(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2018-61908
(P2018-61908A)
(43)公開日　平成30年4月19日(2018.4.19)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
A61B	5/11	(2006.01)	A61B	5/10	310B	4C038
A61B	5/113	(2006.01)	A61B	5/10	315	4C117
A61B	5/00	(2006.01)	A61B	5/00	101R	
			A61B	5/00	102C	

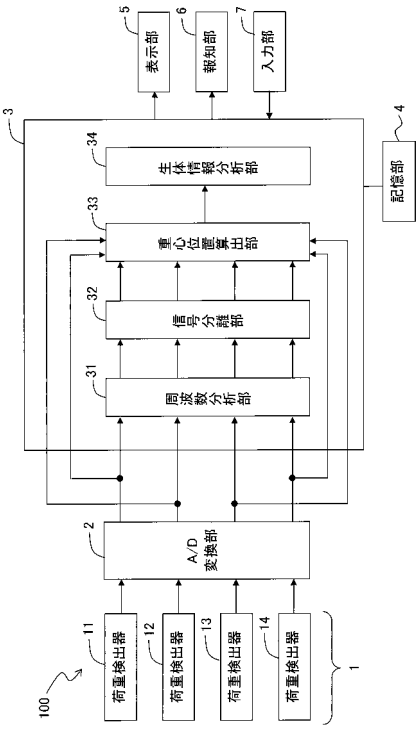
審査請求 未請求　請求項の数 3　OL　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2018-13182(P2018-13182)
(22)出願日　平成30年1月30日(2018.1.30)
(62)分割の表示　特願2016-101355(P2016-101355)の分割
原出願日　平成28年5月20日(2016.5.20)

(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
(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
(74)代理人　100182051
弁理士　松川　直宏
(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　ミネベアミツミ株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】生体情報モニタリングシステム

(57)【要約】
【課題】ベッド上の被験者の重心位置を、正確に把握することができる生体情報モニタリングシステムを提供する。
【解決手段】生体情報モニタリングシステムは、ベッド上の被験者による荷重を検出する複数の荷重検出器と、前記被験者による荷重から被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する荷重分離部と、前記被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき被験者の重心の位置を求める重心位置算出部とを備える。荷重分離部は、ベッド上に複数の被験者が存在する場合に、複数の荷重検出器の少なくとも１つにより検出された荷重の時間的変動の周波数スペクトルに基づいて、被験者による荷重を複数の被験者の各々による荷重に分離し、複数の被験者の各々による荷重から各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する。重心位置算出部は、各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の重心の位置を求める。
【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生体情報をモニターする生体情報モニタリングシステムであって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者による荷重を検出する複数の荷重検出器と、
前記被験者による荷重から被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する荷重分離部と、
前記被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき被験者の重心の位置を求める重心位置算出部とを備え、
前記荷重分離部は、前記ベッド上に複数の被験者が存在する場合に、前記複数の荷重検出器の少なくとも１つにより検出された前記被験者による荷重の時間的変動の周波数スペクトルに基づいて、前記被験者による荷重を前記複数の被験者の各々による荷重に分離し、前記複数の被験者の各々による荷重から各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離し、
前記重心位置算出部は、前記各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の重心の位置を求める生体情報モニタリングシステム。
【請求項２】
ベッド上の被験者の生体情報をモニターする生体情報モニタリングシステムであって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者による荷重を検出する複数の荷重検出器と、
前記被験者による荷重から被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する荷重分離部と、
前記被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき被験者の重心の位置を求める重心位置算出部とを備え、
前記荷重分離部は、更に、前記被験者による荷重から被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分を分離し、
前記重心位置算出部は、更に、前記被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分に基づき前記被験者の呼吸重心の位置を求める生体情報モニタリングシステム。
【請求項３】
前記荷重分離部は、前記ベッド上に複数の被験者が存在する場合に、前記複数の荷重検出器の少なくとも１つにより検出された前記被験者による荷重の時間的変動の周波数スペクトルに基づいて、前記被験者による荷重を前記複数の被験者の各々による荷重に分離し、前記複数の被験者の各々による荷重から各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分及び各被験者の呼吸に応じて振動する成分を分離し、
前記重心位置算出部は、前記各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の心拍重心の位置を求め、且つ前記各被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の呼吸重心の位置を求める請求項２に記載の生体情報モニタリングシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ベッド上の被験者の重心位置の変動に基づいて被験者の生体情報をモニタリングする生体情報モニタリングシステムに関する。
【０００２】
被験者の生体情報は、医療や介護の現場において患者や被介護者の身体状態を知るための重要な情報の一つである。例えば被験者の呼吸状態を把握して、睡眠時無呼吸症候群やいびきなどの症状の把握、及びこれらの症状の改善に役立てることができる。
【０００３】
ベッドの脚部の下に荷重センサを配置して、荷重センサの計測値に基づいて被験者の呼吸状態を計測することが提案されている（特許文献１）。更に、ベッドの脚部の下に荷重検出器を配置してベッド上の被検生体の重心の移動を求め、この重心の移動に基づいて被

