて、時刻ｔにおけるベッドＢＤ上の被験者Ｓの重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）を、所定の周期Ｔ（例えば上記のサンプリング周期０．１秒に等しい）で算出する。ここで、（Ｘ、Ｙ）は、ベッドＢＤの中心部を原点として長手方向にＸを、短手方向にＹを取ったＸＹ座標面上における座標を示す（図６）。

【００４２】

重心位置算出部３１による重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）の算出は、次の演算により行われる。すなわちＧ（Ｘ、Ｙ）は、荷重検出器１１、１２、１３、１４の座標をそれぞれ（$X_{11}$、$Y_{11}$）、（$X_{12}$、$Y_{12}$）、（$X_{13}$、$Y_{13}$）、（$X_{14}$、$Y_{14}$）、荷重検出器１１、１２、１３、１４の荷重の検出値をそれぞれ$W_{11}$、$W_{12}$、$W_{13}$、$W_{14}$として、次式により算出される。

【数１】

（数式１）

$$X=\frac{X_{11}\times W_{11}+X_{12}\times W_{12}+X_{13}\times W_{13}+X_{14}\times W_{14}}{W_{11}+W_{12}+W_{13}+W_{14}}$$

【数２】
**（数式２）**

$$Y=\frac{Y_{11}\times W_{11}+Y_{12}\times W_{12}+Y_{13}\times W_{13}+Y_{14}\times W_{14}}{W_{11}+W_{12}+W_{13}+W_{14}}$$

【００４３】
重心位置算出部３１で算出された重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）の一例を、図６に示す。図６は、図５の期間$Ｐ_{11}$、$Ｐ_{12}$、$Ｐ_{13}$、$Ｐ_{14}$にそれぞれ含まれる時刻$ｔ_{110}$、$ｔ_{120}$、$ｔ_{130}$、$ｔ_{140}$における、ベッドＢＤ上の被験者Ｓの重心Ｇの位置Ｇ（$Ｘ_{P11}$、$Ｙ_{P11}$）、Ｇ（$Ｘ_{P12}$、$Ｙ_{P12}$）、Ｇ（$Ｘ_{P13}$、$Ｙ_{P13}$）、Ｇ（$Ｘ_{P14}$、$Ｙ_{P14}$）を示している。重心位置算出部３１は、このようにして求めた各時刻ｔにおける重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）を、例えば記憶部４に記憶させる。
【００４４】
＜体軸方向決定工程＞
体軸方向決定工程Ｓ１０３では、体軸方向決定部３２が、以下のような原理により、重心位置算出工程Ｓ１０２において算出された重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）を使って被験者Ｓの体軸ＳＡが延びる方向を決定する。
【００４５】
人間の呼吸は、胸郭及び横隔膜を移動させて、肺を膨張及び収縮させることにより行われる。ここで吸気時、すなわち肺が膨張する時には横隔膜は下方に下がり、内臓も下方に移動する。一方で呼気時、すなわち肺が収縮する時には横隔膜は上方に上がり、内臓も上方に移動する。本発明の発明者は研究により、この内臓移動に伴って重心Ｇがわずかに移動すること、及び重心Ｇの移動が背骨の延在方向（体軸方向）にほぼ沿っていることを見出した。
【００４６】
したがって体軸方向決定部３２は、重心位置算出部３１が算出した重心Ｇの微小移動の方向を求めることにより、被験者Ｓの体軸ＳＡが延びる方向を決定することができる。
【００４７】
具体的には例えば、体軸方向決定部３２はまず、重心位置算出工程Ｓ１０２で記憶部４に記憶された、時刻$ｔ_{20}$における被験者Ｓの重心Ｇの位置Ｇ（$Ｘ_{t20}$、$Ｙ_{t20}$）（図７（ａ））と、時刻$ｔ_{20}$からわずかに時間が経過した時刻$ｔ_{21}$（例えば時刻$ｔ_{20}$の１秒後）における被験者Ｓの重心Ｇの位置Ｇ（$Ｘ_{t21}$、$Ｙ_{t21}$）（図７（ｂ））と、時刻$ｔ_{21}$からわずかに時間が経過した時刻$ｔ_{22}$（例えば時刻$ｔ_{21}$の１秒後）における被験者Ｓの重心Ｇの位置Ｇ（$Ｘ_{t22}$、$Ｙ_{t22}$）（図７（ｃ））とを取り出し、これらを通過する直線を求めることにより体軸ＳＡの延びる方向を決定する（図７（ｄ））。
【００４８】
被験者Ｓの重心Ｇは、上述の通り、被験者Ｓの呼吸に応じて、被験者Ｓの体軸ＳＡの延びる方向に沿って移動する。したがって、体軸方向決定部３２は、上記のように、一回の呼吸の周期（約３～５秒）よりも小さいサンプリング周期を用いて得られる複数の重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）、換言すれば一回の呼吸に対応する時間に含まれる複数の重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）に基づいて、体軸ＳＡの延びる方向を決定することができる。
【００４９】
＜頭部配置決定工程＞
頭部配置決定工程Ｓ１０４では、頭部配置決定部３３が、以下のような原理により、体軸方向決定工程Ｓ１０３において決定された体軸ＳＡの延びる方向及び荷重検出部１からの荷重信号$ｓ_{1}$～$ｓ_{4}$を使って被験者Ｓの頭部の配置を求める。
【００５０】
本発明の発明者が、ベッドＢＤ上の被験者Ｓの呼吸が荷重検出器からの荷重信号に与え

る影響について研究したところ、被験者Ｓの頭側に位置する荷重検出器（図４に示す状況においては荷重検出器１３、１４に相当する）からの荷重信号と、被験者Ｓの脚側に位置する荷重検出器（図４に示す状況においては荷重検出器１１、１２に相当する）からの荷重信号が、それぞれ図８（ａ）、図８（ｂ）に示す波形を有して変動することがわかった。

【００５１】

図８（ａ）は被験者Ｓの頭側に位置する荷重検出器からの荷重信号の波形（以下、「頭側波形ＨＷ」と呼ぶ）を示し、図８（ｂ）は被験者Ｓの脚側に位置する荷重検出器からの荷重信号の波形（以下、「脚側波形ＬＷ」と呼ぶ）を示す。時刻$ｔ_{３０}$は被験者Ｓが吸気を開始する時刻、時刻$ｔ_{３１}$は被験者Ｓが吸気を終了する時刻、時刻$ｔ_{３２}$は被験者Ｓが呼気を開始する時刻、時刻$ｔ_{３３}$は被験者Ｓが呼気を終了する時刻、時刻$ｔ_{３４}$は被験者Ｓが次の吸気を開始する時刻である。

【００５２】

図８（ａ）、（ｂ）に示される通り、被験者Ｓが吸気を行っている時刻$ｔ_{３０}$から時刻$ｔ_{３１}$の間（吸気期間$Ｐ_{３１}$）においては、被験者Ｓの頭側に配置された荷重検出器の検出値は徐々に減少し、一方で被験者Ｓの脚側に配置された荷重検出器の検出値は徐々に増加している。これは、吸気時には被験者Ｓの重心位置Ｇが脚側に移動するためである。

【００５３】

被験者Ｓが呼気を行っている時刻$ｔ_{３２}$から時刻$ｔ_{３３}$の間（呼気期間$Ｐ_{３３}$）においては、被験者Ｓの頭側に配置された荷重検出器の検出値は徐々に増加し、一方で被験者Ｓの脚側に配置された荷重検出器の検出値は徐々に減少している。これは、呼気時には被験者Ｓの重心位置Ｇが頭側に移動するためである。

【００５４】

発明者の知見によれば、図８（ａ）、（ｂ）に示す頭側波形ＨＷ及び脚側波形ＬＷは次の特徴を有している。

【００５５】

まず、頭側波形ＨＷ及び脚側波形ＬＷともに、被験者Ｓが吸気を行っている吸気期間$Ｐ_{３１}$は、被験者Ｓが呼気を行っている呼気期間$Ｐ_{３３}$よりも長い。すなわち、頭側波形ＨＷにおいては、吸気期間$Ｐ_{３１}$における波形の立下りの傾斜が呼気期間$Ｐ_{３３}$における波形の立ち上がりの傾斜よりも小さく、脚側波形ＬＷにおいては、吸気期間$Ｐ_{３１}$における波形の立ち上がりの傾斜が呼気期間$Ｐ_{３３}$における波形の立下りの傾斜よりも小さい。

【００５６】

また、頭側波形ＨＷ及び脚側波形ＬＷともに、被験者Ｓが時刻$ｔ_{３１}$に吸気を終了してから時刻$ｔ_{３２}$に呼気を開始するまでの吸気後ホールド期間$Ｐ_{３２}$、及び被験者Ｓが時刻$ｔ_{３３}$に呼気を終了してから時刻$ｔ_{３４}$に吸気を開示するまでの呼気後ホールド期間$Ｐ_{３４}$が存在し、それらのホールド期間$Ｐ_{３２}$、$Ｐ_{３４}$において、波形の頂点近傍に略平坦な部分が現れる。そして、吸気後ホールド期間$Ｐ_{３２}$の長さは、呼気後ホールド期間$Ｐ_{３４}$の長さよりも長い。

【００５７】

頭側波形ＨＷと脚側波形ＬＷとは、それぞれ上記の特徴を有し、吸気期間$Ｐ_{３１}$、吸気後ホールド期間$Ｐ_{３２}$、呼気期間$Ｐ_{３３}$を表す山形波形又は谷形波形が、時間軸方向において吸気後ホールド期間$Ｐ_{３２}$の中央に対して（中央の前後で）非対称な波形である。また、頭側波形ＨＷと脚側波形ＬＷとを比較すると、波形が立ち上がる部分においては、立ち上がりの傾斜は頭側波形ＨＷの方が脚側波形ＬＷよりも大きく、波形が立ち上がった後の略平坦部の長さは頭側波形ＨＷの方が脚側波形ＬＷよりも短く、波形が立ち下がる部分においては、立ち下がりの傾斜は頭側波形ＨＷの方が脚側波形ＬＷよりも小さく、波形が立ち下がった後の略平坦部の長さは頭側波形ＨＷの方が脚側波形ＬＷよりも長い。

【００５８】

したがって頭部配置決定部３３は、荷重検出部１からの荷重信号を分析して吸気期間$Ｐ_{３１}$、吸気後ホールド期間$Ｐ_{３２}$、呼気期間$Ｐ_{３３}$、呼気後ホールド期間$Ｐ_{３４}$の少なく

とも一つに基づいて、該荷重信号が頭側波形ＨＷであるか脚側波形ＬＷであるかを判定することができる。そして頭部配置決定部３３は、この判定に基づいて、その荷重信号に対応するベッドＢＤ上の位置に被験者Ｓの頭部が配置されているか脚部が配置されているかを決定することができる。

【００５９】

また、本発明の発明者が、複数の被験者の頭側波形と脚側波形の形状について更に調査したところ、被験者によっては、上記の頭側波形ＨＷ及び脚側波形ＬＷとは異なる特徴を有する頭側波形及び脚側波形を呈することが発見された。このような被験者Ｓの呈する頭側波形ＨＷｍ（図９（ａ））及び脚側波形ＬＷｍ（図９（ｂ））の特徴は次の通りである。

【００６０】

まず、頭側波形ＨＷｍ及び脚側波形ＬＷｍともに、被験者Ｓが吸気を行っている吸気期間$Ｐ_{31}$は、被験者Ｓが呼気を行っている呼気期間$Ｐ_{33}$よりも短い。すなわち、頭側波形ＨＷｍにおいては、吸気期間$Ｐ_{31}$における波形の立下りの傾斜が呼気期間$Ｐ_{33}$における波形の立ち上がりの傾斜よりも大きく、脚側波形ＬＷｍにおいては、吸気期間$Ｐ_{31}$における波形の立ち上がりの傾斜が呼気期間$Ｐ_{33}$における波形の立下りの傾斜よりも大きい。

【００６１】

また、頭側波形ＨＷｍ及び脚側波形ＬＷｍともに、被験者Ｓが時刻$ｔ_{31}$に吸気を終了してから時刻$ｔ_{32}$に呼気を開始するまでの吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$、及び被験者Ｓが時刻$ｔ_{33}$に呼気を終了してから時刻$ｔ_{34}$に吸気を開始するまでの呼気後ホールド期間$Ｐ_{34}$が存在し、それらのホールド期間$Ｐ_{32}$、$Ｐ_{34}$において、波形の頂点近傍に略平坦な部分が現れる。そして、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$の長さは、呼気後ホールド期間$Ｐ_{34}$の長さよりも短い。

【００６２】

頭側波形ＨＷｍと脚側波形ＬＷｍとは、それぞれ上記の特徴を有し、吸気期間$Ｐ_{31}$、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$、呼気期間$Ｐ_{33}$を表す山形波形又は谷形波形が、時間軸方向において吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$の中央（時刻$ｔ_{31}$と時刻$ｔ_{32}$の中間地点）に対して非対称な波形である。また、頭側波形ＨＷｍと脚側波形ＬＷｍとを比較すると、波形が立ち上がる部分においては、立ち上がりの傾斜は頭側波形ＨＷｍの方が脚側波形ＬＷｍよりも小さく、波形が立ち上がった後の略平坦部の長さは頭側波形ＨＷｍの方が脚側波形ＬＷｍよりも長く、波形が立ち下がる部分においては、立ち下がりの傾斜は頭側波形ＨＷｍの方が脚側波形ＬＷｍよりも大きく、波形が立ち下がった後の略平坦部の長さは頭側波形ＨＷｍの方が脚側波形ＬＷｍよりも短い。