検生体の呼吸運動と心拍運動とを求めることも提案されている（特許文献２）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特許第４８８３３８０号
【特許文献２】特公昭６１－２４０１０号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
医療現場では、ベッド上の被験者の重心位置を正確に把握することが望まれているが、特許文献１、２に記載の発明は、このような現場の要望に応えることはできない。
【０００６】
そこで本発明は、ベッド上の被験者の重心位置を正確に把握することができる生体情報モニタリング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生体情報をモニターする生体情報モニタリングシステムであって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者による荷重を検出する複数の荷重検出器と、
前記被験者による荷重から被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する荷重分離部と、
前記被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき被験者の重心の位置を求める重心位置算出部とを備え、
前記荷重分離部は、前記ベッド上に複数の被験者が存在する場合に、前記複数の荷重検出器の少なくとも１つにより検出された前記被験者による荷重の時間的変動の周波数スペクトルに基づいて、前記被験者による荷重を前記複数の被験者の各々による荷重に分離し、前記複数の被験者の各々による荷重から各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離し、
前記重心位置算出部は、前記各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の重心の位置を求める生体情報モニタリングシステムが提供される。
【０００８】
本発明の第２の態様に従えば、
ベッド上の被験者の生体情報をモニターする生体情報モニタリングシステムであって、
ベッド又はベッドの脚下に設けられ、被験者による荷重を検出する複数の荷重検出器と、
前記被験者による荷重から被験者の心拍に応じて振動する荷重成分を分離する荷重分離部と、
前記被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき被験者の重心の位置を求める重心位置算出部とを備え、
前記荷重分離部は、更に、前記被験者による荷重から被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分を分離し、
前記重心位置算出部は、更に、前記被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分に基づき前記被験者の呼吸重心の位置を求める生体情報モニタリングシステムが提供される。
【０００９】
第２の態様の生体情報モニタリングシステムにおいて、前記荷重分離部は、前記ベッド上に複数の被験者が存在する場合に、前記複数の荷重検出器の少なくとも１つにより検出された前記被験者による荷重の時間的変動の周波数スペクトルに基づいて、前記被験者による荷重を前記複数の被験者の各々による荷重に分離してもよく、前記複数の被験者の各々による荷重から各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分及び各被験者の呼吸に応じて

振動する成分を分離してもよく、
前記重心位置算出部は、前記各被験者の心拍に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の心拍重心の位置を求めてもよく、且つ前記各被験者の呼吸に応じて振動する荷重成分に基づき各被験者の呼吸重心の位置を求めてもよい。
【発明の効果】
【００１０】
本発明の生体情報モニタリングシステムによれば、ベッド上の被験者の重心位置を正確に把握することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】図１は、本発明の実施形態に係る生体情報モニタリングシステムの構成を示すブロック図である。
【図２】図２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３】図３は、本発明の実施形態に係る重心軌跡算出方法を示すフローチャートである。
【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、被験者の重心軌跡の一例を示す。
【図７】図７は、各荷重信号から分離した呼吸成分又は心拍成分に基づいて被験者の重心位置を算出する方法を示すフローチャートである。
【図８】図８は、変形例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】
【００１２】
＜第１実施形態＞
図１～図７を参照して、本発明の第１実施形態について説明する。
【００１３】
図１に示す通り、本実施形態の生体情報モニタリングシステム（呼吸波形描画システム、呼吸情報取得システム）１００は、ベッド上の被験者の生体状態を把握するために観測や測定を行うもので、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。
【００１４】
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。
【００１５】
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２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。
【００１６】
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。
【００１７】
制御部３は、専用又は汎用のコンピュータであり、内部に周波数分析部３１、信号分離部（荷重分離部）３２、重心位置算出部３３、生体情報分析部（在床判定部）３４が構築されている。