【００６３】

被験者Ｓがこのような頭側波形ＨＷｍ、脚側波形ＬＷｍを呈する場合も、頭部配置決定部３３は、荷重検出部１からの荷重信号を分析して吸気期間$Ｐ_{31}$、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$、呼気期間$Ｐ_{33}$、呼気後ホールド期間$Ｐ_{34}$の少なくとも一つに基づいて、該荷重信号が頭側波形ＨＷｍであるか脚側波形ＬＷｍであるかを判定することができる。そして頭部配置決定部３３は、この判定に基づいて、その荷重信号に対応するベッドＢＤ上の位置に被験者Ｓの頭部が配置されているか脚部が配置されているかを決定することができる。なお、被験者Ｓが頭側波形ＨＷ及び脚側波形ＬＷを呈するのか、頭側波形ＨＷｍ及び客側波形ＬＷｍを呈するのかは、例えば予め記憶部４に記憶させておくとよい。

【００６４】

次に、頭部配置決定部３３が被験者Ｓの頭部の配置を決定する具体的な手順の一例を、体軸方向決定工程Ｓ１０３において、体軸ＳＡが領域ＩＩと領域ＩＶとの間に渡って延びていると決定された場合（図７（ｄ））を例として説明する。ここでは、被験者Ｓは頭側波形ＨＷ（図８（ａ））及び脚側波形（図８（ｂ））を呈するものとする。

【００６５】

この場合は、被験者Ｓの頭部は領域ＩＩと領域ＩＶのどちらかに配置されていると考え

られる。したがって頭部配置決定部３３は、領域ＩＩに加えられる荷重を主に計測する荷重検出器１２からの荷重信号$s_2$、又は領域ＩＶに加えられる荷重を主に計測する荷重検出器１４からの荷重信号$s_4$に基づいて頭部配置の決定を行う。どちらを用いても工程は実質的に同じであるため頭部配置決定部３３は任意に選択を行ってよく、両方を用いてもよいが、ここでは荷重検出器１４からの荷重信号$s_4$を用いるものとする。

【００６６】

荷重信号$s_4$を選択した頭部配置決定部３３は、次いで荷重信号$s_4$から、呼吸による重心移動に起因する微小な検出値の振動（呼吸信号、又は呼吸波形）を取り出す。荷重信号$s_4$には、被験者Ｓの体重による静的な荷重と、被験者Ｓの呼吸による重心移動に起因する荷重信号が含まれているからである。人の呼吸は１分間におよそ１２～２０回程度であることが知られている。これを周期に換算すると３秒～５秒程度であり、周波数に換算すると０．２Ｈｚ～０．３３Ｈｚ程度である。したがって、頭部配置決定部３３は、荷重検出器１４からの荷重信号$s_4$に対して例えばフーリエ変換、周波数フィルタ処理、逆フーリエ変換を行い、周波数が約０．２Ｈｚ～約０．３３Ｈｚの範囲の呼吸波形を取り出す。

【００６７】

図１０（ａ）に、期間$P_{21}$における荷重検出器１４からの荷重信号$s_4$を、図１０（ｂ）に、図１０（ａ）の荷重信号$s_4$から取り出された呼吸波形（呼吸信号）ＢＷを示す。図１０（ａ）に示される期間$P_{21}$は図７に示した時刻$t_{20}$～時刻$t_{22}$を含む期間である。この期間においては、上述の通り、被験者Ｓは体軸ＳＡを領域ＩＩと領域ＩＶとの間に渡って延ばした仰臥状態でほぼ静止している。なお、呼吸による重心Ｇの移動に伴って生じる荷重値の変動は、被験者Ｓの体重による静的な荷重のスケールに比べてはるかに小さいため、図１０（ａ）においては呼吸波形ＢＷは表れていない。

【００６８】

図１０（ｂ）は、期間$P_{21}$のうち任意の１０秒間に相当する期間における呼吸波形ＢＷを示す。図１０（ｂ）においては、呼吸による重心Ｇの移動に伴って生じる荷重値の変動のみを取り出しているため、重心Ｇの移動に伴う荷重値の微小変動が明瞭に表れている。

【００６９】

頭部配置決定部３３は、次いで取り出した呼吸波形ＢＷを分析して、吸気期間$P_{31}$が呼気期間$P_{33}$よりも長いという関係に基づいて、吸気期間$P_{31}$に相当する位置を特定する。そして特定した位置において呼吸波形ＢＷが立ち下がっていればその呼吸波形ＢＷは頭側波形ＨＷであり、領域ＩＶに被験者Ｓの頭部が存在すると決定する。反対に、特定した位置において呼吸波形ＢＷが立ち上がっていればその呼吸波形ＢＷは脚側波形ＨＷであり、領域ＩＩに被験者Ｓの頭部が存在すると決定する。

【００７０】

なお、被験者Ｓが頭側波形ＨＷｍ（図９（ａ））及び脚側波形ＬＷｍ（図９（ｂ））を呈する場合も、上記と同様の手順により被験者Ｓの頭部の配置を決定することができる。

【００７１】

＜寝姿判定工程＞

寝姿判定工程Ｓ１０５では、寝姿判定部３４が、以下の原理に従って荷重検出部１からの荷重信号$s_1$～$s_4$を使って被験者Ｓが仰臥、横臥、伏臥のいずれの寝姿であるかを判定する。

【００７２】

本発明の発明者が、ベッドＢＤ上の被験者Ｓの呼吸を表す荷重検出部１の荷重信号を被験者Ｓの種々の寝姿で観察したところ、仰臥、横臥、伏臥のように異なる寝姿では荷重信号が図１１、図１２に示す通り相違することが分かった。

【００７３】

図１１（ａ）～（ｃ）、図１２（ａ）～（ｃ）はいずれも被験者Ｓの頭側波形を示しており、図１１（ａ）、図１２（ａ）に示される波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓは被験者Ｓが仰臥し

ている時の頭側波形を、図１１（ｂ）、図１２（ｂ）に示される波形ＨＷｒ、ＨＷｍｒは被験者Ｓが横臥している時の頭側波形を、図１１（ｃ）、図１２（ｃ）に示される波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐは被験者Ｓが伏臥している時の頭側波形をそれぞれ示す。

【００７４】

それらの波形分析によれば、図１１、図１２に示す波形は、それぞれ次の特徴を有している。被験者Ｓが仰臥している時の波形ＨＷｓ（図１１（ａ））、ＨＷｍｓ（図１２（ａ））は、それぞれ図８（ａ）、図９（ａ）に示す頭側波形ＨＷ、ＨＷｍと同一の波形であり、図８（ａ）、図９（ａ）との関係で説明した特徴を有している。

【００７５】

被験者Ｓが伏臥している時の波形ＨＷｐ（図１１（ｃ））、波形ＨＷｍｐ（図１２（ｃ））においては、吸気期間$Ｐ_{31}$が波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの吸気期間$Ｐ_{31}$よりも長く、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$が波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$よりも短く、呼気期間$Ｐ_{33}$が波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの呼気期間$Ｐ_{33}$よりも短い。換言すれば、波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐは波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓに比べて谷側の頂点が時間軸の正の方向にシフトした形状を有している。よって波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐにおける吸気期間$Ｐ_{31}$における立ち下がりの傾斜は、波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓにおける吸気期間$Ｐ_{31}$における立ち下がりの傾斜よりも小さく、波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐにおける呼気期間$Ｐ_{33}$における立ち上がりの傾斜は、波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓにおける呼気期間$Ｐ_{33}$における立ち上がりの傾斜よりも大きい。このような波形の変化は、被験者Ｓが伏臥している状態においては、胸郭が自重によりベッド面に押し付けられているため、吸気のための動作に負荷がかかり吸気の速度が遅くなることに起因すると解される。

【００７６】

被験者Ｓが横臥している時の波形ＨＷｒ（図１１（ｂ））、波形ＨＷｍｒ（図１２（ｂ））はそれぞれ、上記した波形ＨＷｓと波形ＨＷｐの中間的な形状、上記した波形ＨＷｍｓと波形ＨＷｍｐの中間的な形状を有している。すなわち、吸気期間$Ｐ_{31}$は、波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの吸気期間$Ｐ_{31}$よりも長く波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐの吸気期間$Ｐ_{31}$よりも短い。また吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$は、波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$よりも短く波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐの吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$よりも長い。また呼気期間$Ｐ_{33}$は、波形ＨＷｓ、ＨＷｍｓの呼気期間$Ｐ_{33}$よりも短く波形ＨＷｐ、ＨＷｍｐの呼気期間$Ｐ_{33}$よりも長い。

【００７７】

なお、仰臥時の波形ＨＷｓにおいても、横臥時の波形ＨＷｒにおいても、伏臥時の波形ＨＷｐにおいても呼気後ホールド期間$Ｐ_{34}$の長さは、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$の長さよりも短い。一方で、仰臥時の波形ＨＷｍｓにおいても、横臥時の波形ＨＷｍｒにおいても、伏臥時の波形ＨＷｍｐにおいても呼気後ホールド期間$Ｐ_{34}$の長さは、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$の長さよりも長い。また、上記した波形の変化は、脚側波形ＬＷ、ＬＷｍについても同様に生じている。

【００７８】

このような寝姿の波形の特異性に基づいて、寝姿判定部３４は、荷重検出器１からの荷重信号$ｓ_{1}$～$ｓ_{4}$に含まれる呼吸波形ＢＷを分析して、吸気期間$Ｐ_{31}$の長さ、吸気後ホールド期間$Ｐ_{32}$の長さ、呼気期間$Ｐ_{33}$の長さ等から被験者Ｓの寝姿を判定することができる。

【００７９】

次に、寝姿判定部３４が被験者Ｓの寝姿を判定する具体的な手順を説明する。

【００８０】

寝姿判定部３４は、頭部配置決定部３３によって求められた呼吸波形ＢＷ（図１０（ｂ））を受け取り、これを更に分析して、吸気期間$Ｐ_{31}$の長さを求める。そして吸気期間$Ｐ_{31}$の長さが予め記憶した所定値よりも短かければ被験者Ｓは仰臥状態であると判定し、吸気期間$Ｐ_{31}$の長さが予め記憶した所定値に略同等であれば被験者Ｓは横臥状態であると判定し、吸気期間$Ｐ_{31}$の長さが予め記憶した所定値よりも長ければ被験者Ｓは伏臥

状態であると判定する。
【００８１】
＜表示工程＞
制御部３内の図示しない画像処理部は、体軸方向決定部３２、頭部配置決定部３３、及び寝姿判定部３４で得られた情報を画像形成信号に変換して表示部５に送出する。表示部５は、制御部３（画像処理部）から受け取ったそれらの身体状況情報を視覚的に表示する（Ｓ１０６）。
【００８２】
表示部５のモニタ上には、図１３に示す通り、被験者Ｓの体位が画像で表示される。したがって使用者は、表示部５を見るだけで被験者Ｓの身体状況を直観的に把握することができる。また使用者は、記憶部４を通じて、被験者Ｓの身体状況の画像の時間的変化を録画することもできる。
【００８３】
睡眠時無呼吸症候群（ＳＡＳ）の診断においては、医療機関に宿泊して睡眠時の身体状況（身体位置、体位）を一晩録画することも行われているが、寝相や寝顔を録画されることに対して抵抗感を示す患者も多い。本発明の表示部５を使用すれば寝顔は録画されることなく、また寝相も匿名性の高いシルエットとして記録されるため、より多くの患者に診断の機会を与えることが可能となる。また、ＳＡＳの治療のため伏臥寝が推奨されているが、被験者は就寝中、どの程度の時間だけ伏臥寝を維持できているか把握できない。本発明を用いることで就寝中の寝姿を可視化できるため、伏臥寝訓練を維持する動機付けとなる。
【００８４】
使用者は、被験者Ｓが所定の状態に至ったら報知部６により報知がなされるよう設定することもできる。例えば使用者は、被験者Ｓが一定時間を超えて伏臥状態を継続したときに報知がなされるよう設定することができる。
【００８５】
本実施形態の身体状況検知装置１００及び身体状況検知方法の効果を次にまとめる。
【００８６】
本実施形態の身体状況検知装置１００及び身体状況検知方法は、重心Ｇの微小な移動に基づいて被験者Ｓの体軸ＳＡの方向を決定している。また本実施形態の身体状況検知装置１００及び身体状況検知方法は、重心Ｇの微小な移動に起因する荷重信号の変動（呼吸波形、呼吸信号）に基づいて被験者Ｓの頭部の配置を決定し寝姿（仰臥、横臥、又は伏臥）を判定している。したがって本実施形態の身体状況検知装置１００及び身体状況検知方法は、撮像装置や、呼気検出装置などを用いることなく、荷重検出部１による荷重検出のみに基づいて、被験者Ｓに負担をかけることなく、被験者Ｓの身体状況を良好に検知することができる。
【００８７】
本実施形態の身体状況検知装置１００及び身体状況検知方法は、上記の通り荷重検出のみに基づいて被験者Ｓの身体状況を検知でき、これをグラフィック表示することができ、また身体状況の時間的変化を録画することもできる。したがって、睡眠中の様子を録画されることに抵抗感を示す患者に対しても、抵抗感を与えることなく、適切な診断及び治療の機会を与えることができる。
【００８８】
＜変形例＞
被験者Ｓの身体状況を検知する上記実施形態の変形例を説明する。
【００８９】
変形例の方法を、図１４のフローチャートに示す。この変形例の検知方法も、実施形態の検知方法と同様に重心位置を算出する工程、体軸方向を決定する工程、頭部配置を決定する工程、及び寝姿を判定する工程を備えているが、各工程において上記実施形態と相違する処理を行う。以下、各工程について適宜図１４のフローチャートを参照して説明する