【００１８】
記憶部４は、生体情報モニタリングシステム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生体情報モニタリングシステム１００の使用者に表示する液晶モニター等のモニターである。
【００１９】
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。
【００２０】
このような生体情報モニタリングシステム１００を使用して、ベッド上の被験者の呼吸状態を始めとした各種生体情報を検知しモニターすることができる。各種生体情報の取得及びモニターは、ベッド上の被験者の重心位置の変動に基づいて行われる。
【００２１】
生体情報モニタリングシステム１００を使用して、ベッド上の被験者の重心位置を算出する動作について説明する。生体情報モニタリングシステム１００を使用した被験者の重心位置の算出は、図３に示す通り、被験者の荷重を検出する荷重検出工程（Ｓ０１）と、検出した荷重に基づいて被験者の重心位置の時間的変動（重心軌跡）を算出する重心軌跡算出工程（Ｓ０２）とを含む。
【００２２】
荷重検出工程Ｓ０１では、荷重検出器１１、１２、１３、１４を用いてベッドＢＤ上の被験者Ｓの荷重を検出する。荷重検出器１１、１２、１３、１４は、上記の通りキャスターＣ$_1$、Ｃ$_2$、Ｃ$_3$、Ｃ$_4$の下にそれぞれ配置されているため、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。
【００２３】
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。なお、ベッドＢＤ上に被験者Ｓが乗っていない場合、荷重検出器１１、１２、１３、１４からの出力の合計はベッド単体の重量を表わし、ベッドＢＤ上に被験者Ｓが乗っている場合、荷重検出器１１、１２、１３、１４からの出力の合計はベッド単体の重量と被験者Ｓの体重を表わしているため、予め記憶部４にベッド単体の重量を記憶しておくことにより、被験者Ｓが在床した時に被験者Ｓの体重を測定することが出来る。なお、ベッドの重量が４つの領域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。
【００２４】
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５ミリ秒として、アナログ信号をデジタル信号（以下、「荷重信号」と呼ぶ。）に変換し、周波数分析部３１や信号分離部３２を介さずに、重心位置算出部３３に出力する。
【００２５】
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$_1$

$_{1}$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。

【００２６】

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。

【００２７】

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。

【００２８】

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。

【００２９】

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。

【００３０】

重心軌跡算出工程Ｓ０２では、重心位置算出部３３が、荷重検出器１１～１４からの荷重信号ｓ$_{1}$～ｓ$_{4}$に基づいてベッド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５ミリ秒に等しい）で算出し、被験者Ｓの重心Ｇの位置の時間的変動（重心軌跡ＧＴ）を求める。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）。

【００３１】

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)

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

【００３２】
重心位置算出部３３は、上記の数式１、数式２に基づいて重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）を所定のサンプリング周期Ｔで算出しながら、重心Ｇの位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）の時間的変動、即ち重心軌跡ＧＴを求め、例えば記憶部４に記憶させる。
【００３３】
重心位置算出部３３で算出された重心軌跡ＧＴの一例を図６に示す。図６は、図５の期間$Ｐ_{１１}$、$Ｐ_{１２}$、$Ｐ_{１３}$内の任意の時刻$ｔ_{１１０}$、$ｔ_{１２０}$、$ｔ_{１３０}$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（$Ｘ_{Ｐ１３}$、$Ｙ_{Ｐ１３}$）を示しており、これらを繋ぐ一点鎖線の矢印は、位置Ｇ（$Ｘ_{Ｐ１１}$、$Ｙ_{Ｐ１１}$）からＧ（$Ｘ_{Ｐ１３}$、$Ｙ_{Ｐ１３}$）まで移動する被験者Ｓの重心Ｇの重心軌跡ＧＴを示している。
【００３４】
本実施形態において、生体情報分析部３４は、重心位置算出部３３によって上記のように算出された被験者Ｓの重心軌跡ＧＴに基づいて、被験者Ｓの体動の有無及びその様子を分析する。具体的には、生体情報分析部３４は、記憶部４に記憶される各時刻における被験者Ｓの重心Ｇの位置の変化に基づいて重心Ｇの移動速度（単位時間あたりの移動量）を算出し、算出した速度が所定の閾値を越えている場合、被験者Ｓは体動を行っていると判断する。なお、被験者Ｓの体動には、寝返りなど、被験者Ｓの胴部の移動を伴う比較的大きな身体の移動に起因する体動（大きな体動）や、手足や顔の移動など、被験者Ｓの胴部の移動を伴わない比較的小さな身体の移動に起因する体動（小さな体動）が含まれる。
【００３５】
ここで、重心軌跡算出工程Ｓ０２では、上記の数式１、数式２に示されるように、荷重検出器１１、１２、１３、１４が検出した全荷重$Ｗ_{１１}$、$Ｗ_{１２}$、$Ｗ_{１３}$、$Ｗ_{１４}$に基づいて重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）を算出している。このため、例えばベッド上の被験者Ｓから離れた位置に何等かの物体が置かれた場合、上記の数式１、数式２によって算出した重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）は、ベッド上に置かれた物体の荷重の影響により、被験者Ｓの実際の重心位置からずれることがある。そこで、本実施形態では、荷重検出器１１～１４から出力された荷重信号$ｓ_{１}$～$ｓ_{４}$の各々から特定の周波数帯域に含まれる成分を分離し、分離した成分に基づく被験者Ｓの重心位置も算出している。
【００３６】
以下、荷重信号$ｓ_{１}$～$ｓ_{４}$の各々から呼吸の周波数帯域（約０．２Ｈｚ～約０．３３Ｈｚ）に含まれる成分を分離し、分離した成分に基づいて被験者Ｓの重心位置を算出する処理について、図７のフローチャートを参照しつつ説明する。
【００３７】
周波数分析工程Ｓ１０において、周波数分析部３１は、荷重検出器１１～１４から出力された荷重信号$ｓ_{１}$～$ｓ_{４}$の各々、又は少なくとも一つについて、フーリエ変換により周波数スペクトルを求める。
【００３８】
信号分離工程Ｓ２０において、信号分離部３２は、周波数分析工程Ｓ１０において求めた周波数スペクトルから、呼吸の周波数帯域に含まれるピーク周波数（即ち、被験者Ｓの呼吸の周波数）を特定する。そして、信号分離部３２は、荷重信号$ｓ_{１}$～$ｓ_{４}$の各々から、特定したピーク周波数に対応する成分$ｓ_{ｂ１}$～$ｓ_{ｂ４}$（以下、「呼吸成分」と呼ぶ。）を分離する。

【００３９】
重心位置算出工程Ｓ３０において、重心位置算出部３１は、信号分離工程Ｓ２０で分離した呼吸成分s_{b1}～s_{b4}に基づいて、上記の数式１、数式２によりベッド上の被験者Ｓの重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）を算出する。
【００４０】
生体情報分析工程Ｓ４０において、生体情報分析部３４は、全荷重に基づいて算出した重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）と、呼吸成分s_{b1}～s_{b4}に基づいて算出した重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）とのいずれを採用してもよい。例えば、全荷重に基づいて算出した重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）と、呼吸成分s_{b1}～s_{b4}に基づいて算出した重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）とを比較した上で、被験者Ｓの重心位置としてどちらを採用するか決定してもよい。あるいは、全荷重に基づく重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）と呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）との間の距離を算出し、その距離が所定の範囲を超えている場合、生体情報分析部３４は、呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）を被験者Ｓの重心位置として採用してもよい。ここで、所定の範囲は、例えばベッドの寸法、被験者Ｓの身長、体重等を考慮し、適宜設定すればよい。
【００４１】
生体情報分析部３４は、採用した重心位置を用いて、被験者Ｓの各種生体情報を分析する。
【００４２】
ところで、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、背骨の延在方向（体軸方向）にほぼ沿って振動することを見出した（以下、「呼吸振動」と呼ぶ）。
【００４３】
したがって、重心位置が特定の方向に呼吸振動している場合、生体情報分析部３４は、その特定の方向を被験者Ｓの体軸の方向とみなし、ベッド上の被験者Ｓの姿勢（体軸がベッドの長手方向に対して平行なのか、傾いているのか）を判定する。呼吸振動の方向は、例えば、呼吸振動の軌跡からある極値点と当該極値点の直前又は直後に現れる極値点とを特定し、両者を結ぶ軸を求めることにより特定することができる。
【００４４】
また、生体情報分析部３４は、体軸の方向を縦軸、時間軸を横軸として、各時間における重心位置を体軸に投影した位置と呼吸振動の振動中心との間の距離をプロットすることにより、被験者Ｓの呼吸波形を描画する。そして、生体情報分析部３４は、呼吸波形上に現れる極大値又は極小値の数をカウントすることにより、被験者Ｓの呼吸数を判定する。さらに、重心位置の振幅（即ち、呼吸振動の振幅、又は呼吸波形の振幅）に基づいて、被験者Ｓの１回の呼吸における換気量（呼吸の深さ）を算出する。
【００４５】
次に、荷重信号s_1～s_4の各々から心拍の周波数帯域（約０．５Ｈｚ～約３．３Ｈｚ。以下「心拍帯域」と呼ぶ）に含まれる成分を分離し、分離した成分に基づいて被験者Ｓの重心位置を算出する処理について、図７のフローチャートを参照しつつ説明する。なお、この処理は、上記の呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）の算出と並行して実行されてもよく、単独で実行されてもよい。
【００４６】
周波数分析工程Ｓ１０において、周波数分析部３１は、荷重検出器１１～１４から出力された荷重信号s_1～s_4の各々、又は少なくとも一つについて、フーリエ変換により、心拍帯域の周波数スペクトルを求める。
【００４７】
信号分離工程Ｓ２０において、信号分離部３２は、周波数分析工程Ｓ１０において求め