。

【００９０】

＜重心位置算出工程＞

変形例の重心位置算出工程（Ｓ２０１～Ｓ２０６、Ｓ２１６）は、各時刻ｔにおける重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）に加えて、所定の検出期間Ｔ１、Ｔ２、・・・、ＴＮごとの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）の平均値も求める点が上記実施形態の重心位置算出工程（Ｓ１０２）と異なる。

【００９１】

図１５に、一回の姿勢の変化から次の姿勢の変化までの期間$P_{41}$、$P_{42}$、$P_{43}$における、荷重検出器１１～１４からの荷重信号$s_1$～$s_4$の一例を示す。図１５において、信号上の微小な波形は、荷重信号$s_1$～$s_4$に呼吸波形ＢＷが含まれていることを概念的に示している。なお、上記実施形態の説明においても、図５を参照して時刻$t_{11}$、$t_{12}$、$t_{13}$において被験者が移動している状況について説明したが、このようなベッド上の被験者の移動を、本明細書では、姿勢の変化、あるいは体動と呼ぶ。

【００９２】

期間$P_{41}$、$P_{42}$、$P_{43}$はそれぞれ、被験者Ｓが略一定の姿勢で静止している期間に対応する。そのため荷重信号$s_1$～$s_4$は、各期間を通して略一定値を示している。一方で被験者Ｓは、時刻$t_{41}$、$t_{42}$において姿勢を変化させている。したがって荷重信号$s_1$～$s_4$は、時刻$t_{41}$、$t_{42}$において変動している。

【００９３】

所定の検出期間Ｔ１、Ｔ２、・・・、ＴＮごとの平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を求める方法は、一例として次の通りである。

【００９４】

図１５において検出期間Ｔ１は、被験者Ｓが略一定の姿勢で静止している期間$P_{42}$に含まれている。したがって検出期間Ｔ１の間は、被験者Ｓの姿勢は一定である。この場合、重心位置算出部３１は、検出期間Ｔ１中の時刻ｔｓ１、ｔｓ２、・・・、ｔｓｎに、それぞれ荷重信号$s_1$～$s_4$の荷重値を検出する。図１５の右上の囲みは、荷重信号$s_1$に基づく荷重値の検出を時刻ｔｓ１、ｔｓ２、・・・、ｔｓｎにおいて計ｎ回行うことを拡大して表している。

【００９５】

重心位置算出部３１は、このようにして検出した時刻毎の荷重値のセットを用いて、時刻毎の重心Ｇの位置Ｇ１（Ｘ１、Ｙ１）、Ｇ２（Ｘ２、Ｙ２）、・・・、Ｇｎ（Ｘｎ、Ｙｎ）を、上記の数式１、数式２を用いて算出する。検出期間Ｔ１における平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）は、時刻毎の重心Ｇの位置Ｇ１（Ｘ１、Ｙ１）、Ｇ２（Ｘ２、Ｙ２）、・・・、Ｇｎ（Ｘｎ、Ｙｎ）の単純平均として求められる。

【００９６】

他の例として、図１５の時刻$t_{42}$の直前に検出期間Ｔｋが始まった場合を例に説明する。この場合にも、上述した検出期間Ｔ１の場合と同様に時刻毎の重心Ｇの位置Ｇ１（Ｘ１、Ｙ１）、Ｇ２（Ｘ２、Ｙ２）、・・・が算出されるが、検出期間Ｔ１の場合とは異なり、平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を求めるのに十分な数の算出を行う前に時刻$t_{42}$となり、被験者Ｓの姿勢が変化してしまう（荷重信号$s_1$～$s_4$の値が変化してしまう）。

【００９７】

よってこの場合には、被験者Ｓの姿勢の変化が生じた時刻$t_{42}$と、そこから所定時間だけさかのぼった時刻との間を検出期間ＴＥ（検出期間Ｔ１、Ｔ２と同じ長さを有する）として設定し直し、この検出期間ＴＥにおける平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を、上記した検出期間Ｔ１における平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）の算出と同じ方法で算出する。

【００９８】

上述のような、検出期間Ｔ１、Ｔ２、・・・、ＴＮにおける平均重心Ｇ０を求める工程

を、図１４のフローチャートの工程Ｓ２０１～Ｓ２０６、Ｓ２１６に表す。

【００９９】

重心位置算出部３１は、まず工程Ｓ２０１において、荷重信号$s_1$～$s_4$の荷重値の検出回数ｋをｋ＝０にセットする。次いで工程Ｓ２０２において、被験者Ｓの体動（姿勢の変化）があったか否かを判定する。具体的には、荷重信号$s_1$～$s_4$のいずれかが所定の範囲を超えて変化したか否かを判断する。

【０１００】

荷重信号$s_1$～$s_4$に所定の範囲を超える変化がなかった場合（工程Ｓ２０２の「ｎｏ」）、重心位置算出部３１は検出回数ｋをｋ＝ｋ＋１にセットする（工程Ｓ２０３）。そして、荷重信号$s_1$～$s_4$の荷重値を求めて、重心位置Ｇｋ＋１を算出し、算出した重心位置Ｇｋ＋１を例えば記憶部４に記憶する（工程Ｓ２０４）。重心位置算出部３１は、次いで工程Ｓ２０５において検出回数ｋがｎ回以下であるか否かを判定し、ｎ回以下であれば工程を工程Ｓ２０２に戻す。その後、検出回数ｋがｎ回となるか、又は被験者Ｓの体動があるまで工程Ｓ２０２～工程Ｓ２０５を繰り返す。

【０１０１】

重心位置算出部３１は、工程Ｓ２０５において検出回数ｋがｎ回であると判定したときは、工程を工程Ｓ２０６に移す。そしてこの時点で記憶されているｎ個の重心位置Ｇ１、Ｇ２、・・・、Ｇｎを用いて平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を求める（工程Ｓ２０６）。

【０１０２】

なお、重心位置算出部３１は、工程Ｓ２０２で被験者Ｓの体動があったと判定された場合には、工程を工程Ｓ２１６に移す。工程Ｓ２１６においては、上述した通り、被験者Ｓの姿勢の変化が生じた時刻と、そこから所定時間だけさかのぼった時刻との間を検出期間ＴＥとして設定し直し、この検出期間ＴＥにおける平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を求める。

【０１０３】

＜体軸方向決定工程＞

変形例の体軸方向決定工程（Ｓ２０７）は、上記実施形態の体軸方向決定工程（Ｓ１０３）と異なり、体軸方向決定部３３が、上記工程により算出された平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を用いて、被験者Ｓの体軸ＳＡの延びる方向を算出する。

【０１０４】

体軸方向決定部３３による体軸ＳＡの延びる方向の算出は、例えば次の方法により行われる。

【０１０５】

一つの例は、平均重心Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）とｎ個の重心位置Ｇ１（Ｘ１、Ｙ１）、・・・、Ｇｋ１（Ｘｋ１、Ｙｋ１）、・・・Ｇｋ２（Ｘｋ２、Ｙｋ２）、・・・Ｇｎ（Ｘｎ、Ｙｎ）のそれぞれとを結ぶ線分と、Ｘ軸との間の角度の平均傾き角度ａを、

【数３】

**（数式３）**

$$a = \frac{\sum_{k=1}^{n} \arctan\left(\frac{Yk}{Xk}\right)}{n}$$

により求め、平均重心Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）を通り、Ｘ軸に対して角度ａを有して延びる線分が体軸ＳＡの位置を示すとみなす方法である。このようにして求められた体軸ＳＡを図１６に示す。

【０１０６】

他の例は、平均重心Ｇ０を通り、且つ重心Ｇ１、・・・、Ｇｋ１、・・・、Ｇｋ２、・・・、Ｇｋ３、・・・Ｇｎとの直線距離ｄｈ１、・・・ｄｈｋ１、・・・ｄｈｋ２、・・

・、ｄｈｋ３、・・・、ｄｈｎの標準偏差が最小となる線Ｈａが体軸ＳＡの位置を示すとみなす方法である。線Ｈａの一例を図１７に示す。

【０１０７】

＜頭部配置決定工程＞

変形例の頭部配置決定工程（Ｓ２０８）は、上記実施形態の頭部配置決定工程（Ｓ１０４）と異なり、頭部配置決定部３３が、上記工程により算出された重心位置Ｇ１（Ｘ１、Ｙ１）、・・・、Ｇｋ１（Ｘｋ１、Ｙｋ１）、・・・、Ｇｋ２（Ｘｋ２、Ｙｋ２）、・・・、Ｇｎ（Ｘｎ、Ｙｎ）、及び平均重心Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）に基づいて、被験者Ｓの頭部の配置を決定する。

【０１０８】

変形例の頭部配置決定工程Ｓ２０８において、頭部の配置を決定する方法は次の通りである。

【０１０９】

最初に、頭部配置決定部３３は、重心Ｇの時間的変動を波形として算出する。具体的には頭部配置決定部３３は、まず、図１８に示す通り重心Ｇ１から体軸ＳＡに下した垂線の足の座標ＤＧ１（ＤＸ１、ＤＹ１）を求め、この足の位置と平均重心Ｇ０の位置Ｇ０（Ｘ０、Ｙ０）との距離ｄ１を

【数４】

**(数式４)**

$$d1 = \sqrt{(DX1 - X0)^2 + (DY1 - Y0)^2}$$

により求める。

【０１１０】

頭部配置決定部３３は、次いで重心Ｇ２、・・・、Ｇｎについても、上記と同様の演算を行い距離ｄ２、・・・、ｄｎを求める。このようにして求められた距離ｄの値を、距離ｄを縦軸、時間軸を横軸とするグラフに展開して描くと図１９（ａ）のようになる。即ち図１９（ａ）は、重心Ｇ１から算出される距離ｄ１、重心Ｇ２から算出される距離ｄ２、・・・、重心Ｇｋ１から算出される距離ｄｋ１、・・・、重心Ｇｋ２から算出される距離ｄｋ２、・・・、重心Ｇｎから算出される距離ｄｎを、時間軸に沿って左から右にプロットしたものであり、図１８から理解される通り、重心Ｇの、平均重心Ｇ０を中心とし、体軸ＳＡ方向に沿った時間的変動の様子を示す波形に相当する。なお、図１９（ａ）においては、図１８において平均重心Ｇ０からＸ軸の正側に延びる距離ｄが正の値をとり、Ｘ軸の負側に延びる距離ｄが負の値をとるものとしている。

【０１１１】

図１９（ｂ）は、図１９（ａ）の波形ＧＷを概略的に示したものである。図１９（ｂ）において、時刻$t_{50}$は被験者Ｓが吸気を開始する時刻、時刻$t_{51}$は被験者Ｓが吸気を終了する時刻、時刻$t_{52}$は被験者Ｓが呼気を開始する時刻、時刻$t_{53}$は被験者Ｓが呼気を終了する時刻、時刻$t_{54}$は被験者Ｓが次の吸気を開示する時刻である。

【０１１２】

本発明の発明者は、種々の条件にて図１９の波形ＧＷを観察したところ、次の共通的な特徴があることが分かった。

【０１１３】

すなわち、波形ＧＷにおいても、上述した頭側波形ＨＷ、脚側波形ＬＷと同様に、被験者Ｓが吸気を行っている吸気期間$P_{51}$は、被験者Ｓが呼気を行っている呼気期間$P_{53}$よりも長い。

【０１１４】

また、波形ＧＷにおいても、上述した頭側波形ＨＷ、脚側波形ＬＷと同様に、被験者Ｓが時刻$t_{51}$に吸気を終了してから時刻$t_{52}$に呼気を開始するまでの吸気後ホールド期

間Ｐ$_{52}$、及び被験者Ｓが時刻ｔ$_{53}$に呼気を終了してから時刻ｔ$_{54}$に吸気を開始するまでの呼気後ホールド期間Ｐ$_{54}$において、波形の頂点近傍に略平坦な部分が現れる。そして、吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$の長さは、呼気後ホールド期間Ｐ$_{54}$の長さよりも長い。