た周波数スペクトルから、心拍帯域に含まれるピーク周波数（即ち、被験者Ｓの心拍の周波数）を特定する。そして、信号分離部３２は、荷重信号s_1～s_4の各々から、特定したピーク周波数に対応する成分s_{h1}～s_{h4}（以下、「心拍成分」と呼ぶ。）を分離する。

【００４８】

重心位置算出工程Ｓ３０において、重心位置算出部３１は、信号分離工程Ｓ２０で分離した心拍成分s_{h1}～s_{h4}に基づいて、上記の数式１、数式２によりベッド上の被験者Ｓの重心Ｇ（以下、「心拍成分に基づく重心G_h」と呼ぶ）を算出する。

【００４９】

荷重信号s_1～s_4から分離した心拍成分s_{h1}～s_{h4}を用いて算出されたベッド上の被験者Ｓの心拍成分に基づく重心G_hは、次の特徴を有する。

【００５０】

（１）心拍成分に基づく重心G_hは、荷重信号s_1～s_4のうち、被験者Ｓの心拍に応じて振動する心拍成分s_{h1}～s_{h4}のみを用いて算出されているため、例えば、被験者Ｓとは異なる周波数の心拍を有する第３者（見舞客等）による荷重や、心拍を有さない無生物（カバン等）による荷重がベッドＢＤ上に加えられた場合には移動せず、被験者Ｓが移動した場合にのみ移動する。

【００５１】

（２）本発明の発明者が、心拍成分に基づく重心G_hの移動の軌跡を観察したところ、心拍成分に基づく重心G_hが、被験者Ｓの体軸を反時計まわりにある程度回転させた方向に沿ってわずかに振動していることが見出された。この振動（以下、「心拍振動」と呼ぶ）は、心臓の鼓動に起因すると考えられる。

【００５２】

生体情報分析工程Ｓ４０において、生体情報分析部３４は、全荷重に基づいて算出した重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）と、心拍成分に基づく重心G_hの位置とを比較し、被験者Ｓの重心位置としてどちらを採用するか決定してよい。この決定は、呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）に関する上記説明と同様の方法で行うことができる。

【００５３】

また、生体情報分析部３４は、心拍成分に基づく重心G_hが求められるか否かに基づいて、被験者ＳがベッドＢＤ上に存在するか否かの判断、すなわち在床判断を行うこともできる。被験者ＳがベッドＢＤ上に存在しない場合には、荷重検出器１１～１４の信号成分s_1～s_4のそれぞれには、被験者Ｓの心拍に応じて変動する成分が存在しないため、そのような成分を分離することができず、心拍成分に基づく重心G_hを算出することができない。それゆえ、心拍成分の存否や、心拍成分に基づく重心G_hの算出可否に基づいて在床判断を行うことが可能である。生体情報分析部３４は、例えば、算出された心拍成分に基づく重心G_hがベッドＢＤ上に存在することが確認された場合に被験者Ｓが在床していると判定してもよく、より精密に、心拍成分に基づく重心G_hが被験者Ｓの体軸に対して傾いた所定の方向に振動していることが確認された場合に被験者Ｓが在床していると判定してもよい。

【００５４】

生体情報分析部３４は更に、心拍成分に基づく重心G_hの振動方向から、被験者Ｓの体軸の方向を求めることもでき、心拍成分に基づく重心G_hの１分間あたりの振動数から心拍数を求めることもできる。

【００５５】

本実施形態の生体情報モニタリングシステム１００の効果を以下にまとめる。

【００５６】

本実施形態の信号分離部３２は、荷重検出器１１～１４から出力された荷重信号s_1～s_4の各々から、例えば呼吸の周波数帯域に含まれる呼吸成分や、心拍の周波数帯域に含まれる心拍成分を分離する。そして、本実施形態の重心位置算出部３３は、全荷重に基づいて算出した重心位置Ｇ（Ｘ、Ｙ）だけでなく、呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ

）や、心拍成分に基づく重心位置G_h（Ｘ、Ｙ）をそれぞれ算出する。このため、生体情報分析部３４は、呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）や、心拍成分に基づく重心位置G_h（Ｘ、Ｙ）を、被験者Ｓの様々な生体情報を分析するために活用することができる。呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）や、心拍成分に基づく重心位置G_h（Ｘ、Ｙ）は、ベッドＢＤ上に、荷物や見舞客など、被験者Ｓに由来しない荷重が加えられた場合には変動しないため、これらを用いれば、被験者Ｓの生体情報をより正確に分析することができる。

【００５７】

例えば、生体情報分析部３４は、呼吸成分に基づく重心位置G_b（Ｘ、Ｙ）を用いて、ベッド上の被験者Ｓの姿勢（体軸方向）や、呼吸波形、呼吸数、呼吸換気量といった呼吸状態を分析することができる。

【００５８】

また、生体情報分析部３４は、心拍成分や心拍成分に基づく重心G_hの有無に基づき、被験者Ｓの在床判断を行うことができる。心拍は呼吸とは異なり、意識的に停止させることができないため、心拍成分や心拍成分に基づく重心G_hの有無に基づき在床判断を行うことで、被験者Ｓの在床／離床をより確実に判断できる。

【００５９】

本実施形態の生体情報モニタリングシステム１００は、ベッドＢＤの脚の下に配置した荷重検出器１１～１４を用いて被験者Ｓの生体情報を求めている。したがって、被験者Ｓの身体に計測装置を取り付ける必要がなく、被験者Ｓに不快感や違和感を与えることがない。

【００６０】

＜変形例＞

上記実施形態の生体情報モニタリングシステム１００において、次の変形態様を採用することもできる。

【００６１】

例えば、呼吸の周期は被験者Ｓの性別、体格、肺活量等によって異なり、心拍の周期にも個人差がある。そのため、ベッドＢＤ上に複数人の被験者Ｓが存在する場合、周波数分析工程Ｓ１０で求めた周波数スペクトルにおける呼吸及び／又は心拍の周波数帯域には、被験者Ｓの数だけ、異なるピーク周波数が現れる。

【００６２】

そこで、呼吸及び／又は心拍の周波数帯域に複数のピーク周波数が現れた場合、信号分離部３２は、ベッド上の被験者Ｓの人数が複数であると判定し、荷重信号s_1～s_4の各々から、各被験者Ｓに対応する呼吸成分及び／又は心拍成分を分離してもよい。そして、重心位置算出部３３は、各被験者Ｓに対応する呼吸成分及び／又は心拍成分に基づいて、各被験者Ｓの重心位置を算出してもよい。例えば、呼吸の周波数帯域において、周波数ν１と周波数ν２にピークが現れた場合、信号分離部３２は、ベッド上の被験者Ｓが２人であると判定し、信号分離工程Ｓ２０において、荷重信号s_1～s_4の各々から、周波数ν１に対応する呼吸成分と、周波数ν２に対応する呼吸成分を分離する。そして、重心位置算出部３３は、重心位置算出工程Ｓ３０において、ピーク周波数ν_1に対応する呼吸成分に基づく重心位置G_{b1}（Ｘ、Ｙ）と、ピーク周波数ν_2に対応する呼吸成分に基づく重心位置G_{b2}（Ｘ、Ｙ）とを算出する。

【００６３】

上記変形例によれば、ベッド上の被験者Ｓの人数が複数の場合であっても、各被験者Ｓの呼吸に基づく重心G_b、心拍に基づく重心G_hを個別に求めることができ、各被験者Ｓの重心位置を正確に把握することができる。

【００６４】

上記実施形態の生体情報モニタリングシステム１００において、生体情報分析部３４は、ベッドＢＤに加えられる荷重が所定値（例えば約４０ｋｇ）以上増加し、且つ心拍成分又は心拍に基づく重心G_hが求められた場合に被験者Ｓが着床したと判定してもよく、ベ

ッドＢＤに加えられる荷重が所定値以上減少し、且つ心拍成分又は心拍に基づく重心G_hが求められない場合に被験者Ｓが離床したと判定してもよい。

【００６５】

なお、ベッドＢＤ上にベッドＢＤを所定の周期で叩く要素（インパクト要素）が存在する場合には、荷重検出器１１～１４からの荷重信号s_1～s_4には、当該所定の周期で同位相の波形が現れる。周波数分析部３１、信号分離部３２を用いて当該波形を含む荷重成分を分離し、これを用いて重心位置算出部３３により重心位置を算出すれば、インパクト要素の重心位置を算出することができる。