【０１１５】

なお、被験者Ｓが頭側波形ＨＷｍ又は脚側波形ＬＷｍを呈する場合には、波形ＧＷも、頭側波形ＨＷｍ又は脚側波形ＬＷｍと同様の特徴を有する。

【０１１６】

波形ＧＷは、上記の特徴を有し、吸気期間Ｐ$_{51}$、吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$、呼気期間Ｐ$_{53}$を表す山形波形又は谷形波形が、時間軸方向において吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$の中央に対して（中央の前後で）非対称な波形である。これは、波形ＧＷも、頭側波形ＨＷ、ＨＷｍ、脚側波形ＬＷ、ＬＷｍと同様に被験者Ｓの呼吸による重心移動に基づく波動だからである。したがって頭部配置決定部３３は、波形ＧＷを分析して吸気期間Ｐ$_{51}$、吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$、呼気期間Ｐ$_{53}$、呼気後ホールド期間Ｐ$_{54}$の少なくとも一つに基づいて、被験者Ｓの頭部の配置を決定することができる。

【０１１７】

具体的には例えば、頭部配置決定部３３は、図１９（ｂ）に示す波形ＧＷを分析して、吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$が正側に現れることを求めることができる。吸気後ホールド期間Ｐ$_{52}$が正側に現れるということは、吸気後には重心Ｇが正側に移動していることを意味する。よって頭部配置決定部３３は、吸気後に重心が移動してくる図１８におけるＸ軸の正側に被験者Ｓの脚側が置かれており、その反対側である負側に被験者Ｓの頭部が置かれていると決定することができる。

【０１１８】

＜寝姿判定工程＞

変形例の寝姿判定工程（Ｓ２０９）は、上記実施形態の寝姿判定工程（Ｓ１０５）とは異なり、寝姿判定部３４が、上記工程により算出された波形ＧＷに基づいて、被験者Ｓの寝姿を判定する。

【０１１９】

発明者の知見によると、波形ＧＷも、被験者Ｓの寝姿が仰臥、横臥、伏臥と変化すると、図１１、図１２に示した頭側波形ＨＷ、ＨＷｍと同様の波形の変化を示す。したがって寝姿判定部３４は、例えば波形ＧＷを分析して期間Ｐ$_{51}$の長さを求め、この長さが所定値よりも小さければ被験者Ｓは仰臥しており、この長さが所定値と略同等であれば被験者Ｓは横臥しており、この長さが所定値よりも大きければ被験者Ｓは伏臥していると判定することができる。

【０１２０】

変形例の工程は、最後に工程Ｓ２１０（図１４）において測定終了か否かを判断する。測定が終了していなければ、工程は工程Ｓ２０１に戻される。

【０１２１】

ここで、変形例においては重心位置の時間的変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向や頭部の配置、さらには寝姿を決定しているが、重心位置は複数の荷重検出器により検出された荷重に基づいて算出されている。したがって、重心位置の時間的変化に基づく被験者の体軸の延びる方向、頭部の配置、寝姿の決定も、荷重検出器により検出された荷重の変化に基づく被験者の体軸の延びる方向、頭部の配置、寝姿の決定に含まれる。

【０１２２】

なお、上記の実施形態においては、頭部配置決定部３３は、吸気期間Ｐ$_{31}$が呼気期間Ｐ$_{33}$よりも長い（又は短い）という関係に基づいて、吸気期間Ｐ$_{31}$に相当する位置を特定していたが、吸気期間Ｐ$_{31}$の位置を特定する方法はこれには限られない。本発明の発明者の研究により、被験者Ｓがいびきをかいている時には、吸気期間Ｐ$_{31}$に、呼吸の周期（約３～５秒）よりもはるかに短い周期で、呼吸波形ＢＷが微少に振動することが分かった。したがって、呼吸波形ＢＷを分析していびきに起因する短周期（高周波数）の微

小振動の生じる位置が特定できた場合には、これに基づいて吸気期間Ｐ$_{31}$の位置を特定できる。

【０１２３】

なお、上記の実施形態においては、頭部配置決定部３３は、呼吸波形ＢＷの吸気期間Ｐ$_{31}$に相当する位置を特定することにより呼吸波形ＢＷが頭側波形ＨＷであるか脚側波形ＬＷであるかを判別していたがこれには限られない。例えば、上述の通り、頭側波形ＨＷと脚側波形ＬＷはともに吸気後ホールド期間Ｐ$_{32}$が呼気後ホールド期間Ｐ$_{34}$よりも長いという特徴を有するが、これらが山側に現れるか谷側に現れるかが相違する。同様に、頭側波形ＨＷｍと脚側波形ＬＷｍはともに吸気後ホールド期間Ｐ$_{32}$が呼気後ホールド期間Ｐ$_{34}$よりも短いという特徴を有するが、これらが山側に現れるか谷側に現れるかが相違する。したがって頭部配置決定部３３は、期間の長さの長短に基づいて吸気後ホールド期間Ｐ$_{32}$と呼気後ホールド期間Ｐ$_{34}$とを見分け、これらが波形の山側に現れるか谷側に現れるかを特定することにより呼吸波形ＢＷが頭側波形ＨＷ、ＨＷｍであるか脚側波形ＬＷ、ＬＷｍであるかを判別してもよい。

【０１２４】

また、別の例として、記憶部４に、頭側波形ＨＷ、ＨＷｍ、脚側波形ＬＷ、ＬＷｍに対応する参照用波形を記憶し、頭部配置決定部３３は、呼吸波形ＢＷの形状を分析することなく、記憶部４に記憶した参照用波形と呼吸波形ＢＷとの比較に基づいて、呼吸波形ＢＷが頭側波形ＨＷ、ＨＷｍであるか脚側波形ＬＷ、ＬＷｍであるかを判定してもよい。

【０１２５】

上記の実施形態においては、寝姿判定部３４は、呼吸波形ＢＷを分析して吸気期間Ｐ$_{31}$の長さを所定値と比較することにより被験者Ｓの寝姿を判定していた。しかしながら寝姿判定部３４により被験者Ｓの寝姿を判定する方法はこれには限られない。例えば、記憶部４に、仰臥状態、横臥状態、伏臥状態に対応する参照用波形を記憶し、寝姿判定部３４は、記憶部４に記憶した参照用波形と呼吸波形ＢＷとの比較に基づいて被験者Ｓの寝姿を判定してもよい。

【０１２６】

上記の実施形態においては、頭部配置決定部３３は、体軸方向決定部３２が被験者Ｓの体軸ＳＡの延びる方向を決定した後に被験者Ｓの頭部の配置を決定していたが、これには限らない。頭部配置決定部３３は、被験者Ｓの体軸ＳＡの延びる方向を決定することなく、被験者Ｓの頭部の配置を決定することもできる。

【０１２７】

具体的には、頭部配置決定部３３は、荷重検出部１からの荷重信号ｓ$_1$～ｓ$_4$を分析し、それぞれに含まれる呼吸波形ＢＷが頭側波形ＨＷ、ＨＷｍであるか、脚側波形ＬＷ、ＬＷｍであるかを判定する。そして、頭側波形ＨＷ、ＨＷｍであると判定された呼吸波形ＢＷの送信元である荷重検出器に対応する領域に被験者Ｓの頭部が配置されており、脚部波形ＬＷ、ＬＷｍであると判定された呼吸波形ＢＷの送信元である荷重検出器に対応する領域に被験者Ｓの脚部が配置されていると決定する。

【０１２８】

上記の実施形態においては、寝姿判定部３４は、被験者Ｓの頭部の位置が決定された後に被験者Ｓの寝姿を判定していたが、これには限られない。寝姿判定部３４は、被験者Ｓの体軸ＳＡの延びる方向及び／又は被験者Ｓの頭部の位置を決定することなく、被験者Ｓの寝姿を判定してもよい。前述のように寝姿の相違は荷重波形に特徴的な違いを表すので荷重信号のみからも判別可能な場合もある。この場合には、荷重信号からの呼吸波形ＢＷの取り出しは、頭部配置決定部３３ではなく寝姿判定部３４において行ってもよい。

【０１２９】

上記の実施形態の身体状況検知装置１００は、体軸方向決定部３２、頭部配置決定部３３、寝姿判定部３４のすべてを備えているが、身体状況検知装置１００は、これらのうちいずれか１つ又は２つのみを備える構成であってもよい。体軸方向決定部３２、頭部配置決定部３３、寝姿判定部３４はそれぞれ、本発明の身体状況検知部の具体例である。

【０１３０】
上記実施形態の身体状況検知装置１００の重心位置算出部３１は、算出した各時刻ｔにおける重心Ｇの位置を用いて、重心Ｇの移動の軌跡（重心軌跡）を求めても良い。求めた重心軌跡は、記憶部４に記憶されてもよい。
【０１３１】
上記実施形態の身体状況検知装置１００の制御部３には、被験者Ｓの呼吸数を求める呼吸数算出部（不図示）が構築されていてもよい。呼吸数算出部は例えば、重心位置算出部３１により求められる重心軌跡から、呼吸により生じる重心移動の軌跡を抽出し、この軌跡の振動数を分析することにより被験者Ｓの呼吸数を求めることができる。呼吸により生じる重心移動の軌跡の抽出は、一例として、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡を呼吸による重心軌跡とみなし、このような重心軌跡を抽出することにより行うことができる。
【０１３２】
呼吸により生じる重心移動の軌跡の抽出は、一例として次の方法により行うことができる。
【０１３３】
まず、制御部３に構築された体動情報決定部（不図示）を用いて、例えば１分間における被験者Ｓの重心軌跡ＧＴ２を記憶部４から取り出す。取り出される重心軌跡ＧＴ２の一例は図２０（ａ）に示す通りである。図２０（ａ）に示す重心軌跡ＧＴ２は、被験者Ｓが大きな体動（寝返り等）によりベッド上を左右方向に一往復していることを示している。また、大きな体動が生じていない安定体位期間において、被験者Ｓの重心Ｇが、領域Ｄ、Ｅ、Ｆ内でそれぞれ移動する様子を示している。領域Ｄ、Ｅ、Ｆ内での重心Ｇの移動は、被験者Ｓの小さな体動及び呼吸等に起因して生じている。なお、本発明において「大きな体動」とは、寝返りや、その他の胴体部の移動を伴う離散的な体動を主に含み、苦しい時、若しくは覚醒時などにも生じる。重心の移動という観点で表すと、ある期間内に、ある方向に所定距離ｄを超えて重心Ｇを移動させる体動を意味する。したがって、被験者Ｓの体動のうちいずれを「大きな体動」とするかは任意であり、所定距離ｄの値に基づいて、いずれを「大きな体動」とするかを決定することができる。大きな体動とは、呼吸による重心移動に対して相対的に区別できる程度に（例えば数倍以上）大きい重心の移動と見ることもできる。
【０１３４】
体動情報決定部（不図示）に含まれる大きな体動情報決定部（不図示）は、重心軌跡ＧＴ２から被験者Ｓの大きな体動に起因する重心移動の軌跡を決定して抽出する（大きな体動決定工程）。呼吸数算出部は、重心Ｇがある方向に、一定時間内に、一定距離を越えて移動した場合に、例えば、一定時間内に領域間を変位するように移動した場合に、大きな体動が生じたと判断し、この期間の重心軌跡ＧＴ２を抽出する。
【０１３５】
大きな体動決定工程においては、重心Ｇがある方向に、一定時間内に、一定距離を越えて移動したか否かを、次の方法を用いて判断する。まず、図２０（ａ）に示す重心軌跡ＧＴ２を、より低いサンプリング周波数に変換した重心軌跡ＧＴ２１に変換する（図２０（ｂ））。より低いサンプリング周波数への変換は、サンプリング周期０．１秒で取得されている重心位置Ｇのデータを間引いたり、移動平均処理を施すことによって行うことができる。又は重心軌跡ＧＴ２を周波数分解してローパスフィルタにより所定の低周波数成分を取り出すことによっても行うことができる。
【０１３６】
図２０（ｂ）において、点Ｄ１と点Ｅ１との間の軌跡は、例えば、右方向に、０．５秒以内に、３０ｃｍを超えて移動している。従って呼吸数算出部は、この区間における軌跡を大きな体動の軌跡であると判断し、重心軌跡ＧＴ２からこの区間における軌跡を除去する。同様に、点Ｅ２と点Ｆ１との間の軌跡も、例えば、左方向に、０．５秒以内に、３０ｃｍを超えて移動している。従って大きな体動情報決定部は、この区間における軌跡を大

きな体動の軌跡であると判断し、重心軌跡ＧＴ２からこの区間における軌跡を除去する。なお点Ｄ１から点Ｅ１への移動と点Ｅ２から点Ｆ１への移動は、いずれも別の領域への移動であり、これをもって大きな体動と捉えてもよい。

【０１３７】

図２０（ａ）に示す重心軌跡ＧＴ２から、大きな体動の軌跡を除去したものを図２１（ａ）～図２１（ｃ）に示す。図２１（ａ）は領域Ｄにおける重心軌跡ＧＴ２、図２１（ｂ）は領域Ｅにおける重心軌跡ＧＴ２、図２１（ｃ）は領域Ｆにおける重心軌跡ＧＴ２である。これらは安定体位期間（大きな体動が生じていない期間）における重心軌跡ＧＴ２である。