【００６６】

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。

【００６７】

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。

【００６８】

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と本実施形態の生体情報モニタリングシステム１００とからなるベッドシステムＢＤＳを構成してもよい（図８）。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。

【００６９】

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。

【００７０】

上記実施形態の生体情報モニタリングシステム１００において、表示部５は、使用者が視覚的に認識できるようにモニター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の呼吸状態（呼吸数、呼吸換気量）、心拍の状態や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、又は在床中なら青ランプの点灯、離床中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の生体情報を使用者に音声で伝えるものであってもよい。さらに、生体情報モニタリングシステム１００は表示部５を有さなくてもよく、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ー（ディスプレイ装置）等は、当該出力端子を介して生体情報モニタリングシステム１００に接続される。

【００７１】

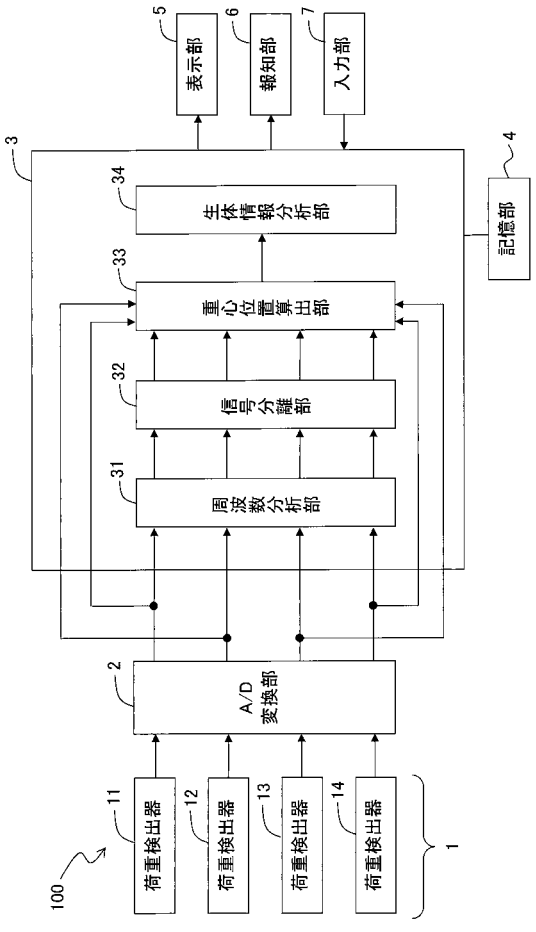
上記実施形態の報知部６は聴覚的に報知を行っていたが、報知部６は、光の点滅等によって視覚的に報知を行う構成であってもよく、振動により報知を行う構成であってもよい。また、上記実施形態の生体情報モニタリングシステム１００は、報知部６を有さなくても良い。

【００７２】

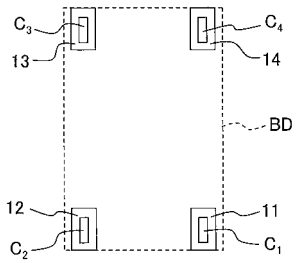
本発明の特徴を維持する限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【産業上の利用可能性】
【００７３】
本発明の生体情報モニタリングシステムによれば、被験者の重心位置をより正確に求めることができるため、主に医者である使用者により観察に適したデータを提供して、医療の質の向上に寄与することができる。
【符号の説明】
【００７４】
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　周波数分析部
３２　信号分離部
３３　重心位置算出部
３４　生体情報分析部
４　記憶部
５　表示部
６　報知部
７　入力部
１００　生体情報モニタリングシステム
ＢＤ　ベッド
ＢＤＳ　ベッドシステム
ＧＴ　重心軌跡
Ｓ　被験者

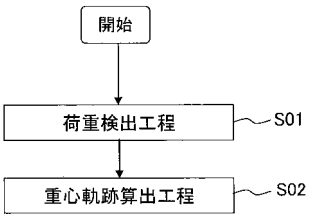
【図１】



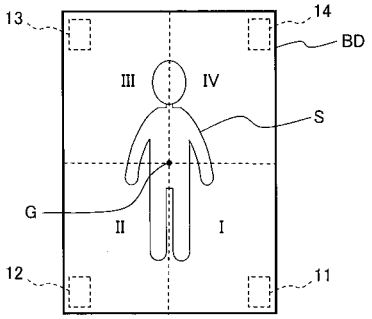
【図２】



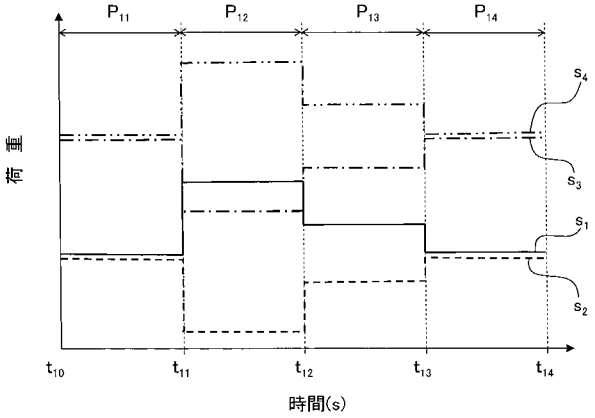
【図３】



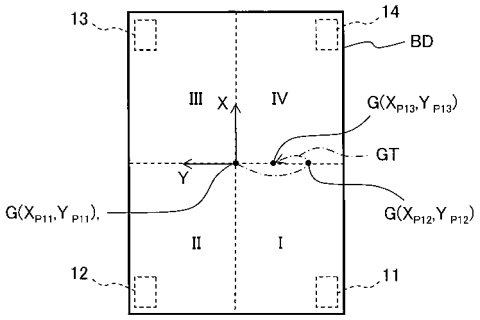
【図４】


13
14
BD
III
IV
S
G
II
I
12
11

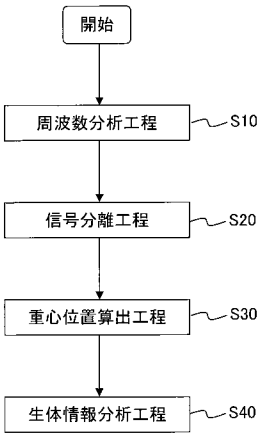
【図５】


P11
P12
P13
P14
荷重
s4
s3
s1
s2
t10
t11
t12
t13
t14
時間(s)

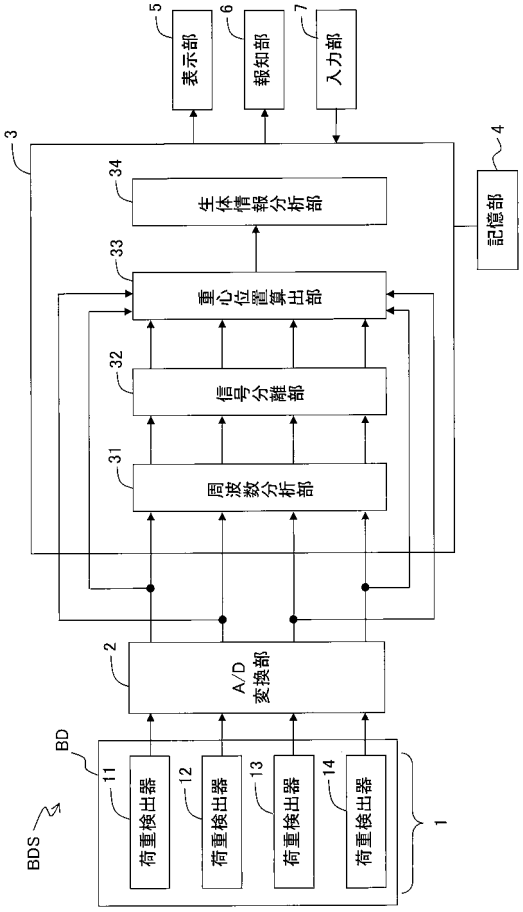
【図６】


13
14
BD
III
X
IV
G(XP13,YP13)
GT
Y
G(XP11,YP11),
G(XP12,YP12)
II
I
12
11

【図７】


開始
周波数分析工程
S10
信号分離工程
S20
重心位置算出工程
S30
生体情報分析工程
S40

【図８】


5
表示部
6
報知部
7
入力部
3
4
記憶部
34
生体情報分析部
33
重心位置算出部
32
信号分離部
31
周波数分析部
2
A/D変換部
BD
BDS
11
荷重検出器
12
荷重検出器
13
荷重検出器
14
荷重検出器
1

フロントページの続き

(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　ミネベアミツミ株式会社内

Ｆターム(参考) 4C038 VA04 VB01 VB32 VB33 VC20
4C117 XB04 XB11 XC02 XE13 XE24 XE26 XE30 XE64