【０１３８】

なお、低いサンプリング周波数は、大きい体動を抽出するのに十分な程度に短い周期（大きい周波数）であり、且つ小さな体動や呼吸等の他の要因による重心の変動の影響を受けない程度に長い周期（小さい周波数）とすることが望ましい。また、どの程度の時間内にどの程度の距離だけ移動した場合に大きな体動と判断するかは、生体情報モニタリングシステム１００の装置の特徴に合わせて最適化することができる。

【０１３９】

次に、体動情報決定部の小さな体動情報決定部は、安定体位期間における重心軌跡ＧＴ２から被験者Ｓの小さな体動に起因する重心移動の軌跡を決定して抽出する（小さな体動決定工程）。安定体位期間における重心軌跡ＧＴ２から被験者Ｓの小さな体動に起因する重心移動の軌跡を取り除く工程について、領域Ｅの重心軌跡ＧＴ２（図２１（ｂ））から小さな体動の軌跡と呼吸の軌跡とを分離する手順を例に説明する。なお、本発明において「小さな体動」とは、被験者Ｓの身体全体が大きく移動するのではなく、身体の一部、即ち手足や顔（頭）だけが動くような移動であり、重心の移動という観点で表すと、被験者Ｓの呼吸に起因する重心移動の方向とは異なる方向に、所定距離ｄを超えない範囲で重心Ｇを移動させる体動を意味する。小さな体動とは、大きな体動と区別できる程度に（例えば数分の一以下）小さい重心の移動と見ることもできる。

【０１４０】

小さな体動決定工程においては、過去の測定から呼吸数算出部によって算出される、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡を呼吸による重心軌跡とみなし、このような重心軌跡とは異なる重心軌跡を小さな体動による重心軌跡とみなす。

【０１４１】

図２１（ｂ）において、重心軌跡ＧＴ２は、呼吸による重心Ｇの移動を表す部分ｇｔ１及びｇｔ３と、小さな体動による重心Ｇの移動を表す部分ｇｔ２（呼吸による重心Ｇの移動分も含まれていると考えている）とを含んでおり、小さな体動による重心Ｇの移動を表す部分ｇｔ２は、呼吸による重心Ｇの移動を表す部分ｇｔ１、ｇｔ３の重心軌跡とは異なり、特定の方向に周期的に振動していない。

【０１４２】

したがって、小さな体動による重心移動の軌跡を分離して抽出する一つの方法としては、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡（ｇｔ１、ｇｔ３）のみを抽出し、これを重心移動の呼吸成分とみなす。そしてその他の部分（ｇｔ２）を小さな体動として分離、抽出する。このような分離・抽出は例えば呼吸安定期における過去のある期間における重心変動の中から、周期的に繰り返される重心変動をフーリエ解析等の周波数解析で検出し、その周波数成分を持つ重心変化の方向を検出して、これを呼吸による重心変動とみなす。その上で、現在測定されている重心変動と呼吸による重心変動の差分を小さい体動として抽出する。この時、この分析に係わる現在の重心変動について、当該周波数成分が失われたり、振幅が急激に変化している場合は、呼吸が変化したとみなし、呼吸による重心変動の差分は行わない。このような方法により実施することができる。

【０１４３】

他の方法としては、図２２に示す通り、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡とはなっていない部分（ｇｔ２）を、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡の一部を構成する

部分ｇｔ２１と、その他の部分ｇｔ２２とに分解する。そして、特定の方向に周期的に振動する重心軌跡の一部を構成する部分ｇｔ２１のみを部分ｇｔ１と部分ｇｔ３との間に戻して図２３に示すような重心軌跡を求め、これを重心移動の呼吸成分とする。一方で部分ｇｔ２から分解された部分ｇｔ２２を小さな体動として分離・抽出する。このような分離・抽出は上記のような方法で実施することができる。

【０１４４】

その後、体動情報決定部で抽出された重心移動の呼吸成分は、呼吸数算出部に送られ、呼吸数算出部において、上記実施形態と同様の手段によって呼吸数の算出を行う。なお、体動情報決定部は、大きな体動による重心移動の軌跡、小さな体動による重心移動の軌跡を決定するのみでもよく、必ずしも重心軌跡からこれらの軌跡を分離、抽出しなくてもよい。この場合は、例えば、呼吸数算出部に、体動情報決定部で決定された大きな体動による重心移動の軌跡、小さな体動による重心移動の軌跡を参照して、重心軌跡から呼吸成分を抽出させてもよい。

【０１４５】

呼吸数算出部はまた、荷重検出器１１～１４からの信号$s_1$～$s_4$から取り出した呼吸波形ＢＷ（図１０）や、重心Ｇの移動に基づいて算出される波形ＧＷ（図１９）の振動数に基づいて単位時間当たりの被験者Ｓの呼吸数を求めることができる。これらの波形は被験者Ｓの呼吸に起因して生じているため、これらの波形を分析することで被験者Ｓの呼吸数を求めることができる。

【０１４６】

波形の分析は、例えば次のようにして行う。

【０１４７】

図２１（ａ）～図２１（ｃ）に示される重心軌跡ＧＴ２から抽出された呼吸成分の往復動の合計回数が、１分間の被験者Ｓの呼吸数を示している。したがって呼吸数算出部は、呼吸成分の往復動に基づいて被験者Ｓの１分間の呼吸数を算出する。

【０１４８】

具体的には呼吸数算出部は、まず被験者Ｓの重心軌跡ＧＴ２の呼吸成分を、振動方向がＸ軸方向と一致するように回転する。次に呼吸数算出部は、回転した呼吸成分に対して、多段フィルタバンクを用いて複数段のフィルタリングを行う。各段のフィルタリングにおいて高周波成分はノイズとして除去される。一方、各段のフィルタリングにより得られた低周波成分に対しては、次の段のフィルタリングが行われる。フィルタリングを所定の段数行った後、最終段の低周波成分を呼吸回数と算出することができる。また、前述の荷重検出部１からの出力と呼吸数算出部のデータを用いることで、被験者が在床しているか、離床しているかを正確にモニタリングできる。これは、例えばベッド上に荷物等が置かれた場合でも、荷重検出部１の出力は変化するが、この出力に基づいて呼吸数算出部において呼吸数が算出されれば、ベッド上に存在するのは荷物等ではなく被験者であると判断できる。

【０１４９】

その他の方法も可能である。具体的には例えば、まずＸ軸方向に振動する重心軌跡ＧＴ２の呼吸成分から、Ｘ軸方向において最も正側に位置する点及びＸ軸方向において最も負側に位置する点を求め、両点のＸ座標の中間値Ｘｍを算出する。この中間値Ｘｍは、被験者Ｓの呼吸に起因する重心軌跡ＧＴ２の振動中心であるとみなすことができる。次いで呼吸数算出部は、重心軌跡ＧＴ２がこの中間値Ｘｍをまたいでｘ軸方向に負側から正側へ移動する回数、又は正側から負側へ移動する回数を求めることにより、被験者Ｓの呼吸に起因する重心軌跡ＧＴ２の振動数、即ち呼吸数を算出する。

【０１５０】

上記実施形態の身体状況検知装置１００の制御部３には、被験者Ｓの呼吸換気量を算出する呼吸換気量算出部（不図示）が構築されていてもよい。呼吸換気量算出部は、呼吸数算出部が抽出した呼吸により生じる重心移動の軌跡に基づいて、被験者Ｓの１回の換気量を推定する。なお、呼吸換気量とは、呼吸の深さに相当する物理量である。

【０１５１】
呼吸により生じる重心移動の軌跡の振幅１回分が呼吸の１回に相当する。大きく深い呼吸の時、吸気時に肺が膨張する時には横隔膜は通常の吸気よりも大きく移動して下方に下がり、内臓も大きく下方に移動する。一方で呼気時、すなわち肺が収縮する時には横隔膜は通常の呼気より大きく移動して上方に上がり、内臓も大きく上方に移動する。その反対に小さく浅い呼吸の時は、内蔵の動きは通常状態より小さくなる。本発明の発明者は研究により、呼吸の大きさに応じて、この内臓移動に伴う重心Ｇのわずかな移動に更に変化が現れることを見出した。具体的には、大きく深い呼吸の時は、振幅が通常時より大きくなり、小さく浅い呼吸の時は、振幅が通常時より小さくなる。１回の換気量は、この振幅と相関付けを行うことで、推定できる。例えば、あらかじめ被験者がベッドで仰向けの状態で、大きく深い呼吸を行い、その時の換気量と振幅を記録しておく。また、小さく浅い呼吸を行い、その時の換気量と振幅を記録しておく。取得した呼吸に基づく重心軌跡に基づいて、振幅より呼吸換気量を算出する。一回の換気量を推定することで、１分間の分時換気量を推定することも可能になる。１分間の呼吸回数と分時換気量が解ることで、被験者Ｓの呼吸状態が総合的に良い状態にあるのか悪い状態にあるのかをモニターすることができる。

【０１５２】
上記実施形態の身体状況検知装置１００の制御部３には、被験者の心拍数を求める心拍数算出部（不図示）が構築されていてもよい。心拍数算出部による心拍数の算出は、例えば重心位置算出部３１により求められる重心軌跡から求めることができる。心拍は複数の重心変動の組合せがセットになった特有の周期性を有するため、心拍数算出部は、過去の演算結果に基づいて現在の心拍によると考えられる重心の変位を推定することができる。したがって、推定した重心の変位に基づいて、重心軌跡から心拍に起因する軌跡を取り出し、これに基づいて心拍数を求めることもできる。

【０１５３】
心拍数算出部はまた、荷重検出器１１～１４からの信号$s_1$～$s_4$（図５）から、心拍成分に対応する０．５Ｈｚ～２．５Ｈｚの周波数帯域の信号成分を取り出すことにより心拍数を算出することもできる。

【０１５４】
上記実施形態の身体状況検知装置１００の制御部３には、被験者Ｓの睡眠／覚醒を判定する身体状態判定部（不図示）が構築されていてもよい。身体状態判定部は、一例として、被験者Ｓの呼吸数及び呼吸換気量の値に基づいて被験者Ｓの睡眠／覚醒を判定することができる。

【０１５５】
身体状態判定部は、各種生体情報（体重、体動、呼吸、心拍等）のデータを複合的に使って、被験者の身体状態を判定してもよい。この際、身体状態を判定する精度を上げるために、教師データを用いた機械学習をおこなってもよい。

【０１５６】
すなわち、睡眠・覚醒を表わす関数を、多くの生体情報のデータからフィティングにより作成しておき（ラベル付き教師データ）、本実施形態の生体情報モニタリングシステム１００から得られる各種の各種生体情報のデータをこの関数に導入することにより、睡眠又は覚醒の身体状態を求めることができる。すなわち、睡眠・覚醒のアルゴリズムは、被験者から採られる覚醒時または睡眠時のラベルの付いた教師データを参照して生体情報モニタリングシステム１００から得られる離床、着床、大きな体動、小さな体動、呼吸、無呼吸、いびき、発話、心拍のような各種生体情報とその演算（四則演算、積分、微分、周波数分析等を含む数理的解析）とを用いた機械学習により得ることができる。

【０１５７】
身体状態判定部は、荷重検出器１１～１４からの信号$s_1$～$s_4$の荷重値の変化に基づいて、被験者ＳのベッドＢＤへの着床、及びベッドＢＤからの離床を検知することもできる。身体状態判定部による被験者ＳのベッドＢＤへの着床の判定は、例えば荷重検出器１

１～１４からの信号ｓ$_1$～ｓ$_4$が示す荷重値の合計値の増加が所定の値（例えば、４０ｋｇ、５５ｋｇ、７０ｋｇ等であり入力部７等を用いて任意に設定することができる）を超えたか否かによって行うことができる。被験者ＳのベッドＢＤからの離床の判定も同様に、例えば荷重検出器１１～１４からの信号ｓ$_1$～ｓ$_4$が示す荷重値の合計値の減少が所定の値を超えたか否かによって行うことができる。

【０１５８】

身体状態判定部は、重心軌跡に基づいて被験者ＳのベッドＢＤへの着床、及びベッドＢＤからの離床を検知することもできる。被験者ＳがベッドＢＤ上に存在していない期間においては、荷重センサ１１～１４にはベッドＢＤからの荷重が均等に加えられており、換言すれば重心Ｇはベッドの中央に位置している。そして被験者ＳがベッドＢＤに着床すると、重心Ｇは被験者Ｓが着床した位置に向かって大きく移動する。身体状態判定部は、重心Ｇのこのような大きな移動に基づいて被験者Ｓの着床を検知することができる。被験者Ｓの離床も同様に判断できる。

【０１５９】

身体状態判定部は、被験者ＳのベッドＢＤからの転落を検知することもできる。具体的には、身体状態判定部は、被験者Ｓが睡眠状態であり、且つ離床が発生した場合に被験者ＳがベッドＢＤから転落したと判定することができる。また判定結果を表示部５に表示してもよく、報知部６を用いて身体状態検知装置１００の使用者に報知してもよい。なお、身体状態判定部は、被験者Ｓが覚醒状態である時に離床が発生した場合には、被験者Ｓが自らの意思で離床したと判断してもよい。

【０１６０】

身体状態判定部は、身体状態検知装置１００で求められる各種生体情報に基づいて被験者Ｓの生死を判定してもよい。具体的には例えば、身体情報判定部は、被験者Ｓの体動（重心移動）、呼吸、及び心拍のすべてがある一定の条件の下で停止した場合に、被験者Ｓが死亡したと判定することができる。ある一定の条件は、使用者である医師等の判断により設定することができる。

【０１６１】

身体状態判定部は、被験者Ｓが睡眠時無呼吸症候群の症状である無呼吸状態にあると判定することもできる。睡眠時無呼吸症候群の患者が睡眠中に無呼吸に陥った場合には、ある期間呼吸及び体動が停止し、その後大きく吸気がなされて呼吸及び体動が生じる。その一方で心拍は継続している。したがって身体状態判定部は、呼吸及び体動が停止し心拍が継続している期間が一定時間以上続いた場合に、無呼吸状態が発生したと検知することができる。

【０１６２】

身体状態判定部は、判定結果を表示部５に表示してもよく、報知部６を用いて身体状態検知装置１００の使用者に報知（ナースコール）してもよい。また身体状態判定部は、測定された各種生体情報を記憶部４に記憶させる時に、無呼吸状態が発生した期間に対応する生体情報にラベル付を行ってもよい。これにより被験者Ｓの睡眠時無呼吸症候群の症状の事後観察が容易となる。

【０１６３】

上記実施形態の生体情報モニタリングシステム１００の身体状態判定部は、被験者Ｓの発話やいびきを検知することもできる。発話は一般的に呼気と同時に行われる。従って例えば、覚醒時又は睡眠時における呼気期間に高周波成分が生じている場合には、この高周波成分が発話に起因するものであると判定することができる。またいびきは一般的に吸気時に発生する。従って例えば、睡眠時の吸気期間に高周波成分が生じている場合には、この高周波成分がいびきに起因するものであると判定することができる。

【０１６４】

上記実施形態の身体状態検知装置１００の報知部６は、重心軌跡が通常とは異なる動きを示した場合に、これを異常と捉えて報知部６を用いた報知（ナースコール）を行ってもよい。どのような動きを「通常とは異なる動き」とするかは適宜設定することができるが

、一例としては、所定の体動（重心移動）が連続的に一定時間以上継続した場合に「通常とは異なる動き」と判断してナースコールを行うことができる。ナースコール信号を受けてそのベッドの様子を映し出すカメラを作動させてもよい。

【０１６５】

重心位置算出部３１を用いて、被験者Ｓの体重を測定することもできる。被験者Ｓの体重の測定は、信号$ｓ_{1}$～$ｓ_{4}$の荷重値の合計値から予め記憶部４に記憶したベッドＢＤの重量を減じることで求めることができる。なお、ベッドの重量が４つの領域I～IVで均一でない場合には、その相違を荷重検出器に対応するベッド重量として記憶させておく。また、実際の計測中の被験者Ｓ以外の重量をもたらす状況、例えば、布団や荷物等が置かれたことをベッド重量に反映させるようにすることが望ましい。

【０１６６】

上記実施形態では、体重測定は重心位置算出部３１で行ったが、体重測定部を制御部３の中に別途設けてもよい。

【０１６７】

なお、上記の実施形態において、荷重検出器１１、１２、１３、１４は、ビーム形ロードセルを用いた荷重センサに限られず、例えばフォースセンサを使用することもできる。

【０１６８】

なお、上記の実施形態において、荷重検出器は４つに限られない。ベッドＢＤに追加の脚を設けて５つ以上の荷重検出器を使用してもよい。又はベッドＢＤの脚のうち３つのみに荷重検出器を配置してもよい。荷重検出器が３つの場合でも、これを一直線に配置しなければ、ベッドＢＤ面上での被験者Ｓの重心位置Ｇを検出できる。あるいは、被験者の体動が拘束される状況の下では頭側と脚側の２つの荷重検出器だけでも頭の配置や寝姿を検知することが可能である。また寝姿のみを検知する場合には荷重検出器は１つであってもよい。

【０１６９】

なお、上記の実施形態においては、荷重検出器１１、１２、１３、１４は、ベッドＢＤの脚の下端に取り付けられたキャスター$Ｃ_{1}$、$Ｃ_{2}$、$Ｃ_{3}$、$Ｃ_{4}$の下にそれぞれ配置されていたがこれには限られない。荷重検出器１１、１２、１３、１４はそれぞれ、ベッドＢＤの４本の脚とベッドＢＤの床板との間に設けられてもよいし、ベッドＢＤの４本の脚が上下に分割可能であれば、上部脚と下部脚との間に設けられても良い。また、荷重検出器１１、１２、１３、１４をベッドＢＤと一体型とし、ベッドＢＤと本実施形態の身体状況検知装置とからなるベッドシステムＢＤＳを構成してもよい（図２４）。なお、本明細書において「ベッドに設けられた荷重検出器」とは、上述のようにベッドＢＤの４本の脚とベッドＢＤの床板との間に設けられた荷重検出器や、上部脚と下部脚との間に設けられた荷重検出器を意味する。

【０１７０】

なお、上記の実施形態において、荷重検出部１とＡ／Ｄ変換部２との間に、荷重検出部１からの荷重信号を増幅する信号増幅部や、荷重信号からノイズを取り除くフィルタリング部を設けても良い。

【０１７１】

なお、上記実施形態の身体状況検知装置１００において、表示部は、使用者が視覚的に認識できるようにモニタ上に情報を表示するものには限られない。例えば表示部５は、被験者Ｓの身体状況を定期的に印字して出力するプリンタでもよく、又は仰臥状態なら青ランプの点灯、横臥状態なら黄色ランプの点灯、伏臥状態なら赤ランプの点灯といった簡易な視覚的表現を用いて表示するものであってもよい。または表示部５は、被験者Ｓの身体状況を使用者に音声で伝えるものであってもよい。さらに、身体状況検知装置１００は表示部５を有さなくてもよく、映像信号等の情報を出力する出力端子を有するのみであってもよい。表示を行うためのモニタ（ディスプレイ装置）等は、当該出力端子を介して身体状況検知装置１００に接続される。

【０１７２】

なお、上記実施形態の報知部６は聴覚的に報知を行っていたが、報知部６は、光の点滅等によって視覚的に報知を行う構成であってもよく、振動により報知を行う構成であってもよい。また、上記実施形態の身体状況検知装置１００は、報知部６を有さなくても良い。

【０１７３】

なお、上記実施形態の身体状況検知装置１００において、配線によって接続されている構成同士は、それぞれ無線によって接続されていてもよい。

【０１７４】

上記実施形態及び変形例の身体状況検知装置１００は、荷重検出器１１～１４によって検出された荷重の変化に基づいて被験者Ｓの体軸の延びる方向及び／又は被験者Ｓの頭部の配置を決定している。よって身体状況検知装置１００、２００によれば、被験者Ｓの身体状況を詳細に検知することができる。

【０１７５】

上記実施形態及び変形例の身体状況検知装置１００によれば、頭部配置決定部３３は体軸方向決定部３２により決定された被験者Ｓの体軸の方向に基づいて、被験者Ｓの頭部の配置をより詳細に決定することができる。また、寝姿判定部３４を備えるため、被験者Ｓの身体状況をより詳細に検知することができる。

【０１７６】

上記実施形態及び変形例の身体状況検知方法は、荷重検出器１１～１４によって検出された荷重の変化に基づいて被験者Ｓの体軸の延びる方向及び／又は被験者Ｓの頭部の配置を決定している。よって本発明の身体状況検知方法によれば、被験者Ｓの身体状況を詳細に検知することができる。

【０１７７】

上記実施形態及び変形例の身体状況検知方法によれば、被験者Ｓの体軸の延びる方向を決定した後に被験者Ｓの頭部の配置を決定するため、被験者Ｓの頭部の配置の決定をより詳細に決定することができる。また検出された荷重の変化に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含むため、被験者Ｓの身体状況をより詳細に検知することができる。

【０１７８】

上記実施形態のベッドセンサによる身体状況検知装置は、荷重センサーの時系列データから、体重、体動、呼吸、いびき、心拍等の生体情報の状態とその時間的変化を、同時に同期して測定することができるため、時系列に変化する被験者の身体状態の判定もそれぞれの時刻に合わせて、前記生体情報と同期して行うことが可能である。

【０１７９】

上記の身体状況検知装置において、小さな体動情報決定部は、大きな体動情報決定部により決定された大きな体動が除去された前記重心位置の時間的変動から小さな体動を決定していたが、それに加えてまたはそれに代えて重心位置の移動方向や呼吸の影響による周期性に基づいて小さな体動を決定してもよい。

【０１８０】

上記の身体状況検知装置において、大きな体動情報、小さな体動情報及び呼吸数を同期して求めるだけでなく、それらに加えて、さらに体重、心拍及び身体状態判定部の結果を同期して求めることもできる。

【０１８１】

上記の身体状況検知装置における身体状態判定部は、求められた被験者の体動情報及び／又は呼吸数に基づいて、被験者が睡眠状態であるか覚醒状態であるかのみならずせん妄状態であるかを判断してもよい。

【０１８２】

上記の身体状況検知装置において身体状態判定部には、検出された荷重に基づいて被験者が前記ベッド上に存在するか否かを判定する離着床判定部を設けてもよい。離着床判定部は、離着床のみならず、被験者の体重や体重変動を判定してもよい。

【０１８３】

本発明の身体状況検知装置における表示部は、求められた被験者の体動情報、体軸方向、呼吸、心拍の現在状態と時間的変化を、ベッド上での前記重心位置の移動履歴として表示し得る。

【０１８４】

本発明の特徴を維持する限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【０１８５】

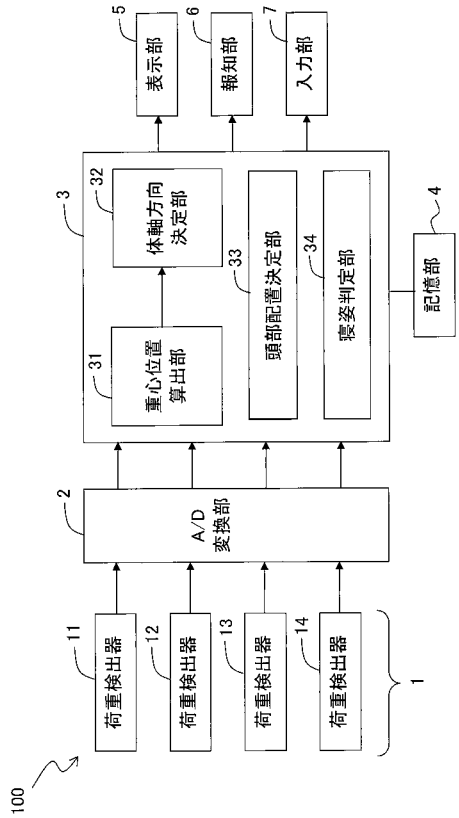
本発明の身体状況検知装置によれば、荷重検出器による検出のみに基づいて、被験者の身体状況を詳細に検知することができる。したがって安価に、且つ被験者に負担をかけることなく被験者の状態を把握することができ、医療及び介護の質の向上に資することができる。また、本発明の身体状況検知装置によれば、ベッド下またはベッドに設けた荷重検出器だけで、体動情報、呼吸数等の呼吸情報、ひいては、体重、心拍数、いびき、離着床の有無などを検査項目を同期して検出することができる。従って、各項目ごとに異なるセンサーを被験者に取り付ける必要や、複数のセンサーからの出力の同期をとる必要はない。また、看護記録（バイタル記録）への呼吸状態の自動入力・表示や看護師への呼吸状態悪化の自動送信が可能になるため、看護師の夜間患者チェックの回数を減らし、看護師の仕事量を減らし、患者の睡眠の質を改善することが可能となる。さらに、医療者が予期しないベッドからの転落、呼吸停止、心停止や死亡などが発生した場合に、その原因究明にも活用できる。

【符号の説明】

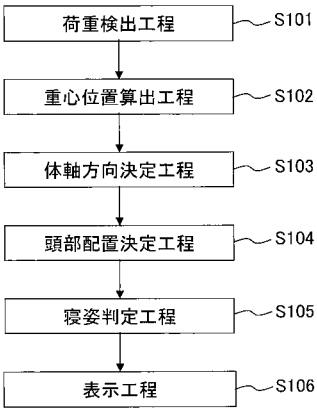
【０１８６】

１　荷重検出部
１１、１２、１３、１４　荷重検出器
２　Ａ／Ｄ変換部
３　制御部
３１　重心位置算出部
３２　体軸方向決定部
３３　頭部配置決定部
３４　寝姿判定部
４　記憶部
５　表示部
６　報知部
７　入力部
１００　身体状況検知装置
ＢＤ　ベッド
ＢＤＳ　ベッドシステム
Ｓ　被験者

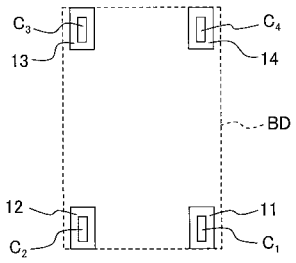
【図１】



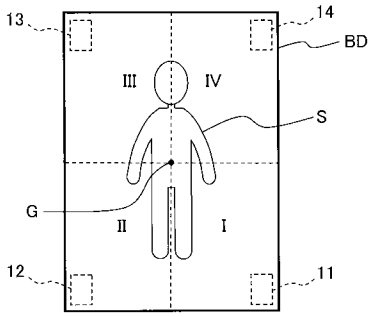

【図２】



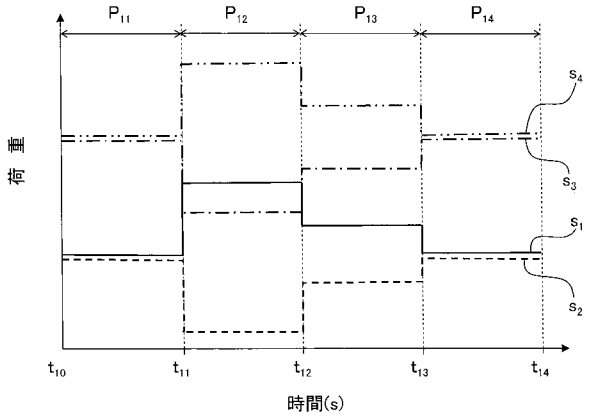

【図３】



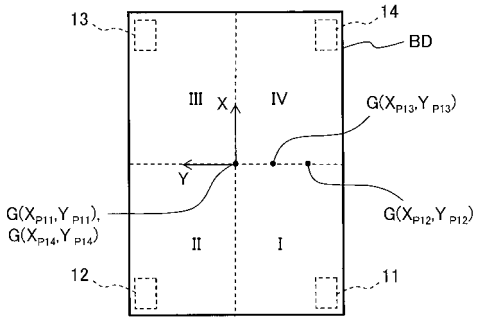

【図４】



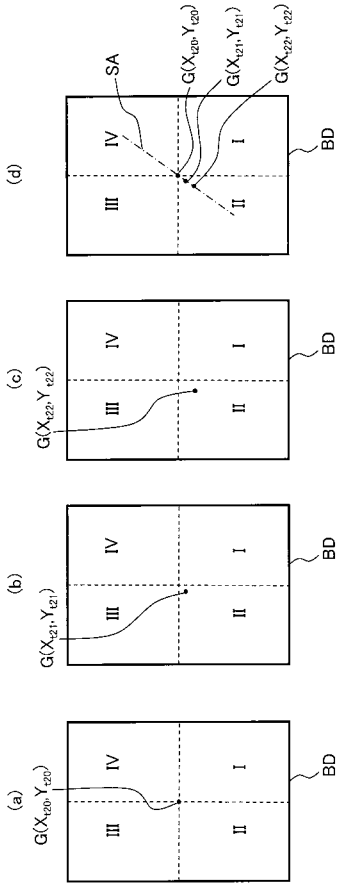

【図５】



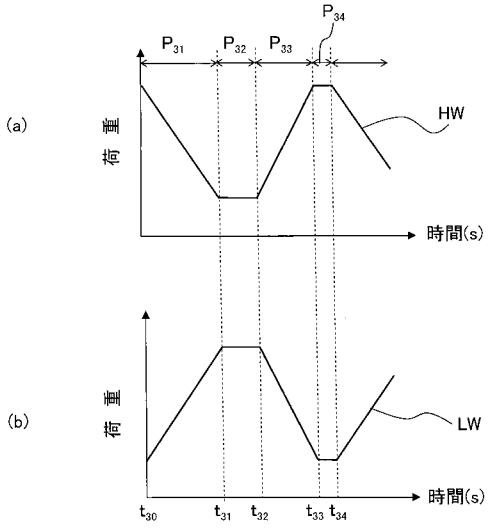

【図６】



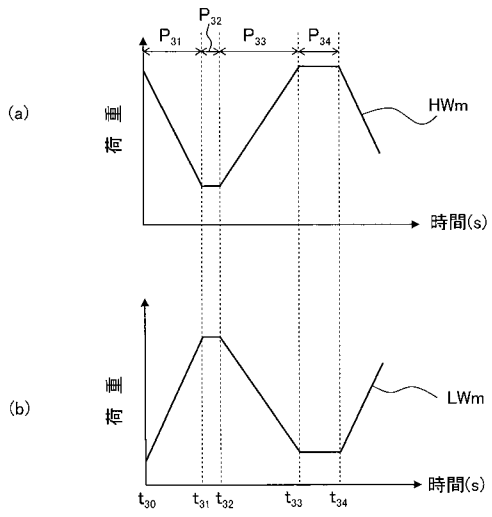
【図７】



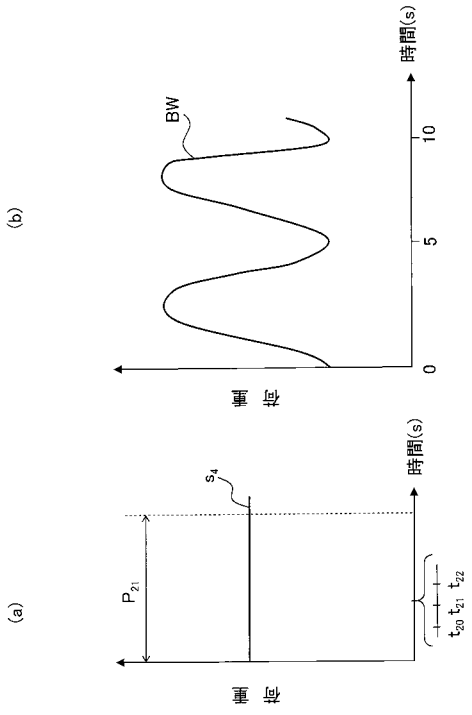

【図８】



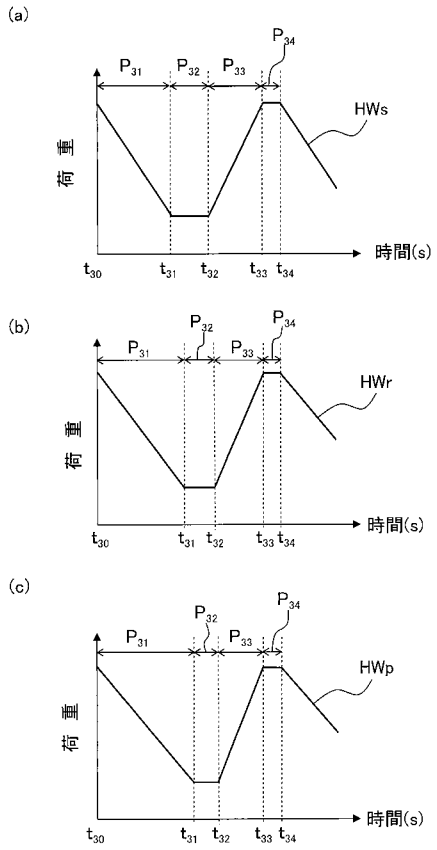

【図９】



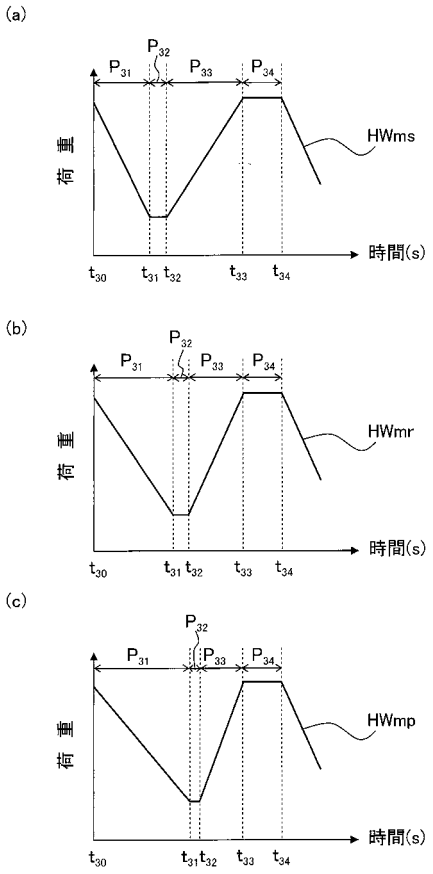

【図１０】



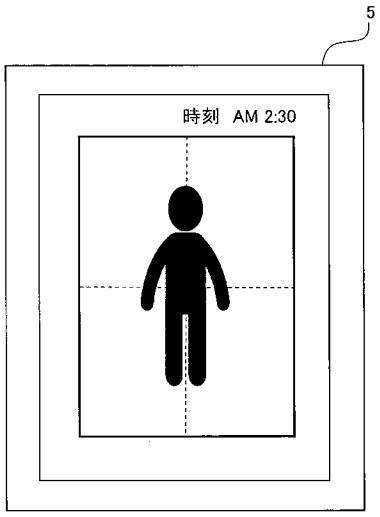
【図１１】



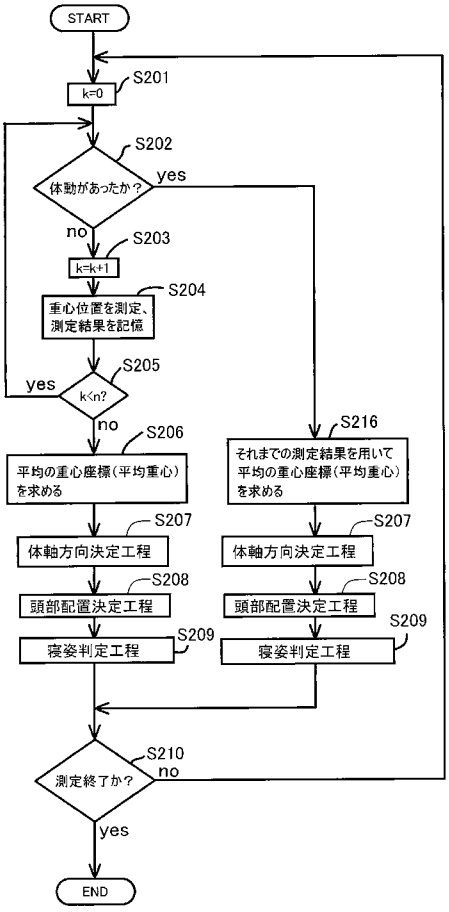

【図１２】



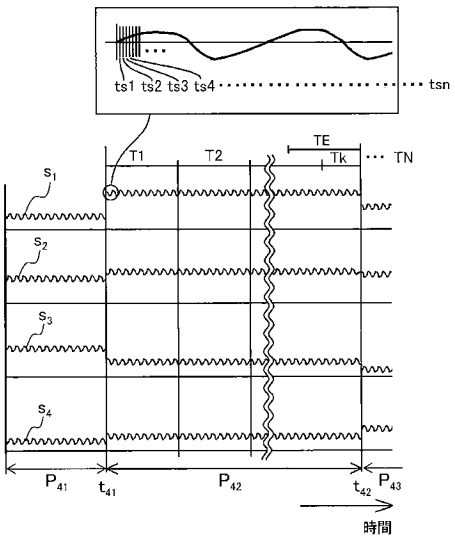

【図１３】



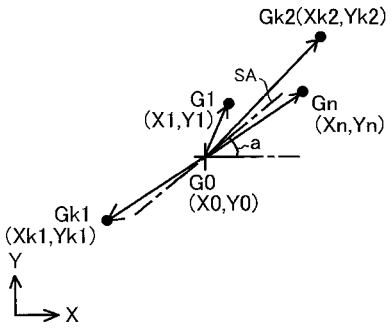

【図１４】



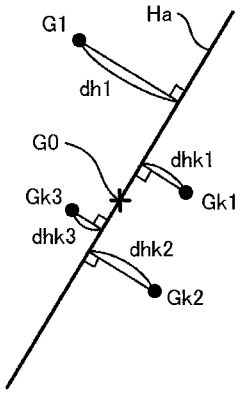
【図１５】



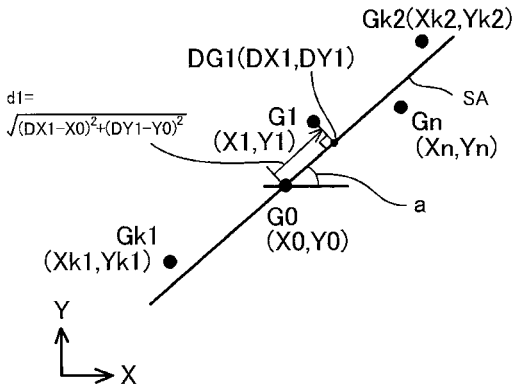

【図１６】



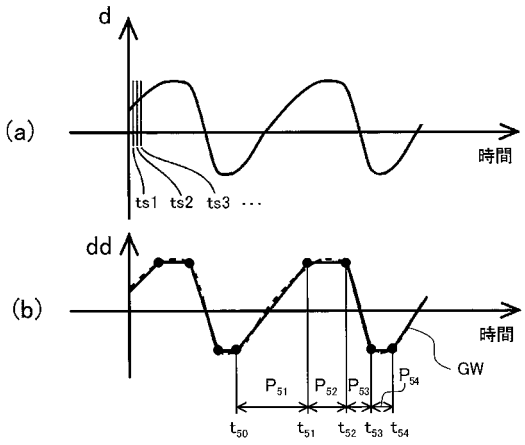

【図１７】



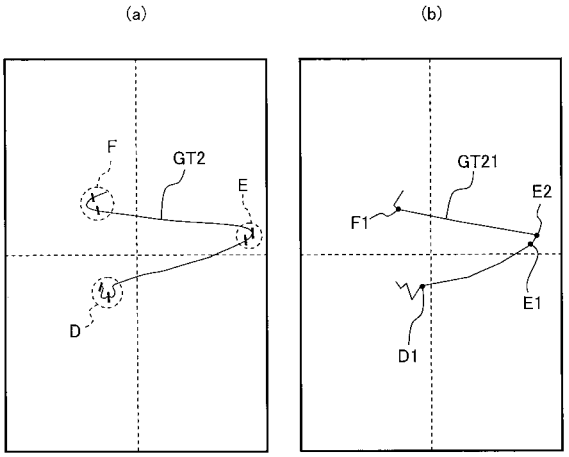

【図１８】



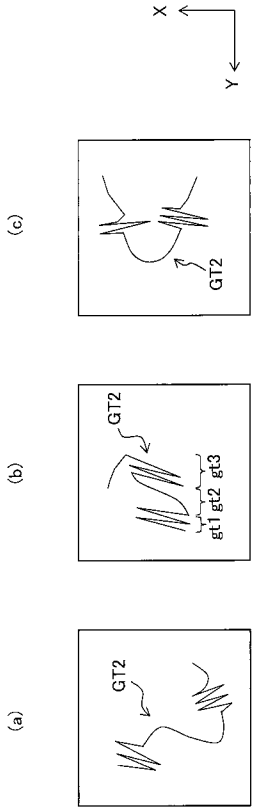

【図１９】



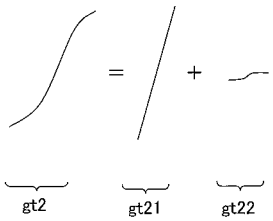
【図２０】



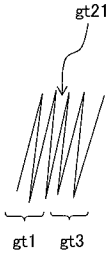

【図２１】



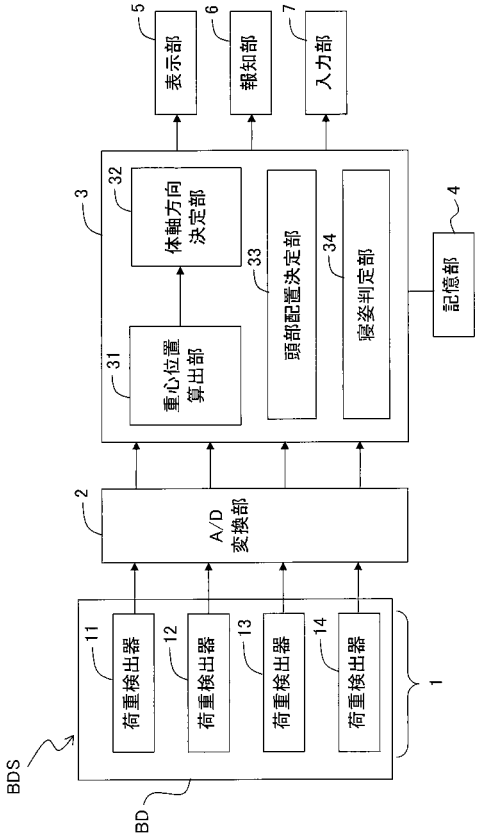

【図２２】




【図２３】




【図２４】



【手続補正書】
【提出日】平成28年12月16日(2016.12.16)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備え、
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定する体軸方向決定部と、前記検出された荷重の変化に基づいて前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する頭部配置決定部とを含む身体状況検知装置。
【請求項２】
前記頭部配置決定部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項１に記載の身体状況検知装置。
【請求項３】
前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置算出部を更に備え、
前記体軸方向決定部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向を決定し、且つ／又は前記頭部配置決定部は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項１に記載の身体状況検知装置。
【請求項４】
前記頭部配置決定部は、前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項３に記載の身体状況検知装置。
【請求項５】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備え、
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知装置。
【請求項６】
前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置算出部を更に備え、
前記身体状況検知部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、且つ／又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項５に記載の身体状況検知装置。
【請求項７】
前記検出された荷重の変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
前記被験者の頭部の配置の決定は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて行われる請求項２又は５に記載の身体状況検知装置。
【請求項８】

前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備える請求項１、２、５、７のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項９】
前記重心位置の時間的変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
前記被験者の頭部の配置の決定は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて行われる請求項４又は６に記載の身体状況検知装置。
【請求項１０】
前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備える請求項３、４、６、９のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項１１】
ベッドと、
請求項１～１０のいずれか一項に記載の身体状況検知装置とを有するベッドシステム。
【請求項１２】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、
ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することを含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、次いで前記検出した荷重の変化に基づいて、前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する方法。
【請求項１３】
被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて決定される請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することである請求項１２に記載の方法。
【請求項１５】
被験者の頭部の配置は、前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて決定される請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、
ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することを含み、
被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて決定される方法。
【請求項１７】
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定すること及び／又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基

づいて被験者の頭部の配置を決定することである請求項１６に記載の方法。
【請求項１８】
前記検出された荷重の変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定される請求項１３又は１６に記載の方法。
【請求項１９】
前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含む請求項１２、１３、１６、１８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項２０】
前記重心位置の時間的変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定される請求項１５又は１７に記載の方法。
【請求項２１】
前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含む請求項１４、１５、１７、２０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項２２】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置。
【請求項２３】
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項２２に記載の身体状況検知装置。
【手続補正書】
【提出日】平成29年2月6日(2017.2.6)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備え、
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定する体軸方向決定部と、前記検出された荷重の変化に基づいて前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定する頭部配置決定部とを含む身体状況検知装置。
【請求項２】
前記頭部配置決定部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項１に記載の身体状況検知装置。
【請求項３】
前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置

算出部を更に備え、
前記体軸方向決定部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向を決定し、且つ／又は前記頭部配置決定部は前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項１に記載の身体状況検知装置。
【請求項４】
前記頭部配置決定部は、前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項３に記載の身体状況検知装置。
【請求項５】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数の荷重検出器と、
前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の体軸の延びる方向及び被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備え、
前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知装置。
【請求項６】
前記検出された荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求める重心位置算出部を更に備え、
前記身体状況検知部は、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、且つ／又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項５に記載の身体状況検知装置。
【請求項７】
前記検出された荷重の変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
前記被験者の頭部の配置の決定は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて行われる請求項２又は５に記載の身体状況検知装置。
【請求項８】
前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備える請求項１、２、５、７のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項９】
前記重心位置の時間的変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
前記被験者の頭部の配置の決定は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて行われる請求項４又は６に記載の身体状況検知装置。
【請求項１０】
前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定する寝姿判定部を更に備える請求項３、４、６、９のいずれか一項に記載の身体状況検知装置。
【請求項１１】
ベッドと、
請求項１～１０のいずれか一項に記載の身体状況検知装置とを有するベッドシステム。
【請求項１２】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、
ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び被験者の頭部の配置を決定することを含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定し、次いで前記検出した荷重の変化に基づいて、前記決定された方向における被験者の頭部の配置を決定す

る方法。
【請求項１３】
被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて決定される請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することである請求項１２に記載の方法。
【請求項１５】
被験者の頭部の配置は、前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて決定される請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知方法であって、
ベッド又はベッドの脚下に設置した複数の荷重検出器により被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出することと、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び被験者の頭部の配置を決定することを含み、
被験者の頭部の配置は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて決定される方法。
【請求項１７】
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の重心位置の時間的変化を求めることを更に含み、
前記検出した荷重の変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向及び／又は被験者の頭部の配置を決定することは、前記被験者の重心位置の時間的変化に基づいて被験者の体軸の延びる方向を決定すること及び／又は前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定することである請求項１６に記載の方法。
【請求項１８】
前記検出された荷重の変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定される請求項１３又は１６に記載の方法。
【請求項１９】
前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含む請求項１２、１３、１６、１８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項２０】
前記重心位置の時間的変化を示す波形は、被験者の吸気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す吸気期間、被験者の呼気に応じて立ち上がり又は立ち下がりを示す呼気期間、及び吸気期間と呼気期間との間のホールド期間を含み、
被験者の頭部の配置は、吸気期間、呼気期間、ホールド期間の少なくとも一つに基づいて決定される請求項１５又は１７に記載の方法。
【請求項２１】
前記被験者の重心位置の時間的変化を示す波形に基づいて被験者の寝姿を判定することを更に含む請求項１４、１５、１７、２０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項２２】
ベッド上の被験者の身体状況を検知する身体状況検知装置であって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者の呼吸に応じた荷重の変化を検出する複数

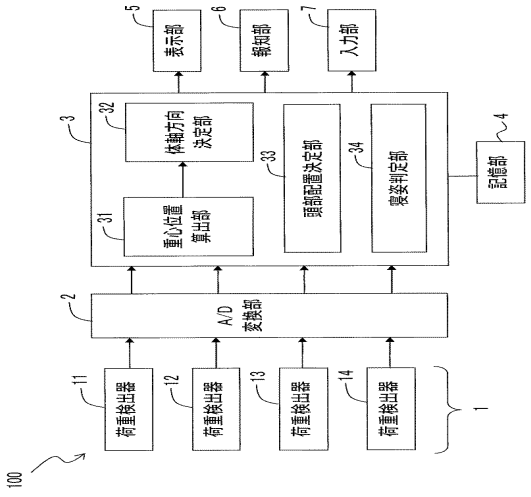
の荷重検出器と、
　前記検出された荷重の変化に基づいて、被験者の頭部の配置を決定する身体状況検知部とを備える身体状況検知装置。
【請求項２３】
　前記身体状況検知部は、前記検出された荷重の変化を示す波形に基づいて被験者の頭部の配置を決定する請求項２２に記載の身体状況検知装置。

フロントページの続き

(72)発明者　赤津　浩之
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０６－７３　ミネベア株式会社内
(72)発明者　佐藤　邦彦
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０６－７３　ミネベア株式会社内
(72)発明者　飯田　徳仁
長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０６－７３　ミネベア株式会社内
(72)発明者　磯野　史朗
千葉県千葉市中央区亥鼻１丁目８番１号　国立大学法人千葉大学　大学院医学研究院内

Ｆターム(参考) 4C038 VA04 VA15 VB02 VB15 VB33 VB35 VC20
4C117 XA04 XB04 XC02 XD01 XD21 XE24 XE26 XE57 XE64 XJ45
XP11 XQ20 XR02

| | | | |
|---|---|---|---|
| 专利名称(译) | 身体状况检测装置，身体状况检测方法和床系统 | | |
| 公开(公告)号 | JP2017077451A | 公开(公告)日 | 2017-04-27 |
| 申请号 | JP2016138506 | 申请日 | 2016-07-13 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 美蓓亚株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 美蓓亚株式会社三美<br>国立大学法人千叶 | | |
| [标]发明人 | 赤津浩之<br>佐藤邦彦<br>飯田徳仁<br>磯野史朗 | | |
| 发明人 | 赤津 浩之<br>佐藤 邦彦<br>飯田 徳仁<br>磯野 史朗 | | |
| IPC分类号 | A61B5/11 A61B5/113 A61B5/00 | | |
| CPC分类号 | A61B5/1036 A61B5/11 A61B5/1116 A61B5/113 A61B5/4818 A61B5/6891 A61B5/7278 A61G7/05 A61G7/0527 A61G2203/20 A61G2203/32 A61G2203/70 | | |
| FI分类号 | A61B5/10.310.A A61B5/10.315 A61B5/00.102.C A61B5/11 A61B5/113 A61G7/043 A61G7/05 | | |
| F-TERM分类号 | 4C038/VA04 4C038/VA15 4C038/VB02 4C038/VB15 4C038/VB33 4C038/VB35 4C038/VC20 4C117/XA04 4C117/XB04 4C117/XC02 4C117/XD01 4C117/XD21 4C117/XE24 4C117/XE26 4C117/XE57 4C117/XE64 4C117/XJ45 4C117/XP11 4C117/XQ20 4C117/XR02 | | |
| 代理人(译) | 川北 喜十郎<br>藤田昌弘 | | |
| 优先权 | 2015151220 2015-07-30 JP<br>2015210438 2015-10-27 JP | | |
| 其他公开文献 | JP6122188B1 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |


摘要(译)

要解决的问题：提供一种身体状况检测装置，其能够基于负载传感器的检测详细地检测床上的受检者的身体状况。 一一种用于检测床上的受检者的身体状况的身体状况检测装置包括：多个负载检测器，其设置在床或床的腿下方，并根据受检者的呼吸检测负载的变化;如何根据变化延伸主体的身体轴线和/或主体头部的位置。